

**Waldemar Rogowski**

Szkoła Główna Handlowa w Warszawie

## **FORMUŁY I ALGORYTMY METODY IRR – PRÓBA SYSTEMATYZACJI<sup>1</sup>**

### **1. Wstęp**

O podjęciu problematyki związanej z systematyzacją formuł i algorytmów metody IRR (*internal rate of return* – wewnętrzna stopa zwrotu) zdecydowały dwie przesłanki. **Po pierwsze** – w praktyce gospodarczej wzrasta znaczenie tej metody w procesie oceny opłacalności przedsięwzięć inwestycyjnych, na co wskazują wyniki wieloletnich badań empirycznych prowadzonych zarówno wśród firm z krajów wysoko rozwiniętych [Arnold, Hatzopoulos 2000; Ryan, Ryan 2002], jak i firm polskich (rys. 1). **Po drugie** – poprawność wykorzystywania tej metody w praktyce jest determinowana koniecznością przestrzegania określonych zasad i reguł metodologicznych. Niestety często w praktyce gospodarczej nie są one w pełni respektowane. W części można to tłumaczyć brakiem wiedzy wśród praktyków gospodarczych o swoistych pułapkach metodologicznych związanych z (wydawałoby się) ogólnie znaną formułą metody IRR. Celem tego referatu jest więc ukazanie różnych algorytmów i postaci metody IRR wraz z określeniem warunków ich stosowania, bowiem „IRR nie jedno ma imię”.

### **2. Charakterystyka ogólnej formuły metody IRR**

**Teoretyczne założenia metody IRR.** Ogólna formuła metody IRR opiera się na kilku podstawowych założeniach [Machała 2001, s. 137]:

---

<sup>1</sup> Niniejszy referat jest kontynuacją problematyki poruszanej przez autora m.in. w: [Rogowski, Kasiewicz 2003; Rogowski 2004(a); Rogowski, Kasiewicz 2004].

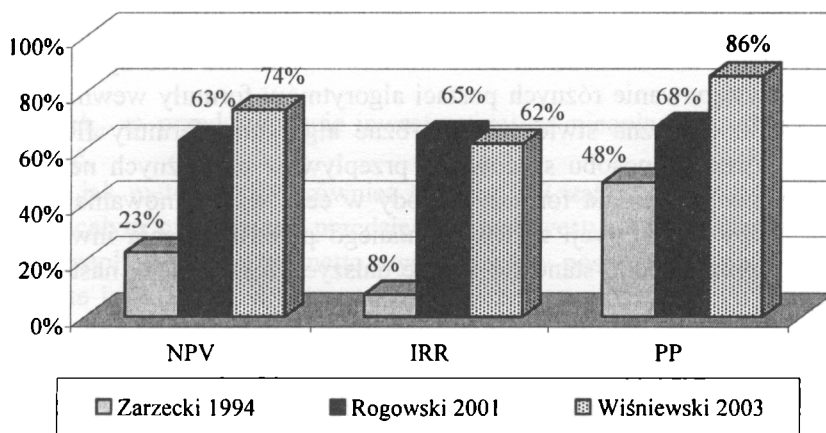
1) określona jest długość okresu życia przedsięwzięcia inwestycyjnego (okresu obliczeniowego);

2) znana jest oczekiwana struktura (tzn. wielkość i rozkład w czasie) korzyści netto (przepływów pieniężnych netto) w całym okresie życia przedsięwzięcia inwestycyjnego;

3) przedsięwzięcie inwestycyjne charakteryzuje się typowym rozkładem w czasie przepływów pieniężnych netto (przedsięwzięcie inwestycyjne jest więc przedsięwzięciem typowym);

4) krzywa rentowności w całym okresie życia przedsięwzięcia inwestycyjnego ma kształt płaski, przyjmuje się więc, że stopy dyskonta w całym okresie życia przedsięwzięcia inwestycyjnego są takie same:  $k_1 = k_2 = \dots = k_n = \text{const}$ ;

5) dodatnie przepływy pieniężne netto generowane przez przedsięwzięcie inwestycyjne ( $\text{NCF}^{+}$ ) są reinwestowane, aż do zakończenia okresu życia przedsięwzięcia według stopy reinwestycji  $k_{rei}$  równej IRR tego przedsięwzięcia inwestycyjnego ( $k_{rei} = \text{IRR}$ ).



Rys. 1. Porównanie stopnia wykorzystania metod oceny opłacalności przedsięwzięć inwestycyjnych w Polsce w okresie 1994-2003

Źródło: [Zarzecki 1997, s. 115; Rogowski 2004(b), s. 177; Wiśniewski, Zarzecki, Byrka-Kita, Kisielewska 2004, s. 139].

**Postać ogólnej formuły metody IRR.** Metoda IRR w sposób bezpośredni wiąże się z metodą NPV (*net present value*), gdyż w ujęciu matematycznym jest to stopa dyskonta, która – wykorzystana do dyskontowania przepływów pieniężnych netto – NCF (korzyści netto z przedsięwzięcia inwestycyjnego) – spowoduje, iż wartość NPV będzie równa zero. Jest to jednak tylko ogólna formuła, która ukazuje

matematyczny algorytm postępowania, którą można formalnie zapisać następującym algorytmem:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{NCF_t}{(1 + IRR)^t} = 0 \quad (1)$$

gdzie:  $NCF_t$  – przepływ pieniężny netto będący miarą korzyści netto,  
 $n$  – okres życia przedsięwzięcia inwestycyjnego.

Także matematyczna postać metody NPV, wyrażona wzorem (2), jest tylko ogólną formułą określającą sposób, w jaki jest szacowana skumulowana korzyść netto przedsięwzięcia inwestycyjnego, można nawet stwierdzić, że (także) „NPV nie jedno ma imię” [Rogowski 2004].

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{NCF_t}{(1 + k)^t} \quad (2)$$

gdzie:  $NCF_t$  – przepływ pieniężny netto będący miarą korzyści netto,  
 $k$  – stopa dyskonta,  
 $n$  – okres życia przedsięwzięcia inwestycyjnego.

Stwierdzenie to ma fundamentalne znaczenie także dla metody IRR, gdyż determinuje występowanie różnych postaci algorytmów formuły wewnętrznej stopy zwrotu. Ogólnie można stwierdzić, iż różne algorytmy formuły IRR wynikają głównie z różnego sposobu szacowania przepływów pieniężnych netto oraz konieczności modyfikowania formuły metody w celu wyeliminowania założenia o równości stopy reinwestycji z IRR ocenianego przedsięwzięcia inwestycyjnego. Powyższe czynniki będą stanowić kanwę dalszych rozważań w następnej części artykułu.

**Interpretacja ekonomiczna ogólnej formuły metody IRR.** Metoda IRR jest powszechnie wykorzystywana w procesie oceny opłacalności przedsięwzięć inwestycyjnych głównie ze względu na prostą interpretację, określa bowiem relatywnie (procentowo) opłacalność przedsięwzięcia inwestycyjnego, przez co może być w sposób bezpośredni porównywana z wyrażonym również procentowo kosztem kapitału przeznaczanego na finansowanie danego przedsięwzięcia inwestycyjnego. Ponadto, ponieważ do obliczenia wartości wewnętrznej stopy zwrotu – w przeciwieństwie do metody NPV – nie musi być znana stopa dyskonta, metodę IRR stosuje się głównie w sytuacji, gdy poziom stopy dyskontowej nie został jeszcze określony (wewnętrzna stopa zwrotu jest wówczas wykorzystywana głównie w charakterze informacyjnym, gdyż wyraża stopę zwrotu, która określa najniższy możliwy do przyjęcia poziom rentowności kapitału). Wewnętrzna stopa zwrotu ma więc dwie równoważne interpretacje ekonomiczne, gdyż wyraża:

- pieniężną stopę zwrotu kapitału zainwestowanego w dane przedsięwzięcie,
- graniczny koszt, po jakim może być zgromadzony kapitał na sfinansowanie ocenianego przedsięwzięcia inwestycyjnego.

**Kryterium decyzyjne oparte na ogólnej formule metody IRR – dla bezwzględnych decyzji inwestycyjnych.** Bezwzględne decyzje inwestycyjne dotyczą pojedynczych przedsięwzięć inwestycyjnych i mają charakter decyzji „przyjmij – odrzuć”. Wewnętrzna stopa zwrotu, podobnie jak NPV, umożliwia zbudowanie obiektywnego kryterium decyzyjnego, pozwalającego na podjęcie bezwzględnej decyzji inwestycyjnej. Przedsięwzięcie inwestycyjne jest bowiem opłacalne, gdy stopa zwrotu z kapitału zaangażowanego w dane przedsięwzięcie inwestycyjne jest wyższa niż graniczna stopa zwrotu ( $k_{gr}$ ), a to oznacza, że możliwe jest zaspokojenie żądań wszystkich, którzy dostarczyli kapitał na sfinansowanie danego przedsięwzięcia (właściciele i wierzyciele lub tylko właściciele).

Kryterium decyzyjne przy wykorzystaniu metody IRR formułowane jest więc na podstawie porównania wartości obliczonej IRR z graniczną stopą zwrotu, która wyraża określony koszt kapitału (WACC lub  $k_E$ ).

Wykorzystując metodę IRR, formalnie można zbudować następujące kryterium decyzyjne:

1)  $IRR > k_{gr} \Rightarrow$  przedsięwzięcie inwestycyjne jest opłacalne, można je zaakceptować,

2)  $IRR = k_{gr} \Rightarrow$  przedsięwzięcie inwestycyjne jest neutralne, można je zaakceptować,

3)  $IRR < k_{gr} \Rightarrow$  przedsięwzięcie inwestycyjne jest nieopłacalne, nie można go zaakceptować.

Podobnie jak metoda NPV, również metoda IRR zakłada płaską krzywą rentowności w całym cyklu życia przedsięwzięcia inwestycyjnego. Oznacza to, że wszystkie przepływy pieniężne netto występujące w poszczególnych okresach są dyskontowane jedną, stałą w całym okresie życia, stopą dyskonta (występuje bowiem w tym przypadku tylko jedna wartość kosztu kapitału). W praktyce często przyjmuje się różne stopy dyskonta dla poszczególnych okresów, występuje więc wtedy więcej niż jedna stopa graniczna. Aby móc porównać wewnętrzną stopę zwrotu z jedną stopą graniczną ( $k_{gr}$ ), należy oszacować średnią geometryczną stóp dyskonta z całego okresu życia przedsięwzięcia inwestycyjnego. Wartość średniej granicznej stopy zwrotu otrzymuje się ze wzoru:

$$k_{sr} = \sqrt[n]{k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_n} \quad (3)$$

gdzie:  $k_{sr}$  – średnia stopa graniczna,

$k_1, \dots, k_n$  – stopy dyskonta w poszczególnych okresach życia przedsięwzięcia inwestycyjnego.

W tym przypadku kryterium decyzyjne przyjmie następującą postać:

1)  $IRR > k_{grsr} \Rightarrow$  przedsięwzięcie inwestycyjne jest opłacalne, można je zaakceptować,

2)  $IRR = k_{grsr} \Rightarrow$  przedsięwzięcie inwestycyjne jest neutralne, można je zaakceptować,

3)  $IRR < k_{grsr} \Rightarrow$  przedsięwzięcie inwestycyjne jest nieopłacalne, nie można go zaakceptować.

**Zalety i wady ogólnej formuły metody IRR.** Wykorzystując do oceny opłacalności przedsięwzięć inwestycyjnych metodę IRR, należy także pamiętać o jej wadach i zaletach, które przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1. Zalety i wady metody wewnętrznej stopy zwrotu

| Zalety                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Wady                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korzyść netto jest wyrażona przez przepływ pieniężny netto (NCF)</li> <li>• Jest prosta w interpretacji (efekt psychologiczny związany z preferowaniem mierników opłacalności wyrażonych procentowo)</li> <li>• Ujmuje w bezwzględnej ocenie opłacalności korzyści netto z całego cyklu życia przedsięwzięcia inwestycyjnego</li> <li>• Zawiera informację o poziomie marginesu bezpieczeństwa (<math>IRR - k_{gr}</math>)</li> <li>• Pozwala określić graniczny koszt kapitału, jaki może być wykorzystany do sfinansowania danego przedsięwzięcia inwestycyjnego</li> <li>• Pozwala zbudować obiektywne bezwzględne kryterium decyzyjne</li> <li>• Może być stosowana w bezwzględnej ocenie opłacalności przedsięwzięcia inwestycyjnego także w sytuacji, gdy nie jest jeszcze znana stopa dyskonta</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nie może być w sposób bezpośredni wykorzystywana do bezwzględnej oceny opłacalności nietypowych przedsięwzięć inwestycyjnych (nie spełnia zasady uniwersalności)</li> <li>• Zakłada, że stopa reinwestycji dodatnich przepływów pieniężnych netto równa się obliczanej wewnętrznej stopie zwrotu</li> <li>• Zakłada płaską krzywą rentowności, co utrudnia sformułowanie bezwzględnego kryterium decyzyjnego dla modelu ze zmienną w czasie stopą dyskontową (więcej niż jedna wartość granicznej stopy zwrotu)</li> <li>• Nie spełnia zasady addytywności: <math>(IRR_A + IRR_B)</math> jest różne od <math>IRR_{(A+B)}</math></li> <li>• W przypadku względnego rachunku efektywności występuje konflikt wskazań z metodą NPV</li> </ul> |

Źródło: [Rogowski 2004(b), s. 144].

### 3. Charakterystyka różnych postaci algorytmów formuły IRR

**Postacie różnych algorytmów formuły IRR.** Rodzaje przepływów pieniężnych netto wpływają na rodzaj szacowanej IRR, można bowiem wyróżnić różne algorytmy przedstawiania przepływów pieniężnych netto przedsięwzięcia inwestycyjnego. Pierwszym kryterium rozróżniania NCF jest rodzaj beneficjenta korzyści:

1. NCFF (*net cash flow to firm*) – beneficjentami korzyści netto są wszystkie strony finansujące przedsięwzięcie inwestycyjne, tj. wierzyciel, właściciel firmy i sama firma realizująca przedsięwzięcie.

2. NCFE (*net cash flow to equity*) – beneficjentami korzyści netto są jedynie właściciel firmy i firma.

3. NCFC (*net cash flow to capital*) – beneficjentem korzyści netto jest tylko właściciel firmy.

Można więc wyróżnić trzy algorytmy wewnętrznej stopy zwrotu:

- **klasyczna IRR** (oparta na formule NCFF),
- **właścicielska** (oparta na formule NCFE),
- **dywidendowa** (oparta na formule NCFC).

Drugim problemem w określaniu przepływów pieniężnych netto jest ujmowanie w nich inflacji, gdyż można wyróżnić:

1) **nominalne przepływy pieniężne netto**, w których uwzględniana jest inflacja –  $NCF_{nom}$ ,

2) **realne przepływy pieniężne netto**, które są „oczyszczone” z inflacji –  $NCF_{real}$ .

Z tego punktu widzenia można więc wyróżnić **nominalną i realną wewnętrzną stopę zwrotu**. W tym przypadku interpretacja ekonomiczna i kryteria decyzyjne uzależnione są także od charakteru beneficjenta korzyści, gdyż zarówno klasyczne IRR, jak i właścicielskie oraz dywidendowe można szacować zarówno w ujęciu nominalnym, jak i realnym.

Kolejnym zagadnieniem związanym z IRR jest sposób uwzględniania reinwestowania dodatknych przepływów pieniężnych netto ( $NCF_t^{“+”}$ ), można bowiem wyróżnić:

1) **klasyczne przepływy pieniężne netto** – stopa reinwestycji dodatknych NCF jest równa stopie IRR przedsięwzięcia ( $k_{rei} = IRR$ ),

2) **zmodyfikowane przepływy pieniężne netto** – stopa reinwestycji dodatknych NCF jest różna od stopy IRR przedsięwzięcia ( $k_{rei} \neq IRR$ ).

W drugim przypadku mamy do czynienia z tzw. **zmodyfikowaną wewnętrzną stopą zwrotu** MIRR (*modified internal rate of return*) [Rogowski, Kasiewicz 2004], której algorytm matematyczny można przedstawić w sposób następujący:

$$MIRR = \sqrt[n]{\frac{\sum_{t=m+1}^n NCF_t^{“+”} (1 + k_{rei})^{n-t}}{\sum_{t=0}^m \frac{|NCF_t^{“-”}|}{(1 + k)^t}}} - 1 \quad (4)$$

gdzie:  $m$  – oznacza ostatni okres, w którym generowany jest ujemny NCF,  
 $l = m+1, m+2, n$ .

Głównym problemem związanym z praktycznym wykorzystywaniem metody MIRR jest sposób, w jaki powinna być określana stopa używana do reinwestowania dodatknych przepływów pieniężnych netto. W literaturze przedmiotu występują bowiem dwa przeciwstawne nurty poglądów dotyczące tej kwestii:

1) **nurt pierwszy** [Nogalski, Piwecki 1999, s. 47] zakłada, iż stopa reinwestycji jest równa stopie dyskonta (jest to założenie zgodne z założeniem tradycyjnej NPV),

2) **nurt drugi** [Rutkowski 2000, s. 223-224] natomiast stanowi, iż stopa reinwestycji powinna być różna zarówno od wartości IRR przedsięwzięcia pierwotnego, jak i od stopy dyskonta.

W pierwszym przypadku MIRR to taka stopa dyskontowa, dla której przyszła wartość dodatnich przepływów pieniężnych netto ( $NCF_t^{+}$ ) – generowanych przez przedsięwzięcie inwestycyjne, reinwestowanych na koniec okresu życia przedsięwzięcia inwestycyjnego ze stopą reinwestycji równą stopie dyskonta (założenie zgodne z klasyczną formułą NPV) i różnej od IRR przedsięwzięcia pierwotnego ( $k_{rei} = k$  i  $k_{rei} \neq IRR$ ) – jest równa wartości zaktualizowanej sumy ujemnych przepływów pieniężnych netto ( $NCF_t^{-}$ ).

W drugim przypadku generowane przez przedsięwzięcie inwestycyjne dodatnie przepływy pieniężne netto ( $NCF_t^{+}$ ) są reinwestowane według stopy zwrotu (reinvestycji) równej aktualnym rynkowym sposobnościom inwestycyjnym, dlatego też stopa reinwestycji jest różna zarówno od stopy dyskonta (odmiennie jak w pierwszym przypadku), jak i od IRR przedsięwzięcia pierwotnego ( $k_{rei} \neq k$  i  $k_{rei} \neq IRR$ ). Druga z opisanych koncepcji jest często określana w literaturze przedmiotu jako metoda ERR (*external rate of return*), czyli zewnętrzna stopa zwrotu, i jest teoretycznie bardziej poprawna od podejścia prezentowanego przez pierwszy nurt (przyjmowanie w metodzie MIRR stopy reinwestycji w wysokości stopy dyskonta). Autor w swojej praktyce zawodowej jako stopę reinwestycji przyjmuje najczęściej rentowność inwestycji bez ryzyka (obligacji skarbowych).

Kolejna kwestia związana z metodą MIRR dotyczy tego, czy stopa reinwestycji powinna być taka sama dla każdego okresu, czy też dla każdego okresu reinwestowania powinna być inna. Coraz częściej w praktyce przyjmuje się, iż stopy reinwestycji są różne w poszczególnych okresach [Tuczko 2002, s. 137]. Stopa IRR, w której zakłada się, iż  $k_{rei} \neq IRR$  oraz poszczególne stopy reinwestycji mogą się różnić, określana jest jako CRR (*compound rate of return*).

Różnica pomiędzy poszczególnymi postaciami metody IRR nie ogranicza się jednak tylko do odmiennego definiowania algorytmów, lecz także do interpretacji ekonomicznej oraz postaci kryteriów decyzyjnych.

**Interpretacja ekonomiczna wszystkich postaci algorytmów metody IRR.** Interpretacja ekonomiczna trzech podstawowych postaci formuły IRR różni się doprecyzowaniem rodzaju kapitału, którego zwrot mierzy dana IRR:

- klasyczna IRR: *stopa zwrotu zainwestowanego w dane przedsięwzięcie inwestycyjne kapitału całkowitego (własnego i obcego) – jest więc stopą zwrotu dla wszystkich stron finansujących: dla wierzycieli, właścicieli oraz samej firmy,*

- właścicielska IRR: *stopa zwrotu zainwestowanego w dane przedsięwzięcie inwestycyjne kapitału własnego (zarówno z nowego kapitału własnego, jak i z akumulowanego z poprzednich okresów) – jest więc stopą zwrotu dla właścicieli oraz samej firmy,*

- dywidendowa IRR: *stopa zwrotu zainwestowanego w dane przedsięwzięcie inwestycyjne kapitału własnego (liczona jednak jedynie z nowo zainwestowanego kapitału własnego) – jest więc stopą zwrotu jedynie dla właścicieli.*

Tabela 2. Zestawienie wszystkich możliwych formuł IRR oraz ich interpretacji

| Korzyści netto w formule                                                                                                   | Sposób uwzględniania inflacji | Postać stopy reinwestycji NCF <sup>***</sup> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------|
| NCFF                                                                                                                       | Nominalny                     | $k_{rei} = IRR$                              |
| Nominalna wewnętrzna stopa zwrotu z kapitału całkowitego dla wszystkich stron finansujących $IRR_{NCFFnom}$                |                               |                                              |
| NCFF                                                                                                                       | Nominalny                     | $k_{rei} \neq IRR \quad k_{rei} = WACC$      |
| Nominalna zmodyfikowana wewnętrzna stopa zwrotu z kapitału całkowitego dla wszystkich stron finansujących $MIRR_{NCFFnom}$ |                               |                                              |
| NCFF                                                                                                                       | Nominalny                     | $k_{rei} \neq IRR \quad k_{rei} \neq WACC$   |
| Nominalna zmodyfikowana zewnętrzna stopa zwrotu z kapitału całkowitego dla wszystkich stron finansujących $ERR_{NCFFnom}$  |                               |                                              |
| NCFF                                                                                                                       | Realny                        | $k_{rei} = IRR$                              |
| Realna wewnętrzna stopa zwrotu z kapitału całkowitego dla wszystkich stron finansujących $IRR_{NCFFreal}$                  |                               |                                              |
| NCFF                                                                                                                       | Realny                        | $k_{rei} \neq IRR \quad k_{rei} = WACC$      |
| Realna zmodyfikowana wewnętrzna stopa zwrotu z kapitału całkowitego dla wszystkich stron finansujących $MIRR_{NCFFreal}$   |                               |                                              |
| NCFF                                                                                                                       | Realny                        | $k_{rei} \neq IRR \quad k_{rei} \neq WACC$   |
| Realna zmodyfikowana zewnętrzna stopa zwrotu z kapitału całkowitego dla wszystkich stron finansujących $ERR_{NCFFreal}$    |                               |                                              |
| NCFE                                                                                                                       | Nominalny                     | $k_{rei} = IRR$                              |
| Nominalna wewnętrzna stopa zwrotu z kapitału własnego dla właściciela i firmy $IRR_{NCFEom}$                               |                               |                                              |
| NCFE                                                                                                                       | Nominalny                     | $k_{rei} \neq IRR \quad k_{rei} = k_f$       |
| Nominalna zmodyfikowana wewnętrzna stopa zwrotu z kapitału własnego dla właściciela i firmy $MIRR_{NCFEom}$                |                               |                                              |
| NCFE                                                                                                                       | Nominalny                     | $k_{rei} \neq IRR \quad k_{rei} \neq k_f$    |
| Nominalna zmodyfikowana zewnętrzna stopa zwrotu z kapitału własnego dla właściciela i firmy $ERR_{NCFEom}$                 |                               |                                              |
| NCFE                                                                                                                       | Realny                        | $k_{rei} = IRR$                              |
| Realna wewnętrzna stopa zwrotu z kapitału własnego dla właściciela i firmy $IRR_{NCFEreal}$                                |                               |                                              |
| NCFE                                                                                                                       | Realny                        | $k_{rei} \neq IRR \quad k_{rei} = k_f$       |
| Realna zmodyfikowana wewnętrzna stopa zwrotu z kapitału własnego dla właściciela i firmy $MIRR_{NCFEreal}$                 |                               |                                              |
| NCFE                                                                                                                       | Realny                        | $k_{rei} \neq IRR \quad k_{rei} \neq k_f$    |
| Realna zmodyfikowana zewnętrzna stopa zwrotu z kapitału własnego dla właściciela i firmy $ERR_{NCFEreal}$                  |                               |                                              |
| NCFC                                                                                                                       | Nominalny                     | $k_{rei} = IRR$                              |
| Nominalna wewnętrzna stopa zwrotu z kapitału własnego dla właściciela $IRR_{NCFCnom}$                                      |                               |                                              |
| NCFC                                                                                                                       | Nominalny                     | $k_{rei} \neq IRR \quad k_{rei} = k_f$       |
| Nominalna zmodyfikowana wewnętrzna stopa zwrotu z kapitału własnego dla właściciela $MIRR_{NCFCnom}$                       |                               |                                              |
| NCFC                                                                                                                       | Nominalny                     | $k_{rei} \neq IRR \quad k_{rei} \neq k_f$    |
| Nominalna zmodyfikowana zewnętrzna stopa zwrotu z kapitału własnego dla właściciela $ERR_{NCFCnom}$                        |                               |                                              |
| NCFC                                                                                                                       | Realny                        | $k_{rei} = IRR$                              |
| Realna wewnętrzna stopa zwrotu z kapitału własnego dla właściciela $IRR_{NCFCreal}$                                        |                               |                                              |
| NCFC                                                                                                                       | Realny                        | $k_{rei} \neq IRR \quad k_{rei} = k_f$       |
| Realna zmodyfikowana wewnętrzna stopa zwrotu z kapitału własnego dla właściciela $MIRR_{NCFCreal}$                         |                               |                                              |
| NCFC                                                                                                                       | Realny                        | $k_{rei} \neq IRR \quad k_{rei} \neq k_f$    |
| Realna zmodyfikowana zewnętrzna stopa zwrotu z kapitału własnego dla właściciela $ERR_{NCFCreal}$                          |                               |                                              |

Źródło: opracowanie własne.



Jeśli całość korzyści netto w formule NCFE jest przeznaczana dla właścicieli w formie dywidendy, wysokość IRR właścicielskiego i dywidendowego są sobie równe. Interpretacja ekonomiczna metody MIRR jest analogiczna jak metody IRR. Łączne zestawienie wszystkich możliwych algorytmów i postaci formuły metody IRR wraz z ich interpretacją ekonomiczną przedstawiono w tab. 2.

**Kryteria decyzyjne dla bezwzględnych decyzji inwestycyjnych zbudowane według poszczególnych postaci algorytmów metody IRR.** Sposób ustalenia granicznej stopy zwrotu  $k_g$  wykorzystywanej do porównywania z obliczoną IRR zależy od rodzaju oszacowanej IRR:

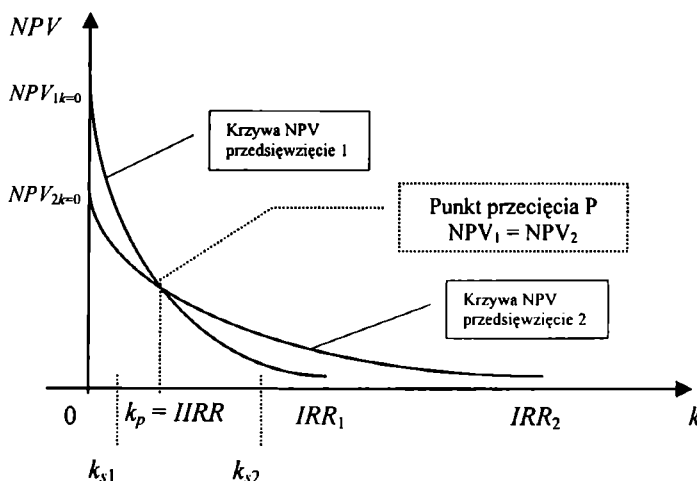
- dla klasycznej IRR będzie to średni ważony koszt kapitału (WACC),
- dla właścicielskiej IRR będzie to koszt kapitału własnego ( $k_E$ ),
- dla dywidendowej IRR będzie to koszt kapitału własnego ( $k_E$ ).

Kryterium decyzyjne uzależnione jest także od tego, czy NCF są szacowane w ujęciu nominalnym, czy realnym, gdyż zarówno IRR klasyczną, właścicielską, jak i dywidendową można wyrazić zarówno nominalnie, jak i realnie. Kryterium decyzyjne musi być zbudowane zgodnie z zasadą spójności, tj. IRR oszacowaną w ujęciu nominalnym należy porównywać z kosztem kapitału także wyrażonym w ujęciu nominalnym, a IRR realną z kosztem kapitału w ujęciu realnym. Kryterium decyzyjne zbudowane zgodnie z metodą MIRR jest takie samo jak w przypadku metody IRR.

#### **4. Problemy związane z wykorzystaniem metody IRR we względnym rachunku efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych**

Względny rachunek efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych jest to rachunek ekonomiczny służący do podejmowania względnych decyzji inwestycyjnych, czyli decyzji dotyczących wyboru spośród wzajemnie się wykluczających przedsięwzięć inwestycyjnych takich, które są najbardziej efektywne. We względnym rachunku efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych kryterium decyzyjne oparte na metodzie IRR może dać sprzeczne wskazanie w porównaniu z kryterium decyzyjnym opartym na metodzie NPV co do rankingu opłacalności porównywanych przedsięwzięć inwestycyjnych. W konsekwencji może to doprowadzić do podjęcia względnie nieoptymalnej decyzji inwestycyjnej. Przypadek taki w literaturze przedmiotu nazywany jest konfliktem wyboru (*conflicting ranking*). Problem taki może się pojawiać w sytuacji porównywania przedsięwzięć inwestycyjnych różniących się wielkością niezbędnych nakładów inwestycyjnych (*scale problem*) lub czasowym rozkładem przepływów pieniężnych netto (*timing problem*). W pierwszym przypadku źródłem konfliktu jest wartość nakładów inwestycyjnych koniecznych do poniesienia w celu realizacji porównywanych przedsięwzięć inwestycyjnych. Drugi przypadek [Machała 2001, s. 126-127] występuje, gdy dodatnie

przepływy pieniężne netto występują w różnych momentach w czasie, np. gdy jedno przedsięwzięcie ma malejące w czasie przepływy pieniężne netto, drugie zaś ma rosnące (lub równomierne). Sprzeczność między wskazaniami metody NPV i IRR w przypadku względnego rachunku efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych przedstawiona jest graficznie na wykresie krzywej NPV (rys. 2). Na rysunku 2 na osi odciętych odkładane są wartości stopy dyskontowej  $k$  wyrażającej np. koszt kapitału (mierzony przez WACC lub  $k_E$ ), na osi rzędnych przedstawione są wartości NPV dla różnych stóp dyskonta. Punkt przecięcia się krzywych profili NPV przedsięwzięcia 1 i 2 z osią odciętych wyznacza wartość stopy dla pierwszego ( $IRR_1$ ) i drugiego ( $IRR_2$ ) przedsięwzięcia. Zakładając, że stopami dyskontowymi przyjętymi do rachunku są stopy  $k_{s1}$  lub  $k_{s2}$ , ze względnego rachunku efektywności przeprowadzonego metodą IRR wynika, że oba przedsięwzięcia są opłacalne (zarówno  $IRR_1$ , jak i  $IRR_2$  są większe zarówno od  $k_{s1}$  i  $k_{s2}$ ), jednak przedsięwzięcie drugie jest bardziej opłacalne, ponieważ  $IRR_2 > IRR_1$ . Metoda NPV wskazuje natomiast, że NPV przedsięwzięcia pierwszego ( $NPV_1$ ) jest większe od NPV przedsięwzięcia drugiego ( $NPV_2$ ) dla każdej stopy dyskonta mniejszej od stopy przecięcia  $k_p$ , która odpowiada punktowi P, w którym profile NPV obu przedsięwzięć inwestycyjnych przecinają się. Jeśli zaś stopą przyjętą do rachunku będzie  $k_{s2}$ , która znajduje się na prawo od stopy, czyli jest od niej większa ( $k_{s2} > k_p$ ), to wartość  $NPV_1$  jest mniejsza od  $NPV_2$ . A zatem, do momentu przecięcia się obu profili NPV wskazania obu metod (NPV i IRR) są rozbieżne ( $NPV_1 > NPV_2$ ;  $IRR_1 < IRR_2$ ), od momentu przecięcia się krzywych wskazania są już jednak zgodne ( $NPV_1 < NPV_2$  i  $IRR_1 < IRR_2$ ).



Rys. 2. Graficzna ilustracja sprzeczności między wskazaniami metody NPV i IRR w przypadku względnego rachunku efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych

Źródło: opracowanie własne.

Kryterium decyzyjne oparte na metodzie IRR da zatem odpowiedź identyczną z NPV na pytanie, które przedsięwzięcie inwestycyjne jest bardziej opłacalne, jedynie w przypadku przedsięwzięć typowych i tylko wówczas, kiedy właściwa stopa dyskontowa jest wyższa od tzw. **stopy przecięcia**  $k_p$  (*cross over rate*). Stopa dyskonta  $k_p$  może być wyznaczana według koncepcji przedsięwzięcia przyrostowego. Należy wtedy w pierwszym kroku oszacować przepływy pieniężne netto tzw. **przedsięwzięcia przyrostowego** – *incremental cash flows*. Przepływy pieniężne takiego „wirtualnego przedsięwzięcia” konstruowane są jako różnica pomiędzy przepływami pieniężnymi netto porównywanych przedsięwzięć inwestycyjnych. Można także powiedzieć, że wartość NPV przedsięwzięcia przyrostowego oznacza dodatkowy przyrost NPV, jaki firma może uzyskać poprzez realizację przedsięwzięcia o wyższym saldzie NCF lub korzystniejszym (tzn. w początkowym okresie życia generowane są wyższe dodatnie NCF) rozkładzie przepływów pieniężnych netto w czasie. Następnie szacowana jest stopa dyskonta, dla której NPV przedsięwzięcia przyrostowego jest równe zeru, czyli NPV obu analizowanych przedsięwzięć są równe ( $NPV_1 = NPV_2$ ). Stopa ta nosi nazwę **wewnętrznej przyrostowej stopy zwrotu** i jest oznaczana jako IIRR (*incremental internal rate of return*). Jest to właśnie poszukiwana stopa dyskonta, będąca punktem przecięcia  $k_p$ .

## Literatura

- Arnold G.C., Hatzopoulos P.D., *The Theory Practice Gap in Capital Budgeting. Evidence from the United Kingdom*, „Journal of Business Finance and Accounting” 2000.
- Finanse, ryzyko i ekologia w procesach inwestycyjnych, red. H. Henzel, Wydawnictwo AE, Katowice 1999.
- Nogański B., Piwecki M., *Projektowanie przedsięwzięć kapitałowych inwestycje rzeczowe*, TNOiK, Bydgoszcz 1999.
- Machała R., *Praktyczne zarządzanie finansami firmy*, PWN, Warszawa 2001.
- Rogowski W., *Formuły i algorytmy metody NPV – próba systematyzacji*, [w:] *Metody zarządzania finansami we współczesnych przedsiębiorstwach*, red. P.J. Szczepankowski, Wyższa Szkoła Finansów i Zarządzania w Warszawie, Warszawa 2004(a).
- Rogowski W., *Rachunek efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2004(b).
- Rogowski W., Kasiewicz St., *Zakres stosowania metod rachunku efektywności inwestycji (REI) w Polsce*, [w:] *Czas na pieniądź, Zarządzanie finansami – mierzenie wyników i wycena przedsiębiorstw*. Tom I, red. D. Zarzecki, Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2003.
- Rogowski W., Kasiewicz St., *Zmodyfikowane metody oceny opłacalności przedsięwzięć inwestycyjnych*, Zeszyty Naukowe Kolegium Zarządzania i Finansów SGH, nr 50, Warszawa 2004.
- Rutkowski A., *Zarządzanie finansami*, PWE, Warszawa 2000.
- Ryan P.A., Ryan G.P., *Capital Budgeting Practices of the Fortune 1000: How Have Things Changed*, „Journal of Business and Management” 2002, nr 4, R. 8.
- Sierpińska M., Jachna T., *Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych*, PWN, Warszawa 1997.

Tuczko J., *Zrozumieć finanse firmy*, Difin, Warszawa 2002.

Wiśniewski T., Zarzecki D., Byrka-Kita K., Kisielewska M., *Investment Appraisal Practice in Poland*, [w:] *Czas na pieniądź, Zarządzanie finansami – mierzenie wyników i wycena przedsiębiorstwa*. Tom 2, red. D. Zarzecki, Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2004.

## **VARIOUS IRR ALGORITHMS – ATTEMPT OF SYSTEMATIZATION**

### **Summary**

Various IRR algorithms applied in evaluation of effectiveness of investment project are characterized in this paper. Mathematical form, economic interpretation and methods of building decision criteria are also presented in this work. The author describes the origin of conflict between IRR and NPV methods and he proves the argument that IRR method has many faces.