

Andrzej S. Zaliwski

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

INFORMACJA, WIEDZA, DECYZJE I SYSTEMY
WSPOMAGANIA DECYZJI*

Artykuł dedykuję Izie, mojej córce

Słowa kluczowe: informacja, wiedza, teoria decyzji, proces podejmowania decyzji,
system wspomaganie decyzji

Wstęp

Procesy informacyjne są wszechobecne, występują zarówno w społeczeństwie, przyrodzie jak i w technice (10). Od wymiany informacji zależy funkcjonowanie nawet najbardziej prymitywnych form życia (17). Informacja występuje nie tylko w organizmach żywych, ale we wszystkich procesach fizycznych (20), a nawet jest uważana, obok masy i energii, za trzeci podstawowy element strukturalny rzeczywistości (49). Masa, energia i informacja oddziałują między sobą, a rola informacji polega na wywoływaniu zmian struktury i sterowaniu przemianami (27, 29).

Termin „informacja” pochodzi od wyrazu łacińskiego *informatio* (12, 32) i pierwotnie miał dwa podstawowe znaczenia: „nadawanie formy rzeczom materialnym” i „przekazywanie wiedzy”. Sposób rozumienia informacji ulegał zmianom na przestrzeni wieków. Najbardziej radykalna zmiana, będąca konsekwencją wynaleźnięcia urządzeń do przesyłania zakodowanych wiadomości (telegraf, telefon, itd.), nastąpiła w XIX wieku (51). Przedmiotem badań naukowych informacja stała się dopiero w latach dwudziestych XX wieku. Postępy w inżynierii kodowania i transmisji informacji osiągnięte w Bell Laboratories (Harry Nyquist i Ralph Hartley) zwróciły uwagę na możliwości jej przetwarzania w dowolnych układach fizycznych, co zaowocowało abstrakcyjnym podejściem do informacji.

*Opracowanie wykonano w ramach zadania 4.1 w programie wieloletnim IUNG-PIB

Zagadnieniami wiedzy, w przeciwieństwie do informacji, zajmowano się od czasów starożytnych. Zwłaszcza filozofowie greccy przeprowadzili głęboką analizę wiedzy (50). Danymi zaczęto się interesować najpóźniej, w związku z ich przetwarzaniem w komputerach. Dopiero określenie wszystkich trzech pojęć, danych, informacji i wiedzy, umożliwiło badania relacji między nimi. Nastąpiło to w latach 80. XX wieku (10). Podejmowanie decyzji to powszechne i codzienne czynności poznawcze, wykonywane od czasów zamierzchłych, często w sytuacjach braku czasu i niedoboru informacji. Dlatego ludzkie decyzje są prawie zawsze dokonywane na podstawie raczej uproszczonych heurystyk niż wyrafinowanych obliczeń. Często mogą być więc nieracjonalne, ale należy pamiętać, że w warunkach ograniczenia czasem i niedostateczną informacją wyższą wartość przystosowawczą mają sposoby podejmowania decyzji umożliwiające szybkie i skuteczne działanie (34).

Etapami procesu decyzyjnego zajmował się już (być może jako pierwszy) francuski filozof Condorcet pod koniec XVIII wieku, ale teoria decyzji we współczesnej całościowej formie jest dziełem pochodzącym z połowy XX wieku.

Pierwszym skomputeryzowanym systemem wspomagania decyzji, zorientowanym na dane był system obrony powietrznej USA o nazwie SAGE (41). Jego budowę ukończono w 1962 roku. W tym wypadku praktyka wyprzedziła teorię, bowiem dopiero po ośmiu latach zaczęła się rozwijać teoria systemów wspomagania decyzji (SWD).

System wspomagania decyzji oznacza system informatyczny opracowany z myślą o zapewnieniu pomocy przy podejmowania decyzji (1) - pomocy w postaci adekwatnej informacji. W ogólności w SWD informacja pełni fundamentalną rolę, a ponadto uzupełnia wiedzę użytkownika i przyczynia się w ten sposób do lepszego zrozumienia sytuacji decyzyjnej, co umożliwia podjęcie odpowiedniej decyzji (11).

W procesie wykorzystania SWD dane, informacja, wiedza i teoria decyzji współdziałają w celu dostarczenia użytkownikowi pełniejszych informacji zapewniających działania skuteczniejsze niż powszechnie stosowane heurystyki przy oszczędności czasu.

Informacja

Można wyróżnić trzy zasadnicze wątki formowania się współczesnego pojęcia informacji (5):

- opublikowanie matematycznej teorii telekomunikacji przez Claude'a Shannona,
- rozwój cybernetyki jako teorii sterowania opartej na wymianie informacji między systemami (Norbert Wiener, William Ross Ashby, John von Neumann, Oskar Morgenstern),
- upowszechnienie cyfrowych technik przetwarzania informacji i technologii komputerowych; komputerów w samych Stanach Zjednoczonych AP w roku 1955 było 100, a w roku 1970 już 60.000 (19).

Obecne rozumienie informacji jest odmienne w różnych dyscyplinach (10, 47). Nauki techniczne np. koncentrują się przede wszystkim na kodowaniu i przetwarzaniu informacji. W cybernetyce informacja jest rozumiana jako czynnik umożliwiający sterowanie (29, 30). W biologii informacja jest często traktowana jako zbiór sygnałów. W psychologii są to bodźce odbierane przez człowieka z otoczenia (47). W ekonomii informacja staje się towarem - jest produkowana, przetwarzana i stanowi przedmiot handlu (37, 38). W zarządzaniu informacje powiększają wiedzę kierownika, podejmującego decyzje (39).

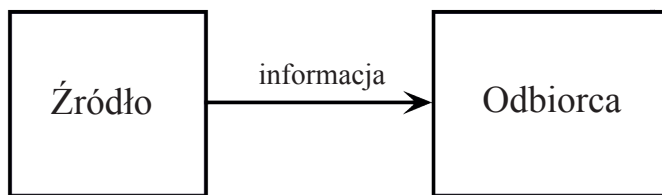
Taka mnogość perspektyw doprowadziła do obecnej sytuacji współlistnienia wielu definicji terminu „informacja”. Brak jest jednej definicji, z którą zgadzają się wszyscy badacze, a raczej jest tak, że niemal każdy mający coś do powiedzenia na temat informacji tworzy własną.

Informacją w ujęciu formalnym zajmuje się Teoria informacji. Nazwy tej nie należy mylić z teoriami informacji, których jest wiele w ramach Teorii informacji. B u r g i n (10) dzieli np. teorie informacji, biorąc jako kryterium podziału sposób podejścia do informacji, na następujące kategorie:

- statystyczne teorie informacji (ilość informacji),
- teorie semantyczne (treść i znaczenie informacji),
- algorytmiczna teoria informacji (algorytmy tworzenia informacji),
- teorie pragmatyczne (oddziaływanie i wykorzystanie informacji),
- teorie informacji zajmujące się dynamiką (przepływem) informacji.

Z punktu widzenia zastosowań SWD największe znaczenie mają pragmatyczne teorie informacji. Do teorii tych należy m.in. Jakościowa teoria informacji M a z u r a (30), zajmująca się funkcją sterowniczą informacji. Wg Mazura wszelka informacja służy sterowaniu. Znaczyliby to, że wszelkie procesy informacyjne w urządzeniach technicznych, w systemach biologicznych (włącznie z człowiekiem) oraz systemach społecznych można sprowadzić do procesu sterowania. Konsekwencją ujęcia informacji w ramy toru sterowniczego (rys. 1) jest nadanie jej charakteru względności, zależności od Odbiorcy (lub odbiornika). Względność informacji zakłada, że informację można rozpatrywać tylko względem sytemu będącego odbiorcą lub odbiornikiem informacji (10). Jest to tzw. **infologiczny** poziom informacji, w odróżnieniu od **datalogicznego**, na którym odbiorca informacji nie jest ustalony (47).

M a z u r w procesach sterowania wyróżnia informację czynną i bierną (30). Aktywność informacji wyraża jej oddziaływanie na Odbiorcę (odbiornik), które dokonuje się przez kanały informacyjne. Bierna informacja jest zapisana na nośnikach informacji i posiada tylko zdolność do oddziaływania (podobnie jak energia potencjalna). Infologiczny poziom informacji dotyczy tylko informacji aktywnej, natomiast poziom datologiczny informacji biernej.



Rys. 1. Tor informacyjny

Źródło: opracowanie własne.

Wszelkie przetwarzanie informacji zachodzi wyłącznie w systemach infologicznych, czyli systemach zdolnych do reagowania na informację (10). Odbiorca informacji (rys. 1) może więc odebrać informację tylko przez swój system infologiczny. Z rys. 1 wynika, że Odbiorca pozyskuje informację ze Źródła lub Źródło i Odbiorca są podsystemami wchodzącymi w skład większego systemu pozyskującego informację od siebie samego. Istnieje jeszcze trzecia możliwość – Odbiorca odczytuje informację z nośnika informacji. Sterowanie (informowanie) polega na wywołaniu określonego skutku w podsystemie infologicznym Odbiorcy (w przypadku człowieka – w jego układzie nerwowym).

Wg M a z u r a informacje są to relacje występujące między elementami zbioru stanów fizycznych. Proces informowania przedstawiony na rys. 1 polega na przesłaniu informacji ze Źródła (oryginał) i utworzeniu jej wiernej kopii w umyśle Odbiorcy. Wierne przesłanie informacji M a z u r nazywa trans-informowaniem. Inną ważną formą informowania jest para-informowanie. Zachodzi ono wtedy, gdy przesyłana jest tylko część informacji oryginalnej, a Odbiorca uzupełnia kopię z zasobów własnej wiedzy. Ta forma informowania występuje najczęściej w porozumiewaniu się ludzi dzięki wykorzystaniu skojarzeń utrwalonych w pamięci. Nietrafne uzupełnienie informacji oryginalnej (np. z powodu braku wiedzy) prowadzi do nieporozumień.

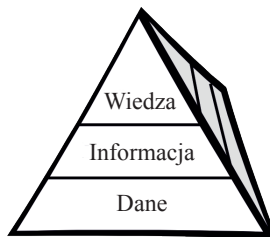
Relacja między dwoma stanami fizycznymi (np. stanem poprzednim i następnym, stanem odniesienia i stanem wykrytym, itd.) jest informacją elementarną. Ze zbiorów informacji elementarnych powstają informacje złożone, a z nich jeszcze bardziej złożone, itd. Informacje mogą być uśredniane, generalizowane, agregowane, itd. na różne sposoby. Informacje zmysłowe odbierane przez receptory człowieka są najczęściej informacjami złożonymi. Ich generalizacja powoduje określone błędy przybliżenia – kopie zatracają wierność w stosunku do oryginałów. W wyniku tego obraz świata kreowany przez świadomość ludzką jest uproszczoną wizją rzeczywistości. Tym niemniej, generalizacja informacji jest procesem niezbędnym ze względu na ograniczoną przepustowość informacyjną mózgu ludzkiego (28, 34). Kreowany model rzeczywistości pozwala jednak skutecznie poznawać świat. Z jednej strony bowiem do zrozumienia sensu danej sytuacji wystarczają informacje istotne, poznanie wszystkich szczegółów jest zbędne. Z drugiej zaś strony zrozumienie sytuacji nie wymaga dokładności absolutnej, lecz dostatecznej w danym wypadku.

Inną pragmatyczną teorią informacji jest ekonomiczna teoria informacji (10). W Polsce ekonomiką informacji zajmuje się Oleński (37, 38). Zakres ekonomiki informacji Oleński definiuje wg dwóch kryteriów: przedmiotowego i podmiotowego. Przedmiotem badań ekonomiki informacji są zasoby informacji, sama informacja oraz procesy informacyjne, natomiast podmiotami są ludzie, gospodarstwa domowe, grupy społeczne i jednostki organizacyjne realizujące przynajmniej jedną z funkcji systemów informacji. Funkcjami tymi są: generowanie, gromadzenie, przechowywanie, przekazywanie, przetwarzanie, udostępnianie, interpretacja i wykorzystywanie informacji. Głównymi narzędziami ekonomiki informacji są modele informacji, procesów, systemów i podmiotów informacyjnych (37).

Dla wykorzystania informacji olbrzymie znaczenie ma semiotyka informacji (nauka zajmująca się znakami). Oleński opisuje trzy rodzaje znaków: znaki umowne (symbole), znaki ikoniczne (ikony i obrazy) i znaki naturalne (oznaki, symptomy). Znaki umowne działają na zasadzie umowy społecznej. Systemem znaków umownych jest każdy język. Wyspecjalizowanym systemem znaków umownych jest zbiór symboli matematycznych. Bez znaków umownych ze zbioru $\{0, 1\}$ nie działałyby komputery. Przykładami znaków ikonicznych są mapy, rysunki, zdjęcia, itd. Zarówno znaki ikoniczne, jak i umowne odgrywają fundamentalną rolę w systemach wspomaganie decyzji umożliwiając wymianę informacji między systemem i jego użytkownikiem. Oznaki są to zjawiska występujące w otoczeniu, nie mające na celu przekazania informacji, ale zauważone przez Odbiorcę niosą określoną informację (np. wyschnięta gleba). W rolnictwie wartości oznak nie sposób przecenić, ponieważ stanowią one jedno z podstawowych źródeł informacji. Tym niemniej ich prawidłowa interpretacja wymaga często dużej wiedzy, doświadczenia lub nawet zastosowania metod analitycznych. Oznaki są podstawą działania objawowych systemów wspomaganie decyzji (35).

Dane, informacja i wiedza

Informacje służą do uzupełnienia wiedzy użytkownika o występującej sytuacji w celu podjęcia jak najlepszej decyzji. Dlatego zależność między danymi, informacją a wiedzą ma istotne znaczenie.

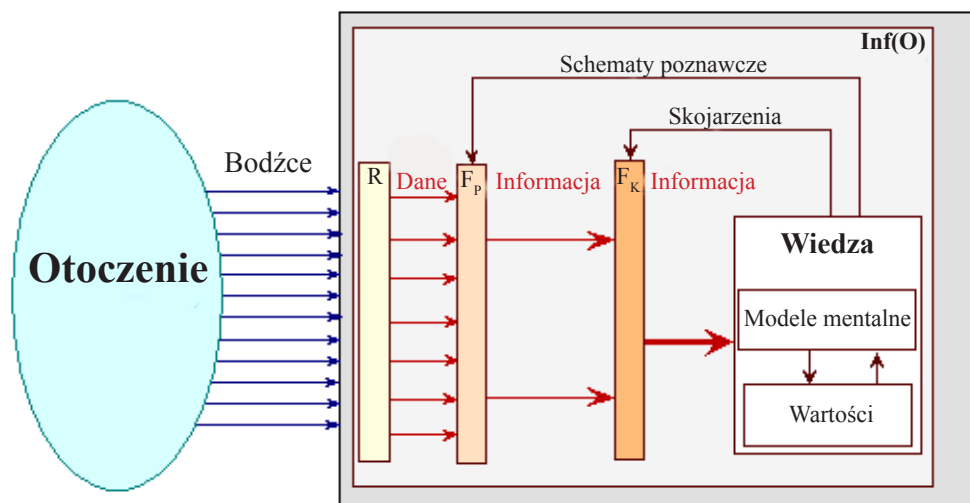


Rys. 2. Hierarchia wiedzy, piramida: dane – informacja – wiedza

Źródło: opracowanie własne na podstawie Burgin, 2010 (10).

Obecnie najbardziej rozpowszechnionym podejściem do związku między danymi, informacją i wiedzą jest ujęcie hierarchiczne. Nie ma jednak zgodnego stanowiska, w jaki sposób odbywa się przemiana dane – informacje – wiedza, ani nawet co to są dane, informacja i wiedza. (10). Np. Davis w „Encyklopedycznym słowniku systemów informowania kierownictwa” (14) podaje, że dane są częstkami informacji lub faktów, informacja jest uporządkowanym zbiorem faktów i danych, a wiedza sumą informacji. Definicja ta zawiera jednak błędy. Definiowanie danych przez informację i informacji przez dane jest błędnym kołem - *idem per idem*. Wiedza natomiast nie może być prostą sumą informacji, bowiem suma informacji nadal jest informacją, tylko strukturalnie bardziej złożoną. Kamień nie zawiera wiedzy, ale zawiera informację. Geolog, posługując się swoją wiedzą o kamieniach może „wydobyć” z kamienia bardzo wiele informacji przez ogląd, pomiar, itd. (10).

Zrozumienie związku między danymi, informacją i wiedzą może być łatwiejsze, jeżeli się je umiejscowi w procesie tworzenia wiedzy. Schemat pozyskiwania wiedzy z danych na przykładzie człowieka (Odbiorcy) przedstawiono na rys. 3. Bodźce z otoczenia są odbierane przez jego podsystem infologiczny $\text{Inf}(O)$ jako dane – informacje elementarne lub informacje złożone, ale o stosunkowo prostej strukturze. Dalsze przetwarzanie informacji odbywa się w podsystemie infologicznym. Receptory R stanowią wejście filtra percepcyjnego F_p . Do filtra percepcyjnego mogą być kierowane dane z wielkiej liczby receptorów, np. siatkówka oka ludzkiego posiada ich ok. 150 mln. (28).



$\text{Inf}(O)$ – podsystem infologiczny Odbiorcy

R – receptory

F_p – filtr percepcyjny

F_k – filtr koncepcyjny

Rys. 3. Pozyskiwanie wiedzy z danych

Źródło: opracowanie własne na podstawie Boisot i Canals, 2004 (8) oraz Nęcka i in., 2008 (34).

Dane pochodzące z poszczególnych receptorów są łączone w filtrze percepcyjnym F_p przy udziale schematów poznawczych w duże struktury informacji, zwane spostrzeżeniami. Rozpoznanie obiektu jest równoznaczne z przypisaniem spostrzeżenia do określonej kategorii, wyznaczonej przez schematy poznawcze. Są one składnikiem wiedzy odbiorcy i dopływają do filtru percepcyjnego F_p z pamięci. Filtr percepcyjny dokonuje sensorycznej analizy danych, np. detekcji dwóch identycznych znaków – liter, błysków światła itd., oraz semantycznej interpretacji danych, np. stwierdzenia identyczności znaczeń kilku słów (34).

Z wyjścia filtru percepcyjnego F_p spostrzeżenia przepływają do filtru koncepcyjnego F_k . Tutaj odbywa się przetwarzanie informacji aktywizujące skojarzenia z przeanalizowanymi sensorycznie lub semantycznie danymi. Skojarzenia takie mogą dotyczyć np. pojęć lub obrazów znaczeniowo związanych z przeanalizowanymi spostrzeżeniami. Odbiór informacji przez skojarzenie z danymi sensorycznymi (filtr F_p) i semantycznymi (filtr F_k) oznacza, że zachodzi jej redukcja do elementów w zbiorze tzw. teaurusu - repertuaru obrazów sensorycznych i określonego zasobu leksykalnego terminów i wyrażeń języka, którym posługuje się odbiorca (47).

W filtrze koncepcyjnym F_k zachodzi przetwarzanie informacji na najgłębszym poziomie, na którym informacja może zostać włączona w struktury istniejącej wiedzy, przechowywanej w pamięci trwałej (34). Może także nastąpić jej odrzucenie, jeżeli konfrontacja jej znaczenia z wiedzą dotychczasową (np. przekonania odbiorcy) daje wynik negatywny. W tym miejscu należy dodać, że wynik konfrontacji tworzy metainformację o nowej informacji. Może to być np. ocena jej jakości lub jakości jej źródła. Metainformacja jest również włączana w struktury dotychczasowej wiedzy. Informacja może zmieniać, uzupełniać i potwierdzać istniejące lub tworzyć nowe modele mentalne odbiorcy. Zamiast wiedzy rzetelnej może także tworzyć wiedzę fikcyjną: błędne przekonania, przesady, itd. Stąd wynika potrzeba zapewnienia wiarygodności zdobywanej informacji przede wszystkim przez wybór rzetelnych źródeł informacji oraz jej weryfikację na podstawie źródeł alternatywnych. Im więcej źródeł niezależnych potwierdza określoną informację, tym bardziej jest ona prawdopodobna i wobec tego godna zaufania. Zachodzi tu podstawowa różnica między układami sterowania a człowiekiem: w układach sterowania informacja powtarzająca się ma charakter redundancyjny, natomiast w przypadku człowieka może wzmacniać wiarygodność informacji oryginalnej lub wspomagać uczenie się.

Z powyższego wynika, że dane należy traktować jako informacje elementarne lub informacje o prostej strukturze. Dane te są przetwarzane na informacje o coraz bardziej złożonej strukturze i dopiero ze złożonych struktur informacji komponowana jest wiedza.

Rozpatrując zagadnienie wiedzy należy przede wszystkim podać jej definicję. Klasyczna koncepcja wiedzy, pochodząca od Platona, stwierdza, że „wiedza to uza-

sadnione i prawdziwe przekonanie” (48). Jednakże w 1963 roku filozof amerykański Edmund L. Gettier opisał przypadki przekonań uzasadnionych i prawdziwych, których nie można uznać za wiedzę, co podważyło zaufanie do uniwersalności klasycznej definicji wiedzy.

B o c h e ń s k i (6) podkreśla dwoistość kategorii wiedzy: należy odróżnić wiedzę jako zjawisko psychiczne od wiedzy rozumianej jako treść tegoż zjawiska. Treść wiedzy jest kodowana na nośnikach, dzięki czemu można ją gromadzić, dzielić się nią i przetwarzać informacyjnie. Wiedza jako zjawisko psychiczne nie występuje poza psychiką – jest zawsze wiedzą konkretnego człowieka. Nie istnieje wiedza sama w sobie. Wiedza zawsze ma przedmiot, czyli dotyczy czegoś konkretnego albo abstrakcyjnego. Przedmiotem wiedzy nie są jednak rzeczy, cechy i relacje, ale stany rzeczy, wartości cech i własności relacji. O ile rzeczy, cechy i relacje są odwzorowane w pojęciach, to wiedza dotycząca stanów rzeczy, wartości cech i własności relacji wymaga do odwzorowania zdań. Wie się np., że dana rzecz ma określone właściwości, albo że istnieje, czyli zna się stany rzeczy.

Wiedza konkretnego człowieka jest modelem rzeczywistości i dlatego musi posiadać strukturę pozwalającą na oddanie złożoności otoczenia. Odwzorowanie stanów otoczenia przy pomocy zdań wskazuje, że struktura wiedzy ma charakter komórkowy. Cała wiedza jest zbudowana z określonych elementarnych jednostek wiedzy. Jeden z możliwych modeli takiej jednostki przedstawił Mark Burgin.

Model B u r g i n a (10) dotyczy obiektu α reprezentującego kategorię wszystkich obiektów występujących w danym zbiorze (uniwersum) wiedzy U . W celu odróżnienia obiektu α od innych obiektów nadaje mu się nazwę ' α ', co odzwierciedla przypisanie $p(\alpha) \rightarrow \alpha'$. Nazwa ' α ' jest znakiem – w pamięci komputera może to być np. zawartość komórki pamięci. Obiekt α posiada „własności” przynależne mu z natury – immanentne, będące jego własnością. Bezpośrednie poznanie ich istoty jest dla człowieka nieosiągalne, poznajemy je bowiem przez właściwości przypisane. Oznacza to, że własności immanentne opisujemy przy pomocy zestawu znaków i wyrażeń tezaury będącego do naszej dyspozycji i przypisujemy je obiektowi α . Wiedza człowieka jest skonstruowana w całości z właściwości przypisanych. W miarę coraz lepszego poznawania własności immanentnych właściwości przypisane coraz dokładniej z nimi korespondują.

Każda pojedyncza własność immanentna obiektu α posiada zakres wartości, które można przedstawić jako skalę $S_{(i)}$. Opisanie własności immanentnej polega na utworzeniu skali wartości możliwych do wyrażenia $S_{(p)}$ i przyporządkowaniu skali $S_{(i)}$ do skali $S_{(p)}$: $pS_{(i)} \rightarrow S_{(p)}$. Wtedy wartościom skali $S_{(i)}$ będą odpowiadać wartości na skali $S_{(p)}$. Elementarna jednostka wiedzy (najmniejsza możliwa porcja wiedzy) o obiekcie α stanowi jedną wartość wybraną ze skali $S_{(i)}$ przypisaną jednej wartości na skali $S_{(p)}$. Np. jeżeli własnością immanentną jest ciężar obiektu α , to właściwością przypisaną jest jego ciężar wyrażony na skali $S_{(p)}$ zgodnie z dokładnością pomiarową wagi użytej do jego zmierzenia. Ciężar obiektu α wyrażony na skali $S_{(p)}$ jest więc

wartością z konieczności przybliżoną. Elementarna jednostka wiedzy może być: zgodna z prawdą (identyczna), przybliżona lub niezgodna z prawdą. Zależy to od charakteru relacji między własnościami immanentnymi i właściwościami przypisanymi oraz szczegółowością skali $S_{(P)}$ w stosunku do skali własności immanentnej $S_{(I)}$. Przyporządkowanie $p_{S_{(I)}} \rightarrow_{(P)}$ nie musi być tylko prostą relacją dwóch wartości. Może mieć formę procedury pomiarowej, szacowania lub predykcji, natomiast przyporządkowanie $p(\alpha) \rightarrow \alpha$ formę procedury rozpoznawania, generowania lub pozyskiwania. Wiedza jest więc zbiorem opisanych wyżej właściwości przypisanych oraz relacji zachodzących między nimi.

Istnieje wiele innych sposobów reprezentacji wiedzy, które dotyczą różnych rodzajów wiedzy. Najistotniejsze rodzaje wiedzy to wiedza deklaratywna, proceduralna i metawiedza (34). Wiedza deklaratywna opisuje fakty, natomiast wiedza proceduralna odnosi się do procedur realizacji czynności umysłowych i ruchowych. Metawiedza jest odrębnym rodzajem wiedzy. Jest wiedzą o tym, co się wie i może być uświadomiona lub nieuświadomiona. W psychologii poznawczej do reprezentacji wiedzy deklaratywnej o obiektach i zjawiskach używa się cech i relacji, które między nimi zachodzą. Taki sposób reprezentacji może być także odwzorowany przez model Burgina.

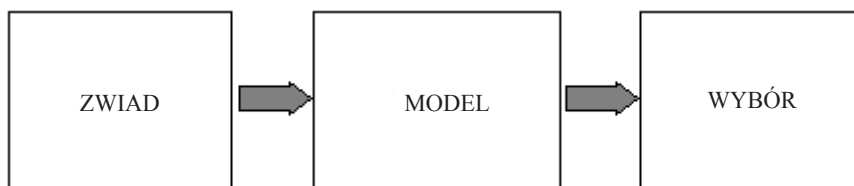
Teoria decyzji

Teoria decyzji bada proces podejmowania decyzji i stara się go ująć w ramy formalne przez budowę odpowiednich modeli. Koncentruje się tylko na niektórych aspektach sytuacji decyzyjnych i zakłada, że podejmujący decyzje ma opcje do wyboru, a wybór jest działaniem celowym. Teoria decyzji stara się także wyjaśnić wpływ wolnej woli człowieka na wynik wyboru (22).

Współczesna teoria decyzji jest rozwijana od połowy XX wieku w ramach kilku dyscyplin naukowych: ekonomii, statystyki matematycznej, psychologii, socjologii, nauk politycznych, filozofii, itd. (22). Dlatego, podobnie jak w Teorii informacji, można mówić o teoriach decyzji. Teorie te można podzielić na racjonalistyczno-normatywne i opisowo-wyjaśniające (25). Racjonalistyczno-normatywna teoria decyzji ustala, jak decyzje powinny być podejmowane, by były racjonalne, również w obliczu niepewności i niepełnej informacji. Opisowo-wyjaśniające teorie decyzji wyjaśniają sposób podejmowania decyzji w rzeczywistości. Teorie decyzji zajmują się sposobami wyboru najlepszej opcji w danej sytuacji, natomiast nie oceniają sensu podejmowania danej decyzji.

Podejmowanie decyzji uwzględniające wybór z istniejących opcji składa się ze zdarzeń, należy więc do kategorii procesów. Jego rozciągnięcie w czasie skłania do wydzielenia w nim procesów składowych, które można nazwać etapami. H a n s s o n (22) do pierwszych badaczy procesu podejmowania decyzji zalicza francuskiego filozofa i matematyka Nicolasa Condorceta (1743-1794) oraz Johna Dewey'ego (1859-1952).

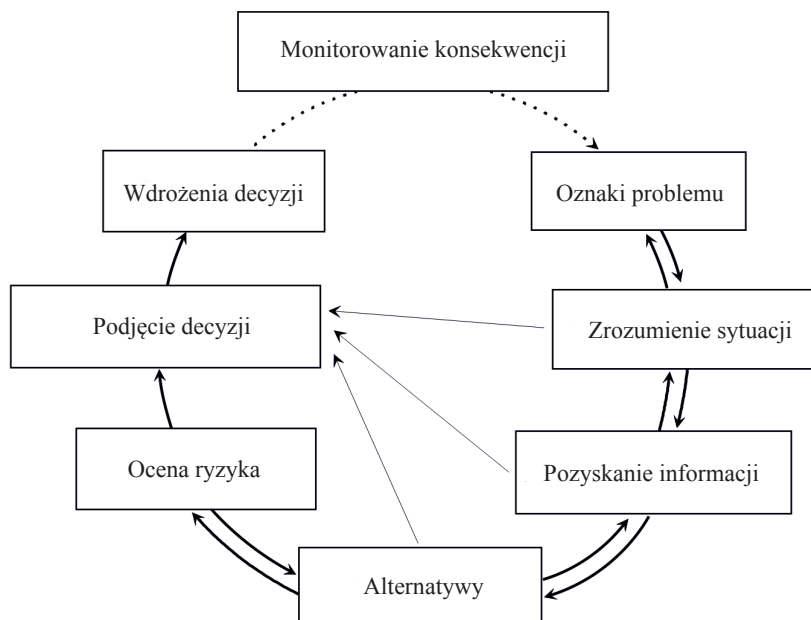
W kontekście organizacji (w sensie przedsiębiorstwa) duże zasługi dla teorii decyzji położył Herbert Simon (1916-2001). Simon opisuje proces podejmowania decyzji (w książce „The New Science of Management Decision” wyd. w 1960 roku) dzieląc go na trzy etapy, przebiegające kolejno jeden po drugim: znalezienie sposobności do podjęcia decyzji (zwiad), ustalenie możliwych działań (model sytuacji decyzyjnej) i wybór jednego działania z listy możliwych (rys. 4). Jest to tzw. model sekwencyjny.



Rys. 4. Model sekwencyjny procesu podejmowania decyzji wg Simona z roku 1960.

Źródło: opracowanie własne na podstawie Hansson, 2005 (22).

Wkrótce zwrócono jednak uwagę, że w sytuacjach decyzyjnych występujących w praktyce proces podejmowania decyzji nie jest regularny jak to przedstawił Simon, ale na określonych etapach rozwidła się i powtarza. Te nieregularności ujmują nie-sekwencyjne modele procesu decyzyjnego (22). Modele takie można nazwać „stanowymi”. Uzasadnienie takiej nazwy wynika z tego, że konieczność powrotu do jednego z etapów poprzednich spowodowana jest niemożliwością osiągnięcia zadawalającego stanu na etapie bieżącym.



Rys. 5. Model nie-sekwencyjny („stanowy”) procesu podejmowania decyzji w rolnictwie

Źródło: opracowanie własne na podstawie wielu źródeł.

Według specjalistów od zarządzania, P e t t i n g e r a (39), czy R o b i n s a i D e C e n z o (43), pierwszym etapem procesu podejmowania decyzji jest rozpoznanie problemu, który definiuje się jako stwierdzenie rozbieżności między stanem istniejącym a pożądanym. Stwierdzenie to wymaga uściślenia. Często jest tak, że po stwierdzeniu rozbieżności następuje niezwłoczna decyzja o zaniechaniu dalszych działań. Potrzebę działania wywołuje dostrzeżenie rozbieżności istotnej – grożącej niebezpiecznymi konsekwencjami w razie braku reakcji. Stwierdzenie takiej istotności wymaga określonych kryteriów. W ochronie roślin stosowane są np. progi nasilenia agrofagów, tzw. progi szkodliwości (7, 36).

N o r r i s i i n. (36) wymieniają trzy progi szkodliwości: statystyczny, ekonomiczny i opłacalności. Zagęszczenie agrofaga poniżej progu statystycznego jest przyczyną strat nieistotnych statystycznie, spowodowanych niewielkimi uszkodzeniami. Rośliny potrafią je najczęściej kompensować, a w niektórych uprawach niewielkie uszkodzenia działają nawet stymulująco na rozwój roślin i w rezultacie plon może być wyższy. Doświadczony kierownik potrafi często rozpoznać po pierwszych oznakach, czy występuje zagrożenie i nie podejmuje działań bez potrzeby.

Model podejmowania decyzji zilustrowany na rys. 5 eksponuje istotność oznak problemu i zrozumienie ich znaczenia, proponując dwa początkowe etapy podejmowania decyzji: **identyfikacja oznak problemu** i **zrozumienie sytuacji decyzyjnej**. O oznakach w ogólnym kontekście powiedziano już wcześniej. W realiach ochrony roślin należy podkreślić, że oznaki problemu mogą być mało czytelne lub w ogóle niewidoczne. Przykładem jest zaraza ziemniaka, ujawniająca się dopiero po ok. siedmiu dniach od infekcji, kiedy ochrona nie może już przynieść dostatecznych rezultatów. W temu podobnych sytuacjach należy położyć zasadniczy nacisk przy podejmowaniu decyzji na znajomość zjawisk i procesów zachodzących w rolnictwie w celu zastosowania środków zaradczych zanim jeszcze wystąpią oznaki.

Rozpoznanie oznak oraz zrozumienie problemu zależy od cech osobistych kierownika (wiedza, doświadczenie, spostrzegawczość, itd.), jest więc subiektywne. Mylna ocena prowadzi do jednej z dwóch sytuacji: takiej, w której rozwiązuje się problem zbliżony do rzeczywistego lub takiej, w której rozwiązuje się problem fikcyjny zupełnie innej kategorii niż występujący w rzeczywistości. Przykładowo, błędne rozpoznanie agrofaga wiedzie często do wyboru nieodpowiedniej taktyki ochrony, która może okazać się mało skuteczna (36). Jednakże oznaki analogiczne do powodowanych przez choroby mogą być wywołane czynnikami abiotycznymi, np. brakiem danego mikroelementu w glebie. Pomyłka w takiej sytuacji powoduje, że działania podjęte w celu rozwiązania problemu prawie nigdy nie są skuteczne.

Rozpoznanie oznak i zrozumienie problemu może zachodzić niemal jednocześnie. Wszystkie trudniejsze problemy wymagają jednak namysłu, a niekiedy powtórnego lub nawet wielokrotnego przebadania oznak problemu. Wyróżnienie rozpoznania oznak i zrozumienia problemu jako dwóch etapów na rys. 5 umożliwia przedstawienie powrotów i powtarzania działań aż do osiągnięcia zadawalającego wyniku.

Przykładem może być ochrona roślin przed stawonogami. Ponieważ podatność na insektycydy zależy od ich stadium rozwoju, ważne jest rozpoznanie osobników dojrzałych, stadium niedojrzałego i jajeczek. Może więc zaistnieć konieczność ich hodowli w laboratorium aż do stadium dojrzałości (36).

N ę c k a (33), prezentując metodę **TRoP** – Twórczego **Rozwiązywania Problemów** (czyli **TRoP**-ienia problemów), wprowadza pojęcie przestrzeni problemu, na którą składają się: identyfikacja problemu, jego zrozumienie oraz wyrażenie we właściwym języku. Wyrażenie problemu należy do etapu jego zrozumienia, ponieważ ułatwia głębokie wniknięcie w jego istotę i nabranie przekonania, że obrana droga jest właściwa.

W sytuacjach niepewności pomocne są strategie ułatwiające zrozumieć problem. R o b e r t o (42) wymienia siedem takich strategii: rozumowanie przez analogię, imitacja, reguły praktyczne, ponowne sformułowanie problemu, konsultacja, debata i eksperymentowanie. Rozumowanie przez analogię polega na porównaniu nowej sytuacji do sytuacji znanych z przeszłości, pozwalając wykorzystać nabyte doświadczenie a także wiedzę o podobnych sytuacjach podawaną w literaturze. Imitacja polega na zasięgnięciu rady kogoś, kto podobny problem rozwiązał. Regułą praktyczną może być przyjęcie, że w określonych fazach rozwojowych roślin dany agrofag nie ma już znaczenia ekonomicznego. Przykładowo, w 26 fazie rozwojowej pszenicy jarej (widoczne 6 pędów bocznych) mszyce nie mają większego znaczenia, ale należy bacznie obserwować występowanie rdzy żółtej (13). Inną regułą praktyczną jest założenie, że koszty pośrednie stanowią 25% kosztów całkowitych w gospodarstwie. Reguły praktyczne mogą dać olbrzymie oszczędności czasu i funduszy zwalniając od zbierania wielu informacji. Ponowne sformułowanie problemu polega na rozbiciu złożonego problemu, przekraczającego możliwości poznawcze kierownika, na mniejsze problemy. Konsultacja wykorzystuje wiedzę ekspercką doradcy. Debata wymaga zebrania grupy sąsiadów i przedyskutowania z nimi problemu. Eksperymentowanie polega na przeprowadzeniu testów wstępnych w małej skali i podjęcia decyzji po upewnieniu się, że obrany kierunek wiedzie do celu. Strategie te są znane i stosowane, zasługą Roberto jest więc chyba tylko to, że je zebrał razem tworząc poręczną listę. Proponowane strategie nie są antidotum na wszystkie złożone problemy i z każdą z nich wiąże się możliwość braku efektów lub nawet pomyłki.

Wynikiem etapu zrozumienia problemu jest jego model, który często bywa mentalny, a czasami jest wyrażony w odpowiednim języku (opisowo, graficznie, itd.). Na podstawie modelu formułuje się cel decyzji, ocenia się powagę sytuacji i konsekwencje podjęcia niewłaściwej decyzji, skalę czasową problemu, tzn. na ile można zwlekać z podjęciem decyzji. Ustalenie powagi problemu i granicy czasowej pozwala uzyskać perspektywę potrzebną do oceny zasięgu działań w dalszych etapach. Może to prowadzić bądź od razu do decyzji lub może wymagać pozyskania dodatkowych informacji (rys. 5). Liczba wymaganych informacji zależy od umiejętności kierownika (34):

- kierownicy o dużej wiedzy i doświadczeniu mogą nie potrzebować nowych informacji, lub potrzebują uzupełnienia wiedzy wybranymi informacjami istotnymi dla decyzji,
- kierownicy o małej wiedzy gromadzą niewiele informacji, nie umiając jej szukać, a ponadto robią niewielki użytek z informacji zdobytej,
- kierownicy o średniej wiedzy gromadzą zwykle najwięcej informacji.

Jeżeli konieczne jest zdobycie nowych informacji, kierownik przechodzi do następnych etapów: pozyskania informacji i opracowania alternatyw. W kolejnych krokach określa się wymaganą kompletność i koszt informacji oraz wyznacza się mierzalne kryteria osiągnięcia celu i metody oceny alternatyw. Zespół tych czynników odgrywa zasadniczą rolę na etapie pozyskiwania informacji. W praktyce bardziej złożone decyzje rzadko są podejmowane na podstawie kompletnej informacji (46). Pierwszą czynnością jest ustalenie, czy wymagane informacje w ogóle istnieją i czy są dostępne (23). Ważna jest także ich wiarygodność, rzetelność i aktualność. Najlepiej jest korzystać z pierwotnych źródeł informacji, źródła wtórne mogą podawać informacje niepełne lub zafałszowane (3). Należy wziąć pod uwagę sposób ich pozyskania. Jeżeli informacje będą przetwarzane elektronicznie, także ich format. Ilość informacji gromadzonych na tym etapie zależy od złożoności problemu. Im większa jest złożoność problemu, tym większa ilość zebranych informacji, ale tym więcej może też być informacji nieistotnych dla problemu decyzyjnego. W przypadku problemów bardzo złożonych, mimo że więcej informacji jest gromadzonych, więcej też jest niedostępnych (34).

Jeśli chodzi o alternatywy, to teorie decyzji zakładają, że są one zawsze dostępne – w najgorszym przypadku można nie podejmować działania (39). Natomiast odnośnie tworzenia alternatyw teorie decyzji niewiele mają do powiedzenia – są one traktowane jako część problemu decyzyjnego i jako informacje wejściowe (9). Wynikają zapewne ze zrozumienia sytuacji decyzyjnej i pomysłowości kierownika. W każdym razie, istniejące alternatywy są oceniane z punktu widzenia konsekwencji ich realizacji lub odstąpienia od realizacji. W procesie podejmowania decyzji często w związku z daną alternatywą występują tzw. łańcuchy decyzyjne (25). Podjęcie jednej decyzji może bowiem wymagać podjęcia następnych. W ważniejszych decyzjach analizuje się alternatywy wraz z mogącymi wystąpić łańcuchami decyzyjnymi.

Ocena ryzyka w decyzjach rolniczych należy do krytycznych etapów procesu podejmowania decyzji rolniczych. Przy ocenie ryzyka mogą wystąpić następujące sytuacje: podejmowanie decyzji w warunkach pewności, w warunkach ryzyka i w warunkach niepewności (25). Warunki pewności oznaczają, że możliwość popełnienia błędu jest znikoma – jest to komfortowa sytuacja, w biznesie występująca najczęściej w decyzjach operacyjnych. Ryzyko oznacza, że elementy wpływające na rezultat decyzji można ustalić tylko z określonym prawdopodobieństwem, zawsze więc może wystąpić błąd. Niepewność oznacza, że niewiele można powiedzieć

o prawdopodobieństwie błędu – w biznesie sytuacja taka jest charakterystyczna przede wszystkim dla decyzji strategicznych, a w rolnictwie również operacyjnych i taktycznych.

Końcowymi etapami są podjęcie decyzji i przekazanie jej do wdrożenia. Z wdrożeniem związana jest kontrola wykonania (39). Po wykonaniu działań określonych przez zakres wdrożenia następuje często ostatni etap jakim jest monitorowanie konsekwencji (rys. 5).

Przedstawiony model podejmowania decyzji jest modelem opisowym i nie jest sformalizowany. Ma wobec tego jedynie wartość pogładową. W teorii decyzji formalnie najlepiej opracowany jest etap oceny alternatyw (opcji). Istnieje wiele metod oceny opcji. Ocena opcji znacznie się upraszcza, jeżeli każdej z nich przypisze się wartość liczbową. W niektórych wypadkach może to stanowić poważne i pracochłonne wyzwanie badawcze.

Podjęcie decyzji – model racjonalny

Ludzkie decyzje dużo częściej dokonywane są wg heurystyk niż zgodnie z wyrażanymi obliczeniami, stąd też mogą być nieracjonalne. Słowa „heurystyka” użył po raz pierwszy Pappus z Aleksandrii w III wieku (2). Heurystyka stara się zrozumieć proces rozwiązywania problemów, w szczególności analizuje operacje myślowe oraz ich logiczne i psychologiczne tło (40). W ujęciu historycznym, heurystyka albo inaczej *ars inveniendi* była to nazwa pewnej gałęzi wiedzy badająca metody i reguły dokonywania odkryć. Ślady świadczące o takich badaniach można znaleźć już u komentatorów Euklidesa (IV wiek p.n.e.). W czasach bardziej współczesnych heurystyką zajmowali się Descartes, Leibniz i Bernard Bolzano.

Obecnie heurystyka oznacza dyscyplinę naukową zajmującą się metodami rozwiązywania problemów w warunkach niepełności informacji, kompensowanej intuicją i doświadczeniem. Heurystyka wyszukuje wspólne cechy sposobów traktowania wszystkich rodzajów problemów, wyławia ich ogólne rysy charakterystyczne. Podstawą, na której buduje się heurystykę, jest doświadczenie w rozwiązywaniu problemów i obserwowanie innych ludzi rozwiązujących problemy. Większość wynalazków, odkryć i niekonwencjonalnych metod działania osiągnięto dzięki heurystycznym metodom działania (25). Heurystyka to także nazwa procesu decyzyjnego w warunkach niepełnej informacji. W odróżnieniu od heurystyk, procesy decyzyjne, w których wszystkie etapy są określone, nazywają się algorytmami.

Badania zachowań ludzkich podczas podejmowania decyzji doprowadziły do wykrycia wielu prostych heurystyk (18). W jednej z pierwszych prac opublikowanych na ten temat Herbert Simon w roku 1947 opisał heurystykę nazwaną „strategią zadowolenia”. Polega ona na przeglądaniu dostępnych opcji w przypadkowym porządku i wyborze pierwszej wystarczająco satysfakcjonującej. Heurystyka „eliminacji według aspektów” polega na ustaleniu szeregu kryteriów i eliminowaniu opcji, które ich nie spełniają. Pozostałe opcje można już przeanalizować dokładnie.

Heurystyka „kieruj się tym, co najważniejsze” jest udoskonaleniem poprzedniej. Kryteria służące do przesiania opcji ustawia się w niej w kolejności uwzględniającej osobiste preferencje, poczynając od kryterium najważniejszego. Jeszcze inna heurystyka nosi nazwę „kieruj się ostatnim sprawdzonym wyborem”. Bierze ona pod uwagę kryterium sprawdzone w ostatnim podobnym wyborze.

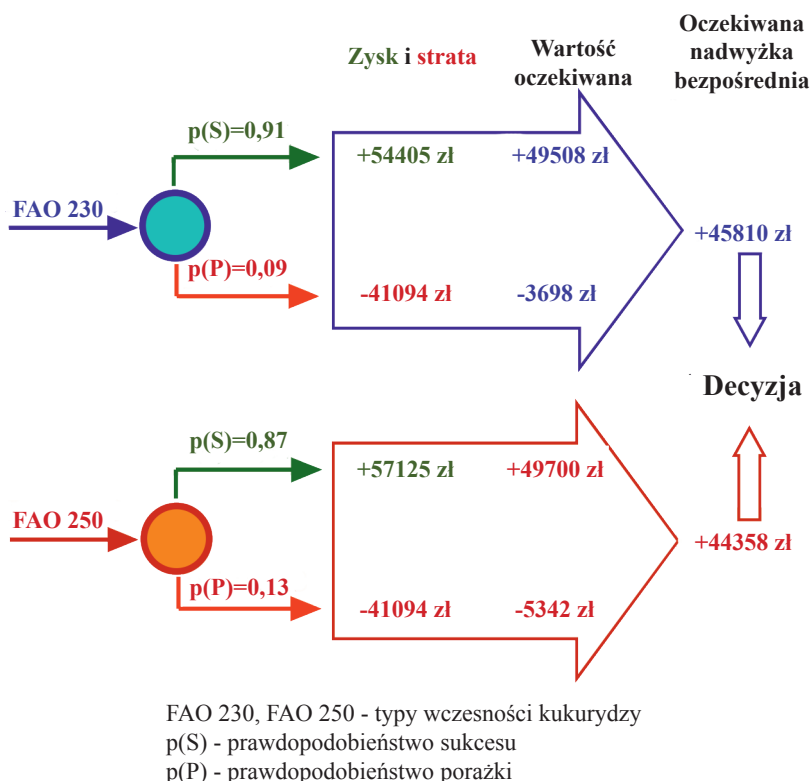
W przeciwieństwie do heurystyk metody przyjęte w Teorii decyzji mogą zapewnić racjonalność decyzji. Zasada racjonalności zachowań człowieka leży u podstaw teorii ekonomii. Zakłada, że człowiek dokonuje wyboru działań o największej użyteczności kierując się spodziewanymi korzyściami. Dotyczy to wszelkich form działalności, nie tylko gospodarczej. Przykładowo, jeżeli mieszkańcy wsi zaczynają masowo przenosić się do miasta, to można się spodziewać, że życie w mieście stało się bardziej korzystne niż życie na wsi, np. ze względu na wyższe zarobki, większy komfort, itd. (15).

Realizacja zasady racjonalności jest możliwa przy następujących założeniach (43):

- problem jest zrozumiały i jednoznaczny,
- cel jest jeden i wyraźnie określony,
- znane są wszystkie opcje i ich skutki,
- preferencje są jasne, niezmiennie i stabilne,
- nie ma ograniczeń kosztowych ani czasowych,
- ostateczny wybór opcji zapewnia optymalność decyzji.

W klasycznej teorii decyzji (34) kierownik idealny, tzn. osoba podejmująca decyzje doskonale racjonalne, dokonuje wyboru najlepszej opcji spośród określonej ich liczby. Opcja najlepsza oznacza tutaj opcję przynoszącą największą korzyść po uwzględnieniu prawdopodobieństwa zrealizowania każdej z opcji. Już Blaise Pascal zauważył bowiem, że podejmując ryzyko należy brać pod uwagę nie tylko konsekwencje opcji, ale także ich prawdopodobieństwa (15). Procedura wyboru sprowadza się więc do porównania wszystkich opcji między sobą z uwzględnieniem prawdopodobieństw.

Na rys. 6 przedstawiono przykład racjonalnego podejmowania decyzji wyboru najkorzystniejszej odmiany kukurydzy. Przykład ten został wygenerowany przy pomocy SWD ZeaSoft (53, 56, 57). Jeżeli korzyść wyrazimy jako zysk w jednostkach pieniężnych, to przy założeniu, że znane są wartości prawdopodobieństwa zrealizowania każdej z opcji, do racjonalizacji wyboru można posłużyć się metodą wartości oczekiwanej (16). Przedstawiony tutaj przykład porównuje uprawę dwóch typów wczesności kukurydzy (FAO 230 i FAO 250) o różnym prawdopodobieństwie dojrzenia. Uprawa kukurydzy, jako rośliny ciepłolubnej, jest związana w Polsce nawet na obszarach o korzystnych warunkach termicznych z ryzykiem strat plonu. Minimalizacja tego ryzyka jest możliwa przez właściwe decyzje na etapie siewu. Zasadą jest wybór najkorzystniejszej plonującej odmian o najwyższym prawdopodobieństwie dojrzenia ziarna, kolb lub zielonki. Prawdopodobieństwo osiągnięcia dojrzałości kukurydzy o różnych typach wczesności i kierunkach użytkowania można dość dokładnie określić wykorzystując sumę temperatur efektywnych (21).



Rys. 6. Schemat obliczeń oczekiwanej nadwyżki bezpośredniej

Źródło: opracowanie własne.

Ze względu na różnice w plonowaniu poszczególnych odmian nie można porównywać samego prawdopodobieństwa dojrzenia kukurydzy, konieczne jest ponadto uwzględnienie wysokości plonu i kosztów bezpośrednich produkcji. System ZeaSoft bierze pod uwagę te trzy wielkości i wykorzystuje metodę porównania wartości oczekiwanych zysków i strat kilku typów wczesności kukurydzy. Oblicza on nadwyżkę bezpośrednią, która stanowi różnicę między wartością produkcji (iloczyn ceny i plonu) a kosztami bezpośrednimi produkcji. Obliczenia wykonywane są w przeliczeniu na 1 ha. Na rys. 6 porównane typy wczesności kukurydzy mają różne prawdopodobieństwo dojrzenia, FAO 230 - 0,91 (91%) i FAO 250 - 0,87 (87%). Prawdopodobieństwo dojrzenia 91% oznacza, że w ciągu 100 lat uprawy kukurydzy można oczekiwać 91 lat „tłustych” i 9 „chudych”. Lata tłuste przynoszą zysk 54 405 zł, a chude stratę 41.094 zł z uprawy kukurydzy FAO 230; dla FAO 250 zysk jest nieco większy (57 125 zł) ze względu na wyższe plonowanie. Wartość oczekiwana jest iloczynem zysku lub straty i prawdopodobieństwa, natomiast oczekiwana nadwyżka bezpośrednia sumą zysku i straty danej opcji (FAO 230 lub FAO 250). Ponieważ opcja FAO 230 charakteryzuje się wyższą oczekiwaną nadwyżką bezpośrednią, stanowi ona lepszy wybór z punktu widzenia kierownika.

Rzeczywiste zachowania ludzi w sytuacjach wymagających podjęcia decyzji często odbiegają od opisanego modelu. Ktoś może np. uznać, że kolejny rok będzie rokiem tłustym, ponieważ kolejne dwa lata były chude i zaryzykuje wysiew kukurydzy FAO 250 (podane na rys. 6 prawdopodobieństwa dotyczą dłuższego okresu a nie poszczególnych lat). Inna osoba, licząc bardziej na własne szczęście, także może postąpić wbrew zaleceniom podanego modelu.

Założenia racjonalności często nie są możliwe do spełnienia, zwłaszcza ze względu na niepewność co do skutków decyzji. Oznacza to, że ustalenie prawdopodobieństwa realizacji opcji jest często obarczone dużym błędem. Ustalanie prawdopodobieństw nazywamy rozpatrywaniem ryzyka (43). Kiedy kierownik nie potrafi określić prawdopodobieństwa wyników w rozsądnych granicach, wtedy podejmuje decyzje w warunkach niepewności.

W 1979 roku psycholodzy Daniel Kahneman i Amos Tversky zaproponowali teorię wyboru w warunkach niepewności, tzw. teorię perspektywy (15, 34). Określa ona wpływ mentalnej reprezentacji problemu decyzyjnego na treść podejmowanych decyzji. Teoria perspektywy zakłada, że ludzie nie doceniają średnich i wysokich prawdopodobieństw, a przeceniają niskie prawdopodobieństwa. Ludzie stosują też inną skalę wartości dla zysków a inną dla strat. Zadowolenie z zysku w subiektywnym odczuciu rośnie wolniej niżby to mogło wynikać z obiektywnej wartości tego zysku. Frustracja spowodowana stratą przeciwnie, rośnie szybciej niż obiektywna wartość straty. Mówiąc prościej, strata boli bardziej, niż zysk cieszy.

Zastosowanie systemu wspomaganie decyzji ZeaSoft pozwala utrzymać proces podejmowania decyzji na gruncie racjonalności, eliminując niepewność i unikając skutków wynikających z teorii perspektywy. Można więc zalecić nową heurystykę „kieruj się zaleceniami SWD”.

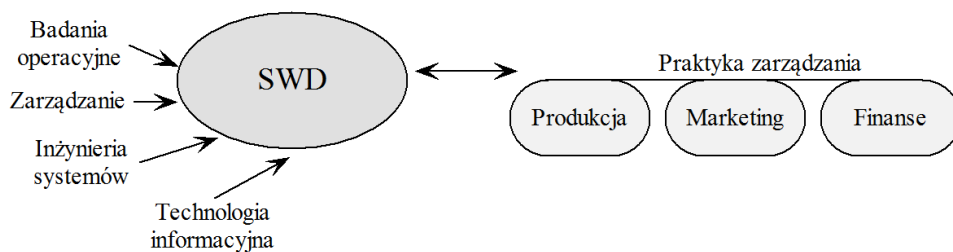
Systemy wspomaganie decyzji

Jak już wspomniano, system wspomaganie decyzji jest systemem informatycznym opracowanym w celu zapewnienia pomocy przy podejmowania decyzji. Idea pomocy zawiera domniemanie, że SWD dostarcza tylko częściowej informacji i wiedzy niezbędnej do podjęcia decyzji (45). System informatyczny można scharakteryzować jako skomputeryzowaną część systemu informacji. System informacji natomiast jest to system przetwarzający informacje wg procedur i modeli zgodnie z potrzebą określonego użytkownika (26).

Generalnie w każdym systemie rzeczywistym (empirycznym) przetwarzającym informacje można wyodrębnić jego system informacji. W przypadku człowieka takim systemem jest zasadniczo układ nerwowy, a użytkownikiem sam człowiek lub inni ludzie (np. w relacji nauczyciel-uczeń). Ponieważ każde gospodarstwo lub przedsiębiorstwo rolnicze przetwarza informacje, posiada system informacji. Nie wszystkie systemy informacji w gospodarstwach czy przedsiębiorstwach są natomiast

z informatyzowane. Również stopień informatyzacji może być różny. Powyższe uwagi stosują się także do wszystkich innych podmiotów (organizacji, instytucji, itd.).

Powstanie systemów wspomaganie decyzji było dziełem zarówno teoretyków jak i praktyków. Na podstawie informacji podanych przez Altera (1) i McCowna (31) wynika, że wczesne SWD były komputerowym wdrożeniem modeli opracowanych w ramach badań operacyjnych do praktyki zarządzania produkcją, marketingiem i finansami. Ideę tę przedstawiono na rys. 7. Z badań operacyjnych i z nauki o zarządzaniu konstruktorzy pierwszych SWD czerpali przede wszystkim wiedzę o modelowaniu procesów zarządzania (31). Inżynieria systemów dostarczyła metod projektowania i wdrażania SWD a technologia informacyjna umożliwiła ich fizyczną realizację (4). Z praktyki menadżerskiej wywodzili się natomiast użytkownicy SWD, którzy dzięki sprzężeniu zwrotnemu wpływali bezpośrednio na procesy ich opracowywania i doskonalenia. Budowa i zastosowanie SWD wyprzedziły teorię, jak bowiem podają Shim i n. (44) koncepcja „systemu wspomaganie decyzji” została nakreślona w sposób dojrzały dopiero przez Gorry’ego i Mortona (19), osiem lat po zakończeniu budowy systemu SAGE (41). Do roku 1970, w którym ukazują się pierwsze artykuły dotyczące SWD, zbudowano także wiele innych systemów wspomaganie decyzji.



Rys. 7. Geneza wczesnych SWD

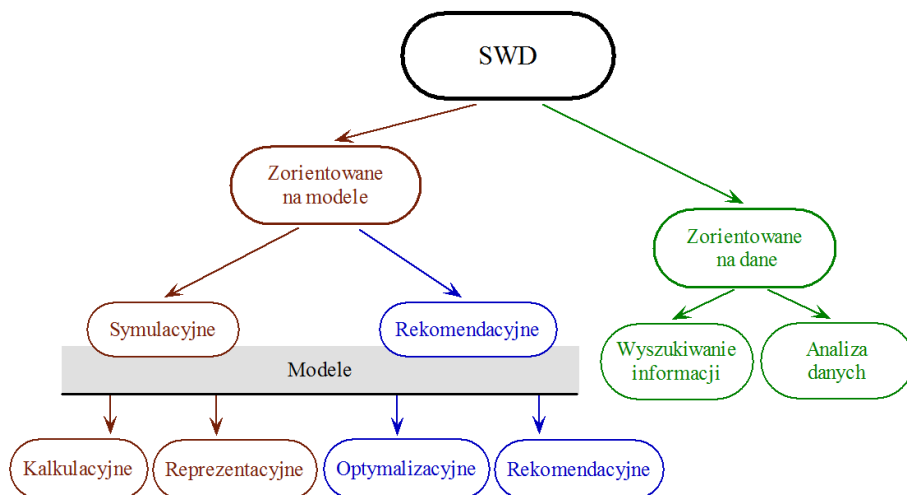
Źródło: opracowanie własne na podstawie Altera, 1974 (1) i McCowna, 2002 (31).

Gorry i Morton (19) użyli jeszcze nazwy „system wspomaganie kierownictwa”. Wychodząc z podziału decyzji na kategorie: operacyjne, taktyczne i strategiczne (wg Roberta Anthony’ego), oraz: ustrukturyzowane i nieustrukturyzowane (wg Herberta Simona), przedstawili oni następującą definicję: „SWD jest to system informatyczny, który rozwiązuje problem decyzyjny przynajmniej o jednym etapie nieustrukturyzowanym lub co najwyżej połowicznie ustrukturyzowanym” (19).

Po roku 1970 postęp przyspiesza na tyle, że Alter w swojej pracy o systemach wspomaganie decyzji (1) może uwzględnić pokaźną liczbę 56 systemów. Dzieli on ówczesne SWD na kategorie wg następujących kryteriów:

- ze względu na zastosowanie: SWD w marketingu, produkcji i finansach,
- ze względu na rodzaj decyzji: operacyjne, taktyczne i strategiczne,
- ze względu na rodzaj problemu decyzyjnego: ustrukturyzowane i nieustrukturyzowane,
- ze względu na podejście do modelowania: symulacyjne i optymalizacyjne.

Wymienione kryteria podziału nie straciły nic na aktualności, choć kategoria zastosowań znacznie się rozszerzyła. A l t e r (1) pogrupował analizowane systemy na zorientowane na dane i zorientowane na modele. Szczegóły tego podziału (z nieznacznym uproszczeniem) przedstawiono na rys. 8.



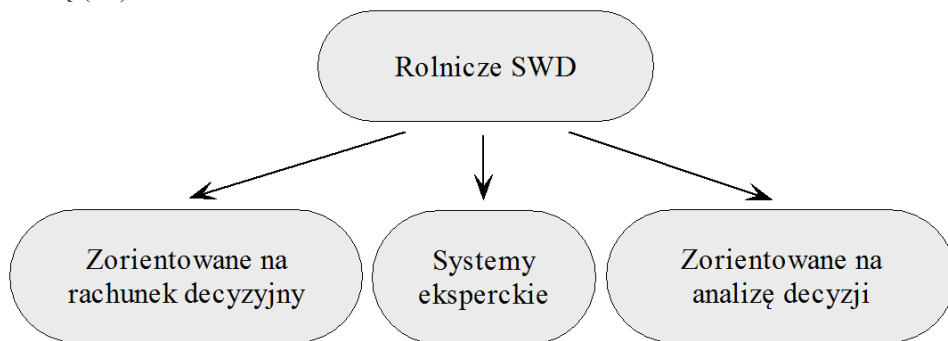
Rys. 8. Podział wczesnych SWD

Źródło: opracowanie własne na podstawie Altera, 1974 (1).

W grupie SWD zorientowanych na dane Alter wyróżnił systemy wyszukiwania informacji i systemy analizy danych, posiadające oprócz możliwości wyszukiwania proste modele analityczne. Grupę SWD zorientowanych na modele podzielił na dwie kategorie: symulacyjne i rekomendacyjne. Wyróżnił przy tym następujące kategorie modeli biznesowych: kalkulacyjne (deterministyczne), reprezentacyjne (stochastyczne), optymalizacyjne i rekomendacyjne. Modele symulacyjne służą do oceny konsekwencji planowanych decyzji, natomiast rekomendacyjne zalecają określone działania. Modele reprezentacyjne różnią się od analitycznych ścisłością wyników: dają odpowiedzi tylko przybliżone, np. ocenę ryzyka podejmowanych działań, gdzież to analityczne udzielają odpowiedzi dokładnie określonych, np. ocenę konsolidacji planu inwestycyjnego.

Przewaga gospodarcza sektora przemysłu i usług nad rolnictwem, przyciągająca większe zasoby finansowe i intelektualne spowodowała, że w rolnictwie SWD zostały zastosowane z ok. 10-letnim opóźnieniem (31). Pierwsze zastosowania SWD w rolnictwie dotyczyły wykorzystania przez ekonomistów rolniczych w procesach zarządzania gospodarstwem rolniczym modeli zapożyczonych z badań operacyjnych. Pierwsze SWD pozwalały na przeprowadzanie rachunków decyzyjnych na podstawie danych wprowadzanych przez użytkownika o stanie sytuacji decyzyjnej (rys. 9). Drugim rodzajem SWD były systemy służące do analizy decyzji na podstawie preferencji użytkownika. Trzeci rodzaj to systemy ekspertowe (SE, ang.

ES – *Expert System*). Rolnicze SE zaczęto budować w latach osiemdziesiątych XX wieku. Zachętą do ich budowy był sukces SE w medycynie, a także ukazanie się pierwszych szkieletowych systemów eksperckich, które tylko należało wypełnić wiedzą (31).



Rys. 9. Wczesne kategorie rolniczych SWD

Źródło: opracowanie własne na podstawie McCowna, 2002 (31).

W IUNG pierwszym systemem, który można zaliczyć do SWD, był system doradztwa nawozowego pracujący od końca lat 70-tych w trybie korespondencyjnym (PDN). Jego podstawowym elementem informatycznym był program doradczy zainstalowany na komputerze stacjonarnym w Ośrodku Obliczeniowym IUNG. Użytkownik drogą pocztową przysyłał niezbędne dane do obliczeń. Po wykonaniu obliczeń odsyłało do niego wyniki (54). Pod koniec lat 80-tych pojawił się pierwszy program na komputery klasy PC, NAW-1. W latach 1988-1995 opracowano także program Agroefekt. Należy więc stwierdzić, że w tamtych latach niewiele odbiegaliśmy od krajów przodujących.

W latach 1999-2002 IUNG podjął współpracę z Duńskim Instytutem Nauk Rolniczych (Danish Institute of Agricultural Sciences – DIAS) w celu realizacji wspólnego projektu dotyczącego opracowania i wdrożenia w Polsce internetowego systemu wspomagania decyzji w integrowanej ochronie roślin dla doradców i rolników (55). Stworzyło to wielką szansę nadrobienia opóźnień w stosunku do krajów przodujących.

Wiele decyzji w rolnictwie wymaga wspomagania informacją odniesioną do przestrzeni geograficznej. Prezentacja i przetwarzanie informacji przestrzennej stawia wysokie wymagania w stosunku do mocy sprzętu komputerowego. Z tego względu pierwsze systemy informacji przestrzennej pojawiły się z opóźnieniem ok. 10 lat w stosunku do biznesowych systemów informacji. Systemy informacji przestrzennej zdobyły nieco większą popularność dopiero w latach 90. XX wieku, czyli ok. 10 lat po wprowadzeniu komputerów osobistych (24).

W IUNG pierwsze działania w celu uruchomienia przestrzennego systemu informacji podjęto w latach 1994-2000 (52). Celem tych prac było opracowanie systemu informacji o rolniczej przestrzeni produkcyjnej dla Polski, obejmującego:

- zasoby glebowe,
- zanieczyszczenia i skażenia gleb,
- model agroklimatu,
- erozję wodną i degradację gleb,
- rozmieszczenie chwastów segetalnych.

W tym przypadku opóźnienie prac w IUNG w porównaniu do krajów przodujących było znacznie większe, wynosiło bowiem kilkanaście lat.

Podsumowanie

Wszystko co nas otacza wyraża się przez informację, dlatego pragmatyczne spojrzenie na informację obejmuje całą działalność człowieka i całą wiedzę ze wszystkimi jej zastosowaniami. Tłumaczy to poniekąd trudności z jedną, uniwersalną definicją informacji. Definicje informacji elementarnej nie oddają konsekwencji wynikających ze złożoności informacji lub jej postrzegania przez człowieka. Z kolei definicje o aspekcie pragmatycznym dotyczą informacji strukturalnie złożonych, dlatego trudno je zastosować do informacji elementarnych.

Informacja jest czynnikiem pośredniczącym w poznaniu zmysłowym, który przenosi formę świata rzeczywistego do modeli mentalnych w umyśle człowieka. Na podstawie tej formy wnosimy o istnieniu poszczególnych obiektów w otoczeniu. Tworzone modele mentalne mają z konieczności charakter przybliżony. Można wyróżnić dwa źródła niedokładności. Pierwszym źródłem jest generalizacja informacji elementarnych przez zmysły, związana z ograniczonym zbiorem obrazów sensorycznych. Drugim źródłem jest ograniczony zbiór znaków i wyrażań językowych wykorzystywany do reprezentacji obiektów i zjawisk świata rzeczywistego. Na niedokładność wynikającą z generalizacji informacji elementarnych człowiek ma duży wpływ przez zastosowanie instrumentów badawczych. Niedokładność wynikająca z ograniczonego repertuaru znaków jest kompensowana przede wszystkim przez wykorzystanie pojęć ogólnych (kategorii) do opisu obiektów i zjawisk jednostkowych, a także przez rozwijanie aparatury pojęciowej w ramach różnych dyscyplin naukowych.

Oddziaływanie informacji na ludzi jest uzależnione od jej zrozumienia, co jest ściśle związane ze zdolnością jej wyrażenia przez posiadany repertuar znaków, tzw. tezaursus. Osoby posiadające bardziej rozwinięty tezaursus są zdolne do lepszego zrozumienia danej sytuacji. W szczególności kompetencje rolnika wynikają z tezaursusa obejmującego wiele dyscyplin naukowych oraz wiedzę praktyczną. Poszerzenie tezaursusa o zasób wiedzy dotyczący informacji i wspomaganie decyzji umożliwia lepsze zrozumienie systemów wspomaganie decyzji. Ich wykorzystanie natomiast ma prowadzić do lepszych decyzji.

Rozpatrując zagadnienie wiedzy należy rozróżnić jej dwie podstawowe kategorie: wiedzę kodowaną na nośnikach i wiedzę indywidualną należącą do konkretnego człowieka, a ponadto jej rodzaje: wiedzę deklaratywną, proceduralną i metawiedzę.

Wiedza indywidualna człowieka powstaje w procesie poznania. Źródłem wiedzy jest informacja, wbudowywana w struktury pamięci dopiero po ustaleniu jej znaczenia i weryfikacji z dotychczasowym stanem wiedzy. Wynikiem weryfikacji jest metainformacja odnosząca się do jakości informacji. W stosunku do wiedzy znaczenie tworzącej ją informacji i jej jakość odgrywają więc zasadniczą rolę. Wniosek, jaki z tego wynika w nawiązaniu do systemów wspomaganie decyzji jest taki, że w odniesieniu do podmiotu (użytkownika) SWD powinny dostarczać informacji jednoznacznej i zrozumiałej, a w odniesieniu do przedmiotu informacji o wysokiej jakości. W zakresie wiedzy proceduralnej prezentowane przez SWD instrukcje postępowania powinny być zgodne z procedurami najlepszej praktyki.

Rozwój dziedziny SWD na świecie może dostarczyć interesującego materiału do rozważenia stanu obecnego tej dziedziny w IUNG-PIB i wyciągnięcia wniosków na przyszłość. Śledząc historię SWD można zauważyć, że systemy te były rozwijane tam, gdzie dysponowano odpowiednimi środkami i wtedy, kiedy pozwolił na to rozwój technologii informacyjnych. IUNG-PIB ma np. duże szanse wdrożenia internetowego systemu wspomaganie decyzji w integrowanej ochronie roślin, należy jednak pamiętać o warunku „tam, gdzie”. Warunek „wtedy, kiedy” jest, jak się wydaje, łatwiejszy do spełnienia.

Literatura

1. A l t e r S. L.: Computer Aided Decision Making in Organisations: a Decision Support System Typology. Report CISR-11. Sloan WP 855-76. 1976. <http://archive.org/details/computeraided-dec00alte>. Dostęp 17.06.2013.
2. A l t s z u l l e r H.: Algorytm wynalazku. Seria Omega. Wiedza Powszechna, Warszawa, 1975.
3. A n t o s z k i e w i c z J. D.: Innowacje w firmie. Praktyczne metody wprowadzania zmian. Poltext, Warszawa, 2008.
4. A v i s o n D. E.: Information Systems Development: A Data Base Approach. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1988.
5. B a t e s M. J.: Information. In: Bates, M.J., Maack, M.N. (eds.). Encyclopedia of Library and Information Sciences, 3rd Ed. New York, CRC Press, vol. 3, pp. 2347-2360, 2010. <http://pages.gseis.ucla.edu/faculty/bates/articles/information.html>. Dostęp 17.06.2013.
6. B o c h e ń s k i J. M.: Współczesne metody myślenia. Wydawnictwo „W drodze”, Poznań, 1992.
7. B o c z e k J.: Nauka o szkodnikach roślin uprawnych. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 2001.
8. B o i s o t M., C a n a l s A.: Data, information and knowledge: have we got it right? Journal of Evolutionary Economics, 2004, **14**: 43-67.
9. B o l a n d R. J. Jr.: Decision Making and Sensemaking. In: Burstein F., Holsapple C.W. (Eds). Handbook on Decision Support Systems 1. Springer, Berlin, 2008.
10. B u r g i n M.: Theory of Information. Fundamentality, Diversity and Unification. World Scientific Publishing, Singapore, 2010.
11. B u r s t e i n F., C a r l s s o n S. A.: Decision Support Through Knowledge Management. In: Burstein F., Holsapple C.W. (Eds). Handbook on Decision Support Systems 1. Springer, Berlin, 2008.

12. Capurro R.: Past, present, and future of the concept of information. *tripleC*, 2009, **7(2)**: 125-141.
13. Choroby i szkodniki zbóż. Internetowy system wspomagający podejmowanie decyzji w integrowanej ochronie roślin, IUNG-PIB, Puławy. 2013. www.ipm.iung.pulawy.pl. Dostęp 17.06.2013.
14. Davis G. B.: (Ed). *Blackwell Encyclopedic Dictionary of Management Information Systems*. Blackwell Publishers Ltd., Oxford, UK, 1997.
15. Dzik B., Tyszką T.: Czy zachowania ludzi są racjonalne? W: Tyszką T. (Red). *Psychologia ekonomiczna*, GWP, 2004.
16. Edwards B. R.: *Understanding maths and statistics in business*. Unwin Hyman Ltd., London, 1988.
17. Forlicz S.: *Informacja w biznesie*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 2008.
18. Gigerenzer G., Todd P. M.: *The ABC Research Group (Eds). Simple heuristics that make us smart*. Oxford University Press, Oxford, UK, 1999.
19. Gorry G. A., Morton M. S. S.: *Management Decision Systems: a Framework for Management Information Systems*. Sloan School Of Management, MIT, Cambridge, MA, USA, 1970. <http://archive.org/download/managementdecisi00gorr>. Dostęp 01.08.2013.
20. Gorshkov V. V., Gorshkov V. G., Danilov-Danilyan V. I., Losev K. S., Makareva A. M.: Information in the Animate and Inanimate Worlds. *Russian Journal of Ecology*, 2002, **33(3)**: 149-155.
21. Górski T., Górská K.: An algorithm for evaluating the temperature sums in Poland. Proc. 2-nd European Congress on Applied Climatology ECAC98, 19-23 Oct. 1998 (CD ROM). ZAMG, Wien, 1998.
22. Hansson S. O.: *Decision Theory. A Brief Introduction*. Royal Institute of Technology, Stockholm, 2005. <http://home.abe.kth.se/~soh/decisiontheory.pdf>. Dostęp 17.06.2013.
23. Hamlett M. J., Knight C. G.: Decision Support for River Quality Management: The REKA Model in Bulgaria. In: Manos B., Paparrizos K., Matsatsinis N., Papathanasiou J. (Eds). *Decision support systems in agriculture, food and the environment: trends, applications and advances*. IGI Global, Hershey, PA, USA, 2010.
24. Keenan P. B.: *Geographic Information and Analysis for Decision Support*. W: Burstein F., Holsapple C.W. (Eds). *Handbook on Decision Support Systems 1*. Springer, Berlin, 2008.
25. Kisielnicki J.: *Zarządzanie*. PWE, Warszawa, 2008.
26. Kisielnicki J.: *MIS. Systemy informatyczne zarządzania*. PLACET, Warszawa, 2009.
27. Kowalczyk E.: *O istocie informacji*. WKiL, Warszawa, 1981.
28. Maruszewski T.: *Psychologia poznania*. Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne GWP, Gdańsk, 2001.
29. Mazur M.: *Cybernetyczna teoria układów samodzielnych*. PWN, Warszawa, 1966.
30. Mazur M.: *Jakościowa teoria informacji*. WNT, Warszawa, 1970.
31. McCown R. L.: Locating agricultural decision support systems in the troubled past and socio-technical complexity of 'models for management'. *Agricultural Systems*, 2002, **74**: 11-25.
32. Nafría J. M. D.: What is information? A multidimensional concern. *tripleC*, 2010, **8(1)**: 77-108.
33. Nęcka E.: *Psychologia twórczości*. GWP, Gdańsk, 2003.
34. Nęcka E., Orzechowski J., Szymura B.: *Psychologia poznawcza*. PWN, Warszawa, 2008.
35. Nieróbcza A.: Systemy wspomaganie decyzji w ochronie roślin jako element integrowanej produkcji. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2009, **16**: 31-44.
36. Norris R. F., Caswell-Chen E. P., Kogan M.: *Concepts in Integrated Pest Management*. Prentice Hall. Pearson Education, Upper Saddle River, NJ, USA, 2003.
37. Oleński J.: *Ekonomika informacji: podstawy*. PWE, Warszawa, 2001.
38. Oleński J.: *Ekonomika informacji: metody*. PWE, Warszawa, 2003.
39. Pettinger R.: *Introduction to Management*. The Macmillan Press Ltd. London, UK, 1994.
40. Polya G.: *Jak to rozwiązać?* PWN, Warszawa, 2009.

41. Power D. J.: A Brief History of Decision Support Systems. DSSResources.COM, version 4.0, March 10, 2007. <http://DSSResources.COM/history/dsshistory.html>. Dostęp 17.06.2013.
42. Roberto M.: Making Difficult Decisions in Turbulent Times. Ivey Business Journal Online, Richard Ivey School of Business, January / February 2002.
43. Robbins S. P., DeCenzo D. A.: Podstawy zarządzania. PWE, Warszawa, 2002.
44. Shim J. P., Warkentin M., Courtney J. F., Power D. J., Sharda R., Carlsson C.: Past, present, and future of decision support technology. *Decision Support Systems*, 2002, **33**: 111-126.
45. Stabell C. B.: On the Development of Decision Support Systems as a Marketing Problem. Sloan School Of Management, MIT, Cambridge, MA, USA, 1974. <http://archive.org/details/ondevelopmentofd00stab>. Dostęp 17.06.2013.
46. Stachak S., Świtłyk M.: Teoria zarządzania przedsiębiorstwami rolniczymi. Książka i Wiedza, Warszawa, 1995.
47. Stefanowicz B.: Informacja. Oficyna Wydawnicza Szkoła Główna Handlowa, Warszawa, 2010.
48. Steup M.: Epistemology. In: Zalta E.N. (Ed). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, 2012. <http://plato.stanford.edu/archives/fall2012/entries/epistemology>. Dostęp 17.06.2013.
49. Stonier T.: Information as a Basic property of the universe. *BioSystems*, 1996, **38**: 135-140.
50. Tatariewicz W.: Historia filozofii. Tom 1. PWN, Warszawa, 2009.
51. Woszczyk M.: Historyczno-filozoficzne tło współczesnej teorii informacji. Pracownia Pytań Granicznych, UAM, Poznań, 2009. www.graniczne.amu.edu.pl/PPGWiki/wiki/HisFilTInf. Dostęp 17.06.2013.
52. Zaliwski A.: System Informacji o Rolniczej Przestrzeni Produkcyjnej w Polsce. IUNG, Puławy, 2000. www.zazi.iung.pulawy.pl/InfoSys/InfoSysRPP.html. Dostęp 17.06.2013.
53. Zaliwski A. S.: System wspomaganie decyzji w wyborze odmiany kukurydzy (ZeaSoft). *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2009, **16**: 83-96.
54. Zaliwski A., Pietruch C.: Narzędzia informatyczne w produkcji roślinnej. *Inżynieria Rolnicza*, 2007, **2(90)**: 333-339.
55. Zaliwski A. S., Hołaj J.: System wspomaganie decyzji w ochronie roślin udostępniony w Internecie. *Inżynieria Rolnicza*, 2002, **2(35)**: 341-350.
56. Zaliwski A. S., Hołaj J.: ZEASOFT - system wspomaganie decyzji w uprawie kukurydzy. *Inżynieria Rolnicza*, 2005, **14(74)**: 385-393.
57. Zaliwski A., Lipski S., Górski T., Jadczyzyn T., Machul M., Pietruch C., Hołaj J.: Interaktywny program zintegrowanej uprawy kukurydzy (ZEASOFT). Raport końcowy z badań, IUNG-PIB, Puławy, 2004. www.zazi.iung.pulawy.pl/Documents/Raport_2-01_2004.pdf. Dostęp 17.06.2013.

Adres do korespondencji:

dr inż. Andrzej S. Zaliwski
IUNG-PIB

Zakład Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki

24-100 Puławy

ul. Czartoryskich 8

tel. 81 886 34 21 w. 202

e-mail: andrzej.zaliwski@iung.pulawy.pl