



INFLUENCE OF IMPACT SPEED OF HOIST BY RUNNING AND BRAKE CONTROL ON DISTRIBUTION OF FATIGUE CRACKS IN SUPPORTING CABLES ON SELECTED EXAMPLE

Zbigniew Fundalewicz, Stefan Mateja¹

Key words: impact speed, running, brake, rope

Abstract:

It is presented an analysis of broken wires in the inner layer of carry rope with triangular winding with the maximum registered number of all exploited ropes. It is in the running the specific length by its bi-directional bending in dependence on the measured speed by the help of speedometer in the course of start and braking of hoisting machine. For the increase of carry ropes life concrete technical solutions are proposed.

1. Wprowadzenie

Na skutek stosunkowo częstych wymian lin nośnych trójkątnosplotkowych o średnicy 62,0 mm użytkowanych w jednolinowym górniczym wyciągu szybowym, poddano analizie czas pracy 15-tu lin stosowanych w latach 1988-2009. Średni czas pracy lin wynosił 16 miesięcy i można uznać, że trwałość lin jest stosunkowo mała. Szczegółowej analizie poddano linę, która w chwili odłożenia posiadała największą liczbę pękniętych drutów zewnętrznych w splotkach, zarejestrowanych w dokumentacji wyciągu szybowego. Dodatkowo przeanalizowano podstawowe dane wyciągu szybowego celem określenia uwarunkowań eksploatacyjnych.

2. Podstawowe dane liny oraz warunków pracy w wyciągu górniczym

2.1. Dane dotyczące liny [1]

Średnica i typ konstrukcyjny liny - \varnothing 62 mm, trójkątnosplotkowa
Oznaczenie - 62,0 6V52 + FC 1670 B zZ wg PN-EN-12385-2
 \varnothing 62,0-6(6+12+14+20)+Ao-Z/z-l-g-1670 wg PN-66/G-46602
Przekrój nośny - $A_c = 1733,0 \text{ mm}^2$
Sumaryczna siła zrywająca druty liny $F_{e,m} = 3018,16 \text{ kN}$
Rzeczywista siła zrywająca linę w całości $F_m = 2630 \text{ kN}$
Środek konserwujący - Elaskon II Star
Masa jednostkowa liny - $q = 16,5 \text{ kg/m}$

2.2. Wybrane dane z charakterystyki górniczego wyciągu szybowego [1]

Linę stosowano w szybie wdechowym, wydobywczo-zjazdowym, z jednolinową zrębową maszyną wyciągową „Koepe” o napędzie elektrycznym.

Wyciąg górniczy miał następujące podstawowe cechy charakterystyczne:

- droga ciągnięcia - $H_1 = 717 \text{ m}$
- całkowita długość liny pomiędzy zawieszzeniami - $L_o = 872 \text{ m}$
- średnica bębna pędnego - $D = 6500 \text{ mm}$
- średnica kół linowych usytuowanych w wieży obok siebie - $D_1 = 6000 \text{ mm}$

¹ mgr inż. Zbigniew Fundalewicz, mgr inż. Stefan Mateja, Centrum Badań i Dozoru Górnictwa Podziemnego Sp. z o.o. – Łędziny ul. Łędzińska 8 tel.(032) 3242200; (032) 3174600 e-mail oridug@cbidgp.pl

- stosunek średnicy koła linowego do średnicy liny - $\frac{D_1}{d} = \frac{6000}{62} = 96,8$
- rodzaj wykładziny organu pędnego – Modar R3/Mz
- rodzaj wykładziny kół linowych – bez wykładzin
- średni nacisk jednostkowy liny na rowek linowy organu pędnego - 1,94 MPa
- prędkość ciągnięcia:
- przy wydobyciu: $n_u = 6,73 > n_{u \min} = 6,13$
- podczas jazdy ludzi: $n_l = 9,10 > n_{l \min} = 7,13$
- rodzaj naczyń wyciągowych - 2 skipoklatki o $Q_u = 11,6 \text{ Mg} = 113,8 \text{ kN}$
- sposób prowadzenia naczyń wyciągowych - prowadnice toczne, prowadniki stalowe, czołowe,
- środowisko w szybie: szyb wilgotny
- natężenie pracy - > 500 wyciągniętych skipów/dobę
- obciążenie statyczne liny nośnej:
 - przy ciągnięciu urobku - $Q_u = 39\ 069,1 \text{ daN}$;
 - podczas jazdy ludzi - $Q_l = 28\ 884,2 \text{ daN}$

2.3. Dane dotyczące pracy liny

Data założenia liny - 08.10.2005r

Data wybudowania liny - 18.02.2007r

Czas pracy - 16 miesięcy

Liczba wyciągniętych skipów - ok. 195 000

Współczynniki bezpieczeństwa pracy liny odniesione do rzeczywistej siły zrywającej linę w całości $P_c = 263\ 000 \text{ daN}$ po założeniu wynosiły:

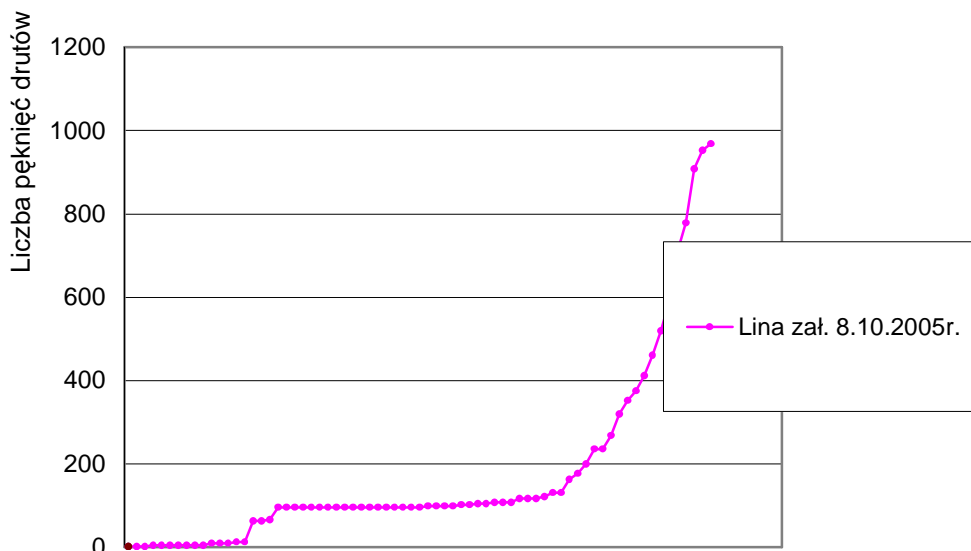
- przy wydobyciu: $n_u = 6,73 > n_{u \min} = 6,13$
- podczas jazdy ludzi: $n_l = 9,10 > n_{l \min} = 7,13$

Podczas badań liny w czasie pracy stwierdzono:

- o szereg pojedynczych pęknięć drutów warstwy zewnętrznej tworzących skupiska pęknięć, szczególnie na odcinkach liny 130-270 m i 600-730 m od zawieszenia skipu wschodniego (odcinki rozruchu i hamowania). Do dnia badania lina posiadała 744 pęknięte druty. W chwili zdejmowania liny z urządzenia wyciągowego (18.02.2007r) liczba pękniętych drutów wynosiła 968,
- o na odcinku liny współpracującym z kołem linowym starcia pojedynczych drutów warstwy zewnętrznej o maksymalnej cięciwie starcia do 2,0 mm, co stanowiło ok. 1,5% ubytku przekroju nośnego liny,
- o lina nie posiadała deformacji, ani nie uległa zużyciu korozyjnemu, przy czym w sąsiedztwie wyłamanych drutów 2÷3 druty wykazywały nieznaczne poluzowania,
- o parametry geometryczne liny wynosiły: średnica - 60 ÷ 61,1 mm
skok - 490 ÷ 510 mm
- o badania magnetyczne potwierdziły istniejący stan pękniętych drutów i zużycia liny na skutek starć.

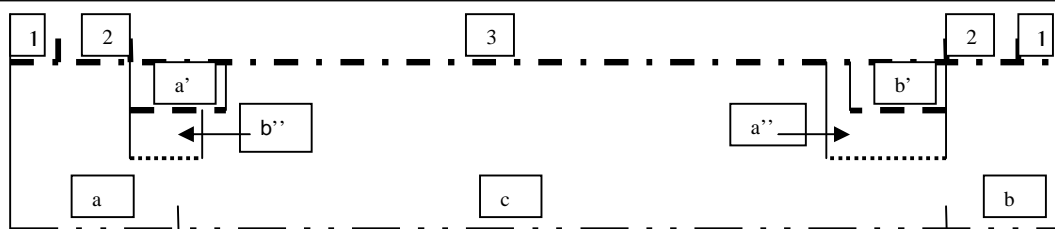
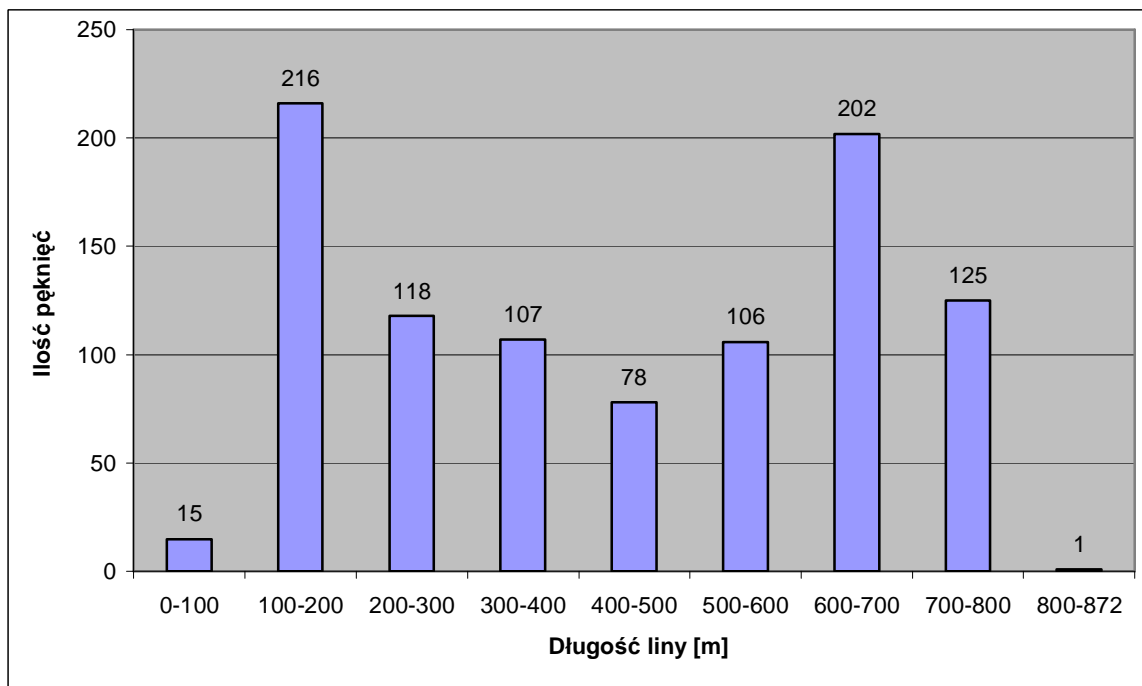
2.4. Pęknięcia drutów w linie na podstawie zapisów w „Arkuszu rozkładu pęknięć drutów” i uszkodzeń liny nośnej wg użytkownika [3]

2.4.1. Narastanie pęknięć drutów w linie w okresie od 08.10.2005 do 13.02.2007r



Rys. 1 Wykres narastania pęknięć drutów

2.4.2. Rozkład pękniętych drutów wzdłuż liny w postaci diagramu słupkowego z zobrazowaniem odcinków poddanych jednokierunkowemu i dwukierunkowemu przeginaniu z uwzględnieniem odcinków przechodzących przez koła w czasie rozruchu i hamowania maszyny wyciągowej



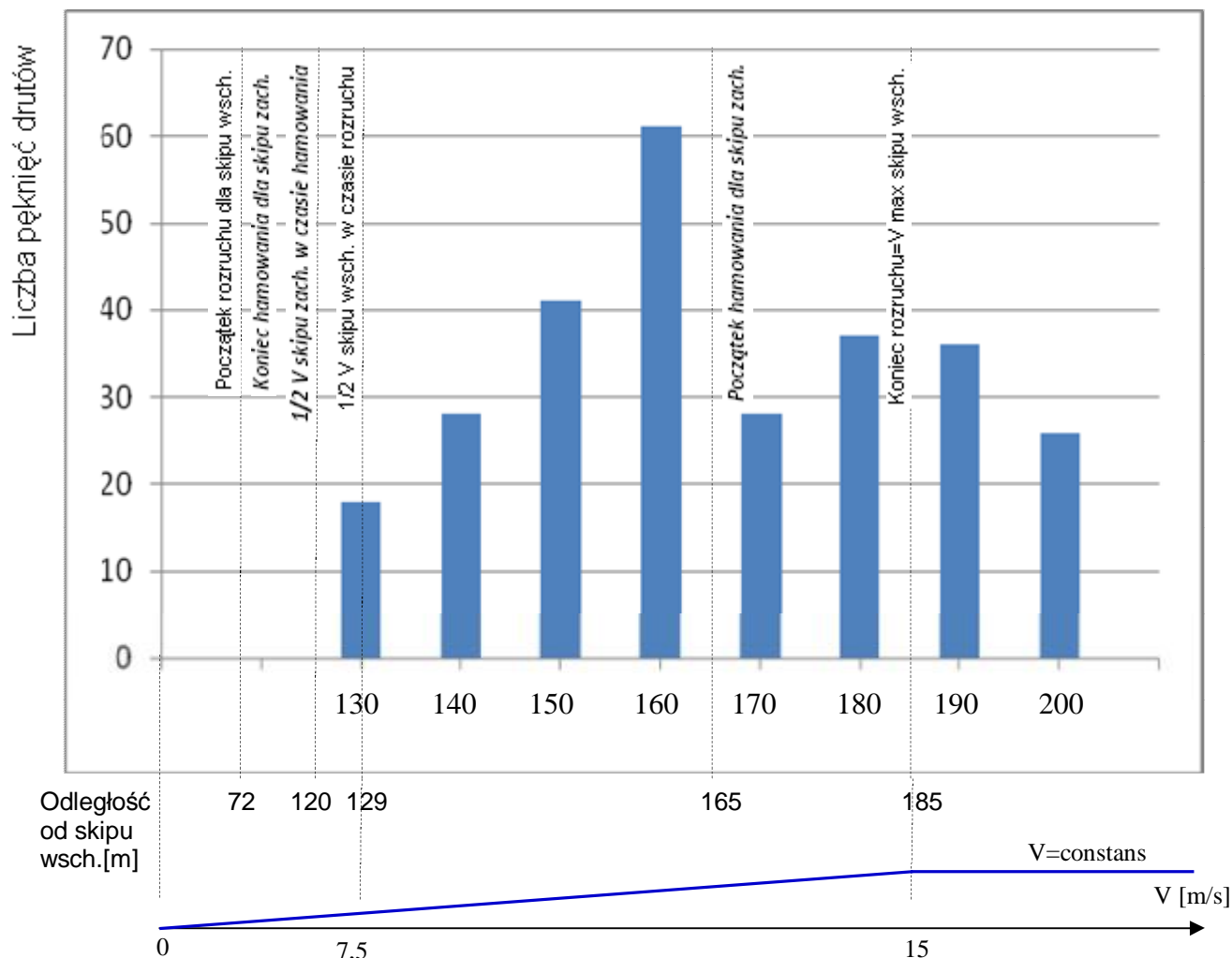
Rys. 2 Rozkład pęknięć drutów wzdłuż liny:

- 1 – odcinek nie podlegający przeginaniu – 12 m
- 2 – odcinek podlegający jednokierunkowemu przeginaniu – 61 m

- 3 – odcinek podlegający dwukierunkowemu przeginaniu – 726m
- a' – odcinek linii z dwukierunkowym przeginaniem podlegający rozruchowi
- b' – odcinek linii z dwukierunkowym przeginaniem podlegający hamowaniu
- a" , b" – jazda w przeciwnym kierunku
- a – odcinek rozruchu – 112,5 m
- b – odcinek hamowania – 93,75 m
- c – odcinek jazdy ustalonej – 665,75 m

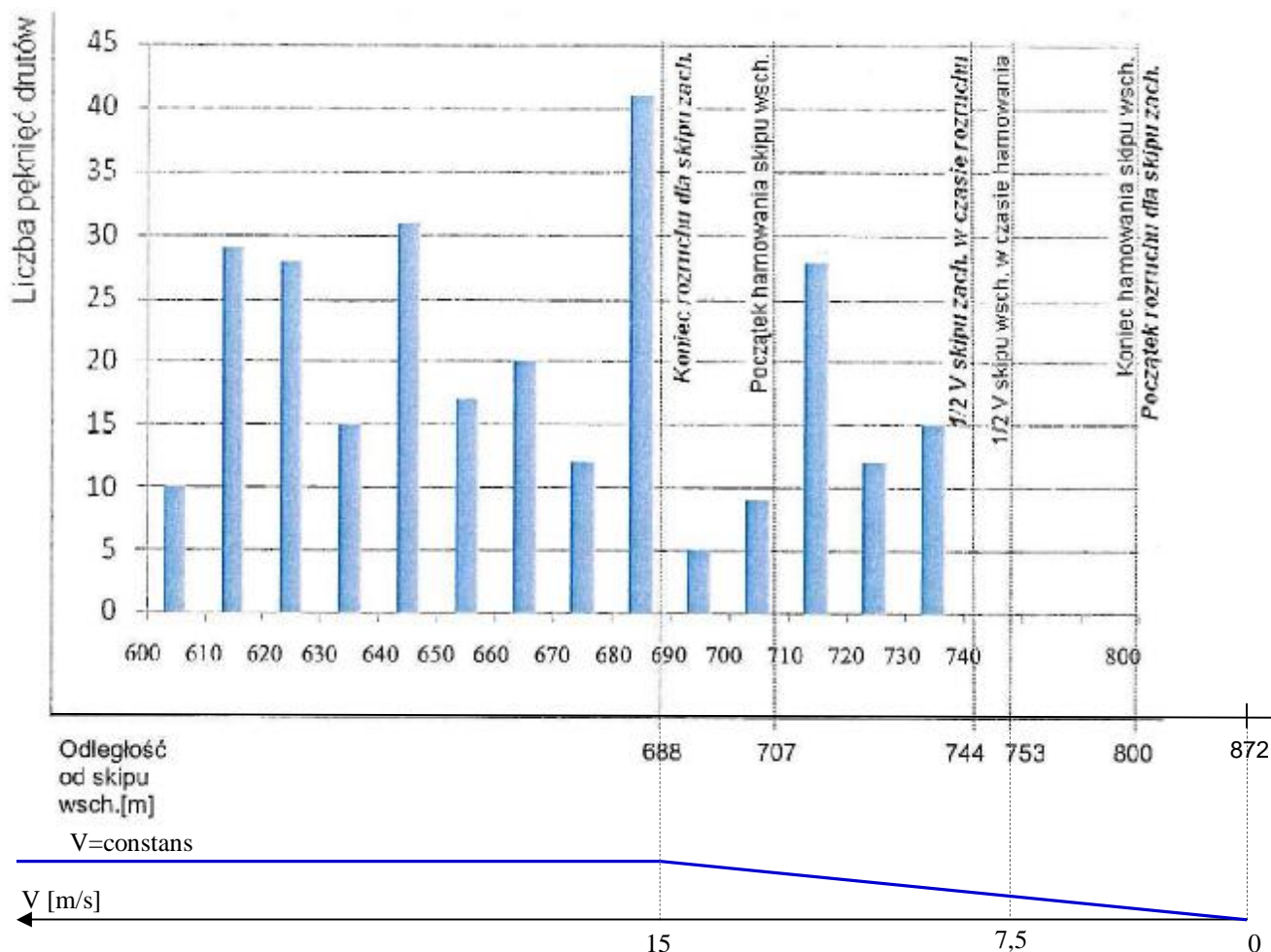
Z rysunku nr 2 wynika ,że największa liczba pękniętych drutów występuje w odległości 120÷220 m i 600÷740 od zawieszenia skipu wschodniego .Ponadto rys. nr 2 wykazuje ,że na odcinkach nieprzeginanych nie było pękniętych drutów, zaś w odcinkach jednokierunkowo przeginanych występowały sporadycznie pojedyncze pęknięcia.

Uszczegółowienie w/w odcinków przedstawiono na rys. 3 i 4.



Rys. 3 Szczegółowa analiza rozkładu pękniętych drutów na odcinku linii dwukierunkowo przeginanej podczas rozruchu skipu wschodniego i hamowania skipu zachodniego

Z wykresu słupkowego na rys.3 wynika, że maksymalna liczba pękniętych drutów miała miejsce w przedziale 150÷185 m od zawieszenia skipu wschodniego tj. na odcinku linii dwukierunkowo przeginanej w końcowym etapie rozruchu. W trakcie jazdy ustalonej liczba pękniętych drutów na długości linii zmniejszyła się i była w miarę równomierna.



Rys. 4 Szczegółowa analiza rozkładu pękniętych drutów na odcinku linii dwukierunkowo przeginanej podczas rozruchu skipu zachodniego i hamowania skipu wschodniego

Na rys. nr 4 obserwuje się podobną sytuację przy rozruchu skipu zachodniego, gdzie w odległości 140÷185 m stwierdzono maksymalną liczbę pękniętych drutów. W oparciu o rysunki nr 3 i 4 stwierdza się, że pęknięcia drutów warstwy zewnętrznej w splotkach linii pojawiły się dopiero na odcinku linii dwukierunkowo przeginanej po przekroczeniu połowy maksymalnej prędkości ciągnięcia w czasie rozruchu obydwu naczyń wyciągowych.

3. Podsumowanie

1. Na podstawie przeprowadzonej analizy wykresów na rys. 2,3 i 4 stwierdzono, że największa liczba pęknięć występuje na odcinkach linii dwukierunkowo przeginanych podlegających rozruchowi i hamowaniu, przy czym z rys.3 i 4 wynika, że pęknięcia w odcinkach linii pojawiają się dopiero po osiągnięciu co najmniej 50% prędkości maksymalnej podczas ciągnięcia urobku przy rozruchu i nie występują w tych odcinkach przy prędkości niższej niż 50% prędkości maksymalnej podczas hamowania.

2. Narastające zmęczenie linii objawiało się znacznymi przyrostami pękniętych drutów, szczególnie w ostatnim miesiącu eksploatacji, co uwiadcza wykres na rys. 1 oraz, że rzeczywista średnia szybkość narastania pęknięć wynosząca 14 pęknięć/dzień była większa od obliczonej granicznej szybkości narastania pęknięć wynoszącej 12 pęknięć/dzień dla analizowanej linii trójkątnosplotkowej [4].

3. Parametry górniczego wyciągu szybowego tj. mały stosunek $D/d < 100$ i naciski jednostkowe pomiędzy liną, a rowkiem koła linowego równe 1,94 MPa oraz duże natężenie ruchu powyżej 500 wyciągniętych skipów na dobę przyczyniają się do stosunkowo małej trwałości stosowanych linii trójkątnosplotkowych [2].

4. W celu zwiększenia trwałości linii należałoby przy aktualnych prędkościach wyciągu szybowego:

- zmienić konstrukcję linii tzn. zastosować linę z liniowym, bądź liniowo-punktowym stykiem drutów pomiędzy warstwami w splotkach lub też linę bardziej odporną na naciski jednostkowe z powierzchniowym stykiem drutów w splotkach,
- zastosować wykładziny w kołach linowych.

Literatura:

- [1] Fundalewicz, Zb.- Centrum Badań i Dozoru Górnictwa Podziemnego Sp. z o.o. Łędziny - Ekspertyza Nr 80/LN/Rz/07 z ostatniego badania liny przed odłożeniem.
- [2] Hankus, J. - Ekspertyza przyczyn niskiej trwałości lin wyciągowych nośnych - SITG nr 416/79.
- [3] Arkusz rozkładu pęknięć drutów i uszkodzeń liny nośnej założonej 08.10.2005r wg użytkownika.
- [4] Fundalewicz, Zb., Mateja, St. - Analiza przyczyn niskiej trwałości lin nośnych trójkątnosplotkowych \varnothing 62,0 mm eksploatowanych w górniczych wyciągach szybowych Międzynarodowa Konferencja Bezpieczeństwo Pracy Urządzeń Transportowych vGórnictwie - CBiDGP - Ustroń 2009r.

Recenzia/Review: *prof. doc. Ing. Ján Boroška, CSc.*