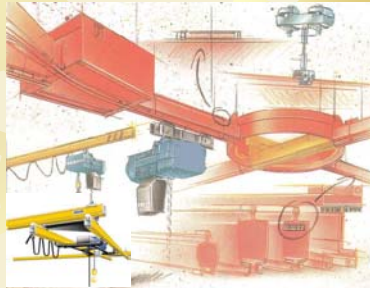


Środki transportu bliskiego

Systemy transportu podwieszonego w technologii modułowej typu KBK, HB

- wciągniki przejezdne jednotorowe,
- suwnice jednodźwigarowe i dwudźwigarowe,
- suwnice z wysuwnymi dźwigarami,
- układnice magazynowe oraz systemy specjalne procesowe

Budowa
Eksploatacja
Podstawy projektowania
Badania odbiorcze



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Systemy transportu podwieszonego - współczesne rozwiązania konstrukcyjne

Do grupy systemów transportu podwieszonego w technologii KBK zalicza się dźwignice, których torowiskiem jezdnym są konstrukcje stalowe montowane bezpośrednio lub pośrednio do ustrojów nośnych hal produkcyjnych, a także na samonośnych konstrukcjach bramowych:

- wciągniki przejezdne jednotorowe,
- suwnice jednodźwigarowe i dwudźwigarowe, w tym z wysuwnymi dźwigarami,
- układnice magazynowe,
- specjalne systemy procesowe.



Wciągniki przejezdne jednotorowe
OPEL Gliwice



Suwnice dwudźwigarowa i jednodźwigarowa z wysuwnym dźwigarem - MAN Niepolomice



Układnica magazynowa
Laboratorium M3

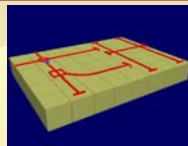


Specjalne systemy procesowe: a) automatyczny podajnik profili hutniczych; b) zintegrowana procesowo suwnica

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Technologia KBK – dogodny system udźwigowienia stanowisk pracy

Dźwignicowe klocki „LEGO”



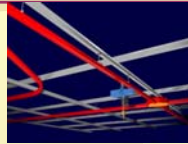
Podstawowe zalety systemów KBK

- ❖ **modułowość** – łatwość modyfikacji z uwagi na specyfikę modułowej konstrukcji: np., rozbudowy, zmiany parametrów, przeniesienie na inne miejsce eksploatacji, dokonywania napraw, elastyczność przebudowy, dowolność konfiguracji strukturalnej na bazie tych samych komponentów,
- ❖ **ergonomiczność** – spełniający ostre wymagania ergonomii, w tym: dopasowany do wymagań indywidualnych użytkownika,
- ❖ **ekonomiczność** – relatywnie mała energochłonność w eksploatacji, możliwość odpowiedniego dostosowywania prędkości ruchów roboczych do rzeczywistych potrzeb eksploatacyjnych (opcja z bezstopniową regulacją prędkości), bardzo korzystny stosunek masy własnej dźwigni do jej nominalnych parametrów roboczych, w tym udźwigu i rozpiętości dźwigarów, podwyższona trwałość elementów,
- ❖ **elastyczność konstrukcyjna** – tzw. przegubowy system podwieszeń torów oraz dźwigarów nośnych, połączenia śrubowe (nie ma konieczności wprowadzania technologii łączenia poszczególnych komponentów konstrukcyjnych poprzez spawanie w procesie montażu systemów), elastyczny sposób prowadzenia wózków jezdnych, dogodny w eksploatacji system napędu jazdy (z kołem ciernym)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Technologia KBK – dogodny system udźwigowienia stanowisk pracy

- ✓ Modułowe systemy dźwignic w technologii KBK (prod. Demag Cranes & Components, ABUS, KoneCranes, itp.) już od wielu lat z powodzeniem spełniają swoje funkcje.
- ✓ Instalacje, wyposażane w elementy KBK, stosowane są w prawie każdego rodzaju i każdej wielkości zakładach oraz warsztatach.
- ✓ Charakterystyczne dla modułowego systemu dźwignic KBK są różnorakie możliwości szybkiego, pewnego i ekonomicznego transportowania ładunków nad przestrzeniami roboczymi i produkcyjnymi, bez konieczności wykorzystywania nawet ułamka powierzchni hali na podpory torów suwnicy lub drogi jezdne (systemy podwieszane). Dodatkowo miejsca robocze można rozmieszczać w sposób najkorzystniejszy dla zapewnienia produktywności.
- ✓ Moduły KBK umożliwiają także rozbudowę instalacji suwnicowych bazujących na tradycyjnych strukturach, że możliwym jest bezpieczny transport ładunków znajdujących się poza głównym torowiskiem jezdnym dźwigni (suwnice z wysuwymi dźwigarami).
- ✓ Instalacje KBK nadają się zarówno do transportu liniowego, jak i do powierzchniowego, do połączeń od punktu do punktu oraz odcinków rozgałęzionych. Można je wykonać w zakresie obciążeń do 3200 kg.
- ✓ Składający się z licznych elementów modułowy system dźwignic KBK gwarantuje możliwość realizacji indywidualnie dostosowanych wersji wyposażenia.
- ✓ Elementy podstawowe to walcowane na zimno specjalne profile o różnych wymiarach. Charakteryzują się małą masą oraz doskonałą trwałością.
- ✓ Zaletą systemów KBK jest ich prosta i szybka instalacja dzięki dopasowanym wymiarom przyłączeniowym i połączeniom wtykowo-śrubowym. Uruchomienie przebiega bezproblemowo, a prace konserwacyjne są wykonywane bardzo szybko.
- ✓ Wszystkie elementy KBK produkowane są w dużych seriach jako produkty standaryzowane, co zapewnia: optymalny stosunek kosztów do efektów, wysokie bezpieczeństwo działania, długą żywotność.



Standardowe moduły i części konstrukcyjne systemów w tzw. technologii modułowej KBK (Kran-Bau-Kasten)

1. Podstawowe elementy nośne na konstrukcje dźwigarów i torowisk
KBK-III R KBK-III KBK-II R KBK-II KBK-II L KBK-I KBK 100

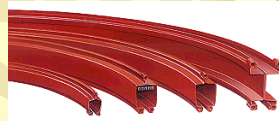


Moduły nośne proste KBK

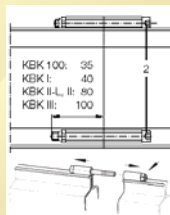
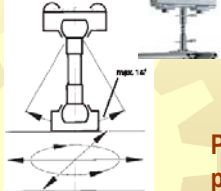


Moduły nośne proste HB

Moduły nośne łukowe

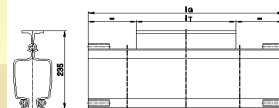


Przegubowy system podwieszający



Połączenia śrubowe profili nośnych

Profil prosty wzmocniony teownikiem KBK IIT



Standardowe moduły i części konstrukcyjne systemów KBK (wybrane zespoły)



Wózki jezdne

Zwrotnice



Napędy jazdy Wciągarki łańcuchowe

Trawersy nośne Odbieraki prądowe

Zawieszania elastyczne profili nośnych

Obrotnice

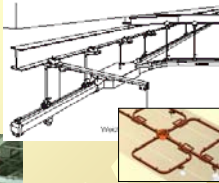
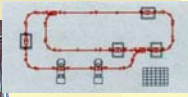
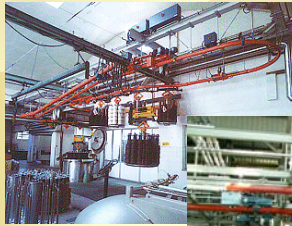


Moduły wpinania wózków jednych w torowisko

Moduły ryglujące niezależne układy profili nośne dźwignic

Systemy wciągników przejezdnych (jednoszynowe) – tzw. transport liniowy

Wykorzystywane do połączenia bezpośredniego punktów nadawczych i odbiorczych w ruchu zwrrotnym lub okrężnym.



Sposób podwieszenia torowiska jezdnego KBK naciąganych podatnych do ustroju nośnego hali

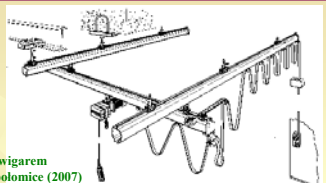
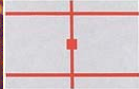
Rozwiązanie systemu KBK w fabr. OPEL Gliwice (2006)



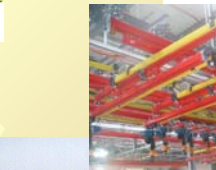
Schematy układu torowiska wciągników przejezdnych (zwrótnice automatyczne)



Systemy suwnic jednodźwigarowych: standardowe i z wysuwym dźwigarem

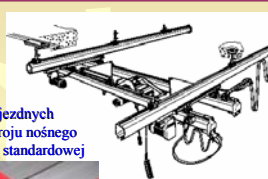
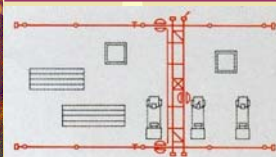


Suwnica z wysuwym dźwigarem centralnym w MAN Niepolomice (2007)



Przykłady jazdy torowych suwnic w wykonaniu specjalnym (torowisko owalne, torowisko z nierównoległymi gałkami)

Systemy suwnic dwudźwigarowych: standardowe i z wysuwym dźwigarem



Schemat układu torowisk jezdnych i sposobu konfiguracji ustroju nośnego suwnicy dwudźwigarowej standardowej



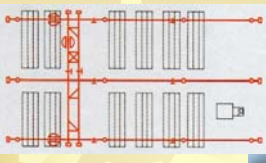
Wózek z wciągarką łańcuchową DPA Kraków

Suwnica z wysuwym dźwigarem centralnym w MAN Niepolomice (2007)

Napęd jazdy suwnic (typu ciernego)

Suwnice dwudźwigarowe w DPA Kraków (2007)

Systemy suwnic tzw. wielotorowych, układnice magazynowe, żurawiki



Schemat układu torowisk jezdnych i sposobu konfiguracji ustroju nośnego suwnicy dwudźwigarowej



Suwnica dwudźwigarowa w fabryce MAN – Niepołomice (2007)

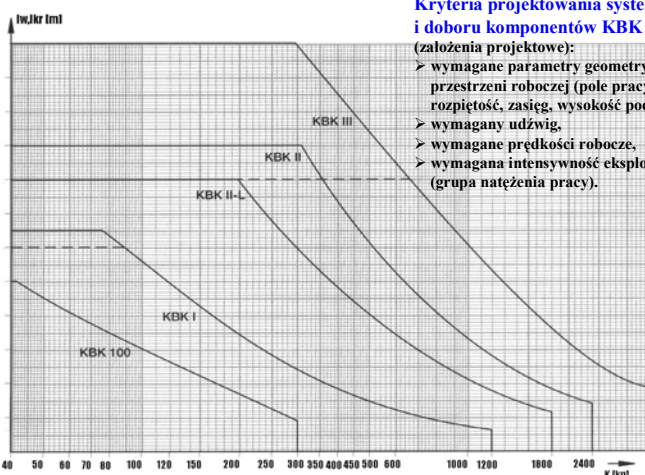


Układnice magazynowe podwieszane

Wysięgniki żurawików słupowych i przyściennych



Podstawowe zasady doboru podzespołów torowiska i projektowania systemów KBK



Kryteria projektowania systemów i doboru komponentów KBK (założenia projektowe):

- wymagane parametry geometryczne przestrzeni roboczej (pole pracy: rozpiętość, zasięg, wysokość podnoszenia),
- wymagany udźwig,
- wymagane prędkości robocze,
- wymagana intensywność eksploatacji (grupa natężenia pracy).

Przykładowy wykres wytrzymałości dźwigarów nośnych torowisk jezdnych KBK udźwig w funkcji rozstawu punktów zawieszenia (dane producenta KBK – dla tzw. doboru wstępnego, który winien być zweryfikowany obliczeniowo na dalszym etapie projektowania systemu) (schemat obliczeniowy: układ statycznie wyznaczalny jedno-belkowy)

Podstawowe zasady doboru wciągacza łańcuchowego z danych katalogowych

Rodzaj obciążenia
I w wysokości przyjętą szacunkowo!
można ustalić wg. poniższego schematu:

1. lekkie
Wciągarki poddawane tylko wpływom największemu obciążeniu, brzośca podlega tylko małym obciążeniom

2. średnie
Wciągarki poddawane dużej części największemu obciążeniu, brzośca podlega tylko małym obciążeniom

3. ciężkie
Wciągarki poddawane części obciążeniom największym, brzośca - średnim

4. bardzo ciężkie
Wciągarki poddawane największemu obciążeniu bliskiemu obciążeniu największemu

Przykładowy schemat wstępnego doboru wciągarek łańcuchowych

Rodzaj obciążenia	Średni czas pracy w godzinach na dzień roboczy					
	Grupa 1	Grupa 2	Grupa 3	Grupa 4	Grupa 5	Grupa 6
1. lekkie	Gr 1	Gr 2	Gr 3	Gr 4	Gr 5	Gr 6
2. średnie	Gr 1	Gr 2	Gr 3	Gr 4	Gr 5	Gr 6
3. ciężkie	Gr 1	Gr 2	Gr 3	Gr 4	Gr 5	Gr 6
4. bardzo ciężkie	Gr 1	Gr 2	Gr 3	Gr 4	Gr 5	Gr 6

Sprawdzenie zaprojektowanej konstrukcji nośnej dźwigni KBK (wg. PN)

Celem obliczeń jest teoretyczne wykazanie, że **dźwignica została zaprojektowana zgodnie z wymaganiami bezpieczeństwa**, które zabezpieczają ją przed zagrożeniami mechanicznymi, przy uwzględnieniu warunków użytkowania, uzgodnionych między użytkownikiem, projektantem i/lub wytwórcą, a także warunków montażu, demontażu i transportu.

Ustrój nośny – element składowy konstrukcji stalowej dźwignicy, którego uszkodzenie wynikające na skutek pęknięcia lub zużycia może spowodować spadnięcie ładunku, spadnięcie lub przewrócenie się dźwignicy, względnie wywołać inne skutki stanowiące zagrożenie dla dźwignicy lub jej otoczenia.

Metoda stanów granicznych - podstawowe warunki wymiarowania

Ustrój nośny systemu transportu bliskiego (dźwignicy) lub poszczególne jego elementy przestają spełniać zadanie do jakich zostały przeznaczone, jeżeli przekroczony zostanie jeden z następujących stanów granicznych:

I stan graniczny - obejmujący stany graniczne ujawniające się następująco:

- zniszczenie najbardziej wyężonego przekroju na skutek przekroczenia granicy wytrzymałości materiału
- odkształcenia trwale spowodowane przekroczeniem granicy plastyczności materiału
- utrata stateczności ogólnej (globalnej) i lokalnej na skutek przekroczenia naprężeń krytycznych materiału

Nieprzekroczenie I stanu granicznego zapewnia **spełnienie warunku wytrzymałości**.

II stan graniczny - ujawniający się powstawaniem pęknięć lub uszkodzeń zmęczeniowych

Nieprzekroczenie II stanu granicznego zapewnia **spełnienie warunku trwałości**.

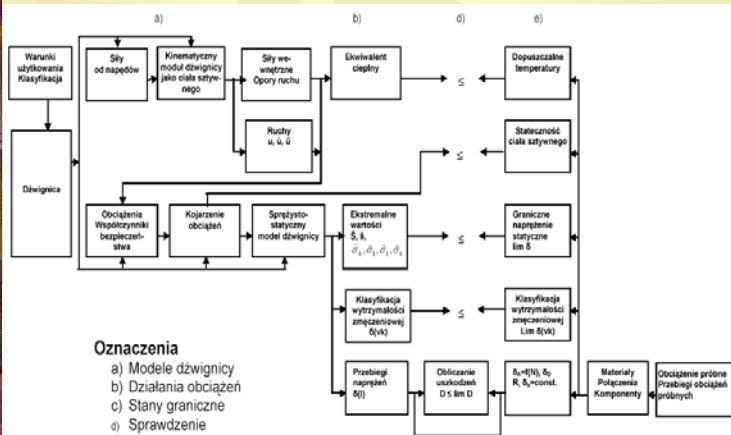
III stan graniczny - ujawniający się przez nadmierne przemieszczenia i drgania, uniemożliwiające normalną eksploatację i szkodliwe oddziaływanie na organizm ludzki (operatorów)

Nieprzekroczenie III stanu granicznego zapewnia **spełnienie warunku sztywności**.

(dodatkowo: dla dźwigni eksploatowanych w skrajnych warunkach termoklimatycznych, należy sprawdzać tzw. warunek cieplny, to znaczy skutki np. nagrzewania się ustrojów nośnych w wyniku nasłonecznienia, itp.)

Schemat blokowy obliczeń sprawdzających (algorytm ogólny obliczeń)

Analiza obciążeń działających na dźwignicę o indywidualnym lub typowym zastosowaniu (typowe przebiegi obciążeń) powinna realistycznie odzwierciedlać najniekorzystniejsze warunki użytkowania i ich następstwa.



Schemat blokowy obliczeń sprawdzających

Warunek wytrzymałości- dobieranie przekroju dźwigarów nośnych

Dobre przekroje materiału podstawowego, spoin, śrub przy jednokrotnym wystąpieniu obciążeń obliczeniowych (uwzględniających współczynnik obciążenia γ wg PN) powinny spełniać warunek:

gdzie:

$$|\sigma_o| \leq \frac{R_o}{m}$$

- σ_o – największe co do bezwzględnej wartości naprężenia (normalne σ_o lub styczne τ_o) w ustroju nośnym wywołane obciążeniami odpowiednio skojarzonymi dla przypadku W [Pa];
- R_o – ogólnie oznaczona wytrzymałość obliczeniowa, w tym: R_o - materiału podstawowego na rozciąganie, ściskanie i zginanie; R_{sc} – wytrzymałość na ścinanie; R_{dot} lub R_{dot} na docisk dla materiału podstawowego; R_m - materiału spoin; R_{on} - materiału nitów; R_{osr} lub R_{os} - dla materiałów śrub odpowiednio zwykłych i sprężających;
- m – ogólnie oznaczony współczynnik stateczności elementów ściskanych, w tym: m_w – współczynnik wyboconienowy; m_z – współczynnik zwichrzenia; m_s – współczynnik stateczności miejscowej

W przypadku jednoczesnego wystąpienia naprężenia normalnego σ_o i naprężenia stycznego τ_o dobre przekroje powinny spełnić warunek:

$$\left(\frac{\sigma_o}{R}\right)^2 + \left(\frac{\tau_o}{R_{ot}}\right)^2 \leq 1,10$$

A w przypadku jednoczesnego występowania naprężeń normalnych, dwuosiowych (σ_{ox} i σ_{oy}) i naprężenia stycznego to dobre przekroje powinny spełnić warunek:

$$\left(\frac{\sigma_{ox}}{R_{ox}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{oy}}{R_{oy}}\right)^2 - \frac{\sigma_{ox} \cdot \sigma_{oy}}{R_{ox} \cdot R_{oy}} + \left(\frac{\tau_o}{R_{ot}}\right)^2 \leq 1,10$$

gdzie:

- R_o ; R_{ox} ; R_{oy} – ogólnie oznaczona wytrzymałość obliczeniowa na rozciąganie w kierunku x i y [Pa]
- R_{ot} – ogólnie oznaczona wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie [Pa]

Warunek trwałości – dobranie przekroju

Przekrój materiału podstawowego oraz spoin, śrub powinien być tak dobrany aby przy wielokrotnym wystąpieniu obciążeń normalnych (nie uwzględniających współczynników obciążenia γ) odpowiednio skojarzonych dla przypadku T wg PN- 86/M-06514 został spełniony warunek:

$$|\sigma| \leq R_z$$

gdzie:
 - $|\sigma|$ - największe co do bezwzględnej wartości naprężenia (normalne σ lub styczne τ) w ustroju nośnym wywołane obciążeniami normalnymi odpowiednio skojarzonymi dla przypadku T, obliczone bez uwzględnienia współczynników stateczności
 - R_z - ogólnie oznaczona wytrzymałość zmęczeniowa (materiału podstawowego na rozciąganie i ściskanie $R_{zm,r}$, na ścinanie $R_{zm,s}$ spoin $R_{zm,s}$ i śrub $R_{zm,śr}$ [Pa])

W przypadku jednoczesnego wystąpienia naprężenia normalnego σ i naprężenia stycznego τ przekrój materiału podstawowego, spoin, śrub powinien spełniać warunek:

$$\left(\frac{\sigma}{R_z}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{R_{zt}}\right)^2 \leq 1,10$$

A w przypadku występowania jednoczesnego naprężeń normalnych, dwuosiowych (σ_x i σ_y) i naprężenia stycznego τ dobrane przekroje powinny spełniać następujący warunek:

$$\left(\frac{\sigma_x}{R_{zx}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_y}{R_{zy}}\right)^2 - \frac{\sigma_x \cdot \sigma_y}{R_{zx} \cdot R_{zy}} + \left(\frac{\tau}{R_{zt}}\right)^2 \leq 1,10$$

gdzie:
 - R_x, R_{zx}, R_{zy} - ogólnie oznaczenie wytrzymałości zmęczeniowej na rozciąganie i ściskanie w kierunku x i y [Pa]
 - R_{zt} - ogólnie oznaczenie wytrzymałości zmęczeniowej na ścinanie

uwaga: nie wymaga się sprawdzenia warunków trwałości w przypadku, gdy wytrzymałość zmęczeniowa T_z jest wyższa od wytrzymałości obliczeniowej.

Wytrzymałość zmęczeniową ustroju nośnego lub jego elementu należy obliczać w zależności od: gatunku stali, rodzaju karbu, współczynnika asymetrii naprężeń i grupy natężenia pracy ustroju nośnego dźwigni.

Wytrzymałość zmęczeniowa – grupa natężenia pracy ustroju nośnego

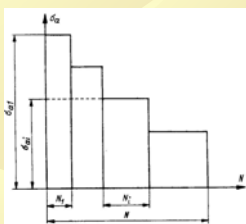
Ustroje nośne dźwignic ze względu na natężenie pracy dzieli się na szereg grup: 1U ... 6U.

O zaliczeniu do odpowiedniej grupy decyduje klasa liczby cykli i klasa obciążenia. Klasie liczby cykli przyporządkowany jest zakres liczby cykli zmian naprężeń w ustroju nośnym w okresie eksploatacji dźwigni. Klasie obciążenia przyporządkowany jest zakres wartości współczynnika obciążenia K_p .

Klasa liczby cykli	Liczba cykli zmian naprężeń
N1	$N \leq 2 \cdot 10^5$
N2	$2 \cdot 10^5 < N \leq 6 \cdot 10^5$
N3	$6 \cdot 10^5 < N \leq 2 \cdot 10^6$
N4	$2 \cdot 10^6 < N \leq 6 \cdot 10^6$
N5	$6 \cdot 10^6 < N \leq 2 \cdot 10^7$
N6	$N > 2 \cdot 10^7$

$$K_p = m \sqrt{\sum \left(\frac{\sigma_{ai}}{\max \sigma_{ai}} \right)^m \cdot \frac{N_i}{N}}$$

- σ_{ai} - kolejny poziom amplitudy naprężeń występujący N_i cykli zmian naprężeń
- max σ_a - maksymalna amplituda naprężeń
- N - liczba cykli zmian naprężeń w okresie eksploatacji dźwigni
- m = 3,5 - dla ustrojów nośnych spawanych;
- m = 7 - dla ustrojów nośnych nitowanych i śrubowych



W ogólnym przypadku poszczególne elementy (zespoły) ustroju nośnego mogą charakteryzować się różnymi klasami liczby cykli i klasami obciążenia.

Klasa obciążenia	Klasa liczby cykli					
	N1	N2	N3	N4	N5	N6
	Grupa natężenia pracy					
P1	1U	2U	3U	4U	5U	6U
P2	2U	3U	4U	5U	6U	6U
P3	3U	4U	5U	6U	6U	6U
P4	4U	5U	6U	6U	6U	6U

Klasa obciążenia	Współczynniki obciążenia	
	Ustroje spawane	Ustroje nitowane i łączone śrubami
P1	$K_p \leq 0,28$	$K_p \leq 0,38$
P2	$0,28 < K_p \leq 0,49$	$0,38 < K_p \leq 0,52$
P3	$0,49 < K_p \leq 0,74$	$0,52 < K_p \leq 0,75$
P4	$0,74 < K_p \leq 1$	$0,75 < K_p \leq 1$

Eksploatacja systemów dźwignicowych wykonanych w technologii KBK

➤ Systemy transportu bliskiego wykonane w technologii KBK należą do dźwignic i podlegają pod rejestrację w Urzędzie Dozoru Technicznego (obowiązkowa rejestracja i dozór stanu technicznego w czasie użytkowania)

Obciążenia próbne - sprawdzenie dźwignic dla przypadków obciążeń związanych z próbami dozorowymi

Dźwignice poddane obciążeniom próbnym powinny znajdować się w użytkowej konfiguracji. Układ nie powinien być zmieniany (np., instalacja elementów stabilizujących ustroje mostów nośnych suwnic z wysuwymi dźwigarami).

a) **dynamiczne obciążenie próbne** (tzw. próby ruchowe, sprawdzające funkcjonalność dźwignicy)
 Ruchy robocze dźwignicy z obciążeniem próbnym należy wykonywać w taki sam sposób jak w czasie normalnego użytkowania. Obciążenie próbne powinno być równe co najmniej 110% maksymalnego ładunku podnoszonego

b) **statyczne obciążenie próbne** - wzrost obciążenia dźwignicy w czasie wykonywania próby odbywa się bez użycia napędów dźwignicy. Obciążenie próbne powinno być równe co najmniej 125% maksymalnego ładunku podnoszonego.

(uwaga: gdy dźwignica KBK eksploatowana jest poza zamkniętą halą przemysłową, konieczne jest uwzględnienie wpływu oddziaływania wiatru (stał badania próbne należy przeprowadzać przy minimalnej prędkości wiatru $V = 5,42$ m/s).

