

# SYLWAN

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA LEŚNEGO

Wydawany z zasiłku Polskiej Akademii Nauk

Rok CXXI

Warszawa, wrzesień 1977 r.

Numer 9

**SZYMON ANTOŃCZYK**

## O próbach uogólnienia procesów projektowania

О попытках обобщения процессов проектирования

On attempts of the generalization  
of designing processes

### 1. WPROWADZENIE I PODSTAWOWE POJĘCIA

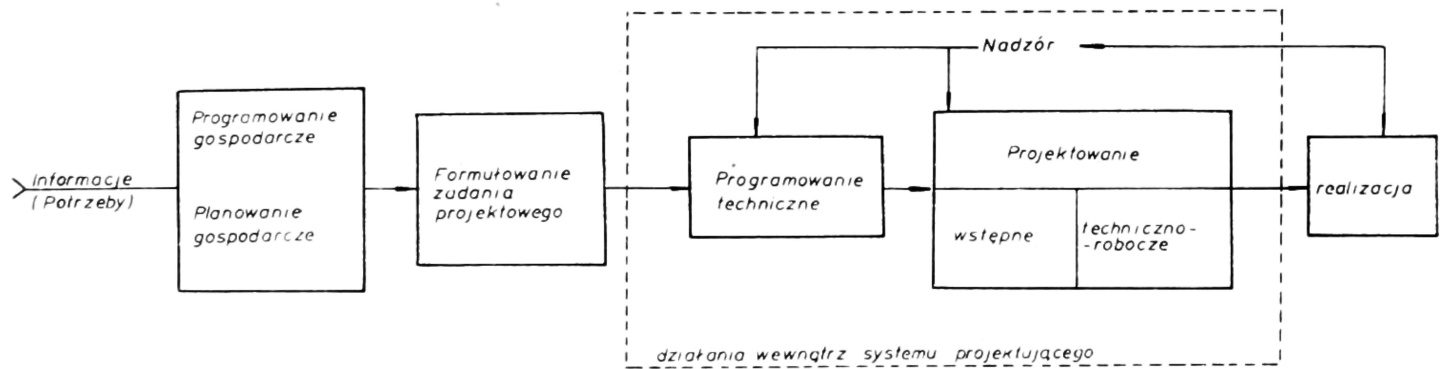
Projektowanie jest procesem w trakcie którego następuje dobór środków technicznych i wyznaczenie między nimi takich stosunków, które gwarantują osiągnięcie założonego celu przy nakładach nie wyższych niż dopuszczalne (4). W złożonej współczesnej gospodarce krajów i regionów projektowanie z reguły podporządkowane jest procesowi inwestycyjnemu i administracyjnej działalności gospodarczej, realizowane jest w zespołach pracowniczych o charakterystycznej strukturze, a jego zadania polegające na opracowaniu rozwiązań problemów technicznych i ekonomicznych koniecznych do osiągnięcia określonych celów społecznych, technicznych i finansowych realizuje się w specyficzny sposób ukształtowany empirycznie. Ilościowy i jakościowy rozwój procesów projektowania związany z przemianami gospodarczymi i wyraźnym postępem naukowo-technicznych, powstanie złożonych i licznych zespołów ludzkich zajmujących się projektowaniem (biura konstrukcyjne, biura projektowe), dążenie do pełnego wykorzystania informacji, interdyscyplinarne rozwiązanie problemów jest powodem dla którego "współcześnie powstaje wiele prób usystematyzowania i syntezy zagadnień związanych z procesami twórczymi w konstruowaniu i projektowaniu. Tworzona jest własna aparatura pojęciowa i własna terminologia z tym związana, do-



C-2584

konywane są próby formułowania przesłanek naukowych wyjaśniających twórcze fazy procesu projektowania, powstaje szereg zasad metodologicznych użytecznych w tym procesie. Mówi się coraz powszechniej o powstaniu bądź powstawaniu „nauki o projektowaniu” (3).

Projektowanie podejmuje się na skutek szeroko pojętych potrzeb społecznych, realizacja których dokonuje się jak już wspomniano w trakcie procesu inwestycyjnego i działalności gospodarczej. W tym procesie projektowanie i konstruowanie zajmuje szczególną pozycję. Jeśli bowiem



Ryc. 1. Powiązanie procesu projektowania ze stadiami poprzedzającymi i następującymi (3)

przyjmujemy, że przewidywanie przyszłych potrzeb, formułowanie w ich opisie jest zbiorem hipotez, to następnym krokiem konkretyzacji celów staje się kolejno plan gospodarczy i inwestycyjny. Ten ostatni może być realizowany w zasadzie tylko przez „projekt techniczny” i konkretną „konstrukcję”. Formułowanie planu gospodarczego, ze względu na dialektyczną jakość celów i zmieniającej się sytuacji oraz ze względu na przyszły proces projektowania musi uwzględniać także tak zwane „plany nowej techniki” (nowe materiały, konstrukcje, licencje) oraz bieżące prace naukowe. Uwzględnienie nowej techniki dokonuje się poprzez przepływ informacji.

Zwięzłe i systematyczne przedstawienie prób uogólnienia procesu projektowania musi być poprzedzone zdefiniowaniem pojęć z tym związanych. Za podstawowe w tym względzie uważa się (3):

— zadanie projektowe, czyli zasadnicze wymagania stawiane przedmiotowi projektowanemu;

— podmiot projektujący, czyli indywidualny projektant lub ich zespół zorganizowany w odpowiednią strukturę;

— procedura projektowania, czyli charakterystyczny tok postępowania o właściwościach procesu wytwórczego, w którym indywidualne i zorganizowane własności (cechy) podmiotu projektującego przy właściwym wykorzystaniu wiedzy, metod i narzędzi pracy powodują, że w wytworze projektowania zawarte zostaną właściwości sformułowane w ustalonym zadaniu projektowym;

— właściwości sformułowane w ustalonym zadaniu projektowym;

— narzędzia projektowania, czyli metody projektowania oraz narzędzia właściwe unowocześniające się wraz z postępem technicznym;

— wytwór projektowania, czyli dokumentacja projektowa, która powinna spełnić wymagania określone w zadaniu projektowym; przedmiot

projektowany, czyli wytwór powstały po fizycznym zrealizowaniu wytworu projektowania.

Zadanie projektowe jako funkcja potrzeb społecznych realizowanych w toku procesu inwestycyjnego zostało omówione na wstępie. Podmiot projektujący, czyli formy organizacyjne biur projektowych należą do klasy zagadnień wyznaczanych metodami naukowej organizacji pracy i są zmienne w czasie wskutek decyzji administracyjnych. Przedmiot projektowany z reguły determinowany jest obowiązującymi normami i normatywami oraz dysponowanymi nakładami. A zatem, ze względów poznawczych — uwzględniając wstępne założenie, że omawia się próby uogólnienia procesu projektowania — szczególnie istotne dla dalszych rozważań pozostają: procedura projektowania, najogólniej przyjęte narzędzia projektowania oraz wytwór projektowania.

## 2. PROCEDURA, NARZĘDZIA I WYTWÓR PROJEKTOWANIA

Istnieje konieczność optymalizacji wytworów projektowania, przedmioty projektowania stają się coraz bardziej skomplikowane, o charakterze systemów (3, 5). Ponadto zgodnie z doświadczeniami uzyskanymi w trakcie działalności projektowej okazuje się, że powstawaniu dokumentacji technicznej towarzyszy zawsze pewien ciąg zdarzeń oraz działań wspólnych dla pewnych klas wytworów projektowania. Okoliczności te spowodowały, że powstało wiele prac (4, 11) zmierzających do ustalenia:

- wewnętrznej struktury procedury projektowania;
- skuteczności w dochodzeniu do rozwiązań.

Projektowanie jako rodzaj twórczości oraz prace badawcze mają jedną wspólną cechę: poszukują rozwiązania problemu. Jak wiadomo, w pracach badawczych dąży się do obiektywnego wyjaśnienia obserwowanych zjawisk, do wykrycia nowych elementów tych zjawisk i do krytycznej konfrontacji faktów ze stawianymi hipotezami.

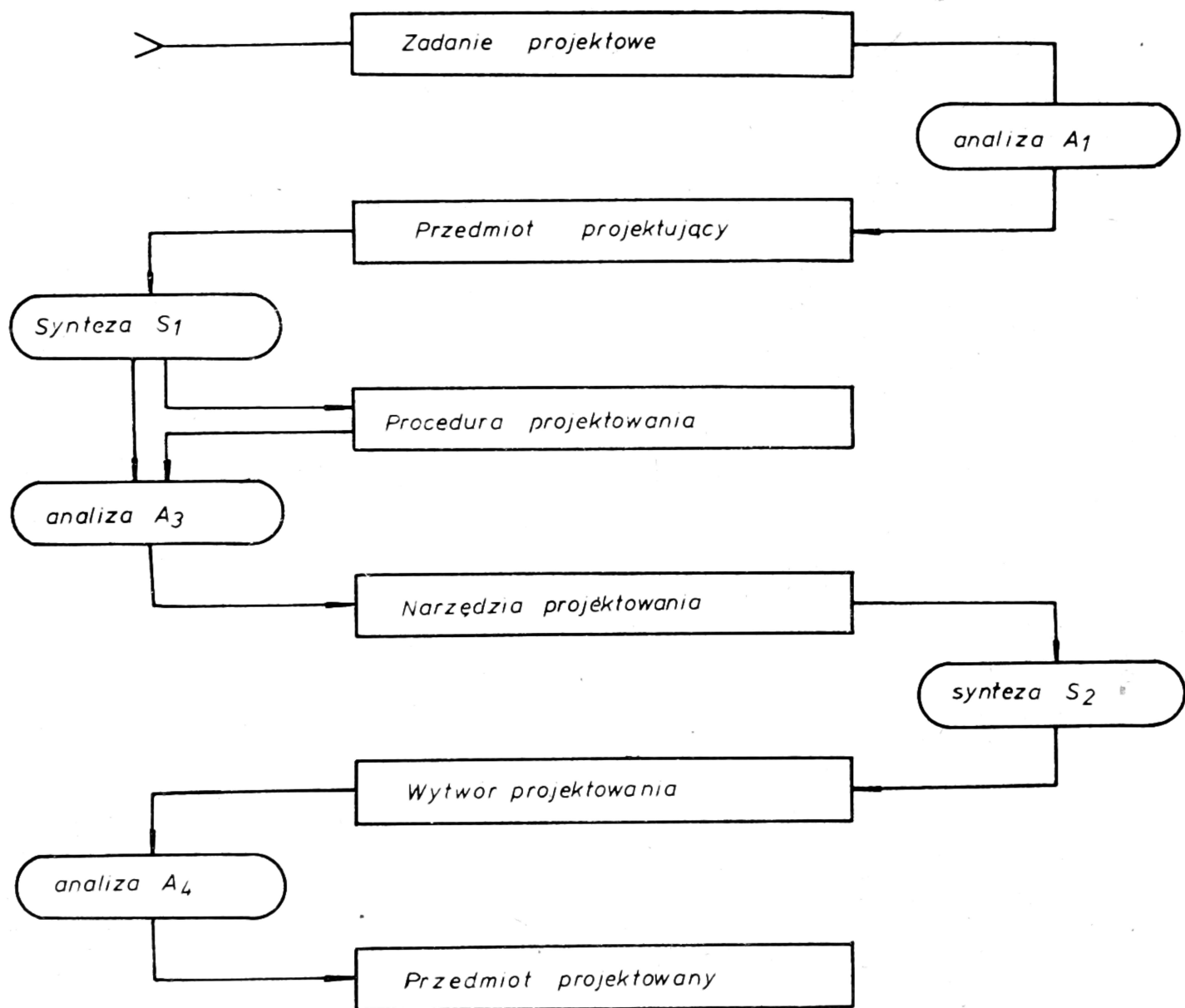
Metodologia tych prac opiera się współcześnie na znakomicie ugruntowanych podstawach (6, 7), zgodnie z którymi ich procedura rozpoczyna się od obserwacji (analiza), aby poprzez hipotezę (synteza) przejść do doświadczeń (ocena), które tę hipotezę weryfikują. Cykl ten powtarza się tak długo, aż uzyska się zgodność wymienionych elementów. Natomiast celem projektowania jest wykonanie konkretnych rozwiązań spełniających określone warunki, ustalone są więc zadania, które ma spełniać rozwiązanie, określone są także dysponowane środki oraz występujące ograniczenia. Bardziej więc jest właściwe, aby procedura projektowania w swoim cyklu rozpoczynała się od syntezy, aby poprzez analizę dojść do ocen dokonywanych obiektywnymi metodami. Innymi słowy oznacza to, że zamiast skupiać uwagę na wyborze lepszego rozwiązania z istniejących wariantów słuszniej jest szukać nowego optymalnego rozwiązania: ponieważ procedura projektowania rozpoczynająca się od analizy, czyli ujęcie analityczne:

a) przyjmuje za punkt wyjścia istniejące już zjawiska, ogranicza więc twórczą wyobraźnię i prowadzi do rozwiązań będących kombinacją przedmiotów istniejących;

b) koncentruje uwagę raczej na składnikach niż całości, co przeciwdziała optymalizacji całości.

Podkreślenie roli syntezy w procedurze projektowania nie oznacza absolutyzowania tego cyklu postępowania. Pewien rodzaj prac projektowych (plany urządzenia gospodarstwa leśnego, projekty sieci dróg leśnych, programy rekonstrukcji branż) muszą rozpoczynać się od analizy dokonywanej z reguły przez prace inwentaryzacyjne, mające w tym wypadku charakter warunków ograniczających.

Na podstawie uzyskanych doświadczeń podstawowy cykl procedury projektowania został uściślony przez szereg autorów (3, 4, 5) w niefor-



Ryc. 2. Schemat ogólny procesu projektowania

malizowane algorytmy postępowania, które zestawiono w tabeli. Algorytmy te z reguły rozpoczynają się od rozeznania i sformułowania potrzeby (celu) projektowania, co jest podstawową zasadą heurystyki, niestety, w praktyce niekiedy pomijana, co prowadzi do nieekonomicznego zjawiska opracowywania dokumentacji technicznej nie wykorzystanej w późniejszej praktyce. Dysponowana przez podmiot projektujący współczesna wiedza i znajomość algorytmów postępowania nie wyczerpuje całości problematyki procesu projektowania. Uzyskiwanie rozwiązań optymalnych z różnych przyczyn może być współcześnie osiągnięte tylko przez wykorzystywanie:

**Zestawienie porównawcze prób porządkowania formalnego  
procedury projektowania technicznego T (3, 4)**

I R. Alger	M. Asimow	A. D. Hall	M. E. Wilson	J. C. Jones	B. Archer
1. Różnica (analiza)	1. Analiza	1. Badanie otoczenia systemów	1. Koncepcja	1. Analiza	0. Zabiegi wstępne (ocena zlecenia)
2. Sprecyzowanie problemu	2. Synteza rozwiązań	2. Projektowanie wstępne	2. Przygotowanie założeń	1.1. Zebranie danych	1. Podsumowanie (przyjęcie zlecenia lub tematu)
3. Synteza	3. Ocena i decyzja	2.1. Definicja problemu	3. Zbieranie i gromadzenie informacji	1.2. Klasyfikacja danych	2. Programowanie (wyznaczenie rozwiązania kluczowego i program postępowania)
4. Ocena wariantów	4. Optymalizacja	2.2. Selekcja celów		1.3. Wykaz źródeł informacji	3. Zbieranie danych
5. Decyzja	4. Weryfikacja	2.3. Synteza wariantów	4. Synteza	1.4. Analiza danych	4. Analiza
6. Wprowadzenie w życie	6. Wdrażanie	2.4. Analiza wariantów	5. Analiza	1.5. Opracowanie kryteriów działania	5. Synteza (rozwiązanie problemów odpowiednio do celów)
		2.5. Wybór najlepszego wariantu	6. Decyzja	1.6. Uzgodnienie obowiązujących kryteriów	6. Rozwijanie (identyfikacja idei koncepcji i jej weryfikacja)
		2.6. Prezentacja wyników	7. Podsumowanie i ulepszenie	2. Synteza	
		3. Projektowanie techniczne	8. Weryfikacja	2.1. Proces twórczy	
		4. Badania w toku projektowania		2.2. Projektowanie częściowe	7. Komunikat (ostateczna forma dokumentacji)
		5. Realizacja i pomiary		2.3. Rozpatrzenie różnych kombinacji rozwiązań	8. Zakończenie
				2.4. Uporządkowanie rozwiązań	
				3. Ocena	
				3.1. Dobranie metod oceny	
				3.2. Przeprowadzenie oceny	

1) metod prognozyki (ekstrapolacja, metoda analogowa) (3), która charakteryzuje przedmiot projektowany z punktu widzenia technicznego i warunków społecznych;

2) metod decyzyjnych (np. rachunki macierzowe wg kryteriów Bayesa — Laplace'a, Walda, Savage'a) (3, 8, 9), które obiektywizują wybór wariantów wg założonego celu;

3) metod optymalizujących (optymalizacja złożona, przy zależnościach przeciwnych, z ograniczającymi funkcjami liniowymi itp.) (4), które umożliwiają ocenę np. minimalizacji nakładów;

4) metod operacyjnych (siatki czynności) (10), które usprawniają planowanie, przygotowanie i kontrolę realizacji złożonych przedsięwzięć, często o charakterze systemów (3, 5);

5) metod analizy ekonomicznej i rachunku efektywności.

Wytworem projektowania jest dokumentacja techniczna, czyli zbiór informacji spełniających zasadę realizowalności fizycznej i ekonomicznej, która zgodna jest z zadaniami merytorycznymi określonymi na etapie programowania.

Współcześnie dokumentacja techniczna wykonywana jest w formie:

1) modeli graficznych (tradycyjne rysunki techniczne, nomogramy, schematy itp.);

2) modeli fizycznych (modele płaskie i trójwymiarowe kształtu i struktury, modele doświadczalne procesów i wyrobów);

3) modeli matematycznych (problemowe, znajdujące zastosowanie przy obliczeniach typu technicznego, optymalizacyjne, bilansowe, występujące często w założeniach techniczno-ekonomicznych).

Niezależnie od form dokumentacji technicznej, które wynikają głównie z charakteru przedmiotu projektowanego, istotą ich jest to, że są one komunikatem, który musi spełniać szereg warunków, z których najważniejsze to:

a) warunek zgodności wewnętrznej występujących w nim zbiorów informacji;

b) warunek kompletności, czyli warunek minimum informacji zapewniających poprawną realizację przedmiotu projektowanego.

Z formalnego punktu widzenia odrębnym zagadnieniem bardzo obszernym, które może być rozpatrywane z rozmaitych punktów widzenia (ekonomika, postęp techniczny, ergonomia, warunki społeczne, warunki estetyczne, zasada jedności funkcji, konstrukcji i formy, zasada elastyczności) (3) jest warunek optymalności wytworu projektowania.

### 3. WNIOSKI

Analiza obszernej literatury dotyczącej procesu projektowania oraz dokonany przegląd podstawowej problematyki z tym związanej pozwala sądzić, że przedwcześnie jest formułowanie sposobów sprawnego projektowania w „naukę o projektowaniu” (3). Nie jest to w żadnym wypadku dyscyplina formalna (6, 7), a jedynie zbiór zasad empirycznych dążących do wykorzystania naukowo uzasadnionych metod do osiągania umotywowanych celów (7).

Niezależnie od powyższego wartość praktyczna tych zasad w usprawnianiu procesu projektowego jest oczywista. Wydaje się rzeczą pożytecz-

ną przedstawienie tej problematyki w nawiązaniu do leśnictwa, a w szczególności do tych jego działów, gdzie spotykamy się z szeroko pojętym projektowaniem, a mianowicie w trakcie opracowywania:

- stosowanych prac badawczych, niepodstawowych o charakterze wdrożeniowym;
- nowych technologii i planów rekonstrukcji branż;
- planów zarządzania gospodarstwem leśnym;
- dokumentacji technicznej obiektów inżynierii leśnej, nowych konstrukcji maszyn i urządzeń, rozwiązań racjonalizatorskich.

## LITERATURA

1. Asimow M. — Wprowadzenie do projektowania w technice. Warszawa 1967, WNT.
2. Ayres R. U. — Prognozowanie rozwoju techniki i planowania długookresowe. Warszawa 1973, PWE.
3. Bąbiński C. — Elementy nauki o projektowaniu. Warszawa 1969, WNT.
4. Dietrych J. — Projektowanie i konstruowanie. Warszawa 1974, WNT.
5. Hall A. D. — Podstawy techniki systemów. Warszawa 1968, PWN.
6. Kmita J. — Wykłady z logiki i metodologii nauk. Warszawa 1975, PWN.
7. Obmiński Z. — Nowe horyzonty poznawcze nauk leśnych w świetle przewidywanych potrzeb i możliwości rozwojowych leśnictwa. „Sylwan” nr 3, 1976.
8. Poznański R. — Las jako układ i macierz prawdopodobieństwa przejść. „Sylwan” nr 8, 1973.
9. Rutkowski B. — Proces decyzyjny w zarządzaniu lasu. „Sylwan” nr 4, 1972.
10. Siatki czynności i ich analiza. Praca zbiorowa. Gdynia 1967, WM.
11. Wilson W. E. — Projektowanie techniczne w ujęciu systemowym. Warszawa 1969, WNT.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 15 marca 1977 r.

## Краткое содержание

Проектирование является сложным процессом, в котором наиболее существенным звеном является процедура или характерный ход процесса обладающий творческими свойствами. Анализ и оценка этих творческих свойств вызывает то, что возникает ряд методологических принципов, которые более или менее полезны для оптимизации процедуры проектирования. В статье дается попытка представления проблем связанных с этими методологическими принципами. Рассматриваются понятия выступающие в процессе проектирования, приводится на основании литературы пример несформализованных алгоритмов процесса в проектировании, констатируя их пригодность в отношении лесного хозяйства.

## Summary

Designing is a complex process, in which procedure or characteristic sequence of proceeding with creative properties, presents the most important link. Analysis and appraisal of these creative properties cause that there are formed series of

methodological principles more or less useful in the optimization of designing procedure. The article attempts to present problems connected with these methodological principles. It discusses concepts occurring in designing process, quotes from literature unformalized algorithms of proceesing in designing stating their usefulness in relation to forestry.