dr Marek Zieliński

AUTOREFERAT

(Załącznik nr 3)

Nowa technologia otrzymywania wybranych materiałów metalicznych i niemetalicznych (budowlanych) z wykorzystaniem stałego pola magnetycznego

Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej
Wydział Chemii
Uniwersytet Łódzki

Łódź 2015

Spis treści

1. Dane osobowe……...……..……5
2. Przebieg pracy zawodowej i naukowej……..……..……5
2.1. Przebieg pracy przed uzyskaniem stopnia doktora……....…….5
2.2. Przebieg pracy po uzyskaniu stopnia doktora…….…..….6

DZIAŁALNOŚĆ NAUKOWA

3. Prezentacja osiągnięć będących podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.7
3.1. Wykaz cyklu publikacji stanowiących podstawę postępowania habilitacyjnego....7
3.2. Wprowadzenie do tematyki badań…..…….……...……..…..…10
3.3. Cel badań naukowych…….……...……...……...…..…11
3.4. Omówienie wyników badań stanowiących rozprawę habilitacyjną……....…13
3.4.1. Materiały metaliczne…….……..……..……..…13
3.4.1.1. Kobalt……..……13
3.4.1.2. Stopy kobaltu……..……...15
3.4.2. Materiały niemetaliczne, budowlane...…….....…23
3.4.2.1. Odpadowy fosfogips…….……23
3.4.2.2. Fosfogips i popiół lotny w materiałach budowlanych……..26
3.4.2.3. Fosfogips i popiół lotny do stabilizacji nawierzchni drogowych……...…….……30
3.5. Wyjaśnienie działania stałego pola magnetycznego na materiały…….……33
3.6. Podsumowanie wyników badań……...……..38
3.7. Literatura……39
4. Prezentacja osiągnięć nie będących podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, wskazujących możliwość zastosowania stałego pola magnetycznego…..41
4.1. Warstwy podtynkowe izolacyjne jako ocieplenie alternatywne……41
4.2. Syntezy organiczne……...…...41
5. Prace nie będące podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, opublikowane przed uzyskaniem stopnia doktora……..……..……45
6. Prace nie będące podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora…….……..47

7. Udział w międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych……55
8. Projekty badawcze……60
9. Recenzje publikacji naukowych w czasopismach międzynarodowych i krajowych……63
10. Współpraca naukowa i patentowa, zagraniczna i krajowa, staże……64
11. Statystyka dorobku naukowo-badawczego……66

DZIAŁALNOŚĆ DYDAKTYCZNA

12. Publikacja książkowa……71
13. Zajęcia dydaktyczne……71
14. Opieka naukowa……72

DZIAŁALNOŚĆ ORGANIZACYJNA

15. Propagowanie chemii……74
16. Międzynarodowe i krajowe nagrody, wyróżnienia i medale……75

1. Dane osobowe.

- Imię i nazwisko: **Marek Zieliński**
- Data i miejsce urodzenia: 16 września 1956 roku, we Włocławku.
- Adres zamieszkania: 93-355 Łódź, ul. Białostocka 11 m 22.
- Szkoła średnia: XVIII Liceum Ogólnokształcącego im. Jędrzeja Śniadeckiego w Łodzi (ukończone w roku 1975).
- Szkoła wyższa: Politechnika Łódzka, Wydział Chemii Spożywczej (obecnie Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności) – specjalność: chemia i technologia spożywcza. Praca magisterska pod tytułem „Analiza chemiczna wybranych składników dymu papierosów krajowych" powstała w Instytucie Podstaw Chemii Żywności pod kierunkiem dr inż. Wiesławy Olejniczak. 12 czerwca 1981 roku otrzymałem tytuł magistra inżyniera chemika.
- Stanowisko i miejsce pracy: adiunkt w Katedrze Chemii Nieorganicznej i Analitycznej, Wydziału Chemii, Uniwersytetu Łódzkiego, ul. Tamka 12, 91-403 Łódź, Polska, tel. (4842) 6355788, e-mail: zielmark@chemia.uni.lodz.pl

2. Przebieg pracy zawodowej i naukowej.

2.1. Przebieg pracy przed uzyskaniem stopnia doktora.

We wrześniu 1981 roku rozpocząłem pracę zawodową w przemyśle, zgodnie z wyuczoną specjalizacją. Pierwszą pracę podjąłem w Wytwórni Papierosów w Łodzi ze względu na temat pracy magisterskiej zlecony przez Przemysł Tytoniowy. W roku 1982 zostałem zatrudniony w administracji Uniwersytetu Łódzkiego, w Sekcji Planowania. W 1985 roku rozpocząłem pracę na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii, w Katedrze Chemii Ogólnej i Nieorganicznej (obecnie Wydział Chemii, Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej). Inżynierskie wykształcenie i zainteresowania spowodowały, że opracowałem wspólnie z innymi autorami kilka **zgłoszeń patentowych**, które stały się w dalszym etapie patentami.

Moje naukowe zainteresowania związane były z dziedziną elektrochemii, z badaniem elektrochemicznych reakcji redoks związków nieorganicznych i organicznych techniką woltamperometrii cyklicznej (CV). Praca doktorska, zatytułowana „Wpływ stałego pola

magnetycznego na kinetykę i mechanizmy reakcji redoks wybranych związków nieorganicznych i organicznych w różnych roztworach" powstała pod kierunkiem prof. dr hab. Henryka Scholla, w Zakładzie Elektrochemii, Katedry Chemii Ogólnej i Nieorganicznej. Obrona pracy miała miejsce w roku 2001. Uzyskała ona wyróżnienie od obu recenzentów, którymi byli: prof. dr hab. Leszek Wojtczak z Uniwersytetu Łódzkiego oraz dr hab. inż. Jerzy Bieliński z Politechniki Warszawskiej.

2.2. Przebieg pracy po uzyskaniu stopnia doktora.

Po uzyskaniu stopnia doktora rozszerzyłem swoje zainteresowania w obszarze pola magnetycznego i rozpocząłem badania struktury, właściwości fizykochemicznych oraz parametrów powstawania materiałów metalicznych i niemetalicznych. W pierwszym etapie obiektami badań były metale i stopy otrzymywane elektrochemicznie. Nowością jest to, że materiały te otrzymywane były w środowisku **stałego pola magnetycznego (CMF – Constant Magnetic Field)**, które wpływa na ich strukturę, skład i właściwości. Jak na razie, nie ma jednoznacznego modelu oddziaływania CMF na procesy chemiczne, elektrochemiczne czy materiały, chociaż na świecie naukowcy tworzą równania empiryczne z szeregiem założeń, przybliżające wyjaśnienie jego wpływu. Gromadzi się informacje o efektach wpływu CMF oraz wyciąga wnioski. Moje kolejne badania z wykorzystaniem pola magnetycznego wpisują się w dziedzinę ochrony środowiska ze względu na obiekty, które powstały w oparciu o materiały odpadowe, zwłaszcza przemysłowe takie jak fosfogipsy czy popioły lotne. Nowe materiały tworzone były także przy udziale CMF, powodując ich zmienioną strukturę, wytrzymałość mechaniczną oraz inne właściwości fizykochemiczne. Ich najlepszym zastosowaniem mogą być materiały budowlane, budownictwo drogowe czy wypełniacze do tworzyw sztucznych. Ważnym elementem dysertacji były szczegółowe badania wpływu CMF na wybrane materiały. Dziedzina, którą się zajmuję jest niszowa, co widać po niewielkiej ilości artykułów publikowanych na ten temat w świecie. Jest to spowodowane trudnościami w interpretacji zjawisk i procesów zachodzących pod wpływem CMF. Sądzę iż warto zajmować się problemami mało zbadanymi czy trudnymi, gdyż udowodnienie ich ma większą wartość.

DZIAŁALNOŚĆ NAUKOWA

3. Prezentacja osiągnięć będących podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.

Dnia 27.10.2015 roku odbyła się na Wydziale Chemii Uniwersytetu Łódzkiego, w ramach seminarium Oddziału Łódzkiego Polskiego Towarzystwa Chemicznego, prezentacja poświęcona **głównym tezom** mojej pracy badawczej. Moje badania naukowe mają charakter nie tylko technologiczny, ze szczególnym zwróceniem uwagi na możliwość ich zastosowania w przemyśle, ale również wykazują elementy nowości naukowej (rozdział 3.6. Podsumowanie wyników badań). Pokazuję w nich sposób otrzymywania, w środowisku pola magnetycznego, nowych materiałów, o lepszych parametrach fizykochemicznych. Stopy kobaltu, przedstawione w pracach, o nowych właściwościach, były otrzymane elektrochemicznie w stałym polu magnetycznym po raz pierwszy. Niektóre uzyskane przy udziale pola magnetycznego materiały niemetaliczne opracowane zostały w postaci zgłoszeń patentowych. Badania doświadczalne poparłem teoretycznymi rozważaniami, równaniami i schematami publikowanymi w czasopismach z listy filadelfijskiej.

Do opublikowanych prac zaliczyłem: patenty, zgłoszenia patentowe i artykuły naukowe. Podzieliłem je na trzy grupy:

H 1 – H 8. Prace stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego.

A 1 – A 11. Prace opublikowane przed uzyskaniem stopnia doktora.

B 1 – B 31. Prace opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora.

3.1. Wykaz cyklu publikacji stanowiących podstawę postępowania habilitacyjnego.

Jako osiągnięcie, wynikające z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.), wskazuję cykl ośmiu publikacji oznaczonych [**H 1 – H 8**] zatytułowany: **Nowa technologia otrzymywania wybranych materiałów metalicznych i niemetalicznych (budowlanych) z wykorzystaniem stałego pola magnetycznego.**

H 1. M. Zieliński*, *International Journal of Electrochemical Science,* "Influence of Constant Magnetic Field on the Electrodeposition of Cobalt and Cobalt Alloys", Volume 8, Issues 11, pp. 12192-12204 **(2013).** [IF = 3,729] [IF_5 = 2,209] [30 pkt.]

***** *autor do korespondencji*

Wkład polegał na: elektrochemicznym otrzymaniu kobaltu, stopów Co-Mo, Co-W i Co-Mo-W w różnych CMF, wykonaniu badań metodą XRD, metodą SEM, metodą EDX, metodą STM, analizie wyników badań, tworzeniu rysunków i wykresów oraz edycji artykułu. Mój udział procentowy określam jako ***100 %.***

H 2. M. Zieliński*, *Materials Chemistry and Physics,* "Effects of constant magnetic field on the electrodeposition reactions and cobalt-tungsten alloy structure", Volume 141, Issues 1, pp. 370-377 **(2013).** [IF = 2,129] [IF_5 = 2,503] [35 pkt.]

***** *autor do korespondencji*

Wkład polegał na: wytworzeniu elektrochemicznym stopów Co-W w różnych CMF i przy różnych kierunkach ustawienia wektora indukcji magnetycznej B, badaniu struktury metodą XRD, morfologii metodą SEM, składu metodą EDX, interpretacji wyników badań, edycji artykułu. Mój udział procentowy określam jako ***100 %.***

H 3. M. Zieliński*, E. Miękoś, D. Szczukocki, R. Dałkowski, A. Leniart, B. Krawczyk, R. Juszczak, *International Journal of Electrochemical Science,* "Effects of constant magnetic field on electrodeposition of Co-W-Cu alloy", Volume 10, Issue 5, pp. 4146-4154, (**2015**). [IF=1,956] [IF_5 = 2,209] [25 pkt.]

***** *autor do korespondencji*

Mój wkład polegał na: elektrochemicznym otrzymaniu stopu Co-W-Cu metodą CVC w różnych CMF, analizie wyników badań, tworzeniu wykresów oraz edycji artykułu. Swój udział procentowy określam jako ***70 %.***

H 4. M. Zieliński*, E. Miękoś, *Journal of Applied Electrochemistry*, „Influence of constant magnetic field on the electrodeposition of Co-Mo-W alloys", Vol.38, No12, 1771-1778 **(2008).** [IF = 1,745] [IF_5 = 2,254] [20 pkt.]

***** *autor do korespondencji*

Mój wkład polegał na: prowadzeniu badań metodą CVC, metodą kulometryczną w różnych CMF, analizie wyników badań metodą CVC, SEM, EDX, tworzeniu rysunków i współredagowaniu artykułu. Swój udział procentowy określam jako ***80%.***

H 5. W. Szmaja, W. Kozłowski, K. Polański, J. Balcerski, M. Cichomski, J. Grobelny, **M. Zieliński,** E. Miękoś, *Materials Chemistry and Physics,* "Study of the morphological and magnetic structures of nanocrystalline cobalt films obtained by electrodeposition", Volume 132, Issues 2-3, 1060-1064 **(2012).** [IF = 2,072] [IF_5 = 2,503] [35 pkt.]
Mój wkład polegał na: elektrochemicznym naniesieniu warstw kobaltu na polikrystaliczne podłoża złota, na wykonaniu za pomocą elektronowej mikroskopii skaningowej pomiarów struktury morfologicznej warstw kobaltu, opracowaniu i analizie otrzymanych wyników. Swój udział procentowy określam jako ***20 %.***

H 6. **M. Zieliński***, Patent Nr 186189 z dn. **22.12.2003**, Urząd Patentowy RP, p.t. *„ Sposób przetwarzania odpadów fosfogipsowych*". (wystawiony na wystawie Łódź Design Festiwal 2012 – 18-28.10.2012).
*** autor do korespondencji*
Wkład polegał na: przygotowaniu doświadczalnym eksperymentu, przeprowadzeniu uzdatniania fosfogipsu, dopracowaniu parametrów czasowo-temperaturowych, badaniu chemicznym grup siarczanowych, interpretacji wyników badań, przygotowaniu zgłoszenia patentowego. Mój udział procentowy określam jako ***100 %.***

H7. **M. Zieliński***, *„Przemysł Chemiczny",* p.t. „Wykorzystanie odpadów przemysłowych, wspomaganych stałym polem magnetycznym, do stabilizacji podłoża gruntowego nawierzchni drogowych [The use of industrial waste, aided by constant magnetic field, for stabilization of the road's surface subsoil]", Warszawa, Nr 8, tom 92, s. 1453, **(2013). [**IF = 0,367] [IF_5 = 0,332] [15 pkt.]
*** autor do korespondencji*
Wkład polegał na: przeprowadzeniu badań fizyko-chemicznych fosfogipsu surowego, uzdatnionego, popiołu lotnego, badaniach radioaktywności fosfogipsu i popiołu lotnego, badaniach SEM obu odpadów, tworzeniu mieszanek budowlanych, badaniach wytrzymałościowych, mrozoodporności, nasiąkliwości otrzymanych próbek, analizie wyników badań i porównywaniu z normami, tworzeniu rysunków, redagowaniu artykułu. Mój udział procentowy określam jako ***100 %.***

H 8. **M. Zieliński***, *Construction and Building Materials,* "Influence of constant magnetic field on the properties of waste phosphogypsum and fly ash composites", Volume 89, 13-24 ,(**2015**). [IF = 2,296] [IF_5 = 2,710] [40 pkt.]

***** *autor do korespondencji*

Wkład polegał na: uzdatnieniu fosfogipsu surowego, tworzeniu mieszanek budowlanych, badaniach wytrzymałościowych, mrozoodporności, nasiąkliwości otrzymanych próbek, analizie wyników badań, redagowaniu artykułu. Mój udział procentowy określam jako ***100 %.***

3.2. Wprowadzenie do tematyki badań.

Tematyka moich badań związanych z wykorzystaniem pola magnetycznego wpisuje się w światowy trend takich badań. Wpływ stałego pola magnetycznego w chemii czy materiałoznawstwie jest dziedziną nową i mało popularną. W 2015 roku, w Japonii odbyła się dopiero szósta konferencja poświęcona wyłącznie tematyce wpływu pola magnetycznego na różne media chemiczne, biologiczne czy materiały (International Conference on Magneto – Science (ICMS). Motto konferencji w Matsumoto (Japonia) w 2015 roku brzmiało: *„Magnetyzm jest kluczem do badania właściwości fizycznych materiałów. Jest naszym marzeniem, aby manipulować zjawiskami chemicznymi, fizycznymi i biologicznymi za pomocą pola magnetycznego”*

Termin „pole magnetyczne” został użyty po raz pierwszy przez Faraday’a w 1845 roku. Określił on wtedy, że jest to przestrzeń, w której działają siły magnetyczne pochodzące od trwałych magnesów lub ruchomych ładunków elektrycznych. Rozkwit magnetyzmu rozpoczął się w roku 1820, gdy H. Ch. Oersted zaobserwował oddziaływanie prądu elektrycznego na igłę magnetyczną, a A. M. Ampére wykazał równowartość pól magnetycznych wytworzonych przez magnesy i obwody prądu elektrycznego (początek elektromagnetyzmu). Istotą fizyczną pola magnetycznego, jak się obecnie sądzi, jest wywieranie sił mechanicznych na poruszające się naładowane cząstki (elektrony lub jony), które są określoną postacią prądu konwekcyjnego lub przewodzenia. Dzięki istnieniu materiałów o specjalnych właściwościach magnetycznych (np. ferromagnetyki) wzrasta zainteresowanie zjawiskami towarzyszącymi polu magnetycznemu. Poznanie i wyjaśnienie zjawisk magnetycznych jest podstawą rozwoju technologii różnych magnetyków, o właściwościach fizykochemicznych wymaganych do zastosowań praktycznych w technice czy technologii. Doświadczalne metody badań umożliwiają charakteryzowanie nowych materiałów magnetycznych. Magnetochemia koncentruje się na badaniu relacji między budową chemiczną a właściwościami magnetycznymi substancji, która już istnieje. W moich

badaniach skoncentrowałem się na skutkach działania stałego pola magnetycznego w trakcie tworzenia się materiału.

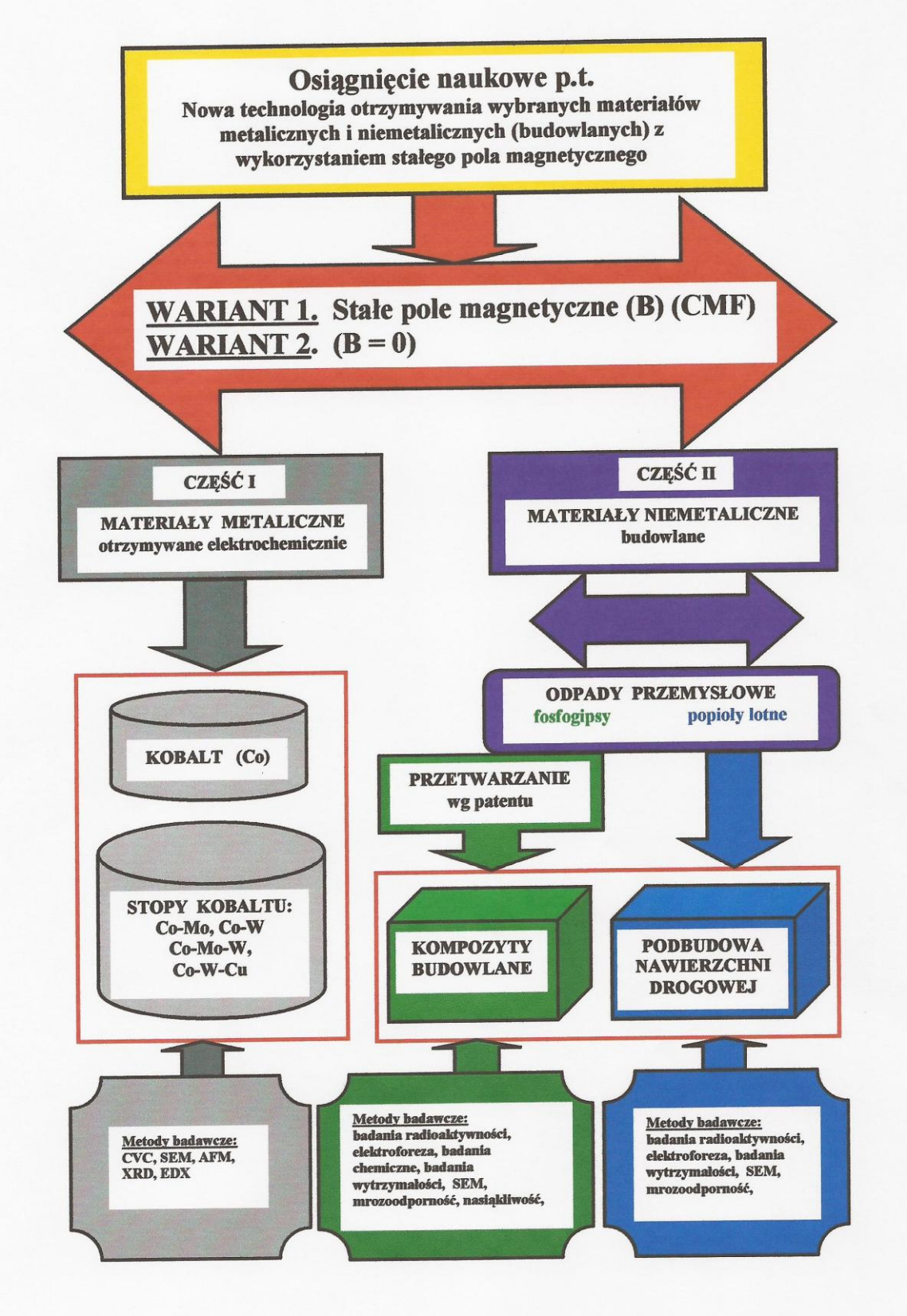
3.3. Cel badań naukowych.

Zasadniczy cel badań – nowe technologiczne podejście poprzez wykorzystanie stałego pola magnetycznego do otrzymywania wybranych materiałów metalicznych i niemetalicznych (budowlanych) był podyktowany stanem wiedzy w tej dziedzinie. Magnetochemia była i jest dziedziną niszową, nie dlatego, że nie warto nią się zajmować, tylko dlatego iż trudna jest do interpretacji. **Główny cel badań** realizowany był przez:

1. Określenie zmian struktury, składu i właściwości fizykochemicznych wybranych materiałów metalicznych, otrzymywanych elektrochemicznie oraz niemetalicznych, budowlanych tworzonych w środowisku stałego pola magnetycznego.
2. Stworzenie w stałym polu magnetycznym materiałów charakteryzujących się nowymi, zmienionymi i korzystniejszymi właściwościami.
3. Przedstawienie zależności i wniosków wyjaśniających działanie stałego pola magnetycznego na tworzenie i właściwości materiałów.
4. Wykorzystanie w badaniach materiałów odpadowych poprzez przygotowanie odpowiednich technologii.
5. Otrzymanie w stałym polu magnetycznym materiałów metalicznych i niemetalicznych mających zastosowanie w praktyce.

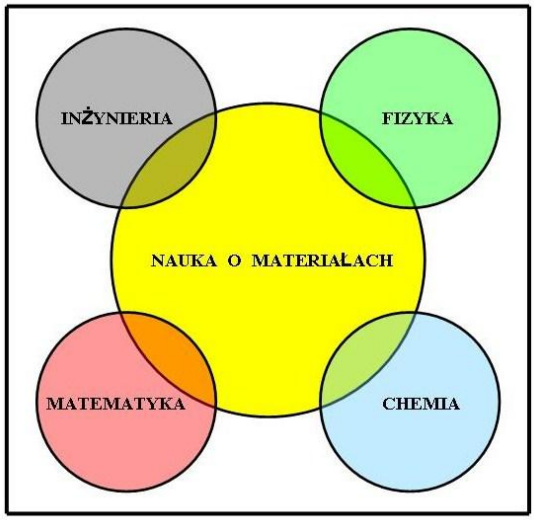
Koncepcja pracy zakładała dwa warianty badań. Miały one na celu określenie zmian struktury, składu, własności fizykochemicznych wybranych materiałów tworzonych w środowisku stałego pola magnetycznego (Constant Magnetic Field - CMF) (B – indukcja magnetyczna o określonej wartości) – **wariant 1**, oraz tworzonych poza nim (B = 0) – **wariant 2**. Materiały z założenia miały być skrajnie różne, aby potwierdzały wpływ CMF, niezależnie od przynależności do określonej grupy materiałów. Każdy z wariantów składał się z dwóch części, których zadaniem było określenie wpływu CMF na elektrochemiczne otrzymywanie materiałów metalicznych (**część I**) oraz wpływu CMF na powstawanie materiałów niemetalicznych (**część II**). Badania miały doprowadzić do stworzenia materiałów charakteryzujących się nowymi, zmienionymi i niejednokrotnie korzystniejszymi właściwościami. Ze względu na brak modelu wpływu CMF, chciałem przedstawić pewne zależności, spostrzeżenia i wnioski wyjaśniające działanie pola magnetycznego na tworzenie i właściwości materiałów. Zgodnie z moją wiedzą, jak dotąd nikt nie podejmował takich badań

z w/w materiałami. Na schemacie blokowym (**Rys. 1**) pokazałem badane obiekty, stosowane metody badawcze oraz najważniejsze elementy pracy.



Rys. 1. Schemat blokowy przedstawiający koncepcję pracy.

Wykonana praca, miała charakter interdyscyplinarny. Łączyła w swoim zakresie chemię (elektrochemię), fizykę, matematykę, inżynierię i materiałoznawstwo (**Rys. 2**).



Rys. 2. Interdyscyplinarny charakter nauki o materiałach.

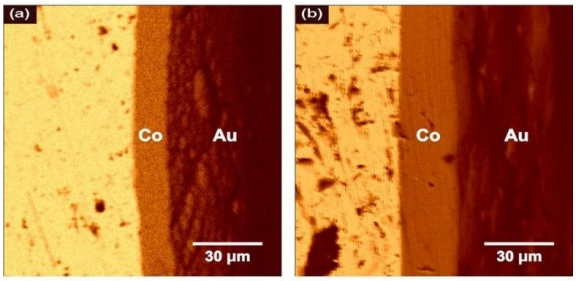
3.4. Omówienie wyników badań stanowiących rozprawę habilitacyjną.

3.4.1. Materiały metaliczne.

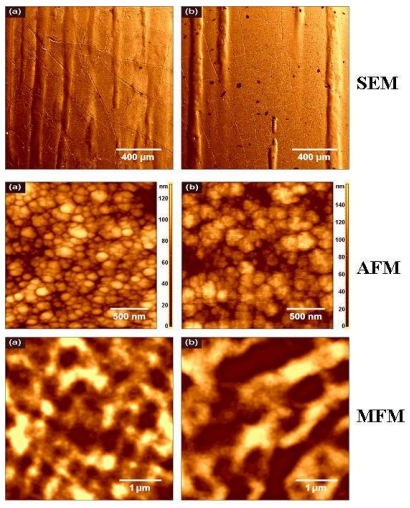
3.4.1.1. Kobalt.

Metalem bazowym zastosowanym w omawianych badaniach materiałów metalicznych był kobalt. Stosowałem go jako punkt wyjścia, ze względu na jego właściwości ferromagnetyczne korzystne przy badaniu wpływu pola magnetycznego oraz wszechstronność jego zastosowania. Warstwy magnetyczne wykazują różnorodne właściwości magnetyczne, w zależności od ich grubości, składu chemicznego, struktury morfologicznej i krystalograficznej czy sposobu ich otrzymywania. Ma to znaczenie zarówno z technologicznego punktu widzenia jak też zastosowania. Badałem morfologię i struktury magnetyczne grubych ferromagnetycznych kryształów kobaltu, osadzanych w sposób elektrochemiczny, przy gęstości prądowej 20 mA/cm^2, na złotych, polikrystalicznych podłożach diamagnetycznych. Warstwy kobaltu miały grubość 14, 18 i 55 μm (ustalone metodą SEM - Scanning Electron Microscopy). Ze wzrostem grubości warstwy struktura metalu była coraz bardziej niejednorodna. Struktura morfologiczna osadzanego kobaltu składała się z nanokrystalicznych ziaren, o zaokrąglonym kształcie i wielkości ok. 100 nm (ustalonej metodą AFM - Atomic Force Microscopy) [1]. Domeny magnetyczne osadzanych warstw

kobaltu były wielkości ok. 500 nm (ustalonej metodą MFM (Magnetic Force Microscopy) i wykazywały dostatecznie silną prostopadłą anizotropię. Średni rozmiar domen magnetycznych wzrastał ze zmniejszaniem się średniej wielkości ziaren [2, 3]. Otrzymałem warstwy kobaltu o heksagonalnej strukturze krystalicznej i silnej, korzystnej orientacji [0001]. W kolejnych badaniach otrzymałem w sposób elektrochemiczny, na polikrystalicznym złocie, warstwy kobaltu o grubości 14 i 23 μm [4] [**publikacja H 5**]. Za pomocą SEM obserwowałem przekroje poprzeczne tych warstw (**Rys.3**). Struktura metalu zbudowana była z okrągłych ziaren nanokrystalicznych o wielkości ok. 100 nm (dla warstwy 14 μm) i ok. 130 nm (dla warstwy 23 μm) (badania AFM) [5]. Badania MFM (Magnetic Force Microscopy) wykazały obecność domen magnetycznych o namagnesowaniu prostopadłym do płaszczyzny osadzanego metalu. Domeny miały wielkość ok. 360 nm (dla warstwy 14 μm) i ok. 480 nm (dla warstwy 23 μm) [6, 7] (**Rys.4.**) Znajomość struktury morfologicznej i magnetycznej ferromagnetyków miała znaczenie nie tylko poznawcze, ale i praktyczne. Pomogła na opracowanie optymalnych warunków otrzymywania stopów kobaltu. Znanych jest kilka metod otrzymywania warstw kobaltu, jednak przedstawione w artykule [**H 5**] otrzymywanie w sposób elektrochemiczny wydaje się najprostsze i najtańsze.



Rys. 3. Przekroje poprzeczne warstw osadzonego elektrochemicznie ferromagnetycznego Co o grubości 14 μm (a) i 23 μm (b) **[H 5].**



Rys. 4. Struktury morfologiczne i magnetyczne ferromagnetycznego kobaltu osadzanego elektrochemicznie o grubości 14 μm (a) 23 μm (b) [**H 5].**

3.4.1.2. Stopy kobaltu.

Badania stopów skupiały się na otrzymywaniu tzw. powłok metalicznych funkcjonalnych, o określonych właściwościach fizykochemicznych takich jak: mechaniczne, elektryczne, magnetyczne czy optyczne. W ostatnich latach wzrosło zapotrzebowanie na powłoki stopowe o specyficznych właściwościach. Posiadają one dużo lepszą odporność na korozję niż powłoki zbudowane z pojedynczych metali. Właściwości stopów związane ze składem chemicznym i strukturą takie jak np. mikrotwardość, naprężenia własne, plastyczność, przewodnictwo elektryczne, można dobierać poprzez skład kąpieli galwanicznej oraz odpowiednie dobranie parametrów technologicznych [**H 1**]. Otrzymanie stopów dwuskładnikowych, trójskładnikowych i wyższych, gdzie podstawowym składnikiem jest kobalt, polegać musi na wprowadzeniu innych metali o przewyższających kobalt właściwościach fizycznych. Takie właściwości posiadają np. molibden i wolfram. Molibden i wolfram są metalami, które nie są w stanie osadzać się samodzielnie z wodnych roztworów soli. Można je natomiast współosadzać w sposób indukcyjny z metalami z triady żelaza: Fe, Co, Ni. Zjawisko to nie jest jeszcze w pełni wytłumaczone. Obecnie przyjmuje się pogląd, w którym określa się, że współosadzanie wolframu, molibdenu z metalami grupy żelaza zachodzi w wyniku redukcji heteropoliwolframianów lub heteropolimolibdenianów [**H 2**]. Według tej hipotezy od pewnego czasu trwają badania w celu wyjaśnienia mechanizmu zjawiska oraz wykorzystania go w przemyśle. Stopem otrzymywanym według tego mechanizmu jest Co-W. Charakteryzuje się on wysoką twardością i odpornością korozyjną. Im większa jest zawartość wolframu w stopie, tym jest on mniej plastyczny i posiada większy opór elektryczny. Również otrzymywane przeze mnie (w opisanych wcześniej warunkach) stopy dwuskładnikowe Co-Mo i trójskładnikowe Co-Mo-W posiadały lepsze właściwości od badanego wcześniej samego kobaltu. Ze względu na dużą zawartość ferromagnetycznego kobaltu badane stopy można było zaliczyć do tzw. magnetyków. Otrzymywane dodatkowo w stałym polu magnetycznym (CMF - Constant Magnetic Field) posiadały zmodyfikowane, często lepsze właściwości fizykochemiczne. Dzięki termodynamicznym równaniom Maxwella możemy obliczyć zależności funkcyjne zmiennych, których wartości nie możemy modyfikować w eksperymencie. W obecności CMF (przy V, T, P = const.) energia wewnętrzna diamagnetyka malała parabolicznie ze wzrostem CMF natomiast energia wewnętrzna paramagnetyka nie zmieniała się w CMF. Entalpia diamagnetyka rosła parabolicznie ze wzrostem CMF natomiast entalpia paramagnetyka malała liniowo ze

wzrostem CMF. Wzrost CMF nie powodował żadnej wymiany ciepła z otoczeniem w diamagnetyku (ciepło zostaje przekazane do otoczenia - entropia magnetyka maleje). Inaczej wygląda to w paramagnetyku i ferromagnetyku, gdzie wzrost CMF wywołuje wydzielanie się ciepła. Jest to tzw. magnetotermodynamiczny efekt magnetokaloryczny. Jak pisał w swojej książce p.t. „Eksperymentalne metody magnetochemii" (Wyd. UW, Warszawa, 2013) M. Pękała, udowodniono, że każdy materiał magnetyczny wykazuje właściwości magnetokaloryczne. Jest to zmiana energii magnetycznej materiału gdy zmienia się uporządkowanie momentów magnetycznych w polu magnetycznym. Miarą efektu magnetokalorycznego jest zmiana temperatury materiału przy adiabatycznej zmianie pola magnetycznego lub zmiana entropii jeśli pole przykładane jest izotermicznie. Głównym celem w badaniach było uzyskanie odpowiedzi na pytanie, jaki jest wpływ CMF na podstawowe procesy elektroosadzania stopów Co-W, transport masy do katody oraz kinetykę reakcji elektrodowych [8] [**publikacja H 2**]. Zamiarem było również wykorzystanie CMF do kontroli szybkości wzrostu kryształów stopów Co-W oraz ich tekstury. Do badań zastosowałem metodę SEM (Scanning Electron Microscopy), EDX (Energy Dispersive X-ray), EDS (energy-dispersive X-ray spectroscopy) i XRD (X-ray Diffraction). Podczas elektroosadzania stopów Co-W, na skutek działania CMF powstawała siła Lorentza F [9]. Wywoływała ona w roztworze efekty magnetohydrodynamiczne (MHD) powodujące ruch elektrolitu. Skutkiem tego było zmniejszanie się warstwy dyfuzyjnej Nernsta (δ_D), co można było opisać równaniem (1) [10]:

$$\delta_D \approx 1.59\left(\rho R v^{2/3} D^{1/3}\right)^{1/3}\left(nFCB\right)^{-1/3} \qquad (1)$$

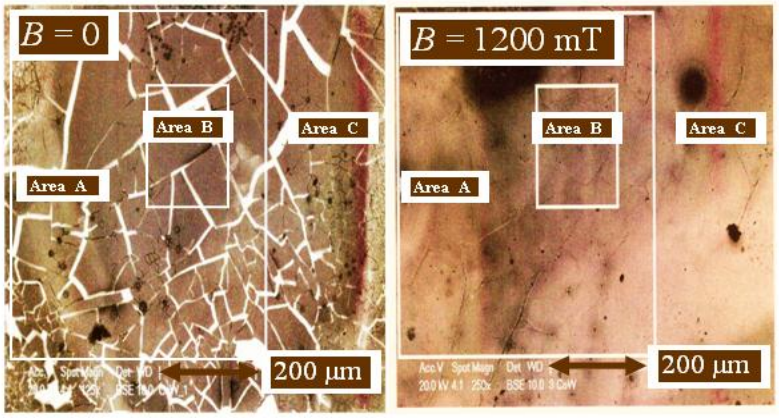
gdzie: ρ – gęstość elektrolitu [kg· m^{-3}], R – promień elektrody roboczej [m], υ – kinematyczna lepkość elektrolitu [m^2· s^{-1}], D – dyfuzja elektrolitu [m^2· s^{-1}],], n – ilość elektronów biorących udział w procesie elektrochemicznym, F – stała Faraday'a [96487 C· mol^{-1}], C – stężenie jonów elektroaktywnych w głębi roztworu [mol·dm^{-3}], B – indukcja magnetyczna [T].

Pojawiała się natomiast nowa warstwa hydrodynamiczna Naviera-Stokesa (δ_H), która decydowała o szybkości przepływu cząstek elektroaktywnych do elektrody roboczej według wyprowadzonego równania (2) [10]:

$$U \approx \left(nFCDB\,\mathrm{Pr}^{1/3}\eta^{-1}\delta_H\right)/0.62 \approx \left(nFCD^{4/3}B\rho^{1/3}\delta_H\right)/\left(0.62\eta^{4/3}\right) \qquad (2)$$

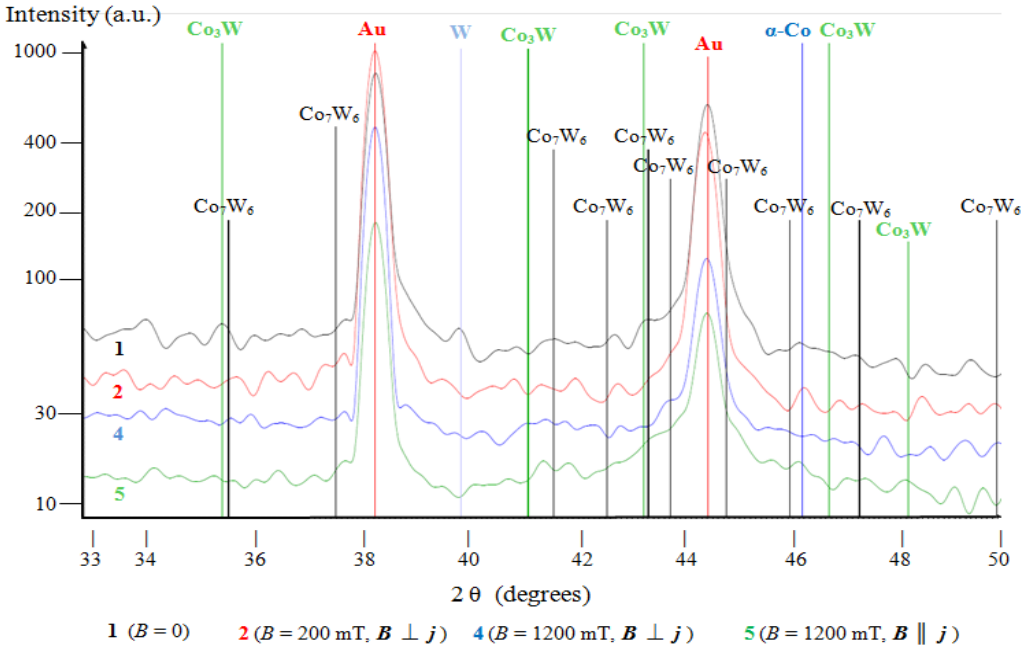
w którym η oznaczało lepkość dynamiczną fazy ciekłej a $\mathrm{Pr} = D/\nu = (D\rho)/\eta$, a Pr było liczbą Prandtla. Z równania wynikało, że prędkość cząstek (U) rośnie ze wzrostem indukcji magnetycznej (B). Ze wzrostem B rośnie również grubość warstwy hydrodynamicznej Naviera - Stokesa (δ_H), która decyduje o przepływie fazy ciekłej podczas działania CMF.

Wykazałem podczas badań wiele pęknięć próbek stopów Co-W osadzanych elektrochemicznie, powstałych na skutek naprężeń własnych. Przy udziale CMF pęknięcia te zmniejszały się lub zanikały całkowicie [11] (**Rys. 5**). Pod wpływem CMF następował również wzrost zawartości kobaltu i jednocześnie spadek zawartości wolframu.



Rys. 5. Obrazy SEM próbek stopów Co-W, bez pola magnetycznego i w CMF o indukcji magnetycznej B = 1200 mT ($B \parallel P_E$), gdzie P_E oznacza powierzchnię elektrody roboczej. Pow. x 250, obrazy typu BSE **[H 2]**.

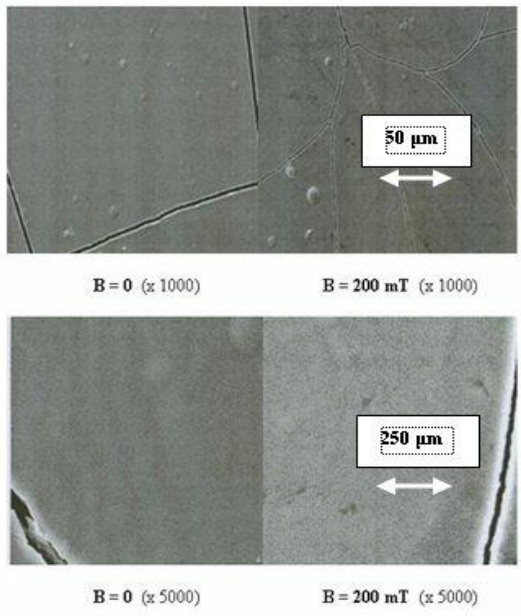
Stosunek wagowy Co:W zmieniał się z wartości 2:1 (bez udziału pola magnetycznego) do wartości 3:1 lub 4:1 (w środowisku CMF). Metodą XRD zidentyfikowałem w stopach fazę (Co_3W) w układzie heksagonalnym, fazę (Co_7W_6) w układzie trygonalnym oraz fazę (α-Co) i fazę (W) w układzie regularnym. Dominującą fazą w badanych stopach była faza Co_3W (**Rys. 6**).



Rys. 6. Dyfraktogramy rentgenowskie otrzymane dla czterech próbek stopów kobalt-wolfram: 1 – czarny ($B = 0$), 2 – czerwony ($B = 200$ mT, $B \perp j$), 4 – niebieski ($B = 1200$ mT, $B \perp j$), 5 – zielony ($B = 1200$ mT, $B \parallel j$). Pozycję odbić dyfrakcyjnych dla poszczególnych faz zaznaczono pionowymi liniami: zielona – Co_3W, czarna – Co_7W_6, niebieska – α-Co, jasnoniebieska – W, czerwona – Au (podłoże) [**H 2**].

Były to płaszczyzny sieciowe typu {0 0 0 1} (bazalne). Pod wpływem CMF niektóre płaszczyzny kryształów podczas tworzenia stopów ulegały odchyleniu o pewien kąt (od 10 do 20^0, w zależności od wartość indukcji magnetycznej *B*). Należałoby więc orientację krystalitów opisywać wtedy rodziną płaszczyzn typu {0 -1 1 3} a część płaszczyzn jako typu {3 2 -5 1}. Pod wpływem CMF zmieniał się również udział objętościowy fazy dominującej w stopie. Następował wzrost fazy (Co_3W i Co_7W_6) o ok. 9% obj. przy udziale CMF, przy jednoczesnym spadku udziału samego kobaltu i wolframu.

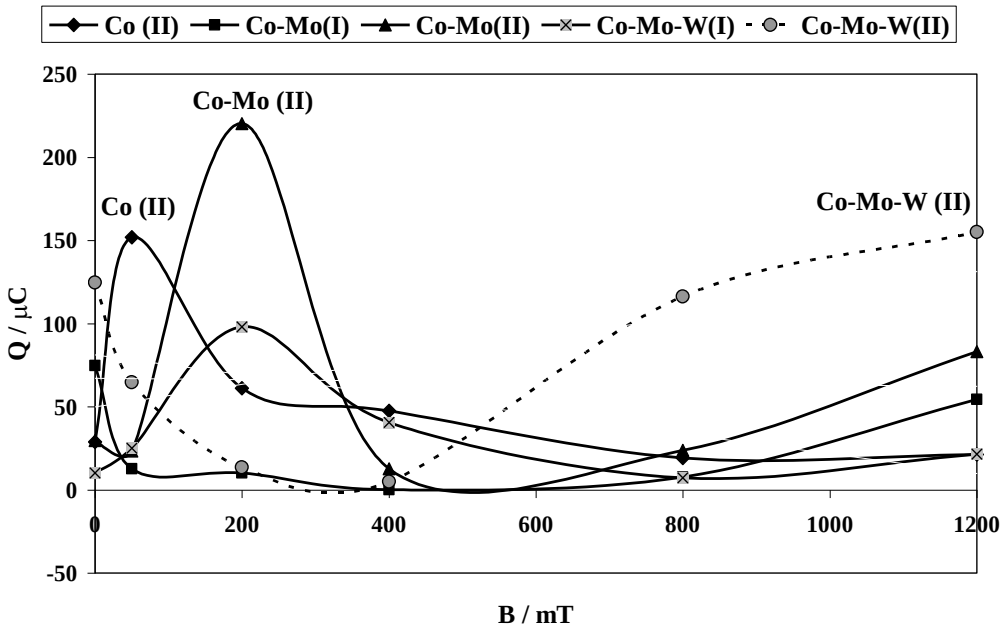
Omówienie zmian jakie powoduje CMF w przebiegu reakcji elektroredukcji, tym razem stopu trójskładnikowego Co-Mo-W zawiera praca [10] [**publikacja H 4**]. Zaobserwowałem zmiany topografii powierzchni stopu oraz zmiany jego składu chemicznego. Do badań zastosowałem metodę CV, metodę kulometrii, SEM oraz EDX. Podczas krystalizacji stopu Co-Mo-W na powierzchni elektrody złotej powstawały spękania na skutek naprężeń własnych stopu. Zastosowane CMF powodowało zmniejszanie szerokości powstających szczelin **(Rys. 7)**, a więc podobnie jak miało to miejsce w przypadku stopu Co-W. Było to konsekwencją zwiększania się stężenia cząstek elektroaktywnych przy elektrodzie roboczej [12].



Rys. 7. Zmniejszenie szerokości szczelin na powierzchni stopu Co-Mo-W pod wpływem działania CMF (powiększenie x 1000 i x 5000) [**H 4**].

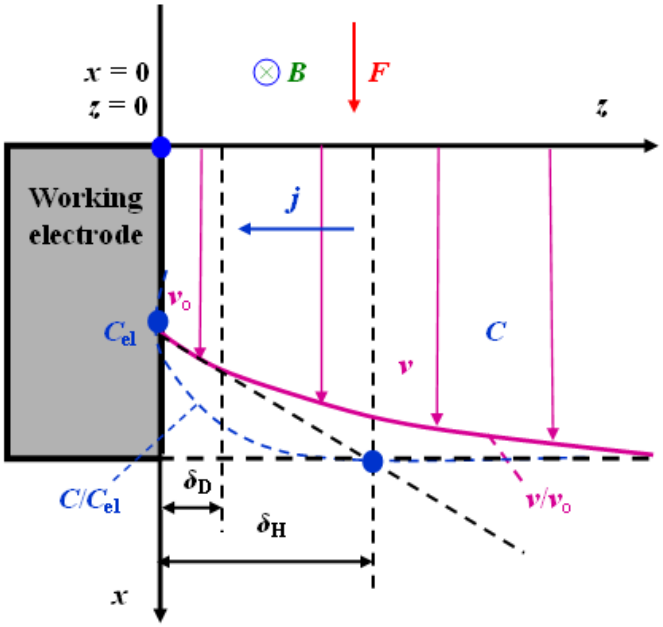
Ruch elektrolitu pod wpływem CMF powodował procentowe zwiększenie głównego składnika ferromagnetycznego (Co) w stopie. Zaobserwowałem również, że im bardziej skomplikowana była struktura powłoki metalicznej, czyli Co, Co-Mo, Co-Mo-W, tym

maksimum wpływu CMF na wartość ładunku (Q) wymagało większej wartości indukcji magnetycznej (*B*) (**Rys. 8**).



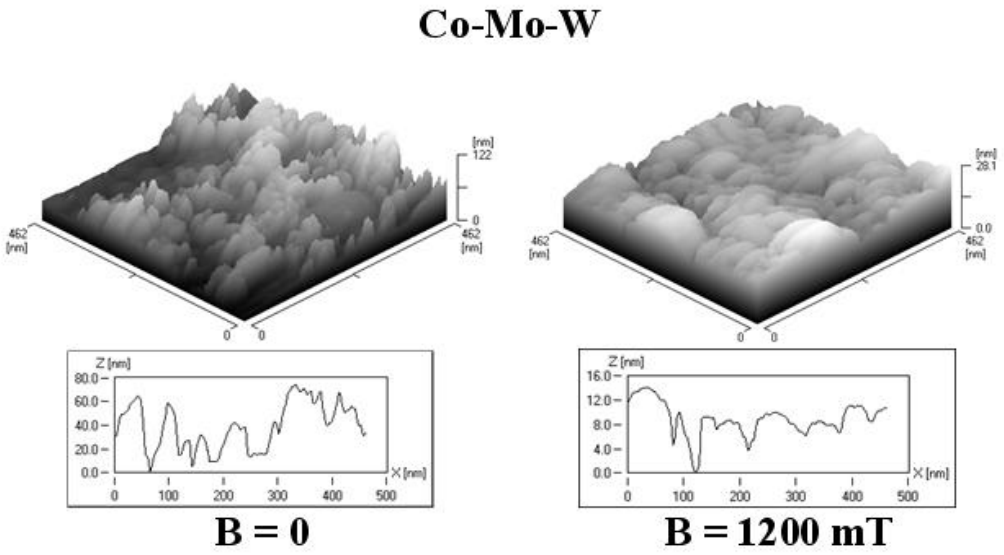
Rys. 8. Zależność ładunku (Q) od indukcji magnetycznej (*B*) w reakcji elektroredukcji Co, stopów Co-Mo i Co-Mo-W [**H 4**].

Dokonałem także porównania efektów działania CMF w procesach elektrolitycznego osadzania kobaltu oraz stopów kobaltu dwuskładnikowych takich jak: Co-Mo i Co-W oraz stopów trójskładnikowych Co-Mo-W. Uzyskane wyniki w badaniach wskazywały, że zastosowane CMF powodowało zmianę kinetyki reakcji osadzania kobaltu i stopów, zmiany ich składu chemicznego i morfologii powierzchni, jak również zmiany parametrów krystalograficznych [13] [**publikacja H 1**]. Obecnie przyjmuje się, że efekty pól magnetycznych w procesach elektrochemicznych są związane z transportem masy elektrolitu. W procesach elektrolitycznego otrzymywania kobaltu i stopów kobaltu powstawała siła tzw. Lorentza, wytworzona w wyniku działania CMF. Siła ta indukowała efekty magnetohydrodynamiczne (MHD) w roztworach, co powodowało ruch elektrolitu. Skutkiem tego było zmniejszanie się warstwy dyfuzyjnej Nernsta (δ_D) i pojawianie się nowej warstwy hydrodynamicznej Naviera-Stokesa (δ_H), która określała prędkość elektroaktywnych jonów przepływających do elektrody roboczej, co pokazuje (**Rys. 9**) [14]. Pod wpływem CMF niektóre płaszczyzny kryształów kobaltu i stopów kobaltu podczas ich tworzenia ulegały odchyleniu o pewien kąt (do 20^0, w zależności od wartość indukcji magnetycznej *B*).



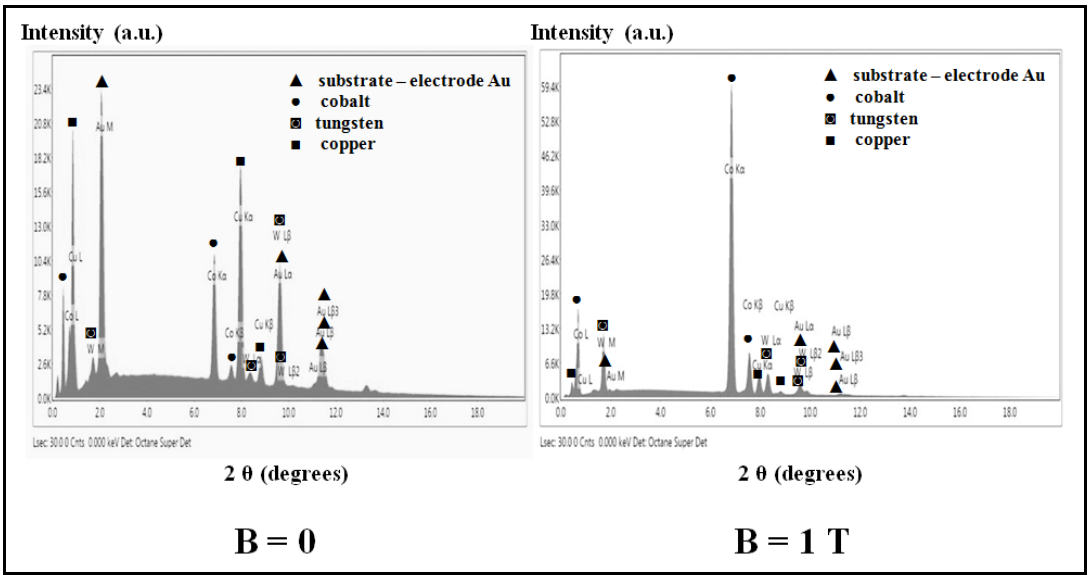
Rys. 9. Zmniejszanie się na skutek działania CMF grubości warstwy dyfuzyjnej Nernsta (δ_D) przy powierzchni elektrody roboczej i powstawanie warstwy hydrodynamicznej Naviera – Stokesa (δ_H) [**H 1**].

Zaobserwowałem również wyraźny wpływ CMF na morfologię warstw materiałów metalicznych np. Co-Mo-W (**Rys. 10**). Metale osadzane elektrochemicznie przy udziale CMF były bardziej jednorodne, wygładzone niż te otrzymywane bez jego udziału [15].



Rys. 10. STM (Scanning Tunneling Microscope). Topografia powierzchni stopu Co-Mo-W osadzonego elektrochemicznie na elektrodzie złotej, płytkowej w CMF o indukcji magnetycznej B = 0 oraz B = 1200 mT, powierzchnia skanowania 462 x 462 nm [**H 1**].

W badaniach stopu Co-W-Cu osadzanego elektrochemicznie w CMF oraz bez udziału pola magnetycznego otrzymałem na początku widma rentgenowskie (**Rys. 11)** potwierdzające skład stopu [16] [**publikacja H 3**].



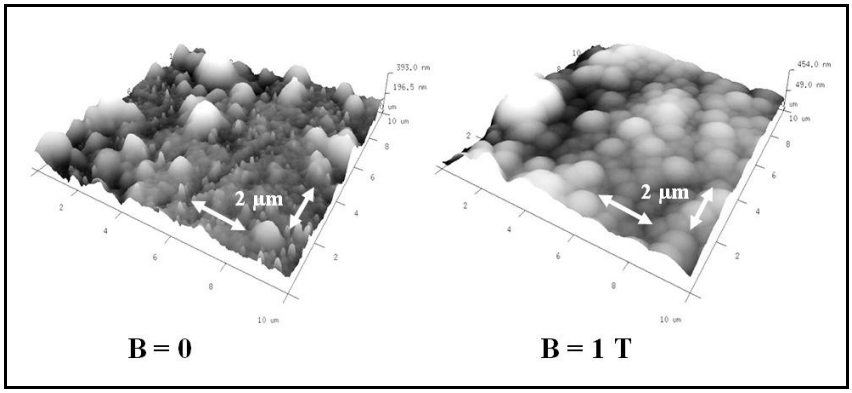
Rys. 11. Analiza jakościowa. Widma rentgenowskie stopu Co-W-Cu, otrzymanego w polu magnetycznym o indukcji magnetycznej B = 1 T i bez pola magnetycznego. Pik (Au) oznacza podłoże wykonane ze złota (elektroda robocza, złota, dyskowa) [**H 3**].

Metodą EDS określiłem ilościowy skład pierwiastków wchodzących w skład stopu (**Tabela 1**). Przy zastosowaniu CMF w trakcie procesu osadzania stopu następował znaczny przyrost procentowy składnika ferromagnetycznego, nieduży przyrost składnika paramagnetycznego oraz znaczny ubytek składnika diamagnetycznego [17].

Tabela 1. Metoda EDS. Ilościowa analiza pierwiastków chemicznych zawartych w otrzymanych stopach Co-W-Cu [**H 3**].

Metal w stopie	**Stałe pole magnetyczne o indukcji magnetycznej B**	
	B = 0	**B = 1 T**
Co	18,47 % wag.	69,55 % wag.
Cu	70,33 % wag.	12,53 % wag.
W	11,20 % wag.	17,92 % wag.

Rys. 12. przedstawia metodą AFM powierzchnię stopów Co-W-Cu otrzymanych w CMF oraz bez pola magnetycznego. Stopy osadzane elektrochemicznie przy udziale CMF były bardziej wygładzone, a atomy lub grupy atomów bardziej upakowane.



Rys. 12. Metoda AFM. Topografia powierzchni stopu Co-W-Cu otrzymanego elektrochemicznie w obecności indukcji magnetycznej B = 0 i B = 1T [**H 3**].

Zmniejszenie chropowatości powierzchni stopu Co-W-Cu w CMF (**Tabela 2**) sprawia, że powierzchnia jest mniej rozwinięta, mniej podatna na reakcje chemiczne (np. utlenianie). Dostęp reagentów (np. tlenu) do miejsc aktywnych jest mniejszy. Powoduje to, że stop jest bardziej odporny na korozję.

Tabela 2. Chropowatość stopu Co-W-Cu (obszar skanowania 1 x 1 µm) [**H 3**].

Indukcja pola magnetycznego	**WRP**	**RMS (nm)**	**h_{max} (nm)**
B = 0	1,06	15,3	117
B = 1 T	1,02	10,1	95,4

Ukształtowanie powierzchni potwierdza badanie chropowatości naniesionego stopu Co-W-Cu. Do badania użyłem metody AFM. Chropowatość wyraziłem w postaci współczynnika rozwinięcia powierzchni (WRP), średniego kwadratowego odchylenia profilu chropowatości (RMS) i maksymalnej wysokości naniesionego elektrochemicznie stopu (h_{max}). WRP i RMS określiłem następującymi zależnościami:

$$WRP = P_R / P_G \tag{3}$$

$$RMS = \left[\sum_i \left(Z_i - Z_{śr}\right)^2 / N \right]^{1/2} \tag{4}$$

gdzie:

WRP – współczynnik rozwinięcia powierzchni
P_R – powierzchnia rzeczywista
P_G – powierzchnia geometryczna (rzut powierzchni na płaszczyznę)
RMS - średnie kwadratowe odchylenie profilu chropowatości
Z_i – odległość i – tego punktu od średniego poziomu $Z_{śr}$
N – liczba punktów pomiarowych

3.4.2. Materiały niemetaliczne, budowlane.

Realizując założone cele pracy w kolejnym jej etapie obiektami moich badań były materiały niemetaliczne, budowlane z wykorzystaniem materiałów odpadowych takich jak fosfogips i popiół lotny.

3.4.2.1. Odpadowy fosfogips.

Można było skorzystać z innych materiałów niemetalicznych, ale materiały odpadowe, do których należy fosfogips niezmiennie kojarzą się z ochroną środowiska. Zajmowanie się problemem, jakim są odpady przemysłowe, na rzecz ochrony środowiska jest zawsze warte uwagi.

Fosfogips jest odpadem powstającym podczas produkcji kwasu fosforowego stanowiącym głównie dwuwodny siarczan wapnia oraz pozostałości kwasów: fosforowego i siarkowego. Przy produkcji 1 tony kwasu fosforowego powstaje 5,5 ton odpadu fosfogipsowego. Rocznie na świecie wytwarza się 100 mln ton tych odpadów głównie w USA, w krajach arabskich – Maroko, Jordania, a także w Europie między innymi w Holandii, Francji, Niemczech. W Polsce rocznie przybywa ok. 4 mln ton odpadów fosfogipsowych: w Policach, Wizowie i do niedawna w Gdańsku (**Rys. 13.).** Stanowi on więc coraz poważniejszy problem ekologiczny zważywszy na fakt iż produkcja kwasu fosforowego, który ma zastosowanie w wielu dziedzinach przemysłu ma tendencje wzrostowe. Według ekspertów najlepszym kierunkiem wykorzystania fosfogipsów jest produkcja spoiw gipsowych i elementów budowlanych, co pozwala na zaoszczędzenie pokładów gipsu naturalnego.

Rys. 13. Hałdy odpadowego fosfogipsu w Policach.

Obok problemu surowcowego aktualny jest także problem energochłonności. Zastąpienie w procesach technologicznych surowców z materiałów odpadowych powoduje znaczne

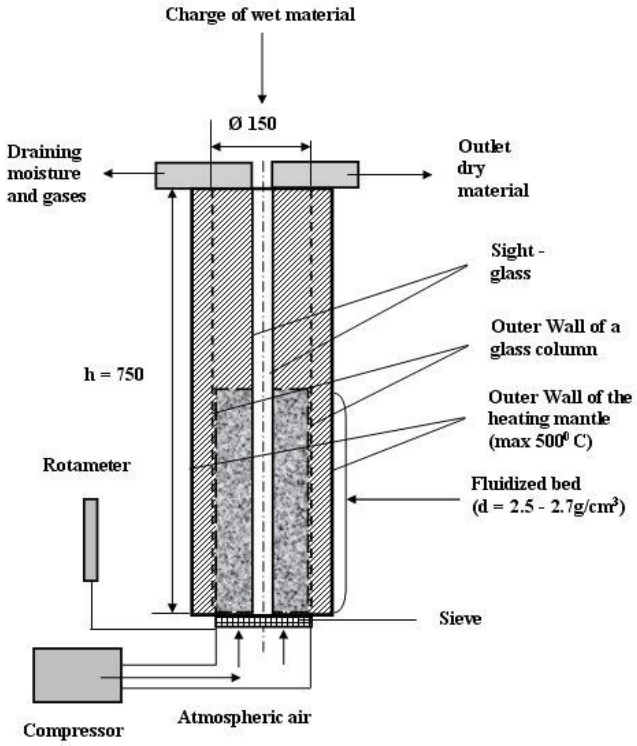
oszczędności energii, która musiałaby zostać zużytkowana na wydobycie, odzysk i przetwórstwo surowców naturalnych. Dotychczasowe metody zagospodarowania fosfogipsów na skalę przemysłową nie są jednak wystarczająco efektywne. Problem ten oprócz znaczenia ekonomicznego nabiera również znaczenia prestiżowego. **Raport z lat 2010-2012** pt. *„Problem odpadów nieorganicznych a rozwój przemysłu chemicznego w Polsce”*, podany przez Instytut Ochrony Środowiska w Warszawie i Instytut Nawozów Sztucznych w Gliwicach, wskazał, że koszty przedsiębiorstw na ochronę środowiska w 33% ponoszone są na składowanie odpadów. Według raportu prawidłowy kierunek rozwoju to nowe technologie, nawet jeżeli są w dzisiejszych warunkach nieopłacalne.

Mając na uwadze wcześniejsze wyniki wpływu CMF na materiały metaliczne postanowiłem sprawdzić i wykorzystać potencjalny wpływ CMF na odpady fosfogipsowe jako jeden z elementów materiału kompozytowego. Pierwszy etap pracy, opisywany w tym rozdziale, związany był z przetworzeniem samego fosfogipsu, który następnie wykorzystałem w kompozytach budowlanych tworzonych przy udziale CMF (rozdział 3.4.2.2.).

W swoim patencie przedstawiłem rozwiązanie polegające na sposobie przetwarzania odpadów fosfogipsowych do postaci przydatnej szczególnie jako surowiec do wytwarzania materiałów stosowanych w budownictwie, ale również jako obciążnik do farb i emalii lub jako wypełniacz do tworzyw sztucznych [18] [**publikacja H 6**]. Przetworzony fosfogips może służyć także do otrzymywania kompozytów budowlanych cementowo-gipsowych, o polepszonych właściwościach, po zastosowaniu wody uzdatnionej magnetycznie lub CMF. Rozwiązanie moje polegało na tym, że proces zachodził w sposób bezodpadowy przez wygrzewanie z jednoczesnym mieszaniem, przy czym wygrzewanie prowadziło się od temperatury otoczenia, utrzymując gradient temperatury 0,05 – 0,33 deg/s do usunięcia zawartości grup siarczanowych SO_4^{-2} poniżej 0,23 % masowych, oznaczanych w temperaturze otoczenia dowolną metodą ilościową. Proces wygrzewania prowadziłem w złożu fluidalnym, w kolumnie według własnego projektu **(Rys. 14)**. Po osiągnięciu kolejno przedziałów temperatur 380-390 K, następnie 550-560 K i 600-610 K, w tych przedziałach temperaturowych prowadziło się wygrzewanie izotermiczne przez 5-12 minut. Patent ten umożliwia efektywne zagospodarowywanie znaczących ilości odpadów fosfogipsowych, stanowiących w stanie surowym coraz poważniejszy problem ekologiczny. Parametry zastosowane do uzdatniania fosfogipsu w kolumnie fluidyzacyjnej według projektu były następujące [19]:

- zużycie energii: 520 kJ / 1 kg fosfogipsu do grzania końcowego około 673 K,
- sprężanie powietrza: 1 – 1,5 atm. na kolumnę,
- ilość powietrza wprowadzonego na kolumnę (z zawartością około 50 kg fosfogipsu): 0,3 m^3/s,

- ilość energii potrzebnej do ogrzania 0,3 m^3 powietrza: 59,1 kJ (dla 288 – 453 K), 87,8 kJ (dla 288 – 533 K), 138,0 kJ (dla 288 – 673 K),
- moc urządzenia grzewczego: 13,8 kW,
- czas podgrzania 0,3 m^3 powietrza wynosił 10 s.



Rys. 14. Szklana kolumna fluidyzacyjna o średnicy Ø = 150, wysokości h = 750 mm, do prowadzenia procesu uzdatniania odpadowego fosfogipsu **[19].**

Ponieważ nasuwało się pytanie czy proces uzdatniania odpadowego fosfogipsu nie będzie zbyt kosztowny, przeprowadziłem kalkulację takiego procesu. Uwzględniłem w niej parametry urządzenia według projektu do uzdatniania fosfogipsu oraz parametry procesu. Kalkulację przedstawiłem poniżej. Wynika z niej, że 50 kg surowego fosfogipsu można uzdatnić w kolumnie fluidyzacyjnej, w czasie 15 min. ponosząc koszt ok. 1 zł. Otrzymałem tę kwotę poprzez następujące obliczenia parametrów procesu uzdatniania fosfogipsu:

1. Wygrzewanie odpadowego, surowego fosfogipsu.

(przy założeniu zużycia energii 520 kJ / 1 kg fosfogipsu do grzania końcowego ok. 400^{0}C).
- wydatek czysty : 6 groszy za energię elektryczną / 1 kg fosfogipsu .
- przy stratach na przesyle : 9 groszy za energię elektryczną / 1 kg fosfogipsu.
-

2. Sprężanie powietrza.

Od 1 atm (atmosfery) do 1,5 atm na kolumnę.

3. Sprężarka.

Potrzebna sprężarka o płynnej zmianie sprężania od 1 atm do 2 atm , zdolna do wydatku 0,5 m^3/ s.

4. Ilość powietrza wprowadzonego na kolumnę (objętość początkowa powietrza).

(o zawartości ok. 50 kg fosfogipsu surowego) .

założenie 1 : najpierw sprężamy powietrze, a potem podgrzewamy .
założenie 2 : wydatek 0,2 m^3/ s .
$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$ 1 atm · V_1 = 1,5 atm · 0,2 m^3 V_1 = 0,3 m^3

5. Ilość energii potrzebnej do ogrzania 0,3 m^3 powietrza.

(od temp. 15 ^{0}C do 180 ^{o}C oraz do 260 ^{o}C i 400 ^{o}C).
1 cal = 4,186 J M_{mol} = 28,96 g/mol - masa molowa powietrza
d = 1,185 kg/m^3 - gęstość powietrza
c_w = 29200 J/ kmol · K - ciepło właściwe powietrza
$Q = m \cdot c_w \cdot \Delta T$ d = m / V
$Q = d \cdot V \cdot c_w \cdot \Delta T$ = 1,185 kg/m^3 · 0,3 m^3 · 29200 (J/ kmol · K) · 165 K =
= 1712799 kg · J / kmol = 1712799 g · J / mol =
= 1712799 g · J / 28,96 g = 59143,612 J =
= **59,1 kJ** (dla 15 – 180 ^{o}C) .
87,8 kJ (dla 15 – 260 ^{o}C) .
138,0 kJ (dla 15 – 400 ^{o}C) .

6. Obliczanie mocy urządzenia grzewczego.

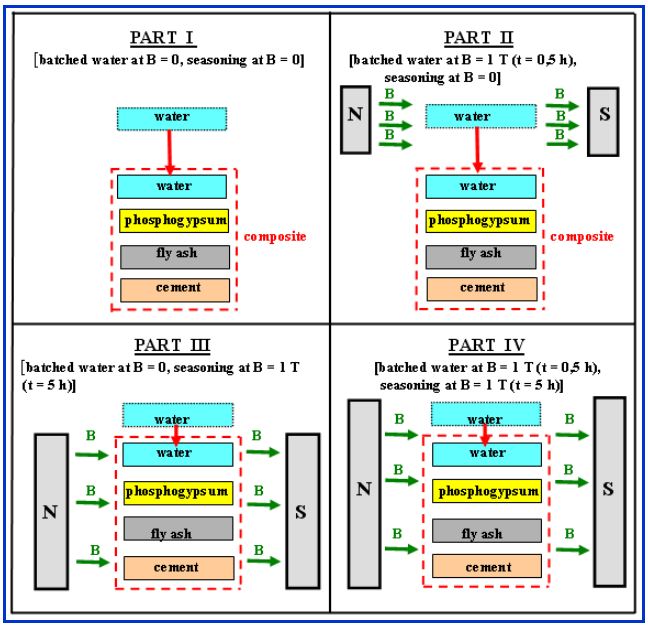
założenie : czas podgrzania 0,2 m^3 powietrza = 10 sek.
P = W/ t = Q/ t P = 138000 J / 10 s = 13800 W = **13,8 kW** .
układ S. I. P [1 W = 1 J / s], 1 KM = 736 W, 1 kWh = 1 kW · 1 h
Obliczenia końcowe były następujące:
0,2539 zł – 1 kW – 1 h
x = 3,5038 zł - 13,8 Kw - 1 h
x = 0,8760 zł - 13,8 Kw - 0,25 h
x = 1,0775 zł (z 23 % VAT-em)

Dla jednego procesu uzdatniania **50 kg fosfogipsu** w kolumnie fluidyzacyjnej, w czasie **t = 0,25 h** koszt wynosi **1,0775 zł ≈ 1 zł.**

3.4.2.2. Fosfogips i popiół lotny w materiałach budowlanych.

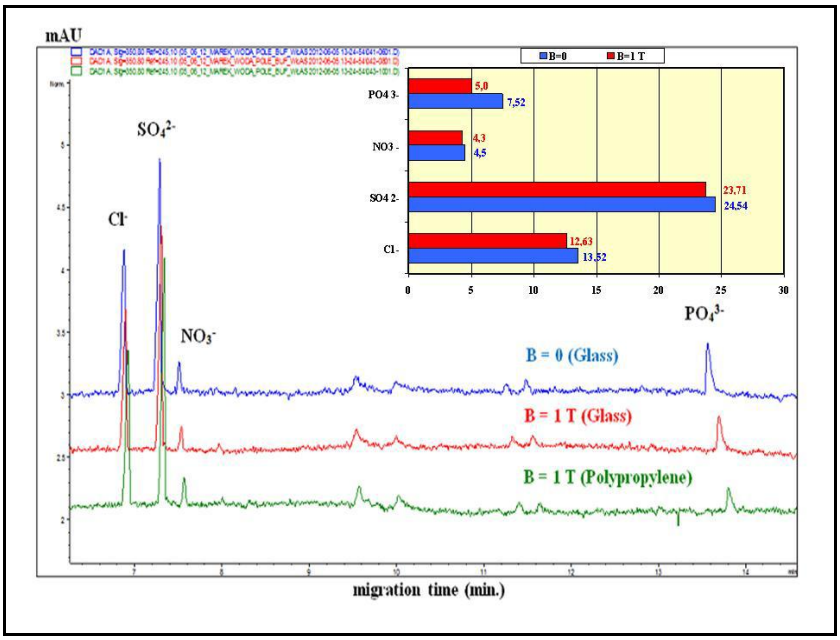
Postęp w dziedzinie wytwarzania materiałów budowlanych jest szybki, dlatego też wymaga poszerzania informacji o technologiach, surowcach czy metodach kontroli. W związku z rozwojem cywilizacyjnym widoczne są ubytki zasobów naturalnych w środowisku człowieka. Konieczne jest zatem jeszcze większe wykorzystanie dostępnych surowców odpadowych. Również postęp w budownictwie opiera się na tworzeniu nowych materiałów budowlanych, tanich i jednocześnie odznaczających się dobrymi parametrami [20-26]. Jednym ze stosowanych w badaniach odpadem był wspomniany już wcześniej fosfogips. Drugim odpadem były popioły lotne. Powstają one jako odpad w zakładach energetycznych, w których spala się pył węglowy z węgla brunatnego lub kamiennego. W Polsce powstaje ich ok. 20 mln ton rocznie. Popioły lotne nie wymagają dodatkowego przetwarzania. Do najważniejszych kierunków wykorzystania popiołów lotnych w przemyśle materiałów budowlanych zalicza się obecnie produkcję: klinkieru cementu portlandzkiego, cementów, betonów, kruszyw lekkich oraz wyrobów ceramiki budowlanej [27]. Z moich badań wynikało, że zastosowanie CMF o indukcji magnetycznej B = 1 T lub tzw. wody uzdatnionej

magnetycznie, poprawiało niektóre parametry odpowiednio dobranych kompozytów budowlanych [28] [**publikacja H 8**]. Badania podzieliłem na cztery warianty (**Rys. 15**).



Rys. 15. Warianty badawcze materiałów i kompozytów budowlanych **[H 8].**

W wodzie uzdatnionej magnetycznie następuje zmiana stężenia gazów zawartych w wodzie (zwiększenie stężenia tlenu, ale zmniejszenie stężenia CO_2, ozonu i chloru) [29]. Stosując technikę elektroforezy stwierdziłem, że zawartość wybranych anionów w wodzie zarobowej przebywającej w CMF o indukcji B = 1 T w czasie 30 minut, ulegała zmniejszeniu (**Rys. 16**).



Rys. 16. Elektroforogram wód, dla wybranych anionów, uzdatnianych w CMF i nie uzdatnianych, umieszczonych w naczyniu ze szkła i polipropylenu. Zawartość wybranych anionów w wodzie zarobowej przebywającej w CMF o indukcji B = 1 T w czasie 30 minut i nie przebywającej w CMF [**H 8**].

Według badań, zastosowanie CMF (B = 1 T, t = 30 min.) powodowało:

- zmniejszenie nasiąkliwości próbek kompozytu budowlanego z zawartością popiołu lotnego o 7,4 % mas.,
- zwiększenie mrozoodporności próbek kompozytu budowlanego z zawartością popiołu lotnego o 6,9 % mas.,
- zwiększenie odporności chemicznej na CH_3COOH, NaOH, $(NH_4)_2SO_4$, $MgCl_2$, $(NH_4)_2SO_4$ dla próbek kompozytu budowlanego z zawartością popiołu lotnego o 9,5 – 82,1 % mas.,
- zwiększenie wytrzymałości mechanicznej na zginanie próbek kompozytu budowlanego (cement : popiół lotny) o 7 %, kompozytu budowlanego (gips : fosfogips) o 30,6 % i kompozytu (cement : popiół lotny : fosfogips) o 155,6 %,
- zwiększenie wytrzymałości mechanicznej na ściskanie próbek kompozytu budowlanego (cement : popiół lotny) o 37,3 %, kompozytu budowlanego (gips : fosfogips) o 82,4 % i kompozytu (cement : popiół lotny : fosfogips) o 156,9 %.

Dowodem na działanie CMF na materiały budowlane może być również dowód statystyczny. Wykonałem go dla parametru wytrzymałości mechanicznej na ściskanie beleczek normowych o wymiarach 40 x 40 x 160 mm, czterech materiałów budowlanych, po sześć jednakowych próbek z każdego, otrzymywanych przy udziale wody tzw. zarobowej uzdatnionej magnetycznie (B = 1 T) i nie uzdatnionej. Obliczyłem średnią arytmetyczną $\bar{x}$, wariancję σ^2 (wielkość charakteryzująca rozrzut, odchylenie poszczególnych wyników od wartości rzeczywistej), odchylenie standardowe (średni błąd kwadratowy) σ, średni błąd średniej (średni błąd kwadratowy średniej arytmetycznej) $S_{\bar{x}}$ oraz szerokość przedziału ufności ε (zakres wartości zmierzonej losowej wokół otrzymanej wartości średniej, w którym znajduje się wartość rzeczywista). Pozostałe wartości niezbędne do obliczeń statystycznych zostały policzone lub odczytane z tablic:

n – liczba pomiarów jednakowych = 6

k – liczba stopni swobody = 5

α – poziom istotności = 0,05

P – prawdopodobieństwo = 95 %

t – wartość odczytana z tablic rozkładu Studenta = 2,776

Wyniki statystyczne końcowe przytoczyłem w **tabeli 3** i **tabeli 4,** dla badań bez udziału pola magnetycznego (B = 0) oraz w środowisku CMF (B = 1 T).

Tabela 3. Statystyka wyników pomiarowych dla (**B = 0**).

L.p.	Materiał budowlany	x [MPa]	$\bar{x}$	σ^2	σ	$S_{\bar{x}}$	ε	$(\bar{x} \pm \varepsilon)$
1	CP	16,00 19,59 15,13 20,49 19,84 16,41	17,91	5,37	2,32	0,95	2,64	**17,91 ± 2,64**
2	GB	4,69 3,80 3,92 3,76 3,85 4,12	4,02	0,12	0,35	0,14	0,39	**4,02 ± 0,39**
3	CP : GB	4,61 4,31 4,50 6,05 6,12 4,74	5,06	0,65	0,81	0,33	0,92	**5,06 ± 0,92**
4	CP : F : PL	4,31 8,20 8,77 5,95 5,60 6,20	6,51	2,81	1,68	0,69	1,91	**6,51 ± 1,91**

CP – cement portlandzki, GB – gips budowlany, F – fosfogips uzdatniony, PL – popiół lotny.

Tabela 4. Statystyka wyników pomiarowych dla (**B = 1 T**).

L.p.	Materiał budowlany	x [MPa]	$\bar{x}$	σ^2	σ	$S_{\bar{x}}$	ε	$(\bar{x} \pm \varepsilon)$
1	CP	33,24 30,37 26,48 32,29 21,61 27,80	28,63	18,45	4,29	1,75	4,86	**28,63 ± 4,86**
2	GB	6,29 5,75 6,56 6,11 9,03 6,92	6,78	1,38	1,17	0,48	1,33	**6,78 ± 1,33**
3	CP : GB	9,09 9,13 8,56 10,92 8,71 9,22	9,27	0,72	0,85	0,35	0,97	**9,27 ± 0,97**
4	CP : F : PL	18,27 17,37 14,39 17,33 18,11 14,52	16,67	3,08	1,75	0,71	1,97	**16,67 ± 1,97**

Dla porównania próbek wykonanych w CMF oraz bez pola sporządziłem tabelę porównawczą (**tabela 5**).

Tabela 5. Statystyka wyników pomiarowych (porównanie).

L.p.	Materiał budowlany	$(\bar{x} \pm \varepsilon)$ [MPa]				Δx [%]
		B = 0	ε [%]	**B = 1T**	ε [%]	
1	CP	17,91 ± 2,64	**14,7**	28,63 ± 4,86	**16,9**	**59,9**
2	GB	4,02 ± 0,39	**9,7**	6,78 ± 1,33	**19,6**	**68,7**
3	CP : GB	5,06 ± 0,92	**18,2**	9,27 ± 0,97	**10,5**	**83,2**
4	CP : F : PL	6,51 ± 1,91	**29,3**	16,67 ± 1,97	**11,8**	**156,1**

Wynika z niej, że wzrost wytrzymałości mechanicznej na ściskanie $\Delta\bar{x}$ materiałów budowlanych przygotowywanych przy użyciu wody magnetycznie uzdatnionej jest zdecydowanie większy niż przedział ufności ε tej metody dla poszczególnych materiałów. Jest to dowodem wpływu CMF na wytrzymałość mechaniczną na ściskanie materiałów budowlanych.

3.4.2.3. Fosfogips i popiół lotny do stabilizacji nawierzchni drogowych.

Podstawowe znaczenie przy budowie nawierzchni drogowej ma poznanie właściwości materiałów, z których będzie budowana i do jakiej warstwy mają te materiały być użyte. Materiały powinny być odporne na obciążenia powtarzalne oraz na różne czynniki klimatyczne. Preferuje się ciekawe idee i technologie związane z materiałami odpadowymi. Chodzi o wskazanie kierunków proekologicznych w budownictwie drogowym [30-33]. Dąży się do wykorzystania materiałów alternatywnych, dostępnych na terenie prowadzonych robót. Najniższą z warstw nawierzchni drogowej jest podbudowa pomocnicza, która spełnia funkcję zabezpieczenia nawierzchni przed działaniem wody, mrozu, przenikaniem cząstek podłoża. Właśnie ta warstwa najbardziej nadaje się do zagospodarowania przez użycie materiałów będących kompozytami wykorzystującymi odpady przemysłowe, spełniającymi wymagania takich materiałów. Materiały w drogownictwie z reguły dzieli się na trzy grupy:

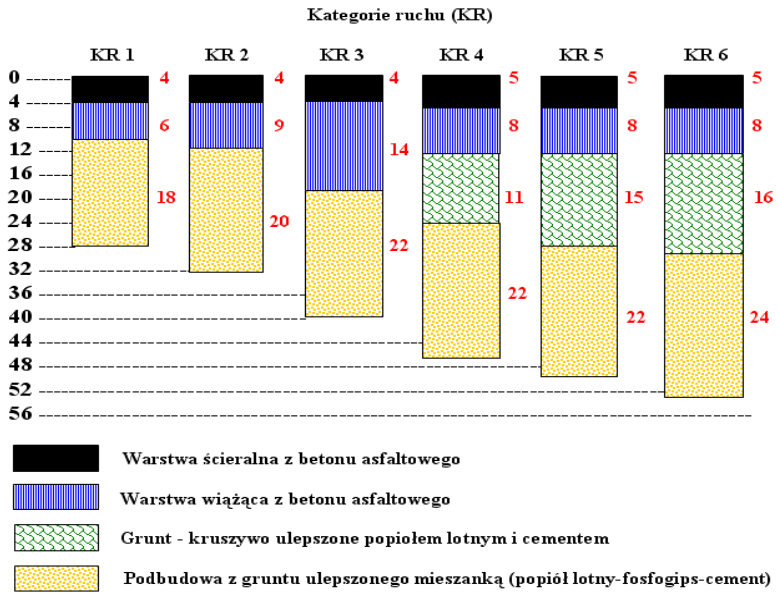
- materiały rozdrobnione,
- materiały oparte na spoiwach hydraulicznych,
- materiały oparte na lepiszczach bitumicznych.

Nowe materiały do stabilizacji nawierzchni drogowych, które są jednym z elementów pracy, można by zaliczyć do drugiej grupy. Są to materiały wytworzone jako mieszanka kruszywa i spoiwa. W spoiwie i wodzie zachodzi reakcja chemiczna, która prowadzi do twardnienia spoiwa i połączenia ziaren kruszywa. Spoiwem użytym do stworzenia mieszanki może być cement, wapno oraz materiały odpadowe takie jak popioły lotne czy uzdatniony fosfogips. Właściwości spoiw zależą od ich składu chemicznego i mineralnego, na co wpływ mają surowce i technologia produkcji. Dodatkowym elementem wzmacniającym materiał było zastosowanie wody uzdatnionej magnetycznie jako tzw. wody zarobowej.

W ostatnich latach recykling jest podstawową ideą tworzenia nowych technologii. Powstają rozwiązania rozpatrujące oprócz kryteriów technicznych i ekonomicznych także kryteria środowiskowe i społeczne. Dają one również możliwość pozyskiwania źródeł finansowania przedsięwzięć w ramach ochrony środowiska. Materiały odpadowe, zwłaszcza przemysłowe, mogą być wykorzystywane m.in. do wykonywania ulepszonego podłoża lub warstw konstrukcji dróg. Rozwój nowych technologii opiera się na wykorzystywaniu materiałów odpadowych, w tym pochodzenia przemysłowego. Istotną rolę odgrywają aspekty

ekonomiczne i środowiskowe. Materiały odpadowe, takie jak popiół lotny lub fosfogips w odpowiednich mieszankach i zgodnie z odpowiednimi normami, mogą być wykorzystywane m.in. do wykonywania ulepszonego podłoża lub warstw konstrukcji nawierzchni dróg.

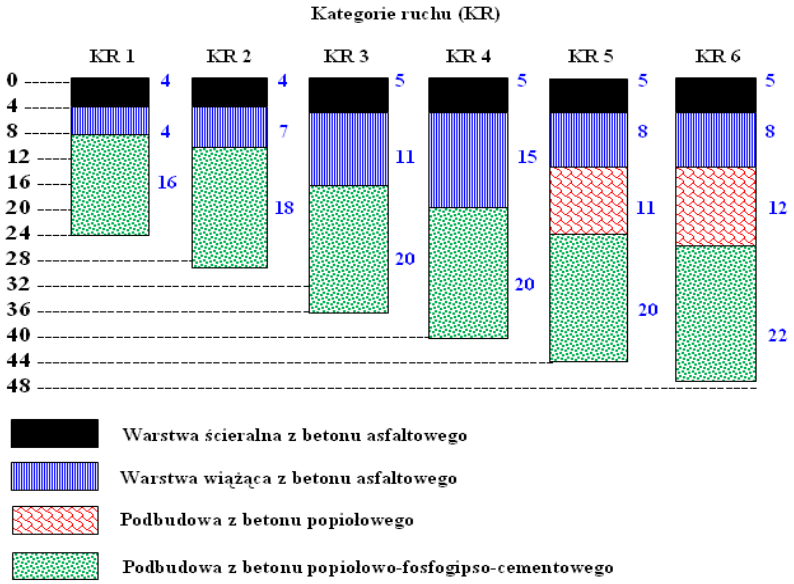
Otrzymane przeze mnie w badaniach mieszanki mogą być wykorzystane do różnych rozwiązań materiałowo-technologicznych [34] [**publikacja H 7**]. Umożliwiają one ulepszenie gruntu popiołem (z dodatkiem mieszanki), który po 42 dniach twardnienia miał wytrzymałość 0,5–2,5 MPa, wg normy. Podbudowa z gruntu ulepszonego opracowaną mieszanką i stabilizowanego cementem (jedna lub dwie warstwy zagęszczonej mieszanki) po 42 dniach twardnienia miała wytrzymałość 2,5–5,0 MPa, wg normy i nadawała się do otrzymywania nawierzchni z zastosowaniem betonu asfaltowego (**Rys. 17**).



Rys. 17. Przekrój nawierzchni drogowej z zastosowaniem betonu asfaltowego i podbudowy z gruntu ulepszonego mieszanką (wytrzymałość na ściskanie 2,5-5,0 MPa wg normy PN-S-96012-1997) [**H 7**].

Podbudowa z betonu popiołowego (jedna lub dwie warstwy zagęszczonej mieszanki) po 42 dniach twardnienia stanowiła nośną część nawierzchni drogowej o wytrzymałości 5,0–8,0 MPa, wg normy i nadawała się do wykonywania nawierzchni z zastosowaniem betonu asfaltowego i chudego betonu cementowo-popiołowo-fosfogipsowego (**Rys. 18**). Optymalny skład mieszanek z zastosowaniem tych odpadów ustaliłem na podstawie oznaczeń wytrzymałości na ściskanie i mrozoodporności. Wskaźniki mrozoodporności mieszanek piaskowo-popiołowych, ulepszonych spoiwem fosfogipsowo-cementowym odpowiadały wymaganiom stawianym dolnym warstwom podbudowy drogowej ($n \geq 0,5$). Z badań wynikało, że zastosowanie CMF do magnetycznego uzdatnienia wody zarobowej (B = 1 T, t

= 30 min) miało znaczny wpływ na podniesienie wartości wytrzymałości mechanicznej na ściskanie niektórych mieszanek nawet o 65% i ich mrozoodporności o 22%. Najlepsza mieszanka zawierała 15% fosfogipsu, 20% popiołu lotnego, 5% cementu i 60% piasku.



Rys. 18. Przekrój nawierzchni drogowej z zastosowaniem betonu asfaltowego i podbudowy z betonu popiołowo-fosfogipso-cementowego, która stanowi nośną część nawierzchni drogowej (wytrzymałość na ściskanie 5,0-8,0 MPa wg normy PN-S-06103) [**H 7**].

Aby prześledzić **opłacalność procesu uzdatniania magnetycznego wody** w elektromagnesie (np. ER – 2505) przeprowadziłem przybliżoną kalkulację. Uwzględniłem koszt energii, czas pracy elektromagnesu oraz jego parametry. Poniżej w załączonym zestawieniu zamieściłem te wszystkie aspekty. Z kalkulacji wynika, że koszt uzdatniania próbki wody lub innego materiału w elektromagnesie ER – 2505 przez okres 30 min. wyniesie 0,29 zł. Obliczenia swoje wykonałem w następujący sposób:

energia elektryczna: 0,2539 zł/kWh + 23 % VAT,

elektromagnes (ER-2505): max moc P = 2,8 KW, max prąd dla jednej cewki I = 12,5 A (jest 6 cewek), ilość zwojów w jednej cewce n = 710, rezystancja pojedynczej cewki R = 2,85 Ω, max indukcja magnetyczna B = 1,5 T.

Zasilacz do elektromagnesu PZP – 80: **z**asilanie U = 3 x 380 V, rezystancja obciążenia R = 0,5 Ω, gniazdo trójfazowe I = 16 A, moc $P = U \cdot I = I^2 \cdot R$, **c**iepło $dQ = (U^2/R)\,dt = (I^2 \cdot R)\,dt$.

Obliczenia końcowe:

0,2539 zł – 1 kW – 1 h
x = 0,7109 zł - 2,8 KW - 1 h
x = 0,3555 zł - 2,8 KW - 0,5 h
x = 0,4373 zł (z 23 % VAT-em) dla B_{max} = 1,5 T
x = 0,2915 zł (z 23 % VAT-em) **dla B = 1 T**

Dla jednego procesu uzdatniania magnetycznego, w elektromagnesie, dla wody lub próbki materiału w czasie **t = 0,5 h** koszt wyniesie **0,29 zł.**

3. 5. Wyjaśnienie działania stałego pola magnetycznego na materiały [H 2, H 3, H 8].

Materiały magnetyczne mają możliwość magazynowania energii. Energia pola magnetycznego jest zlokalizowana zarówno w objętości magnetyka (80% energii) jak i w przestrzeni wokół niego (20% energii), ponieważ pole magnetyczne istnieje i wewnątrz magnetyka jak i na zewnątrz niego. Jak przedstawia teoria pola magnetycznego [35] energia każdej cząstki (ε) oraz jej prędkość (v) w polu magnetycznym jest stała. Cząstka posiadająca ładunek porusza się w stałym polu magnetycznym (CMF) po linii śrubowej, której oś jest równoległa do kierunku wektora natężenia pola magnetycznego (H) lub wektora indukcji magnetycznej (B). Według tej teorii równanie ruchu cząstki w CMF można zapisać równaniem (5) następująco:

$$\frac{\varepsilon}{c^2}\frac{dv}{dt} = \frac{e}{c}v \times H \qquad (5)$$

gdzie: e – wartość ładunku, c – prędkość światła, t – czas.

Gdy cząstka mająca ładunek znajdzie się jednocześnie w stałym polu magnetycznym i elektrycznym kierunek jej ruchu jest prostopadły do płaszczyzny, na której leżą wektor natężenia pola magnetycznego (H) i wektor natężenia pola elektrycznego (E). Cząstka będzie poruszała się po linii zwanej trochoidą lub cykloidą. Średnią prędkość cząstki można zapisać w postaci równania (6):

$$\bar{v} = \frac{cE \times H}{H^2} \qquad (6)$$

Jeżeli wektory (H) i (E) będą równoległe do siebie to wówczas pole magnetyczne nie będzie miało wpływu na ruch cząstki.

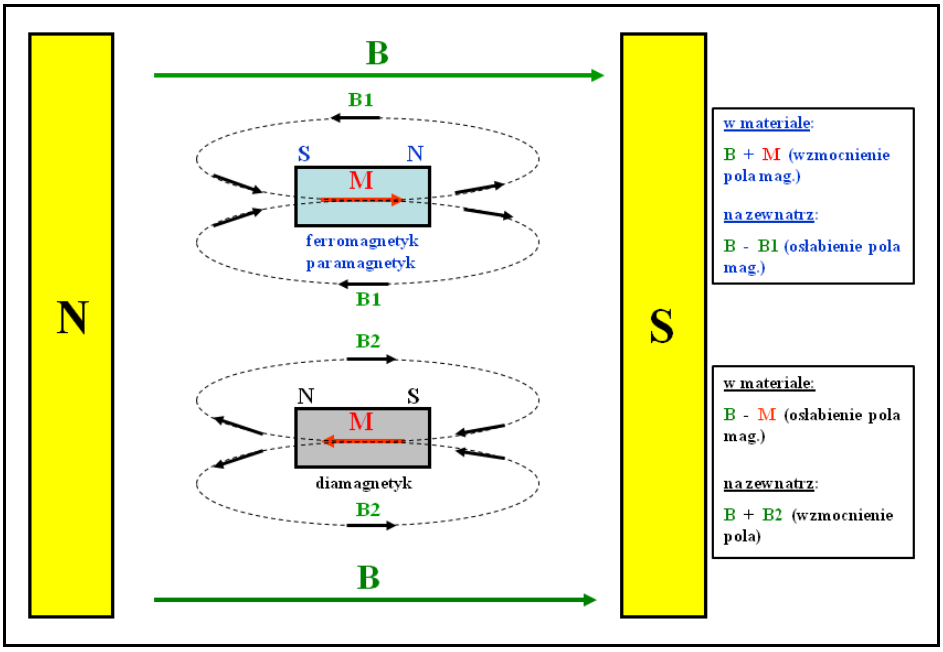
Na każdą cząstkę materialną umieszczoną w CMF działają siły mechaniczne. Skutki ich działania są różne w zależności od tego czy są to materiały dia-, para- czy ferromagnetyczne. Istotną właściwością atomów materiałów diamagnetycznych jest to, że przy braku oddziaływania zewnętrznego CMF ich momenty magnetyczne równają się zeru. W zewnętrznym CMF o indukcji magnetycznej (B) atomy diamagnetyka stają się dipolami o zaindukowanym momencie magnetycznym (m) według równania (7):

$$m = -\frac{e^2 r^2}{4m_e} B \qquad (7)$$

gdzie: e – ładunek elektronu, r – promień jego orbity, m_e – masa elektronu.

Wektor **(m)** skierowany jest przeciwnie do wektora (***B***). Magnetyzm atomów paramagnetycznych i ferromagnetycznych jest całkowicie odmienny od magnetyzmu atomów diamagnetycznych. Istotą jest istnienie trwałych momentów magnetycznych, wywołanych ruchem elektronów po orbitach wokół jąder, wirowaniem elektronów wokół własnych osi oraz zależność momentu magnetycznego od temperatury. Dipole para- i ferromagnetyka dążą do ustawienia się wzdłuż linii pola magnetycznego i zgodnie z kierunkiem wektora indukcji magnetycznej (***B***).

Do lat 90 poprzedniego wieku negowano wpływ pola magnetycznego na reakcje chemiczne. W materiałach ferromagnetycznych, w stanie podstawowym spiny elektronów ustawione są równolegle przez energię oddziaływań wymiennych. W polu magnetycznym spiny elektronów i odpowiadające im momenty magnetyczne przybierają kierunek pola magnetycznego. W materiałach diamagnetycznych spiny elektronów ustawione są antyrównolegle przez energię oddziaływań wymiennych (momenty magnetyczne kompensują się). Oddziaływania wymienne są bardzo silne i pole magnetyczne jest za słabe, aby odwrócić którykolwiek ze spinów, a byłby to dowód wpływu pola magnetycznego na reakcje chemiczne [36, 37]. Pole magnetyczne nie może odwrócić spinu w trwałej termodynamicznie molekule ze sparowanymi spinami, ale w reakcji chemicznej, kiedy molekuła rozpada się a jej składniki nie zdążyły utworzyć nowych molekuł diamagnetycznych, istnieją warunki energetyczne do odwrócenia spinu przez pole magnetyczne (w czasie 10^{-10} s). Molekuła jest w stanie wzbudzonym, energia wymienna słabnie do zera i w pewnej odległości między nowo powstającymi fragmentami molekuły w roztworze (musi to być w przestrzeni kuli o średnicy 10Å) pole magnetyczne odwraca spin. Energia oddziaływania pola magnetycznego z momentem magnetycznym jednego z dwu fragmentów molekuły staje się większa od energii wymiany. Na **Rys. 19** przedstawiłem powstawanie linii stałego pola magnetycznego i ich możliwy wpływ na badania prowadzone albo w materiale, takie jak struktura, skład (przyrost lub ubytek magnetyków), naprężenia wewnętrzne, albo na zewnątrz materiału, takie jak powierzchnia (ukształtowanie, chropowatość, upakowanie atomów zew.).



B – wektor indukcji magnetycznej, **M** – wektor momentu magnetycznego.

Rys. 19. Rozkład linii stałego pola magnetycznego w diamagnetyku oraz para- i ferromagnetyku.

Rozpatrując wpływ CMF rozróżnić można różne klasy zjawisk. Jedna obejmuje bezpośrednie oddziaływanie pola magnetycznego z trwałymi lub indukowanymi momentami magnetycznymi atomów lub cząstek, w których przejawiają się efekty kwantowe (w sieci krystalicznej objawia się to występowaniem naprężeń). Do następnej klasy zaliczyć można zjawiska przebiegające w cieczy pod wpływem tzw. **siły Lorentza F** według wzoru (8):

$$F = Q \bullet (v \times B) \qquad (8)$$

w którym Q oznacza ładunek cząstki, **v** oznacza wektor prędkości cząstki, a **B** wektor indukcji magnetycznej.

W tym wypadku pola magnetyczne działają zarówno na elektrony, jak i na zjonizowane atomy wywołując efekty dynamiczne. Jest nim objętościowy ruch ośrodka, który z kolei powoduje modyfikację pól elektromagnetycznych. Z innego punktu widzenia rozpatruje efekty pola magnetycznego **magnetohydrodynamika**. Opiera się ona na zależnościach tworzących układ równań [38]. Są to następujące równania: **równanie ciągłości cieczy** (9),

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho v) = 0 \qquad (9)$$

gdzie: ρ – gęstość masy, v – wektor prędkości, t – czas, $\nabla \cdot (\rho v)$ - dywergencja funkcji wektorowej v (rozbieżność pola wektorowego w otoczeniu danego punktu – wielkość skalarna),

równanie ruchu cieczy (10),

$$\rho\frac{dv}{dt} = -\nabla p + \frac{1}{c}(J \times B) + \eta\nabla^2 v + \rho g \qquad (10)$$

gdzie: $-\nabla p$ - gradient funkcji p (ciśnienia) [siła ciśnienia], $\frac{1}{c}(J \times B)$ [siła pola magnetycznego], $\nabla^2 v$ - dywergencja gradientu prędkości ∇v, c – prędkość światła (w próżni 2,998 · 10^8 m/s), ***J*** – wektor gęstości prądu, ***B*** – wektor indukcji magnetycznej,

równania rotacji funkcji *E* (11) i *B* (12),

$$\nabla \times E + \frac{1}{c}\frac{\partial B}{\partial t} = 0 \qquad (11)$$

$$\nabla \times B = \frac{4\pi}{c} J \qquad (12)$$

gdzie: $\nabla \times E$ - rotacja funkcji wektorowej *E*, $\nabla \times B$ - rotacja funkcji wektorowej *B*,

E – wektor natężenia pola elektrycznego,

prawo Ohma (dla cieczy jednoskładnikowej, przewodzącej) (13),

$$J = \sigma\left(E + \frac{v}{c} \times B\right) \qquad (13)$$

gdzie: σ - przewodnictwo elektrolityczne,

równanie stanu cieczy (14),

$$\frac{\partial B}{\partial t} = \nabla \times (v \times B) + \frac{c^2}{4\pi\sigma}\nabla^2 B \qquad (14)$$

gdzie: $\nabla \times (v \times B)$ - rotacja funkcji wektorowej $(v \times B)$, $\nabla^2 B$ - dywergencja gradientu indukcji magnetycznej ∇B.

Do zmiany parametrów fizykochemicznych tworzonych w badaniach materiałów wykorzystywałem właśnie CMF. Zmiany jakie powodowało CMF zależały od wielkości indukcji magnetycznej, kierunku linii sił pola magnetycznego lub czasu działania pola. CMF nie tylko wpływało na reakcje chemiczne i elektrochemiczne, ale także na strukturę krystalograficzną i właściwości fizykochemiczne końcowych produktów. Wpływ CMF na atomy objawiał się w postaci naprężeń w sieci krystalicznej. W cieczy natomiast pola magnetyczne działające zarówno na elektrony, jak i na zjonizowane atomy wywoływały efekty dynamiczne, z których jednym jest objętościowy ruch ośrodka. Ruch mas powodował z kolei modyfikację pól. Miałem zatem do czynienia ze skomplikowanym sprzężonym układem materii i pól. Podczas twardnienia mieszanek następowało wzajemne oddziaływanie między fazą ciekłą i stałą. Określiłem [**H 8**], że między ziarnami zachodziły oddziaływania

kapilarne (siły przyciągające), Van der Waalsa (siły przyciągające), elektrostatyczne Coulomba w warstwie podwójnej (siły odpychające), ciśnienie rozpychające (siły odpychające) oraz oddziaływanie hydrodynamiczne. Gdy cząstki miały małe wymiary (10^{-6} – 10^{-2} mm) (cząstki koloidalne), to przeważały siły elektrostatyczne Coulomba oraz siły Van der Waalsa, natomiast gdy cząstki były większe (0,1 – 1 mm), to zaczynały przeważać siły kapilarne. Siły hydrodynamiczne zaczynały nabierać znaczenia przy oddziaływaniu CMF. CMF indukowało w molekułach, przeważnie diamagnetycznych, określone magnetyczne momenty dipolowe, których wartość była proporcjonalna do natężenia pola magnetycznego *H*, a więc i indukcji magnetycznej *B*. Magnetyczne momenty dipolowe indukowane były w molekułach substancji diamagnetycznej w kierunku antyrównoległym (przeciwnym) do kierunku indukującego CMF. Na atomy lub molekuły znajdujące się w CMF działały siły mechaniczne. Wystąpienie tych sił i skutki ich działania były zależne od właściwości magnetycznych substancji, która się znalazła w CMF. Istotną właściwością atomów i molekuł diamagnetycznych była zerowa wielkość ich momentów magnetycznych przy braku oddziaływania CMF. Było to spowodowane wzajemnym kompensowaniem się momentów magnetycznych wytworzonych przez poruszające się po orbitach w przeciwnych kierunkach pary elektronów. Linie wektora indukcji magnetycznej ***B*** w diamagnetyku zostały rozrzedzone (rozluźnione), natomiast na zewnątrz zagęszczone. Oznaczało to, że CMF powodowało zmniejszenie odległości pomiędzy molekułami diamagnetyka. Dipole diamagnetyczne będące pod wpływem CMF były zarówno ukierunkowane (odwrotnie do wektora ***B***), jak i uporządkowane w układzie. Na powierzchni tworzących się kryształów materiałów występowały niezrównoważone ładunki, które pochodziły z niewysyconych wartościowości atomów powierzchniowych oraz były wynikiem podstawień izomorficznych. Niewysycone ładunki na powierzchni fazy stałej przyciągały jony z roztworu, a przy powierzchni granicznej obu faz powstawała elektryczna warstwa podwójna. Jedną z warstw była warstwa złożona z jonów sztywno związanych z powierzchnią o przeciwnym znaku. Była to warstwa Sterna, która tworzy stabilizujący ładunek cząstek koloidalnych. Drugą z warstw tworzyły jony rozproszone. Była to warstwa dyfuzyjna (Gouya), w której jony były słabiej związane i wykazywały tendencję do dyfundowania w głąb roztworu. Warstwa dyfuzyjna była warstwą decydującą o grubości całej warstwy podwójnej. Zastosowanie klasycznego modelu warstwy podwójnej do zaczynów cementowych lub mieszanek mogło budzić pewne wątpliwości, ponieważ powierzchnia nie znajdowała się w równowadze termodynamicznej, ale była pewnym przybliżonym rozwiązaniem. Zmniejszenie grubości warstwy dyfuzyjnej ułatwiało koagulację. Powodowało również zmianę ładunku

powierzchniowego i zmianę stężenia elektrolitu. Właśnie pod wpływem CMF zmniejszała się grubość warstwy dyfuzyjnej Nernsta (δ_D) przy powierzchni fazy stałej. Zmniejszanie się grubości warstwy dyfuzyjnej Nernsta (δ_D), zwiększało w konsekwencji stężenie cząstek (C) przy fazie stałej i następowało osadzenie większej ilości cząstek wg równania (15):

$$m \approx 0.63(\rho R)^{-1/3} v^{-2/9} D^{8/9} (nFCB)^{1/3} \quad (15)$$

w którym m oznacza masę cząstek.

3.6. Podsumowanie wyników badań.

Założone cele badań sformułowane w pięciu zagadnieniach zostały zrealizowane. Efektami nowości naukowej są:

1.

a. Zaobserwowanie zmian struktur krystalograficznych badanych stopów kobaltu, otrzymanych w stałym polu magnetycznym [**H 2, H 3**].

b. Zbadanie tendencji wzrostu składnika ferromagnetycznego i spadku składnika diamagnetycznego w stopach kobaltu, przy elektrochemicznym tworzeniu ich w środowisku stałego pola magnetycznego [**H 1**].

2.

a. Otrzymanie stopów kobaltu w stałym polu magnetycznym o powierzchniach bardziej gładkich, ziarnach materiałów bardziej upakowanych, ukierunkowanych, o mniejszej chropowatości [**H 3, H 4**].

b. Zaobserwowanie zmniejszania się pod wpływem stałego pola magnetycznego szczelin na powierzchni stopów na skutek zmniejszających się naprężeń wewnętrznych w materiałach [**H 1, H 2**].

c. Stworzenie kompozytów budowlanych o mniejszej nasiąkliwości, o zwiększonej mrozoodporności i zwiększonej odporności chemicznej oraz zwiększonej wytrzymałości mechanicznej na zginanie i ściskanie [**H 6, H 8].**

3.

a. Sformułowanie tezy o istnieniu wpływu kierunku indukcji magnetycznej **B** względem kierunku natężenia pola elektrycznego **E** na kinetykę procesów elektroosadzania metali i stopów [**H 2, H 5].**

b. Opracowanie wariantów wpływu stałego pola magnetycznego na procesy

elektrochemiczne w zależności od ładunku jonów, właściwości magnetycznych jonów i rodzaju reakcji [**H 3**].

c. Wskazanie zmian parametrów elektrochemicznych (potencjał katodowy, katodowa gęstość prądowa, stała szybkości reakcji) od wartości indukcji magnetycznej **B** [**H 4].**

d. Wyprowadzenie równania na prędkość cząstek elektroaktywnych w procesie elektrochemicznym pod wpływem stosowanej indukcji magnetycznej **B** [**H 1**, **H 4**].

4.

a. Przygotowanie technologii uzdatniania odpadowych fosfogipsów z możliwością wykorzystania ich do tworzenia materiałów budowlanych przy udziale stałego pola magnetycznego [**H 6, H 7, H 8**].

5.

a. Możliwość zastosowania stopów kobaltu otrzymywanych w stałym polu magnetycznym do pokryć antykorozyjnych, do otrzymywania nowych elektrod stałych [**H 1, H 2**].

b. Stabilizacja podłoża gruntowego uzdatnionym fosfogipsem, w odpowiednim kompozycie, pod nawierzchnie drogowe [**H 7].**

gdzie: [**H1 – H8**] - cykl ośmiu publikacji stanowiących podstawę postępowania habilitacyjnego.

3.7. Literatura.

Publikacje wyróżnione na niebiesko są mojego autorstwa lub współautorstwa:

[1] W. Szmaja, J. Grobelny, M. Cichomski, *Appl. Phys. Lett*. 85, 2878 (**2004**).

[2] X.M. Li, Y.K. Fang, Z.H. Guo, T. Liu, Y.Q. Guo, W. Li, B.S. Han, *Chin. Phys*. B 17, 2281 (**2008**).

[3] D. Nunes, R. Colaco, J.Th.M. de Hosson, A.P. Goncalves, L.C.J. Pereira, P.A. Carvalho, *J. Alloys Compd*. 487, 11 **(2009**).

[4] W. Szmaja, W. Kozłowski, K. Polański, J. Balcerski, M. Cichomski, J. Grobelny, **M. Zieliński,** E. Miękoś, *Materials Chemistry and Physics*, Vol. 132, Issues 2-3, 1060-1064 **(2012).**

[5] D.P. Weston, P.H. Shipway, S.J. Harris, M.K. Cheng, *Wear* 267, 934 (**2009**).

[6] T.G. Woodcock, K. Khlopkov, A. Walther, N.M. Dempsey, D. Givord, L. Schultz, O.

Gutfleisch, *Scripta Mater*. 60, 826 (**2009**).

[7] A. Xia, Z. Guo, W. Li, B. Han, *J. Rare Earths* 24, 214 (**2006**).

[8] **M. Zieliński,** *Materials Chemistry and Physics*, Vol. 141, Issues 1, pp. 370-377 **(2013).**

[9] H. Matsushima, T. Nohira, J. Mogi, Y. Ito, *Surf. Coat. Technol*. 179, 245 (**2004**).

[10] **M. Zieliński**, E. Miękoś, *Journal of Applied Electrochemistry*, Vol.38, No12, 1771-1778 **(2008).**

[11] A. Krause, C. Hamann, M. Uhlemann, A. Gebert, L. Schultz, *J. Magn. Magn. Mater.* 290-291, 261 (**2005**).

[12] L.E. Sissom, D.R. Pitts, *Elements of transport phenomene*. Mc Graw-Hill, New York (**1972**).

[13] **M. Zieliński,** *International Journal of Electrochemical Science*, Vol. 8, Issues11, pp. 12192-12204 **(2013).**

[14] O. Lioubashevski, E. Katz and I. Willner, *J. Phys. Chem. C*, 111, 6024 (**2007**).

[15] H. Matsushima, T. Nohira, J. Mogi and Y. Ito, *Surf. Coat. Technol.*, 179, 245 (**2004**).

[16] **M. Zieliński**, E. Miękoś, D. Szczukocki, R. Dałkowski, A. Leniart, B. Krawczyk, R. Juszczak, *International Journal of Electrochemical Science*, Vol. 10, Issue 5, pp. 4146-4154 (**2015**).

[17] V.R. Rao and A.Ch. Hegde, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 53, 5490-5497 (**2014**).

[18] **M. Zieliński**, Patent Nr 186189 z dn. 22.12.2003, Urząd Patentowy RP (**2003**).

[19] **M. Zieliński**, E. Miękoś, D. Szczukocki, R. Dałkowski, B. Krawczyk, R. Juszczak, *Wulfenia***,** Vol. 22, No 5, 383-399 (**2015**).

[20] **M. Zieliński**, *Przemysł Chemiczny*, Warszawa, Nr 7, tom 85, s. 478-483 **(2006).**

[21] R. Perez-Lopez, A.M. Alvarez-Valero, J.M. Nieto, *J. Hazard. Mater*. 148, 745–50 (**2007**).

[22] A.I. Akin, S. Yesim, *Cem. Concr. Res.* 34(4), 677–80 (**2004**).

[23] L. Kacimi, A. Simon-Masseron, A. Ghomari, Z. Derriche, *J. Hazard. Mater*. 137(1), 129–37 (**2006**).

[24] K.J. Mun, W.K. Hyoung, C.W. Lee, S.Y. So, Y.S. Soh, *Constr. Build. Mater.* 21(6), 1342– 50 (**2007**).

[25] M.A. Taher, *Resour. Conserv. Recycling* 52(1), 28–38 (**2007**).

[26] N. Degirmenci, *Constr. Build. Mater*. 22, 1857–62 (**2008**).

[27] **M. Zieliński**, E. Miękoś, D. Szczukocki, K. Polański, R. Dałkowski, B. Krawczyk, R. Juszczak, *Wulfenia***,** Vol. 22, No 8, 285-297 (**2015**).

[28] **M. Zieliński**, *Construction and Building Materials*, Vol. 89, 13-24 (**2015**).

[29] L.G.M. Petterson, A. Nilsson, *Journal of Non-Crystalline Solids* 407, 399–417 (**2015**).

[30] W. Martinek, Z. Tokarski, K. Chojnacki, *Wydawnictwo Naukowe PWN*, Warszawa (**2012)**.

[31] S. Weigu, Z. Mingkai, Z. Qinglin, *Construction Building Materials* **21**, 7, 1480 (**2007**).

[32] L. Reijnders, *Building Environ.* **42**, 2, 1036 (**2007**).

[33] M. Yang, J. Qian, Y. Pang, *Construction Building Materials* **22**, 1004 (**2008**).

[34] **M. Zieliński**, *Przemysł Chemiczny,* Warszawa, Nr 8, tom 92, s. 1453 **(2013).**

[35] L.D. Landau, J.M. Lifszyc, *Teoria pola*, Wyd. Naukowe PWN, W-wa, (**2009**).

[36] R.S. Wadas, *Biomagnetism*, New York, Ellis Horwood, (**1991**).

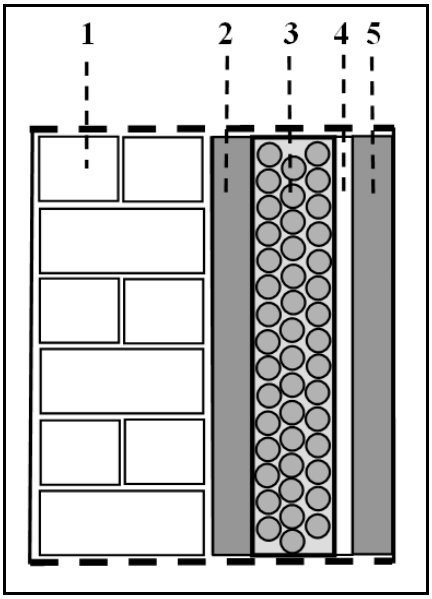
[37] M. Yamaguchi, Y. Tanimoto, *Magneto-Science, Magnetic Field Effects on Materials: Fundamentals and Applications*, Springer Berlin Heidelberg, New York, (**2006**).

[38] J.D. Jackson, *Elektrodynamika klasy*czna, PWN, Warszawa (**1987**).

4. Prezentacja osiągnięć nie będących podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, wskazujących możliwość zastosowania stałego pola magnetycznego.

4.1. Warstwy podtynkowe izolacyjne jako ocieplenie alternatywne.

W zgłoszeniu patentowym przedstawiłem także nowy sposób tworzenia warstwy podtynkowej izolacyjnej składającej się z: uzdatnionego odpadowego fosfogipsu w ilości 15% mas., popiołu lotnego w ilości 20% mas., cementu portlandzkiego w ilości 35% mas. i 30% mas. wody uzdatnionej magnetycznie [1] [**publikacja B2]**. Zgłoszenie patentowe wykorzystywało element działania pola magnetycznego jak również zastosowania odpadowych fosfogipsów i popiołu lotnego. Warstwa podtynkowa izolacyjna jako ocieplenie alternatywne została pokazana na **Rys. 20**.

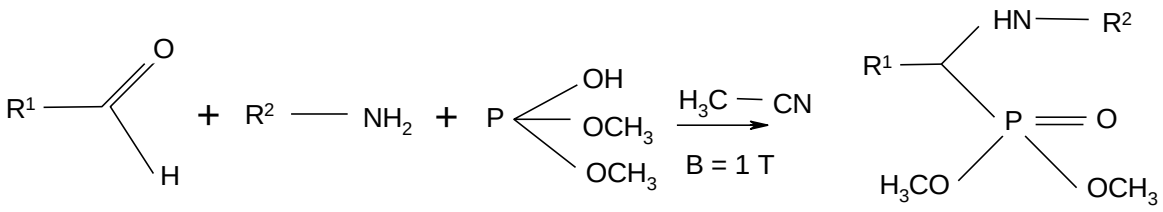


Rys. 20. Miejsce usytuowania warstwy podtynkowej izolacyjnej [**B 2**], gdzie:
1 – ściana pełna, 2 – istniejący wcześniej tynk, 3 – nieprzepuszczalna sztywna izolacja mocowana mechanicznie, 4 – warstwa podtynkowa, izolacyjna, kontrolująca wilgotność, 5 – nowa warstwa tynku.

Jedną z wersji mas, z przeznaczeniem na warstwy podtynkowe, odlewałem do oznakowanych 3 form normowych w postaci graniastosłupów o wymiarach 4 x 4 x 16cm. Po 28 dniach sezonowania w temperaturze 323 K z zachowaniem warunków norm PN-EN 13279-1:2005 i PN-EN 13279-2:2006 wykonałem badania. Woda zarobowa była wcześniej uzdatniana magnetycznie w stałym polu magnetycznym o indukcji B = 0,4 T. Średnia nasiąkliwość beleczek normowych wodą wynosiła 25,6% po sezonowaniu (spadek o 5,2%), mrozoodporność wynosiła 4,4% (wzrost o 15,4%), wytrzymałość na zginanie 3,12 MPa (wzrost o 74,3%) i wytrzymałość na ściskanie 9,35 MPa (wzrost o 72,2%).

4.2. Syntezy organiczne.

W zgłoszeniu patentowym oraz artykule opisałem wpływ stałego pola magnetycznego na syntezy organiczne [2, 3] [**publikacja B1** i **B 8]**. Były to reakcje Kabacznika-Fieldsa polegające na wytwarzaniu estrów metylowych *N*-podstawionych kwasów amino (arylo- lub alkilo) metylofosfonowych w wyniku reakcji pomiędzy aldehydem, aminą i fosforynem dwumetylowym. Odbywały się one w środowisku stałego pola magnetycznego o indukcji B = 1 T oraz bez udziału pola magnetycznego. Reakcje przebiegały według następującego schematu:



1 a-f **2 A – B** **3 Aa - Bf**

gdzie:

R^1 – **a:** grupa fenylowa, **b:** grupa ferrocenylowa, **c:** grupa 2-furylowa, **d:** grupa 2-tienylowa, **e:** grupa 2-fenyloetenylowa, **f:** grupa cykloheksylowa

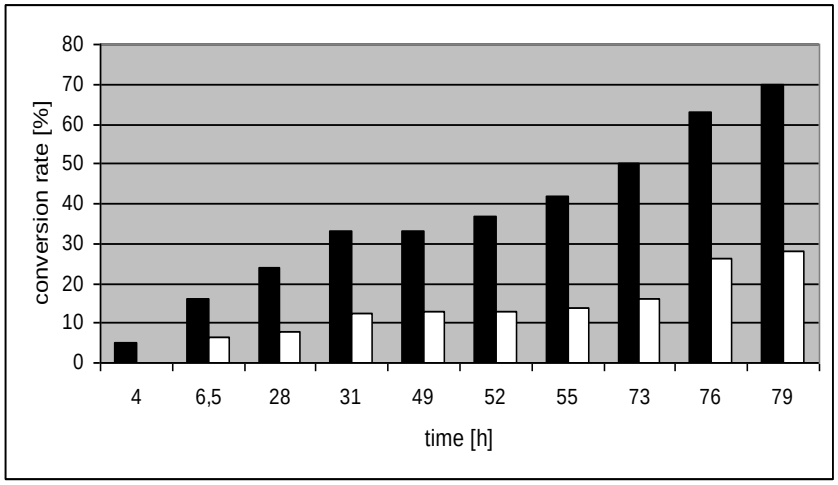
R^2 – **A**: grupa benzylowa, **B**: grupa 4-metylofenylowa.

Wyniki reakcji Kabacznika-Fieldsa w zewnętrznym polu magnetycznym o indukcji magnetycznej B = 1 T oraz bez pola magnetycznego (B = 0 T) przedstawiłem w **tabeli 6**, gdzie: α - stopień przereagowania substratów (%).

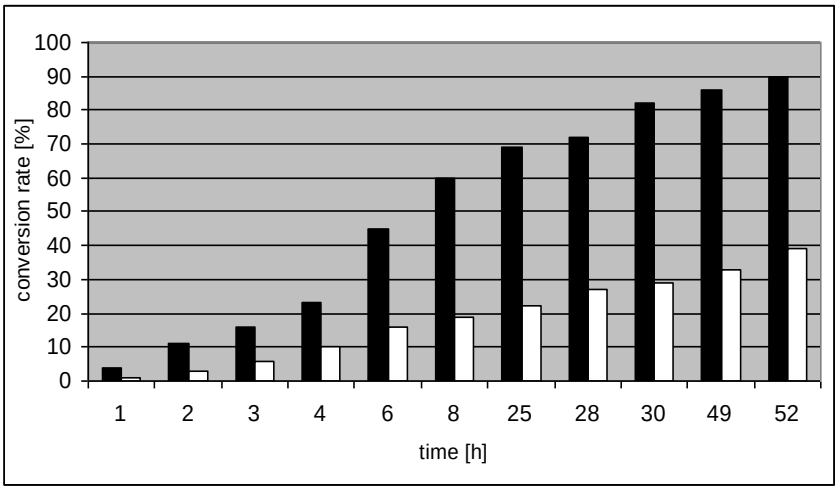
Tabela. 6. Wyniki reakcji Kabacznika-Fieldsa w stałym polu magnetycznym o B = 1 T oraz bez pola magnetycznego (B = 0 T) [**B 8**].

R^1	R^2	Czas reakcji [h]	**B** = 1 T α [%] (masa [g])	**B** = 0 T α [%] (masa [g])
Ph (**a**)	CH_2Ph (**A**)	52	70 (1.07)	30 (0.46)
Fc (**b**)	CH_2Ph (**A**)	28	75 (1.55)	64 (1.32)
2-furyl (**c**)	CH_2Ph (**A**)	55	71 (1.05)	55 (0.81)
2-thien (**d**)	CH_2Ph (**A**)	79	59 (0.92)	22 (0.34)
PhCH=CH (**e**)	CH_2Ph (**A**)	73	68 (1.13)	53 (0.88)
c-Hex (**f**)	CH_2Ph (**A**)	28	73 (1.14)	58 (0.91)
Ph (**a**)	*p*-CH_3-C_6H_4 (**B**)	52	74 (1.13)	68 (1.04)
Fc (**b**)	*p*-CH_3-C_6H_4 (**B**)	28	69 (1.42)	64 (1.32)
2-furyl (**c**)	*p*-CH_3-C_6H_4 (**B**)	105	64 (0.95)	39 (0.58)
2-thien (**d**)	*p*-CH_3-C_6H_4 (**B**)	76	73 (1.14)	63 (0.98)
PhCH=CH (**e**)	*p*-CH_3-C_6H_4 (**B**)	100	69 (1.15)	56 (0.93)
c-Hex (**f**)	*p*-CH_3-C_6H_4 (**B**)	25	71 (1.10)	63 (0.95)

Jak można zaobserwować w każdej z prowadzonych syntez pole magnetyczne powodowało zwiększenie stopnia przereagowania substratów. Poniżej na **Rys. 21** i **22** zilustrowałem wpływ stałego pola magnetycznego na przebieg dwóch wybranych syntez organicznych.



Rys. 21. Stopień przereagowania α (w %) oszacowany w określonych odstępach czasu dla reakcji benzyloaminy 2A z 2-tiofenokarboaldehydem 1d i fosforynem dimetylowym, przy działaniu indukcji magnetycznej B = 1 T (■) i B = 0 T (☐) [**B 8**].



Rys. 22. Stopień przereagowania α (w %) oszacowany w określonych odstępach czasu dla reakcji benzyloaminy 2A z benzyloaldehydem 1a i fosforynem dimetylowym, przy działaniu indukcji magnetycznej B = 1 T (■) i B = 0 T (☐) [**B 8**].

Literatura (rozdział 4):

[1] **M. Zieliński,** E. Miękoś, D. Szczukocki, R. Dałkowski, B. Krawczyk, R. Juszczak, data zgłoszenia: 03.11.2014, Zgłoszenie patentowe nr P.410037 (**2014**).

[2] R. Karpowicz, J. Lewkowski, E. Miękoś, **M. Zieliński**, Zgłoszenie patentowe nr P.403857 z dn. 13.05.2013, Urząd Patentowy RP, (**2013**).

[3] R. Karpowicz, J. Lewkowski, E. Miękoś, **M. Zieliński,** *Heteroatom Chemistry*, Vol.25, Issue 3, pages 163-170 **(2014).**

5. Prace nie będące podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, opublikowane przed uzyskaniem stopnia doktora.

Do prac opublikowanych nie będącymi podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego zaliczyłem: patenty, zgłoszenia patentowe i artykuły naukowe.

A 1 – A 11: Prace opublikowane przed uzyskaniem stopnia doktora.

Patenty, zgłoszenia patentowe.

A 1. **M. Zieliński***, Patent Nr 24576 z dn. **31.12.1998**, Urząd Patentowy w Maroku, pt. *„Procede pour transformer les dechets de phosphogypse”.*

** autor do korespondencji*

*Mój wkład polegał na: przeprowadzeniu badań fizyko-chemicznych fosfogipsu surowego, uzdatnionego,badaniach radioaktywności fosfogipsu, badaniach mrozoodporności, nasiąkliwości fosfogipsu, analizie wyników badań, zredagowaniu zgłoszenia. Swój udział procentowy określam jako **100 %.***

A 2. **M. Zieliński***, M. Cyrkiewicz, Patent Nr 163643 z dn.**9.09.1994**, Urząd Patentowy RP, pt. „*Sposób wytwarzania gipsu z odpadowego fosfogipsu*”.

** autor do korespondencji*

*Mój wkład polegał na: badaniach fosfogipsu surowego, uzdatnionego, otrzymaniu gipsu, badaniach radioaktywności fosfogipsu, badaniach otrzymanych próbek, analizie wyników badań, zredagowaniu zgłoszenia. Swój udział procentowy określam jako **90%.***

A 3. W. Radke, M. Cyrkiewicz, T. Błaszczyk, M. Bieniecki, B. Maciejewski, H. Scholl, **M. Zieliński**, Patent Nr 150648 z dn. **21.02.1991**, Urząd Patentowy RP, pt. „*Układ do otrzymywania danych typu Consul 253-Odra1305*”.

*Mój wkład polegał na: wykreślaniu schematów, analizie wyników badań, zredagowaniu zgłoszenia. Swój udział procentowy określam jako **20 %.***

A 4. M. Cyrkiewicz, H. Scholl, **M. Zieliński**, Patent Nr 150123 z dn. **31.08.1990**, Urząd Patentowy RP, pt. „*Sposób analizowania tlenu rozpuszczonego w wodzie poddawanej*

działaniu pola magnetycznego".

*Mój wkład polegał na: prowadzeniu badań chemicznych, uzdatnianiu wody w polu magnetycznym, analizie wyników badań, zredagowaniu zgłoszenia. Swój udział procentowy określam jako **30 %.***

A 5. M. Cyrkiewicz, **M. Zieliński**, H. Scholl, Patent Nr 150447 z dn. **31.08.1990**, Urząd Patentowy RP, pt. „*Sposób wykonywania analizy pomiarowej napięć powierzchniowych cieczy i ich roztworów*".

*Mój wkład polegał na: przygotowaniu roztworów, badaniach napięć powierzchniowych, analizie wyników badań, zredagowaniu zgłoszenia. Swój udział procentowy określam jako **40 %.***

A 6. H. Scholl, M. Cyrkiewicz, **M. Zieliński**, Patent Nr 149432 z dn. **30.06. 1990**, Urząd Patentowy RP, pt. „*Sposób wytwarzania elektrody metaliczno-tlenkowej o aktywnej powierzchni, do szczególnych oznaczeń elektrochemicznych*".

*Mój wkład polegał na: badaniach elektrochemicznych wytwarzających powierzchnię tlenkową, analizie wyników badań, zredagowaniu zgłoszenia. Swój udział procentowy określam jako **30 %.***

A 7. Z. Karkowski, M. Cyrkiewicz, **M. Zieliński**, Zgłoszenie patentowe nr **P. 272990** z dn. 10.06.1988, p.t. „*Sposób preparowania odpadowej taśmy filmowej do dalszego przerobu",* Urząd Patentowy RP, **1988**.

*Mój wkład polegał na: przeprowadzeniu badań preparowania taśmy filmowej, analizie wyników badań, zredagowaniu zgłoszenia. Swój udział procentowy określam jako **30 %.***

Artykuły.

A 8. M. Cyrkiewicz, **M. Zieliński**, „*Polish Journal of Applied Chemistry*", pt. "Viscosimetric Studies on Water-Glass Solutions in Stable Magnetic Fields", Nr 1-2, s. 89-94, **(1993).** [6 pkt.]

*Mój wkład polegał na: przeprowadzeniu badań wiskozymetrycznych polu magnetycznym, analizie wyników badań, zredagowaniu artykułu. Swój udział procentowy określam jako **50 %.***

A 9. M. Cyrkiewicz, **M. Zieliński,** *„Partner”* , pt. „A New Ceramic-Like Material”, Nr 3, s. 23, **(1993)** (streszczenie w “*Journal of the American Ceramic Society*”). [IF = 2,107] [35 pkt.]

Mój wkład polegał na: otrzymaniu nowego tworzywa, badaniach chemicznych i wytrzymałościowych tworzywa, analizie wyników badań, zredagowaniu artykułu. Swój udział procentowy określam jako ***50 %.***

A 10. M. Cyrkiewicz, **M. Zieliński**, *„Cement-Wapno-Gips”,* pt. „Wpływ oddziaływania wody zarobowej poddawanej działaniu pola magnetycznego na zaprawy cementowe i ich chemizm procesów wiążących”, Nr 1, s. 21-23, **(1993)**. zmiana tytułu na „Cement, wapno, beton”, obecnie [IF = 0,385] [20 pkt.]

Mój wkład polegał na: uzdatnianiu wody w polu magnetycznym, przeprowadzeniu badań mrozoodporności, nasiąkliwości otrzymanych próbek, analizie wyników badań, zredagowaniu artykułu. Swój udział procentowy określam jako ***50 %.***

A 11. M. Cyrkiewicz, **M. Zieliński**, *„Cement-Wapno-Gips”,* pt. „Właściwości zaczynów z gipsu półwodnego, uzyskiwanego nową metodą oraz wpływ pola magnetycznego na te właściwości”, Nr 9, s. 252-254, **(1991).** zmiana tytułu na „Cement, wapno, beton” , obecnie [IF = 0,385] [20 pkt.]

Mój wkład polegał na: otrzymaniu gipsu nową metodą, przeprowadzeniu badań próbek w stałym polu magnetycznym, badaniach mrozoodporności, nasiąkliwości otrzymanych próbek, analizie wyników badań, zredagowaniu artykułu. Swój udział procentowy określam jako ***50 %.***

6. Prace nie będące podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora.

Do prac opublikowanych nie będącymi podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego zaliczyłem: patenty, zgłoszenia patentowe i artykuły naukowe.

B 1 – B 31 : Prace opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora.

Patenty, zgłoszenia patentowe.

B 1. R. Karpowicz, J. Lewkowski*, E. Miękoś, **M. Zieliński***, Zgłoszenie patentowe nr **P.403857** z dn. 13.05.2013, p.t. „*Nowe estry metylowe N-podstawionych kwasów amino(arylo- lub alkilo)metylofosfonowych oraz sposób wytwarzania estrów metylowych N-podstawionych kwasów amino(arylo- lub alkilo)metylofosfonowych”,* Urząd Patentowy RP, **2013**, , Biuletyn Urzędu Patentowego Nr 24 (1067), ISSN – 1689 – 0124, Warszawa, **2014**.

** autor do korespondencji*

*Mój wkład polegał na: prowadzeniu syntez w stałym polu magnetycznym, analizie wyników badań, edycji artykułu. Swój udział procentowy określam jako **30 %.***

B 2. **M. Zieliński*,** E. Miękoś, D. Szczukocki, R. Dałkowski, B. Krawczyk, R. Juszczak, Zgłoszenie patentowe nr **P.410037**, **data zgłoszenia: 03.11.2014**., p.t. „*Sposób wytwarzania warstw podtynkowych izolacyjnych jako ocieplenia alternatywnego”*, Urząd Patentowy RP, **2014**.

** autor do korespondencji*

*Mój wkład polegał na: prowadzeniu badań w stałym polu magnetycznym, analizie wyników badań, edycji artykułu. Swój udział procentowy określam jako **75 %.***

Artykuły.

B 3. W. Szmaja, W. Kozłowski, K. Polański, J. Balcerski, M. Cichomski, J. Grobelny, **M. Zieliński**, E. Miękoś, *Chemical Physics Letters*, “ Investigation of thick cobalt films electrodeposited on gold substrates”, Volume 542, 117 - 122 **(2012).** [IF = 2,145] [IF_5 = 2,150] [30 pkt.]

*Mój wkład polegał na: elektrochemicznym naniesieniu warstw kobaltu na polikrystaliczne podłoża złota, na wykonaniu za pomocą elektronowej mikroskopii skaningowej pomiarów struktury morfologicznej warstw kobaltu, opracowaniu i analizie otrzymanych wyników. Swój udział procentowy określam jako **20 %.***

B 4. **M. Zieliński***, *„Przemysł Chemiczny”,* p.t. **„**Wykorzystanie fosfogipsu w aspekcie ochrony środowiska naturalnego”, Warszawa, Nr 7, tom 85, s. 478-483, **(2006).** [IF =

0,414] [IF_5 = 0,332] [15 pkt.]

***** *autor do korespondencji*

Wkład polegał na: badaniach fizyko-chemicznych fosfogipsu surowego i uzdatnionego, badaniach radioaktywności fosfogipsu, badaniach struktury metodą XRD, badaniach SEM, analizie wyników badań, tworzeniu rysunków i tabel, redagowaniu i edycji artykułu. Mój udział procentowy określam jako ***100 %.***

B 5. **M. Zieliński***, E. Miękoś, D. Szczukocki, K. Polański, R. Dałkowski, B. Krawczyk, R. Juszczak, *Wulfenia***,** "Waste fly ashes in composites enhanced by constant magnetic field", Volume 22, No 8, 285-297,(**2015**) [IF= 1,312] [15 pkt.]

** autor do korespondencji*

Mój wkład polegał na: badaniach własności fosfogipsu uzdatnionego i surowego, badaniach wytrzymałościowych, mrozoodporności, nasiąkliwości otrzymanych próbek, analizie wyników badań, redagowaniu artykułu. Swój udział procentowy określam jako ***70 %.***

B 6. **M. Zieliński***, E. Miękoś, D. Szczukocki, R. Dałkowski, B. Krawczyk, R. Juszczak, *Wulfenia***,** "Technology of phosphogypsum waste treatment and influence of constant magnetic field on new materials", Volume 22, No 5, 383-399,(**2015**) [IF= 1,312] [15pkt.]

** autor do korespondencji*

Mój wkład polegał na: uzdatnieniu fosfogipsu surowego w kolumnie fluidyzacyjnej, badaniach parametrów technologicznych procesu uzdatniania, badaniach własności fosfogipsu uzdatnionego, analizie wyników badań, redagowaniu artykułu. Swój udział procentowy określam jako ***75 %.***

B 7. W. Kozłowski, I. Piwoński, **M. Zieliński**, E. Miękoś, K. Polański , W. Szmaja, M. Cichomski, *Applied Physics A, Materials Science and Processing*, „Investigation of nanocrystalline cobalt films electrodeposited at different current densities", Volume 120, Issue 1, pp. 155-160, (**2015**). [IF=1,704] [30 pkt.]

Mój wkład polegał na: elektrochemicznym naniesieniu warstw kobaltu na polikrystaliczne podłoża złota, opracowaniu i analizie otrzymanych wyników. Swój udział procentowy określam jako ***20 %.***

B 8. R. Karpowicz, J. Lewkowski*, E. Miękoś, **M. Zieliński*,** *Heteroatom Chemistry,* „Kabachnik-Fields Reaction Accelerated in Constant Magnetic Field. The First Example of Its Influence on a Non-radical Conversion", Vol.25, Issue 3, pages 163-170, **(2014).** [IF = 1,257] [25 pkt.]

** autor do korespondencji*

Mój wkład polegał na: prowadzeniu badań metodą CVC w różnych polach magnetycznych, analizie wyników badań metodą CVC, współredagowaniu artykułu. Swój udział procentowy określam jako ***30%.***

B 9. **M. Zieliński,** współautor dwóch rozdziałów książki (monografii) (str. 135-143 i 362-373), red. R. Cieśliński, K. Jareczek-Korzeniewska, *Problemy badań wody w XX i XXI wieku (The problems of water research in the twentieth and twenty-first century),* Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, **2014**.

Mój wkład polegał na: napisaniu i zredagowaniu dwóch rozdziałów monografii. Swój udział procentowy określam jako ***15 %.***

B 10. Barbara Krawczyk, Dominik Szczukocki, Justyna Stachniuk, Radosław Dałkowski, **Marek Zieliński**, Renata Juszczak, Ewa Miękoś and Robert Zakrzewski, *Mediterranean Journal of Chemistry*, „The determination of the folic acid and its selected derivatives", Vol.3, No 4, 1003-1012, (**2014**). [7 pkt.]

Mój wkład polegał na: prowadzeniu badań chemicznych, analizie wyników badań , współredagowaniu artykułu. Swój udział procentowy określam jako ***15 %.***

B 11. **M. Zieliński***, *Journal of Advanced Chemical Engineering*, "Positive and Negative Aspects of Electrode Reactions of Hydrogen Evolution and the Influence of Constant Magnetic Field ,Vol. 4, Issue 2, (**2014**).

** autor do korespondencji*

Wkład polegał na: prowadzeniu badań doświadczalnych, analizie wyników badań , redagowaniu artykułu. Mój udział procentowy określam jako ***100 %.***

B 12. **M. Zieliński*,** E. Miękoś, R. Dałkowski, R. Juszczak, *Current Topics in Biophysics,* Vol. 36 (B), 27-28, **(2013).** [6 pkt.]

** autor do korespondencji*

Mój wkład polegał na: prowadzeniu badań metodą CVC w różnych polach

magnetycznych, analizie wyników badań metodą CVC, współredagowaniu artykułu. Swój udział procentowy określam jako ***70%.***

B 13. E. Miękoś, **M. Zieliński*,** D. Szczukocki, B. Krawczyk, *Current Topics in Biophysics*, Vol. 36 (B), 22-23, **(2013).** [6 pkt.]

** autor do korespondencji*

Mój wkład polegał na: prowadzeniu badań metodą CVC w polach magnetycznych o różnej indukcji magnetycznej, analizie wyników badań, współredagowaniu artykułu. Swój udział procentowy określam jako ***40%.***

B 14. **M. Zieliński*,** „*CHEMIK – Nauka, Technika, Rynek*", p.t. „Wpływ stałego pola magnetycznego na elektropolimeryzację aniliny", Katowice, Nr 6, **(2008).** [8 pkt.]

** autor do korespondencji*

Wkład polegał na: prowadzeniu badań elektrochemicznych polimeryzacji aniliny przy udziale pola magnetycznego, analizie wyników badań metodą CVC, redagowaniu artykułu. Mój udział procentowy określam jako ***100%.***

B 15. **M. Zieliński*,** E. Miękoś, D. Szczukocki, *„LAB – Laboratoria, Aparatura, Badania",* p.t. "Nadstopy kobaltu otrzymywane elektrochemicznie w stałym polu magnetycznym", Warszawa, Nr 5, (**2011).**

** autor do korespondencji*

Mój wkład polegał na: prowadzeniu badań elektrochemicznych nadstopów kobaltu przy udziale pola magnetycznego, analizie wyników badań metodą CVC, współredagowaniu artykułu. Swój udział procentowy określam jako ***70%.***

B 16. **M. Zieliński*,** *„LAB – Laboratoria, Aparatura, Badania",* p.t. "Wpływ stałego pola magnetycznego na kinetykę procesów elektrochemicznych i własności materiałów. Materiały stopowe kobalt-pallad", Warszawa, Nr 2, **(2010).**

** autor do korespondencji*

Wkład polegał na: prowadzeniu badań elektrochemicznych stopów kobalt-pallad przy udziale pola magnetycznego, analizie wyników badań metodą CVC, redagowaniu artykułu. Mój udział procentowy określam jako ***100%.***

B 17. **M. Zieliński*,** *„LAB – Laboratoria, Aparatura, Badania",* p.t. "Wpływ stałego pola

magnetycznego na kinetykę procesów elektrochemicznych i własności materiałów. Elektrochemiczna redukcja stopów kobalt-pallad", Warszawa, Nr 1, **(2010).**

** autor do korespondencji*

Wkład polegał na: prowadzeniu badań elektrochemicznych stopów kobalt-pallad przy udziale pola magnetycznego, analizie wyników badań, redagowaniu artykułu. Mój udział procentowy określam jako ***100%.***

B 18. **M. Zieliński*,** *„LAB – Laboratoria, Aparatura, Badania",* p.t. "Wpływ stałego pola magnetycznego na kinetykę procesów elektrochemicznych. Elektrochemiczne osadzanie stopów kobalt-nikiel z roztworów o różnym stężeniu kobaltu", Warszawa, Nr 2, **(2009).**

** autor do korespondencji*

Wkład polegał na: prowadzeniu badań elektrochemicznych stopów kobalt-nikiel przy udziale stałego pola magnetycznego, analizie wyników badań, redagowaniu artykułu. Mój udział procentowy określam jako ***100%.***

B 19. **M. Zieliński*,** *„LAB – Laboratoria, Aparatura, Badania",* p.t. "Wpływ stałego pola magnetycznego na kinetykę procesów elektrochemicznych. Kinetyka elektrochemicznego osadzania i roztwarzania stopów ferromagnetycznych opartych na bazie kobaltu", Warszawa, Nr 1, **(2009).**

** autor do korespondencji*

Wkład polegał na: prowadzeniu badań elektrochemicznych stopów ferromagnetycznych przy udziale stałego pola magnetycznego, analizie wyników badań, redagowaniu artykułu. Mój udział procentowy określam jako ***100%.***

B 20. **M. Zieliński*,** *„LAB – Laboratoria, Aparatura, Badania",* p.t. "Elektrochemiczne procesy osadzania stopów w stałym polu magnetycznym. Badania doświadczalne stopu Co-Mo-W", Warszawa, Nr 4, **(2008).**

** autor do korespondencji*

Wkład polegał na: prowadzeniu badań elektrochemicznych stopów Co-Mo-W przy udziale stałego pola magnetycznego, analizie wyników badań, redagowaniu artykułu. Mój udział procentowy określam jako ***100%.***

B 21. **M. Zieliński*,** *„LAB – Laboratoria, Aparatura, Badania",* p.t. "Elektrochemiczne

procesy osadzania stopów w stałym polu magnetycznym. Rozważania teoretyczne na przykładzie stopu Co-Mo-W", Warszawa, Nr 3, **(2008).**

* *autor do korespondencji*

Wkład polegał na: prowadzeniu badań elektrochemicznych stopów Co-Mo-W przy udziale stałego pola magnetycznego, analizie wyników badań, redagowaniu artykułu. Mój udział procentowy określam jako ***100%.***

B 22. **M. Zieliński***, E. Miękoś, *"Annals of the Polish Chemical Society",* p.t. " The Course of Electrocrystallisation and Electrooxidation Processes of a Binary Cobalt-Molybdenum Alloy in Constant Magnetic Field", Roczniki Polskiego Towarzystwa Chemicznego, Gdańsk, (**2007).**

* *autor do korespondencji*

Mój wkład polegał na: prowadzeniu badań elektrochemicznych stopów Co-Mo przy udziale stałego pola magnetycznego, analizie wyników badań, współredagowaniu artykułu. Swój udział procentowy określam jako ***80%.***

B 23. **M. Zieliński*,** E. Miękoś, *„LAB – Laboratoria, Aparatura, Badania",* p.t. "Wpływ stałego pola magnetycznego na kinetykę procesów. Porównanie elektrokrystalizacji i elektroutleniania stopu trójskładnikowego Co-Mo-W z dwuskładnikowym Co-Mo", Warszawa, Nr 3, **(2007).**

* *autor do korespondencji*

Mój wkład polegał na: prowadzeniu badań elektrochemicznych stopów Co-Mo-W i Co-Mo przy udziale stałego pola magnetycznego, analizie wyników badań, współredagowaniu artykułu. Swój udział procentowy określam jako ***80%.***

B 24. **M. Zieliński*,** E. Miękoś, A. Leniart, *„LAB – Laboratoria, Aparatura, Badania",* p.t. "Wpływ stałego pola magnetycznego na kinetykę procesów. Elektrokrystalizacja i elektroutlenianie dwuskładnikowego stopu Co-Mo", Warszawa, Nr 6, **(2006).**

* *autor do korespondencji*

Mój wkład polegał na: prowadzeniu badań elektrochemicznych stopów Co-Mo przy udziale stałego pola magnetycznego, analizie wyników badań, współredagowaniu artykułu. Swój udział procentowy określam jako ***70%.***

B 25. **M. Zieliński*,** *„LAB – Laboratoria, Aparatura, Badania",* p.t.„Kinetyka i mechanizmy

reakcji elektrochemicznych redoks rodników nitroksylowych w stałym polu magnetycznym, cz.2", Warszawa, Nr 5, **(2006).**

* *autor do korespondencji*

Wkład polegał na: prowadzeniu badań elektrochemicznych redoks rodników nitroksylowych przy udziale stałego pola magnetycznego, analizie wyników badań, redagowaniu artykułu. Mój udział procentowy określam jako ***100%.***

B 26. **M. Zieliński*,** *„LAB – Laboratoria, Aparatura, Badania",* p.t.„Kinetyka i mechanizmy reakcji elektrochemicznych redoks rodników nitroksylowych w stałym polu magnetycznym, cz.1", Warszawa, Nr 4, **(2006).**

* *autor do korespondencji*

Wkład polegał na: prowadzeniu badań elektrochemicznych redoks rodników nitroksylowych przy udziale stałego pola magnetycznego, analizie wyników badań, redagowaniu artykułu. Mój udział procentowy określam jako ***100%.***

B 27. **M. Zieliński***, E. Miękoś, J. Kupis, *„LAB – Laboratoria, Aparatura, Badania",* p.t. „Badanie jednorodności stałego pola magnetycznego stosowanego w pomiarach elektrochemicznych", Warszawa, Nr 2**, (2006).**

* *autor do korespondencji*

Mój wkład polegał na: prowadzeniu badań jednorodności pola magnetycznego w pomiarach elektrochemicznych, analizie wyników badań, współredagowaniu artykułu. Swój udział procentowy określam jako ***80%.***

B 28. **M. Zieliński***, E. Miękoś, J. Kupis, *„LAB – Laboratoria, Aparatura, Badania",* p.t. „Elektrochemiczne reakcje ferrocenu w stałym polu magnetycznym", Warszawa, Nr 1**, (2006).**

* *autor do korespondencji*

Mój wkład polegał na: prowadzeniu badań elektrochemicznych ferrocenu przy udziale stałego pola magnetycznego, analizie wyników badań, współredagowaniu artykułu. Swój udział procentowy określam jako ***80%.***

B 29. **M. Zieliński***, J. Kupis, E. Miękoś, *„LAB – Laboratoria, Aparatura, Badania",* p.t. „Redukcja diamagnetyków na paramagnetycznej elektrodzie platynowej w stałym polu magnetycznym", Warszawa, Nr 6,(**2005)**.

** autor do korespondencji*

Mój wkład polegał na: prowadzeniu badań elektrochemicznych redukcji diamagnetyków przy udziale stałego pola magnetycznego, analizie wyników badań, współredagowaniu artykułu. Swój udział procentowy określam jako ***80%.***

B 30. **M. Zieliński***, J. Kupis, E. Miękoś, *„LAB – Laboratoria, Aparatura, Badania”,* p.t. „Wpływ stałego pola magnetycznego na kinetykę i mechanizmy reakcji redoks”, Warszawa, Nr 5, **(2005).**

** autor do korespondencji*

Mój wkład polegał na: prowadzeniu badań elektrochemicznych redoks przy udziale stałego pola magnetycznego, analizie wyników badań, współredagowaniu artykułu. Swój udział procentowy określam jako ***80%.***

B 31. **M. Zieliński***, E. Miękoś, J. Kupis, *„Annals of the Polish Chemical Society*”, p.t. “Electrochemicals reactions in constant magnetic field”, Wrocław, **(2004).**

** autor do korespondencji*

Mój wkład polegał na: prowadzeniu badań elektrochemicznych w stałym polu magnetycznym, analizie wyników badań, współredagowaniu artykułu. Swój udział procentowy określam jako ***80%.***

7. Udział w międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych.

Międzynarodowe konferencje naukowe (wystąpienia ustne i postery).

1. **M. Zieliński** (**wystąpienie ustne**), E. Miękoś, *6th Meeting on Chemistry and Life 2015*, “Research on chemical and electrochemical reactions in constant magnetic field. Modification of metallic and waste materials”, Faculty of Chemistry, Institute of Chemistry and Technology of Environmental Protection, Brno University of Technology, 2-4.09.2015., Brno, Czech Republic (**2015**).

2. R. Karpowicz, J. Lewkowski, E. Miękoś, **M. Zieliński**, *17th International Symposium*, „Advances in the Chemistry of Heteroorganic Compounds”, “Aza-Pudovik Reaction Is

Accelerated by the Action of Constant Magnetic Field", 21.11.2014, PAN, Łódź (**2014**).

3. K. Czarny, D. Szczukocki, B. Krawczyk, R. Dałkowski, **M. Zieliński**, E. Miękoś, R. Juszczak, *16 International Symposium*, JCF Fruhjahrssymposium, "Toxicological Threats To Birds In The Natura 2000 Area– Jeziorsko Water Reservoir", 26-29.03.2014, Jena (Niemcy) (**2014**).

4. **M. Zieliński,** E. Miękoś, R. Dałkowski, R. Juszczak, *II International Symposium*, Electromagnetic Fields and Quantum Phenomena in the Biological Systems, "Magnetoelectrochemical Investigation of Cyclic Voltammetry of L-cysteine. Magnetic separation", University of Medical Sciences, 3-4.10.2013, Poznań (**2013)**.

5. E. Miękoś, **M. Zieliński,** D. Szczukocki, B. Krawczyk, *II International Symposium*, Electromagnetic Fields and Quantum Phenomena in the Biological Systems, "Magnetic labeling of Cells and Biomolecules. Magnetic Carriers", University of Medical Sciences, 3-4.10.2013, Poznań (**2013)**.

6. B. Krawczyk, **M. Zieliński**, E. Miękoś, D. Szczukocki, R. Dałkowski, R. Juszczak, *International Conference*, Protection of soil functions – challenges for the future, "The radiological soil contamination of zone around phosphogypsum waste heap", 15-18.10.2013, Puławy **(2013)**.

7. R. Karpowicz, E. Miękoś, **M. Zieliński**, J. Lewkowski, „The Kabachnik-Fields Reaction Accelerated in External Magnetic Field", *Łódź-Giessen Chemistry Workshop*, Łódź **(2012).**

8. **M. Zieliński**, E. Miękoś, "Technologia uzdatniania odpadowych fosfogipsów – badania nowych materiałów i kompozytów", 6 Międzynarodowy Festiwal Łódź Design 2012, Łódź **(2012).**

9. **M. Zieliński**, E. Miękoś, "Effect of Phosphogypsum Waste on Soil Pollution", International Conference, *"Protection of agricultural soils against joint stress of natural and anthropogenic factors"*, Puławy, Poland **(2011).**

10. **M. Zieliński**, E. Miękoś, „*Technologia przetwarzania odpadów fosfogipsowych”, „Badania wpływu stałego pola magnetycznego na procesy elektrochemiczne i bioelektrochemiczne”,”*, Central European Forum of Biotechnology & Innovative BioEconomy, Bioforum Łódź **(2011).**

11. **M. Zieliński** (**wystąpienie ustne**), „*The technology of transformation of phosphogypsum waste”*, Central European Forum of Biotechnology & Innovative BioEconomy, Bioforum Łódź **(2010).**

12. **M. Zieliński**, E. Miękoś, (poster), „*The technology of transformation of phosphogypsum waste”*, Central European Forum of Biotechnology & Innovative BioEconomy, Bioforum Łódź **(2010).**

13. **M. Zieliński**, E. Miękoś, (S8-PS1-24), *„Badanie stopów trójskładnikowych kobalt-molibden-wolfram otrzymywanych elektrochemicznie w stałym polu magnetycznym”*, 11 Międzynarodowa Konferencja Chemii Środowiska, Toruń, **(2007).**

14. **M. Zieliński (wystąpienie ustne),** M. Cyrkiewicz, Światowa Wystawa EXPO-93 w Taejon (Korea Płd) w dniach **07.08.- 07.11.1993** (polski dzień 27.09.1993), wynalazek – rozwiązanie proekologiczne zagospodarowania odpadów chemicznych, po zakwalifikowaniu przez KBN (10.02.1993).

15. **M. Zieliński (wystąpienie ustne),** M. Cyrkiewicz, Światowa Wystawa „Brussels Eureka-92, Bruksela (Belgia), **11.11.1992 r**.

Krajowe konferencje naukowe.

1. D. Szczukocki, B. Krawczyk, K. Czarny, R. Dałkowski, **M. Zieliński**, E. Miękoś, *IX Konferencja – Analityczne Zastosowania Chromatografii Cieczowej*, „Ocena ilościowa fitoplanktonu poprzez oznaczanie barwników techniką HPLC”, 22-23.10.2015., Warszawa (**2015**).

2. B. Krawczyk, D. Szczukocki, R. Dałkowski, R. Juszczak, E. Miękoś, **M. Zieliński**, *IX*

Konferencja – Analityczne Zastosowania Chromatografii Cieczowej, „ Zastosowanie HPLC w monitoringu jakości wód zbiorników retencyjnych", 22-23.10.2015., Warszawa (**2015**).

3. K. Czarny, K. Szadkowska, D. Szczukocki, R. Dałkowski, B. Krawczyk, **M. Zieliński,** E. Miękoś, R. Juszczak, XLII Ogólnopolska Szkoła Chemii, „Wykorzystanie EC do oznaczania całkowitego potencjału antyoksydacyjnego", 30.04.-04.05.2015., Lubenia **(2015)**.

4. M. Podrażka, D. Szczukocki, B. Krawczyk, R. Dałkowski, **M. Zieliński,** E. Miękoś, R. Juszczak, K. Czarny, XLII Ogólnopolska Szkoła Chemii, „Monitoring środowiska z wykorzystaniem nowoczesnych technik analitycznych i chemometrii – Chemonit. Moduł szkoleniowy dla studentów", 30.04.-04.05.2015., Lubenia **(2015)**.

5. A. Składowski, B. Krawczyk, M. Szczepańska, D. Szczukocki, R. Dałkowski, **M. Zieliński**, Zjazd Wiosenny PTCh p.t. „Analiza danych hydrochemicznych z wykorzystaniem metod chemometrycznych na przykładzie zbiornika Jeziorsko", 22-24.04.2015., Dobieszków k. Łodzi **(2015).**

6. K. Czarny, D. Szczukocki, B. Krawczyk, R. Dalkowski, **M. Zieliński**, E. Miękoś, R. Juszczak, V Kopernikańskie Sympozjum Studentów Nauk Przyrodniczych, I Toruńskie Sympozjum Doktorantów Nauk Przyrodniczych, „Monitoring wód zbiorników retencyjnych", 20-22.03.2015, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Toruń (**2015**).

7. **M. Zieliński,** E. Miękoś, D. Szczukocki, R. Dałkowski, B. Krawczyk, R. Juszczak, *Konferencja Naukowa* p.t. „Ocena gleb użytkowanych rolniczo", Zakwaszanie gleb skutkiem odpadów przemysłu chemicznego, 26-27.06.2014., Puławy (**2014**).

8. K. Czarny, D. Szczukocki, B. Krawczyk, R. Dałkowski, **M. Zieliński**, E. Miękoś, R. Juszczak, *Zjazd Zimowy PTChem*, Wpływ wybranych terpenów na zielenicę *Chlorella vulgaris*, 13.12.2014, Wrocław (**2014**).

9. D. Szczukocki, B. Krawczyk, R. Dałkowski, **M. Zieliński,** E. Miękoś, R. Juszczak, *X Konferencja Chromatograficzna*, Wpływ terpenów na skład barwników

fotosyntetycznych w glonach, 23-26.09.2014, Lublin (Polska) (**2014)**.

10. K. Czarny, D. Szczukocki, B. Krawczyk, R. Dałkowski, **M. Zieliński**, E. Miękoś, R. Juszczak, 31 Zjazd Wiosenny PTChem, *Oznaczanie kwasów tłuszczowych i ich pochodnych w glonach i sinicach*, 9-13.04.2014, Zawoja (Polska) **(2014).**

11. R. Dałkowski, D. Szczukocki, B. Krawczyk, J. Stachniuk, **M. Zieliński,** R. Zakrzewski, *VI Konferencja Chromatograficzna,* "Capillary Electrophoresis of Methotrexate, Folinic and Folic Acids in Human Urine", Wydział Chemii, Uniwersytet Łódzki**,** 15-17.05.2013., Łódź **(2013).**

12. R. Dałkowski, D. Szczukocki, M. Walisch, B. Krawczyk, **M. Zieliński**, Konferencja Naukowa – Aspekty badań wody w XX i XXI wieku, Gdańsk, 18.10.2013. Referat p.t. „Charakterystyka zmienności jakości wód na przykładzie rzek parku krajobrazowego wzniesień łódzkich za lata 2001-2011", Gdańsk **(2013).**

13. W. Kozłowski, W. Szmaja, M. Cichomski, **M. Zieliński**, E. Miękoś, „Badania nanokrystalicznych warstw kobaltu naniesionych na podłoże złota metodą elektrochemiczną, [poster], *VII Seminarium STM/AFM* 2012 (28.11-2.12.), Zakopane **(2012).**

14. R. Dałkowski, B. Krawczyk, L. Kubisiak-Banaszkiewicz, **M. Zieliński,** D.Szczukocki, *V Sympozjum chromatograficzne,* "Charakterystyka wód zbiorników retencyjnych Wielkopolski z Wykorzystaniem technik elektromigracyjnych na tle zakwitów sinicowych w sezonie 2011", Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka**,** Łódź, 14-16 maja **(2012).**

15. D. Szczukocki, **M. Zieliński,** G. Andrijewski, R. Juszczak, R. Dałkowski, B. Krawczyk, IX Konferencja Chromatograficzna, "Chromatografia? To przecież codzienność!", (Chromatograficzne oznaczanie anatoksyny), 26-29.06.2011**,** Poznań, **(2011).**

16. **M. Zieliński**, E. Miękoś (PC-08-12), „*Kinetyka elektrochemicznej redukcji stopów kobalt-pallad w środowisku stałego pola magnetycznego"*, 52 Zjazd PTChem i SITPChem, Łódź, **(2009).**

17. **M. Zieliński**, E. Miękoś (PC-08-13), *„Wpływ stężenia elektrolitu na własności fizykochemiczne stopów kobalt-pallad”,* 52 Zjazd PTChem i SITPChem, Łódź, **(2009).**

18. **M. Zieliński**, E. Miękoś (S02-PS-49), „*Kinetyka elektrochemicznego osadzania i roztwarzania stopów dwuskładnikowych i trójskładnikowych w środowisku stałego pola magnetycznego”*, 51 Zjazd PTChem i SITPChem, Opole, **(2008).**

19. **M. Zieliński**, E. Miękoś (S02-PS-50), *„Działanie stałego pola magnetycznego na elektrochemiczne osadzanie stopów kobalt-nikiel z roztworów o różnym stężeniu kobaltu”,* 51 Zjazd PTChem i SITPChem, Opole, **(2008).**

20. **M. Zieliński**, E. Miękoś (S8-PS1-24), *„Badanie stopów trójskładnikowych kobalt-molibden-wolfram otrzymywanych elektrochemicznie w stałym polu magnetycznym”*, 50 Zjazd PTChem i SITPChem, Toruń, **(2007).**

21. E. Miękoś, **M. Zieliński**, (S10-P-16), *„Wpływ stałego pola magnetycznego na kinetykę procesów elektrokrystalizacji i elektroutleniania dwuskładnikowego stopu kobalt-molibden na dyskowej polikrystalicznej elektrodzie złotej”*, XLIX Zjazd PTChem i SITPChem, Gdańsk, **(2006).**

22. **M. Zieliński**, (K006), *„Reakcje elektrochemiczne redoks w stałym polu magnetycznym”*, XLVII Zjazd PTChem i SITPChem, Wrocław**, (2004).**

23. **M. Zieliński**, E. Miękoś, J. Kupis (P017), *„Wpływ stałego pola magnetycznego na kinetykę i mechanizmy reakcji redoks”*, XLVII Zjazd PTChem i SITPChem, Wrocław, **(2004).**

8. Projekty badawcze.

1. Projekt nr RID-I/3 z dn. **04.04.2015.,** o tytule zagadnienia: „Wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu”, w ramach **I Konkursu RID** (Rozwój Innowacji Drogowych), wspólnego przedsięwzięcia **NCBiR** (Narodowe Centrum Badań i Rozwoju) i **GDDKiA**

(Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad), wnioskodawca: Uniwersytet Łódzki, **M. Zieliński** [kierownik projektu] – zakwalifikowany do II etapu.

2. Projekt nr FSS/2014/HEI/W/0108 [Fundusze norweskie i EOG 2009-2014], p.t. „Szkolenie podnoszące kompetencje studentów i absolwentów: Monitoring środowiska z wykorzystaniem nowoczesnych technik analitycznych i chemometrii", wnioskodawca: Uniwersytet Łódzki, kierownik projektu: dr D. Szczukocki, wartość projektu: **343 730,60 PLN**, (zatwierdzony do finansowania: **26.11.2014**) - wykonawca projektu: **M. Zieliński.**

3. Projekt badawczy z zakresu badań podstawowych [**konkurs NCN nr 13 (OPUS 7)]** nr 260750, p.t. „Technologia uzdatniania odpadowych fosfogipsów oraz badania nowych materiałów i kompozytów",**(2014.06.17) –M. Zieliński** [kierownik projektu] - zakwalifikowany do II etapu.

4. Projekt badawczy z zakresu badań podstawowych [**konkurs NCN nr 9 (OPUS 5)]** nr 217698, p.t. „Modyfikowanie własności fizykochemicznych stopów ferromagnetycznych stałym polem magnetycznym", **(2013.06.17) – M. Zieliński** [kierownik projektu] - pozytywnie oceniony, nie przyjęty.

5. Projekt Uniwersytetu Łódzkiego i Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Łodzi, p.t. „Monitoring zbiorników retencyjnych Jeziorsko i Sulejów pod kątem eutrofizacji i występowania toksycznych zakwitów sinicowych", kierownik projektu: dr B. Krawczyk, zatwierdzony do finansowania, okres realizacji projektu: **16.10.2012 – 2013 r.**, wartość projektu: **157.800,00 PLN** (z czego 124.561,00 PLN to kwota dofinansowania z WFOŚiGW w Łodzi), wykonawca projektu: **M. Zieliński.**

6. Projekt badawczy z zakresu badań podstawowych [**konkurs NCN nr 7 (OPUS 4)]** nr 203814, p.t. „Elektrochemiczne otrzymywanie stopów o nowych własnościach fizykochemicznych modyfikowane stałym polem magnetycznym", **(2012.12.15) – M. Zieliński** [kierownik projektu] – pozytywnie oceniony, nie przyjęty.

7. Projekt badawczy ogólny [**konkurs NCN nr 3**] nr 169409 [nr rej. 2011/03/B/ST5/01600] p.t. „Otrzymywanie ferromagnetyków o nowych własnościach fizykochemicznych w środowisku pola magnetycznego", (**2011.12.22**) – **M. Zieliński** [kierownik projektu]-

pozytywnie oceniony, nie przyjęty.

8. Projekt badawczy [**konkurs NCN nr 2**] p.t. „Badanie wpływu stałego pola magnetycznego na przebieg niektórych reakcji organicznych", (**2011.09.30**) – J. Lewkowski [kierownik projektu], **M. Zieliński** [główny wykonawca]- pozytywnie oceniony, nie przyjęty.

9. Projekt badawczy ogólny [**konkurs NCN nr 1**] nr 149671 [nr rej. 2011/01/B/ST5/00798] p.t. „Badanie stopów otrzymywanych elektrochemicznie w stałym polu magnetycznym", (**2011.06.17**) – **M. Zieliński** [kierownik projektu]- pozytywnie oceniony, nie przyjęty.

10. Projekt realizowany w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2007-2013, o numerze: UDA-RPLD.02.05.00-00-025/09-00, p.t. „Zwiększenie bezpieczeństwa mieszkańców narażonych na zagrożenia naturalne w zbiornikach retencyjnych województwa łódzkiego przez modernizację sprzętu i wprowadzenie innowacyjnych metod monitoringu w Pracowni Zagrożeń Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego", kierownik projektu: dr Dominik Szczukocki, zatwierdzony do finansowania, okres realizacji projektu: **15.02.2010 r. - 30.11.2010 r**., wartość projektu: **1 280 508,00 PLN** (w tym z Unii Europejskiej: 1 079 931,80 PLN), wykonawca projektu: **M. Zieliński.**

11. Projekt badawczy własny [**konkurs MNiSW nr 40**] nr 95911 [nr rej. N N507 221440] p.t. „Metoda elektrochemicznego otrzymywania ferro- lub paramagnetycznych materiałów stopowych o unikalnych własnościach fizykochemicznych w środowisku stałego pola magnetycznego", (**2010.08.02**) - **M. Zieliński** [kierownik projektu]- pozytywnie oceniony (10,0; 7,0; 3,5 pkt.), nie przyjęty.

12. Projekt badawczy własny [**konkurs MNiSW nr 39**] nr 82979 [nr rej. N N507 515639] p.t. „Opracowanie innowacyjnej metody elektrochemicznego otrzymywania ferromagnetycznych materiałów stopowych o specjalnych własnościach fizykochemicznych w środowisku stałego pola magnetycznego", (**2010.02.01**)- **M. Zieliński** [kierownik projektu]- pozytywnie oceniony (8,0; 8;0; 7,5 pkt.), nie przyjęty.

13. Projekt badawczy własny **[konkurs MNiSW nr 37**] nr 53501 [nr rej. N N507 482537] p.t. „Otrzymywanie w sposób elektrochemiczny materiałów stopowych o specjalnych

własnościach fizykochemicznych w środowisku stałego pola magnetycznego", (**2009.02.02**) - **M. Zieliński** [kierownik projektu]- pozytywnie oceniony (9,5; 7,5; 6,5 pkt.), nie przyjęty.

14. Projekt badawczy MNiSW, o numerze 3T 08C 036 27, p.t. "Badanie wpływu warstw NCD na elektrochemiczne i korozyjne właściwości wybranych stopów biomedycznych na bazie FeCr", kierownik projektu: prof. dr hab. Henryk Scholl, zatwierdzony do finansowania, okres realizacji projektu: **27.08.2004- 26.08.2007 r**., wykonawca projektu: **M. Zieliński.**

9. Recenzje publikacji naukowych w czasopismach międzynarodowych i krajowych.

Recenzje w czasopismach międzynarodowych.

1. ***Indian Journal of Pure & Applied Physics,*** [IF= 0,854], (IJPAP-2062) **(2014).**
2. ***Indian Journal of Pure & Applied Physics,*** [IF= 0,854], (IJPAP- 1010) **(2014).**
3. ***Industrial & Engineering Chemistry Research,*** [IF= 2,206], (ID: ie-2013-03639z) **(2013).**
4. ***Indian Journal of Pure & Applied Physics,*** [IF= 0,854], (IJPAP –1037) **(2013).**
5. ***Indian Journal of Pure & Applied Physics,*** [IF= 0,854], (IJPAP-906) **(2013).**
6. ***Journal of Hazardous Materials,*** [IF= 4,679], (HAZMAT – D – 09 – 00993) (**2009**).
7. ***Electrochimica Acta,*** [IF= 4,088], (SS09-083) (**2009**).
8. ***Journal of Environmental Management,*** [IF = 3,545], (JEMA-D-08-00913) **(2008).**
9. ***Journal of Environmental Management,*** IF = 3,545], (JEMA-D-07-00989) **(2007).**

Recenzje w czasopismach krajowych.

1. ***Inżynieria materiałowa"*** [7 pkt.], z 12.03. **(2012**).

10. Współpraca naukowa i patentowa, zagraniczna i krajowa, staże.

1. **Staż naukowy zagraniczny [2015, 1 miesiąc] –** Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Chemistry and Technology of Environmental Protection, Purkyňova 118, Královo Pole, 61200, Brno, Czech Republic.
(Prof. RNDr. Milada Vávrová, CSc; doc. Ing. Josef Čáslavský, CSc.)

2. Wymiana doświadczeń w sprawie wpływu stałego pola magnetycznego na metale i stopy **[od 2008 r.] -** Leibniz Institute for Solid State and Materials Research Dresden, P.O. Box 270016, D- 01171 Dresden, Germany (Institute for Metallic Materials).
(**prof. dr Ludwig Schulz, dr Jakub Adam Koza**).

3. Współpraca z zespołem technologów w firmie wdrażającej technologie dla przemysłu, dotyczy patentów nr 163643 i nr 186189 (Polska) oraz nr 24576 (Maroko) [**w latach 1997-1999]** - CHEMICAL WASTE TECHNOLOGIES – Environmental Protection Through Chemistry [Joanis Karageorgis – Grecja), 20 East 63rd Street, New York 10021.

4. Współpraca dotycząca zgłoszeń patentowych zagranicznych: PCT/PL93/00012, PCT/PL93/00013, PCT/PL95/00005 [**w latach 1992-1997] -** Spółka "Hercyrkle - Poland", Sp.z o.o., należąca do "Herling Applied Technologies, LTD."[Erwin Herling - USA], Miami Office 5225 Collins Avenue, Miami Beach, Florida 33140.

5. Współpraca w dziedzinie metali i stopów osadzanych elektrochemicznie, metod AFM, SEM, EDX **[od 2010 r.]** - Faculty of Physics and Applied Informatics, Department of Solid State Physics, University of Lodz, Pomorska 149/153, 90-236 Lodz, Poland.
Dr hab. Witold Szmaja, prof. UŁ

6. Współpraca nad syntezami organicznymi prowadzonymi w stałym polu magnetycznym **[od 2011 r.]** - Katedra Chemii Organicznej, Wydział Chemii, Uniwersytet Łódzki, ul. Narutowicza 68, 90-136 Łódź.
Dr hab. Jarosław Lewkowski, Prof. UŁ

7. Współpraca w dziedzinie wykorzystania odpadów fosfogipsowych i popiołów lotnych do tworzenia nowych materiałów budowlanych **[od 2012],** podpisanie umowy dnia 21.01.2013 r] - firma STEAG Energo Mineral Sp. z o.o. ul. Kolejowa 57, 40-602 Katowice.

8. Współpraca w dziedzinie ochrony środowiska **[od 2011/2012] -** Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Kaliszu, ul. Kościuszki 6, 62-800 Kalisz.

9. Umowa o współpracy w dziedzinie otrzymywania dezynfekantów w stałym polu magnetycznym **[21.06.2011]** – Przedsiębiorstwo innowacyjno-wdrożeniowe „IMPULS", 80-336 Gdańsk, ul. Jelenia 2.

10. Współpraca w produkcji nowego tworzywa podłogowego [**1995] -** Laboratorium badawcze w „ C.L.M. Poland S.A.", 26-600 Radom, ul. Strycharska 2, Zakład Produkcyjny, 26-500 Szydłowiec, ul. Kolejowa 99

11. Statystyka dorobku naukowo-badawczego.

L.p.	Nazwa czynnika statystycznego	Wartość (ilość)
1	Całkowita liczba publikacji w czasopismach naukowych	**39**
2	Całkowita liczba publikacji w czasopismach z listy Journal Citation Reports (JCR)	**13**
3	Całkowita lista pozostałych publikacji w czasopismach nieuwzględnionych na liście JCR	**26**
4	Całkowita liczba patentów	**7**
	- zagranicznych	**1**
	- polskich	**6**
5	Całkowita liczba zgłoszeń patentowych	**3**
6	Publikacje książkowe	**2**
7	Sumaryczny impact factor według listy Journal Citation Reports (JCR) za publikacje zgodnie z rokiem opublikowania	**22,439**
	- aktualny	**19,010**
	- średni 5-cio letni	**20,803**
8	Sumaryczna liczba punktów MNiSW za publikacje	**330**
9	Całkowita liczba cytowań publikacji wg bazy Scopus	**53**
10	Całkowita liczba cytowań publikacji wg bazy Web of Science	**51**
11	Liczba cytowań bez autocytowań wg bazy Scopus	**26**
12	Liczba cytowań bez autocytowań wg bazy Web of Science	**24**
13	Indeks Hirscha (h-index) opublikowanych prac wg bazy Scopus	**5**
14	Indeks Hirscha (h-index) opublikowanych prac wg bazy Web of Science	**5**
15	Średni IF zgodnie z rokiem opublikowania w przeliczeniu na wszystkie publikacje z IF	**1,726**
16	Całkowita liczba zgłaszanych projektów badawczych (grantów)	**14**
17	Liczba projektów badawczych (grantów) otrzymanych do realizacji	**4**
18	Liczba konferencji naukowych międzynarodowych i krajowych	**38**
	- międzynarodowych	**15**
	- krajowych	**23**
19	Liczba recenzji publikacji naukowych w czasopismach międzynarodowych i krajowych	**10**
	- międzynarodowych	**9**
	- krajowych	**1**
20	Liczba publikacji (artykuły i patenty) będących podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego	**8**
21	Sumaryczny impact factor według listy JCR za publikacje będące podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, zgodnie z rokiem opublikowania	**14,294**
	- aktualny	**12,622**
	- średni 5-cio letni	**14,720**
22	Całkowita liczba cytowań publikacji będących podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego wg bazy Scopus	**38**
	Całkowita liczba cytowań publikacji będących podstawą do	**38**

	ubiegania się o stopień doktora habilitowanego wg bazy Web of Science	
23	Sumaryczna liczba punktów MNiSW za publikacje (artykuły) będące podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego, zgodnie z rokiem opublikowania	**200**
24	Średni IF zgodnie z rokiem opublikowania w przeliczeniu na publikacje z IF będące podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego	**2,042**

Przedstawiono poniżej dokumenty pokazujące liczbę publikacji i cytowań w danym roku (wg bazy Web of Science oraz Scopus, 03.11.2015).

W dostępnych bazach na dzień 03.11.2015 nie uwzględniono jeszcze dwóch publikacji oraz cytowań:

1. M. Zieliński*, E. Miękoś, D. Szczukocki, R. Dałkowski, B. Krawczyk, R. Juszczak, *Wulfenia***,** "Technology of phosphogypsum waste treatment and influence of constant magnetic field on new materials", Volume 22, No 5, 383-399,(**2015**) [IF= 1,312] [15 pkt.]

2. M. Zieliński*, E. Miękoś, D. Szczukocki, K. Polański, R. Dałkowski, B. Krawczyk, R. Juszczak, *Wulfenia***,** "Waste fly ashes in composites enhanced by constant magnetic field", Volume 22, No 8, 285-297,(**2015**) [IF= 1,312] [15 pkt.]

UWAGA:

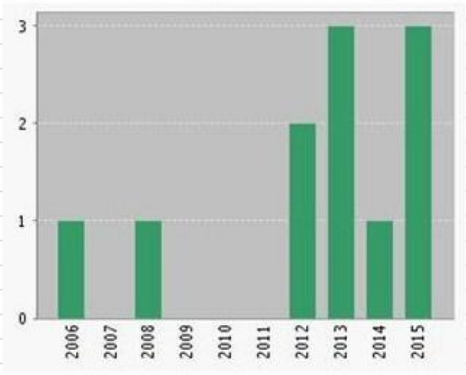
Publikacja umieszczona w bazie Scopus w pozycji 3 powinna posiadać rok wydania 2015 a nie jak mylnie w niej zapisano 2014:

M. Zieliński*, E. Miękoś, D. Szczukocki, R. Dałkowski, A. Leniart, B. Krawczyk, R. Juszczak, *International Journal of Electrochemical Science*, "Effects of constant magnetic field on electrodeposition of Co-W-Cu alloy", Volume 10, Issue 5, pp. 4146-4154, (**2015**). [IF=1,956] [25 pkt.]

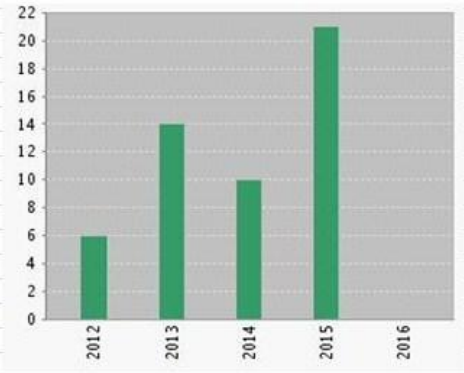
Liczba publikacji i cytowań w danym roku (wg bazy Web of Science, 03.11.2015).

AUTHOR: (zielinski m or zielinski marek) AND ORGANIZATION-ENHANCED: (university of lodz)
Timespan=1945-2016. Indexes=SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, BKCI-S, BKCI-SSH, CCR-EXPANDED, IC.

Liczba publikacji



Liczba cytowań



Results found	11
Sum of the Times Cited	51
Average Citations per Item	4,64
h-index	5

Authors	Source Title
Zielinski, M.; Miekos, E.	JOURNAL OF APPLIED ELECTROCHEMISTRY
Szmaja, W.; Kozlowski, W.; Polanski, K.; Balcerski, J.; Cichomski, M.; Gro	MATERIALS CHEMISTRY AND PHYSICS
Szmaja, Witold; Kozlowski, Witold; Polanski, Krzysztof; Balcerski, Jozef; C	CHEMICAL PHYSICS LETTERS
Zielinski, Marek	INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTROCHEMICAL SCIENCE
Zielinski, Marek	MATERIALS CHEMISTRY AND PHYSICS
Zielinski, Marek	PRZEMYSL CHEMICZNY
Zielinski, Marek	CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS
Kozlowski, W.; Piwonski, I.; Zielinski, M.; Miekos, E.; Polanski, K.; Szmaja	APPLIED PHYSICS A-MATERIALS SCIENCE & PROCESSING
Zielinski, Marek; Miekos, Ewa; Szczukocki, Dominik; Dalkowski, Radoslaw;	INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTROCHEMICAL SCIENCE
Karpowicz, Rafal; Lewkowski, Jaroslaw; Miekos, Ewa; Zielinski, Marek	HETEROATOM CHEMISTRY
Zielinski, Marek	PRZEMYSL CHEMICZNY

Source Title	Publication Date	Issue	Beginning	Ending Page	Article I	DOI	Total Citation:	Average per Year
JOURNAL OF APPLIED ELECTROCHEMISTRY	DEC 2008	12	1771	1778		10.1007/s10800-008-9628-x	14	1,75
MATERIALS CHEMISTRY AND PHYSICS	FEB 15 2012	2-3	1060	1064		10.1016/j.matchemphys.2011.12.06	11	2,75
CHEMICAL PHYSICS LETTERS	JUL 23 2012		117	122		10.1016/j.cplett.2012.06.008	9	2,25
INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTROCHEMICAL SCIENCE	NOV 2013	11	12192	12204			8	2,67
MATERIALS CHEMISTRY AND PHYSICS	AUG 15 2013	1	370	377		10.1016/j.matchemphys.2013.05.02	5	1,67
PRZEMYSL CHEMICZNY	JUL 2006	7	478	482			4	0,4
CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS	AUG 1 2015		13	24		10.1016/j.conbuildmat.2015.04.029	0	0
APPLIED PHYSICS A-MATERIALS SCIENCE & PROCESSING	JUL 2015	1	155	160		10.1007/s00339-015-9183-3	0	0
INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTROCHEMICAL SCIENCE	MAY 2015	5	4146	4154			0	0
HETEROATOM CHEMISTRY	MAY 2014	3	163	170		10.1002/hc.21148	0	0
PRZEMYSL CHEMICZNY	AUG 2013	8	1453	1460			0	0

Liczba cytowań w danym roku wg bazy Web of Science

2012	2013	2014	2015	2016	Total
6	3	2	3	0	14
0	5	2	4	0	11
0	3	1	5	0	9
0	0	4	4	0	8
0	1	1	3	0	5
0	2	0	2	0	4
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
				Total	51

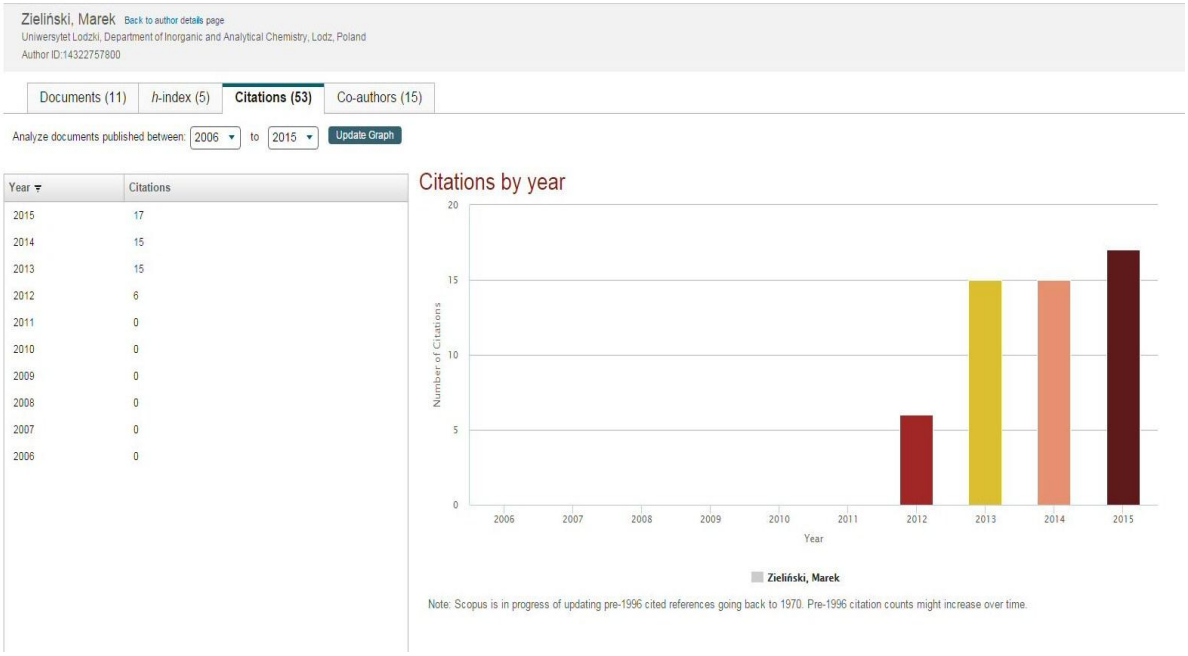
Liczba publikacji i cytowań w danym roku (wg bazy Scopus, 03.11.2015).

Documents

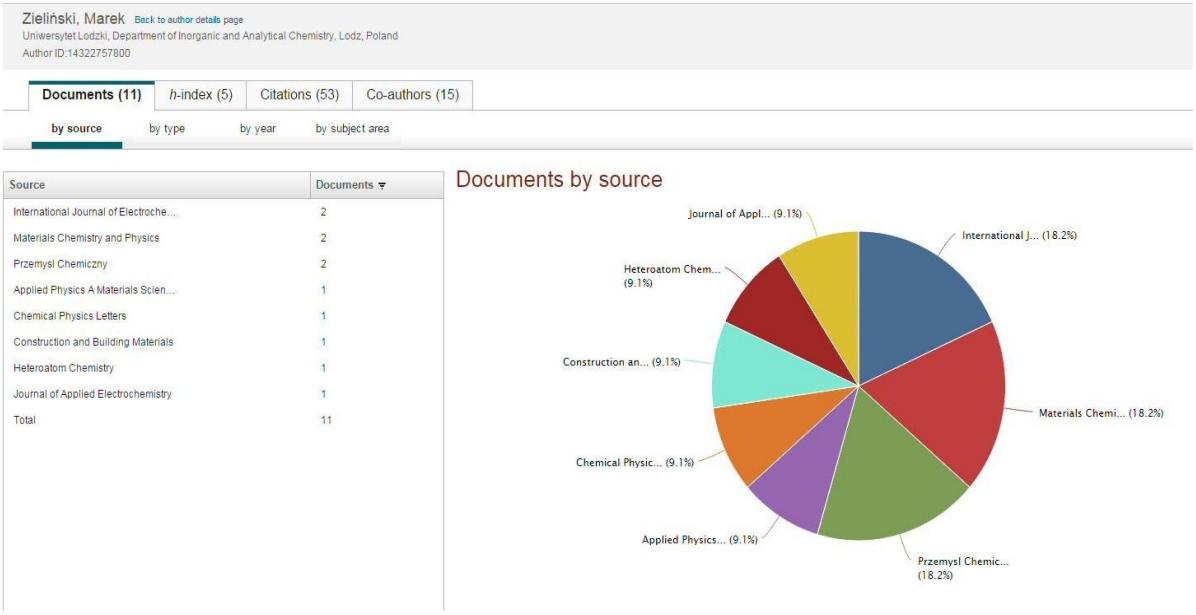
Citations

Sort on: Date (newest) Citation count (descending)		<2011	2011	2012	2013	2014	2015	Subtotal	>2015	Total
	Total	0	0	6	15	15	17	53	0	53
1 Influence of constant magnetic field on the properties of wa...	2015							0		0
2 Investigation of nanocrystalline cobalt films electrodeposit...	2015							0		0
3 Effects of constant magnetic field on electrodeposition of C...	2014							0		0
4 The Kabachnik-Fields reaction accelerated in external magnet...	2014							0		0
5 Influence of constant magnetic field on the electrodepositio...	2013					4	3	7		7
6 Use of the constant magnetic field-treated industrial waste ...	2013							0		0
7 Effects of constant magnetic field on the electrodeposition ...	2013				1	2	2	5		5
8 Investigation of thick cobalt films electrodeposited on gold...	2012				4	2	4	10		10
9 Study of the morphological and magnetic structures of nanocr...	2012				5	4	3	12		12
10 Influence of constant magnetic field on the electrodepositio...	2008			6	3	3	2	14		14
11 Utilization of phosphogypsum in the aspect of environmental ...	2006				2		3	5		5

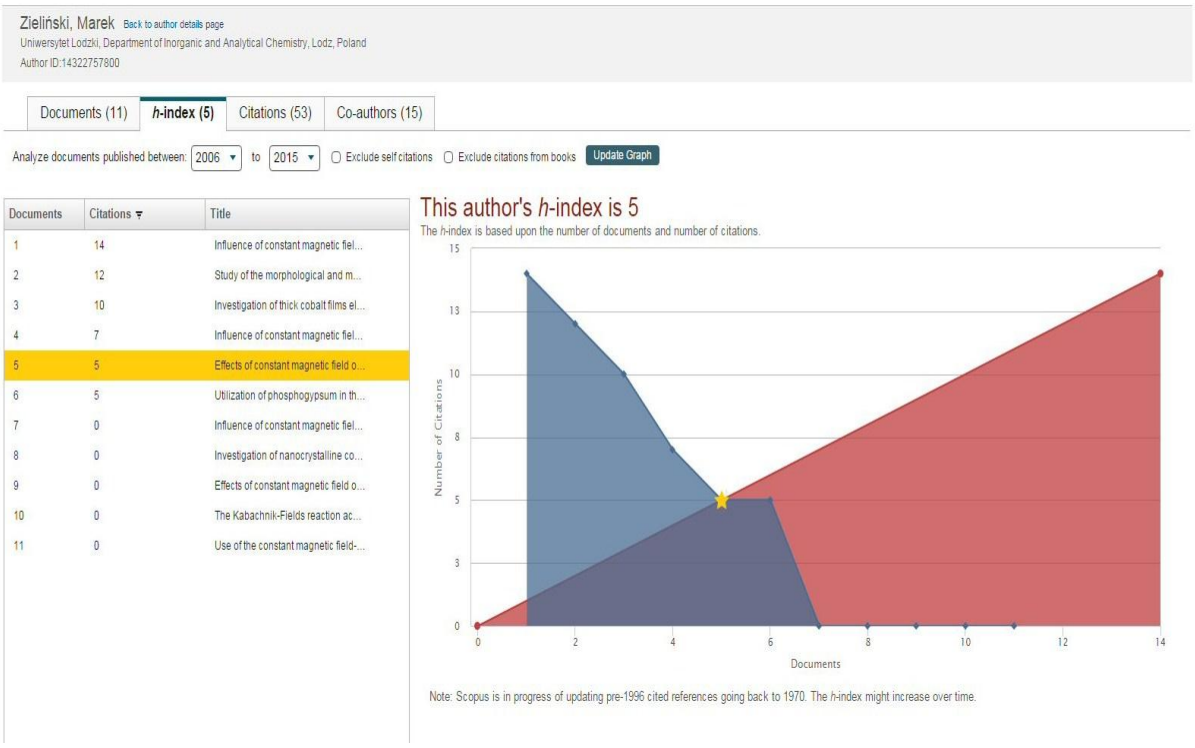
Liczba cytowań w danym roku przedstawiona na wykresie (wg bazy Scopus, 03.11.2015).



Procentowy podział publikacji przypadających na dane czasopismo (wg bazy Scopus, 03.11.2015)



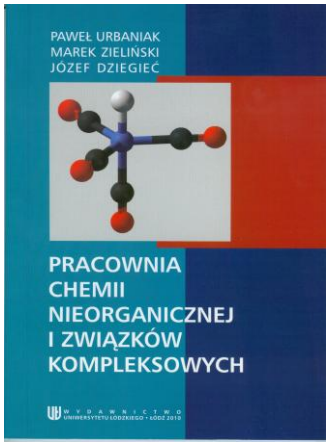
Indeks Hirscha (h – indeks) przedstawiony graficznie (wg bazy Scopus, 03.11.2015.).



DZIAŁALNOŚĆ DYDAKTYCZNA

12. Publikacja książkowa.

P. Urbaniak, **M. Zieliński**, J. Dziegieć, *Pracownia chemii nieorganicznej i związków kompleksowych*, skrypt dla studentów chemii Uniwersytetu Łódzkiego, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, **2010.**



13. Zajęcia dydaktyczne.

- Egzaminy zewnętrzne z chemii – Laboratorium (V rok)
- Laboratorium specjalizacyjne (IV rok)
- Chemia nieorganiczna – Laboratorium (II rok)
  Specjalizacje: Chemia i nanotechnologia nowoczesnych materiałów, Analityka chemiczna, Chemia kosmetyczna, Chemia w nauce i gospodarce
- Chemia związków kompleksowych – Laboratorium (II rok)
- Chemia ogólna i analityczna – Laboratorium (kierunek chemia) (I rok)
- Chemia ogólna i analityczna – Laboratorium (kierunek Ochrona Środowiska) (I rok)
- Gospodarka odpadami i ich recykling - Wykład (II rok)
- Prowadzenie zajęć ze studentami zagranicznymi (12 godzin) podczas stażu naukowego zagranicznego [2015] – Brno University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of

Chemistry and Technology of Environmental Protection, Purkyňova 118, Královo Pole, 61200, Brno, Czech Republic.

14. Opieka naukowa.

Promotorstwo lub opieka prac magisterskich :

1. „Metody badania magnetycznego kompozytu polimerowego w stałym polu magnetycznym". *[Methods of studies of magnetic polymeric composite in constant magnetic field.]* **2015/2016.**
2. „Badania sił magnetycznych powstających w polu magnetycznym magnesów neodymowych. *[The study of magnetic forces in the magnetic field of neodymium magnets]* **2015/2016.**
3. „Sposoby oznaczania przydatności wody uzdatnionej magnetycznie do tworzenia kompozycji betonowych" *[Methods for determining the suitability of magnetically treated water to create concrete composites]* **2014/2015.**
4. „Magnetoelektrochemiczne osadzanie kompozytów metalicznych" [*Magnetoelectrochemical deposition of metallic composites*] **2013/2014.**
5. „Badania fosfogipsów i popiołów lotnych oraz sposoby ich zastosowania z wykorzystaniem stałego pola magnetycznego" [*Research phosphogypsum and the volatile ashes and ways of its application the use of a constant magnetic field*] **2011/2012.**
6. „Wpływ kierunku indukcji magnetycznej na właściwości elektrochemiczne i fizykochemiczne ferromagnetycznych, dwuskładnikowych materiałów stopowych" ["*The influence of the direction of magnetic induction on electrochemical and physicochemical properties of ferromagnetic binary alloy materials"]* **2010/2011**.
7. „Stopy i nadstopy kobaltu otrzymywane elektrochemicznie w przestrzeni stałego pola magnetycznego" [*Cobalt alloys and superalloys obtained in constant magnetic field]* **2009/2010**.
8. „Kinetyka elektrochemicznej redukcji stopów w środowisku stałego pola magnetycznego oraz badanie ich własności fizykochemicznych" *[Electrochemical reduction kinetics of alloys in constant magnetic field and investigation of their physico-chemical properties]* **2008/2009**.

9. „Badania własności magnetycznych stopów dwuskładnikowych i trójskładnikowych, otrzymywanych elektrochemicznie w stałym polu magnetycznym”, [*Research into the characteristics of magnetic alloys of binary and ternary ingredients received electrochemically in a constant magnetic field]* **2007/2008**.
10. „Wpływ stałego pola magnetycznego na kinetykę procesów elektrokrystalizacji i elektroroztwarzania stopu trójskładnikowego Co-Mo-W” [*Influence of constant magnetic field on electroreduction and electrooxidaion kinetics of Co-Mo-W ternary alloy]* **2006/2007**.
11. „ Redukcja diamagnetyków na elektrodzie paramagnetycznej w stałym polu magnetycznym” [*Diamagnetic reduction on the paramagnetic electrode in a constant magnetic field]* **2001/2002**.
12. „Wpływ kierunku oddziaływania stałego pola magnetycznego na reakcje redoks wybranych związków nieorganicznych” [*Influence the direction of the impact of constant magnetic field selected on the redox reactions of inorganic compounds]* **1999/2000**.
13. „Wpływ stałego pola magnetycznego na kinetykę reakcji utleniania i redukcji 4-hydroksy-2,2,4,6,6-pentametylopiperydyno-1-oksylu” *[Effect of constant magnetic field on the kinetics of oxidation and reduction of 4-hydroxy-2,2,4,6,6- pentamethylpiperydyl-1-oksyl]* **1998/1999.**

Promotorstwo prac licencjackich:

1. „Efekt magnetokaloryczny w para- i ferromagnetykach” [*„Magnetocaloric effect in para- and ferromagnetics”*] **2015.**
2. „Modyfikacje materiałów budowlanych polimerami” [„*Modifications of building by polymers*”] **2013**.
3. „Analiza składu chemicznego i własności fizyczne odpadów przemysłowych pochodzenia chemicznego przy produkcji kwasu fosforowego” [„*Analysis of chemical composition and physical properties of chemical industrial waste in the production of phosphoric acid "*] **2010**.

Recenzje prac licencjackich:

1. „Biomineralizacja materiałów” [*Biomineralization of materials*] **2015.**
2. „Ciecze magnetoreologiczne” [*Magnetorheological fluids]* **2015.**

3. „Metody oznaczania wybranych herbicydów w próbkach środowiskowych i wodzie pitnej" [*Determination of selected herbicides In environment al Samales and drinking water*] **2014.**
4. „Metody wyznaczania stałych równowag kwasowo-zasadowych na powierzchni ciała stałego" [Determination methods of acid/base equilibria constans of solid surfa ces] **2013.**
5. „Materiały magnetyczne miękkie i twarde oraz ich zastosowanie" [*Soft and hard magnetic materials and their application"*] **2013.**
6. „Wybrane reakcje biochemiczne i bioelektrochemiczne w środowisku stałego pola magnetycznego" *["Some biochemical and bioelectrochemical reactions in constant magnetic field"*] **2012.**

DZIAŁALNOŚĆ ORGANIZACYJNA

- Członek zwyczajny Stowarzyszenia Polskich Wynalazców i Racjonalizatorów [SPWiR] (**od 04.01.1993** r., nr leg. 1011).

- Delegat z UŁ na Walne Zebrania Delegatów Sekcji Nauki NSZZ UŁ, członek Komisji Rewizyjnej NSZZ UŁ (2014-2018).

- Ekspert Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (Magnetochemia, magnetoelektrochemia, inżynieria materiałowa, wykorzystanie odpadów – fosfogipsy, popiół lotny) (**od 2012**).

15. Propagowanie chemii.

1. Udział w Konkursie na najlepszą pracę magisterską, inżynierską i doktorską w 2014 roku, praca zakwalifikowana do II Etapu Konkursu o Nagrodę ABB p.t. „Magnetoelektrochemiczne osadzanie kompozytów metalicznych" [*Magnetoelectrochemical deposition of metallic composites*], **2013/2014** [promotor i opiekun – **M. Zieliński**].
2. VI Międzynarodowy Festiwal Łódź Design 2012, przedstawiający wystawę projektów. Projekt przedstawiony miał tytuł: "Technologia uzdatniania odpadowych fosfogipsów,

badania nowych materiałów i kompozytów", Łódź **(2012), M. Zieliński**, E. Miękoś.

3. Wywiad dla Radia Łódź (czerwiec **2012**) **M. Zieliński** p.t. „Uzdatnianie odpadów przemysłowych. Tworzenie nowych materiałów. Wpływ stałego pola magnetycznego na reakcje chemiczne, elektrochemiczne i materiały".
4. Udział w Konkursie na najlepszą pracę magisterską **w 2012 roku**, Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Łodzi, „Badania fosfogipsów i popiołów lotnych oraz sposoby ich zastosowania z wykorzystaniem stałego pola magnetycznego" [*Research phosphogypsum and the volatile ashes and ways of its application the use of a constant magnetic field*] [promotor – **M. Zieliński**]
5. Coroczne prezentacje i pogadanki dla młodzieży szkół średnich i gimnazjalnych podczas pikników naukowych na temat: uzdatniania odpadów przemysłowych – fosfogipsy, popioły lotne, tworzenia nowych materiałów; wpływu stałego pola magnetycznego na reakcje chemiczne, elektrochemiczne i materiały [**M. Zieliński**, E. Miękoś].
6. Referat [**M. Zieliński**], „*The technology of transformation of phosphogypsum waste"*, Central European Forum of Biotechnology & Innovative BioEconomy, Bioforum Łódź **(2010).**

16. Międzynarodowe i krajowe nagrody, wyróżnienia i medale.

1. Medal srebrny za długoletnią służbę (państwowy) [Łódź, **17.10.2011**]

2. Medal "UŁ w służbie społeczeństwu i nauce" [Łódź, **25.05.2009** r.]

3. Złota odznaka UŁ [Łódź, **23.05.2003** r.]

4. Wyróżnienie pracy doktorskiej, Wydział Fizyki i Chemii Uniwersytetu Łódzkiego, [Łódź, **27.09.2001**].

5. Srebrna Honorowa Odznaka SPWiR (Stowarzyszenia Polskich Wynalazców i Racjonalizatorów) [Warszawa, **14.09.2000 r.]**

6. Srebrny medal „Za Zasługi Dla Ligi Obrony Kraju", nr leg.22682, [Warszawa, **29.03.1994r.]**

7. Srebrny Medal w kategorii „Przemysł Chemiczny", Światowa Wystawa „Brussels Eureka-92, [Bruksela (Belgia), **11.11.1992 r.**]

8. Nagroda Specjalna Prezesa Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych za rozwiązanie p.t. „Nowe tworzywo ceramiczno-podobne", [Warszawa, **24.06.1992** r.]