

# *Polski Rejestr Statków*

PUBLIKACJA INFORMACYJNA NR 10/I

**WYTYCZNE OCENY STANU LIN STAŁOWYCH  
DLA URZĄDZEŃ DŹWIGNICOWYCH**

**2016**

Publikacje I (Informacyjne) wydawane przez Polski Rejestr Statków S.A.  
mają charakter instrukcji lub wyjaśnień przydatnych przy stosowaniu  
Przepisów PRS



GDAŃSK

Publikacja Informacyjna Nr 10/I – Wytyczne oceny stanu lin stalowych dla urządzeń dźwignicowych – 2016 została zatwierdzona przez Dyrektora Okręgowego Polskiego Rejestru Statków S.A. w dniu 1 lipca 2016 r.

Niniejsza *Publikacja Informacyjna* zastępuje *Publikację Informacyjną Nr 10/I – Wytyczne oceny stanu lin stalowych dla urządzeń dźwignicowych – 1984*.

© Copyright by Polski Rejestr Statków S.A., 2016

PRS/OP, 06/2016

## SPIS TREŚCI

str.

<b>1</b>	<b>Wstęp</b> .....	5
<b>2</b>	<b>Miejsca badania liny</b> .....	5
2.1	Badanie ogólne .....	5
2.2	Badania końcówek linowych .....	5
<b>3</b>	<b>Kryteria oceny zużycia lin stalowych</b> .....	5
3.1	Liczba pękniętych drutów w linie .....	6
3.2	Pęknięcia drutów przy końcówkach linowych .....	6
3.3	Miejscowe zgrupowanie pękniętych drutów .....	7
3.4	Szybkość zwiększania się liczby pękniętych drutów .....	7
3.5	Zerwanie splotki .....	7
3.6	Zmniejszenie średnicy liny wskutek zniszczenia rdzenia .....	7
3.7	Zmniejszenie sprężystości liny .....	7
3.8	Starcie zewnętrzne i wewnętrzne .....	7
3.9	Korozja zewnętrzna i wewnętrzna .....	8
3.10	Deformacja liny .....	8
3.11	Uszkodzenie spowodowane promieniowaniem cieplnym lub łukiem elektrycznym .....	9
	Załącznik 1 .....	10
	Załącznik 2 .....	11
	Załącznik 3 .....	13
	Załącznik 4 .....	14



## 1 WSTĘP

W urządzeniach dźwignicowych lina stalowa powinna być traktowana jako element podlegający zużyciu, który jednak powinien być wycofany z użytkowania jeszcze przed całkowitą utratą zapasu bezpieczeństwa. Żywotność liny uzależniona jest od natężenia pracy dźwignicy, od jej stanu technicznego i sposobu użytkowania oraz od środowiskowych warunków pracy.

Bezpieczeństwo prac przeładunkowych może być zapewnione przez okresowe badania lin, aby w porę podejmowane były decyzje dotyczące ich wymiany. W badaniach lin stosuje się niezależnie od warunków eksploatacji kryteria zużycia, uwzględniające liczbę zerwanych drutów, ścieranie, korozję i zniekształcenie liny.

W niniejszej *Publikacji* omówiono wymienione kryteria, których celem jest sprawdzenie w linach eksploatowanych ich zapasu bezpieczeństwa i wyznaczenie minimum, po którego przekroczeniu lina powinna być wycofana. Nieumiejętność rozpoznania tych stanów zagraża bezpieczeństwu użytkowników urządzeń dźwignicowych.

Podane tu zasady mogą mieć również odpowiednie zastosowanie do lin stalowych użytkowanych w urządzeniach innych niż dźwignicowe, lecz o podobnym charakterze pracy

Nowe wydanie *Publikacji 10/I* jest oparte o normę PN-EN 12385-1÷4): 2008/2009.

## 2 MIEJSCA BADANIA LINY

### 2.1 Badanie ogólne

Linę należy badać na całej długości, zwracając szczególną uwagę na następujące miejsca:

- odcinki przy końcówkach lin – zarówno przewijających się, jak i stałych (sztagów, profendrów, wariantów)
- odcinki lin przewijające się w stanie obciążenia przez bloki lub krążki (patrz Załącznik 1);
- odcinki lin opasujące krążek wyrównawczy;
- odcinki narażone na ścieranie przez kontakt z elementami zewnętrznymi (np. zrębica luku);
- odcinki szczególnie narażone na korozję i zmęczenie (patrz Załącznik 2 );

Użytkownik powinien prowadzić *Kartę badania liny* i dokonywać w niej zapisów dotyczących wyników badań (przykład takiej *Karty* – patrz Załącznik 3).

### 2.2 Badania końcówek linowych

Obszar wychodzenia liny z końcówki stanowi miejsce krytyczne, szczególnie narażone na korozję i zmęczenie (pękanie drutów). Sama końcówka powinna być badana pod względem oznak zniekształcenia i wytarcia.

Podobnie należy badać końcówki z wprasowaną lub zalaną wkładką, samą wkładkę należy sprawdzić na pęknięcia w materiale i możliwość wystąpienia poślizgów między wkładką a liną.

Przy badaniu końcówek rozłącznych (klinowych, zaciskowych) należy zwrócić uwagę na pęknięcia drutów wewnątrz końcówki lub na jej obrzeżu oraz na należyte przyleganie klinów i zacisków.

Obwiązanie chroniące rękę przed wystającymi drutami w okach lin zaplatanych ręcznie powinny dochodzić tylko do ogona splotu, aby umożliwić sprawdzenie, czy nie wystąpiło pęknięcie drutów. Jeżeli zerwanie drutów nastąpiło blisko lub wewnątrz końcówki – linę można skrócić, a końcówkę zamontować ponownie. Po skróceniu liny na bębnie powinna jednak pozostawać minimalna wymagana liczba zwojów.

## 3 KRYTERIA OCENY ZUŻYCIA LIN STALOWYCH

Ocenę stopnia zużycia liny przeprowadza się z uwzględnieniem następujących kryteriów:

- liczba pękniętych drutów w linie,
- pęknięcia drutów przy końcówkach linowych,
- miejscowe zgrupowanie pękniętych drutów,
- szybkość zwiększania się liczby pękniętych drutów,
- zerwanie splotki,
- zmniejszenie średnicy liny wskutek zniszczenia rdzenia,
- zmniejszenie sprężystości liny,

- starcie zewnętrzne i wewnętrzne,
- korozja zewnętrzna i wewnętrzna,
- deformacja liny,
- uszkodzenie spowodowane promieniowaniem cieplnym lub łukiem elektrycznym,
- szybkość wzrostu stałego wydłużenia liny.

### 3.1 Liczba pękniętych drutów w linie

Stopień zużycia liny może być określony na podstawie liczby pękniętych drutów w warstwie zewnętrznej (niezależnie od liczby warstw w linie). Druty wypełniające nie przenoszą obciążeń i nie należy ich uwzględniać. W linach z rdzeniem stalowym taki rdzeń uważa się za splotkę wewnętrzną i nie jest on brany pod uwagę. W linach 6- i 8-splotkowych pękanie drutów występuje głównie w warstwie zewnętrznej, natomiast w linach o splotkach wielowarstwowych większość pęknięć ma miejsce wewnątrz liny, a więc są one niewidoczne. Zjawiska te uwzględniono w kryteriach zużycia, podanych w tablicy 3.1.

**Tablica 3.1**

Liczba drutów przenoszących obciążenia w splotkach zewnętrznych $n$	Typowe przykłady konstrukcji lin	Grupa natężenia pracy dźwignicy							
		0				I – IV			
		Rodzaj liny i długości badanych odcinków $L$							
		przeciwzwite		współzwite		przeciwzwite		współzwite	
		$6d$	$30d$	$6d$	$30d$	$6d$	$30d$	$6d$	$30d$
Liczba widocznych pękniętych drutów na długości $L$ kwalifikujących linę do wymiany									
do 50	$6 \times 7 / 6 / 1 /$	2	4	1	2	4	8	2	4
51 do 75	$6 \times 19 / 9 / 9 / 1 / *$ $12 \times 6 / 3 \times 24$	3	6	2	3	6	12	3	6
100 do 120	$8 \times 19 / 9 / 9 / 1 / *$ $6 \times 19 / 12 / 6 / 1 /$ $6 \times 19 / 12 / 6 + 6F / 1 /$ $6 \times 25F8 / 12 / 12 / 1 / *$ $34 \times 7 / 17$ splotek zewn./	5	10	2	5	10	19	5	10
121 do 140	–	6	11	3	6	11	22	6	11
141 do 160	$8 \times 19 / 12 / 6 + 6F / 1 /$	6	13	3	6	13	26	6	13
161 do 180	$6 \times 36 / 14 / 7 + 7 / 7 / 1 / *$	7	14	4	7	14	29	7	14
181 do 200	–	8	16	4	8	16	32	8	16
201 do 220	$6 \times 41 / 16 / 8 + 8 / 8 / 1 / *$	8	18	4	9	18	36	9	18
221 do 240	$6 \times 37 / 18 / 12 / 6 / 1 /$	10	19	5	10	19	38	10	19
241 do 260	–	10	21	5	10	21	42	10	21
261 do 280	–	11	22	6	11	22	45	11	22
281 do 300	–	12	24	6	12	24	48	12	24
ponad 300**	–	$0,04n$	$0,08n$	$0,02n$	$0,04n$	$0,08n$	$0,16n$	$0,04n$	$0,08n$

$d$  – średnica liny  
\* Będące w eksploatacji konstrukcje lin, w których zewnętrzne druty splotek mają średnice większe od wymaganych w obowiązujących normach.  
\*\* Obliczone wartości należy zaokrąglić do liczb całkowitych.

### 3.2 Pęknięcia drutów przy końcówkach linowych

Stwierdzenie przy końcówce lub w jej pobliżu nawet niewielkiej liczby pękniętych drutów stanowi wskazanie, że w tej części liny występują wysokie naprężenia, co może być spowodowane niewłaściwym montażem końcówek. Należy wykryć przyczynę pęknięcia drutów w wymienionym miejscu. Końcówka może być ponownie zamontowana po odcięciu uszkodzonego odcinka, jeżeli pozwala na to długość liny.

### 3.3 Miejscowe zgrupowanie pękniętych drutów

Jeżeli stwierdza się skupienie zerwanych drutów na długości mniejszej niż  $6d$  lub na jednej ze splotek, to nawet wówczas gdy liczba takich drutów jest mniejsza od krytycznej podanej w tablicy 3.1, bezpieczniej jest wycofać linę z eksploatacji.

### 3.4 Szybkość zwiększania się liczby pękniętych drutów

Jeżeli główną przyczynę zużywania się liny są zjawiska zmęczeniowe, to od początku pęknięcia drutów liczba drutów zerwanych będzie wzrastała proporcjonalnie w coraz krótszych okresach. W takich przypadkach wskazane jest cykliczne staranne badanie liny, z odnotowaniem tempa wzrostu liczby pękniętych drutów, co pozwoli przewidzieć w przybliżeniu datę wycofania liny z eksploatacji.

### 3.5 Zerwanie splotki

Stwierdzenie całkowitego zerwania jednej splotki w linie stanowi podstawę do jej natychmiastowego wycofania.

### 3.6 Zmniejszenie średnicy liny wskutek zniszczenia rdzenia

Jeżeli zauważa się zmniejszenie średnicy liny, spowodowane zniszczeniem rdzenia włókiennego lub zerwaniem rdzenia stalowego (w linach wielosplotkowych – także uszkodzeniem wewnętrznych warstw), lina powinna być wycofana z użycia.

Małe uszkodzenie rdzenia nie jest łatwe do rozpoznania, zwłaszcza gdy obciążenie liny jest równomiernie przenoszone przez poszczególne splotki. Stan taki może jednak spowodować znaczną utratę wytrzymałości liny, wskazane jest więc przeprowadzenie badania wewnętrznego. Potwierdzenie istnienia uszkodzeń wewnętrznych stanowi uzasadnienie wycofania liny z użytkowania (patrz Załącznik 2).

### 3.7 Zmniejszenie sprężystości liny

W pewnych okolicznościach, zwykle związanych ze środowiskiem pracy, lina może doznać poważnego spadku sprężystości i stać się niebezpieczna w dalszym użytkowaniu.

Zmniejszenie sprężystości jest trudne do bezpośredniego wykrycia; zwykle wiąże się ono z następującymi objawami:

- zmniejszenie średnicy liny niewynikające ze starcia się drutów,
- zwiększenie się skoku zlinowania,
- zanik naturalnych rowków między drutami splotek oraz między splotkami, spowodowany wzajemnym dociskiem elementów liny (tendencja wysuwania się z liny drutów lub całych splotek),
- pojawienie się drobnego brązowego proszku w rowkach między splotkami,
- przy braku widocznych uszkodzeń zauważalna sztywność liny podczas operacji.

Stan zmniejszenia sprężystości może spowodować nagle zerwanie się liny pod obciążeniem dynamicznym i jest wystarczającym uzasadnieniem natychmiastowego jej wycofania.

### 3.8 Starcie zewnętrzne i wewnętrzne

Starcie powodowane jest dwoma rodzajami czynników:

- starcie zewnętrznych drutów liny powstaje wskutek tarcia liny o krążki, co uwidoczni się szczególnie w olinowaniu ruchomym w punktach styku liny z rowkiem krążka – w wyniku przyspieszeń lub hamowania podczas operacji przeładunkowych; w miejscach podlegających tarcia zewnętrzna powierzchnia drutów staje się płaska,
- starcia wewnętrzne i wystąpienie wrębów jest wynikiem tarcia między poszczególnymi drutami i splotkami – szczególnie w odcinkach poddawanych zginaniu podczas przewijania się przez krążki lub bębny.

Proces ścierania liny może być przyspieszony wskutek niewłaściwego smarowania lub jego braku, a także w wyniku zanieczyszczeń przez kurz lub piasek. Proces ten powoduje zmniejszenie przekroju metalu liny, a więc i jej wytrzymałości. Gdy średnica liny ulegnie zmniejszeniu o 7% w stosunku do jej średnicy nominalnej – lina powinna być wycofana z użycia nawet w przypadku niestwierdzenia na niej żadnego pękniętego drutu.

### 3.9 Korozja zewnętrzna i wewnętrzna

Korozja występuje szczególnie w środowisku morskim oraz w skażonym środowisku przemysłowym. Powoduje ona nie tylko zmniejszenie wytrzymałości liny przez redukcję jej metalowego przekroju, ale przyspiesza również procesy zmęczeniowe, powodując nadżerki powierzchni drutów, stanowiące karby ułatwiające pękanie drutów. Gwałtowna korozja może też być przyczyną zmniejszania sprężystości liny.

Wskazówki dotyczące rozpoznania korozji:

- korozję zewnętrzną wykrywa się bezpośrednio przez oględziny,
- korozja wewnętrzna (towarzysząca często korozji zewnętrznej) jest trudniejsza do wykrycia, a można wnioskować o jej istnieniu na podstawie stwierdzonych zmian średnicy liny oraz zaniku rowków między splotkami w warstwie zewnętrznej.

W linach przewijających się (zginanych) na krążkach występuje zwykle zmniejszenie średnicy, natomiast w linach nieprzewijających się (odciągach, profenderach) stwierdza się wzrost średnicy wskutek rozrostu zmian korozyjnych wewnątrz splotek. Brak naturalnych rowków między zewnętrznymi splotkami często związany jest z pękaniem drutów w rowkach międzysplotkowych.

W przypadku stwierdzenia jakichkolwiek oznak mogących świadczyć o występowaniu korozji wewnętrznej linę należy poddać badaniu wewnętrznemu zgodnie z Załącznikiem 2, przeprowadzonemu przez osobę kompetentną. Wykrycie poważnej korozji wewnętrznej uzasadnia natychmiastowe wycofanie liny z eksploatacji.

### 3.10 Deformacja liny

Deformacją liny nazywane jest wzrokowo dostrzegalne zniekształcenie jej w stosunku do prawidłowego wyglądu. W miejscu zniekształconym rozłożenie naprężeń jest nierównomierne. Poniżej omówiono najczęściej występujące rodzaje deformacji lin:

**3.10.1 Falistość** (rys. 8 w Załączniku 4 ). Nazywamy tak deformację, w wyniku której oś wydłużenia liny przybiera postać linii śrubowej. Zniekształcenie to nie zawsze wpływa ujemnie na wytrzymałość liny, jednak znaczna falistość może powodować zwiększenie drgań podczas pracy przerywanej, a po dłuższym okresie eksploatacji liny przyczyniać się do szybszego ścierania i pękania drutów. Linę należy wycofać z użytkowania, jeżeli zachodzi zależność (patrz rys. 3.10.1):

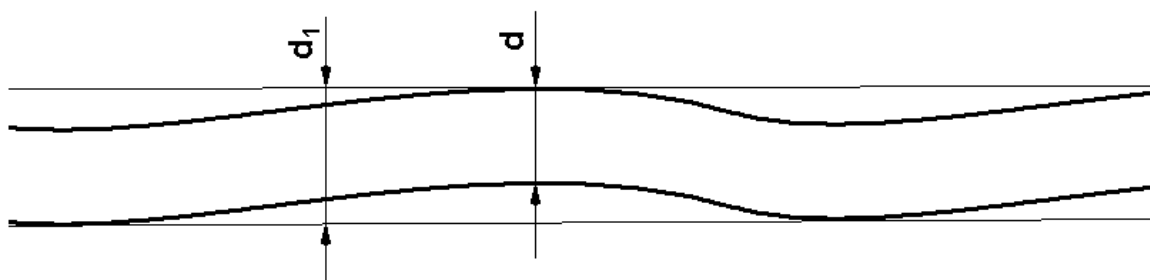
$$d_1 \geq 4/3 \times d$$

gdzie:

$d_1$  – średnica walca opisanego na linii falistej;

$d$  – średnica nominalna liny

a zniekształcony odcinek jest nie dłuższy niż  $25 \times d$



Rys. 3.10.1

**3.10.2 Koszykowatość** (rys. 9 w Załączniku 4 ). Deformacja ta charakteryzuje się odstawaniem wewnętrznych drutów w splotkach w stosunku do pozostałych. Koszykowatość pojawia się najczęściej w wyniku gwałtownego obciążenia liny nienapiętej. Zniekształcenie to stanowi uzasadnienie natychmiastowego wycofania liny z eksploatacji.



**3.10.3 Wyciśnięcie spłotki** (rys. 10 w Załączniku 4). Zniekształcenie to jest często związane z występowaniem koszykowatości, powodującej nierównomierne rozłożenie naprężeń w linie. Taką linę należy natychmiast wycofać z użycia.

**3.10.4 Wyciśnięcie drutów** (rys. 11 i 12 w Załączniku 4). W wyniku nagłego obciążenia liny poszczególne druty lub grupy drutów w warstwie zewnętrznej mogą podnieść się w formie pętli, gdy lina spoczywa w krążku. Jeżeli zniekształcenie to jest poważniejsze, może zachodzić konieczność wycofania liny z eksploatacji.

**3.10.5 Miejscowe zwiększenie się średnicy liny** (rys. 13 i 14 w Załączniku 4). Deformacja ta jest zwykle wynikiem odkształcenia się rdzenia włókiennego (w pewnych warunkach środowiskowych rdzeń może puchnąć od wilgoci), co powoduje nierównomierne rozłożenie naprężeń w spłotkach i nieprawidłowy ich układ. Poważniejsza forma tego zjawiska może stanowić uzasadnienie wycofania liny.

**3.10.6 Miejscowe zmniejszenie się średnicy liny** (rys. 17 w Załączniku 4). Jest ono często związane z zerwaniem rdzenia. W celu ewentualnego wykrycia tego zniekształcenia należy sprawdzać linę w pobliżu końcówek linowych. Ostra forma zjawiska kwalifikuje linę do wycofania.

**3.10.7 Spłaszczenie liny** (rys. 18 i 19 w Załączniku 4). Zniekształcenie to jest wynikiem uszkodzeń mechanicznych. Ostrzejsze przypadki kwalifikują linę do wycofania.

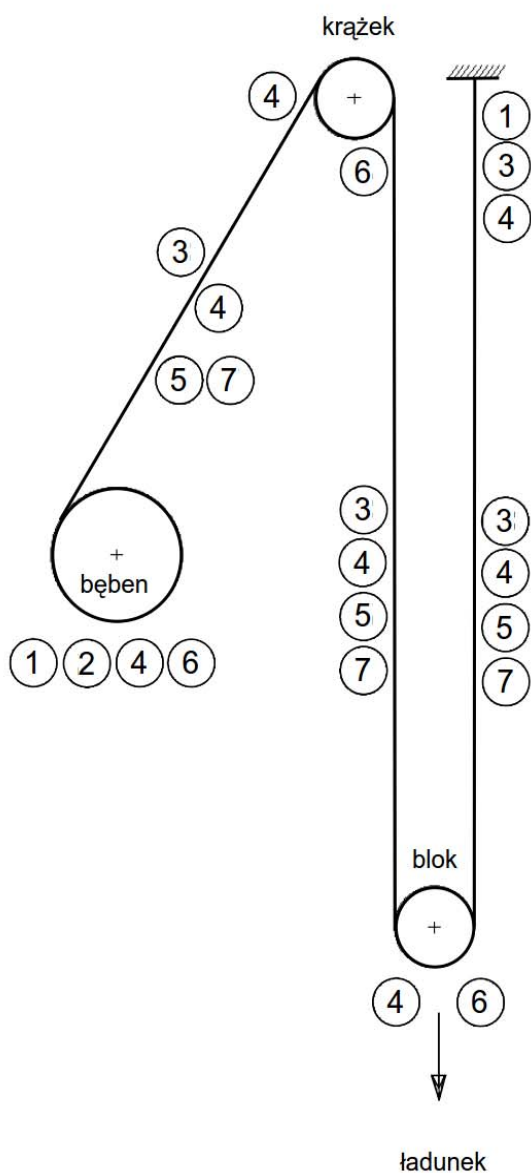
**3.10.8 Złamanie liny** (rys. 15 i 16 w Załączniku 4). Istotą tego zniekształcenia stanowi utworzenie się pętli na linie, która po obciążeniu nie miała możliwości obrócenia się wokół swej osi. Powoduje to zmianę długości skoku zlinowania i przedwczesne ścieranie się drutów. W poważniejszych przypadkach złamania (skręcenia) liny traci ona większą część swojej wytrzymałości i kwalifikuje się do natychmiastowej wymiany.

**3.10.9 Zgięcie liny** (rys. 20 w Załączniku 4). Jest to odkształcenie kątowe, powstałe z przyczyn zewnętrznych – kwalifikuje linę do natychmiastowego wycofania z eksploatacji

### **3.11 Uszkodzenie spowodowane promieniowaniem cieplnym lub łukiem elektrycznym**

Liny stalowe, które były narażone na wpływ promieniowania cieplnego lub łuku elektrycznego i wykazują na zewnętrznej powierzchni charakterystyczne zabarwienie, powinny być wymienione.

## MIEJSCA BADANIA USZKODZEŃ W UKŁADZIE LINOWYM



1. Zakończenie liny na bębnie i przy stałym zamocowaniu.
2. Prawdliwość układania się liny na bębnie.
3. Wykrywanie pękniętych drutów i wytarcie liny.
4. Wykrywanie zmian korozyjnych.
5. Wykrywanie odkształceń w wyniku nagłych obciążeń.
6. Odcinki przewijające się na bębnie oraz przez krążki i bloki krążkowe.
7. Wykrywanie zmian średnicy liny i innych odkształceń.

Wadliwe układanie się liny na bębnie powoduje spłaszczenie liny i ścieranie się drutów. Również odcinki przewijające się przez krążek wyrównawczy lub przyległy do niego należy zbadać, czy nie nastąpiło zerwanie drutów i korozja.

## WEWNĘTRZNE BADANIA LIN

### 1. Ogólne wytyczne

Najczęstszą przyczyną utraty wytrzymałości liny jest korozja wewnętrzna oraz zmęczeniowe pękanie drutów. Badane zewnętrzne nie informuje o wewnętrznym stanie liny, który może być tak zły, że grozi zerwaniem się liny. Niezbędne jest więc przeprowadzenie badań wewnętrznych.

Każdą linę skręconą z drutów można odpowiednio otworzyć w celu umożliwienia wglądu do części wewnętrznych. Takiemu badaniu mogą być poddane również liny zamontowane na urządzeniach dźwigniowych – pod warunkiem, że są one w stanie nieobciążonym.

### 2. Przeprowadzanie badania

Otwarcie lin może być wykonane przy pomocy zacisków (patrz rys. 1) o szczękach odpowiednich do średnicy liny. Zaciski umieszcza się na linie po obu stronach odcinka poddawanego badaniu i szczęki zaciska się tak, aby nie nastąpił poślizg, a następnie przykłada się do dźwigni zacisków siły przeciwnie skierowane.



Rys. 1

Należy zwrócić uwagę, aby rozsunięcie splotek nie było nadmierne. Po otwarciu liny należy śrubokrętem lub innym wąskim przedmiotem usunąć zalegający smar lub zanieczyszczenia mogące przeszkadzać w obserwacji wnętrza.

Podczas badania należy zwrócić uwagę na:

- stan wewnętrznego smarowania,
- stopień zaawansowania korozji,
- karby na drutach spowodowane dociskiem lub wytarciem,
- pęknięcia drutów (nieraz trudno dostrzegalne).

Po badaniu należy otwarty odcinek zakonserwować środkiem przewidzianym przez wytwórcę lin, a potem przez powrotny obrót zacisków z umiarkowaną siłą zapewnić właściwe ułożenie splotek wokół rdzenia. Po usunięciu zacisków należy uzupełnić smarowanie zewnętrznej powierzchni badanego odcinka.

W celu zbadania odcinków w pobliżu końcówek wystarczy użyć jednego zacisku, jeżeli odpowiednie zamocowanie końcówki lub pręt przewleczony przez jej ucho zapewnia unieruchomienie jej przed obrotem wokół własnej osi.

### **3. Wybór miejsc do badania**

Przebadanie wewnętrzne liny na całej jej długości jest niemożliwe, należy więc poddać badaniu odcinki najbardziej narażone na uszkodzenie, a przede wszystkim:

- części liny nawijające się pod obciążeniem na bęben lub przewijające się przez krążki;
- odcinki, w których zatrzymują się siły powstałe wskutek gwałtownego szarpnięcia (wywołanego szybkim podniesieniem ładunku bez wstępnego napięcia liny), a więc przy bębnie lub wierzchołkowych krążkach wysięgnika;
- odcinki w pobliżu końcówek, co jest szczególnie ważne w przypadku lin stałych (odciągów, sztagów itp.).

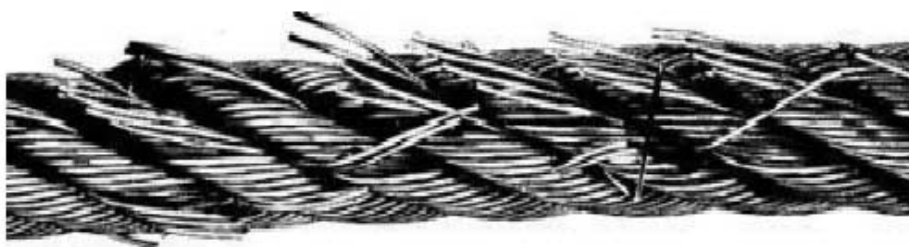


### PRZYKŁADY TYPOWYCH USZKODZEŃ W LINACH

Niektóre z poniższych rysunków przedstawiają, w celu lepszego podkreślenia zmian, przejawskrawiony stopień uszkodzenia (kwalifikujący linę do wcześniejszego wycofania z eksploatacji).






Rys. 1.  
Zerwane i wyciśnięte druty w sąsiednich splotkach liny przeciwwzitej –  
uzasadnienie wymiany.



Rys. 2.  
Duża liczba zerwanych drutów, świadcząca o poważnym zużyciu liny przeciwwzitej –  
uzasadnienie natychmiastowej wymiany.



Rys. 3.  
Zerwane druty w jednej splotce wskutek niewielkiego zużycia liny współzwitej – możliwość dalszego  
użytkowania, jeżeli w innych częściach liny nie ma gorszych uszkodzeń (pęknięte druty powinny być tak obcięte,  
aby ich końce znalazły się we wgłębieniach między splotkami, co zabezpieczy druty sąsiednie przed ścieraniem ).

Starcie	Korozja zewnętrzna
	
<p>Niewielkie spłaszczenie na drutach zewnętrznych</p>	<p>Rozpoczęcie utleniania się powierzchni</p>
	
<p>Spłaszczenia na poszczególnych drutach są dłuższe i występują na wszystkich wierzchołkach drutów w każdej splotce. Znaczne zmniejszenie średnicy drutów (należy starannie sprawdzić inne uszkodzenia liny)</p>	<p>Druty szorstkie w dotyku, ogólne utlenienie powierzchni</p>
	
<p>Spłaszczenia poszczególnych drutów prawie ciągłe, splotki są lekko spłaszczone, a druty zauważalnie cennie (poważniejsze przypadki mogą stanowić uzasadnienie wymiany liny, należy sprawdzić inne uszkodzenia i zwiększyć częstość badań)</p>	<p>Utlenienie powierzchni bardziej zaawansowane</p>
	
<p>Spłaszczenia wzajemnie się łączą, druty stają się luźne przy szacunkowym zmniejszeniu ich przekroju o 40% (uzasadnienie natychmiastowej wymiany)</p>	<p>Poważne utlenienie powierzchni drutów</p>
	
	<p>Powierzchnia bardzo szorstka, a druty luźne (uzasadnienie natychmiastowej wymiany)</p>

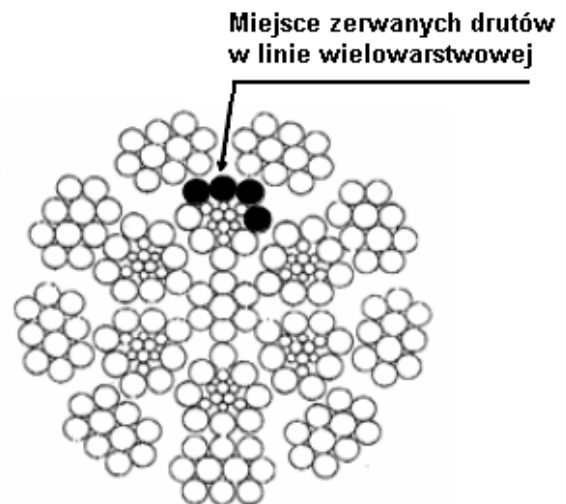
Rys. 4. Przykłady powiększania się starcia oraz korozji zewnętrznej drutów w linie przeciwzwitej.



Rys. 5.  
Zerwane druty w kilku splotkach występuje w krążku wyrównawczym (często zakryte przez krążek) – uzasadnienie natychmiastowej wymiany.



Rys. 6.  
Zerwane druty w dwu splotkach, występujące w krążku wyrównawczym, spowodowane unieruchomieniem krążka – uzasadnienie natychmiastowej wymiany.



Rys. 7.  
Zerwane druty w warstwie wewnętrznej linii przeciwwzitej, spowodowane nagłym przeciążeniem – uzasadnienie natychmiastowej wymiany.



Rys. 8.  
Przykład falistości liny (oś wzdłużna przybiera kształt linii śrubowej).  
Jeżeli zniekształcenie przekroczy wartość podaną w 3.10 – lina powinna być wymieniona.





Rys. 9.  
Koszykowatość (ptasia klatka) – zniekształcenie lin wielosplotkowych konstrukcji –  
uzasadnienie natychmiastowej wymiany.



Rys. 10.  
Wyciśnięcie stalowego rdzenia powszechnie towarzyszące zniekształceniu koszykowatemu –  
uzasadnienie natychmiastowej wymiany.



Rys. 11.  
Wyciśnięcie drutów w jednej splotce; badania całej liny może pokazać, że zniekształcenie  
jest widoczne w regularnych odstępach, normalnie w jednej splotce.



Rys. 12.  
Wyciśnięcie drutów w jednej splotce (stan ostry uszkodzenia z rys.11 ),  
typowe dla lin podnoszenia z układaczem liny – uzasadnienie natychmiastowej wymiany.



Rys. 13  
Miejscowy wzrost średnicy liny spowodowany pogrubieniem się rdzenia włókiennego wskutek niszczących warunków zewnętrznych.



Rys. 14  
Niebezpieczne załamanie – zwraca się uwagę na skręcenie liny przyczyniające się do wypadnięcia rdzenia – uzasadnienie natychmiastowej wymiany.



Rys. 15  
Lina stalowa, która została podczas instalowania załamana i pozostawiona w eksploatacji. Wynikiem tego jest miejscowe starcie oraz rozluźnienie drutów – uzasadnienie natychmiastowej wymiany.



Rys. 16  
Miejscowe zmniejszenie się średnicy liny; splotki zewnętrzne zapadły się wskutek rozpadnięcia się rdzenia włókiennego – uzasadnienie natychmiastowej wymiany.



Rys. 17

Splaszczanie liny wskutek miejscowego zgniecenia mechanicznego z jednoczesnym zerwaniem drutów, powodujące nierównomierną nośność spletek – uzasadnienie wymiany.



Rys. 18

Splaszczanie liny spowodowane złym nawijaniem (układaniem) się na bębnie. Zwraca się uwagę na wzrost długości linii śrubowej w zewnętrznej warstwie wskutek miejscowego zgniecenia mechanicznego z jednoczesnym zerwaniem drutów, powodujące nierównomierną nośność spletek – uzasadnienie wymiany.



Rys. 19

Przykład niebezpiecznego zgięcia liny – uzasadnienie wymiany.

---