



INSTYTUT KONSTRUKCJI MASZYN



**SPECJALNOŚĆ: SYSTEMY I URZĄDZENIA TRANSPORTOWE**  
**PRZEDMIOT: SYSTEMU I URZĄDZENIA TRANSPORTU BLISKIEGO**  
**LABORATORIUM**

## **„Badania współczynnika sprzężenia ciernego koło – lina w ogranicznikach prędkości dźwigów osobowych”**

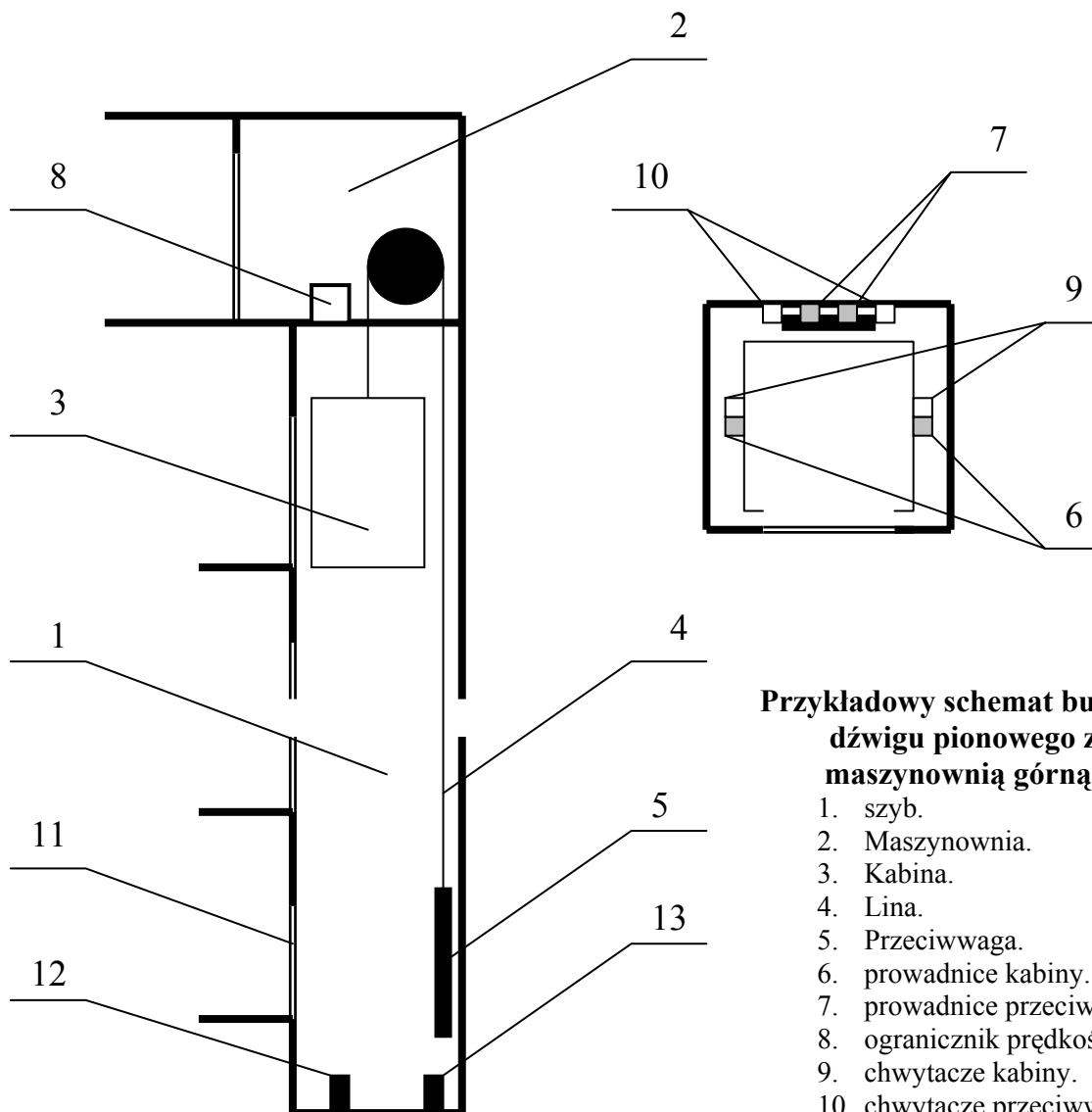
### **Zakres ćwiczenia:**

1. Wprowadzenie – systemy napędowe wciągarek linowych oraz układów ograniczników prędkości, wymagania i badania.
2. Kryteria i metody pomiaru współczynnika sprzężenia ciernego w układzie: koło linowe – lina stalowa

# 1. WPROWADZENIE - SYSTEMY I URZĄDZENIA BEZPIECZEŃSTWA W DŹWIGACH OSOBOWYCH (WG PN-EN-81.1 ORAZ PN-ENN-81.2)

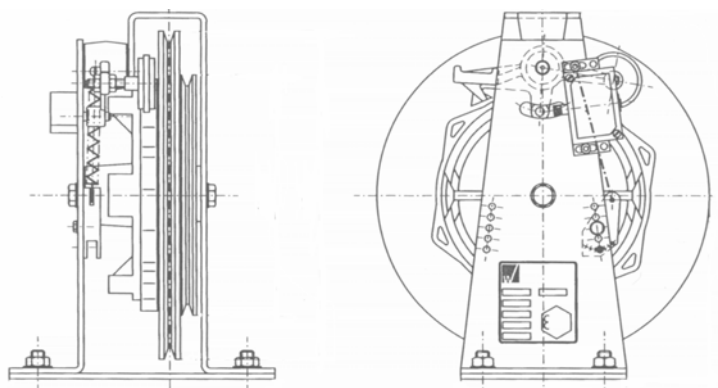
1. ogranicznik prędkości.
2. chwytacze.
3. zamek bezpieczeństwa drzwi.
4. drzwi przystankowe przeciwpożarowe.
5. zderzaki kabiny i przeciwwagi

Usytuowanie wymienionych urządzeń bezpieczeństwa w typowym rozwiązaniu dźwigu:



## Przykładowy schemat budowy dźwigu pionowego z maszynownią górną:

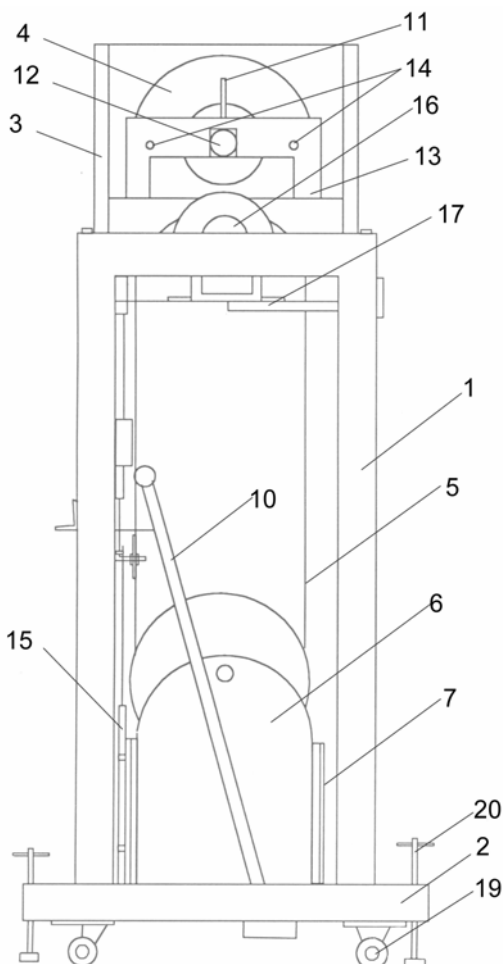
1. szyb.
2. Maszynownia.
3. Kabina.
4. Lina.
5. Przeciwwaga.
6. prowadnice kabiny.
7. prowadnice przeciwwagi.
8. ogranicznik prędkości.
9. chwytacze kabiny.
10. chwytacze przeciwwagi.
11. zamki bezpieczeństwa drzwi.
12. zderzaki kabiny.
13. zderzaki przeciwwagi



Obecnie stosowany ogranicznik prędkości K1401 firmy OTIS.

## 2. STANOWISKO BADAWCZE I UKŁAD POMIAROWY DO BADANIA WSPÓŁCZYNNIKA SPRĘŻENIA CIERNEGO KOŁO LINOWE - LINA

Do badania sprężenia ciernego wykorzystywany jest specjalny układ pomiarowy składający się z trzech podstawowych zespołów. Pierwszy to zasilacz hydrauliczny, drugi to stanowisko z ogranicznikiem prędkości, trzeci to układ zbierający, przetwarzający i zapisujący dane pomiarowe.

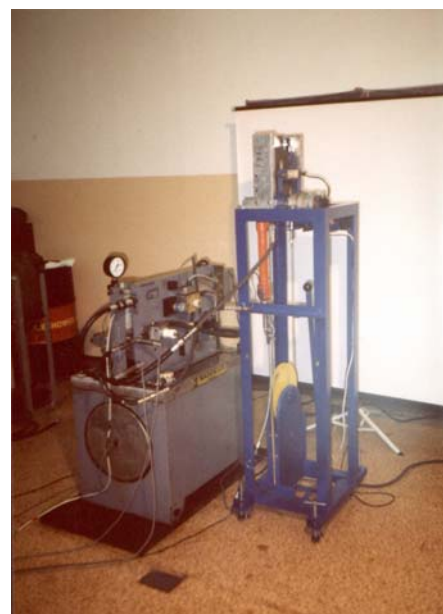


### Specyfikacja podzespołów:

1. rama nośna
2. podstawa stanowiska
3. ogranicznik prędkości
4. koło linowe ogranicznika prędkości
5. lina
6. obciążka
7. prowadnice obciążki
8. siłownik hydrauliczny
9. blacha łącząca końce liny
10. ręczna dźwignia do odciążania liny
11. wieszak do zawieszania liny
12. prądniczka tachometryczna
13. rama stanowiąca podstawę dla prądniczki oraz do blokowania koła linowego ogranicznika prędkości
14. śruby służące do blokowania koła linowego ogranicznika prędkości
15. czujnik przemieszczenia
16. silnik o regulowanej prędkości obrotowej
17. podstawa silnika
18. sprężyna dociskająca silnik
19. koła jezdne stanowiska
20. śruby służące do ustawienia stanowiska w poziomie

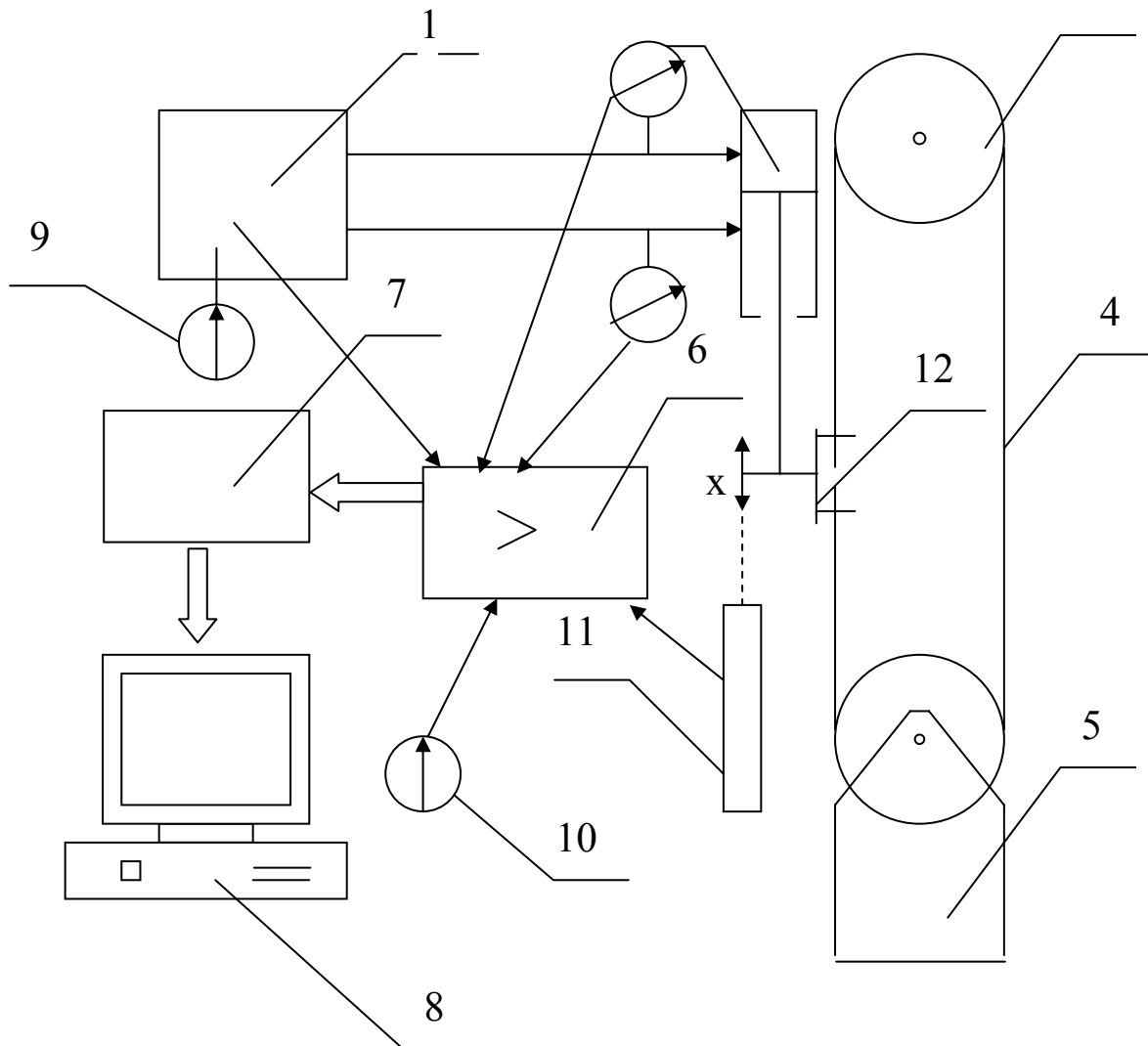
### Specyfikacja czujników układu pomiarowego:

1. zasilacz hydrauliczny.
2. Siłownik.
3. Koło linowe ogranicznika prędkości.
4. Lina.
5. Obciążenie ogranicznika prędkości.
6. Wzmacniacz.
7. Karta pomiarowa.
8. Komputer .
9. Czujnik temperatury oleju w zbiorniku.
10. Czujnik temperatury otoczenia.
11. Czujnik przemieszczenia.
12. Blacha łącząca dwa końce liny.



### 3. SCHEMAT TORU POMIAROWEGO DO BADANIA SPRĘŻENIA CIERNEGO LINA - KOŁO LINOWE W UKŁADACH DŹWIGÓW ELEKTRYCZNYCH – OGRANICZNIK PRĘDKOŚCI

3



### 4. RÓWNOWAGA ELEMENTARNEGO ŁUKU LINY

Zależność Eulera-Eytelweina:

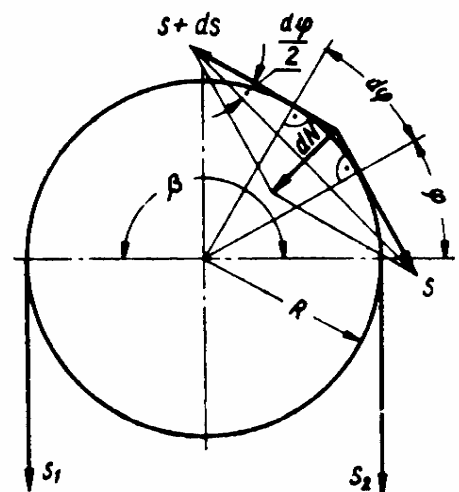
gdzie:  $\mu$  = współczynnik sprężenia ciernego  
 $\beta$  = kąt opasania liny

$$\frac{S_1}{S_2} \leq e^{\mu\beta}$$

Ćwiczenie laboratoryjne:

- obciążenie: obciążnik o masie  $m_0 = 51$  [kg]
- lina stalowa  $\square 8$  [mm]
- krążek linowy stalowy

Stanowisko badawcze > pomiar pośredni > określenie siły F: pomiar ciśnienia na siłowniku wymuszającym



przemieszczenie liny (poślizg liny względem zablokowanego koła linowego);  
funkcja przejścia pomiędzy mierzonymi wartościami różnicy ciśnień na siłowniku a siłą F (po kalibracji czujników ciśnień oraz czujnika siły).

Wyznaczenie współczynnika sprężenia ciernego:

$$\mu = \ln\left(\left(F + \frac{m_o \cdot g}{2}\right) / \frac{m_o \cdot g}{2}\right) / \beta$$

uwaga: przy sporządzaniu wykresów, należy uwzględnić zjawisko częściowej utraty sprężenia ciernego liny z kołem linowym w początkowym etapie realizacji pomiaru, czyli że kąt  $\beta$  zmienia się od wartości 0 w chwili rozpoczęcia badań do wartości  $\pi$  w chwili odpowiadającej całkowitej utracie sprężenia.

## 5. BADANIE WSPÓŁCZYNNIKA SPRĘŻENIA CIERNEGO DLA WARUNKÓW Z SUCHĄ LINĄ

### przebieg badań

Lina powinna być nałożona na koło linowe, obciążona swobodnie zwisającą obciążką. Lina powinna być czysta i sucha. Koło linowe musi być zablokowane poprzez wkręcenie śrub blokujących. Mocujemy pręt czujnika przemieszczenia do siłownika. Ustawiamy siłownik w górnym położeniu. Blacha łącząca końce liny powinna znajdować się około 2 cm poniżej ramienia siłownika. Uruchamiamy zasilacz jednocześnie włączając akwizycję danych.

Niewiadome obliczamy z następujących zależności:

Droga [mm]=droga [V] \* 10

Ciśnienie [V]=ciśnienie 2 [V] - ciśnienie 1 [V]

Ciśnienie [Mpa]=ciśnienie [V] \* 2,5

Z zależności (2) wynika siła [N] = f(cięśnienie [V]) (3)

Czas [s] - krok czasu = 0.1s (pomiar odbywa się z częstotliwością 100 [Hz])

Droga (-) [mm] potrzebna nam jest do obliczenia prędkości chwilowej. Całą kolumnę z drogą [mm] obniżamy o jeden wiersz,

Vchwil [mm/s]=(droga [mm]-droga (-)[mm])/0.01

Współczynnik tarcia=(ln((F+Go)/Go))/B gdzie B - kąt opasania koła linowego przez linę = 180 stopni; Go - masa obciążki= 51 kg

## 6. BADANIE WSPÓŁCZYNNIKA SPRĘŻENIA CIERNEGO DLA WARUNKÓW Z LINĄ ZABRUDZONĄ LUB ZAOLIWIIONĄ

Tok badań przyjęty został analogicznie do zastosowanego przy badaniu w warunkach z liną niezabrudzoną. Stąd też, niezbędnym w tym przypadku badawczym było uzyskanie określonego stopnia zanieczyszczenia liny, którego stopień odpowiadających warunkom przybliżonych do tych w jakich może pracować ogranicznik prędkości w rzeczywistych układach. Odpowiedni dla badań stopień zabrudzenia uzyskiwano poprzez naoliwienie liny (bowiem w warunkach rzeczywistej eksploatacji tego zespołu najczęściej zabrudzenie liny następuje poprzez wycieki oleju i dodatkowe zakurzenie).

## **7 UKŁAD POMIAROWY DO UZYSKANIA CHARAKTERYSTYKI REGULACYJNEJ**

Stanowisko umożliwia przeprowadzanie badań parametrów eksploatacyjnych ogranicznika, w tym sporządzanie jego charakterystyk regulacyjnych. W budowie torów pomiarowych wprowadzona jest w tym celu prądniczka tachometryczna do pomiaru prędkości obrotowej, nie używany jest siłownik hydrauliczny, koło ogranicznika prędkości jest zablokowane.

Ogranicznik prędkości składa się z tarczy wirującej napędzanej przez kabinę. Na tarczy znajdują się ciężarki, które przy dużej prędkości rozsuwają się i uruchamiają bęben aparatu chwytanego wmontowanego w ramie kabinowej. Następuje przerwanie obwodu zasilania silnika i kabina zostaje chwycona przez chwytacze i zatrzymana.

Ogranicznik prędkości wyposażony jest w nastawialne sprężyny ściskane. Sprężyny te powinny być tak wyregulowane, aby ciężarki rozsuwały się przy 0,1- 0,2 m/s powyżej prędkości nominalnej i rozwarły kontakt ogranicznika prędkości, a przy prędkości 0,3 m/s powyżej nominalnej spowodowały zazębienie ciężarka o obudowę, zablokowanie linki klockiem zaciskowym i "chwycenie kabiny".

## **8. ZADANIA DO WYKONANIA PRZEZ STUDENTÓW**

- wyznaczyć współczynnik sprzężenia ciernego liny – koło linowe dla różnych przypadków badawczych, tzn. dla warunku liny czystej oraz zaoliwionej
- wykresić współczynnik pozornego tarcia lina – koło linowe w fazie tzw. sprężystego poślizgu ciągnia linowego na części łuku opasania koła linowego
- wyniki pomiarów przedstawić w formie wykresów

### **Literatura:**

1. Kwaśniewski J: Dźwigi osobowe i towarowe, Budowa i eksploatacja; AGH 2004
2. Cichocki W., Michałowski S.: Specyfika kształtowania parametrów eksploatacyjnych w hydraulicznych dźwigach z napędem pośrednim, Czasopismo Techniczne, Zeszyt Mechanika 1-M/2005, s.103-112, XVIII Konferencja Naukowa "Problemy Rozwoju Maszyn Roboczych
3. Hadro E.: Aktualne problemy w eksploatacji dźwigów i schodów ruchomych, PoliFot Wrocław, 2001
4. Dozór Techniczny - dwumiesięcznik UDT; Warszawa; SIGMA-NOT;
5. Katalogi producentów urządzeń dźwigowych: OTIS, KONE, Thyssen,
6. Wykład z przedmiotu „Transport bliski” – Wiesław Cichocki