

# Dariusz Filipek, Dariusz Kalwasiński

---

## Wybrane narzędzia informatyczne i ich funkcje przydatne przy tworzeniu wizualizacji zagrożeń mechanicznych powstałych podczas użytkowania maszyn do obróbki skrawaniem metali

---

Edukacja - Technika - Informatyka nr 2(12), 142-147

---

2015

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

**Dariusz FILIPEK, Dariusz KALWASIŃSKI**

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Polska

## **Wybrane narzędzia informatyczne i ich funkcje przydatne przy tworzeniu wizualizacji zagrożeń mechanicznych powstałych podczas użytkowania maszyn do obróbki skrawaniem metali**

### **Wstęp**

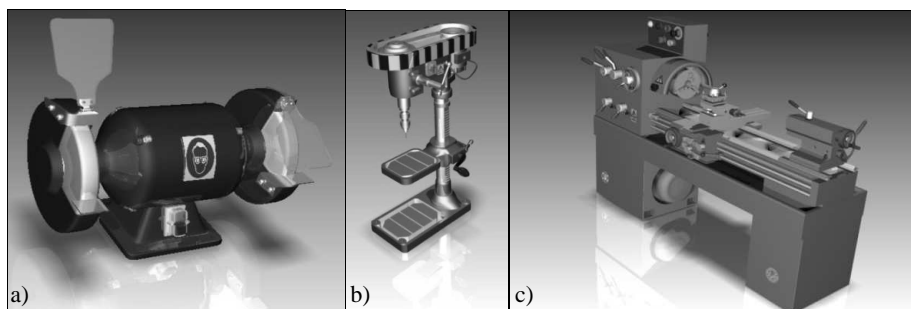
Prezentacja filmów dla pracowników, służb BHP oraz pracodawców staje się coraz popularniejszym sposobem na uatrakcyjnienie i prowadzenie szkoleń z zakresu BHP. Filmy te mogą stanowić nie tylko uzupełnienie szkolenia, ale często są traktowane jako główny materiał szkoleniowy, który poprzez swój dynamiczny, zapadający w pamięci przekaz i atrakcyjną formę trafiają idealnie do uczestników szkolenia. Dynamiczny rozwój technologii oraz ciągła aktualizacja stanu prawnego w dziedzinie BHP sprawiają, że istnieje zapotrzebowanie na wciąż nowe filmy o takiej tematyce.

Psychologia pracy wskazuje na istotne znaczenie obrazu w opisie sytuacji niebezpiecznych, który poprzez swoje oddziaływanie potęguje wrażenie zagrożenia wywieranego na odbiorcy. W przypadku prezentacji sytuacji niebezpiecznych oraz ich konsekwencji obejmujących wypadki ciężkie lub śmiertelne zastosowanie metod wizualizacji zagrożeń mechanicznych z wykorzystaniem techniki komputerowej czy też wirtualnej rzeczywistości jest jedyną z dostępnych metod [Kalwasiński 2014: 19–22; Filipek].

### **Wizualizacje zagrożeń mechanicznych**

W artykule przedstawione zostały wybrane narzędzia i ich funkcje dla trzech wizualizacji, w których prezentowane są zagrożenia występujące przy najbardziej reprezentatywnych maszynach do obróbki metalu: szlifierce stołowej (rys. 1a), wiertarce kolumnowej (rys. 1b), tokarce uniwersalnej (rys. 1c).

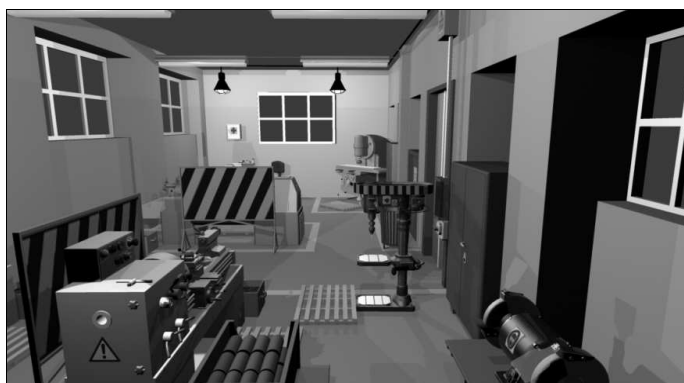
Wizualizacje te zostały wykonane z użyciem najnowszych technik do modelowania i animacji jako materiały szkoleniowe z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy dla pracowników przemysłu metalowego, służb BHP oraz pracodawców [Pasek 2007a, 2007b; Kelly 2009].



**Rys. 1. Modele komputerowe maszyn użytych w wizualizacjach zagrożeń mechanicznych: a) szlifierka stołowa, b) wiertarka kolumnowa, c) tokarka uniwersalna**

Najważniejszym elementem opracowanych wizualizacji było przedstawienie sytuacji niebezpiecznych, których ze względów bezpieczeństwa nie można aranżować w normalnych warunkach pracy. Forma opracowanych wizualizacji przedstawia dwie krótkie sekwencje filmowe. W pierwszej sekwencji pracownik wykonuje czynności niezgodnie z zasadami BHP, co prowadzi do powstania sytuacji wypadkowej, a w konsekwencji do samego wypadku. Natomiast w drugiej sekwencji przedstawiono prace wykonywane przez pracownika w sposób prawidłowy wraz ze wszystkimi koniecznymi środkami bezpieczeństwa, które są dodatkowo opisane w postaci ekranów informacyjnych na końcu każdego z filmów.

Dla potrzeb wizualizacji wykonano komputerowe środowisko pomieszczenia warsztatu mechanicznego (rys. 2) [Saulewicz 2007; Kalwasiński, Myrcha 2010; Grieger, Gert 2005: 384–392]. Środowisko, jak również elementy jego wyposażenia zostały odwzorowane na podstawie rzeczywistych warunków panujących w pomieszczeniu mechanicznym. Jego wnętrze wykonano, opierając się na zebranej dokumentacji szkicowej, pomiarowej i fotograficznej.



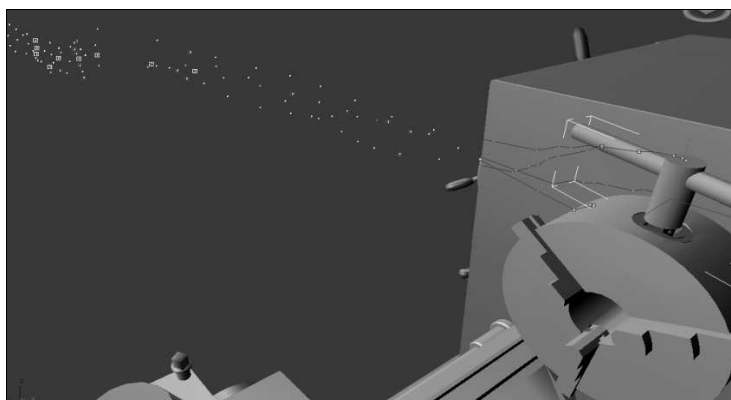
**Rys. 2. Zamodelowane komputerowe środowisko pracy warsztatu mechanicznego służące jako scenaria dla wizualizacji zagrożeń mechanicznych**

W dalszej części tekstu przedstawiono tytuły, krótki opis wykonanych wizualizacji [Kalwasiński, Filipek 2011: 14–17] oraz wybrane narzędzia pomocne przy ich tworzeniu.

### **Wyrzut klucza uchwytu tokarki**

W wizualizacji tej ukazany jest wypadek polegający na uderzeniu pracownika znajdującego się na sąsiednim stanowisku pracy przez wyrzucony z obracającego się uchwytu tokarskiego klucz trzpieniowy, który trafia go w klatkę piersiową.

Jednym z istotniejszych narzędzi, jakie zostało wykorzystane do wykonania tej wizualizacji, a ściślej mówiąc – do animowania samego wyrzutu klucza trzpieniowego z uchwytu tokarskiego, był tzw. tryb *trajectories* (rys. 3), który umożliwia zmianę położenia animowanego obiektu. Trajektoria to ścieżka, która opisuje ruch obiektu w przestrzeni. Dostarcza ona przydatnej wizualnej informacji na temat krzywych animacji oraz dzięki wyedytowanym kluczom umożliwia zmianę ich parametrów ruchu. Przydatne przy tej scenie było również narzędzie Object Motion Blur, które umożliwiło uzyskanie efektu rozmycia pojedynczego obiektu (w tym wypadku lecącego klucza tokarskiego) wynikającego z jego ruchu.

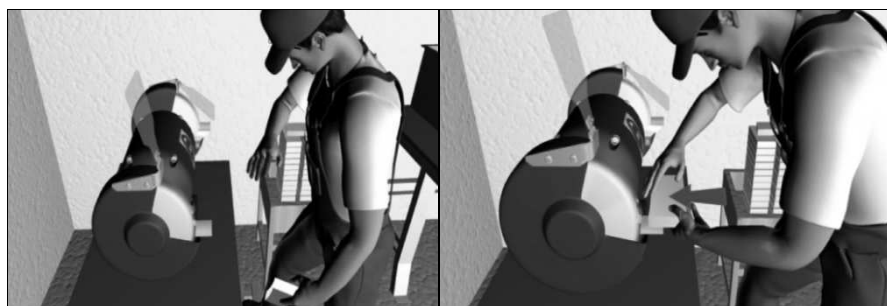


**Rys. 3. Rysunek przedstawiający trajektorie ruchu klucza trzpieniowego wyrzucanego z uchwytu tokarskiego**

### **Uraz dłoni pracownika wskutek kontaktu ze ściernicą**

Wizualizacja przedstawia uraz ręki pracownika podczas operacji szlifowania metalowego przedmiotu w trakcie sprawdzania jego gładkości [tamże].

Jednym z przydatnych narzędzi podczas prac na tą wizualizacją był modyfikator EditablePoly. Wykorzystany został do zwizualizowania zagrożenia mechanicznego związanego z otarciem lub skaleczeniem. Modyfikator w połączeniu z oknem dialogowym TrackView umożliwia zmianę parametrów materiału w odstępach czasowych, co pozwala zobrazować uraz powstały wskutek kontaktu pracownika z będącym w ruchu narzędziem (ściernicą) (rys. 4).



**Rys. 4. Sekwencje z filmu *Uraz dłoni pracownika wskutek kontaktu ze ściernicą* jako przykład wykorzystania modyfikatora EditablePoly**

### **Uraz związany z rozwiercaniem otworów w przedmiocie trzymanym oburącz**

Wypadek ma miejsce w wyniku uderzenia pracownika w klatkę piersiową przez przedmiot, który był wcześniej trzymany przez niego oburącz [Kalwasiński, Filipek 2011: 14–17].

W wizualizacji tej, ale także i w pozostałych, jednym z najistotniejszych elementów było wykorzystanie kinematyki prostej i kinematyki odwrotnej. Na rys. 5 przedstawiono fragment prawidłowej sekwencji, w której pracownik opuszcza głowicę wiertarki kolumnowej przy wykorzystaniu pokrętła jednoramiennego w celu przeprowadzenia rozwiercenia otworu w przedmiocie.



**Rys. 5. Fragment animacji związanej z operowaniem przez pracownika pokrętłem jednoramiennym do opuszczania i podnoszenia wrzeciona jako przykład zastosowania narzędzi kinematyki prostej i odwrotnej podczas wizualizacji obsługi wiertarki kolumnowej**

W kinematyce prostej obiekty, np. kości szkieletu animowanej postaci, połączone są w hierarchię polegającą na relacjach rodzic–dziecko. Powoduje to, że nie musimy animować obiektów jednocześnie. Animując obiekt typu rodzic,

powodujemy, że obiekt dziecko podąża za nim. Natomiast gdy animujemy obiekt dziecko, obiekt rodzic pozostaje w spoczynku.

Kinematyka odwrotna jest niejako rozwinięciem kinematyki prostej, gdzie oprócz prostych połączeń rodzic–dziecko na obiekty nałożone są pewne ograniczenia. W przypadku szkieletu człowieka jest to odpowiednie ograniczenie stopni swobody poszczególnym przegubom kości, np. w przypadku stawu łokciowego, który zgina się tylko względem jednej osi; konieczne jest ograniczenie ruchu względem dwóch pozostałych.

## Podsumowanie

Dzięki opisanym powyżej metodom i narzędziom, które stanowią tylko część możliwości, jakie dają współczesne programy komputerowe i animacja, możliwe było wykonanie wizualizacji zagrożeń mechanicznych jako materiałów uzupełniających szkolenia z zakresu bezpieczeństwa pracy podczas użytkowania stacjonarnych maszyn do obróbki metalu. Same wizualizacje mogą uatrakcyjnić szkolenia, a prezentowane w postaci filmów zdarzenia wypadkowe mogą podnieść świadomość osób szkolonych, szczególnie przyszłych operatorów maszyn. Pozwolą również na zaznajomienie ich z zagrożeniami występującymi na stanowisku pracy przy użytkowaniu maszyn, a także uzmysłwią im konieczność podejmowania odpowiednich działań mających na celu zmniejszenie ryzyka związanego z występowaniem tych zagrożeń.

## Literatura

- Filipek D., *Zastosowanie komputerowego środowiska na potrzeby tworzenia materiałów szkoleniowych z zakresu bezpieczeństwa pracy wybranych maszyn stacjonarnych*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Mechanika” z. 84(3/12).
- Grieger T., Gert Z. (2005): *Modeling of Occupational Health and Safety Aspects in the Digital Factory*”, „Computers in Industry” vol. 56.
- Kalwasiński D. (2014): *Koncepcja wykorzystania rzeczywistości wirtualnej do odwzorowania zdarzeń wypadkowych występujących podczas użytkowania suwnic*, „Przegląd Mechaniczny” nr 1.
- Kalwasiński D., Filipek D. (2011): *Multimedialne wizualizacje zagrożeń mechanicznych związanych z użytkowaniem maszyn w przemyśle metalowym*, „Bezpieczeństwo Pracy” 11.
- Kalwasiński D., Myrcha K. (2010): *Środowisko wirtualne dla potrzeb interaktywnej symulacji obsługi tokarki*, „Mechanik” nr 7.
- Kelly L. (2009): *Murdock 3ds Max 2009 – Biblia*, Gliwice.
- Pasek J. (2007a): *Modelowanie i animacja w 3ds Max*, Gliwice.
- Pasek J. (2007b): *3ds max Animacja od podstaw – Profesjonalne przygotowanie do tworzenia grafiki i animacji*, Gliwice.
- Saulewicz A. (2007): *Modelowanie zagrożeń mechanicznych występujących w magazynach*, XI Szkoła Komputerowego Wspomagania Projektowania, Wytwarzania i Eksploatacji, Jurata.

## **Streszczenie**

W artykule przedstawiono wybrane narzędzia informatyczne i ich funkcje, które są przydatne do tworzenia wizualizacji zagrożeń mechanicznych w trakcie użytkowania maszyn do obróbki metali. Omówiono również wybrane metody technik animacji ruchu tych elementów maszyn, które powodują obrażenia u operatorów. Wybrane wizualizacje zostały opracowane w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy (CIOP – PIB).

**Słowa kluczowe:** operatorzy maszyn, animacje, zagrożenia mechaniczne, wirtualna rzeczywistość.

## **Selected Tools of IT and Their Functions Useful for Creating Visualizations Mechanical Risks Arising During Use of Machines for Metal Machining**

### **Abstract**

This paper presents selected tools and their functions useful to create visualizations of mechanical hazards during use of metal processing machinery.

This paper also discusses selected methods of movement animation techniques of the elements which cause injuries in the machines operators. Selected visualizations were developed at the Central Institute for Labour Protection – National Research Institute (CIOP – PIB).

**Keywords:** machine operators, animations, mechanical hazards, virtual reality.