

Polska Akademia Nauk
Wydział IV Nauk Technicznych
Komitet Inżynierii Lądowej i Wodnej

Nauka we współczesnej inżynierii lądowej i wodnej



Instytut Techniki Budowlanej

Warszawa, 31 stycznia 2014 r.

Polska Akademia Nauk
Wydział IV Nauk Technicznych
Komitet Inżynierii Lądowej i Wodnej

Nauka we współczesnej inżynierii lądowej i wodnej

Materiały na specjalne zebranie KILiW PAN



Instytut Techniki Budowlanej

Warszawa, 31 stycznia 2014 r.

Redakcja
dr MICHAŁ GAJOWNIK

Skład
SŁAWOMIR KOSIARSKI

Projekt okładki
EWA KOSSAKOWSKA



Instytut Techniki Budowlanej
Dział Upowszechniania Wiedzy
02-656 Warszawa, ul. Ksawerów 21, tel.: 22 843 35 19

Spis treści

Przedmowa	5
Andrzej M. Brandt, Wojciech Radomski Nauka we współczesnej inżynierii lądowej i wodnej	7
Jacek Łukasik Nauka w rozwoju betonów ultra-wysokowartościowych (UHPC)	41
Lech Czarnecki Ocena parametryczna osiągnięć naukowych w obszarze inżynierii lądowej i wodnej: zalety i wady	51

PRZEDMOWA

Inżynieria lądowa i wodna ma swoją reprezentację w Wydziale IV Nauk Technicznych Polskiej Akademii Nauk przez oddzielny komitet naukowy (KILiW PAN). Należy on do najstarszych, bo powstał wraz z Akademią w roku 1952, czyli istnieje nieprzerwanie już od 61 lat. Zakres jego działalności jest bardzo szeroki, obejmuje wiele różnych dyscyplin nauk technicznych i stosowanych.

Społeczna rola inżynierii lądowej i wodnej polega przede wszystkim na tym, że od jakości uprawianych w jej ramach badań i aplikacji ich wyników w znacznym stopniu zależy po prostu standard życia ludzi. Rozwój nauki w tej dziedzinie jest w ostatnim półwieczu niezwykle szybki i wielostronny. Okazuje się, że inżynieria lądowa i wodna, mimo swej bardzo długiej historii, nie jest dziedziną przebrzmiałą i nie może być postrzegana przez przedstawicieli innych, nowszych dyscyplin nauk technicznych, jak na przykład elektronika lub informatyka, jako mało naukowa. Takie postrzeganie niestety jest dość częste i znajduje swe negatywne odbicie, choćby w wyborach członków Akademii, a także w szerszym odbiorze społecznym.

Dlatego uznawaliśmy w KILiW za konieczne, aby przedstawić rolę nauki we współczesnej inżynierii lądowej i wodnej na specjalnym zebraniu Komitetu z udziałem zaproszonych gości – władz PAN i Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów, Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, Narodowego Centrum Nauki oraz Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Celem tego spotkania jest poddanie dyskusji podstawowego problemu – jak uświadomić gremiom decydującym o rozwoju nauki w Polsce, że inżynieria lądowa i wodna zasługuje na docenianie jej znaczenia naukowego oraz właściwsze niż dotychczas uwzględnienie jej specyfiki w ocenie dorobku badawczego przedstawicieli tego działu nauk technicznych. Wnioski z dyskusji, w postaci odrębnego opracowania, zostaną przekazane odpowiednim władzom i jednostkom kierującym rozwojem nauki w Polsce oraz opublikowane w krajowych periodykach naukowych.

Jako wprowadzenie do dyskusji zamieszczono w tym wydawnictwie trzy opracowania przygotowane przez członków KILiW PAN. Są to:

– *Nauka we współczesnej inżynierii lądowej i wodnej*, autorstwa Andrzeja M. Brandta i niżej podpisanego,

– *Nauka w rozwoju betonów ultra-wysokowartościowych (UHPC)*, autorstwa Jacka Łukasika (Francja), sekretarza generalnego European Council of Applied Sciences and Engineering,

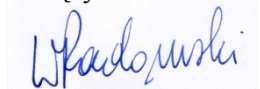
– *Ocena parametryczna osiągnięć naukowych w obszarze inżynierii lądowej i wodnej: zalety i wady*, autorstwa Lecha Czarneckiego.

W pierwszym z wymienionych opracowań, obok głównych autorów, mieli też swój udział członkowie Zespołu powołanego w ramach KILiW, profesorowie: Lech Czarnecki, Zbigniew Kledyński, Marian Kwietniewski, Cezary Madryas, Jacek Śliwiński i Marian Tracz. Wszystkim im dziękuję za ich pomoc.

Dziękuję także dr. inż. Janowi Bobrowiczowi, dyrektorowi stale współpracującego z KILiW Instytutu Techniki Budowlanej w Warszawie, za wydanie drukiem niniejszego opracowania.

Na koniec szczególne podziękowanie kieruję do Dziekana Wydziału IV, profesora Mariana Kaźmierkowskiego, za życzliwe ustosunkowanie się do idei dzisiejszego spotkania i okazaną pomoc w jego organizacji.

Przewodniczący KILiW PAN



Wojciech Radomski

Warszawa, 31 stycznia 2014 roku

Andrzej M. Brandt
Wojciech Radomski

NAUKA WE WSPÓŁCZESNEJ INŻYNIERII LĄDOWEJ I WODNEJ

1. GENEZA, CELE I ZAKRES OPRACOWANIA

Autorzy niniejszego opracowania już kilkakrotnie w ostatnich latach przedstawiali swoje stanowisko na temat stanu nauki w Polsce, zwłaszcza zaś w obszarze inżynierii lądowej i wodnej [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7]. Dlatego tu nawiązujemy do wymienionych publikacji, ale bez szczegółowego powtórnego wyrażania zawartych w nich stwierdzeń. Geneza bowiem obecnego tekstu jest inna, wynika z poczucia obowiązku autorów – poprzedniego i obecnego przewodniczącego Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej Polskiej Akademii Nauk (KILiW PAN) – aby podkreślić, że reprezentowane przez ten Komitet nauki techniczne nie są przebrzmiałe, że są nowoczesne i uprawiane w Polsce w wielu obszarach na światowym poziomie; nie ustępują wielu nowszym naukom technicznym, takim jak informatyka, biomechanika lub elektronika, których przedstawiciele pojmują nierzadko inżynierię lądową i wodną jako obszar wiedzy tradycyjnej, mało – jeśli nie wcale – rozwojowej, nieomal na poziomie rzemieślniczym. Jednym z przejawów tego jest fakt, że od blisko trzydziestu już lat na członka korespondenta PAN nie został wybrany nikt reprezentujący inżynierię. Dotyczy to także innych nauk technicznych, np. z obszaru transportu lub urbanistyki i architektury. W skutek tego Wydział IV PAN nie jest już emanacją szerokiego spektrum nauk technicznych, ale tylko tych uznawanych – nie w pełni słusznie – za nowoczesniejsze. Autorzy zwracali na to uwagę władzom PAN i Wydziału IV, kierując do nich ustnie i pisemnie konstruktywne propozycje zmiany trybu wyborów. Nie przyniosło to jednak żadnego oczekiwanego rezultatu. Abstrahując jednak od pojedynczej sprawy wyborów, uznaliśmy za celowe zorganizowanie specjalnego zebrania KILiW z udziałem władz PAN i innych instytucji naukowych, aby na tle działalności Komitetu przedstawić, czym jest współczesna inżynieria lądowa i wodna i jak wiele nowych, oryginalnych zagadnień badawczych stanowi o jej rozwoju, jak jest istotnym składnikiem ogółu nauk technicznych. To jest pierwszy cel tego opracowania.

Drugim celem jest wskazanie, że inżynieria lądowa i wodna ma w szerokim spektrum nauk technicznych swoje szczególne i ważne miejsce w rozwoju kraju, wynikające z jej specyficznych cech, które są syntetycznie przedstawione w roz-

dziale 3. Z tej specyfiki wynika konieczność oceny jej osiągnięć badawczych i aplikacyjnych z uwzględnieniem dodatkowych, nie tylko wąsko rozumianych bibliometrycznych kryteriów, nie można bowiem porównywać „jabłek” z „gruszkami” [8]. Nie chodzi tu bynajmniej o jakąś „taryfę ulgową” w dokonywaniu oceny, lecz o merytorycznie uzasadniony jej system, w którym parametry bibliometryczne stanowią tylko jeden z elementów; parametry te nie powinny być przecież mechanicznie zliczane, ponieważ można na przykład znaleźć niestety bardzo liczne przykłady cytowań prac, nie mających żadnego merytorycznego uzasadnienia, ale będących na przykład wynikiem koleżeńskej przysługi czy umowy, czego oczywiście żaden „obiektywny” komputer nie uwzględni. Taka degradacja systemu punktowego jest faktem.

Trzecim celem jest zwrócenie uwagi, że obecnie stosowany system parametrycznej oceny osiągnięć naukowych, wyrażony w ocenie publikacji, np. w czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej i liczbie cytowań, zupełnie dyskryminuje krajowe czasopisma naukowe i naukowo-techniczne, co w obszarze inżynierii lądowej i wodnej jest szczególnie negatywnie odczuwalne i przynosi złe skutki. To zagadnienie jest rozwinięte w rozdziale 5. niniejszego opracowania.

Czwartym wreszcie celem opracowania jest zaproponowanie merytorycznie uzasadnionego systemu oceny osiągnięć naukowych i aplikacyjnych inżynierii lądowej i wodnej.

Wszystkie wymienione cele są tu sformułowane jako wynik własnych przemyśleń autorów oraz dyskusji w zespole wyłonionym spośród członków KILiW.

Specyfika inżynierii lądowej i wodnej jest opisana w rozdziale 3., warto jednak zauważyć, że o ile osiągnięcia nauki i techniki światowej w dziedzinie informatyki, akustyki lub elektroniki możemy sobie kupować w postaci komputerów lub telefonów (produkowanych np. w Chinach), to obiekty inżynierii lądowej i wodnej budowane są w Polsce, a dzięki krajowym osiągnięciom naukowym i technicznym oraz kontroli wdrażania osiągnięć światowych, można jakość tych obiektów uznać obecnie za co najmniej dobrą.

Zakres opracowania dotyczy w zasadzie dyscyplin naukowych uprawianych w obszarze inżynierii lądowej i wodnej. Wiele jednak spraw jest przedstawionych w szerszym kontekście sytuacji badań naukowych w Polsce, szczególnie nauk technicznych.

2. NAUKA I TECHNIKA – KILKA REFLEKSJI

Najogólniej rzecz ujmując – rozwój nauki to rozwój zakresu poznania. Rozwój ten dotyczy wszystkich dziedzin życia i działalności człowieka. Interesujący nas obszar – to technika. Według akceptowanej powszechnie ogólnej definicji, *technika jest działaniem, mającym na celu dostosowanie przyrody do potrzeb*

życia ludzi. W ślad za tym technikę podzielić można na poznawczą i produkcyjną. Pierwsza obejmuje poznanie przyrody, określenie potrzeb i sposobów ich zaspakajania oraz poznanie działań przekształcających przyrodę. Druga – to stosowanie wiadomości zebranych przez pierwszą. Rozwój obu uwarunkowany jest stanem wiedzy rozwijanej przez nauki przyrodnicze i społeczne.

W interesującej nas tematyce nauki można podzielić na dwie podstawowe grupy [9]:

- nauki podstawowe rozwijane poza techniką (np. matematyka, fizyka, chemia, logika, teoria poznania),
- działy nauk podstawowych rozwijane w obrębie techniki (np. wytrzymałość materiałów, teoria sprężystości i plastyczności, akustyka, mechanika gruntów, hydromechanika, teoria pola).

Nauki społeczne oddziałujące na technikę podzielić można też na dwie grupy:

- nauki podstawowe rozwijane poza techniką (np. ekonomia, psychologia, socjologia, estetyka, prawo),
- działy nauk społecznych rozwijane w obrębie techniki (np. organizacja i mechanizacja pracy, ekonomika produkcji, analiza użytkowa działań i przedmiotów technicznych).

Nie sposób nie zauważyć, że budownictwo, a szerzej – inżynieria lądowa i wodna jako dział techniki – korzysta w swym rozwoju ze wszystkich wymienionych tu nauk. Można oczywiście wprowadzić inny system klasyfikacji nauk, np. proponowany jeszcze przez Leibniza, ale ten przedstawiony najbardziej odpowiada współczesności.

Warto jeszcze wprowadzić dodatkowe odróżnienie, co uważać tu będziemy za działalność naukową, a co za działalność techniczną, uznając obie te sfery za równie ważne w rozwoju wiedzy i o równym, szeroko rozumianym znaczeniu społecznym i ekonomicznym.

Jeden z autorów sformułował kiedyś takie oto zwięzłe definicje: *Odkrywanie nieznanego to działalność naukowa, stosowanie, udoskonalanie lub zwiększanie skali i zakresu zastosowań już znanego – to działalność techniczna*. Owo *odkrywanie nieznanego* może być dokonywane w niewielkim nawet zakresie i może nie być bezpośrednio aplikowane, ale musi jednak nosić cechy nowości rozszerzającej choćby o małą część zakresu poznania. Jeśli na przykład mrozoodporność betonu badana jest z zastosowaniem sieci neuronowych, ale nie uzyskujemy dzięki temu nowej wiedzy o tej mrozoodporności, to nie jest to według przyjętych tu kryteriów działalność naukowa, bo zakres poznania cechy materiału, będącej przedmiotem badań, nie ulega poszerzeniu. Dzięki owym sieciom badania można przeprowadzić szybciej i być może taniej, co jest niewątpliwie postępem, ale w sferze techniki, a nie nauki, w tym przypadku wiedzy o betonie. W stwierdzeniu tym nie ma niczego pejoratywnego, chodzi wyłącznie o uściślenie pojęć.

Między wyżej określonymi *działalnością naukową* oraz *działalnością techniczną* występują wzajemne powiązania – rozwój pierwszej uwarunkowany jest rozwojem drugiej i odwrotnie; nie występuje tu sztywny, jednoznaczny podział. Trudno na przykład wyobrazić sobie *udoskonalanie znanego* bez stosowania nowych metod badawczych. Często *udoskonalając znane* dokonujemy mniej lub bardziej przypadkowo *odkrywania nieznanego*, także w sensie innego zakresu zastosowań. Historia nauki i techniki zna wiele takich przypadków.

Innym ważnym odróżnieniem działalności naukowej od technicznej jest rola ekonomii. Otóż działalność naukowa może w wielu przypadkach nie mieć żadnych odniesień ekonomicznych, mimo że z jej osiągnięć korzysta w szerokim zakresie technika, w której owe odniesienia ekonomiczne występują zawsze. Historia nauki i techniki to potwierdza, a współczesne przykłady to rozwinięcie teorii mikropolarnej sprężystości lub mechaniki pękania i związanych z nią metod eksperymentalnych. Motywacja do poszukiwań naukowych, owego *odkrywania nowego*, ma swe źródła w postawach intelektualnych i psychicznych badaczy, uświadomieniu przez nich niewystarczalności dotychczasowych ujęć i metod badawczych.

Ale i powiązania techniki z ekonomią nie zawsze są jednoznaczne. Dobrze to wyjaśnia różnica między *wynalazkiem technicznym* i *udoskonaleniem w postępie technicznym*. Pierwszy może być (i często bywa!) produktem indywidualnym, nie zawsze uzasadnionym ekonomicznie, to jest nie prowadzącym do wytwarzania w większej skali i nie przynoszącym korzyści w wymiarze społecznym. Drugi musi mieć swoje konsekwencje ekonomiczne i społeczne, częściej rzecz jasna pozytywne (np. oszczędności czasu, energii, etc.) niż negatywne (np. zagrożenia dla naturalnego środowiska), ale zawsze odczuwalne w wymiarze ponadindywidualnym. Oczywiście *wynalazek* jest na ogół elementem postępu technicznego, ale nie musi nim być; wystarczy przejrzeć choćby rejestry patentów nigdy niezastosowanych w praktyce.

I jedna jeszcze uwaga. Czynnikiem odróżniającym naukę od techniki jest funkcja czasu. *Odkrywanie nowego* jest nieprzewidywalne w czasie. Można wprawdzie (i tak się współcześnie dzieje) stawiać wymagania formalne dotyczące terminu zakończenia badań nad jakimś tematem, zakwalifikowanym mniej lub bardziej słusznie do tematów naukowych, ale to nie gwarantuje, że to *nowe*, rozszerzające zakres poznania, zostanie rzeczywiście odkryte. Co więcej, odkrycia naukowe kończą się tylko formalnie, a w rzeczywistości mają przed sobą dalszy rozwój. Natomiast czas trwania zadań technicznych i ich zakresu, tj. głównie *udoskonalanie lub zwiększanie skali zastosowań znanego*, jest zdecydowanie bardziej przewidywalny. Tu można stawiać określone terminy, pod warunkiem odpowiedniego finansowania prac, także (a może przede wszystkim!) badawczych, potrzebnych do realizacji tych zadań. Współczesne przykłady takich zadań to choćby programy wdrażania rozmaitych nowych technologii.

Oddzielne zagadnienie, szczególnie ważne w naszym kraju, to ramy organizacyjne, prawne i finansowe działalności naukowej i technicznej (inaczej – ich instytucjonalizacja). Ramy te mogą sprzyjać rozwojowi tej działalności lub ją utrudniać. To temat-rzeka, bo o tym w Polsce już wiele dyskutowano i dyskutuje się nadal, ale bez odczuwalnych skutków. Wystarczy stwierdzić wysoce niedostateczne finansowanie nauki z budżetu, mierzone choćby procentowym udziałem w dochodzie narodowym i porównywane z innymi krajami. Konsekwencje najnowszych aktów prawnych, dotyczących na przykład finansowania nauki, nie zostały jeszcze zweryfikowane ze względu na zbyt krótki czas ich obowiązywania. Jednak mimo, że strony formalna i organizacyjna funkcjonowania nauki są bardzo istotne, tematyka ta nie jest tu szerzej rozpatrywana. Warto jednak zauważyć, że kosztochłonność badań w wielu naukach technicznych, w tym także w obszarze inżynierii lądowej i wodnej, jest na ogół wyższa niż w innych dziedzinach nauki.

Nie można wreszcie nie nawiązać do narastającego dynamicznie w ostatnich latach procesu globalizacji nauki i techniki, umiędzynarodowienia wielu programów badawczych i migracji kadr naukowych. *Odkrywanie nowego* z natury rzeczy jest pozbawione zabarwienia narodowego, choć narodowość odkrywców niejednokrotnie silnie eksponowano, ale zwykle w celach pozanaukowych. Dążenie do tego *odkrywania* nie jest jednak wolne od nacisków ekonomicznych, a często i politycznych. Jako przykłady można podać programy podboju kosmosu czy prace badawcze służące celom militarnym. *Udoskonalanie znanego lub zwiększenie skali zastosowań już znanego* to obecnie w dużej mierze sprawa ekspansji ekonomicznej, często korporacyjnej, o różnej skali oddziaływania – od międzynarodowej do lokalnej. Przykładem bliskim inżynierii lądowej i wodnej jest transfer zaawansowanych technologii materiałowych i masowy import gotowych wyrobów, obserwowane od 20 lat tak wyraźnie w naszym kraju.

Poziom nauki i techniki w danym kraju w znacznym stopniu decyduje obecnie o jego pozycji w wymiarze światowym. Dlatego oba te obszary są z jednej strony przedmiotem konkurencji, zaś z drugiej – co pozornie paradoksalne – przedmiotem współpracy międzynarodowej, bo realizacja wielkich programów badawczych przekracza często możliwości finansowe pojedynczych państw (nie dotyczy to potęg ekonomicznych, np. programów badawczych w USA), czego przykładem mogą być prace nad nowymi modelami samolotów pasażerskich, realizowane w Europie. Konsekwencją jest raczej konkurencja między ponadnarodowymi korporacjami, reprezentującymi różne działy techniki i jej badawczego zaplecza (to bardzo ważny obecnie czynnik!), niż między państwami *sensu stricto*. Ważną natomiast sprawą jest to, co dane państwo do owych korporacji wnosi pod względami intelektualnym i finansowym. Efektywny udział Polski w tym zakresie jest jak dotychczas niewielki, a nawet marginalny i nieodpowiadający wielkości kraju.

3. SPECYFIKA INŻYNIERII LĄDOWEJ I WODNEJ W NAUKACH TECHNICZNYCH

Ogólne refleksje na temat nauki i techniki, przedstawione w poprzednim rozdziale tego opracowania, miały na celu uwypuklenie specyfiki inżynierii lądowej i wodnej w tych właśnie dwóch aspektach. Jest to ważne, bo z tej specyfiki właśnie wynika odróżnienie jej od innych działów nauk technicznych i sposobu oceny jej osiągnięć badawczych. Inżynieria lądowa i wodna podlega bowiem w części tym samym ogólnym prawom rozwojowym, co inne działy nauki i techniki, ale w znacznej części wykazuje pewne znamienne cechy sprawiające, że procesy rozwojowe przebiegają w niej nieco inaczej niż w innych działach nauk technicznych.

Jako podstawowe i specyficzne cechy inżynierii lądowej i wodnej można wymienić następujące.

- Długa historia – ludzie zawsze musieli gdzieś mieszkać (budownictwo mieszkaniowe!) i jakoś się przemieszczać (budownictwo komunikacyjne!) – wskutek tego inżynieria lądowa postrzegana jest przez wielu (w tym przez przedstawicieli innych nauk, także technicznych), jako dziedzina tradycyjna, w obrębie której rozwój nauki jest mało dynamiczny (jeśli w ogóle jest coś w tej dziedzinie rzeczywiście naukowego – tak uważają niektórzy).

- Jest to dział techniki, od stanu i poziomu którego w znacznym stopniu zależy jakość codziennego życia, dlatego brak spełnienia standardów uznawanych za elementarne, np. brak mieszkań lub wody, jest szczególnie odczuwalny społecznie, a ponadto wpływ tego działu na jakość życia przez wielu zostaje dostrzegany dopiero w sytuacjach wyjątkowych, zaburzających komfort normalnego bytowania.

- Skala obiektów inżynierii powoduje, że zagadnienia związane z ich utrzymaniem i modernizacją mają poważne znaczenie gospodarcze, często równie ważne, a niekiedy nawet ważniejsze, od budowania nowych obiektów.

- Wymaganie bezpieczeństwa użytkowania obiektów sprawia, że rozwinięte muszą być szczególne metody i zabiegi, m.in. metody diagnostyki stanu technicznego, analiza niezawodności, oraz badania przydatności materiałów budowlanych. Dzieje się tak ze względu na ich oddziaływanie na człowieka, np. metody badania statycznych i dynamicznych cech wytrzymałościowych materiałów, ich cech reologicznych i odpornościowych, toksyczność, etc.

- Trwałość obiektów w długim czasie – to odróżnia inżynierię lądową od innych działów techniki, np. lotnictwa lub elektroniki, których produkty stosunkowo szybko ulegają faktycznemu zużyciu albo tzw. starzeniu moralnemu – te procesy są w budownictwie znacznie wolniejsze, co nie oznacza, że nie występują w nim potrzeby modernizacyjne, dostosowujące na przykład zasoby mieszkaniowe czy sieć drogową, wodociągową lub kanalizacyjną do nowych potrzeb.

- Potrzeba wielokierunkowej normalizacji, obejmującej projektowanie, wykonywanie, odbiór oraz metody szeroko pojętej kontroli jakości – te cechy wynikają wprost z wymienionych poprzednio: masowości, bezpieczeństwa użytkowania oraz trwałości obiektów.

- Trwała lokalizacja obiektów – to wpływa na oddziaływanie na tzw. środowisko naturalne i kształtowanie przestrzeni (aspekty ekologiczne i szeroko pojętej estetyki).

- Zlokalizowanie wznoszenia i funkcjonowania obiektów – stąd potrzeba ich dostosowania do określonych warunków klimatycznych, gruntowych i wodnych, korzystania z istniejących na danym terenie zasobów (np. wodnych), stosowanie lokalnych materiałów do budowy (konieczność badania ich przydatności); wszelkie wytwory (obiekty) inżynierii lądowej (budynki, drogi, mosty, etc.) są związane trwale z miejscem użytkowania. Produkty wielu innych dziedzin techniki są mobilne i mogą być użytkowane w niemal dowolnym miejscu i w dowolnym czasie – ta cecha ma swe konsekwencje także w publikowaniu prac z zakresu inżynierii lądowej i wodnej (por. rozdz. 4. i 5. tego opracowania, oraz – w szerszym, światowym kontekście – opracowanie [9]).

- Znaczny udział obiektów w ogólnym majątku narodowym (np. w Polsce tylko drogi i mosty stanowią około 30% tego majątku) – stąd wielkie znaczenie ekonomiczne inżynierii lądowej i wodnej, której rozwój (także w sensie badawczym) wymaga wprowadzenia znacznych nakładów, ale przynosi wielkie i najczęściej szybkie korzyści społeczne, często nie dostrzegane, zarówno przez władze polityczne, jak i zarządzające nauką.

- Wielkie znaczenie wymagań tzw. zrównoważonego rozwoju i stąd dążenie do oszczędności energii i zasobów, eliminacji i ograniczenia zagrożeń dla środowiska, etc., co wymaga stałego rozwoju wiedzy, aby racjonalizować działania.

- Duże znaczenie polityczne, także w wymiarze międzynarodowym, ze względu na społeczną i gospodarczą rolę wszelkiego rodzaju budownictwa.

Wymienione cechy zdawać się mogą dość oczywiste, ale warto są wyeksponować, bo z nich wynikają interesujące nas tu konsekwencje w prowadzeniu badań. Trzeba zauważyć, że źródłem powstawania nowych ujęć teoretycznych lub nawet nowych gałęzi szczegółowych nauk w inżynierii lądowej i wodnej, np. reologii, były i niekiedy są nadal, doświadczenia płynące ze zrealizowanych obiektów – praktyka często wyprzedza teorię.

4. POLSKIE OSIĄGNIĘCIA BADAWCZE W INŻYNIERII ŁĄDOWEJ I WODNEJ

Osiągnięcia badawcze w inżynierii lądowej i wodnej należy rozpatrywać i oceniać w kontekście tych wszystkich uwarunkowań merytorycznych, które wynikają z treści rozdziałów 2. i 3. niniejszego opracowania. Przykłady tych osiągnięć zestawiono w tablicy 1 w sposób ogólny, zaznaczając jednak obszary tematyczne, w których zostały dokonane. Takie ujęcie abstrahuje od personaliów, wskazuje jedynie na kierunki poszukiwań naukowych, uwieńczonych uznanymi w kraju i na świecie efektami.

Tablica 1. Przykłady polskich osiągnięć badawczych i aplikacyjnych w zakresie inżynierii lądowej i wodnej w ciągu ostatnich lat

Obszar tematyczny	Przykłady osiągnięć
A. Mechanika konstrukcji i materiałów	A1. Zastosowanie sieci neuronowych i algorytmów genetycznych do analizy konstrukcji A2. Zastosowanie teorii gradientowych w mechanice konstrukcji, zwłaszcza konstrukcji warstwowych A3. Analiza ryzyka katastrof budowlanych pod obciążeniami wyjątkowymi, w tym spowodowanymi działaniami terrorystycznymi A4. Zadania odwrotne mechaniki w zastosowaniu do określania przyczyn awarii i katastrof budowlanych A5. Dynamika i aerodynamika budowli inżynierskich, w tym mostów dla pieszych oraz kolejowych przystosowanych do dużych prędkości ruchu pociągów, a także drogowych mostów o konstrukcji podwieszanej A6. Diagnostyka dynamiczna budowli oraz ocena efektów przekazywania drgań podłoża na budowę (skale SWD, zwane skalami Ciesielskiego) A7. Mechanika kompozytów o matrycy cementowej oraz kompozytów polimerowych
B. Inżynieria materiałów budowlanych	B1. Opracowanie podstaw naukowych otrzymywania super wytrzymałych ($f_c > 300$ MPa) betonów z proszkami reaktywnymi B2. Nanomonitoring polimerów w betonie B3. Opracowanie podstaw naukowych surfologii betonu

Obszar tematyczny	Przykłady osiągnięć
B. Inżynieria materiałów budowlanych	B4. Opracowanie podstaw naukowych prognozowania trwałości konstrukcji betonowych w warunkach zagrożenia karbonatyzacją i korozją chlorkową B5. Model zjawisk hydro-termo-chemo-mechano w kompozytach betonopodobnych B6. Badania i aplikacje nowych generacji betonów: wysokiej i ultrawysokiej wytrzymałości, samozagęszczalnych, samoczyszczących, samonaprawialnych, transparentnych, nanobetonów B7. Opracowanie metody projektowania kompozytów z włóknami stalowymi, szklanymi, węglowymi i syntetycznymi na podstawie zaawansowanych badań doświadczalnych i modelowania B8. Badania umożliwiające wykorzystanie kilku rodzajów materiałów pozanormowych (np. popiołów fluidalnych i wysokowapiennych, immobilizacja metali ciężkich) do betonów konstrukcyjnych o zmniejszonym zużyciu klinkieru cementowego w celu redukcji emisji CO₂ i zmniejszenie użycia surowców naturalnych oraz ograniczenia gromadzenia odpadów B9. Reologiczne podstawy wpływu składu i struktury różnego rodzaju betonów na ich urabialność B10. Opracowanie technologii zwiększających odporność betonu cementowego na korozję ługującą, węglanową i kwasową
C. Fizyka budowli	C1. Wieloskalowe (mikro, mezo, makro) modelowanie matematyczne i numeryczne materiałów i przegród budowlanych w różnych warunkach obciążenia (mechanicznych, chemicznych, temperaturowych) z uwzględnieniem ich „wielofizyczności” i wzajemnych sprzężeń między zjawiskami o różnej naturze fizyko-chemicznej C2. Sterowanie procesami fizyko-chemicznymi w celu zapewnienia optymalnego mikroklimatu i przeciwdziałania degradacji obiektów, w tym także obiektów dziedzictwa kulturowego
D. Inżynieria drogowa	D1. Modelowanie trwałości i degradacji nawierzchni drogowych z zastosowaniem metod numerycznych i z dodatkowym uwzględnieniem procesów termicznych D2. Modelowanie zagrożeń bezpieczeństwa ruchu dotyczących elementów infrastruktury drogowej. Ilościowy opis wpływu infrastruktury na bezpieczeństwo ruchu D3. Rozwinięcie metod predykcji efektywności funkcjonowania skrzyżowań w warunkach zmienności obciążeń ruchem, w tym stanów przeciążenia

Obszar tematyczny	Przykłady osiągnięć
D. Inżynieria drogowa	D4. Infrastruktura transportowa a środowisko: a) minimalizowanie szkodliwych skutków inwestycji komunikacyjnych i ich eksploatacji poprzez rozwiązania infrastruktury i sterowanie ruchem; b) kształtowanie zagospodarowania przestrzennego w otoczeniu dróg z uwagi na minimalizację uciążliwości dróg i ruchu D5. Infrastruktura transportowa a środowisko – wzajemne oddziaływania i minimalizowanie szkodliwych skutków inwestycji komunikacyjnych i ich eksploatacji
E. Konstrukcje budowlane i inżynierskie – nowe rozwiązania konstrukcyjne i materiałowe, badania obiektów, metody obliczeniowe	E1. Zastosowanie kompozytów polimerowych do budowy i wzmacniania elementów konstrukcyjnych oraz jako niemetalicznego zbrojenia betonu (zastąpienie zbrojenia stalowego) E2. Rozwinięcie nieniszczących metod badania konstrukcji betonowych (identyfikacja i lokalizacja wad i uszkodzeń), w tym metody emisji akustycznej – nowe lub udoskonalone metody diagnostyki i monitoringu konstrukcji E3. Recykling konstrukcyjnych betonów wysokowartościowych – podstawy badawcze i aplikacyjne E4. Modyfikacja struktury powierzchni betonowych za pomocą deskowań selektywnie przepuszczalnych – bezpośrednia i ekonomiczna poprawa trwałości budowli E5. Wdrażanie zaawansowanych metod obliczeniowych do analizy konstrukcji – uwzględnienie wpływu imperfekcji i efektów II-go rzędu, wpływu sztywności połączeń, współpracy układu obiekt – podłoże E6. Podstawy badawcze, pozwalające na rozwój budownictwa mostowego na poziomie światowym – najnowsze technologie i zastosowania niekonwencjonalnych materiałów E7. Opracowanie metod obliczania i projektowania konstrukcji stalowych i zespolonych stalowo-betonowych o węzłach podatnych, projektowanie konstrukcji stalowych na podstawie analizy geometrycznej i fizykalnie nieliniowej ścieżki równowagi, dwuetapowa analiza konstrukcji spawanych z zastosowaniem symulacji komputerowej (wytworzenie elementów i ich zachowanie pod obciążeniami eksploatacyjnymi) E8. Opracowanie i wdrożenie systemu monitoringu do oceny bezpieczeństwa konstrukcji w sytuacjach oddziaływań wyjątkowych i wspomagania utrzymania obiektów budowlanych

Obszar tematyczny	Przykłady osiągnięć
E. Konstrukcje budowlane i inżynierskie – nowe rozwiązania konstrukcyjne i materiałowe, badania obiektów, metody obliczeniowe	E9. Probabilistyczne metody projektowania konstrukcji z uwzględnieniem ich trwałości i wspomagania utrzymania obiektów budowlanych E10. Prace nad tzw. inteligentnymi konstrukcjami – samodiagnozowanie, np. efektów obciążeń wyjątkowych, samonaprawa, aktywna kontrola odpowiedzi konstrukcji na dany rodzaj obciążeń, a także uderzeń, wybuchów i ataków terrorystycznych
F. Konstrukcje hydrotechniczne	F1. Rozwinięcie modelowania matematycznego przepływów w rzekach i kanałach, co prowadzi do określania terenów zalewowych, szacowania ryzyka powodziowego oraz prognozowania ruchu rumowiska F2. Rozwinięcie modelowania matematycznego przepływów wód podziemnych, w tym rozprzestrzeniania zanieczyszczeń F3. Zastosowanie analizy ryzyka w ocenie bezpieczeństwa budowli piętrzących
G. Geotechnika i budownictwo podziemne	G1. Mechanika gruntu zbrojonego i upłynniania gruntów G2. Podstawy badawcze i aplikacja technologii bezwypłowych (Polska jest tu potentatem światowym) G3. Hybrydowe metody wzmacniania podłoża gruntowego G4. Geomechaniczne metody modelowania i monitoringu gruntów słabych i kompozytów antropogenicznych z wykorzystaniem metod inżynierii kosmicznej, np. mikrofalowej radiometrii
H. Inżynieria sanitarna	H1. Identyfikowanie przyczyn i wyjaśnienie mechanizmów utraty stabilności chemicznej i biologicznej wody do spożycia dostarczanej sieciami wodociągowymi H2. Opracowanie metodyki ryzyka i bezpieczeństwa oraz intensywny rozwój niezawodności systemów zaopatrzenia w wodę i kanalizacji H3. Opracowanie podstaw teoretycznych i metodycznych projektowania, budowy i eksploatacji systemów kanalizacyjnych wraz z uwzględnieniem prognozowania zmian opadów H4. Opracowania metodologii oczyszczania wody do celów komunalnych z zastosowaniem ultra- i mikrofiltracji H5. Rozpoznanie i opis procesów migracji zanieczyszczeń w środowisku wodnym H6. Niezawodność sieci wodociągowych, kanalizacyjnych, gazowych i grzewczych na potrzeby projektowania i eksploatacji

Obszar tematyczny	Przykłady osiągnięć
H. Inżynieria sanitarna	H7. Deamonifikacja jako alternatywna metoda intensyfikacji usuwania azotu ze scieków H8. Opracowanie wspólnego genetycznego testu na oznaczanie w wodzie pierwotniaków <i>Giardia lamblia</i> oraz <i>Cryptosporidium parvum</i>
I. Ciepłownictwo i klimatyzacja	I1. Rozwinięcie badań doświadczalnych i symulacyjnych parametrów komfortu cieplnego w pomieszczeniach z wykorzystaniem manekinów termicznych I2. Opracowanie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynków i jej wdrożenie do prawa budowlanego w Polsce I3. Badania właściwości termicznych gruntu i opracowanie technologii wykorzystania energii z gruntu do ogrzewania i chłodzenia budynków I4. Badania wentylacji źródłowej i jej wdrażanie do wentylacji budynków energooszczędnych I5. Rozwinięcie metod wielokryterialnego wyboru źródeł energii w środowisku zabudowanym
J. Inżynieria przedsięwzięć budowlanych	J1. Modelowanie i podejmowanie decyzji (w tym modelowanie 4D z uwzględnieniem czasu), zastosowanie sztucznej inteligencji w technologii i zarządzaniu, zarządzanie zintegrowane w budownictwie J2. Zarządzanie ryzykiem przedsięwzięcia budowlanego, w tym niezawodności systemów produkcyjnych, łańcuchy krytyczne, kontyngencja (czasu i kosztów), harmonogramy odporne i awaryjne

Informacje przedstawione w tablicy 1 wymagają skomentowania, syntetycznie uzasadniającego znaczenie naukowe wymienionych osiągnięć, a także – w wielu przypadkach – aplikacyjne.

• Inżynieria lądowa i wodna obejmuje bardzo szerokie spektrum problematyki badawczej, która dotyczy różnych dyscyplin nauk technicznych. Z wyjątkiem jednak zaawansowanych prac teoretycznych, dotyczących przede wszystkim mechaniki konstrukcji i materiałów, wspólną cechą wszystkich pozostałych obszarów tematycznych jest ich aplikacyjny charakter. Z tego wynikają lokalne uwarunkowania rozwijania wielu badań (por. rozdział 3.), co nie jest oczywiście równoznaczne z obniżaniem ich poziomu.

• Wszystkie wymienione osiągnięcia badawcze są zgodne z najnowszymi tendencjami światowymi i mają odzwierciedlenie w publikacjach krajowych i zagranicznych, cytowaniach oraz pracach doktorskich, habilitacyjnych i wielu monografiach. Nie wszystkie jednak tzw. bazy danych w równym stopniu „zauważa-

ją” publikacje z zakresu inżynierii lądowej i wodnej. Sprawa ta jest szczegółowo przedstawiona w oddzielnym opracowaniu prof. Lecha Czarneckiego, a jest też przedmiotem rozpatrywań przedstawionych w rozdziale 5.

- Rozwój nauki we współczesnej inżynierii lądowej i wodnej uwarunkowany jest w znacznym stopniu osiągnięciami w dziedzinie materiałów budowlanych (pozycja B w tablicy 1). Chodzi tu przede wszystkim o wprowadzanie nowych, niekonwencjonalnych materiałów do budownictwa, np. kompozytów polimero-
wych lub szkła konstrukcyjnego. Dotyczy to zarówno wykonywania nowych obiektów, jak i napraw i wzmocnień istniejących. Nie miejsce tu na wyjaśnienie mechanizmu technicznego i ekonomicznego wprowadzania tych materiałów. Faktem jest, że krajowe osiągnięcia badawcze i aplikacyjne są w tej dziedzinie szczególnie widoczne, czego przykładem może być pierwsze światowe zastosowanie technologii tkaniny kompozytowej do wzmocnienia mostu nad Kanałem Bystrym w Augustowie w 1998 roku. Od tego czasu technologia ta była już wielokrotnie stosowana w kraju i na świecie. Nie trzeba dodawać, że owo pierwsze zastosowanie było poprzedzone zaawansowanymi badaniami eksperymentalnymi i analizami teoretycznymi, pozwalającymi na *odkrycie nowego*, czyli mających charakter naukowy.

- Wprowadzanie niekonwencjonalnych materiałów konstrukcyjnych lub naprawczych wymusza niejako rozwój mechaniki konstrukcji i materiałów, ponieważ w odniesieniu do nowych materiałów dotychczasowe rozwiązania, np. równania konstytutywne, okazują się niewłaściwe lub niewystarczające. Jest to jeden z licznych przykładów wpływania w inżynierii lądowej i wodnej praktyki na teorię.

- Wykorzystanie pojęcia wymiaru fraktalnego w analizie zachowania się materiałów (mechanika pękania), co przybliży niektóre zagadnienia naukowe do realiów.

- Wiele dotychczasowych osiągnięć badawczych w inżynierii lądowej i wodnej (tablica 1) związanych jest z niezawodnością i trwałością obiektów budowlanych i hydrotechnicznych, a także sieci wodociągowych i kanalizacyjnych (szerzej – infrastruktury podziemnej, zwłaszcza na terenach zurbanizowanych). Stworzenie naukowych podstaw należy w tej tematyce do zadań o podstawowym znaczeniu i dlatego jest ona w Polsce intensywnie rozwijana (por. rozdział 6).

- Z trwałością i niezawodnością wszelkich obiektów budowlanych ściśle związana jest ich diagnostyka. W ostatnich latach można zaobserwować w kraju bardzo intensywne rozwijanie badań diagnostycznych z zastosowaniem zaawansowanej aparatury i symulacji komputerowych. Wiele nowych obiektów, zwłaszcza o dużej skali, przede wszystkim mostów, zaopatrzonych jest w systemy monitorowania ich stanu technicznego. Natomiast w odniesieniu do układów podziemnej infrastruktury sieciowej o charakterze przestrzennym, systemy monitoringu on-line są dopiero w fazie tworzenia. Jest to nowa tendencja, wymagająca tzw. zaplecza badawczego oraz rozwoju nowych metod, ponieważ lokalizacja

punktów pomiarowych, a także interpretacja wyników monitoringu, ma wszelkie cechy badań naukowych i niemal nigdy nie jest czynnością rutynową.

- W ramach strategii zrównoważonego rozwoju inżynieria lądowa i wodna, ze względu na swą specyfikę, ma szczególnie ważne znaczenie. Dlatego rozwijane są liczne prace badawcze odnoszące się do nowych technologii dotyczących tzw. budownictwa ekologicznego i energooszczędnego, recyklingu, etc. Powstało w tym obszarze wiele wartościowych prac, stanowiących podstawę do stosunkowo już licznych bezpośrednich aplikacji.

- Do ważnych dziedzin życia gospodarczego i społecznego należy w Polsce rewitalizacja obszarów zurbanizowanych, a także obiektów inżynierskich i zabytkowych, w tym w szczególności infrastruktury wodociągowej i kanalizacyjnej. Jest to sfera dość zaniedbywana, co tłumaczono – jak zawsze – brakiem środków finansowych. Niemniej jednak konieczne są (lepiej wcześniej niż później) zracjonalizowane, a więc oparte na podstawach naukowych, działania zmierzające do podniesienia jakości kompleksów mieszkalnych, np. wielkopłytowych, zmiany funkcji istniejących obiektów inżynierskich lub oceny trwałości i potrzeby wzmacniania obiektów zabytkowych. To wszystko wymaga wsparcia badawczego, także przez tworzenia skomputeryzowanych banków danych, systemów ekspertowych, etc. Tego rodzaju prace badawcze są w Polsce podejmowane.

- Wbrew niektórym negatywnym i nagłaśnianym przez media przykładom, zawinionym głównie nie przez naukę i technikę, można zaobserwować w kraju wyraźny postęp i korzystne zmiany jakościowe w organizacji procesów budowlanych. Wynika to w znacznej mierze z rozwoju inżynierii przedsięwzięć budowlanych, w ramach której powstało i zostało wdrożonych do praktyki wiele wartościowych prac. Przykładem postępu organizacyjnego może być budownictwo mostowe, które w Polsce, przy znacznym udziale przedstawicieli nauki, ma bardzo spektakularne realizacje na poziomie światowym: np. Most Redliński przez Odrę we Wrocławiu, most przez Wisłę w Kwidzynie z przęsłami „extradosed” o rekordowej w Europie rozpiętości 204 m.

Informacji o krajowych osiągnięciach badawczych i aplikacyjnych w inżynierii lądowej i wodnej można byłoby podać znacznie więcej, poprzestaniemy jednak na przedstawionych powyżej.

5. PUBLIKACJE, CYTOWANIA I PUNKTY A WDRAŻANIE WYNIKÓW BADAŃ DO PRAKTYKI

5.1. Publikacje i ich ocena

W tym miejscu trzeba postawić podstawowe pytanie: co powinno być celem badań w naukach technicznych, z podkreśleniem słowa technicznych, bo ma ono tu kluczowe znaczenie. Otóż przyjmujemy pogląd, że dociekanie *nowego* powinno finalnie prowadzić do udoskonalonych aplikacji, czyli do efektów technicznych, jako głównego celu. Jest to szczególnie charakterystyczne w odniesieniu do dyscyplin naukowych uprawianych w obszarze inżynierii lądowej i wodnej. Tymczasem obecny system oceny osiągnięć w tym obszarze stoi w sprzeczności z wymienionym nadrzędnym celem uprawiania badań.

Sposób oceniania dorobku pojedynczych badaczy, instytucji naukowych i czasopism na skutek przemożnego wpływu zliczania punktów, jest szczególnie niekorzystny dla większości kierunków badawczych w dziedzinie inżynierii lądowej [7]. Przecież publikacje na przykład na temat wykorzystania popiołów lotnych wapiennych, pochodzących z elektrowni korzystających z węgla brunatnego w rejonie Bełchatowa, albo dotyczące warunków filtracji lub posadowienia na terenach fliszu karpackiego lub tzw. rynny żoliborskiej, nie mają żadnych szans na opublikowanie w czasopismach angielskojęzycznych i ocenę w granicach 30-40 punktów. Doniosłe wyniki badań w tych tematach ukazują się więc i będą ukazywać – co jest w pełni racjonalne – przede wszystkim po polsku, ale uzyskają przez to co najwyżej 6 punktów. A są już w Polsce rady naukowe, które jako warunek otwarcia postępowania habilitacyjnego stawiają uzyskanie 50 cytowań i wskaźnika Hirscha o wartości 4.

Łatwość oceniania badaczy, publikacji i instytucji naukowych, posługując się przydzielanymi autorytatywnie punktami, które później po prostych działaniach arytmetycznych dają narzędzia do łatwych ocen, prowadzi do uproszczonego kwalifikowania badaczy i całych zespołów nie na podstawie wartości osiągnięć naukowych, ale według liczby publikacji, cytowań i punktów, co akurat w odniesieniu do wielu dyscyplin naukowych uprawianych w obszarze inżynierii lądowej i wodnej nie stanowi o ich rzeczywistym znaczeniu.

Skutkiem takiej sytuacji jest pojawianie się rozmaitych „sposobów” uzyskiwania wysokiej liczby cytowań i punktów przez – enigmatycznie rzecz ujmując – sztuczne działania. Oto niektóre z nich:

- tworzenie tzw. „spółdzielni” przez wzajemne cytowania bez merytorycznego uzasadnienia,
- publikowanie w czasopismach zupełnie nieznanym w nauce i wydawanych w niektórych ościennych krajach na ogół w formie elektronicznej i mających wysokie notowania filadelfijskie, uzyskane sobie tylko znanymi drogami,
- rozwijanie tematów bardzo odległych od jakichkolwiek zastosowań, ale mających pozory „naukowości” dzięki zastosowaniu zaawansowanych metod matematycznych, ale prowadzących do banalnych wniosków,
- publikowanie po angielsku jedynie za granicą.

Przedstawione tytułem przykładu zjawiska są doskonale znane w środowisku badaczy. Powodują one szereg szkodliwych następstw, składających się na degradację systemu oceniania. Co najważniejsze, ze względu na uzyskiwaną punktację, nie ma żadnego sensu publikowanie czegokolwiek rzeczywiście wartościowego w krajowych czasopismach naukowych lub – co w inżynierii lądowej szczególnie ważne – naukowo-technicznych. Prowadzić to może (czego mamy już niestety pierwsze znamienne objawy) do obniżenia ich poziomu, a z czasem do nieuchronnego zaniku wobec braku zainteresowania potencjalnych autorów. Tak znaczna różnica w punktach za publikacje w bardzo dobrych czasopismach wydawanych w kraju, mających często zasięg międzynarodowy ze względu na druk prac w języku angielskim, np. wydawnictwa komitetów naukowych Wydziału IV PAN, nie ma żadnego uzasadnienia merytorycznego: 6 punktów za znakomitą anglojęzyczną publikację w kwartalniku PAN i 30 lub 40 punktów za artykuł o zbliżonym poziomie naukowym, ale wydrukowany w czasopiśmie z tzw. listy filadelfijskiej, nie oddaje przecież rzeczywistej różnicy wartości tych prac. Efektem tego jest, że w środowisku badaczy, zwłaszcza budujących sobie dopiero pozycję naukową, niemal nigdy nie pada pytanie „co opublikowałeś?”, tylko „za ile punktów?”. Nie trzeba uzasadniać absurdu i szkodliwości tego rodzaju polityki, która prowadzi do zaniku publikowania w krajowych wydawnictwach, a także powoduje zainteresowanie tematami drugorzędnymi lub całkiem marginalnymi, za to przynoszącymi lepsze wyniki punktowe.

Mechaniczne posługiwanie się parametrami bibliometrycznymi może prowadzić (i często prowadzi) do sytuacji niemal groteskowych. Wystarczy na przykład przypomnieć, że Zygmunt F. Wróblewski i Karol Olszewski dokonali w 1883 roku skroplenia tlenu i azotu jako pierwsi na świecie, ale gdyby w swoim rozwoju napotkali wymagania liczby publikacji i cytowań, to nie mogliby starać się o dopuszczenie do badań naukowych. Stefan Banach zaliczył tylko dwa lata studiów na Wydziale Inżynierii Lądowej. Ci trzej, podobnie jak Albert Einstein, nie mogliby w warunkach naszych instytutów badawczych otworzyć przewodu doktorskiego wobec braku odpowiedniej liczby cytowań i wartości wskaźnika Hirscha, i pełniliby zapewne podrzędne funkcje w pracowniach naukowych. Może

też być tak – puśćmy wodze fantazji, choć są już pierwsze realne przykłady – że jakiś artykuł naukowy jest zupełnie błędny i tylko wskutek czyjegoś zaniedbania ukazał się drukiem w renomowanym czasopiśmie. Liczni inni badacze wskazują w swych publikacjach na ową błędność, ale zacytować nieszczęsny artykuł przecież muszą i jego autor wskutek tego ma bardzo wysoki indeks cytowań. Czy o to w nauce chodzi? Nie jest to anegdotyczne potraktowanie sprawy, chodzi po prostu o uświadomienie paradoksów, do których już teraz prowadzi stosowany ślepo system bibliometrycznej oceny osiągnięć naukowych; przykłady wszyscy znamy.

Szczególnie wypaczony obraz rzeczywistego stanu badań powstaje w odniesieniu właśnie do inżynierii lądowej i wodnej, a dotyczy zwłaszcza zagadnień aplikacyjnych, tak przecież charakterystycznych w tych dyscyplinach nauk technicznych i dlatego mających przede wszystkim odniesienia do specyficznych warunków krajowych. Są oczywiście w inżynierii lądowej i wodnej dyscypliny, np. mechanika konstrukcji i materiałów, fizyka budowli, czy inżynieria materiałów budowlanych, w których oryginalne osiągnięcia badawcze mają znaczenie ponadlokalne. Stanowią one istotny wkład do – używając nieco górnolotnego określenia – ogólnej skarbnicy wiedzy, istotnie ją rozwijając. Większość jednak wysoce wartościowych osiągnięć badawczych, zwłaszcza z zakresu technologii materiałów i konstrukcji, modelowania procesów budowlanych, geotechniki, np. specyfika ilów poznańskich lub osuwisk podkarpackich, mechaniki nawierzchni lub inżynierii komunikacyjnej, mają odniesienia przede wszystkim krajowe i przez to nie wzbudzają szerszego zainteresowania w skali światowej. Jest to sprawa naturalna i za taką należy ją traktować. Dlatego też powinno znaleźć to odzwierciedlenie w systemie oceny osiągnięć badawczych w inżynierii lądowej i wodnej; są to osiągnięcia lokalne, ale ważne, oryginalne i bardzo potrzebne.

Poza nieumotywowaną merytorycznie ogromną różnicą w punktach za publikacje w dobrych czasopismach krajowych, w których proces recenzyjny jest dość restrykcyjny, i publikowanie w czasopismach na przykład z tzw. listy filadelfijskiej, warto jeszcze podkreślić dwa elementy bardzo istotne w inżynierii lądowej i wodnej.

- Inżynieria lądowa i wodna obejmuje wiele szczegółowych dyscyplin naukowych i obszarów badawczych (por. tablica 1) i dlatego wiele wartościowych prac ma charakter interdyscyplinarny, czego konsekwencją jest, że dużo publikacji w tej dziedzinie jest współautorskich. Jest to zgodne z tendencją światową, na co wskazują na przykład publikacje w czasopismach z tzw. listy filadelfijskiej, w których próżno szukać pozycji indywidualnych i to nie tylko z dziedziny inżynierii lądowej i wodnej. Tymczasem w naszym kraju w postępowaniach awansowych wymagane są przede wszystkim prace indywidualne.

- Niezrozumiałe jest dlaczego za referaty, podlegające recenzjom (często nawet kilkustopniowym) i prezentowane na konferencjach krajowych i zagranicznych

istotnie wysokiej rangi, których księgi konferencyjne wydawane są przez najbardziej prestiżowe oficyny, nie przyznawane są żadne punkty. Prowadzi to w kraju do sytuacji patologicznych, bo zwykle tzw. materiały konferencyjne wydawane są jako monografie, na ogół uczelniane, a referat traktowany jako rozdział w monografii otrzymuje jednak jakieś punkty. Jest to zwykła manipulacja, wymuszona obecnie stosowanym systemem. Na szczęście środowisko badaczy i praktyków nie uległo zupełnemu zatraceniu zdrowego rozsądku. Świadczy o tym choćby organizowana pod auspicjami KILiW PAN co dwa lata konferencja „Awarie budowlane”, mająca już renomę światową, która gromadzi od wielu lat ponad 500 uczestników i wielu referentów „z najwyższej światowej półki”. Wobec uczciwego publikowania zrecenzowanych referatów w postaci księgi konferencyjnej, autorzy prezentowanych prac otrzymują za to 0 punktów. Jest wielka korzyść z tej konferencji, ale punktów żadnych. Postawmy więc pytanie, czy to sprzyja rozwojowi nauk technicznych?

- Obecnie dominujący system punktowy oceniania osiągnięć doprowadza także do przypadków (już stwierdzonych!) degeneracji, polegającej na publikowaniu skomplikowanych matematycznie, ale w znacznej mierze nieprzydatnych artykułów, które ukazują się na skutek niechęci recenzentów do głębszego analizowania takich tekstów.

5.2. Wdrażanie wyników badań do praktyki

Jest zrozumiałe, że podstawowym i finalnym celem badań w dziedzinie nauk technicznych, także w inżynierii lądowej i wodnej, powinno być zastosowanie ich wyników w praktyce, w bliższej lub dalszej perspektywie, lub chociaż zaistnienie takiej możliwości. Tymczasem jakże często nie jest to zupełnie uwzględniane przy ocenie publikacji i ich autorów. Ma to negatywny wpływ na postrzeganie roli nauki w budownictwie przez społeczeństwo, a także na niedostateczne patronowanie tej dyscyplinie przez najwyższą w kraju instytucję naukową, jaką jest Polska Akademia Nauk. Przyczyny są rozmaite i zostały rozpatrzone w poprzednich publikacjach autorów [4] i [5].

Zakres i poziom realizowanych badań w inżynierii lądowej i wodnej są widoczne i w coraz większym stopniu związane z dyscyplinami podstawowymi: matematyką, fizyką i chemią. Co więcej, rozwój poznania w wielu dziedzinach (materiały, metody pomiarowe itd.) nie ustępuje w inżynierii lądowej i wodnej osiągnięciom innych obszarów nauk technicznych, np. elektroniki i mechaniki. Trzeba jednak zauważyć, że rozwój np. elektroniki i informatyki na świecie daje w efekcie obfitość i wysoką jakość sprzętu, także i na polskim rynku, ale bez szczególnego udziału polskich uczonych.

Krajowe osiągnięcia badawcze w inżynierii lądowej i wodnej mogą być w zakresie aplikacyjnym oceniane wysoko. Jest to widoczne choćby w budownictwie

mostowym, które pod względem rozwiązań materiałowych i konstrukcyjnych jest w klasie stosowanych oraz uzasadnionych technicznie i ekonomicznie rozpiętości przęsłowych na poziomie światowym. Nie byłoby to możliwe bez zaawansowanych badań naukowych teoretycznych i eksperymentalnych – tu więc nauki właśnie z praktyką jest szczególnie silna. Podobnych pozytywnych przykładów można byłoby oczywiście podać znacznie więcej. Są one niestety zbyt mało nagłaśniane w mediach i między innymi przez to społecznie niedoceniane – media wolą negatywne przykłady, które zawsze i w każdej dziedzinie mogą zaistnieć.

Ów praktyczny wymiar osiągnięć naukowych znajduje w odniesieniu do inżynierii lądowej i wodnej dobre odzwierciedlenie w Ustawie [11], która w art. 26.3 stanowi: *Za dorobek naukowy uważa się również wybitne zrealizowane osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne lub technologiczne, a za dorobek artystyczny – wybitne dzieło artystyczne*. Zapis ten dotyczy osób ubiegających się o tytuł profesora i pozostaje raczej w luźnym związku z punktową oceną za publikacje, niestety jego wykorzystanie jest bardzo rzadkie.

6. ROZWÓJ NAUKI W INŻYNIERII LĄDOWEJ I WODNEJ W PRZYSZŁOŚCI ORAZ JEGO UWARUNKOWANIA

W publikacji [6] przedstawiono 12 ogólnych obszarów badawczych, obrazujących kierunki rozwojowe inżynierii lądowej i wodnej. W skrócie je tu przytoczymy, bo dobrze oddają jej specyfikę. Szersze uzasadnienie merytorycznej słuszności tych obszarów jest w wymienionej już pracy [6]. Są to następujące obszary:

1. Prace studialne nad konsekwencjami technicznymi postępującej urbanizacji.
2. Inżynieria lądowa i wodna, a dążenie do zrównoważonego rozwoju.
3. Nowe wymagania projektowe ze względu na zabezpieczenie obiektów budowlanych i inżynierskich przed różnego rodzaju zagrożeniami (w tym terrorystycznymi) – rozwinięcie i rozpowszechnienie analizy ryzyka i metod niezawodnościowych w budownictwie.
4. Techniczne i ekonomiczne aspekty racjonalnej długości użytkowania obiektów budowlanych i inżynierskich.
5. Opracowania i wdrożenie praktycznych procedur projektowania opartych na interakcji obiekt – podłoże gruntowe.
6. Weryfikacja doświadczalna w skali naturalnej wyników symulacji komputerowych.
7. Projektowanie na trwałość – dobór rozwiązań materiałowych i konstrukcyjnych, optymalizacja kosztów inwestowania i eksploatacji.
8. Badania mikrostruktury materiałów budowlanych pod kątem możliwości określania właściwości wymienionych materiałów w skali makro.

9. Badania i zastosowania nowych, niekonwencjonalnych materiałów konstrukcyjnych, popiołów lotnych fluidalnych i wysokowapiennych w betonach konstrukcyjnych.

10. Określanie wpływu zmian warunków gruntowo-wodnych (także spowodowanych działalnością człowieka) na zachowania istniejących obiektów budowlanych i inżynierskich – symulacja komputerowa tych zmian i metody weryfikacji ich efektów.

11. Budownictwo hydrotechniczne, gospodarka wodna, infrastruktura podziemna, bezpieczeństwo powodziowe – rozwój metod analiz i symulacji komputerowych, analiza ryzyka, trwałość i bezpieczeństwo, niezawodność, w tym także sieci wodociągowych, kanalizacyjnych i ciepłowniczych.

12. Komfort mieszkaniowy (ciepłownictwo, klimatyzacja), instalacje w budynkach – podwyższenie standardu starej substancji mieszkaniowej, a ekonomia działań.

W tablicy 2, w układzie analogicznym do tabeli 1, zestawiono szczegółową problematykę badawczą w poszczególnych działach inżynierii lądowej i wodnej. Problematyka ta dotyczy nowych ujęć analitycznych i doświadczalnych – dlatego poszczególne tematy oznaczono literą *n*.

Tablica 2. Przykłady podejmowania i rozwijania nowej tematyki badań w inżynierii lądowej i wodnej

Obszar tematyczny	Przykłady rozwijania tematyki badawczej
A. Mechanika konstrukcji i materiałów	A1<i>n</i>. Rozwijanie zastosowania zadań odwrotnych mechaniki do określania przyczyn awarii i katastrof budowlanych A2<i>n</i>. Zastosowanie analizy wrażliwości i monitorowania konstrukcji do zapobiegania awariom i katastrofom A3<i>n</i>. Rozwijanie mechaniki kompozytów, poddawanych obciążeniom statycznym i dynamicznym A4<i>n</i>. Rozwijanie analiz teoretycznych i badań eksperymentalnych w zakresie dynamiki i aerodynamiki konstrukcji inżynierskich, zwłaszcza mostów dla pieszych i podwieszonych mostów drogowych A5<i>n</i>. Dynamika mostów kolejowych na liniach wysokiej prędkości ruchu pociągów
B. Inżynieria materiałów budowlanych	B1<i>n</i>. Sterowanie mikrostrukturą betonu stosownie do założonych jego właściwości w skali makro B2<i>n</i>. Opracowanie materiałów służących do napraw elementów z betonów wysokiej wytrzymałości i spełniających warunek synergii adhezji, co zapewnia skuteczność naprawy (brak jest obecnie takich materiałów w skali światowej) B3<i>n</i>. Innowacyjne cementy napowietrzające beton

Obszar tematyczny	Przykłady rozwijania tematyki badawczej
B. Inżynieria materiałów budowlanych	B4n. Opracowanie betonu konstrukcyjnego o dużej zdolności do absorbowania energii przy krótkotrwałych obciążeniach dynamicznych B5n. Trwałość betonów konstrukcyjnych, wytwarzanych z użyciem materiałów odpadowych (popiołów, żużli) lub pochodzących z recyklingu i eksploatowanych w polskich warunkach klimatycznych B6n. Projektowanie betonu do zastosowań w osłonach przed promieniowaniem jonizującym B7n. Betony samooczyszczające – właściwości i technologia B8n. Nanotechnologia w inżynierii materiałów budowlanych B9n. Zjawiska związane z samozarastaniem rys w betonie i możliwością wykorzystania tych zjawisk do zwiększenia jego szczelności i trwałości
C. Fizyka budowli	C1n. Rozwijanie metod modelowania matematycznego materiałów i przegród budowlanych poddanych różnego rodzaju obciążeniom, w tym klimatycznym C2n. Sterowanie właściwościami materiałów z uwzględnieniem ich cech fizyko-chemicznych, wzajemnie sprzężonych C3n. Fizyka budowli zabytkowych – optymalizacja mikroklimatu w dostosowaniu do sytuacji indywidualnych
D. Inżynieria drogowa	D1n. Projektowanie i zarządzanie infrastrukturą drogową z zastosowaniem teorii ryzyka i niezawodności D2n. Projektowanie konstrukcji drogowych na trwałość z uwzględnieniem ryzyka występowania zjawisk ekstremalnych
E. Konstrukcje budowlane i inżynierskie – nowe rozwiązania konstrukcyjne i materiałowe, badania obiektów, metody obliczeniowe	E1n. Ocena trwałości konstrukcji z betonu z uwzględnieniem interakcji obciążeń i cykli „zamrażanie – rozmrażanie” betonu E2n. Modele obliczeniowe, procedury projektowania oraz zagadnienia technologiczne konstrukcji betonowych ze zbrojeniem niemetalicznym E3n. Metoda identyfikacji aktywnych procesów destrukcyjnych i jej zastosowanie do diagnostyki i monitoringu obiektów inżynierskich, w tym także zastosowanie czujników piezoelektrycznych E4n. Hybrydowe konstrukcje inżynierskie i budowlane o niskim zapotrzebowaniu na energię i dużej trwałości oraz przyjazne środowisku

Obszar tematyczny	Przykłady rozwijania tematyki badawczej
E. Konstrukcje budowlane i inżynierskie – nowe rozwiązania konstrukcyjne i materiałowe, badania obiektów, metody obliczeniowe	E5n. Eksperymentalne i numeryczne badania propagacji fal sprężystych w konstrukcjach inżynierskich E6n. Rozwijanie prac nad tzw. konstrukcjami inteligentnymi E7n. Ocena ryzyka wyjątkowych obciążeń konstrukcji budowlanych i inżynierskich
F. Konstrukcje hydrotechniczne	F1n. Szczególne aspekty analizy ryzyka w odniesieniu do budowli hydrotechnicznych, zwłaszcza elektrowni szczytowo-pompowych F2n. Trwałość materiałów budowlanych w kontakcie z wodą, w tym także materiałów naprawczych (także obszar B) F3n. Stateczność filtracyjna gruntów, w tym zaawansowane modele matematyczne zidentyfikowanych już procesów, np. sufozji, przebicia hydraulicznego oraz rozwijanie metod monitorowania tych zjawisk on-line (także obszar G)
G. Geotechnika i budownictwo podziemne	G1n. Podejmowanie nowych i rozwijanie już prowadzonych badań w zakresie tzw. Zielonej Geotechniki – np. zrównoważonych technologii uzdatniania (wzmocniania) podłoża gruntowego G2n. Rozwijanie modeli teoretycznych interakcji obiektów budowlanych z podłożem gruntowym, szczególnie w środowiskach silnie zurbanizowanych, z wykorzystaniem soft-computing & DataBase G3n. Kontynuacja prac nad mechaniką gruntu zbrojonego i upłynniania gruntów (Polska ma tu światowe osiągnięcia) G4n. Wieloskalowy proces zamarzania, tajania i osłabiania gruntów – zbudowanie modelu konstytutywnego G5n. Mikropeknięcie korozyjne lub zmęczenie statyczne jako główna przyczyna procesów prędkościowych (lepkich) i „starzenia” piasków – od kinetyki więzi międzycząsteczkowych do zachowania się próbek piasku i interpretacji kontynualnej G6n. Modelowanie procesu adaptacji i rozbudowy konstrukcji podziemnej infrastruktury miast w kierunku jej wielofunkcjonalnego wykorzystania
H. Inżynieria sanitarna	H1n. Mechanika funkcjonowania urządzeń z ruchem wirowym stosowanych w inżynierii sanitarnej H2n. Nowe metody analizy strukturalnej sieci wodociągów H3n. Zastosowanie nanotechnologii w uzdatnianiu wody

Obszar tematyczny	Przykłady rozwijania tematyki badawczej
H. Inżynieria sanitarna	H4n. Budowa wspólnego filtracji pośpiesznej wody modelu makroskopowo-mikroskopowego
I. Ciepłownictwo i klimatyzacja	I1n. Opracowanie nowych zintegrowanych technologii ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji budynków niemal zero-energetycznych I2n. Nowe generacje (III i IV) systemów projektowania dynamicznego ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji budynków z zastosowaniem komputerowych programów symulacyjnych
J. Inżynieria przedsięwzięć budowlanych	J1n. Modele niezawodności produkcji budowlanej J2n. Zintegrowane metody przygotowania, organizacji i realizacji robót i przedsięwzięć budowlanych w aspekcie zrównoważonego budownictwa

Treści podane w tablicy 2 wymagają kilku komentarzy.

- Wymienione tematy wynikają z zdecydowanej większości z potrzeb praktyki, a dotychczasowe rozwiązania są w wielu przypadkach niewystarczające. Dotyczy to na przykład zastosowań nowej generacji materiałów budowlanych (konstrukcyjnych i naprawczych), w stosunku do których sformułowane być muszą nowe zależności konstytutywne. To jest pole do prac *stricte* naukowych.

- Wielkim i całkowicie nowym wyzwaniem badawczym, ale z ważnymi odniesieniami do praktyki, jest zastosowanie nanotechnologii. Budownictwo jest obecnie ósmym z kolei beneficjentem nanotechnologii (pierwszym jest energetyka: wytwarzanie, przetwarzanie i magazynowanie, drugim – rolnictwo, trzecim – uzdatnianie wody, a więc inżynieria sanitarna, będąca w kręgu działalności KILiW – por. rozdział 7.) [12]. W zakresie inżynierii lądowej i wodnej nanotechnologia dotyczy jak na razie przede wszystkim mechaniki materiałów i inżynierii materiałów budowlanych [13].

- Równie poważnym i nowym wyzwaniem jest sprostanie wymaganiom zrównoważonego rozwoju, w której to strategii budownictwo jest jednym z najważniejszych elementów. Dlatego wzrasta rola badań i aplikacji związanych z recyklingiem materiałów, wykorzystaniem materiałów odpadowych, obniżeniem energochłonności produkcji materiałów budowlanych.

- Badań naukowych wymagają liczne problemy związane z utrzymaniem, bezpieczeństwem i komfortem użytkowania oraz niezawodnością istniejącej infrastruktury budowlanej, komunikacyjnej oraz podziemnej (sieci wodociągowe, kanalizacyjne, ciepłownicze) i hydrotechnicznej. Ważną rolę odgrywają też odpowiadające krajowym warunkom kryteria modernizacji i dalszego użytkowania wymienionej infrastruktury lub jej likwidacji i budowania nowej. Z tym wiąże się

rozwój analizy ryzyka, określania niezawodności, oceny kosztów rozpatrywanych w ciągu całego „cyklu życia” obiektów budowlanych i inżynieryjnych.

- Trzeba zauważyć, że badań naukowych wymaga obecnie dość zaniedbana dotychczas pod tym względem infrastruktura kolejowa. Szeroko zakrojona modernizacja, zwłaszcza pod kątem wprowadzenia dużych prędkości ruchu pociągów, wymaga wielu analiz teoretycznych i prac eksperymentalnych, przede wszystkim dostosowania torowisk i obiektów mostowych do tych znacznie zwiększonych prędkości.

Tematykę przedstawioną w tablicy 2 można byłoby skomentować jeszcze znacznie szerzej. Zamieszczone informacje wyraźnie wskazują, że inżynieria lądowa i wodna nie jest dziedziną przebrzmiałą pod względem naukowym.

Inżynieria i prowadzone w jej szerokich ramach badania nie są wyizolowane od ogólnej sytuacji nauki w Polsce. Ich stan zależy w dużym, a być może nawet w decydującym stopniu, od poziomu finansowania nauki. Od wielu lat sprawa ta jest dyskutowana i wielu przedstawicieli różnych nauk wskazywało już na wysoce niedostateczne środki przeznaczane na badania. Już sam procentowy udział nakładów na naukę w budżecie państwa mówi sam za siebie – tak widać postrzegana jest przez władze państwowe rola nauki w życiu i rozwoju kraju. Jednak nie zajmujemy się tą sprawą. Wystarczy, że przytoczymy tylko opinię prof. Jerzego Hausnera z 22 października 2013 r., który wyraża także nasz pogląd: ... *bez podniesienia nakładów na naukę jakakolwiek dyskusja o jej reformie jest niemożliwa. Obecny poziom finansowania ma charakter „podprogowy” i w istocie utrwała system, nie zachęca do jakichkolwiek zmian. Za absolutne minimum uznał przeznaczenie 1% PKB na badania, finansowanie poniżej tej kwoty oznaczałoby będzie zlekceważenie wyzwań rozwojowych kraju* [14].

Warto ponadto zauważyć, że stan badań w inżynierii lądowej i wodnej w sposób szczególny zależy od poziomu finansowania nauki i udziału w tym szeroko rozumianego przemysłu budowlanego, także firm zagranicznych działających w Polsce, ponieważ inżynieria może rozwijać się głównie w powiązaniu z nowoczesnymi inwestycjami. Obecny kapitał zaangażowany w takie inwestycje w Polsce tylko zupełnie sporadycznie przeznacza niewielkie środki na badania w naszym kraju. Tym większe więc znaczenie pod tym względem ma procent budżetu państwa przeznaczanego na naukę.

7. ROLA KILiW PAN W ROZWOJU NAUKI

Ogólne zagadnienia dotyczące działalności komitetów naukowych PAN, szczególnie komitetów Wydziału IV Nauk Technicznych, były już przedmiotem publikacji [3], natomiast problemy działalności KILiW były przedstawione w opracowaniach [4] i [6]. Dlatego sygnalizujemy tutaj syntetycznie ujęte, najważniejsze tylko

zadania stojące przed Komitetem jako ciałem, które powinno odgrywać kreatywną i wiodącą rolę w rozwoju nauki w obszarze inżynierii lądowej i wodnej.

Trzeba przypomnieć postanowienia Regulaminu KILiW, zatwierdzonego 29 maja 2012 roku [15] na podstawie § 44 Statutu PAN. W § 1, w punkcie 2 Regulaminu ujęte jest to, co – jak to dosłownie sformułowano – Komitet może. Otóż może on skupiać swą działalność na dziewięciu polach, którymi są:

- 1) prowadzenie wydawnictw,
- 2) organizowanie konferencji naukowych,
- 3) pełnienie funkcji komitetu narodowego ds. współpracy z organizacjami i stowarzyszeniami międzynarodowymi,
- 4) pełnienie funkcji eksperta lub konsultanta w zakresie badań naukowych i rozwiązań technicznych związanych z inżynierią lądową i wodną,
- 5) powoływanie specjalistycznych sekcji lub zespołów tematycznych odpowiadających zakresowi działania Komitetu, złożone z członków Komitetu i innych wybitnych specjalistów,
- 6) oddziaływanie na kreowanie nowych kierunków badawczych i na rozwój kadry naukowej,
- 7) przeprowadzanie dyskusji i zajmowanie stanowiska w ważnych sprawach o znaczeniu naukowym, technicznym lub społecznym,
- 8) wnioskowanie o poszerzenie swojego składu i przeprowadzanie wyborów uzupełniających ten skład,
- 9) zgłaszanie i opiniowanie wniosków o nagrody naukowe z zakresu swojego działania.

Każdy kto obserwuje działalność KILiW, szczególnie zaś jego członkowie oraz członkowie sekcji, przyznać musi, że wszystkie te możliwości były i są wykorzystywane, choć w stopniu ograniczonym przez warunki materialne i organizacyjne. Znajduje to zresztą odzwierciedlenie w corocznych szczegółowych sprawozdaniach z działalności, składanych do Wydziału IV Nauk Technicznych; jest więc ona znana również i władzom PAN.

Brak jest obecnie jakichkolwiek podstaw prawnych i administracyjnych do aktywnego działania komitetów naukowych PAN jako „zbiorowych ekspertów”, szczególnie – co nas interesuje przede wszystkim – KILiW [4]. Ten brak dotyczy głównie wymienionych wyżej punktów 4), 6), 7) i 9). Inicjatywy w zakresach określonych tymi punktami zależą wyłącznie od dobrych chęci i nie mają żadnego umocowania w przepisach, nie mówiąc już o jakimkolwiek wsparciu finansowym ze strony Akademii. Wystarczy opisać tylko kilka poniższych przykładów.

- Władze państwowe lub samorządowe różnych szczebli nie mają żadnego obowiązku, aby zasięgać opinii komitetów naukowych w sprawach planów inwestycyjnych, strategii działania gospodarczego lub opracowywanych aktów prawnych. Niedawny, drastyczny przypadek dotyczy opracowywanego obecnie

w Ministerstwie Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej *Kodeksu urbanistyczno-budowlanego*, który ma zastąpić wielokrotnie już nowelizowane *Prawo budowlane*. Liczące wraz z komentarzami ponad 100 stron tezy projektu tego *Kodeksu*, zostały rozesłane do różnych instytucji i organizacji związanych z budownictwem w celu konsultacji i przedstawienia uwag w terminie do 14 listopada 2013 roku. Całkowicie jednak pominięto w tej akcji KILiW, w którym zasiadają czołowi, wybrani z całego kraju, nie tylko naukowcy, ale i praktycy. Można wszak postępować inaczej, bo sprawa reformy gospodarki wodnej w Polsce była konsultowana aż z trzema komitetami naukowymi PAN: Komitetem Melioracji i Inżynierii Środowiska Rolniczego, Komitetem Gospodarki Wodnej oraz właśnie z KILiW, co znalazło finalny wyraz w stanowisku tych komitetów z dnia 23 października 2013 roku.

W rezultacie zaangażowanie komitetów naukowych PAN w działania o ogólnopolskim, niezwykle ważnym znaczeniu gospodarczym, technicznym i społecznym, wobec braku odpowiednich wymogów prawnych, zależy jedynie od dobrej woli władz i pewno od przypadku. Realizacja zatem możliwości oznaczonej wyżej przez 7) odbywa się sporadycznie i wyłącznie z inicjatywy KILiW. Czy jest to sytuacja właściwa?

- Podobne uwagi można sformułować co do możliwości oznaczonej wyżej przez 4). Żadna instytucja nie zwracała się w ciągu ostatnich lat (a nawet dekad) z prośbą o wykonanie ekspertyzy. KILiW opracowuje je z własnej inicjatywy, w ograniczonym zakresie i praktycznie bez żadnego wsparcia finansowego. Na przykład, w ramach prac Sekcji Inżynierii Sanitarnej, profesorowie M. Kwietniewski i J. Rak wykonali i opublikowali pracę pt.: *Niezawodność infrastruktury wodociągowej i kanalizacyjnej w Polsce* [16]. Raport ten został przekazany odpowiednim władzom i nie zyskał żadnego zainteresowania, a dotyczy przecież istotnego elementu życia w kraju. Podobna niechęć władz do współpracy z KILiW występowała także w wielu innych sytuacjach, choćby w okresie przygotowań inwestycyjnych do Euro 2012. O braku reakcji ze strony władz resortowych wielokrotnie informowane było kierownictwo Wydziału IV Nauk Technicznych PAN, także w ubiegłych kadencjach. Jak zatem funkcja zbiorowego eksperta ma być przez KILiW realizowana?

- Kreowanie nowych kierunków badawczych (możliwość 6) według zacytowanego Regulaminu KILiW) jest bodaj najważniejszym zadaniem Komitetu. Kreowanie to jednak w obecnych warunkach może być tylko realizowane przez sterowanie tematyką konferencji naukowych organizowanych pod patronatem Komitetu lub jego Sekcji oraz przez zapraszanie do wystąpień na zebraniach plenarnych lub sekcyjnych wyróżniających się badaczy, zwłaszcza młodych. Są to jednak działania pośrednie i o niewielkiej skuteczności. Nie sposób nie przypomnieć, że w latach dawniejszych KILiW dysponował środkami na finansowanie

nowatorskich prac naukowych. Nie były to środki duże, ale można je było przeznaczać na bezpośrednie wspieranie oryginalnych inicjatyw badawczych. Obecnie takich możliwości w ogóle nie ma [17]. Ogółem na komitety naukowe PAN przeznaczony jest nikły procent (niespełna 5%!) ogólnego budżetu Akademii. Nie można więc ulegać złudzeniu, że KILiW otrzyma jakiegokolwiek środki na finansowanie badań podejmowanych z jego inspiracji. Natomiast ocena rozwoju kadry naukowej jest przez Komitet dokonywana systematycznie, szczególnie w ramach prac jego Sekcji. Nie wdając się w szczegóły trzeba stwierdzić, że w obszarze inżynierii lądowej i wodnej rozwój badań naukowych następuje zbyt wolno, co w dużej mierze wynika z ogólnego niedofinansowania nauki w naszym kraju. Nie znaczy to jednak, że wśród młodych badaczy nie ma jednostek wybitnych. Potwierdzają to choćby coraz liczniejsze ostatnio wnioski z tego obszaru, zgłaszane do nagród naukowych Wydziału IV NT.

- Możliwość opiniowania wniosków o nagrody naukowe (punkt 9) z cytowanego Regulaminu) została ostatnio po prostu wyeliminowana. Odpowiedni zapis Rozporządzenia Prezesa Rady Ministrów, §5 punkt 4 [18], brzmi: *Wnioski, opiniowane pod względem formalnym i merytorycznym przez odpowiednie komitety naukowe Polskiej Akademii Nauk albo przez ministra właściwego do spraw nauki, są kierowane wraz z opiniami do Zespołu – w terminie do dnia 31 marca.* (podkr. nasze). Otóż w ostatnim okresie komitety naukowe PAN zostały pozbawione obowiązku opiniowania owych wniosków – skorzystano z drugiej możliwości i opiniowanie to przejął *minister właściwy do spraw nauki*. Zapis punktu 9) stał się więc w odniesieniu do KILiW i innych komitetów naukowych zapisem martwym.

Wszystkie przedstawione okoliczności sprawiają, że rola komitetów naukowych Wydziału IV NT maleje, w tym także KILiW, ponieważ żadne instytucje państwowe ani samorządowe nie są formalnie zobligowane do jakiegokolwiek z nimi współpracy. W przypadku KILiW wszelkie inicjatywy takiej współpracy pochodzą od samego Komitetu i nie są zwykle podejmowane. Konieczne jest zatem lepsze umocowanie prawne działalności komitetów naukowych Wydziału IV NT PAN.

KILiW korzysta natomiast intensywnie z przewidzianej w Regulaminie możliwości 2), tj. organizowania konferencji naukowych. Komitet patronuje bezpośrednio dwóm dużym konferencjom – corocznym tzw. Konferencjom krynickim (w 2014 roku odbędzie się już Jubileuszowa, 60.) oraz organizowanym co dwa lata przez Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie konferencjom „Awaryjne budowlane” (w 2015 roku będzie to XXVII konferencja). Ponadto wielu konferencjom patronują Sekcje KILiW, których działalność jest szerzej opisana poniżej. Skalę oddziaływania Komitetu na środowisko naukowe i techniczne związane z budownictwem najlepiej ilustruje fakt, że tylko w 2012 roku odbyło się pod patronatem KILiW i jego Sekcji 18 konferencji ogólnopól-

skich, w których wzięło udział prawie 3000 osób, i podczas których zaprezentowano 826 referatów, podlegających ostremu recenzowaniu [19]. Spodziewać się można, że w 2014 roku liczba uczestników konferencji organizowanych pod patronatem KILiW i jego Sekcji będzie jeszcze większa, bo w samej tylko XXVI konferencji „Awarie budowlane” wzięło udział ponad 550 uczestników, w VIII konferencji „Dni betonu – tradycja i nowoczesność” – około 600, a w LIX Konferencji krynickiej – ponad 350.

Podkreślić wypada, że KILiW nigdy nie korzystał i nadal nie korzysta ze wsparcia finansowego ze strony PAN w organizacji konferencji, którym patronują Komitet lub jego Sekcje.

Jedną z form kreowania nowych kierunków badawczych przez KILiW jest dobór tematyki tzw. Części Problemowych Krynickich Konferencji Naukowych. Jako przykłady z ostatnich lat można podać tematykę *zrównoważonego rozwoju w budownictwie, budownictwa na obszarach ekologicznie cennych, kształcenia kadr, problemy diagnostyki, monitoringu i modernizacji eksploatowanych obiektów budowlanych i inżynierskich oraz problemy budownictwa na obszarach wiejskich*. Wobec wskazanego poprzednio braku innych formalnych form wpływania przez Komitet na stan uprawiania nauki w inżynierii lądowej i wodnej, bezpośrednie dbanie o należyte wysoki poziom konferencji należy uznać za mające podstawowe znaczenie.

KILiW prowadzi dwa wydawnictwa (możliwość oznaczona przez 1) w cytowanym wyżej Regulaminie). Anglojęzyczny kwartalnik *Archives of Civil Engineering*, ukazuje się nieprzerwanie od 1957 roku, oraz nieregularna seria monograficzna *Studia z zakresu inżynierii*, wydawana od 1958 roku; dotychczas ukazało się ponad 80 tomów. Mimo wysokiego poziomu naukowego prac zamieszczanych w wymienionym kwartalniku, w ocenie MNiSW czasopismo to ma tylko 6 punktów. Czynione są starania o wprowadzenie go na tzw. listę filadelfijską – wtedy za artykuły naukowe o tym samym poziomie co poprzednio będzie więcej punktów (!) Działalność wydawnicza KILiW nie odbywa się bez trudności, także finansowych. Zespół redakcyjny i redaktor naczelny pracują całkowicie honorowo.

Ze względu na rozległość tematyki badawczej inżynierii lądowej i wodnej, merytoryczna praca Komitetu przebiega głównie w jego jedenastu Sekcjach. Są to Sekcje:

1. Mechaniki Konstrukcji i Materiałów – przewodniczący prof. Andrzej Garstecki, 4 członków PAN, 8 członków KILiW, 53 specjalistów.

2. Konstrukcji Betonowych – przewodniczący prof. Jan Biliszczuk, 13 członków KILiW, 30 specjalistów, 15 członków seniorów.

3. Konstrukcji Metalowych – przewodniczący prof. Marian Giżejowski, 4 członków KILiW, 29 specjalistów, 16 członków honorowych.

4. Konstrukcji Hydrotechnicznych – przewodniczący prof. Zbigniew Kledyński, 3 członków KILiW, 30 specjalistów, 16 członków honorowych.

5. Inżynierii Przedsięwzięć Budowlanych – przewodniczący prof. Tadeusz Kasprovicz, 4 członków KILiW, 43 specjalistów, 8 członków honorowych.

6. Geotechniki i Infrastruktury Podziemnej – przewodniczący prof. Zbigniew Sikora, 6 członków KILiW, 32 specjalistów, 20 członków honorowych.

7. Fizyki Budowli – przewodniczący prof. Dariusz Gawin, 4 członków KILiW, 29 specjalistów, 12 członków seniorów.

8. Inżynierii Materiałów Budowlanych – przewodniczący prof. Jacek Śliwiński, 10 członków KILiW, 30 specjalistów, 1 członek senior.

9. Inżynierii Komunikacyjnej – przewodniczący prof. Stanisław Gaca, 1 członek PAN, 6 członków KILiW, 46 specjalistów, 9 członków seniorów.

10. Inżynierii Sanitarnej – przewodniczący prof. Marian Kwietniewski, 1 członek PAN, 2 członków KILiW, 28 specjalistów, 3 członków honorowych.

11. Ciepłownictwa i Klimatyzacji – przewodniczący prof. Edward Szczechowiak, 1 członek KILiW, 40 specjalistów, 21 członków honorowych.

Dane liczbowe dotyczące Sekcji są tu zestawione, aby wskazać na bardzo szeroki zakres ich oddziaływania na środowisko naukowe, przy czym działalność Sekcji nie obciąża finansowo Wydziału IV NT, ani innych struktur organizacyjnych PAN. Stwierdzenie to jest istotne wobec dążenia władz PAN do daleko idących oszczędności.

Oprócz referatów i dyskusji naukowych, Sekcje dokonują systematycznej oceny stanu badań w dyscyplinach naukowych, będących w polu ich zainteresowań oraz oceny rozwoju kadry w tych kierunkach.

Ponadto KILiW utrzymuje kontakt z nauką światową, nie tylko patronując trzem komitetom narodowym organizacji międzynarodowych (*Réunion Internationale des Laboratoires et Experts des Matériaux, Systèmes de Constructions et Ouvrages* – RILEM; *Fédération Internationale du Béton* – fib; *International Association of Wind Engineering* – IAWE) oraz przez osobisty udział kilku członków we władzach i grupach roboczych kilku innych jeszcze organizacji, lecz także przez bezpośredni udział w pracach Komitetu członków stowarzyszonych, którymi są Polacy cieszący się wysoką pozycją naukową i żyjący od wielu lat poza krajem. Jest ich obecnie ośmiu, a działają w Niemczech, USA, na Litwie i we Francji. Jeden z członków stowarzyszonych KILiW, dr Jacques Łukasik, reprezentujący władze *European Council of Applied Science and Engineering*, przy aktywnym wsparciu KILiW doprowadził w 2012 roku do członkostwa PAN w tej europejskiej organizacji. Szczegóły dotyczące międzynarodowej aktywności KILiW znaleźć można w corocznych sprawozdaniach z działalności Komitetu, składanych władzom Wydziału IV PAN.

Rola KILiW w rozwoju nauki w inżynierii lądowej i wodnej jest potencjalnie bardzo poważna i powinna stale wzrastać, natomiast warunki jego działania są coraz trudniejsze z wielu przyczyn, z których część tylko przedstawiono powyżej. Obserwowane tendencje do formalnej deprecjacji roli komitetów naukowych PAN oceniamy jako szkodliwe dla rozwoju nauk technicznych w Polsce.

8. POSTULOWANY SYSTEM OCENY OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH W INŻYNIERII LĄDOWEJ I WODNEJ

Po przedstawieniu w sposób dość krytyczny, ale oddający istotę roli nauki w inżynierii lądowej i wodnej oraz sposobu oceniania osiągnięć badawczych w tym obszarze, pozwalamy sobie sformułować kilka postulatów dotyczących tej oceny, ale jednocześnie uwzględniających specyfikę uprawianych w tej inżynierii dyscyplin naukowych. Czynimy to nie dlatego, aby szukać jakiegokolwiek „taryfy ulgowej” w obowiązującym obecnie systemie ocen, ale aby ocena ta była bardziej niż dotychczas merytoryczna, a nie wyłącznie bibliometryczna, aby nie porównywać „jabłek” z „gruszkami” [8].

Zdajemy sobie sprawę, że merytoryczna ocena osiągnięć naukowych jest znacznie trudniejsza od tej wąsko rozumianej i uznawanej przez MNiSW za jedynie uprawnioną i polegającą na mechanicznym (komputerowym) zliczaniu punktów. Jednak takie „ślepe” stosowanie tej metody prowadzi do wynaturzeń, których przykłady mieliśmy ostatnio przy tzw. kategoryzacji jednostek akademickich i badawczych, związanych z inżynierią lądową i wodną.

Wiedząc, że całkowite odejście od metod bibliometrycznych i przywrócenie znaczenia ocen merytorycznych jest obecnie nierealne, formułując poniższe postulaty co do systemu oceny osiągnięć naukowych w inżynierii lądowej i wodnej, uwzględniliśmy częściowe ograniczenie tych metod, nadając im inne niż obecnie znaczenie. Zgłaszamy zatem następujące postulaty.

1. Należy podnieść rangę publikacji umieszczanych w recenzowanych krajowych czasopismach naukowych i naukowo-technicznych z zakresu inżynierii lądowej i wodnej, które poziomem zamieszczanych prac nie odbiegają od wielu czasopism z tzw. listy filadelfijskiej. Obecnie ocena za publikacje krajowe jest zawarta w granicach od 4 do 6 punktów, podczas gdy w analogicznych czasopismach zagranicznych – w granicach od 20 do 50 punktów. Zwracaliśmy już uwagę, że w dyscyplinach naukowych uprawianych w ramach inżynierii lądowej i wodnej są liczne zagadnienia badawcze interesujące w skali światowej (dotyczy to przede wszystkim mechaniki konstrukcji i materiałów oraz inżynierii materiałów budowlanych), ale wiele jest też zagadnień o pierwszorzędym znaczeniu poznawczym i aplikacyjnym, głównie krajowym i dlatego nie są one interesujące

w skali międzynarodowej. Istniejąca obecnie „przepaść” punktowa sprawia, że publikowanie czegokolwiek wartościowego po polsku nie ma żadnego sensu, zwłaszcza dla osób budujących dopiero swą pozycję naukową. Prowadzi to także do uwiadu krajowych czasopism naukowych i naukowo-technicznych.

2. Niezrozumiałe jest i niesłuszne całkowite pomijanie w ocenie osiągnięć naukowych dorobku w postaci referatów na konferencje. Dorobek ten w inżynierii lądowej i wodnej jest bardzo ważnym elementem całokształtu działalności badawczej. Referaty podlegające ostrym procedurom recenzyjnym, a tak właśnie jest w przypadku konferencji organizowanych przez KILiW i jego Sekcje, powinny być „punktowane”, zwłaszcza, że materiały z wielu konferencji międzynarodowych są publikowane przez wydawnictwa światowej rangi. Obecna sytuacja prowadzi do patologii polegającej między innymi na tym, że materiały konferencyjne wydawane są w kraju jako monografie, zwykle uczelniane, a zamieszczone w nich referaty traktowane jako rozdziały w monografiach, za co „jakieś punkty się należą”. Postulujemy więc, aby za referaty na konferencjach organizowanych pod bezpośrednim patronatem KILiW PAN i jego Sekcji punkty były przyznawane.

3. Ponieważ parametryzacja osiągnięć naukowych jest niestety powszechnie stosowana, to należy stosować najkorzystniejszą dla danego autora bazę/przeglądarkę. W obszarze inżynierii lądowej i wodnej taką najkorzystniejszą podstawą są na ogół bazy: *Publish or Perish* oraz *Google Scholar*. Ten temat jest szczegółowo przedstawiony w oddzielnym opracowaniu prof. Lecha Czarneckiego *Ocena parametryczna osiągnięć naukowych w obszarze inżynierii lądowej i wodnej: zalety i wady*.

4. Wobec aplikacyjnego charakteru wielu zagadnień badawczych, na co zwracaliśmy już uwagę jako na znamioną cechę inżynierii lądowej i wodnej, to w ocenie dorobku naukowego należy też uwzględniać wdrożenia, będące przecież w znakomitej większości przypadków pokłosiem badań *stricte* naukowych. Obecnie ten dorobek aplikacyjny w ogóle nie jest „punktowany”. Nie twierdzimy, że trzeba formę „punktowania” w tym zakresie wprowadzić, ale nie można aplikacyjnego dorobku badaczy nie zauważać.

9. PODSUMOWANIE

1. Rozwój nauki w inżynierii lądowej i wodnej jest równie intensywny, jak w innych dyscyplinach techniki; jest przy tym silnie związany z określonym obszarem, krajem i językiem, a związki te wynikają z:

- warunków geograficznych i klimatycznych kraju,
- potrzeb, tradycji i zwyczajów oraz wielkości kraju.

Wobec tego rezultaty badań naukowych związane są z działaniami i potrzebami lokalnymi w większym stopniu, niż w innych dyscyplinach, jak mechanika, akustyka lub informatyka. Nie oznacza to, że te rezultaty są mniej ważne z punktu widzenia poznawczego, choć są niekiedy mniej spektakularne.

2. Niektóre kierunki i rezultaty badań naukowych oraz wynikających z nich rozwiązań technicznych są ściśle związane z określonym krajem lub regionem, a dla innych terenów są niemal bez znaczenia. Dotyczy to w szczególności inżynierii. Równocześnie bez tych rezultatów trudno rozwijać zarówno technikę, jak i gospodarkę na określonym terenie. O ile można importować i użytkować najbardziej zaawansowane urządzenia elektroniczne czy akustyczne, a także metody informatyczne oraz je wykorzystywać nawet bez głębokiej znajomości i wkładu naukowego w ich rozwój, to budowle inżynierskie powstają na określonym terenie i w określonych warunkach. Nawet jeśli szczególne projekty i metody są importowane, to niezbędna jest wiedza i kontrola na miejscu ich wykorzystywania.

3. W ostatnim półwieczu poziom uprawiania nauki w inżynierii w Polsce nie jest gorszy niż w innych „porównywalnych” krajach. Poziom ten został uzyskany pomimo wieloletniego niedofinansowania nauki, trwającego do dzisiaj. Wyniki badań własnych i importowanych wykorzystywane są na dobrym poziomie światowym w budownictwie, m.in. dróg i mostów, w postaci nowych materiałów, metod i procedur.

4. Rozpowszechnianie w świecie wyników badań naukowych prowadzonych w Polsce jest utrudnione przez dominację języka angielskiego. Powoduje to, że publikowanie i uznanie osiągnięć naukowych jest szczególnie wspomagane, jeżeli są one wyrażane w tym języku. Nie ma to jednoznacznego związku z ich wartością. Uznając znaczenie publikowania po angielsku, trzeba zachować język polski w określonych obszarach nauk inżynierskich, co nie powinno oznaczać obniżania ocen takich publikacji.

5. Jest szczególnie ważne, aby zapewnić inżynierii lądowej i wodnej właściwą rangę w Wydziale IV Nauk Technicznych PAN i innych instytucjach kierujących nauką w Polsce.

6. Trzeba dążyć do poprawy finansowania nauki w Polsce wobec dramatycznie niskiego obecnie poziomu. Nauka w inżynierii lądowej i wodnej powinna być traktowana nie gorzej niż w innych dziedzinach techniki, zarówno pod względem finansowym, jak i pozycji w strukturach organizacyjnych w Polsce.

PUBLIKACJE CYTOWANE

- [1] Brandt A. M., *Jeszcze o „nauce zaściankowej”*, Nauka, 2, 2011, s. 125-130
- [2] Brandt A. M., *O parametryzacji ocen w nauce w Polsce*, Nauka, 2, 2011, s. 135-144
- [3] Brandt A. M., *Czy komitety naukowe PAN mają nowe możliwości działania?*, Nauka, 4, 2011, s. 125-132
- [4] Brandt A.M., *Inżynieria lądowa i wodna w strukturach Polskiej Akademii Nauk (Nauka w budownictwie, budownictwo w nauce)*, Nauka 2, 2012, s. 131-140
- [5] Brandt A.M. i Radomski W., *Powszechny stan bylejakości*, Forum Akademickie, 3, 2013, 35-37
- [6] Radomski W., *Rozwój nauki w obszarze inżynierii lądowej i wodnej*, w: *Refleksje nad stanem wybranych obszarów nauki w Polsce w ocenie Zespołów Integracyjnych i Integracyjno-Eksperymentalnych PAN*, Polska Akademia Nauk, Warszawa 2010, s. 501-514
- [7] Brandt A. M., *Komisje czy liczydła?*, Forum Akademickie, 2011, 12, 50-51
- [8] Błocki Z. i Życzkowski K., *Czy można porównywać jabłka i gruszki? O danych bibliometrycznych w różnych dziedzinach nauki*, Nauka, 2, 2013, s. 37-46
- [9] Wasiutyński Z., *Technika, jej działy i metoda*, PWN, Warszawa 1962
- [10] Czarnecki L., Kaźmierkowski M. P., and Rogalski A., *Doing Hirsch proud; shaping H-index in engineering sciences*, Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Technical sciences, Vol. 61, No. 1, 2013, pp. 5-21
- [11] Ustawa z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule z zakresu sztuki (Dz. U. nr 66 poz. 595 ze zm.)
- [12] Czarnecki L., *Nanotechnologia – wyzwaniem inżynierii materiałów budowlanych*, Inżynieria i Budownictwo, 9, 2006, s. 465-469
- [13] Czarnecki L., *Wyzwania inżynierii materiałów budowlanych*, Inżynieria i Budownictwo, 7, 2008 s. 404-408
- [14] Sprawozdanie z debaty „Jak finansować naukę?”, Warszawa, 22.10.2013, Obywatele Nauki
- [15] Regulamin Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej zatwierdzony 29 maja 2012 roku przez Wiceprezesa PAN Marka Chmielewskiego na mocy Uchwały nr 1/2012 KILiW z dnia 20 kwietnia 2012 roku
- [16] Kwietniewski M., Rak J., *Niezawodność infrastruktury wodociągowej i kanalizacyjnej w Polsce*, KILiW PAN, Studia z Zakresu Inżynierii, nr 67, Warszawa 2010, ss. 134

- [17] Brandt A.M., *Czy reformy pomogą zarabiać na nauce?* Forum Akademickie, 6, 2011, 36-37
- [18] Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 27 sierpnia 2004 roku w sprawie liczby, wysokości oraz warunków i trybu przyznawania nagród Prezesa Rady Ministrów za wyróżnione rozprawy doktorskie i habilitacyjne oraz działalność naukową, naukowo-techniczną lub artystyczną (Dz. U. nr 196 poz. 2016)
- [19] Sprawozdanie z działalności Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej Polskiej Akademii Nauk w roku 2012, do wglądu w kancelarii Wydziału IV NT PAN

Jacek Łukasik

b. Dyrektor naukowy firmy Lafarge

Członek Francuskiej Narodowej Akademii Technologicznej

Sekretarz Generalny Europejskiej Rady Nauk Stosowanych i Technicznych

NAUKA W ROZWOJU BETONÓW ULTRA-WYSOKOWARTOŚCIOWYCH (UHPC)

W najprostszej postaci beton jest mieszaniną zaczynu cementowego i kruszywa. Zaczyn, składający się ze spoiwa cementowego i wody, pokrywa powierzchnię drobnego i grubego kruszywa (piasek, żwir i inne składniki), łączy je ze sobą w procesie dojrzewania i twardnienia, przechodząc w materiał zbliżony do skały i nazywany betonem.

Podstawową zaletą betonu jest możliwość formowania w niemal dowolny kształt bezpośrednio po zmieszaniu składników, uzyskując wytrzymały i trwały materiał po stwardnieniu. Te właściwości stanowią wyjaśnienie dlaczego beton można używać do budowy wieżowców, mostów, chodników, autostrad, domów i zapór wodnych. Choć beton jest obecnie powszechnie stosowany (beton rocznie wytwarzany na świecie to sześćdziesiąt kilometrów sześciu!), to jego składniki i technologia wytwarzania nadal szybko rozwijają się. Ten spektakularny postęp w ciągu ostatniego ćwierćwiecza wynika głównie z prac badawczych i naukowych metod analizowania złożonej, trójwymiarowej nanostruktury hydratów cementu, a także rodzaju ich powiązań z ziarnami kruszywa, optymalizowanych przez stosowanie nowych generacji domieszek chemicznych.

W inżynierii lądowej i budownictwie inżynierowie i architekci tworzący projekty, dążą do konstrukcji smukłych o wyrafinowanych kształtach i eleganckich powierzchniach, do konstrukcji z lekkich i trwałych materiałów, przy zapewnieniu długiej eksploatacji i niskich kosztach utrzymania. Beton jest tym materiałem budowlanym, który może zapewnić złożoną odpowiedź dla wszystkich tych wyzwań.

Zasadniczy przełom w innowacyjnym rozwoju betonu został osiągnięty. Nowy rewolucyjny materiał o nazwie DUCTAL® powstał w wyniku intensywnych wysiłków badawczych, rozpoczętych w 1994 r. przez trzy firmy francuskie: Lafarge (producent cementu i betonu), Bouygues (firma konstrukcyjna) i Rhodia (firma chemiczna), wsparte finansowo przez francuskie Ministerstwo Badań i Przemysłu w celu współdziałania z dziesięcioma państwowymi laboratoriami, prowadzącymi we Francji badania podstawowe. Niezależnie, współpraca dwustronna między Lafarge a zespołem z Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska MIT, kierowa-

nym przez prof. Franza J. Ulm, pozwoliła na uzyskanie, oprócz innych odkryć, głębokiego zrozumienia różnic między hydratami wapienno-krzemianowymi w zwykłym betonie i w betonie ultra-wysokowartościowym UHPC.

DUCTAL[®], który został wypuszczony na rynek przez Lafarge na początku 2000 roku, jest technologicznym przełomem, materiałem o unikalnym połączeniu wysokich właściwości. Oto zestawienie kilku z nich:

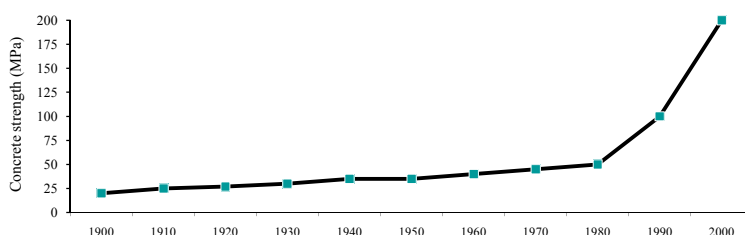
- wytrzymałość na ściskanie od 6 do 8 razy wyższa niż zwykłego betonu;
- wytrzymałość przy zginaniu 10-krotnie wyższa niż zwykłego betonu;
- ciągliwość, tzn. zdolność do odkształceń pod działaniem wysokiej temperatury bez zniszczenia;
- estetyczny wygląd powierzchni zewnętrznych.

Co więcej, DUCTAL[®] ma właściwości reologiczne i wyjątkową płynność przy wszystkich możliwych metodach wypełniania form: konwencjonalnie w deskowaniu, pompowanie i natryskiwanie.

Liczne i spektakularne zastosowania DUCTALU[®] we Francji, Korei, Kanadzie, USA i wielu innych krajach, wykazały jego wyjątkowe właściwości.

Poza DUCTALEM[®] wiedza związana z betonem, w znacznej mierze interdyscyplinarna, obejmująca zjawiska fizyczne i chemiczne w nano- i mikroskali, stała się obecnie podstawą do rozwijania właściwości materiałowych i osiągnięć innych innowacyjnych produktów. Można zaobserwować, że 12 partnerów przemysłowych (obejmujących 5 z 6 największych światowych producentów cementu na świecie) oraz 23 wyższe uczelnie w Europie, zostały przekonane o konieczności pogłębienia podstawowej wiedzy o kompozytach cementowych. Te instytucje utworzyły konsorcjum pod nazwą NANOCEM (www.nanocem.org). Sieć, która obejmuje ponad 120 stałych badaczy na poziomie akademickim z 9 krajów, miała pierwotnie działać przez 3 lata, ale obecnie świętuje 10. rocznicę utworzenia, jest finansowana wyłącznie przez partnerów przemysłowych. Uczestnicy sieci są przekonani, że nowa wiedza może prowadzić do dalszego przełomu technologicznego, przynoszącego pożytek całej gałęzi przemysłu związanej z wytwarzaniem cementu i betonu. Pogłębienie wiedzy pozwoli na osiągnięcie wysokiej jakości i właściwego rozwoju tych materiałów. Ponieważ wytwarzane są one w wielkich ilościach, to osiągnięcia te będą miały poważny wpływ na środowisko oraz społeczny i ekonomiczny postęp, które są trzema filarami zrównoważonego rozwoju.

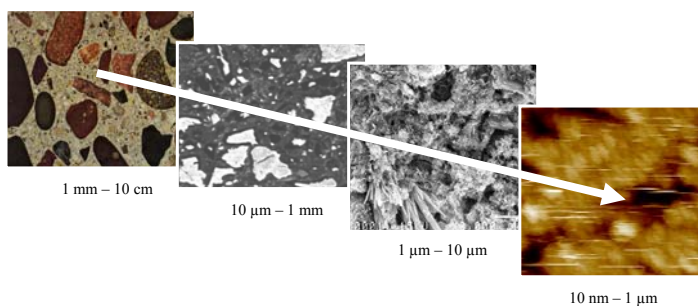
The scientific approach to concrete is recent: concrete mechanical performance over the last century



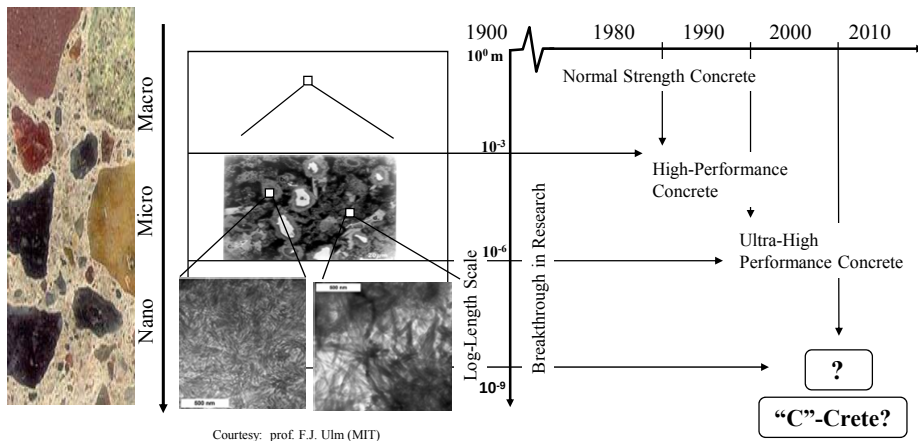
- Once a basic product, coming from a basic industry...
- ... today involving a very complex, interdisciplinary science, often on a nano-scale...
 - Magic **hardening** of concrete: chemistry of cement, organic chemistry of admixtures
 - Amazing **flowing** behavior: rheology, physics of granular media
 - Compressive and flexural **strength**: mechanics, but also nano-mechanics!
 - Long-term **durability**: physics and chemistry of nano-porous materials

Progress on the concrete front is mainly due to:

- A truly scientific and not an empirical approach...
- Development of powerful analytical and observation tools
- Development of microstructure modeling
- ...



Progress on the concrete front



Ductal®, an Ultra High Performance Fiber Reinforced Concrete of a lesser environmental impact

- DUCTAL® a new material with a unique combination of superior characteristics
 - Compressive strength: 6 to 8 times a conventional concrete
 - Flexural strength: 10 times a conventional concrete
 - Ductility: capability to deform under excessive loads without rupture
 - Superior surface aspects
 - Durability: 100 times more than standard references
 - www.ductal-lafarge.com
- Ductal® is a structural and architectural material designed to be used without re-bars

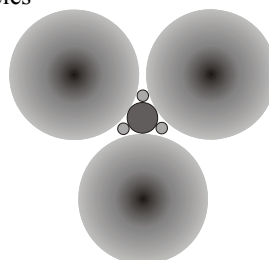
Ductal®: an Ultra-High Performance Concrete

A breakthrough linked to a combination of inventions

- New concepts of granular packing
 - from “Apollonian” to “particle spacing”
 - four different granular classes / sizes of particles

0,3 μ $\rightarrow$ 300 μ

- Selection of fibers (pseudo-ductile behavior)
- Adapted super-plasticizers



Apollonian distribution

Ductal®, a new material with a unique combination of superior characteristics

Compressive strength 6 to 8 times
that of a conventional concrete

Ordinary concrete

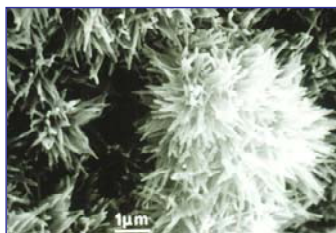
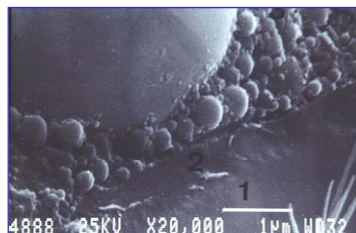
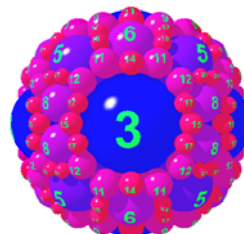


Photo : Dr. Micheline Moranville-Regourd

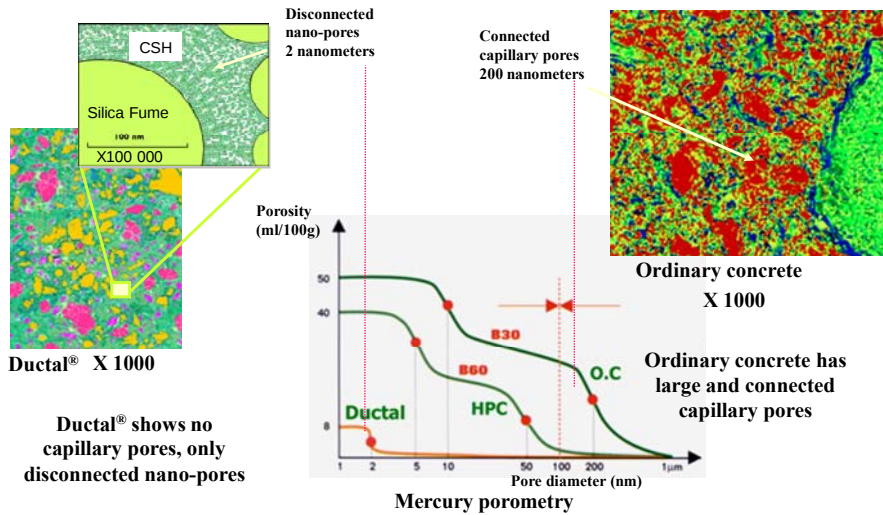
Ductal®



« Bowl of Integers »
Frederick Soddy
Nobel Prize in Chemistry 1921



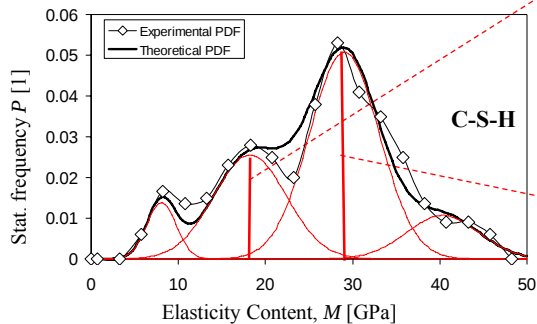
Durability - Porosity consideration



Nano-mechanical « signature » of concrete* (Collaboration MIT-Lafarge)

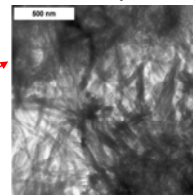
A genetic code of concrete ?

W/C = 0,4

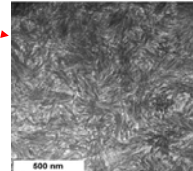


Courtesy: prof. F.J. Ulm (MIT)

Low Density ~30%



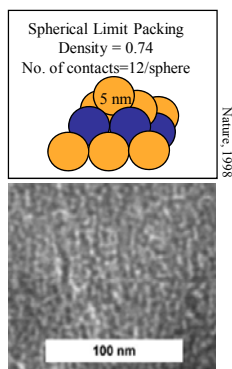
High Density ~70%



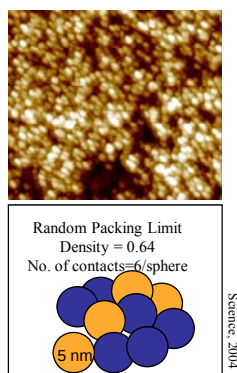
(*) Constantinides, G., and Ulm, F.-J., "The effect of two types of C-S-H on the elasticity of cement-based materials: Results from nanoindentation and micromechanical modeling," *Cement and Concrete Research* 34 (2004) 67-80.

Nano-granular nature of C-S-H* ? (Collaboration MIT-Lafarge)

HD C-S-H



LD C-S-H

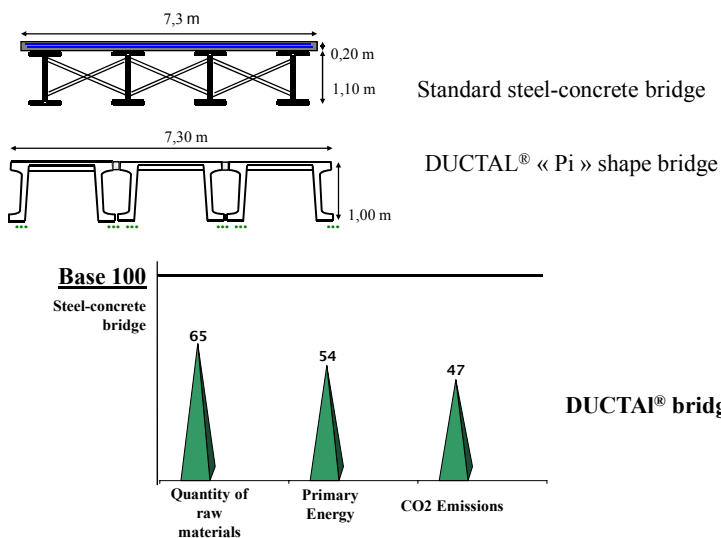


Courtesy: prof. F.J. Ulm (MIT)

Consequences : increase of mechanical performances, reduction of cement content in concrete and less CO₂ overall become possible !

(*) Constantinides, G., Ulm, F.-J., (2007). The nanogranular nature of C-S-H, JMPS, January 2007
Picture Credit: Richardson, 2004; Nonat 2004

Illustration : Life Cycle Analysis of a standard bridge vs. a Ductal® bridge (Environmental performance)



NANOCEM: an industry-academia partnership for fundamental research on cementitious materials

Main objectives:

- Identify, study and elucidate fundamental mechanisms underlying specific cementitious materials related problems
- Link features and process occurring at the nano-scale with engineering performance at the macro-scale
- Develop the basic knowledge required to conceive new cementitious materials, to improve existing materials and to solve problems related to the in-use materials
- Improve the image of cement and concrete as sustainable, high-technology materials
- Through a deeper understanding and linking of fundamental phenomena, enable technological breakthroughs in the field of cement and its applications
- Educate university graduates, act as recruitment base for the cement & concrete industry
- Develop mechanisms for joint coordination and conduct of research while protecting and respecting intellectual property
- Influence EU framework programs to give priority to R&D in cementitious products
- NANOCEM was initiated as a unique PPP structure with exclusive industry funding

Nano-scale

Nano-scale

Macro-scale

Rheology & Surface Forces

Early reactivity Mineral Additives

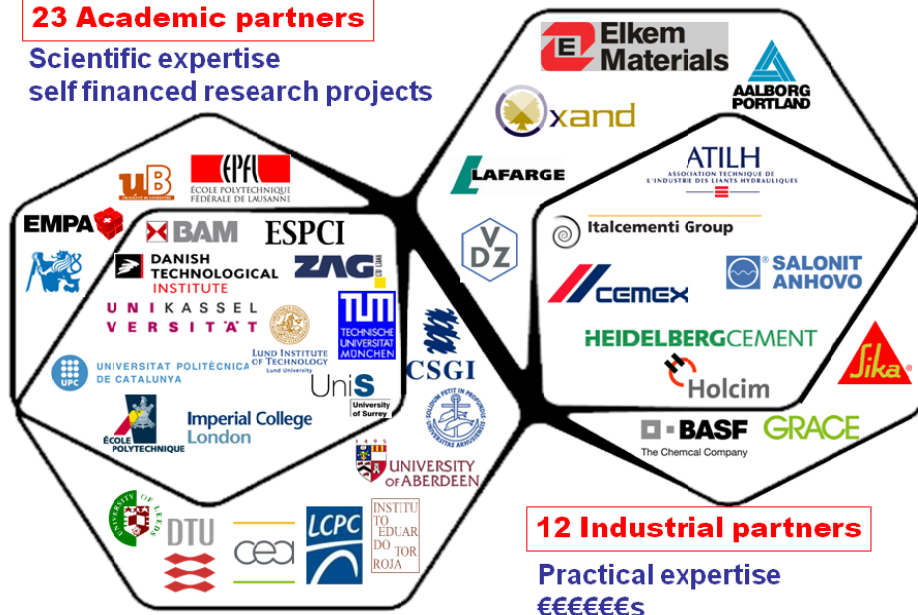
Pores Structure Interaction with Water

Engineering HYDRATE Assemblages

Durability Corrosion

Mechanical performance

Scientific expertise
self financed research projects



ПАНОСЕМ

OCENA PARAMETRYCZNA OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH W OBSZARZE INŻYNIERII LĄDOWEJ I WODNEJ: ZALETY I WADY

1. WPROWADZENIE

Problem zawarty w tytule artykułu sprowadza się do pytania: dlaczego ci, co budują z atomów są i mają być gorzej oceniani niż ci, co budują z bajtów? Celem opracowania nie jest uskarżanie się czy próba usprawiedliwienia, lecz poszukiwanie wyjaśnienia. Sformułowane pytanie jest tym bardziej zasadne, że otaczający nas świat zarówno stworzony przez Naturę, jaki i przez człowieka, jest właśnie zbudowany z atomów i cząsteczek, nie zaś z bajtów. Można tu przytoczyć pytanie Einsteina: *gdzie jest nasze miejsce w tym dziwnym świecie?* ^{*,**} Wprawdzie J.A. Wheeler, odkrywca „czarnej dziury” twierdzi, że: *wszystkie rzeczy fizyczne są informacją – z natury teoretyczne* ^{***}, to nie umniejsza znaczenia faktu, że produkt krajowy brutto (PKB) jest produktem materialnym. Te przesłanki natury bardzo ogólnej przyświecały podjęciu zadania o bardzo praktycznych skutkach – zaadresowania oceny parametrycznej osiągnięć do dyscypliny naukowej budownictwo. Problem jest ogromnie delikatny, bo w swoich skutkach dotyczy współcześnie działających naukowców. Jest to zupełnie odmienna sytuacja niż wspomnianie zasług wielkich poprzedników.

Ze względu na charakter rozważań będą tu przytoczone liczne dane liczbowe, należy podkreślić ich orientacyjny charakter i podzielić przekonanie J.M Keynes’a, że *lepiej mieć w przybliżeniu rację niż się precyzyjnie mylić* ^{****}.

2. NIEUCHRONNOŚĆ PARAMETRYZACJI

Parametryzacja jest użytecznym narzędziem do obiektywizacji i sporządzania list rankingowych. Sytuacja jednakże staje się szczególna, gdy dotyczy zespołów ludzkich, zwłaszcza zespołów wybitnych osobowości i dotyczy ich ambicji za-

* Wszystkie cytaty według F.H. Wölbier: *The Free of Nature; The Essence of Nature is Information & Communication*. TransTech Publication, Zürich, 2013.

** *What is our place in this strange world?*

*** *All things physical are information – theoretical in origin.*

**** *It is better to be roughly right than precisely wrong.*

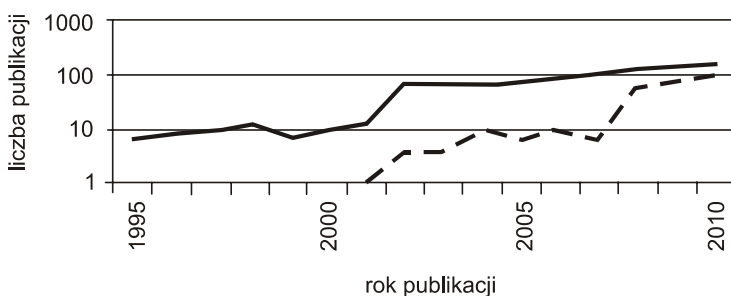
wodowych. W przypadku inżynierii lądowej i wodnej dotyczy to zbiorowości, która zajmuje się podstawami naukowymi projektowania, technologii wznoszenia, utrzymania, naprawy, rozbiórki i recykliczacji obiektów budowlanych [3]. Ta działalność w wymiarze praktycznym pochłania olbrzymie wielkości materii (masy i energii); ponad 40% światowej konsumpcji. Trwałość obiektów budowlanych zaś jest mierzona krotnością życia ich twórców. W naukach inżynierskich nauka i wiedza technologiczna przenikają się wzajemnie. W tej sytuacji szczególne zobowiązania spoczywają na tych, którzy opracowują podstawy naukowe tej działalności i jest zrozumiały pewien „konserwatyzm” znajdujący odbicie w ekspresji wypowiedzi i determinujący działalność dyscypliny [5]. Należy też, ze stosowną pokorą, przyznać, że wśród 100 wielkich tematów wytypowanych [11] przez Web of Knowledge jako *Research Fronts 2013*, żaden nie dotyczy inżynierii budowlanej. Znamieniem czasu natomiast jest, że w tym opracowaniu – co prawda jako *addendum* [20] – znalazł się *problem strukturyzacji nauki* w całości poświęcony dwóm wskaźnikom: Impact Factor, IF i index Hirscha, h (por. rozdz. 3).

Od niepamiętnych czasów czynione są różnego rodzaju spisy; stosowne wzmianki znajdujemy już w Biblii. Umberto Eco określił dążenie do enumeracji wszystkiego, jako cywilizacyjne *szaleństwo katalogowania*. M. Porter w swoim dziele „Wierzyć w liczbę” [19] traktuje (nie bez zastrzeżeń) *datafication* – ucyfrowienie, jako synonim obiektywizmu w nauce. Blisko 300 mln stron nieustrukturyzowanych danych jest dostępnych [32] w Internecie on-line, stwarzają one wrażenie nieskończonej wiedzy. Umasowienie nauki i wzrost liczby naukowców wymusza parametryzację dla racjonalnego zarządzania finansowaniem nauki; także w związku z zabieganiem naukowców o wartość własnych wyników i związany z tym prestiż. W tym kontekście prof. J. Woleński [33] czyni uwagę, jak zaznacza z zamierzoną przesadą, że *Ministerstwo oczekuje wyników bez inwestowania, czyli ocenia się za uzyskanie czegoś z niczego lub prawie niczego*. Parametryzacja jest też wyrazem pewnego konformizmu w środowisku, gdyż znacznie łatwiej jest stwierdzić, która z dwóch liczb jest większa, niż opracować profesjonalną ocenę, w której przymiotniki trzeba krytycznie odnieść do faktografii.

Ujmując charakterystykę dokonań naukowca jedną liczbą zatracą się bogactwo osobowości uczonego. Podnosi się również zarzut, że kompetentne opiniowanie – *peer review* – jest procesem długotrwałym. Należy jednak zwrócić uwagę, że dwa podstawowe wskaźniki oceny parametrycznej również wymagają „dojrzewiania” i w tym sensie dotyczą sytuacji przeszłej, sprzed kilku lat (por. rozdz. 4 i 5). IEEE* – największa światowa organizacja dedykowana promocji innowacji tech-

* IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers; Advising Technology for Humanity.

nologicznych (istnieje od 1884 r., zrzesza 160 krajów, wydaje 160 czasopism) – zdecydowanie wypowiedziała się, że ocena wskaźnikowa może mieć jedynie pomocniczy charakter. Podstawą oceny naukowca, bądź projektu badawczego, powinny być recenzje *peer review*. Podzielając ten pogląd, a zarazem zdając sobie sprawę z konieczności parametryzacji i pożytecznej roli jaką te wskaźniki mogą pomocniczo spełnić, poddano je krytycznej analizie w kontekście inżynierii budowlanej. Przed tym należy jednakże zaznaczyć, że budzą one ogromne emocje, zarówno w Polsce, jak i na świecie. Świadczą o tym fragmenty tytułów artykułów (rys. 1) np. *pełzający potwór bibliometrii* [36], *zmory parametryzacji* [12], *czy można porównywać gruszki i jabłka?* [2], *comparing Apples to Oranges* [1], *The h-bubble* [23], *Lost in publications, measurement harms science* [16], *abuse* [26], *rank injustice* [17], *Agony and ecstasy* [9].

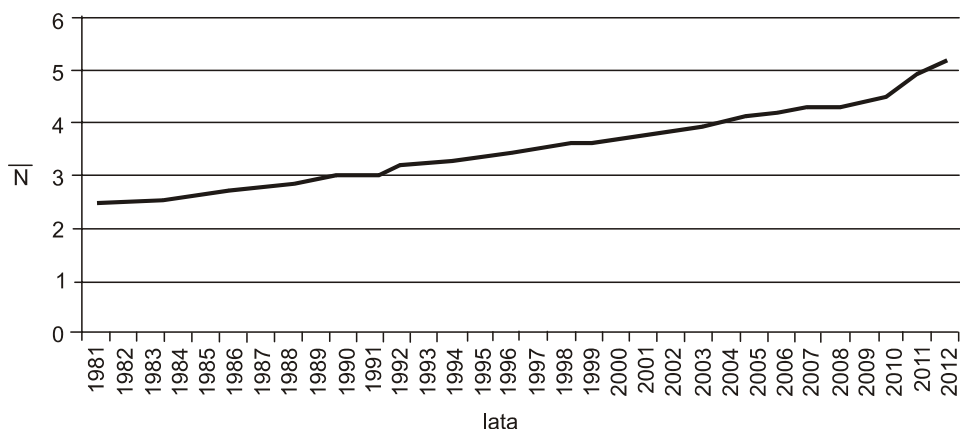


Rys. 1. Przykładowy wzrost publikacji wg J.K. Vanclay, wyszukany w Scopus pod hasłem „journal impact factor”, odnoszący się do wszystkich dokumentów (linia ciągła) oraz tych, które zawierały w tytule sformułowania krytyczne [31]

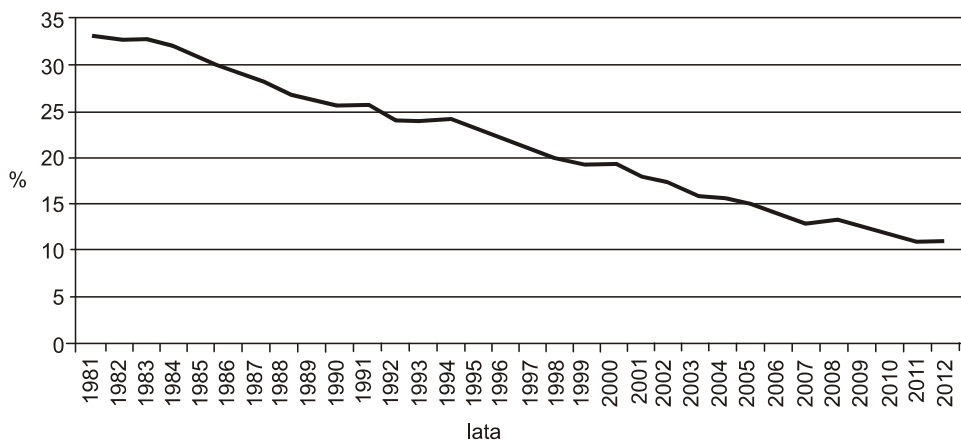
Zainteresowanie parametryzacją przyczyniło się do ogromnego rozwoju bibliometrii [35], jako podstawy naukometrii [24], w tym do wydawania wysokopunktowanych czasopism: *Scientometrics* (Springer, 1978 r., IF = 2,133 w 2012 r.), *Journal of Informetrics* (Elsevier, od 2007 r., IF = 3,987 w 2013 r.). Powstają dzieła naukowe poświęcone miarom osiągnięć badawczych [8] – głównie modyfikacjom wskaźnika Hirscha, ale także studia matematycznych modeli rozkładu cytowań współczesnych uczonych, w tym polskich [27]. Sceptycy pytają się, czy nauka od tego posuwa się do przodu. Należy przy tym odnotować nieodmiennie duże zainteresowanie tą tematyką. Opublikowane w *Biuletynie PAN* [5], przy udziale autora niniejszego opracowania, studium kształtowania indeksu Hirscha w naukach inżynierskich – często znajduje się w pierwszej piątce najczęściej pobieranych artykułów.

Ubocznym i przynajmniej w naukach technicznych pozytywnym skutkiem parametryzacji jest zwiększenie tendencji do publikacji wieloautorskich [13].

W latach 1981-2012 liczba publikacji jednego autora zmniejszyła się z 35% do 10% ogółu publikacji (rys. 3), a przeciętna liczba autorów zwiększyła się od 2 do ponad 5 osób (rys. 2).



Rys. 2. Przeciętna liczba autorów jednej publikacji w latach 1981-2012 [13]



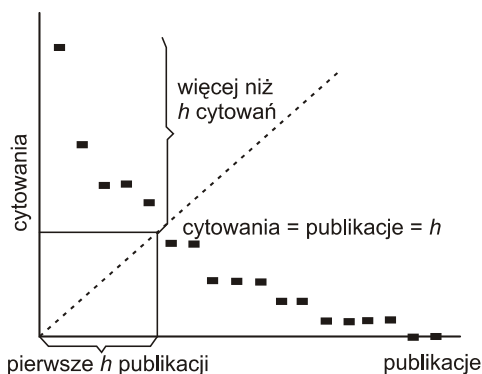
Rys. 3. Udział artykułów jednego autora w ogólnej liczbie publikacji w latach 1981-2012 [13]

3. PODSTAWOWE WSKAŹNIKI OCENY PARAMETRYCZNEJ

Jako podstawowe wskaźniki oceny parametrycznej są traktowane:

- w zakresie oceny czasopism Wskaźnik Wpływu, Impact Factor, IF – wprowadzony w 1955 roku przez E. Garfielda [9];
- w zakresie oceny dorobku naukowego badacza h-indeks zaproponowany przez J.E. Hirscha [10] w 2005 roku.

Impact Factor jest definiowany jako średnia liczba cytowań artykułu opublikowanego w danym czasopiśmie odniesiona do określonego czasu – najczęściej 2 poprzednich lat, IF₂; rzadziej 5 lat; IF₅. Innymi słowy Impact Factor to sumaryczna liczba cytowań odniesiona do ogólnej liczby artykułów opublikowanych w czasopiśmie w określonym okresie. Indeks Hirscha, h – jest definiowany jako liczba publikacji danego autora, które były zacytowane h lub więcej razy (rys. 4).

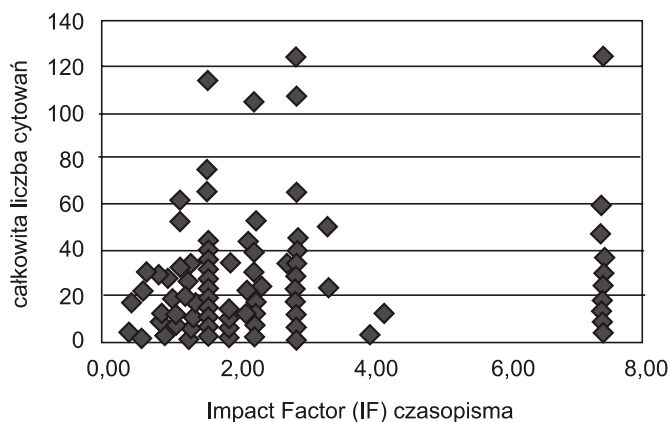


Rys. 4. Zasada wyznaczania indeksu h ; publikacje uporządkowane zgodnie z malejącą liczbą cytowań (szereg Hirscha)

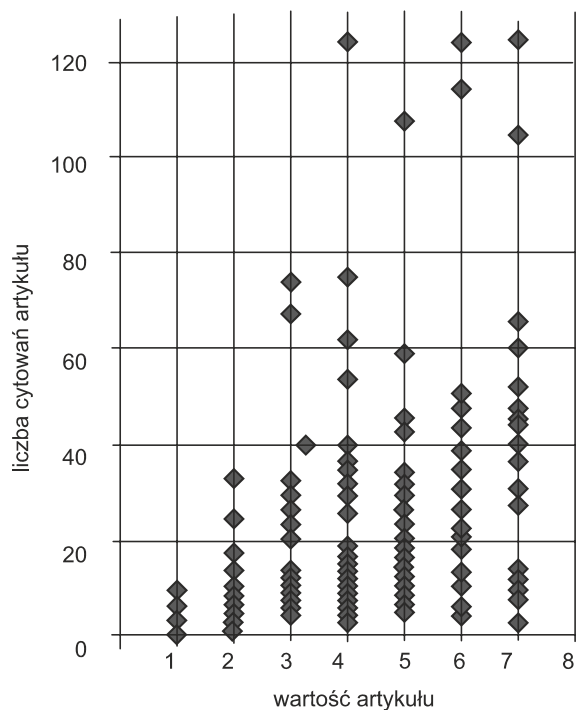
Z upływem czasu zakres stosowania obu wskaźników został znacznie rozszerzony; w odniesieniu do IF – na ogół niesłusznie, w odniesieniu do h -indeks – na ogół słusznie.

Wskaźnik IF został pomyślany i spełnia swoją rolę jako miara oceny czasopisma i jest np. bardzo pomocny przy decyzjach bibliotek o prenumeracie. Wskaźnik ten ma też decydujący wpływ przy kategoryzacji jednostek naukowych, gdyż liczba punktów kwalifikacyjnych za daną publikację rośnie wraz z IF. Należy jednakże podkreślić, że IF jest miarą oceny czasopism, nie zaś pojedynczej publikacji zamieszczonej w czasopiśmie. Korelacja pomiędzy IF czasopisma a liczbą cytowań danej pracy jest znikoma (rys. 5). Podobnie korelacja pomiędzy liczbą

cytowań i wartością naukową (według samooceny autorów) artykułu (rys. 6), a także pomiędzy wartością naukową a Impact Factor (rys. 7) jest mniejsza niż można by się spodziewać.

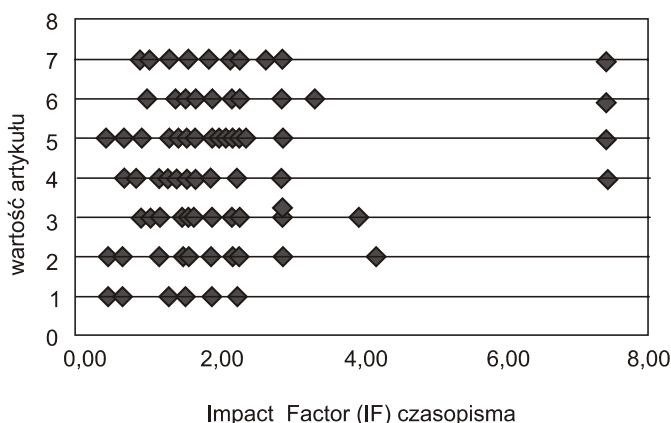


Rys. 5. Całkowita liczba cytowań artykułu, C vs IF czasopisma, w którym artykuł opublikowano [36]



Rys. 6. Liczba cytowań vs wartość artykułu wg autooceny (skala: 1-10) jego autorów (wzorowane wg [36])

Wartość naukowa artykułu jest bardzo słabo skorelowana z IF czasopisma, w którym został opublikowany (rys. 7) [36]. W świetle tych ustaleń budzi wątpliwości, a nawet zastrzeżenia, traktowanie sumy wskaźnika IF wszystkich pism, w których publikował dany autor jako wielkości opisującej jego dorobek.



Rys. 7. Wartość naukowa artykułu (por. podpis pod rys. 6) vs IF czasopisma, w którym został opublikowany [36]

Uwaga ta dotyczy również *kryteriów oceny osiągnięć naukowo-badawczych habilitanta* przytoczonych w Rozporządzeniu MNiSW z dnia 5 września 2011 roku (Dz. U. nr 196, poz. 1165). O tym jak znaczenie IF jest nadinterpretowane może świadczyć znaleziona w Internecie tablica (tabl. 1) – nie dotyczy jak można sądzić nauk technicznych.

Tablica 1. Przykład sformalizowanej procedury awansowej

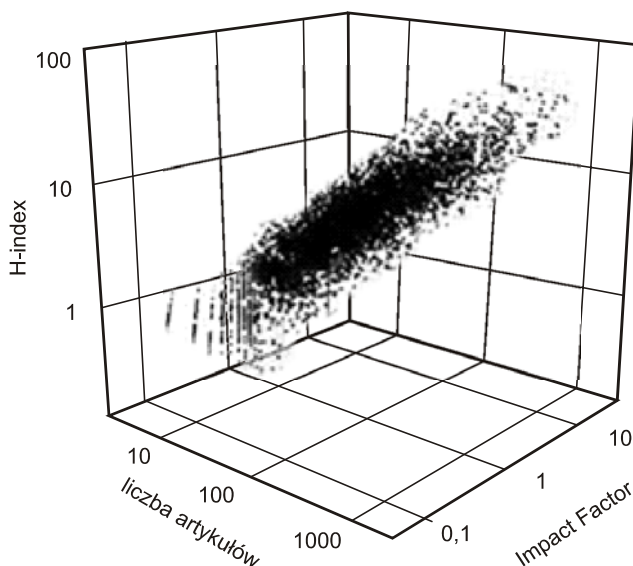
Stanowisko	Adiunkt	Doktor habilitowany	Profesor nadzwyczajny UM	Profesor tytularny	Profesor zwyczajny
Liczba publikacji	10	25	–	–	–
Punkty MNiSW (KBN)	70	250	300	350	500
Punkty IF	2	10	12 (w tym 4 po habilitacji)	16 (w tym 8 po habilitacji)	30

Stanowisko	Adiunkt	Doktor habilitowany	Profesor nadzwyczajny UM	Profesor tytułarny	Profesor zwyczajny
Doktoraty	–	–	1 + 1 otw.	2 + 1 otw.	4 ukończone, w tym 2 po uzyskaniu tytułu profesora

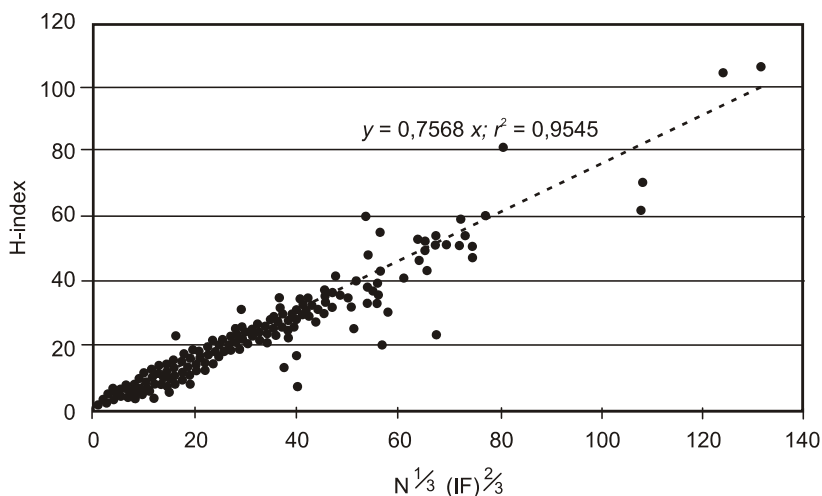
Wskaźnik Hirscha został ogromnie rozpowszechniony poza pierwotne zastosowanie i jest z powodzeniem używany również do oceny czasopism, organizacji, jednostek naukowych, a nawet krajów [5, 13, 25]. Jeśli wskaźnik ten stosowany jest do innych celów niż wg oryginalnego wskazania Hirscha do oceny indywidualnego naukowca, to należy używać symbolu H [5]. H-indeks dla czasopisma oznacza, że liczba H artykułów publikowanych w tym czasopiśmie w ciągu danego roku była co najmniej H razy cytowana. Pomiedzy H-indekssem dla czasopism, a IF występuje zależność [28]:

$$H = N^{1/3} (IF)^{2/3} = [N \cdot (IF)^2]^{1/3}$$

Jest to zależność uniwersalna niezależna od dziedziny naukowej (rys. 8 i 9).



Rys. 8. Wskaźnik H dla czasopism w zależności od IF i liczby publikacji [28]



Rys. 9. Wskaźnik H czasopism w zależności od IF i liczby publikacji, N [28]

4. IMPACT FACTOR JAKO MIARA OCENY CZASOPISMA

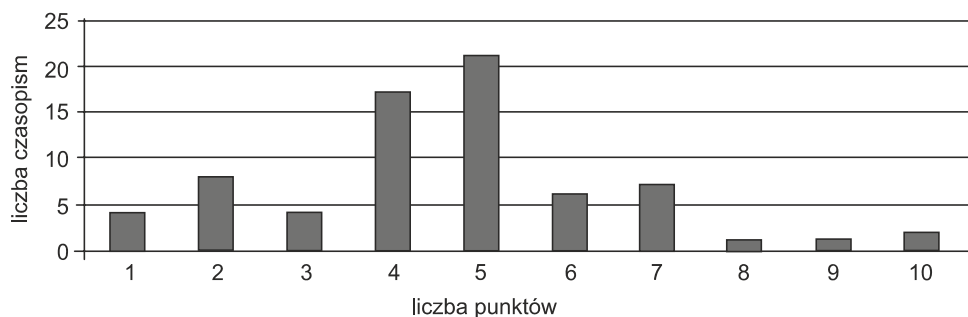
Impact Factor ustalany jest przez Institute for Scientific Information (Thompson Reuters) w Filadelfii i publikowany jako Journal Citation Reports. W zbiorze czasopism „budowlanych” tylko niewiele ponad 10% ma IF powyżej jedności. Sukces w ocenie parametrycznej osiąga się w następującym ciągu wydarzeń: publikacja → adnotacja (zauważenie) w bazie cytowań → cytowania → h-index.

Aby mieć publikacje, trzeba mieć gdzie publikować. W Journal Citation Reports (JCR), liczącej 20 544 pozycje, widnieje łącznie 237 tytułów związanych z szeroko rozumianym budownictwem (tabl. 2). Jest to stosunkowo niewiele zważywszy, że np. zbiór Computer Science liczy ponad 1 000 czasopism. Obecność JCR jest pochodną obecności na liście filadelfijskiej (LF) i tym samym w Web of Science (WoS). IF oblicza się jedynie dla czasopism z listy filadelfijskiej. Maksymalny IF dla czasopism budowlanych to 2,5, a dla ściśle związanych z budownictwem: 1,6. Dla 4 czasopism anglojęzycznych wydawanych w Polsce, w których również spotyka się publikacje z inżynierii lądowej i wodnej IF nie przekracza jedności.

Tablica 2. Ranking czasopism z różnych dziedzin wg SJR (17.12.2013 r.)

Lp.	Dziedzina ^{1,2}	IF _{max}	H _{max}	Liczba czasopism	
				ogółem	IF ≥ 1,0
1.	Wszystkie	39,4	198	20 544	323
2.	Material Science	24,8	74	706	106
3.	Chemistry	17,3	400	562	125
4.	Engineering	16,3	219	1 892	261
5.	Computer Science	8,1	200	1 081	268
6.	Environmental Science	8,0	127	889	144
7.	Electrical & Electronic Engineering	8,1	200	450	87
8.	Chemical Engineering	7,9	109	440	78
9.	Mathematics	7,5	9	963	238
10.	Energy	5,0	57	367	45
11.	Mechanical Engineering	3,7	75	249	28
12.	Civil & Structural Engineering	2,5	43	154	20
13.	Acoustics & Ultrasonics	1,7	21	29	3
14.	Building & Construction	1,6	50	83	7
15.	Architecture	1,1	7	55	1

¹ Kategoryzacja wg SJR (SCImago Journal & Country Rank).
² Uporządkowanie wg maksymalnego IF.



Rys. 10. Zbiór czasopism grupy B; punktacja wg listy MNiSW

Maksymalny IF dla wszystkich dyscyplin inżynierskich łącznie to 16,3, a dla Computer Science IF = 25. Dla czasopism legitymujących się IF został utworzony ministerialny wykaz czasopism [34] i przypisano im odpowiednio wysokie

punkty w przedziale od 15 do 50 (lista A). Ponadto, dla czasopism niemających IF utworzono listę B. Na tej liście znajduje się 70 czasopism związanych z budownictwem o różnym stopniu punktacji (rys. 10). IF czasopisma nie może i nie powinien służyć do oceny pracy, która się w nim ukazała [29, 37]. Wybierając jednak do publikacji czasopismo o wyższym IF, zwiększamy szanse cytowalności artykułu, mimo że zależność ta jest słaba (por. rys. 5) [14]. W tym zakresie zbiór czasopism w obszarze budownictwa daje niewielkie szanse manewru, jako że średni IF dla czasopism „budowlanych” z listy JCR to 0,5 (dla inżynierii jako całości IF = 4,0). Zalecenie minimum – to wybór czasopisma, które jest cytowane przez czasopisma z bazy JCR. Z drugiej strony inżynieria lądowa i wodna, jak może mało która dziedzina, ma duże i odpowiedzialne zadanie wdrażania nowej wiedzy do licznej społeczności inżynierskiej, co odbywa się poprzez nie zawsze wysoce renomowane czasopisma. Jest to między innymi przyczyną istotnych różnic przy ustalaniu współczynnika Hirscha wg Web of Science w obszarze „Authors” i „Cited Authors”.

5. INDEKS HIRSCHA JAKO MIARA NAUKOWEGO DOROBKU

Dr Jorge E. Hirsch ukończył Uniwersytet w Buenos Aires. W 1976 roku uzyskał stypendium Fundacji Fullbrighta i przeniósł się na Uniwersytet w Chicago, gdzie w 1980 roku obronił doktorat i zaczął pracę w Instytucie Fizyki Teoretycznej na Uniwersytecie Kalifornijskim. W 1983 roku został członkiem wydziału fizyki na tym samym Uniwersytecie w San Diego. Zainteresowania: nadprzewodnictwo, ferromagnetyzm. Na konferencji w 1989 roku Hirsch odniósł się w sposób krytyczny do teorii Bardeena-Coopera-Schrieffera (Nagroda Nobla w 1972 roku). Ta próba obalenia teorii BCS spowodowała, że Hirsch przestał być akceptowany w środowisku (wiodące czasopisma zaczęły odrzucać jego prace), a ówczesny system oceny nie doceniał jego dorobku ze względu na publikacje w czasopismach nieposiadających wysokiego wskaźnika IF. To spowodowało, że w 2003 roku rozpoczął analizę i studia nad naturą bibliometrycznej oceny pracy naukowej, a 2 lata później opublikował prace w *Proceedings of the National Academy of Science*, w której zaprezentował nowy wskaźnik – indeks h. W artykule tym, z pewnością siebie graniczącą z arogancją, zaproponował: *I propose the index h, defined as the number of papers with citation number higher or equal to h, as a useful Index to characterize the scientific output of a researcher* („Proponuję wskaźnik h jako miarę naukowego dorobku badaczy, zdefiniowaną jako liczba publikacji, które były zacytowane h lub więcej razy”). Propozycja ta zrobiła fascynującą karierę i została powszechnie przyjęta. Artykuł był ponad 2 tys. razy cytowany, jakkolwiek autorowi przyniósł zwiększenie indeksu h, zresztą i tak już bardzo wysokiego (h = 25!), tylko o jednostkę. Dobrze to ilustruje zarówno wagę – stopień trudności

pozyskania wysokich wartości tego współczynnika, jak i jedną z jego osobliwości. J.E. Hirsch przyjął symbol h – małe.

Publikacja odnotowana w bazie cytowań i zauważona przez przeglądarkę to jedynie warunek konieczny sukcesu, lecz niewystarczający. Należy być zauważonym przez innych autorów i uzyskać cytowania. Przed 50 laty E. Garfield [9] sformułował 15 powodów, dla których należy cytować prace wcześniejsze. Powody te są również dzisiaj aktualne [6, 30] i mają, powinny mieć, zastosowanie w inżynierii budowlanej. Są to:

- składanie hołdu pionierom poprzez cytowanie prac klasycznych;
- składanie hołdu równym sobie poprzez cytowanie pokrewnych prac współczesnych;
- wykorzystanie metod, pojęć, idei z innych prac;
- dostarczenie tła lekturowego;
- kontynuacja/poprawianie własnej wcześniejszej pracy;
- podejmowanie wątków badawczych i poprawianie prac innych autorów;
- krytyka poprzedniej pracy;
- konkretyzowanie lub uzasadnienie wcześniejszych twierdzeń;
- nawiązanie do wątków prognostycznych formułowanych w przeszłości;
- dostarczenie informacji o pracach mało znanych, rzadko cytowanych, trudno dostępnych;
- potwierdzenie danych (np. liczbowych) lub faktów;
- wskazanie pierwszych publikacji omawiających daną kwestię (publikacje pionierskie – *core papers*);
- wskazanie publikacji tworzących terminy później powszechnie używane;
- przeciwstawianie się cudzym ideom;
- zakwestionowanie roszczeń do pierwszeństwa.

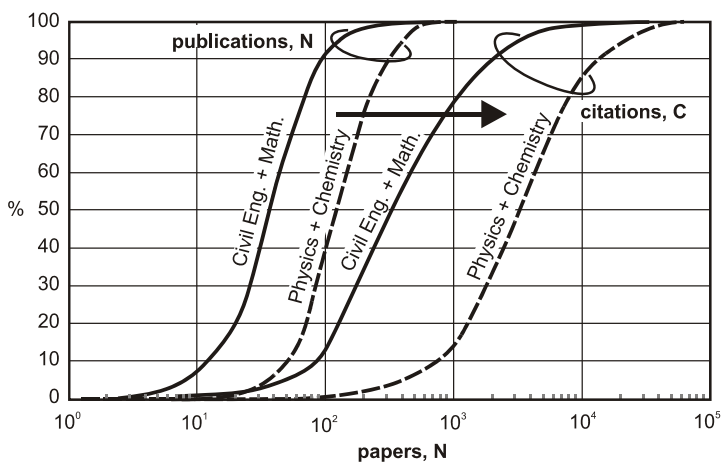
W obszarze ogólnie rozumianej inżynierii naukowcy cytują się – w porównaniu z innymi dziedzinami – raczej niechętnie, a w obszarze dyscypliny „budownictwo” (podobnie jak w matematyce) – zdecydowanie niechętnie (rys. 11) [4]. Dotyczy to również najlepszych w dziedzinie (tabl. 3 i 4). Świadczy o tym średnia cytowań liderów w danej dziedzinie; $R = C/N$, gdzie C – liczba cytowań, N – liczba publikacji:

- R – dla inżynierii to 33, a dla medycyny około 200;
- R – dla inżynierii lądowej to 13 (konstruktorzy: 8).

Wskaźnik H dla medycyny światowej wynosi 813, a dla krajowej 176, natomiast:

- dla ogólnie pojętej inżynierii jest 2,35 razy niższy (wynosi 75),
- elektrotechniki i elektroniki jest 3,2 razy niższy (wynosi 55), zaś
- dla inżynierii budowlanej jest aż o 9,3 razy niższy (wynosi 19).

Względnie zróżnicowane wskaźniki H indeksowanych prac poszczególnych dyscyplin naukowych są zbliżone do *względnych* indeksów h autorów uprawiających dyscyplin naukowych.



Rys. 11. Profile publikowania i cytowania artykułów przez „full professors” w obszarze matematyki i inżynierii lądowej (linia ciągła) oraz fizyki i chemii (linia przerywana); pomiędzy tymi liniami granicznymi zawierają się krzywe charakterystyczne, występujące w następującym porządku: mechanika, inżynieria elektryczna, inżynieria chemiczna, biologia, chemia. Porządek ten jest taki sam w obu polach: publikowanie i cytowanie [36]

Tablica 3. Wiodący autorzy w różnych dziedzinach. Academic Search Microsoft (09.01.2013 r.)

Lp.	Dyscyplina ¹	„Top author”	Organizacja	h-index ²	Liczba publikacji, N	Liczba cytowań, C	Średnia cytowań, R = C/N
1.	Art and Humanities	Robert E. M. Hedges	University of Oxford	23	85	2 907	34,2
2.	Agricultural Science	Patrick F. Fox	University College Cork National University of Ireland	32	271	4 921	18,3
3.	Social Science	Douglas S. Massey	Princeton University	42	163	8 747	52,0
4.	Mathematics	Pierre-Louis Lions	Paris Dauphine University	45	194	12 378	68,8
5.	Environmental Sciences	Kevin C. Jones	Lancaster University	46	379	8 632	22,8
6.	Material Science	Anthony G. Evans	University of California Santa Barbara	47	361	11 385	32,0
7.	Multidisciplinary	Herbert Simon	Carnegie Mellon University	52	424	52 978	125
8.	Chemistry	Janet Thornton	European Bioinformatics Institute EMBL	57	202	32 017	158,5
9.	Engineering	Ted Belytschko	Northwestern University	58	216	18 284	64,6
10.	Geosciences	Yoram Kaufman	National Aeronautics and Space Administration, USA	74	356	20 168	56,7

Lp.	Dyscyplina ¹	„Top author”	Organizacja	h-index ²	Liczba publikacji, N	Liczba cytowań, C	Średnia cytowań, R = C/N
11.	Economics and Business	Andrei Ikljl Shleifer	Harvard University	78	159	44 758	281,5
12.	Computer Science	Scott J. Shenker	University of California Berkeley	96	440	45 621	103,7
13.	Physics	Edward Witten	Institute for Advanced Study	101	337	41 013	121,7
14.	Biology	Eric S. Lander	Massachusetts Institute of Technology	103	292	10 638	36,4
15.	Medicine	Karl Friston	University College London	111	561	57 434	196,7

¹ Kategoryzacja wg Microsoft Academic Search.

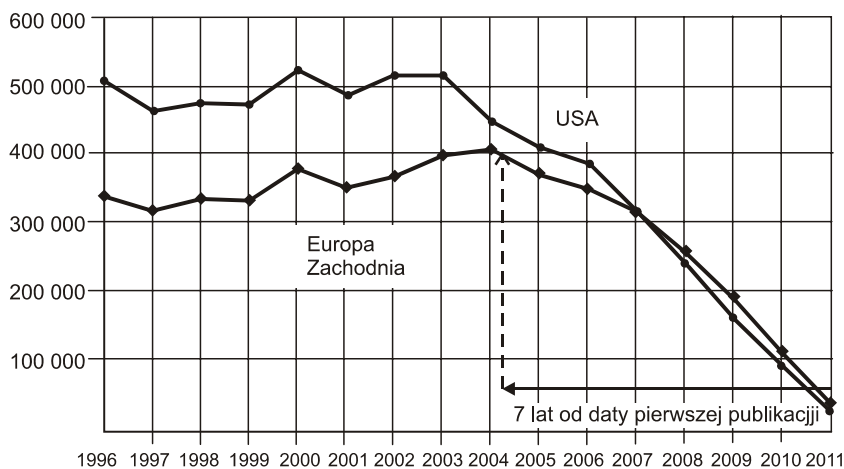
² The Microsoft Academic Search wyróżnia 38 milionów publikacji oraz 18 milionów autorów. Wartość h-index może różnić się od wartości przedstawionej w innych wyszukiwarkach.

Tablica 4. Dane bibliometryczne dla pierwszej dziesiątki liderów w inżynierii. Microsoft Academic Search (13.12.2013 r.)

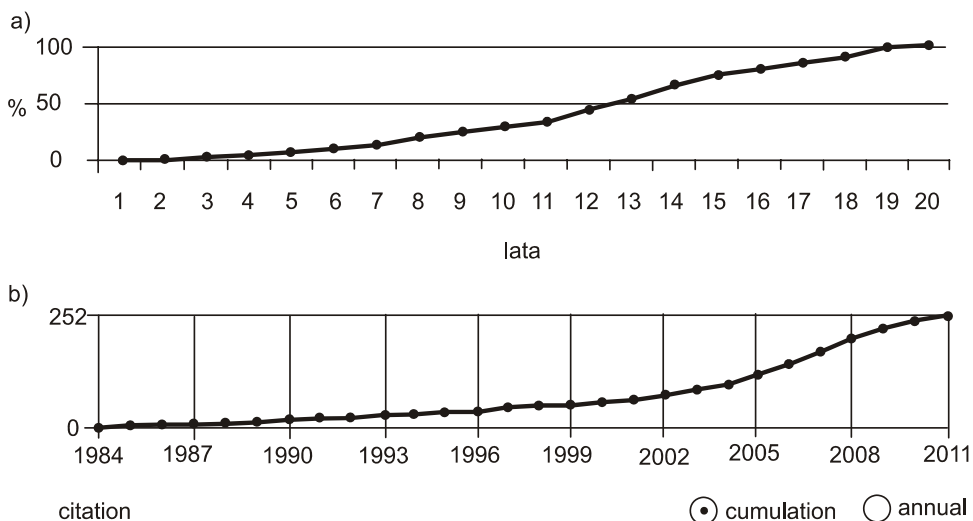
Lp.	Dyscyplina ¹	Kraj ²	Liczba publikacji, N		Cytowania		Indeks, h		Średnia cytowań, R = C/N	
			N _i ³	N ₁₀	C _i	C ₁₀	h _i	h ₁₀	R _i	R ₁₀
1.	Engineering - overall	USA (8x) GBR (1x) DNK (1x)	511	458	18 284	14 329	58	41	35,8	31,3
2.	Mechanical Engineering	USA (6x) GBR (3x) AUS (1x)	511	216	18 284	3 544	53	29	35,8	16,4
3.	Electrical & Electronic Engineering	USA (9x) BEL (1x)	927	579	10 261	5 052	44	33	11,1	10,4
4.	Physics (Optics & Optoelectronics Engineering)	USA (5x) GBR (2x) AUS (1x) CHE (1x) DEU (1x)	391	440	9 488	4 588	42	29	24,3	10,4
5.	Transportation Engineering	USA (6x) CHN/H-K (3x) GBR (1x)	195	128	3 050	1 227	24	13	15,6	9,6
6.	Chemical Engineering	USA (5x) GB R(2x) IND (1x) AUS (1x) CHE (1x)	440	199	7 780	3 208	26	16	17,7	16,1
7.	Civil Engineering	USA (10x)	216	216	3 544	2 115	29	17	16,4	10,0
8.	Construction Engineering	USA (9x) CHN/H-K (1x)	59	293	567	2 209	14	12	9,6	7,5

Lp.	Dyscyplina ¹	Kraj ²	Liczba publikacji, N		Cytowania		Indeks, h		Średnia cytowań, R = C/N	
			N ₁ ³	N ₁₀	C ₁	C ₁₀	h ₁	h ₁₀	R ₁	R ₁₀
9.	Mining Engineering	TUR (3x) SWE (2x) CHN/H-K (2x) CHE (1x) USA (1x) DEU (1x)	72	15	689	163	12	8	9,6	10,9
A.	Physics	USA (7x) GBR (2x) IND (1x)	398	526	41 013	10 011	101	49	103	19,0
B.	Computer Science	USA (10x) USA (6x) GBR (2x) NLD (1x) JPN (1x)	510	793	45 621	26 373	96	79	89,5	33,3
C.	Material Science	USA (7x) FRA (1x) AUS (1x) GBR (1x)	604	386	11 421	11 328	47	30	18,9	29,4
D.	Mathematics		237	204	12 378	8 676	45	39	77,5	42,5

¹ Nazwy dyscyplin podano wg klasyfikacji MAS.² Nazwy krajów wg trzyliterowego kodu ISO 3166-1.³ N₁, N₁₀; C₁, C₁₀ – wartości odpowiednio dla pierwszego i dziesiątego „top author”.



Rys. 12. Liczba cytowań w USA i Europie Zachodniej; uzasadnienie przyjęcia siedmioletniego okresu czasu „dojrzewania” publikacji



Rys. 13. Oszacowania „krzywej cytacji” (kumulująco)

- a) krzywa modalna na podstawie danych Microsoft Academic Search [18];
 b) przykładowa krzywa rzeczywista z obszaru inżynierii lądowej wg zbiorów Microsoft Academic Search [18]

Praca po opublikowaniu w aspekcie „cytowalności” dojrzuje przez kolejne lata. Na podstawie ogólnego zbioru cytowań w Europie i USA okres do osiągnię-

cia stabilizacji liczby cytowań szacuje się na 7 lat (rys. 12). W obszarze inżynierii, a zwłaszcza inżynierii lądowej, okres ten jest z reguły znacznie dłuższy: powyżej 14 lat. Modelowo można tu wyróżnić (rys. 13):

- **2-3 lata – okres uśpienia**; praca musi być zauważona, skomentowana i w konsekwencji powstać nowy artykuł z referencjami do omawianej pracy. Artykuł ten w swoim cyklu wydawniczym (recenzje, poprawki) jest wydany i jego ukazanie musi być odnotowane w odpowiedniej bazie cytacji;

- **3-6 lat – publikacja zauważona**, liczba cytowań nieznacznie rośnie;

- **6-12 lat – dojrzewanie właściwe**, szybki wzrost liczby cytowań;

- **11-14 lat osiągnięcie stabilizacji**, umiarkowany wzrost liczby cytowań – dołączają się cytowania drugiej generacji, o istnieniu publikacji pierwotnej autorzy dowiadują się z innych publikacji;

- **> 14 lat** – liczba cytowań ustala się **na stałym poziomie**.

Można szacować, że okres dojrzewania cytowań w obszarze budownictwa jest dwukrotnie dłuższy niż w inżynierii traktowanej jako całość. Obecną wartość Impact Factor czasopism budowlanych kształtują przede wszystkim publikacje, które ukazały się 5 lat temu i wcześniej.

Zsumowana liczba cytowań danej pracy pozycjonuje tę pracę w szeregu Hirscha (rys. 4) i pozwala wyznaczyć wartość indeksu h. Wartość ta jest wyznaczana między innymi przez następujące bazy cytowań/przeglądarki:

- **ISI Web of Knowledge/Web of Science, Thompson Reuters** – nie cytuje książek i tylko niektóre materiały konferencyjne;

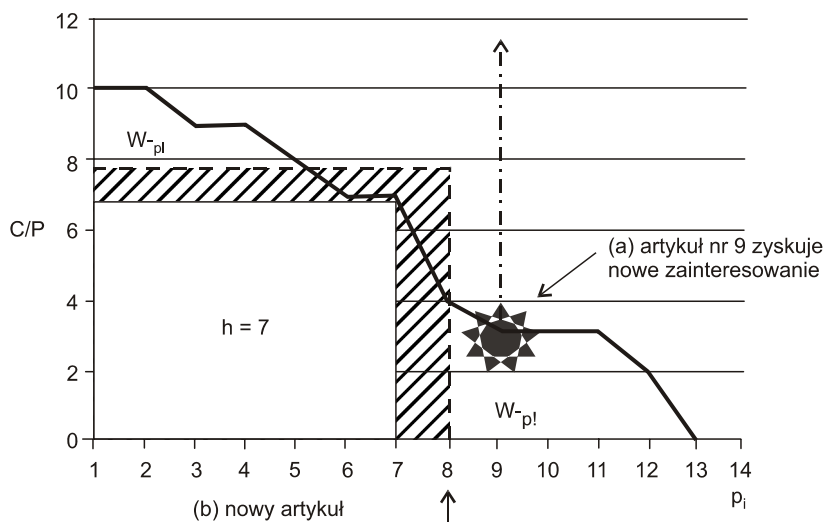
- **Scopus Elsevier**; obejmuje zbiory cytowań tylko od 1996 roku;

- **Publish or Perish, PoP, Google Scholar**;

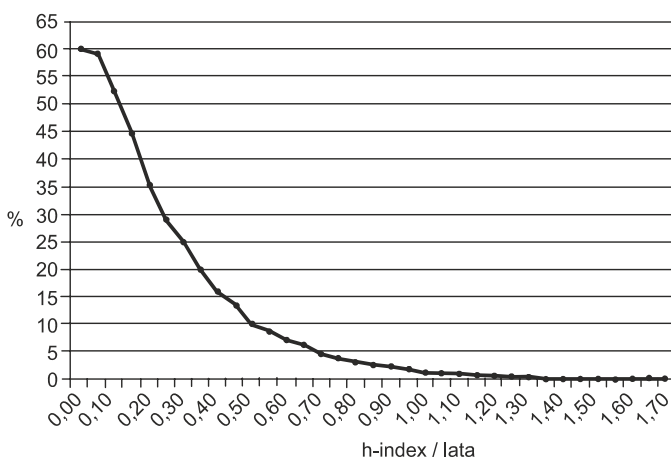
- **Academic Search Microsoft**.

Najkorzystniejszą – najsumienniejszą w obszarze inżynierii budowlanej wydaje się baza PoP – pod znamienym tytułem „Publikuj lub zgiń”. Znany i szeroko komentowany jest przypadek amerykańskiego naukowca w obszarze „computer science” H. Garcia-Molina ($h = 120$), który zgromadził 60 000 cytowań w PoP i tylko kilkaset wg Web of Science, WoS.

Mechanizm wzrostu indeksu h – przedstawiony na rys. 14 – jest uciążliwy i powolny. Badania przeprowadzone [7] na Amerykańskim Uniwersytecie w grupie młodych lekarzy, a więc w dziedzinie o najwyższych wartościach indeksu Hirscha, wykazały (rys. 15), że tylko poniżej 10% populacji osiąga przyrost $\Delta h/\text{rok} \geq 0,5$. Z upływem lat pracy naukowca wzrost ten jest tylko nieco szybszy; profitują wcześniejsze publikacje, ale część z nich znajduje się w polu straconym (por. rys. 14). J. Hirsch oszacował indeks h „dojrzałego naukowca” na poziomie od 10 do 12.



Rys. 14. Cytowalność artykułu (C/P) vs. liczba artykułów (p_i) uszeregowanych według malejącej liczby cytowań (łańcuch Hirscha). Obszar poniżej krzywej przedstawia całkowitą liczbę cytowań. Kwadrat odpowiada h -index. W_{-pl} – stracony obszar cytowalności, mały potencjał – nawet znaczny wzrost cytowalności nie wpłynie na h -index. $W_{-p!}$ – niewykorzystany obszar, ale z potencjałem. Sposób w jaki h wzrasta o jednostkę do wartości ($h + 1$): (a) istniejący artykuł, np. nr 9, zyskuje nowych czytelników, a wraz z tym cytowalność przekraczającą dotychczasowy h , (b) nowy artykuł zyskuje więcej cytowań niż wynosi h i zostanie umieszczony na pozycji $p_i = 8$, jeśli liczba cytowań jest wyższa od dotychczasowego h ($C/P > h$)



Rys. 15. Skumulowana krzywa gęstości prawdopodobieństwa rocznego przyrostu indeksu h [7]

Kilka aksjomatów charakteryzuje wielkość indeksu h :

- h jest równocześnie miarą liczby publikacji, N (ich jakości), jak i liczby cytowań, C .

Istnieje związek (rys. 16) [21]:

$$h = N^{1/3} \cdot R^{2/3},$$

gdzie $R = C/N$. Ostatnio G. Prathap [22] wyprowadził, że $h = C^{2/3}P^{-1/3} = (C^2/P)^{1/3}$ i na tej podstawie proponuje „nowy” indeks $p = h = (C^2/P)^{1/3}$;

- istnieje zależność [H1]:

$$C = \alpha h^2, \text{ czyli } h = \frac{1}{\alpha} \sqrt{C}$$

gdzie α – stała proporcjonalności, empirycznie wyznaczone α mieści się w przedziale od 3 do 5. Można szacować, że dla inżynierii budowlanej wartość α jest bliższa górnej wartości. Oznaczałoby to, że w obszarze inżynierii budowlanej (eksces rozkładu cytowań, długie słabe „ogony”), to:

$$C = 5h^2 \text{ i } h = 0,2\sqrt{C}.$$

Oznaczałoby to, że dla uzyskania statusu „dojrzałego naukowca” ($h = 10$ do 12) wg założeń J. Hirscha należałoby uzyskać od 500 do 720 cytowań;

- autorzy kilku „hitowych” publikacji o wielkiej cytowalności ($R \uparrow \uparrow$) i autorzy nawet wielu publikacji o małej cytowalności ($R = 0, 1, 2$) uzyskują małe wartości h . „Ogony” statystycznego rozkładu cytowań autora są traczone. Pobieźna analiza cytowań w obrębie budownictwa wskazuje na niesymetryczny rozkład i „długie ogony słabe”;

- indeks h danego naukowca na osi czasu $h(t)$ jest funkcją niemalejącą;

- indeks h danego naukowca może wzrosnąć jeśli nowa publikacja uzyska liczbę cytowań powyżej aktualnej wartości h (rys. 14);

- jeśli nowa publikacja jest „przeciętna” poniżej aktualnej wartości h , to indeks h nie wzrośnie (rys. 14). Nowe publikacje przeciętne są traczone;

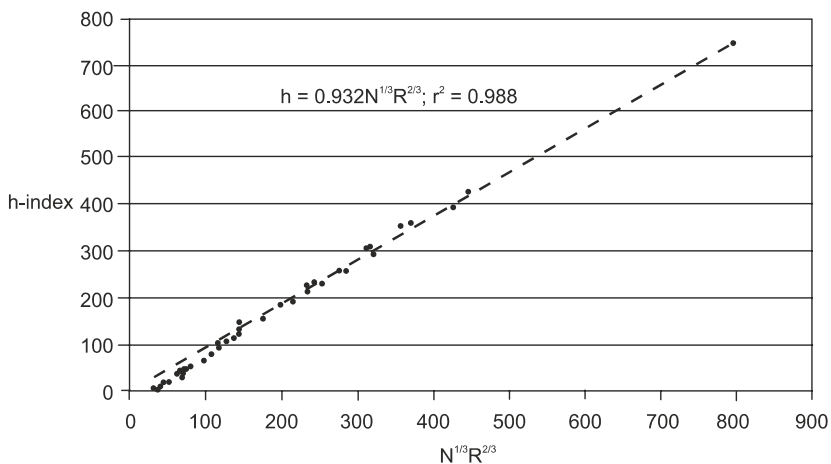
- jeśli istniejąca już publikacja uzyska nowe zainteresowanie – nowe cytowanie, to indeks h wzrośnie tylko wtedy, gdy cytowalność tej publikacji przekroczy aktualną wartość h (rys. 14);

- indeks h jest całkowicie neutralny wobec kontekstu cytowania: negatywnego lub afirmującego;

- dowolnie wysoka cytowalność nowej publikacji lub wzrost cytowalności publikacji istniejącej może zwiększyć indeks h co najwyżej o 1;

- H indeks obliczany dla kraju jest podobnie jak h funkcją jego wielkości (liczba publikacji, N) i wpływu (cytowalności, R)

$$H = N^{1/3} \cdot R^{2/3} = (NR^2)^{1/3}$$

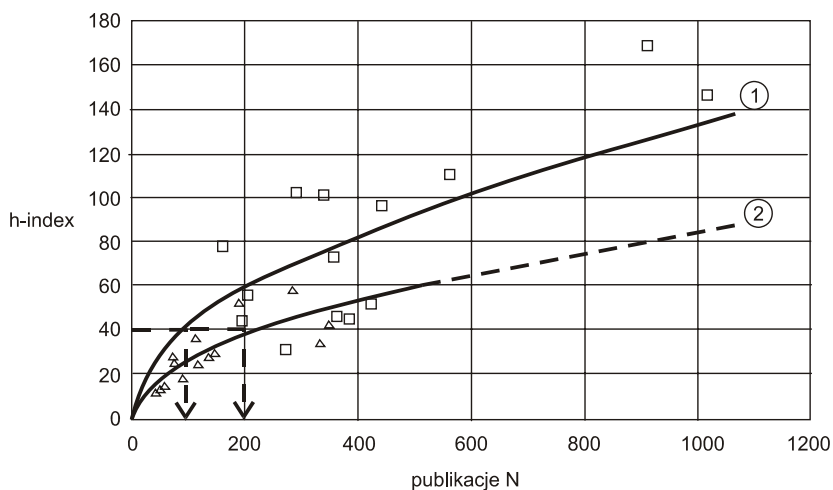


Rys. 16. Krzywa wzorcowa zależności indeksu H od ogólnej liczby publikacji, N i średniej cytawalności R [21]

Oznacza to, że mniejsze kraje mają małe szanse skutecznie konkurować z dużymi. Jak wynika z zestawień statystycznych [5, 25] kraje UE jako całość mogą skutecznie konkurować z USA, jednakże żaden poszczególny kraj nie reprezentuje takiego potencjału. Wpływ wielkości N dobrze obrazuje często wysoka pozycja Chin. A znaczenie wpływu przejawia się negatywnie w tych dziedzinach, gdzie pozycja Polski jest poniżej oczekiwań [14].

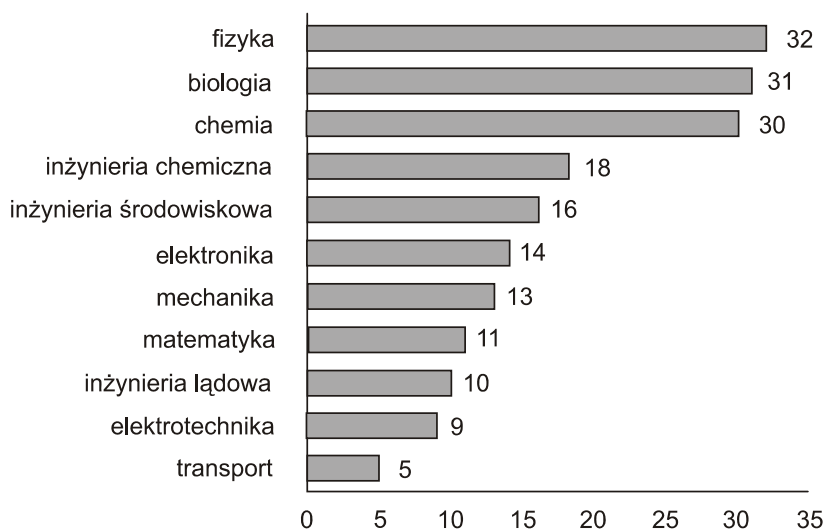
Cytawalność R jest zróżnicowana także w zależności od specyfiki dziedziny. Nawet najlepsi inżynierowie – „top scientists” w świecie muszą publikować ponad dwa razy więcej (2,4x) niż przedstawiciele ogółu dyscyplin akademickich (rys. 17), aby uzyskać tę samą wartość indeksu h.

Reprezentatywna wartość indeksu H dla danej dyscypliny jest bardzo zróżnicowana zarówno w Polsce (rys. 19), jak i na świecie (rys. 18). Ponad trzykrotna różnica występująca we wszystkich dyscyplinach (elektrotechnika 2x), to efekt wpływu kraju pochodzenia, *country-of-origin effect*, w naszym przypadku $f_{cP} \geq 3$.

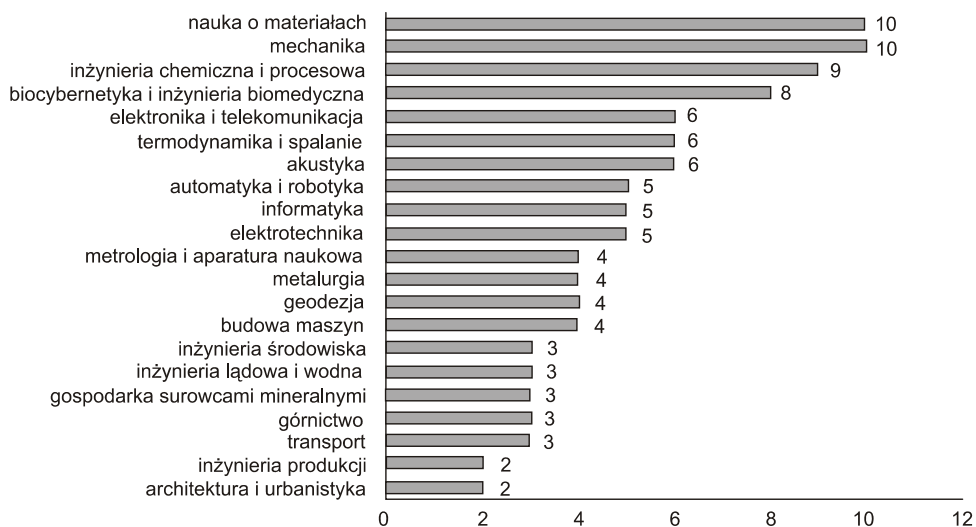


Rys. 17. Indeks h w funkcji liczby publikacji dla „top scientists” w świecie reprezentujących dyscypliny akademickie (1) i inżynierskie (2) [5]

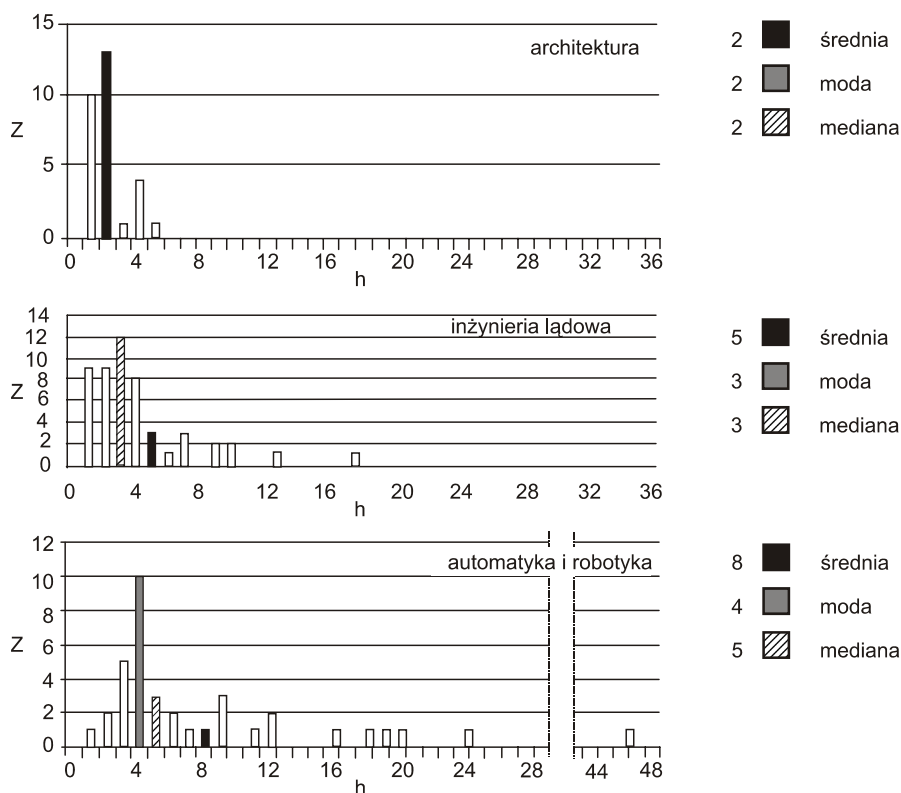
Wśród 21 rozpatrywanych dyscyplin w kraju, inżynieria lądowa i wodna zajmuje 15 miejsce z medianą $h = 3$ (mediana światowa $h = 10$). Rozpatrując histogramy rozkładu indeksu h (rys. 20) można odnotować optymistyczny aspekt. W przypadku inżynierii budowlanej, jak wielu innych dziedzin, ma miejsce istotny eksces w kierunku wyższych wartości h , znacząco przekraczający medianę światową dla danej dziedziny.



Rys. 18. Mediana indeksów h dla *full Professors* zatrudnionych w najlepszych uniwersytetach świata wg Shanghai Jiao Tong University Academic Ranking of the World Universities (2008) [15]



Rys. 19. Mediana indeksów h dla reprezentatywnych gremiów nauki polskiej; obliczone w styczniu 2013 [5]



Rys. 20. Histogram rozkładu indeksu w reprezentatywnych gremiach krajowych; inżynieria lądowa między dwoma ekstremami

6. PODSUMOWANIE

Podstawowymi wskaźnikami oceny parametrycznej osiągnięć w nauce są:

- Wskaźnik Wpływu, Impact Factor, IF – w zakresie oceny czasopism;
- indeks Hirscha, h – w zakresie oceny dorobku badacza, ale także w zakresie oceny dorobku zespołów i krajów.

W obszarze inżynierii lądowej dostępnych jest ponad 200 czasopism indekso-
wanych (wszystkie anglojęzyczne) i 70 czasopism (głównie polskojęzyczne) nie-
mających uznanego wskaźnika wpływu. Maksymalna wartość wskaźnika IF dla
nauk technicznych to 16, a dla inżynierii budowlanej to 2,5; średni IF dla czasopi-
sm budowlanych to 0,5. Znajomość wskaźnika IF jest ważna przy wyborze czasopi-
sma do publikacji. Wybór czasopisma o wyższym IF zwiększa w pewnym stopniu

szanse cytowania artykułu. Wybranie czasopisma indeksowanego (IF) oznacza publikowanie w języku angielskim. W naukach inżynierskich nauka i wiedza technologiczna przenikają się wzajemnie. Naukowcy mają również duże i odpowiedzialne zadanie – wdrażanie nowej wiedzy w danym obszarze wśród społeczności inżynierskiej. Większa skuteczność przekazywania wiedzy w języku ojczystym, w szczególności biorąc pod uwagę fakt, że zastosowanie będzie miało miejsce przede wszystkim w kraju, jest bezsporna. Ponadto, będzie to prowadziło do zubożenia polskiego języka technicznego. „Reyowskie gęsi”^{*} odrodzą się w polskiej technice. Wydaje się, że jedynym racjonalnym wyjściem są publikacje dwujęzyczne (dwuszpaltowe). Przykładem w inżynierii budowlanej jest wydawane w ten sposób pismo *Cement Wapno Beton* (IF = 0,14 w 2010 r.). Oczywiście jest to nieuchronnie związane ze znacznymi kosztami. Stosowanie IF w innym zakresie niż ocena czasopism nie ma uzasadnienia.

Wskaźnik Hirscha, h – jest cenną **pomocniczą** miarą dorobku naukowca. Nie może jednakże wskaźnik ten zastępować rzetelnej recenzji *peer review*. Ujmując jedną liczbą charakterystykę dokonań naukowca, zatracą się osobowości uczonego. Reprezentatywna wartość indeksu Hirscha dla danej dyscypliny jest bardzo zróżnicowana zarówno w Polsce, jak i na świecie. Dla polskiej inżynierii budowlanej reprezentatywna mediana ma wartości $h = 3$, a mediana światowa wynosi $h = 10$. Wartość indeksu h , podobnie jak w innych naukach inżynierskich (wyjątek stanowi elektrotechnika), jest ponad trzykrotnie niższa od wartości światowej; jest to efekt wpływu kraju pochodzenia – *country-of-origin effect*, $f_{cP} \geq 3$.

Na wielkość indeksu h ma wpływ:

- dziedzina nauki,
- kraj pochodzenia,
- język publikacji.

Ponadto, prace o „modnej” tematyce i zawierające (tytuł, streszczenie) także słowa kluczowe, są cytowane częściej. Podobnie jak ze zrozumiących względów częściej są cytowane prace przeglądowe.

Istnieje co najmniej 15 powodów uzasadniających konieczność cytowania wcześniejszych prac. Mimo to autorzy w obszarze inżynierii budowlanej cytują się niechętnie. W konsekwencji, aby uzyskać – wg Hirscha – poziom „dojrzałego” naukowca ($h = 10$ -12) należy szacować, że wymagane jest około 200 „dobrych” publikacji i w ślad za tym 500-720 cytowań. Dodatkową okolicznością jest w inżynierii budowlanej długi, dwukrotnie dłuższy niż w odniesieniu do publikacji ogółem, czas „dojrzwania cytacji”. Powoduje to odłożenie efektu opublikowania pracy nawet o kilkanaście lat.

^{*} *A niechaj narodowie wždy postronni znają iż Polacy nie gęsi, iż swój język mają*, M. Rey, 1562.

Porównując wskaźniki różnych naukowców, w tym podczas aplikacji o granty, należy korzystać z odpowiednio skalowanych wartości h . W przypadku porównań do autorów z krajów anglojęzycznych byłby to współczynnik $f_{cP} \geq 3$, a w przypadku porównań między dyscyplinami, byłby to współczynnik odpowiadający właściwej medianie.

Wychodząc z założenia, że jeżeli fakty są niezauważone, to nie znaczy, że nie istnieją, należałoby powszechnie dopuścić podawanie wartości indeksu h według dowolnej przeglądarki / bazy cytowań, pod warunkiem równoczesnego podania informacji o przeglądarce.

M. Porter w zakończeniu swojej *Wiary w liczbę* stwierdza, że znaczenie liczby – parametryzacja staje się tym ważniejsza, im elity okazują się słabsze. Być może to jest przyczyną niepokoju i emocji, jakie budzi wprowadzenie parametryzacji w nauce. A. Einstein głosił, że *Większość ludzi jest przekonana, że to intelekt czyni uczonego. Są w błędzie – to charakter*^{*}. Ten atrybut nie jest w żaden sposób ujęty w parametryzacji nauki.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Abramo G., Cicero T., D'Angelo C.A. *Individual research performance: A proposal for comparing apples to oranges*. Journal of Informetrics, 7/2013, str. 528-539
- [2] Błocki Z., Życzkowski K. *Czy można porównywać jabłka i gruszki? O danych bibliometrycznych w różnych dziedzinach nauki*. Nauka, 2/2013, str. 37-46
- [3] Brandt A.M., Radomski W. *Nauka we współczesnej inżynierii lądowej i wodnej*
- [4] Czarnecki L. *Wyzwania wobec środowiska inżynierii lądowej w świetle założeń polityki naukowej*. Inżynieria i Budownictwo, 9/2011, 499-502
- [5] Czarnecki L., Kaźmierkowski M.P., Rogalski A. *Doing Hirsch proud; shaping H-index in engineering sciences*. Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Technical Sciences, Vol. 61, No. 1, 2013, str. 5-21
- [6] Drabek A. *Indeksowanie czasopism w referencyjnych bazach danych*. Warsztaty dla Redaktorów Naczelnych, Centrum Promocji Informatyki. Warszawa, 2013
- [7] De Luca L.A. et al. *The Distribution of the H-index Among Academic Emergency Physicians in the United States*. Academic Emergency Medicine. DOI: 10.1111/acem.12226, 2013

^{*} *Most people say that it is the intellect which makes a great scientist. They are wrong: it is character.*

- [8] Frittelli M., Mancini L., Peri I. *Scientific Research measures*. NCCR FINRISK, 2013
- [9] Garfield E. *Citation indexes to science: a new dimension in documentation through association of ideas*. Science 122(3159), 1995, str. 108–111
- [10] Hirsch J.E. *An Index to Quantify an Individual's Scientific Research Output* Proc. Nat. Acad. Sci., PNAS 102,46: 16569, 2005
- [11] King Ch., Pendlebury P.A. *Research fronts 2013. 100-top Ranked Specialties in the Science and Social Sciences*. Thompson Reuters, 2013
- [12] Kulczycki E. *Afiliacja i liczba N. Zmory parametryzacji jednostek naukowych*. http://ekulczycki.pl/warsztat_badacza
- [13] King Ch. *Single-author papers: a warning share of output but still providing tools for progress*. Thompson Reuters, 2013. <http://sciencewatch.com>
- [14] Kierzek R. *Polska nauka w indeksie Hirscha*. Biuletyn Sprawy Nauki, 137/2008, str. 29-35
- [15] Lillquist, Green S. *The discipline dependence of citations in different fields of science*. Scientometrics 64(1)/2005, str. 95-99
- [16] Lawrence P.A. *Lost in publication: how measurement harms science*. Ethics Sci. Environ. Polit. 8/2008, str. 9-11
- [17] Lawrence P.A. *Rank injustice: the misallocation of credit is endemic in science*. Nature 415/2002, str. 835-836
- [18] Microsoft Academic Search. <http://academic.research.microsoft.com>
- [19] Porter M. *Trust in numbers: The Pursuit of Objectivity in Science and Public Life*. Princeton University Press, 1995
- [20] Pendlebury A. *Research fronts: in search of the structure of science*. Research fronts 2013 – Addendum. Thompson Reuters, 2013
- [21] Podlubny I. *Comparison of Scientific Impact Expressed by the Number of Citations in Different Fields of Science*. Scientometrics vol. 64(1), 2005, str. 95-99
- [22] Prathap G. *Big data and false discovery: analyses of bibliometric indicators from large data sets*. Scientometrics. DOI: 10.1007/s1192-013-1063-z, 2013
- [23] Rousseau R., Zorita C.G., Casado E.S. *The h-bubble*. Journal of Informetrics, 7/2013, str. 294-300
- [24] Ratajewski J., Racki G. *Naukometria, Bibliometria, Publikacje, Cytowania*. Gazeta Uniwersytecka UŚ. <http://gu.us.edu.pl/node/19269>, 2013
- [25] Rogalski A., Kaźmierkowski M.P., Czarnecki L. *Nauki techniczne w Polsce*. Forum Akademickie 9/2012
- [26] Rousseau R. *Updating the Journal Impact factor or Total Overhaul?* Scientometrics Doi: 10.1007/s11192-012-0649-1

- [27] Sangwal K. *Comparison of different mathematical functions for the analysis of citation distribution of papers of individual authors*. Journal of Informetrics 7/2013, str. 36-49
- [28] Schubert A., Glänzel W. *A systematic analysis of Hirsch – type indices for journals*. Journal of Informetrics 1/2007, str. 179-184
- [29] Seglen P.O. *Why the impact factor of journals should not be used for evaluating research*. BMJ 314, 498, 1997
- [30] Skalska-Zlat M. *Bibliometria – pojęcia, metody, kierunki badań*. Roczniki Biblioteczne 32:2, str. 259-283
- [31] Vanclay J.K. *Impact factor outdated artifact or stepping-stone to journal certification*. Scientometrics DOI: 10.2007/s11192-011-0561-0, 2012
- [32] www.beggerbrains.com
- [33] Woleński J. *Uwagi o ewaluacji czasopism naukowych*. PAUza Akademicka 194/2013
- [34] Wilkin J. *Ocena parametryczna czasopism w Polsce*. Nauka 1/2013, str. 45-54
- [35] Wróblewski A. K. *Bibliometryczna trylogia*. <http://www.komitetfizyki.pan.pl/index.php>
- [36] Życzkowski K., Zakrzewski J. *Pełzający potwór bibliometrii*. PAUza Akademicka 184/2012
- [37] Życzkowski K. *Ile waży jedno cytowanie?* <http://www.scribd.com/embeds/70876458>, 2011

