

WSPÓŁCZESNE NARZĘDZIA OCENY TECHNOLOGII

Małgorzata KARCZEWSKA, Joanna MATERZOK, Jan SKONIECZNY

Streszczenie: W artykule przedstawiono technologię jako podstawowy czynnik rozwoju gospodarki. Opisano narzędzia analizy technologii, takie jak: wywiad technologiczny, model akceptacji technologii, prognozowanie technologiczne, foresight i technology assessment. Dokonano ich oceny ze względu na zastosowanie.

Słowa kluczowe: technologia, ocena technologii, narzędzia oceny technologii.

1. Wprowadzenie

Termin technologia określa naukę o sztuce lub rzemiośle [1, s. 748]. Współcześnie definiuje się ją jako wiedzę o metodach wytwarzania [2, s. 246]. Technologię utożsamia się niekiedy z techniką. Nie jest to podejście w pełni poprawne. Przez technikę należy rozumieć środki i procedury stosowane przy wytwarzaniu jakiegoś wyrobu. Wynika z tego, że technologia jest częścią techniki, a ta z kolei jest częścią nauki. Możemy zatem mówić o triadzie: nauka – technika – technologia (więcej o definiowaniu techniki i jej związku z technologią w pracy [3, s.11-13]).

W literaturze dotyczącej technologii uznaje się ją za podstawowy czynnik rozwoju gospodarki oraz istotny element kultury społeczeństwa [4, s. 179]. Nie oznacza to wcale, że nowe formy i procesy społeczne są determinowane przez zmiany technologiczne. Również odwrotnie - zmiany społeczne nie determinują zmiany technologicznej. Według M. Castellsa proces odkryć naukowych, technicznych innowacji i społecznych zastosowań implikuje tak wiele czynników (włączając w to indywidualną pomysłowość i przedsiębiorczość), że końcowy wynik zależy od wzajemnych relacji między nimi [5, s. 22].

Chociaż samo społeczeństwo nie determinuje zmian w technologii, to może za pośrednictwem organizacji (przedsiębiorstw i instytucji publicznych) wpływać na jej dalszy rozwój w wyniku procesu technicznej modernizacji. Proces taki jest zdolny odmienić w ciągu kilku lat stan gospodarki i społecznego dobrobytu. Zdolność lub brak zdolności społeczeństwa do opanowania techniki i technologii (zwłaszcza o strategicznym znaczeniu dla rozwoju gospodarki i społeczeństwa), w dużej mierze kształtuje ich przeznaczenie, jak i użytki, jakie społeczeństwo – zawsze w procesie konfrontacji różnych poglądów – decyduje się zrobić ze swego potencjału technologicznego [5, s. 24-25]. Wynika z tego, że określenie związku pomiędzy techniką, technologią a społeczeństwem wymaga zdefiniowania roli firm prywatnych i instytucji państwowych, które mogą hamować, uwalniać lub przewodzić technologicznym innowacjom.

Problem ten jest istotny w kontekście dysponowania przez instytucje państwowe w Polsce znacznymi środkami finansowymi pochodzącymi z funduszy unijnych, które są głównie przeznaczone na rozwój społeczeństwa opartego na wiedzy (GOW). Jedną z barier w realizacji tego celu jest niewystarczające stosowanie przez decydentów narzędzi oceny technologii. Narzędzia te są z powodzeniem wykorzystywane przez najbardziej innowacyjne regiony europejskie, mające doświadczenie w transformacji lokalnego

przemysłu opartego na tradycyjnych technologiach. Tak zarysowany problem badawczy określa kształt i treść niniejszego artykułu. Jego celem jest charakterystyka narzędzi oceny technologii takich jak: wywiad technologiczny, model akceptacji technologii prognozowanie technologiczne, foresight i technology assessment.

2. Analiza i ocena technologii

Massachusetts Institute of Technology (MIT) wyróżnia corocznie dziesięć wyłaniających się technik i technologii (emerging technologies) w świecie (zob. tabela 1). Charakter ich jest bardzo szeroki.

Tab. 1. Wyłaniające się techniki i technologie (*Emerging technologies*) według MIT w latach 2007-2010. Opracowanie własne na podstawie [6]

2007	2008	2009	2010
Rozszerzona rzeczywistość	Modelowanie sytuacji niestandardowych	Asystent inteligentnego oprogramowania	Degradowalne implanty
Metody odtwarzania brakującej informacji w obrazowaniu cyfrowym	Chipy probabilistyczne	100\$ Genom – chip obniżający koszty sekwencjonowania DNA	Dwuaktywne przeciwciała
Nanowłókna wspomagające zatrzymanie krwotoku bądź urazu mózgu	Nanoradio - najmniejszy odbiornik fal radiowych	Pamięć racetrack (RM)	Modyfikowanie komórek pierwotnych
Kontrola połączeń neuronowych w mózgu	Przesył energii elektrycznej bez kabla	Maszyny na wzór organizmów żywych	Możliwość otrzymania paliwa ze światła
Anteny skupiające światło słońca	Magnetometry atomowe	Diagnoza/badanie za pomocą papieru	Sprawniejsze ogniwa słoneczne
Analiza pojedynczej komórki	Strony internetowe działające offline	Płynne baterie	Ekologiczny beton
Spersonalizowane medyczne monitory	Tranzystory grafenowe	Reaktor z falą wędrującą	Obrazy 3D
Sztucznie strukturyzowane metamateriały	Konektomika - badanie połączeń neuronalnych	Pizoelektryczne nano-przewody	Błyskawiczne przeszukiwanie sieci
Umiejętne wykorzystanie kropek kwantowych, które prowadzi do zwiększenia efektywności baterii słonecznych	Dziedzina informatyki społecznej, jaką jest Reality Mining	HashCache- metoda przechowywania zawartości stron internetowych	Telewizja społecznościowa
Sieci P2P powiększające zdolność Internetu do oglądania materiałów wideo	Enzymy celulotyczne	Sieć określana przez oprogramowanie	Cloud computing

Również w Polsce sporządza się podobne rankingi. Komitet zarządzający projektem „Perspektywa Technologiczna Kraków – Małopolska 2020” uznał, że najbardziej potrzebne technologie w Polsce to:

- inżynieria tkankowa – różne urządzenia do przeszczepu oraz produkcji implantów; możliwe będzie użycie komórek odpornościowych człowieka w celu zniszczenia szkodliwych substancji w jego organizmie, np. raka,
- leki i technologie miejscowo niszczące nowotwory – substancje, urządzenia, a także materiały, które selektywnie będą atakować nowotwory, nie niszcząc przy tym zdrowych komórek,
- usprawnienie procesu leczenia w oparciu o analizę danych – leczenie stanie się znacznie ulepszone dzięki analizowaniu dużych, standardowych zestawów danych, które będą się odnosiły do indywidualnych pacjentów i ich stanów chorobowych,
- monitoring i kontrola stanów chorobowych – stosowany będzie osobisty monitoring oraz urządzenia, które same będą dozować leki na żądanie, aby kontrolować takie choroby jak np. cukrzyca, nadciśnienie,
- budownictwo samowystarczalne energetycznie – technologie w budowie samowystarczalnych domów, zapewniać one będą energię oraz elektryczność,
- czyste technologie energetyczne – systemy, które umożliwiają otrzymywanie energii elektrycznej oraz ciepłej ze źródeł odnawialnych, a także surowców energetycznych, nie wywierając na środowisko naturalne negatywnego wpływu,
- inżynieria materiałowa i nanotechnologie dla zastosowań specjalnych – materiały o wysokich parametrach wytrzymałościowych dla wykorzystania w konstrukcjach, materiały do użycia przez nietypowe źródła energii, do wykorzystania w medycynie, farmacji, biotechnologii, telekomunikacji itd.,
- bezdotykowy interfejs komputerowy – wprowadzanie danych przy użyciu gestów, głosu lub też tęczówki, pozwala także na prezentację tych danych wykorzystując ubieralne komputery oraz ekrany wbudowane w okularach,
- systemy inteligentne – systemy mające wbudowaną logikę przetwarzania informacji, które pozwalają na adaptację ich działania w zmiennych warunkach pracy,
- powszechny dostęp do informacji – dostęp do informacji w każdym miejscu oraz czasie przy wykorzystaniu środków komunikacji udostępnionych na danym terenie [7].

Wybór tych technologii nie byłby możliwy bez jej analizy i oceny. Stanowią one składnik analizy potencjału organizacji i są punktem rozpoczęcia opracowania jej strategii rozwoju. Nie jest to proces zorientowany wyłącznie na ocenę sprawności technicznej i ekonomicznej racjonalności. Zgodnie z dzisiejszymi trendami proces ten powinien obejmować obok analiz ekonomicznych i technicznych, również badanie aspiracji grup społecznych i ekologicznych oraz konsekwencji politycznych, które mogą wynikać z wdrożenia określonej technologii.

Systematyczne stosowanie metod analizy i oceny technologii przynosi zatem organizacji wymierne korzyści, z których najważniejsze to:

- określenie prawdopodobnego wpływu technologii na społeczeństwo, gospodarkę, politykę, ekologię i kulturę,
- rozpoznanie potencjalnych możliwości rozwoju danej technologii,
- zmniejszenie ryzyka wynikającego ze stosowania danej technologii,
- skoncentrowanie się na najważniejszych aspektach wykorzystania technologii,

- umożliwienie wielostronnych konsultacji pomiędzy różnymi grupami interesu oraz stworzenie płaszczyzny porozumienia pomiędzy nimi,
- podjęcie racjonalnej decyzji o wykorzystaniu danej technologii.

Próby analizy i oceny technologii mają na celu zapewnienie racjonalnych przesłanek wyboru danej technologii w procesie decyzyjnym. Oczywiście, nie zawsze dokonane wybory są w pełni trafne. Jednak, dzięki wykorzystywaniu sprawdzonych w praktyce narzędzi, wybory te są bardziej racjonalne, ponieważ można ograniczyć niepewność, która zawsze towarzyszy temu wyborowi. Narzędzia analizy i oceny technologii pozwalają na zdefiniowanie przez specjalistów obszarów, w których technologia powinna być dalej rozwijana i stosowana. Dodatkowo, można zaobserwować, jakie założenia, czy też obawy kryją się przy rozpatrywaniu decyzji o wykorzystaniu (bądź nie) danej technologii oraz jakie ryzyko występuje przy różnych sposobach jej wdrażania.

3. Instrumenty analizy i oceny technologii

3.1. Wywiad technologiczny

Wywiad technologiczny pozwala organizacji na zidentyfikowanie możliwości i zagrożeń związanych z wdrażaniem technologii, które mogą wpłynąć na przyszły jej rozwój. Ma na celu gromadzenie i rozpowszechnianie informacji technologicznych wykorzystywanych w planowaniu strategicznym. Obecnie, gdy cykl życia różnych technologii ulega znaczeniu skróceniu, przeprowadzanie skutecznego wywiadu technologicznego staje się istotnym działaniem każdej organizacji. Proces gromadzenia informacji potrzebnych do formułowania hipotez prognostycznych oraz oceny, literatura anglojęzyczna nazywa: *Quick Technology Intelligence Processes (QTIP)* [8, s. 94]. W Polsce termin ten nosi krótką nazwę wywiadu technologiczny.

Wywiad w całości opiera się na badaniu osiągnięć naukowych, na podstawie udostępnionych zbiorów danych. Ponadto, kiedy ocenia się technologię, dodatkowo używa się baz danych odnoszących się do patentów. Najpopularniejszą bazą danych jest *Science Citation Index (SCI)*. Baza ta, dostępna jest przez Internet, jak również wydawane są wersje papierowe oraz na płytach CD. Pozwala ona na zidentyfikowanie np. które artykuły bywają najczęściej cytowane. Inną bazą danych tego rodzaju jest INSPEC, jest ona popularniejsza niż SCI, ponieważ dostęp do niej jest znacznie tańszy, wykorzystuje ją wiele uniwersytetów i bibliotek. Krótkie opisy patentów można znaleźć w bazie danych *Derwent World Patent Index (DWPI)*. Zarejestrowane patenty w Polsce można znaleźć na stronie Polskiego Urzędu Patentowego (<http://www.uprp.pl>). Bardzo często wykorzystywane są bazy danych, które dotyczą wyłącznie danej dyscypliny nauki. Chcąc odnaleźć informacje dotyczące technologii można skorzystać z baz danych stowarzyszeń technicznych. Udogodnieniem są dostępne na rynku oprogramowania, które analizują dane, nazywane są: *tech mining software*. Przykładem jest VantagePoint (<http://www.thevantagepoint.com/>). Współpracuje on z wynikami wyszukiwania z tekstowych baz danych. Najpierw sprawdza wyszukiwanie używając wyszukiwarki używanej przez naszą bazę danych. Następnie ściąga dane na nasz komputer i importuje je do programu VantagePoint. W tym momencie dane, które posiadamy można grupować na te, które nas bardziej interesują, analizować je pod różnym kątem, a także przygotowywać raporty z naszych wyszukiwań oraz wiele innych. Opierając się na zbiorach danych i oprogramowaniach analizujących, możliwe jest stworzenie automatycznego systemu analizowania przyszłych technologii, który nazywany jest *Future-oriented Technology Analysis (FTA)*. Oceniając pozycję danej organizacji bierze się

stosunek cytowań pochodzących z własnych placówek do całkowitej liczby cytowań z danej dziedziny. Aby uzyskać rzeczywisty wynik należy zbadać wszystkie prace oraz patenty, które otrzymamy w drodze selekcjonowania baz danych zawierających słowa kluczowe dotyczących danej technologii [8, s. 95].

3.2. Model akceptacji technologii (MAT)

Model akceptacji technologii (*Technology Acceptance Model*) został przedstawiony w pracy T. Przechlewskiego [9]. MAT uświadamia potencjalnemu użytkownikowi nowej technologii, że istnieje wiele czynników wpływających na jego decyzję o sposobie jej wykorzystania. Model ten został „przejęty” z psychologii społecznej, z teorii uzasadnionego działania (*theory of reasoned action*) oraz teorii planowanego działania (*theory of planned behaviour*). Teoria uzasadnionego działania opiera się na założeniu, że każde działanie poprzedzone jest pewną intencją, kształtującą się na bazie dwóch czynników: subiektywnej normie (*subjective norms*) oraz postawie wobec tego zachowania (*attitude toward behaviour*). Subiektywne normy oznaczają przekonanie danej osoby, czy jej działania będą pozytywnie czy też negatywnie odbierane przez innych, ważnych dla niej ludzi. Postawa względem zachowania to przekonania dotyczące następstw działania i ich oceny.

Istotną rolę w MAT odgrywają dwie oceny:

- użyteczność (*perceived usefulness*),
- łatwość użytkowania (*perceived easy of use*).

Pierwsza z nich (tj. użyteczność) to poziom, do którego osoba wierzy, że wykorzystywanie danej technologii poprawi wydajność jej pracy. Natomiast, łatwość użytkowania to poziom, do którego osoba jest przekonana o tym, że wykorzystywanie danej technologii nie będzie wymagało żadnego wysiłku z jej strony. Model ten został adaptowany w Polsce. Zakłada on, że czynniki zewnętrzne (np. organizacyjne) mają wpływ na intencje określając użyteczność i łatwość użytkowania. Jednak użyteczność ma znacznie większy wpływ niż łatwość użytkowania. Obie intencje mają natomiast wpływ na postawę względem zachowania. Z kolei postawa ta wraz z użytecznością wpływają na intencję użytkowania, co ostatecznie prowadzi do decyzji i formy użytkowania danej technologii.

3.3. Prognozowanie technologiczne

P. Lowe wyróżnia dwa rodzaje prognoz technologicznych [10, s. 119]. Pierwszy z nich to prognozowanie badawcze lub prognozowanie możliwości technologicznych (*Technological Opportunity Forecasting*). W takim prognozowaniu analizuje się sposób, dzięki któremu otrzymano obecne rozwiązanie, w jakim kierunku będzie ono prowadzić i jakie daje perspektywy. Druga możliwość prognozy to prognozowanie technologiczne normatywne. Polega na ustaleniu danego celu i porównania go ze stanem obecnym. W praktyce polega to na określeniu celu, do którego dąży organizacja oraz technologii niezbędnych do realizacji tego celu. Inaczej mówiąc, charakteryzuje przyszłe potrzeby i możliwości danego rynku, a także określa cele, które mają wpływ na daną technologię. Wszystkie, wskazane cele zestawia się według ich istotności równocześnie z możliwościami ich uzyskania. Kolejnym zadaniem jest przeprowadzenie badań, aby zagwarantować odpowiedni rozwój technologii, który umożliwi osiągnięcie określonych celów. Znane jest to pod nazwą: prognozowanie zapotrzebowania na technologię (*Technology Demand Forecasting*).

Dokonując analizy dotyczącej przyszłości ważne jest ustalenie odpowiedniej skali czasu. Ocena musi brać pod uwagę nowoczesność danej technologii oraz szybkość w reakcji gospodarki na rozwój technologiczny. Dlatego, potrzeba rozpoznać elementy społeczne, ekonomiczne oraz polityczne oraz ich wzajemny wpływ na kształt przemysłu i rynku, na którym on działa. Należy pamiętać, że nie tylko istotne jest to „co nastąpi”, ale także moment, jakim należy oczekiwać tego rodzaju rozwój oraz, jakie finansowe konsekwencje przyniesie ze sobą.

3.4. Foresight technologiczny

Foresight oznacza w języku polskim „przewidywanie” albo „badanie przyszłości” organizacji. Termin ten nabiera jednak głębszego znaczenia z punktu widzenia nauki. W Polsce przyjął się termin w brzmieniu angielskim. Definiuje się go, jako proces kreowania kultury myślenia społeczeństwa o przyszłości, w którym zarówno naukowcy, inżynierowie, jak przedstawiciele przemysłu, czy pracownicy administracji publicznej biorą udział w wyznaczaniu strategicznych kierunków rozwoju badań i rozwoju technologii, w celu przysporzenia jak największych korzyści ekonomicznych i społecznych w gospodarce [8, s. 93]. Foresight zawiera w sobie elementy pewnego rodzaju prognozowania, czy też przewidywania przyszłości. Biorący udział w projektowaniu foresight ustalają priorytetowe kierunki badań wspólnie tworząc wizję przyszłych osiągnięć. Należy jednak pamiętać, że foresight, a prognozowanie to dwie odrębne narzędzia.

W tabeli 2 pokazano metody wykorzystywane w foresight technologicznym. Część z nich została specjalnie opracowana dla procesu „badania przyszłości” organizacji, inne natomiast zapożyczono z obszaru zarządzania przedsiębiorstwem.

Tab. 2. Metody foresightu technologicznego według Milesa i Keenana [11, s. 100]

Grupa	Metoda
Identyfikacja problemu	Skanowanie otoczenia, analiza SWOT, ankiety problemowe
Podejścia ekstrapolujące (prognostyczne)	Ekstrapolacja trendu, modelowanie symulacyjne, prognozowanie geniusza, metoda Delphi
Podejścia kreatywne	Burza mózgów, panele eksperckie, analiza między wpływami, scenariusze
Ustalanie priorytetów	Technologie niezbędne (i kluczowe), mapa drogowa technologii

3.5. Technology Assessment (TA)

Technology assessment (pomiar techniki / technologii) jest narzędziem, które uznaje istotną rolę technologii w przemianie gospodarki, społeczeństwa, kultury itd. Pojawienie się tego narzędzia opiera się na założeniu, że rozwój technologiczny wpływa na społeczeństwo i nie jest wyłącznie zdeterminowany przez swoją własną logikę. Takie ujęcie problemu wymaga badania czynników i sił związanych z projektowaniem i wdrażaniem konkretnej technologii. Powinno także umożliwiać społeczną dyskusję wokół tego tematu oraz uwzględniać jej wyniki strategiami opartych na rozwoju technologii.

Inne definicje TA to:

- systematyczny, wielodyscyplinarny proces badawczy i komunikacyjny, który łączy opinie podmiotów zainteresowanych i wiedzę ekspertów (krajowych i międzynarodowych) na temat potencjalnych długofalowych zastosowań i wpływu społeczno-ekonomicznego nowych technologii, oraz wyznacza ścieżki rozwoju, zgodnie z którymi mogą zostać podjęte decyzje dotyczące inwestycji publicznych i prywatnych,
- ocena konkretnych technologii i ich skutków z punktu widzenia kryteriów społecznych, ekologicznych, itp.,
- systematyczna analiza systemów socjotechnologicznych (z akcentem na społeczne efekty technologii),
- analiza wpływu technologii na społeczeństwo (badania przy pomocy naukowych metod tych konsekwencji, których nie uwzględniają oceny technologiczne i ekonomiczne);
- ocena alternatywnych technologii (przy porównaniach i wyborze technologii),
- element studiów nad „przyszłością technologiczną” (studia te obejmują projekcje dotyczące innowacji i ich dyfuzji, proces przygotowania wyborów technicznych oraz ocenę czyli wartościowanie skutków nowej technologii, a także kompleksowe planowanie technologiczne oraz ustalenie parametrów technologicznych dla planowania ekonomicznego i społecznego),
- nazwa ruchu społecznego reprezentującego radykalną zmianę opinii publicznej wobec nauki i technologii oraz jako normatywny składnik polityki zobowiązujący decydentów do lepszego stosowania technologii w interesie całego społeczeństwa (ocena technologii zostaje powiązana z oceną polityki rządu),
- element badań naukoznawczych i technoznawczych oraz studiów nad polityką naukowo-techniczną,
- kompleksowe kontrolowanie i zarządzanie technologią [12, s. 62], [13, s. 193].

Podstawowym celem TA jest zidentyfikowanie ryzyka wprowadzenia technologii wystarczająco wcześnie, tak, żeby możliwe było precyzyjne zbadanie zakresu możliwych społecznych, ekonomicznych, politycznych, kulturalnych oraz ekologicznych skutków oraz, żeby analiza związana z tym procesem skupiła się rzeczywistym problemie. Analiza i ocena technologii polega na badaniu określonych parametrów technologicznych, opracowywaniu prognoz technologicznych, oraz na całościowej ocenie skutków i prawdopodobnych następstw użytej technologii w wymiarze społecznym, politycznym i ekologicznym. Polega również, na ocenie wyboru innych możliwości, alternatyw. Wiąże się to z opracowaniem wielu opcji wyboru technologii możliwych do akceptacji społecznej. Z tego względu w TA wykorzystuje się wiele metod i technik zarządzania takich jak: burzę mózgów, analizę literatury, analizę konkretnych dokumentów, opinie ekspertów, studia przypadków, analizę kosztów i korzyści, symulacje komputerowe, opracowywanie scenariuszy i opracowywanie konkretnych procesów, angażujących społeczeństwo [13, s. 194].

Wynika z tego, że nie istnieje jedna metoda TA, a raczej mamy do czynienia ze zbiorem metod TA. Ważne jest, żeby metody te były odpowiednio stosowane do przedmiotu objętego aktualną analizą. TA obejmuje następujące kroki:

- określenie problemu,
- opis technologii,
- prognozowanie technologii,
- opis kontekstu społecznego,
- prognozowanie społeczne,

- identyfikacja skutków,
- analizę skutków,
- ocenę skutków,
- analizę polityki,
- informowanie o rezultatach analizy [14, s. 43].

TA jest złożoną metodą szacowania technologii. Zakres wykorzystania TA może się znacznie różnić w praktyce w zależności od budżetu pieniężnego i czasowego. Wyróżnia się analizy makro obejmujące badanie rozwoju technologii w okresie 10-30 lat oraz analizy mikro obejmujące badanie rozwoju technologii do 3 lat. Krótsze analizy mają miejsce rzadziej i w zasadzie ograniczają się do studiów literaturowych oraz opinii ekspertów.

4. Podsumowanie

Znaczenie technologii jako czynnika rozwoju gospodarki ciągle wzrasta, głównie w skutek pojawiających się nowych technologii, opartych na innowacjach w obszarze teleinformatyki, biologii i genetyki. Technologie te, stosunkowo w krótkim okresie, mogą przyczynić się do poprawy poziomu życia społeczeństwa i wzrostu efektywności gospodarki. Żeby tak się stało, opisane w artykule narzędzia powinny być zatem pilnie studiowane i stosowane w praktyce inżynierskiej.

Literatura

1. Słownik Wyrazów Obcych PWN. PWN, Warszawa, 1980.
2. Pszczołowski T.: Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji. Zakład Narodowy Ossolińskich – Wydawnictwo, Wrocław, 1978.
3. Siciński A.: Technika a egzystencja ludzka. [w:] Technika a społeczeństwo. PIW, Warszawa, 1974.
4. Skonieczny J., Świda A.: Twórczość jako podstawowy czynnik rozwoju gospodarki. [w:] Wiedza w gospodarce i gospodarka oparta na wiedzy. Edukacja w gospodarce opartej na wiedzy. pod red. Hopeja M., Moszkowicza M., Skalika J., Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław, 2010.
5. Castells M.: Społeczeństwo sieci. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2008.
6. 10 Emerging Technologies 2010, <http://www.technologyreview.com/tr10/>.
7. 10 Technologii przyszłości dla województwa małopolskiego, <http://www.idg.pl/news/359382/>
8. Kasprzak W.A., Pelc K.I.: Strategie innowacyjne i techniczne. Prognozy. PALMApress, Wrocław, 2008.
9. Przechlewski T., Model akceptacji technologii, http://gnu.univ.gda.pl/~tomasz/Pubs/tam_intro/TAM_intro.html.
10. Lowe P.: Zarządzanie technologią. Możliwości poznawcze i szanse. Wydawnictwo Naukowe „Śląsk”, Katowice, 1999.
11. Foresight technologiczny. Tom 1: Organizacja metody. Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, http://www.parp.gov.pl/files/74/81/158/2007_for_tech_t1.pdf.
12. Podręcznik RegStrat. Wywiadowcze narzędzia polityki regionalnej (narzędzia SPI), Tworzenie lepszej polityki regionalnej w Europie. Politechnika Wrocławska, Wrocław, 2008.
13. Zacher L. (red.): Filozofowie o technice. Interpretacje dawne i współczesne. Krajowa Agencja Wydawnicza, Warszawa, 1986.

14. Sienkiewicz P.: Transformacje 2008-2009, Ewaluacja technologicznego rozwoju globalnego społeczeństwa informacyjnego, P. Sienkiewicz, Akademia Leona Koźmińskiego, <http://kozminski.edu.pl/index.php/pl/transformacje/>.

Mgr inż. Małgorzata KARCZEWSKA
Absolwentka Politechniki Wrocławskiej
doktorantka na Uniwersytecie Ekonomicznym we Wrocławiu
Wydział GRiT w Jeleniej Górze

Mgr inż. Joanna MATERZOK
Absolwentka Politechniki Wrocławskiej

Dr inż. Jan SKONIECZNY
Instytut Organizacji i Zarządzania
Politechnika Wrocławska
email: m.karczewska@gmail.com
joanna.materzok@gmail.com
jan.skonieczny@pwr.wroc.pl