

Opłacalność regeneracji taśm i ich diagnostyki w świetle gospodarki obiegu zamkniętego oraz pełnego i efektywnego wykorzystania zasobów



Ryszard Błazej, **Leszek Jurdziak**¹

Agata Kirjanów-Błazej, Tomasz Kozłowski²

Mirosław Bajda, Dominika Olchówka¹

Aleksandra Rzeszowska¹

¹ - Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii

² - Wydział Informatyki i Telekomunikacji



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



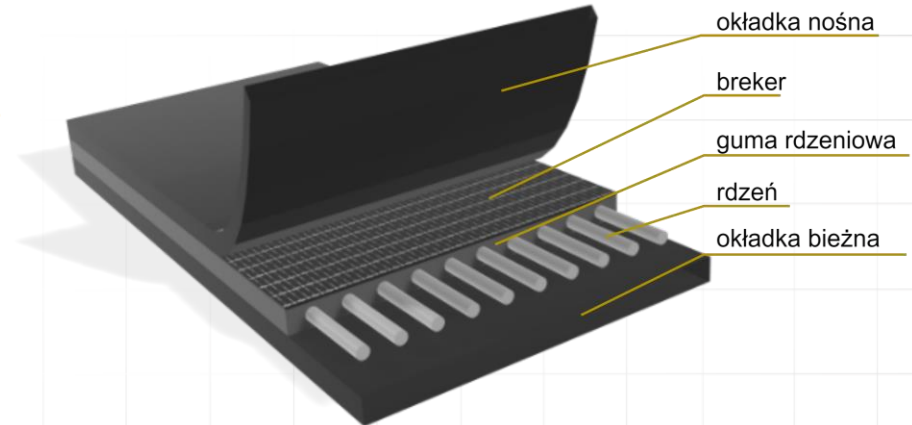
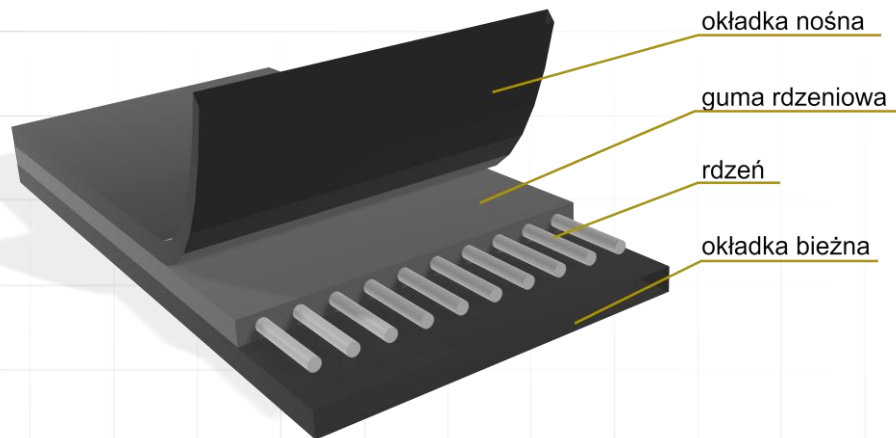
Politechnika Wrocławska

Agenda

- Budowa taśmy przenośnikowej
- *Diagram Ishikawy* przyczyn zużycia taśmy przenośnikowej
- Monitorowanie taśm i ich diagnostyka
- *DiagBelt+* – wykrywanie uszkodzeń linek w rdzeniu
- *Beltsonic* – pomiar grubości taśmy przenośnikowej
- Prognoza momentów wymiany odcinków taśm
- Regeneracja taśm przenośnikowych
- Strategia wymian taśm w kopalni Bełchatów

Taśma przenośnikowa

- **Okładki taśmy chronią rdzeń** przed spadającym materiałem oraz wycieraniem przez urobek i elementy konstrukcji
- **Brekery zwiększają ochronę i wydłużają żywotność taśmy**
- Rdzeń z linkami stalowymi jest uderzany, cięty i wgniatany oraz podlega korozji, gdy woda wnika do rdzenia przez dziury i pęknięcia powstałe w okładkach



Zużywanie się taśm przenośnikowych

Parametry taśmy

Załadunek urobku -
konstrukcja
przesypu

Parametry urobku

Środowisko -
warunki pracy

Projekt przenośnika
i obciążenia
operacyjne

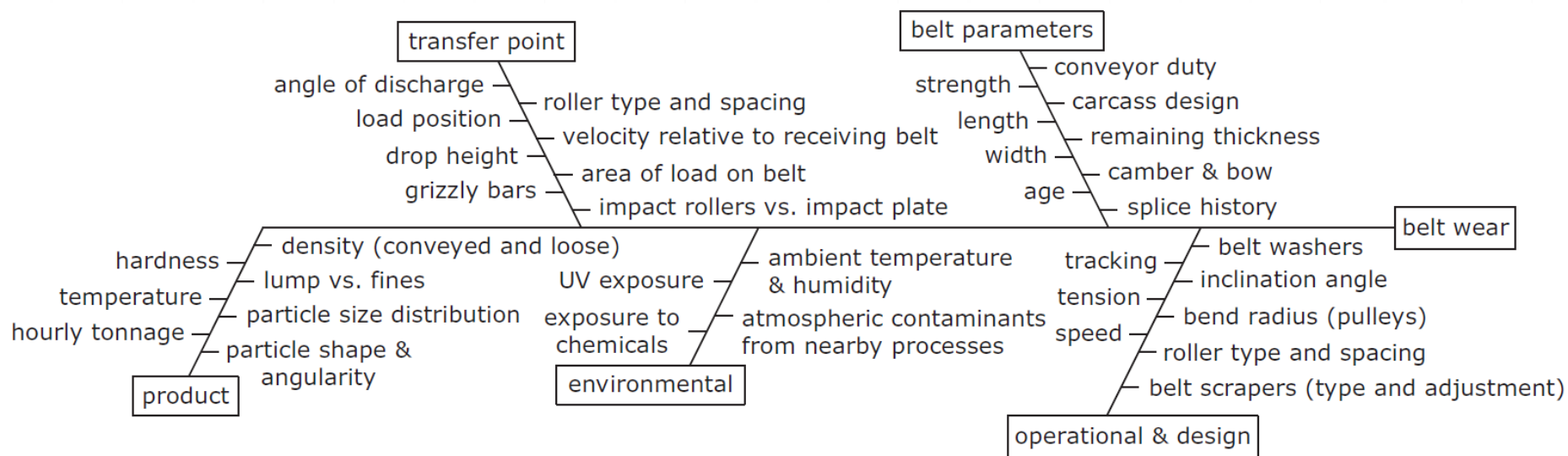
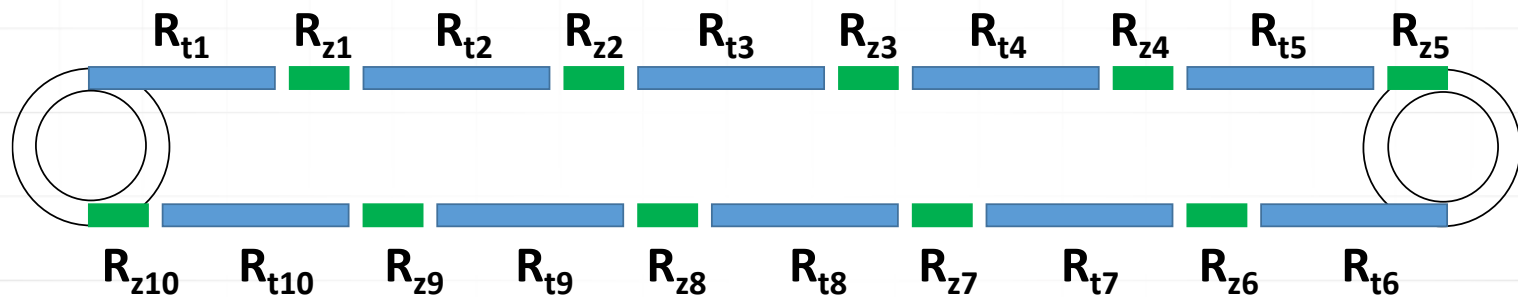


Diagram Ishikawy przyczyn zużywania się taśm przenośnikowych

Zużywanie się taśm przenośnikowych

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



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

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

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

Monitorowanie taśm i ich diagnostyka

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

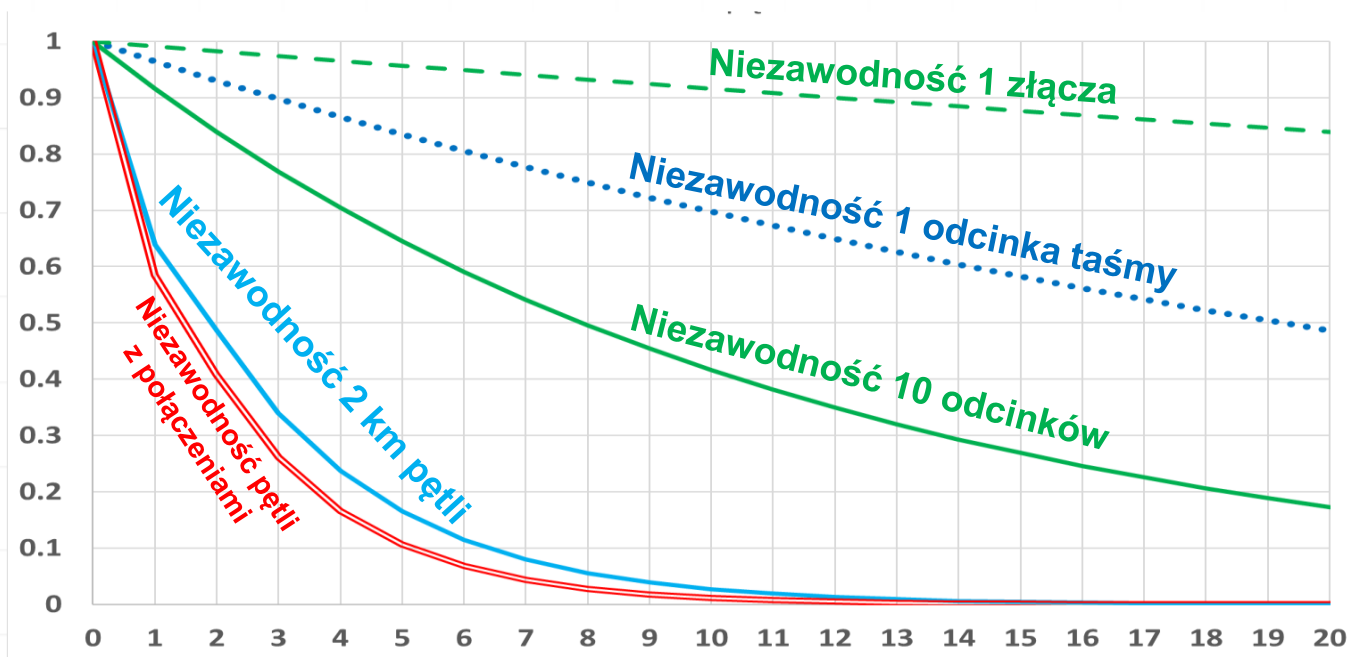
1 złącze - 114,2 miesięcy ,

1 odcinek taśmy - 27,74 miesięcy

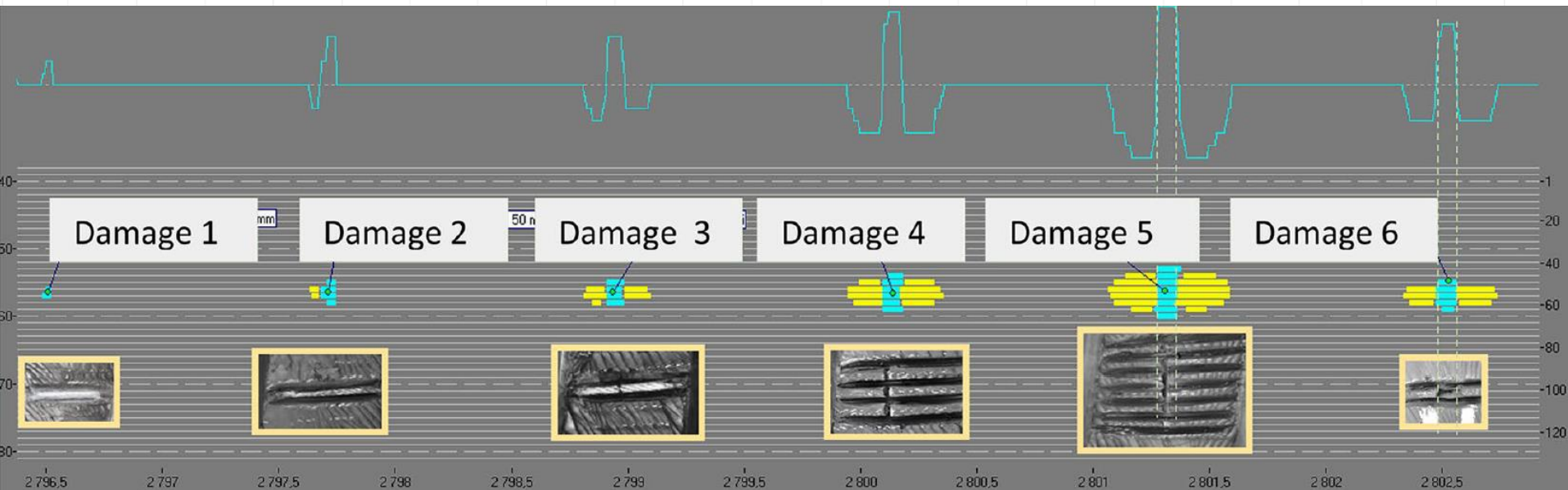
10 połączeń - 11,41 miesięcy,

10 odcinków taśm - 2,77 miesiąca

Pętla taśmy 2,23 miesiąca



Diagnostyka rdzenia taśmy

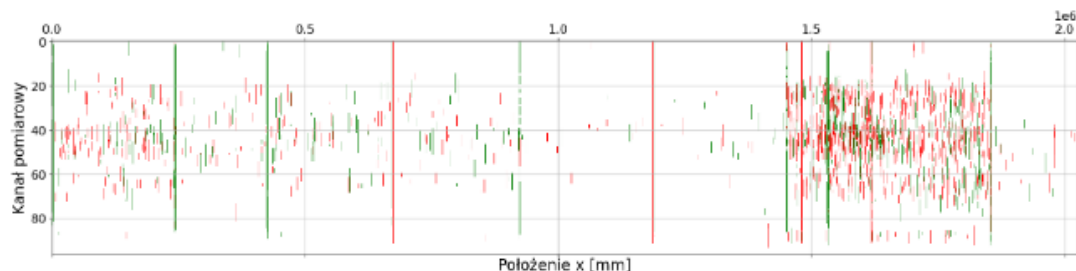


- Zmiana reprezentacji uszkodzenia taśmy z sygnału jednowymiarowego na sygnał 2D pozwala na szybką interpretację danych i ocenę stanu taśmy.
- Gęstości uszkodzeń, które stwarzają zagrożenie dla ciągłej pracy pętli taśmowej na przenośniku, mogą być szybko i jednoznacznie zidentyfikowane
- Użytkownicy 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.

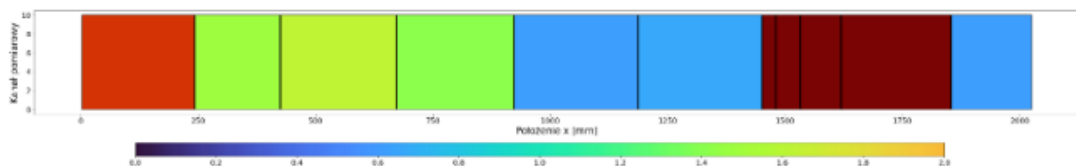
Diagnostyka rdzenia taśmy



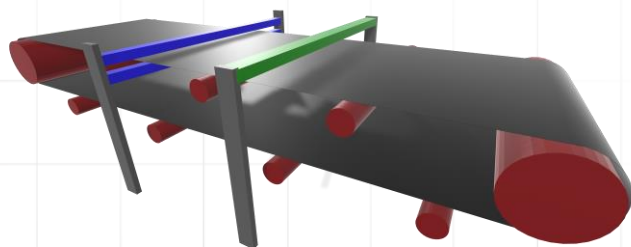
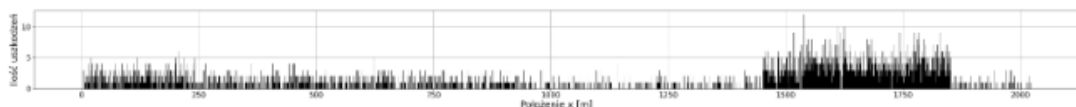
odczytany sygnał pomiarowy



uśredniona i kodowana kolorami
identyfikacja stanu kolejnych
odcinków taśmy



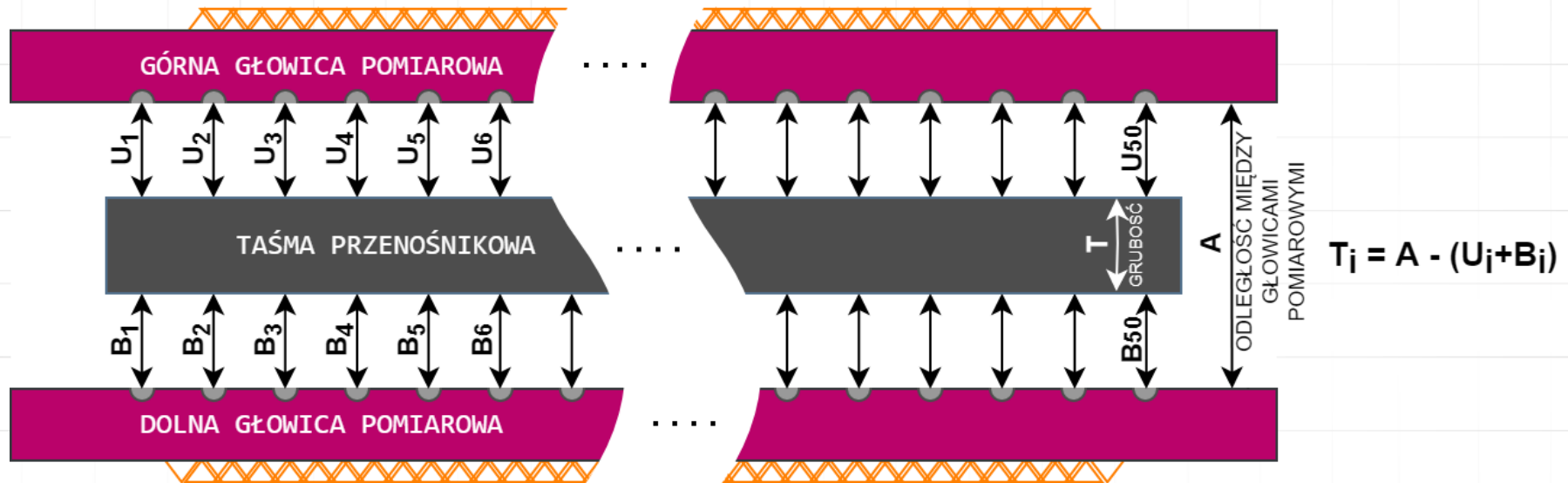
histogram gęstości uszkodzeń
wzdłuż taśmy



Diagnostyka okładek taśmy

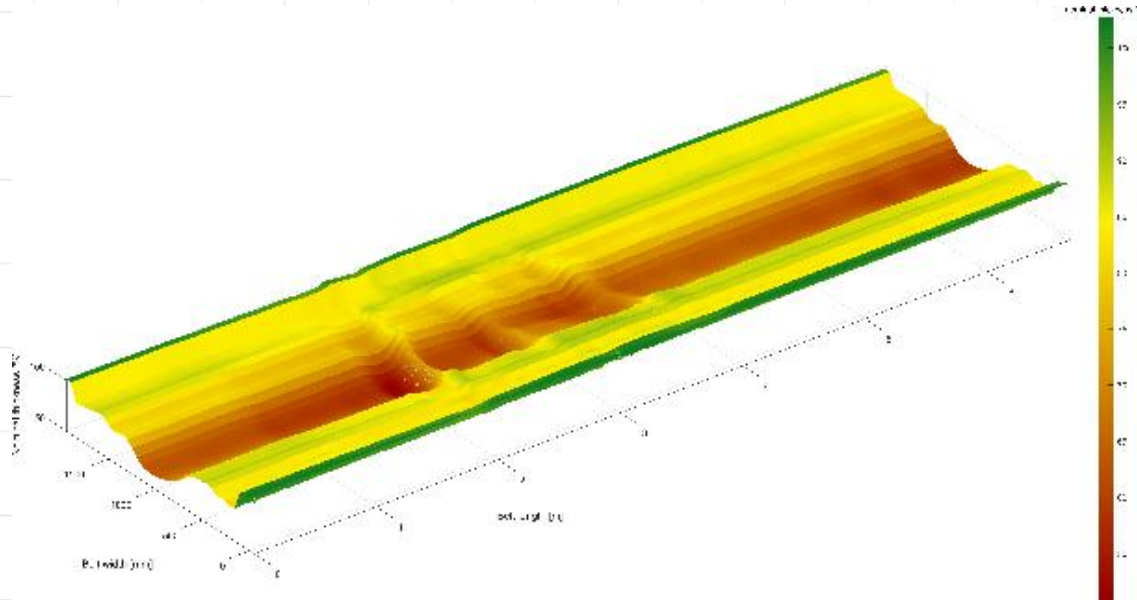


LIDER X no. 0227/L-10/2018



- Celem projektu Beltsonic jest stworzenie **innowacyjnego urządzenia do pomiaru grubości oraz oceny zmian profilu poprzecznego i wzdłużnego taśm przenośnikowych** stosowanych w górnictwie oraz w przemyśle wykorzystującym taśmy przenośnikowe
- W ramach projektu na bazie wersji laboratoryjnej powstała wersja przemysłowa do testów w kopalni odkrywkowej by uwzględnić potrzeby użytkowników

Diagnostyka okładek taśmy



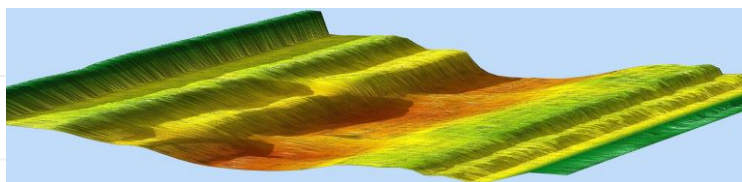
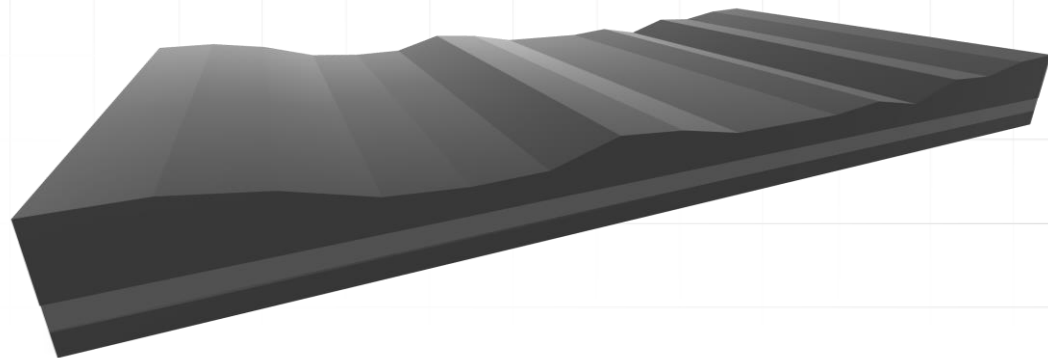
- Celem projektu Beltsonic jest stworzenie **innowacyjnego urządzenia do pomiaru grubości oraz oceny zmian profilu poprzecznego i wzdłużnego taśm przenośnikowych** stosowanych w górnictwie oraz w przemyśle wykorzystującym taśmy przenośnikowe
- W ramach projektu na bazie wersji laboratoryjnej powstała wersja przemysłowa do testów w kopalni odkrywkowej by uwzględnić potrzeby użytkowników

Diagnostyka okładek taśmy

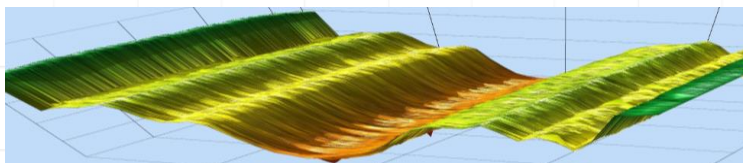


Pomiar jest dokonywany w sposób ciągły w kierunku osi wzdłużnej pętli taśmy

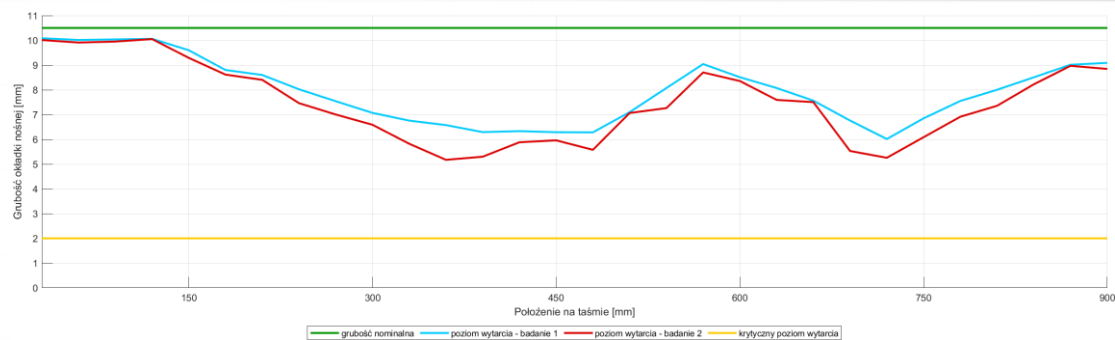
Grubość taśmy mierzona jest na płaskim odcinku taśmy w trakcie jej ruchu



Złącze



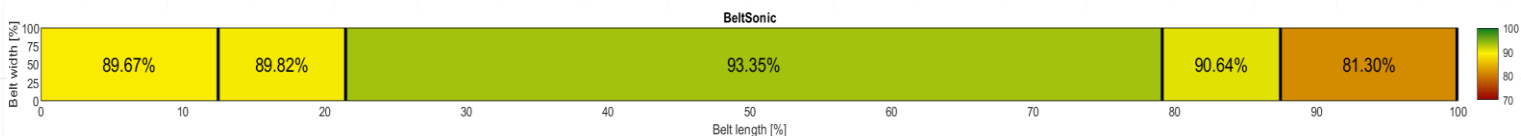
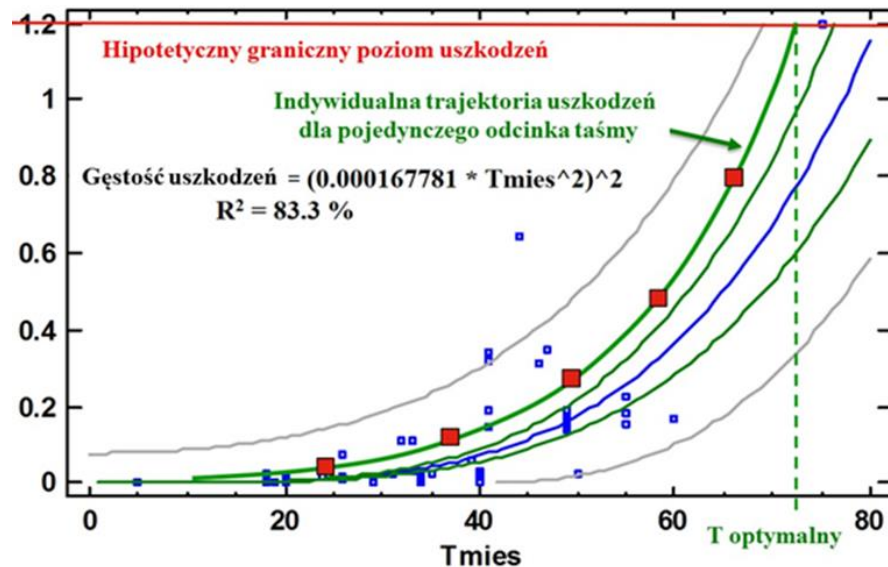
Odcinek taśmy



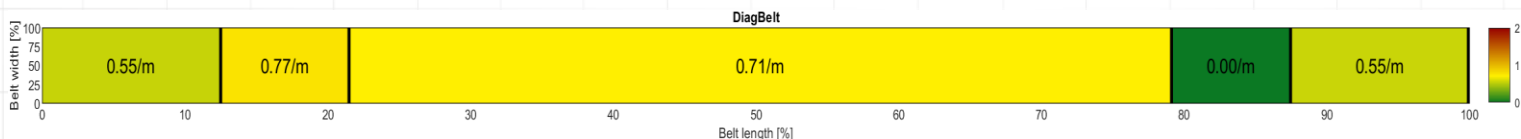
Prognoza momentu wymiany taśmy

Cel: Znalezienie optymalnego momentu na wymianę taśmy, by uzyskać **najwyższy wskaźnik sukcesu w 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 kolejnych odcinków taśmy – grubość taśmy



uśredniona i kodowana kolorami identyfikacja stanu kolejnych odcinków taśmy – koncentracja uszkodzeń rdzenia



Regeneracja taśm

- Taśma przenośnika może zostać odnowiona za ułamek kosztów doboru i zakupu nowej taśmy, jej sprowadzenia i instalacji na przenośniku.
- 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** zapewniająca korzyści finansowe i oszczędzające kosztowne i ograniczone zasoby nieodnawialne (m.in. stal i gumę). Dodatkowo ogranicza ilość odpadów do utylizacji
- Rozwiązanie to stosowane jest w Polsce. Firma BestGum należy do spółki PGE, która jest właścicielem kopalń węgla brunatnego i elektrowni (Bełchatów i Turów)
- W kopalniach i elektrowniach zainstalowano ponad 500 km taśm
- Gdy trwałość taśm wynosi 10 lat, to rocznie należy wymienić 10% ich długości, czyli 50 km. Taką trwałość osiągają taśmy węglowe.
- Gdy trwałość wynosi 5 lat to wymienić należy aż 100 km taśm rocznie.

Strategia wymian taśm w kopalni Bełchatów

1 regeneration

About 76m of belts are
reconditioned for the 1st time

76% regeneration
success rate

100 m
nowej taśmy

The overall success rate of
regeneration is approximately
70%

$$70\% = 123.12/176 * 100\% \\ (69.95\%)$$

$$123.12 \text{ m} = 76 \text{ m} + 47.12 \text{ m} \\ 176 \text{ m} = 100 \text{ m} + 76 \text{ m of} \\ \text{tapes sent for regeneration}$$



2 regeneration

circa 24 m
of belts go to waste

62% regeneration success rate

About 47.12 m of the tape is
regenerated for the second time

approx. 29 m
is scrapped



47.12 m of belts
are sent to scrap



Only 47.12 m from 100 m
of new belt is 2x
reclaimed (47.12%)



Strategia wymian taśm w kopalni Bełchatów

approx. 76 m of the belt can
be regenerated for the 1st
time after 8 years of
operation

approx. 24 m of tape is
scrapped
after
8 years



8 years

7 years

100 m of
new belt



approx. 47.12 m of
belt is regenerated
twice

47.12 m of tapes are
scrapped after 21 years
of operation

approx. 28.88 m of
belts are scrapped
after 15 years of
operation



24 m – 8 years

28.88 m – 15 years

47.12 m – 21 years

The average belt life is
16.15 years



6 years

Strategia wymian taśm w kopalni Bełchatów

Cena nowej taśmy: 1 200 PLN/m

Średni czas pracy do 1. regeneracji: 8 lat

Roczny koszt nowej taśmy: $1\,200/8 = 150 \text{ PLN/m/rok}$

Koszt 1. regeneracji: $600 \frac{\text{PLN}}{\text{m}}$

Średni czas pracy od 1. do 2. regeneracji: 7 lat

Roczny koszt nowej taśmy: $600/7 = 85,71 \text{ PLN/m/rok}$

Koszt 2. regeneracji: $600 \frac{\text{PLN}}{\text{m}}$

Średni czas pracy od 2. regeneracji do zużycia: 6 lat

Roczny koszt nowej taśmy: $600/6 = 100 \text{ PLN/m/rok}$

Nowe taśmy są kupowane od zewnętrznego dostawcy, np. Sempertrans, Conti-Tech, FTT Wolbrom, Dunlop etc.

Regenerację prowadzi firma Bestgum należąca do PGE, właściciela kopalni i elektrowni

Strategia wymian taśm w kopalni Bełchatów

Roczny koszt użytkowania taśmy z 1 regeneracją

$$124,3 \text{ PLN/rok} = 1\,938,7 \text{ PLN} / 16,1 \text{ lat}$$

Roczny koszt użytkowania taśmy z 2 regeneracjami

$$120,1 \text{ PLN/rok} = 1\,656 \text{ PLN} / 13,32 \text{ lat}$$

Roczny koszt użytkowania **diagnozowanych taśm** z 1 regeneracją

$$111,9 \text{ PLN/rok} = 1\,692 \text{ PLN} / 15,1 \text{ lat}$$

Roczny koszt użytkowania **diagnozowanych taśm** z 2 regeneracjami

$$107,8 \text{ PLN/rok} = 2\,030 \text{ PLN} / 18,8 \text{ lat}$$

W strategii z 1 regeneracją wydajujemy:

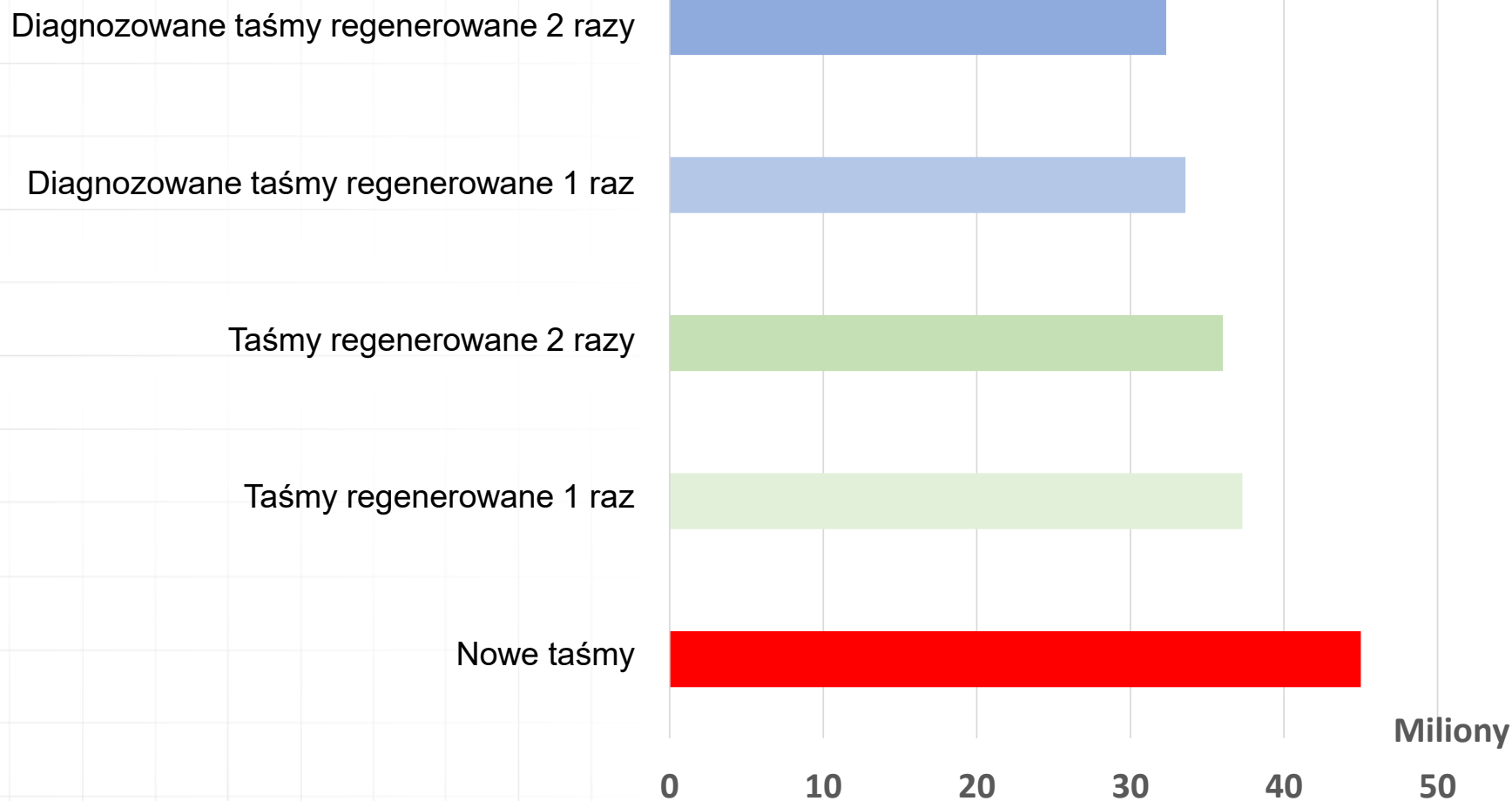
- **70,9%** na **nowe** taśmy
- **20,9%** na **regenerowanie** taśm

W strategii z 2 regeneracjami wydajujemy tylko:

- **59,1%** na **nowe** taśmy
- **40,9%** na **regenerowanie** taśm

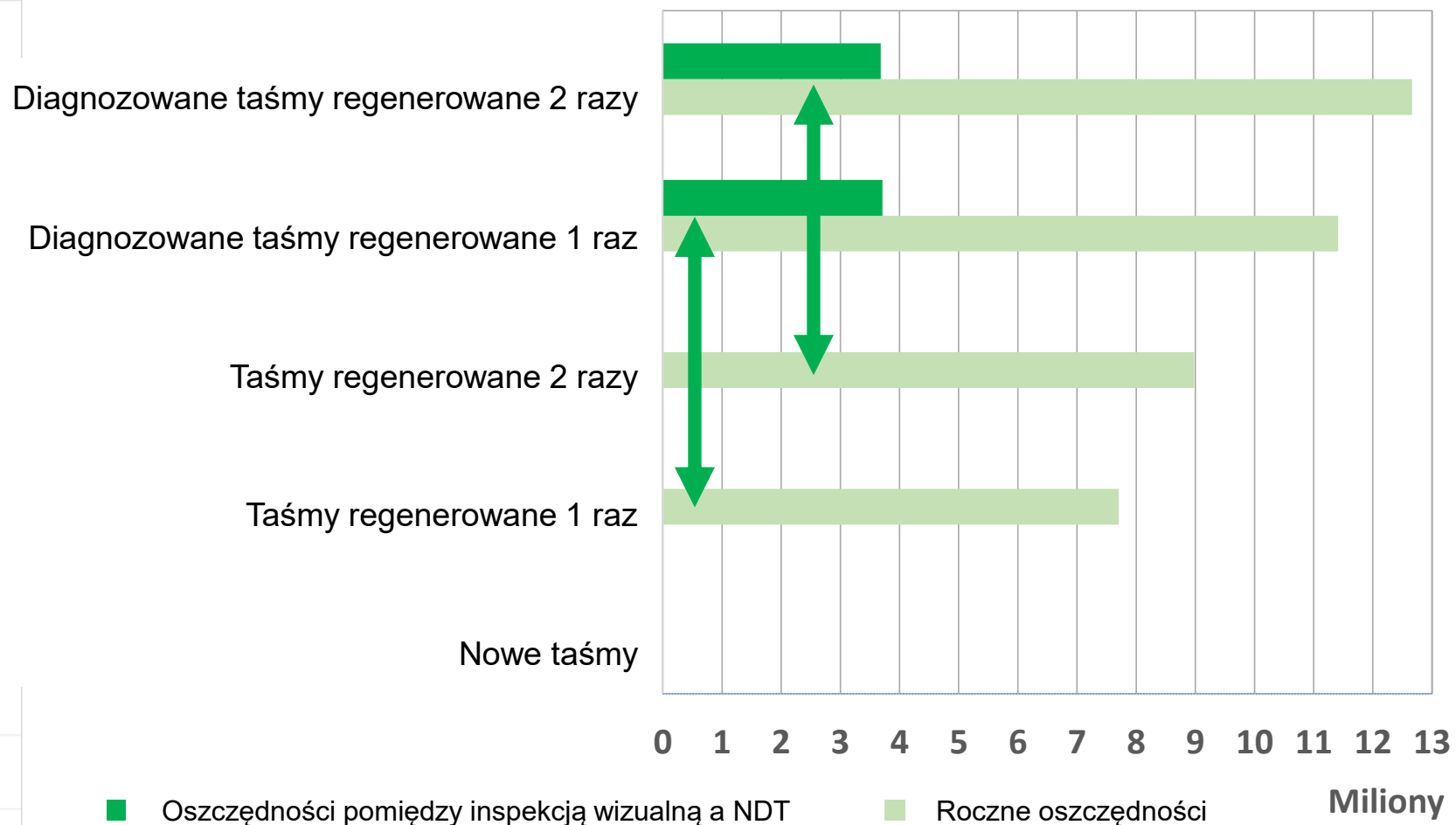
Strategia wymian taśm w kopalni Bełchatów

Roczny budżet na zakupy taśm



Strategia wymian taśm w kopalni Bełchatów

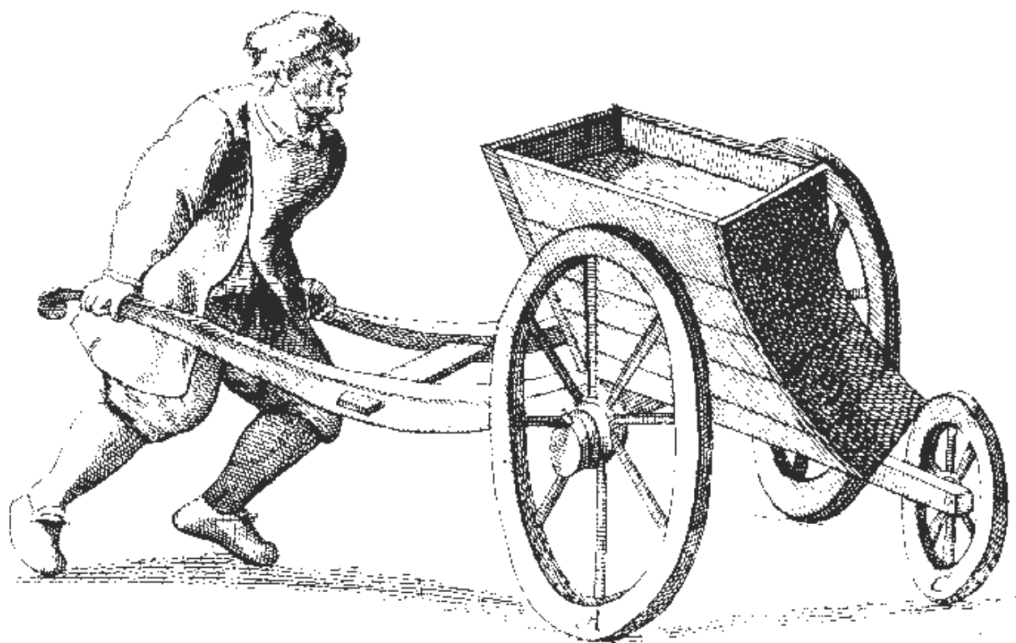
Roczne oszczędności pomiędzy strategiami bez i z regeneracją taśm



**W imieniu Katedry Górnictwa na Wydziale Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii
Politechniki Wrocławskiej serdecznie zapraszamy do udziału w konferencji:**

XXIII Szkoła Naukowa Podstawowe Problemy Transportu Przenośnikowego

Kudowa-Zdrój, 21-23.09.2022 r.



Jesienna Szkoła Naukowa z zakresu transportu taśmowego odbywa się cyklicznie od 1978 r. Inicjatorem tych spotkań, integrujących środowisko pracowników nauki, projektantów i konstruktorów, producentów i użytkowników urządzeń transportu taśmowego, był nieżyjący już profesor Tadeusz Żur - twórca wrocławskiej Szkoły Naukowej Transportu Taśmowego. Pierwsza konferencja z tego cyklu odbyła się w Karpaczu i została przyjęta bardzo życzliwie przez wszystkich jej uczestników. Formuła spotkań polegająca na szkoleniu poprzez wymianę doświadczeń była bardzo trafna. Podstawową i ciągle aktualną tematyką są zagadnienia związane z taśmami przenośnikowymi i szeroko rozumianym transportem taśmowym.



PROBLEMATYKA XXIII SZKOŁY NAUKOWEJ

- Doświadczenia w zakresie laboratoryjnych oraz przemysłowych badań przenośników taśmowych i ich podzespołów (krążników, napędów, przekładni) – nowe technologie pomiarowe i przetwarzania wyników;
- Eksploatacja taśm przenośnikowych (monitorowanie, analiza uszkodzeń, komputerowe zarządzanie, rynek, normy) oraz badanie właściwości taśm i ich połączeń;
- Energooszczędne rozwiązania w transporcie taśmowym – modelowanie warunków pracy i projektowanie przenośników;
- Ekonomiczne i środowiskowe aspekty stosowania transportu przenośnikowego;
- Transport biomasy przenośnikami taśmowymi;
- Transfer wyników badań eksperymentalnych, z modeli matematycznych i symulacji do projektowania bardziej wydajnych, oszczędnych i niezawodnych systemów transportowych.

INFORMACJE ORGANIZACYJNE

Zgłoszenie uczestnictwa

Serdecznie zapraszamy do zgłoszenia udziału w konferencji przez **formularz on-line** dostępny na stronie:

<https://conf-transport.pwr.edu.pl> do dnia **12.09.2022 r.**

Zgłoszenie prezentacji naukowej

Zgłoszenie prezentacji (tytuł i krótkie streszczenie oraz dane autorów) prosimy przestać wraz ze zgłoszeniem uczestnictwa do **31.08.2022 r.**

Przesłane abstrakty zostaną opublikowane do 31.10.2022 r. w postaci elektronicznej Książki Abstraktów. Po konferencji będzie możliwość publikacji (w punktowanym czasopiśmie *Mining Science*) artykułów związanych z wybranymi przez Komitet Naukowy referatami.

Zgłoszenie prezentacji i reklamy firmy

Przewidujemy możliwość prezentacji firm, ich wyrobów oraz usług, szczegóły zostały umieszczone w formularzu rejestracyjnym.



POLITECHNIKA
WROCŁAWSKA



WYDZIAŁ GEOINŻYNIERII,
GÓRNICTWA I GEOLOGII



KATEDRA GÓRNICTWA

Opłacalność regeneracji taśm i ich diagnostyki w świetle gospodarki obiegu zamkniętego oraz pełnego i efektywnego wykorzystania zasobów



Ryszard Błażej, **Leszek Jurdziak**¹

Agata Kirjanów-Błażej, Tomasz Kozłowski²

Mirosław Bajda, Dominika Olchówka¹

Aleksandra Rzeszowska¹

¹ - Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii

² - Wydział Informatyki i Telekomunikacji



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Politechnika Wrocławska