

Raport Badawczy

RB/24/2015

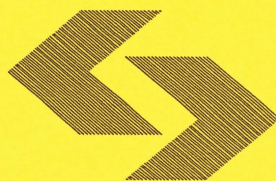
Research Report

**Zarządzanie inwestycjami
i długiem jednostek samorządu
terytorialnego przy
wykorzystaniu optymalizacji
wielokryterialnej**

K.S. Cichocki, L. Kruś

**Instytut Badań Systemowych
Polska Akademia Nauk**

**Systems Research Institute
Polish Academy of Sciences**



POLSKA AKADEMIA NAUK

Instytut Badań Systemowych

ul. Newelska 6

01-447 Warszawa

tel.: (+48) (22) 3810100

fax: (+48) (22) 3810105

Kierownik Zakładu zgłaszający pracę:
Dr hab. inż. Lech Kruś, prof. PAN

Warszawa 2015

ZARZĄDZANIE INWESTYCJAMI I DŁUGIEM JEDNOSTEK SAMORZĄDU TERYTORIALNEGO PRZY WYKORZYSTANIU OPTYMALIZACJI WIELOKRYTERIALNEJ

KRZYSZTOF S. CICHOCKI, LECH KRUŚ
Instytut Badań Systemowych PAN

STRESZCZENIE

Przedstawiono nową metodę ustalania polityk finansowych przez jednostki samorządu terytorialnego (JST). Metoda umożliwia prognozowanie podstawowych wielkości finansowych budżetu JST z wykorzystaniem modelu optymalizacji wielokryterialnej uwzględniającego warunki ustawy o finansach publicznych (ufp) - art. 243 i 242. Uzyskane wielkości są rozwiązaniami Pareto-optymalnymi modelu, natomiast sama metoda pozwala znaleźć rozwiązanie tzw. „satysfakcjonujące” decydentów, zgodnie z teorią H. Simona. Metoda wspomaga wieloletnie planowanie finansowe JST, pomaga przygotować alternatywne długoterminowe prognozy budżetu oraz związane z nimi budżety roczne. Pozwala także ustalić polityki finansowe które spełniają wymagania płynności oraz bilansowania budżetu i rachunków bieżących, a także reguły ufp.

Słowa kluczowe: optymalizacja wielokryterialna, teoria „satisficing behavior”, modelowanie budżetu samorządu terytorialnego, prognozy wieloletnie, zarządzanie długiem i inwestycjami

Wprowadzenie

Celem artykułu jest zaproponowanie metody wspierającej zarządzanie finansami JST, w szczególności opracowanie wieloletniej prognozy zarządzania finansami - ustalenie bezpiecznego poziomu wydatków inwestycyjnych, wydatków bieżących związanych z inwestycjami oraz długu - w długim okresie, np. 10 lat. W modelu przyjęto dwa cele zarządzania finansami JST: maksymalizację wydatków inwestycyjnych w badanym okresie, finansowanych ze środków własnych, funduszy Unii Europejskiej (UE) oraz długu, i równocześnie minimalizację całkowitych kosztów związanych z obsługą długu – do czasu całkowitej spłaty zadłużenia. Wyboru kryteriów dokonano na podstawie wieloletniej współpracy z JST oraz badań ankietowych przeprowadzonych w ponad 120 JST. W ankietach zidentyfikowano cele jakie stawiają sobie JST w Polsce opracowując wieloletnią prognozę fi-

nansową (*WPF*) – [2, 5]. Ponad 60% respondentów wskazało na maksymalizację wydatków na inwestycje przy jak najwyższych środkach z UE; 34% badanych JST wskazało wyłącznie na wydatki inwestycyjne, ponad 10% respondentów wybrało maksymalizację wydatków inwestycyjnych równocześnie ze zmniejszeniem zadłużenia, natomiast 10% JST - na maksymalizację środków z UE i równoczesne zmniejszenie zadłużenia i deficytu budżetowego. Całkowitą likwidację zadłużenia wybrało 6% ankietowanych JST¹.

Zarządzanie finansami gminy miejskiej, wiejskiej i regionu wymaga planowania w perspektywie wieloletniej - prognozowania dochodów i wydatków oraz długu, który jest zaciągany na finansowanie wydatków inwestycyjnych. We wszystkich JST występują także zadania inwestycyjne których okres realizacji przekracza jeden rok. Niezbędne jest świadome podejmowanie decyzji o liczbie zadań i ich sumarycznej wartości kosztorysowej w każdym roku - w perspektywie kilku lat. Decyzje finansowe podejmowane w danym roku pociągają za sobą skutki w kolejnych latach, np. dotyczące rozpoczęcia nowych inwestycji, kontynuacji inwestycji już rozpoczętych, zaniechania zaplanowanych inwestycji lub zaciągnięcia długu w celu finansowania zaplanowanych zadań. W każdym roku konieczne jest zapewnienie środków finansowych na podejmowanie nowych i kontynuację rozpoczętych zadań inwestycyjnych. Niezbędne jest także zapewnienie środków finansowych na wydatki eksploatacyjne obiektów które powstały w wyniku realizacji zadań inwestycyjnych, a także zapewnienie funduszy na koszty obsługi zaciągniętego długu [4, 5, 10].

W Polsce, rolę wieloletniego planu finansowego pełni wieloletnia prognoza finansowa [*WPF*]. Obejmuje ona okres czterech lat, natomiast prognozę kwoty długu i jego spłaty, sporządza się do końca zapadalności zobowiązań - nie tylko na okres planowania inwestycji. W wielu krajach stosowany jest dłuższy okres planowania [5², 8, 13, 19]. Prognoza długu stanowi część *WPF*, (ufp, 2009, z późniejszymi zmianami oraz [1, 3, 5, 6, 14, 17, 18]). JST w Polsce planują, zgodnie z ufp, przedsięwzięcia inwestycyjne i ich finansowanie na okres nie dłuższy niż 4 lata. W związku z tym większość JST planuje zaciąganie nowych zobowiązań tylko przez 4 lata - rok budżetowy i 3 lata po nim następujące, np. 2015-2018³. W latach następnych, planowane zadłużenie oraz całkowite koszty obsługi zadłużenia szybko maleją. W *WPF* wielu JST w porównaniu z rokiem 2013, zadłużenie rośnie

¹ Po r. 2020 preferencje i cele JST dotyczące zarządzania finansami ulegną zmianie.

² Cichocki [5 i 6] omówił wykorzystanie do prognozowania modelu optymalizacji jednokryterialnej z ograniczeniami.

³ Patrz wieloletnie prognozy finansowe umieszczone (przez JST) w bazie MF - *WPF* z grudnia 2013 r.

w latach 2014-2016, następnie maleje (w r. 2022 wynosi około 50%, a w r. 2030 spada do poziomu ok. 10% zadłużenia r. 2014). W wieloletnim planie finansowym (WPF) wykorzystywanym w JST do celów zarządczych, a także w *WPF* stosowanej do celów sprawozdawczych, niezbędne jest określenie bezpiecznych wydatków inwestycyjnych i poziomu długu, które zapewnią, że wskaźniki dotyczące całkowitych kosztów obsługi długu oraz wydatków bieżących nie przekroczą ustawowych limitów.

Skonstruowano model matematyczny przepływów finansowych budżetu JST oraz sformułowano problem optymalizacji wielokryterialnej w celu wyliczenia prognozy wydatków i długu JST z wykorzystaniem teorii H. Simona [21, 22] umożliwiającej poszukiwanie tzw. rozwiązania „satysfakcjonującego” [20]. Rozwiązanie to uzyskuje się w procesie zdobywania wiedzy o konsekwencjach realizacji wyznaczonych celów (kryteriów). Wiedza ta umożliwia odpowiednią modyfikację celów na podstawie analizy uzyskanych rozwiązań – poziomów inwestycji i długu oraz kosztów jego obsługi przy uwzględnieniu wymagań ustawowych. Zaprogramowano odpowiednią procedurę komputerową. Komputerowy model finansów JST oraz procedura wyznaczania rozwiązania problemu optymalizacji wielokryterialnej zostały tak zaprojektowane, aby wspomagać decyzje JST obejmujące długookresowe planowanie i zarządzanie finansami - określenie bezpiecznego, zbliżonego do maksymalnego poziomu inwestowania i jednocześnie jak najwyższego, lecz bezpiecznego poziomu zadłużenia w okresie inwestowania o minimalnych kosztach obsługi długu po zakończeniu inwestowania.

Pokazano przykłady rozwiązań Pareto optymalnych modelu obejmujące dla każdego rozwiązania optymalnego zmienne decyzyjne: nakłady inwestycyjne, wykorzystane środki UE, zaciągany dług oraz całkowite koszty związane z obsługą długu w kolejnych latach z uwzględnieniem kryteriów: maksymalizacji wydatków inwestycyjnych w okresie 10 lat (2015-2024) i minimalizacji kosztów związanych z obsługą długu po tym okresie, w latach 2025–2034 – do końca zapadalności długu.

1. Wielokryterialny model finansów JST

Zmiennymi modelu, poszukiwanymi w okresie prognozy, $[t_1, T_M]$, np. 2015-2023, są następujące wielkości: inwestycje Inv^{UE}_t współfinansowane z UE oraz Inv^b_t finansowane z budżetu i długu (bez UE), a także nowy dług ND_t - kredyty średnioterminowe $C1^{EU}_t$, $C1^b_t$, długoterminowe $C2^{EU}_t, C2^b_t$ oraz obligacje B^{EU}_t , B^b_t , współfinansujące inwestycje, przy czym wskaźnik UE oznacza ich przeznaczenie

czenie na finansowanie udziału własnego w projektach współfinansowanych z funduszy UE. Model zawiera określone kryteria decyzyjne, równania bilansujące oraz dodatkowe warunki wynikające z wymagań ustawowych. Dla roku początkowego $t_0 = 2014$ dane są wartości: zadłużenia Z_{t_0} oraz majątku GF_{CF,t_0} , inne dla każdej JST (wg Eurostatu: *Gross Fixed Capital Formation (GFCF)*). Ponadto, dla dwóch lat poprzedzających t_0 , t.j. t_0-1, t_0-2 , znane są wielkości dochodów bieżących, Dob_t , wydatków bieżących, Wyb_t , oraz wartość sprzedaży majątku $SG_{FCF,t}$, które są niezbędne do wyliczenia dla roku t_0 wartości wskaźnika z art. 243 ufp - prawej strony ograniczenia (4). Przed rozpoczęciem rozwiązywania modelu przyjmuje się wartości kilku innych parametrów o charakterze egzogenicznym: udziału własnego JST w finansowaniu projektów UE, bazowych wydatków bieżących $BWyb_t$, oraz górne ograniczenie na poziom funduszy z UE - w całym okresie planowania, do roku T_N . Wielkości egzogeniczne zmieniają się w czasie, więc przyjmuje się alternatywne scenariusze zachowania się tych wielkości w czasie. W modelu przedstawiono rzeczywiste przepływy finansowe budżetu JST omówione na Diagramie 4.1. w Cichocki, 2013a.

Model sformułowany jest następująco: dla każdego roku $t \in [t_1, T_N]$ z okresu planowania, $t_1 = 2014$; $T_N = 2024$; poszukujemy wartości zmiennych: $Inw^{UE}_t, Inw^b_t, C1^{EU}_t, C1^b_t, C2^{EU}_t, C2^b_t$ oraz B^{EU}_t i B^b_t , takich, dla których w okresie planowania (do roku 2024) sumaryczne inwestycje będą maksymalne (1) oraz całkowite koszty związane z obsługą długu po zakończeniu inwestowania (po roku 2024) - do czasu jego całkowitej spłaty - będą minimalne (2).

Kryteria modelu

Sumaryczne inwestycje

$$y_1 = \left\{ \sum_{t=t_1}^{T_N} (Inw^{EU}_t + Inw^b_t) \right\}, \quad (1)$$

Koszty obsługi długu po okresie planistycznym

$$y_2 = \left\{ \sum_{t=T_N+1}^{T_M} [SD_t + Od_t \left(\sum_{j=t_1}^{T_N} (\delta ND_j + Z_{0j}) \right)]_t \right\} \quad (2)$$

W modelu rozpatruje się efekty inwestowania tylko w okresie $t \in \{t_1, T_N\}$, a także zaciągania długu w tym okresie. Dług spłaca się do roku T_M , gdzie $T_M = 2034$, SD_t oznacza spłatę długu w roku

t . Spłata, w równych ratach dla każdej kategorii długu, wynika ze struktury spłaty, δND_j oznacza przyrost nowego długu, natomiast Z_{0j} poziom długu początkowego w roku j , $\delta ND_j = ND_t - SD_t$, $Od(\cdot)$ oznaczają odsetki płacone w roku t od nowego i starego zadłużenia. Spłata długu składa się z dwóch części, spłaty długu starego, zaciągniętego przed rokiem t_1 , oraz spłaty skumulowanego długu nowego, zaciągniętego po roku t_0 , poczynając od roku t_1 . Przyjmuje się, że $Inw^{EU}_t \geq 0$, $Inw^b_t \geq 0$, $ND_j = C1^{EU}_j + C1^b_j + C2^{EU}_j + C2^b_j + B^{EU}_j + B^b_j$, $C1^{EU}_t \geq 0$, $C1^b_t \geq 0$, $C2^{EU}_t \geq 0$, $C2^b_t \geq 0$, $B^{EU}_t \geq 0$, $B^b_t \geq 0$, a inwestycje $Inw_t = Inw^{EU}_t + Inw^b_t$ zależą od dostępnych środków na ich finansowanie – patrz (5)

Ograniczenia modelu

Ograniczenia reprezentują warunki zapisane w ufp oraz dotyczące zarządzania finansami. Obejmują one:

Ograniczenia wydatków bieżących – zgodnie z art. 242 ufp:

$$Dob_t - Wb_t + Nrb_{t-1} + NB_{t-1} \geq 0, \text{ gdy } NB_{t-1} > 0; \quad (3)$$

w roku t wydatki bieżące budżetu nie mogą być wyższe od dochodów bieżących, powiększonych o środki z roku ubiegłego, z nadwyżki budżetowej NB_{t-1} (różnicy dochodów ogółem i wydatków ogółem) jeżeli są nieujemne, oraz z nadwyżki na rachunku bieżącym; jeżeli $NB_{t-1} < 0$ (występuje deficyt), to $NB_{t-1} = 0$. Nadwyżka na rachunku bieżącym budżetu na koniec roku t , Nrb_t , nazywana wolnymi środkami w roku t , jest wyliczana zgodnie z art. 217, ust. 2 pt 6 ufp. Dochody ogółem są sumą dochodów majątkowych i dochodów bieżących; suma wydatków majątkowych i wydatków bieżących jest równa wydatkom ogółem.

Ograniczenie całkowitych kosztów związanych z obsługą zadłużenia – art. 243 ufp:

$$[(SD_t + Od_t) / Do_t] \leq 1/3 \sum_{i=1}^3 [(Dob_{t-i} + Sm_{t-i} - Wb_{t-i}) / Do_{t-i}]; \quad (4)$$

średnia wartość, za ostatnie trzy lata, nadwyżki bieżącej, powiększonej o dochody ze sprzedaży majątku w relacji do dochodów ogółem ogranicza od góry całkowite koszty związane z obsługą długu w relacji do dochodów ogółem.

Warunek płynności budżetu:

$$NO_t + \delta Z_t + DoM_t + Przin_t + Nrb_{t-1} + NB_{t-1} \geq Inw_t; \quad (5)$$

środki budżetu - nadwyżka operacyjna NO_t , powiększona o dochody majątkowe DoM_t , oraz przyrost

długu *netto* i bilans innych przychodów i rozchodów Przin_t⁹, w roku *t*, powiększone o sumę nadwyżki na rachunku bieżącym, *Nrb_{t-1}*, i ewentualnej nadwyżki budżetu *NB_{t-1}*, w roku *t-1*, nie mogą być niższe niż wydatki inwestycyjne. Przyrost zadłużenia, δZ_t , w roku *t* jest różnicą pomiędzy zadłużeniem na koniec roku *t* oraz roku *t-1*:

$$\delta Z_t = Z_t - Z_{t-1} \quad (6)$$

Znając rozwiązania modelu *Inw_t* oraz *ND_t*, można wyliczyć: *Z_t*, δZ_t , *Od_t*, a także *Wyb_t*, *NO_t*, *Nrb_t*, *NB_t*. Znajomość nadwyżki operacyjnej, wyniku budżetu i nadwyżki na rachunku bieżącym, umożliwia oszacowanie środków, które mogą być przeznaczone na finansowanie inwestycji oraz na wkład własny JST niezbędny przy staraniach o środki z UE i EOG na finansowanie projektów inwestycyjnych. Tym samym możliwe jest określenie o jak wysokie środki z UE dana JST powinna się ubiegać. Można także wyliczyć majątek trwały (GFCF), który powstaje w wyniku procesu inwestycyjnego. Wartość majątku w roku *t* jest równa majątkowi w roku poprzednim powiększonemu o inwestycje i pomniejszonemu o amortyzację oraz o wartość sprzedaży majątku; *d_t* oznacza wskaźnik amortyzacji:

$$GFCF_t = GFCF_{t-1} + Inw_t - d_t(GFCF_{t-1} + Inw_t) - SGFCF_t \quad (7)$$

Wartość początkowa majątku *GFCF₀* jest znana.

2. Procedura rozwiązania problemu optymalizacji wielokryterialnej

Decydent JST ma do czynienia z dwoma przeciwstawnymi kryteriami: *y₁* – poziomem inwestycji skumulowanych w okresie planistycznym [*t₁*, *T_N*], oraz *y₂* – kosztami obsługi długu w okresie [*T_{N+1}*, *T_M*], t.j po okresie planistycznym. Decydent poszukuje zmiennych decyzyjnych spełniających ograniczenia modelu (3-5), takich które maksymalizują kryterium *y₁* i jednocześnie minimalizują kryterium *y₂*. Wzrost poziomu inwestycji wiąże się z zaciąganiem długu w celu finansowania realizowanych projektów i pociąga za sobą wzrost kosztów obsługi tego długu.

Problem optymalizacji wielokryterialnej jest określony w dwóch przestrzeniach: przestrzeni zmiennych decyzyjnych $x = (Inw^{EU}_t, Inv^b_t, C^{1EU}_t, C^{1b}_t, C^{2EU}_t, C^{2b}_t, B^{EU}_t, B^b_t)$, oraz w przestrzeni kryteriów $y = (y_1, y_2)$. Ograniczenia modelu określają zbiór *X₀* dopuszczalnych decyzji w przestrzeni zmiennych decyzyjnych. Relacje modelu określają zbiór *Y* osiągalnych wartości kryteriów w prze-

strzeni \mathbf{R}^2 . W przestrzeni kryteriów \mathbf{R}^2 wprowadzamy relację dominacji. Wektor $y=(y_1, y_2)$ **dominuje** wektor $v=(v_1, v_2)$, $y > v$, gdzie $y \in \mathbf{R}^2$, $v \in \mathbf{R}^2$, jeśli $y_1 \geq v_1$, $y_2 \leq v_2$, i $y \neq v$. Wektor y jest **Pareto optymalny (niezdominowany)** w zbiorze $Y \subset \mathbf{R}^2$, jeśli $y \in Y$ i nie istnieje wektor $v \in Y$ dominujący wektor y . Wartości zmiennych, dla których osiągane są rozwiązania Pareto optymalne nazywamy efektywnymi.

Rozwiązanie problemu optymalizacji wielokryterialnej ma na celu określenie w każdym roku z przedziału $[t_1, T_N]$, odpowiedniego poziomu inwestycji finansowanych z budżetu JST, wykorzystanych środków UE, poziomu długu - średnio i długo okresowych kredytów oraz obligacji, które maksymalizują skumulowane inwestycje w okresie $[t_1, T_N]$ i jednocześnie minimalizują koszty obsługi tego długu po okresie planistycznym $[T_{N+1}, T_M]$. W ogólnym przypadku istnieje wiele Pareto optymalnych rozwiązań tego problemu. Celem jest wyznaczenie rozwiązania Pareto optymalnego zgodnego z preferencjami decydenta. Wyznaczanie rozwiązań Pareto optymalnych i wybranie jednego z nich zgodnie z preferencjami decydenta jest możliwe w interakcyjnej procedurze z wykorzystaniem metody punktu referencyjnego [23, 24, 15, 16].

Proponuje się procedurę, w której decydecnt przyjmuje punkt referencyjny (punkt aspiracji) $y^* = (y^{*1}, y^{*2})$, w przestrzeni kryteriów, oraz rozwiązuje problem maksymalizacji (D1), tzw. funkcji osiągnięcia (D2), opisany w Dodatku. Maksymalizacja tej funkcji prowadzi do rozwiązania Pareto optymalnego w zbiorze rozwiązań osiągalnych Y , zarówno w przypadku gdy punkt referencyjny y^* należy do zbioru wartości osiągalnych jak i gdy jest poza tym zbiorem. Wyznaczone rozwiązanie Pareto optymalne zadania (D1) obejmuje punkt $y^p \in Y$ oraz wszystkie zmienne modelu x^p spełniające wymagane ograniczenia, dla których $y^p = y(x^p)$.

Proponowana procedura realizowana jest iteracyjnie, w czterech krokach, w których decydecnt wspomagany jest przez system komputerowy. Zgodnie z teorią Simona procedura prowadzi do rozwiązania zgodnego z aspiracjami decydenta. W każdej iteracji decydecnt proponuje swój punkt aspiracji w przestrzeni kryteriów jako punkt referencyjny. System komputerowy wyznacza odpowiednie rozwiązanie Pareto optymalne, bliskie temu punktowi aspiracji (patrz Rys 1.), oraz wartości zmiennych decyzyjnych - rozwiązań modelu (1)-(2), (3)-(5). Rozwiązanie to przedstawiane jest decydecntowi do analizy. Decydecnt w następnym kroku modyfikuje ustalony wcześniej punkt aspiracji. W kolejnych iteracjach uzyskuje coraz więcej informacji o możliwych osiągalnych rozwiązaniach Pareto

optymalnych i zmiennych modelu, dla których rozwiązania są osiągalne. W efekcie wielokrotnego rozwiązania modelu dla adaptacyjnie modyfikowanych aspiracji decydent może znaleźć rozwiązanie efektywne, zgodnie ze swoimi preferencjami.

Kroki procedury

Krok 0 Decydent ustala zmienne egzogeniczne i dane początkowe modelu.

Krok 1 System komputerowy rozwiązuje dwa zadania: **a.** maksymalizacji y_1 i **b.** minimalizacji y_2 , z ograniczeniami (3)-(5) modelu, ze względu na zmienne x . Rozwiązania zostają zapisane w bazie danych.

Ustalenie numeru iteracji $i=1$.

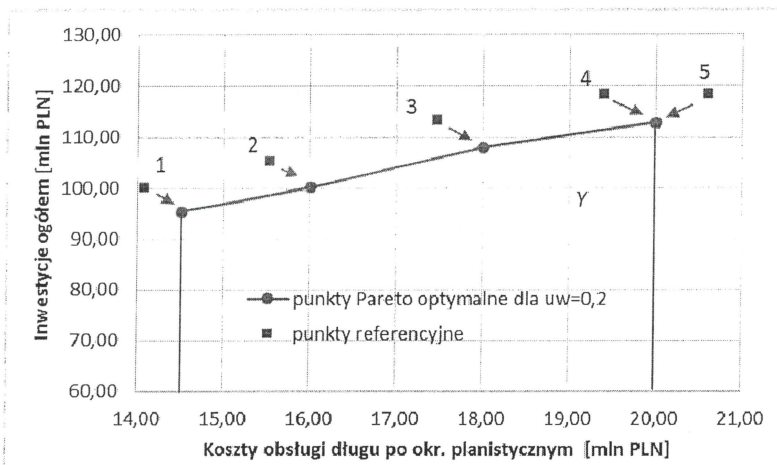
Krok 2 Decydent analizuje rozwiązania zawarte w bazie danych i ustala punkt referencyjny – poziomy aspiracji dla kryteriów y_1 i y_2 .

Krok 3. System komputerowy rozwiązuje zadanie maksymalizacji funkcji osiągnięcia dla ustalonego punktu referencyjnego i wyznacza rozwiązanie Pareto optymalne obejmujące osiągalne wartości kryteriów i zmienne modelu. Punkt referencyjny i rozwiązanie zostają zapisane w bazie danych.

Krok 4. Decydent analizuje bieżące rozwiązanie; porównuje z poprzednimi; decyduje, czy jest usatisfakcjonowany z bieżącego rozwiązania.

Jeśli tak, to generowanie raportu końcowego i koniec procedury.

Jeśli nie, to ustalenie numeru iteracji $i=i+1$, oraz powrót do kroku 2.



Rys. 1. Punkty referencyjne i rozwiązania Pareto optymalne w przestrzeni kryteriów

Źródło: opracowanie własne (dotyczy wszystkich rysunków)

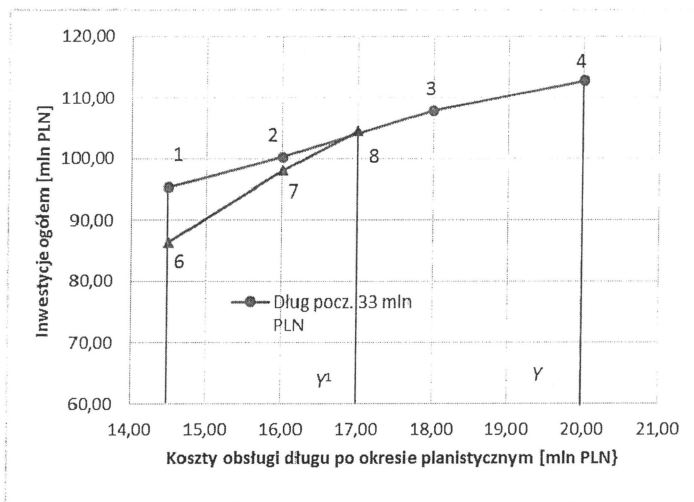
Rozpoczynając analizę możliwych planów finansowych JST reprezentowanych przez zmienne decyzyjne, decydent nie ma pełnej wiedzy o osiągalnych wartościach kryteriów. W wyniku kroku 1 procedury, uzyskuje oszacowanie przedziału wartości kryteriów, w którym jest określony brzeg Pareto optymalny rozwiązań zadania. W kolejnych krokach i iteracjach procedury decydent coraz dokładniej poznaje wartości kryteriów na tym brzegu, ustalając kolejne wartości punktów referencyjnych i adaptując swoje aspiracje do osiągalnych wartości rozwiązań. W każdym kroku uwzględnia się preferencje decydenta. Następuje kolejne zawężanie przedziału analizy, określonego przez punkty aspiracji, z początkowego 1–5, przez 2–4 do 3–4 i ostatecznego wyboru rozwiązania ($y_1=120$, $y_2=20$) dla punktu aspiracji 4 (patrz rys. 1). Dla punktu aspiracji 5 uzyskano identyczne wartości zmiennych decyzyjnych (rozwiązań modelu) jak dla punktu aspiracji 4. Tak więc procedura prowadzi do wyboru rozwiązania osiągalnego i preferowanego przez decydenta. W obliczeniach wykorzystano dane z konkretnej JST.

3. Zmiany wartości egzogenicznych - zadłużenia początkowego i udziału własnego JST

Na rys. 2 pokazano, że wyższe zadłużenie początkowe, $Z_0 = 36$ mln. zł zamiast 33 mln. zł powo-

duje, iż zbiór rozwiązań dopuszczalnych i osiągalnych punktów Pareto zmniejsza się ze zbioru Y do Y^1 . Możliwe jest zaciągnięcie tylko takiego długu, dla którego maksymalne koszty jego obsługi są niższe od $17,0^4$, natomiast skumulowane inwestycje niższe od 104,5 (punkt 8). Dla niższego Z_0 osiągalne są „lepsze” punkty Pareto - 3 i 4 (suma inwestycji = 112,8, koszty obsługi długu po 2024 r. = 20). Przyjęto, że udział własny (uw), z długu JST, w finansowaniu inwestycji współfinansowanych z UE wynosi 0,2. Niższy uw świadczy o tym, że realizowane w danej JST projekty są bardziej rentowne i udział funduszy UE (także ich nominalna wartość) w finansowaniu projektów jest wyższy.

Na rys. 3 pokazano jak zachowują się rozwiązania modelu przy założeniu, że uw JST wzrasta z 0,2 do 0,3. Możliwe jest wtedy zwiększenie emisji długu i zwiększenie kosztów obsługi długu po r. 2024 - do 22 (punkt 13). Dla punktów 12 i 4 koszty te są o 2 niższe, a skumulowane inwestycje są równe 12,75. Zwiększenie zadłużenia przynosi możliwość sfinansowania dodatkowych inwestycji o wartości jedynie 0,25.

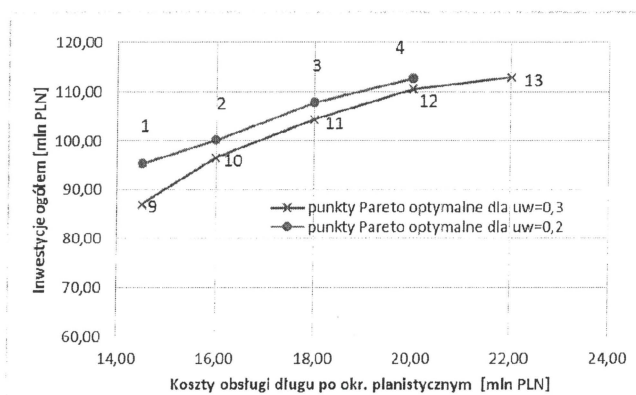


Rys. 2. Rozwiązania Pareto dla różnych wielkości początkowych

⁴W dalszej części tekstu miliony zł przy liczbach będą pomijane.

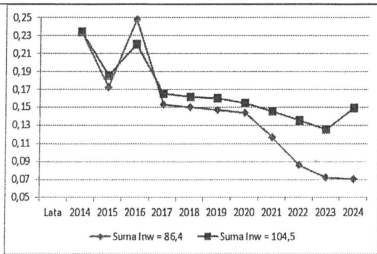
4. Prezentacja rozwiązań modelu finansów JST

Na rysunkach 4-9 przedstawiono wybrane wartości wyliczone z wykorzystaniem zmiennych modelu. Zaprezentowano rozwiązania dla wyższego długu początkowego $Z_0 = 36$ oraz $uw = 0,2$, odpowiednio dla punktów Pareto 6 oraz 8. Dla wyższego punktu referencyjnego – rozwiązań 8 - wyższe są sumaryczne inwestycje (104,5) oraz całkowite koszty obsługi długu (o 2,5), a także inwestycje w kolejnych latach, poza r. 2016 (rys. 4). Niski dług i środki na udział własny powodują, że udział funduszy UE w finansowaniu inwestycji spada od r. 2021, a w latach 2023-2024 jest zerowy. W wyniku, od r. 2021 inwestycje spadają. Majątek trwały jest niższy dla rozwiązania 6, o niższych inwestycjach dla lat 2021-2025 (rys. 6). Zadłużenie, nieznacznie wyższe dla rozwiązania 8 - dla sumy $Inw = 104,5$ - różnie tylko w latach 2015, 2016, gdy nowy dług przekracza 6, następnie maleje razem ze „starym” długiem.

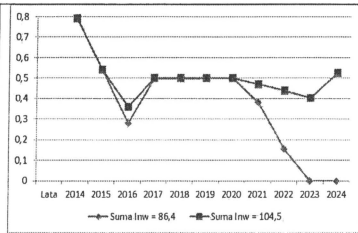


Rys. 3. Rozwiązania Pareto dla różnego udziału własnego

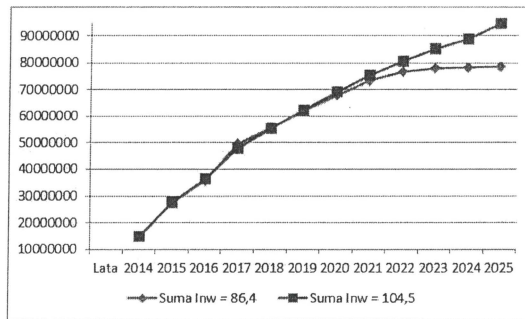
Obecna reguła fiskalna z art. 243 ufp obejmująca tzw. wyłączenia⁵ powoduje, że rzeczywisty całkowity koszt obsługi długu jest ukryty. Bez uwzględnienia wyłączeń przekroczone są limity w latach 2015-2022 (rys.8), natomiast z uwzględnieniem wyłączeń koszty są poniżej limitu (jest on wyższy niż pokazany na rys.8).



Rys. 4. Wydatki inwestycyjne w relacji do wydatków ogółem

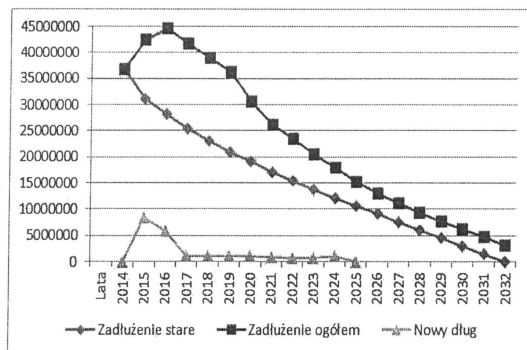


Rys. 5. Wydatki inwestycyjne współfinansowane z funduszy EU do całkowitych wydatków inwestycyjnych



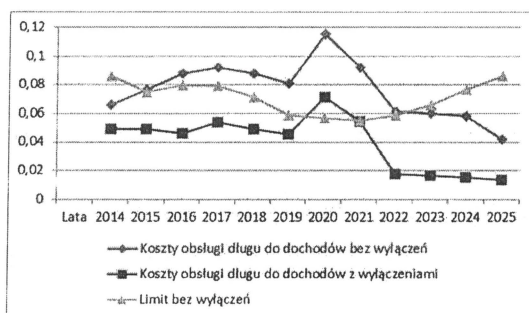
Rys. 6. Tworzenie majątku trwałego

⁵ Wyłączenia dotyczą długu i kosztów jego obsługi, a w związku z tym wydatków bieżących i nadwyżki operacyjnej. Wyłączeniu podlega ta część długu, która jest wykorzystana do finansowania projektów współfinansowanych z funduszy UE.

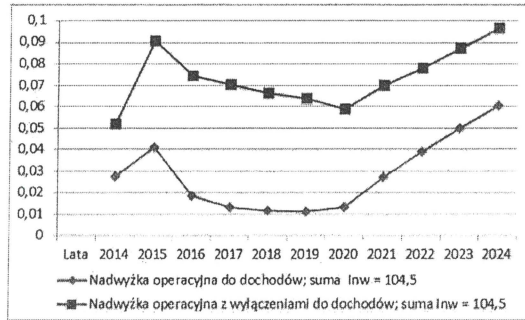


Rys. 7. Zadłużenie, stary i nowy dług dla sumy $Inw = 104,5$

Dla punktu 8 nadwyżka operacyjna bez wyłączeń jest ekstremalnie niska w latach 2016-2020 – poniżej 2% dochodów ogółem. Jest to bardzo niebezpieczne dla finansów JST, np. uniemożliwia zaciąganie nowych zobowiązań. Po wyłączeniach, wskaźnik jest powyżej akceptowalnego poziomu 6%. Wydatki bieżące są w rozwiązaniach wyższe od dochodów bieżących. Spełnione jest ograniczenie nr (3) modelu - warunek z art. 242 ufp.

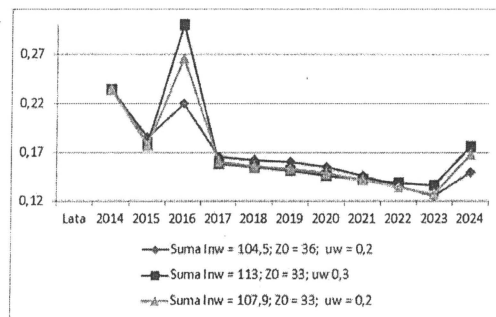


Rys. 8. Całkowity koszt obsługi długu z wyłączeniami oraz bez -, do dochodów ogółem



Rys. 9. Nadwyżka operacyjna z wyłączeniami oraz bez -, do dochodów ogółem

Porównanie inwestycji dla niższego długu początkowego Z_0 oraz dla wyższego długu finansującego inwestycje pokazano na Rys. 10. Niższy o 3 dług początkowy umożliwia uzyskanie wyższych skumulowanych inwestycji (107,9 i 113) oraz wyższych inwestycji w latach 2016 i 2024. Całkowite koszty obsługi długu są wyższe odpowiednio o 1,0 i 5,0, gdyż na finansowanie wyższych inwestycji można zaciągnąć wyższy dług. Najwyższe inwestycje uzyskuje się przy najwyższym długu (22), gdy udział własny, finansowany z długu jest wyższy. Jednakże, wyższy dług wykorzystywany na uw powoduje, że przy jednakowych kosztach obsługi długu, skumulowane inwestycje są niższe (rys. 3), a możliwość zwiększania zadłużenia dla uw = 0,3 (kosztów obsługi długu do 22, z 20) przynosi nieznaczne korzyści, inwestycje w punkcie 13 są wyższe od uzyskanych w punkcie 4 o 0,25.



Rys. 10. Wydatki inwestycyjne do wydatków ogółem

5. Podsumowanie

Przedstawiono nową metodę wspomagania wieloletniego planowania finansów JST - generowania prognoz wydatków, przede wszystkim inwestycyjnych oraz długu wykorzystywanego na finansowanie inwestycji. Opisano odpowiednią procedurę z wykorzystaniem systemu komputerowego zawierającego model finansowych przepływów budżetu JST oraz możliwość stosowania wielu kryteriów i ich optymalizacji. System pozwala wyznaczyć spośród wszystkich dopuszczalnych, możliwych rozwiązań spełniających wymogi ustawowe, takie, które są Pareto optymalne, t.j. takie dla których nie można jednocześnie poprawić żadnego z kryteriów bez pogorszenia drugiego – nie można zwiększyć inwestycji bez zaciągnięcia dodatkowego długu i zwiększenia kosztów związanych z obsługą długu. Procedura umożliwia generowanie rozwiązań, ich porównywanie i wybór finalnego rozwiązania - zgodnie z preferencjami decydenta – przy wykorzystaniu teorii H. Simona. Wybór preferowanego rozwiązania Pareto optymalnego wiąże się z oceną ryzyka związanego z możliwością obsługi długu pozostałego do spłaty po okresie planistycznym. Proponowana procedura umożliwia wybór rozwiązania maksymalizującego w 10 letnim okresie planistycznym (2015 - 2024) nakłady na inwestycje przy jednocześnie jak najniższych całkowitych kosztach związanych z obsługą długu po tym okresie, w latach 2025 – 2033, akceptowalnych ze względu na ograniczenia ufp. Procedura poszukiwania rozwiązania „satisfakcjonującego” wykorzystuje teorię H. Simona i umożliwia modyfikację celów w czasie procesu wybierania kryteriów (odzwierciedlających polityki finansowe), natomiast optymalizacja wielokryterialna z zastosowaniem tzw. metody punktu referencyjnego umożliwia wybór punktu Pareto-optymalnego zgodnego z preferencjami decydenta. Prezentowane podejście jest zgodne z postulatami podejmowania decyzji wielokryterialnych sformułowanymi przez Zeleny'ego [25].

Pokazano przykłady rozwiązań Pareto optymalnych modelu, w tym, dla każdego rozwiązania Pareto optymalnego, zmienne decyzyjne: nakłady inwestycyjne, wykorzystane środki UE, zaciągany dług, oraz koszty obsługi długu, wydatki bieżące i nadwyżkę operacyjną w kolejnych latach z uwzględnieniem sformułowanych powyżej kryteriów – do końca zapadalności długu. W rozwiązaniach określa się, dla każdego roku analizowanego okresu, maksymalne, możliwe do sfinansowania wydatki inwestycyjne z uwzględnieniem środków UE, oraz ustawowo dopuszczalne i bezpieczne po-

ziomy długu i wydatków bieżących - poniżej limitów wyznaczonych przez przepisy ustawy o finansach publicznych (art. 242 i art. 243). W każdym analizowanym roku, w rozwiązaniach zapewniona jest płynność budżetu.

Model może być wykorzystywany w sposób kroczący - każdego roku, lub częściej - do ustalania prognozy na okres np. 8 lub 10 lat, przy aktualizowanych parametrach dotyczących stanu początkowego i prognoz wielkości egzogenicznych modelu. Może być wykorzystany do opracowania wieloletniego planu finansowego do celów zarządczych (WPF), obowiązkowej, wg ufp, wieloletniej prognozy finansowej (*WPF*), do bardzo szybkiej aktualizacji w budżecie rocznym i wieloletnim – w WPF, *WPF* – oraz przy występowaniu wszelkich zmian związanych z pozyskiwaniem funduszy zewnętrznych z UE i z długu oraz innych zmian np. związanych z planem inwestycyjnym.

Model, a także zaproponowana procedura mogą być stosowane w JST w Polsce i krajach UE, przede wszystkim w nowych krajach członkowskich. WPF powinien być próbą kształtowania i finansowania przyszłości [13], wpływaniem na nią, a nie dopasowywaniem się do przyszłych wydarzeń [GFOA Recommendations 11: 2010 i 2007, oraz 5]. Autorzy [12] piszą, że dokumenty WPF oraz strategii JST mają umożliwić zmniejszanie „luki” pomiędzy obecną sytuacją w JST, jej usługami i infrastrukturą, a wizją lokalnej społeczności – przyszłym poziomem usług oraz kształtem i stanem środowiska, w którym mieszkańcy będą żyli (patrz także [8]).

Model i procedura mogą być także wykorzystane do badania skutków funkcjonowania alternatywnych reguł fiskalnych, nałożonych przez regulatora, innych niż w art. 243 ufp, dotyczących np. bezpośredniego poziomu długu oraz umożliwiających zaciąganie długu, jeżeli w długim okresie czasu, np. - 10 lat (najlepiej do końca zapadalności zobowiązań) zapewniona jest płynność budżetu. Polityka zarządzania długiem może być rozważna i bezpieczna przy wykorzystaniu do finansowania zadań inwestycyjnych (Bitner, Cichocki w [2], rozdz. 9 i 10). Po zaciągnięciu zobowiązań, trzeba zapewnić środki finansowe na obsługę długu – na płatności odsetkowe, spłaty rat oraz zabezpieczenie zobowiązań gwarancyjnych (spłatę udzielonych poręczeń i gwarancji) do końca spłaty zobowiązań. Decydenci muszą ocenić i oszacować finansowe skutki podejmowanych decyzji, które w ciągu wielu kolejnych lat będą oddziaływały na możliwości finansowania przez budżet zadań inwestycyjnych i bieżących JST, a tym samym na standard i jakość życia mieszkańców.

Do r. 2020 priorytetem dla JST w Polsce powinno być wykorzystanie środków UE na rozwój infrastruktury i innowacyjnej gospodarki. W okresie 2015-2022, aby móc wykorzystać ogromne środki z UE, wiele JST będzie musiało się zadłużyć w celu zapewnienia udziału własnego, który jest wymagany przy korzystaniu ze środków europejskich. Wiele z nich będzie musiało zwiększyć swoje zadłużenie w porównaniu z r. 2014. Zwiększenie zadłużenia podsektora samorządowego np. o ok. 1,5 punktu procentowego PKB nie powinno być problemem dla gospodarki, a może jej przynieść ogromne korzyści [6]. Zadłużenie sektora samorządowego w 2013 r. stanowiło 4,5% PKB, natomiast zadłużenie sektora publicznego (centralnego i samorządowego) - 57% PKB. Dla JST w Polsce i w wielu krajach UE istnieje ogromna szansa pozyskania około 85% środków na finansowanie zadań - budowę nowych obiektów i wprowadzenie nowych technologii za 15%-20% ich wartości kosztorysowej. Równocześnie należałoby doprowadzić do ograniczenia zadłużenia podsektora rządowego (centralnego) i wskazać sposoby jego realizacji, np. poprzez redukcję wydatków tzw. sztywnych.

Bibliografia

- [1] Bitner, M., Cichocki, K.S. (2014). *Local government debt and investment in select OECD countries over 1999–2013*. Raport Badawczy RB/39/2014, Instytut Badań Systemowych PAN (IBS PAN), Warszawa.
- [2] Bitner, M., Cichocki, K.S., Sierak, J. (2013). *Standardy zarządzania długiem i na szczeblu lokalnym i regionalnym oraz ich wpływ na finansowanie infrastruktury*, Seria Badania Systemowe. IBS PAN, Warszawa, no 71, 362 s.
<http://www.ibspan.waw.pl/kscichocki/index.php>
- [3] Bitner, Cichocki, (2008). *Efektywność zarządzania długiem w samorządach*, Raport monograficzny Ernst&Young, Warszawa; także: www.sprawnepanstwo.pl oraz wersja angielska: www.bettergovernment.pl
- [4] Casey, J., Mucha, M. (Ed.) (2008). I. Government Finance Officers Association, Washington D.C.
- [5] Cichocki, K.S. (2013a). *Zarządzanie finansami i długiem samorządu terytorialnego w perspektywie wieloletniej*. Instytut Badań Systemowych, Polska Akademia Nauk, Warszawa. Seria Badania Systemowe, nr 74, 328 s.
<http://www.ibspan.waw.pl/kscichocki/index.php>. Warszawa.
- [6] Cichocki, K. S. (2013b). *Wykorzystanie modeli optymalizacyjnych do wspomagania wieloletniego planowania finansowego w sektorze samorządowym*. W: Kopiński A., Kowalik P. (Ed.) *Zarządzanie finansami firm – teoria i praktyka*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, 321, 39-66, Wrocław.

- [7] Cichocki, K. S. (2010). *The role of long-term financial and investment planning for construction of local and regional economic development*. In: Kitowski J. (Ed.), 20 Years of socio-economic transformations in countries of central and eastern Europe, an attempt of accounts, Geopolitical Studies, vol 16, str. 445-469, Warszawa.
- [8] Cichocki, K.S., Bitner, M., Szpak, M. (2001). *Wieloletnie planowanie finansowe. Ocena zdolności kredytowej w gminie. Najtańszy pieniądz we właściwym czasie*. Municipium, Warszawa.
- [9] Cichocki, K.S., Kruś, L. (2015). *Management of local government finance in long-term; implementation of the satisficing behavior theory and multi-criteria optimization*. Raport Badawczy RB/3/2015, Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa.
- [10] Cichocki, K.S., Leithe, J. (2000). *Finansowanie infrastruktury poprzez zaciąganie długu*. Przegląd Samorządowy, cz. 1: nr 6, str. 16-20, cz. 2: nr 7 str. 13-18, Warszawa.
- [11] GFOA Recommendations, Washington D.C.:
2013. Structurally Balanced Budget Policy.
2010: a. Benchmarking and Measuring Debt Capacity; b. Capital Asset Assessment, Maintenance, and Replacement Policy.
2007: a. Capital Project Budget; b. Budgeting for Results and Outcomes.
- [12] Kaplan R. S., Norton D. P. (1996). *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action*, Harvard Business School Press, Boston.
- [13] Kavanagh S. C. (2007). *Financing the Future: Long-Term Financial Planning for Local Government*. GFOA, Washington D.C.
- [14] Krajewska M., A. Jońca (2012). Wieloletnia prognoza finansowa jako instrument zarządzania gospodarką finansową JST – podsumowanie dwóch lat doświadczeń, *Finanse Komunalne*, 11, 27-36.
- [15] Kruś L. (2008). *Computer-based support of multicriteria cooperative decision - some problems and ideas*. W: T. Trzaskalik, (Ed.) *Multiple Criteria Decision Making* (pp. 103-116). Katowice: Karol Adamiecki University Press.
- [16] Kruś L. (2011). *Wielokryterialne decyzje kooperacyjne. Metody wspomaganie komputerowe*. Seria Badania Systemowe. Instytut Badań Systemowych PAN, Warszawa, nr 70, 248 s.
- [17] Leonard, P. A. (1996). *Debt management*. In Aronson J. R., Schwartz E. (Ed.) *Management Policies in Local Government Finance*, ICMA, Washington D.C.
- [18] Rossi, S., Dafflon, B. (2002). *The theory of subnational balanced budget and debt control*. In B. Dafflon (Ed.), *Local Public Finance in Europe. Balancing the Budget and Controlling Debt*. Northampton MA: Edward Elgar Publishing Ltd.
- [19] Rubin, I. (2014). *Past and Future Budget Classics: A Research Agenda*. *Public Administration Review*, 75(1), 25-35.
- [20] Simon, H. (1987) "Satisficing", in John Eatwell; Murray Milgate; e Peter Newman (eds.), *The new Palgrave: A dictionary of economics*, vol. 4, New York: Palgrave: 243-245.
- [21] Simon, H. (1959). *Theories in decision making in economics and behavioral science*. *The American Economic Review*, 49(3), 253-83.

- [22] Simon, H. (1955). *A behavioral model of rational choice*. The Quarterly Journal of Economics, 69(1), 99-118.
- [23] Wierzbicki, A.P. (1986). *On the Completeness and Constructiveness of Parametric Characterizations to Vector Optimization Problems*. OR Spectrum, 8: 73-87, Springer Verlag.
- [24] Wierzbicki, A.P., Makowski, M., Wessels, J. (2000). *Model-based Decision Support Methodology with Environmental Applications*. Dordrecht, Boston: Kluwer Academic Press.
- [25] Zeleny, M. (2011). *Multiple Criteria Decision Making (MCDM): From Paradigm Lost to Paradigm Regained?* J. Multi-Crit. Decis. Anal. 18:77-89

Dodatek

Wyznaczanie reprezentacji zbioru rozwiązań Pareto optymalnych

Zgodnie z teorią optymalizacji wielokryterialnej [23, 24, 25], poszukujemy rozwiązania, obejmującego zmienne decyzyjne i kryteria, które jest Pareto optymalne w zbiorze Y . Postać zbioru Y nie jest znana eksplicite, ale poszczególne rozwiązania z tego zbioru mogą być wyznaczone w procedurach obliczeniowych z wykorzystaniem modelu. Do wyznaczania rozwiązań Pareto optymalnych zgodnie z preferencjami decydenta zaproponowano zastosowanie metody punktu referencyjnego, wykorzystującej funkcję osiągnięcia aproksymującą porządek (Wierzbicki [23], Wierzbicki et al. [24]) oraz teorii „satisficing behavior” (Simon [20, 21, 22]). Rozwiązania Pareto optymalne rozpatrywanego problemu optymalizacji wielokryterialnej są wyznaczane przez wielokrotne rozwiązywanie następującego problemu optymalizacji:

$$\max_{x \in X_0} [s(y(x), y^*)] \tag{D1}$$

gdzie:

X_0 - zbiór dopuszczalnych amiernych decyzyjnych,

$y^* = (y_1^*, y_2^*)$ - punkt referencyjny (aspiracji) przyjmowany przez decydenta w przestrzeni kryteriów $(y_1, y_2) \in \mathbf{R}^2$,

$s(y, y^*)$ - funkcja osiągnięcia.

Zastosowano następującą postać funkcji osiągnięcia:

$$s(y, y^*) = \min[\beta_1(y_1 - y_1^*), \beta_2(y_2^* - y_2)] + \varepsilon[\beta_1(y_1 - y_1^*) + \beta_2(y_2^* - y_2)], \tag{D2}$$

gdzie $y^* \in \mathbf{R}^2$ jest punktem referencyjnym, $\beta_i, i=1, 2$, są współczynnikami skalującymi, $\varepsilon > 0$ jest parametrem (małą liczbą).

Problem (D1) można przeformułować wprowadzając pomocnicze zmienne $z, z_1, z_2 \in \mathbf{R}$ i sprowadzić do postaci:

$$\max [z + \varepsilon \sum_{k=1,2} z_k]. \quad (D3)$$

Maksymalizacja odbywa się ze względu na zmienne modelu przy ograniczeniach wynikających z metody punktu referencyjnego:

$$\begin{aligned} z &\leq z_k, \quad k = 1, 2, \\ z_1 &\leq (y_1(x) - y_1^*) / (y_1^{up} - y_1^*), \\ z_2 &\leq (y_2^* - y_2(x)) / (y_2^* - y_2^{lo}), \end{aligned} \quad (D4)$$

oraz ograniczeniach modelu określających zbiór X_0 nieujemnych zmiennych $x, x \geq 0$. Wymagane w metodzie optymalizacji wartości y_1^{up}, y_2^{lo} powinny dominować osiągalne wartości y_1 i y_2 . Zapewniają one efektywniejszy proces obliczeniowy przez odpowiednie skalowanie zmiennych z, z_1, z_2 .



