

**Załącznik 2a.** Autoreferat przedstawiający opis osiągnięć naukowych, dorobku dydaktycznego oraz współpracy z organizacjami naukowymi  
- w języku polskim

**dr inż. Izabela HAGER**

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

## **Autoreferat**

*Kraków, 15 października 2015r.*

Zawartość załącznika 2a. Autoreferat

<b>1. Imię i nazwisko</b>	<b>3</b>
<b>2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe</b>	<b>3</b>
<b>3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.</b>	<b>4</b>
<b>4. Przebieg kariery zawodowej do uzyskania stopnia doktora</b>	<b>4</b>
<b>5. Wskazanie osiągnięcia w zakresie naukowo badawczym</b>	<b>6</b>
a) cykl publikacji powiązanych tematycznie stanowiących osiągnięcie naukowe	6
b) omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z przedstawieniem możliwości ich wykorzystania	10
c) autoocena dorobku publikacyjnego	16
d) kierowanie krajowym projektem badawczym, uczestnictwo w projektach	17
e) patenty i międzynarodowe i krajowe	17
f) nagrody i wyróżnienia	17
<b>5. Osiągnięcia w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego</b>	<b>18</b>
a) działalność dydaktyczna	18
b) działalność inżynierska	18
c) uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych (chronologicznie)	18
d) udział w międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych i publikacje w wydawnictwach konferencyjnych	19
e) udział w konsorcjach i sieciach badawczych (chronologicznie)	20
f) udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism	21
g) członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych	21
h) opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego, z podaniem tytułów rozpraw doktorskich	22
i) staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich	22
j) udział w zespołach eksperckich i konkursowych	22
k) recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych oraz publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych	22
l) inna działalność organizacyjna na rzecz nauki lub szkolnictwa wyższego	23
m) odbyte studia, kursy i szkolenia (chronologicznie)	24



## 1. Imię i nazwisko

---

**Izabela HAGER, dr inż.**

## 2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe

---

**Stopień doktora Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Ecole des Ponts ParisTech (2004).** Tytuł rozprawy doktorskiej: org. "Comportement à haute température des bétons à haute performance - évolution des principales propriétés mécaniques", (pl. "Zachowanie się betonów wysokowartościowych w wysokiej temperaturze ewolucja podstawowych właściwości mechanicznych"). Współpromotorzy Prof. dr hab. inż. Jacques Rilling Prof. dr hab. inż. Jacek Śliwiński. Recenzenci: Prof. dr hab. inż. Christian La Borderie i Prof. dr hab. inż. Andrzej M. Brandt

*Dyplom uznany za równorzędny ze stopniem naukowym doktora nauk technicznych w Rzeczypospolitej Polskiej decyzją Rady Wydziału Inżynierii Lądowej w dniu 23.02.2005 r. podstawie rozporządzenia Prezesa Rady Ministrów (Dz. U. Nr 69, poz.296).*

**Tytuł Mastère Spécialisé en Ingénierie du Bâtiment, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (2000).** Temat pracy dyplomowej: org. „*Déformation thermique transitoire*” (pl. "Przejściowe odkształcenia termiczne")

**Tytuł magistra inżyniera, Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki, specjalność Konstrukcje Budowlane i Inżynierskie (1998).** Tytuł pracy dyplomowej: „*Analiza odkształceń zaczynów i zapraw cementowych modyfikowanych pyłem krzemionkowym*”.



### 3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.

---

2001 - obecnie **adiunkt naukowo-dydaktyczny**, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii Lądowej, Instytut Materiałów i Konstrukcji Budowlanych, Katedra Technologii Materiałów Budowlanych i Ochrony Budowli.

Pełnione funkcje:

- **Senator** (z wyboru) Politechniki Krakowskiej im. T. Kościuszki (2012-obecnie),
- **Członkini Wydziałowej Komisji ds. Rozwoju** (2013-obecnie),
- **Członkini Rady Programowej** Centrum Badań i Rozwoju Urządzeń Przemysłowych "CEBEA", pozawydziałowej jednostki organizacyjnej Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki (2015-obecnie).

1998-2001 **asystent naukowo-dydaktyczny**, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii Lądowej, Instytut Materiałów i Konstrukcji Budowlanych, Katedra Technologii Materiałów Budowlanych i Ochrony Budowli (*w okresie X. 2001 - XI. 2004 oddelegowana na studia doktoranckie do Ecole Nationale des Ponts et Chaussées / Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Francja*).

2001-2004 **pracownik naukowo-badawczy** CSTB Centre Scientifique et Technique du Bâtiment Marne-la-Vallée, Francja.

### 4. Przebieg kariery zawodowej do uzyskania stopnia doktora

---

Studia na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej rozpoczęłam w 1993, gdzie w roku 1998 uzyskałam tytuł magistra inżyniera budownictwa. Praca magisterska dotycząca „*Analizy odkształceń zaczynów i zapraw cementowych modyfikowanych pyłem krzemionkowym*” została wyróżniona przez Radę Wydziału. W tym samym roku zostałam zatrudniona na stanowisku asystenta w Katedrze Technologii Materiałów Budowlanych i Ochrony Budowli, gdzie pracuję do dziś.

W 1999 zostałam oddelegowana na 3 semestralne studia Mastère w *Ecole Nationale des Ponts et Chaussées* (ENPC). Po uzyskaniu absolutorium rozpoczęłam 6 miesięczny staż naukowy w Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), Marne-la-Vallée, Francja. W grudniu 2000 roku obroniłam moją pracę dyplomowa uzyskując tytuł Mastère Spécialisé en Ingénierie du Bâtiment.

Po uzyskaniu dyplomu Mastère zaproponowano mi trzyletnie stypendium naukowe i kontynuację prac badawczych w CSTB w ramach doktoratu. W tym celu między Politechniką Krakowską i ENPC została podpisana umowa dwustronna w wyniku której prace realizowane były w proporcjach 2/3 i 1/3 we Francji i w Polsce. Badania w CSTB prowadzone były pod opieką merytoryczną Profesora ENPC Jacques Rillinga, natomiast zakres działań realizowany w Polsce odbywał się pod opieką Profesora Jacka Śliwińskiego. Wyniki realizowanych w tym okresie badań były opublikowane w czasopiśmie Cement Wapno Beton



[1]<sup>1</sup> oraz zaprezentowane na konferencjach międzynarodowych *6th International Symposium on Utilization of High Strength/High Performance Concrete, Leipzig (2002)*, *XXIIèmes Rencontres AUGC-Ville & Génie Civil (2004)*, *Rilem Symposium on Fibre Reinforced Concrete (BEFIB 2004)*, *Konferencji Dni Betonu (2004)* [2, 3, 4] i krajowych: IV Konferencji Naukowo Technicznej Zagadnienia Materiałowe w Inżynierii Lądowej (MATBUD'2003) i na konferencji Dni Betonu 2004 [5, 6]. Podczas trwania stażu w CSTB powstały również raporty techniczne w języku francuskim dotyczące zrealizowanych badań [7].

Pracę doktorską obroniłam w 2004 roku we Francji w ENPC [8], uzyskując ocenę bardzo dobrą z wyróżnieniem (*Très honorable avec les félicitations du jury*). Praca została również nagrodzona w 2005 roku nagrodą Ministra Edukacji Narodowej i Sportu.

Po powrocie do kraju i kontynuowałam swoje prace badawcze w Politechnice Krakowskiej, koncentrując się na zagadnieniu związanym z zastosowaniem włókien polipropylenowych jako rozwiązania technologicznego umożliwiającego ograniczenie występowania zjawiska eksplozyjnego zachowania się betonów wysokowartościowych w warunkach działania wysokiej temperatury. W zrealizowanym przeze mnie programie badawczym określałam m.in. wpływ ilości oraz długości włókien polipropylenowych na zdolności transportowe betonów wysokowartościowych które poddane działaniu temperatury przekraczającej 170 °C topią się tworząc sieć porów umożliwiających redukcję ciśnienia pary wodnej, skutecznie ograniczając wystąpienie złuszczeń betonu o charakterze eksplozyjnym.

Kontynuowałam również badania dotyczące określenia wpływu składu betonów na właściwości fizyczne i mechaniczne określane po ogrzaniu do temperatury 200 -1200 °C temperatury na beton jak również zajęłam się jakościową i ilościową diagnostyką uszkodzeń materiałowych wynikających z ogrzewania.

Prace badawcze wykonane w tym okresie finansowane były ze środków przyznanych przez jednostkę macierzystą oraz pozyskanych w ramach Grantu NCN (punkt 5 d.) którego byłam kierownikiem. Realizowane pod moją opieką prace inżynierskie i magisterskie zrealizowane pod moją opieką dotyczyły sposobów diagnozowania oraz jakościowej i ilościowej oceny uszkodzeń betonu wynikających z ogrzewania.

<sup>1</sup> odwołania do publikacji według numeracji przyjętej w spisie znajdującym się w Załączniku 5. Wykaz wszystkich opublikowanych prac naukowych



a) cykl publikacji powiązanych tematycznie stanowiących osiągnięcie naukowe:

Osiągnięciem naukowym jakie stanowi przedmiot starania się o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego, jest cykl publikacji jakie powstały w latach 2009-2015 powiązanych tematycznie pod zbiorczym tytułem **"Wpływ oddziaływania wysokiej temperatury na betony cementowe i diagnostyka ich uszkodzeń pożarowych."** W skład tego zestawu wchodzi 18 publikacji, oznaczonych odpowiednio [C1-C18], przedstawionych w tabeli poniżej i uporządkowanych według głównych problemów naukowo-badawczych.

L.p.	Cykl publikacji powiązanych tematycznie : <b>"Wpływ oddziaływania wysokiej temperatury na betony cementowe i diagnostyka ich uszkodzeń pożarowych."</b>	Inf. dodatkowe: Liczba pkt. wg listy MNiSW, IF Impact Factor, Indeksowanie w bazach danych (dot. konferencji)
<b>1. Wpływ oddziaływania wysokiej temperatury na właściwości betonów cementowych</b>		
[C1]	<b>HAGER I.</b> , Behaviour of cement concrete at high temperature, <i>Bulletin of the Polish Academy of Sciences - Technical Sciences</i> , Vol. 61, No. 1, pp. 145-154, 2013 (DOI: 10.2478/bpasts-2013-0013) <i>(mój udział 100%, koncepcja artykułu, opracowanie przeglądu literaturowego, redakcja tekstu, opracowanie graficzne, formułowanie wniosków)<sup>2</sup></i>	<i>MNiSW 25 IF: 1.107</i>
[C2]	<b>HAGER I.</b> , TRACZ T., ŚLIWIŃSKI J., KRZEMIEN K., Influence of aggregate nature on properties of high performance concrete subjected to high temperature, <i>Fire and Materials</i> , 2015 (DOI:10.1002/fam.2318) <i>(mój udział 60%, kierowanie projektem naukowym obejmującym badania opisane w tej pracy, sformułowanie problemu, opracowanie programu badań, koncepcja artykułu, analiza wyników badań, redakcja tekstu, opracowanie graficzne, formułowanie wniosków)</i>	<i>MNiSW 25 IF: 1.323</i>
[C3]	<b>MINDEGUIA J.C.</b> , <b>HAGER I.</b> , <b>PIMIENTA P.</b> , <b>LA BORDERIE C.</b> , <b>CARRÉ H.</b> : Parametrical study of transient thermal strain of high performance concrete, <i>Cement and Concrete Research</i> , Vol. 48, pp. 40-52, 2013 (DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconres.2013.02.004">http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconres.2013.02.004</a> ) <i>(mój udział 35%, opracowanie metody badawczej, realizacja badań doświadczalnych, analiza wyników badań, formułowanie wniosków, redakcja tekstu, opracowanie graficzne)</i>	<i>MNiSW 45 IF: 3.848</i>

<sup>2</sup> Oświadczenia współautorów publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe, określających udział i rolę w ich powstaniu przedstawiono w Załączniku 6.



[C4]	<p><b>HAGER I., KRZEMIEN K.</b>, An overview of concrete modulus of elasticity evolution with temperature and comments to European code provisions, <i>IFireSS – International Fire Safety Symposium Coimbra</i>, Portugal, 20th-23rd April 2015, pp 703-709</p> <p>(mój udział 60%, sformułowanie problemu badawczego, realizacja badań doświadczalnych, analiza wyników badań, koncepcja artykułu, redakcja tekstu, formułowanie wniosków; wygłoszenie referatu)</p>	Publikacja indeksowana w WoS i Scopus
[C5]	<p><b>HAGER I. , ZDEB T.</b>, Influence of curing conditions on spalling behaviour of Reactive Powder Concretes, <i>2nd International RILEM Workshop on Concrete Spalling Due to Fire Exposure</i>, ed. F. Dehn, E.A.B. Koenders, 5-7 October 2011, Delft, The Netherlands, pp. 377-383</p> <p>(mój udział 65%, sformułowanie problemu badawczego, wykonanie przeglądu literaturowego, opracowanie programu badań, wykonanie systemu pomiarowego, realizacja badań doświadczalnych, opracowanie i analiza wyników badań, koncepcja artykułu, redakcja tekstu, formułowanie wniosków; wygłoszenie referatu )</p>	-
2.Ocena efektywności stosowania włókien polipropylenowych w redukcji negatywnych skutków oddziaływania wysokiej temperatury na beton		
[C6]	<p><b>HAGER I., TRACZ T.</b>, Wpływ wysokiej temperatury na wybrane właściwości betonu wysokowartościowego z dodatkiem włókien polipropylenowych, (Influence of high temperature on selected properties of high performance concrete modified by the addition of polypropylene fibres), <i>Cement Wapno Beton</i>, styczeń/luty 2009, nr 1, s. 3-10</p> <p>(mój udział 65%, sformułowanie problemu badawczego, wykonanie przeglądu literaturowego, współudział w realizacji badań, opracowanie i analiza wyników badań, koncepcja artykułu, redakcja tekstu, formułowanie wniosków)</p>	MNiSW 9
[C7]	<p><b>HAGER I., TRACZ T.</b>, The impact of the amount and length of fibrillated polypropylene fibers on the properties of HPC exposed to high temperature, <i>Archives of Civil Engineering</i>, 1/2010, pp. 57-68</p> <p>(mój udział 65 %, sformułowanie problemu badawczego, wykonanie przeglądu literaturowego, przygotowanie programu badań, współudział w realizacji badań, opracowanie i analiza wyników badań, koncepcja artykułu, redakcja tekstu, formułowanie wniosków)</p>	MNiSW 6
[C8]	<p><b>HAGER I., ZDEB T., KRZEMIEN K.</b>, The impact of the amount of polypropylene fibres on spalling behaviour and residual mechanical properties of Reactive Powder Concretes, 3rd International Workshop on Concrete Spalling due to Fire Exposure, Paris, 25-27 September 2013 MATEC Web of Conferences 6, 02003 (2013) DOI: 10.1051/mateconf/20130602003</p> <p>(mój udział 60 %, sformułowanie problemu badawczego, wykonanie przeglądu literaturowego, przygotowanie programu badań, opracowanie i analiza wyników badań, koncepcja artykułu, redakcja tekstu, formułowanie wniosków)</p>	Publikacja indeksowana w WoS i Scopus



3.Diagnostyka betonu uszkodzonego oddziaływaniem wysokiej temperatury		
3.1.	Zagadnienia ogólne	
[C9]	<p><b>HAGER I.</b>, Methods for assessing the state of concrete in fire damaged structures / Metody oceny stanu betonu w konstrukcji po pożarze, <i>Cement Wapno Beton</i>, lipiec/sierpień 2009 r., nr 4, s. 167-178</p> <p>(mój udział 100%, koncepcja artykułu, opracowanie przeglądu literaturowego, redakcja tekstu, opracowanie graficzne, formułowanie wniosków)</p>	MNiSW 6
[C10]	<p><b>HAGER I.</b>, CHUDYBA K.: Metodyka oceny stanu technicznego konstrukcji z betonu po pożarze, (ang. Methodology of concrete structure technical state estimation after fire), <i>Przegląd Budowlany</i>, 6/2010, pp. 40-45</p> <p>(mój udział 50%, opracowanie koncepcji artykułu, opracowanie przeglądu literaturowego, redakcja tekstu, opracowanie graficzne, formułowanie wniosków)</p>	MNiSW 6
[C11]	<p><b>HAGER I.</b>, TRACZ T., KRZEMIENI K. Przydatność wybranych metod nieniszczących i niszczących w ocenie stanu betonu po pożarze, Usefulness of selected non-destructive and destructive methods in the assessment of concrete after fire, <i>Cement Wapno Beton</i>, 3/2014, pp. 145-151</p> <p>(mój udział 60 %, kierowanie projektem naukowym obejmującym badania opisane w tej pracy, sformułowanie problemu badawczego, przygotowanie programu badań, opracowanie koncepcji i nadzór nad wykonaniem pieca wysokotemperaturowego, dobór metod badawczych, współudział w realizacji badań, opracowanie i analiza wyników badań, koncepcja artykułu, redakcja tekstu, formułowanie wniosków, opracowanie graficzne)</p>	MNiSW 15 IF: 0. 34
3.2	Możliwości wykorzystania metod nieniszczących i częściowo niszczących w diagnostyce betonu uszkodzonego działaniem wysokiej temperatury	
[C12]	<p><b>HAGER I.</b> - Wytrzymałość na ściskanie i prędkość rozchodzenia się fali ultradźwiękowej w betonach zwykłych i wysokowartościowych poddanych działaniu wysokiej temperatury (ang. Compressive strength and ultrasonic pulse velocity in ordinary and high performance concretes subjected to high temperature). Materiały 57. Konferencji Naukowej Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN, Krynica 2011, pp.120-121) opublikowano w Zeszytach Naukowych Politechniki Rzeszowskiej. Budownictwo i Inżynieria Środowiska, Vol. 276, 2011, pp 307-312</p> <p>(mój udział 100%, sformułowanie problemu badawczego, wykonanie przeglądu literaturowego, przygotowanie programu badań, realizacja programu badań, opracowanie i analiza wyników, redakcja tekstu, opracowanie graficzne, formułowanie wniosków, wygłoszenie referatu)</p>	MNiSW 6
[C13]	<p><b>HAGER I.</b>, TRACZ T., The relations between the assessed diagnostic parameters and mechanical properties of heated concretes, <i>IFireSS – International Fire Safety Symposium Coimbra</i>, Portugal, 20th-23rd April 2015, pp. 341-347</p> <p>(mój udział 70%, sformułowanie problemu badawczego, opracowanie i realizacja programu badań, analiza wyników , redakcja tekstu, opracowanie graficzne, formułowanie wniosków, wygłoszenie referatu)</p>	Publikacja indeksowana w WoS i Scopus





[C14]	<p><b>HAGER I., TRACZ T.:</b> Wpływ wysokiej temperatury na wytrzymałość na ściskanie i twardość powierzchniową betonów zwykłego i wysokowartościowego, (ang. Influence of high temperature on compressive strength and surface hardness of ordinary and high performance concretes), <i>Materiały Budowlane</i>, 5'2010 (nr 453)</p> <p><i>(mój udział 60%, sformułowanie problemu badawczego, opracowanie programu badań, analiza wyników, redakcja tekstu, opracowanie graficzne, formułowanie wniosków)</i></p>	MNiSW 6
[C15]	<p><b>KRZEMIEN K., HAGER I.,</b> Post-fire assessment of mechanical properties of concrete with the use of the impact-echo method, <i>Construction and Building Materials</i> 08/2015; 96:155-163. DOI:10.1016/j.conbuildmat.2015.08.007</p> <p><i>(mój udział 50%, sformułowanie problemu badawczego, opracowanie programu badań, dobór metody badawczej, analiza wyników, formułowanie wniosków)</i></p>	MNiSW 45 IF.: 2.296
[C16]	<p><b>HAGER, I., KIWIT, R.,</b> The assessment of heat damaged concrete based on the penetration depth of probes fired with gunpowder tool / Ocena uszkodzeń pożarowych betonu na podstawie głębokości zagłębienia łącznika wstrzeliwanego osadzakim prochowym, <i>Cement Wapno Beton</i>, 3/2012, pp.155-159</p> <p><i>(mój udział 70%, zaproponowanie metody diagnostycznej, sformułowanie problemu badawczego, opracowanie programu badań, opracowanie procedury badawczej, analiza wyników, redakcja tekstu, opracowanie graficzne, formułowanie wniosków)</i></p>	MNiSW 15 IF.: 0.385
3.3	Możliwości wykorzystania kolorymetrii w popożarowej diagnostyce betonu	
[C17]	<p><b>HAGER I.,</b> Colour change in heated concrete, <i>Fire Technology</i>, Volume 50, 2014, pp 945-958 (DOI: 10.1007/s10694-012-0320-7)</p> <p><i>(mój udział 100%, kierowanie projektem naukowym obejmującym badania opisane w tej pracy, opracowanie przeglądu literaturowego, sformułowanie problemu badawczego, opracowanie nowe metody diagnostycznej, opracowanie programu badań, realizacja badań, określenie procedury badawczej i wyznaczenie sposobu analizy wyników, formułowanie wniosków, redakcja tekstu, opracowanie graficzne)</i></p>	MNiSW 25 IF.: 1.297
[C18]	<p><b>CARRE H., HAGER I., PERLOT C.,</b> Contribution to the development of colorimetry as a method for the assessment of fire damaged concrete, <i>European Journal of Environmental and Civil Engineering</i>, Volume 18, Issue 10, 25 November 2014, Pages 1130-1144 (DOI:10.1080/19648189.2014.883336)</p> <p><i>(mój udział 40%, sformułowanie problemu badawczego, opracowanie nowe metody diagnostycznej, opracowanie programu badań, realizacja badań, określenie procedury badawczej i wyznaczenie sposobu analizy wyników, formułowanie wniosków, redakcja tekstu)</i></p>	MNiSW 15 IF.: 0.514



b) omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z przedstawieniem możliwości ich wykorzystania

Zainteresowanie tematyką dotyczącą **"Wpływu oddziaływania wysokiej temperatury na betony cementowe i diagnostyki ich uszkodzeń pożarowych"** było spowodowane licznymi przypadkami pożarów jakie miały miejsce w latach 90 tych w obiektach budowlanych i inżynierskich (np. w tunelach komunikacyjnych Mont Blanc, Tauern, Gotthard i Channel Tunnel). Pożary obiektów inżynierskich wiążą się zwykle z poważnymi kosztami społecznymi oraz materialnymi. W ostatnich latach zagadnienia bezpieczeństwa pożarowego obiektów betonowych były przedmiotem licznych projektów badawczych, realizowanych w krajach członkowskich Unii Europejskiej, jak i na świecie. W Polsce tematyką tą, dotyczącą zarówno problemów konstrukcyjnych jak i materiałowych, zajmuje się stosunkowo niewiele ośrodków badawczych co skłoniło mnie do zajęcia się tym zagadnieniem.

Do opisanie wyników moich badań dotyczące tego zagadnienia wybrałam 18 publikacji powiązanych tematycznie, opisujących szczegółowo zagadnienia:

1. Wpływu oddziaływania wysokiej temperatury na właściwości betonów cementowych [C1, C2, C3, C4, C5];
2. Oceny efektywności stosowania włókien polipropylenowych w redukcji negatywnych skutków oddziaływania wysokiej temperatury na beton [C6, C7, C8];
3. Diagnostyki betonu uszkodzonego oddziaływaniem wysokiej temperatury;
  - 3.1. Zagadnienia ogólne [C9, C10, C11];
  - 3.2. Możliwości wykorzystania metod nieniszczących i częściowo niszczących w diagnostyce betonu uszkodzonego działaniem wysokiej temperatury [C12, C13, C14, C15, C16];
  - 3.3. Możliwości wykorzystania kolorymetrii w popożarowej diagnostyce betonu [C17, C18].

Celem naukowym zrealizowanych prac badawczych, których wyniki zostały przedstawione w publikacjach [C1-C5] było określenie i opisanie wpływu wybranych parametrów dotyczących składu badanych betonów cementowych na zmianę właściwości mechanicznych i fizycznych spowodowaną ogrzewaniem.

Publikacja [C1] dotyczyła ogólnego opisu zjawisk jakie zachodzą w ogrzewanym betonie. Przedstawiono zjawiska zachodzące w ogrzewanym zaczynie cementowym i kruszywach zwracając uwagę na przyczyny powstawania uszkodzeń wynikających z ogrzewania. Stopniowe ogrzewanie powoduje wzrost porowatości zaczynu cementowego oraz powstawanie rys, które wyraźnie widoczne są po ograniu do 600°C, nie tylko na granicy faz zaczyn - kruszywo ale również, rysy mogą pojawiać się w samym kruszywie w przypadku kruszyw zawierających kwarc. Istotnym, z punktu widzenia zachowania się betonu w warunkach działania wysokiej temperatury ma rodzaj zastosowanego kruszywa, które zajmując ok 80% objętości betonu ma wpływ m.in. na jego odkształcalność termiczną [C1, C3] i odkształcalność termiczną pod obciążeniem mechanicznym, a również na właściwości fizyczne i mechaniczne. Ta tematyka została przedstawiona w publikacji [C2] opisującej wyniki badań zmierzające od określenia wpływu rodzaju kruszywa na właściwości betonów wysokowartościowych poddanych działaniu wysokiej temperatury. Badania dotyczyły określenia zmian właściwości mechanicznych: wytrzymałości na ściskanie i rozciąganie przy rozłupywaniu oraz wyznaczenia zależności naprężenie - odkształcenie, w tym określenie modułu sprężystości. Składy analizowanych betonów wysokowartościowych jak również objętość zaczynu i zaprawy oraz skład ziarnowy kruszyw zostały tak dobrane aby jedynym



zmiennym parametrem był rodzaj zastosowanego kruszywa. Zrealizowany przegląd literatury pokazał wyraźnie, iż zmiany właściwości betonu w wyniku ogrzewania zależą od rodzaju zastosowanego kruszywa, lecz jakiegokolwiek porównania ilościowe utrudniały różnice składów jakie występowały w tych publikacjach. Badania prowadzone dotyczyły kruszyw łamanych: bazaltowego, granitowego i dolomitowego oraz kruszywa rzeczno-otczakowego. Celem badań było określenie wpływu jaki ma na zachowanie betonu rodzaj kruszywa i jego skład mineralny, w związku z tym wybrano do badań dwa kruszywa pochodzenia magmowego, oraz dwa kruszywa z grupy osadowych dolomit i otoczaki.

Obniżenie wartości wytrzymałości na rozciąganie w miarę wzrostu temperatury okazało się być większe niż redukcja wytrzymałości na ściskanie. W związku z tym zaproponowano przedstawienie zależności między wytrzymałością na rozciąganie i ściskanie dla ogrzewanych betonów jako funkcji eksponencjalnej  $f_{tT} = k \cdot e^{n(f_{ct})}$ , ze współczynnikami  $k=0,505$  i  $n=0,03$  ( $R^2 = 0,89$ ).

Jak pokazały badania, dla betonów wykonanych z różnym kruszywem zmiany modułu sprężystości w wartościach względnych okazały się bardzo podobne niezależnie od składu mineralnego zastosowanego kruszywa, chociaż wartości modułu sprężystości określone dla materiałów nieogrzewanych różniły się znacząco. Zagadnienie zmian modułu sprężystości betonów wynikające z ogrzewania jest szczególnie ważne dla opisu zachowania konstrukcji w warunkach pożaru jak również istotne do określenia nośności elementów żelbetowych po pożarze. Zrealizowany obszerny przegląd literatury [C4] dotyczący zmian tego parametru dla betonów różnych klas wytrzymałości zestawiono również z moimi wynikami uzyskanymi w ramach zrealizowanych prac badawczych. Zestawienie to odniesiono do wartości normowych, jakie przedstawia norma PN-EN 1992-1-2:2008<sup>3</sup> oraz Model Code 2010<sup>4</sup>. Porównanie wykazało, iż pośród doniesień literaturowych wiele wyników głównie dla betonów wysokowartościowych (BWW) klas C55/67, C60/75, C70/80 i C80/95 znalazło się poniżej wartości zalecanych przez Eurokod 2. Aktualne zalecenia dotyczące przyjęcia wartości wytrzymałości betonu w podwyższonej temperaturze proponowane przez Eurokod 2 wydają się być bardziej dokładne w odniesieniu do betonów zwykłych (BZ). Zalecenia proponowane dla betonów BWW nie zapewniają wystarczającego marginesu bezpieczeństwa. Jak wykazały przeprowadzone przeze mnie analizy, istnieje znacząca grupa wyników, które nie spełniają wartości granicznych podanych przez Eurokod 2, głównie dla betonów wyższych klas. W publikacji zwrócono uwagę na konieczność uwzględnienia tych danych w kolejnych wersjach dokumentu. Ponadto, w publikacji w oparciu o przedstawione dane zaproponowano nową zależność, która dotyczy betonów wszystkich klas, bez rozróżnienia na grupy BZ / BWW i przedstawia się ona następująco:

$$E_c(T) = \begin{cases} E_c(20^\circ\text{C}) \cdot (1.067 - 0.0033 \cdot T), & 20^\circ\text{C} \leq T \leq 200^\circ\text{C} \\ E_c(20^\circ\text{C}) \cdot (0.60 - 0.001 \cdot T), & 200^\circ\text{C} < T \leq 600^\circ\text{C} \\ 0, & 600^\circ\text{C} < T \end{cases}$$

W przypadku betonów wyższych klas oraz betonów ultrawysokich wytrzymałości, do jakich należy grupa betonów z proszków reaktywnych (RPC), poważnym problemem może być ich eksplozyjne zachowanie w warunkach działania podwyższonej temperatury. W przypadku tych tworzyw cementowych o wytrzymałości na ściskanie ponad 200 MPa już w temperaturze 230 °C może dojść do eksplozyjnego ich zniszczenia. Jak pokazały badania prowadzone

<sup>3</sup> PN-EN 1992-1-2:2008 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu - Część 1-2: Reguły ogólne -Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe

<sup>4</sup> Model Code 2010 Fib Bulletin 55: First complete draft – Volume 1, International Federation for Structural Concrete, Germany, 2010, p. 145



I. Hager  
dr inż.

wspólnie z dr Tomaszem Zdebem [C5] wystąpienie eksplozyjnego zniszczenia zależy od prędkości ogrzewania jak również od warunków wstępnej pielęgnacji, które prowadzą do uzyskania tworzyw o zróżnicowanej szczelności. Jest ogólnie przyjęte, iż eksplozyjne zachowanie się betonu (ang. spalling) jest wynikiem wzrostu ciśnienia pary wodnej w porach materiału, co prowadzi do gwałtownej eksplozji.

Obecnie jedynym skutecznym sposobem przeciwdziałania eksplozyjnemu zachowaniu się betonu jest stosowanie włókien organicznych, głównie polipropylenowych, które topiąc się tworzą otwartą sieć porów, umożliwiającą obniżenie ciśnienia pary wodnej<sup>5</sup>. W 2006 roku podjęłam badania zmierzające do określenia zdolności betonu do transportu mediów ciekłych i gazowych oraz zmiany wytrzymałości na ściskanie, jakie wynikają z dodania włókien polipropylenowych. Przeprowadzone badania [C6] wykazały znaczące różnice w przepuszczalności i nasiąkliwości powierzchniowej betonów wygrzewanych w różnych temperaturach. Zaobserwowano także istotne zróżnicowanie intensywności ubytku masy próbek betonów bez i z włóknami podczas ich wygrzewania, świadczący o skuteczniejszym odprowadzaniu pary wodnej z ogrzewanego materiału. Wyniki badań dowiodły, że dodatek włókien polipropylenowych posiada bardzo istotny wpływ na zachowanie się betonów BWW w wysokiej temperaturze. Dodatek włókien w ilości 0,1 do 0,2 % objętości betonu prowadzi do stosunkowo niewielkiej zmiany wytrzymałości na ściskanie, odnotowano redukcję ok. 8 % wytrzymałości w stosunku do betonu bez włókien.

Tematyka ta była kontynuowana w badaniach mających na celu określenie jaka jest optymalna długość włókien oraz ilość zapewniająca najistotniejszy wzrost zdolności transportowych w temperaturze bliskiej temperaturze wytopienia się włókien. Prowadzono badania dla 7 betonów wysokowartościowych dla których jedynym parametrem zmieniającym się była ilość zastosowanych włókien 0; 0,9 i 1,8 kg/m<sup>3</sup> oraz długość włókien 6, 12, 19 mm. Badania przepuszczalności przy przepływie gazu oraz badania podciągania kapilarnego wskazały na wyższą efektywność włókien długich 19 mm oraz 12 mm. Ogrzanie betonu do temperatury 180 °C, a więc do temperatury w której następuje stopienie włókien prowadziło do 30 lub nawet 40 krotnego wzrostu przepuszczalności betonu. Badanie porowatości metodą porozymetrii rtęciowej wykazało znaczący wzrost porowatości ogrzanych BWW z włóknami w zakresie poniżej 1 µm i powstawanie porów drobnych, które nie wynikają bezpośrednio z wytopienia się włókien (przekrój stosowanych włókien prostokątny 50 x 150 µm).

Wraz z zespołem wykonaliśmy również badania zmierzające do określenia efektywności zastosowania włókien polipropylenowych w betonach z proszków reaktywnych. Stosowano włókna polipropylenowe charakteryzujące się niższą temperaturą topnienia 162°C dozowane w ilości 1 kg/m<sup>3</sup> i 2 kg/m<sup>3</sup>. Wyniki badań zostały zaprezentowane na *3rd International Workshop on Concrete Spalling due to Fire Exposure*, w 2013 roku [C8] i pokazały, iż eksplozyjne zachowanie się betonów utrawysokich wytrzymałości może ograniczyć dodatek włókien w ilości 2 kg/m<sup>3</sup>. Efektywność dodatku włókien została zweryfikowana również poprzez zastosowanie różnych intensywności ogrzewania. Jak wskazano, nawet zastosowanie stosunkowo dużych prędkości ogrzewania (8 °C/min) betonów z włóknami w ilości 2 kg/m<sup>3</sup> umożliwiło ich efektywną ochronę przed eksplozyjnym zachowaniem się. Dodatek 1 kg/m<sup>3</sup> okazał się już nieefektywny w przypadku materiałów ogrzewanych z prędkością większą niż 2 °C/min.

<sup>5</sup> Kalifa P., Chéné, C. Gallé, 'High-temperature behaviour of HPC with polypropylene fibers: From spalling to microstructure', Cement and Concrete Research, 31, October 2001, pp. 1487-1499



Wpływ wysokiej temperatury na właściwości mechaniczne betonów zwykłych, wysokowartościowych i ultra-wysokowartościowych (RPC) został przeze mnie określony i udokumentowany publikacjach [C1-C5]. Oddziaływanie na beton wysokiej temperatury, oprócz zmian jego podstawowych właściwości mechanicznych, powoduje także: zmianę barwy, zmiany porowatości i mikroporowatości, zmiany twardości przypowierzchniowych warstw elementu oraz zmiany zwartości materiału. Kolejnym etapem moich badań było określenie wpływu temperatury ogrzewania na zmienność cech diagnostycznych stosowanych podczas oceny stanu konstrukcji po pożarze. To zagadnienie jest szczególnie interesujące, ponieważ zmienność tych cech zależy od rodzaju betonu i w literaturze nie jest dostatecznie rozeznane.

W celu zebrania informacji dotyczących określenia efektywności wybranych metod (głównie nieniszczących lub częściowo niszczących) w diagnozowaniu stanu betonu w elementach poddanych działaniu temperatur pożarowych dokonałam przeglądu literatury, którego wyniki zostały opublikowane w czasopiśmie *Cement Wapno Beton* w 2009 roku [C9]. W publikacji tej przedstawiłam główne stosowane w ocenie uszkodzeń betonu grupy badań metody *in situ*, w tym metody globalnej oceny stanu betonu w elemencie betonowym, oraz metody laboratoryjne. W kolejnej pracy opublikowanej na łamach *Przeglądu Budowlanego* [C10] zajęłam się omówieniem metodyki oceny stanu technicznego konstrukcji żelbetowej przedstawiając schemat postępowania i opisując procedurę działań jakie należy podjąć w celu określenia uszkodzeń konstrukcji, uszkodzeń materiałowych jak i analizie nośności i poziomu bezpieczeństwa konstrukcji po pożarze.

Kolejna z publikacji powstała w oparciu o zrealizowane badania, w których dokonano oceny uszkodzeń metodami nieniszczącymi i częściowo niszczącymi, jak również prowadzono ocenę w oparciu o zrealizowane w laboratorium badania na odwiertach rdzeniowych. Specjalnie na potrzeby tego zadania w ramach realizacji grantu własnego (N N506 045040) opracowałam projekt i nadzorowałam wykonanie pieca wysokotemperaturowego Dragon wyposażonego w palnik gazowy o mocy 140 kW. Komora umożliwia ogrzewanie płyt betonowych o wymiarach 1,2 x 1,0 x 0,3 m z intensywnością zbliżoną do warunków jakie występują podczas rzeczywistego pożaru. W trakcie ogrzewania temperatura w przekroju płyty jest mierzona za pomocą termopar typu K umieszczonych w centralnej części płyty na etapie jej formowania. Rejestracja temperatury jest prowadzona przy użyciu rejestratora LUMEL KD7 z częstotliwością 1 pomiar/min. Ponadto, podczas badania dokonywany jest pomiar temperatury w piecu, tuż przy powierzchni płyty stosując termoelement powierzchniowy (pow. 100 cm<sup>2</sup>), wykonany zgodnie z zaleceniami normy PN-EN 1363-1:2012. Płyta betonowa jest poddana działaniu termicznemu o przebiegu zbliżonym do nominalnej krzywej temperatura-czas według zaleceń ISO 834. Wyniki badań [C11] prowadzonych na płytach wykazały, iż w ocenie uszkodzeń pożarowych metoda ultradźwiękowa przy powierzchniowym rozchodzeniu się fali okazała się mało przydatną, gdyż stopień uszkodzeń w postaci siatki zarysowań uniemożliwiał miarodajny pomiar tej prędkości. Natomiast metoda ultradźwiękowa okazała się niezmiernie przydatna w przypadku pomiaru prędkości rozchodzenia się fali przy skrośnym jej przepływie, realizowanych dla odwiertów rdzeniowych za pomocą głowic eksponencyjnych; w sposób miarodajny pozwalając na ocenę stopnia uszkodzeń betonu na długości odwiertu pobranego z elementu poddanego działaniu wysokiej temperatury. Metoda ta w sposób miarodajny pozwala na ocenę miąższości warstwy uszkodzonej działaniem ognia. Stwierdzono również dobrą korelację prędkości ultradźwięków z wytrzymałością na ściskanie ocenianą metodą niszczącą.





W dostępnych publikacjach brak jest doniesień dotyczących określenia zmienności cech diagnostycznych stosowanych w ocenie uszkodzeń betonu wynikających ze zróżnicowania jego składu. W związku z tym podjęłam starania o uzyskanie środków na realizację badań w tym zakresie. W 2011 w procedurze konkursowej uzyskałam grant badawczy własny finansowany przez MNiSW, a później Narodowe Centrum Nauki (N N506 045040) dotyczący *"Wieloparametrowej diagnostyki stanu betonów cementowych poddanych działaniu temperatury pożarowej"*. Podstawowym celem naukowym zrealizowanych pod moim kierownictwem badań było jakościowe i ilościowe określenie wpływu zróżnicowania składu (rodzaj kruszywa i cementu oraz wskaźnik w/c) i wyjściowych właściwości analizowanych betonów, na ich cechy po poddaniu ich działaniu wysokiej temperatury w zakresie od 200 do 1200°C. Kolejnym celem było ustalenie zależności między wybranymi cechami i resztkowymi wartościami cech mechanicznych uszkodzonego betonu. W pracy [C12] stanowiącej część mojego dorobku, która zaprezentowana została na 57. Konferencji Naukowej Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN w Krynicy w 2011 roku została zaproponowana zależność między wytrzymałością na ściskanie betonu, a prędkością fali ultradźwiękowej rozchodzącej się w uszkodzonym działaniem temperatury betonie. Zależność resztkowej wytrzymałości badanych betonów od prędkości fali ultradźwiękowej dla betonów ogrzewanych została aproksymowana funkcjami logarytmicznymi postaci:  $f_c(V_T) = A \ln(V_T) + B$ ; gdzie  $f_c$  to wytrzymałość betonu na ściskanie w MPa, natomiast  $V_T$  oznacza wartość prędkości dźwięku określonej w materiale w km/s. Analizując przebieg wykresu można zauważyć, że zakres stosowania krzywej bazowej opisanej w normie PN-EN 12504-4:2005<sup>6</sup> nie odpowiada uzyskanym w badaniach wynikom dla betonów uszkodzonych działaniem temperatury. W przedziale prędkości proponowanym przez normę od 4,0 do 4,8 km/s zawierają się jedynie wyniki dla betonów niewygrzewanych (BZ i BWW), oraz betonu wysokowartościowego wygrzanego do temperatury 200°C. Krzywa bazowa, zaproponowana przez normę stosowana może być jedynie dla betonów o bardzo wysokiej jakości i nie znajduje zastosowania w określaniu wytrzymałości betonów uszkodzonych działaniem wysokiej temperatury. W celu określenia zakresu zmienności ustalonych zależności dla betonów różnych klas zrealizowano badania i porównano uzyskane zależności  $f_c(V_T)$  dla betonów zróżnicowanych pod względem wartości stosunku wodno spoiwowego w/c= 0,30; 0,45 i 0,60 [C13]. Uzyskano podobną zależność logarytmiczną jak w poprzednim studium  $f_c(V_T) = A \ln(V_T) + B$ , w której współczynnik A przyjął wartość równą  $A=0,5 f_{c20}$ , gdzie  $f_{c20}$  to wytrzymałość na ściskanie betonu nieogrzanego, natomiast współczynnik B przyjmował wartość stałą dla wszystkich badanych materiałów.

Podobne zależności zostały opracowane dla liczby odbicia (L) określonej metodą młotka Schmidta typu N. W tym przypadku uzyskano liniową zależność  $f_c(L_T)$ . Współczynnik kierunkowy uzyskanych funkcji okazał się zależny od wytrzymałość na ściskanie betonu nieogrzanego ( $f_{c20}$ ) i wynosił  $0,04 f_{c20}$ . Należy podkreślić, iż jak wykazały badania [C14] określenie twardości powierzchniowej może pozwalać jedynie na określenie jakościowe uszkodzeń działającą wysoką temperaturą jednak ocena ilościowa nie powinna być prowadzona przy jej pomocy. Potwierdziła to zrealizowana ocena uszkodzeń płyty ogrzanej w piecu Dragon opisana w [C11] gdzie przy pomocy młotka Schmidta wyznaczono mapę uszkodzeń betonu wskazując strefy, w których uszkodzenia były największe.

Do oceny uszkodzeń betonu wynikających z ogrzewania zastosowano również metodę *impact-echo* oceniając potencjalne możliwości zastosowania tej techniki w diagnozowaniu betonu. Zrealizowane pod moim kierownictwem badania miały na celu określenie



<sup>6</sup> PN-EN 12504-4:2005 Badania betonu w konstrukcjach. Część 4. Oznaczenie prędkości fali ultradźwiękowej

charakterystyk fali sprężystej rozchodzącej się w betonie oraz znalezienie zależności pomiędzy tymi parametrami, a resztkowymi właściwościami mechanicznym ogrzewanych betonów. Wykazano spadek zarówno częstotliwości rezonansowej ( $f$ ) jak i prędkości rozchodzenia się fal ( $V_p$ ) wraz ze wzrostem uszkodzeń materiału wynikającym z ogrzewania. Wykazano istnienie wyraźnych korelacji pomiędzy modulem sprężystości ( $E$ ), a częstotliwością rezonansową i prędkości rozchodzenia się fal wykazując tym samym potencjalne możliwości zastosowania tej techniki w diagnostyce uszkodzeń betonu ogniem. Wyniki tych badań opublikowano w czasopiśmie *Construction and Building Materials* [C15].

Jednym z zagadnień jakim zajmowałam się w tym okresie była realizacja doświadczeń sprawdzających możliwość wykorzystania osadzaka prochowego Hilti DX 460, narzędzia stosowanego do szybkiego montażu różnych elementów budowlanych, jako urządzenia diagnostycznego pozwalającego na ocenę stanu betonu uszkodzonego działaniem wysokiej temperatury [C16]. Pierwotnym zastosowaniem osadzaka prochowego jest usprawnienie i przyspieszenie przytwierdzania elementów drewnianych, płyt termoizolacyjnych, lub profili metalowych do konstrukcji nośnej betonowej lub stalowej, za pomocą łączników metalowych. Jak wykazały doświadczenia istnieje zależność między głębokością zakotwienia łącznika ( $d$ ) wstrzeliwanego za pomocą osadzaka Hilti DX 460 i wytrzymałością na ściskanie betonu ( $f_c$ ), a jej przebieg ma charakter liniowy. Ustaloną doświadczalnie zależność  $f_c(d)$  wykorzystano w ocenie uszkodzeń płyt betonowych ogrzewanych jednostronnie wykazując, przydatność zaproponowanej metodę pomiaru wytrzymałości za pomocą osadzaka DX 460 do oceny uszkodzeń betonu, spowodowanych działaniem temperatury. Jej zastosowanie pozwala na pomiar wytrzymałości warstwy powierzchniowej betonu, w której występują największe uszkodzenia spowodowane wzrostem temperatury. Proponowaną metodę, ze względu na penetrację metalowego elementu do betonu, można zaliczyć do grupy metod częściowo niszczących. W wyniku przeprowadzonych badań tylko warstwa powierzchniowa betonu zostaje uszkodzona, wskutek wnikięcia metalowego łącznika na pewną głębokość. Łącznik ten można usunąć przez wyrwanie wraz z niewielkim fragmentem powierzchni betonu – ubytek ten może być uzupełniony cementową masą naprawczą. Niewątpliwą zaletą proponowanej metody jest możliwość wykonanie wielu prób w krótkim czasie, a tym samym uzyskanie wyników szybko i małym nakładem pracy.

Za oryginalny wkład do rozwoju badań diagnostycznych betonu uważam zaproponowaną przeze mnie metodę analizy koloru obrazów barwnych betonów poddanych ogrzewaniu. Wstępne wyniki tych badań zostały przedstawione podczas *International Conference, Applications of Structural Fire Engineering*, w Pradze w 2011 roku, a proster towarzyszący prezentacji został wyróżniony nagrodą *The Best Poster Award*. W artykule jaki ukazał się w *Fire Technology* (Springer, 2014) [C17] przedstawiłam wyniki badań omawiające sposób generowania histogramów RGB i ich analizę. Jak pokazały wyniki badań wraz ze wzrostem temperatury ogrzewania można zaobserwować wyraźne zmiany intensywności barw RGB. Szczególnie intensywnie występuje to w przypadku betonów wykonanych z kruszywami zawierającymi w składnikach mineralnych żelazo. Szczególnie intensywne zmiany koloru odnotowano dla betonów z kruszywem otoczkowym stanowiącym mieszaninę ziarn piaskowca, kwarcytu, melafiru i porfiru. Obserwacja zmian koloru w funkcji temperatury przedstawiona w [C17] wskazuje na przydatność jej stosowania do określenia temperatury ogrzania betonu podczas pożaru. Prace prowadzone wspólnie z zaprzyjaźnionym zespołem badaczy z Francji i przedstawione w [C18] stanowiły kontynuację działań pojętych przeze mnie, a pozwoliły na wyznaczenie trzech parametrów skalarnych, które zmieniają się podczas ogrzewania w sposób quasi liniowy. W oparciu o ich przebieg możliwe jest szacowanie temperatury oddziaływującej na beton w czasie pożaru.



c) autoocena dorobku publikacyjnego

Podsumowując mój dorobek publikacyjny, w okresie po uzyskaniu tytułu doktora, obejmuje 20 artykułów w czasopismach, 20 referatów przedstawionych na konferencjach zagranicznych i 10 na konferencjach krajowych. Łączny Impact Factor artykułów opublikowanych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports wynosi, zgodnie z rokiem opublikowania 11.50 punktów. Łącznie, moje publikacje uzyskały 270 punktów według punktacji MNiSW.

Zbiornicze ilościowe zestawienie dorobku publikacyjnego z podziałem na dorobek przed doktoratem i po doktoracie oraz sumaryczny Impact Factor publikacji według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania oraz punkty MNiSW przedstawiono w tabeli:

L.p	Rodzaj publikacji	przed doktoratem	po doktoracie
1	Publikacje w czasopismach posiadających wyliczony Impact Factor (IF)	-	9
2	Publikacje w czasopismach zagranicznych bez IF	-	4
3	Publikacje krajowe punktowane w j. polskim	-	4
4	Publikacje krajowe punktowane w j. angielskim	1	3
5	Publikacje w wydawnictwach konferencji międzynarodowych	3	20
6	Publikacje w wydawnictwach konferencji krajowych	2	10
7	Inne publikacje i raporty	3	5
<b>Razem</b>		<b>9</b>	<b>55</b>
		<b>Sumaryczny IF = 0</b>	<b>Sumaryczny IF = 11.50</b>
		<b>Punkty MNiSW = 6</b>	<b>Punkty MNiSW = 270</b>

Zestawienie wszystkich publikacji, których jestem autorką lub współautorką przedstawiono w Załączniku 5. Wykaz wszystkich opublikowanych prac naukowych.

- liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS) oraz Scopus i Google Scholar (stan na dzień 15.10.2015)

Baza Cytowań	Liczba publikacji	Liczba cytowań
ISI Web of Science	15	18
Scopus	20	31
Google Scholar	45	247





Baza Cytowań	Indeks Hirscha
ISI Web of Science	3
Scopus	4
Google Scholar	8

d) kierowanie krajowym projektem badawczym, uczestnictwo w projektach

Kierownik projektu badawczego własnego - **"Wieloparametrowa diagnostyka stanu betonów cementowych poddanych działaniu temperatury pożarowej"**, finansowanie Narodowe Centrum Nauki N N506 045040, projekt trzyletni, zakończony w 2014 r.

Kierownik projektu - **"Identyfikacja zmian spowodowanych działaniem temperatury kamienia naturalnego stosowanego jako mineralne kruszywo do betonów"**; projekt badawczy własny, L-1/277/BW/2010, finansowanie Politechnika Krakowska; projekt zakończony w 2010 r.

Wykonawca zadania - **"Zachowanie się tworzyw cementowych w warunkach działania wysokiej temperatury"** projekt realizowany w ramach działalności statutowej, L-1/217/DS/2010; finansowanie Politechnika Krakowska, zakończony w 2010 r.

Kierownik projektu - projekt realizowany w ramach badań własnych: **"Zmiany właściwości fizycznych i mechanicznych betonów w wysokiej temperaturze"**, L-1/486/BW/2008; zakończony w 2008 r.

Wykonawca zadań badawczych dotyczących określenia wpływu dodatku włókien polipropylenowych na właściwości BWW we francuskim projekcie dotyczącym betonów wysokowartościowych **"Projet National BHP 2000 Bétons à Hautes Performance"**; zakończony w 2003, Francja.

e) patenty i międzynarodowe i krajowe

Brak

f) nagrody i wyróżnienia

**Medal Brązowy za długoletnią służbę**, nadany przez Prezydenta RP postanowieniem z dnia 31 lipca 2013 r.

**Odznaka Honorowa Politechniki Krakowskiej**, nadana Uchwałą Senatu Akademickiego Politechniki Krakowskiej z dnia 27 kwietnia 2012 r.

**Nagroda Indywidualna Ministra Edukacji Narodowej i Sportu** za rozprawę doktorską: **"Comportement à haute température des bétons à haute performance - évolution des principales propriétés mécaniques"** z dnia 1 października 2005 r.



### a) działalność dydaktyczna

Moja działalność dydaktyczna na Wydziale Inżynierii Lądowej obejmuje prowadzenie wykładów, ćwiczeń audytoryjnych i laboratoryjnych z przedmiotów prowadzonych na pierwszym i drugim stopniu studiów zarówno stacjonarnych jak i niestacjonarnych. Prowadzę zajęcia wykładowe z Materiałów Budowlanych, oraz zajęcia audytoryjne i laboratoryjne z tego przedmiotu. Realizuję także zajęcia laboratoryjne z przedmiotu Zaawansowane Materiały Konstrukcyjne. Prowadziłam również zajęcia laboratoryjne z Chemii Budowlanej.

W 2009 rozpoczął się na moim rodzimym Wydziale projekt współfinansowany przez Europejski Fundusz Społeczny, Priorytet IV. szkolnictwo wyższe i nauka, Działanie 4.1. Wzmocnienie i rozwój potencjału dydaktycznego uczelni oraz zwiększenie liczby absolwentów kierunków o kluczowym znaczeniu dla gospodarki opartej na wiedzy: *"Rozwój potencjału dydaktycznego Politechniki Krakowskiej w zakresie nowoczesnego budownictwa"*. W ramach tego projektu prowadziłam przez 6 lat zajęcia w języku angielskim z przedmiotu *Building Materials* jak również opracowałam i prowadziłam wykłady z przedmiotu *Advanced Structural Materials* i zajęcia laboratoryjne z tego przedmiotu.

Jestem promotorem ponad 25 prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich mających charakter doświadczalny i studialny. Prowadzona przeze mnie praca magisterska Pana Jakuba Kiwita uzyskała uznanie fundacji Cement Wapno Beton i została nagrodzona w konkursie na najlepszą pracę dyplomową w 2011 roku, uzyskując 3 miejsce w tym konkursie. Pięć prac realizowanych pod moją opieką zostało opracowanych w języku angielskim.

Pracując jako adiunkt naukowo - dydaktyczny byłam recenzentem wielu prac dyplomowych magisterskich i inżynierskich realizowanych na naszym Wydziale.

Jestem współautorką podręcznika w języku angielskim *"New Generation Cement Concretes - Ideas, Design, Technology and Applications"*, który powstał na potrzeby projektu IP Erasmus (patrz punkt c)

### b) działalność inżynierska

W latach 1997-98 pracowałam w niepełnym zakresie godzinowym w zakładzie produkującym beton towarowy *BT Kraków*. Pełniłam tam obowiązki technologa. Moje zadania dotyczyły: kontroli jakości betonu, badań betonu, badania surowców, sporządzanie receptur i utrzymania jakości betonu i ciągłości produkcji.

Realizowałam badania typu wyrobów budowlanych: pustaków ściennych pionowo drażonych, wyrobów betonowych (kręgi betonowe, studzienki włączowe).

### c) uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych (chronologicznie)

**Małopolska Chmura Edukacyjna** prowadzenie multimedialnych wykładów dla uczniów małopolskich szkół technicznych i liceów (2014). Projekt realizowany w



I. Hager  
dr inż.

ramach Małopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2007-2013: oś priorytetowa 1. Warunki dla rozwoju społeczeństwa opartego na wiedzy, działanie 1.2. Rozwój społeczeństwa informacyjnego (rola wykonawcy).

**Rozwój potencjału dydaktycznego Politechniki Krakowskiej w zakresie nowoczesnego budownictwa** - Projekt współfinansowany z Europejskiego Funduszu Społecznego (wykonawca). Studia magisterskie i inżynierskie w języku angielskim. Prowadzenie zajęć *Building Materials* - laboratoria and *Advanced Structural Materials* - wykłady i laboratoria w języku angielskim.

CZ.1.07/2.3.00/20.0111 **SUPMAT - promotion of further education of research workers from advance building material centers**: "Production of building materials, new materials and technologies" - Prowadzenie wykładów w TU Brno w ramach ww. projektu.

Udział jako wykonawca w międzynarodowym projekcie Erasmus IP NGCC (7203-0752)\_2008\_2010 **New Generation Cement Concretes - Ideas, Design, Technology and Applications**, w ramach którego w latach 2008, 2009 i 2010 studenci Technical University of Košice (SK), Brno University of Technology (CZ) i Politechniki Krakowskiej uczestniczyli w trzech 10 dniowych kursach specjalistycznych z zakresu zaawansowanej technologii betonu organizowanych w Koscicach (2008), Brnie (2009) i Krakowie (2010).

d) udział w międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych i publikacje w wydawnictwach konferencyjnych

Udział w konferencjach międzynarodowych i publikacje w ich materiałach (oznaczenia publikacji wg spisu Załącznik 5):

- *IWCS - 4th International Workshop on Concrete Spalling due to Fire Exposure*, Leipzig 7-8 October 2015 [15, 16]. Pełnienie funkcji przewodniczącej Sesji 2 - *Fundamentals/Materials*
- *IFireSS – International Fire Safety Symposium*, Coimbra, Portugal, 20th-23rd April 2015 [C15, C14]
- *Quinzième édition des Journées Scientifiques du Regroupement Francophone pour la Recherche et la Formation sur le Béton (RF)2B*, Douai, France, 03-04 juillet 2014 [18]
- *3rd International Workshop on Concrete Spalling due to Fire Exposure*, Paris, 25-27 September 2013 (Indexed in WoS and Scopus) [C7]. Pełnienie funkcji przewodniczącej Sesji 1-4 *Moisture, pore pressure and innovative techniques*
- *31èmes Rencontres Universitaires de L'AUGC*, Cahan, France, 29-31 Mai 2013 [19]
- *7th International Conference – Fire Safety of Construction Works*, Warsaw, 6 - 8 November, 2012 [20]
- *International Symposium Brittle Matrix Composites 10*, Warsaw, October 2012 (Indexed in WoS and Scopus) [21]
- *7th International Conference on Structures in Fire (SIF'2012)*, M. Fontana, A. Frangi, M. Knobloch (Eds.), Zurich, Switzerland, June 6-8, 2012 [22]
- *2nd International RILEM Workshop on Concrete Spalling Due to Fire Exposure*, ed. F. Dehn, E.A.B. Koenders, 5-7 October 2011, Delft, The Netherlands [C5, 23]
- *International Conference, Applications of Structural Fire Engineering*, Prague, 29 April 2011 [24]. Nagroda za najlepszy poster (Best Poster Award) "Colour change of



heated concrete: RGB colour histogram analysis as a method for fire damage assessment of concrete"

- *6th International Conference on Structures in Fire (SIF'2010)*, June 2-4, 2010, Michigan, USA (Indexed WoS and Scopus) [25]
- *International Symposium "Brittle Matrix Composites 9"* October 2009, Warsaw, Poland (Indexed in WoS and Scopus) [26]
- *1st International RILEM Workshop on Concrete Spalling Due to Fire Exposure*, 3 - 5 September 2009, Leipzig, Germany [27]
- *4th International Workshop Structures in Fire (SIF'2006)*, 10-12 May 2006, Aveiro, Portugal [28]
- *Concreep, International Conference on creep, shrinkage and durability of concrete and concrete structures*, 12-14 September 2005, Nantes, France [29]. Referat wprowadzający (Key note paper).
- *fib Task Group 4.3 Workshop Fire design of concrete structure: What now? What next?* December 2-4, 2004, Milan, Italy [30]

Udział i publikacje w wydawnictwach konferencji krajowych:

- XIX Konferencja Naukowo-Techniczna "Trwałość budowli i ochrona przed korozją", Szczyrk 28-30 maja 2014 [31]
- Konferencja Dni Betonu, Wisła, Październik 2012 r. [32, 33]
- XVIII Konferencja Naukowo-Techniczna "Trwałość budowli i ochrona przed korozją" KONTRA 2012, Szczyrk, maj 2012 r. [34, 35]
- 57. Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN, Krynica 2011 r. [36]
- XVII Konferencja Naukowo-Techniczna "Trwałość budowli i ochrona przed korozją" KONTRA 2010, Szczyrk, maj 2010 r. [37, 38]
- XXIV Konferencja Naukowo-Techniczna AWARIE BUDOWLANE, Szczecin-Międzyzdroje, 2009 [39]
- VI Konferencja DNI BETONU, Wisła, 13-15 październik 2008 [40]

e) udział w konsorcjach i sieciach badawczych (chronologicznie)

**2014** - Współpraca z Consiglio Nazionale delle Ricerche (Włochy); Universitat Politècnica de Catalunya (Hiszpania); Fraunhofer Institute for Interfacial Engineering and Biotechnology (Niemcy); Cambridge University - Department of Materials Science and Metallurgy (Wielka Brytania); Slovak Academy of Science – Polymer Institute przy przygotowaniu wniosku: MUNAST Multifunctional nanostructured protective and consolidating materials for stone conservation NMP-21-2014, Horizon 2020

**od 2005 - obecnie** - Współpraca z Insitute Supérieur Aquitain du Bâtiment et des Travaux Publics, Francja. Współpraca z doktor Hélène Carré z laboratorium SIAME Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur Appliquées à la Mécanique et à l'Electricité dotyczyła zagadnień związanych z zachowaniem betonów cementowych w warunkach działania pożaru. W maju i czerwcu 2011 dr Carré przebywała w Politechnice Krakowskiej gdzie wspólnie realizowano prace badawcze dotyczące diagnostyki uszkodzeń betonu po pożarze. Wynikiem współpracy był raport: "*Utilisation de la colorimetrie pour le diagnostic incendie d'un ouvrage en beton*" oraz 7 publikacji: 3 w czasopismach: Cement Concrete Research [C3], European Journal of Environmental and Civil Engineering[C18], Studies and Researches [11],



I. Hager  
dr inż.

oraz 4 w materiałach z konferencji międzynarodowych m.in. 7th International Conference on Structures in Fire [22], 2nd International RILEM Workshop on Concrete Spalling Due to Fire Exposure [23], 4th international workshop Structures in Fire [28].

**od 2003 - obecnie** - Współpraca z Uniwersytetem w Bordeaux, Francja

Współpraca z doktorem Jean-Christophe Mindeguia rozpoczęła się w 2003 roku i dotyczyła prac nad piecem umożliwiającym realizację pomiarów odkształceń termicznych i odkształceń termicznych pod obciążeniem mechanicznym oraz realizacji badań mających na celu określenie tych odkształceń. Wynikiem współpracy w okresie między 2003-2015 były 3 publikacje [C3,23 i 28].

**od 2001 do obecnie** - Współpraca z Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), Francja. W latach 2005-2014 wspólne działania zespołów Politechniki Krakowskiej i reprezentującego CSTB doktora Pierra Pimienty dotyczyły prac nad zjawiskiem eksplozyjnego zachowania się betonów wysokowartościowych oraz określenia parametrów wpływających na zjawisko pełzania termicznego betonów w warunkach działania wysokiej temperatury. Wynikiem tej współpracy było opracowanie 9 wspólnych publikacji [13, 23, 28, 29, 30] oraz staż naukowy studentki Politechniki Krakowskiej Pani inż. Katarzyny Krzemień w 2013 roku. Staż zaowocował raportem, omawiającym wpływ stanu zawilgocenia betonu na jego właściwości mechaniczne badane na gorąco. Raport ten stanowił równocześnie pracę dyplomową magisterską p. Katarzyny Krzemień, która obroniona została w PK w roku 2014.

f) udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism

Redaktor goszczący wydania *Procedia Engineering (Elsevier)*. Funkcja redakcyjna: przygotowanie materiałów konferencyjnych z 7th Scientific-Technical Conference on Material Problems in Civil Engineering MATBUD'2015.

g) członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych

**od 2012 - obecnie;** Członkini *Sekcji Inżynierii Materiałów Budowlanych, Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN*

**od 2010 - obecnie;** Członkini *International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems, and Structures RILEM* (Senior Member), w latach 2010 - 2014 prace na rzecz RILEM Technical Committee 227 - HPB *Physical properties and behavior of High-Performance Concrete at high temperature*. Opracowanie rozdziałów monografii mającej się ukazać w 2015 roku.

**od 2014 - obecnie;** prace w RILEM Technical Committee 256 - SPF *Spalling of concrete in Fire*. Funkcja odpowiedzialnej za zadanie 3, którego celem jest opracowanie rekomendacji dotyczących realizacji badań eksplozyjnego zachowania się elementów betonowych w skali rzeczywistej oraz rekomendacji dotyczących



I. Hager  
dr inż.

**od 2009 - obecnie;** członkini *Polskiej Platformy Technologicznej Budownictwa* i przedstawiciel Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki w tym organie.

- h) opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego, z podaniem tytułów rozpraw doktorskich

Opieka nad doktorantką **mgr inż. Katarzyną Krzemień**, która w 2014 rozpoczęła studia doktoranckie i jako asystent pracuje na Politechnice Krakowskiej. Przygotowywana praca doktorska dotyczy zagadnienia eksplozyjnego zachowania się betonów w warunkach działania temperatury oraz metod weryfikacji podatności tworzyw cementowych na występowanie tego zjawiska. Otwarcie przewodu doktorskiego planowane jest na pierwszy kwartał 2016 roku.

- i) staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich

W **okresie X. 2001 - XI. 2004** staż naukowo - badawczy w CSTB - *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Département Securite, Structures et Feu*, Marne-la-Vallée, Francja. Projekt i wykonanie systemu pomiaru odkształceń betonu poddanego działaniu wysokiej temperatur. Weryfikacja poprawności działania systemu pomiarowego. Realizacja badań dotyczących m.in. określenia wpływu rodzaju kruszywa na odkształcenia termiczne oraz odkształcenia termiczne betonu obciążonego mechanicznie podczas ogrzewania. Badania wpływu wilgotności betonu na wielkość przejściowych odkształceń termicznych betonu. Opieka nad stażystami realizującymi dyplomy w CSTB.

W **latach 2005 do obecnie** liczne krótkoterminowe pobyty w zagranicznych ośrodkach badawczych CSTB - Francja, SP Technical Research Institute - Szwecja, TU Brno- Czechy, Democritus University of Thrace - Grecja

- j) udział w zespołach eksperckich i konkursowych

od 2013 Ekspert Komisji Europejskiej oceniający wnioski w programie Horizon 2020: Industrial leadership; Leadership in enabling and industrial technologies (LEIT). Ocena wniosków zdalna oraz ocena wniosków w Brukseli, 2014.

- k) recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych oraz publikacji w czasopiśmie międzynarodowych i krajowych

**Recenzowanie projektów w ramach Horizon 2020 Part II - Industrial leadership;** LEIT - Nanotechnologies, Advanced Materials, Biotechnology and Advanced Manufacturing and Processing. Zapoznanie się z wnioskami, zdalna ocena wniosków, przygotowanie uzasadnienia oceny uczestnictwo w panelach ekspertów oceniających wnioski w Brukseli, uczestnictwo w *consensus meetings* i uczestnictwo w redakcji *consensus reports*.





**Opracowane recenzje dla czasopism międzynarodowych indeksowanych na liście JCR (liczba wykonanych recenzji):**

Strona  
23 z 25

- *ACI Structural and Material Journal* (2)
- *Materials and Structures* (1), Springer
- *Construction and Building Materials* (3), Elsevier
- *Journal of Materials in Civil Engineering* (1), American Society of Civil Engineers ASCE
- *Fire and Materials* (4), John Wiley & Sons, Ltd.

**Opracowane recenzje dla innych czasopism międzynarodowych:**

- *Journal of Structural Fire Engineering* (3)
- *Indian Journal of Engineerig & Materials* (1)

Informacje o wykonanych przeze mnie recenzjach można znaleźć na **PUBLONS**:  
[publons.com/a/485609/](http://publons.com/a/485609/)

- l) inna działalność organizacyjna na rzecz nauki lub szkolnictwa wyższego

**Współprzewodniczenie Komitetowi Organizacyjnemu VI i VII Konferencji Naukowo-Technicznej MATBUD (Scientific-Technical Conference on Material Problems in Civil Engineering) w 2011 i 2015.** Wprowadzenie materiałów konferencyjnych do *Procedia Engineering* (Elsevier), uzyskanie indeksowania publikacji konferencyjnych w bazie Scopus (2015).

**Uczestnictwo w przygotowaniu wniosków grantowych o zasięgu międzynarodowym:**

Horizon 2020 MSCA-ITN-2015 SUSCONMAT - *Sustainable construction materials and eco design of innovative building products*. Rola koordynatora projektu (w trakcie opracowania)

Horizon 2020 NMP-21-2014 MUNAST - *Multifunctional nanostructured protective and consolidating materials for stone conservation*. Rola lidera w pakiecie pracy WP2 - Stone substrata (projekt nie uzyskał finansowania)

Horizon 2020 H2020-LCE-2015-3 CABLE-SYS - Rola wykonawcy zadań w pakiecie pracy WP2- *Fundamental research and design of novel thermal backfill materials* (projekt nie uzyskał finansowania)

Frame Programme 7 FP7-REGPOT-2009: FIRENet - Establishment of Fire and Material Information Research Engineering Network. Lider University of Ulster. Członek konsorcjum (projekt nie uzyskał finansowania)

Przygotowanie wniosku w ramach Programu Działań Zintegrowanych POLONIUM: *"Bezpieczeństwo pożarowe konstrukcji betonowych. Zmiany właściwości fizycznych i mechanicznych betonów w wysokich temperaturach"*, ang.: *"Fire safety of concrete structures. Physical and mechanical behavior of concrete at high temperatures"* (2012) (projekt nie uzyskał finansowania)



I. Hager  
dr inż.

Udział w przygotowaniu wniosku w ramach działania 2.1 wspomaganego działaniem 2.3 Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka (POIG) "*Centrum Biotechnologii Przemysłowej, Środowiskowej i Technik Informatycznych w Inżynierii - Centrum Bio-Info-Tech PK*". Przygotowanie programu inwestycji powstania Laboratorium Badań Bezpieczeństwa Pożarowego Konstrukcji, Kraków Czyżyny (2010)

**Organizacja warsztatów** dla młodych pracowników nauki i doktorantów realizowanych w ramach działalności Sekcji Inżynierii Materiałów Budowlanych KILiW PAN, edycja 2013, 2014.

**Organizacja spotkania plenarnego** Komitetu Technicznego RILEM HPB - 227 Physical properties and behaviour of High-Performance Concrete at high temperature (Właściwości fizyczne i zachowanie się betonów wysokowartościowych w wysokiej temperaturze) w Politechnice Krakowskiej (wrzesień 2013). Działania Komitetu Technicznego 227-HPB dotyczyły opracowania i opublikowania raportu opisującego wpływ działania wysokiej temperatury (do 1000 °C) na właściwości fizyczne i mechaniczne betonów wysokowartościowych (BWW). Uczestnikami spotkania byli członkowie komitetu Technicznego z Francji, Niemiec, Włoch, wielkiej Brytanii, Norwegii, Hiszpanii Japonii, Szwecji i Białorusi.

m) odbyte studia, kursy i szkolenia (chronologicznie)

- "*CES EduPak Introductory and Advanced Courses*", org. M. Ashby, University of Cambridge, Anglia, 2013
- "*Samouczek moodle*" centrum e-learningu Akademii Górniczo - Hutniczej, 2010
- "*Szybkie czytanie szansą osoby pracującej na sukces w dobie informacji*", akademia Nauki, Kraków, 2005
- **Studium pedagogiczne dla asystentów**, Politechnika Krakowska, Kraków 2004/2005;
- "*Effect of heat on concrete*" CISM International Centre for Mechanical Sciences, Udine, Włochy, 2003
- "*Formuler les Betons; Des constituants aux performances*", SA Ponts Formation Edition, Paryż, Francja, 2002
- "*Le points sur les Eurocodes. Contenu technique, échéancier de publication, status*" SA Ponts Formation Edition, Paryż, Francja, 1999
- **Studia podyplomowe z zakresu gospodarki i szacowania nieruchomości**, Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki i Akademii Ekonomicznej w Krakowie, 1998

Inne szkolenia:

- "*Aspekty finansowo – administracyjne w Horyzoncie 2020 - co trzeba wiedzieć żeby prawidłowo skalkulować budżet, zrealizować i rozliczyć projekt*", organizator CTT, Kraków 2015
- Warsztaty "*Jak przygotować wniosek do konkursu Twinning*", organizator CTT Kraków, 2015



I. Hager  
dr inż.



- *"Jak z sukcesem przygotować wniosek o grant"*, organizator PWN, Kraków, 2013
- *"Rozwój wypracowanych narzędzi wsparcia B+R w zakresie umiejętności związanych z zarządzaniem projektami badawczymi i komercjalizacja ich wyników"*, organizator CTT, Kraków 2013;
- *"Zapewnienie i doskonalenie jakości kształcenia w świetle Krajowych Ram Kwalifikacji"*, organizator PK, Kraków 2013
- *"Jak efektywnie pozyskać pieniądze na prowadzenie badań?"*, organizator CTT Kraków 2010



Kraków, 15 października 2015 r.



I. Hager  
dr inż.