

## WYBÓR OPTIMALNEGO ŹRÓDŁA I/LUB SPOSOBU FINANSOWANIA ODNOWIENIA ŚRODKÓW TRWAŁYCH PRZEDSIĘBIORSTW BUDOWLANYCH

Roman Tracz

Kijowski Narodowy Uniwersytet Budownictwa i Architektury, Kijów, Ukraina

**Streszczenie.** W artykule została przeanalizowana efektywność ekonomiczna odnowienia środków trwałych na podstawie obliczenia wskaźnika czystego dochodu dyskontowanego (*NPV*). Zaproponowano rozwiązanie problemu wyboru optymalnej formy i źródła inwestowania oraz zbudowano algorytm modelowania odnowienia parku maszynowego w przedsiębiorstwie. Rozpatrzono perspektywy zastosowania ekonomiczno-matematycznego modelowania inwestycyjnego zabezpieczenia innowacyjnej wymiany wyposażenia parku maszynowego przedsiębiorstw budowlanych na Ukrainie.

**Słowa kluczowe:** przedsiębiorstwa budowlane, efektywność innowacji, modele ekonomiczno-matematyczne, zabezpieczenie inwestycyjne

### WSTĘP

Na współczesnym etapie rozwoju przedsiębiorstw budowlanych na Ukrainie dla procesu kształtowania i funkcjonowania parków maszynowych stawiane są jakościowo nowe zadania, a jednym z najważniejszych z nich jest innowacyjny kierunek rozwoju. Nasycenie rynku nowoczesną techniką budowlaną i drogową, wyposażenie wielu maszyn w szeroki zestaw osprzętu wymiennego, liczne elementy robocze dają szerokie możliwości dla ich wielowariantowego doboru, w zależności od rodzaju wykonywanych robót budowlanych, z uwzględnieniem wymogów jakości wykonania.

O konieczności wyboru innowacyjnej drogi rozwoju przedsiębiorstw budowlanych napisano również w dokumencie programowym rządu Ukrainy, dotyczącym rozbudowy sieci drogowej „Derżawna ciłowa ekonomiczna programa rozwytku awtomobilnych dorih zahalnoho korystuwannia na 2013–2018 roky” [Państwowy celowy program ekonomiczny rozwoju dróg publicznych na lata 2013–2018]. Stan transportowo-eksploata-

---

Adres do korespondencji – Corresponding author: Roman Tracz, Kijowski Narodowy Uniwersytet Budownictwa i Architektury, Povitroflotsky 31, 03680, Kijów, Ukraina, e-mail: trach1978@gmail.com

© Copyright by Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2015

cyjny przytłaczającej większości dróg samochodowych (długość dróg Ukrainy wynosi 169,5 tys. kilometrów) nie odpowiada współczesnym wymaganiom i potrzebuje poprawy z uwzględnieniem społeczno-ekonomicznych potrzeb państwa. Główny problem polega na tym, że drogi samochodowe, mosty i budowle inżynierskie na nich są w takim stanie, w którym nie można w pełni zapewnić szybkiego, komfortowego, ekonomicznego i bezpiecznego przewozu pasażerów i ładunków, rozwoju przewozów tranzytowych, dalszego społeczno-ekonomicznego rozwoju państwa, a w przyszłości jego integracji ze wspólnotą europejską.

Dlatego wymiana wyposażenia technicznego, wprowadzenie nowych technologii do budowy dróg samochodowych i zmniejszenie energochłonności prac są najważniejszymi kierunkami działalności innowacyjnej przedsiębiorstw budowlanych.

Przed rozpoczęciem projektu inwestycyjnego należy udowodnić jego wykonalność. W podjęciu decyzji o zastąpieniu środków trwałych może pomóc wykorzystanie dynamicznego programowania (klasyczne zadanie dynamicznego programowania – zadanie z wymianą sprzętu). Ten problem będzie analizowany w dalszych badaniach.

Podstawowym celem niniejszego artykułu jest analiza istniejących modeli ekonomiczno-matematycznych inwestycyjnego zabezpieczenia działalności innowacyjnej przedsiębiorstw budowlanych.

Analizy zmian w podejściu do kształtowania parków maszynowych przedsiębiorstw budowlanych dokonał zespół prof. W.M. Iwanow [Iwanow i Trofimowa 2012]. Takie podejście pozwala na kształtowanie i rozwój parków maszynowych z uwzględnieniem technologii wykonywanych prac, kompleksowej oceny wydatków na roboty budowlane i otrzymanych efektów.

## MATERIAŁY I METODY

Mimo istniejących różnych sposobów kształtowania i rozwoju parków maszynowych, należy stwierdzić, że do tej pory w żadnym z nich nie wykorzystano modelowania matematycznego. Łuckiy i Landsman [2003] przedstawili nowe podejście do odnowienia technologicznego przedsiębiorstw budowlanych. Na podstawie przeprowadzonych badań uzasadnili, że w warunkach normalnego zużycia parku maszynowego jego odnowienie zwykle jest skutecznym sposobem poprawienia efektywności funkcjonowania przedsiębiorstwa. Zadanie badawcze polega jednak nie na określeniu efektu, lecz na wyborze priorytetów przebrojenia technicznego przedsiębiorstwa, niezbędnych wkładów kapitałowych i określenia źródeł finansowania. Do finansowania nowej techniki mogą być zaangażowani zleceniodawcy oraz banki, którzy są zainteresowani w realizacji projektów inwestycyjnych. Szczególnie dotyczy to budowy nowych, często nietypowych obiektów, gdzie taka innowacyjna technika jest niezbędna w kontekście konkurencyjności.

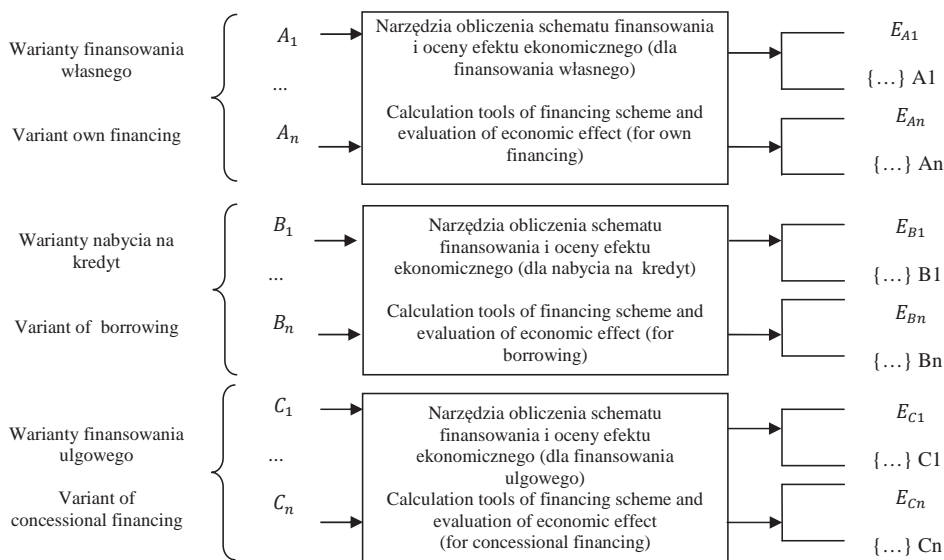
Podstawowa ekonomiczna zasada działalności przedsiębiorstw budowlanych polega na dążeniu do możliwie najwyższej efektywności ekonomicznej, czyli do osiągnięcia przewagi wyników jego działalności (zysku) nad wydatkami. Tej zasadzie są podporządkowane wszystkie racjonalne decyzje kierownicze. Problemy oceny skutków ekonomicznych (efektywności ekonomicznej) inwestycji ukierunkowanych w infrastrukturę drogowo-transportową zostały przedstawione w pracy Kozłowskiego [2014]. W związku

z tym do planowania dochodu uzasadnione będzie wykorzystanie wskaźnika efektywności ekonomicznej w matematycznym modelu skutecznego parku maszyn przedsiębiorstw budowlanych.

Problem oceny efektywności innowacji polega często na ustaleniu poziomu dochodowości, przy którego obliczeniu proponuje się stosować wskaźniki uwzględniające wpływ czasu. Są to dyskontowane wskaźniki, wśród których wyróżnia się: czysty dochód dyskontowany, wewnętrzną normę dochodowości, wskaźnik rentowności, okres opłacalności, dyskontowany okres opłacalności. Oprócz tego wielu badaczy [Jastremska 2004, Beń 2006, Wachowycz i Pinczuk 2008] twierdzi, że najważniejszym wskaźnikiem dochodowości inwestycji jest czysty dochód dyskontowany (*NPV*).

## WYNIKI

Ogólny schemat rozwiązania problemu wyboru optymalnej formy i źródła środków inwestycyjnych przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Ogólny schemat wyboru optymalnego źródła środków inwestycyjnych

Fig. 1. General scheme of choosing the optimal source of funding

Rozwiązanie tego problemu polega na:

- realizacji zbioru danych o możliwych źródłach środków inwestycyjnych, które grupowane są według form finansowania,
- wykonaniu dla każdego źródła  $\{A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_n, C_1, \dots, C_n\}$  analizy i przygotowaniu danych niezbędnych do zastosowania odpowiedniego narzędzia obliczenia, gdzie:  $A_1, \dots, A_n$  – źródła własnego inwestowania,  $B_1, \dots, B_n$  – źródła bankowego kredytowania,  $C_1, \dots, C_n$  – źródła ulgowego finansowania (finansowanie rządowe i finansowanie z EBOR – częściowa rekompensata odsetek od pożyczki z budżetu państwa lub EBOR),

- zastosowaniu dla każdego źródła  $\{A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_n, C_1, \dots, C_n\}$  narzędzi obliczenia schematu finansowania (zgodnie z formą źródła finansowania) oraz przeprowadzeniu oceny efektywności  $\{E_{A1}, \dots, E_{An}, \dots, E_{B1}, \dots, E_{Bn}, \dots, E_{C1}, \dots, E_{Cn}\}$  od początku realizacji projektu do końca analizowanego okresu,
- przeprowadzeniu porównania otrzymanych wartości  $\{E_{A1}, \dots, E_{An}, \dots, E_{B1}, \dots, E_{Bn}, \dots, E_{C1}, \dots, E_{Cn}\}$ , w którego wyniku zostaje wybrany taki sposób  $k \in \{A_1, \dots, A_n, B_1, \dots, B_n, C_1, \dots, C_n\}$ , przy którym zostało osiągnięte maksymalne  $E_k$ ,
- sprawdzenie zgodności wybranego sposobu ze schematem finansowania danego projektu inwestycyjnego.

Dla wyboru najlepszego wariantu spośród wielu opcji inwestycyjnych wykorzystano modelowanie matematyczne. Proponowany algorytm modelowania jest następujący:

1. Wyznaczenie potrzebnych wymiarów źródeł finansowania na zakup środków trwałych.
2. Rozpatrzenie faktycznej alternatywy w finansowaniu, wyznaczenie płatności pięniężnych dla każdej alternatywy w całym projekcie.
3. Wyznaczenie kluczowych czynników, które mają wpływ na realizację projektu inwestycyjnego. Do kluczowych czynników należą takie, których zmiana doprowadzi do największych wartości odchylenia  $NPV$ .
4. Dokonanie komputerowego modelowania imitacyjnego czynników kluczowych. Zgodnie z przypadkowymi zmodelowanymi wartościami czynników kluczowych otrzymuje się obliczeniową wartość  $NPV$ .
5. Przeprowadzenie analizy ekonomiczno-statystycznej wyników imitacji z wykorzystaniem standardowych funkcji MS Excel.

Jednym z głównych wskaźników ekonomicznej efektywności inwestycji w budownictwie drogowym jest efekt integralny ( $NPV$ ) lub czysty dochód dyskontowany:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{VRP}{(1+N_t)^t} + \sum_{t=0}^n \frac{\Delta VRP}{(1+N_t)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{Z}{(1+N_t)^t} \quad (1)$$

gdzie:  $VRP$  – nominalny roczny dochód przedsiębiorstwa,

$\Delta VRP$  – dodatkowe przychody roczne związane z korzyścią wynikającą z projektu,

$N_t$  – przyjęta dla obliczenia norma dyskontowania, w danym przypadku 30%,

$Z$  – kwota całkowitych wydatków (inwestycje kapitałowe i koszty operacyjne) w danym roku.

Aby przybliżyć powyższe rozważania, można przeanalizować dwie możliwości do inwestowania w maszyny budowlane, na przykład: zakup koparki japońskiej NEW HOLLAND E215 lub zakup koparki ukraińskiej ATEK 761.

W artykule rozważono trzy różne opcje inwestowania w zakup środków trwałych: zakup na własny koszt, zakup z odroczonym terminem płatności 2 lata i zakup z odroczonym terminem płatności 3 lata.

Obliczenia wykazały, że najbardziej opłacalną opcją jest zakup z odroczonym terminem płatności 3 lata. W tym przypadku czysty dochód dyskontowany  $NPV$  od 4 lat na zakup koparki NEW HOLLAND E215 wynosi 482 tys. UAH, a koparki ATEK 761 – 265 tys. UAH (tab. 1 i 2).

Tabela 1. Obliczanie efektywności nabycia koparki NEW HOLLAND E215  
 Table 1. The calculation of efficiency buying of a dredge NEW HOLLAND E215

Wyszczególnienie Specification	Zakup na własny koszt Buying for own means				Zakup z odroczonym terminem płatności 2 lata Buying with deferred payment 2 years				Zakup z odroczonym ter- minem płatności 3 lata Buying with deferred payment 3 years			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Lata Years												
Inwestycja Investment	-850	-	-	-	-425	-366	-	-	-283	-244	-210	-
Dochód Profit	349	309	273	242	349	309	273	242	349	309	273	242
Oszczędności w kosz- tach operacyjnych Savings in operating costs	17	13	10	8	17	13	10	8	17	13	10	8
Cash Flow	-484	322	283	249	-59	-45	283	249	82	78	73	249
$\Sigma NPV$	-484	-163	120	370	-59	-104	179	428	82	160	233	482

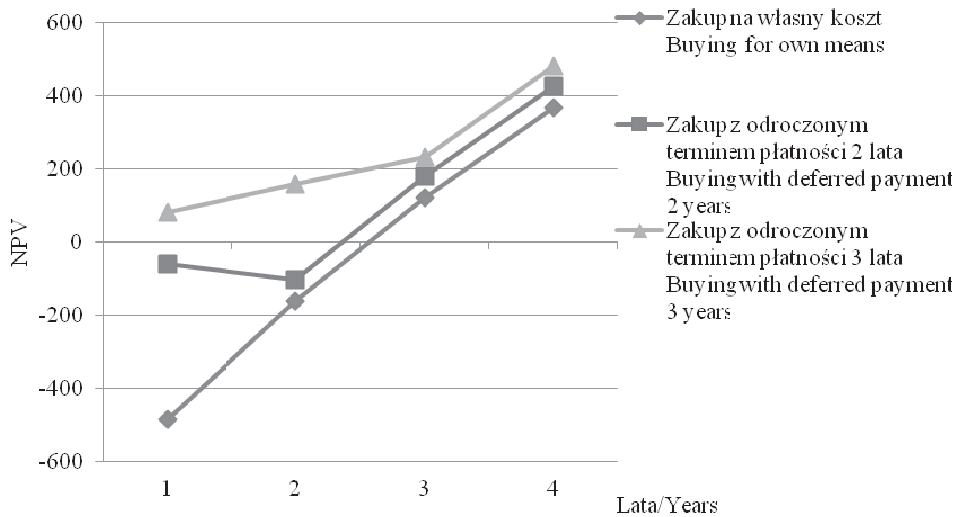
Tabela 2. Obliczanie efektywności nabycia koparki ATEK 761  
 Table 2. The calculation of efficiency buying of a dredge ATEK 761

Wyszczególnienie Specification	Zakup na własny koszt Buying for own means				Zakup z odroczonym terminem płatności 2 lata Buying with deferred payment 2 years				Zakup z odroczonym terminem płatności 3 lata Buying with deferred payment 3 years			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Lata Years												
Inwestycji Investment	-470	-	-	-	-235	-213	-	-	-157	-142	-129	-
Dochód Profit	206	182	161	143	206	182	161	143	206	182	161	143
Oszczędności w kosz- tach operacyjnych Savings in operating costs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cash Flow	-264	182	161	143	-29	-31	161	143	50	40	32	143
$\Sigma NPV$	-264	-81	80	223	-29	-60	102	245	50	90	122	265

Inną zaletą tego systemu jest to, że każdego roku wynik finansowy jest dodatni, co przedstawiono na rysunkach 2 i 3.

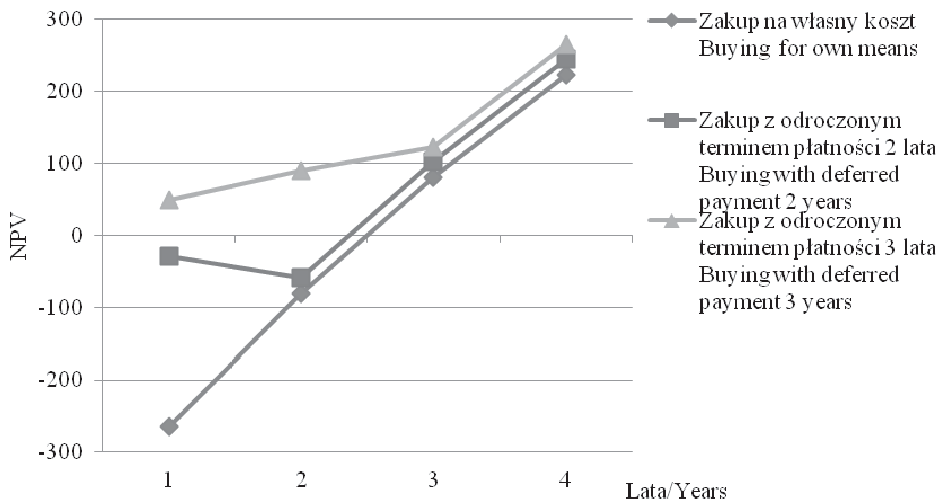
W ocenie projektów inwestycyjnych warto również wziąć pod uwagę ryzyko, które towarzyszy realizacji tych projektów. Zwykle do oceny ryzyka gospodarczego wykorzystuje się dyspersję ( $D$ ) lub odchylenie standardowe ( $\sigma = \sqrt{D}$ ) wskaźnika [Witlinski 2004].

Do wyboru optymalnego źródła inwestowania środków trwałych można wykorzystać funkcję użyteczności. Zwykle zależy ona od dwóch zmiennych: matematycznego oczekiwania wartości ( $NPV$ ) i standardowego odchylenia ( $\sigma$ ) [Panek 2000].



Rys. 2. Wyniki efektywności nabycia koparki NEW HOLLAND E215

Fig. 2. Result of efficiency buying of a dredge NEW HOLLAND E215



Rys. 3. Wyniki efektywności nabycia koparki ATEK 761

Fig. 3. Result of efficiency buying of a dredge ATEK 761

Uwzględniając powyższe, można zapisać, że funkcja użyteczności wynosi  $U = U(NPV, \sigma)$  i spełnia następujące wymagania:

- jest dodatnia w całej dziedzinie jej wyznaczania,
- przy zwiększeniu  $NPV$  i stałym  $\sigma$  funkcja użyteczności rośnie,
- przy zwiększeniu  $\sigma$  i stałym  $NPV$  funkcja użyteczności maleje.

W praktyce stosuje się różne wersje funkcji użytkowych, na przykład addytywną, multiplikatywną, wykładniczą. Funkcje te zbudowane są z uwzględnieniem wyżej wymienionych wymagań. Na przykład addytywna funkcja użyteczności może mieć postać:

$$U(NPV, \sigma) = \alpha \cdot NPV + \beta \cdot \sigma \quad (2)$$

gdzie:  $\alpha$  i  $\beta$  – współczynniki tak dobrane, aby spełnić określone wymagania wyżej wymienionej funkcji użyteczności.

W przypadku niestabilności i niepewności sytuacji gospodarczej wartość parametrów wyjściowych może różnić się od oczekiwanych. Odchylenia te wpływają na wartość oczekiwaną ( $NPV$ ). Rozważono dwa scenariusze: pierwszy – optymistyczny, gdy wartości rzeczywiste parametrów makroekonomicznych będą mniejsze od oczekiwanych o 25%, drugi – pesymistyczny, gdy wartości rzeczywiste parametrów makroekonomicznych będą większe od oczekiwanych o 25% ( $k = 0,25$  – współczynnik niepewności makroekonomicznej). Wówczas odchylenie standardowe ( $NPV$ ) przyjmie następującą postać:

$$\sigma_{NPV} = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{k=1}^3 (NPV_k - \overline{NPV})^2} \quad (3)$$

Stosując zależność (3), można zbudować addytywną funkcję użyteczności. Wybierając współczynniki  $\alpha$  i  $\beta$  dla addytywnej funkcji użyteczności, należy wziąć pod uwagę założenia przedstawione wyżej: funkcja powinna być dodatnia, zwiększenie  $NPV$  zwiększy użyteczność, zwiększenie ryzyka (dyspersji) zmniejszy użyteczność.

W tabeli 3 przedstawiono wartość addytywnej funkcji użyteczności dla różnych scenariuszy zakupów koparki. W ostatnim wierszu tabeli podano wartość funkcji użyteczności, którą obliczono ze wzoru (2).

Tabela 3. Obliczenie addytywnej funkcji użyteczności dla różnych scenariuszy zakupów koparki [tys. hrw]

Table 3. The calculation additive functions for different scenarios purchases excavators [ths. uah]

Wyszczególnienie Specification	NEW HOLLAND E215			ATEK 761		
	Zakup na własny koszt Buying for own means	Zakup z odroczonego terminem płatności 2 lata Buying with deferred payment 2 years	Zakup z odroczonego terminem płatności 3 lata Buying with deferred payment 3 years	Zakup na własny koszt Buying for own means	Zakup z odroczonego terminem płatności 2 lata Buying with deferred payment 2 years	Zakup z odroczonego terminem płatności 3 lata Buying with deferred payment 3 years
$NPV$ średnie $NPV$ average	370	428	482	223	245	265
$NPV$ optymistyczne $NPV$ optimistic	406	455	502	243	261	278
$NPV$ pesymistyczne $NPV$ pessimistic	330	399	461	201	227	251
$\sigma_{NPV}$	38,2	27,7	20,3	20,9	17,2	13,9
$U(NPV, \sigma)$	0	159,7	285,4	20,6	78,4	130,4

Maksymalna wartość funkcji użyteczności odpowiada zakupowi koparki NEW HOLLAND E215 z odroczonym terminem płatności na okres 3 lat.

## PODSUMOWANIE

W warunkach normalnego zużycia parku maszynowego jego odnowienie jest ekonomicznie efektywne. Tak więc głównym zadaniem procesu jest wybór priorytetów przezbudowania technicznego przedsiębiorstwa oraz określenie niezbędnych wkładów kapitałowych i źródeł finansowania.

Obliczenia wskazują, że nabycie koparek NEW HOLLAND E215 i ATEK 761 jest najbardziej opłacalne według opcji: „zakup za własny koszt z odroczonym terminem płatności 3 lata”. Inną zaletą tej opcji inwestycji jest dodatni wynik finansowy dla każdego roku trwania projektu. W ocenie projektów inwestycyjnych należy brać pod uwagę ryzyko, które towarzyszy realizacji. Dla analizowanego przykładu maksymalna wartość funkcji użyteczności odpowiada zakupowi koparki NEW HOLLAND E215 z odroczonym terminem płatności na 3 lata.

## PIŚMIENNICTWO

- Beń, T. (2006). Metody oznaczania efektywności ekonomicznej inwestycji. Analiza porównawcza. *Gospodarka Ukrainy*, 6, 41–46.
- Iwanow, W.N., Trofimowa, L.S. (2012). Symulacja ukształtowania i rozwoju parków maszynowych organizacji drogowych. SibADI, Omsk.
- Jastremska, O.M. (2004). Działalność inwestycyjna przedsiębiorstw przemysłowych. Zasady metodologiczne i metodyczne. INŻEK.
- Kozłowski, W. (2014). Classification of the effects of constructing a road infrastructure component. *Acta Scientiarum Polonorum Oeconomia*, 13 (2), 93–103.
- Luckyj, S.J., Landsman, A.J. (2003). Zarządzanie korporacyjne techniczną modernizacją firm. Gl. Szk. Panek, E. (2000). *Ekonomia matematyczna*. Wyd. Akademii Ekonomicznej, Poznań.
- Państwowy celowy program ekonomiczny rozwoju dróg publicznych na lata 2013–2018, zatwierdzony przez Gabinet Ministrów Ukrainy 11 lipca 2013 r. No. 696 (<http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/696-2013-%D0%BF>).
- Wachowycz, I.W., Pinczuk, J.B. (2008). Ryzyko inwestycyjne finansowania budownictwa mieszkaniowego na Ukrainie. Sposoby poprawy efektywności budownictwa pod względem stosunków rynkowych. Red. K. Knuba. *Zbiór prac naukowych*, 19, 31–34.
- Witlinski, W.W. (2004). Ryzykologia w gospodarce i przedsiębiorczości.

## THE CHOICE OF OPTIMAL SOURCES AND/OR METHODS FUNDING OF FIXED ASSETS IN THE CONSTRUCTION COMPANIES

**Abstract.** The article analyzes the economic efficiency of fixed assets replacement based on the calculation of the net discounted income (NPV). A solution to the problem of choosing the optimal forms and sources of funding has been offered and the simulation modeling algorithm of machinery fleet renewal has been developed. The prospects to use the economic and mathematical modeling of investment support of innovative retooling the machinery fleet in the construction companies of Ukraine has been considered.



**Key words:** construction companies, effectiveness innovation, economic and mathematical model, investment support

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 28.12.2015

Cytowanie: Tracz, R. (2015). Wybór optymalnego źródła i/lub sposobu finansowania odnowienia środków trwałych przedsiębiorstw budowlanych. *Acta Sci. Pol. Architectura*, 14 (4), 25–33.