

# Środki transportu bliskiego

## Transport linowy pionowy - dźwigi

(dźwigi osobowe, osobowo-towarowe oraz szpitalne)

### Budowa i eksploatacja



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

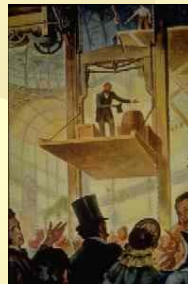
.....

.....

### Zarys rozwoju transportu linowego pionowego

Dźwig – nazywany również urządzeniem dźwigowym, dźwignicą albo potocznie windą, to urządzenie przeznaczone do przemieszczania ładunków (osób lub towarów) w kabinach lub na platformach wzdłuż sztywnych prowadnic, pomiędzy określonymi poziomami, zwykle na dużą wysokość.

Dźwigi bardziej niż inne nowoczesne wynalazki wpłynęły na wygląd dzisiejszych miast i metropolii. Chociaż dźwigi jako urządzenia używane do transportu pionowego istnieją od tysięcy lat (wykorzystywane przez Egipcjan do budowy piramid 2600 p.n.e.), to dopiero w 1852 roku wynalazek Elisha Graves Otis'a spowodował, iż dźwigi stały się praktycznym, bezpiecznym i godnym zaufania elementem architektury. Do rozreklamowania swojego wynalazku – tzw. automatycznego hamulca (zespołu chwytaczy kabiny) E.G.Otis wykorzystał Wystawę Światową otwartą w Nowym Jorku w 1853 roku.



Pierwszy dźwig osobowy zainstalowano w 1857r. W 1880 r. Werner von Siemens dołączył do konstrukcji windy silnik elektryczny.

Największe rozpowszechnienie spośród pionowych dźwigów elektrycznych znalazły dźwigi szybowe. Takie dźwigi charakteryzuje użycie specjalnego stroju nośnego zwanego szybem. Szyb osłania całą drogę transportu, podtrzymuje prowadnice i przejmuje wszystkie obciążenia. Zależnie od występujących warunków dźwigi szybowe mogą być budowane wewnątrz lub na zewnątrz budynków.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### Podział klasyfikacyjny dźwigów (wg. PN-ISO 4190-1)

#### Podział ze względu na zastosowanie

- osobowe - klasa I
- towarowo – osobowe - klasa II
- szpitalne - klasa III
- towarowe - klasa IV
- towarowe małe - klasa V (posiadające kabinę, której wnętrze jest niedostępne dla osób z powodu jego wymiarów i konstrukcji)
- specjalne (np., teatralne, samochodowe)

#### Podział ze względu na rodzaj napędu

- elektryczne (bębnowe, ciernie)
- hydrauliczne
  - a) z napędem bezpośrednim lub z napędem pośrednim
  - b) z napędem centralnym lub bocznym

#### Podział ze względu na zabudowę

- wewnątrz obiektów budowlanych
  - a) szyb stanowi integralną część budowli
  - b) szyb autonomiczny (konstrukcja samonośna)
- panoramiczne (tzw. szyb otwarty)

#### Podział ze względu na usytuowanie zespołu napędowego (tzw. maszynowni)



1. maszynownia boczna
2. maszynownia tylna
3. maszynownia nie znajduje się bezpośrednio przy szybie dźwigowym (wyłącznie dźwigi hydrauliczne)
4. maszynownia górna
5. dźwigi bez osobnego pomieszczenia maszynowni

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### Przykładowe rozwiązania architektoniczne dźwigów



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### Standaryzacja i unifikacja dźwigów - ogólne zasady doboru dźwigu

- Podstawowe definicje (wg PN):
- poziom główny - poziom, do którego piesi mają normalnie dostęp z poziomu ulicy. Jeśli taki dostęp do tego samego dźwigu istnieje na różnych poziomach, to poziomem głównym jest wtedy poziom najniższy.
  - interwał na poziomie głównym – przeciętny czas na poziomie głównym pomiędzy dwoma kolejnymi odjazdami kabiny.
  - zdolność przewozowa – procent mieszkańców budynku, których dźwig, lub grupa dźwigów mają przetransportować w danym okresie czasu
  - teoretyczny czas przejazdu – teoretyczny czas potrzebny na pokonanie przez kabinę całej trasy pomiędzy dwoma najbardziej oddalonymi poziomami.
  - szczyt ruchu do góry – okres dnia w czasie którego dźwigi używane są wyłącznie do przewozu osób z poziomu głównego na wyższe poziomy.

#### Ilość dźwigów i ich charakterystyka

Dźwigi należy instalować w budynkach mieszkalnych posiadających więcej niż trzy poziomy ponad poziomem głównym, przy czym odległość między poziomem głównym a poziomem na najwyższej położonego mieszkania jest większy niż 8 m.  
W przypadku gdy zaplanowano instalację tylko jednego dźwigu, to jego udźwig nominalny powinien wynosić przynajmniej 630 kg, a jego prędkość znamionowa przynajmniej 0,63 m/s.

**Usytuowanie dźwigów:** dźwigi powinny być umieszczone obok siebie, dźwigi usytuowane naprzeciw siebie lub pod kątem prostym w stosunku do siebie mają mniejszą przepustowość

- 1- dojścia do dźwigów nie są oddzielone od pozostałej części budynku
- 2- dojścia do dźwigów są oddzielone
- 3- dojścia do dźwigów oraz klatka schodowa są oddzielone od pozostałej części budynku
- 4- dźwig jest wyposażony w dodatkowe drzwi ogniodopuszczalne
- 5- dojścia do dźwigów wraz ze spocznikami schodów nie są oddzielone od pozostałej części budynku
- 6- dźwig jest całkowicie obudowany klatką schodową
- 7- dźwig jest obudowany do budynku
- 8- dźwig znajduje się w hali
- 9- dojścia do dźwigów wraz ze spocznikami schodów są oddzielone od pozostałej części budynku.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

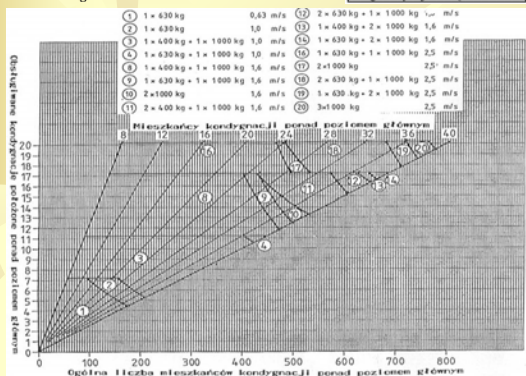
.....

### Standaryzacja i unifikacja dźwigów - ogólne zasady doboru dźwigu - wybór programu

#### Wybór programu

Im krótszy jest interwał na poziomie głównym, tym lepsza jest jakość obsługi pasażerów przez dźwig. Interwał ten ma znaczący wpływ na ilość dźwigów i ich charakterystyki. Z tego powodu wybór programu wymaga dokładnej analizy. Dla budynków mieszkalnych, interwały 60, 80 lub ostatecznie 100 s, są do przyjęcia, w zależności od wymaganego poziomu jakości obsługi.

Czas [s]	Program		
	60	80	100
Interwał maksymalny na górnym poziomie	60 s	80 s	100 s
Maksymalny teoretyczny czas jazdy	20 s	30 s	40 s
Zdolność przewozowa w ciągu 5 minut	7,5 % mieszkańców poziomów ponad poziomem głównym		
Przynajmniej dwa dźwigi jeżeli ilość pięter ponad poziomem głównym jest większa niż	6	7	8



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

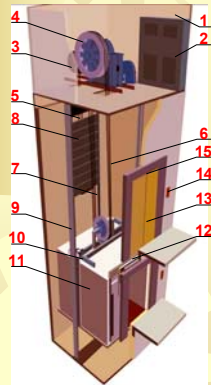
.....

.....

## Podstawowe elementy dźwigów elektrycznych

### Zasady pracy dźwigu z napędem elektrycznym ciernym:

kabina dźwigu zawieszona jest przeważnie na kilku stalowych linach nośnych, które przewijają się przez tarczę cierną (napędową). Z drugiej strony zawieszona jest na nich przeciwwaga. Masa kabiny i przeciwwagi zapewnia odpowiednie sprzężenie cierne między tarczą cierną a linami, tak że nacisk lin na tarczę cierną zapewnia utrzymanie lin na tarczy, a ruch i utrzymanie kabiny odbywa się bez zbędnych poślizgów.



1- maszynownia, 2- szafa sterownicza, 3- napęd, 4- koło cierne, 5- liny przeciwwagi, 6- liny nośne, 7- prowadnica przeciwwagi, 8- przeciwwaga, 9- prowadnica, 10- rama kabiny, 11- kabina, 12- napęd drzwi szybowych, 13- drzwi szybowe, 14- kasetta sterownicza, 15 - zamek bezpieczeństwa drzwi szybowych

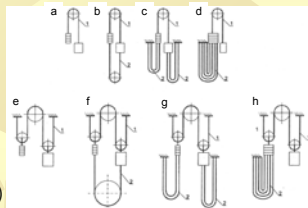
W dźwigach z napędem elektrycznym, położenie maszynowni ma znaczący wpływ na sposób prowadzenia lin.

### Sposób olinowania dźwigów elektrycznych

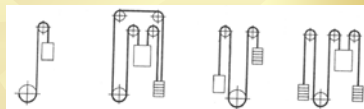
Sposób olinowania dźwigów elektrycznych związany jest z zasadami równoważenia sił ciężkości kabiny, przeciwwagi i udźwigu nominalnego. Równoważenie tych sił ciężkości ma na celu uzyskanie odpowiedniego sprzężenia cierne między kołem ciernym a liną oraz zmniejszenie wymaganej mocy silnika. Przy dźwigach z napędem umieszczonym nad szybem nierównoważona siła ciężkości cięgien nośnych wpływa w istotny sposób na pracę układu cierne już przy wysokościach podnoszenia około 20 m. Dlatego wówczas zachodzi potrzeba stosowania specjalnego olinowania poprzez stosowanie cięgien wyrównawczych

Sposób równoważenia zmiany mas cięgien nośnych przy napędzie umieszczonym nad szybem:

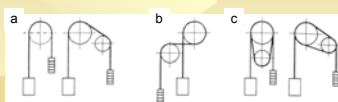
1 - ciężko nośne,  
2 - ciężko wyrównawcze  
(układy e, f, g oraz h - podwójne przełożenie prędkości)



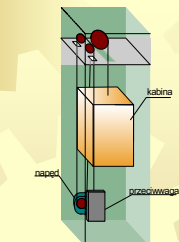
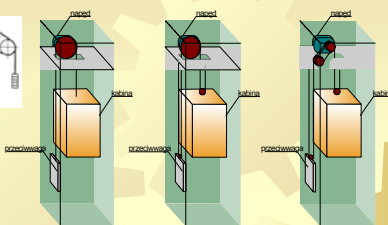
Schemat olinowania dźwigów z napędem usytuowanym na poziomie dna szybu



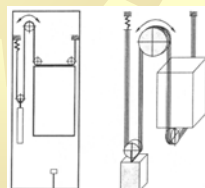
### Sposób olinowania dźwigów elektrycznych - układy cierne



A) Układy cierne stosowane w dźwigach z napędem usytuowanym nad szybem:  
a), b) układ z pojedynczym opasaniem,  
c) układ z podwójnym opasaniem

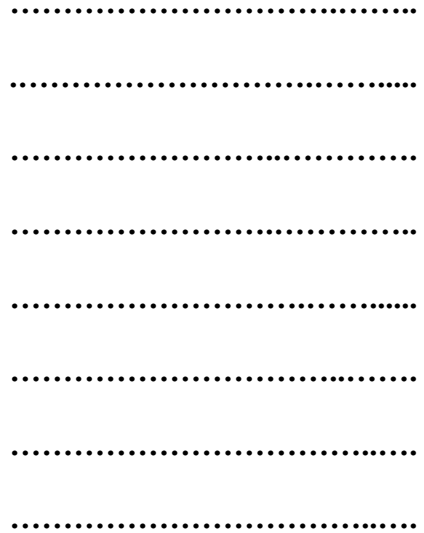
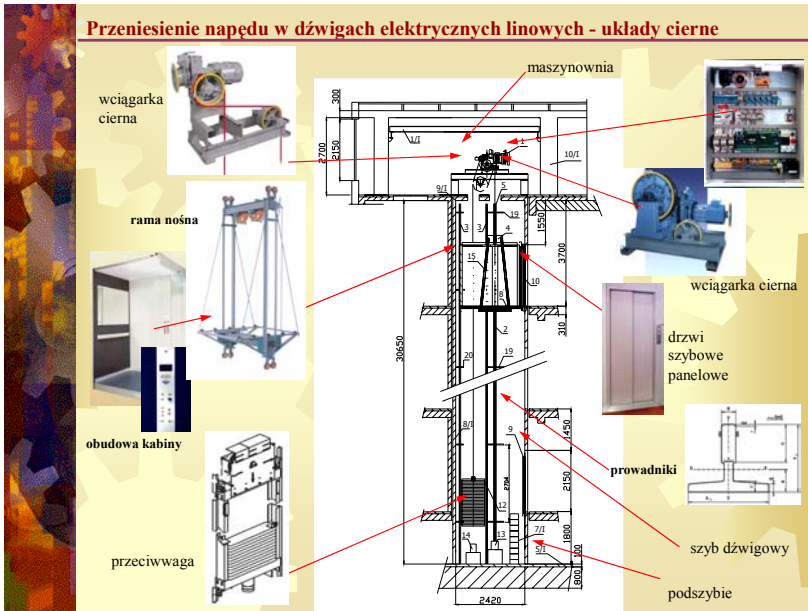


B) Schemat olinowania dźwigów z napędem usytuowanym na poziomie dna szybu..

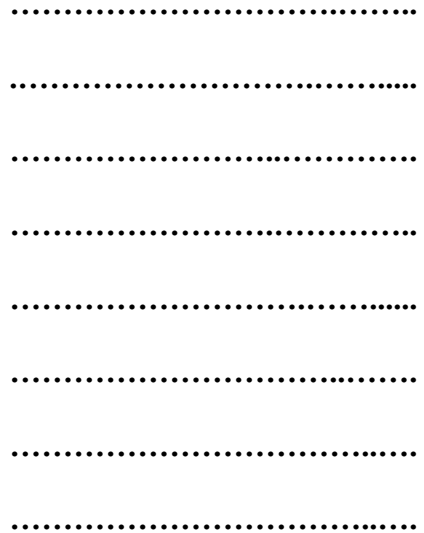
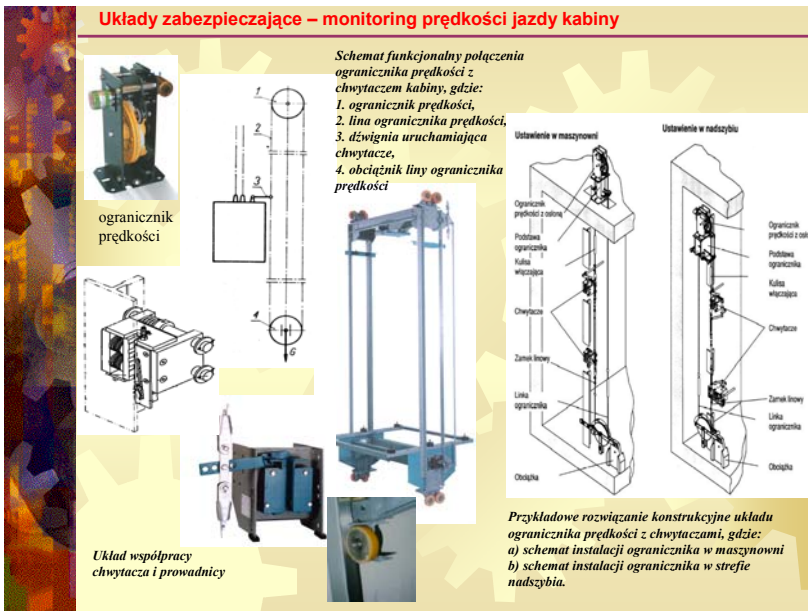


C) Schemat olinowania dźwigów bez maszynowni Gen2®/OTIS oraz EcoDisc®/KONE

## Przeniesienie napędu w dźwigach elektrycznych linowych - układy cierne

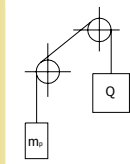


## Układy zabezpieczające – monitoring prędkości jazdy kabiny



## Obliczenia wytrzymałościowe lin

Dobór liny dokonywany jest na podstawie warunków, jakie określa norma PN/EN 81.1. Ustala ona, że można zastosować jako opcję minimalną dwie niezależne liny stalowe o średnicy nominalnej nie mniejszej niż 8 mm. Zastosowane liny muszą być wykonane z drutów ze stali o nominalnej wytrzymałości na rozciąganie 1570[N/mm<sup>2</sup>] lub 1770[N/mm<sup>2</sup>] w przypadku lin z drutami o jednakowej wytrzymałości, a w przypadku lin o dwóch klasach wytrzymałości na rozciąganie 1370 [N/mm<sup>2</sup>] dla drutów zewnętrznych i 1770 [N/mm<sup>2</sup>] dla drutów wewnętrznych.



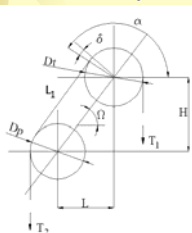
Schemat obciążeń

**Obliczenie siły w linie:**  $S_l = (Q + m_k + m_l) \cdot g / n$  [N]

gdzie:  $m_l$  [kg] - masa liny,  $n$  liczba lin nośnych,  
 $m_k$  [kg] - masa kabiny,  $Q$  [kg] - udźwig,

**Weryfikacja współczynnika bezpieczeństwa:**  $x_{rc} = F / S_l \geq x_w$

gdzie:  $x_{rc}$  - rzeczywisty współczynnik bezpieczeństwa  
 $x_w = 12$  - wymagany współczynnik bezpieczeństwa (wg PN/EN 81.1)  
 $F$  [N] - minimalna siła zrywająca linę określona w atęście liny



### Obliczenie cierności

Aby zachowana została odpowiednia cierność spełniona musi zostać następująca zależność:  $(T_1 / T_2) \cdot C1 \cdot C2 \leq e^{f \cdot \alpha}$

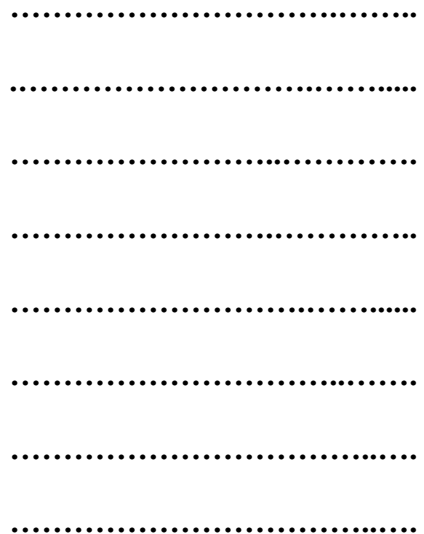
gdzie:  $C1 = 1,15$  - współczynnik charakteryzujący warunki przyspieszenia i opóźnienia kabiny (przeciwwagi). Dla prędkości dźwigu  $V = 1,0$  m/s (wg PN/EN 81.1)

$C2 = 1,2$  - współczynnik uwzględniający zmianę profilu rowka koła ciernego w wyniku zużycia

$e$  - podstawa logarytmu naturalnego

$f$  - pozorny współczynnik tarcia zależny od kształtu rowka w kole ciernym

$\alpha$  - kąt opasania



## Warunek sprzężenia ciernego

Siła tarcia, która przeciwdziała przesunięciom liny względem koła linowego, spowodowana jest działaniem sił normalnych na bieżnię koła opasanego ciężnem obciążonym na obu końcach siłami  $S_1$  i  $S_2$ . Jeśli rozpatrzymy równowagę elementarnego łuku ciężna  $Rd\varphi$ , przy założeniu, że  $S_1 > S_2$ , to w końcowych przekrojach łuku  $d\varphi$ , będą występowały siły wewnętrzne o wielkości odpowiednio:  $S + dS$  oraz  $S$

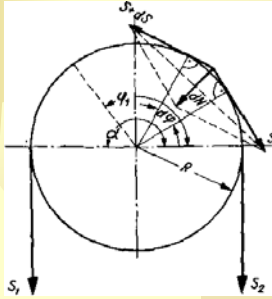
Aby zachowany był warunek równowagi, elementarna siła normalna musi być równa:

$$dN = (S + dS) \sin(d\varphi/2) + S \sin(d\varphi/2) \approx S \cdot d\varphi$$

-wywołuje wystąpienie granicznej siły przyczepności (siły stycznej)

$$dT = \mu \cdot dN = \mu \cdot S \cdot d\varphi$$

- poślizg liny nie wystąpi wówczas, gdy:  $dS < dT$



Równowaga elementarnego łuku ciężna

Ponieważ elementarna siła tarcia równa się:

$$dT = \mu \cdot dN,$$

gdzie  $\mu$  — współczynnik tarcia między bieżnią koła a lina,

otrzymamy nierówność:  $dS \leq \mu \cdot S \cdot d\varphi$

$$\int_{S_2}^{S_1} \frac{dS}{S} \leq \mu \int_0^\alpha d\varphi$$

rozwiązanie stanowi wyrażenie:

$$\ln \frac{S_1}{S_2} < \mu \alpha$$

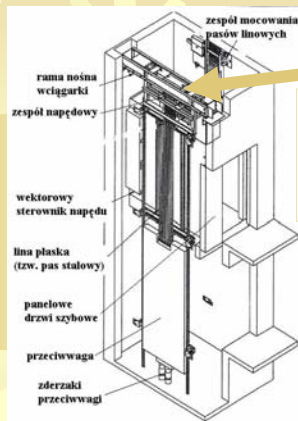
stąd otrzymujemy zależność:

$$\frac{S_1}{S_2} \leq e^{\mu \cdot \alpha}$$

gdzie:

$e$  - podstawa logarytmów naturalnych (2,718)  
 $\alpha$  - kąt opasanía koła w mierze łukowej (w radianach)

## GEN2 DŹWIG DLA NISKICH I ŚREDNICH BUDYNKÓW



### Wciągarka bezreduktorowa

- > Silnik z magnesami stałymi
- > Koło cierne o małej średnicy (100mm/120mm)
- > Hamulec tarczowy
- > Przetworniki prędkości obrotowej roboczej (PVT) i awaryjny

### Dźwig bez maszynowni

- 630, 1000 kg przy 1.0 i 1.6 m/s
- Zawieszenie 2:1
- Przeciwwaga z boku
- Wykonanie „lewe” i „prawe”
- Drzwi „przód” i „tył”
- Wysokość podnoszenia do 75m,
- Max 21 przystanków



3mm



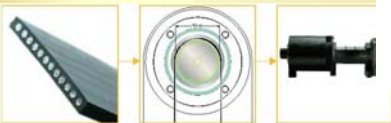
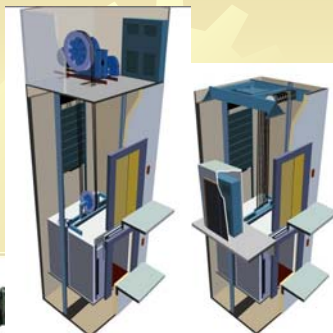
30 mm

Powlekany pas stalowy - CSB  
 • poliuretanowypłaszcz i linki stalowe  
 • 12 spletek, 588 drucików  
 nośność 3600 kg

## Porównanie standardowych rozwiązań z technologią GEN2



Porównanie gabarytów napędów dźwigu konwencjonalnego z napędem dźwigu Gen2

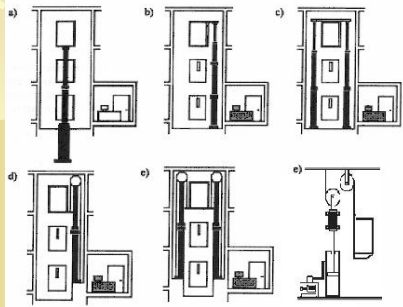


Pasy stalowe, pokryte wytrzymałym poliuretanem wprowadzają całkowicie nową technologię w przemyśle dźwigowym.



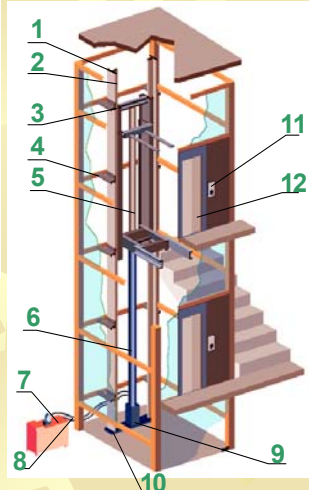
Zastąpienie tradycyjnych okrągłych lin za pomocą pasa stalowego

**Podstawowe struktury konstrukcyjne i główne elementy dźwignów hydraulicznych**

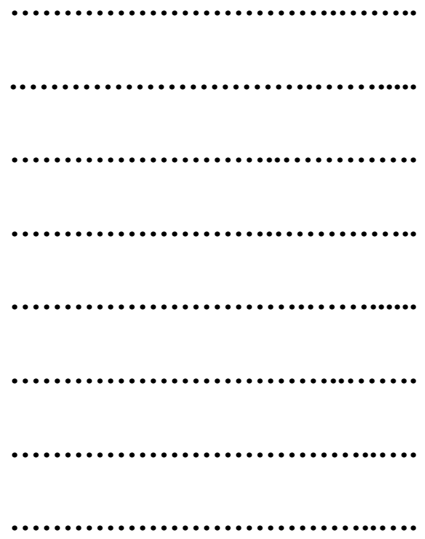


**Podstawowe struktury napędu:**  
 a) napęd bezpośredni - układ silownika centralny pojedynczy, b) napęd bezpośredni - układ silownika boczny, c) napęd pośredni - układ zdwojony, d) napęd pośredni - silownik pojedynczy, e) napęd pośredni - układ zdwojony, f) napęd pośredni - sprzężenie z przeciwwagą (tzw. HYCO)

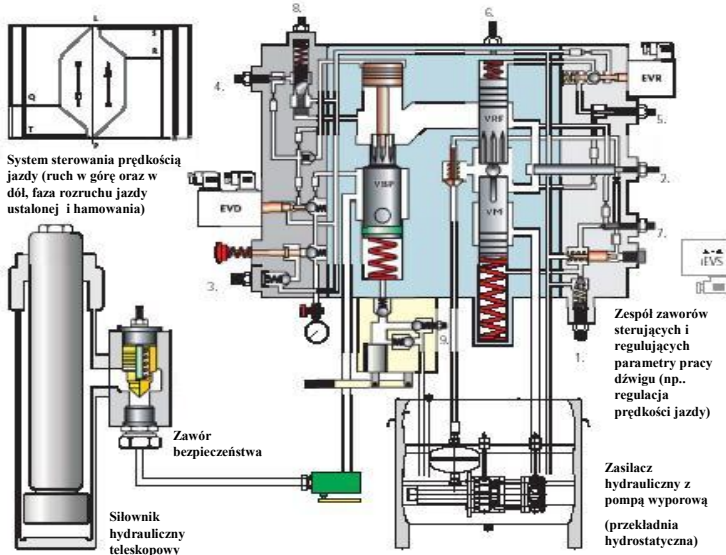
1- łączniki krańcowe cylindrów, 2 - łączniki krańcowe kabiny, 3- prowadniki tłoka i koła linowego, 4- mocowanie prowadnic i górnej części cylindra hydraulicznego do ściany szybu, 5-rama kabiny, 6- tłok cylindra, 7- agregat hydrauliczny ze zbiornikiem oleju, 8- wysokościomierzowy przewód hydrauliczny zasilający, 9- mocowanie podstawy cylindra, 10- dolne mocowanie prowadnic do posadzki podszybia, 11- kasetta sterownicza, 12- drzwi szybowe.



Podstawowe zespoły dźwigu hydraulicznego



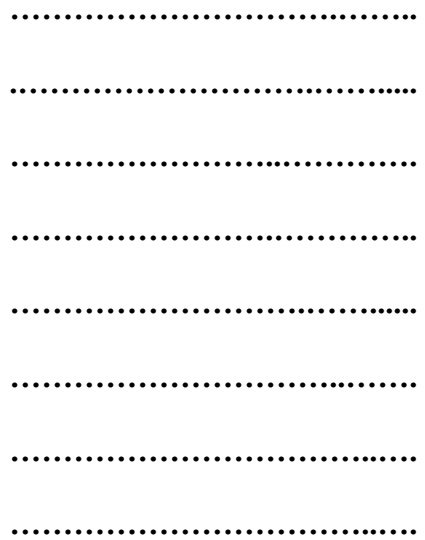
**Przykładowa konstrukcja układu napędowego hydraulicznego (schemat montażowy)**



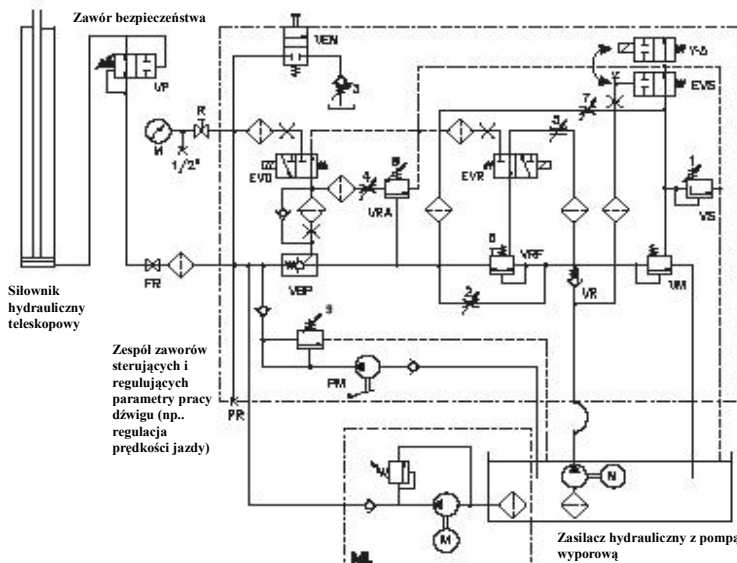
System sterowania prędkością jazdy (ruch w górę oraz w dół, faza rozruchu jazdy ustalonej i hamowania)

Zespół zaworów sterujących i regulujących parametry pracy dźwigu (np. regulacja prędkości jazdy)

Zasilacz hydrauliczny z pompą wodorową (przekładnia hydrostatyczna)



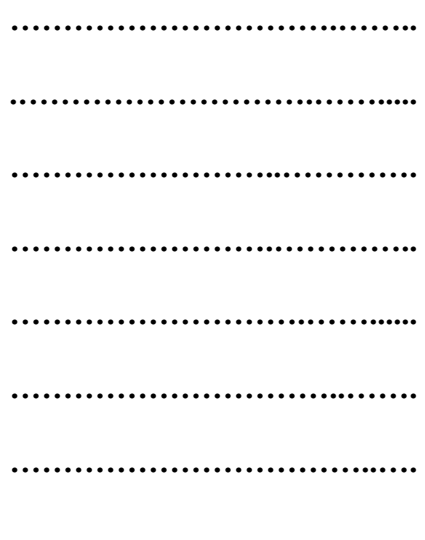
**Przykładowa konstrukcja układu napędowego hydraulicznego (schemat ideowy)**



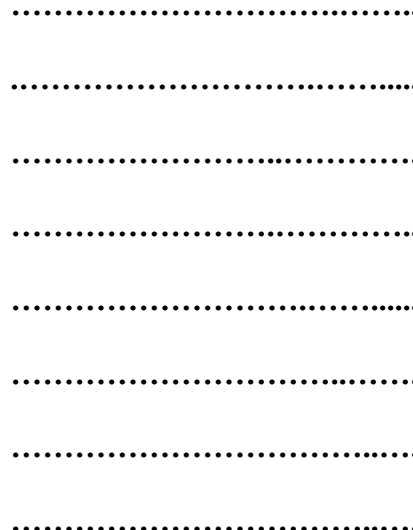
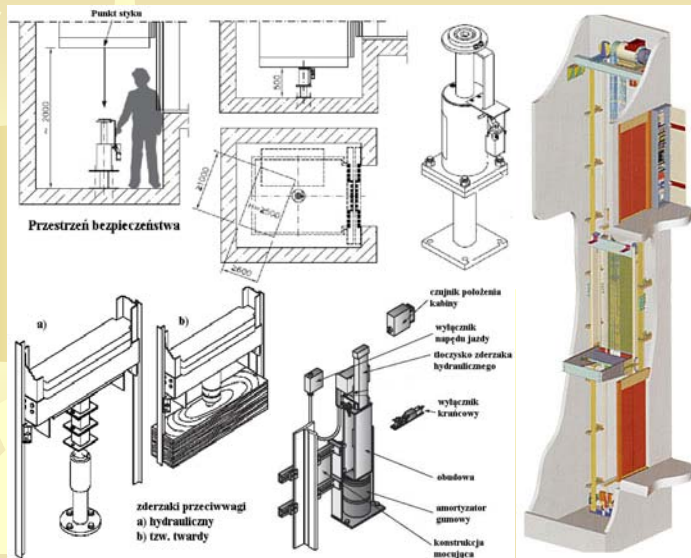
Silownik hydrauliczny teleskopowy

Zespół zaworów sterujących i regulujących parametry pracy dźwigu (np. regulacja prędkości jazdy)

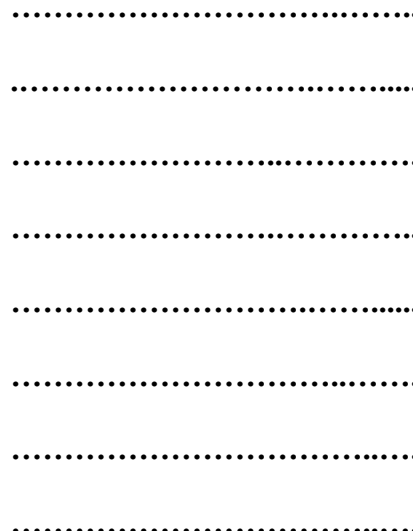
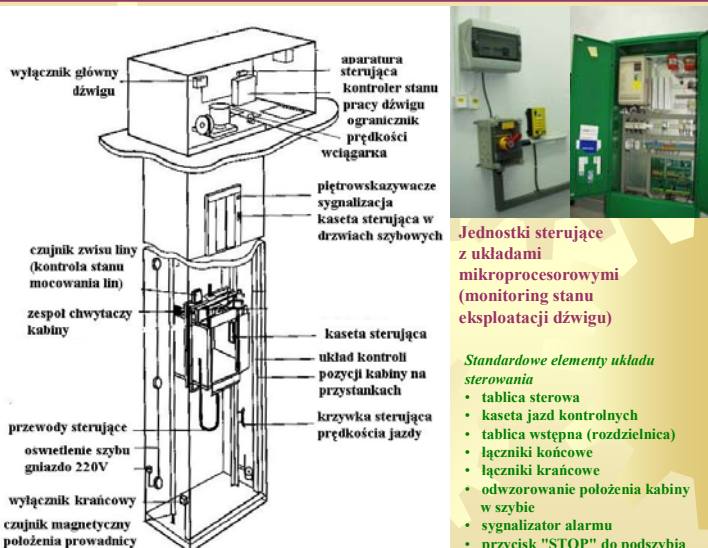
Zasilacz hydrauliczny z pompą wodorową



## Przeźnięć bezpieczeñstwa – podszybie - zderzaki kabinowe hydrauliczne



## Lokalizacja podstawowych zespolow sterowania i kontroli pracy dzwigow

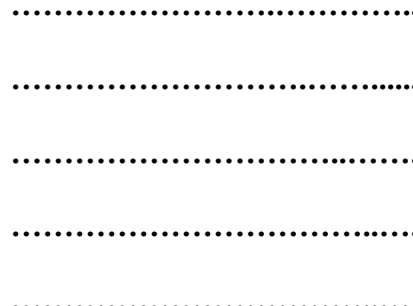
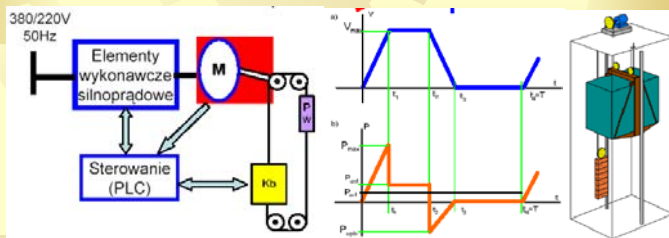


## Współczesne systemy sterowania pracą dzwigów

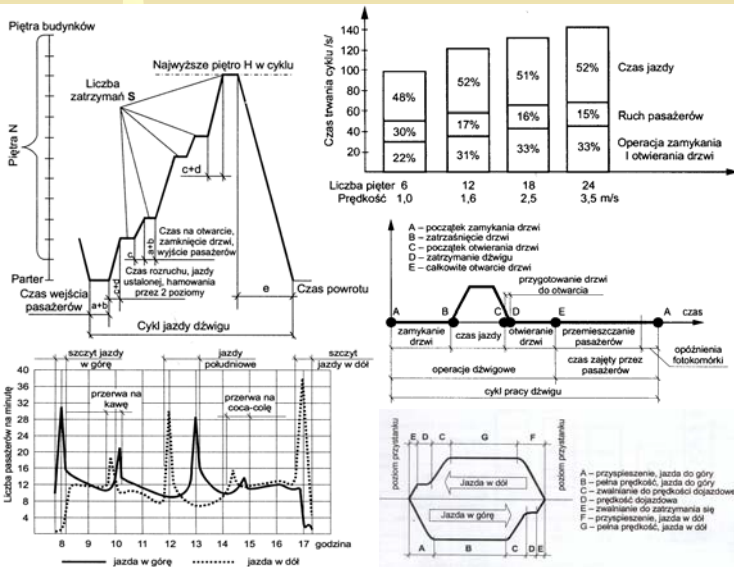
### Kryteria współczesnych zaawansowanych technik w zakresie sterowania ruchem dzwigów osobowych i towarowych

- przewóz możliwie największej liczby pasażerów w najkrótszym czasie - co wiąże się z wymaganiami dużej szybkości ruchu kabiny z uwzględnieniem intensywnego hamowania z kontrolą zrywu i krótkiego czasu poziomowania,
- precyzyjne pozycjonowanie kabiny na przystankach (*dopuszczalna niedokładność pozycjonowania < 5,0 [mm]*),
- zagwarantowanie komfortu przemieszczania kabiny poprzez zminimalizowanie wpływu elementów o silnie nieliniowej charakterystyce (*linia hydrauliczna, liny nośne, mocowania lin*) na końcowy efekt ruchu kabiny (*w tym zakresie spełnienie warunków nie przekraczania zmian prędkości powyżej wartości znormalizowanych oraz ograniczenie prędkości zmian przyspieszeń do wartości znormalizowanych 6-10 [m/s³]* - tzw. efekt szarpnięcia - z ang. „JERK”);
- system sterowania musi sankcjonować nadrzędne sygnały z systemu bezpieczeństwa.

### Czas przejazdu dzwigu zależy od rodzaju napędu i systemu sterowania

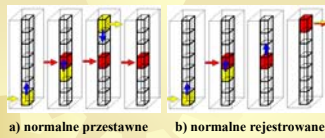


## Systemy sterowania pracą dźwigów – przykładowy cykl pracy

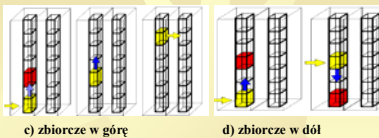


## Systemy sterowania pracą dźwigów

### Sterowanie dźwigów pojedynczych

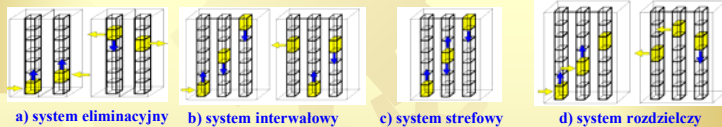


### Sterowanie dźwigów grupowo zbiorcze



- sterowanie normalne przestawne: kabina przybywa na wezwanie pasażera oczekującego na danym przystanku, jeżeli jest pusta i nikt nie wezwał jej wcześniej, z chwili wejścia do kabiny pasażer staje się jej wyłącznym dysponentem
- sterowanie normalne rejestrowane: dźwig w czasie jazdy w określonym kierunku zatrzymuje się na każdym przystanku na którym zarejestrowano wezwanie, zgodnie z kolejnością podanych dyspozycji

### Sterowanie grupowe dźwigów z realizacją funkcji i dyspozycji specjalnych (np. w dźwigach szpitalnych)



- sterowanie zbiorcze w górę lub w dół: dźwig w czasie jazdy w określonym kierunku zatrzymuje się na każdym przystanku na którym zarejestrowano wezwanie lub zgodnie z podaną dyspozycją z kasyety kabinowej, przy czym realizacja jazdy wykonywana jest przez dźwig, który zapewnia najkrótszy czas oczekiwania na przystanku dla ruchu w górę lub w dół
- sterowanie zbiorcze z realizacją funkcji specjalnych – np. w dźwigach szpitalnych – z chwilą włączenia systemu specjalnego dysponentem jest wyłącznie osoba uprawniona.
- sterowanie zbiorcze w systemie eliminacyjnym, interwałowym, strefowym lub rozdzielczym: realizacja funkcji optymalizujących pracę dźwigu w określonych przypadkach eksploatacyjnych: np. dla systemu eliminacyjnego – realizacja dyspozycji zatrzymywania się kabiny na wybranych poziomach (funkcja dostępna tylko dla osób uprawnionych – wykorzystywana w obiektach administracyjnych, apartamentach, itp), dla systemu strefowego – obsługa poziomu głównego oraz wybranych poziomów (stosowana w hotelach, budynkach administracyjnych, itp.)

## NORMALIZACJA EUROPEJSKA W DZIEDZINIE DŹWIGÓW

- PN-EN 81-1:2002 Przepisy bezpieczeństwa dotyczące budowy i instalowania dźwigów. Część 1: Dźwigi elektryczne
- PN-EN 81-2:2002 Przepisy bezpieczeństwa dotyczące budowy i instalowania dźwigów. Część 2: Dźwigi hydrauliczne
- EN 81-2:1998/A2 Przepisy bezpieczeństwa dotyczące budowy i instalowania dźwigów. Część 2: Dźwigi hydrauliczne – A2: Przestrzeń dla zespołu napędowego i krążków
- PN-EN 12016:2001 Kompatybilność elektromagnetyczna. Dźwigi, schody i chodniki ruchome. Odporność
- PN-EN 81-28:2004 U; prPN-EN 81-28 Przepisy bezpieczeństwa dotyczące budowy i instalowania dźwigów - Część 28: System zdalnego alarmowania w dźwigach osobowych i towarowych
- PN-EN 13015:2003 Konserwacja dźwigów i schodów ruchomych - Zasady dotyczące opracowania instrukcji konserwacji
- prPN-EN 81-58 Przepisy bezpieczeństwa dotyczące budowy i instalowania dźwigów - Część 58: Próba odporności ogniowej drzwi przystankowych
- PN-EN 81-70:2004 (U); prPN-EN 81-70 Przepisy bezpieczeństwa dotyczące budowy i instalowania dźwigów – Dźwigi osobowe i towarowe specjalnego przeznaczenia - Część 70: Dostęp do dźwigów dla osób, włączając osoby niepełnosprawne
- PN-EN 81-3:2002 Przepisy bezpieczeństwa dotyczące budowy i instalowania dźwigów. Część 3: Dźwigi towarowe małe elektryczne i hydrauliczne
- PN-EN 12158-1:2002 Dźwigi budowlane towarowe. Część 1: Dźwigi ze wstępem na platformę
- PN-EN 12158-2:2002 Dźwigi budowlane towarowe. Część 2: Dźwigi pochyłe bez wstępu na podstawę ładunkową
- PN-EN 12159:2002 Dźwigi budowlane towarowo-osobowe z kabiną prowadzoną pionowo
- PN-EN 627:1998 Zasady rejestrowania danych i monitorowania dźwigów, schodów ruchomych i chodników ruchomych
- EN 81-80:2003 Przepisy bezpieczeństwa dotyczące budowy i instalowania dźwigów – Dźwigi istniejące - Część 80: Zasady dotyczące poprawy bezpieczeństwa istniejących dźwigów osobowych i towarowych
- PrPN-ISO 9386-1 Platformy podnoszące z napędem mechanicznym dla osób z ograniczoną zdolnością poruszania się - Zasady dotyczące bezpieczeństwa, wymiarów i działania - Część 1: Platformy podnoszące pionowe
- PN-EN 1050:1999 Maszyny. Bezpieczeństwo. Zasady oceny ryzyka

Dźwigi podlegają obowiązkowej rejestracji, badaniom o odbiorom Urzędu Dozoru Technicznego

