

# PRACE ORYGINALNE

## ORIGINAL PAPERS

---

Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska nr 63, 2014: 3–13  
(Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. 63, 2014)

Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences No 63, 2014: 3–13  
(Sci. Rev. Eng. Env. Sci. 63, 2014)

**Anna SOBOTKA<sup>1</sup>, Elżbieta RADZISZEWSKA-ZIELINA<sup>2</sup>,  
Edyta PLEBANKIEWICZ<sup>2</sup>, Krzysztof ZIMA<sup>2</sup>, Marcin KOWALIK<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Katedra Geomechaniki, Budownictwa i Geotechniki, AGH – Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie

Department of Geomechanics, Civil Engineering and Geotechnics, AGH – University of Science and Technology

<sup>2</sup>Instytut Zarządzania w Budownictwie i Transporcie, Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki

Institute of Building and Transport Management, Cracow University of Technology

## **Realizacja robót ziemnych w opinii wykonawców budowlanych**

### **Realization of earthworks in the opinion of building contractors**

**Słowa kluczowe:** roboty ziemne, metody realizacji, maszyny budowlane

**Key words:** earthworks, realization methods, construction equipment

### **Wprowadzenie**

Roboty ziemne wchodzą w zakres realizacji większości obiektów budowlanych. Rezultatem robót ziemnych jest budowla ziemna, czyli struktura przestrzenna wykonana z gruntu budowlanego, w formie nasypów lub wykopów, wraz z urządzeniami odwadniającymi. Biorąc pod uwagę funkcje użytkowe budowli ziemnych, można je podzielić na niewystępujące „samodzielnie”, lecz

w pełnym układzie konstrukcyjnym, np. dróg czy obiektu kubaturowego, oraz występujące jako użytkowe obiekty budowlane, np. zapory ziemne, tamy i groble ziemne (Gradkowski i Żurawski, 2003).

Roboty ziemne występujące zazwyczaj przy realizacji obiektów budowlanych można podzielić na trzy zasadnicze grupy. Pierwsza z nich to roboty podstawowe, do których zalicza się: makroniwelację, wykopy przestrzenne, wykopy wąskoprzestrzenne, liniowe, niwelacje i ostateczne ukształtowanie terenu. Druga grupa to roboty ziemne wykończeniowe, do których zalicza się: wyrównanie wykopów przestrzennych, wykopy

pod ławy i stropy, nasypy, wyrównanie skarp, mikroniwelację, aranżację małej architektury, rozkład ziemi roślinnej i darni. Ostatnia grupa to roboty przygotowawcze i porządkowe, które polegają na: usunięciu darni i ziemi, wycinie, karczowaniu, wytyczaniu obrysu budowli, odprowadzeniu wód opadowych, porządkach (Martinek, 2010 – red.).

Budowle ziemne charakteryzują się bardzo zróżnicowanym udziałem kosztów w cenie całego obiektu. Waha się on od kilku do nawet 60 i więcej procent kosztu realizacji całej inwestycji (np. w zakresie budownictwa komunikacyjnego, na ogół liniowego). Praktyka wskazuje również, że dla tego rodzaju robót istnieje największe prawdopodobieństwo nieprawidłowego oszacowania ilości i zarazem kosztu. W wielu przypadkach bardzo ważny jest czas wykonania robót ziemnych. Przykładowo szybkie tempo realizacji wykopów pod fundament i samego fundamentu minimalizuje ryzyko osunięcia, rozluźniania i zamarzania gruntu. Większość robót ziemnych wymaga zastosowania specjalistycznych maszyn. Prace ziemne są wykonywane na budowie najczęściej za pomocą koparek, koparko-ładowarek, zgarniarek, walców, zagęszczarek i innych. Właściwy dobór maszyn i technologii realizacji robót ziemnych zapewnia uzyskanie optymalnego czasu, kosztu wykonania a także prawidłowych warunków bezpieczeństwa prac. Wyróżnienie kryteriów opartych na ekonomiczne, wydajności i parametrach środowiskowych pozwoli na wykorzystywanie np. interaktywnych narzędzi wspomagających podejmowanie decyzji dotyczących wyboru maszyn budowlanych (Krajnak, 2013). Czas, koszt i jakość zależy też

od sposobu realizacji przedsięwzięcia, tzn. czy roboty wykonywane są siłami własnymi przedsiębiorstwa, czy zlecane podwykonawcom na zasadzie outsourcingu. O tym decyduje koncepcja logistyczna przedsięwzięcia.

Roboty ziemne są najbardziej zmechanizowane i wymagają pozyskania zasobów w postaci albo tylko maszyn (własnych lub z wynajmu), albo podwykonawców specjalizujących się w robotach ziemnych zapewniających maszyny i wykonanie.

Roboty ziemne charakteryzują się dużym udziałem procesów transportowych. Oprócz zapewnienia typowych maszyn do robót ziemnych (koparek, spycharek, walców itd.) występuje również konieczność zatrudnienia środków transportowych, np. samochodów do wywozu lub przywozu mas ziemnych, wywozu gruzu lub pozostałości po wycinie drzew, karczowaniu. Transport to trasy dojazdowe, dostęp do dróg, to logistyka transportu (Sobotka, Pawluś, Wałach i Czarnigowska, 2012). To także problem kto będzie odpowiedzialny za tę część robót ziemnych.

Biorąc pod uwagę specyfikę robót ziemnych, w tym konieczność zastosowania specjalistycznych ciężkich maszyn transportu zewnętrznego i wewnętrznego (technologicznego), zakłóceń spowodowanych różnymi czynnikami, wydaje się celowa analiza stanu aktualnego wykonawstwa robót ziemnych i jego ocena w aspekcie korzyści przedsiębiorstwa budowlanego podejmującego się takich robót. W tym celu przeprowadzono badania wśród wykonawców robót ziemnych.

## Cel i metodyka badań

W celu przeprowadzenia badań, na początku 2013 roku, do przedsiębiorstw budowlanych został wysłany list przewodni z instrukcją postępowania celem zalogowania się i wypełnienia kwestionariusza ankiety umieszczonego na stronie <http://ztob.pk.edu.pl/>. W ramach przeprowadzonych badań ankietowych, respondenci z zaproszonych do badań przedsiębiorstw budowlanych (województwo małopolskie i mazowieckie) udzielili odpowiedzi na pytania dotyczące realizacji robót ziemnych wykonywanych w inwestycjach budowlanych. Respondentami byli kompetentni właściciele, inżynierowie, kierownicy budów. W sumie kwestionariusz wypełniło 22 ekspertów.

Na rysunku 1 przedstawiono strukturę respondentów, biorąc pod uwagę ilość zatrudnionych. Zgodnie z rozporządzeniem Komisji Europejskiej nr 364 z dnia 25 lutego 2004 r. małe przedsiębiorstwa to takie, które zatrudniają mniej niż 50 osób. Średnie przedsiębiorstwa to takie, które zatrudniają mniej niż 250 osób („Rozporządzenie...” 2004). Biorąc pod uwagę ten podział, w badaniach wzięły udział przedsiębiorstwa małe i średnie

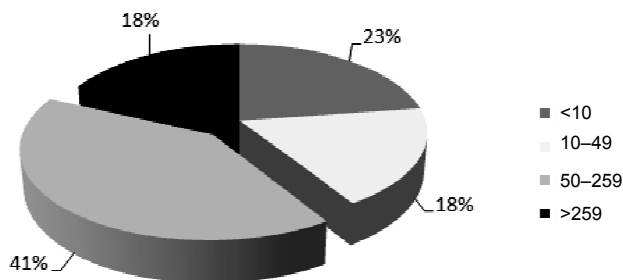
(po około 40%). W grupie przedsiębiorstw małych dodatkowo wyróżniono te zatrudniające poniżej 10 osób – stanowią one 23% respondentów. Duże przedsiębiorstwa to 18% badanych.

## Realizacja robót ziemnych – badania ankietowe

Biorąc pod uwagę specyfikę robót ziemnych, a także konieczność zatrudnienia wyspecjalizowanych maszyn, jedną z możliwości jest skorzystanie z outsourcingu i zatrudnienie do ich realizacji innego przedsiębiorstwa, tzw. podwykonawcę. Zatrudnianie podwykonawcy jest popularne w wielu krajach. Kumaraswamy i Matthews (2000) podają, że przeciętnie od 80 do 90% wszystkich robót budowlanych jest powierzanych podwykonawcom.

Generalni wykonawcy wybierając podwykonawców, stosują różne metody. Można do nich zaliczyć (Sobotka i Jaśkowski, 2004):

- wybór z grona zaprzyjaźnionych przedsiębiorstw,
- procedurę przetargową,
- negocjacje,
- przetarg wstępny,



RYSUNEK 1. Struktura badanych przedsiębiorstw ze względu na liczbę zatrudnionych

FIGURE 1. The structure of the surveyed companies by number of employees

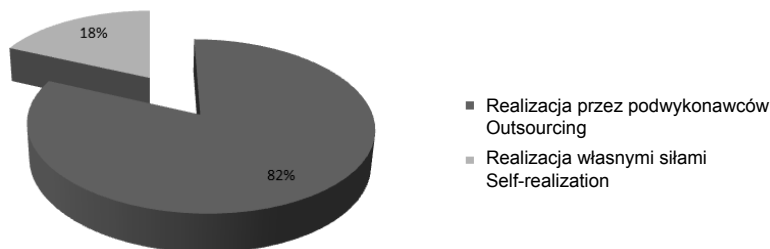
- kwalifikacje,
- polecenie innych firm budowlanych.

### Sposób realizacji robót ziemnych

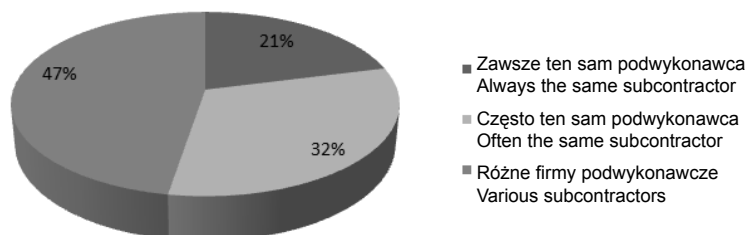
Większość (82%) respondentów biorących udział w badaniach zatrudnia do realizacji robót ziemnych podwyko-

nawców (rys. 2). Ponad 50% badanych stwierdziła, że jest to zazwyczaj bądź zawsze ten sam podwykonawca (rys. 3).

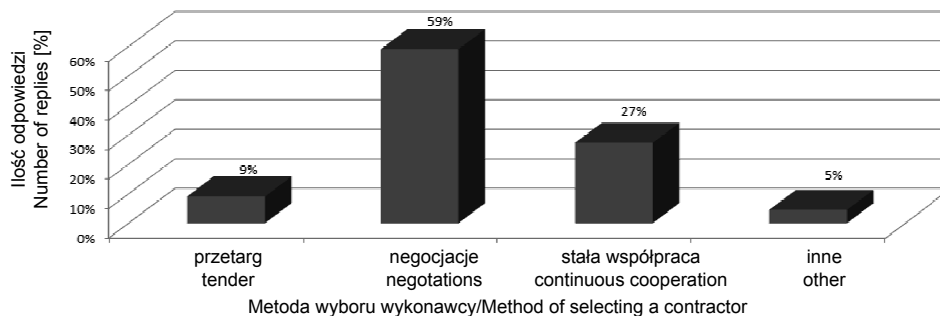
Najczęstszą formą wyboru podwykonawcy są negocjacje. Na ten sposób wskazało 59% badanych (rys. 4). Warunkiem wyboru sprawdzonego podwykonawcy jest posiadanie bazy takich



RYSUNEK 2. Zatrudnienie podwykonawców  
FIGURE 2. Employment of subcontractors



RYSUNEK 3. Sposób zatrudnienia podwykonawców  
FIGURE 3. The process of employing subcontractors



RYSUNEK 4. Metoda wyboru podwykonawcy  
FIGURE 4. The method of employing subcontractors

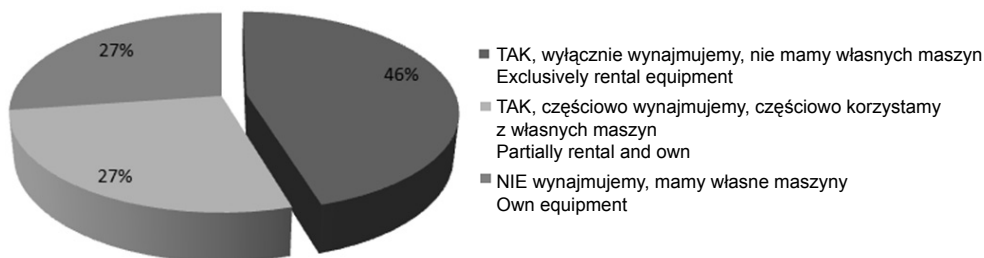
przedsiębiorstw. 67% respondentów wskazało, że posiada taką bazę.

Jak już zostało wspomniane, większość robót ziemnych wymaga zastosowania maszyn budowlanych. Wykonawca musi podjąć decyzję, czy zakupić na własność maszyny, co wiąże się z dodatkowymi kosztami ich utrzymania, czy je wynajmować. Na rynku funkcjonuje wiele przedsiębiorstw zajmujących się wynajmem maszyn budowlanych. Wiele z nich posiada zróżnicowane maszyny z niezbędnym osprzętem. Przedsiębiorstwa wynajmujące oferują także wynajem maszyn i pojazdów wraz z operatorami i kierowcami. Posiadana przez nie wykwalifikowana kadra kierownicza z uprawnieniami, a także doświadczeni pracownicy oraz wysokiej klasy sprzęt pozwalają na sprawną i szybką realizację robót budowlanych.

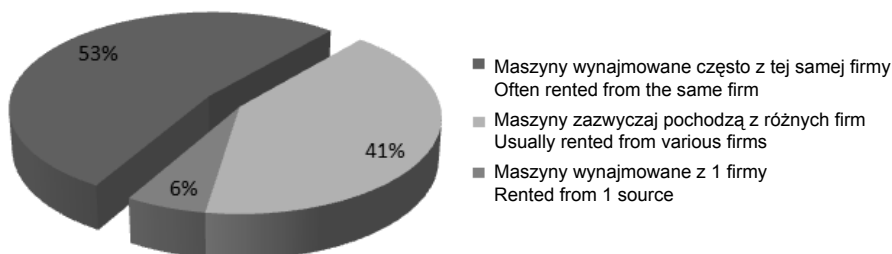
## Maszyny do robót ziemnych – posiadanie czy wynajem?

Badane przedsiębiorstwa proszone były o informację na temat posiadanych maszyn budowlanych. 46% ankietowanych nie posiada własnej bazy maszynowej. Tylko 27% zadeklarowała, że własny park maszynowy pozwala im na wykorzystywanie wyłącznie własnych maszyn i niekorzystanie z usług przedsiębiorstw wynajmujących (rys. 5). Nieznaczna większość ankietowanych stwierdziła, że korzysta tylko z jednego bądź często z tego samego przedsiębiorstwa wynajmującego maszyny (rys. 6). Około połowa ankietowanych posiada własną bazę przedsiębiorstw wynajmujących maszyny budowlane.

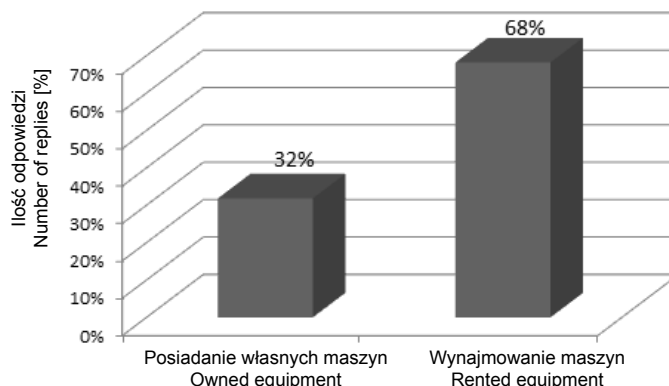
Na rysunku 7 pokazano respondentów opowiadających się za opłacalnością posiadania własnych maszyn lub



RYSUNEK 5. Dysponowanie maszynami do robót ziemnych  
FIGURE 5. Disposition of the earthmovers



RYSUNEK 6. Źródło wynajmowanych maszyn budowlanych  
FIGURE 6. Source of rented construction equipment



RYSUNEK 7. Opłacalność posiadania własnych maszyn do robót ziemnych lub ich wynajmowania  
 FIGURE 7. Profitability of ownership or rent earthmoving

ich wynajmowaniem. Dwukrotnie więcej respondentów opowiedziało się za wynajmem maszyn.

Jako najważniejsze przyczyny opłacalności wynajmowania maszyn wymieniane są najczęściej:

- brak kosztów związanych z utrzymaniem operatorów maszyn,
- brak kosztów związanych z placem parkingowym dla maszyn,
- brak kosztów związanych z koniecznością dodatkowego zatrudnienia przy pracach sezonowych,
- dużo niższe koszty transportu maszyn (w przypadku własnych maszyn zaistniałaby konieczność transportu sprzętu po całej Polsce),
- elastyczność wykorzystania maszyn,
- brak kosztów serwisu maszyn,
- duża dostępność różnorodnego sprzętu na rynku budowlanym.

Dla porównania za najważniejsze argumenty przemawiające za posiadaniem własnego parku maszyn uważa się:

- dostępność sprzętu, dysponowanie maszynami według własnego uznania,
- możliwość wynajmu innym wykonawcom,

- wliczenie maszyn i ich eksploatacji w koszty pracy,
- szybkie usuwanie awarii, brak oczekiwania na reakcje serwisu przy posiadaniu własnej bazy maszynowej z zapleczem warsztatowym.

### **Nakłady finansowe i terminowość realizacji robót ziemnych**

W tabeli 1 pokazano obiekty, przy realizacji których ankietywane firmy wykonują roboty ziemne. Dominują firmy realizujące wykopy pod budynki kubaturowe oraz obiekty liniowe.

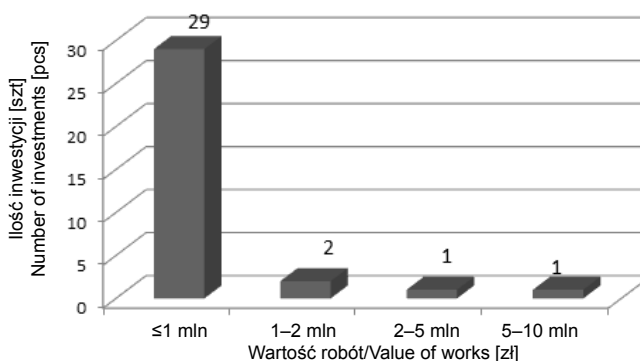
Wartość robót ziemnych w przeważającej większości nie przekraczała 1 mln zł (rys. 8), pomimo znacznie bardziej zróżnicowanej wartości wszystkich robót budowlanych, zawierających m.in. roboty ziemne wahającej się od 1 mln zł do ponad 250 mln zł.

Różnice między zakładanymi nakładami a nakładami rzeczywistymi na wykonanie robót ziemnych przedstawia rysunek 9. Praktycznie połowę realizacji wykonano na założonym poziomie

TABELA 1. Rodzaje obiektów, w których wykonywane są roboty ziemne przez ankietowane firmy budowlane

TABLE 1. The types of objects in which are carried out earthworks by the surveyed construction companies

Rodzaj obiektów Type of objects	Ilość odpowiedzi Number of replies
Obiekty liniowe/Linear objects	7
Budynki/Buildings	16
Budowle z wyjątkiem obiektów liniowych/ /Structures, except linear objects	2
Inne roboty/Other earthworks	5
Brak danych/No data	4



RYSUNEK 8. Wartość analizowanych robót ziemnych

FIGURE 8. The value of the analyzed earthworks

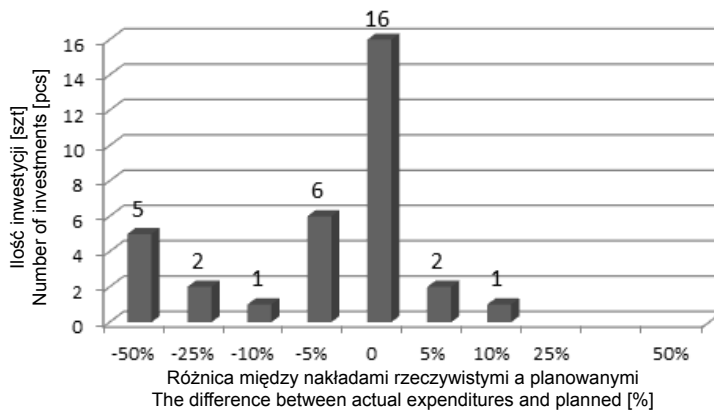
nakładów. Spora część inwestycji (42,4%) została zrealizowana poniżej zakładanych nakładów, a jedynie 9% zostało zrealizowanych przy przekroczeniu nakładów. Świadczy to o częstym przeszacowaniu kosztów robót ziemnych przez wykonawców budowlanych.

Analizując czas realizacji robót ziemnych, należy stwierdzić, że prawie 60% inwestycji zrealizowano w terminie. Tylko 15% inwestycji zrealizowano wcześniej niż zaplanowano, a 25% realizacji zakończyło się z opóźnieniem. Potwierdza to tezę o przeszacowaniu kosztów robót ziemnych, ponieważ mimo częstych opóźnień (25%) rzadko dopro-

wadziło to do przekroczenia założonych kosztów (rys. 10).

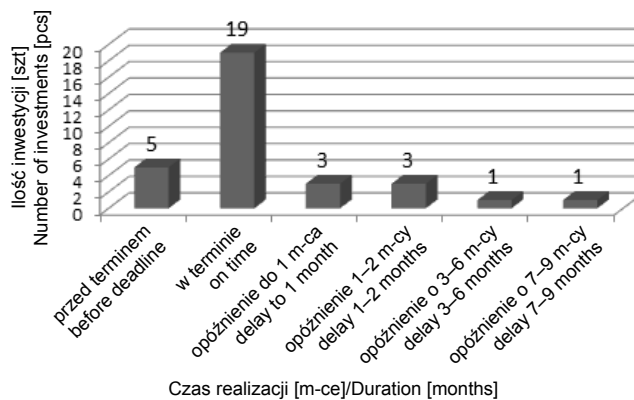
Najczęstszymi przyczynami opóźnień były:

- warunki atmosferyczne,
- warunki gruntowe,
- opóźnienia spowodowane złym oszacowaniem poziomu wód gruntowych i wielkości tych wód,
- opóźnienia spowodowane nieprzewidzianymi przeszkodami podziemnymi,
- opóźnienia wynikające z konieczności dodatkowego palowania,
- opóźnienia wynikające ze współpracy z transportem.



RYSUNEK 9. Różnice między zakładanymi nakładami a nakładami rzeczywistymi na wykonanie robót ziemnych

FIGURE 9. The difference between the assumed expenditures and actual expenditures for the implementation of earthworks



RYSUNEK 10. Terminowość wykonania robót ziemnych

FIGURE 10. The timeliness of earthmoving execution

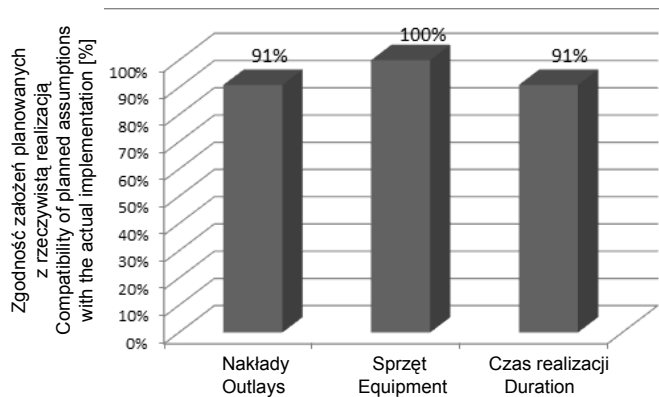
Wnioski mogą być o tyle wiążące, że w praktycznie każdej realizacji przyjęte na etapie planowania założenia dotyczące nakładów, sprzętu i czasu realizacji były zgodne z wartościami rzeczywistymi (rys. 11).

Maszyny wykazywane przez respondentów jako posiadane na własność to: koparki, ładowarki, koparko-ładowarki, zgarniarki, walce, ubijarki i zagęszczarki. Z kolei wśród maszyn wynaj-

mowanych dominują koparki, ubijarki i zagęszczarki. Przeciętne czasy pracy maszyn posiadanych na własność oraz wynajmowanych przez ankietowanych zestawiono w tabeli 2.

Porównując czasy pracy maszyn wynajmowanych oraz posiadanych na własność, zwraca uwagę dużo większe wykorzystanie czasu pracy własnych maszyn. Przedsiębiorstwa posiadające maszyny na własność muszą dbać o ich





RYSUNEK 11. Zgodność przyjętych na etapie planowania założeń dotyczące nakładów, sprzętu i czasu realizacji z wartościami rzeczywistymi

FIGURE 11. Compatibility of planned assumptions with the actual implementation

TABELA 2. Przeciętne czasy pracy maszyn posiadanych na własność oraz wynajmowanych  
TABLE 2. The average times of machines owned and rented

Typ maszyny Type of equipment	Przeciętny czas pracy w dniach w ciągu roku The average working time in days per year	
	na własność ownership	wynajem rent
Koparki/Excavators	50–200	20–60
Ubijarki/ Tampers	20–80	20–35
Zagęszczarki/ Compactor	30–60	1–10

maksymalne wykorzystanie zwiększające opłacalność ich utrzymywania. Jedynym wyjątkiem była firma wynajmująca koparki do robót ziemnych, dla których czas pracy wahał się w przedziale 120–240 dni rocznie. Jako przypadek znacznie odbiegający od pozostałych te skrajne wartości nie zostały ujęte w tabeli 2. Rok produkcji maszyn zarówno wynajmowanych, jak i posiadanych na własność zawiera się w podobnym przedziale czasowym: dla maszyn wynajmowanych w okresie 1996–2009, dla własnych w okresie 1992–2010.

Jednak analizując średni rok produkcji maszyn posiadanych na własność (2006)

oraz maszyn wynajmowanych (2003), można stwierdzić, że firmy kupujące maszyny na własność inwestują w maszyny nowsze. Firmy wynajmujące maszyny mają średnio o 3 lata starszy sprzęt w swojej ofercie, co może wpływać na wydajność pracy oferowanych maszyn.

## Podsumowanie

Realizacja robót ziemnych wiąże się zazwyczaj z koniecznością zastosowania specjalistycznych maszyn. Zgodnie z wynikami przeprowadzonych badań, większość wykonawców zatrudnia do

realizacji tego typu prac podwykonawców lub wynajmuje maszyny. W artykule wymieniono także argumenty przemawiające za posiadaniem własnego parku maszynowego i wynajmem maszyn. Przedsiębiorstwa budowlane posiadające maszyny do robót ziemnych zazwyczaj inwestują w maszyny nowe i wykorzystują je bardziej niż maszyny wynajmowane.

Wyniki przeprowadzonych badań potwierdziły także tezę o przeszacowaniu kosztów robót ziemnych, ponieważ w analizowanych inwestycjach często występujące opóźnienia rzadko doprowadzały do przekroczenia założonych kosztów.

Analiza otrzymanych wyników i fakt, że roboty ziemne są w najwyższym stopniu zmechanizowane, o niezbyt skomplikowanych technologiach wykonania, powszechne na budowach (wykonywanie obiektów ziemnych albo przy realizacji robót kubaturowych) skłania do wniosku, że bardziej opłacalny jest wynajem maszyn budowlanych. Można zauważyć, że jest to bardziej racjonalne z punktu widzenia czasu i kosztów wykonywanych robót. Jednak niekorzystanie z outsourcingu tych robót, lecz wykonywanie siłami własnymi, powoduje wydajniejszą pracę poprzez zwrócenie uwagi na czynniki decydujące o wydajności układów człowiek – maszyna w zmechanizowanych robotach ziemnych.

## Literatura

Gradkowski, K. i Żurawski, S. (2003). *Budowle i roboty ziemne*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.

Krajnak, M. (2013). Podporne rozhodovacie nastrojepre optimalny vyber stavebných mechanizmov. In *Juniorstav 2013 15 odborná konferencedoktorskeho studia s mezinárodní účastí sborník anotací*, Brno 722013 - Brno VUT, 1-8.

Kumaraswamy, M. i Matthews, J. (2000). Improved subcontractor selection employing partnering principles. *Journal of Management in Engineering*, 16, 47-58.

Martinek, W. (red.). (2010). *Technologia robót budowlanych*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.

Rozporządzenie Komisji (WE) NR 364/2004 z dnia 25 lutego 2004 r. z uwzględnieniem zalecenia 2003/361/WE z dnia 6 maja 2003 r. dotyczącym definicji mikro przedsiębiorstw oraz małych i średnich przedsiębiorstw (Dz. U. UE z 2004r. L63/22).

Sobotka, A. i Jaśkowski, P. (2004). Badania procesu decyzyjnego doboru podwykonawców do realizacji przedsięwzięć budowlanych. *Przegląd budowlany*, 2, 28-32.

Sobotka, A., Pawluś, D., Wałach, D. i Czarnigowska, A. (2012). Badanie procesów logistycznych przedsięwzięć drogowych. *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej nr 283 Budownictwo i Inżynieria Środowiska*, z 59 nr 3 t 3, 113-120.

## Streszczenie

**Realizacja robót ziemnych w opinii wykonawców budowlanych.** Roboty ziemne w przedsięwzięciach budowlanych występują jako podstawowe roboty lub składowy element przedsięwzięcia niezbędny podczas wykonywania obiektu budowlanego. Mogą stanowić w znaczącym stopniu o czasie i kosztach jego wykonania. Celem artykułu jest analiza stanu aktualnego realizacji robót ziemnych i jego ocena w aspekcie korzyści przedsiębiorstwa budowlanego podejmującego się takich robót, na podstawie wykonanych badań kwestionariuszowych.

## Summary

**Realization of earthworks in the opinion of building contractors.** Earthworks in construction projects are a basic work or component part of the project necessary during the work. They can provide a significant degree of time and cost of its implementation. The purpose of this article is an analysis of the current state of implementation of the earthworks and its evaluation in terms of the the company undertaking the construction of such works benefits on the basis of a questionnaire study.

## Authors' addresses:

Anna Sobotka  
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza  
im. S. Staszica w Krakowie, Wydział Górnictwa  
i Geoinżynierii, Katedra Geomechaniki,  
Budownictwa i Geotechniki  
Kraków, al. Adama Mickiewicza 30  
e-mail: sobotka@agh.edu.pl, Poland

Elżbieta Radziszewska-Zielina,  
Edyta Plebankiewicz, Krzysztof Zima,  
Marcin Kowalik  
Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii  
Lądowej, Instytut Zarządzania w Budownictwie  
i Transporcie  
Kraków, ul. Warszawska 24  
e-mail: eradzisz@izwbit.pk.edu.pl  
eplebank@izwbit.pk.edu.pl  
kzima@izwbit.pk.edu.pl  
mkowalik@izwbit.pk.edu.pl  
Poland