

# Metody tworzenia innowacyjnych rozwiązań technicznych.

## Analiza morfologiczna

LESZEK CHYBOWSKI  
DOROTA CHYBOWSKA

W ostatnim artykule z cyklu tworzenia innowacji dokonaliśmy przeglądu wybranych zasobów informatycznych przydatnych w poszukiwaniu nowych rozwiązań [4]. Tym razem chcemy przybliżyć metodę heurystyczną bazującą na znajomości i przeglądzie różnych rozwiązań oraz znajdowaniu nowych poprzez kombinację różnych cech. Mowa tu o analizie morfologicznej.

**Z**a prekursora analizy morfologicznej można uznać średniowiecznego scholastyka Rajmunda Lullusa (1232–1315), który postulował istnienie uniwersalnej metody rozwiązywania zadań bazującej na wykorzystaniu kombinacji pojęć ogólnych i predykatów poprzez systematyczne kombinowanie wszystkich elementów pewnego zbioru wyznaczonego treścią i zakresem zadania [5]. Aby usystematyzować wykaz możliwości rozwiązania zadania i w wyniku tego dotrzeć do nowych innowacyjnych rozwiązań, w latach 30. XX w. amerykański astrofizyk – odkrywca gwiazd neutronowych i ciemnej materii we Wszechświecie – Franz Zwicky (1898–1974) opracował metodę, którą później nazwano analizą morfologiczną. Istotą metody Zwicky’ego jest poszukiwanie odpowiedzi na pytanie: „Jak to rozwiązać w inny sposób?”. Podejście to bazuje na znajomości aktualnie dostępnych rozwiązań, które cechują się odpowiednimi właściwościami i których kombinacje mogą doprowadzić do powstania nowych, niezwykle wartościowych rozwiązań, które trzeba dostrzec i docenić. Wybitny polski heurystyk prof. Andrzej Góralski wskazał dwie podstawowe dyrektywy analizy morfologicznej [5]:

1. Jest praktycznie pewne, że prócz znanych istnieją także inne rozwiązania. Szukaj ich, mogą bowiem okazać się wartościowe.
2. Jeśli przyjąć, że dysponujesz wiedzą o przedmiocie zadania, to jedyne, czego ci potrzeba, to gwarancja jasności sądu i systematyczności działania. Gwarancji tych nie otrzymasz, powiększysz jednak szansę dostrze-

żenia wartościowego rozwiązania, akceptując schemat postępowania morfologicznego.

Procedura morfologiczna składa się z trzech zasadniczych etapów: postawienia zadania, analizy zadania oraz syntezy rozwiązania [2, 5].

1. Etap postawienia zadania to stadium, w którym określa się:
  - dziedzinę wiedzy,
  - zakres i treść zadania.
2. Etap analizy zadania składa się z dwóch faz:
  - wyróżnienia zbioru zadań składowych,
  - wyróżnienia niezależnych rozwiązań zadań składowych.

3. Etap syntezy rozwiązania składa się z trzech faz:

- zestawienia skrzynki morfologicznej,
- ustalenia sposobu wartościowania rozwiązań,
- redukcji skrzynki morfologicznej i wyboru rozwiązania.

Pojawiło się tu pojęcie tzw. skrzynki morfologicznej, którą jest zbiór wszystkich możliwych zestawień rozwiązań zadań składowych (cech składowych). Metoda umożliwia wygenerowanie bardzo wielu rozwiązań. I tak dla  $n$  zadań składowych, z których każde ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) ma liczebność większą niż 2 opcje  $k_i \geq 2$  daje całkowitą liczbę elementów skrzynki rów-

Tab. 1. Macierz morfologii funkcjonalnej w projektowaniu spalinowego silnika odrzutowego (opracowano na podstawie [5])

Cecha	Wartości różnicujące			
	1	2	3	4
charakterystyka aktywności paliwa	samoistnie aktywne	niesamoistnie aktywne		
charakterystyka stanu paliwa	gazowe	ciekłe	stałe	
charakterystyka zdolności samozapłonowych paliwa	samozapłonowe	niesamozapłonowe		
charakterystyka pracy silnika	ciągła	cykliczna		
przemiana termodynamiczna realizowana w silniku	adiabaticzna	izotermiczna	izochoryczna	izobaryczna
charakterystyka przetwarzania siły ciągu	wewnętrzne	zewewnętrzne		
charakterystyka zmiany siły ciągu	zewewnętrzna	wewnętrzna		
charakterystyka sposobu inicjacji zmiany siły ciągu	samoistne	niesamoistne	brak możliwości	
rodzaj odrzutu	dodatni	ujemny		
rodzaj ruchu	postępowy	obrotowy	wahadłowy	żaden
ośrodek ruchu	próżnia	powietrze	woda	ziemia

na  $\prod_{i=1}^k K_i$ . Bardzo wymowny przykład zaczerpnięty z prac Zwicky'ego, który był dyrektorem badań w zakładzie produkcji silników lotniczych, dotyczy możliwych koncepcji konstrukcji silnika odrzutowego (przedstawiony w [5]). Zwicky, analizując dostępne mu typy silników lotniczych, określił zbiór różnicujących je cech, które zostały zestawione w tabeli 1.

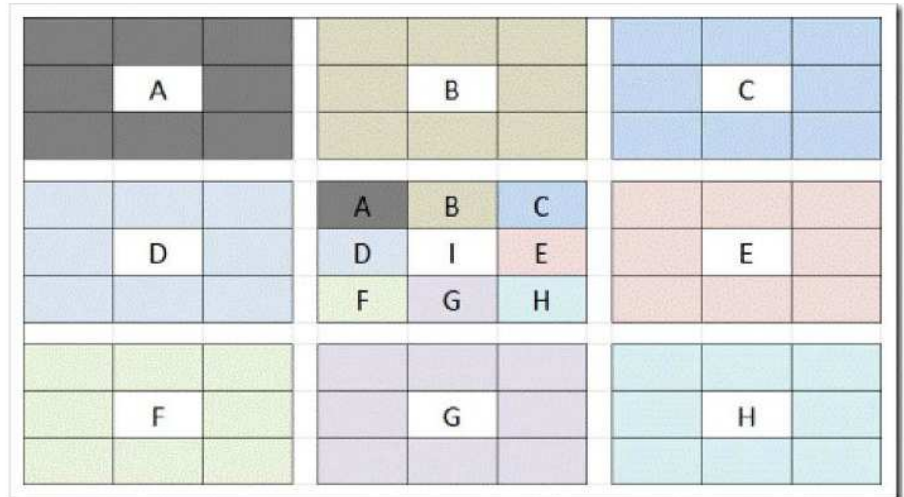
Dla przedstawionego przykładu liczba możliwych kombinacji rozwiązań wynosi 36 864. Część z nich jest znanych, część sprzecznych wewnętrznie (tzn. pewne cechy nie mogą ze sobą współistnieć), zaś część jest bardzo trudna do realizacji technicznej. Pozostaje jednak wiele potencjalnie wartościowych rozwiązań. Zwicky zredukował liczebność skrzynki o 1/3 elementów, a z pozostałych rozwiązań wybrał, odpowiednio wartościując, kilka nowych typów silników odrzutowych i ukierunkował prace badawcze na ich rozwój.

Jednak przy tak dużej liczbie potencjalnych rozwiązań istnieje techniczne ograniczenie ich przeszukania i tym samym możliwość opuszczenia wartościowych projektów, a także ryzyko losowości w doborze analizowanych obiektów. Dla ograniczenia liczebności skrzynki morfologicznej ważne jest, aby ograniczyć zadanie do stosunkowo wąskiej dziedziny poszukiwań. Ponadto, aby nie ulegać przyjętym osądom (Altszuller nazwał to zjawisko inercją psychologiczną) i tym samym, aby zmniejszyć prawdopodobieństwo odrzucenia wartościowego rozwiązania na etapie selekcji [1], zalecane jest odroczenie procesu wartościowania.

Analiza morfologiczna uległa różnym przekształceniom, w tym dotyczącym sposobów reprezentacji danych. Jednym z rozwinięć tej metody jest zastosowanie dogłębnego dzielenia poszczególnych cech na opcje szczegółowe [3], co znalazło odzwierciedlenie w technice zwanej kwiatem lotosu. Jej autorem jest Japończyk Yasuo Matsumura, dyrektor Clover Management Research. Metoda ta umożliwia pokonanie bariery schematycznego myślenia i przyzwyczajenia do znanych nam rozwiązań podczas poszukiwania nowych koncepcji. Polega ona na narysowaniu (rys. 1) wokół poszukiwanego rozwiązania (element centralny I, np. konstrukcja spalinowego silnika odrzutowego) możliwych cech morfologicznych (standardowo w japońskiej metodzie jest to 8 cech).

Następnie postępujemy analogicznie z każdą cechą, dobierając dla niej 8 podstawowych opcji. Jak widać, kwiat lotosu

Rys. 1. Reprezentacja wizualna w technice kwiatu lotosu [7]



może być wykorzystany do przedstawienia graficznego macierzy morfologii funkcjonalnej. Oczywiście istnieje potencjalna możliwość dalszego dogłębnego poszukiwania rozwiązań szczegółowych poszczególnych cech obiektu analizy – czyni to jednak proces bardzo skomplikowanym, a jak już wspomniano – wskazane jest zredukowanie modelu do jak najprostszej postaci. Kwiat lotosu jest jednak bardzo przydatnym narzędziem wykorzystywanym podczas sesji *brainstormingu* do tzw. mapowania sytuacji (mapa myśli).

W niniejszym artykule nakreśliłmy jedynie temat wykorzystania analizy morfologicznej i metod pochodnych w procesie tworzenia innowacyjnych rozwiązań technicznych, ale również organizacyjnych, marketingowych itp. Analiza morfologiczna ma duży potencjał jako narzędzie do tworzenia innowacyjnych rozwiązań dzięki systematycznej i obiektywnej (pozbawionej uprzedzeń) analizie możliwych kombinacji cech składowych. Nie ogranicza to jednak aplikacji tej metody, gdyż z powodzeniem jest ona stosowana w dydaktyce oraz pracy naukowej [2, 6].

Zamieszczone na końcu artykułu pozycje źródłowe ułatwią dostęp do szczegółów związanych z realizacją poszczególnych etapów analizy oraz dostarczą dodatkowych informacji przydatnych w praktycznym pokonywaniu problemów.

### Materiały uzupełniające

1. Altszuller G. *Algorytm wynalazku*. Wiedza Powszechna, Warszawa 1975.
2. Arciszewski T., Kisielnicka J. *Analiza morfologiczna*. W: *Zadanie metoda rozwiązanie. Techniki twórczego myślenia zbiór 1*. Góralski A. (red.). WNT, Warszawa 1977, s. 76–96.

3. Cempel C. *Inżynieria kreatywności w projektowaniu innowacji*. ITE-PIB, Radom – Poznań 2013.
4. Chybowski L., Idziaszczyk D. *Metody tworzenia innowacyjnych rozwiązań technicznych. Wykorzystanie zasobów informacyjnych*. Industrial Monitor 2016, nr 2 (20), s. 30–32.
5. Góralski A. *Twórcze rozwiązywanie zadań. Biblioteka problemów*. PWN, Warszawa 1989.
6. Martyniak Z. *Wstęp do inwentyki*. Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Kraków 1997.
7. Riley R. *The Lotus Blossom Creative Technique*. Strona internetowa: <http://thoughtegg.com/lotus-blossom-creative-technique/> dostęp: 03.08.2016.

