

„Praktyka jest najlepszym nauczycielem”

„Usus magister est optimus”

Marcus Tullius Cicero (106-43 p.n.e.)

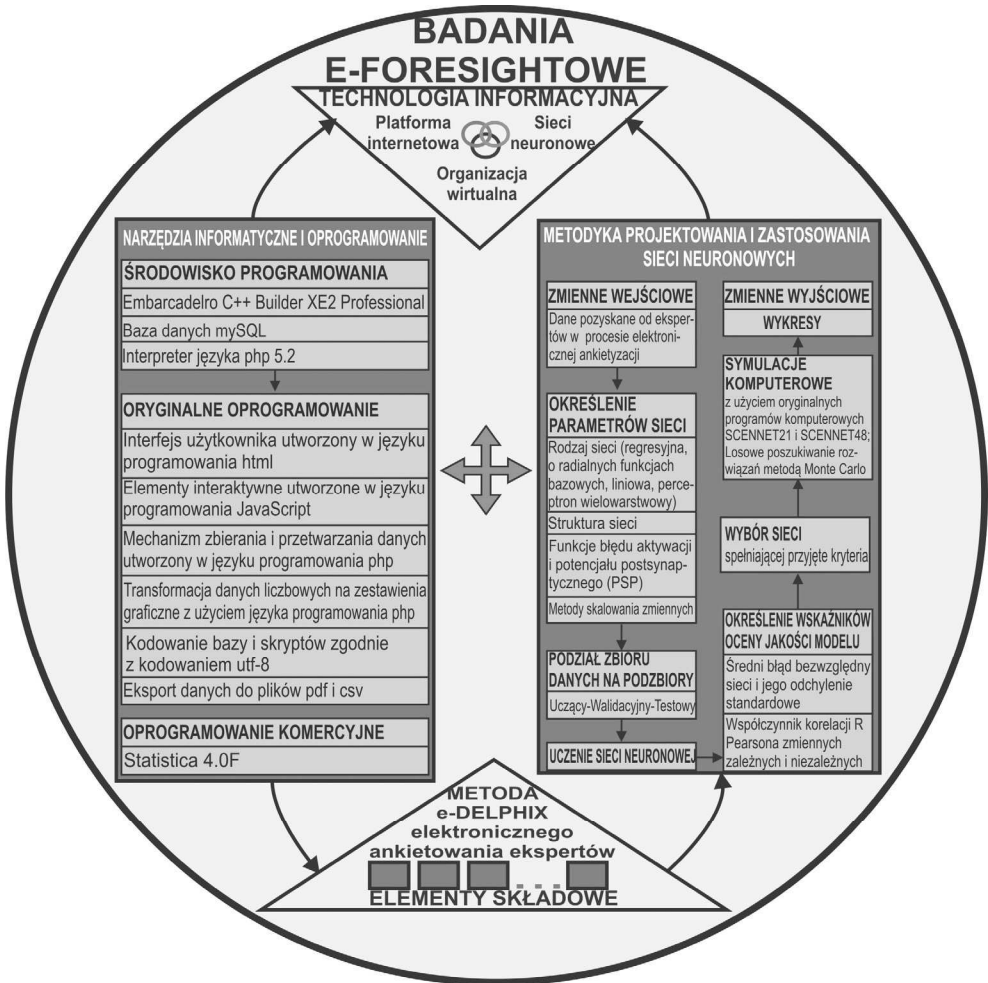
Uwagi końcowe

W niniejszej książce dokonano analizy stanu wiedzy, obejmującego ogólne trendy rozwojowe i najbardziej perspektywiczne obszary inżynierii powierzchni materiałów, w oparciu o przegląd krajowego i światowego piśmiennictwa dotyczącego tematu oraz wyniki obszernych prac własnych, a także zaprezentowano w niej metodykę badań własnych wykonanych w ramach foresightu technologicznego inżynierii powierzchni materiałów [22]. Książka obejmuje pełen przegląd współczesnych technologii obróbki, decydujących o kształtowaniu struktury i własności warstw powierzchniowych materiałów inżynierskich, a wśród nich także wykazujących strukturę nanometryczną, wraz z ogólnym poglądem dotyczącym obecnego stanu tychże technologii, na podstawie analizy podstawowych danych literaturowych i uprzednio wykonanych badań własnych [29,32-38,41,636,995-999] oraz ocen poszczególnych technologii obróbki powierzchni materiałów zawartych z kolei w pracy [20]. Z konieczności opisano więc dobrze znane technologie, tradycyjnie i od lat stosowane w przemyśle, i to zarówno ze względu na niezaprzeczalne walory tych technologii, a w niektórych przypadkach ze względu na tradycję, przyzwyczajenie i fakt posiadania nieraz już mocno wyeksploatowanych urządzeń technologicznych oraz tradycje dydaktyczne, jak i awangardowych i supernowoczesnych, specjalistycznych technologii właśnie wdrażanych do praktyki przemysłowej, lub nawet będących w fazie badań laboratoryjnych lub w fazie aplikacji w skali półtechnicznej. Przyczyną takiego sposobu relacji, jest również świadomość, że absolwent studiów politechnicznych częściej i łatwiej natrafi w praktyce przemysłowej na te powszechnie znane, choć z istoty tradycyjne technologie, chociaż gwarancją pożądanego i oczekiwanego postępu może być jedynie dobra znajomość awangardowych technologii krytycznych, które z natury rzeczy nie są jeszcze rozpowszechnione w przemyśle, choć powinno się zmierzać w tym kierunku. Z tego powodu w książce szeroko opisano także wybrane technologie krytyczne inżynierii powierzchni materiałów, rozumiane jako priorytetowe technologie o najlepszych perspektywach rozwojowych

i/lub kluczowym znaczeniu w przemyśle w założonym horyzoncie czasowym. To właśnie te technologie poddano badaniom własnym [20-22] w celu oceny ich wartości według zobiektywizowanych kryteriów na tle mikro- i makrootoczenia oraz określenia ich perspektyw rozwojowych w ciągu najbliższych 20 lat. W ramach szeroko zakrojonych własnych badań materiałoznawczo-heurystycznych i e-foresightowych z wykorzystaniem komputerowego wspomaganie [4,20-22], realizowanych z udziałem wysokiej klasy ekspertów o międzynarodowym znaczeniu, wskazano na kierunki rozwoju najkorzystniejszych rozwiązań technologicznych dotyczących kształtowania struktury i własności warstw powierzchniowych produktów i ich elementów wytworzonych z materiałów inżynierskich, uznanych jako krytyczne technologie inżynierii powierzchni materiałów. Zwieńczeniem tych wszystkich działań jest monograficzna praca własna [4] dotycząca metodologii zintegrowanego komputerowo wspomaganego prognozowania rozwoju inżynierii powierzchni. Diagnozowanie kluczowych problemów naukowych, technologicznych, gospodarczych i ekologicznych inżynierii powierzchni materiałów oraz określenie kierunków ich rozwoju strategicznego i podejmowania decyzji sprowadza się do utworzenia kilku alternatywnych możliwych scenariuszy ich rozwoju, służących polepszeniu własności użytkowych, trwałości i niezawodności produktów oraz wyłonieniu najbardziej efektywnych i koniecznych do upowszechnienia w przemyśle technologii, które pod względem nowoczesności i relacji „jakość-cena” najbardziej nadają się do efektywnej implementacji w przemyśle, uszeregowanych w najbardziej awangardowych obszarach tematycznych. Jednym z końcowych efektów prac własnych związanych z foresightem technologicznym inżynierii powierzchni materiałów, jest opracowana Księga Technologii Krytycznych [1000] obejmująca mapy drogowe i karty informacyjne technologii, charakteryzująca w ujednoczony sposób krytyczne technologie inżynierii powierzchni materiałów, co stanowi wygodne narzędzie analizy porównawczej, zwłaszcza dla małych i średnich przedsiębiorstw (MSP), nie posiadających wystarczających funduszy na wykonywanie badań własnych w tym zakresie. Ważnym zagadnieniem jest przy tym rozpowszechnienie tej nowoczesnej wiedzy wśród jak najszerszej rzeszy menadżerów oraz inżynierów pracujących w przemyśle, zwłaszcza w małych i średnich przedsiębiorstwach. Kluczowym staje się wobec tego problem transferu technologii oraz transferu wiedzy, gdyż zgromadzone wyniki szczegółowych badań mogą przynieść pożądane efekty ekonomiczne wyłącznie w razie ich implementacji przemysłowej i gospodarczej. Oczywiście niniejsza książka w tradycyjny sposób służy tym celom, chociaż udostępnienie jej w trybie Open Access w Internecie, świadczy o próbie nowoczesnego podejścia do szerzenia

wiedzy dotyczącej kształtowania struktury i własności powierzchni materiałów inżynierskich i biomedycznych.

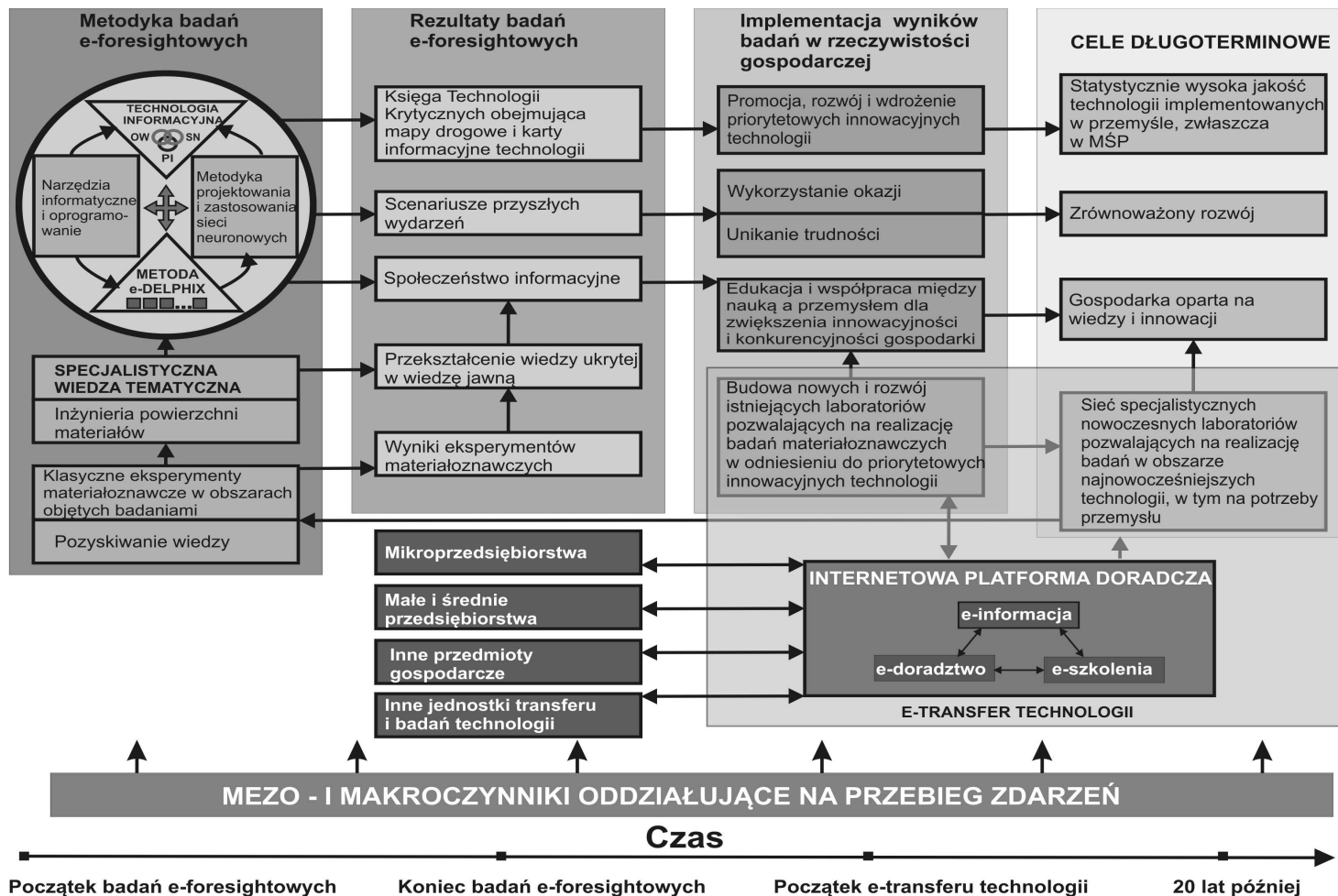
Wyniki własnych badań materiałoznawczo-heurystycznych przeprowadzonych zgodnie z koncepcją e-foresightu (rys. 240) [28,31,1001-1003] są możliwe i konieczne do wdrożenia i praktycznego wykorzystania w gospodarce. Służą one również animacji debaty publicznej, obejmującej krajowych i zagranicznych przedstawicieli świata nauki, gospodarki i administracji publicznej, w celu upowszechnienia wyników tych badań w środowiskach zainteresowanych podjętą tematyką. Debata publiczna przyczynia się bowiem do dalszego zacieśniania współpracy pomiędzy sferą badawczo-rozwojową a gospodarką i aktywizacji przepływu kadr



Rysunek 240. Schemat badań e-foresightowych [4,1000]

między tymi grupami, co jest również utylitarną konsekwencją wykonanych badań, skutkującą polepszeniem sytuacji konkurencyjnej gospodarki i nauki polskiej na tle innych państw Europy i świata. Opracowana platforma internetowa umożliwi ogółowi społeczeństwa, a w szczególności środowiskom przemysłowym, ośrodkom naukowym i organizacjom społecznym pozyskiwanie w dowolnym momencie szczegółowych informacji dotyczących celów i założeń podjętych prac badawczych oraz śledzenie ich wyników, a także wyrażanie własnych opinii na ich temat w ramach konsultacji społecznych on-line, co zapewnia występowanie pętli sprzężenia zwrotnego. Promocja wyników tych badań oraz szerokie wykorzystanie technologii informacyjnej obejmującej platformę internetową, organizację wirtualną i bazy danych o technologiach kształtowania własności powierzchni materiałów inżynierskich i biomedycznych oraz produktach, do których mogą być zastosowane, a także konferencje, warsztaty i seminaria zapewniają dostęp do wyników badań bardzo szerokiemu gronu użytkowników. Marcus Tullius Cicero słynny popularyzator filozofii greckiej, polityk, a nade wszystko mówca rzymski, w swych „*Mowach*” zwrócił uwagę na znaczenie praktyki, i jak się wydaje przez ponad dwa tysiące lat, spostrzeżenie to nic nie straciło na aktualności. Jak z tego wynika, każde działanie musi mieć zatem przemyślaną fazę wdrożenia, a weryfikacja doświadczalna wydaje się jedyną metodą sprawdzenia prawidłowości założeń wszelkich działań. Nie inaczej musiało być w analizowanym przypadku.

Dla rozszerzenia celów e-foresightu na sferę aplikacji i implementacji wiedzy o wyselekcjonowanych technologiach kształtowania struktury i własności powierzchni materiałów inżynierskich i generalnie technologii procesów materiałowych i przetwórstwa materiałów inżynierskich, głównie w przemysłach maszynowym i elektrotechnicznym, opracowano koncepcję centrum **e-transferu technologii** i towarzyszących temu procesowi zadań [1000]. Związki pomiędzy procesem e-foresightu, a e-transferem technologii przedstawiono schematycznie na rysunku 241. Celem tych działań jest praktyczna implementacja nowoczesnych technologii w wymienionym zakresie przez małe i średnie firmy dla podniesienia ich innowacyjności i konkurencyjności. Nowe centrum transferu technologii jest grupą Pracowni i Zespołów Tematycznych. Poszczególne Zespoły realizują zadania polegające na transferze technologii, jednak bez świadczenia usług, udostępniając na odpowiednio opracowanej platformie internetowej w trybie Open Access informacje i wiedzę dotyczącą materiałów inżynierskich oraz technologii procesów materiałowych i obróbki powierzchni, wynikające z wykonanych badań e-foresightowych [4,20-22] oraz bieżącego monitorowania problemów materiałoznawczych, bez



Rysunek 241. Proces e-foresightu technologicznego a e-transfer technologii [4,1000]

dedykowania oferty do konkretnych odbiorców. Zadania te określono jako e-transfer technologii (elektroniczny transfer technologii), który ma być realizowany na bieżąco, bez żadnych ograniczeń i bezpłatnie z wykorzystaniem ogólnodostępnej (Open Access) platformy internetowej. Rola pierwszego Zespołu polega na e-doradztwie prowadzającym się do możliwości swobodnego i nieograniczonego korzystania przez zainteresowane podmioty z udostępnionych na odpowiednich stronach platformy map drogowych i kart informacyjnych dotyczących priorytetowych innowacyjnych technologii inżynierii powierzchni materiałów. Działalność kolejnego Zespołu realizującego funkcję e-szkolenia również zgodnie z formułą Open Access ma polegać na udostępnieniu on-line stosownych materiałów szkoleniowych i zapewnieniu beneficjentom możliwości samooceny stanu wiedzy dotyczącej technicznego doboru materiałów inżynierskich oraz technologii procesów materiałowych i obróbki powierzchni z wykorzystaniem dedykowanych temu zadaniu kart samooceny wiedzy. Beneficjent biorący udział w e-szkoleniu w pierwszej kolejności dokonuje wstępnej samooceny poziomu wiedzy na podstawie generowanych systemowo wyników wypełnionego przez niego testu, pobiera dostępne on-line materiały szkoleniowe i po przestudiowaniu zalecanych opracowań dokonuje ponownej samooceny dla określania poczynionych postępów. Cykl ten może być wielokrotnie powtórzony, aż do osiągnięcia satysfakcjonujących beneficjenta rezultatów. Zespół informacyjny skupiony jest natomiast na przekazywaniu w trybie otwartym (Open Access) e-informacji o rozwoju zasobów platformy internetowej i podejmowanych inicjatywach e-transferu technologii oraz możliwościach adaptacji nowoczesnych technologii przez małe i średnie przedsiębiorstwa. Podstawą funkcji doradczych, szkoleniowych i informacyjnych jako istoty e-transferu technologii są specjalistyczne badania materiałoznawcze wykonywane w Pracowniach tematycznych, realizujących prace badawcze zgodnie z trendami i kierunkami rozwoju wytyczonymi w drodze badań foresightowych oraz monitorowanie problemów, do realizacji których wykorzystana jest specjalistyczna aparatura. Nowatorska koncepcja e-transferu technologii, związana z e-doradztwem, e-szkoleniem i e-informacją wspierana własnymi badaniami naukowymi w zakresie tematyki wynikającej z badań e-foresightowych i monitoringu aktualnych problemów będących podstawą e-transferu technologii będzie rozwijana i stanowi istotny wkład autorów niniejszej książki w rozwój nauki o organizacji i zarządzaniu w zakresie komputerowo wspomaganego zarządzania wiedzą.

Synergiczne oddziaływanie obu koncepcji e-foresightu oraz wywodzącej się z niej metody e-transferu technologii i wiedzy umożliwiającej praktyczną implementację wykonanych badań

materiałoznawczo-heurystycznych, tworzy pełny i zintegrowany system predykcji rozwoju technologii kształtowania struktury i własności powierzchni oraz aplikacji wyników tych badań w szerokim środowisku menadżerów i inżynierów zatrudnionych w jednostkach przemysłowych. Podstawą funkcji doradczych, szkoleniowych i informacyjnych jako istoty e-transferu technologii są specjalistyczne badania, do realizacji których wykorzystana jest najwyższej klasy unikatowa aparatura, natomiast wyklucza się możliwość realizacji prac na zamówienie przedsiębiorstw, niezależnie od źródła finansowania, a jedynie przewiduje się korzystanie przez przedsiębiorstwa z opublikowanych poprzez opracowaną interaktywną platformę badawczą wyników badań. Tryb Open Access umożliwia skorzystanie z bazy wiedzy każdemu, bezpłatnie i na równych zasadach, równocześnie wykluczając selektywne rozwiązywanie jakichkolwiek problemów naukowych i technicznych. W trybie tym tematyka badań może być proponowana przez wszystkich przedsiębiorców, jak również wszyscy mogą później bezpłatnie z wyników tych badań korzystać mając możliwość zapoznania się z całością informacji, w dowolnym momencie i bez jakichkolwiek ograniczeń. Monitoring aktualnych problemów jako jedynie pośrednia forma interakcji z przedsiębiorstwami umożliwi natomiast ukierunkowanie prac badawczych na zaspokojenie realnych potrzeb gospodarki opartej na wiedzy i innowacji. Niewątpliwie bardzo obszerny materiał dotyczący technologii obróbki powierzchni materiałów inżynierskich i biomedycznych, zgromadzony w niniejszej książce, zawierający również wyniki bardzo wielu badań własnych wykonanych w tym zakresie w ostatnich latach, stanowił solidny fundament dla podjęcia badań e-foresightowych i kreowanych innowacyjnych działań w zakresie e-transferu najnowocześniejszych i najbardziej perspektywicznych technologii obróbki powierzchni materiałów.

*„W nauce istotne jest nie tyle zdobywanie nowych faktów,
ile odkrywanie nowych sposobów myślenia o nich”*

Sir Lawrence Bragg (1890-1971)

Zdjęcia materiałograficzne

W niniejszej książce zaprezentowano 81 zdjęć materiałograficznych struktury powierzchni wybranych materiałów inżynierskich poddanych różnym procesom technologicznym obróbki powierzchniowej lub uszkodzonym w różnych warunkach eksploatacji, uzyskanych z wykorzystaniem różnych metod badań, w tym mikroskopii świetlnej, mikroskopii konfokalnej laserowej, mikroskopii elektronowej skaningowej oraz transmisyjnej. Wśród starannie wybranych zdjęć są warstwy wierzchnie uzyskane w wyniku obróbki cieplno-chemicznej oraz powłoki naniesione w procesach galwanicznych, powłoki ceramiczne, nanoszone z fazy gazowej w procesach PVD i CVD, po laserowej obróbce powierzchni, gradientowe materiały narzędziowe, warstwy powierzchniowe uzyskane w wyniku teksturyzacji chemicznej i laserowej krzemu fotowoltaicznego, a także zmiany powierzchni wywołane korozją oraz zużyciem i uszkodzeniem trybologicznym.

Tablica 47. Zestawienie plansz przedstawiających zdjęcia materiałograficzne struktury wybranych materiałów inżynierskich poddanych różnym procesom technologicznym obróbki powierzchniowej lub uszkodzonych w różnych warunkach eksploatacji

Plansza	Tytuł planszy	Stronica
1	Obróbka cieplno-chemiczna i galwaniczna oraz warstwy ceramiczne	425
2	Nanoszenie powłok z fazy gazowej podłoża z materiałów konstrukcyjnych i narzędziowych	426
3	Nanoszenie powłok z fazy gazowej na spiekane materiały narzędziowe	427
4	Laserowa obróbka powierzchni stali	428
5	Laserowa obróbka powierzchni stopów Mg-Al-Zn	429
6	Gradientowe materiały narzędziowe	430
7	Obróbka powierzchni krzemu fotowoltaicznego	431
8	Korozja stopów metali	432
9	Zużycie narzędzi i uszkodzenie trybologiczne metali i ich stopów	433