

*I Konferencja*

*e-Technologies in Engineering Education eTEE'2014*

Politechnika Gdańska, 30 kwietnia 2014

## **KSZTAŁCENIE INŻYNIERÓW Z WYKORZYSTANIEM SYSTEMU LEGO TECHNIC, NA PRZYKŁADZIE MODELU ZROBOTYZOWANEGO KOMBAJNU GÓRNICZEGO**

**Jan KANIA<sup>1</sup>**

**Michał STAWOWIAK<sup>2</sup>**

**Michał BUBAK<sup>3</sup>**

**Kamil GWÓŹDŹ<sup>3</sup>**

**Maciej KULA<sup>3</sup>**

### Streszczenie

W artykule przedstawiono samodzielnie zaprojektowany i skonstruowany przez studentów Studenckiego Koła Naukowego „Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn” model zrobotyzowanego kombajnu górniczego, w ramach realizacji projektu pod nazwą „Model zrobotyzowanego kombajnu górniczego”. Model ten pełni funkcję pomocy dydaktycznej oraz w innowacyjny sposób ubogaca proces kształcenia przyszłych inżynierów w górnictwie.

### Abstract:

The article presents a model of an automated shearer, independently designed and constructed within the project named "Model of an Automated Shearer" performed by the Students of the Machine Construction and Operation Science Society, which is operating at the Mining Mechanization Institute, Faculty of Mining and Geology of the Silesian University of Technology. This model serves as a teaching aid as well as an innovative way to enrich the educational process of future engineers in the mining industry.

### Słowa kluczowe:

Model, kombajn, innowacyjne, kształcenie.

## **1. WSTĘP**

W procesie kształcenia inżynierów na kierunkach technicznych, bardzo ważne staje się przedstawienie w sposób zrozumiały i prosty zasad działania i współpracy poszczególnych mechanizmów maszyny oraz większej liczby maszyn tworzących skomplikowany system mechanizacyjny. Na podstawie światowych trendów w procesie kształcenia jak również popularyzacji najnowszych technologii w edukacji inżynierskiej wykorzystujących między innymi narzędzia do edukacji on-line, rozwiązania o charakterze mobilnym, opracowania oraz sprzęt wspomagający projektowanie wirtualnych laboratoriów, jak również zastosowanie Internetu, multimediów, e-technologii, platform nauczania na odległość, stwierdzono, że rośnie rola nowoczesnych metod, technologii czy pomocy dydaktycznych pozwalających na innowacyjne angażowanie studentów w procesie nauczania. Znaczącą część tych pomocy stanowią również modele, które pozwalają na odtworzenie zjawisk i ruchów roboczych, zachodzących w rzeczywistych obiektach technicznych. Ich rola jest tym bardziej istotna, iż nie zawsze istnieje możliwość obserwowania pracy danej maszyny w warunkach rzeczywistych. Znacznie utrudnione jest przedstawienie w tym przypadku maszyn górniczych stosowanych w podziemiach kopalń. Warunki geologiczno-górniczne występujące w górnictwie podziemnym oraz panujące zagrożenia nie zawsze umożliwiają bezpieczne prowadzenie zajęć dydaktycznych czy realizacji badań naukowych.

## **2. REALIZACJA INNOWACYJNEGO PROJEKTU Z WYKORZYSTANIEM SYSTEMU LEGO TECHNIC**

W publikacji [2] autor przedstawia, że urabianie w wyrobisku ścianowym polega na mechanicznym odpajaniu węgla od calizny poprzez skrawanie, co umożliwia załadunek tegoż urobku na przenośnik ścianowy, a następnie odtransportowanie go z wyrobiska. Stosowane są następujące technologie skrawania: frezowanie, struganie, wiercenie.

---

<sup>1</sup> Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii, Instytut Mechanizacji Górnictwa, ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice, tel.: 604 491 494, e-mail: jan.kania@polsl.pl

<sup>2</sup> Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii, Instytut Mechanizacji Górnictwa, ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice, tel.: 503 104 729, e-mail: michal.stawowiak@polsl.pl

<sup>3</sup> Studenckie Koło Naukowe „Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn” działające w Instytucie Mechanizacji Górnictwa na Wydziale Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej

Najbardziej rozpowszechnione jest frezowanie, realizowane przez ścianowe kombajny bębnowe wyposażone w dwa organy urabiające o poziomych osiach obrotu, usytuowanych prostopadle do czoła ściany (rys.1). Frezowanie realizowane jest w wyniku ruchu kombajnu wzdłuż czoła ściany i ruchu obrotowego obu organów. W większości kombajnów organ wyprzedzający obraca się podsiębiernie, a organ tylny nadsiębiernie. Zamiana kierunku obrotu organów urabiających zapewnia prawidłowy przebieg procesu ładowania, dzięki czemu unika się wystąpienia niekorzystnego zjawiska recyrkulacji urobku w organie urabiającym. Wyposażenie kombajnu w ramiona wychylne umożliwia dostosowanie wysokości warstwy skrawanej do lokalnej zmiany kierunku zalegania pokładu [2].

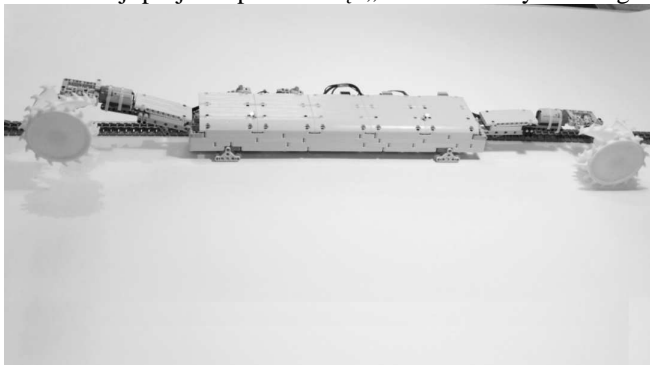
Z artykułu [3] wynika, że najlepiej rozwinięty pod względem wyposażenia technicznego w kompleksie ścianowym jest kombajn ścianowy (rys.1). Praktycznie trudno spotkać w podziemiach kopalń kombajn bez wyposażenia w elektroniczne układy sterowania i kontroli, a nawet praca niektórych z nich jest również monitorowana na powierzchni.

Systemy sterowania stosowane obecnie w maszynach i urządzeniach kompleksu ścianowego skupiają się przede wszystkim na realizacji funkcji wynikających z algorytmu działania maszyn, ale w ujęciu samodzielnym.



Rys.1. Kombajn ścianowy pracujący w podziemiach kopalń [7]

Mając na uwadze przedstawione zagadnienia w przytoczonych pozycjach literaturowych [2] i [3] oraz przedstawione uwarunkowania i utrudnienia, w procesie zdobywania wiedzy, wynikające ze specyfiki środowiska i miejsca pracy tych maszyn, w ramach Studenckiego Koła Naukowego „Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn” przystąpiono do realizacji projektu pod nazwą „Model zrobotyzowanego kombajnu górniczego” (rys.2).



Rys.2. Model zrobotyzowanego kombajnu górniczego

Członkowie Studenckiego Koła Naukowego „Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn” działającego przy Instytucie Mechanizacji Górnictwa, będący jednocześnie studentami studiów stacjonarnych II stopnia Wydziału Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej w Gliwicach, samodzielnie zaprojektowali i skonstruowali model zrobotyzowanego kombajnu górniczego (rys.2), który po raz pierwszy został zaprezentowany na XII Konferencji Kół Naukowych na Wydziale Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej (rys.3). Prezentacja wzbudziła szczególne zainteresowanie Uczestników.

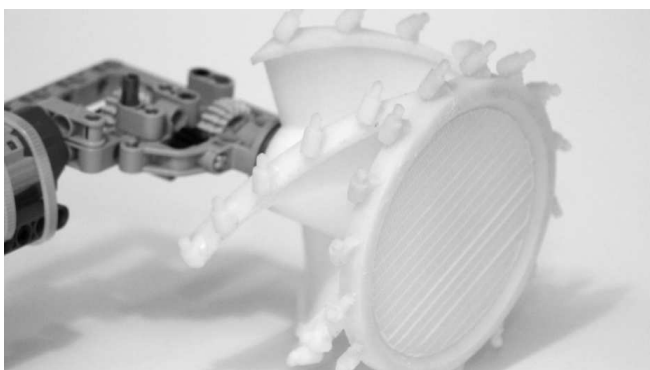
W wyniku przeprowadzonej analizy, której celem było rozpoznanie dostępności i wielkości cen poszczególnych elementów konstrukcyjnych, z których możliwe było wykonanie modelu kombajnu zdecydowano się na wykorzystanie elementów konstrukcyjnych i podzespołów napędowych systemu Lego Technic. System ten umożliwia aplikację gotowych elementów w postaci m.in. belek, ram, wałów, osi, kół zębatach, silników, siłowników, łączników, wchodzących w skład poszczególnych zestawów Lego Technic. Podstawową zaletą systemu Lego Technic jest łatwa dostępność oraz kompatybilność elementów konstrukcyjnych potrzebnych do budowy oraz modyfikacji modeli w celu jak najwierniejszego odwzorowania zasad działania rzeczywistej maszyny roboczej. Ponadto elementy te umożliwiają zbudowanie prototypów poszczególnych łańcuchów kinematycznych, ze szczególnym uwzględnieniem sposobu przeniesienia napędu.



Rys.3. Studenci podczas prezentacji Modelu zrobotyzowanego kombajnu górniczego na XII Konferencji Kół Naukowych na Wydziale Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej

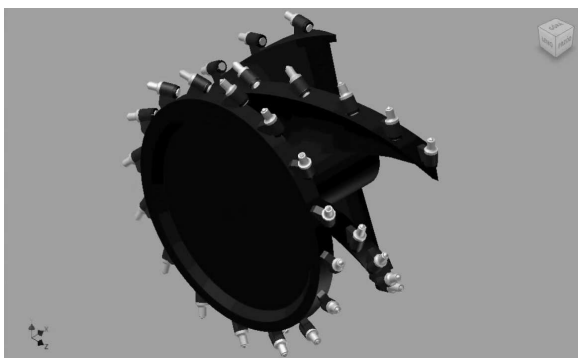
### 3. BUDOWA MODELU ZROBOTYZOWANEGO KOMBAJNU GÓRNICZEGO

Model wykonano z elementów konstrukcyjnych i podzespołów napędowych LEGO „TECHNIC”. Jedynymi elementami konstrukcyjnymi w modelu niewchodzącymi w skład systemu LEGO „TECHNIC” są organy urabiające (rys.4).



Rys.4. Model organu urabiającego wykonanego z tworzywa sztucznego ABS

Organy urabiające zostały zamodelowane w programie Autodesk Inventor (rys.5) przez studentów SKN „Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn”, natomiast wykonane w technice druku 3D z tworzywa sztucznego ABS (rys.4). Modelowe odlewy organów urabiających wiernie odwzorowują cechy konstrukcyjne rzeczywistych organów urabiających przedstawionych na rysunku 1.



Rys.5. Model organu urabiającego wykonanego w programie Autodesk Inventor

Do napędu poszczególnych podzespołów modelu zrobotyzowanego kombajnu wykorzystano 6 silników prądu stałego, zasilanych z zespołu akumulatorów. Silniki te są oryginalnymi silnikami z serii L oraz M, produkowanymi przez firmę LEGO. Natomiast realizacja wszystkich ruchów roboczych odbywa się poprzez sterowanie zdalne z dowolnego miejsca z wykorzystaniem promieni lasera podczerwonego z wykorzystaniem nadajników i odbiorników promieni wspomnianego lasera, które stanowią oryginalne podzespoły oferowane przez firmę LEGO.

Model zrobotyzowanego kombajnu symuluje wszystkie funkcje rzeczywiste obiektu takie jak: posuw kombajnu w dwóch kierunkach, podnoszenie i opuszczanie ramion z organami urabiającymi oraz obrót organów urabiających podsiębiernie lub nadsiębiernie.

Wszystkie funkcje robocze kombajnów ścianowych są wykonywane przez model zrobotyzowanego kombajnu ścianowego, przy czym istnieje możliwość, aby wszystkie funkcje były realizowane jednocześnie.

#### 4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Model zrobotyzowanego kombajnu górniczego stanowi innowacyjną pomoc dydaktyczną, przydatną w zakresie kształcenia inżynierów na specjalnościach studiowania na Wydziale Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej. Dzięki modelowi zrobotyzowanego kombajnu górniczego, studenci poznają jego budowę, zasadę działania bez konieczności udawania się w podziemie kopalń, gdzie nie zawsze panują bezpieczne warunki do prowadzenia zajęć dydaktycznych w postaci wyjazdów i wycieczek. Skonstruowany i zbudowany model zrobotyzowanego kombajnu górniczego zawiera w sobie wiele innowacyjnych rozwiązań konstrukcyjnych, które z teoretycznego punktu widzenia mogłyby być zastosowane w kombajnach pracujących w podziemiach kopalń. A ponadto model ten może być poddany procesowi całkowitego skomputeryzowania, polegającego na określeniu w programie komputerowym wszystkich ruchów roboczych kombajnu podczas wykonywania poszczególnych cykli pracy w ścianie wydobywczej. Model zrobotyzowanego kombajnu górniczego wraz z poszczególnymi rozwiązaniami konstrukcyjnymi podzespołów napędowych stanowi przedmiot zgłoszenia patentowego. Podjęte zadanie skonstruowania i wykonania modelu zrobotyzowanego kombajnu górniczego skupiło się na umiejętności rozwiązywania przez studentów problemów z zakresu mechaniki, mechatroniki, elektroniki, informatyki i automatyki. Nowoczesna edukacja inżynierska podczas realizacji pierwszej fazy budowy modelu mechatronicznego kombajnu górniczego objęła wiele obszarów tematycznych, do których można zaliczyć między innymi:

- teoria i metodologia:
  - innowacyjne angażowanie studentów,
- dobre praktyki i studium przypadku:
  - motywowanie i wspieranie studentów uczących się,
  - praca grupowa i pomoc koleżeńska,
- ewaluacja i badania:
  - zagadnienia badawcze,
  - projektowanie i użyteczność modelu.

Model zrobotyzowanego kombajnu górniczego może być wykorzystany jako stanowisko demonstracyjne, a także jako pomoc naukowo-dydaktyczna w procesie poznawania cech konstrukcyjnych, budowy i zasady działania rzeczywistej maszyny.

#### BIBLIOGRAFIA:

- [1] James J., Trobaugh i Mannie Lowe: Skuteczne programowanie LEGO MINDSTORMS. Wydawnictwo APN Promise. Warszawa 2013.
- [2] Jaszczuk M.: Ścianowe systemy mechanizacyjne. Wydawnictwo Śląsk. Katowice 2007.
- [3] Jaszczuk M., Tejszerski J., Kot D.: Zintegrowany system sterowania i oceny stanu technicznego kompleksu ścianowego. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa. R. 46, nr 9, s. 34 – 50.
- [4] Kmiec P.: Nieoficjalny przewodnik konstruktora LEGO Technic. Wydawnictwo APN Promise. Warszawa 2013.
- [5] Rollins M.: LEGO Technic w praktyce. Wydawnictwo APN Promise. Warszawa 2013.
- [6] Rollins M.: LEGO Robotyka w LEGO Technic. Wydawnictwo APN Promise. Warszawa 2013.
- [7] Materiały Techniczne Kopex Machinery S.A.

### **TRAINING ENGINEERS WITH THE USE OF LEGO TECHNIC SYSTEMS, EXPLAINED BASED ON AN EXAMPLE OF AUTOMATED SHEARER MODEL**