

RECENZJA KSIĄŻKI ANNY PRUSAK I PIOTRA STEFANÓW

**„AHP – ANALITYCZNY PROCES HIERARCHICZNY.
BUDOWA I ANALIZA MODELI DECYZYJNYCH
KROK PO KROKU”**

Wydawnictwo C.H.Beck, 2014

Marta Juźwin
Polsko-Japońska Akademia Technik Komputerowych

Metoda Analitycznego Procesu Hierarchicznego (AHP), autorstwa profesora Thomasa L. Saaty'ego, doczekała się kompleksowego opisu i analizy polskich autorów. Recenzowana książka jest jedną z nielicznych polskich publikacji książkowych poświęconych w całości modelowi AHP, wykorzystywanemu do rozwiązywania wielokryterialnych problemów decyzyjnych.

Recenzowana publikacja jest napisana przystępnym językiem, a wszystkie prezentowane w niej obliczenia wydają się proste i przejrzyste. Bez wątplenia lektura skierowana jest do laika, niemającego wcześniej styczności z modelem AHP, mimo że autorzy adresują ją przede wszystkim do studentów i wykładowców. Struktura publikacji, odzwierciedlona w spisie treści, obiecuje czytelnikowi kompleksowe i systematyczne podejście do tematu. Niestety, sama lektura rozczarowuje. W zamierzeniu autorów celem tej pozycji jest szczegółowy opis modelu – każdy z rozdziałów omawia jeden z etapów tworzenia i analizy AHP – oraz ukazanie zastosowania modelu w praktyce. Książka jest co prawda bogata w przykłady zastosowania modelu, jednak w większości są one proste, a przez to bardzo do siebie podobne, i co za tym idzie – nie pokazują szerokiego zastosowania AHP w różnych dziedzinach. Co więcej, nie przedstawiają całej palety różnorodnych możliwości wykorzystania AHP do bardziej złożonych problemów decyzyjnych. Zainteresowani nie znajdą także odpowiedzi na pytanie, jak metoda AHP wypada w porównaniu do innych modeli wykorzystywanych do podejmowania wielokryterialnych decyzji. Autorzy jedynie w sposób zdawkowy i bardzo ogólny wspominają o przewadze AHP nad innymi modelami.

Jak sami podkreślają, książka skierowana jest do zainteresowanych AHP, a w szczególności do osób wykorzystujących AHP w nauce. Niemniej pozycja nie

ma charakteru naukowego i często traktuje czytelnika jako bardzo mało kompetentnego. Po pierwsze, autorzy nie osadzają opisywanego modelu w teoriach decyzji. Krótką wzmiankę o paradoksie Condorceta czy twierdzeniu niemożliwości Arrowa zawiera dopiero przedostatni rozdział książki. Na próżno szukać także uzasadnienia stosowanych przez Saaty'ego operacji matematycznych. Autorzy, pragnąc zachować prostotę wypowiedzi, w niewielkim stopniu odwołują się do teorii, co wręcz wzmacnia banalność przekazu. W książce zabrakło wprowadzenia w postaci całościowego omówienia problemu decyzyjnego, rozwiązanego przy wsparciu metody AHP. Każdy rozdział stanowi omówienie jednego konkretnego etapu modelu AHP, co niedoświadczonemu czytelnikowi może przysporzyć problemów w zrozumieniu metody AHP jako całościowego procesu. Autorzy „rozbierają” AHP na kolejne etapy, a jedynym powiązaniem między poszczególnymi elementami są odnośniki do pozostałych rozdziałów książki. Odniosłam wrażenie, że autorzy zbyt skupili się na przedstawieniu modelu od strony oderwanych od siebie obliczeń i nie poświęcili wystarczającej uwagi filozofii metody oraz interpretacji przytoczonych wyników.

Ponadto autorzy nie poruszają kwestii związanych z badaniami poprzedników Saaty'ego. Analizując porównania parami elementów decyzyjnych, na których bazuje AHP, nie odwołują się do teorii i badań chociażby Borisa Mirkina, szanowanego teoretyka problemów decyzyjnych, którego badania wydają się być pierwowzorem dla modelu AHP, a jedynie do właściwości ludzkiego umysłu i intuicyjności porównań parami. Mirkin (1979), analizując problemy wyboru społecznego dla kilku alternatyw, na przykład zbioru alternatyw składającego się z alternatyw A, B oraz C, porównywał wszystkie analizowane alternatywy parami (alternatywę A z alternatywą A, A z B, A z C, B z A, B z B, B z C oraz C z A, C z B i C z C). Aby dokonać takiego porównania, tworzył kwadratową macierz porównań parami, w której wiersze i kolumny odpowiadały kolejnym alternatywom. Wyrazami takiej macierzy mogły być na przykład odsetki osób, które preferowały jedną alternatywę nad drugą, ale nie tylko. Mirkin (1974) jako wyrazy macierzy porównań parami dopuszcza różne rodzaje miar liczbowych czy ocen. Jedną z opisywanych przez niego miar są oceny jakościowe, oparte na skali binarnej. W przypadku przewagi jednej alternatywy nad drugą wyrazem macierzy jest wartość 1, w innym przypadku wartość równa 0. Podobnie jak w przypadku modelu AHP, Mirkin dopuszczał nieprzechodność ocen elementów uzyskanych w wyniku porównań parami (Mirkin, 1974, s. 182). Następnie, aby określić, która z alternatyw jest optymalna lub określić wagi wszystkich alternatyw, wyliczał wektory własne dla wspomnianej macierzy porównań parami. Metoda opisywana przez Mirkina jest niemal identyczna z tą zaproponowaną przez Saaty'ego, z tą różnicą, że wyrazami macierzy porównań Saaty'ego są oceny decydentów wyrażane w oparciu o fundamentalną skalę Saaty'ego, a wyrazami macierzy proponowanej przez Mirkina są zazwyczaj rzeczywiste i mierzalne miary, jak na przykład stosunki liczebności osób

preferujących jedną alternatywę w porównaniu do innej. Fundamentalna skala Saaty'ego składa się z nieparzystych liczb naturalnych od 1 do 9, gdzie liczba 1 oznacza, że dwie porównywane ze sobą alternatywy są równoważne, a 9 oznacza, że pierwsza alternatywa jest zdecydowanie istotniejsza od drugiej. Saaty dopuszcza stosowanie także liczb parzystych, w przypadku gdy decydent ma trudność z oceną alternatyw, wykorzystując skalę tworzoną przez liczby ze zbioru $\{1, 3, 5, 7, 9\}$. Przypuśćmy, że decydent ma problem z określeniem, czy jedną alternatywę w porównaniu z drugą ocenia na np. 3 (słaba przewaga jednej alternatywy nad drugą) lub 5 (silna przewaga jednej alternatywy nad drugą). W takim wypadku decydent może ocenić rozważaną alternatywę na ocenę równą 4, czyli wartość pośrednią pomiędzy ocenami 3 i 5. Saaty podobnie jak Mirkin zakłada, że gdy alternatywa i w porównaniu z alternatywą j zostanie oceniona na ocenę a_{ij} , to dla alternatywy j w porównaniu do alternatywy i przyjmuje się ocenę odwrotną do oceny a_{ij} , czyli ocenę $a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}$. Gdy alternatywa A została przez decydenta oceniona na ocenę 7 (zdecydowana przewaga alternatywy) w porównaniu do alternatywy B, to alternatywa B przyjmuje ocenę równą $\frac{1}{7}$. Ocena elementu a_{ij} , gdy $i = j$, wynosi 1. Zatem na głównej przekątnej macierzy porównań parami Saaty'ego znajdują się zawsze wyłącznie wartości równe 1. W przeciwieństwie do macierzy proponowanej przez Mirkina, wyrazami macierzy Saaty'ego są subiektywne, arbitralne oceny decydentów, sformułowane w oparciu o skalę porządkową, nieoddające rzeczywistych zależności liczbowych pomiędzy porównywanymi alternatywami.

Książka składa się z ośmiu części. We wprowadzeniu w kilku zdaniach została zarysowana problematyka podejmowania decyzji. Lekturę otwiera list Benjamina Franklina do Josepha Priestleya, ilustrujący metodykę podejścia do złożonych problemów decyzyjnych. W kolejnym fragmencie wylistowane zostały inne metody wykorzystywane do podejmowania wielokryterialnych decyzji. Przedstawiona w następnych akapitach historia AHP nie nawiązuje do literatury przedmiotu, ale do historii porażki przy tworzeniu modelu przez Saaty'ego, przy wsparciu zespołu wybitnych specjalistów, późniejszych laureatów Nagrody Nobla, m.in. Gerarda Debreu, Johna Harsanyia i Reinharda Seltena. AHP było odpowiedzią na to niepowodzenie.

Pierwszy rozdział jest wprowadzeniem do problematyki podejmowania decyzji. Omawia proces podejmowania decyzji oraz jego poszczególne etapy, nawiązując do schematu AHP. W tym rozdziale czytelnik zapozna się także z rodzajami decyzji. Autorzy wyróżniają decyzje jedno- i wielokryterialne, prywatne i zawodowe, zasadnicze i rutynowe oraz decyzje impulsywne i rzeczowe. Zestawienie wspomnianych rodzajów problemów decyzyjnych w postaci ilustrujących macierzy ma pomóc czytelnikowi w wyborze właściwej metody decyzyjnej. Autorzy podkreślają, że problemy

decyzyjne, które wymagają zastosowania technik wspomagających podejmowanie decyzji, jest rekomendowane w przypadku decyzji zawodowych i zasadniczych oraz zasadniczych i rzeczowych. W pozostałych przypadkach rozwiązanie problemu nie wymaga stosowania wyrafinowanych metod decyzyjnych. W tej części autorzy omawiają również kategorie decydentów i dobór ekspertów do analizy problemu decyzyjnego oraz wymieniają inne niż AHP kompleksowe metody rozwiązywania problemów decyzyjnych. Niestety, nie opisują ich nawet w kilku zdaniach, pozostawiając czytelnika z niewiele dla niego znaczącymi skrótowymi nazwami typu EVAMIX czy TOPSIS. Rozdział wieńczy rozbudowany schemat podejmowania decyzji wykorzystywany w AHP. Kolejne rozdziały stanowią rozwinięcie i omówienie każdego z wyróżnionych etapów procesu decyzyjnego.

Ponadto w tej części zabrakło nawiązania do teorii i rozwinięcia innych, być może mniej intuicyjnych dla czytelnika rodzajów decyzji, takich jak na przykład decyzje podejmowane w warunkach pewności i ryzyka.

Rozdział drugi poświęcony jest budowie hierarchii wykorzystywanej w AHP. Hierarchia w AHP to przedstawienie graficzne w postaci hierarchii czy drzewa wszystkich elementów, które składają się na dany problem decyzyjny. Najwyżej w hierarchii znajdują się najbardziej ogólne elementy. Z kolei na samym dole hierarchii – warianty decyzyjne. Zbiór wariantów decyzyjnych to zbiór najbardziej szczegółowych elementów, z którego ostatecznie zostanie wybrany ten optymalny dla danego problemu decyzyjnego. W pierwszym kroku definiowany jest cel główny problemu decyzyjnego, czyli zapisany w postaci twierdzącej problem decyzyjny, który chcemy rozwiązać wykorzystując metodę AHP, np. cel główny dla problemu zakupu domu może być zdefiniowany poprzez stwierdzenie „Wybór optymalnego domu dla rodziny z małym dzieckiem”. W kolejnych krokach definiuje się kryteria decyzyjne, czyli elementy, które zostaną przedstawione graficznie na poziomie bezpośrednio poniżej celu głównego. Zdefiniowanie kryteriów, a potem w kolejnym etapie subkryteriów (znajdujących się w hierarchii poniżej kryteriów) a w ostatnim etapie – wariantów decyzyjnych stanowiących zbiór alternatyw, z których decydent ostatecznie wybiera najlepsze rozwiązanie ma posłużyć dekompozycji problemu decyzyjnego. Elementy jednego poziomu bezpośrednio wpływają na elementy z poziomu wyższego: kryteria na cel główny, subkryteria na kryteria. Jednocześnie elementy znajdujące się na jednym poziomie hierarchii powinny być od siebie wzajemnie niezależne.

Dekompozycja problemu decyzyjnego i budowanie hierarchii to bardzo istotny etap w AHP. Definicja hierarchii, czyli wszystkich istotnych elementów mających wpływ na cel główny w danym problemie decyzyjnym, ma wpływ na ostateczny wynik. Ten etap pomaga też decydentowi przeanalizować problem decyzyjny i wyodrębnić najistotniejsze czynniki, mające wpływ na ostateczny werdykt. W kolejnych kro-

kach tworzy się macierze porównań parami wszystkich elementów tworzących jeden poziom hierarchii i ocenia się je w odniesieniu do elementu nadrzędnego. Najpierw tworzy się macierz porównań parami kryteriów ocenianych pod względem istotności w osiągnięciu celu głównego, następnie porównuje się parami elementy ze zbioru subkryteriów w odniesieniu do danego nadrzędnego kryterium itd., aż do oceny samych wariantów decyzyjnych w odniesieniu do elementów położonych na poziomie bezpośrednio wyższym w hierarchii.

Autorzy podkreślają wagę tego etapu AHP oraz jego kreatywny charakter. Wyjaśniają, czym jest hierarchia dominacji oraz wyróżniają hierarchię strukturalną i funkcjonalną. Omawiają zasady tworzenia hierarchii zdefiniowane przez Saaty'ego oraz sposoby definiowania elementów struktury hierarchicznej. Opis hierarchii ilustrują przykłady graficzne różnych struktur hierarchicznych wykorzystywanych w AHP. Autorzy także przytaczają tak zwaną „Checklistę” służącą do walidacji modelu hierarchicznego. „Checklista” zawiera wylistowane kryteria, które należy uwzględnić w strukturze hierarchicznej. Aby czytelnik mógł uznać swoją strukturę za poprawną, powinien zadbać o spełnienie wszystkich wymienionych w „Checkliście” kryteriów.

Rozdział trzeci został poświęcony fundamentalnej skali Saaty'ego, wykorzystywanej w AHP do porównań parami wszystkich elementów tworzących strukturę hierarchiczną. W tym miejscu zwrócę uwagę na inny mankament lektury. Struktura książki i brak odpowiedniego wprowadzenia, np. w postaci szczegółowego omówienia procedury AHP na przykładzie uwzględniającym wszystkie elementy procesu, łącznie z zarysowaniem aparatu matematycznego, zmusza czytelnika do niepotrzebnego wysiłku: zapamiętania nowego pojęcia i odnalezienia jego wyjaśnienia w kolejnych rozdziałach. I tak na przykład w rozdziale zostają wprowadzone pojęcia *priorytetów lokalnych* i *globalnych*, zdefiniowane powierzchownie jako *współczynniki wagowe*, co nie jest dla czytelnika wystarczającym wyjaśnieniem. Ciekawym i zdaje się nowatorskim posunięciem autorów jest zamieszczenie przykładów ankiet, w których zadaniem respondenta jest porównanie parami elementów tworzących strukturę hierarchiczną pod względem nadrzędnego kryterium w oparciu o fundamentalną skalę Saaty'ego. Przykłady ankiet mogą być niewątpliwie pomocne dla czytelnika przy samodzielnym zastosowaniu AHP. Ponadto autorzy zwrócili uwagę na sposób zadawania pytań respondentom jako na istotny czynnik, wpływający na odpowiedź respondenta, a tym samym na rzetelność metody. Również w tym rozdziale zamieścili listę kryteriów, które użytkownik AHP powinien spełnić w procesie gromadzenia danych.

W rozdziale czwartym omówione zostały sposoby wyznaczania wartości współczynników wagowych dla macierzy zawierających porównywane parami elementy struktury hierarchicznej. Autorzy prezentują cztery metody wyznaczenia priorytetów lokalnych, czyli współczynników wagowych macierzy porównań parami. Pierwszym

sposobem jest wykorzystanie oprogramowania komputerowego „Super Decisions”. Kolejne metody to: rachunek macierzowy, średnia geometryczna oraz średnia arytmetyczna. Po wykazaniu na jednym prostym przykładzie, że wszystkie cztery metody dają zbliżone rezultaty, autorzy resztę przykładów omawiają w oparciu o wykorzystanie najprostszej z metod – średniej arytmetycznej. Obliczenia przedstawione są krok po kroku i nie wymagają od czytelników wykształcenia matematycznego. Celem autorów było dostarczenie czytelnikowi prostego aparatu matematycznego, pozwalającego na samodzielne zastosowanie metody AHP, bez konieczności wspierania się dedykowanym oprogramowaniem komputerowym. Wadą tego rozdziału jest nieujednolicona terminologia (zamienne stosowanie pojęć: *waga*, *współczynnik wagowy*, *priorytet*, *ocena*) oraz nieprecyzyjne nazywanie tabel.

Kolejny rozdział poświęcony jest mechanizmom weryfikacji porównań parami, omówionych w poprzednim rozdziale. Autorzy wyróżniają dwa mechanizmy: merytoryczny, oparty na wiedzy „zdroworozsądkowej” decydenta, oraz formalny, zaproponowany przez Saaty’ego. Weryfikacja merytoryczna porównań parami przebiega pomyślnie, gdy rezultaty porównań parami, czyli obliczone współczynniki wagowe/priorytety są zgodne z doświadczeniem i oczekiwaniami decydenta. Weryfikacja formalna polega na obliczeniu tak zwanego współczynnika zgodności (CR – z ang. *Consistency Ratio*), który określa, czy dana macierz zawierająca porównania parami jest akceptowalna bądź nie, co określa ustalona przez Saaty’ego wartość wskaźnika CR, zazwyczaj niemożliwa przekroczyć 10%. Wartość współczynnika wskazująca na zgodność porównań parami, czyli akceptowalność macierzy, oznacza, że porównania parami są logiczne, co pozwala na przejście do kolejnego etapu analizy. W przypadku, gdy współczynnik CR wskazuje, że dana macierz zawiera niezgodne porównania parami, porównania należy powtórzyć. Formalny sposób obliczania współczynnika zgodności został omówiony w klarowny i prosty sposób oraz zilustrowany wieloma przykładami. Możliwość weryfikacji zgodności ocen decydentów jest w ocenie autorów ogromną zaletą AHP.

Ważnym poruszonym w tym rozdziale tematem jest analiza wrażliwości, pokazująca, jak zmiana wartości w macierzach porównań parami wpływa na uzyskane z macierzy współczynniki wagowe (priorytety), czyli rezultaty porównań parami.

Rozdział szósty zawiera cenne, choć często pomijane w literaturze, informacje dotyczące agregacji wyników w przypadku podejmowania decyzji grupowych. Autorzy omawiają dwa sposoby agregacji ocen decydentów – agregację indywidualnych osądów oraz agregację indywidualnych współczynników wagowych (priorytetów). Do zagregowania indywidualnych osądów, a więc ocen decydentów dotyczących elementów porównywanych parami, wykorzystuje się dwie grupy metod. Pierwszą grupę metod stanowią metody behawioralne. Ich celem jest doprowadzenie do kon-

sensu pomiędzy decydentami podejmującymi wspólną decyzję na poziomie oceny elementów. Drugą grupą są metody matematyczne. W tym przypadku konsensus jest obliczany np. za pomocą średniej ocen czy mediany ocen. W przypadku agregowania indywidualnych współczynników wagowych (priorytetów) wykorzystuje się metody matematyczne. Także w tym rozdziale wszystkie obliczenia są zaprezentowane w oparciu o proste przykłady.

Ostatni, siódmy rozdział omawia wady i zalety metody AHP, pozwalając w ten sposób czytelnikowi na dokonanie ostatecznej decyzji – czy można zaufać metodzie AHP.

Jednym z przytoczonych przez autorów wskaźników, mającym poświadczyć zalety AHP, z którym zdecydowanie nie mogę się zgodzić, jest popularność AHP, mierzona liczbą poświęconych jej publikacji naukowych. Imponująca liczba publikacji może również świadczyć o kontrowersyjności AHP.

Lekturę wieńczy Aneks, zawierający aksjomaty postulowane przez Satty'ego. Aksjomaty zostały przedstawione w prosty, opisowy sposób, nie zawierają żadnych odwołań formalnych.

Podsumowując, zaletą książki jest prostota przekazu i prezentowanych obliczeń matematycznych. Autorzy zabierają czytelnika na wędrowkę przez poszczególne etapy metody, jednak w mojej opinii nie zadbali o silne spoiwo pomiędzy poszczególnymi etapami, które pozwoliłoby w pełni zrozumieć AHP i nie pogubić się po drodze. Jak zauważają sami autorzy, książka nie wyczerpuje całości tematu. W moim odczuciu jest jedynie wprowadzeniem do AHP, dlatego nie polecałabym jej osobom zaznajomionym z modelem.

BIBLIOGRAFIA

Mirkin, B. (1974), *Problema gruppovogo vybora*. Moskva: Nauka, s. 7–197.

Mirkin, B. (1979), *Group Choice*. Washington: V. H. Winston & Sons, s. 163–177.