

**BADANIA I STUDIA – RESEARCH AND STUDIES**

**Lech Czarnecki\***

## **ZAŁOŻENIA SYSTEMU ROZPOZNAWANIA KIERUNKÓW ROZWOJOWYCH INŻYNIERII MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH**

W artykule przedstawiono założenia systemu, którego celem byłoby rozpoznawanie tendencji w rozwoju dziedziny zwanej inżynierią materiałów budowlanych. System taki powinien pomagać w podejmowaniu decyzji dotyczących finansowania badań i planowania ich zakresu, a także umożliwiać efektywne wykorzystanie potencjału zawartego w istniejącym stanie wiedzy i techniki. Jest to szczególnie istotne w okresie transformacji, gdy postulat szybkiego rozwoju gospodarczego zderza się z niedostatkiem środków. W wyniku przeprowadzonej wstępnej analizy zarysowują się, jako szczególnie atrakcyjne, dwa problemy badawcze: materiałowe uwarunkowania zrównoważonego rozwoju w budownictwie oraz wielofunkcyjne materiały budowlane, stanowiące rezultat dokonań inżynierii materiałowej. Metoda krzywej rozwoju może stanowić przydatne narzędzie do monitorowania i kreowania polityki naukowej.

### **1. Wprowadzenie**

Wśród licznych zadań instytutów badawczych jednym z ważnych celów ich działalności jest rozpoznawanie kierunku rozwojowego określonej dziedziny i ocena jej przydatności w gospodarce kraju. Wejście w struktury jednoczącej się Europy stawia w tym zakresie szczególne zadania. W warunkach mnogości potrzeb i skromności środków definiowanie kierunków rozwojowych dziedziny powinno między innymi dostarczać przesłanek do roztropnych decyzji w zakresie równowagi konkurencyjności i współpracy Polski wśród krajów Unii Europejskiej.

Ogólnie rzecz biorąc, postulat opracowania systemu rozpoznawania i analizowania kierunków rozwojowych dziedziny opiera się na następujących przesłankach\*\*:

- koniec XX i początek XXI wieku charakteryzuje się ekspansją badań naukowych i niezwykle dynamicznym rozwojem techniki; spektakularnymi przykładami mogą tu być: upow-

\* prof. dr hab. inż.

\*\* Patrz: K. Kurzydłowski, L. Czarnecki, „Założenia systemu analizy rozwoju nowych technologii (system ARNT)”. Opracowanie zamówione przez Ministerstwo Gospodarki i Handlu, Warszawa 1996.

szechnienie komputerów osobistych o sile obliczeniowej daleko większej od maszyn cyfrowych dostępnych 25 lat temu oraz zbudowanie w ciągu kilku lat elektronicznej sieci komunikacyjnej o zasięgu globalnym (internet), podczas gdy w przeszłości budowa sieci dróg o zasięgu regionalnym wymagała kilkudziesięciu lat,

- ekspansja nauki i techniki ma zarówno charakter strukturalny: przyrost, gromadzenie i wymiana informacji, jak i geograficzny: nauka jest uprawiana w coraz większej grupie państw, które w przeszłości miały pomijalnie mały wkład w naukę światową; na przykład w Republice Korei na rozwój nauki przeznaczają się około 6% PKB, w porównaniu z 0,4% w Polsce i 1,2% średnio w krajach Unii Europejskiej,

- państwa inwestujące znaczne środki w naukę z reguły wykazują dużą dynamikę rozwoju gospodarczego; potwierdza to tezę o wzajemnym powiązaniu rozwoju gospodarczego i rozwoju badań naukowych,

- rozwój badań naukowych i technicznych jest związany z podejmowaniem tego typu działalności przez rosnącą liczbę organizacji różniących się statusem (państwowe i prywatne), wielkością (małe wyspecjalizowane firmy i duże uniwersytety) oraz misją (upowszechnienie wiedzy, komercjalizacja wyników badań),

- badania naukowe prowadzi się obecnie na dużą skalę i obejmują one szereg wyspecjalizowanych dziedzin, które ze względu na szybkość przyrostu wiedzy w stosunku do długości życia naukowego pojedynczego naukowca są coraz mniej dostępne dla niespecjalistów o ogólnym poziomie wykształcenia,

- charakterystyczną cechą obecnej sytuacji jest rosnący stale stopień skomplikowania i kosztów badań naukowych, zwłaszcza kosztów aparatury badawczej,

- wobec trudności z zapewnieniem oczekiwanego standardu życia w wielu krajach coraz częściej ciekawość poznania jest postrzegana jako niedostateczne uzasadnienie kosztów badań naukowych; powszechnie zaczyna być zadawane pytanie o korzyści, jakie można uzyskać w wyniku realizacji danego projektu badawczego\*.

Przedstawione wyżej czynniki powodują konieczność wyboru i optymalizacji działań naukowych i technicznych oraz nadania im użytecznego charakteru.

Wobec ograniczeń dostępnych środków finansowych i stale rosnącego – w skali światowej – obszaru badań naukowych, obserwuje się tendencję do prowadzenia polityki naukowej, a w konsekwencji monitorowania (stymulowania) kierunków rozwoju techniki. Zjawisko to obejmuje zwykle zdefiniowanie tak zwanych priorytetowych kierunków badań, których pochodną (ich praktycznym wymiarem) byłoby rozpoznawanie, wybór i promowanie nowych rozwiązań technicznych.

Omówione uwarunkowania badań naukowych wymuszają konieczność wprowadzenia systemu analizy nowych tendencji w zakresie tworzonych technologii i rozwiązań technicznych. System taki powinien pomagać w podejmowaniu decyzji osobom odpowiedzialnym za finansowanie badań na poziomie konkretnej organizacji gospodarczej. Powinien być także użyteczny dla zespołów naukowych planujących kierunki nowych badań i dla środowisk gospodarczych poszukujących inspiracji do nowoczesnych rozwiązań problemów o wymiarze praktycznym. System tego typu powinien ułatwiać im

zarówno decyzję o konieczności podjęcia pewnego kierunku działań, jak i decyzję o ich niepodejmowaniu. W przypadku decyzji o podjęciu badań powinien w konsekwencji umożliwić efektywne wykorzystanie potencjału zawartego w istniejącym stanie wiedzy i techniki.

Inżynieria materiałów budowlanych stanowi jeden z obszarów dynamicznego rozwoju współczesnej nauki i techniki. W niniejszym artykule przedstawiono założenia systemu rozpoznawania i analizy kierunków rozwojowych w tym zakresie.

## 2. Cel i potrzeba przedsięwzięcia

Ogólnym celem przedsięwzięcia jest opracowanie założeń systemu rozpoznawania nowych i strategicznie ważnych tendencji w inżynierii materiałów budowlanych. Potrzeba opracowania takiego systemu wynika z dążenia do racjonalizacji nakładów oraz zwiększenia efektywności wysiłków badawczych i przedsięwzięć innowacyjnych, ogniskowania ich wokół ważnych celów i najbardziej obiecujących na przyszłość zadań.

Realizacja tak sformułowanego celu wymagałaby między innymi:

- zdefiniowania obszaru badań (co rozpoznawać?),
- opracowania metody (systemu) rozpoznawania kierunków (jak rozpoznawać?); narzędzie rozpoznawania & wykonawcy (obserwatorzy i analitycy trendów); obiektywizacja rozpoznawania (znaczenie intuicji badacza),
- sformułowania kryteriów wyróżniania kierunku (znamiona zmian kierunku) i uznawania go za nowy i ważny: stosowane „miary i wagi”; definicja pojęć; znaczenie przypisywane określeniom, w tym przymiotnikom „nowy”, „ważny”, „efektywny”, „obiecujący”,
- zapewnienia aktualności – stosownego wyprzedzenia rozpoznania: „nie tylko jak jest, ale jak się dzieje i jak będzie”.

W chwili obecnej jako szczególnie istotny cel partykularny rysuje się określenie miejsca inżynierii materiałów budowlanych i możliwości uczestnictwa zajmujących się nią podmiotów w Programach Unii Europejskiej.

## 3. Przesłanki opracowania systemu

Fakt, że w przeszłości przyszłość była podobna do przeszłości, nie oznacza, że tak będzie w przyszłości. Nie ma logicznych przesłanek do antycypowania przyszłości z doświadczeń przeszłości. Indukcja jako usiłowanie transformowania informacji cząstkowej w pełną również nie znajduje uzasadnienia w teorii informacji.

Mimo tych pesymistycznych stwierdzeń tworzenie obrazu rozwoju (wizji rozwoju) jest koniecznością i potrzebą w nauce i technologii, także w inżynierii materiałów budowlanych. W tym kontekście ewentualna prognoza powinna uwzględniać zarówno ciągłość rozwoju istniejącego obszaru wiedzy, jak i tworzenie się nowych ośrodków „krystalizacji” rozwoju techniki („zarodnikowanie technologii: od bytu do stawiania się”; *from being*

being to becoming – Prigogine). Ważne jest uwzględnianie ograniczeń nakładających się na ten rozwój, które w kategoriach ogólnych można rozpatrywać jako surowcowe (materiałowe), energetyczne, ekologiczne i ekonomiczne.

Istnieje naturalna tendencja do przedłużania perspektyw nowych technologii liniami prostymi w przyszłość [Kurzydłowski, Czarnecki, op. cit.] – „wiek pary”, „era elektryczności”, jak mówi S. Lem. Tego rodzaju uproszczenia nigdy nie znalazły potwierdzenia. Nasuwającą się koniecznością byłoby tu uwzględnienie w odpowiedniej równowadze ciągłości i zmienności: przyjęcie modeli nieliniowych – zapewne o dużej podatności na zmianę warunków brzegowych (system Lorentza). Korzystne, jak się wydaje, byłoby opisanie takiego modelu w kategoriach analizy fraktalnej. Wówczas wyznaczenie atraktora stanowiłoby wyróżnik danego kierunku, a obliczenie wymiaru fraktalnego pozwalałoby określić jego dynamikę ( $> 1$  – rozwój;  $< 1$  – redukcja).

Zapewnienie właściwego wyprzedzenia rozpoznania wymaga przeprowadzenia go na etapie prac badawczych: relacja nauka (badania) – technika. W każdej dziedzinie wiedzy, zatem również w inżynierii materiałów budowlanych, można wyznaczyć pewien charakterystyczny czas pomiędzy udanym eksperymentem laboratoryjnym a wdrożeniem praktycznym: na przykład w przypadku nowego materiału budowlanego jest to zazwyczaj od 3 do 6 lat. Trudniejszym problemem jest określenie, który z tematów (materiałów) rokuje nadzieje na przyszłość; szacuje się na przykład, że tylko jeden na dziesięć tysięcy materiałów otrzymywanych w laboratoriach jest wdrażany przemysłowo. Próbując odpowiedzieć na pytanie: który to będzie? nie sposób nie odwoływać się do intuicji specjalistów (ankietowanie). Rozpatrywanie trendów na etapie badawczym pozwala również pomocniczo wykorzystać takie parametry, jak liczba publikacji, patentów, czy też tematyka prac międzynarodowych komitetów normalizacyjnych itp.

Wyróżnienie wiodącej grupy materiałów w technice – **kompozytów**, podstawowego paradygmatu w nauce – **ujęcia systemowego; deterministycznego chaosu**, oraz bardzo wydajnego narzędzia w projektowaniu, prognozowaniu, a także gromadzeniu i analizie danych – **komputera**, świadczy o nie mającym precedensu w dotychczasowej historii powiązaniu nauki i techniki. Powiązania „nauka – technika” stają się tak złożone, że często nie są w pełni uświadamiane, a czasem są nawet negowane. Sprzyja temu również niewielki odstęp czasowy między badaniami podstawowymi a ich przemysłowym wykorzystaniem. Bardzo trafnie ujął ten problem S. Lem: „...stawianie technologii ponad nauką jest to błąd zasadniczy, gdyż technologia nie tylko nie usamodzielnia się dziś względem badań naukowych, lecz zależy od nich jak nigdy jeszcze w historii” („Summa technologiae”).

Przewidywany system rozpoznawczy byłby kombinacją podejścia intuicyjnego (heurystycznego) i sformalizowanych procedur programowania komputerowego z wykorzystaniem modeli nieliniowych.

Przyjmując, że przyszłe kierunki rozwojowe techniki są zawarte w obecnym stanie nauki (prace badawcze), można by przyjąć, że rozpoznanie tendencji rozwojowych techniki stanowi pochodną preferowanych kierunków badań naukowych i prac rozwo-



owych. Komitet Badań Naukowych opracował tego rodzaju program (1996). Kryteria wyboru kierunków w tym programie są zarysowane przez odwołanie się do doświadczeń niemieckich, a przyjętą metodę można by określić jako wielostopniową selekcję z uzupełnieniami.

#### **4. Cel systemu**

Celem systemu jest gromadzenie informacji i wiedzy o nowych kierunkach technologicznych, materiałach i rozwiązaniach technicznych. Systemem tym powinny być objęte zarówno krajowe, jak i zagraniczne źródła informacji. Powinien on uwzględniać złożoność struktury i geografii instytucji generujących wiedzę.

Postuluje się, aby system, o którym mowa w niniejszym artykule, mógł wykorzystywać dostępne techniki komputerowe. Jego struktura powinna ewoluować w zależności od zmian w zakresie tendencji występujących wśród instytucji tworzących wiedzę, jak i organizacji wiedzy konsumujących.

Istotne jest, aby powstający system obejmował zarówno system nieparametrycznej wiedzy (system wiedzy), jak i parametrycznej statystyki badań naukowych (system statystyki). System wiedzy powinni tworzyć eksperci wyłaniani z grona autorytetów w dziedzinie inżynierii materiałów budowlanych. Parametryczny system statystyki powinien wykorzystywać dostępne bazy danych. W szczególności bazy tytułów, abstraktów i słów kluczowych komunikatów naukowych, a także wykazy patentów. Istotą systemu powinno być rozróżnienie danych pochodzących z komunikatów z konferencji, charakteryzujących się stosunkowo małym opóźnieniem między czasem wykonania badań a czasem ich upowszechnienia, oraz z recenzowanych czasopism (długi czas do momentu upowszechnienia). System powinien także tworzyć podstawy do statystyki informacji zawartych w patentach. Jego cechą powinno być obserwowanie tendencji w skali czasowej. Powinien reagować w szczególności na pojawianie się tematów przyciągających szybko narastającą liczbę podmiotów naukowych.

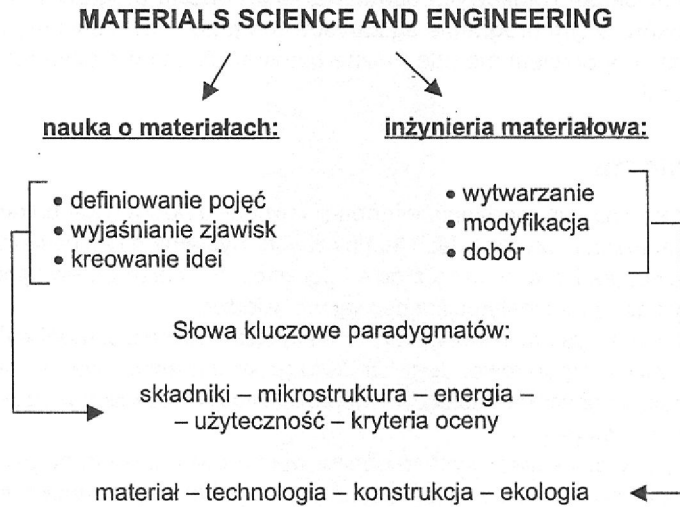
Wykorzystywanie systemu wiedzy, który ze swej natury jest nieobiektywny, oraz statystyki, mającej cechy systemu obiektywnego, pozwoli nie tylko na czerpanie informacji z systemu, ale także na ich weryfikację.

Struktura systemu powinna być otwarta, elastyczna i kształtowana popytem. Oznacza to konieczność prowadzenia analizy jego wykorzystania pod kątem ustalenia profilu użytkowników oraz przewidywania kierunków rozbudowy systemu.

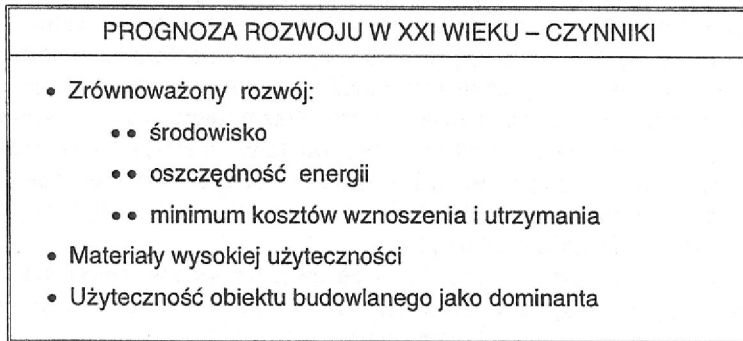
#### **5. Słowa kluczowe systemu**

Słowa kluczowe systemu rozpoznawania i analizy kierunków rozwojowych dziedziny mogą odnosić się do jej przedmiotu. Definicję inżynierii materiałów budowlanych (A), czynniki jej rozwoju (B), obszary badawcze (C), słowa kluczowe (D) i wynikające z nich zadania badawcze (E) przedstawiono na kolejnych schematach.

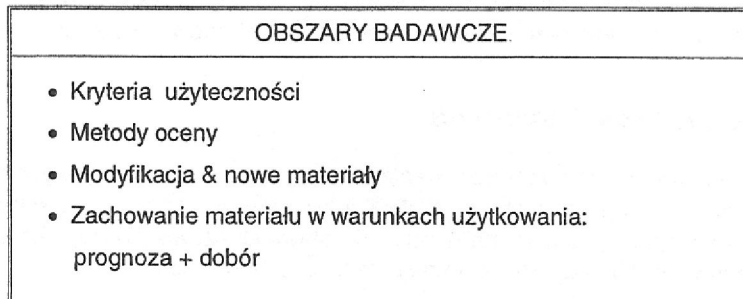
A)



B)

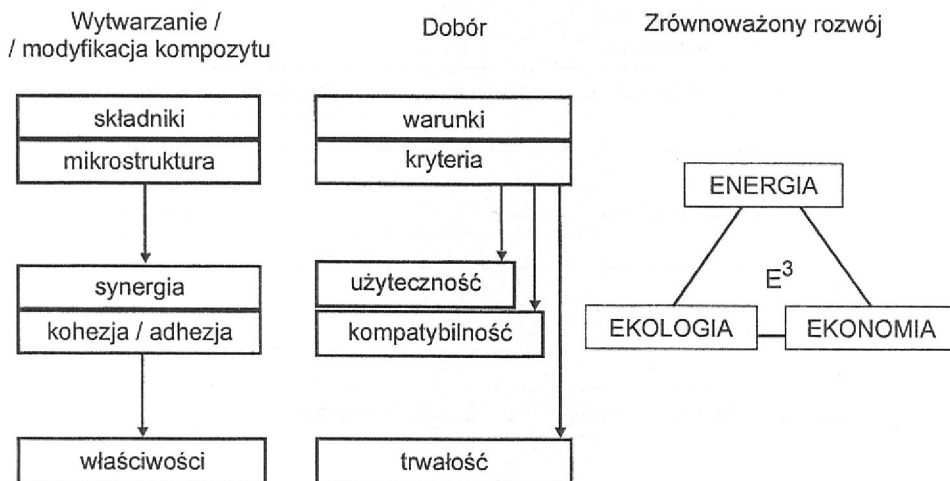


C)



D)

### SŁOWA KLUCZOWE W OBSZARZE BADAWCZYM

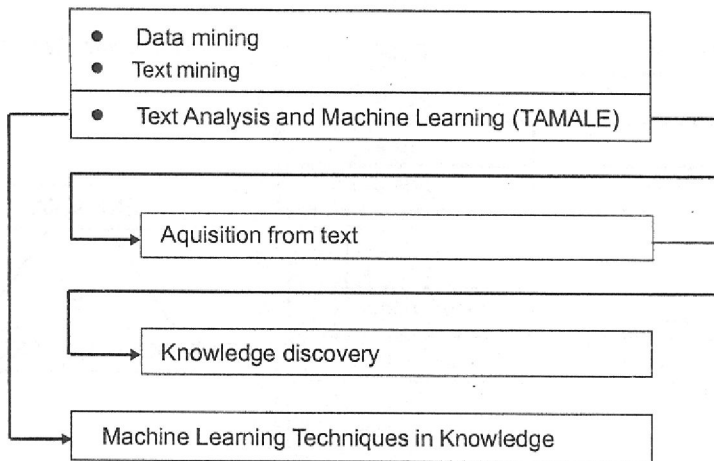


E)



Słowa kluczowe mogą się także odnosić do narzędzi pozyskiwania wiedzy (F).

F)



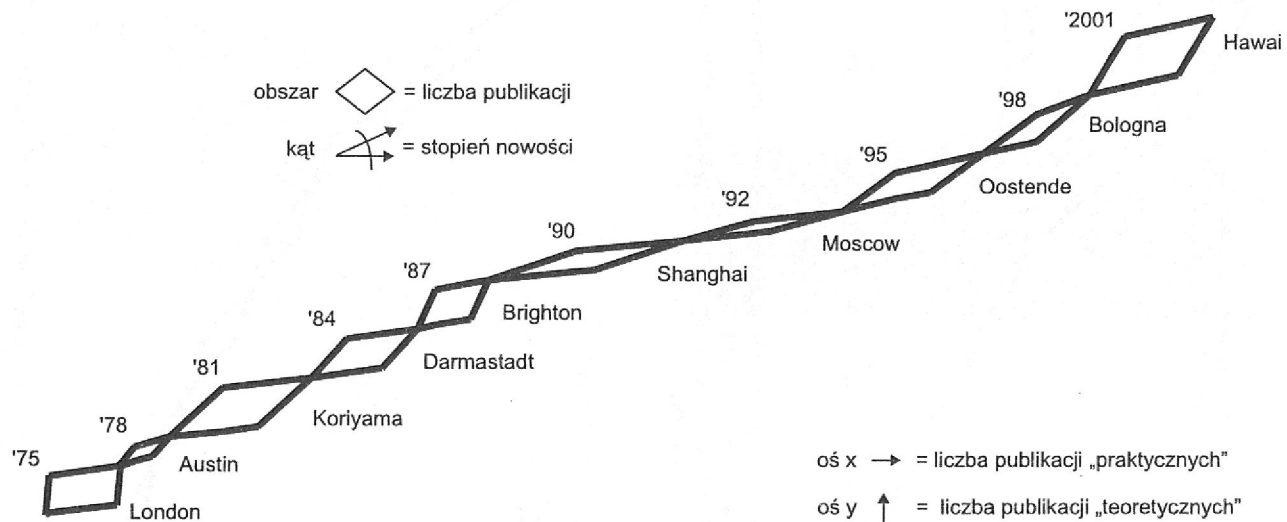
Z powyższych schematów wyłania się wniosek, iż najogólniejsze (i najmocniejsze) sformułowanie kierunku badawczego to **materiałowe uwarunkowania zrównoważonego rozwoju w budownictwie**, obejmujące **materiałowe uwarunkowania trwałości konstrukcji**. Podobną konkluzję można odczytać z analizy założeń 6 Programu Ramowego Unii Europejskiej. Co więcej, analiza ta pozwala na podobnym poziomie szczegółowości sformułować temat: **wielofunkcyjne materiały budowlane oparte na inżynierii materiałowej**.

## 6. Założenia i wstępna analiza krzywej rozwoju dziedziny

Krzywą rozwoju dziedziny nauki i techniki dogodnie jest przedstawiać w postaci wykresu obrazującego stopień nowości, to jest zestawiającego liczbę publikacji z danej dziedziny dotyczących zagadnień teoretycznych z liczbą publikacji dotyczących zagadnień praktycznych. Należy zauważyć, że dotychczas publikowane krzywe rozwoju / trendy dziedziny miały charakter jedynie jakościowy / konceptualny. Prezentowane podejście stanowi, jak można sądzić, oryginalną próbę nadania krzywej rozwoju znaczenia ilościowego.

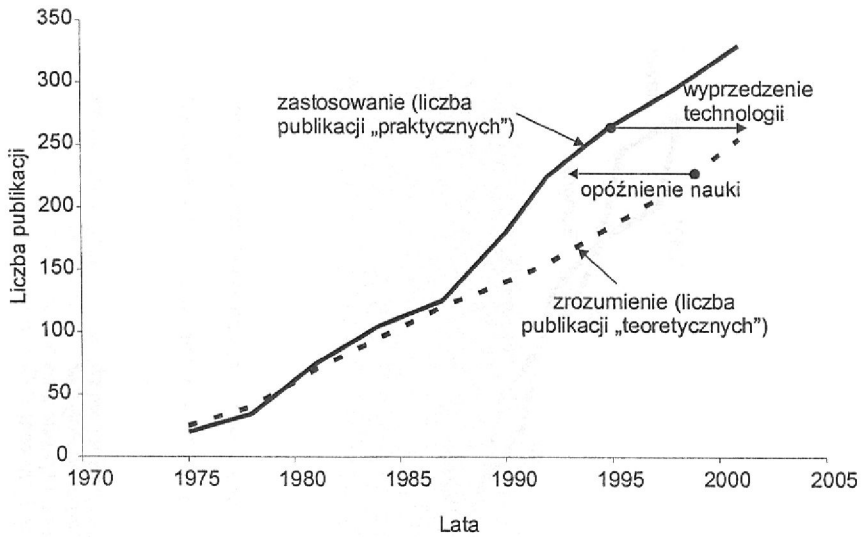
Pierwszy przykład dotyczy dziedziny betonopodobnych kompozytów polimerowych (Concrete-Polymer Composites, C-PC) i obejmuje odniesienie do dorobku światowego prezentowanego na kolejnych międzynarodowych kongresach dotyczących polimerów w betonie (rys. 1 i 2).

Drugi przykład to dorobek ogólnopolski analizowany przez pryzmat dorocznych konferencji zatytułowanych „Podstawy naukowo-techniczne budownictwa” (rys. 3–6).

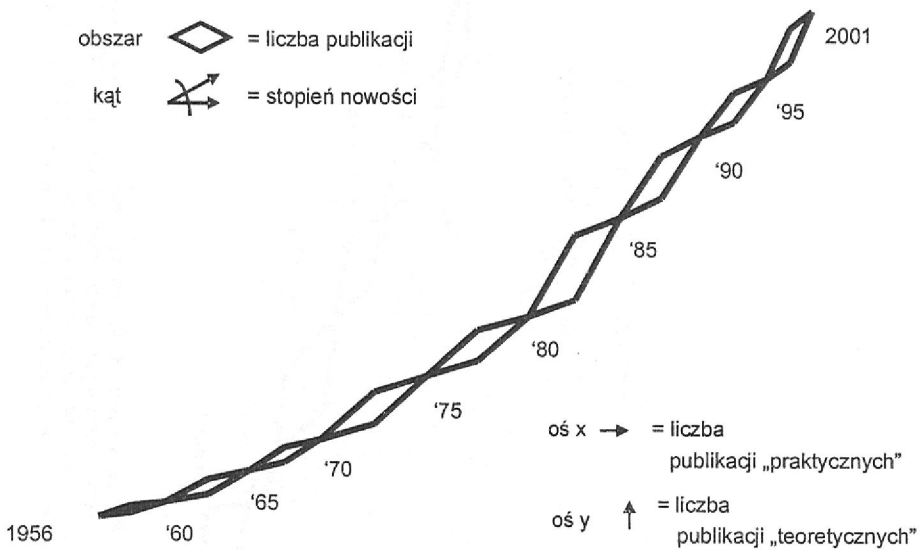


Rys. 1. Krzywa rozwoju dziedziny na przykładzie betonopodobnych kompozytów polimerowych, opracowana na podstawie publikacji prezentowanych na kolejnych kongresach ICPIIC (International Congress on Polymers in Concrete)

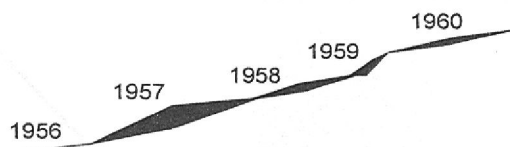
Fig. 1. Development curve for the scientific domain; example: concrete-polymer composites, based on the number of publications presented on the consecutive ICPIICs (International Congress on Polymers in Concrete)



Rys. 2. Opóźnienie nauki i wyprzedzenie technologiczne na podstawie krzywej rozwoju betonopodobnych kompozytów polimerowych  
 Fig. 2. Delaying of science and advance of technology based on the development curve for concrete-polymer composites

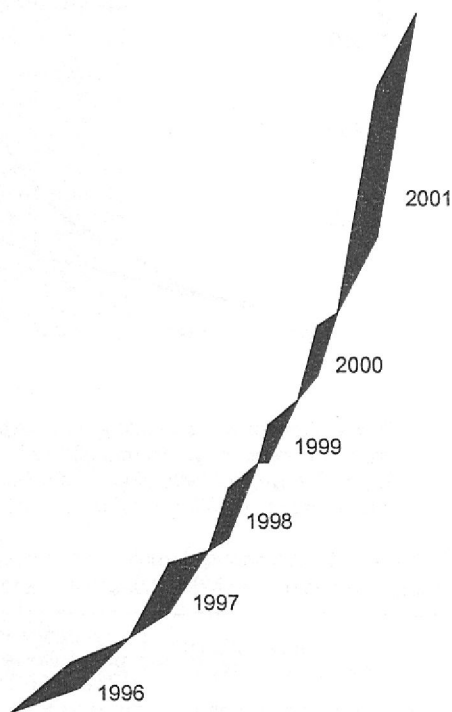


Rys. 3. Zintegrowana krzywa rozwoju inżynierii materiałów budowlanych na podstawie dorobku konferencji krynickich  
 Fig. 3. Integrated development curve for construction materials engineering based on the effects of Krynica conferences



Rys. 4. Krzywa rozwoju inżynierii materiałów budowlanych na podstawie dorobku konferencji krynickich w latach 1956–1960

Fig. 4. Development curve for construction materials engineering based on the effects of Krynica conferences in 1956–1960



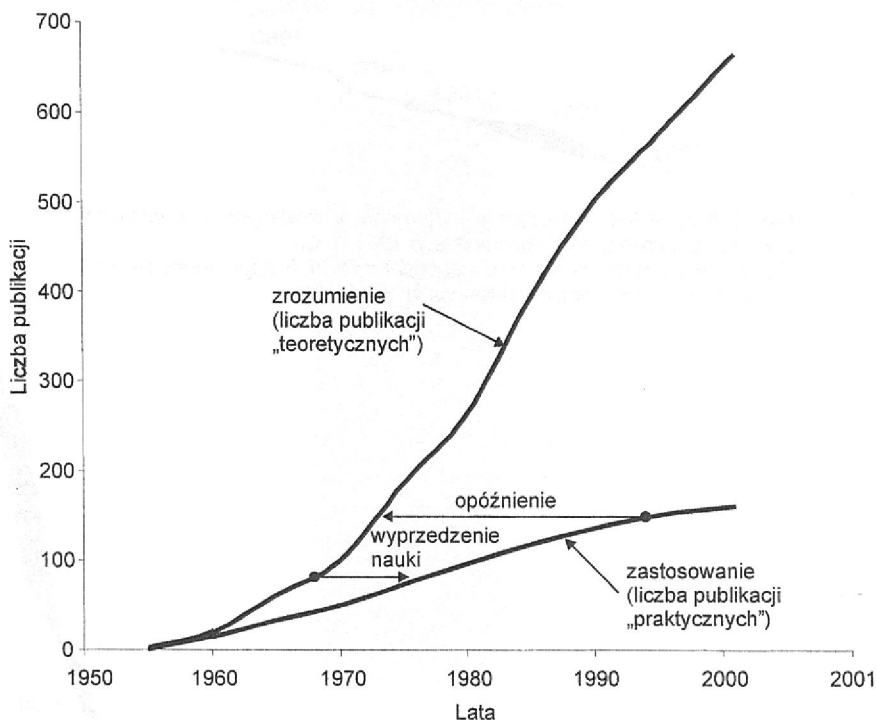
Rys. 5. Krzywa rozwoju inżynierii materiałów budowlanych na podstawie dorobku konferencji krynickich w latach 1996–2001

Fig. 5. Development curve for construction materials engineering based on the effects of Krynica conferences in 1996–2001

Analiza krzywych wskazuje, że w rozwoju inżynierii materiałów budowlanych można wyróżnić dwa okresy: początkowo (lata pięćdziesiąte i sześćdziesiąte ubiegłego wieku) pomiędzy aspektem praktycznym a teoretycznym prowadzonych badań panowała równowaga; nacisk kładziony na zastosowania praktyczne wynikał w owym czasie z potrzeb odbudowującej się po zniszczeniach wojennych gospodarki. Natomiast w okresie późniejszym, zwłaszcza w dwóch ostatnich dziesięcioleciach XX w., obserwuje się zdecydowaną przewagę badań dotyczących teorii. Można to określić (rys. 6) jako „opóźnienie technologii” w stosunku do nauki (lub „wyprzedzenie nauki” w stosunku do technologii).

Na podstawie powyższych analiz można określić kształtowanie się podstawowych kierunków badawczych w dziedzinie inżynierii materiałów budowlanych (tabl. 1).





Rys. 6. Opóźnienie technologiczne i wyprzedzenie nauki na podstawie zintegrowanej krzywej rozwoju inżynierii materiałów budowlanych

Fig. 6. Delaying of technology and advance of science based on the integrated development curve for construction materials engineering

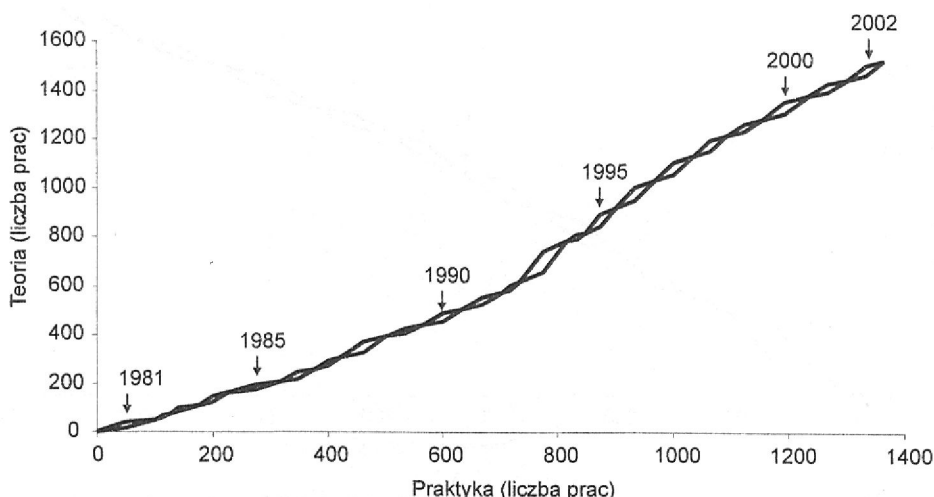
Tablica 1. Kształtowanie kierunków badawczych w zakresie materiałów budowlanych  
Table 1. Basic research directions in the range of construction materials

Czynniki (International Concrete, 1998)	Wymagania podstawowe wg ER 89/106/EWG	Zrównoważony obiekt budowlany (C. J. Kibert, 1999)	Obszary badawcze
<ul style="list-style-type: none"> <li>• zrównoważony rozwój</li> <li>• oddziaływanie środowiska</li> <li>• oszczędność energii</li> <li>• minimalizacja kosztów wznoszenia i utrzymania oraz rozbiórki i recyklingu</li> <li>• wykorzystanie materiałów wysokiej użyteczności; optymalizacja rozwiązań konstrukcyjnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bezpieczeństwo konstrukcji:</li> <li>• nośność i stateczność</li> <li>• bezpieczeństwo pożarowe</li> <li>• higiena, zdrowie i środowisko</li> <li>• bezpieczeństwo użytkowania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• minimalizacja zużycia materiałów (ochrona zasobów)</li> <li>• maksymalizacja wtórnego wykorzystania elementów</li> <li>• możliwość renowacji elementów lub materiałów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kryteria użyteczności materiału budowlanego</li> <li>• metody oceny przydatności</li> <li>• modyfikacja materiałów i nowe rozwiązania materiałowe</li> <li>• zachowanie materiału w warunkach użytkowania – dobór materiału do danego obiektu</li> </ul>

Czynniki (International Concrete, 1998)	Wymagania podstawowe wg ER 89/106/EWG	Zrównoważony obiekt budowlany (C. J. Kibert, 1999)	Obszary badawcze
<ul style="list-style-type: none"> <li>• duży i rosnący udział napraw i modernizacji w pracach budowlanych</li> <li>• zorientowanie projektowania na użyteczność obiektu budowlanego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ochrona przed hałasem i drganiami</li> <li>• energooszczędność; ochrona cieplna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ochrona środowiska</li> <li>• zdrowotność</li> <li>• komfort użytkowania (jakość)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• recykliczacja materiałów budowlanych; wykorzystanie materiałów odpadowych</li> </ul>

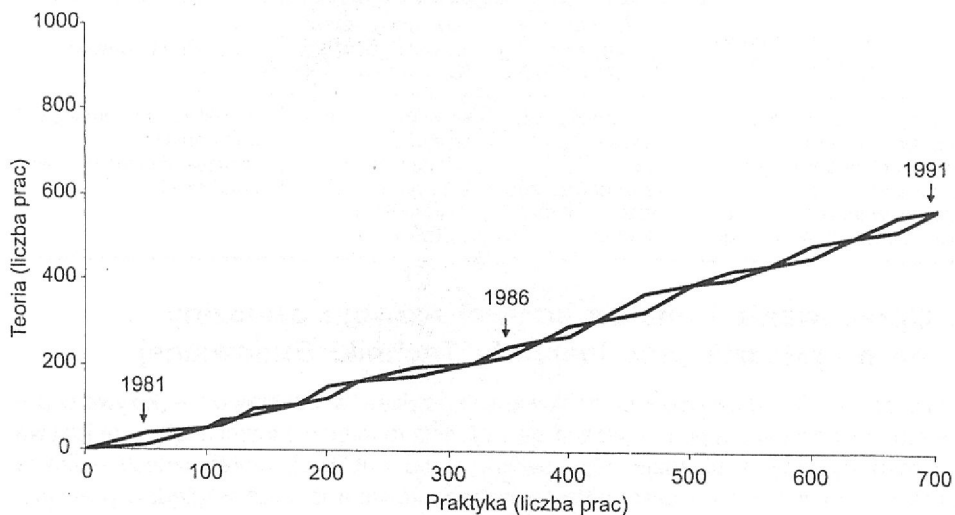
## 7. Opracowanie i analiza krzywej rozwoju dziedziny na przykładzie prac Instytutu Techniki Budowlanej

Niedogodnością dotychczas prezentowanych przykładów jest brak osi – „krzywa w powietrzu”, jakkolwiek „samotumaczająca się”. Wynika to między innymi z faktu, że krzywa jest rozpatrywana w układzie trójosiowym: liczba publikacji teoretycznych – liczba publikacji praktycznych – czas, natomiast prezentowana jest, ze względów praktycznych, w układzie dwuwymiarowym, z odniesieniem do czasu. Poniżej przedstawiono krzywe rozwoju dziedziny na przykładzie prac Instytutu Techniki Budowlanej obejmujących ostatnie 20-lecie (rys. 7–10) z odniesieniem do wizerunku stwarzanego przez prace publikowane w wydawnictwach ITB w tym samym okresie (rys. 11–13). Krzywe te przedstawiono w układzie osi: liczba publikacji teoretycznych – liczba publikacji praktycznych z bezpośrednim odniesieniem do czasu.



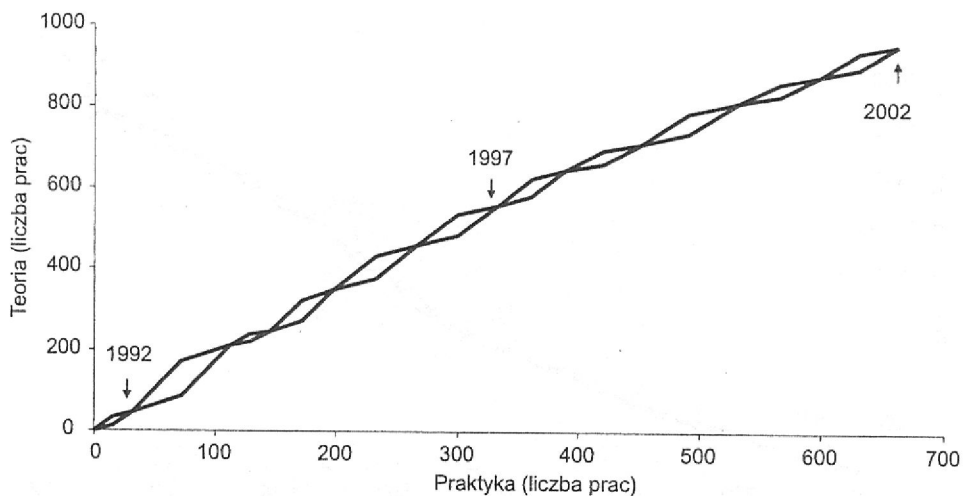
Rys. 7. Zintegrowana krzywa rozwoju dziedziny na przykładzie tematów prac badawczych realizowanych w Instytucie Techniki Budowlanej w latach 1981–2002

Fig. 7. Integrated development curve of the scientific domain; example: topics of research works of Building Research Institute in 1981–2002



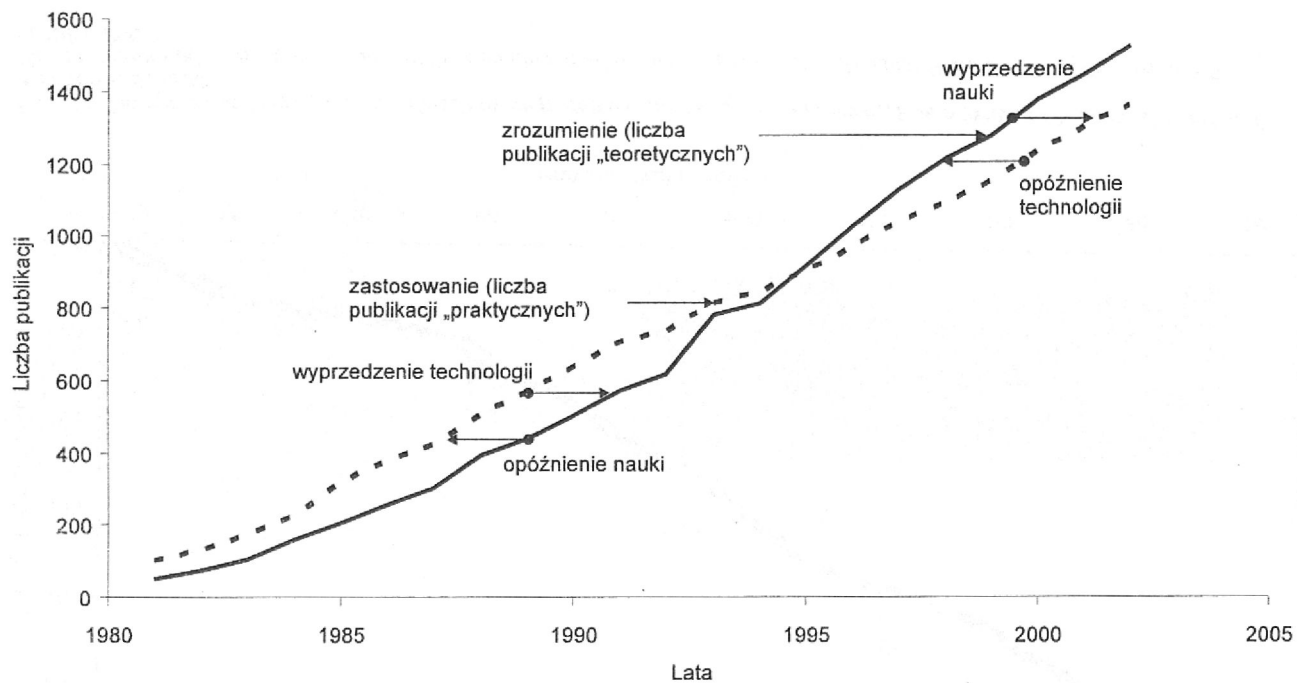
Rys. 8. Zintegrowana krzywa rozwoju dziedziny na przykładzie tematów prac badawczych realizowanych w Instytucie Techniki Budowlanej w latach 1981–1991

Fig. 8. Integrated development curve of the scientific domain; example: topics of research works of Building Research Institute in 1981–1991

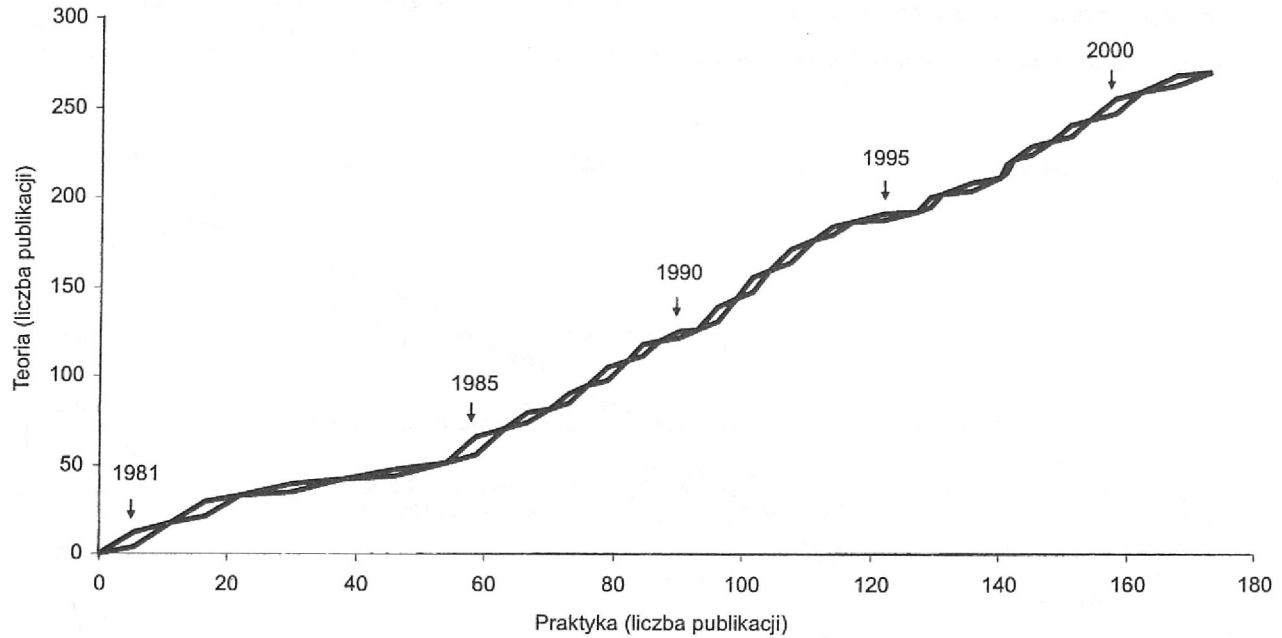


Rys. 9. Zintegrowana krzywa rozwoju dziedziny na przykładzie tematów prac badawczych realizowanych w Instytucie Techniki Budowlanej w latach 1992–2002

Fig. 9. Integrated development curve of the scientific domain; example: topics of research works of Building Research Institute in 1992–2002



Rys. 10. Opóźnienie/wyprzedzenie nauki/technologii na podstawie tematów prac badawczych realizowanych w Instytucie Techniki Budowlanej w latach 1981–2002  
 Fig. 10. Delaying/advance of science/technology based on topics of researches of Building Research Institute in 1981–2002

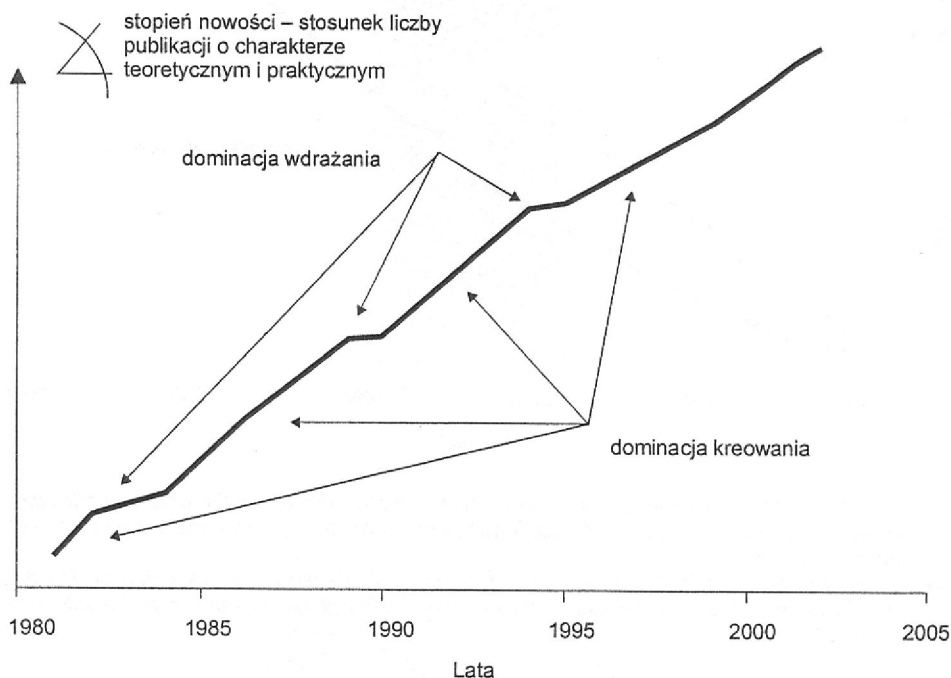


Rys. 11. Zintegrowana krzywa rozwoju dziedziny na podstawie publikacji w kwartalniku „Prace Instytutu Techniki Budowlanej” w latach 1981–2002

Fig. 11. Integrated development curve of the domain based on publications in the „Building Research Institute – Quarterly” in 1981–2002

Jak widać, w rozpatrywanym dwudziestolecu można wyróżnić dwa wyraźne okresy: w pierwszym (1981–1991) dominują tematy praktyczne, natomiast począwszy od roku 1992 w przewadze są tematy teoretyczne (krzywa bardziej stroma). Tendencję tę potwierdza wykres „wyprzedzenie – opóźnienie” (rys. 10).

Analizując krzywą rozwoju wyznaczoną na podstawie publikacji w kwartalniku *Prace Instytutu Techniki Budowlanej* można zauważyć, że występują w niej na przemian charakterystyczne okresy, w których dominuje kreowanie wiedzy – przewaga publikacji o charakterze teoretycznym, bądź jej wdrażanie – przewaga publikacji o charakterze praktycznym (rys. 12 i 13).

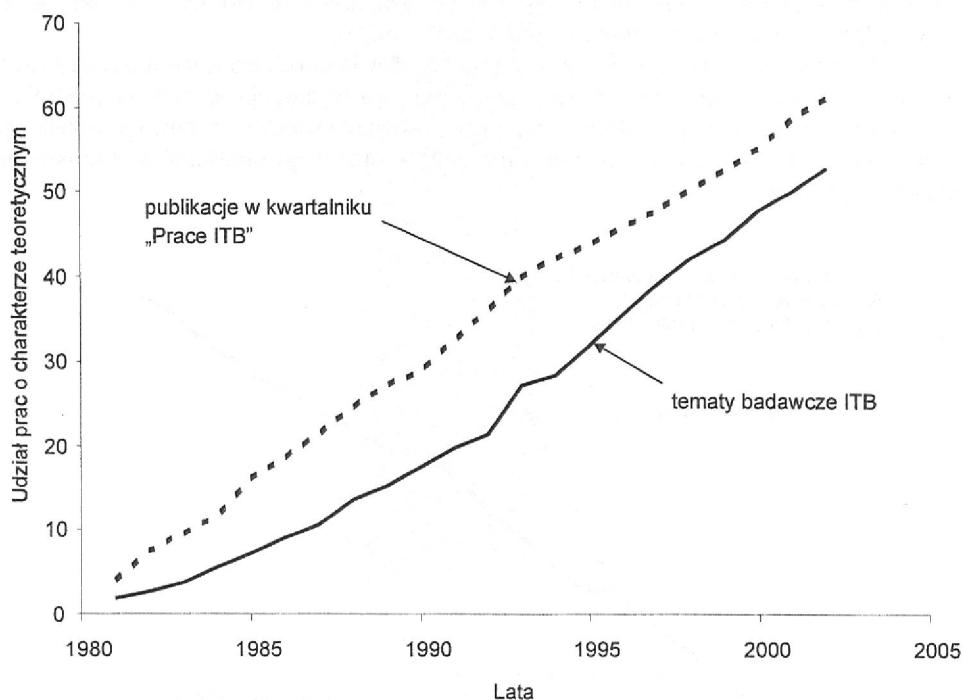


Rys. 12. Okresy kreowania i wdrażania wiedzy na podstawie publikacji kwartalnika „Prace Instytutu Techniki Budowlanej”

Fig. 12. Periods of creation and implementation of the knowledge based on the publications of „Building Research Institute – Quarterly”

Interesujące wnioski można także wyciągnąć zestawiając procentową zawartość prac teoretycznych w tematach badań ITB z ich reprezentacją w publikacjach kwartalnika *Prace Instytutu Techniki Budowlanej*. W całym rozpatrywanym okresie (1981–2002) obserwuje się większą zawartość prac o charakterze teoretycznym publikowanych w kwartalniku niż podejmowanych jako zagadnienia badawcze (rys. 13). Trwałość tej tendencji może między innymi świadczyć o konsekwentnej polityce wydawniczej czaso-

pisma, ale także o dużym znaczeniu przypisywanym aspektom teoretycznym prowadzonych badań – kreowaniu wiedzy.



Rys. 13. Udział prac o charakterze teoretycznym w tematach badawczych ITB oraz w publikacjach kwartalnika „Prace Instytutu Techniki Budowlanej” (w stosunku do całkowitej liczby prac i publikacji w latach 1981–2002)

Fig. 13. Share of the theoretical research in the topics of BRI and in publications of „Building Research Institute – Quarterly” (in relation to the total number of the researches and publications in 1981–2002)

## 8. Podsumowanie i wnioski

Na podstawie powyżej przeprowadzonych rozważań można stwierdzić, że istnieje potrzeba prowadzenia prac mających na celu rozpoznawanie kierunków rozwojowych w dziedzinie inżynierii materiałów budowlanych. Jest to szczególnie istotne w okresie transformacji, gdy postulat szybkiego rozwoju gospodarczego zderza się z niedostatkiem środków. W tym celu należałoby stworzyć odpowiedni system ekspercko-parametryczny. System taki, niezależnie od tego, że mógłby wspomagać oceny i decyzje dotyczące inicjatyw badawczych podejmowanych w różnych ośrodkach, to w węższym zakresie powinien być istotnym narzędziem służącym skutecznemu formułowaniu propozycji projektów badawczych dla Ministerstwa Nauki i Informatyzacji oraz Programów Ramowych Unii Europejskiej.



Z przeprowadzonej wstępnej analizy zarysowują się – jako szczególnie atrakcyjne – dwa problemy badawcze:

- materiałowe uwarunkowania zrównoważonego rozwoju w budownictwie, w tym trwałość materiałów budowlanych,
  - wielofunkcyjne materiały budowlane jako rezultat dokonań inżynierii materiałowej.
- Metoda krzywej rozwoju może stanowić przydatne narzędzie do monitorowania i kreowania polityki naukowej instytutu.

## ASSUMPTIONS FOR THE SYSTEM OF RECOGNITION OF THE DEVELOPMENT TRENDS IN BUILDING MATERIALS ENGINEERING

### Summary

System of recognition and analysis of the development trends in building materials engineering should help in taking decisions referring the financing of the researches and planning their directions. It also should make possible the effective using of potential, which is gathered in the present status of knowledge and technology. This is particularly important in time of transformation, when the need of fast development is limited by shortage of means. Two research problems appear to be particularly interesting: material conditions of the sustainable development in construction, and multi-functional building materials based on achievements of materials science. The method of development curve may be useful for monitoring and creating of the scientific policy.

*Autor opracowania dziękuje Panu dr. inż. Pawłowi Łukowskiemu z Politechniki Warszawskiej za pomoc w gromadzeniu danych źródłowych oraz owocną dyskusję w trakcie ich opracowywania.*

*Praca wpłynęła do Redakcji 22 III 2005*