

dr inż. Ryszard Błazej<sup>1</sup>,  
prof. dr hab. inż. Monika Hardygóra<sup>1,2</sup>,  
dr hab. inż. Leszek Jurdziak, prof.nadzw.P.Wr.<sup>1</sup>

## Wykorzystanie systemu diagnostycznego do oceny stanu taśm i połączeń w fazie ich użytkowania i produkcji

### Wprowadzenie

W pracy prezentowanej na poprzedniej konferencji (Błazej i inni, 2011) wskazano na konieczność szerszego wykorzystania urządzeń diagnostycznych do oceny stanu taśm przenośnikowych. Co wynika zarówno z dużej skali wykorzystania przenośników taśmowych do transportu surowców w Polsce w górnictwie, energetyce i portach oraz rosnącej koncentracji ich wydobycia jak i rosnących płac i konieczności wyeliminowania subiektywności ocen stanu taśm.

Wskazano również kilka firm świadczących usługi oceny stanu taśm oraz omówiono dostępne rozwiązania w zakresie metod magnetycznych, zwracając uwagę na ich mankamenty, w tym niewielki stopień rozpowszechnienia tych urządzeń w stosunku do skali wykorzystania taśm typu St, lokalizacja tych firm na innych kontynentach oraz ich nastawienie na świadczenie usług, a nie sprzedaż urządzeń. W konsekwencji urządzenia te cechuje niski stopień automatyzacji ocen i brak wspomaganie podejmowania decyzji, gdyż firmy te preferują by oceny dokonywał ich ekspert nawet zdalnie na podstawie zdalnych pomiarów poprzez Internet.

Analiza rynku usług oceny stanu taśm przekonała autorów rozpoczęcia prac nad budową własnego systemu (Błazej i Jurdziak, 2009). W ich efekcie powstały rozwiązania (Błazej i inni, 2010 i 2011), które omówiono w tej pracy. Dotyczyły one zarówno modyfikacji systemu EyeQ, jedyne go zagranicznego urządzenia tego typu pracującego w kraju, jak i zbudowania od podstaw własnego systemu wizyjnego opracowanego w ramach uzyskanych grantów badawczych:

- własnego „Kompleksowa metoda oceny zużycia taśm przenośnikowych i jej wykorzystanie do opracowania racjonalnej strategii wymian” nr N N504 348036 i
- rozwojowego pt. „Przenośnik taśmowy o zwiększonej efektywności ekonomicznej i energetycznej zbudowany i eksploatowany wg zasad zrównoważonego rozwoju” nr N R09 0019 06).

Modyfikacje systemu EyeQ dotyczyły zwiększenia rozdzielczości oraz automatyzacji detekcji uszkodzeń, która do tej pory odbywała się ręcznie i była pracochłonna oraz obciążona pewnymi błędami oceny (Błazej i inni, 2010). W efekcie prac rozpoznawczych prowadzonych w ramach grantów badawczych kopalnia zdecydowała się na profesjonalną modyfikację tego urządzenia przez konsorcjum firm złożone z Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej oraz firmy CIT Engineering Polska, która jest częścią międzynarodowej grupy ES-International & CIT Engineering z Wrocławia.

Opracowany system wizyjny (Błazej i inni, 2012) został zainstalowany na testowym przenośniku umożliwiającym pomiary uszkodzeń na taśmie o szerokości 40 cm poruszającej się z prędkością do

<sup>1</sup> Instytut Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, Zakład Systemów Maszynowych, tel.71 320 68 30,

<sup>2</sup> KGHM CUPRUM Sp. z o.o. Centrum Badawczo-Rozwojowe, Wrocław

7m/s. Uzyskane rezultaty zarówno w zakresie modyfikacji systemu magnetycznego jak i utworzenia systemu wizyjnego były na tyle obiecujące, że Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR) zdecydowało się sfinansować dalsze prace nad stworzeniem prototypu inteligentnego systemu do automatycznego badania i ciągłej diagnozy stanu taśm przenośnikowych poprzez przyznanie trzyletniego grantu badawczego.

## **Grant badawczy z NCBiR**

Celem projektu finansowanego ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju jest opracowanie automatycznego systemu diagnozującego stan taśm przenośnikowych i wspomagającego racjonalną gospodarkę nimi. Na bazie wcześniej stworzonego urządzenia diagnostycznego o nazwie ABCDE (ang. Automatic Belt Condition Diagnostic Equipment) opracowanych zostanie 5 modułów. Będą one interpretować w sposób automatyczny (cykliczny lub ciągły) wszelkie dostępne dane o stanie taśm przenośnikowych w celu wskazania zakresu i terminów działań naprawczych, zapobiegania katastroficznym uszkodzeniom taśm oraz wyboru optymalnych momentów ich wymiany. Dane o stanie taśm będą pochodzić ze specjalizowanych systemów informatycznych wspomagających prowadzenie gospodarki taśmami oraz z wielowarstwowych obrazów stanu taśmy (map uszkodzeń) i jej rdzenia z opracowywanego wcześniej urządzenia do wizyjnej rejestracji obrazu okładek taśmy oraz modyfikowanego, komercyjnego urządzeniami do analizy zmian pola magnetycznego rdzenia taśm typu St (np. Belt Guard z Australii, Cord Guard z USA, czy CAT MDR z Kanady lub EyeQ z Anglii). W projekcie wykorzystane zostaną wyniki realizowanych prac badawczych i rozwojowych oraz planowanych badań podstawowych dotyczących modelowania procesu zużywania się taśm przy wykorzystaniu ewolucyjnych algorytmów genetycznych. Osiągnięty stan zaawansowania prac nie pozwala jeszcze na rozpoczęcie prac wdrożeniowych przez potencjalnych użytkowników. Konieczne jest umożliwienie prowadzenia badań w skali rzeczywistej, opracowanie nowych modułów (C-E) i intensywne przetestowanie systemu w warunkach ruchowych wraz kalibracją i doбором parametrów systemu (m.in. poziomów decyzyjnych w indeksie zużycia taśmy) w celu optymalizacji efektów ekonomicznych.

**Pierwszy moduł** (wizyjny - A) będzie rozwinięciem wykonanego przez autorów własnego systemu wizyjnego opracowanego w ramach wcześniej prowadzonych grantów. Do tej pory zbudowano laboratoryjny przenośnik do badania stanu taśm przenośnikowych w ruchu wraz z urządzeniem wizyjnym pozwalającym na rejestrację cyfrowego obrazu uszkodzeń okładek taśm o szerokości do 400 mm wraz algorytmami do identyfikacji uszkodzeń i ich analizy. Obecnie planuje się dostosowanie systemu do skali realnych urządzeń transportowych (o szer. taśmy do 2250-2400 mm) oraz stworzenie oprogramowania integrującego zebrane dane o uszkodzeniach taśm z informacjami z innych źródeł w tym projektowanych czujników mechatronicznych zapobiegających uszkodzeniom katastroficznym (np. przecięciom taśmy i zerwaniu obrzeży).

**Drugi moduł** (magnetyczny - B) będzie wykorzystywał sygnały diagnostyczne z listwy pomiarowej urządzenia do diagnostyki magnetycznej rdzenia taśm typu St. Na rynku dostępnych jest kilka urządzeń o wysokiej rozdzielczości (m.in. BeltGuard, CordGuard, C.A.T. MDR), a wstępnie jeden z dostawców jest skłonny umożliwić dostęp do sygnałów źródłowych i współpracować przy dalszym ich przetwarzaniu, w tym integracji z systemem wizyjnym. Przeprowadzana właśnie modernizacja urządzenia diagnostycznego systemu EyeQ 6-krotnie zwiększa rozdzielczość (wzrost liczby torów pomiarowych z 4 do 24) i istotnie poprawia możliwości identyfikacji uszkodzeń na przekroju taśmy, choć bazuje na starszym rozwiązaniu (Błażej i in., 2010). Najnowsze rozwiązania oferują wprawdzie 200 czujników na szerokości taśmy, co zapewnia identyfikację uszkodzeń pojedynczych linek i umożliwiają możliwość prezentacji uszkodzeń w postaci obrazów 2D (co ułatwia wizualną lokalizację uszkodzeń) jednak są zamkniętymi systemami wymagającymi

przewodzenia interpretacji uszkodzeń przez wykwalifikowanego operatora. Uniemożliwia to automatyzację procesu oceny i jej pełnego wykorzystania do wspomaganie prowadzenia gospodarki taśmami. Dlatego w rozpoczętym projekcie planowane jest wykorzystanie listwy pomiarowej o wysokiej rozdzielczości, lecz jedynie jako źródło diagnostycznych sygnałów pomiarowych informujących o zmianie pola magnetycznego linek na skutek ich uszkodzeń. Do automatycznej i inteligentnej interpretacji (planowane jest zastosowanie adaptacyjnych algorytmów uczących się i sztucznej inteligencji) zostaną wykorzystane własne algorytmy do przetwarzania sygnałów. Ten obszar tematyczny jest mocną stroną wykonawców grantu z uwagi na doświadczenia w automatycznej akwizycji i interpretacji drganiowych sygnałów diagnostycznych maszyn górniczych, w tym przekładni i napędów przenośników (Zimroz, 2006, 2008a i b, 2010).

**Trzeci moduł** (prewencyjny - C) będzie wykorzystywał obrazy z modułu wizyjnego i informacje z czujników mechatronicznych w celu zapobiegania katastroficznym uszkodzeniom taśmy prowadzącym do postępu awaryjnego. Na skutek wzdłużnego rozcięcia taśmy zazwyczaj dochodzi do zmiany jej szerokości. Może się ona zmniejszyć, gdy rozcięte części nałożą się jedna na drugą lub powiększyć, gdy obie części się rozchylą np. pod naciskiem urobku. Informacje o zmianie szerokości taśmy, w połączeniu z informacjami z pomiarów systemem wizyjnym i sygnałami z czujników mechatronicznych, wspólnie przetwarzane w systemie ABCDE pozwolą na wysłanie różnych kodów alarmowych (np. w postaci SMSa). W sytuacjach krytycznych mogą one posłużyć do prewencyjnego zatrzymanie przenośnika nim dojdzie do rozwinięcia przecięcia na znacznej długości taśmy (czasami rozcięciu ulega cała pętla taśmy). Uszkodzenia takie bywają kosztowne z uwagi na pojawienie się znacznych strat wynikających ze zniszczenia drogiej taśmy (1200zł – 1400 zł na metr taśmy użytkowanej w kopalniach odkrywkowych), kosztów usunięcia rozsypanego urobku oraz strat spowodowanych wstrzymaniem transportu i produkcji.

**Czwarty moduł** (prognozujący - D) będzie wykorzystywał zapisy stanu uszkodzeń z różnych okresów do predykcji ich rozwoju w przyszłości. Do tego celu wykorzystane zostaną wyniki planowanych prac badawczych podstawowych, których celem jest zaadaptowanie ewolucyjnego algorytmu genetycznego traktującego stany uszkodzeń taśmy jako kolejne stadia rozwoju populacji żywych organizmów. Tempo rozwoju populacji będzie identyfikowane i dostosowane do rejestrowanych gradientów zmian stanu uszkodzeń w procesie kalibracji w warunkach ruchowych. Prognozy będą też oparte na innych tradycyjnych i innowacyjnych metodach specjalnie opracowanych i zaadaptowanych na potrzeby projektu.

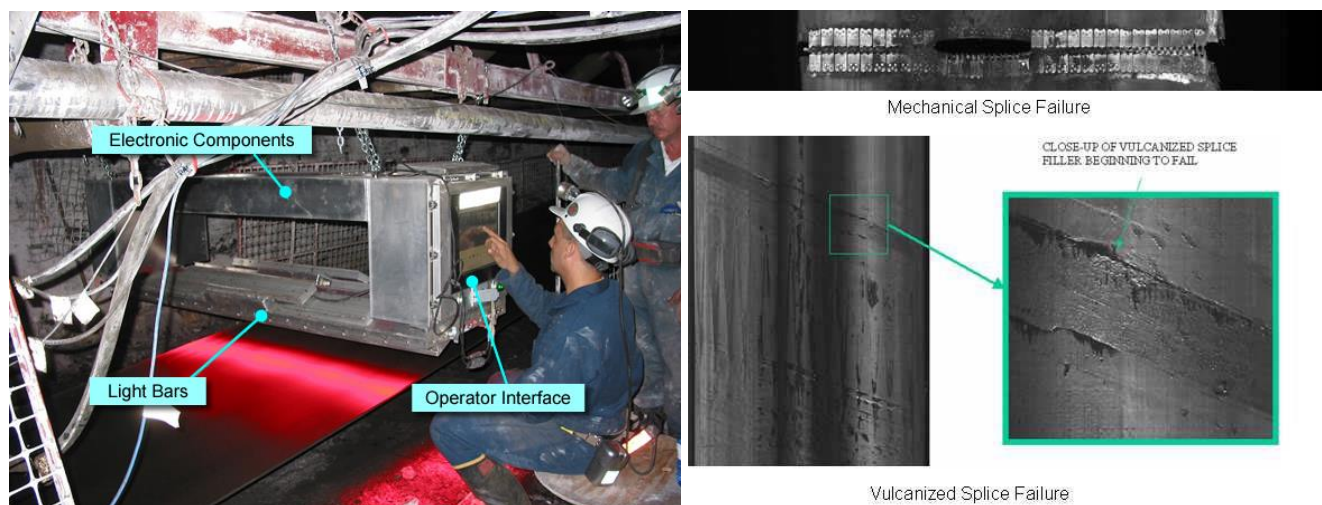
**Piąty moduł** (określający wskaźnik bezpieczeństwa - E) będzie służył do obliczania wskaźnika bezpieczeństwa, pokazującego w jakim stopniu taśm osłabiona przecięciami i uszkodzeniami linek jest w stanie przenieść naprężenia występujące na trasie przenośnika w ruchu ustalonym i nieustalonym. Specjalny program obliczeniowy będzie wykorzystywał możliwości programu QNK-TT opracowanego w Instytucie Górnictwa Politechniki Wrocławskiej we współpracy z AGH (Kawalec i Kulinowski, 2007) do wyznaczenia indywidualnych rozkładów naprężeń dla danego przenośnika, jak i wyniki badań wytrzymałości osłabionych przecięciami taśm i symulacji tych osłabień metodą elementów skończonych MES.

Pełniejszy opis założeń i celów tego projektu badawczego można znaleźć w pracy (Błażej i inni, 2012) opublikowanej w *Transportie Przemysłowym i Maszynach Roboczych*.

## **Jak prace rozwojowe finansowane są za granicą**

Do tej pory przemysł wydobywczy w Polsce tylko w niewielkim stopniu włączył się w prace badawcze nad stworzeniem prototypu urządzenia. Pozytywne doświadczenia kopalni w przypadku modyfikacji urządzenia EyeQ może zaowocować finansowaniem dalszych prac nad rozwojem modułu magnetycznego korzystającego z wysokiej rozdzielczości listwy pomiarowej, która ma być zakupiona w ramach grantu NCBiR.

Pozytywnym przykładem transferu technologii ze sfery nauki do przemysłu w zakresie oceny stanu taśm przenośnikowych jest urządzenie „Conveyor Belt Inspection System” opracowane przez National Robotics Engineering Center (NREC) z Carnegie Mellon University we współpracy z Consol Energy, Inc.



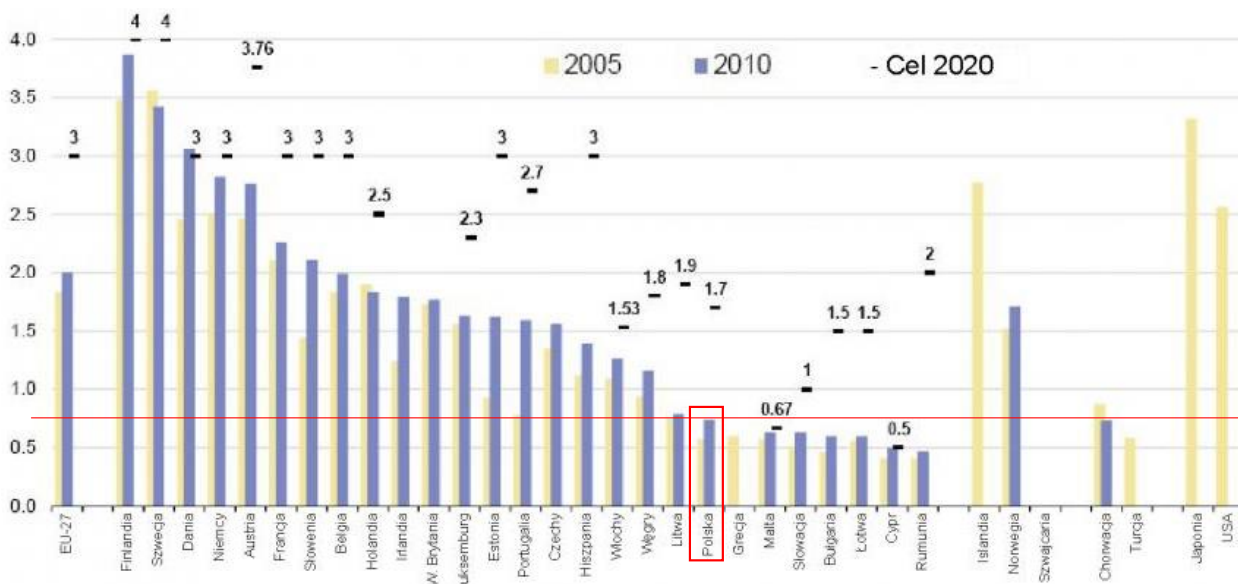
Rys. 1. System wizyjnej inspekcji taśm w trakcie działania. Przykłady rejestrowanych obrazów złączy mechanicznych i wulkanizowanych z oznakami uszkodzeń.

W 2004 roku w ramach grantu o wartości \$ 2 mln (po \$ 1 mln z Departament of Energy US i Consol Energy Inc.) w ciągu 2 lat opracowany został prototyp urządzenia do identyfikacji uszkodzeń taśm, którego celem było m.in. monitorowanie stanu mechanicznych złączy, których awarie powodowały liczne, nieplanowane i kosztowne przestoje (Bancroft i inni, 2003). Do konsorcjum dołączyła firma Beitzel Corp., która rozpoczęła produkcję urządzenia i jego wprowadzenie na rynek. Obecnie w 7 kopalniach pracuje już ponad 16 takich prototypów. Sukces tego konsorcjum pokazuje, że można innowacyjne rozwiązanie skomercjalizować i wdrożyć do praktyki z sukcesem.

Nie jest to jedyny przykład wspólnego i solidarnego współfinansowania projektów badawczych przez przemysł i budżet. Fundusze takie tworzone są w Szwecji, Kanadzie i Australii, a ostatnio nawet w Polsce. Ostatnio firma KGHM Polska Miedź SA podpisała umowę z NCBiR, w której oba podmioty zobowiązały się do zainwestowania w ciągu kilku następnych lat po 100 mln zł na badania naukowe nad opracowaniem i wdrożeniem innowacyjnych technologii w szeroko rozumianej branży metali nieżelaznych. Ze zgromadzonych funduszy będą prowadzone specjalne konkursy z zakresu technologii materiałowej. Dla KGHM oznacza to zwiększenie wydatków na B+R o 25 mln zł średniorocznie z poziomu trzydziestu kilku mln zł rocznie ([http://inwestycje.pl/wiadomosci\\_gieldowe/KGHM-zwiekszy-wydatki-na-badania-i-rozwoj-o-25-mln-zl;186904;0.html](http://inwestycje.pl/wiadomosci_gieldowe/KGHM-zwiekszy-wydatki-na-badania-i-rozwoj-o-25-mln-zl;186904;0.html)).

Pomimo tych pozytywnych doniesień „w Polsce poziom nakładów na badania i rozwój względem PKB wynosi 0,74%, przy czym wydatki przedsiębiorców na ten cel to 0,2%, co plasuje nasz kraj na końcu światowych rankingów (Rys.2). Jest to w dużej mierze skutek braku powszechnej zachęty podatkowej związanej z działalnością B+R. Polski system wsparcia opiera się przede wszystkim na możliwości pozyskania grantów, finansowanych ze środków Unii Europejskiej oraz w coraz szerszym zakresie ze środków krajowych. Istnieje również system odliczenia podatkowego dla przedsiębiorców posiadających status centrum badawczo-rozwojowego, który jednak nie cieszy się dużym zainteresowaniem, bo w rzeczywistości nie przynosi przedsiębiorcom wymiernych korzyści. Dodatkowo od podstawy opodatkowania można odliczyć 50% kosztów nabycia nowej technologii, co wprawdzie stanowi wsparcie dla jej transferów, ale nie stymuluje bezpośrednio rozwoju działalności badawczo-rozwojowej w Polsce” (KPMG, 2012).

Tymczasem w Republice Czeskiej łączne wydatki na badania i rozwój wzrosły o jedną piątą i osiągnęły wartość 70,7 mld CZK (ok. 11.2 mld PLN), co stanowi 1,86% PKB (2.5 raz względnie więcej niż w Polsce). W porównaniu z 2010 r. doszło do wzrostu wydatków na ten cel o 11,6 mld CZK (20,6%). Jest to największy wzrost wydatków na badania i rozwój w ostatnim dziesięcioleciu. Udział wydatków na naukę i badania naukowe w PKB stawia Republikę Czeską na pozycji porównywalnej do pierwotnych 15 krajów członkowskich UE (Rys.2). Wydatki na sferę B+R są u naszego sąsiada bezwzględnie wyższe niż w czterokrotnie większej Polsce, a wydatki na głowę obywatela są prawie trzykrotnie wyższe. W stosunku do Szwecji i Francji nakłady te są ponad 10-krotnie niższe (Rys.3).



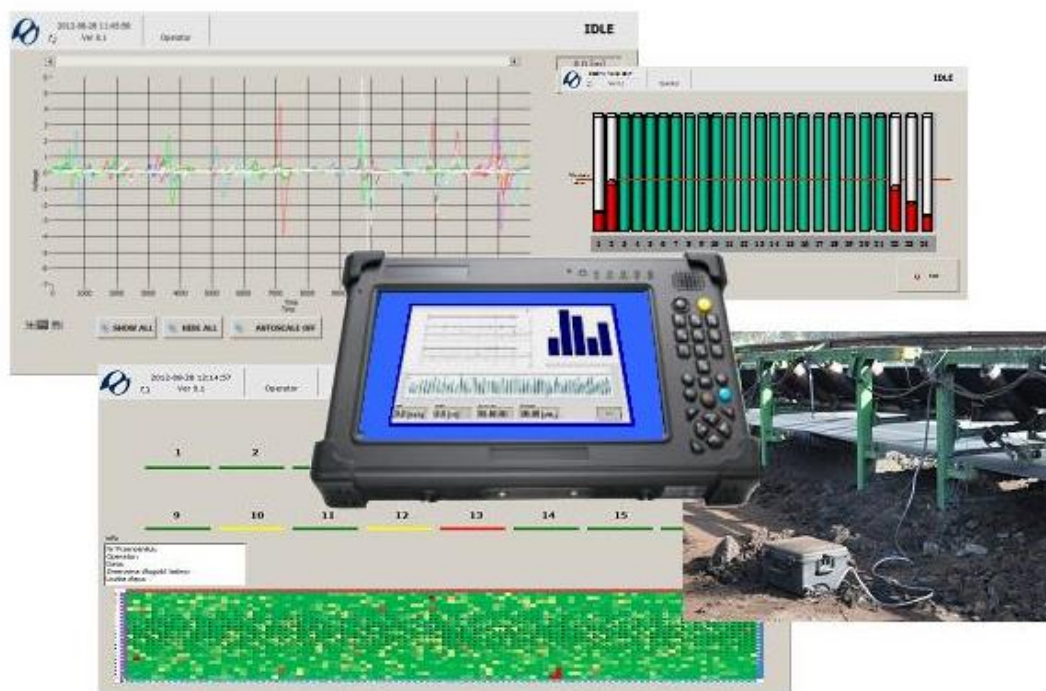
Rys.2 Nakłady na badania i rozwój jako procent PKB w różnych krajach (źródło Eurostat, za [http://forsal.pl/artykuly/651305,polskie\\_wydatki\\_na\\_badania\\_i\\_rozwoj\\_musza\\_drastycznie\\_wzrosnac.html](http://forsal.pl/artykuly/651305,polskie_wydatki_na_badania_i_rozwoj_musza_drastycznie_wzrosnac.html))

wersja 2009.12.01	dane za rok 2006					
	Rządowe wydatki na badania i rozwój jako procent PKB [2]	Rządowe wydatki na badania i rozwój na głowę mieszkańca w €	Rządowe wydatki na badania i rozwój w mln €	Całkowite wydatki na badania i rozwój jako procent PKB	Całkowite wydatki na badania i rozwój w mln €	Całkowite wydatki na obronę narodową w mln € [3]
Czechy	0.57	63	646	1.54	1761	1811
Francja	1.01	289	18225	2.09	37844	42760
Hiszpania	1.00	224	9799	1.20	11815	11111
Niemcy	0.76	214	17608	2.53	58848	29847
<b>Polska</b>	<b>0.32</b>	<b>23</b>	<b>858</b>	<b>0.56</b>	<b>1513</b>	<b>4904</b>
Szwecja	0.85	296	2675	3.73	11691	4366
Wlk. Brytania	0.74	234	14124	1.78	34037	44243
Włochy	0.61	155	9099	(rok 2005) 1.09	15599	26079

[1] źródło: Eurostat, „Science, technology and innovation in Europe”, 2009 Edition, ISBN 978-92-79-12348-1, DOI 10.2785/20620  
 [2] government budget appropriations or outlays on research and development (GBAORD)  
 [3] dane za rok 2005, źródło: Information from the Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), <http://milexdata.sipri.org>, przeliczone według średniego kursu Euro za rok 2005, 1€=1.2441USD, (źródło: „Europe in figures — Eurostat yearbook 2006-07”, Eurostat)

Rys.3 Wydatki na badania i rozwój w Polsce. Porównanie z niektórymi krajami UE (źródło Eurostat, za M.Urbaniak IFM PAN, Poznań)

Uzyskany z budżetu państwa poziom finansowania inteligentnego systemu do diagnostyki taśm (włącznie z grantem NCBiR) powoli zbliża się do poziomu wkładu Departamentu Energetyki (DOE) rządu USA wyłożonego na początku projektu Belt Inspection System na stworzenie pierwszego prototypu systemu, a przecież poziom już osiągniętych rezultatów wykracza poza ramy amerykańskiego urządzenia. Prace prowadzi się bowiem nie tylko nad system wizyjnym, lecz i magnetycznym (Rys.4) integrując oba systemy w jednym systemie wyposażonym również w moduł prewencyjny, prognostyczny i wyznaczający wskaźnik bezpieczeństwa na bazie parametrów przenośnika i taśmy oraz skali uszkodzeń. Zakres prac jest więc istotnie rozbudowany, a środki jak dotąd o 1/3 mniejsze. Zdobycie dodatkowego finansowania zwłaszcza w zakresie adaptacji urządzenia do potrzeb użytkowników prowadzących różne polityki wymian taśm w tym na testy polowe na miejscu w warunkach ruchowych jest więc bardzo potrzebne.



Rys.4. Udoskonalony system magnetyczny EyeQ w trakcie pomiarów

## Wykorzystanie systemu diagnostycznego do oceny stanu taśm i połączeń w fazie ich użytkowania

Naturalną sprawą jest, że użytkownicy taśm powinni być zainteresowani ochroną taśm przenośnikowych - kosztownych aktywów nabytych w celu realizacji celu głównego oraz zapobieganiu stratom spowodowanych postojami awaryjnymi systemu transportowego, zwłaszcza, gdy nie ma kłopotów ze zbytem surowca i każda minuta przestoju ogranicza sprzedaż. W kopalniach węgla kamiennego należących do firmy Consol Energy oszacowano poziom strat spowodowanych postojami awaryjnymi z tytułu rozejścia się złącza, czy zerwania taśmy na USD 1 000/min., a jeden postój na USD 200 000 - 300 000. Koszty przestoju zdecydowanie więc przesądzały o konieczności wdrożenia diagnostyki i monitorowania stanu złączy mechanicznych i taśm.

W Polsce w kopalniach węgla kamiennego, przy pełnych składach i kłopotami ze zbytem przestoje nie są takie kosztowne, bo nie są związane ze stratami produkcji, które można nadrobić w pozostałym czasie. Jednak konkurencja taniego węgla z importu powoduje, że koszty skutków awarii w postaci

zniszczonej taśmy i konieczności usunięcia rozsypanego urobku też mają swoją wagę, a skrócenie trwałości taśmy (Jurdziak, 1999) też przyczynia się do wzrostu kosztów jednostkowych wydobycia i transportu węgla. Istnieje więc potrzeba uwzględnienia w opracowywanym rozwiązaniu monitorowania stanu złączy i zapobieganiu rozcięciom, zwłaszcza gdy przenośniki wykorzystywane mają być do transportu ludzi i względy bezpieczeństwa wysuwają się na plan pierwszy, gdyż życie ludzkie jest bezcenne.

Koszty postojów awaryjnych w kopalniach rud miedzi mogą osiągać podobny poziom z uwagi na wysoką cenę miedzi i brak kłopotów z jej zbyciem. Wprawdzie system zbiorników i rozwiązania układu transportowego z wykorzystaniem rewersji pozwalają na zapewnienie ciągłości pracy, jednak nie zawsze i na wystarczający czas na usunięcie wszystkich skutków awarii taśmy, czy złącza.

W kopalniach węgla brunatnego postoje awaryjne nie zdarzają się tak często, bo złącza są wulkanizowane. Zdarzają się jednak rozcięcia taśm, a taśmy z uwagi na wydajności przenośników są szersze i bardziej wytrzymałe, a przez to znacznie droższe i ich uszkodzenie, czy przyspieszone zużycie odbija się znacząco na kosztach transportu. Dodatkowo w związku z wymianami prewencyjnymi (Jurdziak, 2000) wynikającymi z regeneracji taśm (Jurdziak, 1998) istotne znaczenie ma wybór momentu demontażu taśmy i skierowania jej do regeneracji by ilość taśm nie zakwalifikowanych do regeneracji i zakwalifikowanych do użytku po jej przeprowadzeniu była optymalna. Szczegółowe wyliczenia pokazujące, że można obniżyć łączne koszty transportu przy różnych politykach wymian taśm stosowanych przez różnych użytkowników przy jednoczesnym wzroście nakładów na diagnostykę o-pisano w pracy Jurdziak i Błażej, 2011.

Wykazane korzyści ze stosowania diagnostyki znajdują potwierdzenie w praktyce, bo coraz więcej użytkowników na świecie zaczyna korzystać z urządzeń diagnostycznych zwłaszcza tam, gdzie szyby zastępowane są upadowymi z przenośnikami taśmowymi. Na rynku pojawiają się też nowe urządzenia do wizyjnej oceny stanu taśm. Niestety wszystkie firmy mają swoje siedziby na innych kontynentach w rejonach intensywnego rozwoju górnictwa. W Polsce górnictwo nadal aktywnie się rozwija, jedynie uczelniane ośrodki starają się stworzyć nowe urządzenia diagnostyczne tego typu. Popyt jest jednak pobudzany poprzez wywieranie łagodnej presji - procesie tłoczenia innowacji, a nie ich ssania przez przemysł.

Częściowym wytłumaczeniem takiej sytuacji jest brak mechanizmów zachęt do inwestycji w badania i rozwój (B&R), który stworzono w innych krajach, co omówiono w poprzednim rozdziale. Na niski poziom wydatków w sferze B&R, zwłaszcza w zakresie rynku taśm przenośnikowych, zwrócono uwagę w pracy (Jurdziak, 2008). Od tego czasu sytuacja nieco się poprawiła – zwłaszcza w zakresie finansowania omawianego tu systemu diagnostycznego ze środków budżetowych. Ciągłe jednak udział przedsiębiorstw w finansowaniu sfery B&R jest zbyt niski w stosunku do wiodących gospodarek, które podobno doganiamy. Zdaniem autorów nie jest to możliwe jeśli poziom wydatków

## **Czy można wykorzystać systemy diagnostyczne do oceny stanu taśm w fazie ich produkcji?**

Ze zrozumiiałych względów w fazie produkcji mamy do czynienia z nowymi taśmami, więc ich stan powinien być idealny. Ocena stanu zużycia nie ma więc większego sensu. Nie oznacza to jednak, że w trakcie masowej produkcji wielu kilometrów taśm przenośnikowych nie mogą pojawić się błędy. Z różnych przyczyn stalowe linki w rdzeniu mogą nie ułożyć prawidłowo, a w gumie rdzeniowej lub okładkowej mogą pojawić się skazy lub pęcherze, co może zaburzyć idealną strukturę wewnętrzną lub powierzchnię okładek lub spowodować nierównomierny ułożenie linek w rdzeniu. Wykorzystanie systemów diagnostycznych z odpowiednio dostosowanymi algorytmami w module magnetycznym, czy wizyjnym mogłyby posłużyć jako dodatkowe urządzenia kontrolujące prawidłowość przebiegu produkcji taśm i procesu wulkanizacji.

Przykładowo system wizyjny mierzący szerokość taśm, gładkość jej krawędzi oraz prostoliniowość biegu taśmy na przenośniku można byłoby łatwo dostosować do potrzeb kontroli biegu linek stalowych, zachowania ich wzajemnej odległości w granicach dopuszczalnych odchyleń, czy pomiaru stałości położenia rdzenia taśmy od jej krawędzi. Najważniejsze moduły identyfikacji obrazu i jego archiwizacji są już gotowe. Trzeba jedynie je zaadaptować do nowych wymagań. Podobnie system magnetyczny o odpowiednio dużej czułości mógłby śledzić stan linek w rdzeniu i alarmować w przypadku najmniejszych odchyleń.

Prawdopodobnie dałoby się jeszcze wskazać inne obszary zastosowań tych urządzeń na linii do produkcji taśm przenośnikowych jednak wymaga to oczywiście konsultacji z bezpośrednio zainteresowanymi stronami.

*Projekt realizowany w ramach Programu Badań Stosowanych w ścieżce A pt: Inteligentny system do automatycznego badania i ciągłej diagnozy stanu taśm przenośnikowych”*

## Literatura

- Bancroft B., Fromme Ch., Pilarski T. 2003. Belt Vision System For Monitoring Mechanical Splices. Materiały konferencyjne Longwall USA International Exhibition and Conference.
- Błażej R., Hardygóra M., Jurdziak L., 2011. Czy w Polsce powinny zostać opracowane własne urządzenia diagnostyczne do automatycznej oceny stanu taśm przenośnikowych? Symposium naukowo techniczne firmy Sempertrans, Zakopane, 10-12 lutego 2011 r.
- Błażej R., Hardygóra M., Jurdziak L., 2012. Optyczne urządzenie do wizualnej oceny stanu powierzchni taśm przenośnikowych. II Międzynarodowy Kongres Górnictwa Rud Miedzi: perspektywy i kierunki rozwoju: materiały konferencyjne, Lubin, 16-18 lipca 2012. Wrocław : KGHM CUPRUM, s. 244-253.
- Błażej R., Jurdziak L., 2009. Możliwości automatyzacji detekcji uszkodzeń taśmy w odstawie przenośnikami taśmowymi. Międzynarodowy Kongres Górnictwa Rud Miedzi, Perspektywy i wyzwania, Tom 1, str. 257-264.
- Błażej R., Jurdziak L., Zimroz R. 2011. Potrzeba opracowania własnych urządzeń diagnostycznych do automatycznej oceny stanu taśm przenośnikowych w kopalniach odkrywkowych.
- Błażej R., Jurdziak L., Zimroz R., Hardygóra M., Kawalec W., 2012. Inteligentny system do automatycznego badania i ciągłej diagnozy stanu taśm przenośnikowych – cele i założenia projektu badawczego. Transport Przemysłowy i maszyny robocze, Nr 4(18)/2012.
- Błażej R., Zimroz R., Nowak R., Grzyb K., Kurp Ł. 2010. Rozbudowa funkcjonalności systemu EyeQ do diagnostyki rdzenia taśm typu ST. Transport Przemysłowy i Maszyny Robocze 2010, nr 3, s. 24-28.
- Jurdziak L. 1998. Gospodarka taśmami przenośnikowymi w kopalniach - stan obecny i perspektywy. Górnictwo Odkrywkowe, R. 40, Nr 5/6, s. 63-81
- Jurdziak L. 1999: Wpływ zmian trwałości taśm na koszty eksploatacji przenośników. Wiadomości Górnicze, vol. 50, nr 10, s. 424-431.
- Jurdziak L. 2000. Prewencyjne strategie wymian taśm przenośnikowych, Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej.
- Jurdziak, L., 2008. Znaczenie innowacji w gospodarce i na rynku taśm przenośnikowych. Aktualia i Perspektywy Górnictwa. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej. Konferencje, rok: 2008, Vol. 124, nr 52, s.53-70.
- Jurdziak L., Błażej R. 2011. Szacowanie kosztów utrzymania taśm w kopalni stosującej różne strategie wymian taśm i metody wykrywania ich uszkodzeń. Cuprum. 2010, nr 4, s. 5-18



- Kawalec W., Kulinowski P., 2007. Obliczenia przenośników taśmowych metodą podstawową oraz oporów jednostkowych w zintegrowanym środowisku programowym. *Transport Przemysłowy*. 2007 nr 1, s. 6-11.
- Kostrzewa-Zorbas G., 2012. Wysokie technologie przeszłości są zastępowane wysokimi technologiami przyszłości. Ale nie w Polsce. W sieci. *Tygodnik osobistych opinii*, Nr.4 (4/2012), 31 grudnia 2012.
- KPMG 2012. R&D incentives and services Adding value across Europe, Middle East and Africa (EMEA), raport z listopada 2012,  
<http://www.kpmg.com/PL/pl/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/2012/Raport-KPMG-Zachety-podatkowe-na-prace-badawczo-rozwojowe-w-regionie-EMEA.pdf>.
- Zimroz R., 2006. O problemie detekcji uszkodzeń łożysk tocznych w układach napędowych przenośnika taśmowego. *Transport Przemysłowy i Maszyny Robocze*. 2008, nr 2, s. 36-43.
- Zimroz R., 2008a. Adaptive approaches for condition monitoring of mining machines. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*. 2008, t. 24, z. 4/3, s. 103-115.
- Zimroz R., 2008b. Diagnostowanie przekładni zębatych w układach napędowych przenośników taśmowych - wykrywanie uszkodzeń lokalnych w warunkach zmiennego obciążenia. *Transport Przemysłowy*. 2008, nr 1, s. 10-14.
- Zimroz R., 2010. Metody adaptacyjne w diagnostyce układów napędowych maszyn górniczych. Radosław Zimroz. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2010. 317 s.