Spis treści

1. Wstęp……..…….…..3

1.1. Cel pracy…….....4

1.2. Zakres pracy…….....5

2. Charakterystyka PAK KWB Konin S.A…….....6

2.1. Informacje ogólne …….….....7

2.2. Położenie administracyjne i geograficzne kopalni ……..…….……5

2.3. Wątek wieloodkrywkowości kopalni Konin….…….....9

2.4. Problematyka odwodnieniowa…...……...…….…..12

2.5. Struktura organizacyjna kopalni Konin……..……..12

3. Systemy transportowe PAK KWB Konin S.A ……..……...…….14

3.1. Układ transportu KTZ i odstawy węgla...……..……...……...……14

3.2. Taśmy przenośnikowe stosowane w kopalni Konin..…….…...…..16

3.3. Technologia regeneracji taśm przenośnikowych ..…….……..18

3.4. Problematyka określenia trwałości taśm przenośnikowych…….....…….….20

4. Opis systemów badawczych…..……..……..……...21

4.1.System wysokiej rozdzielczości automatycznej diagnostyki taśm przenośnikowych z linkami stalowymi (HRDS)……...…….……..….....……21

4.2. Belt Guard…….25

5. Wyniki badań…..……..27

5.1. Omówienie wyników badań……..27

5.2.Porównanie długości odcinków obwodnic ze zbiorem danych systemów pomiarowych…….28

5.2.1. System HRDS…….28

5.2.2. System Belt Guard……..32

5.2.1.1.Przenośnik P – 22…….32

5.2.1.2.Przenośnik P – 21…….36

5.3. Przedstawienie uszkodzeń wykrytych w systemów badawczych……..…..41

5.3.1. P - 22 – HRDS…….41

5.3.2. P - 22 – Belt Guard……..44

5.3.3. P - 21 – Belt Guard……..47

6. Wnioski……..……...……50

7. Spis materiałów……...……..……...…...…….52

7.1. Spis tabel……...…….52

7.2. Spis wykresów……...52

7.3. Spis rysunków……...…….……53
7.4. Spis źródeł ……...…….……..……54
7.5. Literatura……55

1. Wstęp

Transport kopalniany jest jednym z nieodzownych elementów tworzących ciągłość wydobywczą w każdej kopalni, czy to odkrywkowej czy podziemnej. Rodzaj przyjętego transportu jest ściśle przemyślany i uwzględniony pod ryzami różnych kryteriów, warunków i ograniczeń. Polskie kopalnie odkrywkowe węgla brunatnego, w tym PAK KWB Konin S.A. bazują głównie na transporcie przenośnikowym. Stanowi on centralny punkt obserwacji i cel wszelkich możliwych udoskonaleń i modernizacji z racji generowanych nadkładów i kosztów związanych z jego utrzymaniem. Nadrzędnym celem jest zatem zdolność usuwania awarii wpływających na zmniejszenie wydobycia kopalni, a co za tym idzie możliwość ich przewidywania, co może nieść za sobą zmniejszenie skali i odczuwalności skutków postoi. W układach KTZ (koparka – taśmociąg - zwałowarka) bo z takimi mamy do czynienia wPAK KWB Konin S.A., jednym z najbardziej doglądanych i monitorowanych elementów układu są taśmy przenośnikowe, by zapewnić wysoką ich trwałość. Problem ten nie jest jednak czymś nowym w branży górniczej, obecny jest w każdym przedsiębiorstwie, stosującym podobny system transportowy. Potrzeba ta wymusiła stworzenie urządzeń diagnostycznych, podnoszących poziom kontroli stanu taśm. Jednym z takich urządzeń, są urządzenia diagnostyki bezinwazyjnej (NDT, z ang. Non destructive testing), służącej do oceny właściwości i wykrywania nieciągłości materiałów wraz z określeniem gabarytów obiektów, bez ingerowania w strukturę oraz zmian właściwości użytkowych badanego materiału.W warunkach światowych można znaleźć zaledwie kilku znaczących dostawców urządzeń NDT, w których prym wiodą firmy z Australii, USA i Chin [Błażej, Jurdziak, 2011]. W Polsce, z racji niedogodności wynikających z braku odpowiednich relacji między potentatami w dziedzinie NDT a polskim przedsiębiorstwami górniczymi, wynikła potrzeba stworzenia własnego systemu odpowiadającego ich potrzebom. Pierwszą jak i na razie jedyną kopalnią korzystającą z dogodności urządzeń NDT, a mianowicie urządzenie HRDS jest PGE GiEK S.A Oddział KWB Turów stworzoną na ich potrzeby przez Politechnikę Wrocławską. Niektóre kopalnie np. KWK Marcel, korzystają z usług diagnostycznych zewnętrznych firm (LRM) i nie dysponują własnymi urządzeniami użytkowanymi samodzielnie.

1.1. Cel pracy

Celem niniejszej pracy jest opis wykorzystania urządzeń NDT oraz ich wpływ na trwałość taśm przenośnikowych i ich połączeń z rdzeniem linkowym pracujących w systemie transportowym PAK KWB Konin S.A.

1.2. Zakres pracy

W pracy przedstawiono charakterystykę PAK KWB Konin S.A, pod kątem historycznym wraz z opisem lokalizacji przedsiębiorstwa. Ponadto podkreślono sprawę wieloodkrywkowości (jednoczesną eksploatację wielu wyrobisk odkrywkowych) charakterystyczną dla złóż konińskich. W pracy przedstawiono również systemy transportowe dostępne w kopalni z uwzględnieniem ciągu węglowego oraz system regeneracji taśm. Dane przedstawione w pracy pozyskano z badań przeprowadzonych dwoma systemami. Pierwszy jest to system wysokiej rozdzielczości automatycznej diagnostyki taśm przenośnikowych z linkami stalowymi produkcji Politechniki Wrocławskiej, drugi z kolei to system produkcji australijskiej o nazwie Belt Guard. Badania terenowe zostały przeprowadzone na tym samym przenośniku nadkładowym P-22 zlokalizowanym na odkrywce „Jóźwin", pole 2 B na oddziale JG-1 z dziesięciomiesięcznym odstępem czasu, ponadto w badaniu późniejszym przebadano dodatkowo jeden przenośnik P-21. Jako pierwszy użyto system opracowany na Politechnice Wrocławskiej, a jako drugi system australijski. Na podstawie pozyskanych danych została przeprowadzona interpretacja wyników badań.

2. Charakterystyka PAK KWB Konin S.A

2.1. Informacje ogólne

PAK KWB Konin to wieloodkrywkowy kompleks górniczy o wieloletniej tradycji i historii sięgający początkami okresu międzywojennego. Pierwsze źródła pisane pochodzą już z 1871. Poświadczają one eksploatację węgla brunatnego na tym terenie na potrzeby miejscowej ludności.Za nieformalne początki kopalni można uznać rok 1926, w którym to przeprowadzono badanie pierwszych pokładów węglowych. W okresie II wojny światowej Niemcy rozpoczęli budowę kopalni łącznie z brykietownią. W roku 1945, po zakończonej wojnie, na fundamentach istniejącej już poniemieckiej infrastruktury uruchomiono odkrywkę „Morzysław", w pierwszej fazie wyłącznie dla potrzeb ludności lokalnej, a od roku 1946 na potrzeby brykietowni. Dalej w roku 1956 ruszyła odkrywka „Niesłusz", a dwa lata później powstała elektrownia „Konin" i 1967 elektrownia „Pątnów".

Rys 1. Pierwsza tona węgla dla elektrowni, rok 1962 [1]

W dalszych latach uruchomiono jeszcze odkrywki „Gosławice" (1958), „Pątnów" (1962), „Kazimierz" (1965), „Jóźwin" (1971), „Lubstów" (1982), „Drzewce" (2005), „Tomisławice"

(2010).W najbliższej perspektywie czasowej przewidywane jest uruchomienie odkrywki „Ościsłowo”(rok 2018).

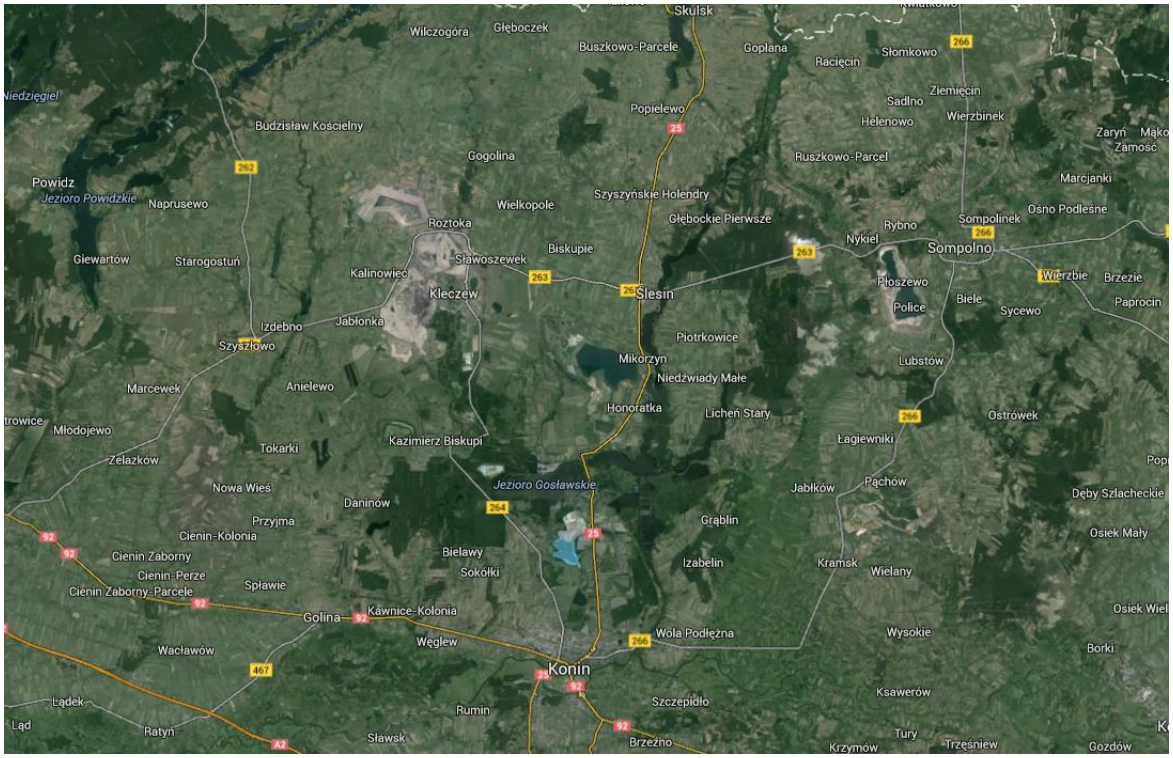
W roku 2012 doszło do prywatyzacji Kopalni Konin oraz Adamów, które zostały zakupione przez Zespół Elektrowni Pątnów Adamów Konin S.A. Proces prywatyzacji, po wielu latach rozłąki, scalił trzy spółki w jeden duży podmiot, tworzący drugi co do wielkości (po PGE GiEK SA Oddział KWB Bełchatów) w kraju zintegrowany pionowo kompleks energetyczny złożony z kopalń węgla brunatnego i elektrowni.

2.2. Położenie geograficzne i administracyjne kopalni.

Na terenie złóż konińskich przedmiotem działalności PAK KWB „Konin” w Kleczewie S.A. jest odkrywkowa eksploatacja złoża węgla brunatnego, zalegającego w obrębie zagłębia konińsko-tureckiego. Obecnie kopalnia Konin posiada trzy czynne odkrywki, „Jóźwin”, „Drzewce” i „Tomisławice”, które łącznie w ciągu roku wydobywają ponad 9 mln ton surowca i zdejmują ponad 60 mln ton nadkładu. Administracyjnie znajduje się ona na terenach kilkunastu gmin i kilku powiatów, oraz dwóch województw wielkopolskiego
i kujawsko-pomorskiego. Główną siedzibą kopalni jest miasto Kleczew, ponad 4- tysięczna miejscowość, oddalona od pobliskiego miasta powiatowego Konin o około 20 km. Kopalnia Konin na chwilę obecną zatrudnia, wraz ze spółkami jej podległymi, ponad 3 tysiące pracowników.

Omawiany rejon, według regionalizacji fizyczno-geograficznej Kondrackiego, znajduje się w strefie Niżu Środkowopolskiego, w makroregionie Pojezierza Wielkopolskiego, który obejmuje tereny objęte zlodowaceniem podczas ostatniego glacjału. Na południe od odkrywek „Kazimierz” i „Jóźwin" znajdują się elektrownie: „Pątnów” i „Konin", pracujące na paliwie z pobliskich odkrywek węgla brunatnego.

Rys. 2. Widok na odkrywkę Pątnów, rok 1968 [2]



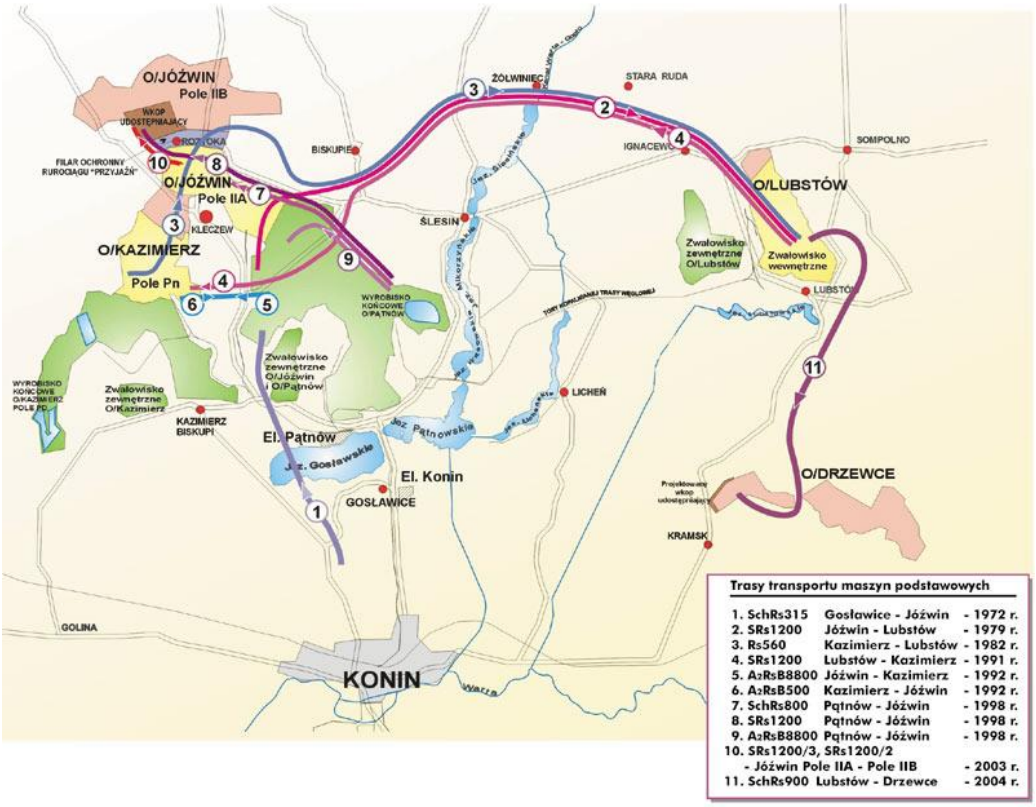
Rys. 3. Region koniński [3]

2.3. Specyfika eksploatacji wieloodkrywkowej w kopalni Konin

Kopalnia konińska jest specyficzną firmą górniczą pod względem rozlokowania i ilości odkrywek. W historii było ich aż dziesięć, a obecnie aktywnych pozostało trzy i w najbliższej perspektywie planowane jest otwarcie kolejnej. Ta odrębność zmusza do radzenia sobie nie tylko z problemami czysto stricte górniczymi, ale prawnymi, ludzkimi i logistycznymina bardzo dużą skalę w porównaniu z innymi kopalniami odkrywkowymi w Polsce, których działalność związana jest tylko z jedną odkrywką. Problemy „konińskie" wynikają z potrzeby utrzymania dostaw węgla na stałym poziomie, co zmusza ją do poszukiwania wciąż nowych złóż, rozlokowanych w różnych częściach regionu konińskiego, oddalonych od siebie o wiele kilometrów czasami rzędu 30 km. Proces tworzenia nowej odkrywki jest trudny z uwagi na konieczność ustalenia właściwego harmonogramu otwarcia kolejnych złóż by zaspokoić potrzeby paliwowe w całym okresie życia elektrowni. Z tego względu niezmiernie ważny jest okres przygotowania. Pomijając same problemy formalno-prawne uzyskania niezbędnych pozwoleń, które są dość podobne w odniesieniu do innych kopalń, pozostaje czynnik ludzki, wynikający z braku wiedzy, niechęci i niezrozumienia korzyści płynących z obecności kopalni w ich regionie. Należy jednak zauważyć, iż podejście lokalnej społeczności do nowych inwestycji w ostatnim czasie ulega nieznacznej poprawie.

Konieczność ciągłego poszukiwania nowych złóż i tworzenia nowych wyrobisk górniczych wymusiła potrzebę opracowania systemu transportu koparek wielonaczyniowych, niekiedy na znaczne odległości sięgające blisko 30 km. Przyczyny przemieszczeń maszyn podstawowych wynikały z dwóch powodów, pierwszy wiązał się z zamykaniem starych wyrobisk, co z przyczyn oczywistych wiązało się z ich przemieszczeniem. Drugi natomiast wiązał się względami ekonomicznymi i technologicznymi, co wymuszało zastosowanie pewnych roszad w stanie parków maszynowych poszczególnych odkrywek. Z racji gabarytów i mas koparek wielonaczyniowych czy zwałowarek, przedsięwzięcie transportu wiązało się ze sporymi problemami technicznymi. Przez lata takiej praktyki, w kopalni Konin opracowano dwa sposoby przemieszczania. Pierwszy sposób polegał na transporcie na własnych podwoziach. Metoda ta obarczona jest niestety sporymi problemami technicznymi związanymi z wyznaczeniem trasy, pokonaniem linii wysokiego napięcia, dróg asfaltowych, linii kolejowych, wynajęciem terenów prywatnych, najczęściej pól uprawnych, co z kolei wiązało się z rekompensatą ewentualnych powstałych szkód. Sposób ten jednak miał jeden duży plus, mianowicie czas przemieszczeń maszyn był maksymalnie krótki, sięgający raptem kilku tygodni. Drugi sposób polegał na demontażu maszyn, transporcie i ponownym montażu w miejscu docelowym. Sposób teoretycznie bezpieczniejszy i nieobarczony dużymi

problemami natury technicznej czy logistycznej, lecz wiążący się z dużym czasem trwania takiej operacji, sięgającym łącznie kilku miesięcy.



Rys. 4. Mapa transportów maszyn podstawowych do roku 2004 [4]

Rys. 5. Widok z lotu na transport konińskich maszyn podstawowych [5]

Warty zauważenia może być przykład transportu SchRs 315 w roku 1971przez jezioro Gosławskie. Maszyna została transportowana na pontonach wojskowych (prom o długości 45

m, odporny na obciążenie 620 ton), odległość wyniosła 2,3 km i trwała kilka godzin. Operacja nosiła nazwę "Przerzut" i była spektakularnym przedsięwzięciem jak na tamte czasy, wspomaganym przez jednostki wojskowe. Przygotowanie do transportu trwało raptem kilka dni, a sama koncepcja była wybrana z kilku innych m.in. transportu lądowego wokół jeziora, demontażu, transporcie części i ponownemu montażu, ale po dłuższych przemyśleniach zostały one odrzucone ze względu na wiążący się z nimi długi okres czasu. Konieczność szybkiego otwarcia kolejnej odkrywki „Jóźwin" w roku 1971 zaważyła i wybrano koncepcje przerzutu maszyny przez jezioro Gosławskie.

Rys. 6. SchRs 315 podczas prac przygotowawczych przed transportem przez jezioro Gosławskie (w tle widoczna elektrownia Pątnów) [6]

Rys. 7. Najazd SchRs 315 na pontony wojskowe podczas operacji „Przerzut" [7]

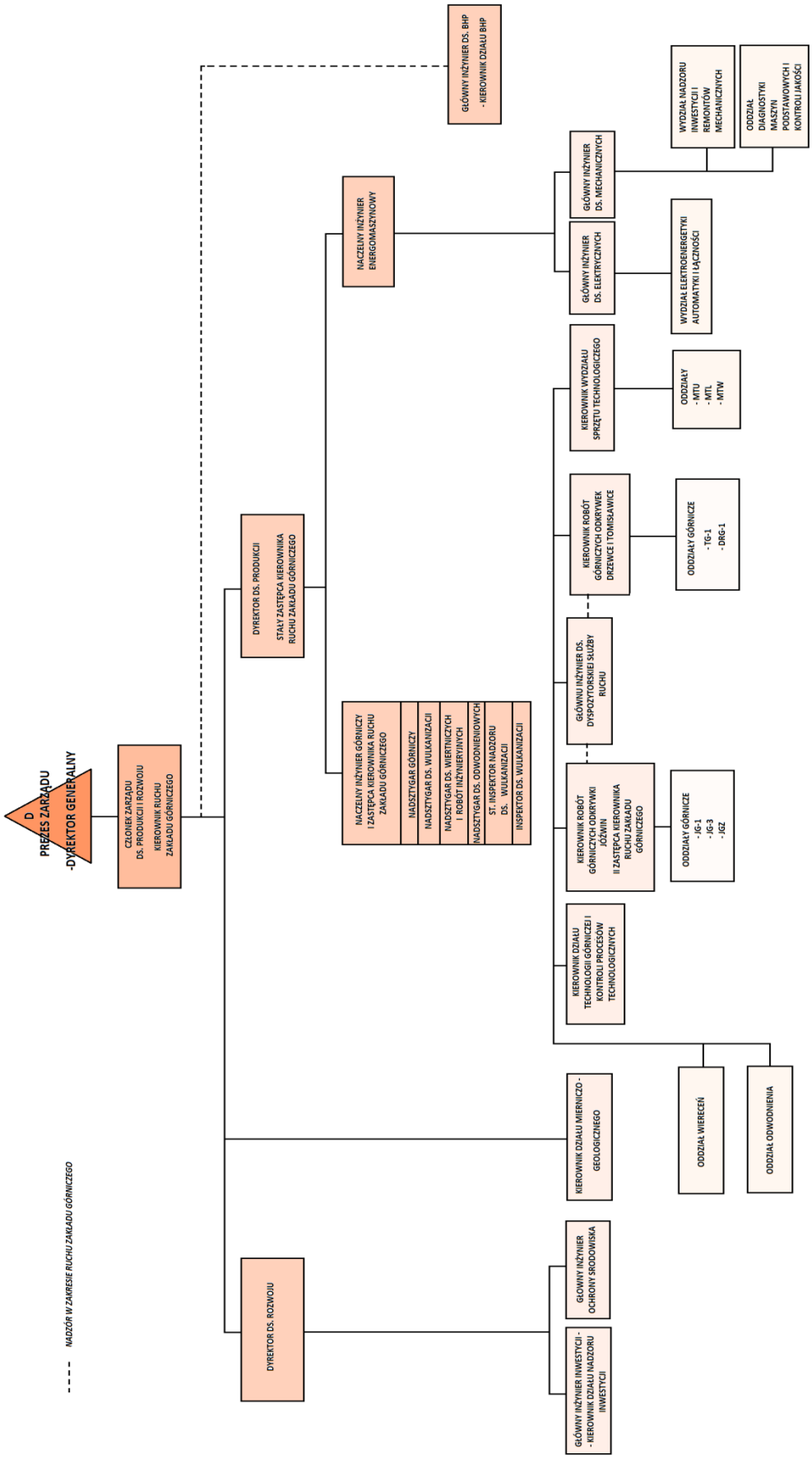
2.4. Problematyka odwodnieniowa

Konińska kopalnia oprócz dużego rozlokowania złóż i potrzeby tworzenia nowych odkrywek ma jeden dość istotny problem warunkujący ich przyszły rozwój górniczy, którym jest woda. Konińskie złoża węgli brunatnych charakteryzują się dość prostą budową geologiczną, najczęściej jednopokładową, w kształcie soczew, do których w trakcie prowadzenia ich eksploatacji następuje stały dopływ wód podziemnych, który musi być neutralizowany przy pomocy urządzeń odwadniających. Tak duży dopływ wód podziemnych wynika z bliskiej lokalizacji jezior- Gosławskiego, Pątnowskiego, Ślesińskiego, Mikorzyńskiego oraz Wilczyńskiego. Od początku działalności wyrobisk odkrywkowych w pierwszej połowie XX wieku o tak dużych rozmiarach, jakimi są odkrywki wydobywające węgiel brunatny, funkcjonowanie wiązało się z koniecznością ich odwadniania. Znajomość odwadniania studziennego, bo na takim opiera się dzisiejszy sposób ujmowania wód m.in. w kopalni Konin, był nieznany w momencie tworzenia kopalni, dlatego do połowy lat 90 stosowano odwodnienie podziemnymi wyrobiskami górniczymi, zwanym inaczej górniczym. Według Kasztelewicza w kopalni Konin do momentu zakończenia działalności odwodnienia wyrobiskami górniczymi, czyli do roku 1996 wydrążono 389 909 mb wyrobisk odwadniających. Obecnie studnie odwadniające budowane są w formie barier okalających każdą z odkrywek, średnia ich głębokość sięga ok. 80 m. Rocznie kopalnia Konin odpompowuje ponad 100 mln m^3 wody, co stanowi 1/5 wszystkich wód ujmowanych przez polskie kopalnie węgla brunatnego. Ilość wypompowanej wody to ok. 22 m^3/tonę na rok 2012-2013, gdzie dla przykładu w kopalni Turów wskaźnik ten wynosi ok. 4 m^3/tonę wydobytego węgla.

2.5. Struktura organizacyjna kopalni Konin

Proces prywatyzacyjny kopalni Konin przyniósł za sobą określone zmiany, w które wchodzą między innymi zmiany organizacyjne zakładu górniczego. Poniżej został przestawiony schemat organizacyjny zakładu górniczego PAK KWB Konin S.A obowiązujący od bieżącego roku. Odziały elektryczne, automatyczne, mechaniczne oraz wulkanizacyjne zostały wydzielone z poniższego schematu i wcielone do spółek zewnętrznych.

Wszystkie zadania związane z naprawami i wymianami odcinków taśm przejęła spółka Eko-surowce z siedzibą w Kleczewie. Kontrole na ich działaniami prowadzi stanowisko Nadsztygara do spraw wulkanizacji, przedstawiona na poniższym schemacie.



Rys. 8 Schemat organizacyjny zakładu górniczego PAK KWB Konin S.A. [8]

3. Systemy transportowe PAK KWB Konin S.A

3.1. Układ transportu KTZ i odstawy węgla

Układy transportowe PAK KWB Konin S.A w ponad sześćdziesięcioletniej historii ulegały wielu przemianom i udoskonaleniom, momentem przełomowym było jednak przejście z transportu kolejowego na transport przenośnikowy. Na chwilę obecną cały transport nadkładowy oparty jest na przenośnikach taśmowych, począwszy od koparek wielonaczyniowych, na zwałowarkach skończywszy, tworząc układy KTZ. Układy te są powtarzalne dla wszystkich czynnych obecnie konińskich odkrywek. Jedynymi różnicami, dzielącymi poszczególne wyrobiska, to ilość układów KTZ w każdej odkrywce, rodzaje maszyn podstawowych wprzęgniętych w dany układ, oraz długość i ilość przenośników taśmowych. Każdy odrębny dobór układów KTZ charakterystycznych dla danej odkrywki wynika ze stosowanej technologii uzależnionej od budowy i zalegania złoża.

Unikalność kopalni Konin przejawia się również pod względem doboru odstawy węgla brunatnego do elektrowni. Każda z odkrywek ma swoją odrębny ciąg transportowy dostaw surowca do elektrowni. Odkrywka „Jóźwin”, największa z obecnie trzech istniejących, wydobywa rocznie ok. 6 mln ton surowca. Odstawa węgla z wyrobiska odbywa się jednym ciągiem węglowym opartym na 10 przenośnikach taśmowych B-1600 z rdzeniem z linek stalowych. Ciąg w wyrobisku rozpoczyna się od przenośnika W-11,z którym połączone są dwie koparki łańcuchowe ERs 710 oraz Rs 560, a kończy na W-02 zlokalizowanego na załadowni w Kleczewie, gdzie węgiel załadowywany jest na składy węglowe. Każdy skład liczy 10 wagonów o pojemności każdego w granicach 53 Mg. Ponadto na przenośniku W-02 umiejscowiona jest ładowarko-zwałowarka ŁZKS-500.29.5, która umożliwia uśrednianie węgla pod względem jego parametrów jakościowych, tym samym dając kopalni większy margines bezpieczeństwa w aspekcie dostaw surowca do elektrowni.

Na odkrywce „Drzewce” układ ciągu węglowego jest podobny do jóźwińskiego, jedyną różnicą jest załadownia zlokalizowana przy odkrywce która połączona jest nitką kolejową z główną załadownią Lubstów nieczynnej już odkrywki „Lubstów”. Odkrywka „Drzewce” jest najmniejszą odkrywką z trzech istniejących w kopalni Konin.

Odkrywka „Tomisławice”, najmłodsze złoże kopalni Konin, jest pierwszą odkrywką w Polsce otwartą po jej wejściu do Unii Europejskiej, której uruchomienie wiązało się dodatkowymi, wymagającymi restrykcjami, przede wszystkim w dziedzinie ochrony środowiska, które należało spełnić. Wyjątkowość „Tomisławic” na tym się nie kończy,

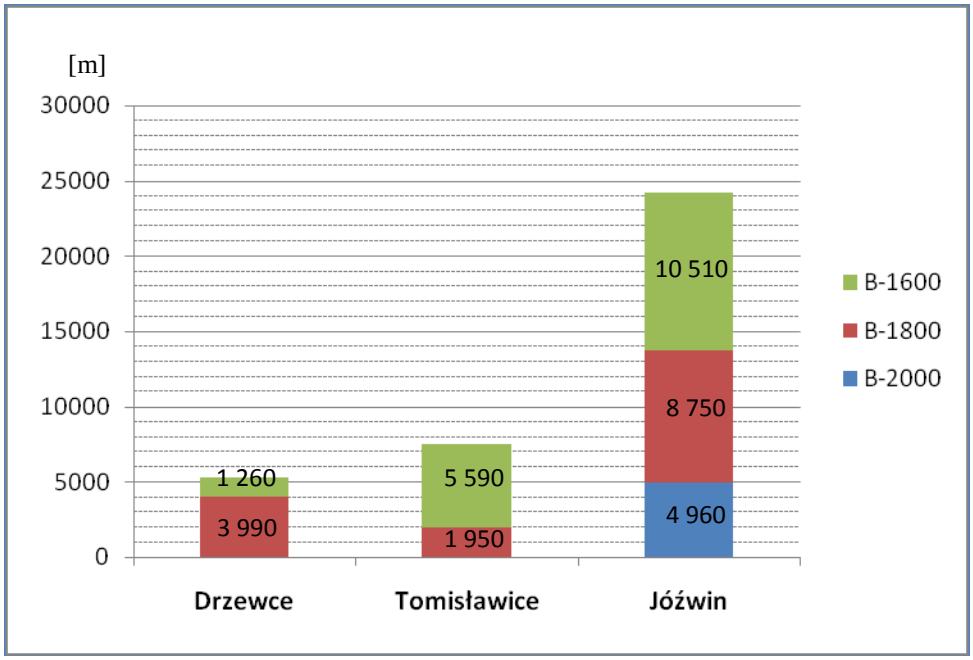
kolejną rzadkością jest zastosowanie technologii odstawy węgla do elektrowni. Podobnie jak w dwóch wcześniejszych przykładach odstawa jest dwuetapowa. Pierwszy etap jest całkowicie nowatorski i polega na transporcie samochodowym. Załadunek w załadowni Tomisławice odbywa się poprzez specjalne bufory przystosowane do pracy z naczepami samochodowymi. Wyładunek w załadowni Lubstów przystosowany został dla maksymalnie czterech aut. Odległość pomiędzy załadowniami wynosi prawie 19 km. Drugi etap jest ten sam, niezmiennie jest nim kolej, z załadowni Lubstów do elektrowni.

Rys. 9. Załadunek węgla na załadowni Tomisławice [9]

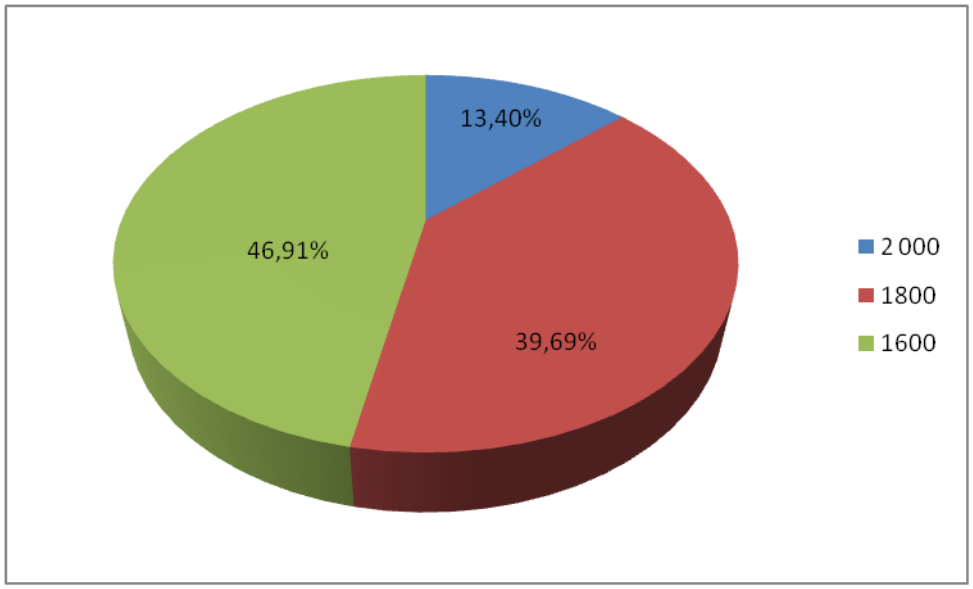
Rys. 10. Wyładunek węgla na załadowni Lubstów [10]

3.2. Taśmy przenośnikowe stosowane w kopalni Konin

Transport przenośnikowy w kopalni Konin oparty jest głównie na taśmach z rdzeniem linkowym, natomiast udział procentowy taśm z rdzeniem tekstylnym jest bliski 1% wszystkich taśm, dlatego w dalszej części pracy zostaną pominięte. W transporcie technologicznym w przenośnikach taśmowych stosowane są taśmy o szerokościach 1600, 1800, 2000 mm, produkcji krajowej o wytrzymałościach St3150 i St2500. Długość taśm zainstalowanych na ciągach przenośników w 2014 roku wynosi łącznie 37 km . Długość przenośników każdego roku ulega zmianom, głównie ze względu na stosowaną technologię, czyli przebudowy układów KTZ związanych ze zmianą kierunków frontów, czy też przechodzeniem ze zwałowania zewnętrznego na wewnętrzne, co skraca drogi odstawy nadawy na zwałowiska. Na wykresie przedstawione zostały ilości taśm stosowanych w kopalni z uwzględnieniem ich szerokości. Największy udział wszystkich taśm stanowią taśmy B-1600, których długość wynosi 17 360 m, następnie B-1800, których jest 14 690 m, oraz B-2000, których łączna suma wynosi 4 960m. Wartości procentowe skumulowane wszystkich taśm z podziałem na jej szerokości przedstawiono w wykresie 2.

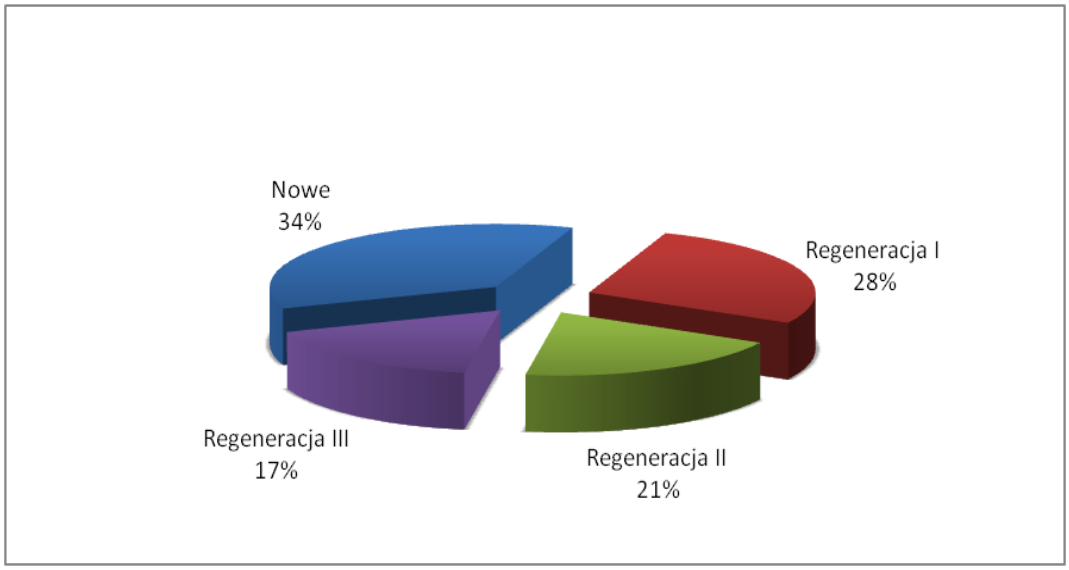


Wyk. 1. Bilans taśm linkowych stosowanych w PAK KWB Konin na rok 2014 z uwzględnieniem ich szerokości [11]



Wyk. 2. Skumulowane długości zamontowanych taśm stosowanych PAK KWB Konin z podziałem na jej szerokości [12]

W kopalni Konin ponadto stosuje się proces regeneracji taśm w celu jej powtórnego użycia. Główną przyczyną stosowania tego procesu jest wysoka cena taśm nowych, natomiast sama taśma regenerowana jakościowo, nie odbiega od taśm nowych przy cenie nawet trzykrotnie mniejszej. Taśmy poddawane są nawet trzykrotnej regeneracji, o ile ich stan na to pozwala. W kopalni Konin łączna ilość taśm regenerowanych dochodzi do 66 % wszystkich taśm posiadanych przez nią. W poniższym wykresie przedstawiono udziały procentowe wszystkich taśm z podziałem na nowe i poddane trzem stopniom regeneracji.



Wyk. 3. Udział taśm nowych i regenerowanych stosowanych w PAK KWB Konin na rok 2014 [13]

3.3. Technologia regeneracji taśm przenośnikowych

Podczas budowy odkrywki ”Kazimierz” w roku 1965 kopalnia Konin na stałe włączyła do systemu transportowego, transport taśmowy. W pierwszej fazie były to taśmy z rdzeniem bawełnianym, następnie polimerowym, jednak trudności w eksploatacji takich taśm w kolejnych latach, wymusiły zastosowanie taśm z linkami stalowymi. Po roku 1971, czyli po otwarciu odkrywki „Jóźwin” kopalnia dysponowała wyłącznie taśmami z linkami stalowymi. W dalszych latach zaistniała potrzeba zastosowania procesu regeneracji taśm przenośnikowych. W tym celu w roku 1976 zakupiono stacjonarną prasę firmy Wagener, która swoim zastosowaniem obejmowała regeneracje taśm z linkami stalowymi jak i tkaninowo-gumowymi. Prasa nieprzerwanie pracowała do roku 2007, gdzie z przyczyn technicznych musiała zostać wycofana. Potrzeba jednak kontynuacji procesu regeneracji taśm wymusiła na kopalni zakup nowej prasy, również firmy Wagener. Nowa prasa zwiększyła wydajność poprzez wydłużenie odcinka regeneracji w jednym cyklu z 2,5 m do 4 m. Jednostkowa siła nacisku wzrosła ponad dwukrotnie, z 200 do 420 kG/cm^2, co wpłynęło na wzrost parametrów jakościowych taśmy po jej zregenerowaniu (Szymański R, 2012).

Z racji rosnących wymogów ochrony środowiska i dużego zagrożenia dla zdrowia ludzkiego, stara metoda regeneracji taśm z racji obecności rozpuszczalników organicznych (toluen, benzyna ekstrakcyjna) została wycofana na rzecz metody bezklejowej. Oprócz potrzeby zakupu nowej prasy, istniała potrzeba opracowania technologii bezklejowego nakładania okładki gumowej na powierzchnie regenerowanej taśmy. Po miesiącach doświadczeń, w efekcie końcowym na stole konfekcyjnym, na obu poziomach zastosowano dwa bębny dociskowe, o różnych prędkościach obwodowych. Uzyskanie asynchronicznej pracy bębnów pozwoliło na wciśnięcie mieszanki gumowej w powierzchnie taśmy, przy jednoczesnym wyeliminowaniu zagniatania okładki pod jednym z bębnów, co było częstym zjawiskiem przy synchronicznej pracy bębnów dociskowych. Aktualnie nowy system działa z pełną wydajnością i w całości wypełnia zapotrzebowanie przedsiębiorstwa. Średniorocznie regenerowanych jest ok. 15 km taśm. Przy tradycyjnej formie klejowej zużywanych było ok. 15 tys. kg toulenu i 10 tys. kg benzyny ekstrakcyjnej, gdzie przy nowej technologii uzyskano zmniejszenie owych substancji jednoczenie zmniejszając uciążliwość pracy i koszty produkcji.

Rys. 11. Stacjonarna prasa wulkanizacyjna firmy Wagener [14]

Rys. 12. Stół konfekcyjny do bezklejowej regeneracji taśm [15]

3.4. Problematyka określenia trwałości taśm przenośnikowych

Określenie trwałości taśm przenośnikowych jest sporym problemem ze względu na złożoność i ilość czynników wpływających na jej żywotność. Znane są dwa rodzaje czynników, naturalne i eksploatacyjne. Do naturalnych zaliczamy właściwości fizykochemiczne transportowanego urobku, korozyjność środowiska pracy oraz warunki klimatyczne. W eksploatacyjnych wyróżnimy prędkość oraz szerokość taśmy, długość przenośnika, rozruchy z poślizgami taśmy, wysokości punktów przesypowych, a także trudności z uprowadzeniem prostoliniowego biegu taśmy. Najpowszechniejszą miarą określającą trwałość taśmy jest czas kalendarzowy, jednak nie jest on miarodajny ze względu na niejednakowy stopień wykorzystania czasu pracy poszczególnego przenośnika. Znając czas pracy, czyli ilość godzin w ciągu doby kiedy taśma jest w ruchu, można określić biorąc pod uwagę jej prędkość i długość trasy, ilość cykli jakie wykona od momentu montażu do demontażu z przenośnika. Liczba cykli jakie wykonała taśma w ciągu swego życia jako miara trwałości nadaje się idealnie do analiz statystycznych, w których można uzyskać dokładniejszą ocenę trwałości taśmy przenośnikowej (Jurdziak, Błażej – metoda Żura).

Biorąc pod uwagę analizę Strzałkowskiego trwałość taśmy w dużej mierze zależy od trzech czynników. Czynnik pierwszy odnosi się do długości przenośnika ze wzrostem której maleje liczba cykli, co podnosi trwałość taśmy. Drugi czynnik czyli rodzaj uszkodzeń, który dzieli się na zużycia naturalne oraz zużycia awaryjne. Zużycie naturalne rozumiane jako wycieranie okładki nośnej i bieżnej jest normalnym procesem powstałym w całym okresie pracy taśmy. Zużycie awaryjne powstaje wskutek uszkodzenia taśmy, często wiąże się z jej wymianą. Końcowy udział każdych z czynników może świadczyć o prawidłowym bądź niewłaściwym, eksploatowaniu taśmy. Trzecim czynnikiem jest prędkość której zwiększanie nie służy trwałości taśmy ze względu na zwiększoną liczbę cykli, większą liczbę przegięć taśmy, oraz pojawienie się dynamicznego przyspieszenia urobku.

W PAK KWB Konin średnia trwałość taśmy to 6 lat, jednak znane są taśmy o trwałości kilkukrotnie dłuższej, sięgające kilkunastu lat. Zatem jednoznaczne określenie cyklu życia taśmy jest skomplikowane i nieprecyzyjne ze względu na różnorodność warunków i czasów pracy odcinka taśmy.

4. Opis systemów badawczych

4.1. System wysokiej rozdzielczości automatycznej diagnostyki taśm przenośnikowych z linkami stalowymi (HRDS)

System wysokiej rozdzielczości automatycznej diagnostyki taśm przenośnikowych z linkami stalowymi (HRDS) jest przenośnym systemem służącym do monitorowania i diagnozowania stanu rdzenia taśmy podczas jej ruchu. System może być stosowany na taśmach od szerokości 800 do 2400 mm, przy jednoczesnym zakresie prędkości od 0,5 do 7,0 m/s. Zasada działania polega na pomiarze i rejestracji zmian pola magnetycznego, powstałych w miejscach uszkodzeń linek stalowych. System nie mierzy wartości bezwzględnych pola magnetycznego, lecz jego zmiany, podczas prowadzenia pomiarów. System HRDS jest rozszerzeniem możliwości dotychczas stosowanego przez KWB Turów systemu EyeQ wyprodukowanego przez angielską firmę FENNER DUNLOP BELTING. System HRDS korzysta z jego podstawowych elementów tzn. listwy magnesu trwałego, enkodera oraz listwy magnetycznej zbudowanej z 24 czujników. Nowym elementem systemu, który zastąpił moduł rejestracji i analizy sygnałów jest mobilny moduł akwizycji danych. W skład jego wchodzi skrzynia z systemem rejestracji sygnałów Compact DAQ oraz przenośny tablet Durabook (rysunek 14). Dodatkowymi udogodnieniami, które zostały dodane do systemu są magnesy przedstawione na rysunku 16, służące do wyznaczania pełnych pętli na przenośniku. Dzięki zastosowaniu dodatkowej aplikacji na komputer stacjonarny, zwiększono szybkość i wygodę interpretacji wyników dzięki dodaniu gotowych algorytmów automatycznej detekcji pętli, uszkodzeń i złącz. Poniżej został opisany zakres działania systemu w wersji na tablet oraz PC. Aplikacja na tablet obejmuje:

- wprowadzenie danych dotyczących taśmy przed wykonaniem pomiaru;
-weryfikacja poprawności działania cewek listwy pomiarowej;
- rozpoczęcie pomiaru oraz akwizycję danych;
- podgląd sygnału w trakcie trwania pomiaru;
- automatyczne wykrywanie długości taśmy oraz zapis danych pomiarowych do pliku;
- robienie zdjęć.

W zakres funkcji obejmujących aplikację na PC wchodzi:

- import danych z tabletu na PC;
- listowanie danych pomiarowych według przenośnika;
- ocenę stanu taśmy (w różnych miejscach odcinka);

- podgląd danych RAW odcinków i złącz;
- podgląd rozmieszczenia uszkodzeń taśmy oraz statystyki odcinków i złącz;
- modyfikacja lokalizacji końca pętli i złącz;
- tworzenie raportu;

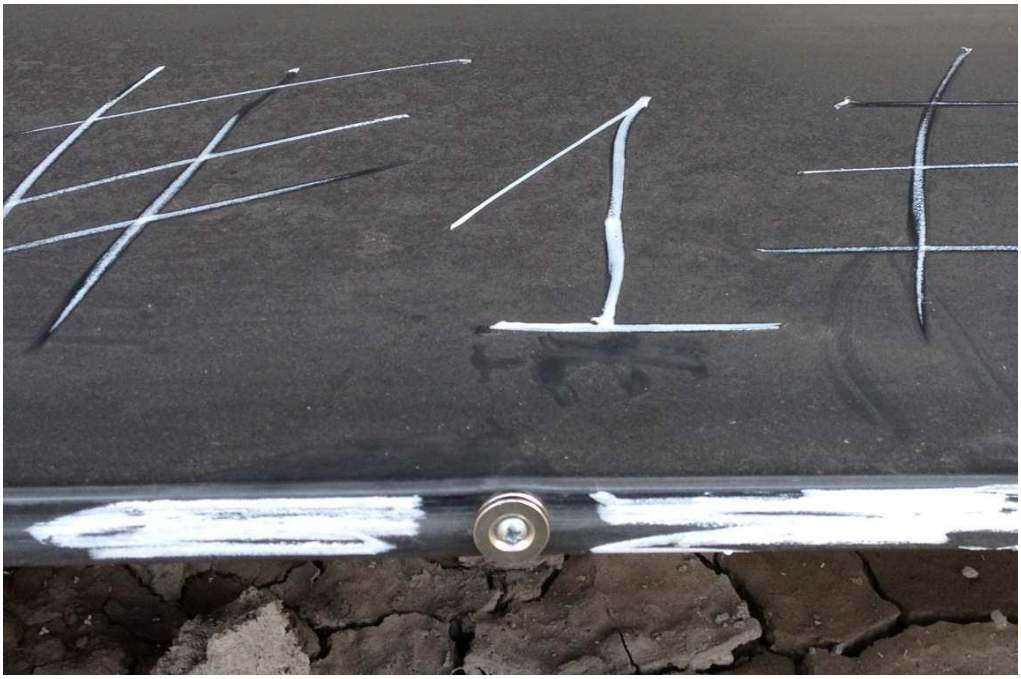
Na poniższych rysunkach przedstawiono elementy wchodzące w skład systemu oraz sposób ich mocowania na stanowisku pomiarowym w warunkach terenowych.

Rys. 13. Listwa pomiarowa [16]

Rys. 14. Listwa magnesu trwałego [17]

Rys. 15. Mobilny moduł akwizycji danych [18]

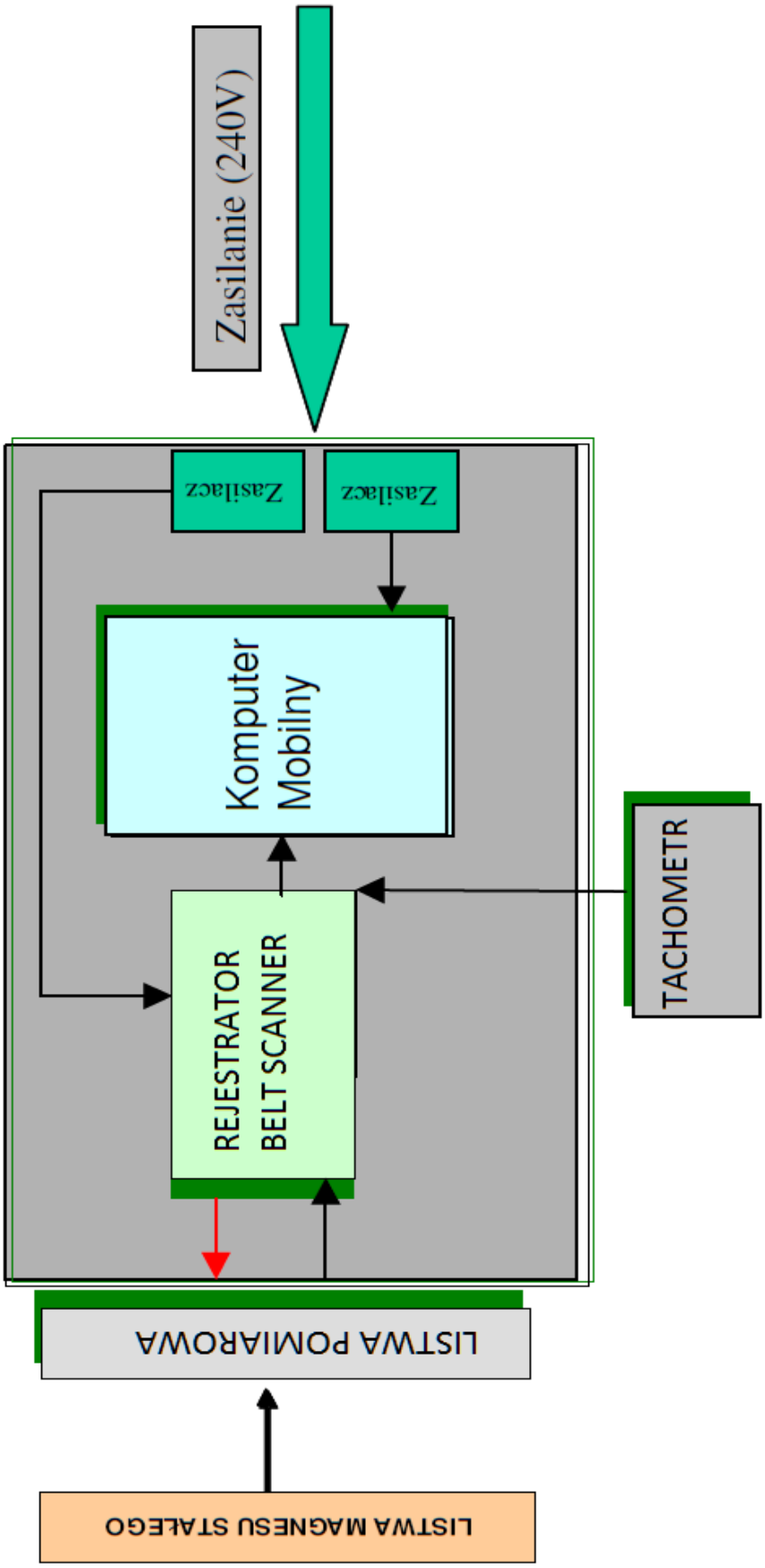
Rys. 16. Enkoder [19]



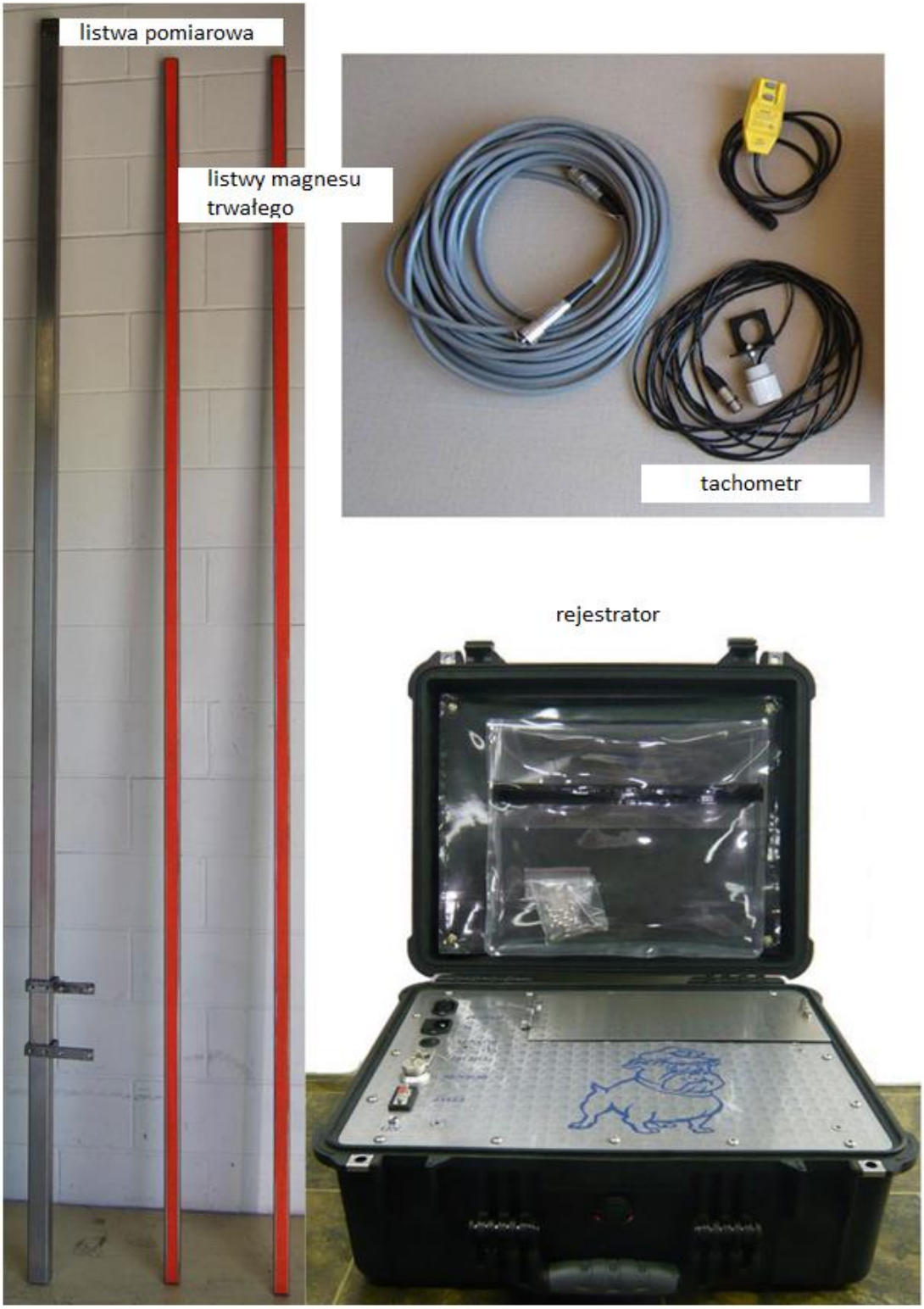
Rys. 17. Magnes [20]

4.2. Belt Guard

Belt Guard australijskiej firmy Beltscan jest przenośnym systemem przeznaczonym do bezinwazyjnej diagnostyki taśm z linkami stalowymi. Zasada badania podobnie jak systemie HDRS, polega na odczycie zmian pola magnetycznego podczas ruchu taśmy. System pomiarowy składa się z rejestratora Belt Scanner, dwóch listw magnesu stałego, listwy pomiarowej, tachometru, przedstawionego na rysunku 18, ponadto w systemie znajduję się jeszcze komputer mobilny nie widoczny na rysunku. Listwa pomiarowa składa się z siedmiu modułów, z których każdy posiada 16 cewek pomiarowych. Czułość oraz częstotliwość cewek można zmieniać wedle potrzeb. Rejestrator gromadzi dane z listwy pomiarowej, które dalej są zapisywane w formacie CSV (Comma Separated Values) dzięki mobilnemu komputerowi. Dane z pliku CSV są następnie wczytywane i przetwarzane przez program wykreowany w środowisku Lab View. Na poniższym rysunku przedstawiono schemat budowy systemu pomiarowego.



Rys. 18. Schemat budowy systemu pomiarowego Belt Guard [21]



Rys. 19. Urządzenia systemu pomiarowego Belt Guard [22]

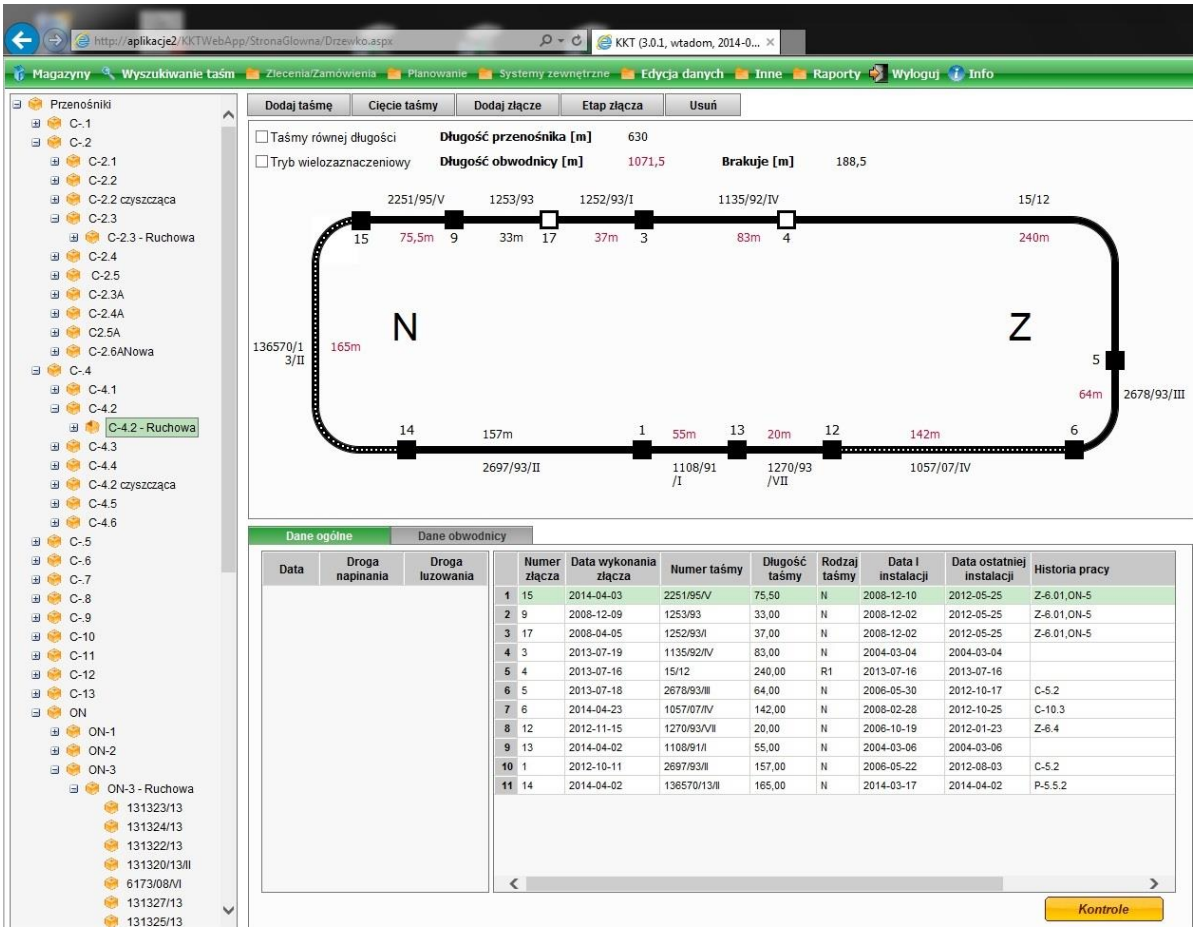
5. Wyniki pomiarów

W ramach założonego celu pracy, zostały wykonane trzy pomiary na dwóch przenośnikach przesuwnych na odkrywce „Jóźwin” na oddziale JG-1. Na przenośniku P - 22 zostały wykonane dwa pomiary z dziesięciomiesięczną przerwą, pierwszy w lipcu 2013 przy pomocy systemu HRDS, drugi natomiast w maju 2014, systemem Belt Guard, łącznie z przenośnikiem P – 21 tym samym systemem. W przypadku przenośnika P – 22, analiza porównawcza nie jest możliwa ze względu na nieplanowaną dużą liczbę wymienionych złącz i odcinków taśm.

5.1. Omówienie wyników badań

W poniższym punkcie omówione zostały wyniki badań:

- ilość wyników pomiarów nie jest duża gdyż kopalnia nie dysponuje systemem badawczym;
-pierwszy pomiar systemem HRDS był możliwy dzięki pracownikom Politechniki Wrocławskiej;
- w trakcie pisania pracy pojawiła się możliwość badania systemem Belt Guard;
- istnieją problemy w pozyskiwaniu danych (brak obwodnic), co utrudnia ocenę bieżącą stanu taśm, a zarazem jej historii;
- dużym uproszeniem nie tylko w procesie przeprowadzania badań, ale głównie w gospodarce taśmami dla samej kopalni jest program o nazwie Komputerowa Karta Taśmy (KKT), którym kopalnia nie dysponuje. Rysunek przykładowej Komputerowej Karty Taśm przedstawiono na poniższym rysunku.

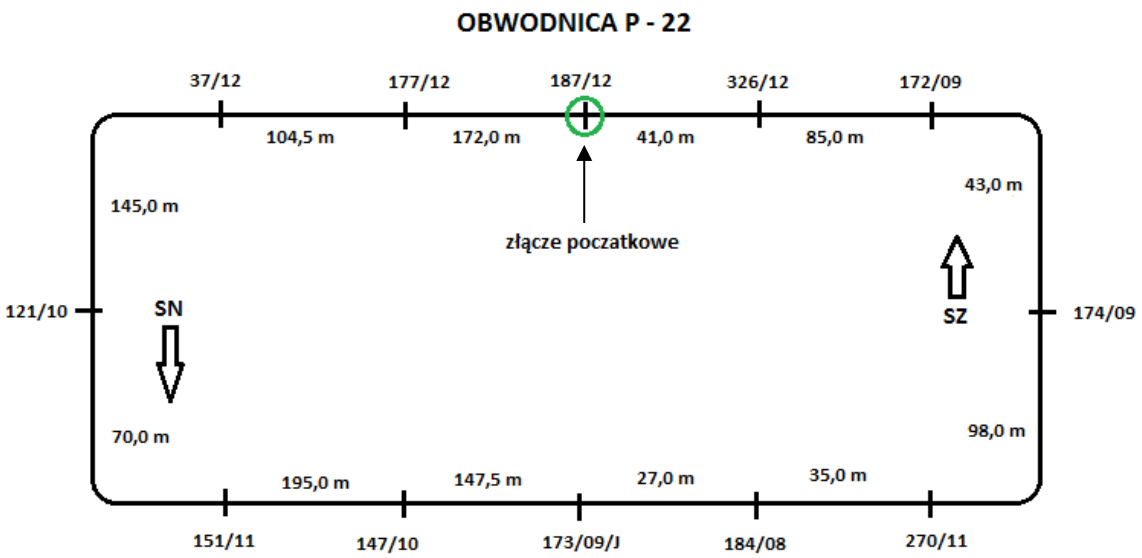


Rys. 20 Przykładowa Komputerowa Karta Taśm jednej z polskich kopalń.[23]

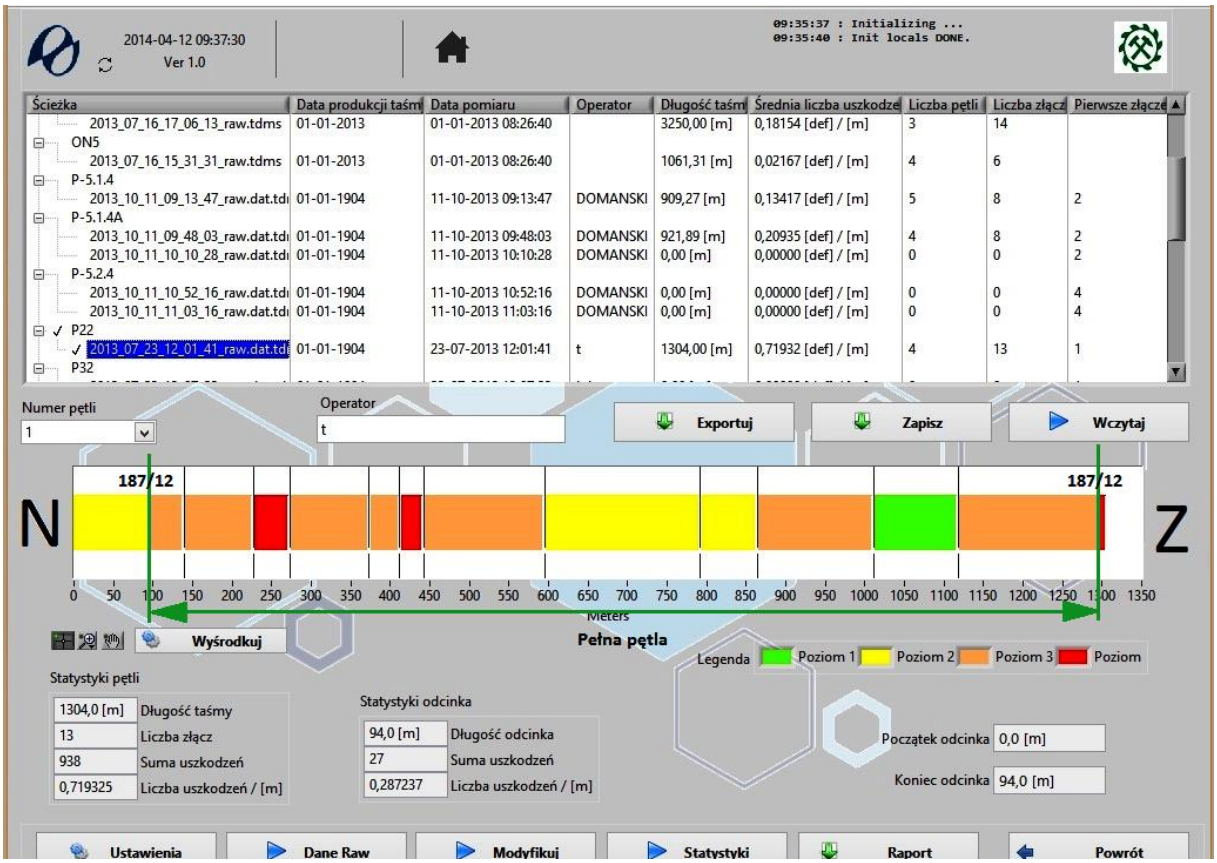
5.2. Porównanie długości odcinków obwodnic ze zbiorem danych systemów pomiarowych.

5.2.1. System HRDS

Na rysunku 20 przedstawiona została obwodnica przenośnika P – 22, która umożliwi porównanie jej ze zbiorem danych systemu systemu HRDS, która znajduję się na rysunku 21. Różnice w poszczególnych obwodnicach wskazano poniżej.



Rys. 21. Obwodnica P – 22, (nieaktualna) [24]



Rys. 22. Ekran systemu HRDS prezentujący stan odcinków w pętli taśm na przenośniku P - 22 ze wskazaniem złącza początkowego i końcowego [25]

Jak widać w systemie znajduję się 13 złącz, jedno więcej niż na obwodnicy. Rozbieżność ta wynika z potrzeby zbadania całej pętli, co wiąże się ze zbadaniem złącza początkowego dwukrotnie, wraz z dodatkowym odcinkiem taśmy przed tym jak i za tym złączem. Aby

uniknąć niezbadania całej pętli w systemie zadaję się większą długość pomiarową taśmy niż faktycznie ona posiada, co skutkuje wykazaniem jednego złącza więcej wraz z dodatkowym odcinkiem taśmy (rys. 22).W tabeli 1.przestawiono różnice długości z obwodnicy i zbioru danych systemu HRDS wraz z całkowitymi długościami pętli, oraz ze wskazaniem rozbieżności pomiędzy nimi.

Tab. 1. Wykaz różnic, pomiędzy obwodnicą i zbiorem danych systemu HRDS dla przenośnika P – 22, (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

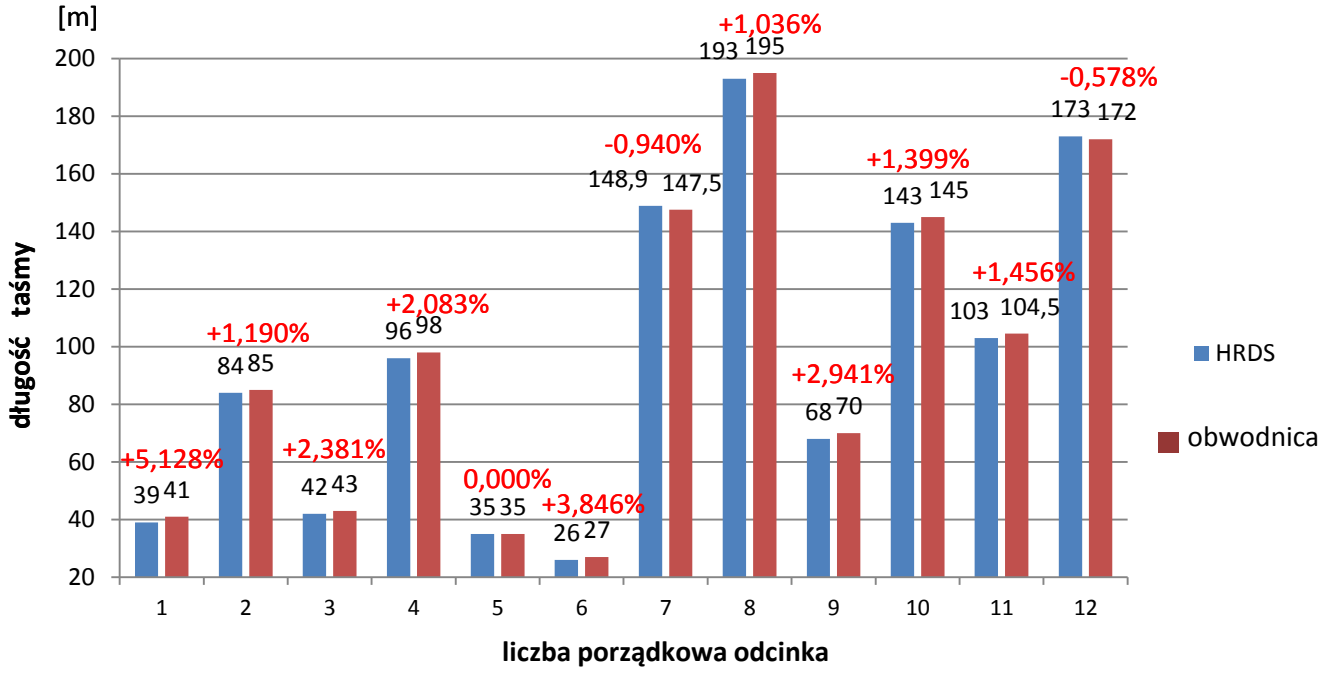
	Obwodnica P – 22	**Dane systemu HRDS P - 22**
Długość pętli [m]	1163	1150,9
Liczba złącz [szt.]	12	13
Różnice	Zawyżona długość pętli, wynikająca z niedokładności pomiarów. Faktyczna liczba złącz.	Faktyczna długość pętli. Zwiększona liczba złącz, wynikająca z metodyki prowadzenia badań (Lz=n-1)

W tabeli 2. przedstawiono porównanie długości poszczególnych odcinków na podstawie obwodnicy w zestawieniu do zbioru danych sytemu HRDS.

Tab. 2. Porównanie długości poszczególnych odcinków obwodnicy P - 22 i zbioru danych systemu HRDS, (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

Numer złącz	Nr złącz (początkowe –końcowe)	Długości odcinków na obwodnicy [m]	Długość odcinków w systemie HRDS [m]
1	**187/12 – 326/12**	41	39
2	**326/12 – 172/09**	85	84
3	**172/09 – 174/09**	43	42
4	**174/09 – 270/11**	98	96
5	**270/11 – 184/08**	35	35
6	**184/08 – 173/09/J**	27	26
7	**173/09/J – 147/10**	147,5	148,9
8	**147/10 – 151/11**	195	193
9	**151/11 – 121/10**	70	68
10	**121/10 – 37/12**	145	143
11	**37/12 – 177/12**	104,5	103
12	**177/12 – 187/12**	172	173
	Suma	**1163**	**1150,9**

W poniższym wykresie przedstawiono poszczególne długości odcinków dla obwodnicy i zbioru danych systemu HRDS wraz ze wskazaniem różnicy procentowej długości odcinków.

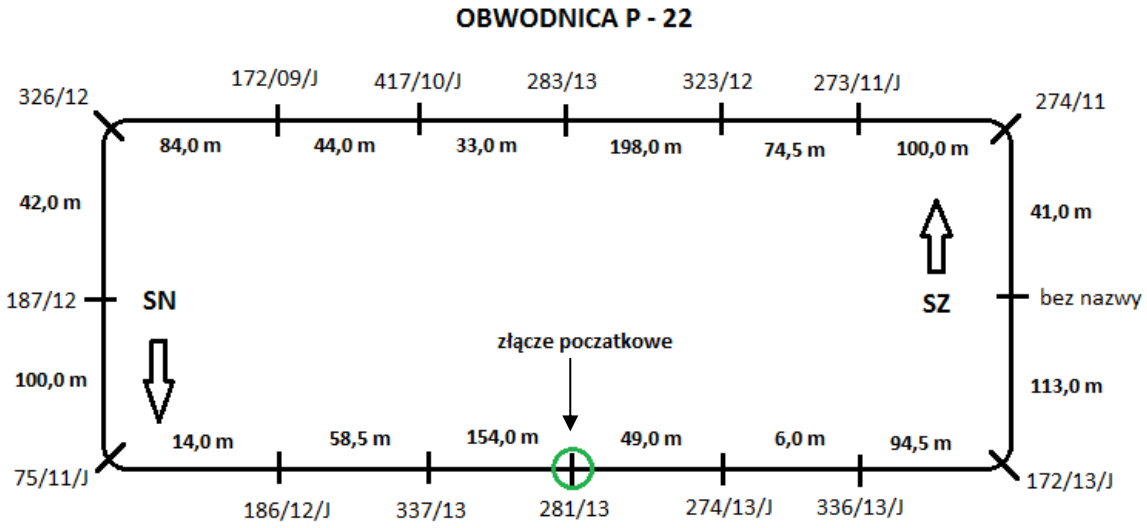


Wyk. 4. Porównanie długości odcinków w obwodnicy przenośnika P 22, wraz ze wskazaniem różnicy procentowej obwodnicy do zbioru danych systemu HRDS, (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

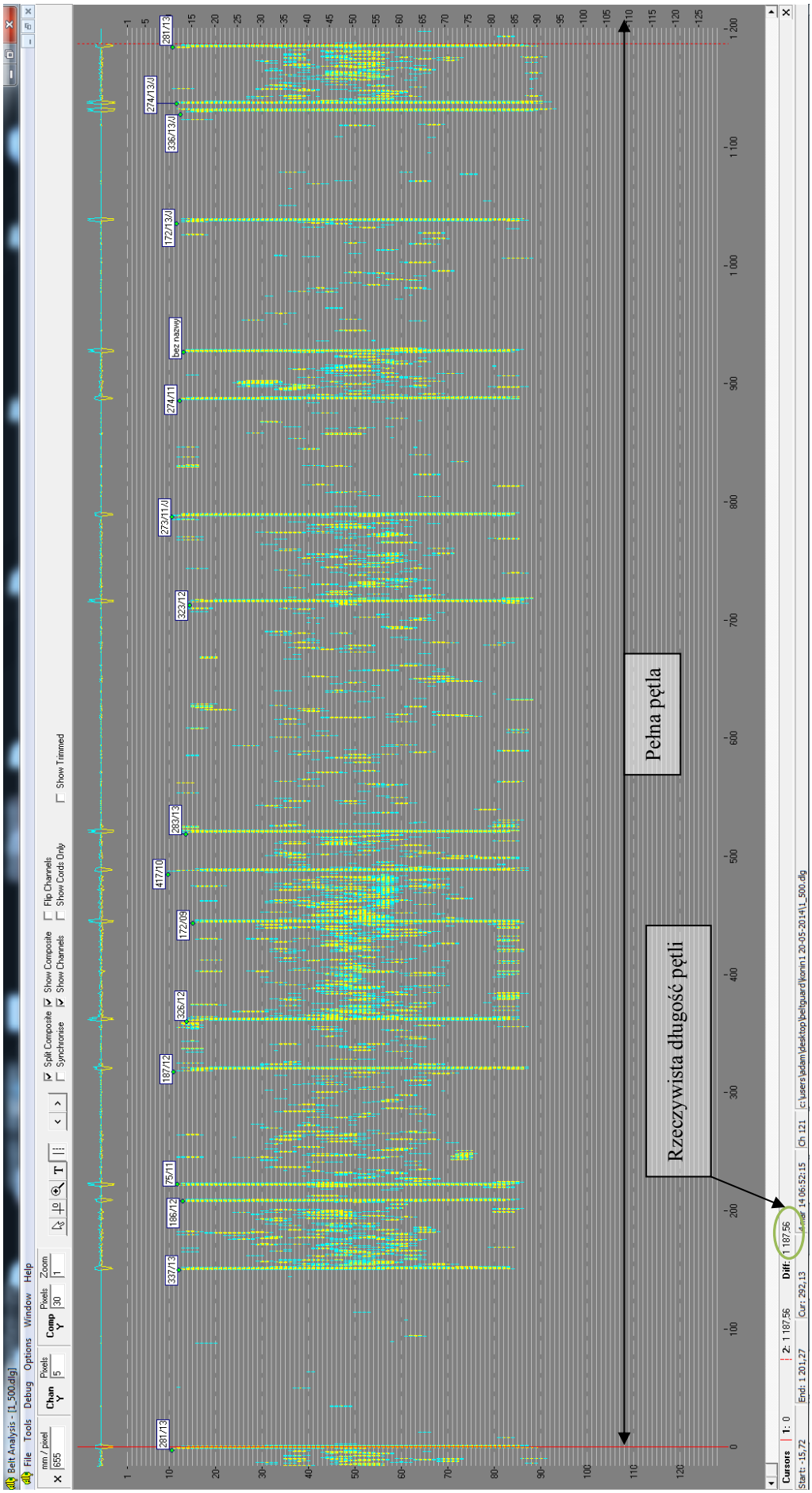
5.2.2. System Belt Guard

5.2.2.1. Przenośnik P – 22

W poniższym rysunku przedstawiono obwodnice przenośnika P – 22, którą zestawiono z danymi systemu Belt Guard (rysunek 23). Różnice występujące pomiędzy poszczególnymi odcinkami zostały przedstawione poniżej.



Rys. 23. Obwodnica taśm na przenośniku P – 22, (aktualna) [26]



Rys. 24. Wyniki skanowania obwodnicy taśm na przenośniku P - 22(system Belt Guard) - zdjęcie okna roboczego programu Belt Analysis [27]

Ilość połączeń przedstawiona na obwodnicy kopalnianej wynosi 16, natomiast w systemowej 17. Różnica wynika z przyjęcia tej samej zasady, stosowanej również w systemie HRDS, umożliwiającej zbadanie całej pętli, obserwowanej jako przedstawienie tego samego złącza na początku jak i na końcu pętli. Ponadto godne zwrócenia uwagi, jest możliwość wyznaczania długości całej pętli, bez potrzeby sumowania długości kolejnych odcinków, przy pomocy funkcji *place cursors* (wartość przedstawiona w prawym dolnym rogu na rysunku 24).

W tabeli 3. przestawiono różnice długości z obwodnic kopalnianej i systemowej z wyszczególnieniem rozbieżności pomiędzy obiema obwodnicami.

Tab. 3. Wykaz różnic, pomiędzy obwodnicą i zbiorem danych systemu Belt Guard, przenośnika P – 22, (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

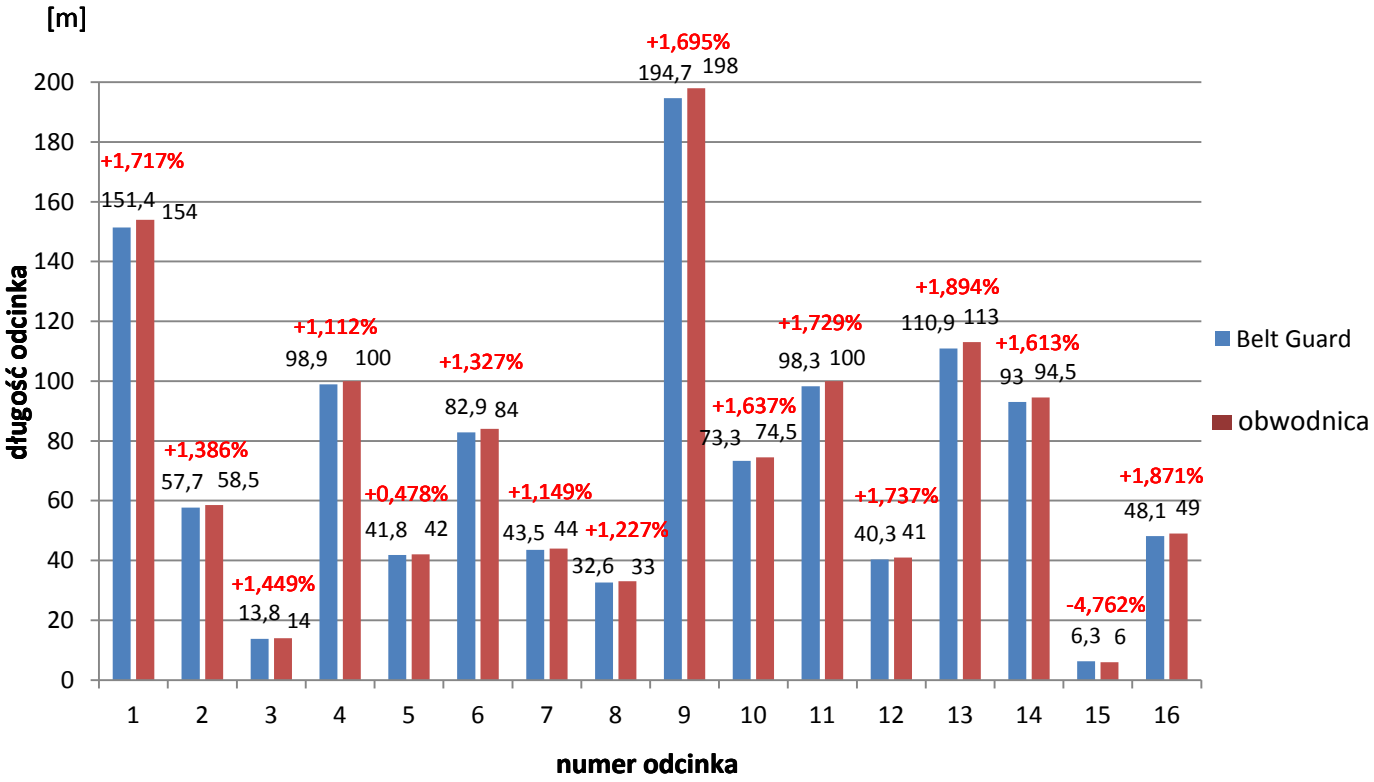
	Obwodnica P – 22	**Dane systemu Belt Guard P - 22**
Długość pętli [m]	1205,5	1187,5
Liczba złącz [szt.]	16	17
Różnice	Zawyżona długość pętli, wynikająca z niedokładności pomiarów. Faktyczna liczba złącz.	Faktyczna długość pętli. Zwiększona liczba złącz, wynikająca z metodyki prowadzenia badań.

W tabeli 4. przedstawiono długości poszczególnych odcinków wyznaczonych na podstawie obwodnicy w zestawieniu do zbioru danych systemu BeltGuard.

Tab. 4. Porównanie długości poszczególnych odcinków obwodnicy kopalnianej i wymogów z systemu Belt Guard dla pętli taśm na przenośniku P -22, (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

Numery złączy	**Nazwa złącz (początkowe –końcowe)**	**Długości odcinków na obwodnicy [m]**	**Długość odcinków w systemie HRDS [m]**
1	**281/13 – 377/12**	154	151,4
2	**377/12 – 186/12/J**	58,5	57,7
3	**186/12/J – 75/11/J**	14	13,8
4	**75/11/J – 187/12**	100	98,9
5	**187/12 – 326/12**	42	41,8
6	**326/12 – 172/09/J**	84	82,9
7	**172/09/J – 417/10/J**	44	43,5
8	**417/10/J – 283/13**	33	32,6
9	**283/13 – 323/13**	198	194,7
10	**323/13 – 273/11/J**	74,5	73,3
11	**273/11/J – 274/11**	100	98,3
12	**274/11 – bez nazwy**	41	40,3
13	**bez nazwy – 172/13/J**	113	110,9
14	**172/13/J – 336/13/J**	94,5	93
15	**336/13/J – 274/13/J**	6	6,3
16	**274/13/J – 281/13**	49	48,1
	Suma	**1205,5**	**1187,5**

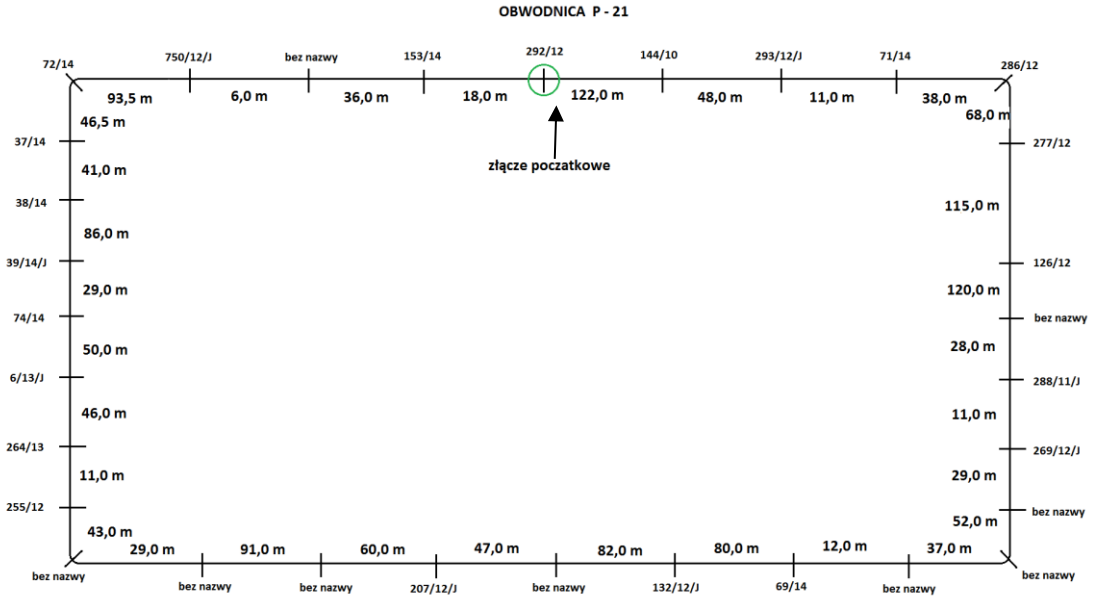
W Wykresie 5 wskazano różnice procentowe obwodnicy do zbioru danych systemu HRDS.



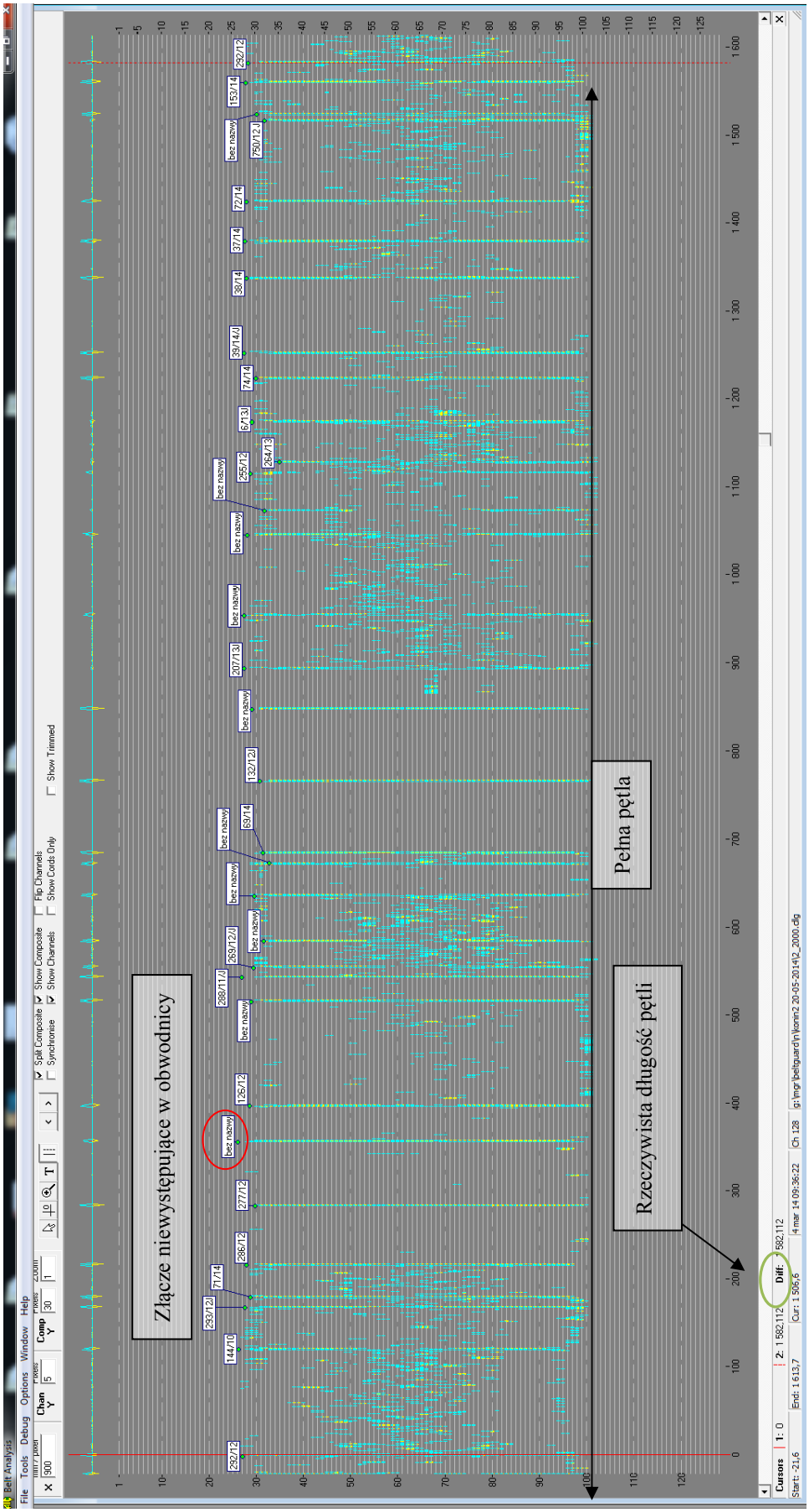
Wyk. 5. Przenośnik P -22 - porównanie długości odcinków obwodnic, wraz ze wskazaniem różnicy procentowej obwodnicy z wynikami pomiarów z systemu Belt Guard, (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

5.2.2.2. Przenośnik P - 21

Analogicznie do pkt 5.2.2.1. na poniższych rysunkach 25 i 26 przedstawiono obwodnice kopalnianą oraz wyniki skanowania z systemu Belt Guard.



Rys. 25. Obwodnica P – 21 wg danych PAK KWB Konin S.A. [28]



Rys. 26. Wyniki skanowania obwodnicy przenośnika P -21z systemu Belt Guard, w oknie roboczym Belt Analysis [29]

Metodyka badania w tym podpunkcie nie odbiega od wcześniejszych przypadków, jednak ilość złączy w systemie jest równa 33, natomiast liczba na obwodnicy wynosi 31. Ta różnica dodatkowego złącza wynika z faktu, że system wykrył złącze nieobecne w obwodnicy, które nie zostało ujęte podczas sporządzania obwodnicy ze względu na brak oznak jego występowania. W poniższej tabeli przedstawiono zestawienie długości pętli dla obu obwodnic, ze wskazaniem rozbieżności.

Tab. 5. Wykaz różnic, pomiędzy obwodnicą kopalnianą i systemu Belt Guard, przenośnika P – 21,(opracowanie własne na podstawie wyników badań)

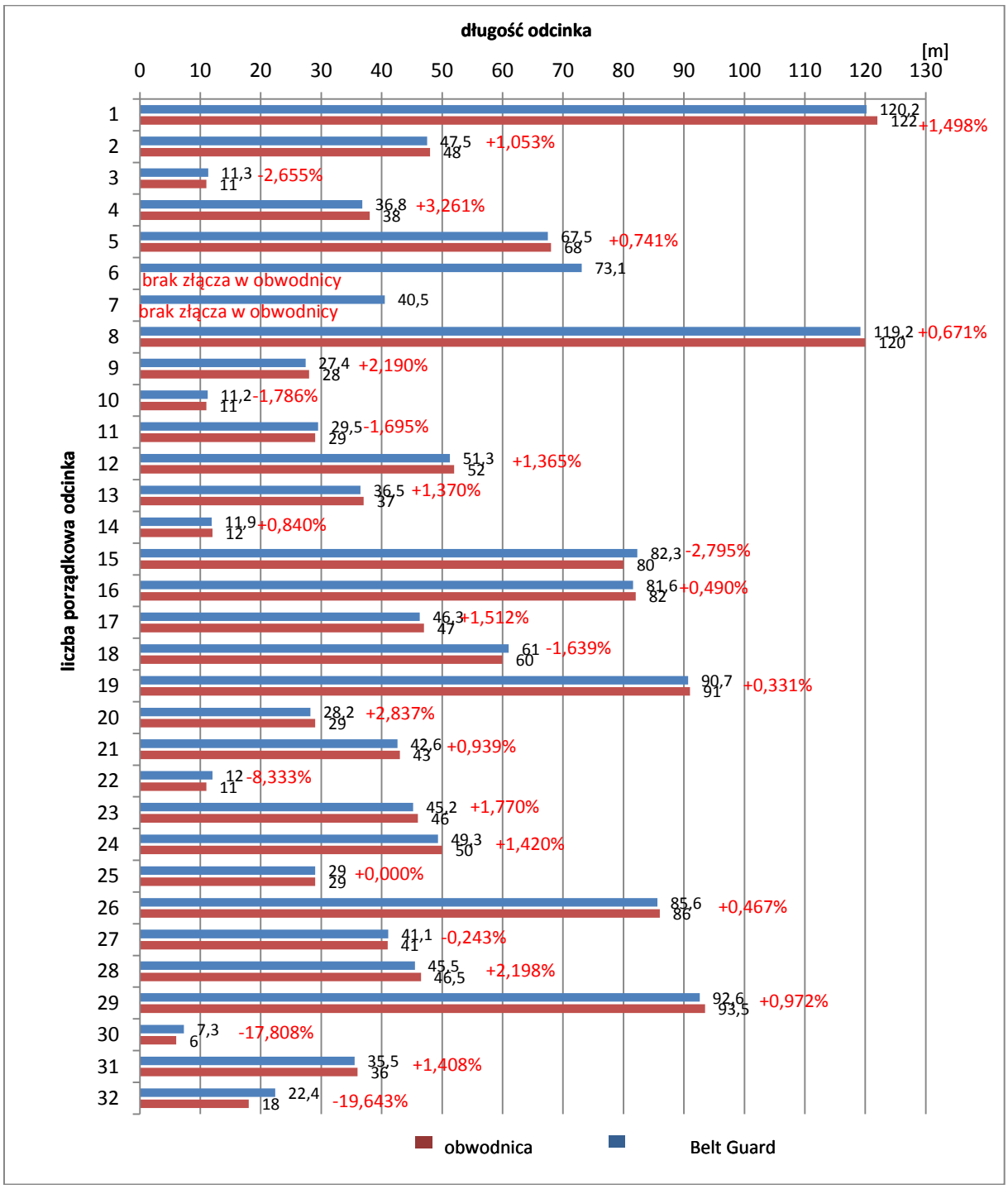
	Obwodnica P – 21	**Dane systemu Belt Guard P - 21**
Długość pętli [m]	1586	1582,1
Liczba złącz [szt.]	31	33
Różnice	Zawyżona długość pętli, wynikająca z niedokładności pomiarów. Faktyczna liczba złącz.	Faktyczna długość pętli. Zwiększona liczba złącz, wynikająca z metodyki prowadzenia badań. Wykrycie złącza niewidocznego w ocenie wizualnej w trakcie sporządzania obwodnicy.

W tabeli 6. przedstawiono długości poszczególnych odcinków obwodnic.

Tab. 6. Przenośnik P-22 - porównanie długości poszczególnych odcinków obwodnicy kopalnianej i systemu Belt Guard, (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

Liczba porządkowa	Nazwy złącz (początkowe –końcowe)	Długości odcinków na obwodnicy [m]	Długość odcinków w systemie Belt Guard [m]
1	**292/12 – 144/10**	122	120,2
2	**144/10 – 293/12/J**	48	47,5
3	**293/12/J – 71/14**	11	11,3
4	**71/14 – 286/12**	38	36,8
5	**286/12 – 277/12**	68	67,5
6	**277/12 – bez nazwy**	brak informacji	73,1
7	**bez nazwy – 126/12**	brak informacji	40,5
8	**126/12 – bez nazwy**	120	119,2
9	**bez nazwy – 288/11/J**	28	27,4
10	**288/11/J – 269/12/J**	11	11,2
11	**269/12/J – bez nazwy**	29	29,5
12	**bez nazwy – bez nazwy**	52	51,3
13	**bez nazwy – bez nazwy**	37	36,5
14	**bez nazwy - 69/14**	12	11,9
15	**69/14 – 132/12/J**	80	82,3
16	**132/12/J – bez nazwy**	82	81,6
17	**bez nazwy – 207/12/J**	47	46,3
18	**207/12/J – bez nazwy**	60	61
19	**bez nazwy – bez nazwy**	91	90,7
20	**bez nazwy – bez nazwy**	29	28,2
21	**bez nazwy – 255/12**	43	42,6
22	**255/12 – 264/13**	11	12
23	**264/13 – 6/13/J**	46	45,2
24	**6/13/J – 74/14**	50	49,3
25	**74/14 – 39/14/J**	29	29
26	**39/14/J – 38/14**	86	85,6
27	**38/14 – 37/14**	41	41,1
28	**37/14 – 72/14**	46,5	45,5
29	**72/14 – 750/12/J**	93,5	92,6
30	**750/12/J – bez nazwy**	6	7,3
31	**bez nazwy – 153/14**	36	35,5
32	**153/14- 292/12**	18	22,4
	Suma	**1586**	**1582,1**

W Wykresie 6 wskazano różnice procentowe obwodnicy kopalnianej do Belt Guard.



Wyk. 6. Przenośnik P-21 - porównanie długości odcinków i różnic procentowych pomiędzy danymi z obwodnicy (dane z kopalni) z pomiarami pętli taśm systemem Belt Guard, (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

Biorąc po uwagę punkt 5.2. trzeba wspomnieć, że dla systemu HRDS oraz Belt Guard wyznaczanie dodatkowego złącza w obwodnicy systemowej, wynika ze sposobu pomiaru przewidzianego przez producentów systemów. Został on zastosowany w celu umożliwienia zbadania całej pętli, bez pominięcia żadnego odcinka taśmy. Ponadto długości

poszczególnych pętli, w tym i ich odcinków wyznaczonych w obwodnicy kopalnianej znacznie odbiega od tych rzeczywistych przedstawionych za pomocą systemów diagnostycznych, co wiąże się z małą precyzją wykonywania obwodnic kopalnianych.

5.3. Przedstawienie uszkodzeń wykrytych przy pomocy systemów badawczych

W tym punkcie zostaną przedstawione wyniki badań ilości uszkodzeń występujących na taśmach z rdzeniem linkowym przenośników P – 22 oraz P - 21 wyznaczonych za pomocą systemów diagnostycznych HRDS oraz Belt Guard.

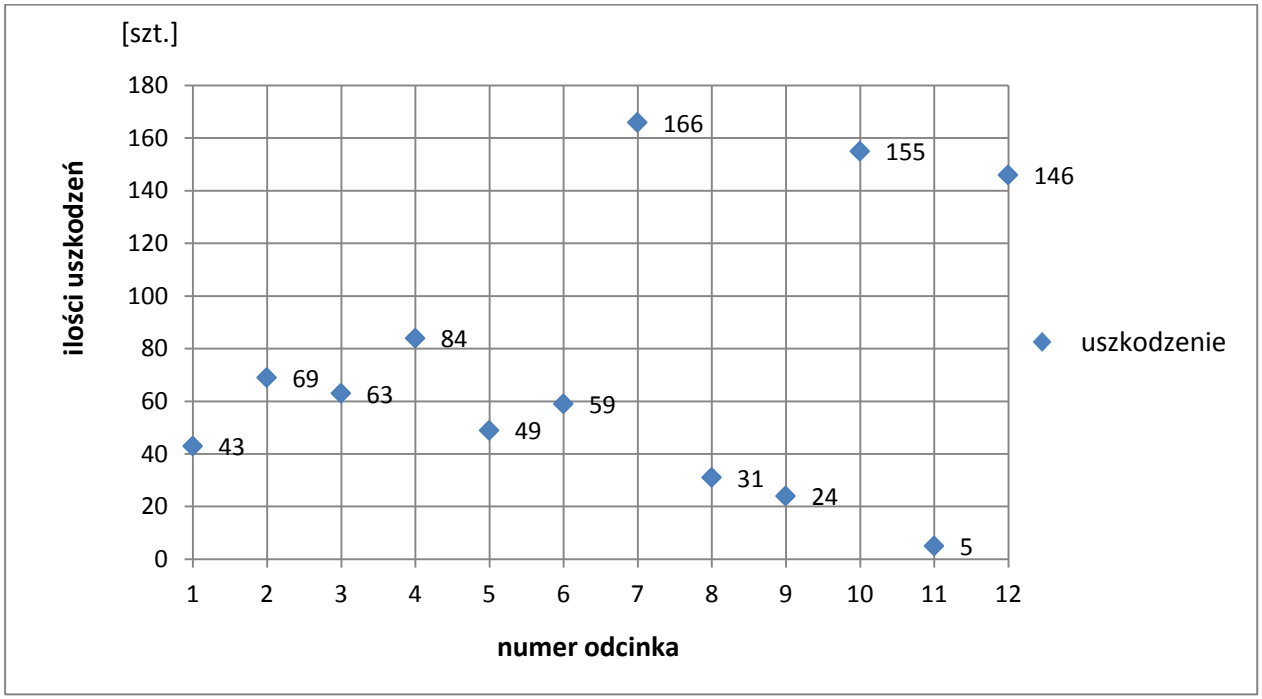
5.3.1. P - 22 – HRDS

W tabeli 7 przedstawiono wyniki pomiarów ilości uszkodzeń na przenośniku.

Tab. 7. Liczba wykrytych uszkodzeń rdzenia odcinków taśm na przenośnika P – 22, za pomocą systemu HRDS, (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

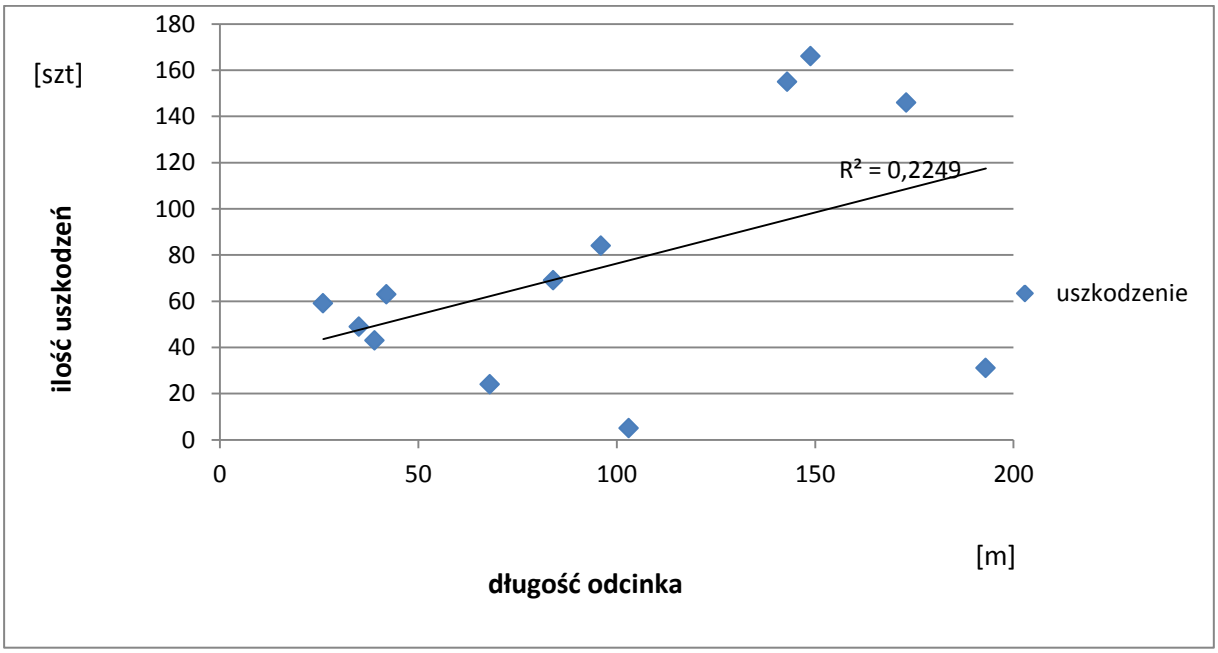
Numer złącz	**Nazwa złącz (początkowe -końcowe)**	**Długość odcinków w systemie HRDS**	**Liczba wykrytych uszkodzeń w systemie HRDS**	**Liczba uszkodzeń w systemie HRDS na metr**
1	**187/12 – 326/12**	39	43	1,102
2	**326/12 – 172/09**	84	69	0,821
3	**172/09 – 174/09**	42	63	1,500
4	**174/09 – 270/11**	96	84	0,874
5	**270/11 – 184/08**	35	49	1,398
6	**184/08 – 173/09/J**	26	59	2,267
7	**173/09/J – 147/10**	148,9	166	1,114
8	**147/10 – 151/11**	193	31	0,160
9	**151/11 – 121/10**	68	24	0,352
10	**121/10 – 37/12**	143	155	1,083
11	**37/12 – 177/12**	103	5	0,048
12	**177/12 – 187/12**	173	146	0,843
	suma	**1150,9**	**894**	**1,287**

Wszystkie otrzymane wyniki w powyższej tabeli, są automatycznie generowane w systemie HRDS, co znacznie upraszcza obsługę i skraca czas analizowana danej taśmy. Poniżej na wykresie przedstawiono graficznie ilości uszkodzeń przypadających na każdy odcinek.



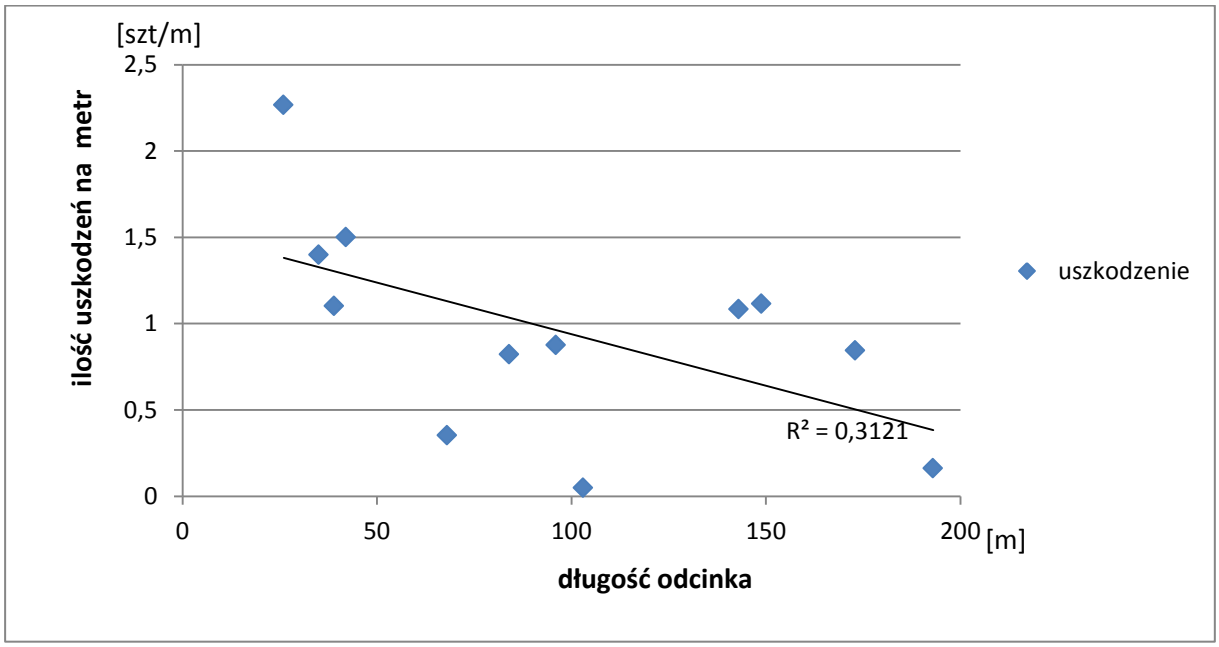
Wyk. 7. Przenośnik P-22 -sumaryczna liczba uszkodzeń (z s. HRDS) przypadająca na poszczególne odcinki taśm, (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

Na wykresie 8 przedstawione zostały ilości uszkodzeń przypadające na każdy odcinek wyrażony w metrach.



Wyk. 8. Przenośnik P-22 - sumaryczna liczba uszkodzeń (z s. HRDS) przypadających na poszczególne odcinki taśm w zależności od ich długości wyrażonej w metrach, (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

Z uwagi na to, że uszkodzenia obliczane są całego odcinka, to nic dziwnego, że dłuższe odcinki mają większą ich sumaryczną ilość. Prawdopodobieństwo pojawienia się uszkodzenia w jednym cyklu obiegu taśmy przy stałej gęstości strumienia podawanego urobku przez koparkę jest takie same dla każdego odcinka o tej samej długości. Dla odcinków dłuższych jest jednak większe (co wynika z prawdopodobieństwa geometrycznego), co w dłuższym okresie skutkuje większą liczbą sumarycznych uszkodzeń dla taśm w tym samym wieku.
Na wykresie 9 przedstawione zostały ilości uszkodzeń na metr taśmy w funkcji długości odcinka taśmy przenośnikowej.



Wyk. 9. Przenośnik P - 22 - gęstość uszkodzeń (liczba uszkodzeń na 1 mb z s. HRDS) przypadająca na poszczególne odcinki taśm w zależności od ich długości w metrach, (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

Na wykresie 8 nachylenie krzywej regresji informuje nas o przyroście ilości uszkodzeń wraz z przyrostem długości poszczególnego odcinka. Na wykresie 9 krzywa regresji jest opadająca i może świadczyć o fakcie, że wraz ze wzrostem długości odcinka ilość uszkodzeń maleje. (Jednak fakt, iż nie znamy dotychczasowych czasów pracy odcinków taśm powoduje, że wniosek ten może być jednak nie słuszny). Istnienie tej zależności można wytłumaczyć tym, że nowe odcinki taśm montowane są w odcinkach 200-250 metrów. W miarę ich użytkowania podlegają uszkodzeniom, a czasami, gdy stopień uszkodzenia jest znaczny, ich fragmenty są

wymieniane. Każda wstawka lub wprowadzenie dodatkowego złącza powoduje, że pojawiają krótsze odcinki. Krótszy odcinek ma więc za sobą dłuższy czas pracy i nic więc dziwnego, że stopień jego zużycia mierzony gęstością uszkodzeń (ilością uszkodzeń na 1 mb taśmy) ma wyższą wartość dla krótszych („starszych”) niż dla dłuższych („młodszych”) odcinków taśm.

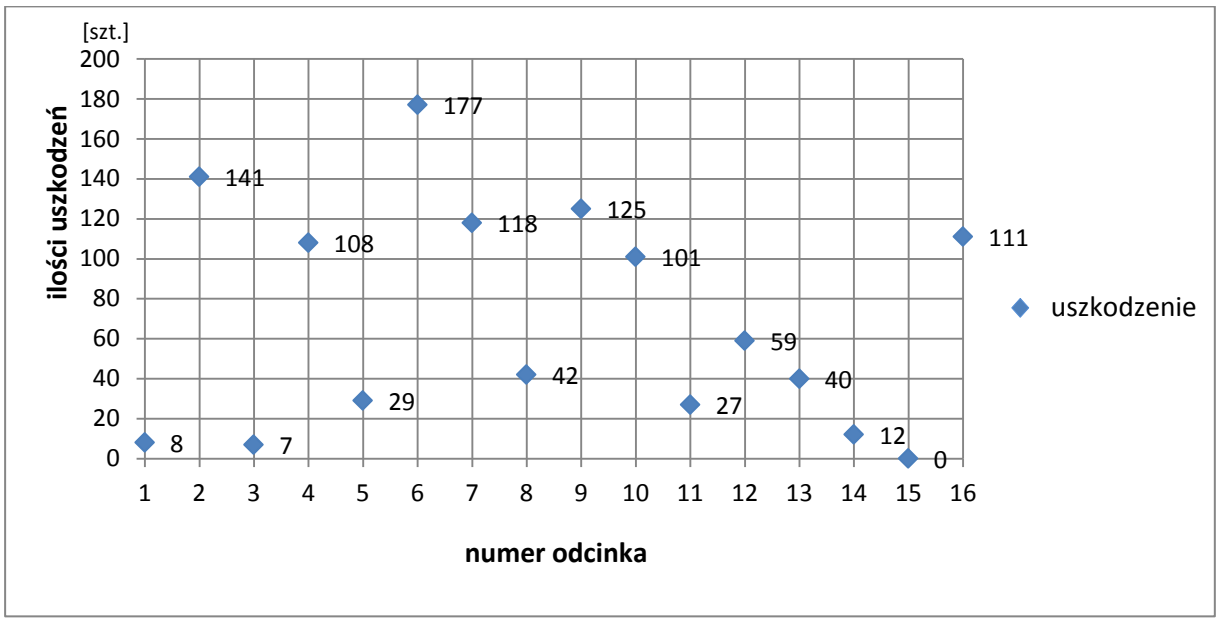
5.3.2. P - 22 – Belt Guard

W tabeli 8 przedstawiono wyniki pomiarów ilości uszkodzeń.

Tab. 8. Liczba wykrytych uszkodzeń rdzenia pętli taśmy na przenośniku P – 22, za pomocą systemu Belt Guard, (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

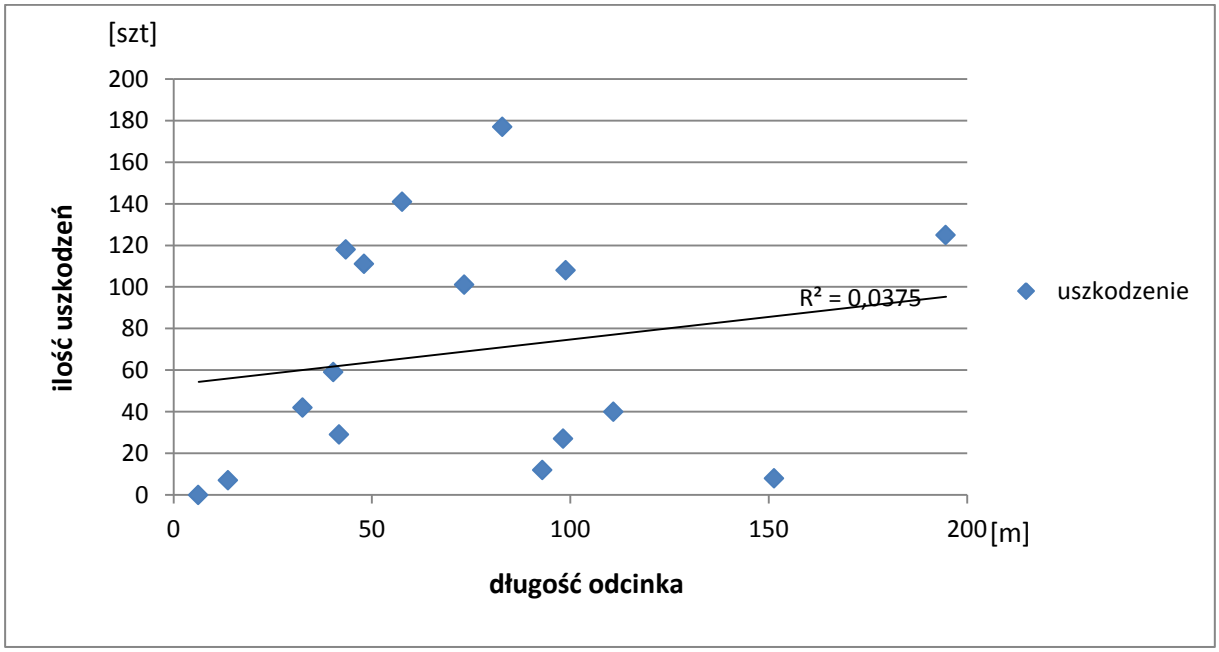
Numer złącz	**Nr złącz (początkowe –końcowe)**	**Długość odcinków w systemie Belt Guard [m]**	**Liczba wykrytych uszkodzeń w systemie Belt Guard**	**Obliczenie ręcznie gęstości uszkodzeń (liczba uszkodzeń na 1 mb taśmy)**
1	**281/13 – 377/12**	151,4	8	0,053
2	**377/12 – 186/12/J**	57,7	141	2,444
3	**186/12/J – 75/11/J**	13,8	7	0,507
4	**75/11/J – 187/12**	98,9	108	1,092
5	**187/12 – 326/12**	41,8	29	0,694
6	**326/12 – 172/09/J**	82,9	177	2,135
7	**172/09/J – 417/10/J**	43,5	118	2,713
8	**417/10/J – 283/13**	32,6	42	1,288
9	**283/13 – 323/13**	194,7	125	0,642
10	**323/13 – 273/11/J**	73,3	101	1,378
11	**273/11/J – 274/11**	98,3	27	0,275
12	**274/11 – bez nazwy**	40,3	59	1,464
13	**bez nazwy – 172/13/J**	110,9	40	0,361
14	**172/13/J – 336/13/J**	93	12	0,129
15	**336/13/J – 274/13/J**	6,3	0	0,000
16	**274/13/J – 281/13**	48,1	111	2,308
	suma	**1187,5**	**1105**	

Na wykresie przedstawiono graficzny obraz ilości uszkodzeń przypadających na odcinek taśmy.



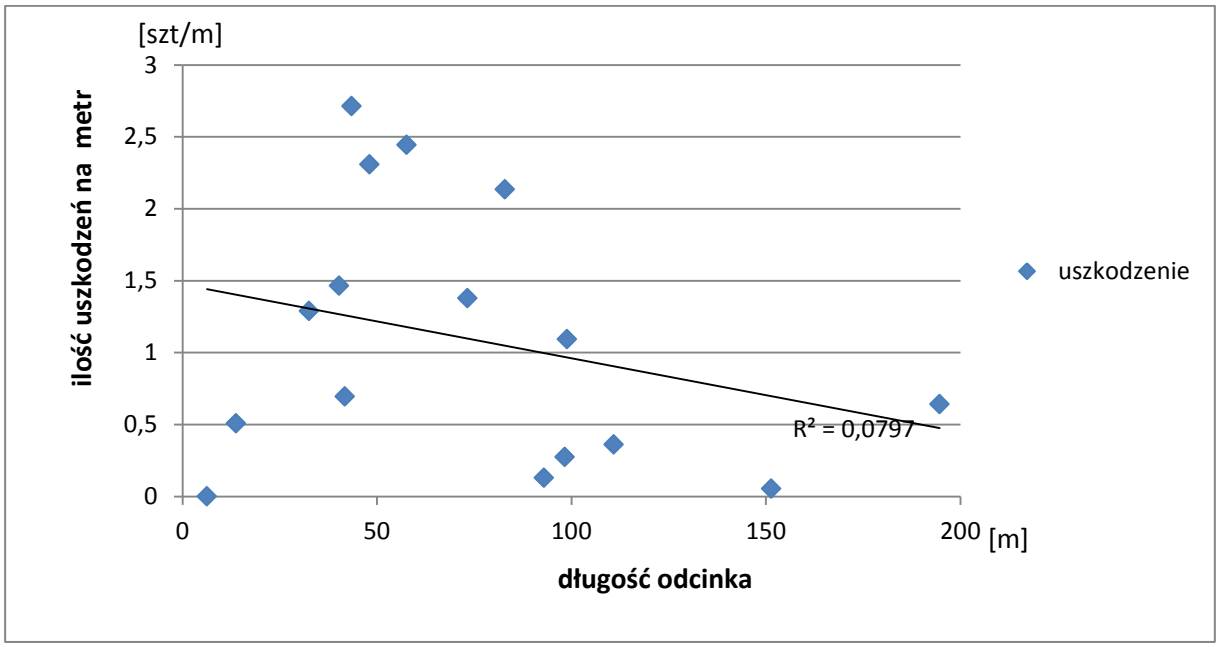
Wyk.10. Przenośnik P – 22 – sumaryczna liczba uszkodzeń (z s. Belt Guard) przypadająca na poszczególne odcinki taśm, (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

Na wykresie 11 przedstawione zostały ilości uszkodzeń przypadające na każdy odcinek wyrażony w metrach.



Wyk. 11. Przenośnik P-22 - sumaryczna liczba uszkodzeń (z s. Belt Guard) przypadająca na poszczególne odcinki taśm w zależności od ich długości wyrażonej w metrach, (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

Na wykresie 12 przedstawione zostały ilości uszkodzeń na metr taśmy w funkcji długości odcinka taśmy przenośnikowej.



Wyk. 12. Przenośnik P-22 - gęstość uszkodzeń (liczba uszkodzeń na 1 mb z s. Belt Guard) dla poszczególnych odcinków w zależności od ich długości w metrach, (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

Zależności występujące w wykresach 11 i 12 nie odbiegają od tych występujących w wykresach 8 i 9.

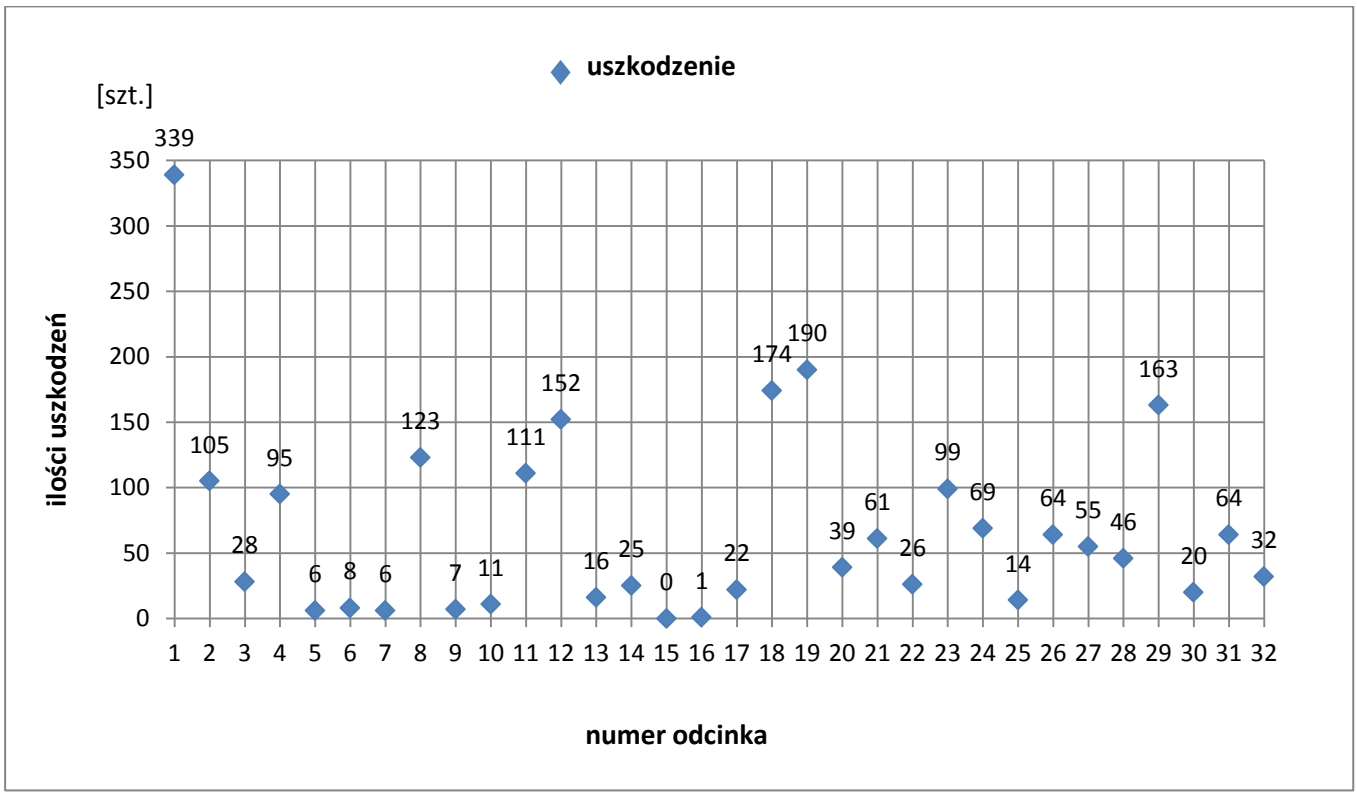
5.3.3. P - 21 – Belt Guard

W tabeli 9 przedstawiono wyniki pomiarów liczby uszkodzeń.

Tab. 9. Liczba wykrytych uszkodzeń rdzenia taśmy przenośnika P – 21, za pomocą systemu Belt Guard, (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

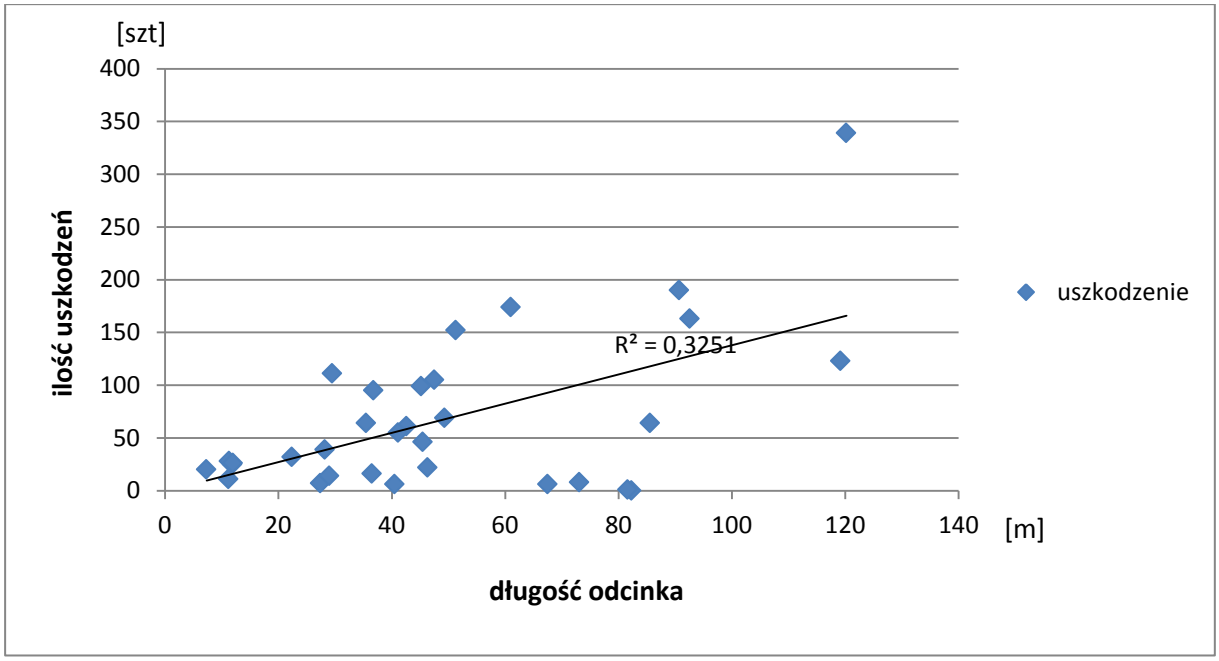
Numer złącza	Nr złącza (początkowe –końcowe)	Długość odcinków w systemie Belt Guard [m]	Liczba wykrytych uszkodzeń w systemie Belt Guard	Obliczenie ręcznie gęstości uszkodzeń (liczba uszkodzeń na 1 mb taśmy)
1	**292/12 – 144/10**	120,2	339	2,820
2	**144/10 – 293/12/J**	47,5	105	2,211
3	**293/12/J – 71/14**	11,3	28	2,478
4	**71/14 – 286/12**	36,8	95	2,582
5	**286/12 – 277/12**	67,5	6	0,089
6	**277/12 – bez nazwy**	73,1	8	0,109
7	**bez nazwy – 126/12**	40,5	6	0,148
8	**126/12 – bez nazwy**	119,2	123	1,032
9	**bez nazwy – 288/11/J**	27,4	7	0,255
10	**288/11/J – 269/12/J**	11,2	11	0,982
11	**269/12/J – bez nazwy**	29,5	111	3,763
12	**bez nazwy – bez nazwy**	51,3	152	2,963
13	**bez nazwy – bez nazwy**	36,5	16	0,438
14	**bez nazwy - 69/14**	11,9	25	2,101
15	**69/14 – 132/12/J**	82,3	0	0,000
16	**132/12/J – bez nazwy**	81,6	1	0,012
17	**bez nazwy – 207/12/J**	46,3	22	0,475
18	**207/12/J – bez nazwy**	61	174	2,852
19	**bez nazwy – bez nazwy**	90,7	190	2,095
20	**bez nazwy – bez nazwy**	28,2	39	1,383
21	**bez nazwy – 255/12**	42,6	61	1,432
22	**255/12 – 264/13**	12	26	2,167
23	**264/13 – 6/13/J**	45,2	99	2,190
24	**6/13/J – 74/14**	49,3	69	1,400
25	**74/14 – 39/14/J**	29	14	0,483
26	**39/14/J – 38/14**	85,6	64	0,748
27	**38/14 – 37/14**	41,1	55	1,338
28	**37/14 – 72/14**	45,5	46	1,011
29	**72/14 – 750/12/J**	92,6	163	1,760
30	**750/12/J – bez nazwy**	7,3	20	2,740
31	**bez nazwy – 153/14**	35,5	64	1,803
32	**153/14- 292/12**	22,4	32	1,429
	suma	**1582,1**	**2171**	

Na wykresie przedstawiono ilości uszkodzeń przypadających na odcinek taśmy



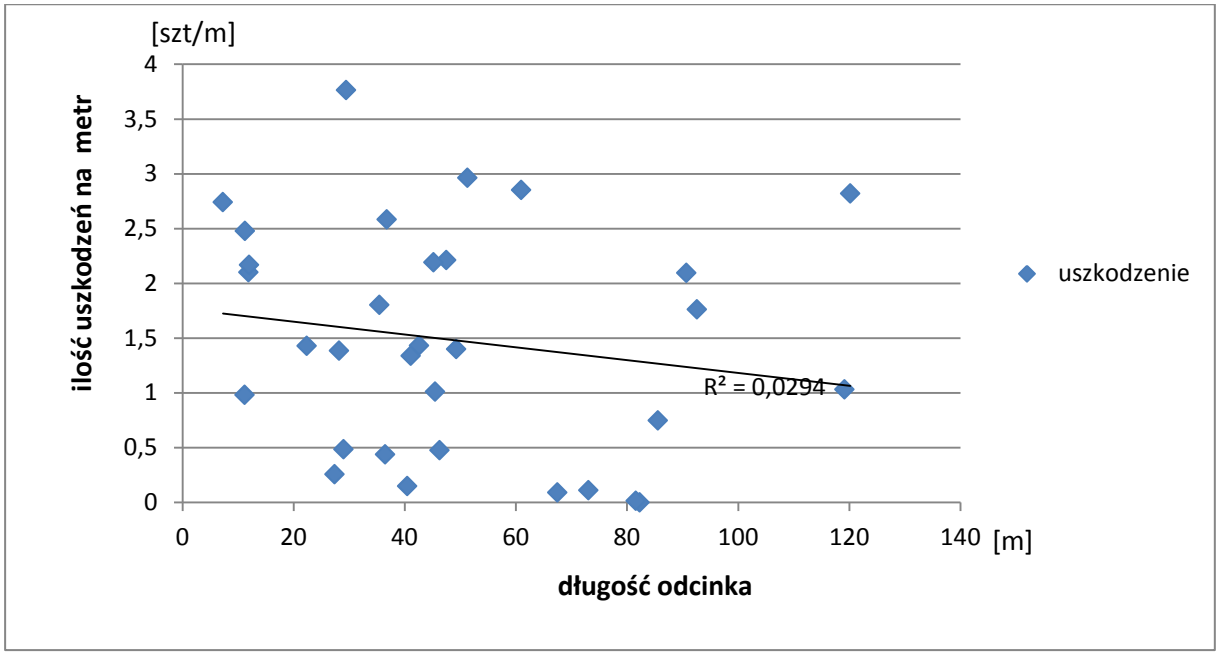
Wyk. 13. Przenośnik P 21 – sumaryczna liczba uszkodzeń (z s. Belt Guard) przypadających na poszczególne odcinki taśm, (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

Na wykresie 14 przedstawione zostały ilości uszkodzeń przypadające na każdy odcinek wyrażony w metrach.



Wyk. 14. Przenośnika P 21 - sumaryczna liczba uszkodzeń (z s. Belt Guard) przypadających na poszczególne odcinki taśm w zależności od ich długości wyrażonej w metrach, (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

Na poniższym wykresie przedstawione zostały ilości uszkodzeń na metr taśmy w funkcji długości odcinka taśmy przenośnikowej.



Wyk. 15. Przenośnik P 21 - gęstość uszkodzeń (liczba uszkodzeń na 1 mb z s. Belt Guard) przypadająca na poszczególne odcinki taśm w zależności od ich długości w metrach, (opracowanie własne na podstawie wyników badań)

Podobne relacje występujące w wykresie 14 i 15 nie odbiegają od tych powstałych w wykresach 8,9 oraz 11,12.

Powyższe dane występujące w tab. 8 i 9, mianowicie długości odcinków, pętli i liczby wykrytych uszkodzeń nie są generowane automatycznie, zatem istnieje potrzeba ręcznego ich wyznaczenia, co wiąże się z trudnością i zmniejszoną dokładnością ich wykazania. Obliczenia przeprowadzono jednak przy użyciu prostych wzorów matematycznych (ręcznie) i wprowadzono do tabelek oraz sporządzono odpowiednie wykresy w celach porównawczych.

6. Wnioski

Na podstawie przeprowadzanych badań opracowano następujące wnioski:

- systemy diagnozujące stan rdzenia taśm pozwalają na:
    - ocenę rzeczywistej długości taśm zainstalowanych na przenośnikach,
    - określenie rzeczywistej liczby połączeń oraz
    - ocenę ilościową stopnia uszkodzenia każdego odcinka w zainstalowanych pętlach taśm;

- nie da się takiej oceny przeprowadzić wizualnie, gdyż uszkodzenia linek często są ukryte przed okiem obserwatora podobnie jak liczba, struktura i jakość wykonanych połączeń (dobrym przykładem są rozbieżności danych archiwalnych z kopalni z pomiarami pętli na przenośniku P -21)

- istniej potrzeba zwrócenia większej uwagi na prowadzenie gospodarki taśmami w kopalni w celu zmniejszenia liczby połączeń oraz lokalizowania ich w możliwie dużych odległościach od siebie (nadmierna liczba połączeń, najsłabszych ogniw w pętli, zmniejsza niezawodność całej pętli i może prowadzić do kosztownych postojów awaryjnych);

- widać potrzebę generowania obwodnic dla poszczególnych przenośników i ich weryfikowania badaniami diagnostycznymi (obwodnice z aktualnymi danymi ułatwiają kontrole stanu taśmy oraz pozwalają na prowadzenie historii działań dokonanych na poszczególnych pętlach taśm);

- informacje o aktualnym stanie taśm należy wzbogacić o dane trwałości taśm (danymi o momencie zamontowaniu nowej taśmy, dotychczasowym czasie jej pracy przy przełożeniu na inny przenośnik), gdyż powiązanie dotychczasowego czasu pracy z aktualnym stanem uszkodzeń pozwoli na dokładniejszą prognozę momentu demontażu taśmy i dokładną prognozę zapotrzebowania na taśmy w przyszłości,

-efektem końcowym diagnostyki stanu taśm jest informacja o intensywności uszkodzeń poszczególnych odcinków taśmy (kodowana odpowiednią paletą kolorów), co ma bezpośredni wpływ na ocenę niezawodności szeregowego układu, jakim jest pętla taśmy i podejmowanie stosownych działań prewencyjnych;

- możliwość ustawienia odpowiednich progów decyzyjnych (poziomów gęstości uszkodzeń lub ich przyrostów), zapewniona w programach diagnostycznych, pozwala planować konkretne działania takie jak: naprawa, wymiana odcinka, skierowanie taśmy do regeneracji lub na złom.

- dzięki prowadzonej na bieżąco diagnostyce taśm przenośnikowych, osoby zarządzające przenośnikami są w stanie w odpowiednim czasie podjąć odpowiednie decyzje o dalszym

losie taśmy, co niewątpliwie musi przełożyć się na spore oszczędności wynikające ze zwiększenia trwałości taśm i połączeń oraz zmniejszenia liczy postojów i związanych z nimi strat produkcyjnych;

- zastosowanie systemu diagnostyki pozwoli pośrednio dokonać inwentaryzacji wszystkich taśm zainstalowanych w kopalni oraz ocenić ich rzeczywistą kondycję i przydatność do dalszej pracy (eksploatacji) – kompleksowa inwentaryzacja stanu taśm i pętli może stanowić punkt wyjścia do programu poprawy gospodarki taśmami w kopalniach ZE PAK SA;
- kompleksowa inwentaryzacja stanu odcinków taśm w pętlach na przenośnikach o różnej długości (por. Domański, 2014) i obciążeniu (nadkład, węgiel, różny stopień wykorzystania itp) pozwoliłaby uchwycić wpływ tych czynników na tempo zużywania się taśm i dopracować prognozy pozostałego czasu pracy, co ma znaczenie przy wyborze optymalnego ekonomicznie momentu kierowania taśmy do regeneracji i jej wymiany – w tym zakresie istnieje spory, a do tej pory niewykorzystany potencjał oszczędności;
- należy zwrócić uwagę na możliwość korzystania z doświadczeń innych kopalń lub twórców programów wspomagających prowadzenie gospodarki taśmami (np. system KKT, Komputerowa Karta Taśmy z PGE GiEKS SA Oddział KWB Turów) i dostosować je do potrzeby kopalń ZE PAK Konin i Adamów.

7. Spis materiałów

7.1. Spis tabel

Tabela 1. Wykaz różnic, pomiędzy obwodnica i zbiorem danych systemu HRDS dla przenośnika P – 22……32

Tabela 2. . Porównanie długości poszczególnych odcinków obwodnicy P – 22 i zbioru danych systemu HRDS ……..……..……31

Tabela 3. Wykaz różnic, pomiędzy obwodnicą i zbiorem danych systemu Belt Guard, przenośnika P – 22……36

Tabela 4. Porównanie długości poszczególnych odcinków obwodnicy kopalnianej i wymogów z systemu Belt Guard dla pętli taśm na przenośniku P - 22……36

Tabela 5. Wykaz różnic, pomiędzy obwodnicą a zbiorem danych systemowych Belt Guard, przenośnika P – 21……40

Tabela 6. Przenośnik P-22 - porównanie długości poszczególnych odcinków obwodnicy kopalnianej i systemu Belt Guard…….40

Tabela 7. Liczba wykrytych uszkodzeń rdzenia taśmy przenośnika P – 22, za pomocą systemu HRDS……42

Tabela 8. Liczba wykrytych uszkodzeń rdzenia taśmy przenośnika P – 22, za pomocą systemu Belt Guard……..45

Tabela 9. Liczba wykrytych uszkodzeń rdzenia taśmy przenośnika P – 21, za pomocą systemu Belt Guard……48

7.2. Spis wykresów

Wykres1. Bilans taśm linkowych stosowanych w PAK KWB Konin na rok 2014 z uwzględnieniem ich szerokości……..…18

Wykres 2. Skumulowane wartości procentowe długości wszystkich taśm stosowanych PAK KWB Konin z podziałem na jej szerokości……..…18

Wykres 3. Udział taśm nowych i regenerowanych stosowanych w PAK KWB Konin na rok 2014……..…….19

Wykres 4. Porównanie długości odcinków w obwodnicy przenośnika P 22, wraz ze wskazaniem różnicy procentowej obwodnicy do zbioru danych systemu HRDS.....31

Wykres 5. Przenośnik P -22 - porównanie długości odcinków obwodnic, wraz ze wskazaniem różnicy procentowej obwodnicy z wynikami pomiarów z systemu Belt Guard.....36
Wykres 6. Przenośnik P-21 - porównanie długości odcinków i różnic procentowych pomiędzy danymi z obwodnicy (dane z kopalni) z pomiarami pętli taśm systemem Belt Guard ……..……..……...41
Wykres 7. Przenośnik P-22 -sumaryczna liczba uszkodzeń (z s. HRDS) przypadająca na poszczególne odcinki taśm ….……..…….……..……43
Wykres 8. Przenośnik P-22 - sumaryczna liczba uszkodzeń (z s. HRDS) przypadających na poszczególne odcinki taśm w zależności od ich długości wyrażonej w metrach ….……..43
Wykres 9. Przenośnik P - 22 - gęstość uszkodzeń (liczba uszkodzeń na 1 mb z s. HRDS) przypadająca na poszczególne odcinki taśm w zależności od ich długości w metrach ……..……..…….……...…...44
Wykres 10. Przenośnik P – 22 – sumaryczna liczba uszkodzeń (z s. Belt Guard) przypadająca na poszczególne odcinki taśm ……..….……..….……46
Wykres 11. Przenośnik P-22 - sumaryczna liczba uszkodzeń (z s. Belt Guard) przypadająca na poszczególne odcinki taśm w zależności od ich długości wyrażonej w metrach ……..46
Wykres 12. Przenośnik P-22 - gęstość uszkodzeń (liczba uszkodzeń na 1 mb z s. Belt Guard) dla poszczególnych odcinków w zależności od ich długości w metrach……..47
Wykres 13. Przenośnik P 21 – sumaryczna liczba uszkodzeń (z s. Belt Guard) przypadających na poszczególne odcinki taśm……..….49
Wykres 14. Przenośnika P 21 - sumaryczna liczba uszkodzeń (z s. Belt Guard) przypadających na poszczególne odcinki taśm w zależności od ich długości wyrażonej w metrach……..……49
Wykres 15. Przenośnik P 21 - gęstość uszkodzeń (liczba uszkodzeń na 1 mb z s. Belt Guard) przypadająca na poszczególne odcinki taśm w zależności od ich długości w metrach …….…….….50

7.3. Spis rysunków

Rys. 1. Pierwsza tona węgla dla elektrowni, rok 1962…….....6
Rys. 2. Widok na odkrywkę Pątnów, rok 1968 ….....8
Rys. 3. Region koniński……..….....8

Rys. 4. Mapa transportów maszyn podstawowych do roku 2004.....10
Rys. 5. Widok z lotu na transport konińskich maszyn podstawowych …….....10
Rys.6. SchRs 315 podczas prac przygotowawczych przed transportem przez jezioro Gosławskie (w tle widoczna elektrownia Pątnów)….…….…11
Rys. 7. Najazd SchRs 315 na pontony wojskowe podczas operacji „Przerzut” ……..……....11
Rys. 8. Schemat organizacyjny zakładu górniczego PAK KWB Konin S.A……...13
Rys. 9. Załadunek węgla na załadowni Tomisławice ..……..…...15
Rys. 10. Wyładunek węgla na załadowni Lubstów.....15
Rys. 11. Stacjonarna prasa wulkanizacyjna firmy Wagener…….….....19
Rys. 12. Stół konfekcyjny do bezklejowej regeneracji taśm …..…….…...……..19
Rys. 13. Listwa pomiarowa ..……..…….……..……...22
Rys. 14. Listwa magnesu trwałego ……...……...……..…22
Rys. 15. Mobilny moduł akwizycji danych…… ….23
Rys. 16. Enkoder ……...…23
Rys. 17. Magnes …….…….....….24
Rys. 18. Schemat budowy systemu pomiarowego Belt Guard…….....……...….25
Rys. 19. Urządzenia systemu pomiarowego Belt Guard……...…26
Rys. 20. Przykładowa komputerowa Karta Taśm jednej z polskich kopalń……..……28
Rys. 21. Obwodnica P – 22, (nieaktualna)……..…….…….39
Rys. 22. Ekran systemu HRDS prezentujący stan odcinków w pętli taśmna przenośniku P - 22 ze wskazaniem złącza początkowego i końcowego …….39
Rys. 23. Obwodnica taśm na przenośniku P – 22, (aktualna) …….……32
Rys. 24. Wyniki skanowania obwodnicy taśm na przenośniku P - 22(system Belt Guard) - zdjęcie okna roboczego programu Belt Analysis …….33
Rys. 25. . Obwodnica P – 21 wg danych PAK KWB Konin S.A. ……..36
Rys. 26. Wyniki skanowania obwodnicy przenośnika P -21z systemu Belt Guard, w oknie roboczym Belt Analysis ……...……37

7.4. Spis źródeł

[1] zdjęcie, Internet**:** http://www.kwbkonin.pl/index.php/historia/
[2] zdjęcie, Internet: http://www.kwbkonin.pl/index.php/galerie/
[3] zdjęcie, Internet: https://www.google.pl/maps/@52.3736103,18.1610625,14z
[4] zdjęcie, Internet: http://www.ppwb.org.pl/wb/53/7.php

[5] zdjęcie, Internet: http://www.lm.pl/aktualnosci/informacja/82039/wedrowki_koparek

[6] zdjęcie, Internet: http://www.lm.pl/aktualnosci/informacja/81841/koparka_na_wodzie

[7] zdjęcie, Internet: http://www.lm.pl/aktualnosci/informacja/81841/koparka_na_wodzie

[8] Niepublikowane dane PAK KWB Konin S.A

[9] zdjęcie, Kwartalny Biuletyn Informacyjny „Węgiel Brunatny" , Nr 4/77, 2011

[10] zdjęcie, Kwartalny Biuletyn Informacyjny „Węgiel Brunatny" , Nr 4/77, 2011

[11] Niepublikowane dane PAK KWB Konin S.A**.**

[12] Niepublikowane dane PAK KWB Konin S.A.

[13] Niepublikowane dane PAK KWB Konin S.A.

[14] zdjęcie, Kwartalny Biuletyn Informacyjny „Węgiel Brunatny" , Nr 2/79, 2012

[15] zdjęcie, Kwartalny Biuletyn Informacyjny „Węgiel Brunatny" , Nr 2/79, 2012

[16] Zdjęcia własne

[17] Zdjęcia własne

[18] Zdjęcia własne

[19] Zdjęcia własne

[20] Zdjęcia własne

[21] Instrukcja stosowania systemu Belt Guard

[22] Instrukcja stosowania systemu Belt Guard

[23] Printscreen z programu Komputerowa Karta Taśm

[24] Rysunek własny, dane PAK KWB Konin S.A**.**

[25] Printscreen z programu obsługującego system HRDS

[26] Rysunek własny, dane PAK KWB Konin S.A**.**

[27] Printscreen z programu obsługującego system Belt Guard

[28] Rysunek własny, dane PAK KWB Konin S.A**.**

[29] Printscreen z programu obsługującego system Belt Guard

7.5. Literatura

1. Błażej R., Domański A., Jurdziak L., Martyna M., 2014. Prognozy zmian stanu rdzenia taśm typu St na podstawie czasu pracy odcinków taśm i długości przenośnika. Referat i artykuł na Szkołę Jesienną Podstawowe Problemy Transportu Przenośnikowego.

2. Błażej R., Jurdziak L., Zimroz R., 2011, Potrzeba opracowania własnych urządzeń diagnostycznych do automatycznej oceny stanu taśm przenośnikowych w kopalniach odkrywkowych. Wrocław

2. Kasztelewicz Z., 2004, Polskie Górnictwo Węgla Brunatnego. Wydawnictwo Związek Pracodawców „Porozumienie Producentów Węgla Brunatnego ”. Bełchatów

3. Kamiński M., 2011, Węgiel z odkrywki "Tomisławice". Artykuł nr 4/77. Wydawnictwo Związek Pracodawców „Porozumienie Producentów Węgla Brunatnego ”. Bełchatów

4. Niepublikowane dane PAK KWB Konin S.A**.**

5. Szymański R., 2012,Technologia regeneracji taśm przenośnikowych w Kopalni Węgla Brunatnego "Konin". Artykuł nr 4/79. Wydawnictwo Związek Pracodawców „Porozumienie Producentów Węgla Brunatnego ”. Bełchatów

6. Strzałkowski P., 2013, Analiza trwałości taśm przenośnikowych w kopalni rud miedzi „Polkowice – Sieroszowice”. Wrocław

7. Łukasz Kurp, 2013**,** Instrukcja stosowania systemu HRDS

8. Instrukcja stosowania systemu Belt Guard

9. Domański A., 2014, Ocena efektywności diagnostyki rdzenia taśm przenośnikowych na podstawie zmodernizowanego systemu EyeQ. Praca dyplomowa, Politechnika Wrocławska Wrocław (niepub.)