

WIERZBICKI Andrzej P.¹

Zarządzanie wiedzą a projekt i eksploatacja Kolei Dużych Prędkości

1. WPROWADZENIE

Każdy projekt dużej skali, w szczególności dotyczący zagadnień, o których wiedza rozproszona jest na świecie, może zyskać poprzez uświadomienie uczestnikom projektu, czym jest współczesne zarządzanie wiedzą oraz dziedziny pokrewne, jakie są możliwości ich zastosowań w projekcie, jakie korzyści mogą one przynieść.

Dotyczy to z pewnością projektu Kolei Dużych Prędkości, z uwagi na kilka jego cech:

- 1) Jest to projekt dużej skali, a więc należy wykorzystać wszelkie możliwe jego usprawnienia;
- 2) Na temat kolei dużych prędkości jest bardzo wiele wiedzy, rozproszonej na świecie, więc nie chodzi tu o tworzenie nowej, innowacyjnej wiedzy od podstaw, ale o zgromadzenie oraz sprawdzenie wiedzy istniejącej i jej innowacyjne dostosowanie do warunków polskich;
- 3) W projekcie Kolei Dużych Prędkości w Polsce duże znaczenie mieć może sprawdzanie spójności działań poszczególnych uczestników projektu oraz synteza gromadzonej wiedzy.
- 4) Dane związane z eksploatacją Kolei Dużych Prędkości będą z pewnością stanowiły bardzo duży zbiór, a więc ich analiza powinna wykorzystać całość dużych doświadczeń inżynierii wiedzy w zakresie analizy danych (*data mining*).

Zarządzanie wiedzą, w połączeniu z dziedziną jej pokrewną (czy nawet pierwotną, patrz niżej), inżynierią wiedzy, może wiele wnieść do rozwiązywania problemów czy usprawnienia działań związanych z powyższymi cechami projektu Kolei Dużych Prędkości.

2. ZARZĄDZANIE WIEDZĄ A INŻYNIERIA WIEDZY; MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWAŃ

Zarządzanie wiedzą jest dziedziną pokrewną zarówno do naukoznawstwa jak i do *inżynierii wiedzy*, w tym wydobywania wiedzy z dużych zbiorów danych. Historycznie, zarządzanie wiedzą wyrosło z informatyki i inżynierii wiedzy (zob. np. Wierzbicki i Nakamori 2007a), gdyż terminu *knowledge management* użyła najpierw, w początkach lat 80. ubiegłego wieku, firma DEC (Digital Equipment Corporation) dla opisu specyficznych produktów software'owych mających na celu automatyczną dokumentację rezultatów prac programistów, aby ich nie tracić np. w przypadku choroby autora; podobne rozwiązania, chociaż bez użycia terminu *knowledge management*, stosowane były też wcześniej przez IBM. Termin *knowledge management* był jednak tak atrakcyjny, że w początku lat 90. ubiegłego wieku został przejęty przez nauki o zarządzaniu i pojęcie zarządzania wiedzą traktowane jest dzisiaj raczej jako przedmiot nauk o zarządzaniu, zob. np. (Dieng i Corby 2000). Doprowadziło to też do ostrych sporów (zob. Davenport i Prusak 1998, Sveiby 1999) pomiędzy zwolennikami wyraźnej przewagi „twardych” metod informatycznych i inżynierii wiedzy w zarządzaniu wiedzą oraz zwolennikami przewagi „miękkich” metod socjologicznych i zarządzania, takich jak teorie zarządzania w odniesieniu do wiedzy i socjologiczne teorie uczenia się. Dzisiaj jednak jasne jest, że zarządzanie wiedzą jest czymś odrębnym od inżynierii wiedzy, chociaż oczywiście powinno wykorzystywać narzędzia dostarczane przez tę drugą (czy też pierwotną) dziedzinę.

Przez *zarządzanie wiedzą* rozumiemy dzisiaj więc *zarządzanie zasobami ludzkimi w epoce rewolucji informacyjnej i gospodarki opartej na wiedzy*, koncentrujące się na pracownikach wiedzy, ich wykształceniu i umiejętnościach, włącznie z dogłębnym zrozumieniem roli techników i informatyków jako twórców wiedzy, wreszcie wiedzy jako zasobu wspólnego danej organizacji czy przedsiębiorstwa, włącznie ze zrozumieniem zagadnień własności intelektualnej, konfliktów związanych z nią czy też nadmiernie uproszczonym jej traktowaniem przez prawników². Prawdą jest, że zarządzanie wiedzą nie może być zredukowane do zarządzania informacją, jednakże, jak to zwykle się zdarza przy stosowaniu nazbyt uproszczonej logiki do zagadnień wymagających bardziej zaawansowanych logik wielowartościowych, takie prawdziwe stwierdzenie kryje w sobie pułapkę nadmiernego uproszczenia: jeśli jesteśmy pewni własnej słuszności, często pomijamy głębię czy istotę złożoności zagadnienia. Obok i w celu odpowiedniego zarządzania zasobami ludzkimi twórców wiedzy, można oraz należy wykorzystywać różnorodne narzędzia inżynierii wiedzy, o czym niżej.

¹ Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy

² Prawnicy w tym konflikcie reprezentują zazwyczaj interesy korporacji, nawet jeśli twierdzą, że dążą do zastrzeżenia praw własności intelektualnej w imię interesów indywidualnych twórców. Tymczasem interpretacja praw własności intelektualnej przez korporacje jest często taka, że traktują oni jako własność korporacji całość wiedzy pracownika, włącznie z jego wiedzą ukrytą czy intuicyjną (zob. dyskusję tych pojęć poniżej). Prowadzi to do *nowego niewolnictwa* pracownika i ostrego konfliktu pomiędzy pracownikiem indywidualnym a firmą, w której pracuje. Innym aspektem tego konfliktu jest próba zawłaszczenia przez korporacje jak największej części wiedzy wspólnej ludzkości, jej intelektualnego dziedzictwa; uniwersytety reprezentują tu raczej wspólny interes dziedzictwa intelektualnego, występując z inicjatywami typu *Open Access*. Zob. np. (Lessig 2004).

Do pewnego stopnia zbliżona do zarządzania wiedzą jest także *analiza systemowa*, która dzisiaj dzieli się także na *miękką* (w istocie bardzo zbliżoną do socjologicznych metod zarządzania wiedzą) oraz *twardą* (naukę o metodach modelowania i symulacji komputerowej, optymalizacji i wspomaganiu decyzji oraz projektowania, wykorzystaniu *laboratoriów wirtualnych* do wspomagania projektowania wszelkich współczesnych systemów technicznych). Z tych dwóch dziedzin, czyli zarówno z metod nauk o zarządzaniu wiedzą jak i metod analizy systemowej, wyrosła jeszcze jedna ważna gałąź na pograniczu zarządzania wiedzą i naukoznawstwa: *mikro-teorie procesów kreowania wiedzy* na potrzeby bieżące, w odróżnieniu od klasycznych makro-teorii filozofii nauki, które dotyczyły raczej kreowania wiedzy w długiej perspektywie historycznej (Kuhn 1962, Lakatos 1976, Laudan 1977), ale nie dawały zaleceń, co zrobić, by uzyskać nawet mały przyrost wiedzy dla bieżącego zastosowania. Te mikro-teorie mogą mieć spore znaczenie w projekcie Kolei Dużych Prędkości, a więc omówimy je w dalszych punktach bardziej szczegółowo.

W projekcie tym spore znaczenie może mieć też zastosowanie *inżynierii wiedzy* – która dotyczy konstrukcji i wykorzystania informatycznych narzędzi wydobywania wiedzy ukrytej z dużych zbiorów danych, lub nawet szerzej, obejmując tym pojęciem także informatyczne narzędzia przetwarzania dużych tekstów, zatem informacji słownej. Takie znaczenie pojęcia inżynierii wiedzy jest znacznie szersze, niż jego tradycyjne znaczenie akademickie, traktujące inżynierię wiedzy wąsko jako związaną ze sztuczną inteligencją i metodami automatycznego uczenia się maszyn - przy czym to szersze rozumienie oczywiście obejmuje także rozumienie węższe, ale kładzie większy nacisk na rolę człowieka i użytkownika systemów informatycznych w procesach wydobywania czy przetwarzania wiedzy.

Przy tym szerszym jej rozumieniu – zob. np. (Dieng i Corby 2000) - inżynierię wiedzy można podzielić na kilka podstawowych działów:

- I. Wąsko rozumiana inżynieria sztucznej inteligencji i automatycznego uczenia się;
- II. Inżynieria wydobywania wiedzy ukrytej z dużych zbiorów danych;
- III. Inżynieria przetwarzania tekstu, czyli także wydobywania wiedzy, ale wyrażonej w formie słownej.

Działu I nie będziemy tu omawiać szczegółowo, poświęcone są mu obszerne monografie, np. (Bishop 2006). Dział II dąży do wyrażenia wiedzy ukrytej zawartej w dużych zbiorach danych w formie modeli użytecznych dla użytkownika - modeli logicznych, statystycznych, decyzyjnych - opiera się zatem na takich badaniach podstawowych, jak różnorodne dziedziny logiki, różne dziedziny statystyki, wielokryterialna teoria decyzji, itp.; jest on związany z działem I i w pewnych zastosowaniach wykorzystuje automatyczne uczenie się, ale zakłada znacznie większą rolę człowieka w wydobywaniu i przetwarzaniu wiedzy, tworzeniu modeli wiedzy. Doświadczenia tego działu, a zwłaszcza doświadczenia praktyczne w wydobywaniu z dużych zbiorów danych wiedzy najbardziej interesującej użytkownika, z wykorzystaniem jego intuicji i wiedzy ukrytej (zebrane np. w ponad dziesięcioletnich pracach na temat praktycznego wykorzystania metod *data mining* przez Zakład Zaawansowanych Technik Informatycznych Instytutu Łączności), z pewnością powinny być wykorzystane w eksploatacji Kolei Dużych Prędkości. W różnorodnych zastosowaniach, istotna jest także interpretacja słowna takich modeli wiedzy, zgodna z wymaganiami użytkownika, mającymi zazwyczaj także charakter wiedzy ukrytej, którą dopiero trzeba przekształcić w słowa. W eksploatacji Kolei Dużych Prędkości zostaną utworzone ogromne składnice danych, charakteryzujące różnorodne aspekty tej eksploatacji. Projektowanie takich składnic danych (*data warehouses*) wymaga także odpowiedniej wiedzy, ale najbardziej wymagającym zadaniem jest zastosowanie różnorodnych narzędzi analizy danych. Zagadnienia tego nie będziemy jednak omawiać bardziej szczegółowo w tym krótkim wprowadzeniu.

Dział III dąży do wynajdywania czy wyboru wiedzy tekstowej, jawnej, istotnej dla użytkownika a zawartej w dużych zbiorach tekstowych. Dziedziny podstawowe dla tego działu to *inżynieria ontologiczna* (konstruowanie taksonomii uzupełnionych o różnorodne relacje logiczne w dużych zbiorach tekstu, zob. np. Ding i Foo 2002), *sieci semantyczne* (*Semantic Web*, zob. Davies et al. 2003, Ehrig 2006), inżynieria wyszukiwarek internetowych, itp. W zastosowaniach, istotna okazuje się interpretacja tej wybranej wiedzy tekstowej przez użytkownika, zatem znów zgodnie z jego wiedzą ukrytą, tak jak w kręgu hermeneutycznym (zob. Gadamer 1960) czy w hermeneutycznej spirali kreowania wiedzy (zob. Ren et al. 2007).

Związane jest to jeszcze z jednym, zasadniczym rozróżnieniem sposobów konstrukcji ontologii: *odgórną konstrukcją ontologii* (*top down*), wynikającą z ludzkiego doświadczenia ekspertów, ich intuicji i emocjonalnych przekonań, oraz *oddolną konstrukcją ontologii* (*bottom up*) automatyczną lub półautomatyczną, wynikającą z jawnie zapisanych tekstów. Lokalna konstrukcja ontologii była zazwyczaj odgórna, ale obecny stan rozwoju inżynierii ontologicznej pozwala na kombinację metod odgórnych i oddolnych, problemem jest tylko sposób ich połączenia. Można na to spojrzeć z perspektywy prób łączenia *wiedzy ukrytej* (*tacit knowledge*, wiedzy intuicyjnej i emocjonalnej) z wiedzą jawną (*explicit knowledge*, wiedzy racjonalnej), które według (Nonaka i Takeuchi 1995), (Wierzbicki i Nakamori 2006) są podstawą wszelkich metod kreacji wiedzy. Z tej perspektywy, uniwersalne ontologie są mało wartościowe dla zastosowań lokalnych, gdyż nie uwzględniają wiedzy ukrytej lokalnej grupy ekspertów. Wykorzystując taką perspektywę, w Instytucie Łączności opracowano specjalny interfejs użytkownika ontologicznego systemu *PrOnto* poszukiwania interesujących tekstów w dużych zbiorach tekstów (zob. Chudzian et al. 2011), wykorzystujący nie tylko słowa kluczowe, lecz także radykalnie zindywidualizowany profil ontologiczny, definiowany intuicyjnie przez użytkownika.

W tak projekcie tak dużej skali, jak projekt Kolei Dużych Prędkości, zalecane byłoby utworzenie własnej *biblioteki cyfrowej* wraz z *repozytorium tekstów* istotnych dla projektu, wspólnego dla wszystkich uczestników projektu (przeszukiwanie takiego repozytorium znacznie skraca pracę uczestników projektu, którzy mogą polegać na fakcie, że teksty w tym repozytorium zostały już uznane za interesujące przez innych uczestników projektu). Oczywiście, aby tekst znalazł się w repozytorium, jakiś uczestnik projektu musi go wyszukać w sieci i ściągnąć (lub zarekomendować jego ściągnięcie) do repozytorium. W obu przypadkach (zarówno przeszukiwania sieci jak i przeszukiwania repozytorium) biblioteka cyfrowa powinna być wyposażona w tak zaawansowane interfejsy, jak wspomniany interfejs *PrOnto*,

pozwalające na znacznie bardziej efektywne przeszukiwanie czy to sieci czy też repozytorium, niż tylko za pomocą kilku słów kluczowych.

3. MODELE PROCESÓW KREOWANIA WIEDZY³

Epistemologia XX wieku koncentrowała się albo na makro-modelach kreowania wiedzy w długiej perspektywie historycznej (Kuhn 1962, Lakatos 1976, Laudan 1977), albo na zagadnieniach uzasadniania, weryfikacji czy falsyfikacji wiedzy, pozostawiając na uboczu zagadnienia tworzenia wiedzy, choć pod koniec stulecia pojawiło się kilka prac wskazujących na konieczność podjęcia na nowo problemu kreowania wiedzy – zob. Searle (1992), Motycka (1998). Problem ten stawał się coraz bardziej aktualny i palący w związku z postępującym przełomem cywilizacyjnym, przejściem od społeczeństwa i cywilizacji przemysłowej do społeczeństwa i cywilizacji informacyjnej i opartej na wiedzy. Za cezurę tego przełomu przyjmujemy rok 1980, przybliżoną datę połączenia dwóch wcześniejszych wynalazków – komputerów i sieci telekomunikacyjnych – i upowszechnienia pierwszych sieci komputerowych, które przyniosły globalny dostęp do informacji i wiedzy potencjalnie do każdego domu na kuli ziemskiej. Ostatnie dwudziestolecie XX wieku przyniosło ogromny wzrost roli wiedzy jako podstawowego zasobu produkcyjnego w najbardziej dochodowych dziedzinach – usługach i przemyśle komputerowym, oprogramowania, telekomunikacyjnym, w farmaceutyce i aparaturze medycznej. To zaś z kolei spowodowało szybki wzrost zapotrzebowania na lepsze zrozumienie procesów tworzenia wiedzy.

Dlatego też w ostatnim dziesięcioleciu XX wieku i w początkowych latach XXI wieku pojawiło się wiele teorii czy raczej mikro-modeli kreowania wiedzy, w różnych warunkach i przy różnych założeniach, przy czym większość z nich pochodzi nie z właściwej filozofii i epistemologii, lecz z dziedzin wiedzy zajmujących się rozwiązywaniem konkretnych problemów – i przy tym tworzeniem wiedzy – związanych z wykorzystaniem współczesnych technik informacyjnych i komputerowych, dziedzin takich jak analiza systemowa a w szczególności komputerowe wspomagane decyzji, czy teoria zarządzania a w szczególności teoria systemów zarządzania wiedzą.

3.1 Modele organizacyjnych procesów kreowania wiedzy

Chronologicznie, pierwsza z takich metod pojawiła się znacznie wcześniej (Osborn 1957) jako metoda *burzy mózgów*, jednakże dopiero znacznie później została ona w pełni sformalizowana i opisana jako *spirala DCCV burzy mózgów* (Kunifuji et al. 2004, Kunifuji et al. 2007).

Burza mózgów ma wiele definicji, sama jej nazwa implikuje intensywną inspirację i grupową generację nowych pomysłów, grupowy rodzaj kreatywnej tranzycji, którą w racjonalnej teorii intuicji nazwalibyśmy *oświeceniem* (*abdukcją, iluminacją, aha, eureka*). Jednakże po książce *Applied Imagination* (Osborn 1957) słowa “burza mózgów” nabrały specyficznego znaczenia: *burza mózgów to grupowy proces kreowania nowych idei z odroczeniem oceny ich wartości*. Dopiero później zaobserwowano, że metoda burzy mózgów może też być zastosowana indywidualnie, gdyż jej istotą jest generowanie i zapisywanie nowych idei z odroczeniem ich oceny i selekcji, chociaż oczywiście w procesie grupowym następuje nie tylko generacja większej liczby idei, lecz także swoiste dodatnie sprzężenie zwrotne stymulujące taką generację. Tę fazę burzy mózgów nazwano *rozbieżną, rozbieżnym myśleniem* albo *rozbieżną produkcją*. Rozwinięte na tej podstawie reguły burzy mózgów (w jej rozbieżnej fazie) obejmowały następujące stwierdzenia:

- 1) Celem burzy mózgów w jej fazie rozbieżnej kreowanie dużej ilości idei, niekoniecznie najlepszych;
- 2) Należy zawiesić ocenę jakości idei (w sensie idei dobrych czy złych, realizowalnych czy też nie, etc.);
- 3) Należy poszukiwać zwłaszcza idei niezwykłych;
- 4) Wykorzystanie bądź modyfikacja idei już zgłoszonych są też pożądane.

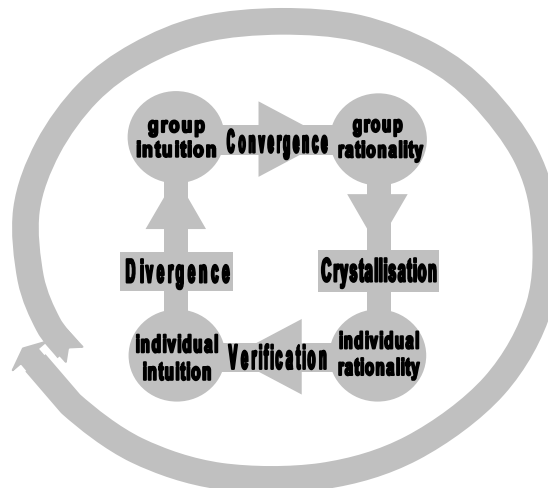
Burza mózgów ma wiele zalet i wad, zob. np. (Kunifuji et al. 2007). Podstawowa wada związana jest z jej niespójnością: po fazie rozbieżnej trzeba się przełączyć na fazę zbieżną, selekcję i wybór idei, a takie przełączenie koliduje psychologicznie z nastawieniem „niech rozkwitają wszystkie kwiaty” rozbieżnej fazy pierwszej. Innymi słowy – kto ma być odpowiedzialny za selekcję idei – cała grupa czy organizator burzy mózgów? Czyją własnością są idee wygenerowane podczas burzy mózgów? Mimo tych wad, burza mózgów stała się jedną z najczęściej stosowanych na świecie metod rozwiązywania problemów bądź kreowania użytecznych idei w organizacjach przemysłowych i innych; ma ona jednak znacznie mniejsze zastosowania w procesach *akademickiego kreowania wiedzy*, o czym dalej. Tym niemniej, jest to najstarszy i dość powszechnie stosowany *organizacyjny proces kreowania wiedzy*, o interkulturowym charakterze, wyprzedzający i szerzej stosowany niż procesy opisywane za pomocą omawianych niżej *Spirali SECI* (o dalekowschodnim charakterze, Nonaka and Takeuchi 1995), czy *Spirali OPEC* (o zachodnim anglosaskim charakterze, Gasson 2004). Pierwsze zastosowania burzy mózgów nastąpiły w NASA i związane były z planowaniem badań kosmicznych.

Można wyliczyć wiele prób określenia ogólnego modelu burzy mózgów, zob. (Kunifuji et al. 2007), ale fazy istotne dla tego procesu są następujące, zaznaczone jako odpowiednie przejścia (tranzycje) w modelu przedstawionym na Rys. 1, gdzie zachowujemy oryginalne słownictwo angielskie:

- A) *Myślenie rozbieżne* (*Divergence*), tak jak w opisywanej wyżej fazie rozbieżnej procesu;
- B) *Myślenie zbieżne* (*Convergence*), wybór i selekcja idei;
- C) *Krystalizacja idei* (*Crystallisation*), bardziej szczegółowe ich opracowanie (zwłaszcza analityczne, skoro poprzednie fazy mają wydatnie intuicyjny charakter);

³ Rozdział ten wykorzystuje materiały z wcześniejszych prac autora, w tym niedawnej książki (Wierzbicki 2011) *Techne: Elementy niedawnej historii technik informacyjnych i wnioski naukoznawcze*, patrz spis literatury.

D) Weryfikacja idei (*Verification*), która może obejmować np. uczenie się przez działanie (*learning by doing*, próbna implementacja idei), lub też zastosowanie odmiennej metody kreowania wiedzy, np. dyskutowanej dalej *debaty*.



Rys. 1 Spirala DCCV burzy mózgów (Kunifuji et al. 2004, 2007)

Interpretacja modelu z Rys. 1 jako spirali wynika z faktu, że powtarzanie procesu burzy mózgów może tylko zwiększać ilość i poprawiać jakość idei – wiedza nie jest tracona przy jej powtórnym czy intensywnym użyciu. W modelu tym istotne są nie tylko tranzycje, ale też ich interpretacja jako przejść (zmiany koncentracji uwagi) pomiędzy różnymi węzłami tego modelu: intuicją indywidualną, intuicją grupową (*Divergence* to przekazywanie grupie swoich pomysłów indywidualnych), racjonalnością grupową (*Convergence* to grupowa racjonalizacja pomysłów intuicyjnych) oraz racjonalnością indywidualną (*Crystallization* to racjonalny indywidualnie wybór i uszczegółowienie idei, *Verification* to powiększenie indywidualnej intuicji poprzez doświadczenie próby implementacji idei).

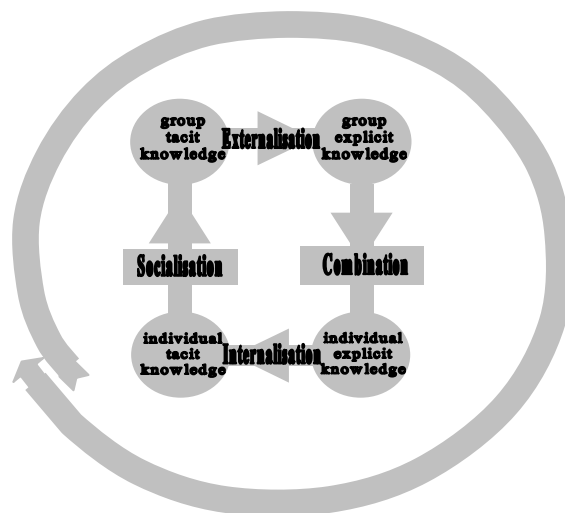
Inna metoda tworzenia wiedzy na potrzeby rozwiązywania problemów bieżących, nowsza od burzy mózgów ale najstarsza wśród metod, które pojawiły się w ostatniej dekadzie XX wieku, to *Shinayakana Systems Approach* (Nakamori i Sawaragi 1992), związana z interaktywnym komputerowym wspomaganie decyzji. *Shinayakana* jest pojęciem japońskim wyrażającym jednocześnie elastyczność wierzbowej witki i twardość miecza; tu jest ono użyte dla podkreślenia syntezy t.zw. *miękkiej* oraz *twardej* analizy systemowej. Historia paradygmatycznej dyskusji pomiędzy tymi dwoma odgałęzieniami analizy systemowej jest bardzo długa. Dyskusja ta ma ona jeden podstawowy, pozytywny mianownik: twarda analiza systemowa polega na wykorzystaniu skomputeryzowanych modeli matematycznych reprezentujących wiedzę o danym zagadnieniu, natomiast miękka analiza systemowa słusznie twierdzi, że zachowania ludzkie nie dają się dobrze reprezentować za pomocą modeli matematycznych. Spowodowało to rozwój t.zw. *interaktywnego wspomaganie decyzji* (zob. np. Wierzbicki 1983, Nakayama i Sawaragi 1984, Wierzbicki et al. 2000). W podejściu takim dostępna wiedza obiektywna o danym zagadnieniu reprezentowana jest za pomocą modeli matematycznych, natomiast unika się zbyt szczegółowego, twardego modelowania preferencji decydenta, pozostawiając mu dużą swobodę wyboru i kierowania procesem decyzyjnym (np. poprzez określanie przez niego wymagań w formie poziomów aspiracji – zamiast bardziej tradycyjnego modelowania jego preferencji w formie funkcji użyteczności a następnie narzucania mu decyzji). To właśnie przekonanie, że zachowania ludzkie wykraczają poza możliwości modelowania matematycznego, choć modelowanie takie jest bardzo przydatne dla analizy wiedzy obiektywnej, kierowało autorów *Shinayakana Systems Approach*. Jednakże pod naporem miękkiej analizy systemowej teoria ta nie określa procesowego, algorytmicznego wzorca rozwiązywania problemów czy tworzenia wiedzy, tylko zestaw zasad. Do zasad tych należą: wykorzystanie intuicji, zachowanie otwartości umysłu, stosowanie różnorodnych podejść i perspektyw analizy, adaptacyjność i gotowość uczenia się na błędach, elastyczność witki i twardość miecza – a więc wykorzystanie wszelkich narzędzi zarówno miękkiej jak i twardej analizy systemowej.

Równoległe, w nauce o zarządzaniu, pojawiła się inna teoria rozwinięta też przez autorów japońskich – Nonaka i Takeuchi (1995). Nie mając ograniczeń wynikających z dyskusji pomiędzy twardą a miękką analizą systemową, autorzy ci jako pierwsi podali procesową i algorytmiczną teorię tworzenia wiedzy. Chociaż teoria ta dotyczy tylko tworzenia nieznaczących przyrostów wiedzy użytkowej, nadającej się do bezpośredniego wykorzystania ekonomicznego w organizacjach działających na rynku, to jednak ma ona znaczenie rewolucyjne. Jako pierwsza podkreśla ona *rolę grupy w procesach tworzenia wiedzy*, zakłada także racjonalne wykorzystanie irracjonalnej (czy a-racjonalnej dla Japończyka) *wiedzy ukrytej, tacit knowledge* (stanowiącej japońskie rozszerzenie rozumienia *umiejętności ukrytych, tacit knowing* Polanyiego 1966).

Teoria ta, dziś bardzo popularna w nauce o zarządzaniu, wyrażana jest zwykle poprzez t.zw. *spiralę SECI* – zob. Rys. 2, gdzie też zachowujemy oryginalne słownictwo angielskie. Spirala ta składa się z czterech przejść pomiędzy czterema węzłami na dwóch osiach, z których jedna jest zwana *wymiarem epistemologicznym* obejmującym *wiedzę jawną (explicite*

knowledge) i wiedzę ukrytą (*tacit knowledge*), a drugą nazwę wymiarem społecznym⁴ obejmującym jednostkę (*individual*) oraz grupę (*group*).

Kolejne przejścia to *socializacja* (*Socialization*), w której wiedza ukryta jednostki przekształca się w wiedzę ukrytą grupy (to właśnie decyduje o dalekowschodnim charakterze tego modelu: w Japonii pozostaje się zwykle po pracy, aby pić piwo i inne napoje, oraz nieformalnie dyskutować zagadnienia związane z pracą); *eksternalizacja* (*Externalization*), w której kodyfikuje się wiedzę ukrytą grupy czyniąc ją wiedzą jawną; *kombinacja* (*Combination*), w której przekształca się wiedzę jawną grupową w wiedzę jawną jednostki; *internalizacja* (*Internalization*), w której wiedza jawną jednostki ulega przekształceniu w wiedzę ukrytą (np. poprzez praktyczne wykorzystanie wiedzy, powiększające intuicję jednostki). Nie wchodząc w głębszą dyskusję⁵ wystarczy stwierdzić, że każde użycie wiedzy – także w wielu przykładach podanych przez Nonakę i Takeuchiego – może ją tylko powiększyć, stąd *spirala SECI* prowadzi do kreowania wiedzy w organizacji.



Rys. 2 Spirala SECI organizacyjnego tworzenia wiedzy (Nonaka i Takeuchi 1995)

W związku z wielkim zainteresowaniem teorią Nonaki i Takuchiego powstało wiele teorii konkurencyjnych, zwłaszcza w St.Zj.AP. Wymienię tu tylko teorię Gasson (2004), którą można nazwać *spirala OPEC* oraz zilustrować jak na Rys. 3. Węzły sieci rozpatrywanej przez Gasson, choć mają nieco odmiennie nazwy, są praktycznie tożsame z węzłami sieci Nonaki i Takeuchiego. Natomiast przejścia pomiędzy tymi węzłami mają przeciwny kierunek i odmienny charakter: są to *cele* (*Objectives*), *proces* (*Process*), *ekspansja* (*Expansion*) oraz *zamknięcie* (*Closure*). Nie wchodząc w szczegółowy opis tych przejść wystarczy tu stwierdzić, że opisują one dość typowe działania organizacji typu anglosaskiego – zaczynające się od zbiorowej dyskusji *celów* (podczas gdy *socializacja* Nonaki i Takeuchiego, jak już wspomnieliśmy, ma typowo japoński charakter kulturowy). Jednakże inny aspekt jest znamieny w *spirali OPEC*.

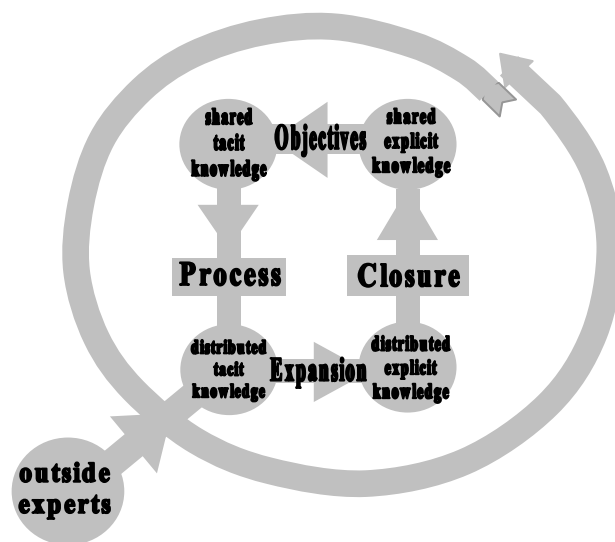
Nie tylko filozofia, ale i inne nauki wieku 20-stego pozostawały pod znacznym, często nieświadomym wpływem Wittgensteina (1922) i jego nakazu “*wovon man nicht sprechen kann, darüber muss man schweigen*” (nie należy dyskutować zagadnień metafizyki)⁶. Być może właśnie ten nakaz wpłynął na stanowisko Gasson, która w swej spirali nie podkreśla kreowania wiedzy wewnątrz organizacji – choć oczywiście wiedza użytkowa może być powiększona przez takie zorganizowane rozwiązywanie problemów – natomiast przyjmuje typowo anglosaskie założenie, że w razie niedostatku wiedzy organizacja nabędzie ją poprzez wynajem zewnętrznych ekspertów.

Jednakże znacznie wcześniej od Gasson, praktycznie równolegle z Nonaką i Takeuchim powstały w Polsce dwie niezależne teorie kreowania wiedzy. Chronologicznie, najpierw powstała (Wierzbicki 1997) *racjonalna teoria intuicji*, pod wpływem kontaktów z japońskimi kolegami, Sawaragim, Nakayamą, Nakamorim oraz *Shinayakana Systems Approach*, które to podejście zaleca wykorzystanie intuicji, ale jej nie analizuje. Praktycznie równolegle i niezależnie, Alina Motycka (1998) wykorzystowała pojęcie nieświadomości zbiorowej Junga do przedstawienia teorii tworzenia wiedzy podstawowej w okresie kryzysu czy rewolucji naukowej w pewnej dziedzinie nauki, odnosząc to do powstania teorii kwantów; chociaż to nie jest mikro-model kreowania wiedzy, ale makro-teoria rewolucji naukowych, teorię tę też można wyrazić w postaci spirali w *przestrzeni twórczej*, zob (Wierzbicki i Nakamori 2006).

⁴ Nonaka i Takeuchi używają tu pojęcia *wymiar ontologiczny*, ale przecież także wiedza jawna czy ukryta są ontologicznymi elementami dyskusji. Podobnie, używam tu pojęcia *przejścia* (*tranzycji, transition*) pomiędzy ontologicznymi węzłami powstałej sieci, podczas gdy Nonaka i Takeuchi stosują tu pojęcie *konwersji wiedzy* (*conversion*). Konwersja sugeruje jednak zużycie przetwarzanego zasobu, natomiast wiedza nie zużywa się przy jej wykorzystaniu; dlatego stosuję tu pojęcie *przejścia, tranzycji*, które sugeruje tylko zmianę zogniskowania uwagi.

⁵ Książka Nonaki i Takeuchiego została już dawno temu przetłumaczona na język polski, zob. bibliografia.

⁶ Pod koniec wieku XX, nakaz Wittgensteina stracił jakiegokolwiek znaczenie z uwagi na uświadomienie sobie roli wiedzy ukrytej (niejako metafizycznej), intuicyjnej i emocjonalnej, trudnej do wypowiedzenia słowami (zgodnie z nakazem Wittgensteina, wiedza ukryta nie powinna być zatem elementem dyskusji) ale decydującej o kreatywności.



Rys. 3 Spirala OPEC tworzenia wiedzy w organizacji typu anglosaskiego (Gasson 2004)

Choć tylko ta ostatnia teoria ma charakter ściśle filozoficzny, podczas gdy wcześniej omawiane teorie stanowią przyczynki innych nauk, to zauważmy jednak, że wszystkie te teorie świadczą o swojego rodzaju rewolucji, która nastąpiła w ostatniej dekadzie wieku XX i początkach wieku XXI, a była odbiciem rewolucji informacyjnej. Nie omówiliśmy przy tym bynajmniej wszystkich takich teorii, jak *System I⁵* (Nakamori 2000), przestrzeń twórcza (Wierzbicki i Nakamori 2006) itp. Tu tylko podkreślamy, że dotychczas omówione mikro-modele kreowania wiedzy mają charakter *organizacyjny* – stosuje je określona grupa czy organizacja, a wiedza wspólnie wytworzona jest własnością tej grupy, nie jej indywidualnych członków. Ten aspekt odróżnia *modele organizacyjne* kreowania wiedzy od analogicznych *modeli akademickich* jej tworzenia.

3.2 Modele akademickich procesów kreowania wiedzy

Jeśli dysponujemy wspomnianą wyżej spiralą tworzenia wiedzy podstawowej w warunkach rewolucji naukowej (Motycka 1998), to powinniśmy również mieć spirale tworzenia wiedzy podstawowej w warunkach normalnego rozwoju nauki na uniwersytetach i w instytucjach badawczych, zgodnie z podziałem Kuhna (1962) na etapy rewolucyjnego i normalnego rozwoju nauki. *Spirala SECI* nie opisuje takiego procesu, opisuje tworzenie wiedzy użytkowej zgodnie z interesem grupy w organizacji rynkowej, który to interes jest akceptowany i wspomagany przez indywidualnych członków grupy. W warunkach normalnego tworzenia wiedzy na uniwersytetach dominuje natomiast interes indywidualnego twórcy, choć akceptowany i wspomagany przez działania grupy, skoro uniwersytet jest wspomagającą się wzajemnie społecznością badaczy. Zgodnie z klasycznymi opiniami Humboldta o rodzajach podstawowych akademickich procesów kreowania wiedzy, możemy rozparzyć przynajmniej trzy rodzaje takich procesów: *debatę*, *eksperyment*, oraz *hermeneutykę* – rozumianą przy tym szerzej, jako sztukę interpretacji wybranych elementów intelektualnego dziedzictwa ludzkości niezależnie od tego, czy dotyczą one teologii, humanistyki, czy też nauk ścisłych czy wreszcie technicznych.

Debaty to proces przebiegający – w uproszczeniu – przez te same węzły przestrzeni twórczej, co *spirala SECI* czy *spirala OPEC* – tylko z innymi przejściami i inną interpretacją. Proces normalnego tworzenia wiedzy na uniwersytetach jest nam dobrze znany i z łatwością rozpoznamy go w *spirali EDIS* na Rys. 4

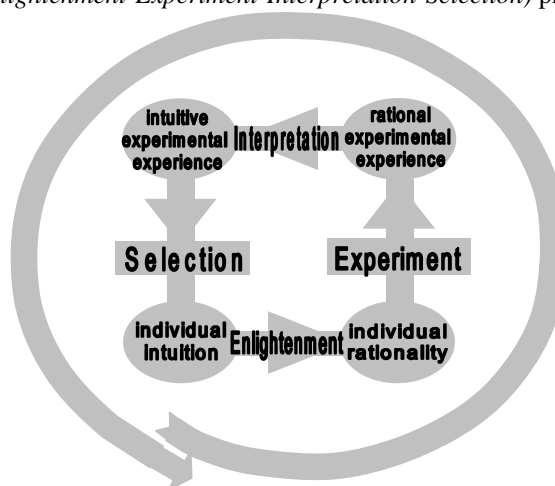


Rys. 4 Spirala debaty EDIS (Wierzbicki i Nakamori 2006)

Pojedynczy badacz, dzięki swej intuicji, ma pomysł – mniejszy lub większy, i samo olśnienie nie wystarczy, trzeba je jeszcze zrationalizować czyli ubrać w słowa czy równania – nazwijmy jednak to przejście *oświeceniem* (*Enlightenment*). Grupa wspomaga badacza przede wszystkim poprzez zapewnienie mu forum dyskusji jego pomysłów – im bardziej wnikliwa dyskusja, tym lepsze wspomaganie grupy – które to przejście nazwiemy *dyskusją* (*Debate*). Te dwa etapy dobrze znamy; tu jednak pojawia się element nowy, wynikający z racjonalnej teorii intuicji. Teoria ta wskazuje, że głębszą, bardziej wnikliwą dyskusję osiągniemy, jeśli damy grupie czas na refleksję, dojrzwienie komentarzy, na *zanurzenie* (*Immersion*) racjonalności grupowej w intuicji grupowej. Stąd wniosek praktyczny, *zasada podwójnej dyskusji*: dyskusję nowych pomysłów należy powtarzać, np. po tygodniu czy dwóch, jeśli chcemy wspomagać indywidualnego badacza pełnią nie tylko wiedzy jawnej grupy, ale też jej wiedzy ukrytej lub przynajmniej intuicji grupowej. Po uzyskaniu uwag grupy, indywidualny badacz dokonuje *wyboru* (*Selection*) tych uwag, które uwzględni w dalszych badaniach, przy czym każdy z nas – kto brał udział w takich procesach – dobrze wie, że wybór ten następuje na poziomie intuicyjnym, nie jest bynajmniej racjonalny.

Można zapytać: po co opisywać w formie abstrakcyjnych, heurystycznie przybliżonych modeli tak dobrze znane procesy twórcze? Odpowiedź jest prosta: nawet przy tak dobrze znanym procesie, tworząc nawet tak prosty model udało się wyciągnąć ważne wnioski dodatkowe, praktyczne, w formie *zasady podwójnej dyskusji*. A można też analizować, co w tym modelu uprościliśmy czy pominęliśmy. Na przykład, normalne procesy tworzenia wiedzy sięgają też w znacznym stopniu do racjonalnego czy emocjonalnego a nawet intuicyjnego dziedzictwa ludzkości⁷ wraz z hermeneutyczną interpretacją tego dziedzictwa, i kończą się zazwyczaj publikacją; zatem *spirala EDIS* opisuje tylko część takiego procesu, który składa się z większej liczby przejść pomiędzy węzłami przestrzeni twórczej. W naukach eksperymentalnych zamiast dyskusji sprawdzamy nasze idee poprzez eksperymenty; oznacza to jednak, że warto opisać procesy eksperymentu i hermeneutyki w formie odpowiednich spiral, podanych początkowo w (Wierzbicki i Nakamori 2006, 2007).

Sądzę, że nie potrzeba dzisiaj, po kwietniu 2010, dyskutować znaczenia weryfikacji eksperymentalnej; kto jej niedocenia, niech lepiej nie podróżuje samolotem. Spirala opisująca eksperymentalne kreowanie wiedzy jest modyfikacją *spirali EDIS* z uwzględnieniem sytuacji, gdy weryfikacja nowych idei następuje nie przez dyskusję, a przez eksperyment. Tak zmodyfikowaną *spirale EEIS* (*Enlightenment-Experiment-Interpretation-Selection*) przedstawia rys. 5.



Rys. 5. Spirala eksperymentu EEIS (Wierzbicki i Nakamori 2006)

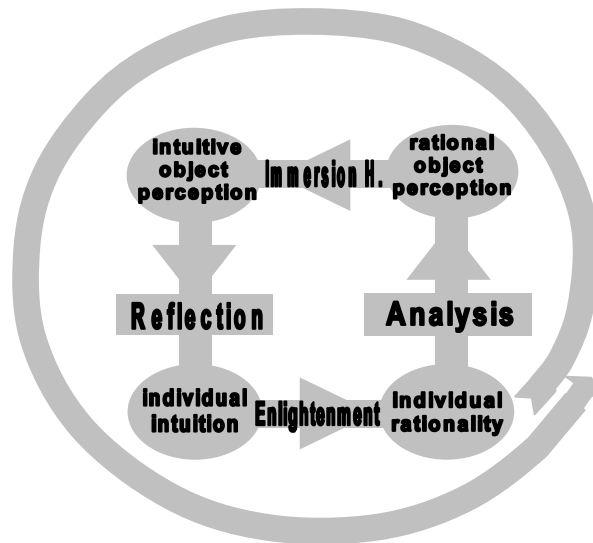
Przejście *eksperyment* (*Experiment*) oznacza tu po prostu weryfikację eksperymentalną. Jednak każdy badacz eksperymentalny dobrze wie, że surowe dane eksperymentalne nie wnoszą wiele nowego, niezbędna jest ich *interpretacja* (*Interpretation*), która ma charakter zanurzenia danych surowych w intuicji eksperymentalnej badacza, opartej na jego doświadczeniu. I także tu następuje *wybór* (*Selection*), tym razem tych aspektów danych eksperymentalnych, które mają największy wpływ na rozwój idei badacza. Eksperyment ma charakter zazwyczaj indywidualny, choć oczywiście większe eksperymenty mogą być organizowane i realizowane grupowo.

Hermeneutyka – początkowo rozumiana jako sztuka interpretacji Biblii, potem dowolnych tekstów – była zazwyczaj traktowana jako pojęcie typowo humanistyczne, wręcz odróżniające nauki humanistyczne jako hermeneutyczne od innych. Jednakże kilku wielkich filozofów XX wieku traktowało hermeneutykę jako pojęcie szersze, stosujące się wszelkich nauk. Idąc ich śladem, chcę rozumieć hermeneutykę jako sztukę interpretacji dowolnych wybranych elementów intelektualnego dziedzictwa ludzkości, a więc część każdej, w tym akademickiej działalności badawczej: zbieranie istotnych dla nas materiałów z bibliotek czy Internetu, ich interpretacja i refleksja nad nimi. Hermeneutyczne kreowanie wiedzy opisuje przy tym *spirala hermeneutyczna EAIR*, zob. Rys. 6. Spirala ta to odpowiednik *kręgu hermeneutycznego*, tyle tylko, że w naturalistycznej interpretacji: zamkniętego nie przez transcendencję, jak to postulował Gadamer, ale przez potęgę naturalnej ludzkiej intuicji.

Dysponując nową ideą w wyniku osobistego *oświecenia* czy *iluminacji* (*Enlightenment*), szukamy odpowiadających jej materiałów w bibliotekach czy w Internecie, poddajemy je racjonalnej *analizie* (*Analysis*). Ale to nie wystarczy do ich

⁷ W teorii przestrzeni twórczej (Wierzbicki i Nakamori 2006) całość intelektualnego dziedzictwa ludzkości dzieli się na trzy części: *racjonalną*, odpowiadającą niejako *światowi 3* Karla Poppera, *intuicyjną*, obejmującą m.in. t.zw. *sądy syntetyczne a priori* Immanuela Kanta, oraz *emocjonalną*, zawierającą m.in. *nieświadomość zbiorową* (mity i archetypy ludzkości) Karla G. Junga.

hermeneutycznego oglądu: musimy je poddać *zanurzeniu hermeneutycznemu (Hermeneutic Immersion)* w naszej nieświadomości i intuicji, przenieść je do percepcji intuicyjnej. To zanurzenie osiągalne jest, zgodnie z racjonalną teorią intuicji, poprzez umożliwienie naszej podświadomości dokonania intuicyjnej *refleksji (Reflection)*, która może być źródłem nowych idei. Podkreślam, że nie jest to tylko opis pracy humanisty w *kręgu hermeneutycznym*; technik, pracujący nad nowymi pomysłami technicznymi, też dokonuje w ten sposób przeglądu interesujących go materiałów badawczych.



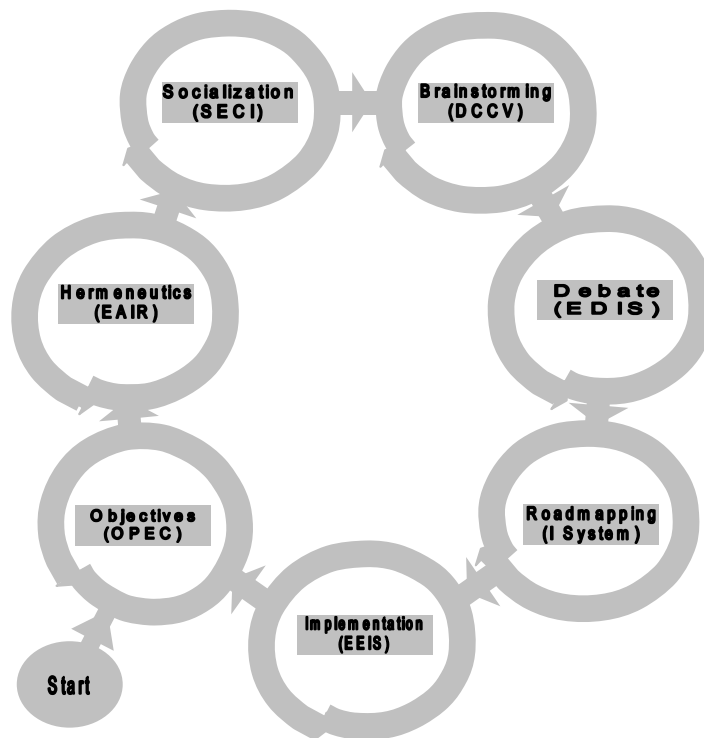
Rys. 6. Spirala hermeneutyczna EAIR (Wierzbicki i Nakamori 2006)

Spirala hermeneutyczna jest najbardziej indywidualnym procesem kreowania wiedzy. Tu trzeba jednak podkreślić, że niemal wszystkie akademickie mikro-procesy kreowania wiedzy, mimo że mogą zakładać udział grupy – jak w debacie – są jednak umotywowane indywidualnie: grupa tylko pomaga w doskonaleniu wiedzy kreowanej indywidualnie, celem jest indywidualny stopień naukowy czy publikacja. Natomiast wszelkie mikro-procesy organizacyjnego kreowania wiedzy – burza mózgów, spirala SECI, OPEC, etc. – są motywowane grupowo: z góry zakłada się, że wykreowana wiedza będzie należała do organizatorów procesu. To jest może główna przyczyna, dla której stary i stosunkowo dobrze znany mikro-proces burzy mózgów nie znalazł szerszego zastosowania w środowiskach akademickich. Wynika stąd jednak, że akademickie i organizacyjne procesy kreowania wiedzy są zasadniczo odmienne, co może być jedną z głównych przyczyn trudności i opóźnień w transferze wiedzy z uczelni do przemysłu. Rozumiejąc tę specyfikę i trudności, starając się im przeciwdziałać, możemy świadomie łączyć organizacyjne i akademickie procesy kreowania wiedzy, co zilustrujemy poniżej w septagramie *Nanatsudaki*.

3.3 Łączny model kreowania wiedzy: septagram *Nanatsudaki* (siedem wodospadów)

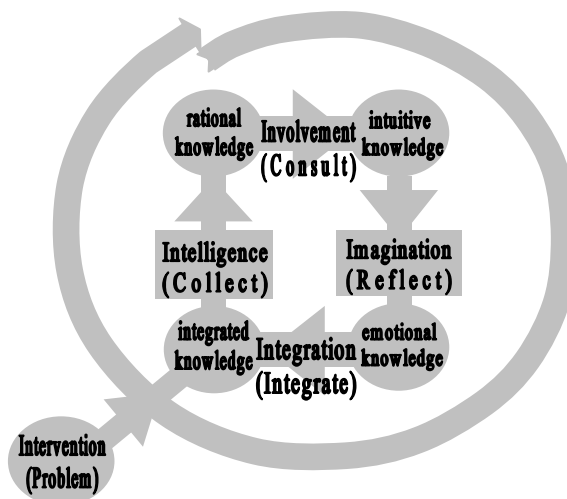
Wynikło stąd pytanie: jakie podejście, bądź jaką kolejność zastosowania opisywanych tu spiral kreowania wiedzy, należy zalecić dla większego, zespołowego projektu badawczego np. w zakresie nauk technicznych? Doświadczenie w zakresie zarządzania nauką pozwoliło zaproponować kolejność takich pod-procesów, wyrażoną w formie zastosowania siedmiu kolejnych spiral, w większości omówionych już wyżej (siódmą opiszemy poniżej). Ilustruje to Rys. 7, gdzie przedstawiony jest *septagram Nanatsudaki* siedmiu spiral kreowania wiedzy⁸.

⁸ *Nanatsudaki* to po japońsku siedem wodospadów, piękny aspekt strumienia płynącego w lesie niedaleko Japan Advanced Institute of Science and Technology w Asahidai koło Kanazawy.



Rys. 7. Septagram Nanatsudaki siedmiu spiral kreowania wiedzy dla większych projektów badawczych

Jedną tylko spiralę nie była opisana wyżej: to przedstawienie wspomnianego wyżej pentagramu I⁵ jako spirali *Roadmapping*, planowania⁹ działań, zob. Rys. 8.



Rys. 8. Pentagram I⁵ jako spirala *Roadmapping* (Ma et al. 2007)

Interpretacja pentagramu I⁵ jako spirali planowania sugeruje, że planowanie jest procesem kreatywnym, opierającym się na intuicji oraz wyobraźni, z przejściami *Intelligence* (zbieranie informacji), *Involvement* (konsultacja społeczna czy środowiskowa), *Imagination* (kreatywny projekt planu), *Integration* (sprawdzenie spójności planu). Dodać tu trzeba, że Japończycy nie mają zastrzeżeń w stosunku do użycia pojęcia *planowanie*.

Wspomniane doświadczenie zarządzania nauką sugeruje, że zaczynać należy po anglosasku: szczegółowo przedyskutować cele projektu z jego uczestnikami, stosując (choćby część) *spirali OPEC*. Każdy uczestnik powinien następnie podjąć studia literatury oraz sieci i interpretować wyniki tych studiów, stosując *spirale hermeneutyczną EAIR*. Następnie dobrze jest wykorzystać metody dalekowschodnie i zastosować przynajmniej raz *socjalizację* ze *spirali SECI*, wymieniając nieformalnie idee (np. na bankiecie uczestników projektu). Po takiej hermeneutyce oraz socjalizacji uczestnicy są dobrze przygotowani, aby wziąć udział w *burzy mózgow*, *spirali DCCV*, szczególnie w jej *rozbieżnej* części. Jej *zbieżna* część, a zwłaszcza *krystalizacja* idei może być lepiej wspomagana przez klasyczną *debatę*, *spirale EDIS*. Po *krystalizacji* idei przychodzi czas na szczegółowe zaplanowanie dalszych prac, *spirale Roadmapping*, oraz na proces najbardziej czasochłonny, przynajmniej w projektach nauk technicznych: *spirale eksperymentalną EEIS*. Zakończenie projektu może wymagać powtórzenia *spirali OPEC*, a być może także elementów innych spiral.

⁹ Przez ostatnie dwadzieścia lat unikano w Polsce i na świecie – z oczywistych względów ideologicznych – użycia starego polskiego słowa *planowanie*, posuwając się do takich dziwologów, jak tłumaczenie *roadmapping* jako *mapowanie drogi*.

Zauważmy przy tym, że projekt Kolei Dużych Prędkości to typowy projekt dużej skali, dla którego zastosowanie septagramu *Nantsudaki* może przynieść bardzo korzystne rezultaty.

4. WNIOSKI

Ze względu na cechy szczególne projektu Kolei Dużych Prędkości, wskazane jest w tym projekcie zastosowanie różnych działań zarządzania wiedzą, inżynierii wiedzy, wreszcie modeli kreowania wiedzy. Możliwe są różnorodne ich zastosowania. W tym artykule podkreślono głównie trzy aspekty:

- 1) Potrzebę utworzenia własnej *biblioteki cyfrowej projektu* wraz z *repozytorium tekstów* istotnych dla projektu, wspólnego dla wszystkich uczestników projektu, ze wspomaganiami wyszukiwania tekstów w sieci czy w repozytorium poprzez odpowiednio zaawansowane interfejsy, jak wspomniany interfejs *PrOnto*, pozwalające na znacznie bardziej efektywne przeszukiwanie czy to sieci czy też repozytorium, niż tylko za pomocą kilku słów kluczowych.
- 2) Możliwość wykorzystania septagramu *Nantsudaki* dla organizacji prac badawczych i projektowych, związanych z przedsięwzięciem Kolei Dużych Prędkości.
- 3) Konieczność utworzenia odpowiedniej składnicy danych (*data warehouse*) dla danych opisujących eksploatację Kolei Dużych Prędkości, wraz z fachowym projektem tej składnicy oraz instrumentarium narzędzi analizy danych w poszukiwaniu relacji szczególnie interesujących dla użytkownika.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] C.M. Bishop (2006) *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer Verlag, Singapur.
- [2] C. Chudzian, E. Klimasara, A. Paterek, J. Sobieszek, A.P. Wierzbicki (2011) PrOnto a System of Supporting Research Work in a VRC Using a Personalized Model of Ontological Profile of the User and Group. *International Conference on Decision Support for Telecommunications and Information Society*, Warsaw, September 2011
- [3] T. Davenport, L. Prusak (1998) *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know?* Harvard Business School Press, Boston
- [4] J. Davies, D. Fensel, F. Van Harmelen, editors (2003) *Towards the semantic web: ontology-driven knowledge management*. John Wiley & Son Ltd., 2003.
- [5] R. Dieng, O. Corby (2000) *Knowledge Engineering and Knowledge Management: Methods, Models and Tools*, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg
- [6] Y. Ding, S. Foo (2002) Ontology Research and Development. Part I – A Review of Ontology Generation. *Journal of Information Science* 28:2:123-136
- [7] M. Ehrig (2006) *Ontology Alignment: Bridging the Semantic Gap (Semantic Web and Beyond)*, Springer, New York
- [8] D.S. H-G. Gadamer (1960) *Warheit und Methode. Grundzüge einer philosophischen Hermeneutik*. J.B.C. Mohr (Siebeck), Tübingen
- [9] S. Gasson (2004) The management of distributed organizational knowledge. In Sprague R.J. (ed) *Proceedings of the 37th Hawaii International Conference on Systems Sciences*. IEEE C.S. Press
- [10] T.S. Kuhn (1962) *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago University Press, Chicago (2nd ed., 1970)
- [11] S. Kunifuji, Kawaji T., Onabuta T., Hirata T., Sakamoto R., and Kato N. (2004) Creativity support systems in JAIST. *Proceedings of JAIST Forum 2004: Technology Creation Based on Knowledge Science*, pp 56-58
- [12] S. Kunifuji, Kato N., Wierzbicki A.P. (2007) Creativity Support in Brainstorming. W Wierzbicki A.P., Nakamori Y. (red) *Creative Environments*, op.cit., str. 93-126
- [13] Lakatos (1976) *Proofs and Refutations*. Cambridge: Cambridge University Press
- [14] L. Laudan (1977) *Progress and its Problems*. University of California Press, Berkeley
- [15] L. Lessig (2004) *Free Culture: the Nature and Future of Creativity*. Penguin Books, London (wyd. polskie 2005, *Wolna kultura*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa)
- [16] Motycka (1998) *Nauka a nieświadomość (Science and Unconscious)*, in Polish). Leopoldinum, Wrocław
- [17] Y. Nakamori, Sawaragi Y. (1992) 'Shinayakana Systems Approach to Modeling and Decision Support', *Proceedings of MCDM 1992 (10th International Conference on Multiple Criteria Decision Making)*. Taipei, Taiwan, 2, pp. 77-86.
- [18] Y. Nakamori (2000) Knowledge management system toward sustainable society. *Proceedings of First International Symposium on Knowledge and System Sciences*, JAIST, pp 57-64
- [19] H. Nakayama, Sawaragi Y. (1984) Satisficing trade-off method for interactive multiobjective programming methods. In Grauer M., Wierzbicki A.P. (eds) *Interactive decision analysis*. Springer Verlag, Berlin pp 113-122
- [20] Nonaka, Takeuchi H. (1995): *The Knowledge-Creating Company. How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press, New York (tłumaczenie polskie: *Kreowanie wiedzy w organizacji*, Poltext 2000)
- [21] A.F. Osborn (1957) *Applied imagination*. Scribner, New York
- [22] M. Polanyi (1966) *The tacit dimension*. Routledge and Kegan, London
- [23] H. Ren, A. Wierzbicki (2007) Integrated Support for Scientific Activity. In A.P. Wierzbicki, Y. Nakamori (eds) *Creative Environments*, op. cit.
- [24] J.R. Searle (1992) *The Rediscovery of Mind*. MIT Press, Boston
- [25] K. Sveiby (1999) *What is Knowledge Management?* (online). Available from www.sveiby.com.au/KnowledgeManagement.html.
- [26] A.P. Wierzbicki (1983) A mathematical basis for satisficing decision making. *Mathematical Modeling* 3, 391-405

- [27] A.P. Wierzbicki (1997) On the role of intuition in decision making and some ways of multicriteria aid of intuition. *Multiple Criteria Decision Making* 6:65-78.
- [28] A.P. Wierzbicki, Makowski M., Wessels J. (2000) *Model-Based Decision Support Methodology with Environmental Applications*. Kluwer, Dordrecht
- [29] A.P. Wierzbicki, Y. Nakamori (2006) *Creative Space: Models of Creative Processes for the Knowledge Civilization Age*, volume 10 of Studies in Computational Intelligence. Springer, 2006.
- [30] A.P. Wierzbicki, Y. Nakamori, editors (2007) *Creative Environments: Issues of Creativity Support for the Knowledge Civilization Age*, volume 59 of Studies in Computational Intelligence. Springer, 2007.
- [31] A.P. Wierzbicki, Y. Nakamori (2007a) Knowledge Sciences – Some New Developments, *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* (2007) 77: 3: 271-296
- [32] A.P. Wierzbicki (2011) *Techne_n: Elementy niedawnej historii technik informacyjnych i wnioski naukoznawcze*, Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus” przy prezydium PAN oraz Instytut Łączności- Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa
- [33] L. Wittgenstein (1922) *Tractatus Logico-Philosophicus*. Cambridge University Press, Cambridge