

PROJEKTOWANIE - PRAKSEOLOGIA, HEURYSTYKA, DZIAŁANIE

Aleksander Asanowicz

Wydział Architektury, Politechnika Białostocka, ul. O. Sosnowskiego 1, 15-893, Białystok
E-mail: asan@pb.edu.pl

DESIGNING – PRAXEOLOGY, HEURISTIC, ACTION

Abstract

Social development and the associated growing complexity of objects within the surrounding world has led to the separation of mental activities (i.e. design) from their implementation. The development of design required a new type of thinking and new ways of formulating a problem. This article considers design from three different viewpoints: praxeological, heuristic, and as a special kind of human activity.

Streszczenie

Rozwój społeczny i związane z tym komplikowanie się obiektów otaczającego nas świata doprowadziły do oddzielenia działań umysłowych (projektowania) od ich realizacji. Pojawienie się projektowania wymagało nowego typu myślenia i nowego sposobu formułowania problemu. Artykuł poświęcony jest rozpatrzeniu projektowania z trzech różnych punktów widzenia: prakseologicznego, heurystycznego oraz jako szczególnego rodzaju ludzkiej aktywności.

Keywords: design methodology; heuristics algorithm; design actions

Słowa kluczowe: metodologia projektowania; algorytm heurystyczny; działania projektowe

WPROWADZENIE

Człowiek zawsze starał się zrozumieć, jak rozwiązuje problemy. Wszystkie ludzkie działania, które nie są rezultatem działań automatycznych, wymagają zastanowienia – immanentyzacji (wejścia w głąb danego działania czy przedmiotu) i stworzenia planu działań. Wiedza o procesie projektowania jest warunkiem niezbędnym dla wspomnienia projektowania, czyli dla określenia działań zmierzających do doskonalenia tego procesu. Ważnym okresem w rozwoju nauki o projektowaniu są lata 60. i 70. XX wieku. Zaczęto wtedy analizować projektowanie z różnych punktów widzenia: prakseologicznego, heurystycznego - jako szczególny rodzaj ludzkiej aktywności.

1. PRAKSEOLOGICZNA ANALIZA PROJEKTOWANIA

1.1 Prakseologia

Prakseologię możemy zdefiniować za Kotarbińskim jako naukę o sprawnym działaniu.¹ Pisząc o prakseologii w *Traktacie o dobrej robocie*, odnosi ją do teorii wyższego rzędu - teorii kompleksów i zdarzeń. Prakseologia powstała na bazie teorii organizacji i ogólnej teorii systemów. Jako jedną z pierwszych inspiracji T. Kotarbiński podaje *Tektologię – ogólną naukę organizacji* A. Bogdanowa-Malinowskiego.² Powołuje się także na autorów, prace których można zaliczyć do ogólnej teorii kompleksów i ogólnej teorii zdarzeń. M. Plenge uważał,

¹ T. Kotarbiński, *Traktat o dobrej robocie*, Ossolineum, Wrocław 1975.

² A. A. Bogdanow, *Tektologija: Wsieobszczaja organizacjonnaja nauka. W 2 tomach*, Ekonomika, Moskwa 1989 (pierwsze wydanie: Berlin – Sankt Petersburg 1922).

że organizacja powstaje z chaosu, a następnie z powodu dezorganizacji przekształca się w chaos, z którego powstają inne organizacje. Proces ten polega na:

- dynamice systemów - całość powstaje w procesie rozwoju;
- dynamice stosunków wzajemnych między elementami systemu;
- statyce stosunków wzajemnych między elementami systemu.

W związku z tym całość (system) może być rozpatrywana nie tylko dialektycznie (dynamika), ale również statycznie (matematyka).

Z kolei M. Petrovitch w swoich pracach analizował cechy zjawisk i przedmiotów niezwiązanych ze sobą na pierwszy rzut oka. Zajmował się określeniem jakości systemowych w sytuacjach, gdzie bez podejścia systemowego (według współczesnej terminologii) nie można przeprowadzić żadnego wniosku.³

Powyższe przykłady wskazują na ścisły związek prakseologów z „systemowcami”. Należy podkreślić, że prakseologia i ogólna teoria systemów znajdują się na dwóch różnych poziomach ogólności, między którymi możemy umieścić, tak jak było to już powiedziane wcześniej, ogólną teorię działań i zdarzeń. Działanie, które w prakseologii jest poddawane ocenie, teoria działań rozpatruje jako pewnego rodzaju zdarzenie. Z kolei teoria zdarzeń rozpatruje zdarzenia jako pewnego rodzaju systemy. Na tej podstawie możemy sformułować wniosek, że działanie jest swoistym systemem, a oceny mogą być analizowane z punktu widzenia podejścia systemowego.

Prakseologia twierdzi, że możliwe jest stworzenie systemu obejmującego wszystkie możliwe oceny, lecz jednocześnie sama ogranicza się do rozpatrywania podsystemu ocen celowości, odnoszących się do działań. W odróżnieniu od teorii systemów prakseologia buduje teorię ocen celowych i wiąże je z celami działalności człowieka. Cele rozpatrywane są jako system, który zawiera w sobie podsystemy zawierające cele pośrednie, osiągnięcie których jest niezbędne dla realizacji celu końcowego. System ten może być zbiorem ocen o tej samej wartości lub hierarchicznie uporządkowanych. W przypadku działań projektowych osiągnięcie celu końcowego jest uwarunkowane przez realizację celów pośrednich.

Ocena współczynnika przydatności działań metodologicznych jest przeprowadzana *ex-ante*⁴ i opiera się na zasadzie metodologicznej racjonalności. Zgodnie z poglądem T. Kotarbińskiego racjonalność rozpatrywana z punktu widzenia prakseologii dotyczy związku między działaniami podejmowanymi dla osiągnięcia założonego celu a teoretyczną bazą zdefiniowaną na potrzeby praktycznej dyrektywy, która determinuje podjęcie tego działania. Prakseologia rozpatruje teoretyczne podstawy jako kompleksowy system twierdzeń i dowodów ich słuszności. Ogólne określenie możemy sformułować następująco: działanie racjonalne jest to działanie umotywowane poznawczo. Tak więc prakseologia łączy różne, tworzące teoretyczne podstawy racjonalnych działań, obszary (systemy) nauki z systemami podejmowanych działań.

Podsumowując, możemy określić trzy główne założenia prakseologii:

- Prakseologia, tak jak i ogólna teoria systemów, opiera się na szczegółowym rozpatrywaniu badanego systemu i uwzględnieniu w tej analizie wszystkich jej elementów i stosunków wzajemnych, zarówno wewnętrznych, jak i zewnętrznych. W związku z tym koncepcja projektowania opartego na zasadach systemowo-prakseologicznych znajduje się w opozycji do jednoaspektowego rozpatrywania problemu projektowego. Wymaga ona wieloaspektowej analizy projektowanego obiektu.
- System tworzony (projektowany) znajduje swoje odzwierciedlenie w systemie projektującym, a zatem system projektujący jest definiowany przez rozwiązanie problemu.
- Działania projektowe powinny przebiegać w sposób usystematyzowany.⁵

1.2. Prakseologiczna analiza projektowania

Każdy praktyczny problem wymagający rozwiązania, wiążący się z potrzebami człowieka, zgodnie z prakseologią wymaga przeprowadzenia określonych działań. Projektowanie, określając sposób realizacji, przygotowuje te działania. Z. Kleyff, przeprowadzając prakseologiczną analizę projektowania, wydzielił trzy podstawowe jego fazy.

³ J. M. E. Plenge, *Drei Vorlesungen über die allgemeine Organisationslehre*, Essen a.d. Ruhr 1919 i *Mécanisme communs aux phénomènes dispartes*, Paris 1921, za: T. Pszczołkowski, *Prakseologia i ogólna teoria systemów*, [w:] *Nauka. Technika. Systemy*, W. Gasparski i D. Miller (red.), Ossolineum, Wrocław 1981, s. 77–92.

⁴ Ocena *ex-ante* (z łac. - z góry) – termin oznaczający analizę mającą na celu określenie (ocenę) zapotrzebowania na konkretne działanie przeprowadzone przed jego wdrożeniem.

⁵ H. Raggatt, *Operations and Strategies for the Fringe*, [w:] L. van Schaik (red.), *Fin de siècle and the twenty-first century architectures of Melbourne*, RMIT, Melbourne 1993.

- Projektowanie takich właściwości, poprzez które realizuje się założona użyteczność. Rezultatem jest opis właściwości rzeczy. Użyteczność jest podstawowym motywem każdego projektowania („jest mi potrzebna rzecz, której mogę użyć do tego i tego”) Właściwości definiują użyteczność.
- Projektowanie takiej struktury, w której realizowane są właściwości zdefiniowane w fazie poprzedniej. Rezultatem jest opis struktury. Pojęcie „struktura” odnosi się do budowy rzeczy: „z czego składa się rzecz i w jaki sposób jest ona złożona (morfologia, rodzaj, rozmiary, forma)”, a także miejsce struktury w całości. Struktura jednoznacznie definiuje właściwości.
- Projektowanie takiej genezy, aby możliwe było osiągnięcie założonej struktury. Rezultat – opis genezy. Geneza odpowiada na pytanie, jak powstaje rzecz i w sposób jednoznaczny warunkuje strukturę.⁶

Biorąc pod uwagę uwarunkowania poszczególnych cech projektowania, ich związek można przedstawić w następujący sposób: GENEZA – STRUKTURA – WŁAŚCIWOŚCI – UŻYTECZNOŚĆ. Pojęcie Genezy zawiera w sobie Użyteczność, Właściwości i Strukturę. Ponieważ Geneza odpowiada na pytanie, jak powstaje rzecz, charakteryzująca się danymi właściwościami i odpowiadająca założonej użyteczności, może być ona traktowana jako metodyka projektowania.

2. PROJEKTOWANIE JAKO ALGORYTM HEURYSTYCZNY

Kolejność działań projektowych nie jest zdeterminowana i zależy od rodzaju rozpatrywanego problemu. Względność działań projektowych, spowodowana twórczym charakterem procesu projektowania, uniemożliwia stworzenie jednego algorytmu projektowania. Możliwe jest jedynie określenie „algorytmu heurystycznego”, jako że charakterystyczną cechą twórczości jest konieczność osiągnięcia założonej jakości w warunkach niedostateczności metod i narzędzi.⁷ L. Awdot'in określa działania heurystyczne jako „... programowanie logiki i działań projektanta, który szuka optymalnego rozwiązania, nie znając dokładnego algorytmu”.⁸ Metoda heurystyczna oparta jest na jakiejś zasadzie, strategii, chwycie, uproszczeniu, które w znaczący sposób ograni-

cza obszar poszukiwań. W latach 70. XX wieku metoda ta była uważana za jeden z najbardziej perspektywicznych kierunków doskonalenia procesu projektowania. J. Bruner twierdził, że wszystkie formy efektywnego zdziwienia są rezultatem kombinatoryki – rozpatrzeniem problemu w nowej perspektywie. Jednakże rozpatrzenie znanych elementów w procesie algorytmicznych transformacji nie wystarczy dla osiągnięcia celu. Powołując się na Poincaré, który uważał, że tworzenie polega nie na tym, aby tworzyć zbędne kombinacje, a kombinacje rzeczywiście pożyteczne, których jest mniej, J. Bruner formułuje tezę, że do twórczych kombinacji prowadzi nie algorytmizacja, a heurystyka.⁹ Inaczej mówiąc, heurystyczna metoda projektowania opiera się na poznaniu kolejności i zawartości każdej operacji projektowej, poznaniu metody podjęcia decyzji w każdej konkretnej sytuacji. Takie podejście jest rezultatem ewolucji myślenia o projektowaniu, wywołanej brakiem zgody na „twardą algorytmizację” twórczych działań. Uważano, że heurystyka umożliwi modelowanie ukrytych aspektów projektowania oraz że możliwe będzie stworzenie heurystycznych modeli projektowania, które pomogą projektantowi wzmocnić proces radykalnego przetworzenia problemu i znalezienie właściwego rozwiązania.

Heurystyczny algorytm możemy określić jako sposób rozwiązania problemu na podstawie:

- Stanu początkowego i końcowego.
- Operatorów, umożliwiających ocenę problemu po zmianie stanu. Zastosowanie operatora skutkuje przejściem od stanu początkowego lub kolejnego przejściowego do innego stanu przejściowego lub końcowego.
- Eksperymentu, który jest sumą strategii i wartości. Strategia to zbiór operatorów niezbędnych dla realizacji przejścia do kolejnych stanów. Umożliwia ona określenie kolejności zastosowania poszczególnych operatorów. Wartości to zbiór ocen utworzony na podstawie parametrów poszczególnych stanów. Zastosowanie strategii polega na wyborze najlepszego operatora i wartości.¹⁰

Ogólny schemat działań podejmowanych w celu rozwiązania problemu zawiera:

- określenie konieczności rozwiązania danego problemu;
- dokładne opisanie stanu końcowego;

⁶ Z. Kleyff, *Science, technology and economies as integral parts of production processes*, Akten des XIV Internationalen Kongresses für Philosophie, vol. 2, Verlag Herder, Universität Wien, Wien 1968.

⁷ A. Góralski, *Twórcze rozwiązywanie zadań*, Warszawa, PWN 1980.

⁸ L.N. Awdot'in, *Primienjenje wycislitelnoj techniki i medjelirowanja w architekturnom projektirowanii*, Strojizdat, Moskwa 1978, s. 55.

⁹ J.S. Bruner, *O poznawaniu: szkice na lewą rękę*, PIW, Warszawa 1971.

¹⁰ Ch. Corge, *Elementy informatyki. Informatyka a myśl ludzka*, PWN, Warszawa 1981, s. 371.

- uzasadnienie zadania;
- analizę zadania;
- planowanie sposobu rozwiązania zadania;
- poszukiwanie rozwiązania;
- wybór i ocenę rozwiązania;
- refleksję (rozmyślanie o rozwiązaniu).¹¹

Dla podejścia heurystycznego charakterystyczne jest projektowanie zbioru wariantów z zastosowaniem strategii adaptacyjnej i strategii poszukiwania rozwiązania idealnego.

Konkludując rozważania o algorytmach heurystycznych, należy zauważyć, że wielu autorów nie zgadza się z poglądem, że metody heurystyczne mogą być łączone z algorytmicznymi. J. Dietrych pisze: „Można jednak uznać, że metody heurystyczne nie spełniają tych warunków, których wymaga się w przypadku algorytmów, podstawą bowiem tych ostatnich jest myślenie racjonalne, a zatem oparte na odpowiednich przesłankach umożliwiających działanie dedukcyjne. Metody heurystyczne natomiast polegają jedynie na stosowaniu ogólnych reguł i wskazówek. Są one pomocne przy wyszukiwaniu różnych pojęć i twierdzeń, lub też przy dokonywaniu obserwacji po to, żeby dzięki skojarzeniom dowolnym odkryć lub utworzyć układ abstrakcyjny, mogący stanowić rozwiązanie problemu”.¹² Taki sposób myślenia nie wydaje się uzasadniony w przypadku projektowania architektonicznego, w którym ogólny kierunek poszukiwań może zostać przedstawiony w postaci algorytmicznej, a poszczególne działania projektowe są przeprowadzane w sposób heurystyczny.

3. PROJEKTOWANIE JAKO DZIAŁANIE

3.1. Działanie – definicja pojęcia

Z punktu widzenia prakseologii działania wiąże się z dążeniem do realizacji celu, arbitralnością i świadomością podmiotu. Takiej definicji nie możemy uznać za definicję pełną, jako że niektóre działania człowieka opierają się nie tylko na świadomie wykonywanych operacjach, ale również na intuicji i podświadomości. Przypadek ma miejsce w sytuacji, gdy człowiek, mając jasno określony cel, nie dysponuje efektywnymi sposobami jego osiągnięcia.

W tworzeniu modelu działań punktem wyjścia jest aktywnie działający człowiek, a nie reagujący na

zewnętrzne bodźce abstrakcyjny podmiot badań. Strukturę ludzkich działań determinują nie tylko uwarunkowania zewnętrzne, ale również niejednoznaczna wewnętrzna psychologiczna struktura człowieka. Oznacza to, że człowiek, realizując cel, ma swobodę wyboru sposobu działania. Co więcej, może on wybierać cel spośród wielu możliwych, ponieważ mogą mieć miejsce sytuacje, gdy początkowo generuje on zbiór rozwiązań, a dopiero w kroku następnym przeprowadza wybór jednego z wariantów. Takie podejście wymaga „wejścia do wnętrza obiektu działającego i przedstawienia hipotetycznego wyznaczenia celów przez obiekt działający”.¹³ W związku z tym nie możemy zaakceptować definicji działania jako prostego związku: projektant – działanie – materia – rezultat.

3.2. Model działań

Człowiek zaczyna działać, gdy zauważy niezadowolającą sytuację. Określa wtedy cel, którego osiągnięcie doprowadzi do jakościowej zmiany tej sytuacji, a zatem określa zestaw odpowiednich działań. Realizując te działania, realizuje cel, czyli każdej zmianie, która była przewidziana w proponowanym sposobie działań, przyporządkowuje konkretne działania, wykonuje je i sprawdza, czy osiągnięto założony rezultat. Model działań zawiera następujące procedury:

- identyfikację sytuacji,
- ocenę zidentyfikowanych sytuacji,
- klasyfikację ocenionych sytuacji,
- wykorzystanie wiedzy.

Taka struktura modelu wydaje się najbardziej naturalna, jako że wiadomym jest, iż każda sytuacja może być opisana różnymi sposobami, w zależności od tego, które parametry charakteryzujące daną sytuację projektant uzna za ważne. Ponadto, w zależności od przyjętych kryteriów, istnieje wiele różnych sposobów oceny, co powoduje zróżnicowanie w klasyfikacji ocenianej sytuacji. Określając działania, możemy opierać się na różnych teoriach - procedurach zastosowania wiedzy. Mogą one konkurować ze sobą, ale żadna z nich nie może być uznana za błędną.

3.3. Projektowanie jako działanie

Projektowanie to wielostopniowy i wielopoziomowy proces obróbki informacji.¹⁴ Model projektowania zawiera dwa bloki: Informację (baza danych) i Dzia-

¹⁰ W. Hartkopf, *Zum Grundsatzlichen der Problematik einer allgemeinen Heuristik*, Materiały III Sympozjum metody heurezy, Warszawa 1976, s. 25 – 31.

¹² J. Dietrych, *System i konstrukcja*, WNT, Warszawa 1985, s. 307.

¹³ R. Wawrzyńczak, *O pewnym modelu działania*, [w:] *Nauka. Technika. Systemy*, W. Gasparski i D. Miller, (red.), Ossolineum, Wrocław 1981, s. 373.

¹⁴ A. Sielicki, T. Jeleniewski, *Elementy metodologii projektowania technicznego*, WNT, Warszawa 1980.

łania (procedury projektowe). Każdy blok informacji jest przyporządkowany odpowiedniemu blokowi działań, w trakcie których przeprowadzane jest uzupełnianie bazy danych informacją wytworzoną przez projektanta. Wykonując te działania, projektant, korzystając z metod algorytmicznych lub heurystycznych, przekształca informację wejściową w wyjściową, która jest przekazywana do wszystkich następnych bloków danych. Działania modyfikujące rozpoczynają się po przekroczeniu pewnego „krytycznego” progu informacyjnego. Projektant ocenia kompletność i przydatność informacji dla danego działania. Jego oceny i opinie mogą być pragmatyczne albo emocjonalne.¹⁵ Pragmatyczne mają miejsce wówczas, gdy „wartościowy” oznacza „nadający się dla tego i tego”, „niezbędny dla utworzenia danej rzeczy”. W ocenach emocjonalnych „wartościowe” oznacza „dobre”, „ładne” lub „brzydkie”. Istnieją również opinie estetyczne, które zawierają w sobie aspekt pragmatyczny. Na przykład „dobre okno” może oznaczać, że odpowiada ono normom, ale również, że projektant lubi okno tego typu. Mamy tu do czynienia z projekcją emocji na rzecz. Powstaje ważne dla projektowania pytanie o prawdziwość lub fałszywość opinii emocjonalnych. Nie mamy podstaw do uznania jednej oceny za prawdziwą i rozsądną, a drugiej za fałszywą. Potwierdza to tezę, że projektowanie nie jest deterministycznym procesem, opartym na zasadach klasycznej logiki. Projektowanie to twórcza wielopłaszczyznowa **działalność**, w której kolejność poszczególnych funkcjonalnych komponentów nie ma decydującego znaczenia. Ważne są nie tylko poszczególne parametry, ale również ich związki, zarówno w ramach własnych granic, jak i poza nimi.¹⁶

Twórcza działalność nie ma struktury liniowej, a iteratywną, w której możliwe są powroty do działań już zakończonych, poszukiwanie w przestrzeni rozwiązań i rozważanie różnorodnych problemów niekoniecznie ściśle powiązanych z głównym problemem.

Jednym z najważniejszych aspektów działań projektowych jest to, że rozpoczynając projektowanie, projektant nie dysponuje pełną informacją. Dlatego też projektowanie może być rozpatrywane jako poszukiwanie odbywające się w ciągłej pętli działań (synteza – analiza – ocena) dokonywanych przez projektanta w niesformalizowanej przestrzeni. W rezultacie syntezy powstają rozwiązania cząstkowe, oparte na wczesnych ideach projektowych. Z kolei działania

analityczne, oparte na krytycznej analizie rozwiązań cząstkowych, udoskonalają, oczyszczają idee projektu. Jeśli działanie projektowe traktujemy jako działanie, to należy rozpatrzyć dwa jego podstawowe elementy: aktywność i stan. Aktywność (działalność) – to projektowanie jako takie. Zawiera ona planowanie – proces związany z dedukcją oraz twórczość, która realizuje się poprzez redukcję wiążącą ze sobą archetyp, teorię, obraz i ideologię.¹⁷ Stan to szkic opisujący formę, obraz, który będąc modelem projektowanego obiektu, zawiera rozmyte graficzne i niegraficzne dane. Szkic jest nieodłącznym rezultatem wszelkich działań projektowych.¹⁸ Najważniejszą jego charakterystyką jest poziom dokładności lub raczej niedokładności.

Uwzględniając niejednoznaczność zarówno samego projektowania, jak i jego rezultatów, teoria działań wprowadza do projektowania logikę rozmytą (*fuzzy logic*). Możliwe są nie tylko dwie typowe oceny: „działania doprowadziły do pozytywnego zakończenia projektowania” czy „działania zakończyły się niepowodzeniem”, ale również oceny typu: „działania zakończyły się częściowym sukcesem” lub że działania doprowadziły do mniej lub bardziej udanego (akceptowalnego) rozwiązania

WNIOSKI

Analizując powstanie i rozwój ogólnej metodologii projektowania i poszczególnych metod projektowych, nie można nie zauważyć związku metodologii pragmatycznej z heurystycznym obrazem konkretnej rzeczywistości, ponieważ tylko w jej ramach można prawidłowo rozumieć zachodzące zjawiska. Przedmiot poznania rozpatrywany jest jako przestrzeń działań. Istota problemu, którą człowiek stara się pojąć, staje się jego udziałem. Jest to rozumowanie bliskie hermeneutyce, która rozpatruje problem istoty, myślenia i interpretacji i udowadnia względność i ograniczoność każdego sformalizowania. Taka dyskusja o hermeneutyce pokazuje koniec metodologii rozumianej jako sposób rozwiązania konkretnego zadania. Można ją rozpatrywać jedynie jako ogólną teorię opisującą proces rozumienia i wyjaśniania. Wywołuje to określone implikacje dla zrozumienia ewolucji metodologii – od logicznych determinant procesu myślenia, poprzez wyjaśnienie metody jako umiejętności lub sztuki, do ogólnej teorii rozumienia i interpretacji.

¹⁵ T. Kotarbiński, *Elementy teorii poznania, logiki formalnej i metodologii nauk*, PWN, Warszawa, 1986 III wyd.

¹⁶ A. Asanowicz, *Multimedia Versus Ugliness of the City*, Proceedings of 13th ECAADE Conference, Palermo 1995, s. 389-39.

¹⁷ A. Farel, *Le troisieme labyrinthe: Architecture et complexite*, Montreuil, Les Editions de la Passion, 1991.

¹⁸ L. Murdi, P. Perny, P. Chauvel, *An Approach to Design Support Using Fuzzy Models of Architectural objects*, [w:] J.S. Gero i F. Sudweeks (red.), *Artificial Intelligence in Design '94*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1994.

LITERATURA

1. **Awdot'in L.N. (1978)**, *Primienienje wycislitelnoj techniki i modjelirowanja w architekturnom projektirowanii*, Strojizdat, Moskwa.
2. **Asanowicz A. (1995)**, *Multimedia Versus Ugliness of the City*, Proceedings of 13th ECAADE Conference, Palermo, s. 389-394.
3. **Bogdanow A. A. (1989)**, *Tiektologija: Wsieobszczaja organizacjonna nauka. W 2 tomach*, Ekonomika, Moskwa.
4. **Bruner J.S. (1971)**, *O poznawaniu: szkice na lewą rękę*, PIW, Warszawa.
5. **Corge Ch. (1981)**, *Elementy informatyki. Informatyka a myśl ludzka*, Warszawa, PWN.
6. **Dietrych J. (1985)**, *System i konstrukcja*, WNT, Warszawa.
7. **Góralski A. (1980)**, *Twórcze rozwiązywanie zadań*, PWN, Warszawa.
8. **Farel A. (1991)**, *Le troisieme labyrinthe: Architecture et complexite*, Les Editions de la Passion, Montreuil/Bois.
9. **Hartkopf W. (1976)**, *Zum Grundsatzlichen der Problematik einer allgemeinen Heuristik*, Materiały III Sympozjum metody heurystyki, Warszawa, s. 25 – 31.
10. **Kleyff Z. (1968)**, *Science, technology and economies as integral parts of production processes*, [w:] „Akten des XIV Internationalen Kongresses fur Philosophie”, vol. 2, Verlag Herder, Universitat Wien, Wien.
11. **Kotarbiński T. (1975)**, *Traktat o dobrej robocie*, Ossolineum, Wrocław.
12. **Kotarbiński T. (1986)**, *Elementy teorii poznania, logiki formalnej i metodologii nauk*, III wyd., PWN, Warszawa.
13. **Murdi L., Perny P., Chauvel P. (1994)**, *An Approach to Design Support Using Fuzzy Models of Architectural Objects*, [w:] J.S. Gero i F. Sudweeks (red.), *Artificial Intelligence in Design '94*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
14. **Pszczółkowski T. (1981)**, *Prakseologia i ogólna teoria systemów*, [w:] *Nauka. Technika. Systemy*, W. Gasparski i D. Miller (red.), Ossolineum, Wrocław, s. 77 – 92.
15. **Raggatt H. (1993)**, *Operations and Strategies for the Fringe*, [w:] L. van Schaik (red.), *Fin de siècle and the twenty-first century architectures of Melbourne*, RMIT, Melbourne.
16. **Sielicki A., Jeleniewski T. (1980)**, *Elementy metodologii projektowania technicznego*, WNT, Warszawa.
17. **Wawrzyńczak R. (1981)**, *O pewnym modelu działania*, [w:] W. Gasparski i D. Miller (red.), *Nauka. Technika. Systemy*, Ossolineum, Wrocław, s. 371 – 384.

Pracę wykonano w ramach realizacji pracy statutowej S/WA/4/11.