

Predykcyjne wymiany taśm w oparciu o zdiagnozowany stan rdzenia taśm z linkami stalowymi w celu regeneracji

- wdrożenie systemu DiagBelt+ w PGE GiEK SA O. KWB Bełchatów

Projekt **NCBiR** - POIR.01.01.01-00-1194/19-00



XXIII Szkoła Naukowa
Podstawowe Problemy
Transportu Przenośnikowego
Kudowa-Zdrój, 21-23.09.2022 r.

Ryszard Błażej¹, Leszek Jurdziak¹
Agata Kirjanów-Błażej², Mirosław Bajda¹,
Dominika Olchówka¹, Aleksandra Rzeszowska¹

¹ - Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii

² - Wydział Informatyki i Telekomunikacji



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Górnictwo i Energetyka
Konwencjonalna S.A.



Politechnika Wrocławska

Agenda

- Zawirowania na światowych rynkach taśm przenośnikowych
- *Wielość czynników wpływających na zużywanie się taśm - **diagram Ishikawy***
- Szeregowa struktura pętli taśm zwiększa zagrożenie
- Monitorowanie taśm i ich diagnostyka – oferta Politechniki Wrocławskiej
- **DiagBelt+** – wykrywanie uszkodzeń linek w rdzeniu
- **BeltSonic** – pomiar grubości taśmy przenośnikowej
- Prognoza optymalnego momentu wymiany odcinka taśmy
- Regeneracja taśm przenośnikowych przez Bestgum redukuje wydatki zakup nowych taśm
- Wnioski



Zawirowania na światowych rynkach taśm przenośnikowych

- Covid, przerwane łańcuchy dostaw, wojna na Ukrainie, wzrost cen surowców energetycznych i innych oraz inflacja (światowa drożyzna) **spowodowały istotny wzrost cen i wydłużenie czasu dostaw nowych taśm**
- Użytkownicy taśm eksploatujący starzejące się taśmy po ich awarii poniosą:
 - Koszty usuwania awarii
 - Koszty zakupu i wymianu uszkodzonej taśmy na nową, **która dzisiaj jest dużo droższa, zwłaszcza gdy zakup jest interwencyjny**
 - Strat spowodowanych wstrzymaniem produkcji w okresie usuwania skutków awarii
 - **Strat produkcyjnych w okresie oczekiwania firmy na dostawę nowej taśmy**
- **Nowe zagrożenia** można zredukować rozbudowując zapasy taśm, ale kto wcześniej tego nie zrobił ten teraz **wyda majątek na nowe zakupy, a wymiana awaryjna i tak będzie kosztować**
- **Rozwiązaniem może być wdrożenie diagnostyki stanu taśm**
- Pozwala to istotnie wydłużyć okres użytkowania taśm, obniżyć koszty eksploatacji i zmniejszyć ryzyko awarii, a predykcje momentów wymian pozwalają je aplanować/
- Redukujemy ryzyko skokowego wzrostu kosztów na awaryjne wymiany



Wielość czynników wpływających na zużywanie się taśm

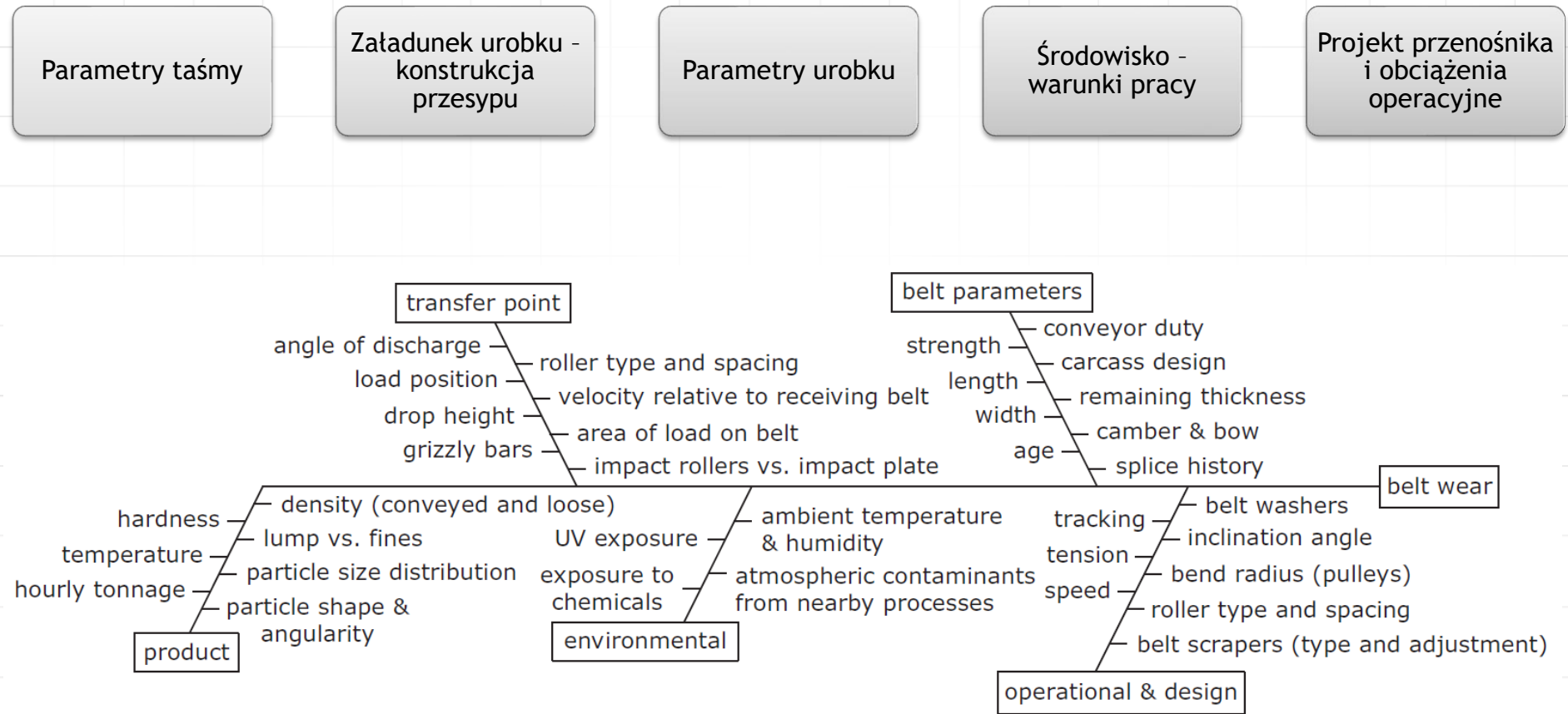
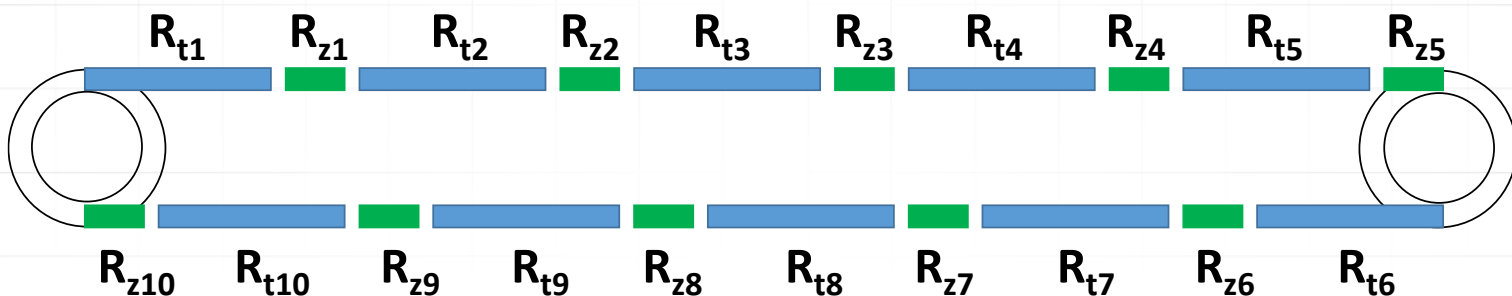


Diagram Ishikawy przyczyn zużywania się taśm przenośnikowych

Szeregowa struktura pętli taśm zwiększa zagrożenie

Pętla taśmy (z wieloma odcinkami i połączeniami) jest strukturą szeregową z punktu widzenia niezawodności



$$R_{pt}(t) = R_{t1}(t)R_{z1}(t)R_{t2}(t)R_{z2}(t) \dots R_{t9}(t)R_{z9}(t)R_{t10}(t)R_{z10}(t) = \prod_{i=1}^{n=10} R_{ti}(t)R_{zi}(t)$$

$$R_{pt}(t) = e^{-\lambda_{t1}t} e^{-\lambda_{z1}t} \dots e^{-\lambda_{t10}t} e^{-\lambda_{z10}t} = \exp\left(-\sum_{i=1}^{n=10} (\lambda_{ti} + \lambda_{zi})t\right)$$

$$\lambda_{pt} = \lambda_{t1} + \dots + \lambda_{t10} + \lambda_{z1} + \dots + \lambda_{z10}$$

Szeregowa struktura pętli taśm zwiększa zagrożenie

Intensywność awarii λ_{pt} pętli taśmy z połączeniami jest sumą intensywności awarii poszczególnych elementów pętli (odcinków taśm i ich połączeń), dlatego **średni czas pracy** $\theta = \frac{1}{\lambda_{pt}}$

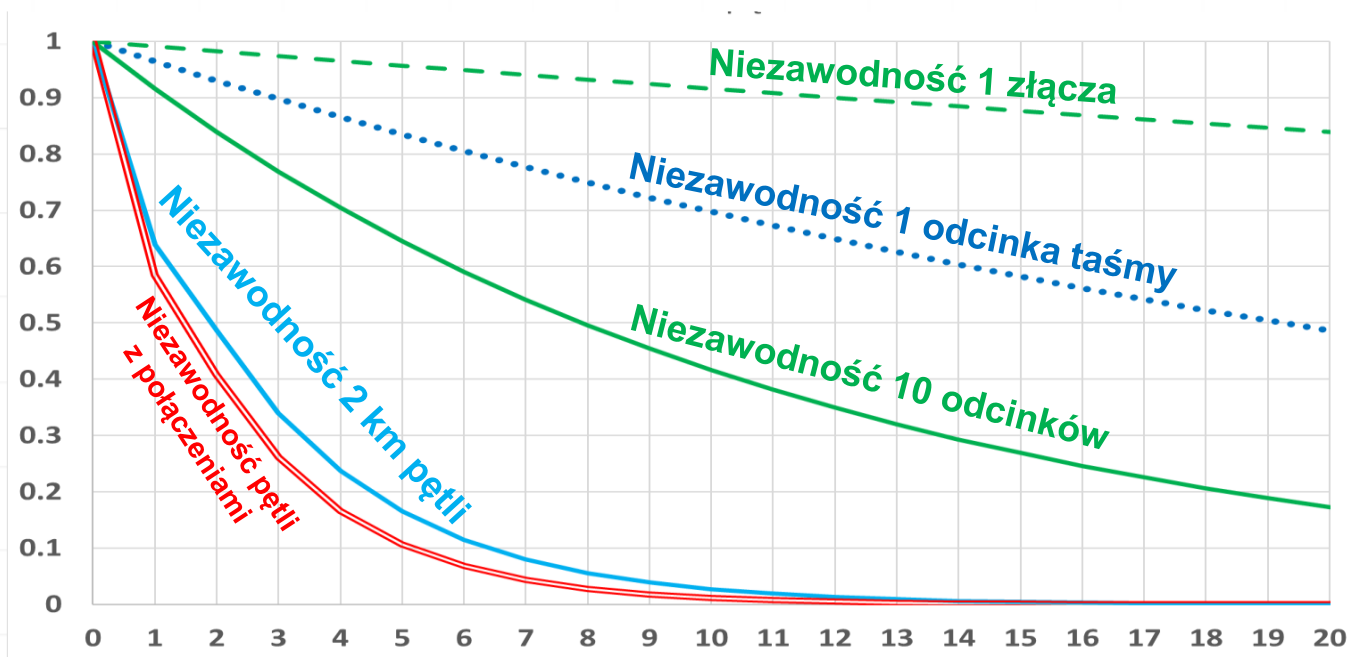
1 złącze - 114,2 miesięcy ,

1 odcinek taśmy - 27,74 miesięcy

10 połączeń - 11,41 miesięcy,

10 odcinków taśm - 2,77 miesiąca

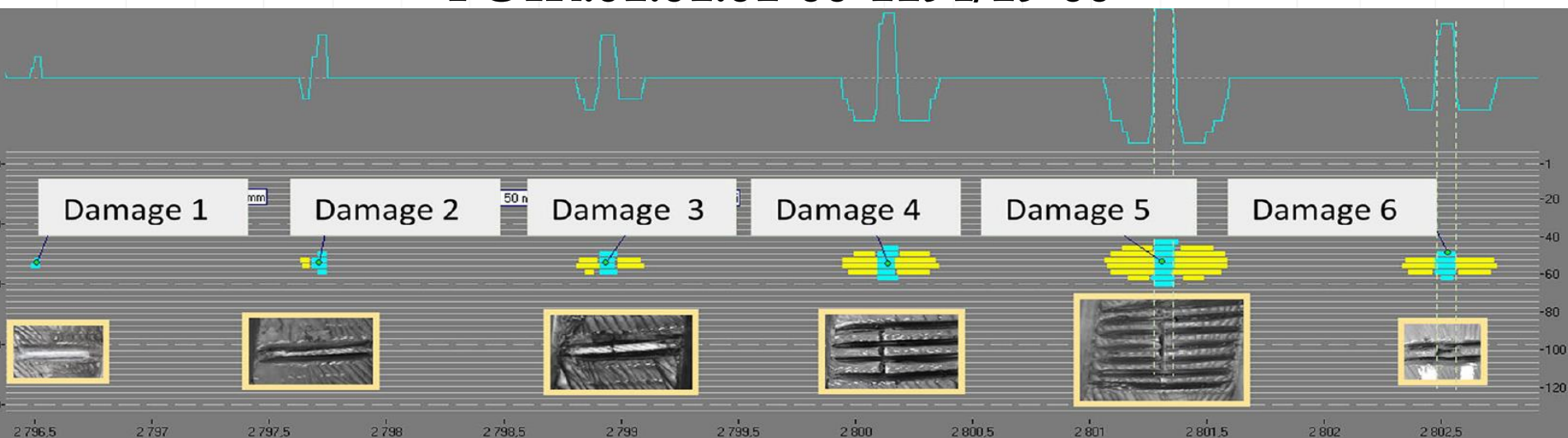
Pętla taśmy 2,23 miesiąca



Diagnostyka rdzenia taśmy



POIR.01.01.01-00-1194/19-00

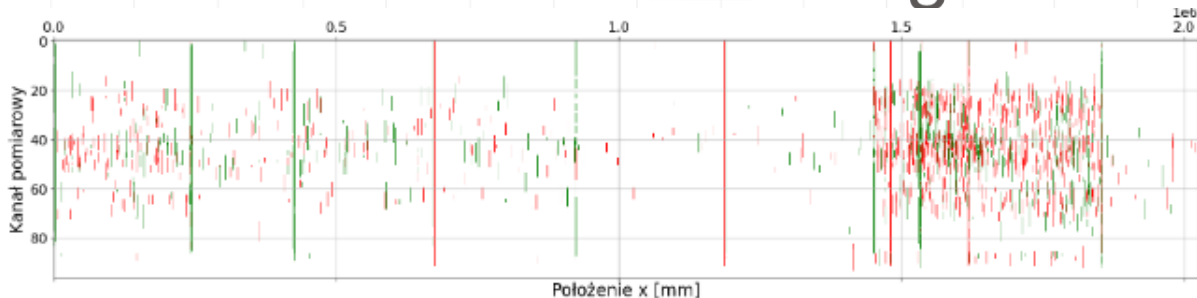


- Zmiana reprezentacji uszkodzenia taśmy z sygnału jednowymiarowego na sygnał 2D pozwala na **szybką interpretację danych i ocenę stanu taśmy**.
- **Gęstości uszkodzeń**, które stwarzają zagrożenie dla ciągłej pracy pętli taśmowej na przenośniku, **mogą być szybko i jednoznacznie zidentyfikowane**
- Użytkownicy mogą łatwo poznać liczbę, skalę i lokalizację uszkodzeń (samodzielnie lub automatycznie). Analiza sygnałów 1-wymiarowych wymaga przeszkolonego specjalisty do interpretacji zmian sygnałów oraz ręcznego liczenia.

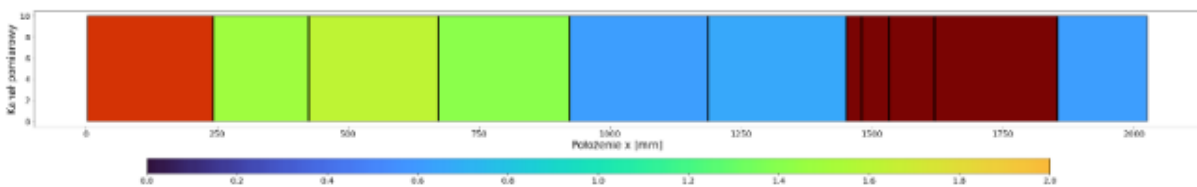
Diagnostyka rdzenia taśmy



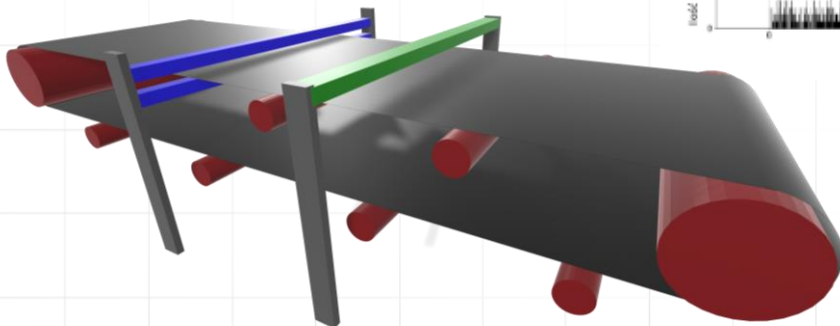
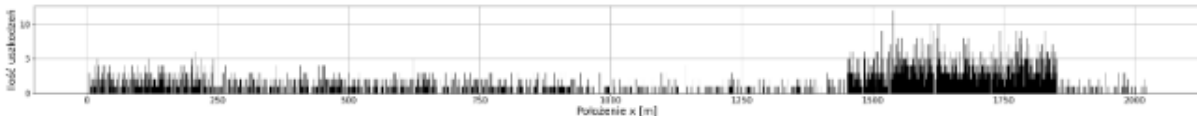
odczytany sygnał pomiarowy



uśredniona i kodowana
kolorami identyfikacja stanu
kolejnych odcinków taśm
w pętli



histogram gęstości
uszkodzeń wzdłuż taśmy



Diagnostyka rdzenia taśmy

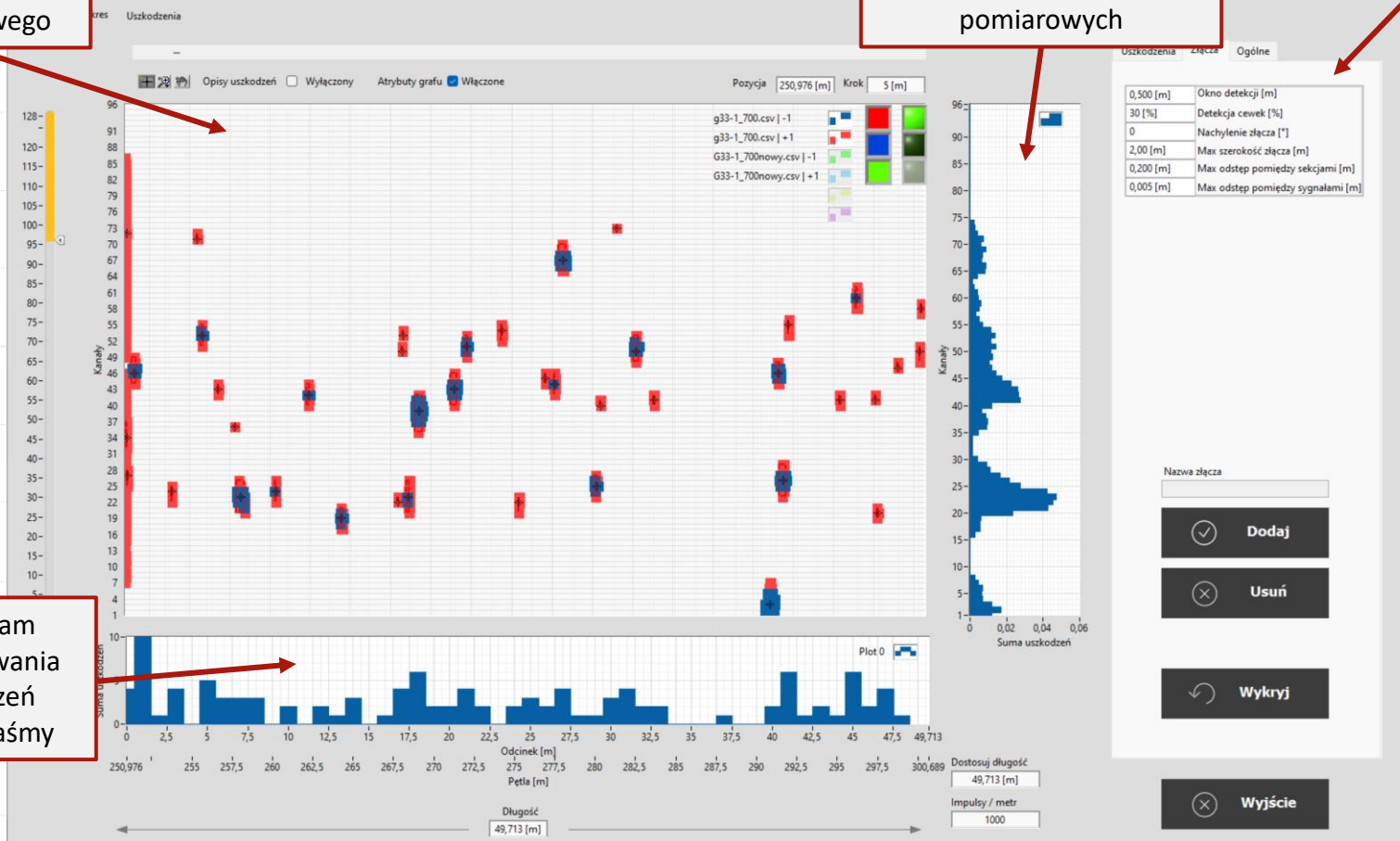


Wizualizacja
sygnału
pomiarowego

Histogram występowania
uszkodzeń na kanałach
pomiarowych

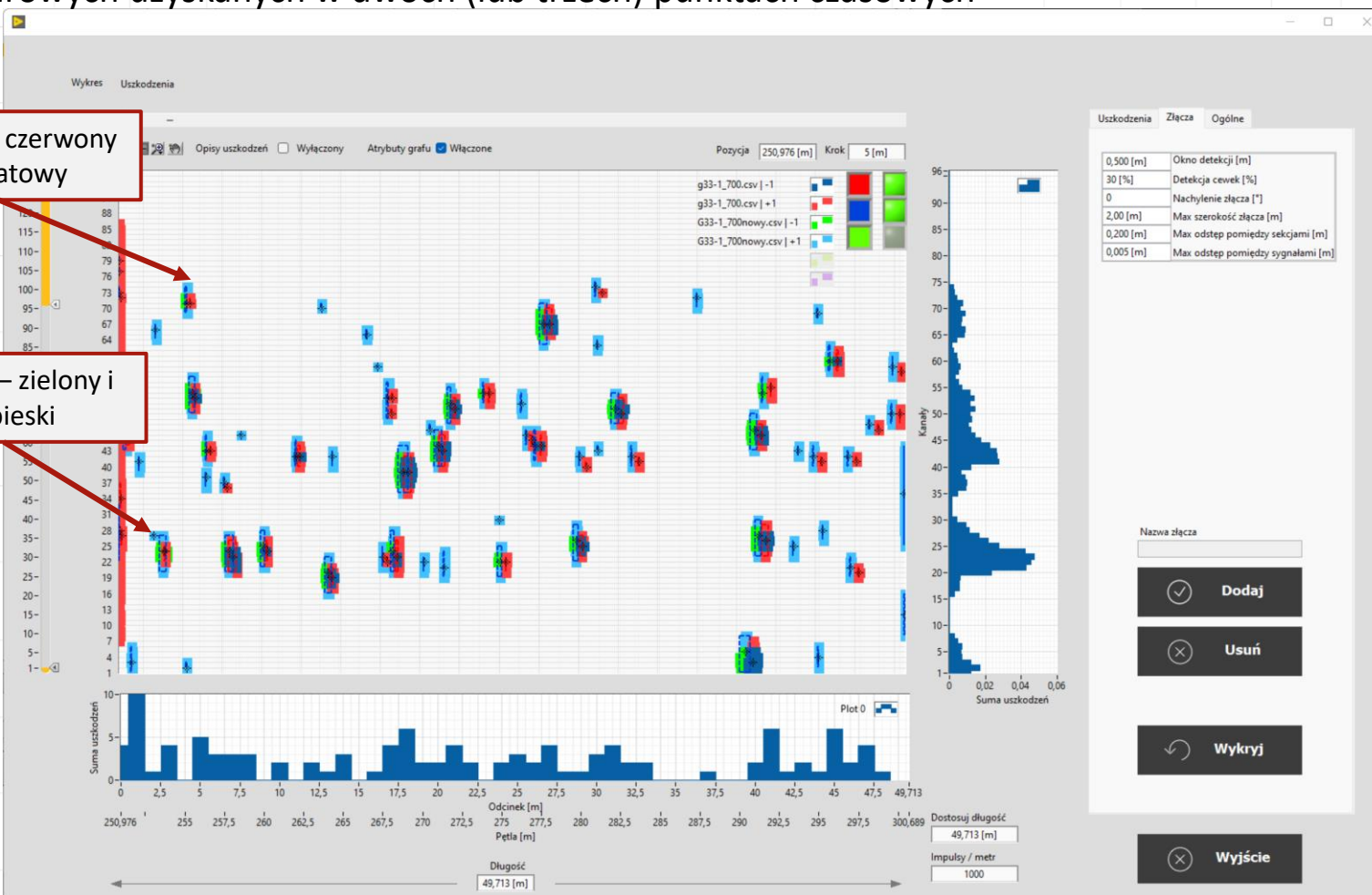
Okna ustawień

Histogram
występowania
uszkodzeń
wzdłuż taśmy



Diagnostyka rdzenia taśmy

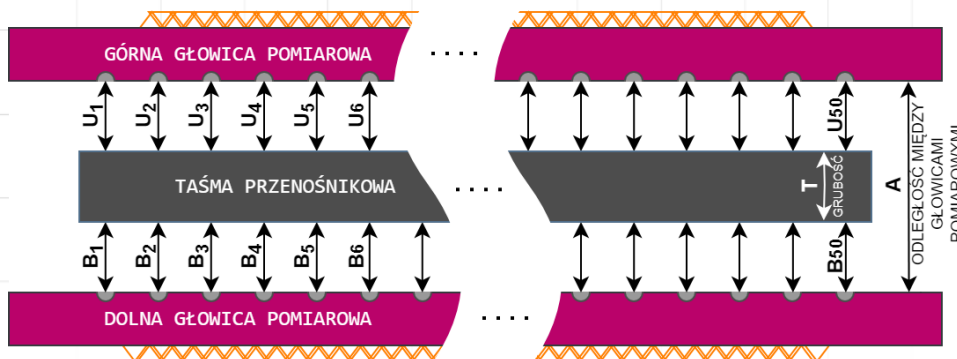
Oprogramowanie umożliwia automatyczne nałożenie na siebie wyników pomiarowych uzyskanych w dwóch (lub trzech) punktach czasowych



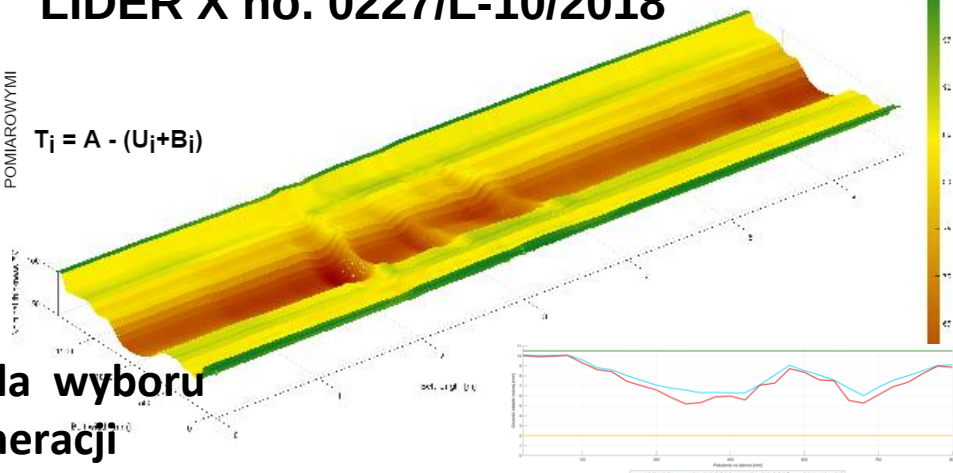
Diagnostyka wytarcia taśmy



LIDER X no. 0227/L-10/2018



$$T_i = A - (U_i + B_i)$$



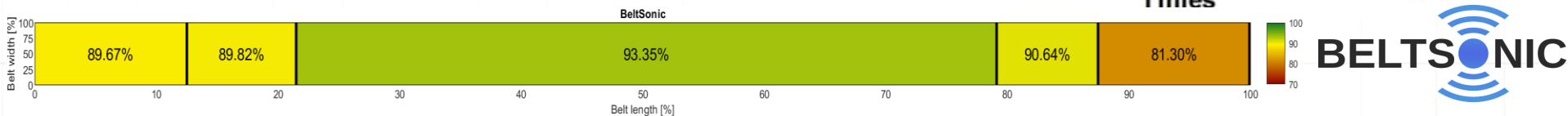
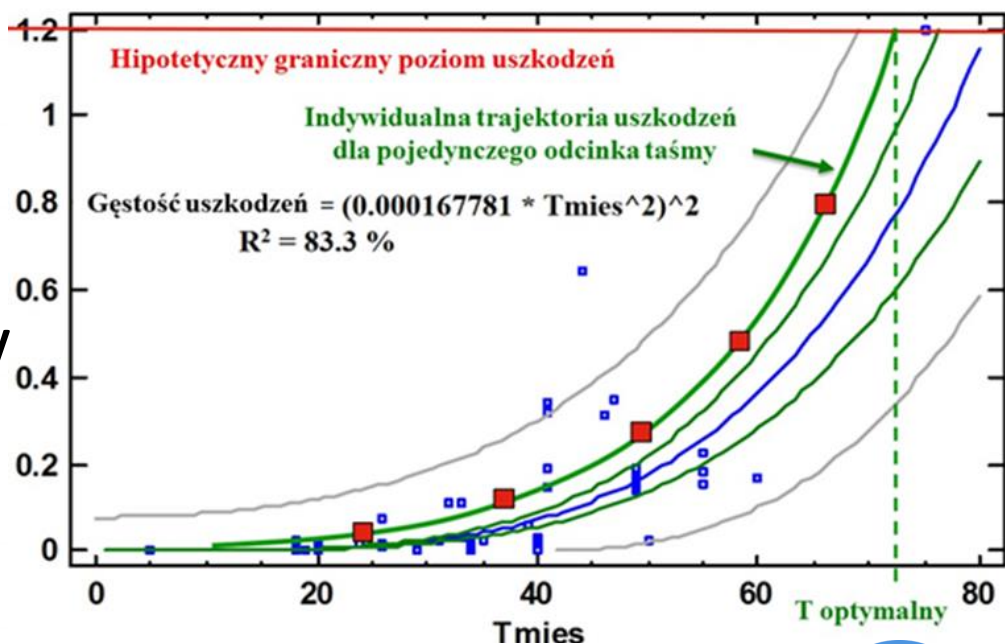
- Znajomości stanu rdzenia jest kluczowa dla wyboru momentu demontażu taśmy w celu jej regeneracji
- Rdzeń jest niewidoczny i inspektorzy mogą podjąć decyzję o demontażu zbyt późno, co zmniejszy wskaźnik sukcesu regeneracji
- Innym ważnym czynnikiem jest wytarcie okładek
- Politechnika Wrocławska opracowała bardzo dokładne, ultradźwiękowe urządzenie do pomiaru grubości taśmy na całej powierzchni – system **Beltsonic**
- **DiagBelt+** i **Beltsonic** pozwolą kompleksowo ocenić stopień zużycia taśmy



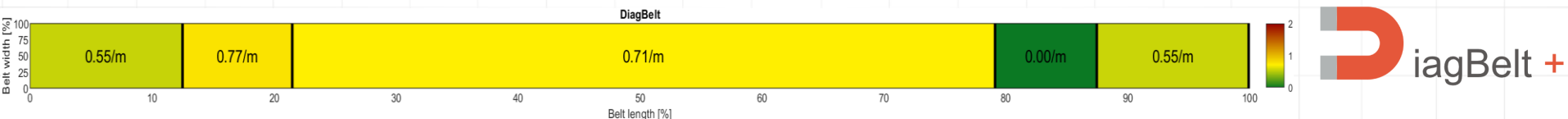
Prognoza optymalnego momentu wymiany taśmy

Cel: Znalezienie optymalnego momentu na wymianę taśmy, by uzyskać **najwyższy wskaźnik sukcesu regeneracji**

Prognozy **pozostałego czasu pracy taśmy** na podstawie poszczególnych trajektorii zmian gęstości uszkodzeń taśm zidentyfikowanych przez systemy DiagBelt+ i BeltSonic



uśredniona i kodowana kolorami identyfikacja stanu odcinków taśm w pętli – grubość taśmy



uśredniona i kodowana kolorami identyfikacja stanu odcinków taśm w pętli – gęstość uszkodzeń rdzenia

Regeneracja taśm



- W kopalniach węgla brunatnego koszt regeneracji taśm wykonanej przez firmę **Bestgum** to około 50% ceny zakupu nowych taśm
- **Regeneracja to opłacalne i przyjazne dla środowiska rozwiązanie** zapewniające korzyści finansowe i oszczędzające kosztowne i ograniczone zasoby nieodnawialne (m.in. stal, gumę, kauczuk). Dodatkowo ogranicza ilość odpadów do utylizacji
- Rozwiązanie to stosowane jest w Polsce od dziesięcioleci - firma BestGum należy do PGE GiEK SA, która jest właścicielem kopalń węgla brunatnego i elektrowni (Bełchatów i Turów)
- W kopalniach i elektrowniach zainstalowano blisko 500 km taśm
- Gdy trwałość taśm wynosi 10 lat, to rocznie należy wymienić 10% ich długości, czyli 50 km. Taką trwałość osiągają taśmy transportujące węgiel brunatny.
- **Wdrożenie diagnostyki może zwiększyć wskaźnik sukcesu regeneracji, a to zwiększy udział taśm regenerowanych i zmniejszy zakupy taśm nowych**



Wnioski



- W warunkach zawirowań na rynku taśm przenośnikowych **korzystanie ze strategii napraw i wymian predykcyjnych taśm w oparciu o ich zdiagnozowany stan w celu przeprowadzenia regeneracji jest bardzo opłacalne**
- Istotnie **zmniejsza ryzyko pojawienia się awarii i redukuje zagrożenie** poniesienia niespodziewanego wydatku na wymianę awaryjną oraz **wysokie straty produkcyjne spowodowane przerwą na usunięcie skutków awarii oraz oczekiwaniem na dostawę i wymianę taśmy**
- Regeneracja to opłacalne i przyjazne dla środowiska (w świetle circular economy) rozwiązanie** zapewniające korzyści finansowe i oszczędzające kosztowne i ograniczone zasoby nieodnawialne oraz zmniejszające ilość rocznych odpadów
- Stałe monitorowanie taśm przez inspektorów z kopalni oraz ich serwisowanie i regeneracja przez firmę Bestgum plus pomiar grubości przez pracowników PWR** zmniejszy poziom zapasów nowych taśm oraz budżet taśmowy kopalni podnosząc bezpieczeństwo zapewnienia ciągłości pracy systemu przenośników



Predykcyjne wymiany taśm w oparciu o zdiagnozowany stan rdzenia taśm z linkami stalowymi w celu regeneracji

- wdrożenie systemu DiagBelt+ w PGE GiEK SA O. KWB Bełchatów

Projekt **NCBiR** - POIR.01.01.01-00-1194/19-00

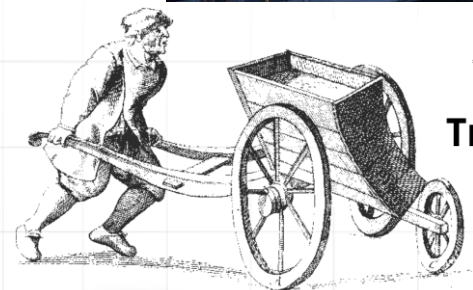


XXIII Szkoła Naukowa
Podstawowe Problemy
Transportu Przenośnikowego
Kudowa-Zdrój, 21-23.09.2022 r.

Ryszard Błażej¹, Leszek Jurdziak¹
Agata Kirjanów-Błażej², Mirosław Bajda¹,
Dominika Olchówka¹, Aleksandra Rzeszowska¹

¹ - Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii

² - Wydział Informatyki i Telekomunikacji



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Górnictwo i Energetyka
Konwencjonalna S.A.



Politechnika Wrocławska