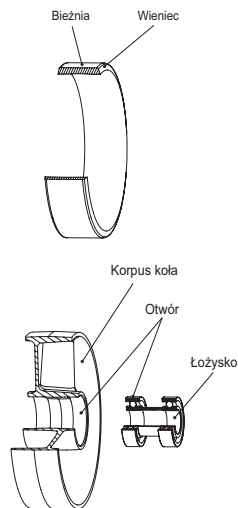


1. INFORMACJE OGÓLNE



1.1 Koła z gumy

1. INFORMACJE OGÓLNE

Koło jest podzespołem mechanicznym w którym ruch ślizgowy jest zastąpiony przez ruch toczny, poprzez obrót wokół jego osi. Koło składa się z następujących elementów: bieżni, wienca, korpusu koła, otworu oraz łożyska.

• Bieżnia

Bieżnia jest zewnętrzną powierzchnią koła, czyli częścią wchodzącą w kontakt z podłożem. Może ona być gładka lub posiadać nieregularną powierzchnię (bieżnik) zapewniającą lepszą przyczepność do podłoża.

• Wieniec

Wieniec (pas toczny) jest zewnętrznym pierścieniem koła. Wytwarzany jest z różnych materiałów i określa własności jezdne koła. Wieniec może być spajany z korpusem koła (wulkanizowany lub formowany wtryskowo), może też być zamocowany na nim mechanicznie.

• Korpus koła

Korpus koła jest elementem łączącym wieniec z otworem. Występuje w różnych kształtach i jest wytwarzany z różnych materiałów. Może być pojedynczym elementem (monolit) lub składać się z kilku wzajemnie połączonych części.

• Otwór i łożysko

Otwór jest środkową częścią koła, która mieści oś koła lub element toczny, ułatwiający jego obrót (łożysko kulkowe, łożysko rolkowe, łożysko ślizgowe, itp.).

W zależności od konstrukcji i materiału wienca, koła można podzielić na trzy grupy: koła z gumy, koła z poliuretanu i koła monolityczne (z twardym bieżnikiem).

Koła z gumy składa się z elastomeru wyprodukowanego z gumy naturalnej lub syntetycznej. Guma stosowana w kołach przemysłowych może być wulkanizowana lub formowana wtryskowo.

• **Guma wulkanizowana:** specjalne substancje mineralne i wypełniacze wulkanizacyjne dodane do gumy inicjują proces przemiany zwany „wulkanizacją”. W trakcie tego procesu, właściwości molekularne gumy przechodzą duże zmiany: „papkowaty” z początku procesu materiał umieszczany jest w formie, gdzie w miarę upływu czasu przekształca się w nietopliwy produkt, zachowując nadany mu kształt. Uzyskany pierścień jest mechanicznie mocowany na korpusie koła. Guma wulkanizowana posiada zwiększone własności elastyczne, co pozwala stosować ją w kontakcie z różnymi rodzajami podłoży i przy dużym zakresie obciążeń. Właściwości fizyczno-mechaniczne gumy wulkanizowanej różnią się w zależności od jakości użytej gumy naturalnej lub syntetycznej, ilości i rodzaju dodanych substancji mineralnych i warunków w jakich proces wulkanizacji miał miejsce.

• **Guma wtryskiwana:** gumę ta przechodzi chemiczny proces syntezy, a uzyskany materiał jest wtryskiwany do formy, w której zamocowany jest korpus koła. Guma wtryskiwana utrzymuje swoją topliwą nawet po zakończonym procesie. Normalnie, właściwości elastyczne gumy wtryskiwanej są gorsze od gumy wulkanizowanej najwyższej jakości, jednakże są porównywalne do gum wulkanizowanych o średniej i niskiej jakości. Do głównych fizyczno-mechanicznych parametrów określających jakość gumy należą (normy określające dany parametr zostały wymienione obok każdego z nich):

- Twardość UNI EN ISO 868:1999; ASTM D 2240-2004
- Gęstość właściwa UNI 7092:1972; ISO 2781:1988
- Wytrzymałość na uderzenie UNI 7716:2000; ISO 4662:1986
- Ścieralność UNI 9185:1988; DIN 53516:1987
- Końcowa wytrzymałość na rozciąganie UNI 6065:2001; ISO 37:1994; ASTM D 412c-1998
- Wydłużenie przy zerwaniu UNI 6065:2001; ISO 37:1994; ASTM D 412c-1998
- Odporność na zerwanie UNI 4914:1987; ASTM D 624b-2000
- Ścisłość UNI ISO 815:2001

Parametry te są od siebie zależne, co oznacza że zmiana jednego z nich prowadzi do zmian w innych właściwościach (do pewnego stopnia). Twardość jest najłatwiejszym do określenia parametrem. Generalnie, zwiększona twardość zmniejsza elastyczność (wytrzymałość na uderzenia, rozciągliwość, ścisłość) i obniża ogólną wydajność koła. Parametry takie jak odporność na zerwanie i ścieralność, zależą natomiast od składu wulkanizowanej gumy, w mniejszym stopniu od twardości.

1.2 Koła z poliuretanu

1.2 Koła z poliuretanu

Wierce kół z poliuretanu składają się z elastomerów uzyskanych wyłącznie z syntezy surowców. Poliuretany to tworzywa uzyskane w trakcie reakcji polimeryzacji stymulowanej przez łączenie dwóch komponentów należących do dwóch różnych rodzin tworzyw (di-izocyjanianów i polialkoholi), które zostały wcześniej podgrzane do temperatur utrzymujących je w stanie ciekłym ze stosunkowo niską lepkością. Generalnie, elastomery poliuretanowe nie zawierają żadnych dodatkowych substancji mineralnych. Taka reaktywna mieszanina jest odlewana lub wtryskiwana w gorące formy zawierające metalowe lub plastikowe wstawki (korpusy kół). Dzięki temperaturze formy wtryskowej i korpusu koła, reakcja polimeryzacji może być dokończona wewnątrz poliuretanu, gdzie poliuretan jest chemicznie łączony z substancją pokrywającą korpus koła.

• **Poliuretan odlewany** nie jest topliwy, ma dobrą elastyczność przy średnio-wysokiej twardości, ścisłości oraz wytrzymałości tocznej.

• **Poliuretan wtryskiwany** jest topliwy nawet po odlewaniu. Posiada mniejszą elastyczność, ale większą twardość względem poliuretanu odlewane.

• Poniższe parametry stanowią część fizyczno-mechanicznych właściwości poliuretanu (dla definicji każdego parametru: patrz standardy wymienione obok):

- Twardość UNI EN ISO 868:1999; ASTM D 2240-2004



- Gęstość właściwa UNI 7092:1972; ISO 2781:1988
- Wytrzymałość na uderzenie UNI 7716:2000; ISO 4662:1986
- Ścieralność UNI 9185:1988; DIN 53516:1987
- Końcowa wytrzymałość na rozciąganie UNI 6065:2001; ISO 37:1994; ASTM D 412c-1998
- Wydłużenie przy zerwaniu UNI 6065:2001; ISO 37:1994; ASTM D 412c-1998
- Odporność na zerwanie UNI 4914:1987; ASTM D 624b-2000
- Ścisłość UNI ISO 815:2001.

1.3 Koła monolityczne (z zespoloną bieżnią)

W kołach monolitycznych, korpus koła i wieniec są wykonane z tego samego materiału. Właściwości fizyczno-mechaniczne zmieniają się w zależności od zastosowanego materiału.

2. OBUDOWY

Obudowa jest częścią łączącą koło z urządzeniem. Większość kół potrzebuje obudowy do zamocowania. Wyjątkiem są koła, których oś wbudowana jest w takie urządzenie. Rozróżnia się dwa podstawowe rodzaje obudów: skrętne i stałe (nieobrotowe). Koła ELESA+GANter mogą być zestawiane z obudowami wykonanymi z blach ze stali ocynkowanej, stali nierdzewnej lub spawanych elektrycznie elementów stalowych. Ich możliwe zestawienia przedstawione są na kartach katalogowych poszczególnych zestawów kołowych. Indeks obudowy wchodzi w skład oznaczenia pełnego zestawu kołowego (patrz struktura oznaczenia).

2.1 Obudowa skrętna

Obudowa skrętna w czasie zmiany kierunku obraca się wokół własnej (pionowej) osi. Oś koła jest niezależna od osi obudowy, co ułatwia manewrowanie sprzętem. „Manewrowość” oznacza łatwość z jaką sprzęt zmienia kierunek, a „kierunkowość” odnosi się do łatwości sprzętu do utrzymywania danego kierunku. Ograniczenie tych właściwości może nastąpić na skutek zbyt gwałtownej zmiany kierunku ruchu, co owocuje „ślizganiem się” koła. Obudowy skrętne mogą być wyposażone w blokadę. Składają się z płyty montażowej, widełca, pierścienia łożyskowego, głowicy skrętnej, tulei osiowej i w razie potrzeby, z uszczelki przeciwpływowej.

• Płyta montażowa

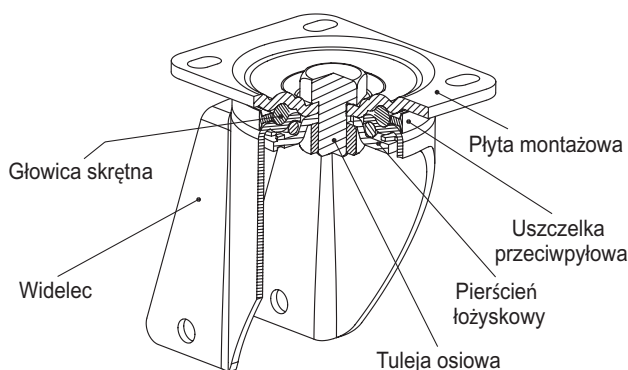
Płyta montażowa służy do łączenia obudowy do sprzętu (4 otwory montażowe).

• Widelec

Widelec to element o charakterystycznym kształcie odwróconej litery „U”. Otwory wywiercone u dołu mieszczą oś koła, a głowica skrętna jest zamocowana u góry.

• Pierścień łożyskowy

Pierścień łożyskowy jest częścią układu łożyskowania głowicy skrętnej. Pełni też funkcję osłony przed uderzeniami lub zabrudzeniami.



• Głowica skrętna

Głowica skrętna pozwala na obrót płyty montażowej na widełcu. Składa się z kul umieszczonych w pierścieniu łożyskowym (między płytą a widełcem), przesmarowanych w celu ochrony przed brudem, płynami i innymi agresywnymi czynnikami. Obciążenie obudowy skrętnej zależy od zastosowanego typu głowicy skrętnej.

• Tuleja osiowa

Tuleja osiowa łączy płytę montażową z pierścieniem łożyskowym. Dzięki niemu płyta i łożysko tworzą jeden element, a widelec może obracać się wokół własnej osi. Tuleja może:

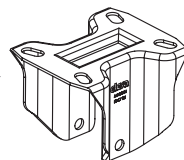
- Być zamocowana w płycie poprzez wciśnięcie i zaniwienie po założeniu pozostałych części;
- Być wciśnięta w płytę na gorąco i zblokowana nakrętką;
- Składać się ze śruby i nakrętki.

• Uszczelka przeciwpływowa

Uszczelka chroni zestaw obrotowy przed kurzem oraz innymi związkami o średniej i dużej ziarnistości.

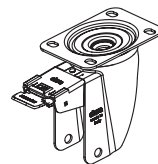
2.2 Obudowa stała

Obudowa stała została zaprojektowana by utrzymywać ruch koła w określonym kierunku, gwarantuje to stabilność kierunku. Manewrowość sprzętu, zależy natomiast od obudów skrętnych. Obudowa stała składa się z pojedynczej płyty stalowej ukształtowanej w formie widelca. Otwory pod szpilkę osiową koła są wywiercone u jej dołu, a otwory montażowe znajdują się u góry.



2.3 Obudowa skrętna z blokadą

Blokada jest urządzeniem pozwalającym na zablokowanie obrotu obudowy wokół własnej osi (osi skrętnej), obrotu koła oraz obrotu zestawu kołowego (koło + obudowa).



3. SZPILKA OSIOWA

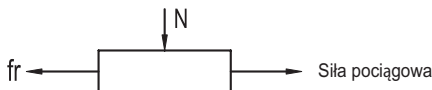
Szpilka osiowa łączy koło z obudową. Zazwyczaj składa się z gwintowanej szpilki z nakrętką, podkładek, rury i w razie potrzeby tulejek. Dla standardowych aplikacji szpilka osiowa może być bezpośrednio zanitowana na widelcu.

Siły wprawiające koło w ruch powodują reakcje przeciwdziałające temu ruchowi.

4. OBCIĄŻENIE, TARCIE ORAZ SIŁY

4.1 Opór tarcia

Opór tarcia oznacza siłę powstającą między dwiema przesuwającymi się powierzchniami i przeciwną do kierunku tego ruchu. Siła ta zależy od typu powierzchni (materiału i gładkości) oraz od obciążenia działającego w kierunku prostopadłym do kierunku ruchu (siła normalna).

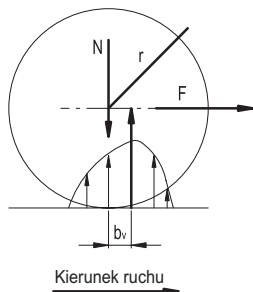


W terminach matematycznych, opór tarcia definiuje się następująco:

$F_r = b_r \times N$ gdzie: b_r = współczynnik tarcia N = siła normalna (lub obciążenie).

Jeśli dwa ciała są nieruchome, siła oporowa nazywana jest oporem statycznym i reprezentuje minimalną siłę potrzebną do wprawienia ich w ruch. Gdy dwa ciała są we względnym ruchu, siła mniejsza niż opór statyczny wystarcza do utrzymania stałej prędkości (określana jako opór dynamiczny). Zarówno dla oporu statycznego jak i oporu dynamicznego współczynnik oporu wyznaczany jest doświadczalnie.

4.2 Opór toczenia



Opór toczenia jest generowany, gdy dwa ciała przesuwają się bez ślizgania. Wyobraźmy sobie koło o **promieniu r** poddane **obciążeniu N** . Gdy koło zbliża się do punktu styku materiał jest ściskany, a po jego minięciu wraca do pierwotnej postaci. Jeśli materiał wykorzystany do produkcji koła nie jest idealnie elastyczny, część energii potrzebnej do ściśnięcia jest tracona w późniejszej fazie powrotnej – w formie ciepła dla przeciwdziałania wewnętrznemu oporowi materiału. Jeśli rozpatrujemy to zjawisko w kategoriach sił, a nie energii, możemy stwierdzić że rozkład siły nacisku w kontakcie z podłożem jest niesymetryczny względem osi działania siły N . Diagram przedstawia rozkład siły wynikowej, która jest równa co do wartości obciążeniu koła N , jednak przesunięta względem osi koła w przód o odległość b_v . Przesunięcie siły wynikowej generuje w rezultacie moment siły oporu toczenia. Aby zapewnić równomierną pracę koła konieczne jest zastosowanie identycznego momentu napędowego o przeciwnym kierunku M_r lub **siły pociągowej F** równoległej do kierunku ruchu. Z poprzednich wzorów osiągnęliśmy:

$$F = \frac{M_r}{r} = \frac{b_v \times N}{r} = f_v \times N$$

Gdzie:

$$f_v = \frac{b_v}{r}$$

f_v – **współczynnik oporu toczenia** wyznaczany jest doświadczalnie.

4.3 Siła pociągowa

Siła pociągowa to siła potrzebna do pokonania oporu wywołanego przez tarcie dwóch ślizgających lub toczących się ciał. W stosunku do oporu generowanego przez tarcie, siła pociągowa ma taką samą intensywność, ale przeciwny kierunek. Im niższa jest siła potrzebna do utrzymania sprzętu w ruchu, tym większej gładkości powierzchnia koła może być zastosowana. W przypadku koła przemieszczającego się po płaskiej powierzchni, siła pociągowa musi pokonać opór toczenia, powstający w czasie kontaktu koła z podłożem i opór tarcia powstający między otworem i szpilką osiową.



Żaden produkt używany w warunkach, do których nie został przeznaczony nie spełni wymagań użytkownika, a nawet może spowodować zniszczenie mienia lub zagrożenie zdrowia. Oto kilka przykładów, gdy zestawy kołowe i koła są używane niewłaściwie:

- Używanie koła niedostosowanego do podłoża zniszczy jego wieniec i podłogę;
- Wybór stałej obudowy do warunków, gdzie liczy się manewrowość utrudni w dużym stopniu operowanie sprzętem;
- Stosowanie obciążeń przekraczających dopuszczalne normy doprowadzi do awarii koła i przedwczesnego zepsucia.

Dlatego też konieczna jest analiza techniczna warunków pracy. Po ocenie technicznej produktu powinno się wybrać najbardziej ekonomiczne rozwiązanie. Celem wykonania analizy technicznej sprzętu ruchomego jest zdefiniowanie warunków pracy i czynników zewnętrznych, które mogą mieć wpływ na pracę. W celu dobrania odpowiedniego koła powinny zostać przeanalizowane następujące czynniki:

- **Rodzaj i właściwości podłoża (5.1)**
- **Środowisko (5.2)**
- **Rozmiar i typ ładunku (5.3)**
- **Prędkość i rodzaj ruchu (5.4)**
- **Manewrowość (5.5)**
- **Wykresy (5.6)**

• Obciążenie statyczne [N]

Obciążenie statyczne to maksymalne obciążenie stacjonarne (w bezruchu), jakie koło może wytrzymać bez jakichkolwiek statycznych deformacji obniżających jego wydajność. Koło zamocowane na rzadko używanym sprzęcie i zazwyczaj pozostające w tej samej pozycji, jest traktowane jako obiekt podlegający obciążeniu statycznemu.

• Obciążenie dynamiczne

Wielkość obciążenia dynamicznego koła jest definiowana jako wartość (wyrażona w N) obciążenia maksymalnego przenoszonego przez koło zgodnie z ISO 22883:2004 i UNI EN 12532:2001, tak więc dla kół przemysłowych wymagane są badania w następujących warunkach:

- Prędkość stała 1.1 m/s (4 km/h);
- Pokonanie 500 przeszkód i 15.000 obrotów średnicy;
- Przeszkody o szerokości 100 mm i 5% średnicy dla kół z elastycznym wieńcem (twardość do 90 wg skali Shore A) oraz 2,5% średnicy kół ze sztywnym wieńcem (twardość większa niż 90 wg skali Shore A).
- Temperatura 20°C (tolerancja +/- 10°C);
- Praca przerywana (3 minuty pracy i 1 minuta bezruchu);
- Podłoże gładkie, twarde i poziome.

• Obciążalność toczna

Obciążalność toczna to wartość (wyrażona w N) maksymalnego obciążenia przenoszonego przez każde pojedyncze koło przy stałej prędkości 4 km/h i sile pociągowej równej 50 N (z wyłączeniem startu). Wartość ta jest wyznaczana przez zastosowanie do 4-kołowego wózka siły pociągowej o wartości 200N i ustalenie maksymalnego przeniesionego obciążenia (w normalnych warunkach pracy). Zastosowana siła pociągowa równa 200N jest zgodna z międzynarodowymi standardami pracy do transportu wewnętrznego i jest ona postrzegana jako granica ludzkiej siły stosowanej przez dłuższy czas.

5.1 Rodzaj i właściwości podłoża

Właściwości podłoża oraz obecność przeszkód będą miały decydujący wpływ na dobór odpowiedniego koła. Są one również istotnym czynnikiem wpływającym na osiągi, sprawność i trwałość kół i zestawów kołowych. Szczególnej uwagi przy doborze wymagają podłoża nierówne oraz posiadające przeszkody. Zetknięcie się koła z przeszkodą generuje dodatkowy opór, którego wartość zależy od elastyczności bieżni koła. Energia generowana przy uderzeniu w przeszkodę pochłaniana jest w większym stopniu przez koła, których bieżnia jest elastyczna. Pozwala to na częściowe wytlumienie drgań przemieszczanego urządzenia przy nierównej powierzchni. Dla jednakowej nośności kół doбираanych do nierównego podłoża, należy zawsze wybrać to o większej średnicy ze względu na łatwość pokonywania nierówności. Czynniki istotnymi przy doborze koła są też właściwości podłoża: substancje chemiczne i/lub organiczne, smary, chłodziwa czy opiłki pozostałe po pracy maszyn. Podstawowymi typami podłoża są kafelki, asfalt, wylewka pokryta żywicą, wylewka surowa, powierzchnie metalowe perforowane, podłoża z opiłkami metali itp. Podstawowe zestawienie typów podłoża i materiałów bieżni przedstawia tabela.

Typ podłoża	Materiał bieżni
Kafelki	Poliuretan lub guma
Asfalt	Guma
Wylewka pokryta żywicą	Poliuretan lub guma
Wylewka surowa	Guma
Metal perforowany	Guma
Z opłatkami metali	Guma

5.2 Środowisko

Dla prawidłowego doboru koła, należy również ustalić czy materiały z jakich jest ono wykonane są dostosowane do środowiska jego pracy. Najistotniejszymi czynnikami w tym zakresie są: właściwości chemiczne środowiska, temperatura, wilgotność, elektrostatyczność. Podstawowe własności eksploatacyjne są zamieszczone na stronach katalogowych poszczególnych kół.

Własności chemiczne środowiska

Z powodu dużej różnorodności agresywnych związków chemicznych występujących w środowisku pracy, trudno jest operować pełną ich listą. Dlatego też poniżej określona została grupa podstawowych związków chemicznych, z jakimi koło może mieć kontakt: słabe kwasy (np. kwas borny, kwas siarkowy), silne kwasy (np. kwas solny, kwas azotowy), słabe zasady (np. roztwory alkaliczne), silne zasady (np. soda, soda kaustyczna), rozpuszczalniki (np. aceton, terpentyna), węglowodory (np. benzyna, olej, olej napędowy, oleje mineralne), alkohol (np. alkohol etylowy), słodka woda, słona woda, para nasycona. Dlatego wybierając koło, należy pamiętać, czy materiał składający się na wieniec, korpus koła, łożysko kulkowe i obudowę spełnia wymagania odpornościowe dla danego środowiska pracy. Szczególnie w sektorach przemysłu, gdzie występuje woda, kwasy, zasady, para i inne agresywne czynniki. W środowiskach z dużymi ilościami olejów, tłuszczów i węglowodorów zaleca się np. stosowanie kół z poliuretanu, a w środowiskach o dużym stopniu wilgotności i zasolenia, należy stosować koła ze stali nierdzewnej.

Temperatura

Jeśli temperatura pracy różni się od standardowego zakresu temperatur wykazanego przez producenta, należy sprawdzić odporność materiałów, z których wykonane jest koło. Stosuje się tą zasadę nie tylko w przypadku bieżnika i korpusu koła, ale dotyczy to także rodzaju użytego smaru (może zaistnieć potrzeba konsultacji z producentem). W tabeli poniżej przedstawiono orientacyjne współczynniki nośności dla poszczególnych typów kół w zależności od temperatury otoczenia.

Wykazane powyżej wartości odnoszą się do wydłużonego czasu pracy ciągłej kół (powyżej 30 minut) w wyszczególnionych zakresach temperatur otoczenia.

Zakres temperatury [°C]		Zmienność współczynnika nośności (1 = 100% nośności)										
od	do	RE.FF	RE.F2	RE.F5	RE.F5-ESD	RE.F4	RE.F8	RE.G1	RE.E2	RE.E3	RE.G2	RE.G5
-40	-20	▲	▲	▲	▲	▲	0,50	▲	▲	0,40	0,40	▲
-20	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	1,00	1,00	1,00
0	+20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
+20	+40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
+40	+60	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,85	0,85	0,85	0,85	0,90
+60	+80	0,70	0,80	0,80	0,80	0,80	0,70	0,50	0,50	0,60	0,60	0,80
+80	+130	0,40	▲	0,40	0,40	0,40	0,60	▲	▲	▲	0,40	0,40
> 130 °C		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲

▲ niezalecane

5.3 Wielkość i charakter obciążenia

Wielkość obciążenia jest wartością [N] osiąganą przez dodanie do wagi sprzętu (tara) wagi ładunku. Charakter ładunku (ciało stałe czy płyn) ma duże znaczenie przy obliczaniu obciążenia koła. Wzór na obliczenie obciążenia pojedynczego koła:

$$Q = \frac{P_u + P_c}{n}$$

gdzie: **Q** = obciążenie pojedynczego koła (nośność koła) **P_u** = waga ładunku **P_c** = waga sprzętu (tara) **n** = liczba kół stykających się z podłożem

CIAŁA STAŁE

Dla ciał stałych, **n** = 3 dla sprzętu z czterema kołami (gdzie trzy z czterech kół są zawsze w kontakcie z podłożem).

PŁYNY

Dla ciał ciekłych, **n** = 2 dla sprzętu z czterema kołami (gdzie dwa z czterech kół ma ewentualnie kontakt z podłożem).

Szczegółnej uwagi wymagają aplikacje, będące częścią zautomatyzowanego lub ciągłego procesu produkcyjnego. W takich przypadkach zaleca się założenie odpowiednich współczynników bezpieczeństwa.

5.4 Prędkość i rodzaj ruchu

Prędkość jaką osiąga sprzęt jest istotnym czynnikiem w doborze koła. Jeśli prędkość wynosi 0 lub użycie jest głównie statyczne, wystarczy porównać wymagane obciążenie z obciążeniem statycznym przedstawionym w katalogu dla każdego koła. Jeśli prędkość jest różna od 0 to należy ustalić sposób wprawiania koła w ruch (rodzaj ruchu). Rodzaj ruchu określa „narzędzie” jakie jest używane do wywierania siły poruszającej obiekt. W przemyśle, „narzędzia” trakcyjne dzielimy na mechaniczne lub ręczne. Ruch manualny odnosi się do sytuacji, gdzie siła jest wytwarzana przez jedną lub dwie osoby, natomiast ruch mechaniczny wytwarzany jest przez urządzenie mechaniczne z własnym napędem lub urządzenia holujące.

- Ruch manualny

W ruchu manualnym prędkość zazwyczaj jest mniejsza niż 4 km/h. Wyboru koła pozwalającego operatorowi na przemieszczanie ładunku dokonuje się bazując na oporach toczenia koła, wyznaczanych przez następujący wzór:

$$S = \frac{P_u + P_c}{n}$$

gdzie: **S** = opory toczenia **P_u** = waga ładunku **P_c** = waga sprzętu transportującego (tara) **n** = liczba kół (maksimum 4). Osiągnięta wartość powinna być porównana z obciążalnością toczną koła podaną w katalogu.

- Poruszanie mechaniczne przy użyciu urządzeń holujących

Koło powinno być dobrane pod względem prędkości sprzętu. Wartość obciążenia dynamicznego odnosi się do prędkości nie większej niż 4 km/h (1.1 m/s). Jeśli prędkość jest większa niż 4 km/h, trzeba uwzględnić współczynnik korygujący do wartości ładunku, ponieważ materiał, z którego składa się koło przechodzi chemiczno-fizyczne zmiany w czasie, których ich właściwości zmniejszają się wraz ze zwiększającą się prędkością. W tabeli poniżej przedstawiono orientacyjne współczynniki nośności poszczególnych typów kół zależnie od prędkości.

Zakres prędkości [Km/h]		Współczynnik nośności (1,00 = 100% nośności)										
min	maks	RE.FF	RE.F2	RE.F5	RE.F5-ESD	RE.F4	FE.F8	RE.G1	RE.E2	RE.E3	RE.G2	RE.G5
0,00	4,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
4,00	6,00	0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	▲	▲	▲	▲	0,80	0,80
6,00	10,00	▲	0,80	▲	▲	0,60	▲	▲	▲	▲	▲	0,60
10,00	12,00	▲	0,70	▲	▲	0,50	▲	▲	▲	▲	▲	0,50
12,00	16,00	▲	0,60	▲	▲	0,40	▲	▲	▲	▲	▲	0,40
> 16 Km/h		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲

▲ niezalecane

- Ruch mechaniczny pokładowy

W urządzeniach z własnym napędem (sprzęt samobieżny), koła narażone są na szczególne obciążenia i naprężenia. W istocie, koła jezdne nie tylko podtrzymują ładunek, ale także muszą przenosić obciążenie miejscowe. Dodatkowo, wieniec koła jest poddawany jeszcze większemu naprężeniu. W przypadku doboru kół i obudów dla sprzętu samobieżnego, muszą być wzięte pod uwagę następujące czynniki:

- Typ łozyskowania zastosowanego w otworze koła (ślizgowe, toczne);
- Pasowanie wałka/otworu;
- Materiał otworu w stosunku do materiału wałka;
- Częstotliwość ruszania i zatrzymywania w czasie pracy;
- Zmiany kierunków;
- Obecność chwilowych przeciążeń.

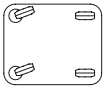
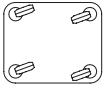
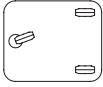
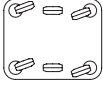
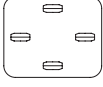
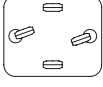
Przy tak dużej ilości czynników, sugerujemy skontaktowanie się z naszym Działem Technicznym w celu doboru optymalnego koła.

5.5 Manewrowość

Manewrowość sprzętu oznacza zdolność urządzenia do łatwego zmiany kierunku.

Ograniczona przestrzeń w niektórych zakładach pracy lub kręte trasy łącznie poszczególne działy mogą wymagać sprzętu o określonej manewrowości.

Obudowy skrętne umożliwiają manewrowanie sprzętem i urządzeniami transportowymi. Im większe jest wzajemne przestawienie osi zestawu skrętnego (tj. dystans między osią obudowy i osią koła), tym łatwiejszy jest jego obrót. Jednakże, mimo że zapewnia to doskonałą manewrowość, nadmierne przestawienie może powodować drgania obudowy w czasie długich, prostych tras. Obudowy stałe nie pozwalają na zmianę kierunku, ale zapewniają kierunkowość. Obudowy stałe muszą być mocowane w ten sposób by były idealnie równoległe względem siebie. Najpopularniejsze zestawienia kół z odpowiednimi obudowami pokazane są w tabeli poniżej.

Szkic	Układ obudów	Warunki pracy	Przykłady zastosowań
	Sprzęt stabilny dwie obudowy skrętne i dwie obudowy stałe.	Długie i proste trasy. Nieliczne zmiany kierunku.	Warsztaty mechaniczne, półautomatyczne magazyny, warsztaty metalurgiczne.
	Sprzęt stabilny cztery obudowy skrętne.	Trasy krótkie. Częste zmiany kierunku. Blisko maszyn lub regałów.	Supermarkety, zakłady przetwórstwa drzewnego, małe centra dystrybucji.
	Sprzęt stabilny jedna obudowa skrętna i dwie obudowy stałe.	Długie i proste trasy. Nieliczne zmiany kierunku.	Sprzęt o niedużych rozmiarach, transport narzędzi, lekkie ładunki.
	Sprzęt przechylny dwie obudowy stałe i cztery obudowy skrętne.	Długie trasy z napędem mechanicznym. Nieliczne zmiany kierunku.	Ruch na dworcach, pocztach, lotniskach. Duże obciążenia.
	Sprzęt przechylny cztery obudowy stałe.	Długie i proste trasy bez zmiany kierunku.	Linie montażowe lub inne procesy z transportem wewnętrznym.
	Sprzęt przechylny dwie obudowy stałe i dwie obudowy skrętne.	Długie trasy z holowaniem ręcznym lub mechanicznym. Nieliczne zmiany kierunku.	Warsztaty mechaniczne i metalurgiczne, magazyny pół-automatyzowane.

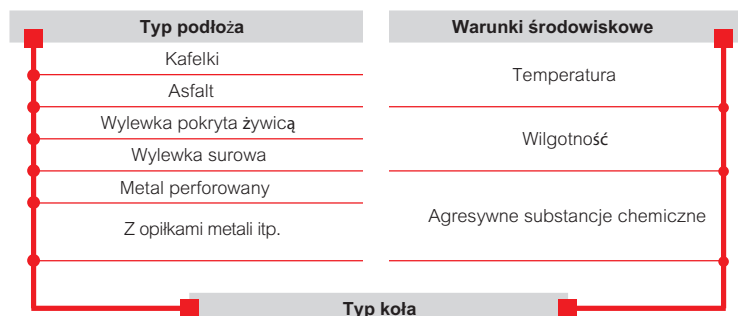
5.6 Wybór koła

Każdy z parametrów i właściwości przedstawionych w poprzednich akapitach są uwzględniane w kolejnych etapach wyboru koła.

Etap pierwszy

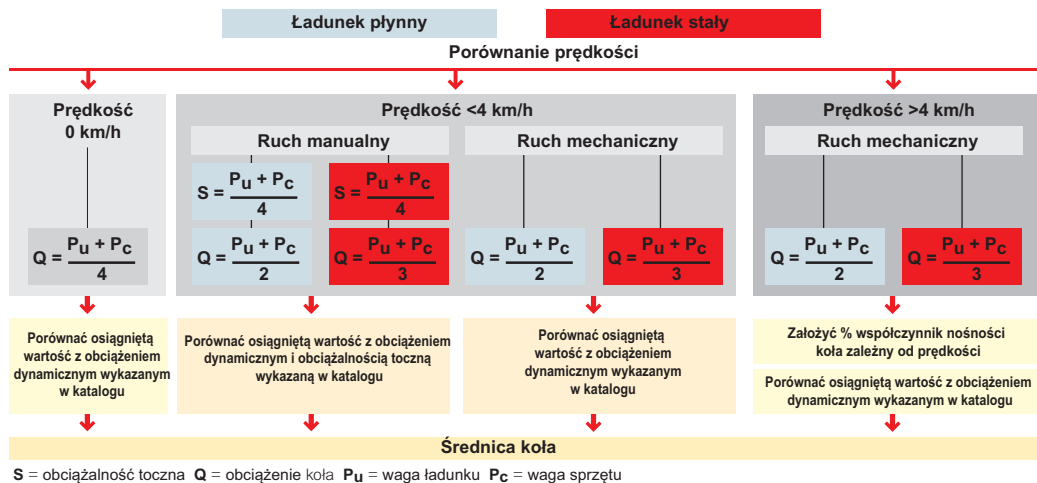
Typ koła odpowiedniego do danego podłoża wyznaczany jest w pierwszej kolejności. Wykres poniżej podsumowuje czynniki wpływające na wybór koła; „typ koła” oznacza:

- Materiały, z których wykonany jest wieniec i korpus koła;
- Typ połączenia wieńca z korpusem koła;
- Rodzaj łożyskowania.



Etap drugi

W drugim etapie określone są: objętość ładunku, obciążenie statyczne i gładkość wymagana przez określoną aplikację, konieczne do wyznaczenia średnicy. Jedną z najważniejszych części tego etapu jest wyznaczenie obciążenia, które musi przenieść koło. Wykres poniżej wskazuje jakie należy wykonać obliczenia i jakie wartości wziąć pod uwagę, w zależności od warunków pracy. Przed sprawdzeniem, czy wyznaczone wartości nie są wyższe od wartości wykazanych w katalogu producenta muszą być określone wielkość i rodzaj ładunku oraz jego prędkość. Jeśli obliczenia poszczególnych parametrów dają różne wyniki w stosunku do tego samego koła, finalny wybór musi być podjęty na bazie najbardziej surowego warunku.



Etap trzeci

W tym etapie dokonuje się wyboru właściwej obudowy. Punkt ten można podzielić na dwie części:

- Wybór obudowy obrotowej lub stałej, w zależności od potrzeby kierunkowości i manewrowości;
- Sprawdzenie zgodności między obciążeniem dynamicznym i oszacowanym obciążeniem koła i obudowy.

Tabela poniżej podsumowuje niektóre wskazówki do wyboru odpowiedniego koła zgodnie z cechami aplikacji.

● Zalecane □ Tolerowane ▲ Niezalecane

Wybrane parametry	Zakres wartości	RE.FF	RE.F2	RE.F5	RE.F5-ESD	RE.F4	RE.F8	RE.G1	RE.E2	RE.E3	RE.G2	RE.G5
Nośność	Obciążenie lekkie, do 250 kg	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Obciążenie średnie, do 500 kg	●	●	●	●	●	●	▲	▲	▲	●	●
	Obciążenie duże, powyżej 500 kg	▲	●	●	●	●	□	▲	▲	▲	●	●
Obciążalność tócną	< 125 kg	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	> 125 kg	●	●	●	●	●	●	▲	▲	▲	●	●
Podłoże	Kafelki	●	●	●	●	●	□	●	●	●	●	●
	Asfalt	□	●	□	□	□	▲	□	●	●	●	□
	Wylewka pokryta żywicą	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Wylewka surowa	□	●	□	□	□	□	□	●	●	●	□
	Metal perforowany	▲	●	□	□	□	▲	▲	●	●	●	□
	Z opłatkami metalu, itp.	▲	□	□	□	□	▲	▲	●	●	●	□
Warunki chemiczne środowiska	Z chemikaliami nieagresywnymi	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Z chemikaliami agresywnymi	●	□	□	□	□	●	●	▲	▲	□	□
Temperatura	-40° / -20°	▲	▲	▲	▲	▲	□	▲	▲	□	□	●
	-20° / +80°	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	+80° / +130°	▲	□	□	□	□	□	▲	▲	□	□	□
	> 130°	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Rodzaj ruchu (napędu)	Manualny (prędkości ≤ 4 km/h)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Mechaniczny (prędkości ≤ 16 km/h)	▲	●	●	●	●	▲	▲	▲	▲	□	●

Bieżnia

Bieżnia jest zewnętrzną powierzchnią koła, czyli częścią wchodzącą w kontakt z podłożem. Może ona być gładka lub posiadać nieregularną powierzchnię zapewniającą lepszą przyczepność do podłoża (bieżnik).

Blokada

Blokada jest mechanizmem pozwalającym na zablokowanie obrotu obudowy wokół własnej osi, obrotu koła oraz obrotu zestawu kołowego (koło+obudowa). Blokady przednie lub tylne mogą być mocowane na obudowach skrętnych.

Standard: UNI EN 12526:2001 - ISO 22877:2004

Kierunkowość

Zdolność obiektu do pokonania odcinka trasy wzdłuż wyznaczonego kierunku.

Korpus koła

Korpus koła jest elementem łączącym wieniec z otworem.

Występuje w różnych kształtach i wytwarzany jest z różnych materiałów; może być pojedynczym elementem (monolit) lub składać się z kilku wzajemnie połączonych części.

Standard: UNI EN 12526:2001 - ISO 22877:2004

Koło

Koło jest podzespołem mechanicznym, w którym ruch ślizgowy jest zastąpiony przez ruch toczny poprzez obrót wokół osi. Koło składa się z następujących elementów: bieżnia, wieniec, korpus koła, otwór i łożysko. W zależności od rodzaju konstrukcji i użytych materiałów koła dzielimy na cztery grupy: gumowe, poliuretanowe, jednolite (twarda bieżnia) i pneumatyczne.

Standard: UNI EN 12526:2001 - ISO 22877:2004

Manewrowość

Manewrowość sprzętu oznacza zdolność urządzenia do łatwej zmiany kierunku.

Obciążalność toczna

Obciążalność toczna to wartość (wyrażona w N) maksymalnego obciążenia przenieszonego przez każde pojedyncze koło, które wprawia w ruch operator pokonując długie odcinki bez zmęczenia.

Obciążenie dynamiczne

Wielkość obciążenia dynamicznego koła jest definiowana jako wartość (wyrażona w N) obciążenia maksymalnego przenieszonego przez koło zgodnie z ISO 22883:2004 oraz UNI EN 12532:2001. Testy obciążenia dynamicznego odbywają się przy stałej prędkości (4 km/h, 1.1 m/s) i wymagają pokonania 500 przeszkód o szerokości 100 mm i 5% średnicy dla kół z elastycznym wieńcem (twardość do 90 wg skali Shore A) oraz 2,5% średnicy kół ze sztywnym wieńcem (twardość większa niż 90 wg skali Shore A), przy braku stałej deformacji koła.

Obciążenie statyczne

Obciążenie statyczne to maksymalne obciążenie stacjonarne (w bezruchu) jakie może wytrzymać koło bez jakichkolwiek stałych deformacji obniżających jego wydajność.

Standard: UNI EN 12527:2001 - ISO 22877:2004

Obudowa

Obudowa jest częścią łączącą koło ze sprzętem. Zazwyczaj wszystkie koła potrzebują obudowy do zamocowania na urządzeniu; z wyjątkiem kół, których osy wbudowana jest w taki sprzęt. Obudowy występują w dwóch rodzajach: skrętne i stałe (nieobrotowe). Obudowa skrętna w czasie zmiany kierunku obraca się wokół własnej pionowej osi; obudowa może posiadać płytę montażową z otworem przelotowym lub trzpień. Obudowa skrętna może być wyposażona w blokadę. Obudowa stała: brak obrotu; zaprojektowana aby utrzymywać stały kierunek ruchu.

Standard: UNI EN 12526:2001 - ISO 22877:2004

Odporność na zerwanie

Wytrzymałość materiału na rozszerzanie się, nacięcia. Mierzona jest za pomocą testów w warunkach określonych w standardach ASTM D 624b-2000 - UNI 4914:1987. W czasie testu wykonywane

jest nacięcie prostopadłe do siły pociągowej.

Otwór

Otwór jest środkową częścią koła, która mieści osł lub łożysko toczne ułatwiające obrót (łożyska kulkowe, łożyska rolkowe, łożyska ślizgowe, itp.)

Standard: UNI EN 12526:2001 - ISO 22877:2004

Otwór montażowy

Otwór u góry obudowy służący do mocowania zestawu kołowego do sprzętu.

Standard: UNI EN 12526:2001 - ISO 22877:2004

Pierścień łożyskowy

Element łożyska głowicy skrętnej.

Płyta

Górna część obudowy z otworami montażowymi. Może występować w różnych kształtach: prostokątna z czterema otworami montażowymi, kwadratowa z czterema otworami montażowymi, trójkątna z trzema otworami montażowymi, okrągła z otworem pod trzpień, okrągła z trzpieniem.

Standard: UNI EN 12526:2001 - ISO 22877:2004

Szpilka osiowa

Szpilka osiowa łączy koło z obudową. Zazwyczaj składa się z gwintowanej szpilki z nakrętką, podkładek, rury i w razie potrzeby tulejek.

Standard: UNI EN 12526:2001 - ISO 22877:2004

Trzpień

Pionowa część obudowy służąca do połączenia obudowy ze sprzętem.

Standard: UNI EN 12526:2001 - ISO 22877:2004

Tuleja osiowa

Tuleja osiowa łączy płytę z pierścieniem ruchomym. Dzięki niej, płyta i łożysko tworzą jeden element, a widelec może obracać się wokół własnej osi.

Twardość

Twardość to zdolność materiału do przeciwstawiania się odkształceniom przy wzajemnym nacisku dwóch ciał.

Mierzona jest za pomocą testów pozwalających na wyliczenie rozmiaru odkształceń przy użyciu zadanej siły.

Do mierzenia twardości materiałów można wykonać różne testy. Durometry Shore A i Shore D są najczęściej używanymi instrumentami testowymi; durometr A stosuje się do miękkich materiałów (elastomery), natomiast typ D używa się do materiałów twardych (tworzywo termoplastyczne, polipropylen).

Standard: UNI EN ISO 868:1999 - ASTM D 2240-2004

Uszczelka przeciwpływowa

Uszczelka chroni głowicę skrętną przed kurzem.

Widelec

Widelec to element obudowy stałej lub obrotowej, o charakterystycznym kształcie odwróconej litery „U”. Otwory, wywiercone na dole, mieszczą osł koła; głowica skrętna jest zamocowana u góry.

Standard: UNI EN 12526:2001 - ISO 22877:2004

Wieniec

Wieniec lub pas toczny, jest zewnętrznym pokryciem koła. Wytwarzany jest z różnych materiałów i znamionuje koło. Wieniec jest mocowany do korpusu koła tworząc jeden element (za pomocą kleju lub przez montaż mechaniczny).

Wulkanizacja

Dodawanie siarki lub związków siarki do pewnych substancji, w tym gumy, co eliminuje ich właściwości plastyczne czyniąc je w ten sposób idealnie elastycznymi.

