

Autoreferat

1. Imię i nazwisko: **Jan Antoni Rubin**.

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.
 - **2001r. – dr inż. nauk technicznych w dyscyplinie budownictwo, w specjalności fizyka budowli oraz technologia betonu**, Politechnika Śląska, Wydział Budownictwa
Tytuł pracy doktorskiej: *Technologiczne kształtowanie struktury betonów lekkich kruszywowych z warunku promieniotwórczości naturalnej*
Promotor: dr hab. inż. Tadeusz Zakrzewski, Politechnika Śląska
Recenzenci: Prof. dr inż. Lesław A. Brunarski, Instytut Techniki Budowlanej
Prof. dr hab. inż. Janusz Szwabowski, Politechnika Śląska

 - **1993r. – mgr inż. na kierunku budownictwo, w specjalności Technologia i Organizacja Budownictwa**, Politechnika Śląska, Wydział Budownictwa
Tytuł rozprawy magisterskiej: *Promieniotwórczość naturalna kruszyw i betonów lekkich stosowanych w budownictwie mieszkaniowym*
Promotor: Prof. dr inż. Jan Mikoś, Politechnika Śląska

 - **1992r. – inż. na kierunku budownictwo, w specjalności Technologia i Organizacja Budownictwa**, Politechnika Śląska, Wydział Budownictwa
Tytuł pracy inżynierskiej: *Porównawcze pomiary promieniowania naturalnego materiałów budowlanych*
Promotor: Doc. dr inż. Marian Robakowski, Politechnika Śląska

Pozostałe dyplomy / świadectwa:

- 2011r. – Zaświadczenie z dn. 21.06.2011r. Szkolenie: *Przygotowanie do pracy w charakterze kierownika projektów badawczych*. Politechnika Śląska, Gliwice 19.04.2011-21.06.2011r.
- 2009r. – Zaświadczenie Nr 56/2009. *Rzeczoznawca Mykologiczno-Budowlany PSMB*. Polskie Stowarzyszenie Mykologów Budownictwa, Wrocław 24.03.2009r.
- 2004r. – Świadectwo Nr 5/Sp/03/04. Podyplomowy kurs mykologiczno-budowlany: *Ochrona budynków przed korozją biologiczną*. Polskie Stowarzyszenie Mykologów Budownictwa, Wrocław 26.01.2004-26.03.2004r.
- 2003r. – Świadectwo Nr 2362 ukończenia studium pedagogicznego. Politechnika Śląska – Ośrodek Badań i Doskonalenia Dydaktyki, Gliwice 01.10.2002-30.05.2003r.
- 1998r. – Zaświadczenie nr 300/98. *Stwierdzenie posiadania kwalifikacji w zakresie kierowania i nadzorowania robót budowlanych w specjalności konstrukcyjno-*

budowlanej przy zabytkach nieruchomych. Oddział Wojewódzki Państwowej Służby Ochrony Zabytków, Katowice 28.05.1998r.

- 1994r. – Zaświadczenie nr ewidencyjny 162/94. *Stwierdzenie przygotowania zawodowego do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie w specjalności konstrukcyjno-budowlanej*. Urząd Wojewódzki, Katowice 21.03.1994r.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.

- 1985r. – nadal. Politechnika Śląska w Gliwicach. Stanowiska: technik, starszy technik, specjalista, asystent, adiunkt, od 1.10.2018r. starszy wykładowca z doktoratem.
- 1990r. – 1994r. Przedsiębiorstwo Robót Budowlanych PW w Rybniku. Stanowisko: technik budowy (praktyka zawodowa).
- 2000r. – 2002r. Zespół Szkół Budowlanych w Gliwicach. Stanowisko: nauczyciel przedmiotów zawodowych (umowa o pracę).
- 2004r. – 2005r. Zakład Materiałów Budowlanych UTEX – SIGMA Sp. z o.o. w Mikołowie-Bujakowie. Stanowisko: specjalista ds. technologii produkcji (umowa o pracę).
- 2005r. – 2006r. Wyższa Szkoła Techniczna w Katowicach. Stanowisko: wykładowca (umowa zlecenie).
- 2008r. – 2009r. Wektor Inwestycje Sp. z o.o. w Gliwicach. Stanowisko: inspektor nadzoru (umowa zlecenie).
- 2014r. – nadal. Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Raciborzu. Stanowisko: wykładowca z doktoratem (umowa zlecenie).

4. Wskazanie osiągnięcia¹ wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2017 r. poz. 1789):

- a) Tytuł osiągnięcia naukowego: monografia pt. **Wpływ czynników materiałowych oraz technologicznych na ekshalację radonu z betonów o matrycy cementowej**.
- b) Rubin J.A.: Wpływ czynników materiałowych oraz technologicznych na ekshalację radonu z betonów o matrycy cementowej. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2019, s. 157. ISBN 978-83-7880-620-2. Recenzenci wydawniczy:
 - prof. dr inż. Lesław A. Brunarski,
 - prof. dr hab. inż. Jerzy Z. Piotrowski.
- c) Omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

¹ W przypadku, gdy osiągnięciem tym jest praca / prace wspólne, należy przedstawić oświadczenia wszystkich jej współautorów, określające indywidualny wkład każdego z nich w jej powstanie. W przypadku, gdy praca zbiorowa ma więcej niż pięciu współautorów, habilitant załącza oświadczenie określające jego indywidualny wkład w powstanie tej pracy oraz oświadczenia co najmniej czterech pozostałych współautorów.

Przyczyna podjęcia badań

Swoistym produktem towarzyszącym wszelkiej działalności człowieka są odpady. Niektóre z nich są klasyfikowane przez EPA (Environmental Protection Agency) jako odpady potencjalnie niebezpieczne, które muszą być zagospodarowane w niekonwencjonalny sposób.

Spośród wielu czynników stanowiących zagrożenie środowiska mieszkalnego człowieka na jednym z pierwszych miejsc wymienia się naturalne izotopy promieniotwórcze występujące m.in. we wspomnianych powyżej odpadach poprzemysłowych (w tzw. surowcach wtórnych), wykorzystywanych w budownictwie alternatywnie z surowcami naturalnymi.

Wśród deklarowanych przez Unię Europejską priorytetów rozwoju inżynierii budowlanej wymienia się m.in. rozwój betonów o niskim śladzie węglowym (tzw. betony zeroemisyjne) oraz zastosowania innowacyjnych spoiw, np. z dodatkiem metakaolinu. Wykorzystanie materiałów odpadowych – przykładowo w postaci kruszyw wtórnych (np. żużli elektrowniowych), bądź też dodatków mineralnych (np. popiołów lotnych) – jest naturalną tendencją rozwoju betonów o matrycy cementowej, która wpisuje się m.in. w zrównoważony rozwój szeroko pojętego budownictwa betonowego. Jednym z istotnych elementów budownictwa ekologicznego jest także profilaktyczne przeciwdziałanie potencjalnemu zjawisku, które polega na skażeniu mikrośrodowiska mieszkalnego człowieka radonem ekshalującym z betonów produkowanych z wykorzystaniem surowców wtórnych. Kompleksowo rzecz ujmując, elementy betonowe wyprodukowane z surowców wtórnych mogą umożliwić sektorowi budowlanemu zwiększenie ochrony środowiska i ograniczenie ilości składowanych odpadów.

Bezpośrednim powodem podjętych przeze mnie działań badawczych opisanych w przedstawionej monografii jest wymagane powszechnie ograniczenie skażenia radonem mikrośrodowiska mieszkalnego człowieka. Jednym z potencjalnych źródeł takowego skażenia są betony o matrycy cementowej, wytwarzane przy użyciu surowców wtórnych. W związku z tym postawiłem tezę, iż istnieje materiałowo-technologiczna możliwość regulowania szczelności radonowej betonów o matrycy cementowej wytwarzanych z wykorzystaniem surowców wtórnych.

Cel naukowy oraz zakres ww. badań

Głównym celem niniejszej monografii jest zaprezentowanie wyników moich wieloletnich prac badawczych, w tym zrealizowanych w ramach pracy badawczej BW/RGH-5/RB-0/2009 [1], na temat wpływu zmiennych czynników technologicznych na ekshalację radonu z betonów kruszywowych o matrycy cementowej. Wspomniane wieloletnie prace badawcze prowadzone były na Wydziale Budownictwa Politechniki Śląskiej w Gliwicach, a oprócz wpływu czynników technologicznych dotyczyły również wpływu zmiennych czynników materiałowych na ekshalację tegoż radonu ze wzmiankowanych betonów. Badania te obejmowały także pomiary stężeń pierwiastków naturalnie promieniotwórczych zawartych w wykorzystywanych surowcach składowych (przede wszystkim w odpadach poprzemysłowych). Dotyczyło

to szczególnie radu Ra-226, pierwiastka macierzystego dla radonu Rn-222. Badania, o których mowa, były częścią długofalowych prac eksperymentalnych prowadzonych pod kątem możliwości wykorzystania surowców wtórnych w szeroko pojętym budownictwie. Pochodzenie tychże surowców odpadowych to głównie przemysł: energetyczny i hutniczy oraz wydobywczy.

W przywołanej monografii mojego autorstwa, zaprezentowane badania dotyczą dwóch obszarów pomiarów, mających potencjalny wpływ na skażenie mikrośrodowiska mieszkalnego człowieka radonem:

- pomiary stężeń radu Ra-226, który jest pierwiastkiem macierzystym radonu Rn-222. Pomiary te obejmują cementy i kruszywa oraz dodatki mineralne, a także betony kształtowane przy ich użyciu;
- pomiary ekshalacji radonu Rn-222 z betonów o matrycy cementowej. Ich główny składnik to tzw. kruszywa wtórne oraz matryca cementowa modyfikowana w różnorodny sposób.

Betony o matrycy cementowej jako ciała porowate – podobnie jak wiele innych materiałów porowatych – z samej swej natury są materiałami nieszczelnymi w stosunku do różnorodnych mediów, przede wszystkim gazów. Wspomniane nieszczelności wynikają z występowania w betonie tzw. porowatości efektywnej, czyli obecności porów otwartych, które łączą się ze sobą i z zewnętrzną powierzchnią betonu. Pory otwarte pozwalają równocześnie na ruch gazu wskroś ośrodka materialnego.

Porowatość efektywna, nawet w prawidłowo zaprojektowanym oraz wykonanym betonie, miewa różny charakter i stopień. W porównaniu z zaczynem cementowym w betonie ilość porów zwiększa się w związku z określoną porowatością i kształtem kruszywa oraz stopniem jego zagęszczenia, a także z sumą objętości absolutnych poszczególnych składników. Według danych literaturowych (m.in. [2]), właściwością mikrostruktury zhydratyzowanego zaczynu cementowego, od której zależy przepuszczalność gazu, jest natura układu porów w strukturze stwardniałej matrycy cementowej, jak również w strefie kontaktowej między kruszywem a zaczynem cementowym.

W przeciwieństwie do większości kruszyw naturalnych, kruszywa wtórne mogą wchodzić – w większym lub w mniejszym zakresie – w reakcje chemiczne z otaczającym je zaczynem cementowym. W bezpośredni sposób wiąże się to z przemianami zachodzącymi w funkcji czasu, w strukturze wewnętrznej betonów o matrycy cementowej.

Porowatość otwarta betonów o matrycy cementowej wiąże się bardzo ściśle z ich obniżoną trwałością w stosunku do różnych oddziaływań destrukcyjnych. Oddziaływania te to m.in.: korozja wywołana karbonatyzacją, korozja wywołana chlorkami nie pochodzącymi lub pochodzącymi z wody morskiej, korozja mrozowa, agresja chemiczna. Relacje pomiędzy trwałością betonów o matrycy cementowej a ich szczelnością, w literaturze przedmiotu są dość dobrze rozpoznane m.in. [3], [4]. Muszę jednak jednoznacznie podkreślić, że nie stanowią one przedmiotu moich badań.

Szczelność gazowa struktury betonu, jest jedną z istotniejszych cech technicznych. Można ją osiągnąć poprzez odpowiednią optymalizację (modyfikację) tworzyw betonowych. Optymalizacja taka obejmuje obiektywne metody wyboru najlepszych rozwiązań. Znane są różne metody optymalizacji szczelności betonów o matrycy cementowej [5]. Jeśli chodzi o optymalizację szczelności radonowej, to w literaturze przedmiotu znajdujemy m.in. dane ukazujące wpływ pyłu krzemionkowego (spadek ekshalacji radonu nawet o 56% [6] [7]) i metakaolinu (spadek ekshalacji radonu o ok. 30% [8]) oraz popiołów lotnych [9] [10], jak również współczynnika wodno-cementowego (w/c) [11] na wielkość ekshalacji radonu z tworzyw o matrycy cementowej. W dwóch pierwszych przypadkach, cytowane badania obejmowały betony kształtowane z zastosowaniem kruszywa granitowego, pozostałe przypadki to badania dotyczące zaczynów opartych na cementach modyfikowanych dodatkami mineralnymi. Znane są również wyniki badań ekshalacji radonu m.in. w funkcji czasu, z betonów o matrycy cementowej modyfikowanej popiołem lotnym [12], [13], [14].

Zgodnie z przyjętymi na wstępie założeniami badawczymi, wykonałem prace eksperymentalne, które obejmowały:

- wytypowanie i przygotowanie surowców składowych – przede wszystkim kruszyw, ale także cementów oraz dodatków mineralnych;
- określenie podstawowych cech fizykochemicznych wzmiankowanych surowców składowych, w tym przede wszystkim ich promieniotwórczości naturalnej;
- kształtowanie próbek betonowych w postaci walców z wnęką (kształt naczynia pomiarowego Marinelli) oraz walców o średnicy i wysokości równej 8 cm;
- oznaczenie gęstości (właściwej) i gęstości pozornej betonów (jak wyżej);
- wykonanie badań porowatości otwartej przy użyciu porozymetru rtęciowego omawianych betonów;
- ekspozycję detektorów typu Pico-Rad (fiolki z aktywnym węglem) w obecności zwartych próbek betonowych w szczelnej, metalowej komorze pomiarowej;
- pomiary stężenia radonu S_{Rn} zaabsorbowanego przez detektory typu Pico-Rad, analizatorem LSC (z płynnym scyntylatorem);
- pomiary stężeń izotopów: potasu S_K , radu S_{Ra} oraz toru S_{Th} w omawianych betonach (trójkanałowym analizatorem typu AZAR i/lub wielokanałowym scyntylacyjnym zestawem pomiarowym);
- pomiary ciepła hydratacji (metodą izotermiczną) wybranych spoiw cementowych z dodatkami mineralnymi;
- analizę skaningową mikroskopem elektronowym struktury wewnętrznej wybranych próbek betonowych.

Zrealizowałem również pomiary kontrolne ekshalacji radonu oraz objętości całkowitej porów i powierzchni właściwej porów (wybranych próbek betonowych metodą porozymetryczną) po upływie ich wielomiesięcznego okresu sezonowania w warunkach laboratoryjnych.

Zaproponowane i zastosowane czynniki materiałowo-technologiczne, które posłużyły mi do świadomej regulacji szczelności radonowej betonów jak wyżej, to:

- zróżnicowana procentowo ilość cementu portlandzkiego na 1 m³ mieszanki betonowej;
- zastosowane heterogeniczne cementy powszechnego użytku;
- zróżnicowane ilościowo i jakościowo stopy okruszowe;
- zróżnicowany współczynnik wodno-spoiwowy (w/s);
- intensywność zagęszczania (zróżnicowane ciśnienia prasujące);
- zmienna ilość drobnoziarnistych (< 0,063 mm) dodatków mineralnych: mączki kwarcowej (MK), mączki piaskowej (MP), mielonego granulowanego żużla wielkopieczowego (S), popiołu lotnego krzemionkowego (V), popiołu lotnego wapiennego (W), pyłu krzemionkowego (D) oraz metakaolinu (Q).

Generalnie rzecz ujmując, zakres monografii obejmuje trzy główne grupy zadań:

- W pierwszej zaprezentowałem stężenia pierwiastków promieniotwórczych – przede wszystkim radu Ra-226 – w przykładowych mineralnych składnikach betonów o matrycy cementowej.
- W grupie drugiej przedstawiłem wyniki testów dotyczących możliwości prognozowania sumarycznego stężenia radu w betonach o matrycy cementowej, kształtowanych przy użyciu kruszyw wtórnych (czyli m.in. takich odpadów przemysłowych jak: żużle elektrowniane i hutnicze oraz łupkoporyty ze zwałów). W grupie tej zaprezentowałem także wyniki pomiarów stężeń radu w próbkach betonowych pozostających w stanie zwartym, czyli inaczej niż w procedurach badawczych zawartych w wytycznych Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 2.01.2007r. oraz w Poradniku Instytutu Techniki Budowlanej Nr 455/2010.
- W grupie trzeciej przedstawiłem wyniki badań nad wpływem wybranych czynników materiałowych oraz technologicznych na ekshalację radonu z betonów o matrycy cementowej.

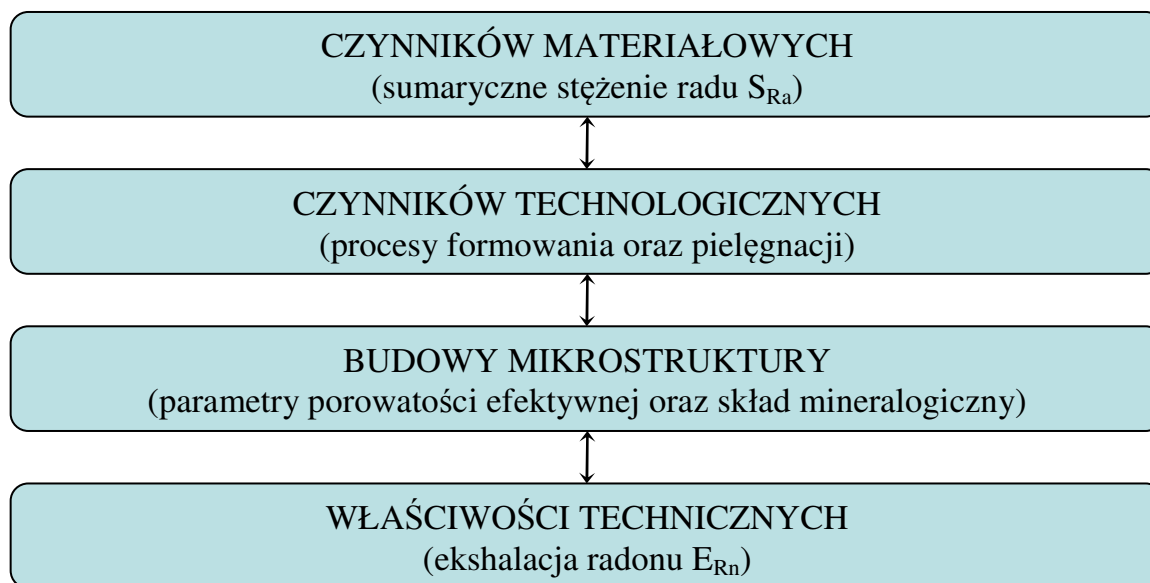
Opisane w monografii badania prowadziłem na betonach o matrycy cementowej z użyciem kruszyw wtórnych (m.in. elporytu, żużla ISP oraz łupkoporytu ze zwałów). Badania obejmowały betony: elporytowo-łupkowe, elporytowo-agloporytowe oraz żużlowe. Zastosowane w badaniach dodatki mineralne to w większości także odpady przemysłowe (popioły lotne krzemionkowe i wapienne oraz żużel wielkopieczowy).

Osiągnięte wyniki

Przedstawiona w monografii analiza zagadnień związanych z ekshalacją radonu z betonów o matrycy cementowej, wytworzonych przy użyciu kruszyw wtórnych pozwala stwierdzić, że ekshalacja radonu (E_{Rn}) nie zależy wprost od wartości stężenia radu (S_{Ra}) w tworzywie betonowym (tzw. współczynnik proporcjonalności (E_{Rn}/S_{Ra}) [15]). Jest ona również zde-

terminowana w istotny sposób innymi parametrami technicznymi, w szczególności zaś porowatością efektywną, a także parametrami materiałowo-technologicznymi.

Współczesne wymagania stawiane betonom o matrycy cementowej, stawiają przed inżynierią budowlaną wciąż nowe wyzwania. By im sprostać, niezbędne jest korzystanie z najnowszych osiągnięć naukowych dotyczących tychże betonów. W przypadku szeroko pojętej szczelności radonowej tworzyw betonowych proponuję rozpatrywać te zagadnienia w czterech obszarach (rys. 1):



Rys. 1. Proponowane obszary rozpatrywania szczelności radonowej tworzyw betonowych

Z zaprezentowanych w niniejszej monografii wyników badań własnych wynika, iż najbardziej interesujące efekty dotyczące szczelności radonowej betonów można uzyskać przez:

- wprowadzenie zwiększonej ilości cementu portlandzkiego do 1m³ mieszanki betonowej; w tym przypadku wzrost ilości cementu portlandzkiego bez dodatków o 74% skutkował spadkiem ekshalacji radonu (E_{Rn}) o 54%;
- zastosowanie intensywnej metody zagęszczania mieszanki betonowej metodą prasowania - przy wzroście ciśnienia prasującego do wartości maksymalnie 20 MPa, spadek ekshalacji radonu (E_{Rn}) o 55%;
- wykorzystanie relatywnie niskiej wartości współczynnika wodno-cementowego; przy minimalnej wartości (w/c) = 0,30 spadek ekshalacji radonu (E_{Rn}) wynosi maksymalnie 19%;
- modyfikację matrycy cementowej pyłem krzemionkowym (dodatek typu D) lub metakaliniem (dodatek typu Q) - w tych przypadkach, przy 30% dodatku typu D lub Q, spadek ekshalacji radonu (E_{Rn}) wynosi maksymalnie 26%;

- zamianę cementu z dodatkami niepuccolanowymi na cementy z dodatkami puccolanowymi; wg zaprezentowanych wyników badań własnych spadek ekshalacji radonu (E_{Rn}) wynosił maksymalnie 43%.

Reasumując, we wszystkich pięciu przytoczonych przypadkach spadek ekshalacji radonu (E_{Rn}) wyraźnie koreluje ze spadkiem porowatości efektywnej, reprezentowanej przez tzw. współczynnik kształtu porów (F_{wp}/V_{cp}) bądź porowatość względną (P_w).

Analiza wyników moich badań wskazuje jednoznacznie na to, że w sytuacji, gdy ilość mezoporów przewyższa wyraźnie ilość makroporów, to ekshalacja radonu (E_{Rn}) wykazuje tendencję malejącą. W sytuacji odwrotnej występuje tendencja rosnąca. Stąd wniosek, iż potencjalnie istnieje dodatkowy czynnik, który wywiera znaczący wpływ na ekshalację radonu. W związku z tym postawiłem tezę, że tym domniemanym czynnikiem jest warstwa przejściowa na granicy kruszywo/zaczyn, gdzie na ogół występuje tzw. efekt ściany. Strefa ta jest powszechnie uważana za najsłabszy element mikrostruktury betonów.

W przypadku betonów wytwarzanych przy użyciu kruszyw wtórnych lekkich nie zaobserwowano wystąpienia takiego efektu. Przyczyną jest niewątpliwie zjawisko przenikania zaczynu cementowego przez porowatą powierzchnię kruszywa na pewną głębokość. Potwierdzają to również zdjęcia skaningowe zamieszczone w monografii, na których nie zaobserwowałem wyraźnego styku kruszywa z zaczynem.

Kruszywa lekkie ograniczają występowanie porowatej warstwy kontaktowej także poprzez pochłanianie wody z mieszanki betonowej, obniżając lokalnie wartość współczynnika wodno-cementowego (w/c) [16]. Dla omawianych betonów grubość strefy kontaktowej szacuje się co najwyżej na 5-10 μm [17].

Odwrotna sytuacja występuje przy zastosowaniu kruszywa wtórnego ciężkiego, gdzie analogicznie do kruszyw naturalnych nieporowatych, występuje efekt ściany. Mikrospękania rozwijają się bowiem w obszarze granicznym z uwagi na zaburzenie własności ośrodka spowodowane niedoskonałością wiązania zaczynu z kruszywem. Grubość strefy kontaktowej w tym przypadku jest szacowana na 40÷60 μm [17]. Według innych źródeł grubość tej warstwy przyjmowana jest najczęściej na ok. 50 μm [16], [2].

W przypadku znacznego zmniejszenia ilości wody w betonach cementowych porowatość strefy kontaktowej drastycznie maleje, a mikrostruktura matrycy otaczającej ziarna kruszywa jest taka sama jak w części oddalonej od ziarna [18].

Efekt ściany można także w pewnym zakresie zminimalizować, wykorzystując intensywne metody zagęszczania mieszanki betonowej, np. stosując technologię Pras-Bet opartą na prasowaniu tejże mieszanki. Technologia ta znajduje zastosowanie m.in. przy produkcji elementów ściennych, stropowych oraz okładzin stosowanych w budownictwie mieszkaniowym [19]. Zwiększenie szczelności strefy kontaktowej polega w tym przypadku na mechanicznym jej zagęszczeniu, co skutkuje ściślejszym upakowaniem składników w niej występujących.

Równie interesujące efekty uzyskałem w wyniku zastosowania pyłu krzemionkowego oraz metakaolinu. Szczególnie pył krzemionkowy wpływa na zmniejszenie porowatości strefy kontaktowej. W wyniku oddziaływań fizycznych i chemicznych następuje korzystna modyfikacja mikrostruktury matrycy cementowej połączona ze znacznym zmniejszeniem porowatości w obszarze porów kapilarnych [20], [5].

W pozostałych przypadkach uzyskałem mniejsze lub większe przyrosty ekshalacji radonu, czyli praktycznie rzecz ujmując, modyfikacja matrycy cementowej dodatkami mineralnymi – takimi jak mączka kwarcowa i mączka piaskowa, mielony żużel wielkopiecowy oraz popioły lotne krzemionkowe i wapienne – spowodowała spadek szczelności radonowej struktury betonów. Wynika to zapewne z faktu, że duża średnica ziaren wymienionych dodatków mineralnych – rzędu 6÷28 razy większa od średnicy ziaren pyłu krzemionkowego lub metakaolinu – potęguje efekt ściany na styku kruszywa i zaczynu, co przynosi odwrotny efekt od oczekiwanego.

Jak już wspomniałem, przeprowadziłem także badania nad wpływem czasu przechowywania betonowych próbek w komorze klimatycznej (temp. $17\pm 1^\circ\text{C}$, wilgotność $93\pm 3\%$) na ekshalację radonu:

- Po 12 miesiącach zaobserwowałem spadek ekshalacji radonu z betonów o matrycy cementowej – z cementów CEM II/A-D 32,5R; CEM II/B-M (V-LL) 32,5R; CEM III/A 32,5R – odpowiednio o 68, 61 i 53%.
- Po 72 miesiącach zaobserwowałem spadek ekshalacji radonu z betonu o matrycy cementowej – z cementu portlandzkiego CEM I 32,5R – o 64%.

W trakcie wielomiesięcznego procesu sezonowania betonów o matrycy cementowej w środowisku o wysokiej wilgotności maleje ilość składników krystalicznych, rośnie zaś żelowych. Efektem tego procesu jest zarastanie dużych porów kapilarnych, przy równoczesnym wzroście udziału porów żelowych [21], [22], [23]. Do osiągnięcia wysokiej szczelności struktury bardzo istotna jest zdolność do zamykania porów mikrostrukturalnych w ciągu kilkudziesięciu dni hydratacji, jako rezultatu przejścia od bogatego w krzemionkę żelu w różnorodne morfologicznie typy C-S-H [16], które już po ok. 90 dniach charakteryzują się wysokim wzrostem szczelności.

Uzyskane wyniki wskazują na możliwość zastosowania przyspieszonych metod dojrzewania (np. metodą vaporyzacji [24]), w celu osiągnięcia podobnie wysokiej szczelności radonowej.

W prezentowanej pracy oszedłem od tradycyjnej metody opisywania betonu o matrycy cementowej przez pryzmat użytej do jego wykonania technologii, na rzecz określenia ilościowych relacji pomiędzy strukturą betonu – która jest synergistyczną pochodną zastosowanych czynników materiałowych oraz technologicznych – a jego właściwościami charakteryzującymi przedmiotowe betony, w tym przypadku ekshalacją radonu.

Moim osiągnięciem naukowym zaprezentowanym w monografii jest wykazanie, że możliwe jest ograniczenie ekshalacji radonu z betonów o matrycy cementowej przez regulację ich szczelności radonowej, dzięki modyfikacji porowatości efektywnej. Efekt ten można uzyskać poprzez odpowiednie zastosowanie wybranych czynników materiałowo-technologicznych, m.in. tych, które zaprezentowałem w niniejszej pracy.

W dostępnej literaturze przedmiotu nie znalazłem adekwatnego przykładu dotyczącego wpływu intensywności zagęszczania mieszanki betonowej – wykorzystując technologię prasowania – na szczelność radonową wytworzonego betonu.

Badania przedstawione w omawianej monografii, w tym również zastosowane czynniki materiałowo-technologiczne modyfikujące strukturę wewnętrzną badanych betonów, stawiają wzmiankowaną pracę w rzędzie opracowań zaawansowanych i w pewnym sensie unikatowych pod względem zarówno naukowym, jak i aplikacyjnym.

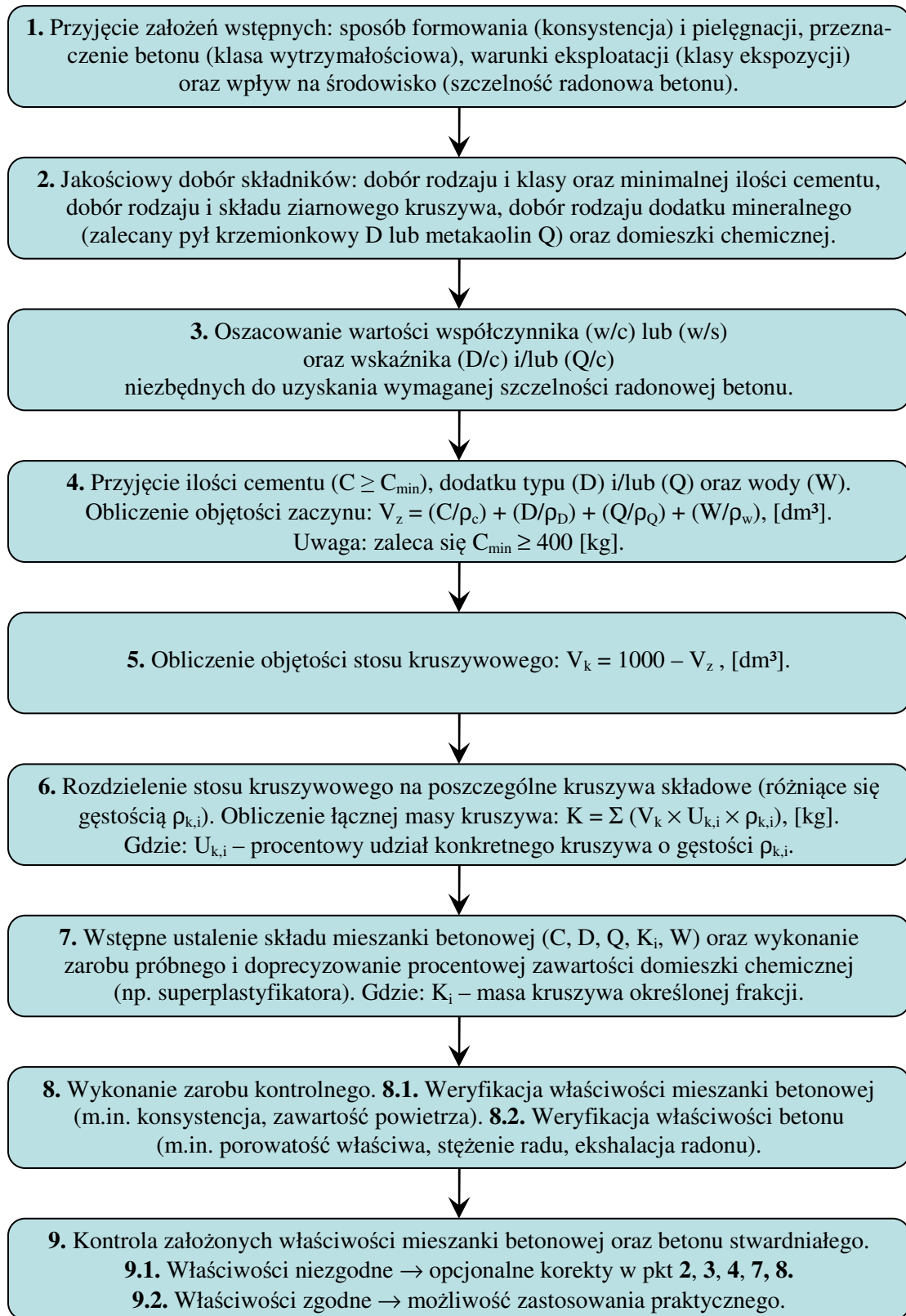
Niniejsza praca wpisuje się także w tematykę działań zapobiegawczych przed narażeniem człowieka w jego mikrośrodkowisku mieszkalnym na moc dawki pochłoniętej od promienionowania jonizującego, w tym od radonu. W Polsce dotyczy to – oprócz radonu pochodzącego z gruntu budowlanego – szczególnie wyrobów betonowych produkowanych przy użyciu surowców wtórnych.

Niejako na koniec, przyjmując tezę o synergistycznym wpływie zmiennych czynników materiałowych i technologicznych na ekshalację radonu z betonów o matrycy cementowej, przedstawiłem autorski algorytm projektowania składów mieszanek betonowych z uwzględnieniem szczelności radonowej (rys. 2).

Bibliografia:

1. Rubin J.A.: Wpływ zmiennych czynników technologicznych na ekshalację radonu z kompozytów kruszywowych o matrycy cementowej. BW/RGH-5/RB-0/2009. Gliwice 2009.
2. Neville A.M.: Właściwości betonu. Polski Cement, Kraków 2000.
3. Deja J.: Trwałość zapraw i betonów żużlowo-alkalicznych. Polska Akademia Nauk & Polskie Towarzystwo Ceramiczne, Kraków 2004.
4. Wawrzeńczyk J.: Diagnostyka mrozoodporności betonu cementowego. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2002.
5. Jasiczak J., Mikołajczak P.: Technologia betonu modyfikowanego domieszkami i dodatkami. Przegląd tendencji krajowych i zagranicznych. Alma Mater, Politechnika Poznańska, Poznań 2003.
6. Chauhan R.P., Kumar A.: Study of radon transport through concrete modified with silica fume. Radiation Measurements. Vol. 59, December 2013, p. 59-65.
7. Yu K.N., Balendran R.V., Koo S.Y., Cheung T.: Silica Fume as a Radon Retardant from Concrete. Environ. Sci. Technol. 34 (2000), p. 2284-2287.

8. Lau B.M.F., Balendran R.V., Yu K.N.: Metakaolin as a radon retardant from concrete. *Radiation Protection Dosimetry. Nuclear Technology Publishing*, Vol. 103, No. 3 (2003), p. 273-276.
9. Kovler K., Perevalov A., Levit A., Steiner V., Metzger L.A.: Radon exhalation of cementitious materials made with coal fly ash: Part 2 - testing hardened cement-fly ash pastes. *Journal of Environmental Radioactivity* 82 (2005), p. 335-350.
10. Kovler K., Perevalov A., Steiner V., Metzger L.A.: Radon exhalation of cementitious materials made with coal fly ash: Part 1 - scientific background and testing of the cement and fly ash emanation. *Journal of Environmental Radioactivity* 82 (2005), p. 321-334.
11. Hoffmann B.: Experimentelle und theoretische Untersuchungen über die Emanation und Migration von Radon in Baustoffen und Bauwerksabdichtungen. Dissertation zur Erlangung des Grades des Doktors der Naturwissenschaften der Naturwissenschaftlich-Technischen Fakultäten der Universität des Saarlandes, Saarbrücken 2004.
12. Yu K.N., Young E.C.M., Stokes M.J., Kwan M.K., Balendran R.V.: Radon Emanation from Concrete Surfaces and the Effect of the Curing Period, Pulverized Fuel Ash (PFA) Substitution and Age. *Appl. Radiat, Isot.* Vol. 48, No. 7, 1997, p. 1003-1007.
13. Yu K.N., Young E.C.M., Chan T.F., Lo T., Balendran R.V.: The Variation of Radon Exhalation Rates from Concrete Surfaces of Different Ages. *Building and Environment*, Vol. 31, No. 3, 1996, p. 255-257.
14. Yu K.N.: Radon emanation from concrete with pulverized fuel ash (PFA). *Building and Environment*, Vol. 29, Issue 4, October 1994, p. 545-547.
15. Neroth G.: Radon in Innenräumen. Ergebnisse einer Untersuchungsreihe im Fichtelgebirge. *Bauphysik* 15 (1993), Heft 5. Berlin 1993.
16. Małolepszy J., Kotwica Ł.: Porowata struktura betonu i metody jej ilościowej i jakościowej oceny. II Sympozjum Naukowo-Techniczne: Cement – właściwości i zastosowanie, Kraków 2008, s. 37-57.
17. Pawluczuk E.: Kształtowanie strefy kontaktowej kruszywo-zaczyn w betonach recyklingowych. *Budownictwo i Inżynieria Środowiska*, nr 2, Białystok 2011, s. 369-376.
18. Kurdowski W.: *Chemia cementu i betonu*. Wydawnictwo Polski Cement & Wydawnictwo Naukowe PWN, Kraków – Warszawa 2010.
19. Mikoś J.: *Wybrane zagadnienia technologii prefabrykacji*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1987.
20. Nocuń-Wczelik W.: *Pył krzemionkowy – właściwości i zastosowanie w betonie*. Polski Cement, Kraków 2005.
21. Chłodziński S., Garbacik A.: *Cementy wieloskładnikowe w budownictwie*. Polski Cement, Kraków 2008.
22. Giergiczny Z., Małolepszy J., Szwabowski J., Śliwiński J.: *Cementy z dodatkami mineralnymi w technologii betonów nowej generacji*. Górażdże Cement, Opole 2002.
23. Peukert S.: *Cementy powszechnego użytku i specjalne*. Polski Cement, Kraków 2000.
24. Rubin J.A.: Przyspieszenie dojrzewania kompozytów o matrycy cementowej metodą waporizacji. *Magazyn Autostrady*, nr 5, 2017, s. 98-100.



Rys. 2. Sposób postępowania podczas projektowania składu betonów szczelnych radonowo

d) Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych.

Aspekty mojej pracy zawodowej przekładają się na działalność dydaktyczną realizowaną w Politechnice Śląskiej oraz w ramach towarzyszącej działalności szkoleniowo – popularyzatorskiej w stowarzyszeniach naukowo-branżowych, których jestem członkiem. Efektem aktywności w obszarach nauki pozostających w sferze moich zainteresowań zawodowo-naukowych jest szereg publikacji naukowych prezentowanych na konferencjach krajowych i międzynarodowych, w czasopismach branżowych oraz rozdziałach w pracach zbiorowych o zasięgu ogólnokrajowym.

Oddzielny obszar działalności stanowi aktywność inżynierska, ekspercka oraz szkoleniowa przede wszystkim w zakresie mykologii budowlanej i ochrony zabytków.

Moje zainteresowania zawodowo – naukowe, to:

- **Dozymetria budowlana** czyli dział budownictwa, który zajmuje się promieniotwórczością naturalną w środowisku mieszkalnym człowieka. W roku 1997 zostałem członkiem Polskiego Towarzystwa Badań Radiacyjnych. Od roku 2009 jestem z kolei przedstawicielem Politechniki Śląskiej w Centrum Radonowym – Pozarządowej Międzynarodowej Sieci Naukowej z siedzibą w Głównym Instytucie Górnictwa w Katowicach. W ramach współpracy z członkami Centrum Radonowego wykonywałem analizy oraz oceny radioaktywności surowców i materiałów budowlanych, pomiary radioaktywności gamma oraz stężenia radonu w budynkach mieszkalnych rybnickich powiatów grockiego i ziemskiego. Wyniki zespołowe oraz własne były prezentowane m.in. w publikacjach:
 - 1) Leonardi F., Bonczyk M., Nuccetelli C., Wysocka M., Michalik B., Ampollini M., Tonnarini S., Rubin J.A., Niedbalska K., Treviso R., 2018: A study on natural radioactivity and radon exhalation rate in building materials containing norm residues: preliminary results. *Construction and Building Materials* 10 June 2018, Vol. 173, p. 172-179.
 - 2) Wysocka M., Rubin J.A., 2015: Radonmessungen in den Wohngebäuden in Rybniker Kreis. *Bauphysik* 2015 Jg. 37 H. 1, s. 31-37.
 - 3) Wysocka M., Kozłowska B., Dorda J., Kłos B., Chmielewska I., Rubin J.A., Karpińska M., Dohojda M., 2010: Annual observations of radon activity concentrations in dwellings of Silesian Voivodeship. *Nukleonika* 2010, Vol. 55, p. 369-375.
 - 4) Rubin J.A., Wysocka M.: Pomiary radonowe w wybranych budynkach mieszkalnych powiatu Rybnickiego. *Ochrona budynków przed wilgocią i korozją biologiczną. Praca zbiorowa. T. 7. Pod red. J. Karysia. Polskie Stowarzyszenie Mykologów Budownictwa, Wrocław 2010, s. 235-243.*
 - 5) Rubin J.A., Ślusarek J., 2007: Radonexhalation ausgewählter Baustoffe in Abhängigkeit von der Dichte. *Bauphysik* 2007 Jg. 29 H. 4, s. 306-310.
 - 6) Rubin J.A., 2006: Einfluß der Porigkeit auf die Exhalation von Radon aus Leichtbeton. *Bauphysik* 2006 Jg. 28 H. 1, s. 55-58.

- **Drewniane obiekty sakralne.** Posiadam uprawnienia konstrukcyjno – budowlane, poszerzone o uprawnienia do prowadzenia prac budowlanych na obiektach zabytkowych. Działalność ta obejmuje wykonywanie stosownych opinii technicznych, projektów naprawczo-technologicznych oraz bezpośrednich nadzorów nad pracami remontowymi. Ciekawsze przypadki przedstawiłem w artykułach oraz referatach konferencyjnych, np.:
 - 1) Rubin J.A., Jasiulek S.: Ocena mykologiczna drewnianej konstrukcji zabytkowego kościoła w Pszczynie-Ćwiklicach. Ochrona budynków przed wilgocią, korozją biologiczną i ogniem. Praca zbiorowa. T. 14. Pod red. Wojciecha Skowrońskiego. Wrocław: Polskie Stowarzyszenie Mykologów Budownictwa, 2017, s. 209-221
 - 2) Magott C., Rubin J.A.: Prace renowacyjne prowadzone w kościele p.w. św. Marcina w Pszczynie-Ćwiklicach w latach 2010-2014. Sanacja ścian fundamentowych. Ochrona budynków przed wilgocią, korozją biologiczną i ogniem. Praca zbiorowa. T. 13. Pod red. Wojciecha Skowrońskiego. Wrocław: Polskie Stowarzyszenie Mykologów Budownictwa, 2015, s. 113-126.
 - 3) Rubin J.A., Rubin F.: Remont zabytkowego drewnianego kościoła w Łaziskach Rybnickich. Ochrona obiektów budowlanych przed wilgocią, korozją biologiczną i ogniem. T. 11. Red. J. Karyś. Wrocław: Polskie Stowarzyszenie Mykologów Budownictwa, 2011, s. 111-120.
 - 4) Jasiulek S., Rubin J.A.: Ocena stanu technicznego drewnianych obiektów sakralnych. VI. Warsztaty Rzecznawcy Mykologiczno-Budowlanego. Poświęcone pamięci mgr inż. Zygmunta Stramskiego, Krasiczyn k/Przemysła, 2-4 września 2008r. Polskie Stowarzyszenie Mykologów Budownictwa. Wrocław: Polskie Stowarzyszenie Mykologów Budownictwa, 2008, s. 97-106.
 - 5) Gnajda E., Jasiulek S., Rubin J.A., Włodarczyk M.: Przemieszczanie zabytkowych obiektów drewnianych. VI. Warsztaty Rzecznawcy Mykologiczno-Budowlanego. Poświęcone pamięci mgr inż. Zygmunta Stramskiego, Krasiczyn k/Przemysła, 2-4 września 2008 r.. Polskie Stowarzyszenie Mykologów Budownictwa. Wrocław: Polskie Stowarzyszenie Mykologów Budownictwa, 2008, s. 69-78.
 - 6) Rubin J.A., Jasiulek S.: Destrukcyjny wpływ czynników biotycznych na drewnianą konstrukcję zabytkowego kościoła pw. św. Jerzego w Ostropie. Kościół pw. św. Jerzego w Ostropie. Monografia. Red. Stanisław Majewski. Gliwice: Wydaw. Wydziału Budownictwa Politechniki Śląskiej, 2008, s. 69-76.
- **Fizyka budowli.** Przynajmniej w zakresie pomiarów stężeń radonu w mikrośrodku mieszkalnym człowieka, jak również zagadnienia dotyczące ochrony cieplnej związane z ruchem ciepła przez przegrody zewnętrzne budynku, powstającym w wyniku różnic temperatury powietrza wewnętrznego i zewnętrznego. A także ochrona przed kondensacją wilgoci oparta na analizie zjawiska dyfuzji pary wodnej przez przegrody, wywołanej różnicą temperatur i wilgotności względnej powietrza w pomieszczeniu i na zewnątrz. Działalność ta obejmuje badania w warunkach laboratoryjnych oraz terenowych In situ. Ciekawsze wyniki przedstawiłem w artykułach oraz referatach konferencyjnych, np.:

- 1) Orlik-Koźdoń B., Szymanowska-Gwiżdż A., Steidl T., Rubin J.A.: Prognozowanie powstania grzybów pleśniowych na powierzchni przegród budowlanych. *Izolacje* 2019 nr 1, s. 34-43.
 - 2) Orlik-Koźdoń B., Steidl T., Rubin J.A.: Wybrane problemy związane z termoizolacją ścian budynków zabytkowych. *Izolacje* 2018 nr 9, s. 34-40.
 - 3) Steidl T., Rubin J.A.: Izolacyjność cieplna prefabrykatów betonowych. *Beton Prefabrykowany* 2015 wyd. spec., s. 42-44.
 - 4) Rubin J.A., Grzegorzec M.: Budynki podziemne. *Builder* 2012 nr 11, s. 88-92.
 - 5) Rubin J.A.: Radon oraz wybrane czynniki biotyczne jako elementy zespołu chorego budynku. Ochrona obiektów budowlanych przed wilgocią, korozją biologiczną i ogniem. IX Sympozjum, Wrocław - Zakopane, 18-20 października 2007. Polskie Stowarzyszenie Mykologów Budownictwa. Warszawa: Wydaw. Czasopism i Książek Technicznych SIGMA-NOT, 2007, s. 155-160.
 - 6) Rubińska-Jonczy B., Rubin J.A., Wojdyła K.: Wpływ termorenowacji oraz podwyższonej szczelności budynków mieszkalnych na wzrost zagrożeń radonowych. Problemy remontowe w budownictwie ogólnym. VII Konferencja naukowo-techniczna, Wrocław-Szklarska Poręba, 5-7.12.1996. Referaty. Wrocław: Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa, 1996, s. 435-442.
- **Mykologia budowlana.** Jestem Rzeczoznawcą Mykologiczno – Budowlanym Polskiego Stowarzyszenia Mykologów Budownictwa i zajmuję się m.in. rozpoznawaniem przyczyn i skutków korozji biologicznej, jak również zabezpieczaniem przed nią oraz jej zwalczaniem. Dotyczy to obiektów zabytkowych, mieszkalnych i przemysłowych. Działalność ta obejmuje wykonywanie stosownych ekspertyz, projektów naprawczo-technologicznych oraz bezpośrednich nadzorów nad pracami osuszeniowo-naprawczymi i biochronnymi. Wybrane problemy przedstawiłem w artykułach oraz referatach konferencyjnych np.:
 - 1) Rubin J.A.: Grzyby pleśniowe w mikrośrodkowisku mieszkalnym człowieka. IX Śląskie Forum Inwestycji, Budownictwa, Nieruchomości, Gliwice, 21-22 czerwca 2017r. Katowice: Śląska Izba Budownictwa, 2017, s. 8-9 + tekst na CD-ROM.
 - 2) Rubin J.A.: Molds in residential human. Technological innovations and sustainability development in architecture and construction. Monograph. Ed. Joanna Sokołowska Moskwiak. Racibórz: Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa, 2017, s. 165-172.
 - 3) Rubin J.A., Serwatka S.: Ocena mykologiczno-techniczna pomieszczeń budynku stajni książęcych zamku w Pszczynie. Ochrona budynków przed wilgocią i korozją biologiczną. T. 8. Red. Jerzy Karyś, Krzysztof Jan Krajewski. Wrocław: Polskie Stowarzyszenie Mykologów Budownictwa, 2012, s. 75-80.
 - 4) Rubin J.A., Orszulik K.: Wpływ grzybów pleśniowych na zdrowie ludzi. Architektura i technika a zdrowie. At-z. V Międzynarodowe sympozjum, Gliwice, 25 września 2007. Politechnika Śląska. Katedra Projektowania i Nowych Technologii w Architekturze. Katedra Procesów Budowlanych. Centrum Inżynierii Biomedycznej. Gliwice:

[Politechnika Śląska. Wydział Architektury. Katedra Projektowania i Nowych Technologii w Architekturze], 2007, s. 237-242.

- 5) Rubin J.A., Jasiulek S.: Zwalczenie glonów na obiektach historycznych. Architektura i technika a zdrowie. At-z. V Międzynarodowe sympozjum, Gliwice, 25 września 2007. Politechnika Śląska. Katedra Projektowania i Nowych Technologii w Architekturze. Katedra Procesów Budowlanych. Centrum Inżynierii Biomedycznej. Gliwice: [Politechnika Śląska. Wydział Architektury. Katedra Projektowania i Nowych Technologii w Architekturze], 2007, s. 231-236.
 - 6) Rubin J.A., Jasiulek S.: Zwalczenie owadów - technicznych szkodników drewna zażytkowego. Architektura i technika a zdrowie. At-z. IV Międzynarodowe sympozjum, Gliwice, 17-18 października 2006. Politechnika Śląska. Katedra Projektowania i Nowych Technologii w Architekturze. Katedra Procesów Budowlanych. Centrum Inżynierii Biomedycznej. Gliwice: [Politechnika Śląska. Wydział Architektury. Katedra Projektowania i Nowych Technologii w Architekturze], 2006, s. 251-260.
- **Technologia betonu.** W tej sferze mojej działalności naukowo- zawodowej zajmuję się projektowaniem mieszanek betonowych oraz betonów, traktowanych jako kompozyty o matrycy cementowej, m.in. z wykorzystaniem kruszyw wtórnych. Badania prowadziłem i prowadzę nadal w warunkach laboratoryjnych w ramach badań statutowych Politechniki Śląskiej, a także w skali półtechnicznej na zlecenie podmiotów zewnętrznych, zajmujących się produkcją m.in. galanterii betonowej (np. UTEX SIGMA, BETRA, POSIADAŁO i inne). Wybrane wyniki przedstawiłem w artykułach oraz referatach konferencyjnych, np.:
 - 1) Rubin J.A.: Odporność na ścieranie warstwy licowej kostki brukowej o matrycy z cementu TioCem. Magazyn Autostrady 2017 nr 7, s. 59-61.
 - 2) Rubin J.A.: Wpływ ilości oraz rodzaju plastyfikatora na podstawowe cechy techniczne betonowej kostki brukowej. Magazyn Autostrady 2017 nr 1/2, s. 66-70.
 - 3) Rubin J.A.: Wpływ wybranych plastyfikatorów na podstawowe cechy techniczne betonowej kostki brukowej. Magazyn Autostrady 2016 nr 3, s. 62-64.
 - 4) Rubin J.A.: Płukana wibroprasowana kostka brukowa. Magazyn Autostrady 2015 nr 5, s. 68-69.
 - 5) Rubin J.A., Miera P., Gmerek T.: Kompozyty ciężkie samozagęszczalne. Magazyn Autostrady 2013 nr 5, s. 112-115.
 - 6) Rubin J.A.: Wybrane właściwości betonów ciężkich żuźlowych - wibroprasowanych. Magazyn Autostrady 2013 nr 1/2, s. 48-51.

Jan A. Rubin