

dr inż. ADAM ZYGMUNT
mgr inż. MAREK SZCZYGIEL
Urząd Górniczy do Badań Kontrolnych
Urządzeń Energomechanicznych

Systemy wizualizacji jako narzędzie optymalizacji i nadzoru pracy górniczych wyciągów szybowych

Przedstawiono znaczenie systemów wizualizacji w sprawnym i bezpiecznym funkcjonowaniu ciągów technologicznych związanych z transportem pionowym. Na przykładzie wykorzystania istniejących platform wizualizacyjnych pokazano praktyczne możliwości zastosowania narzędzi programistycznych do optymalizacji pracy oraz nadzoru górniczych wyciągów szybowych.

1. WPROWADZENIE

Budowane współcześnie jak i modernizowane maszyny wyciągowe (rys. 1) wyposażone są w złożone systemy wizualizacji stanów pracy nie tylko samych maszyn wyciągowych, ale również innych elementów górniczych wyciągów szybowych [1], w szczególności urządzeń sygnalizacji i łączności szybowej, urządzeń przyszybowych oraz załadowniczych [8].

Jest to związane z dążeniem do zapewnienia obsłudze możliwie pełnego spektrum sygnałów i stanów logicznych, decydujących o poprawnej pracy całego ciągu technologicznego, jakim jest skipowy wyciąg wydobywczy bądź wyciąg materiałowo-zjazdowy. Systemy wizualizacji zapewniają nie tylko właściwą realizację interfejsu „człowiek-maszyna”, ale po spełnieniu pewnych warunków, o których mowa w referacie, pozwalają na niezależne odtworzenie chronologicznego przebiegu zdarzeń. Jest szczególnie



Rys. 1. Dwusilnikowa maszyna wyciągowa wyciągu skipowego z hamulcem tarczowym odwodzonym hydraulicznie



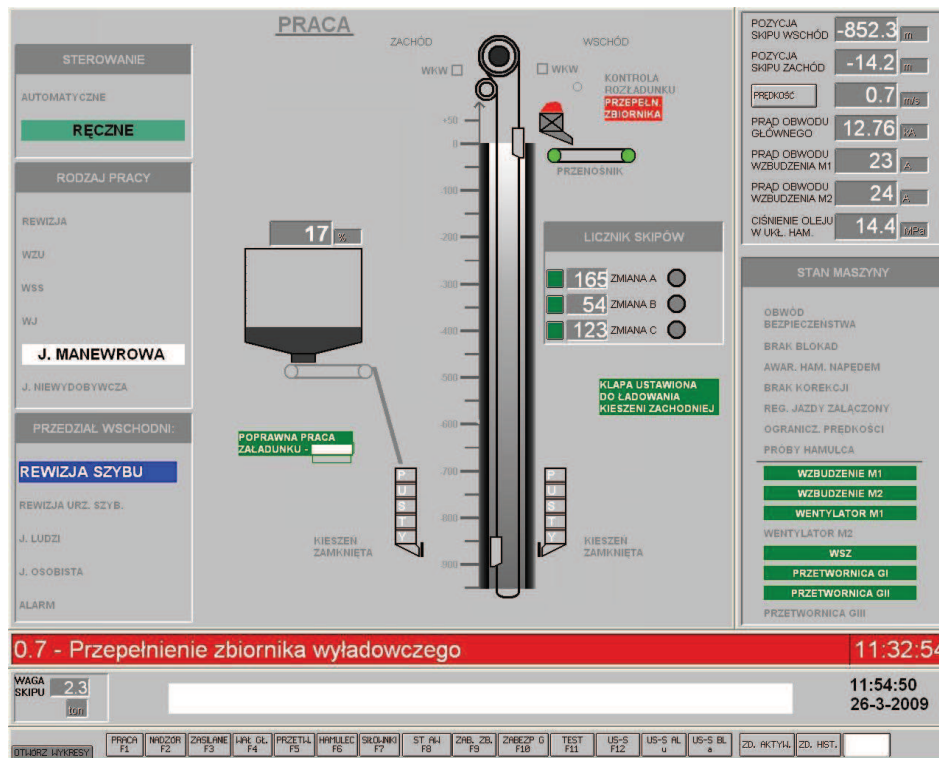
Rys. 2. Stanowisko sterownicze maszynisty wyciągu skipowego

ważne w czasie analizy zdarzeń nietypowych, aby w sposób obiektywny powstał ich scenariusz. Możliwe zatem jest skonstruowanie narzędzia do pozyskania informacji o górniczym wyciągu szybowym i ewentualnych anomalii w stosunku do przyjętego modelu dla zrealizowania kontroli pracy wyciągu. Wielowątkowa analiza uzyskanych informacji z systemu wizualizacji (monitoringu [7]) pozwala również na optymalizację „krzywej jazdy” wyciągu szybowego (prędkości jazdy w funkcji czasu), uwzględniającą zarówno wydajność jak i trwałość eksploatacyjną poszczególnych elementów górniczych wyciągów [5].

2. STANOWISKO STEROWNICZE MASZINY WYCIĄGOWEJ

Stanowiska sterownicze maszyn wyciągowych górniczych wyciągów szybowych, zarówno tych budowanych współcześnie, jak i modernizowanych częściowo [4], wyposażone są w złożone systemy wizualizacji stanów pracy. Układ wizualizacji obejmuje najczęściej nie tylko same maszyny wyciągowe, ale również coraz częściej istotne elementy ciągu technologicznego transportu pionowego, w szczególności zobrazowanie pracy elementów urządzenia sygnalizacji i łączności szybowej (alternatywnie urządzenia sterowniczo-sygnalowego), urządzeń przyszybowych oraz załadowniczych [6]. Jest to związane z dążeniem do zapewnienia obsłudze dostępu do możliwie pełnego spektrum sygnałów i stanów logicznych, decydujących o poprawnej pracy złożonego systemu transportu, jakim jest skipowy wyciąg wydobywczy bądź wyciąg materiałowo-zjazdowy.

Systemy wizualizacji zapewniają nie tylko poprawną realizację interfejsu „człowiek-maszyna”, dostarczając obsłudze niezbędnych danych do właściwej obsługi oraz przyjmując do realizacji polecenia obsługi. Jeśli bowiem uwzględnimy fakt, iż w jednym miejscu, na wspólnej podstawie czasu jest możliwe archiwizowanie danych istotnych pochodzących z różnych, niezależnych urządzeń (maszyna wyciągowa, urządzenie sygnalizacji i łączności szybowej, urządzenia załadownicze, rozdzielnia zasilająca, itp.), staje się oczywistym fakt, iż jesteśmy w posiadaniu narzędzia, które poprzez zapewnienie chronologicznego zapisu zdarzeń udostępnionych dla systemu wizualizacji, pozwala na wiarygodne, niezależne od subiektywnej oceny obsługi, odtworzenie przebiegu zdarzeń w interesującym nas przedziale czasowym. Jest szczególnie ważne w czasie analizy zdarzeń nietypowych, awaryjnych, aby w sposób możliwie obiektywny i bezstronny powstał ich scenariusz. Podstawową wadą dotychczas wykorzystywanych metod archiwizacji sygnałów i wielkości fizycznych (np. prędkość maszyny wyciągowej, wartość ciśnienia medium hamulcowego, wartości prądów obwodu głównego i obwodu wzbudzenia silnika wyciągowego) była niespójność czasowa pomiędzy sygnałami pochodzącymi z różnych źródeł. Polegała ona na braku synchronizacji czasu pomiędzy poszczególnymi urządzeniami rejestrującymi, np. aparatem rejestrującym maszyny wyciągowej, zapisami w pamięci sterowników logicznych PLC tworzących układ sterowania, regulacji i zabezpieczeń maszyny wyciągowej, niezależnymi systemami sterowania (rys. 2) urządzeniami przyszybowymi, w tym załadowniczymi itd. [2, 3].



Rys. 3. Ekran podstawowy wizualizacji pracy skipowego wyciągu szybowego

3. WIZUALIZACJA STANÓW PRACY

Ważnym, przełomowym punktem w obszarze kontroli bezpieczeństwa było wprowadzenie wspólnego systemu wizualizacji i archiwizacji stanów pracy urządzeń (rys. 3), tworzących ciąg technologiczny, który pozwala na poprawną synchronizację zapisów poszczególnych sygnałów. Jest to możliwe poprzez zastosowanie wspólnych protokołów komunikacji pomiędzy systemem wizualizacji pracy maszyny wyciągowej a interfejsami pozostałych urządzeń, dostarczającymi danych do wspólnego systemu obrazowania.

Możliwe stało się skonstruowanie narzędzia do pozyskania informacji o górniczym wyciągu szybowym i ewentualnych anomalii w stosunku do przyjętego modelu dla zrealizowania kontroli jego pracy. W tym celu stosowane przemysłowe systemy wizualizacji oferują narzędzia programistyczne, pozwalające na zapis zdarzeń zarówno zakwalifikowanych przez projektantów systemu jako „awaryjne”, jak i bieżącej rejestracji odczytanych danych. Odczytanie ich nie stwarza na ogół problemów, jednak analiza zapisów plików tekstowych jest jednak czynnością żmudną, wymagającą skupienia i znajomości zarówno budowy obiektu (górnicy wyciąg szybowy), jak i konstrukcji systemu wizualizacji, nazewnictwa poszczególnych sygnałów i ich stanów logicznych (poprawne w danym momencie czy nie). Konieczne staje się udo-

stępnie zapisów archiwalnych systemu dla potrzeb ich analizy na stanowisku zewnętrznym, jak również stosowanie niezbędnych zabezpieczeń przed zniszczeniem bądź zmanipulowaniem danych przez nieuprawniony do nich dostęp. Trudnością staje się tu zarówno różnorodność platform cyfrowych, w oparciu o które są budowane poszczególne systemy wizualizacji, jak i systemy zabezpieczeń, stosowane przez poszczególne firmy informatyczne, w tym np. klucze sprzętowe, wykorzystujące w celu autoryzacji legalności oprogramowania łącze równoległe (dawniej) bądź port USB (współcześnie) komputera wizualizacji. Stąd między innymi w decyzjach dopuszczeniowych Prezesa Wyższego Urzędu Górniczego zawarty jest zapis o konieczności udostępniania przez producenta wyrobu „narzędzia programistycznego” celem weryfikacji zaimplementowanego oprogramowania przez właściwe organy nadzoru górniczego. Należy podkreślić, iż w pełni chroniona jest własność intelektualna oraz prawa autorskie przynależne projektantowi i twórcy oprogramowania, a udostępnione narzędzie służy jedynie pozyskaniu niezbędnych informacji ważnych dla prowadzonego postępowania wyjaśniającego zdarzenie. Zagadnienie bezpieczeństwa i ochrony zapisanych danych wymaga podjęcia szczególnych działań przez projektantów aplikacji wizualizacyjnych, jeśli mają one być wiarygodnym narzędziem do odtwarzania przebiegu zdarzeń awaryjnych. Dodatkowe zabezpieczenia plików, stosowanie serwerów „lustrzanych” oraz inne zabiegi

mające na celu ochronę danych, to niezbędne środki dla uwiarygodnienia zapisów archiwalnych systemów informatycznych.

Aplikacje przemysłowe, w oparciu o które budowane są systemy wizualizacji stanów pracy maszyn wyciągowych posiadają najczęściej wbudowany system obsługi alarmów, który pozwala na obsługę sytuacji awaryjnych i zdarzeń w procesie technologicznym. Podstawowe narzędzia systemu udostępniane użytkownikowi to:

- a) długoterminowy log historii alarmów (ograniczony np. do 90 dni wstecz),
- b) oddzielny log alarmów aktywnych (tzn. stanów uniemożliwiających poprawną pracę w tym momencie),
- c) automatyczne odtworzenie stanu alarmów po restarcie systemu,
- d) podział alarmów na 3 typy:
 - systemowe,
 - komunikaty – zdarzenia,
 - alarmy (sygnały zakwalifikowane przez projektanta aplikacji wizualizacyjnej jako niewłaściwe),
- e) podział zdefiniowanych alarmów na grupy funkcjonalne (np. zabezpieczenia obwodu hamowania bezpieczeństwa, zespołu awaryjnego zatrzymania napędem, blokowania maszyny wyciągowej, ostrzeżenia o przekroczeniu wartości nominalnych, itd.),
- f) możliwość drukowania alarmów na bieżąco lub za zadany okres,
- g) dwa typy masek służących do prezentacji stanu alarmów:
 - maska alarmów aktywnych,
 - maska alarmów historycznych,

h) możliwość selekcji pokazywanych alarmów według 5 kryteriów:

- czas,
- tekst,
- typ,
- status,
- grupa,

i) możliwość wykluczania wybranych alarmów z obsługi,

j) możliwość czasowego filtrowania wybranych alarmów.

W systemie można wyróżnić dwa rodzaje ekranów alarmowych:

a) **ekrany alarmów (zdarzeń) aktywnych** – pokazujące listę alarmów aktywnych (rys. 4), to znaczy alarmów, które zostały wykryte, a jeszcze się nie zakończyły;

b) **ekrany alarmów (zdarzeń) historycznych** – pokazujące pełną historię zmian stanu alarmów (rys. 5). Odnotowane są zarówno pojawienia (oznaczenie „P”) jak i zaniki alarmów (oznaczenie „K”). Program zapamiętuje historię zmian ograniczoną czasowo.

4. CHARAKTERYSTYKA FUNKCJONALNOŚCI

W celu ułatwienia pracy, możliwe jest wybranie zestawu kryteriów, które mają być użyte jako warunki selekcji. Szczególną pozycję zajmuje kryterium czasu. Jest ono pomocne przede wszystkim przy przeglądaniu alarmów, które wydarzyły się w dalszej przeszłości. Pozwala ono szybko zlokalizować interesujący

Opis alarmu	Czas
10.0 - ROZSYNCHRONIZOWANIE REGULATORA JAZDY	14:08:32
10.1 - ROZSYNCHRONIZOWANIE REGULATORA JAZDY W PUNKCIE KOREKCJI	14:08:32
10.2 - WYŁĄCZNIK KRAŃCOWY REGULATORA JAZDY	14:08:32
10.3 - KONTROLA WYBORU RODZAJU PRACY	14:08:32
10.4 - KONTROLA CIĄGŁEJ PRĘDKOŚCI	14:08:32
10.5 - KONTROLA PRĘDKOŚCI DOJAZDOWEJ	14:08:32
10.6 - KONTROLA TACHOPRĄDNICY	14:08:32
10.8 - KONTROLA KARTY LICZNIKOWEJ	14:08:32
12.0 - POZIOM OLEJU HAMULCA	14:08:32
12.1 - KONTROLA ZAHAMOWANIA	14:08:32
12.2 - NIEPRAWIDŁOWOŚĆ 1 GAŁĘZI HAM. BEZP.	14:08:32
5.0 - BRAK WYBORU POMPY W AGREG. SMAR.	14:08:32
8.2 - PZZU100 - ZABEZPIECZENIE ZBIORCZE STEROWNIKA U100	14:08:32
9.1 - ZANIK NAPIĘCIA 230VAC	14:08:32
9.2 - POZIOM OLEJU (2) W AGREG. SMAR.	14:08:32
9.10 - BŁĄD KOMUNIKACJI Z UKŁADU DCS	14:08:32
9.11 - BŁĄD KOMUNIKACJI OD URZĄDZEŃ SYGNALIZACJI SZYBOWEJ	14:08:32
9.12 - KONTROLA STANU IZOLACJI OBWODU 48VDC - BLOKADA	14:08:32
1.10 - WYŁĄCZNIK KRAŃCOWY ZACHODNI	14:08:32
1.11 - WYŁĄCZNIK KRAŃCOWY WSCHODNI	14:08:32
1.12 - JAZDA "BEZ REG. JAZDY" (BL)	14:08:32

Rys. 4. Ekran „ZDARZENIA AKTYWNE”

Kryteria	
9.10 - BŁĄD KOMUNIKACJI Z UKŁADU DCS	P 14:08:32
9.11 - BŁĄD KOMUNIKACJI OD URZĄDZEŃ SYGNALIZACJI SZYBOWEJ	P 14:08:32
9.12 - KONTROLA STANU IZOLACJI OBWODU 48VDC - BLOKADA	P 14:08:32
1.10 - WYŁĄCZNIK KRAŃCOWY ZACHODNI	P 14:08:32
1.11 - WYŁĄCZNIK KRAŃCOWY WSCHODNI	P 14:08:32
1.12 - JAZDA "BEZ REG. JAZDY" (BL)	P 14:08:32
10.0 - ROZSYNCHRONIZOWANIE REGULATORA JAZDY	K 14:10:01
10.1 - ROZSYNCHRONIZOWANIE REGULATORA JAZDY W PUNKCIE KOREKCJI	K 14:10:01
10.2 - WYŁĄCZNIK KRAŃCOWY REGULATORA JAZDY	K 14:10:01
10.3 - KONTROLA WYBORU RODZAJU PRACY	K 14:10:01
10.4 - KONTROLA CIĄGŁEJ PRĘDKOŚCI	K 14:10:01
10.5 - KONTROLA PRĘDKOŚCI DOJAZDOWEJ	K 14:10:01
10.6 - KONTROLA TACHOPRĄDNICY	K 14:10:01
10.8 - KONTROLA KARTY LICZNIKOWEJ	K 14:10:01
12.0 - POZIOM OLEJU HAMULCA	K 14:10:01
12.1 - KONTROLA ZAHAMOWANIA	K 14:10:01
12.2 - NIEPRAWIDŁOWOŚĆ 1 GAŁĘZI HAM. BEZP.	K 14:10:01
5.0 - BRAK WYBORU POMPY W AGREG. SMAR.	K 14:10:01
8.2 - PZZU100 - ZABEZPIECZENIE ZBIORCZE STEROWNIKA U100	K 14:10:01
9.1 - ZANIK NAPIĘCIA 230VAC	K 14:10:01
9.2 - POZIOM OLEJU (2) W AGREG. SMAR.	K 14:10:01
9.10 - BŁĄD KOMUNIKACJI Z UKŁADU DCS	K 14:10:01
9.11 - BŁĄD KOMUNIKACJI OD URZĄDZEŃ SYGNALIZACJI SZYBOWEJ	K 14:10:01
9.12 - KONTROLA STANU IZOLACJI OBWODU 48VDC - BLOKADA	K 14:10:01
1.10 - WYŁĄCZNIK KRAŃCOWY ZACHODNI	K 14:10:01
1.11 - WYŁĄCZNIK KRAŃCOWY WSCHODNI	K 14:10:01
1.12 - JAZDA "BEZ REG. JAZDY" (BL)	K 14:10:01

Rys. 5. Ekran „ZDARZENIA HISTORYCZNE”

fragment historii alarmów. Inną korzyścią z użycia tego kryterium jest ograniczenie czasu przeszukiwania alarmów w przypadku użycia kryteriów, które są spełnione przez niewielką liczbę alarmów, a zgromadzone archiwum sięga okresu wielu dni. Okno selekcji składa się z dostępnych grup odpowiedzialnych za poszczególne kryteria.

Aby odpowiednie kryterium było brane pod uwagę, wymagane jest ustawienie pola wyboru znajdującego się na początku każdej grupy. W przypadku użycia kryterium czasu, pozostawienie pustego pola na ogół oznacza sięganie do najstarszych zapamiętanych alarmów, a puste pole „Czas Końca” oznacza wyświetlanie alarmów nowoprzychodzących (bieżących). Zdefiniowanie kryterium tekstu polega na podaniu fragmentu tekstu, który musi pojawić się w opisie alarmu, aby został on wyselekcjonowany. We wzorcu mogą pojawiać się znaki specjalne „*” i „?”. Znak „*” oznacza, że w jego miejscu w opisie alarmów może pojawić się dowolna liczba nieokreślonych znaków, znak „?” zastępuje jeden nieokreślony znak.

Kryterium grupy określa się poprzez wyselekcjonowanie na liście nazw grup, do których wyświetlane alarmy muszą należeć. Istnieje możliwość jednoczesnej selekcji kilkunastu nazw grup.

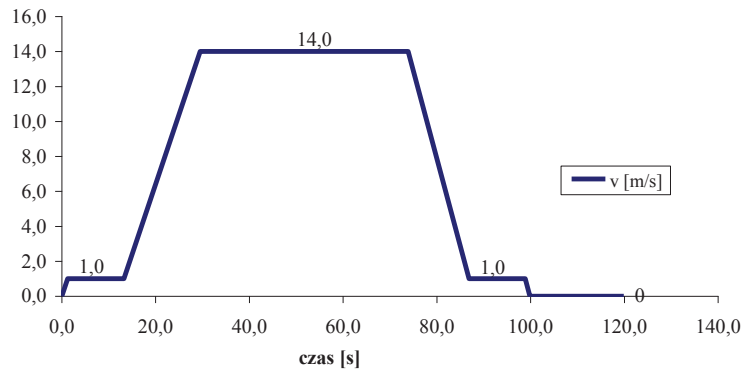
Udostępnione narzędzia pozwalają na dość szybkie poruszanie się w bazie zapisanych stanów alarmowych bądź technologicznych. Analiza stanów sygnałów technologicznych, nie zakwalifikowanych przez projektanta systemu wizualizacji jako sygnały alarmowe, a szczególnie ich poprawność w ciągu technologicznym, jest

możliwa jedynie po dokładnym i wszechstronnym zapoznaniu się przez osobę sprawdzającą z właściwym przebiegiem procesu i jego specyfiką. Wspólna podstawa czasu rejestrowanych danych znakomicie jednak ułatwia odtworzenie zdarzeń archiwalnych oraz umożliwia poprawne powiązanie zapisów uzyskanych z innych urządzeń bądź systemów.

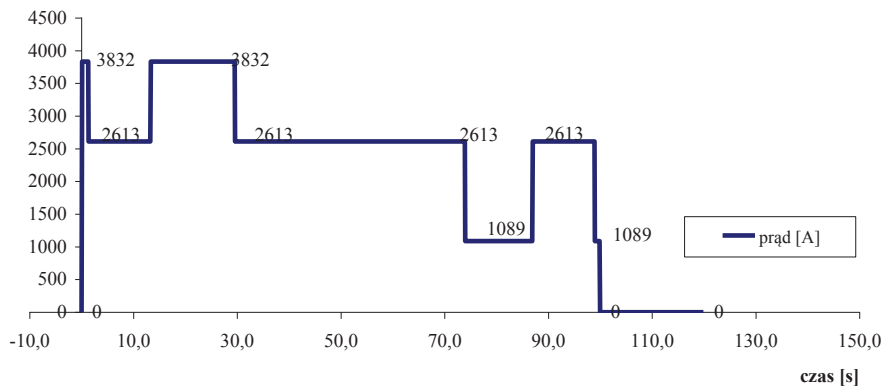
Wykorzystanie systemów wizualizacji stanów pracy górniczych wyciągów szybowych nie sprowadza się jedynie do odczytywania zdarzeń archiwalnych w celu wyjaśnienia okoliczności niebezpiecznych zdarzeń. Dzięki możliwości ciągłego zapisywania danych zdefiniowanych przez projektanta aplikacji, możliwe jest zastosowanie uzyskanych informacji do szeroko pojętej optymalizacji pracy górniczego wyciągu szybowego. Powiązanie z fizyko-matematycznym modelem wyciągu szybowego pozwala na poprawne ukształtowanie „krzywej jazdy”, czyli zadanego przebiegu prędkości jazdy w funkcji czasu, aby osiągnąć zakładane parametry wydajności pracy wyciągu przy jednoczesnym zapewnieniu właściwych warunków eksploatacji jego podstawowych elementów, jakimi są napęd maszyny wyciągowej (silnik napędowy wraz z jego zasilaniem), wał główny, linopędnia, koła linowe (bądź odciskowe), liny i naczynia wyciągowe. Jako przykład takiego postępowania, przedstawiono poniżej proces kształtowania „krzywej jazdy” skipoowego wyciągu szybowego dwusilnikowego, zasilanego z tyrystorowych przekształtników prądu stałego z wykorzystaniem cyfrowego regulatora jazdy zbudowanego w oparciu o swobodnie programowalne sterowniki PLC.

Stanem wyjściowym poddawanym analizie jest model o przyjętych parametrach prędkości jazdy ustalonej wynoszącej $v=14$ m/s, wartości przyspieszenia od prędkości dojazdowej do prędkości znamionowej $a=0,8$ m/s², opóźnienia odpowiednio $b=1,0$ m/s². Przebiegi wartości charakterystycznych prędkości, prądu obwodu głównego oraz mocy rozwijanej przez silnik wyciągowy przedstawiają się wówczas tak, jak przedstawiono na poniższych wykresach (rys. 6a, 6b, 6c).

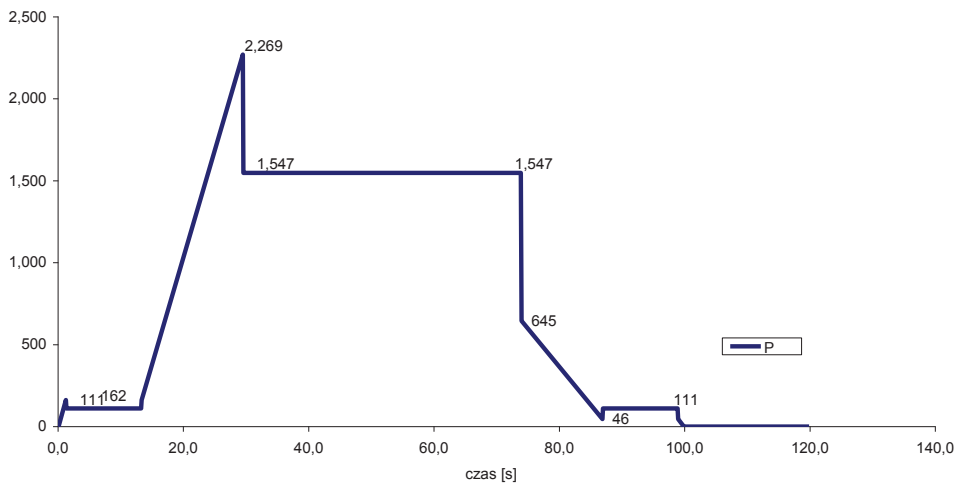
Przy tak ukształtowanej „krzywej jazdy” wyciąg osiągał 30 cykli jazdy na godzinę, przy czym czas niezbędny na załadunek/rozładunek naczyń wyciągowych został określony na podstawie analizy zapisów systemu wizualizacji stanów pracy maszyny wyciągowej i wynosił ok. 20 sekund. Dalsze skrócenie czasu postoju skipów na stacjach końcowych okazało się niemożliwe. Zwiększenie wydajności pracy wyciągu przeanalizowano dwutorowo, poprzez zwiększenie wartości przyspieszenia i opóźnienia



Rys. 6a. Wykres prędkości maszyny wyciągowej w czasie jazdy z wydobyciem, $Q=20$ Mg, stan wyjściowy



Rys. 6b. Wykres prądu obwodu głównego silnika



Rys. 6c Wykres mocy elektrycznej czynnej silnika

(sugestia użytkownika wyciągu) lub bez zmiany tych wartości, lecz poprzez skrócenie dróg dojazdowych naczyń wyciągowych z początkowych 12 m do wartości 6 m (proponycja producenta maszyny wyciągowej). Należy zwrócić uwagę, iż realizacja wariantu drugiego (skrócenie dróg dojazdowych) związana jest również z modyfikacją działania układu kontroli prędkości, aby zapewnić w sytuacji awaryjnej bezpieczne zatrzymanie naczyń wyciągowych przed osiągnięciem pozycji technologicznej. Jednak dzięki zastosowaniu cyfrowych regulatorów jazdy oraz zrealizowaniu zespołu nadzoru nad prędkością maszyny wyciągowej z wykorzystaniem swobodnie programowalnych sterowników logicznych PLC, jest to zadanie zdecydowanie ułatwione w stosunku do rozwiązań stosowanych wcześniej.

Oceniając rezultaty zmiany „krzywej jazdy” poprzez zwiększenie wartości przyspieszenia i opóźnienia ruchu naczyń wyciągowych o 20 % do wartości maksymalnej określonej przepisami górniczymi, uzyskano zwiększenie liczby cykli jazdy zaledwie o 1 skip na godzinę (faktycznie średnia wynikająca z zapisów systemu wizualizacji wyniosła 0,8, co było jedynie powodem wątpliwości maszynisty maszyny wyciągowej, który nie wiedział, czy w książce ruchu zapisać liczbę wyciągniętych skipów jako 30 czy 31...!). Większa wartość prądu rozruchu była w okresie letnim przyczyną podwyższenia temperatury przekształtników tyrystorowych, co z kolei skutkowało koniecznością dłuższych postojów na stacjach końcowych do momentu ustabilizowania się temperatury. W rezultacie użytkownik wyraził zgodę na praktyczną weryfikację propozycji producenta, czyli skrócenia dróg dojazdowych.

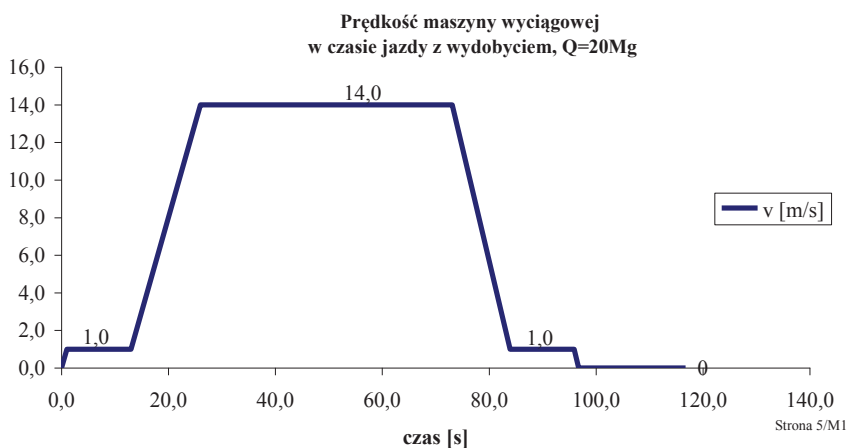
Po wprowadzeniu zmian polegających na skróceniu dróg odjazdowych i dojazdowych wraz z niezbędną korektą wzorców ciągłej kontroli prędkości i rozmieszczenia łączników magnetycznych kontroli

prędkości od naczyń wyciągowych, osiągnięto praktyczną zdolność wydobywcą wynoszącą 32 skipy na godzinę przy poprawionych warunkach termicznych pracy zespołu przekształtników tyrystorowych obwodu głównego (skrócenie cyklu jazdy w porównaniu ze stanem wyjściowym, zmniejszenie wartości zastępczego prądu cieplnego za cykl jazdy w porównaniu z cyklem o zwiększonej wartości przyspieszenia i opóźnienia).

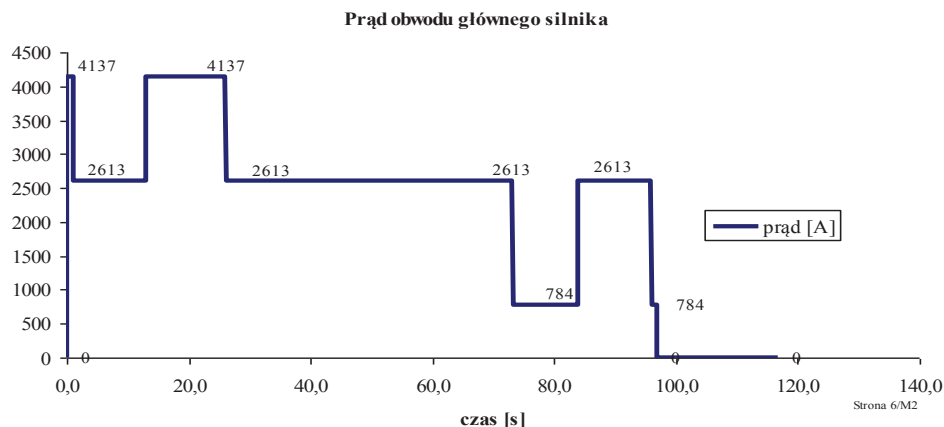
Zapisy systemu wizualizacji stanów pracy maszyny wyciągowej potwierdziły poprawność tak zaproponowanej optymalizacji „krzywej jazdy” oraz zdecydowaną poprawę warunków pracy zespołu napędowego maszyny wyciągowej (obniżenie szczytowej i średniej wartości temperatury mostków tyrystorowych). Bez zmiany (pogorszenia) warunków obciążeń zmiennych elementów górniczego wyciągu szybowego (naczynia i liny wyciągowe, zawieszenia naczyń i lin, itd.) zoptymalizowano wydajność górniczego wyciągu szybowego (rys. 7a-c, 8a-c).

5. PODSUMOWANIE

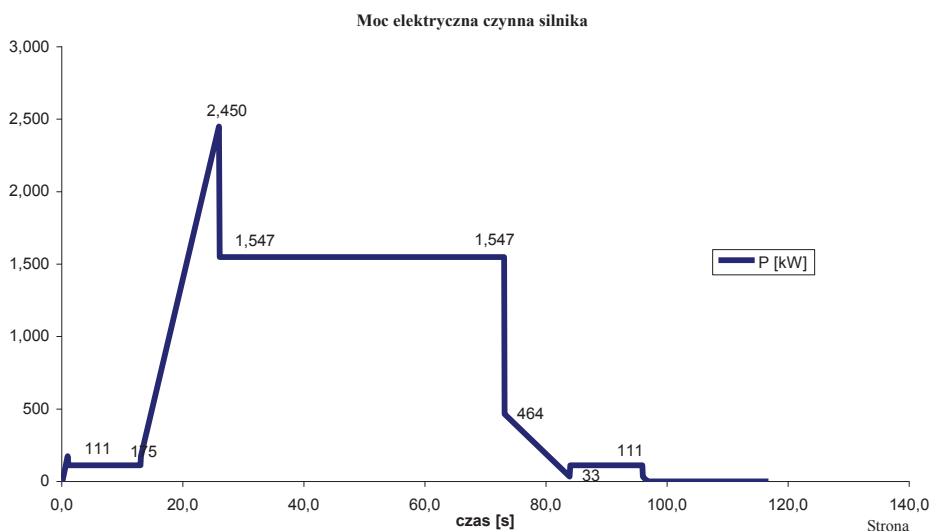
Projekt aplikacji wizualizacji stanów pracy elementów górniczego wyciągu szybowego powinien uwzględniać nie tylko zadanie zrealizowania szybkiego dostępu do danych bieżących umożliwiających obsłudze pozyskanie informacji o górniczym wyciągu szybowym i ewentualnych stanach awaryjnych. Praktyka pokazuje, iż aplikacje przemysłowych systemów wizualizacji, właściwie zaadoptowane przez producentów maszyn wyciągowych do specyfiki obiektu, jakim jest wyciąg szybowy, pozwalają na przeprowadzenie wielowątkowej analizy obejmującej zagadnienia optymalizacji pracy wyciągów, jedno-



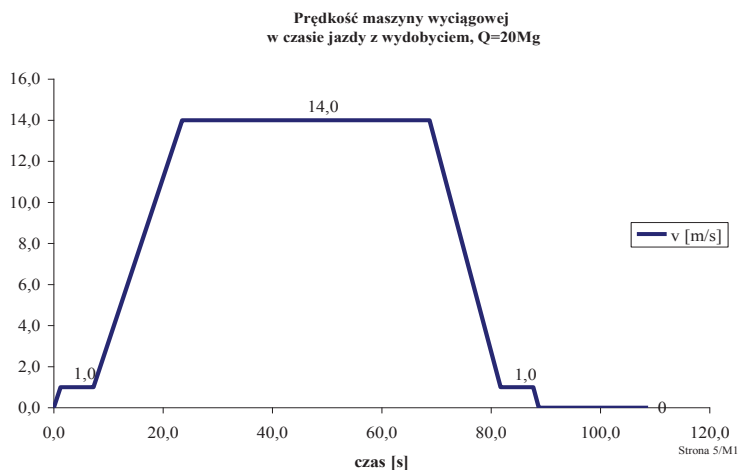
Rys. 7a. Wykres prędkości maszyny wyciągowej w czasie jazdy z wydobyciem, Q=20 Mg, zwiększenie przyspieszeń i opóźnień cyklu jazdy



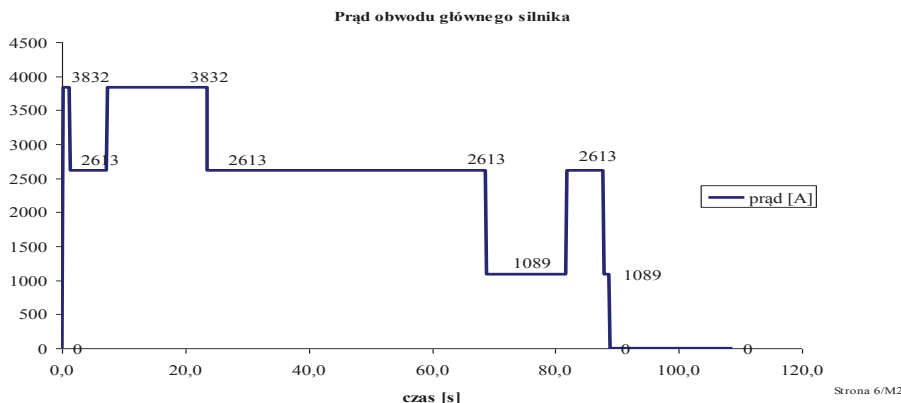
Rys. 7b. Wykres prądu obwodu głównego silnika wyciągowego w czasie jazdy z wydobyciem, $Q=20$ Mg, zwiększenie przyspieszeń i opóźnień cyklu jazdy



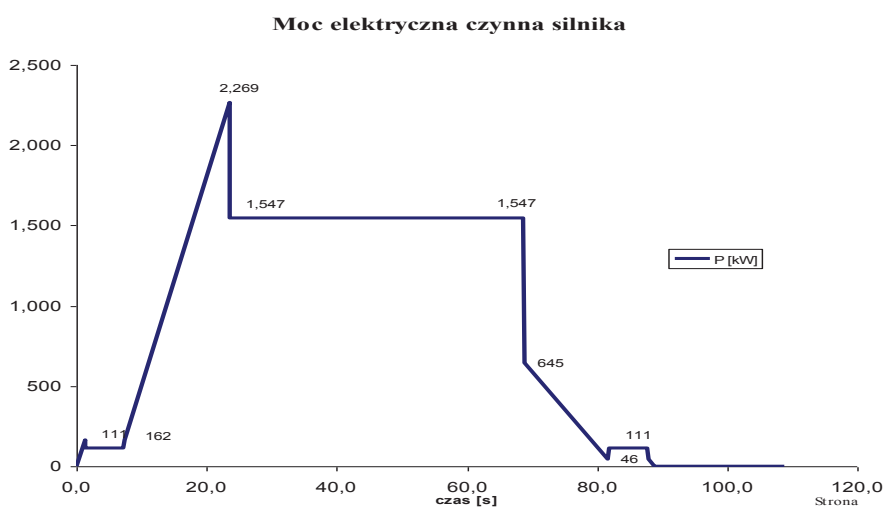
Rys. 7c. Wykres mocy elektrycznej czynnej silnika wyciągowego w czasie jazdy z wydobyciem, $Q=20$ Mg, zwiększenie przyspieszeń i opóźnień cyklu jazdy



Rys. 8a. Wykres prędkości maszyny wyciągowej w czasie jazdy z wydobyciem, $Q=20$ Mg, skrócenie dróg dojazdowych



Rys. 8b. Wykres prądu obwodu głównego silnika wyciągowego w czasie jazdy z wydobyciem, $Q=20$ Mg, skrócenie dróg dojazdowych



Rys. 8c. Wykres mocy elektrycznej czynnej silnika wyciągowego w czasie jazdy z wydobyciem, $Q=20$ Mg, skrócenie dróg dojazdowych

częściej, zapewniając właściwe warunki eksploatacyjne dla elementów wyciągu szybowego. Należy motywować projektantów aplikacji wizualizacyjnych, aby w sposób możliwie pełny realizowali również zadania zabezpieczenia danych gromadzonych przy użyciu systemu wizualizacji (zabezpieczenie przed niepowołanym dostępem oraz możliwością uszkodzenia bądź zmanipulowania danych), aby uzyskane zapisy mogły być użyte jako obiektywne źródło danych o pracy górniczego wyciągu szybowego. Celowe wydaje się również rozpowszechnienie synchronizacji czasu poszczególnych systemów rejestrujących (monitorujących) w oparciu o serwery czasu.

Literatura

1. Cholewa J., Halupczok P., Malecki J., Oleksy A.: Ocena maszyn wyciągowych na podstawie ich wyposażenia i zastosowanych rozwiązań technicznych – Materiały IV Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Transport Linowy”, Szczyrk 17-19.09.2007.
2. Hansel J., Koczwara J., Krajczok J., Zygmunt A.: Syntetyczna ocena poziomu technicznego i określenie kierunków modernizacji górniczych wyciągów szybowych eksploatowanych w Polsce. Rozdział 5 w: Mo-

nografia pod redakcją J. Hansela pt. „Metodyka kształtowania bezpieczeństwa transportu pionowego w polskich zakładach górniczych. Zeszyty Naukowo-Techniczne AGH-KTL, z. 40.

3. Hansel J.: Niezawodność i bezpieczeństwo systemów maszynowych transportu pionowego – wyniki wybranych prac naukowych Katedry Transportu Linowego AGH. Materiały IV Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Transport Linowy”, Szczyrk 17-19.09.2007.
4. Kiercz M., Szczygiel M.: Zmiany w górniczych wyciągach szybowych w latach 2004-2007. Materiały Konferencji „Problemy Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia w Polskim Górnictwie”, Mysłowice 27-28.03.2008.
5. Loska G., Musiał Z.: Wybrane zagadnienia bezpiecznego stosowania maszyn i urządzeń w zakładach górniczych. Materiały Konferencji „Problemy Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia w Polskim Górnictwie”, Mysłowice 27-28.03.2008.
6. Plachno M., Malachowski F.: Projektowanie skipów górniczych – propozycja nowego podejścia. Materiały IV Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Transport Linowy”, Szczyrk 17-19.09.2007.
7. Wróbel T.: System monitoringu jakości prowadzenia naczynia wyciągowego szybu SG-1 w KGHM Polska Miedź S.A. O/ZG „Polkowice-Sieroszowice”. Materiały II Międzynarodowej Konferencji „Bezpieczeństwo pracy urządzeń transportowych w górnictwie”, Ustroń 8-10.11.2006
8. Zygmunt A.: Budowa krajowego systemu zarządzania bezpieczeństwem górniczych wyciągów szybowych. Praca doktorska na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH Kraków, niepublikowana.

Recenzent: dr inż. Andrzej Dzikowski