

---

dr inż. Dariusz MICHALAK  
dr inż. Łukasz JASZCZYK  
dr inż. Magdalena ROZMUS  
mgr inż. Wojciech WOŁCZYK  
mgr inż. Radosław LESISZ  
Instytut Techniki Górniczej KOMAG

## **Metody kształtowania bezpieczeństwa pracy z użyciem technologii informatycznych**

### *Streszczenie*

*W artykule zawarto przykłady rozwiązań opracowanych w Laboratorium Metod Modelowania i Ergonomii ITG KOMAG z zakresu kształtowania bezpieczeństwa pracy, z użyciem technologii informatycznych. Można je implementować zarówno na etapie projektowania maszyny, jak i podczas jej eksploatacji. W artykule przedstawiono także innowacyjne metody i środki informatyczne wspomagające bezpieczną realizację czynności utrzymania ruchu oraz realizację szkoleń.*

**Słowa kluczowe:** analizy ergonomiczne, metody komputerowe, bezpieczeństwo, szkolenia

**Keywords:** ergonomic analyses, computer methods, safety, trainings

---

### *Summary*

*Examples of solutions developed in the Laboratory of Modelling Methods and Ergonomics at the KOMAG Institute of Mining Technology for shaping the work safety with use of information technologies are given. They can be implemented both at the stage of designing the machine as well as during its operation. Innovative methods and information tools aiding the safe maintenance as well as trainings are presented.*

## **1. Wprowadzenie**

Podejmowanie działań w zakresie identyfikacji i kształtowania warunków pracy w górnictwie jest istotne z uwagi na wysoki stopień złożoności procesów technologicznych. Mnogość współdziałających ze sobą środków technicznych, ludzie pracujący w ich bezpośrednim otoczeniu, w trudnych warunkach środowiskowych wymagają uwzględnienia szeregu czynników, które w sposób bezpośredni wpływają na bezpieczeństwo pracy. Opracowywanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych wymaga przeprowadzenia szeregu analiz różniących się jednak w zależności od warunków pracy i stanu środka technicznego. Kształtowanie bezpiecznych warunków pracy wymaga z kolei stosowania narzędzi inżynierskich, jak i repozytoriów wiedzy, pozwalających na szybką implementację opracowanych metod. Z uwagi na występujące problemy w procesie eksploatacji oraz występujące zdarzenia wypadkowe, wymagane jest prowadzenie dodatkowych prac, wykraczających poza standardowe wymagania norm.

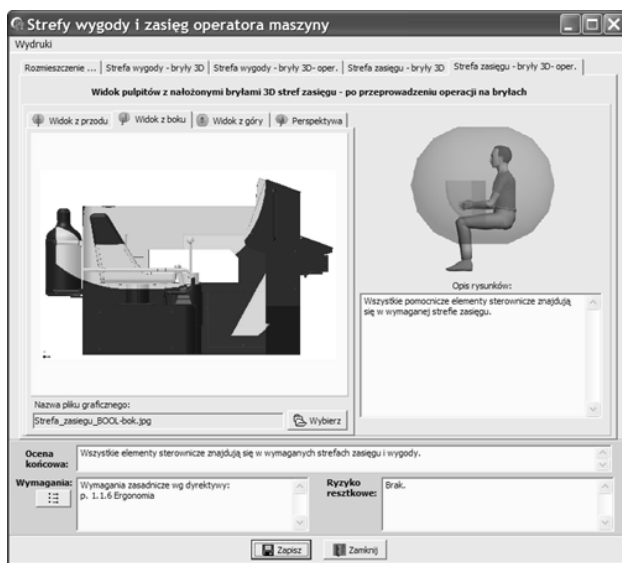
W Laboratorium Metod Modelowania i Ergonomii, Instytutu Techniki Górniczej KOMAG prowadzone są od szeregu lat prace związane z kształtowaniem bezpieczeństwa pracy. Tematyka prac badawczych realizowanych w tym okresie w bezpośredni sposób odpowiada na potrzeby klientów, głównie z branży górniczej. Zakres działalności laboratorium obejmuje

zarówno realizację prac komercyjnych, jak i działania badawcze mające na celu kreowanie nowych rozwiązań. W wyniku realizacji projektów badawczych krajowych i zagranicznych opracowano szereg innowacyjnych rozwiązań wspierających kształtowanie bezpiecznych metod i warunków pracy w całym cyklu życia maszyn.

## **2. Analizy ergonomiczne – proces projektowania**

Projektowanie innowacyjnych rozwiązań o wyróżniających się parametrach technicznych nie może odbywać się kosztem przyszłego użytkownika. Stąd też jednym z etapów projektowania nowych i modernizacji istniejących rozwiązań konstrukcyjnych są analizy ergonomiczne. Projektanci, dzięki rozwojowi narzędzi informatycznych, mają szerokie możliwości oceny opracowanych rozwiązań konstrukcyjnych w świetle ww. kryteriów [1]. Zakres podejmowanych analiz ergonomicznych uzależniony jest od typu konstrukcji i stopnia jej złożoności. Dostępność narzędzi CAD oraz ich stale rosnące możliwości pozwalają na jednoczesne projektowanie współdziałających ze sobą układów środków technicznych, o wysokim poziomie złożoności. W analizach ergonomicznych konieczne jest uwzględnienie stopnia złożoności analizowanej konstrukcji. Jednym z przykładów narzędzia wspomagającego realizację analiz ergonomicznych w podsta-

wowym zakresie jest system PRO-M [2], zawierający moduł programowy pozwalający na prostą ocenę i dokumentowanie wyników przeprowadzonej analizy [3]. Na rysunku 1 przedstawiono ekran programu zawierający wynik przeprowadzonej analizy ergonomicznej w zakresie badania stref zasięgu i wygody. Podstawowe informacje na temat dostosowania przestrzeni pracy do wymagań ergonomicznych można uzyskać wykorzystując do analizy proste modele 3D stref wygody i zasięgu. Wirtualną reprezentację stref wygody umieszcza się w środowisku programu CAD, lokalizuje względem siedziska operatora i następnie, wykorzystując operacje na bryłach, uzyskuje obraz stref-elementów maszyny, jakie znajdują się w zasięgu pracy operatora.



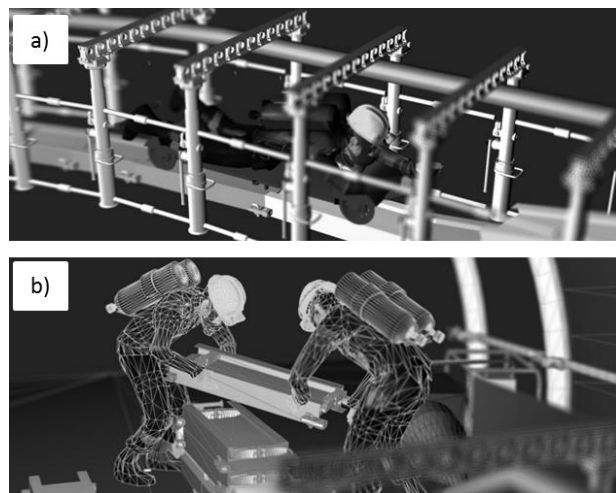
Rys. 1. Ocena stanowiska pracy operatora maszyny na podstawie analizy stref wygody i zasięgu [3]

W przypadku złożonych analiz ergonomicznych podstawowym czynnikiem warunkującym możliwość przeprowadzenia badania jest parametryczny, przestrzenny model człowieka. Umieszczanie w środowisku pracy prostych modeli, odwzorowujących optymalne strefy pracy, nie daje jednak pełnego obrazu sytuacji. Parametryczny model człowieka umieszczony w miejscu pracy pozwala nie tylko na optymalizację rozmieszczenia elementów sterujących w kabinie operatora, ale także daje możliwość oceny pola widzenia, obciążenia układu mięśniowo-szkieletowego czy oszacowania wydatku energetycznego [4]. Prowadzenie złożonych analiz może być realizowane na podstawie scenariuszy opisujących sposób obsługi maszyny. Na rysunku 2 pokazano przykłady wariantów analizy ergonomicznej kabiny operatora, jakie wykorzystano do wyboru optymalnego rozmieszczenia elementów sterowniczych w kabinie powierzchniowej lokomotywy wąskotorowej [5].



Rys. 2. Przykłady analizy wariantów rozmieszczenia elementów sterowniczych [5]

Kształtowanie scenariuszy jest ściśle związane z zakresem użytkowania maszyny. Wynikiem realizacji złożonych analiz ergonomicznych mogą być wytyczne dotyczące nie tylko kabiny operatora, ale także innych elementów wyposażenia, warunkujących komfortową i bezpieczną dla zdrowia operatora obsługę maszyny. W przypadku złożonych systemów mechanicznych stosuje się systemowe analizy ergonomiczne [1]. Pierwszym etapem takiej analizy jest budowa środowiska pracy, uwzględniającego nie tylko człowieka, ale także inne maszyny i urządzenia, które tworzą przestrzeń pracy. Na rysunku 3 przedstawiono przykładowe wizualizacje systemu wspomagającego prace ratowników górniczych [6].



Rys. 3. Widok wirtualnego miejsca pracy poddawanego ergonomicznej analizie systemowej: a) analiza operacji transportu, b) współdziałanie podczas wykonywania czynności montażowych [6]

Wirtualne środowisko pracy daje także możliwość optymalizacji postaci konstrukcyjnej poszczególnych elementów składowych systemu tak, aby było możliwe ich wzajemne współdziałanie.

### 3. Kształtowanie bezpieczeństwa pracy – proces eksploatacji

Współczesne rozwiązania techniczne, wyposażane są w systemy informatyczne, które zapewniają nie tylko optymalne sterowanie, ale także przekazują szereg informacji o aktualnym stanie maszyny. Informacje te przekazywane są w różnym zakresie - od standardowych parametrów pracy, takich jak: prędkość obrotowa, temperatura, aż po informacje wstępnie przetworzone np. o stopniu zużycia podzespołów [7]. Jednym z podstawowych źródeł pozyskiwania wiedzy o bezpiecznym i optymalnym sposobie użytkowania środków technicznych jest instrukcja obsługi oraz tworzone na jej podstawie technologie robót i instrukcje stanowiskowe. Główne kryteria, jakie powinny spełniać materiały rozpowszechniające zasoby wiedzy wspomagającej utrzymanie ruchu maszyn górniczych, powinny się charakteryzować: przekształceniem wiedzy ukrytej w wiedzę jawną, oraz prezentowaniem wiedzy w sposób czytelny i łatwo przyswajalny, jak również szybkim wyszukiwaniem zasobów adekwatnie do potrzeb pracowników, stosowanie jej zasobów w dowolnym miejscu i czasie, niezależnie od warunków. Rozwiązaniem spełniającym powyższe wymagania jest System Interaktywnych Instrukcji Obsługi INSTO, opracowany również w ITG KOMAG [8]. System powstał w wyniku prac badawczych realizowanych w ramach projektu europejskiego IAMTECH [9]. Jego główne cechy obejmują:

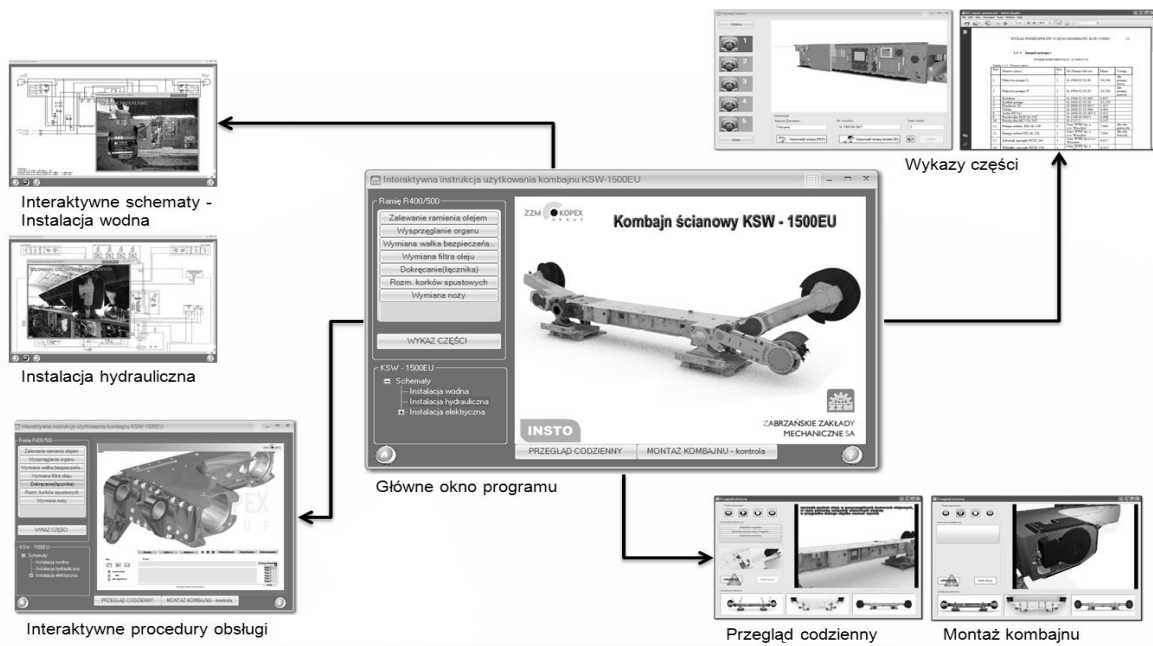
- zawartość taką jak standardowej (papierowej) instrukcji obsługi - zakres tematyczny zasobów wiedzy w systemie interaktywnych instrukcji jest identyczny, jak w tradycyjnej (papierowej) instrukcji obsługi. Poszczególne zakresy tematyczne prezentowane są nie tylko w standardowej formie tekstowej, ale także - w wybranym zakresie dotyczącym użytkowania maszyny oraz utrzymania ruchu tej maszyny (konserwacji, przeglądów i napraw) - z wykorzystaniem innych form prezentacji wiedzy, takich jak trójwymiarowe modele maszyn czy animacje,
- interaktywne symulacje czynności utrzymania ruchu - głównymi elementami symulacji interaktywnych są trójwymiarowe modele maszyn i urządzeń rozszerzone o tzw. elementy interakcyjne, pozwalające na dowolną zmianę punktu obserwacji oraz na odtwarzanie kolejnych kroków procesu montażowego. Taki sposób prezentacji ułatwia odbiór, a prezentowane czynności stają się zrozumiałe nawet dla niedoświadczonych pracowników,
- możliwość tworzenia wersji językowych - oferowanie produktów na rynkach zagranicznych wymusza konieczność przygotowania odpowiednich wersji językowych instrukcji obsługi. Struktura systemu pozwala na wykorzystywanie tych samych

zasobów, np. zdjęć z rejestracji obiektów rzeczywistych, w kilku wersjach językowych, przez co aktualizacja zasobów dokonuje się tylko raz w odniesieniu do wszystkich wersji systemu,

- możliwość tworzenia relacji pomiędzy zasobami systemu - zdefiniowanie wzajemnych relacji między zasobami aplikacji ułatwiający dotarcie do poszczególnych zasobów na wiele sposobów, zarówno z poziomu menu, jak i z innych zasobów systemu,
- zasoby systemu wzbogacone o modele trójwymiarowe, rejestracje wideo, animacje komputerowe instrukcje obsługi, dostarczane w formie drukowanej, zawierające płaskie rysunki, schematy i fotografie z rejestracji rzeczywistych obiektów oraz wykonywania czynności montażu i demontażu. Środowisko komputerowe użytkownika aplikacji pozwala na zamieszczenie w ramach zasobów systemu materiałów filmowych przedstawiających wykonywanie poszczególnych czynności (np. obsługi, naprawy), na obiektach rzeczywistych oraz modeli trójwymiarowych lub animacji komputerowych obrazujących np. działanie podsystemów maszyny,
- dostępność zasobów systemu, która odbywa się z wykorzystaniem urządzeń mobilnych klasy PDA oraz tablet PC. Rozwiązania mobilne pozwalają na przeglądanie zasobów w dowolnym miejscu i czasie, a w przypadku zastosowania rozwiązań sprzętowych dopuszczonych do pracy w atmosferze wybuchowej, także bezpośrednio w miejscu pracy,
- dostęp do zasobów, który jest profilowany. Uprawnienia w zakresie dostępu do zasobów aplikacji są nadawane poprzez przypisanie identyfikatora oraz hasła poszczególnym użytkownikom lub grupom użytkowników aplikacji.

Przykład interfejsu użytkownika interaktywnej instrukcji obsługi przedstawiono na rysunku 4.

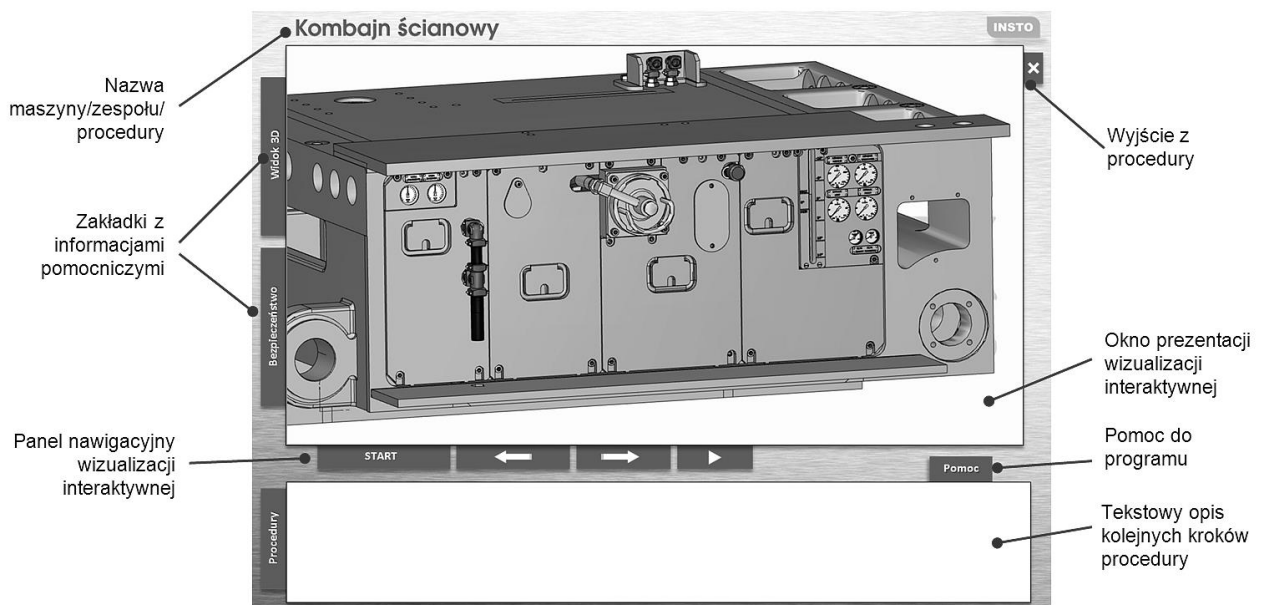
Interaktywne procedury obsługi stanowią podstawowy element systemu wspomagania utrzymania ruchu maszyn. Całość informacji zebranych w procesie pozyskiwania wiedzy na etapie tworzenia kolejnych kroków procedury obsługi-naprawy zawarta jest w jednym pliku. Przyjęty format zapisu jest uniwersalnym formatem wymiany danych, co daje gwarancję prawidłowego działania na większości komputerów stacjonarnych i przenośnych. Istota interaktywnych procedur polega na dostarczeniu użytkownikowi możliwości interakcji z dostarczonym materiałem informacyjnym. Użytkownik ma możliwość samodzielnego przechodzenia do kolejnych kroków procedury, nawigowania pomiędzy nimi, powracania do części trudniejszych, szybkiego przechodzenia przez znane fragmenty procedury i przechodzenia do kolejnych kroków procedury we własnym tempie.



Rys. 4. Interaktywna Instrukcja Obsługi INSTO – interfejs użytkownika [8]

Stosowane aktualnie procedury obsługi w wersji papierowej zawierają listy kroków zapisane w postaci krótkich opisów słownych. Taki opis wiedzy jest odpowiedni dla doświadczonych pracowników utrzymania ruchu i może być traktowany jedynie jako lista kontrolna zapewniająca utrzymanie właściwej kolejności wykonywania czynności. W procedurach interaktywnych zastosowano widok interaktywny, który umożliwia dowolną zmianę punktu obserwacji obiektu. Pozwala to zorientować się, gdzie znajduje się obsługiwany

element oraz jak wygląda jego model przestrzenny. Na rysunku 5 przedstawiono opis podstawowych elementów składających się na okno procedury serwisowej. Procedury obsługi podzielono na kroki. Każdy z kroków posiada przypisaną informację tekstową oraz krótką animację obrazującą sposób wykonywania czynności. Animacja może obrazować sposób demontażu elementu, zastosowania narzędzi pomocniczych oraz wizualizować sposób wykonywania czynności dodatkowych np. pomiarów, czy regulacji.

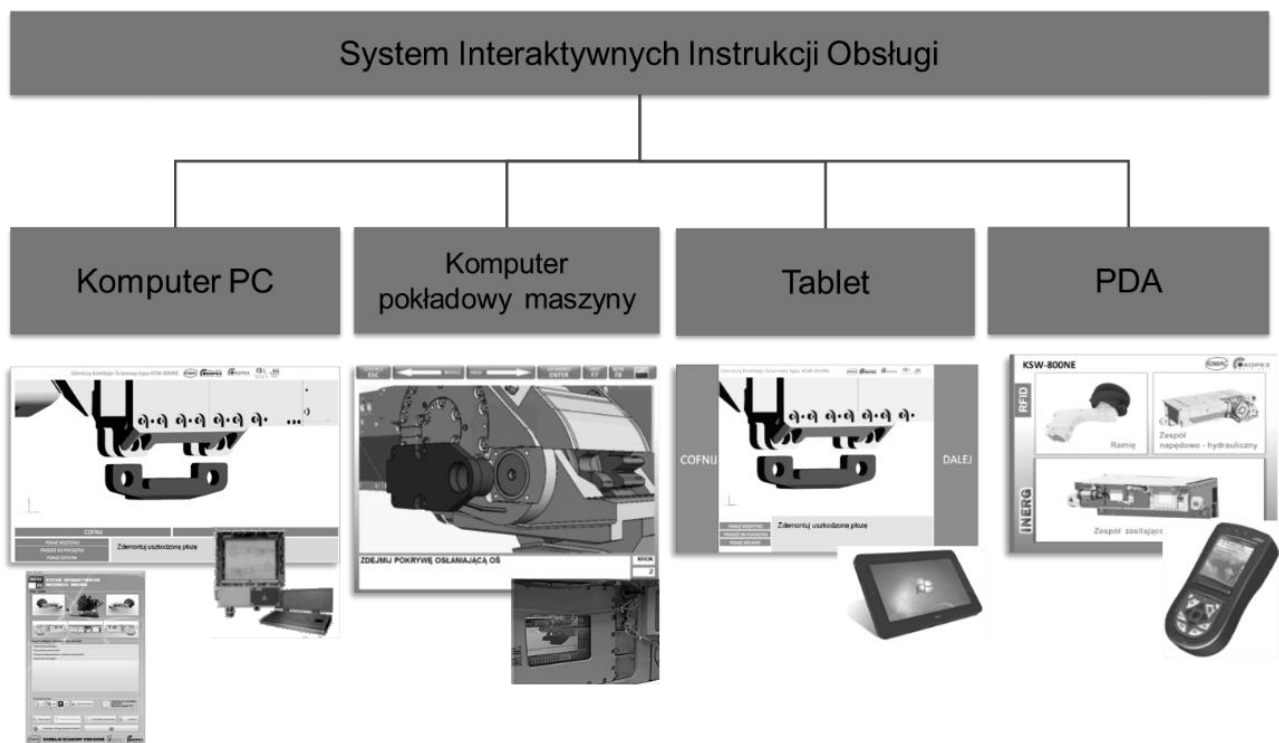


Rys. 5. Interaktywna procedura obsługi – opis podstawowych elementów [8]

Z punktu widzenia użytkownika najistotniejszy aspekt to dostępność, czyli możliwość uzyskania łatwego dostępu do wiedzy. Naturalnym sposobem rozpowszechniania wiedzy jest aktualnie Internet. Z uwagi na szereg ograniczeń związanych ze specyfiką pracy w podziemiach kopalń zastosowanie tego medium jest jednak ograniczone. Dlatego też w ramach projektu INERG [10] opracowano szereg rozwiązań programowych usprawniających rozpowszechnianie wiedzy o bezpiecznych metodach pracy. Na rysunku 6 przedstawiono zestawienie platform sprzętowych, dla jakich dostępny jest system INSTO.

Możliwości prezentacji poszczególnych treści są zatem ograniczone.

Oparty na nowoczesnych formach upowszechniania wiedzy System Interaktywnych Instrukcji Obsługi INSTO pozwala na pokonanie tego problemu. Zróżnicowana funkcjonalność poszczególnych aplikacji INSTO pozwala wspomagać uczestników procesu utrzymania ruchu niezależnie od zakresu przyporządkowanych im zadań oraz warunków, w jakich zadania są wykonywane. Zaproponowane rozwiązania umożliwiają także ciągłą rozbudowę i aktualizację zasobów wiedzy.



Rys. 6. System Interaktywnych Instrukcji Obsługi - zestawienie obsługiwanych platform sprzętowych [10]

Wykorzystano, między innymi możliwość prezentacji wiedzy na komputerze pokładowym, co pozwala na dostęp do zasobów instrukcji obsługi i procedur serwisowych bezpośrednio z panelu operatora maszyny.

W przypadku złożonych systemów mechanicznych wiedzę charakteryzuje szeroki zakres z uwagi na zindywidualizowaną konstrukcję maszyn oraz zindywidualizowane warunki na stanowiskach pracy, gdzie wykonywane są czynności z zakresu utrzymania ruchu. Zasoby wiedzy stosowane obecnie we wspomaganie utrzymania ruchu maszyn górniczych są niewystarczające, w szczególności ze względu na zastosowane tradycyjne formy prezentacji wiedzy oraz ich rozpowszechnianie na nośniku papierowym.

#### 4. Kształtowanie bezpieczeństwa pracy – proces szkolenia pracowników

Oferta Laboratorium Metod Modelowania i Ergonomii w zakresie szkoleń obejmuje zarówno rozwiązania bierne – takie jak filmy szkoleniowe, jak i rozwiązania aktywne – czyli interaktywne gry szkoleniowe, które angażują użytkownika w większym stopniu.

Materiały szkoleniowe, przygotowywane w formie krótkich filmów, to rozwiązania znane i rozpowszechnione już od wielu lat w polskich kopalniach. W Laboratorium Metod Modelowania i Ergonomii ITG KOMAG opracowano ponad 110 filmów szkoleniowych realizowanych techniką animacji oraz techniką rejestracji wideo. Rozwój narzędzi do tworzenia materiałów multimedialnych pozwala na ciągłe doskonalenie

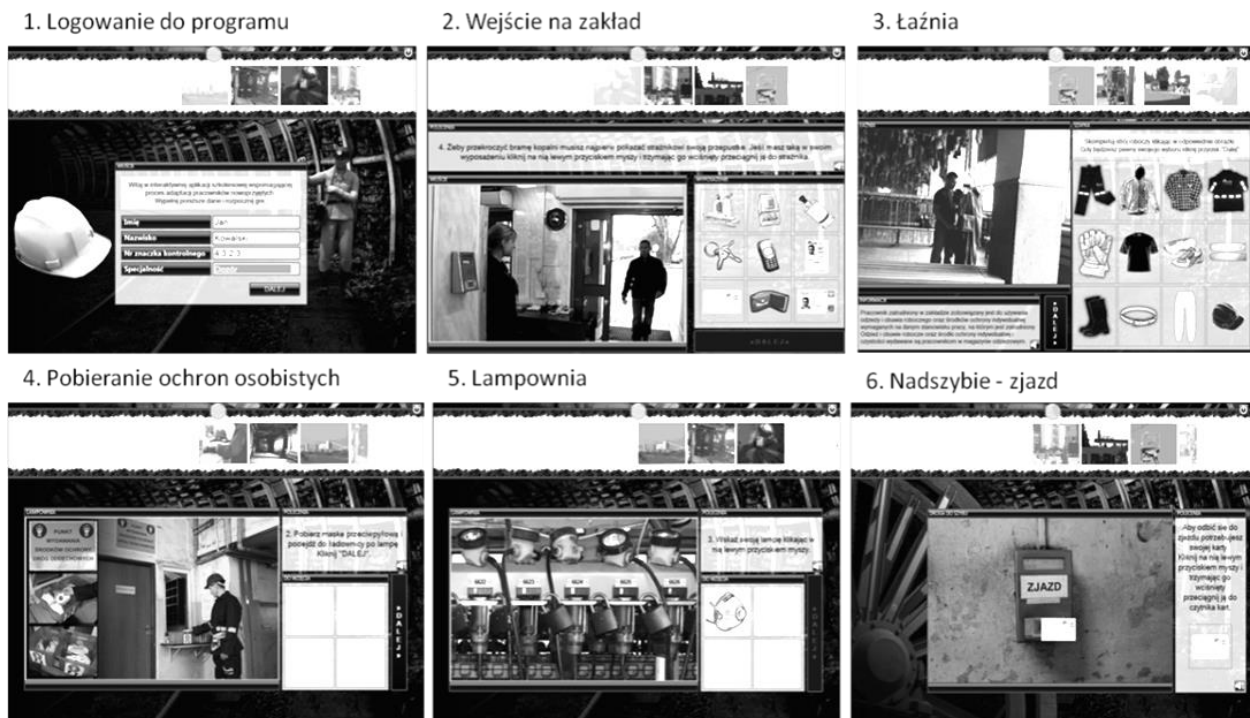
warsztatu, podnoszenie jakości przygotowywanych materiałów, poprawę realizmu oraz aspektów związanych z warstwą wizualną [11]. Stosowane są innowacyjne rozwiązania pozwalające na zestawianie elementów rejestracji wideo z rzeczywistych lokalizacji z elementami grafiki 3D. Łączenie różnych technik wizualizacji podnosi poziom realizmu materiału, gdyż w wizualizacji występują miejsca, które są rozpoznawalne przez pracowników. Dodatkowo, zastosowanie elementów grafiki 3D zintegrowanych ze zdjęciami, pozwala na prezentację sytuacji i zdarzeń, których odtworzenie, np. z udziałem aktorów, nie byłoby możliwe, z uwagi na możliwość uszkodzenia ciała [12].

Rozwój metod prezentacji wiedzy i stosowanie najnowszych rozwiązań z tego zakresu ma zatem wpływ na odbiór przez szkolenych. Bardzo ważnym elementem jest również odpowiedni dobór tematyki opracowywanych materiałów oraz przyjęta forma prezentacji.

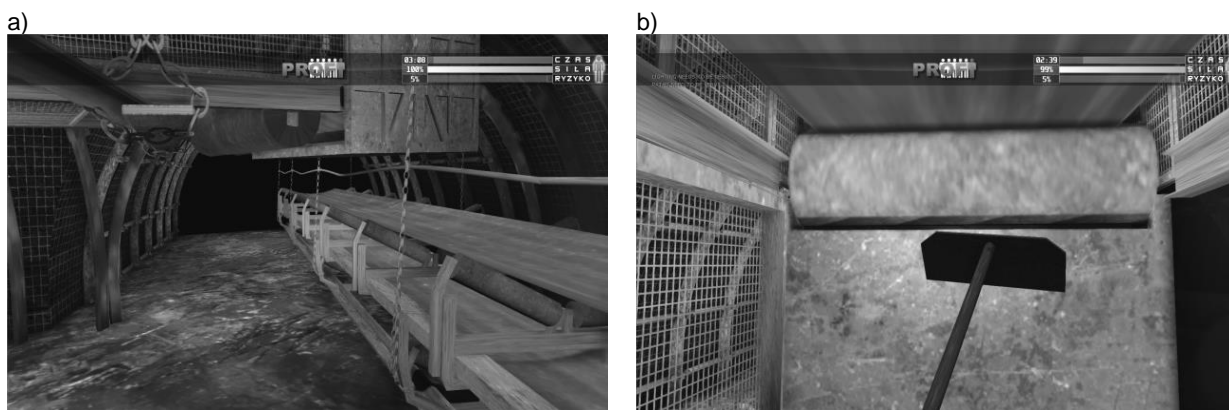
Uczestnicy szkolenia tracą zainteresowanie, jeśli przez dłuższy czas nie jest od nich wymagana żadna forma aktywności. W celu zwiększenia efektywności szkolenia, stosuje się zatem materiały w postaci filmów np. rekonstrukcji wypadków wraz z działaniami profilaktycznymi. Forma takiego rozwiązania jest skuteczna w sytuacji, kiedy filmy nie są prezentowane zbyt długo. Po godzinnym bloku filmów koncentracja uwagi słuchaczy znacząco słabnie. Konieczne zatem staje się wprowadzenie do szkolenia elementu aktywującego - interaktywnych materiałów szkoleniowych.

Przykładem są gry szkoleniowe (ang. Serious Games), będące symulacjami konkretnych operacji roboczych i sytuacji, w których szkolony może się znaleźć w trakcie wykonywania pracy [13]. Wprowadzenie gry szkoleniowej jako formy szkolenia, pozwala na wydłużenie czasu aktywnego udziału uczestników w zajęciach. Wybór takiej formy prezentacji wiedzy nie jest przypadkowy, gdyż osoby przyjmowane do pracy to najczęściej osoby młode, zaznajomione z techniką komputerową, dla których ta forma prezentacji jest lepiej przyswajalna [14]. Na rysunku 7 przedstawiono wybrane ekrany z gry szkoleniowej przygotowanej na potrzeby adaptacji zawodowej dla nowo przyjętych.

Gra szkoleniowa polega na wirtualnym przejściu drogi, od wejścia na teren zakładu, aż do dojścia na miejsce pracy. W aplikacji umieszczono materiały filmowe zarejestrowane na terenie zakładu górniczego, w którym odbywa się szkolenie, przez co prezentowane zadania odwołują się do rzeczywistych miejsc, w których przebywać będzie szkolona osoba. Drogę dojścia do miejsca pracy podzielono na etapy, w których użytkownik ma za zadanie wykonać określone czynności, mieszcząc się w zadanym czasie. Wszystkie podejmowane decyzje są monitorowane i uwzględniane w generowanym raporcie. Jednym z najnowszych rozwiązań w ofercie Laboratorium Metod Modelowania i Ergonomii ITG KOMAG są interaktywne gry szkoleniowe realizowane w wirtualnym środowisku pracy. Pełne odwzorowanie 3D środowiska pracy pozwala uzyskać efekt tzw. immersji, czyli zagłębienia w wirtualnym świecie [15]. Na rysunku 8 przedstawiono zrzuty ekranu z gry, która pozwala na przeciwiczenie czynności czyszczenia przenośnika taśmowego.



Rys. 7. Interaktywna aplikacja wspomagająca realizację procesów szkoleniowych [14]



Rys. 8. Zrzuty ekranu gry dotyczące czyszczenia rolek przenośnika taśmowego  
 a) widok stacji napędowej przenośnika taśmowego, b) czynność czyszczenia rolki przenośnika taśmowego [15]

Przekazywanie wiedzy pracownikom nie ogranicza się jedynie do szkoleń okresowych, lecz realizowane jest także w trybie ciągłym, z zastosowaniem różnych form prezentacji wiedzy. Skuteczność szkolenia w dużym stopniu zależy od jego formy, stąd też zakłady górnicze zaczęły wykorzystywać Internet jako medium pozwalające na przekazywanie wiedzy. Ma to na celu głównie zwiększenie zaangażowania uczestników szkoleń i tym samym przyswojenie przez nich większej liczby informacji. Udostępnienie pracownikom platformy internetowej samo w sobie powoduje zwiększenia zaangażowania w proces uczenia się. Bardzo ważną jest motywacja do uczenia się. Dlatego też działy BHP i szkolenia organizują konkursy wiedzy z zakresu znajomości przepisów BHP, w których przewidziane są atrakcyjne nagrody. Powoduje to wzrost zainteresowania pracowników tego rodzaju platformami i wpływa na ich zaangażowanie w proces ciągłego doskonalenia się poprzez pogłębianie wiedzy [16]. Organizowane przez specjalistów z ITG KOMAG konkursy BHP dla zakładów górniczych cieszą się z roku na rok coraz większą popularnością. Na rysunku 9 przedstawiono fotografię z finału konkursu jaki odbył się w 2014 roku w Zakładzie Górniczym Janina.



Rys. 9. Finał konkursu BHP – Zakład Górniczy Janina 2015  
 [opracowanie własne]

Działania związane z realizacją konkursu BHP obejmują m. in.: przygotowanie materiałów promocyjnych, opracowanie i udostępnienie platformy internetowej oraz organizację finału konkursu. Kluczowym i pracochłonnym działaniem w tym zakresie było przygotowanie bazy 600 pytań z zakresu BHP, prawa pracy oraz prawa geologicznego i górniczego. Rozbudowana baza pytań o zróżnicowanym poziomie trudności sprawiła, że uczestnicy konkursu mogli wykazać się wszechstronną wiedzą z wielu dziedzin, co stanowiło o wysokim poziomie merytorycznym konkursu.

## 5. Podsumowanie

W artykule przedstawiono przykłady rozwiązań z oferty Laboratorium Metod Modelowania i Ergonomii ITG KOMAG wspomagających kształtowanie bezpiecznych warunków pracy z użyciem technologii informatycznych. Opisane rozwiązania można implementować zarówno na etapie projektowania maszyn, jak i podczas ich eksploatacji. Ponieważ nie wszystkie problemy związane z obsługą maszyn można eliminować na etapie projektowania, konieczne jest ich uwzględnienie w kolejnych etapach cyklu życia maszyny. Dlatego też istotny jest prawidłowy przepływ informacji pomiędzy producentem/dostawcą maszyny a użytkownikiem. Opracowane w ITG KOMAG metody rozpowszechniania wiedzy w zakresie bezpiecznych metod pracy z jednej strony wymagają transferu wiedzy na linii producenci maszyn górniczych - zakłady górnicze, a z drugiej - pozwalają ją wykorzystać.

## Literatura

1. Michalak D.: Ocena rozwiązań konstrukcyjnych maszyn i urządzeń górniczych w świetle kryterium ergonomicznego. *Mechanik* 2013 nr 7.
2. PRO-M Program wspierający ocenę ryzyka w procesie projektowania maszyn - <http://www.ciop.pl/17494.html>

- 
3. Michalak D., Jaszczyk Ł.: Wspomaganie oceny ryzyka związanego z niedostosowaniem maszyny do cech antropotechnicznych operatora. W: Monografia Bezpieczeństwo Przemysłowe, Tom 2. Pod red. Urbaniaka M., Warszawa 2008.
  4. Michalak D., Rozmus M., Winkler T.: Shaping of Working Conditions Using ICT Technology. W: Handbook of Loss Prevention Engineering, volume 1. Pod red. Haight M. J., Wiley-VCH, Weinheim, Germany 2013.
  5. Michalak D. i in.: Lokomotywa dołowa elektryczna WLP-50M. Analiza ergonomiczna kabiny operatora lokomotywy WLP-50M, ITG KOMAG, Gliwice 2008 (materiały nie publikowane).
  6. PROJEKT INREQ - Enhanced effectiveness and safety of rescuers involved in high risk activities by designing INnovative Rescue EQUIPMENT systems, RFCR-CT-2012-00002.
  7. Bartoszek S., Jagoda J., Jasiulek D., Jura J., Latos M., Stankiewicz K.: System wibrodiagnostyczny maszyn górniczych. KOMTECH 2013, Innowacyjne techniki i technologie dla górnictwa. Bezpieczeństwo - Efektywność - Niezawodność, Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Gliwice 2013.
  8. Jaszczyk Ł., Michalak D., Rozmus M., Winkler T.: Methods and tools supporting maintenance of mining machines. State of the Art. Innovative Mechanization Techniques and Technologies, Monograph No. 10, Scientific editorial staff of the monograph: Magdalena Rozmus, Dariusz Michalak, KOMAG Institute of Mining Technology, Gliwice 2011 s. 8-13.
  9. RFCS Coal RTD Programme Contract No. RFCR-04001, IAMTECH, Increasing the Efficiency of Roadway Drivages through the application of Advanced Information, Automation and Maintenance Technologies, KOMAG.
  10. INERG: Innowacyjne rozwiązania maszyn wydobywczych podnoszące bezpieczeństwo energetyczne kraju. Umowa ZPB/5/64812/IT2/10.
  11. Michalak D., Lesisz R.: Innowacyjne formy szkolenia pracowników zakładów górniczych. Mechanik 2013 nr 7.
  12. Winkler T., Michalak D., Jaszczyk Ł.: The Use of Visualization of Risk Factors in Creation of Work Safety. Proceedings of the Eighteenth International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection (MPES 2009). Banff, Alberta, Canada November 16 – 19, 2009. The Reading Matrix Inc., Irvine, CA, USA.
  13. Michael A. White: Serious Games for UAS Training. AHFE International 2010, 3rd International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE, Miami, USA, 17-20 July 2010.
  14. Michalak D., Lesisz R.: Zastosowanie interaktywnych aplikacji w szkoleniach pracowników górniczych zakładów podziemnych. Mechanik 2011 nr 7.
  15. Jaszczyk Ł. i in.: Konkursy wiedzy z BHP w samokształceniu pracowników zakładów górniczych. Eduk. Ustawicz. Doros. 2015 nr 2 s. 122 - 134, ISSN 1507-6563.
  16. Michalak D., Rozmus M., Lesisz R., Wołczyk W.: Narzędzia informatyczne podwyższające kompetencje interpersonalne osób dozoru ruchu i kompetencje fachowe robotników - Projekt PROF1. KOMTECH 2014, Innowacyjne techniki i technologie dla górnictwa. Bezpieczeństwo - Efektywność - Niezawodność, Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Gliwice 2014.

*Artykuł wpłynął do redakcji w lipcu 2015 r.*