

Załącznik do zarządzenia Nr 1199/2016 Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. z dnia 6 grudnia 2016 r.



PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

Wytyczne stosowania łożysk w kolejowych obiektach inżynieryjnych Id-120

Wytyczne nadają się do stosowania w zakresie warunków bezpiecznego prowadzenia ruchu kolejowego i utrzymania kolejowych obiektów inżynieryjnych

Właściciel: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Wydawca: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrala – Biuro Dróg Kolejowych ul. Targowa 74, 03-734 Warszawa tel. (22) 47-32-040 www.plk-sa.pl, e-mail: ilk@plk-sa.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone. Modyfikacja, wprowadzanie do obrotu, publikacja, kopiowanie i dystrybucja w celach komercyjnych, całości lub części instrukcji, bez uprzedniej zgody PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. – są zabronione.

Spis treści

Rozdział 1. Postanowienia ogólne	4
§ 1. Przedmiot wytycznych	4
§ 2. Zakres obowiązywania wytycznych.....	4
§ 3. Przeznaczenie wytycznych	4
Rozdział 2. Podział, określenia i definicje.....	4
§ 4. Podstawowe określenia i definicje	4
§ 5. Symbole	7
Rozdział 3. Klasyfikacja łożysk	8
§ 6. Klasyfikacja łożysk według ich funkcji	8
§ 7. Klasyfikacja łożysk według ich konstrukcji.....	9
Rozdział 4. Przekazywanie obciążeń na łożyska	9
§ 8. Zasady ogólne	9
§ 9. Przekazywanie sił	10
§ 10. Przejmowanie przemieszczeń.....	10
§ 11. Kontrola i odbiór łożysk.....	10
Rozdział 5. Charakterystyka łożysk	11
§ 12. Łożyska stalowe punktowo- i liniowo-styczne	11
§ 13. Łożyska wałkowe	12
§ 14. Łożyska elastomerowe	14
§ 15. Łożyska garnkowe	17
§ 16. Łożyska soczewkowe	19
§ 17. Łożyska prowadzące lub blokujące.....	20
§ 18. Elementy ślizgowe łożysk	23
Rozdział 6. Projektowanie łożysk	24
§ 19. Zalecenia ogólne	24
§ 20. Łożyska stalowe	25
§ 21. Łożyska elastomerowe	25
§ 22. Łożyska garnkowe	25
§ 23. Łożyska soczewkowe	25
§ 24. Łożyska prowadzące lub blokujące.....	25
Rozdział 7. Dobór łożysk	26
§ 25. Zalecenia ogólne	26
§ 26. Łożyska stalowe punktowo- i liniowo-styczne	26
§ 27. Łożyska wałkowe	27
§ 28. Łożyska elastomerowe	27
§ 29. Łożyska garnkowe	30

§ 30. Łożyska soczewkowe	30
§ 31. Łożyska prowadzące lub blokujące.....	30
Rozdział 8. Warunki dotyczące przęseł i podpór	30
§ 32. Zalecenia dotyczące konstrukcji przęseł	30
§ 33. Zalecenia dotyczące konstrukcji podpór (ław podłożyskowych)	30
Rozdział 9. Ustawianie łożysk	31
§ 34. Zalecenia ogólne	31
§ 35. Zespoleń łożysk z konstrukcją przęsła i podpory	34
§ 36. Schematy łożyskowania.....	36
§ 37. Łożyska stalowe	43
§ 38. Łożyska elastomerowe	43
§ 39. Łożyska garnkowe	43
§ 40. Łożyska soczewkowe	44
Rozdział 10. Ochrona łożysk przed korozją.....	44
Rozdział 11. Utrzymanie łożysk	44
§ 41. Zasady ogólne	44
§ 42. Utrzymanie łożysk stalowych punktowo- i liniowo-stycznych.....	45
§ 43. Utrzymanie łożysk wałkowych.....	46
§ 44. Utrzymanie łożysk elastomerowych	47
§ 45. Utrzymanie łożysk garnkowych	47
§ 46. Utrzymanie łożysk soczewkowych	48
Rozdział 12. Środki zaradcze przy uchybieniach w pracy łożysk	48
§ 47. Zasady ogólne	48
§ 48. Warunki naprawy lub wymiany łożysk stalowych	49
§ 49. Warunki naprawy lub wymiany łożysk elastomerowych	49
§ 50. Warunki naprawy lub wymiany łożysk garnkowych	50
§ 51. Warunki naprawy lub wymiany łożysk soczewkowych	51
§ 52. Warunki naprawy lub wymiany elementów ślizgowych łożysk.....	51
Rozdział 13. Wymiana łożysk	53
§ 53. Zasady ogólne	53
§ 54. Wymiana łożysk pod ruchem pociągów	54
§ 55. Wymiana łożysk przy ograniczeniu czasowym lub wstrzymaniu ruchu pociągów.....	54
Rozdział 14. Dokumenty związane	57
Zmiany i uzupełnienia	58

Rozdział 1. Postanowienia ogólne

§ 1. Przedmiot wytycznych

Przedmiotem niniejszych wytycznych jest określenie podstawowych wymagań projektowania i doboru oraz utrzymania i wymiany łożysk w kolejowych obiektach inżynieryjnych.

§ 2. Zakres obowiązywania wytycznych

1. Niniejsze wytyczne mają zastosowanie do łożysk:
 - 1) w eksploatowanych kolejowych obiektach inżynieryjnych usytuowanych w ciągach linii kolejowych użytku publicznego, na których dopuszczalna prędkość taboru nie przekracza 200 km/h; w przypadku linii kolejowych, na których prędkość taboru przekracza 200 km/h dobór odpowiednich łożysk i łożyskowania obiektów podlega dodatkowym analizom oraz wymaga indywidualnego projektowania;
 - 2) spełniających wymagania normy PN-EN 1337 „Łożyska konstrukcyjne”;
 - 3) w których zapewniony jest stały docisk, to jest nie przenoszących sił odrywania;
 - 4) stosowanych w zakresie temperatury od -25°C (w przypadku łożysk elastomerowych i garnkowych) oraz od -35°C (w przypadku łożysk soczewkowych) do $+50^{\circ}\text{C}$, a w krótkich okresach do $+70^{\circ}\text{C}$; jeżeli przewidywana jest stała temperatura o wartości niższej od -25°C (w przypadku łożysk elastomerowych i garnkowych), to do określenia parametrów odkształceniowych łożysk konieczne będzie laboratoryjnie wyznaczenie modułu odkształcenia postaciowego G według metody podanej w [3].
2. Wytyczne mają zastosowanie w projektowaniu, budowie i odbiorach nowych oraz modernizowanych kolejowych obiektów inżynieryjnych.

§ 3. Przeznaczenie wytycznych

Niniejsze wytyczne są przeznaczone dla jednostek organizacyjnych Spółki PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. zajmujących się utrzymaniem i eksploatacją kolejowych obiektów inżynieryjnych.

Rozdział 2. Podział, określenia i definicje

§ 4. Podstawowe określenia i definicje

W niniejszych wytycznych są stosowane następujące określenia i definicje związane ze stosowaniem łożysk w kolejowych obiektach inżynieryjnych:

- 1) blacha austenityczna - blacha ze stali nierdzewnej o odpowiednim składzie chemicznym;
- 2) cios podłożyskowy - odsadzka z betonu zbrojonego lub ciosu kamiennego połączona trwale z ławą podłożyskową lub głowicą podpory, zapewniająca swobodny dostęp do łożyska;

- 3) elastomer - materiał wielomolekularny, powracający niemal do swych początkowych wymiarów i kształtu po odkształceniu wywołanym naprężeniem oraz po zwolnieniu tego naprężenia;
- 4) główna oś przemieszczeń - oś konstrukcji niosącej, poprowadzona z łożyska nieprzesuwne, wzdłuż której następuje główne przemieszczenie konstrukcji;
- 5) górna powierzchnia ślizgowa - powierzchnia pokryta PTFE zwulkanizowana z łożyskiem elastomerowym, będąca w kontakcie z blachą ślizgową, umożliwiającą względne przemieszczenia;
- 6) kanał prowadnicy – wycięcie w górnej płycie ślizgowej do umieszczenia w nim prowadnicy, stosowane w przypadku jej centrycznego ustawienia;
- 7) kieszenie smarownicze - zagłębienia czaszowe lub stożkowe w arkuszu PTFE do gromadzenia smaru silikonowego;
- 8) kołnierz – pierścień ograniczający przemieszczenia we wszystkich kierunkach stosowany w niektórych łożyskach nieprzesuwnych;
- 9) ława podłożyskowa - część czołowa przyczółka stanowiąca oparcie dla łożysk;
- 10) łożysko mostowe - konstrukcja, której zadaniem jest przeniesienie sił z przęsła na podporę, umożliwiającą jednocześnie obroty przekrojów podporowych przęsła i ewentualnie przemieszczenia przęsła w płaszczyźnie podparcia;
- 11) łożysko nieprzesuwne - typ łożyska umożliwiający jedynie jego wszechstronne obroty;
- 12) łożysko jednokierunkowo przesuwne - typ łożyska umożliwiający przemieszczenia jedynie w jednym kierunku oraz obroty w jednym lub wielu kierunkach;
- 13) łożysko wielokierunkowo przesuwne – typ łożyska umożliwiający wszechstronne przemieszczenia oraz obroty;
- 14) łożysko blokujące – typ łożyska uniemożliwiającego wszelkie ruchy w płaszczyźnie poziomej i nie przenoszący reakcji pionowej, ale zapewniający obroty;
- 15) łożysko prowadzące - typ łożyska przeznaczonego do przenoszenia wyłącznie obciążeń poziomych działających w jednym kierunku i nie przenoszący reakcji pionowej;
- 16) łożysko stalowe punktowo-styczne - łożysko stalowe nieprzesuwne umożliwiające obroty przęsła we wszystkich kierunkach;
- 17) łożysko stalowe liniowo-styczne - łożysko stalowe nieprzesuwne umożliwiające obroty w jednym określonym kierunku;
- 18) łożysko punktowo-przechyłne - łożysko nieprzesuwne umożliwiające obroty przęsła we wszystkich kierunkach;
- 19) łożysko liniowo-przechyłne - łożysko nieprzesuwne umożliwiające obroty w jednym kierunku;

- 20) łożysko elastomerowe (łożysko odkształcalne) - łożysko wykonane z różnych odmian gumy (np. neoprenu), zbrojonych lub niezbrojonych blachami stalowymi;
- 21) łożysko garnkowe - łożysko składające się z płyty elastomerowej (elementu obrotowego) osadzonej w cylindrze i dociśniętej ciasno spasowanym tłokiem oraz uszczelki wewnętrznej;
- 22) łożysko soczewkowe - łożysko w kształcie płasko-wypukłej soczewki - sferycznej lub cylindrycznej - umieszczonej między płaską płytą górną oraz wklęsłą płytą dolną;
- 23) łożysko wałkowe – łożysko składające się z dwóch płyt toczenia: górnej i dolnej oraz wstawionych między te płyty jednego lub dwóch wałków;
- 24) łożyskowanie - plan rozmieszczenia łożysk na podporach obiektu uwzględniający sposób przenoszenia przemieszczeń (nieprzesuwne, jedno- lub wielokierunkowo przesuwne, blokujące, prowadzące);
- 25) naprawa łożyska - korekta lub wymiana elementów łożyska wykonywana na miejscu, bez lub z podnoszeniem bądź przesuwaniem przęsła;
- 26) pergola - obiekt specjalny w miejscu skrzyżowania linii z innymi liniami kolejowymi lub drogami, gdzie ich osie krzyżują się pod małym kątem, lub w miejscach rozgałęzienia linii, gdzie występuje skrzyżowanie dwupoziomowe toru głównego zasadniczego z torem odgałęźnym ze względu na ostry kąt tego skrzyżowania;
- 27) płyta ślizgowa - element nośny i jednocześnie stykający się z górną powierzchnią ślizgową łożyska; może nim być:
 - a) pojedyncza blacha ze stali austenitycznej;
 - b) cienka blacha ze stali austenitycznej mocowana do płyty nośnej ze stali zwykłej;
 - c) cienka blacha ze stali austenitycznej sklejana z warstwą pośrednią elastomeru zwulkanizowanego z płytą nośną ze stali zwykłej;
- 28) podsadzka (podlewka) - warstwa zaprawy cementowej lub cementowo - żywicznej grubości minimalnej 20 mm i nie przekraczającej 50 mm, służąca do osadzenia podstawy łożyska;
- 29) politetrafluoroetylen (PTFE) - tworzywo fluorowęglowe, o bardzo małym współczynniku tarcia;
- 30) prowadnica – element wyznaczający kierunek przemieszczeń łożyska i ograniczający przemieszczenia w kierunku do niego prostopadłym;
- 31) punkt centralny przemieszczeń - punkt stały (ognisko) konstrukcji niosącej, względem którego następują jej przemieszczenia;
- 32) smar silikonowy - smar stanowiący kompozycję oleju silikonowego oraz mydła litowego;
- 33) ślizgowe łożysko elastomerowe - łożysko elastomerowe zwulkanizowane z płytą stalową, w której osadzony jest arkusz PTFE lub bezpośrednio z arkuszem PTFE, kontaktującym się z górną płytą ślizgową;

- 34) ślizgowe łożysko garnkowe - łożysko garnkowe zespolone z elementem ślizgowym w celu zapewnienia możliwości przesuwu poziomego w jednym lub wielu kierunkach;
- 35) ślizgowe łożysko soczewkowe - łożysko soczewkowe zespolone z elementem ślizgowym w celu zapewnienia możliwości przesuwu poziomego w jednym lub wielu kierunkach;
- 36) wahacz - górny element łożyska nieprzesuwne będący w kontakcie z korpusem sferycznym lub cylindrycznym;
- 37) wymiana łożyska - usunięcie łożyska i wstawienie na jego miejsce nowego łożyska;
- 38) wyprzedzenie - wykonywane przed montażem łożyska wstępne przesunięcie górnej płyty ślizgowej względem części dolnej, wynikające z uwzględnienia temperatury montażu różnej od $+10^{\circ}\text{C}$;
- 39) zacisk montażowy - konstrukcja, na ogół z połączeniem na śruby, służąca do zblokowania ruchomych elementów łożyska na czas transportu i ustawiania;

§ 5. Symbole

1. W niniejszych wytycznych są stosowane następujące symbole związane ze stosowaniem łożysk w kolejowych obiektach inżynierskich:
 - h - wysokość występu arkusza PTFE poza osadzenie;
 - h_1, h_2 - występy paska PTFE poza osadzenie, odpowiednio po obu stronach prowadnicy;
 - r - promień obrotu tłoka łożyska garnkowego lub soczewki łożyska soczewkowego,
 - s_{1min}, s_{1max} - luz, odpowiednio minimalny i maksymalny, między kołnierzem tłoka a górną krawędzią cylindra po obrocie tłoka w łożysku garnkowym;
 - s_2 - luz między obrzeżem wahacza a płytą dolną w łożysku stalowym punktowo-stycznym;
 - s_{3min}, s_{3max} - luz, odpowiednio minimalny i maksymalny, w kanale prowadnicy;
 - s_{4u} - luz pionowy między płytą górną z kanałem prowadnicy a płytą dolną łożyska;
 - s_{4o} - luz pionowy między płytą górną z kanałem prowadnicy a górną powierzchnią prowadnicy;
 - v_x - wzajemne przemieszczenie płyt górnej i dolnej w łożysku wałkowym;
 - v_x, v_y - przemieszczenia powierzchni górnej względem dolnej w łożysku elastomerowym, odpowiednio wzdłuż osi x i y ;
 - x - kierunek osi podłużnej przęsła;
 - y - kierunek prostopadły do osi podłużnej przęsła;
 - B - szerokość przęsła; H - wysokość przęsła; L_p - długość przęsła;
 - L_w - długość wałka w łożysku wałkowym;
 - α - wzajemny kąt obrotu płyty górnej i dolnej łożyska;
 - α_x, α_y - kąty obrotu na łożysku elastomerowym, odpowiednio względem osi x i y ; φ - kąt ukosu przęsła.

2. Pozostałe symbole występujące na rysunkach opisano w podpisach pod rysunkami lub w tekście wytycznych.

Rozdział 3. Klasyfikacja łożysk

§ 6. Klasyfikacja łożysk według ich funkcji

1. Podparcie przęsła kolejowego obiektu inżynierskiego powinno zapewniać:
 - 1) możliwość przenoszenia wszelkich sił i oddziaływań z przęseł na podpory;
 - 2) swobodę zmian w geometrii ustroju niosącego, zgodnych z jego schematem statycznym.
2. W zależności od rodzaju przejmowanych przemieszczeń łożyska dzielą się na następujące typy:
 - 1) nieprzesuwne (stałe); w szczególnym przypadku są nimi także łożyska blokujące;
 - 2) jednokierunkowo przesuwne (z przesuwem w jednym kierunku); w szczególnym przypadku są nimi także łożyska prowadzące;
 - 3) wielokierunkowo przesuwne (swobodne).
3. W zależności od rodzaju przejmowanych obrotów łożyska dzielą się na:
 - 1) punktowo - przechylne, zapewniające obroty we wszystkich kierunkach;
 - 2) liniowo - przechylne, zapewniające obroty w określonym kierunku.
4. Możliwości przekazywania obciążeń i przejmowania przemieszczeń poszczególnych typów łożysk zestawiono w tabeli 1:

Tabela 1. Charakterystyka typów łożysk według ich funkcji

Typ łożyska	Kierunek przekazywania sił (pionowych lub poziomych)	Możliwość	
		przemieszczeń	obrotów
Nieprzesuwne	w pionie i poziomie, we wszystkich kierunkach	brak	wokół jednej lub wielu osi
Jednokierunkowo przesuwne	w pionie a w poziomie w jednym kierunku	w poziomie, w jednym kierunku	
Wielokierunkowo przesuwne	w pionie	w poziomie, we wszystkich kierunkach	

Typ łożyska	Kierunek przekazywania sił (pionowych lub poziomych)	Możliwość	
		przemieszczeń	obrotów
Blokujące	w poziomie, we wszystkich kierunkach	w pionie	
Prowadzące	w poziomie, w jednym kierunku	w pionie a w poziomie, w jednym kierunku	

§ 7. Klasyfikacja łożysk według ich konstrukcji

Z uwagi na swą budowę wyróżniamy następujące rodzaje łożysk:

- 1) stalowe punktowo- i liniowo-styczne;
- 2) wałkowe;
- 3) elastomerowe;
- 4) garnkowe;
- 5) soczewkowe;
- 6) prowadzące lub blokujące.

Rozdział 4. Przekazywanie obciążeń na łożyska

§ 8. Zasady ogólne

1. Przęsła kolejowych obiektów inżynierskich, jeżeli nie są monolitycznie połączone z podporami, to powinny być opierane na podporach: filarach i przyczółkach, za pośrednictwem łożysk.
2. Rodzaj zastosowanego łożyska oraz warunki jego wbudowania nie powinny powodować w konstrukcji przęsła dodatkowych naprężeń oraz zapewniać stateczność podpór.
3. Jeżeli stosowane są przęsła monolityczne o schemacie belki statycznie wyznaczalnej i rozpiętości nie przekraczającej 15 m, to dopuszczalne jest stosowanie na obu przyczółkach łożysk nieprzesuwnych.
4. W przypadku wysokich smukłych filarów łożyska nieprzesuwne można stosować na końcach przęseł przy rozpiętości większej od 15 m; należy wówczas uwzględnić stopień utwierdzenia podpór w stopach fundamentowych.
5. W przypadku obiektów o dużym skosie, niezależnie od ich rozpiętości, nie jest zalecane rozwiązanie z łożyskami nieprzesuwnymi na obu końcach przęseł.

6. Podparcie przęseł na łożyskach stalowych liniowo- lub punktowo-stycznych można stosować tylko w przypadku przęseł betonowych małej rozpiętości, o których mowa w ust. 3.

§ 9. Przekazywanie sił

1. Łożyska powinny być wymiarowane na przeniesienie pionowych i poziomych reakcji podporowych, które mogą wystąpić podczas budowy oraz eksploatacji kolejowego obiektu inżynierskiego.
2. Wartości reakcji podporowych powinny być wyznaczane zgodnie z zaleceniami [12].
3. Reakcje poziome powinny być przekazywane na łożyska nieprzesuwne lub specjalne łożyska blokujące; w przypadku stosowania łożysk elastomerowych powinny być one umieszczone między płytami stalowymi z ogranicznikami przesuwu we wszystkich kierunkach.
4. Przekazywanie sił poziomych w kierunku prostopadłym do osi podłużnej przęsła wywołanych np. parciem wiatru, uderzeniami bocznymi lub siłami odśrodkowymi powinno odbywać się za pośrednictwem łożysk jednokierunkowo przesuwnych, umieszczonych na każdej z podpór, w osi łożyska nieprzesuwne.

§ 10. Przejmowanie przemieszczeń

1. Łożyska powinny być zaprojektowane w taki sposób, aby wszelkie ruchy, jak obroty czy przemieszczenia podczas budowy oraz eksploatacji kolejowego obiektu inżynierskiego mogły być przejmowane przy jak najmniejszych oporach.
2. Obroty i przemieszczenia powinny być wyznaczane z odpowiednimi współczynnikami bezpieczeństwa określonymi w [12].
3. W doborze łożysk nieprzesuwnych i przesuwnych należy uwzględniać także przemieszczenia kątowe (obroty) na podporach wywołane zginaniem przęseł.
4. W przypadku możliwości wystąpienia znacznych przemieszczeń liniowych i kątowych, np. w przęsłach bardzo szerokich lub w dużym skosie, należy zapewnić łożyskom obroty we wszystkich kierunkach.

§ 11. Kontrola i odbiór łożysk

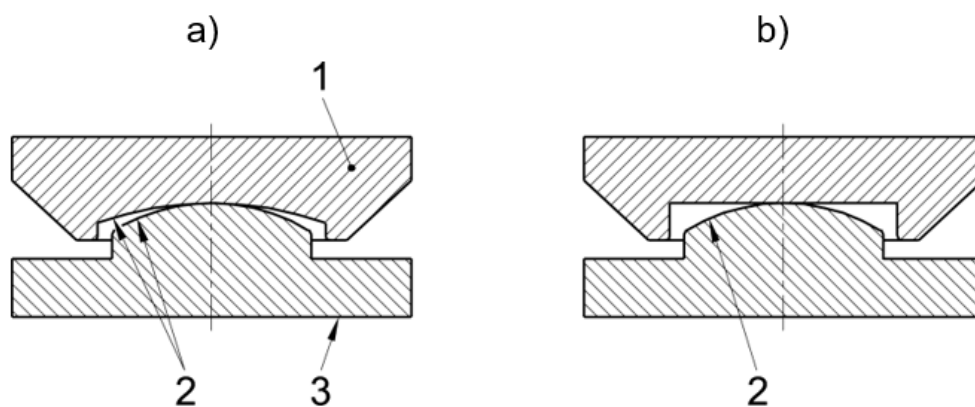
1. Zarządca infrastruktury kolejowej powinien kontrolować wartości obciążeń przyjmowanych przy wyznaczaniu reakcji podporowych, a także przy wymiarowaniu łożysk oraz warunkach ich zwierania z przęsłami i podporami.
2. Odbiór łożysk przez zarządcę infrastruktury kolejowej odbywa się na podstawie obowiązujących zarządcę przepisów.
3. Zakres i częstość zakładowej kontroli produkcji prowadzonej przez producenta łożysk i przez organ zewnętrzny (jeżeli jest to wymagane) powinny być prowadzone zgodnie z PN-EN 1337.

4. Przed rozpoczęciem seryjnej produkcji łożysk powinno być wykonane tzw. wstępne badanie typu.
5. Wstępne badanie typu powinno być powtórzone, jeśli nastąpią zmiany w konstrukcji łożyska lub w procesie jego wytwarzania.
6. Łożyska do kolejowych obiektów inżynierskich powinny uzyskać certyfikat zgodności z normą PN-EN 1337, wydany przez akredytowane laboratorium badawcze.
7. Wszystkie dane związane z zastosowanym łożyskiem i jego wbudowaniem, niezależnie od rozpiętości przęsła, powinny być ujęte w protokole łożyska w formie formularza; wzór formularza podano w [11].
8. Do protokołu łożyska powinny być dołączone atesty i certyfikaty wszystkich materiałów i surowców użytych do jego wykonania.
9. Protokół łożyska powinien być dołączony do dokumentacji powykonawczej kolejowego obiektu inżynierskiego.

Rozdział 5. Charakterystyka łożysk

§ 12. Łożyska stalowe punktowo- i liniowo-styczne

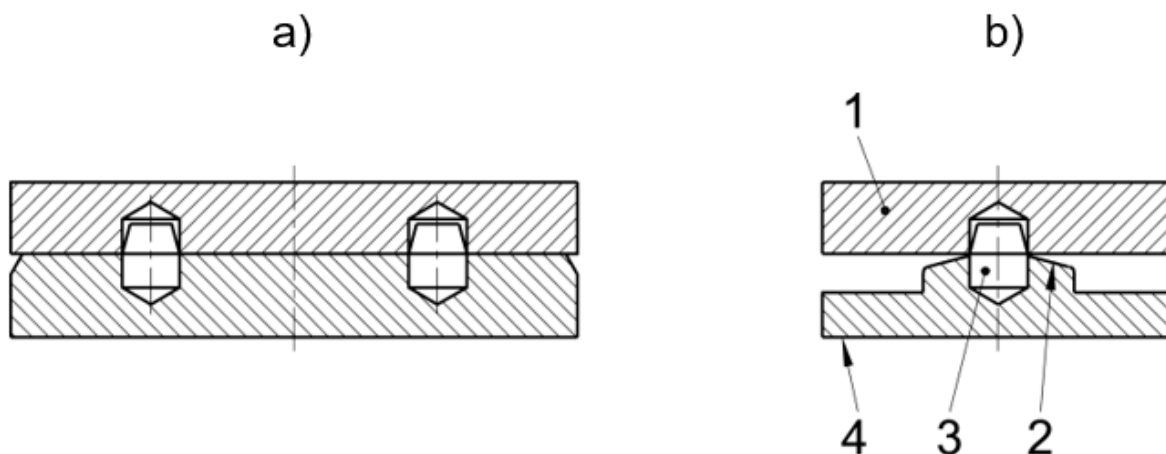
1. Łożyska stalowe punktowo-styczne tworzą dwa elementy, górny płaski lub sferyczny wklęsły oraz dolny sferyczny wypukły zapewniający punktowy kontakt powierzchni obu elementów na powierzchni odcinka kuli.



Rys.1. Łożysko stalowe punktowo-styczne: a) z górną płytą sferyczną wklęsłą, b) z górną płytą płaską; 1 - płyta górna wahacza, 2 - powierzchnia sferyczna, 3 - płyta dolna

2. Obroty w łożysku stalowym punktowo-stycznym możliwe są we wszystkich kierunkach, a w liniowo-stycznym jedynie względem jednej osi poziomej równoległej do tworzącej powierzchni cylindrycznej.
3. Łożyska stalowe liniowo-styczne tworzą dwa elementy; jeden płaski a drugi cylindryczny, zapewniający kontakt powierzchni obu elementów wzdłuż tworzącej cylindra.

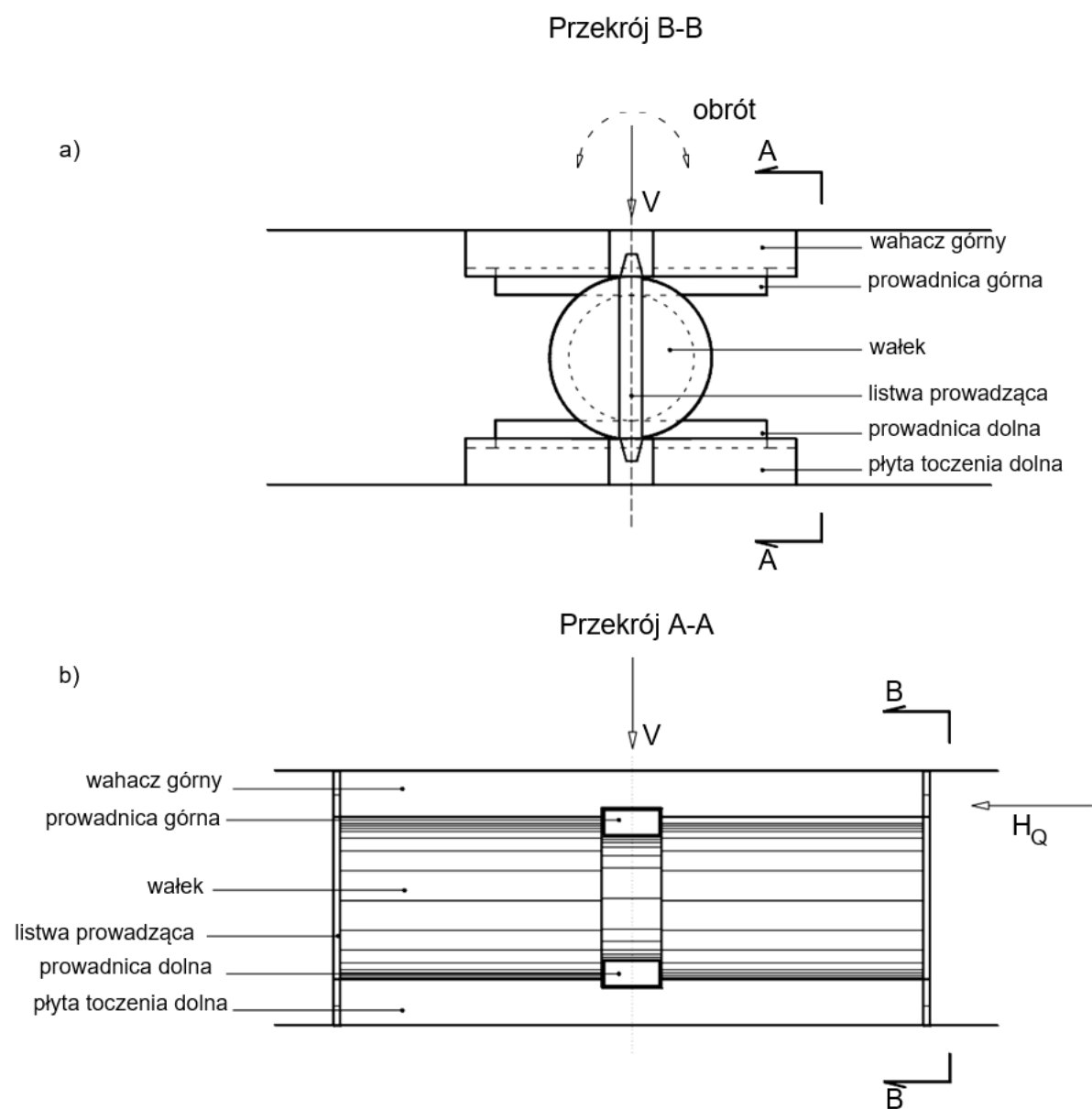
4. W celu zabezpieczenia przed przesunięciem względem siebie obu elementów, między ich powierzchnie kontaktowe powinny być wstawione blokady, np. w postaci kołnierzy, prowadnic lub stożkowych bolców.
5. Łożyska, które poddawane są kątom obrotu większym od 0,05 rad nie wchodzą w zakres niniejszych wytycznych.



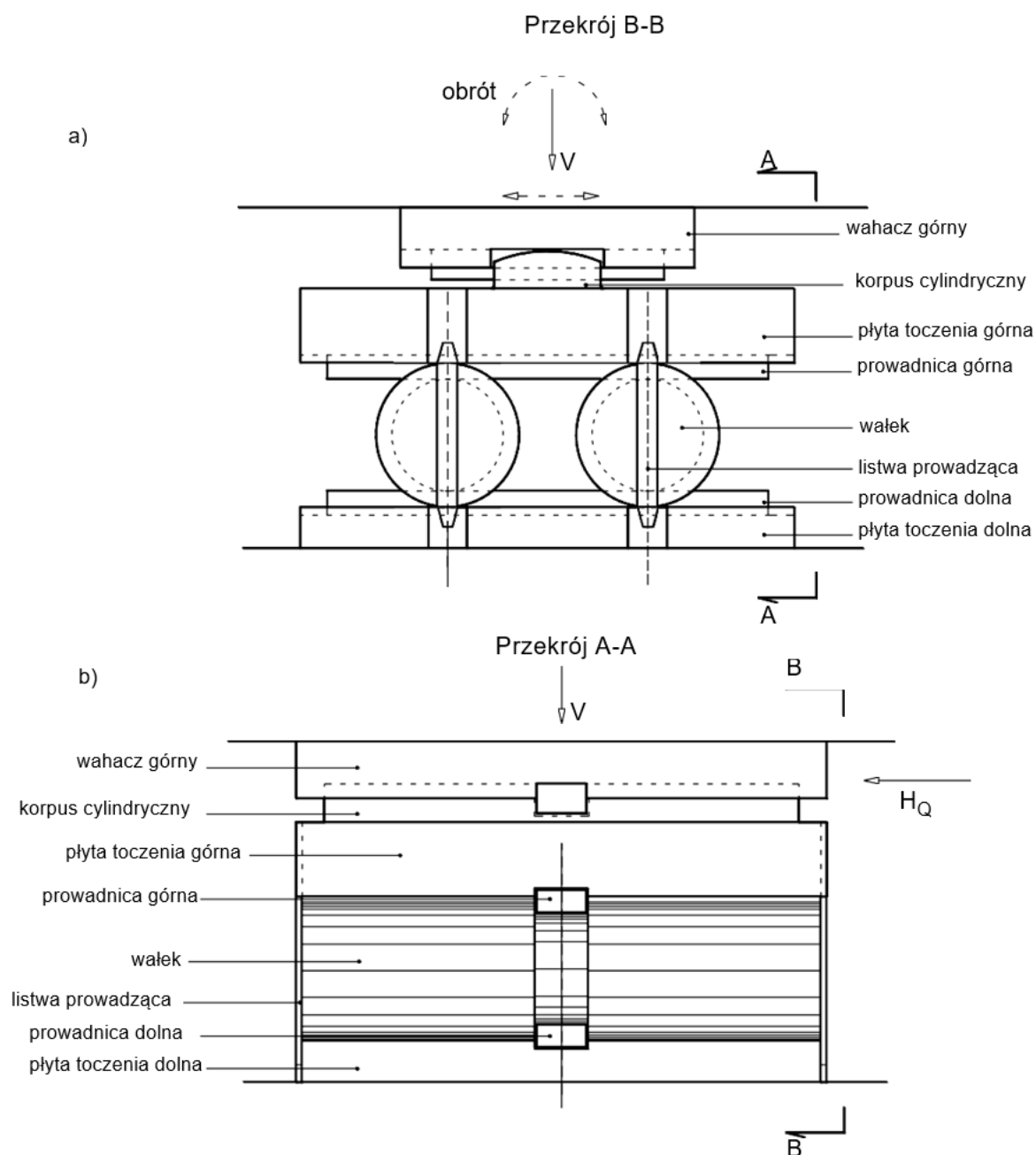
Rys.2. Łożysko stalowe liniowo-styczne: a) przekrój podłużny, b) przekrój poprzeczny; 1- płyta górna (wahacz), 2- powierzchnia cylindryczna, 3- zabezpieczenie przed przesunięciem, 4- płyta dolna

§ 13. Łożyska wałkowe

1. Łożyska wałkowe tworzą płyty toczenia dolna i górna oraz umieszczone między nimi wałki stalowe.
2. Płyty toczenia powinny mieć grubość zapewniającą przeniesienie obciążeń z wałków na konstrukcję niosącą oraz podporę.
3. Dopuszczalne jest stosowanie tylko łożysk jedno- lub dwuwałkowych.
4. Wałki powinny mieć zabezpieczenia przed przemieszczeniem poprzecznym względem płyt toczenia.
5. Płyta dolna powinna być osadzona w betonie ławy podłożyskowej, na głębokość co najmniej 30 mm.
6. Występ osadzonej w podporze płyty dolnej powinien wynosić co najmniej 5 mm.



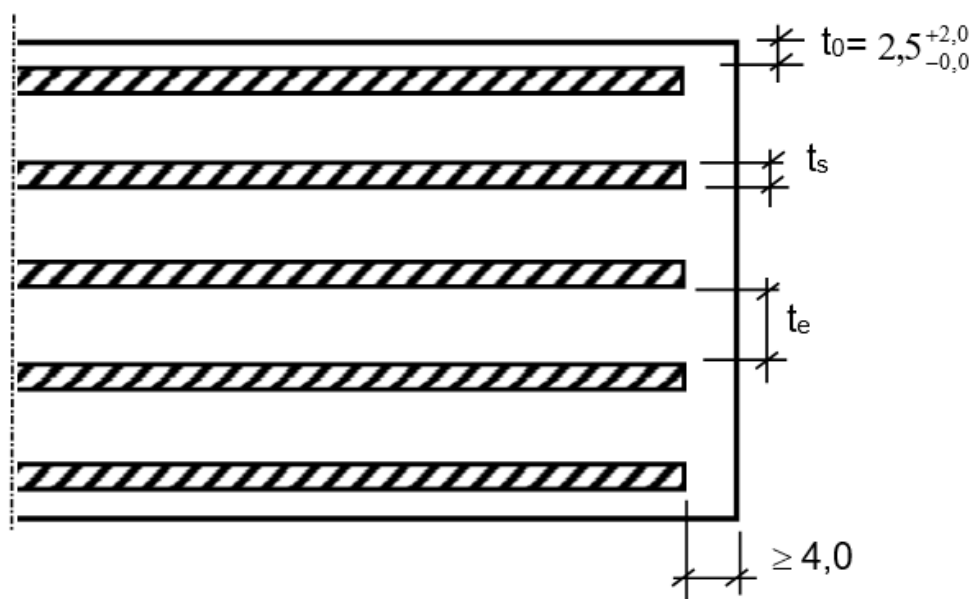
Rys.3. Przykład łożyska jednowałkowego: a) widok z boku, b) widok od czoła (V- siła pionowa, H_Q - poprzeczna siła pozioma)



Rys.4. Przykład łożyska dwuwalkowego: a) widok z boku, b) widok od czoła (V - siła pionowa, H_Q - poprzeczna siła pozioma)

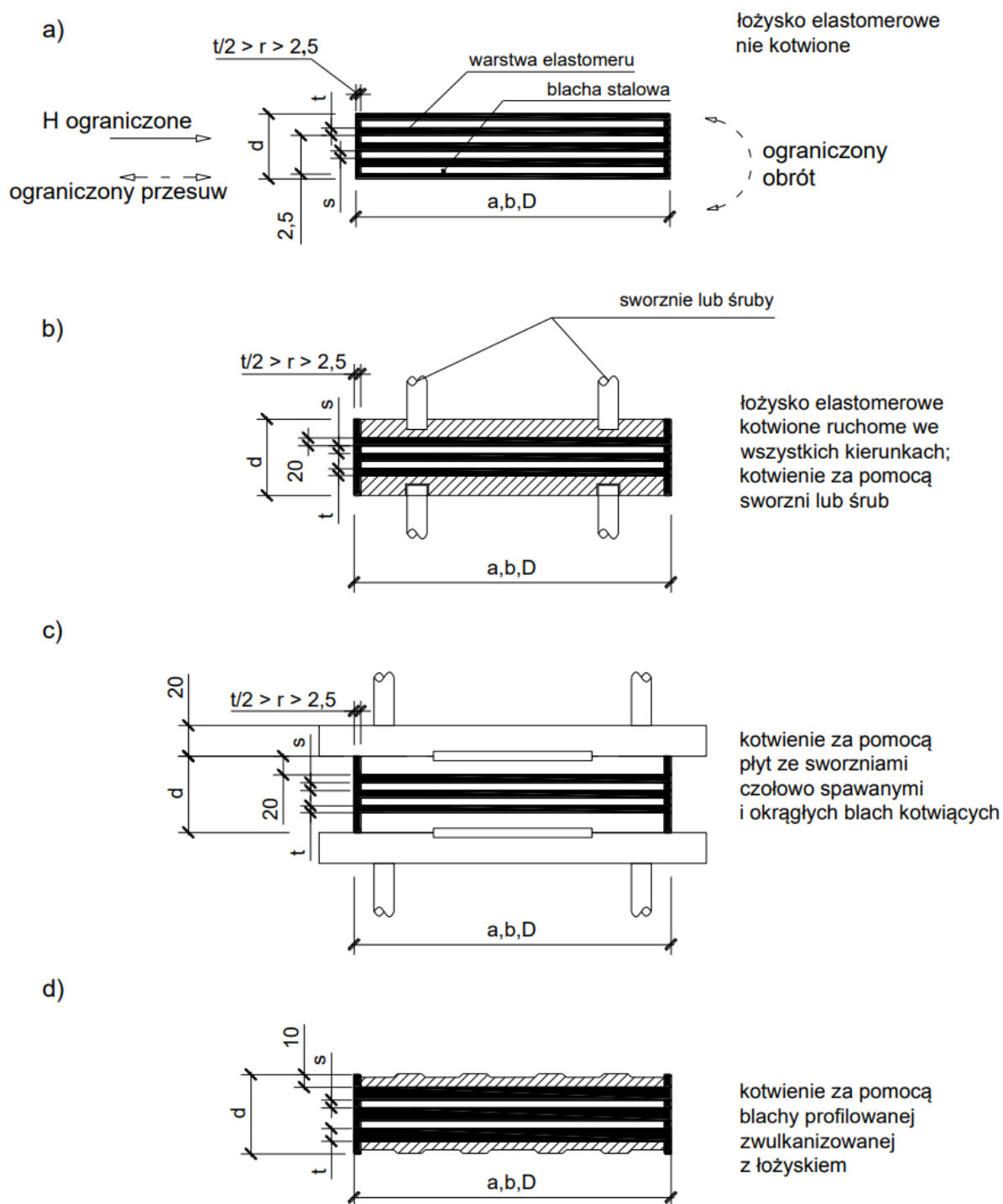
§ 14. Łożyska elastomerowe

1. W łożyskach elastomerowych zbrojonych blachami stalowymi wykorzystywana jest duża odkształcalność sprężysta elastomeru i jego nieściśliwość. W ten sposób siły pionowe mogą być przekazywane przez całe powierzchnie, przy niewielkiej zmianie postaci łożyska, a jednocześnie mały opór warstw elastomeru między blachami zbrojenia na siły poziome pozwala na przenoszenie przemieszczeń poziomych konstrukcji przęsła.

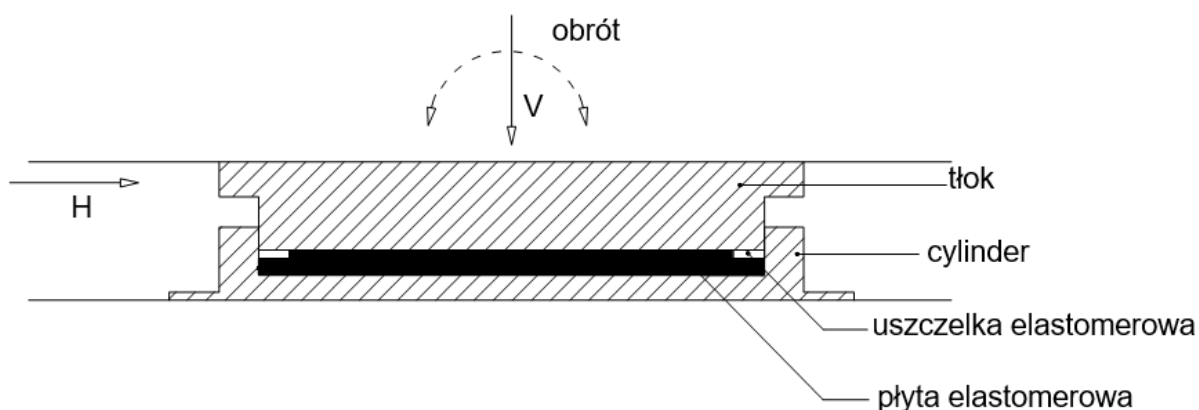


Rys.5. Przekrój przez łożysko elastomerowe: t_s - grubość blachy zbrojenia, t_e – grubość warstwy elastomeru, t_o – grubość otuliny górnej lub dolnej (wymiały w mm)

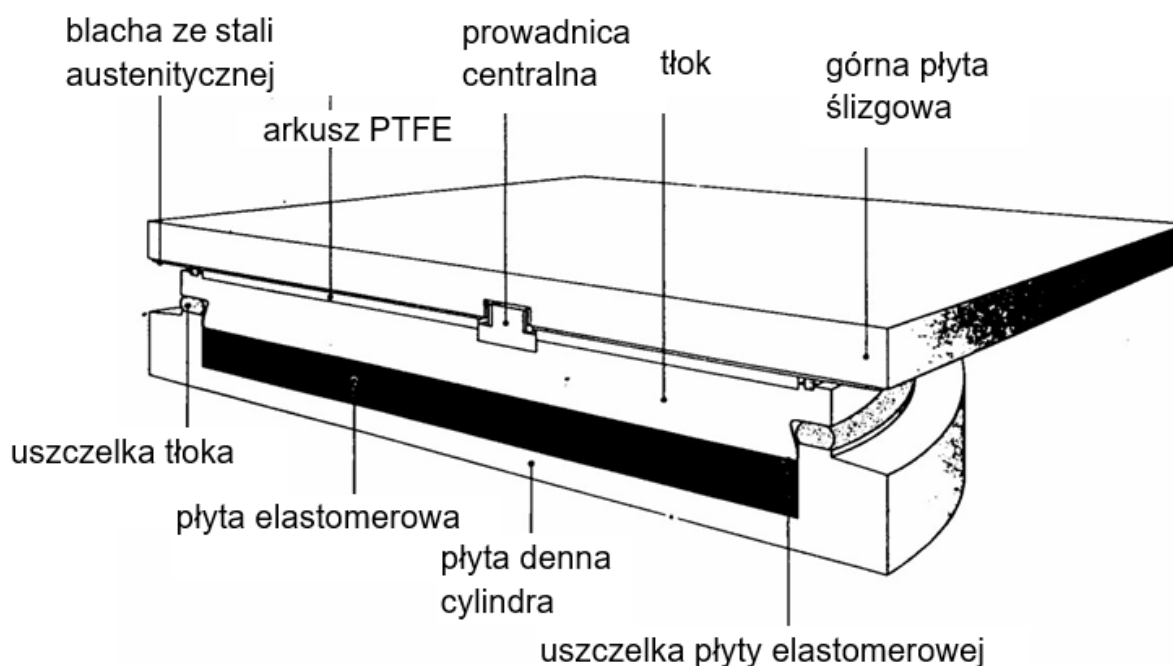
2. Łożyska elastomerowe powinny być projektowane i wykonywane do przejmowania przemieszczeń poziomych w dowolnym kierunku oraz obrotów wokół dowolnej osi w wyniku odkształcenia sprężystego, w celu przekazania we właściwy sposób, z jednego elementu konstrukcyjnego na drugi, sił i przemieszczeń obliczeniowych, otrzymanych z analizy konstrukcji.
3. Łożyska elastomerowe są łożyskami odkształcalnymi postaciowo (wielokierunkowo przesuwными).
4. Łożyska elastomerowe mogą być ustawiane bez kotwienia lub z kotwieniem, w zależności od wymaganej sytuacji podporowej.
5. Jeżeli łożyska elastomerowe mają być zastosowane jako łożyska nieprzesuwne lub jednokierunkowo przesuwne, to powinny być one zaopatrzone w odpowiednie blokady przemieszczeń.
6. Kotwienie mogą zapewniać trzpienie, śruby, płyty stalowe ze sworzniami czołowo spawanymi lub płyty górne i dolne z odpowiednimi blokadami.
7. Mimo że łożyska elastomerowe są projektowane do przenoszenia przemieszczeń postaciowych, to nie powinny być one jednak stosowane do przenoszenia długotrwale działających zewnętrznych obciążeń poziomych (ścinających).
8. Projektując zakotwienie łożyska elastomerowego należy zapewnić możliwość jego wymiany.



Rys.6. Łożysko elastomerowe nie kotwione (a)) i łożyska kotwione (b), c) i d)); a, b - wymiary łożyska prostokątnego w planie, d - wysokość łożyska, r - grubość bocznej otuliny blach zbrojenia, s - grubość blachy zbrojenia, t - grubość warstwy elastomeru, D - średnica łożyska kołowego w planie, H - siła pozioma przenoszona przez łożysko (wymiały w mm).



Rys.8. Łożysko garnekowe nieprzesuwne; V - siła pionowa, H - siła pozioma



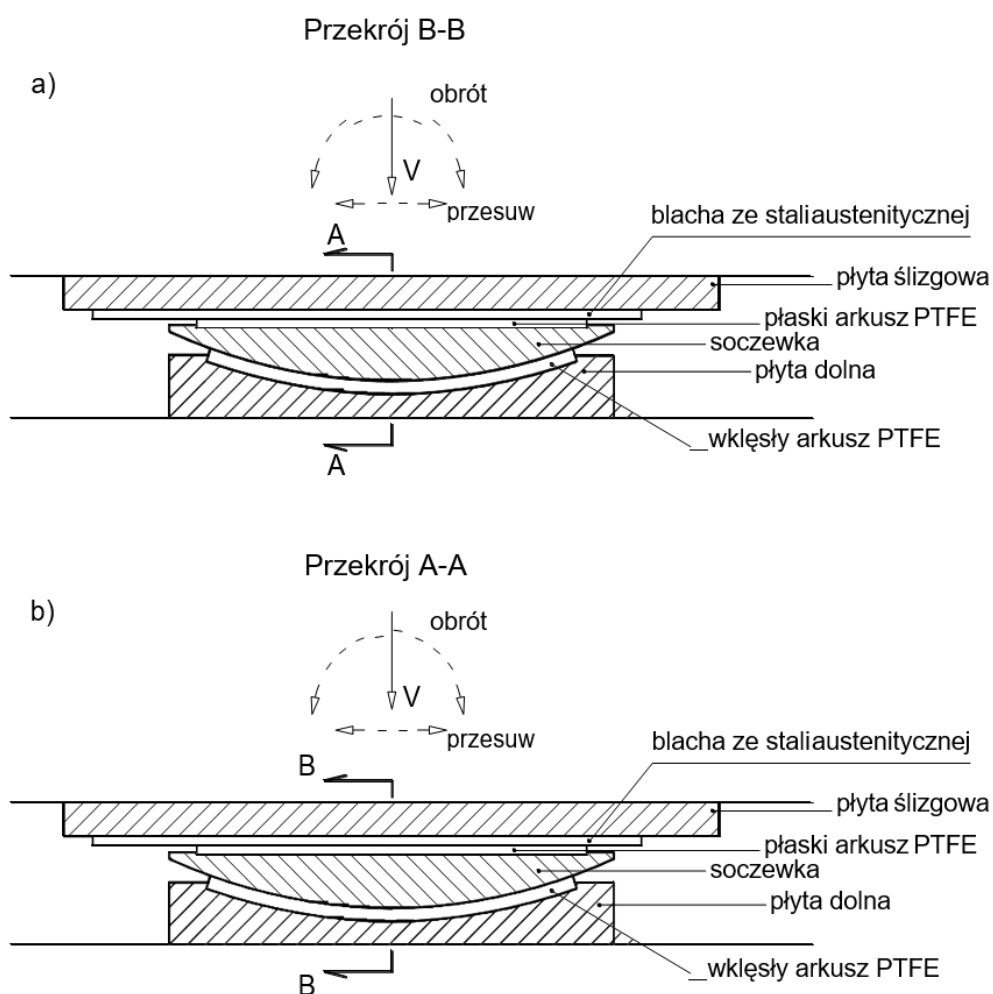
Rys.9. Łożysko garnekowe jednokierunkowo przesuwne z centralną prowadnicą

2. Blok elastomeru poddany dużemu ciśnieniu zachowuje się jak ciało płynne i pozwala na wszechstronne obroty tłoka.
3. Łożysko garnekowe umożliwia przejmowanie dużych nacisków przy jego małej wysokości konstrukcyjnej.
4. Siły poziome są przekazywane przez docisk tłoka do cylindra.
5. Możliwość przemieszczenia można ograniczyć do jednego kierunku stosując ograniczniki w postaci prowadnicy centralnej lub prowadnic skrajnych.
6. Przemieszczenia poziome na łożysku przesuwным zapewniają elementy ślizgowe (poziomy górny płyty ślizgowej oraz pionowe w prowadnicy).
7. Łożyska garnekowe nieprzesuwne i jednokierunkowo przesuwne wymagają kotwienia.
8. W konstrukcjach betonowych zalecane jest kotwienie za pomocą trzpieni kotwowych lub sworzni czołowo spawanych.

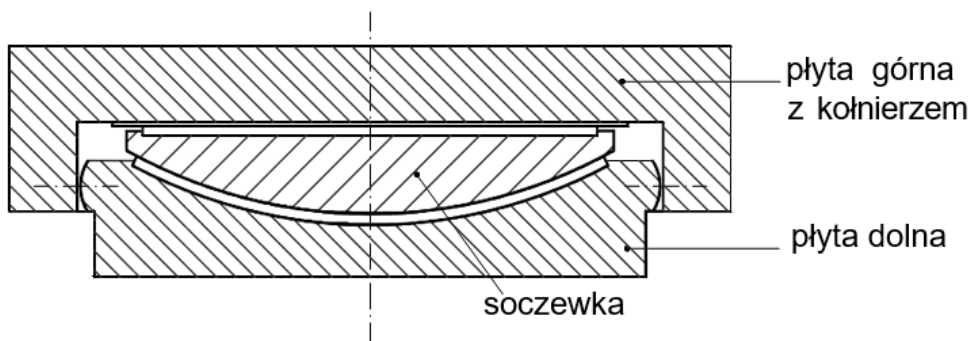
9. Jeżeli stosowane są sworznie czołowo spawane to powinny być one mocowane do płyty przekładkowej a nie bezpośrednio do górnej lub dolnej płyty łożyska.
10. W konstrukcjach stalowych do kotwienia łożysk garbkowych powinny być stosowane połączenia śrubowe lub spawane.
11. Jeżeli są stosowane połączenia spawane, to powinny być one wykonywane z płytą przekładkową, umożliwiającą łatwy demontaż łożyska.
12. Prognozując żywotność obiektu należy uwzględnić ograniczoną trwałość bloku elastomeru i zapewnić możliwość wymiany łożyska.

§ 16. Łożyska soczewkowe

1. Łożyska soczewkowe zapewniają możliwość wszechstronnych przemieszczeń kątowych przęśla względem podpory.
2. Możliwość tych przemieszczeń kątowych wynika z faktu, że jeden z elementów łożyska w kształcie soczewki wypukłej ślizga się po powierzchni soczewki wklęsłej o tym samym promieniu krzywizny.



Rys.10. Łożysko soczewkowe wielokierunkowo przesuwne: a) przekrój podłużny, b) przekrój poprzeczny

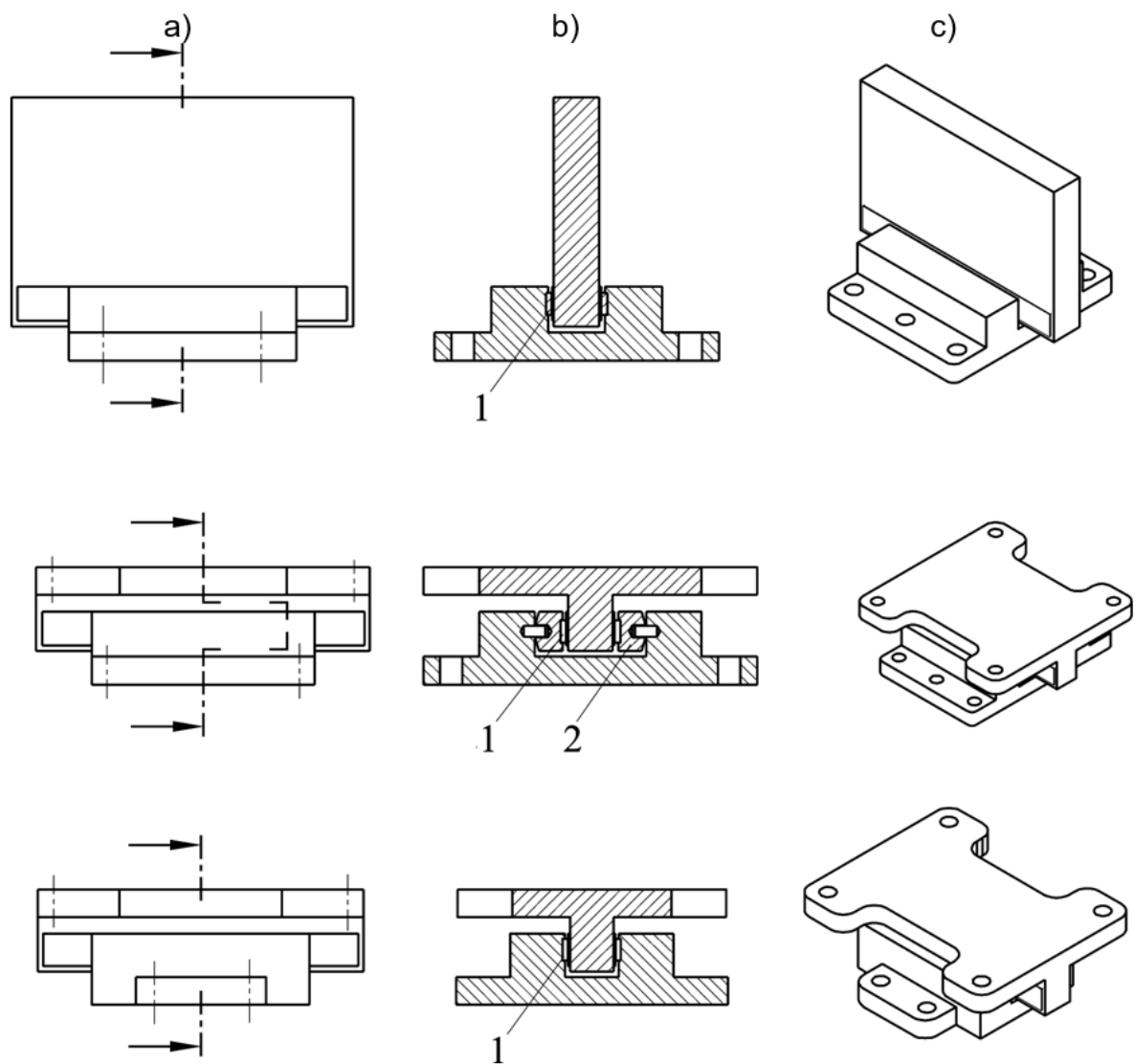


Rys.11. Łożysko soczewkowe nieprzesuwne

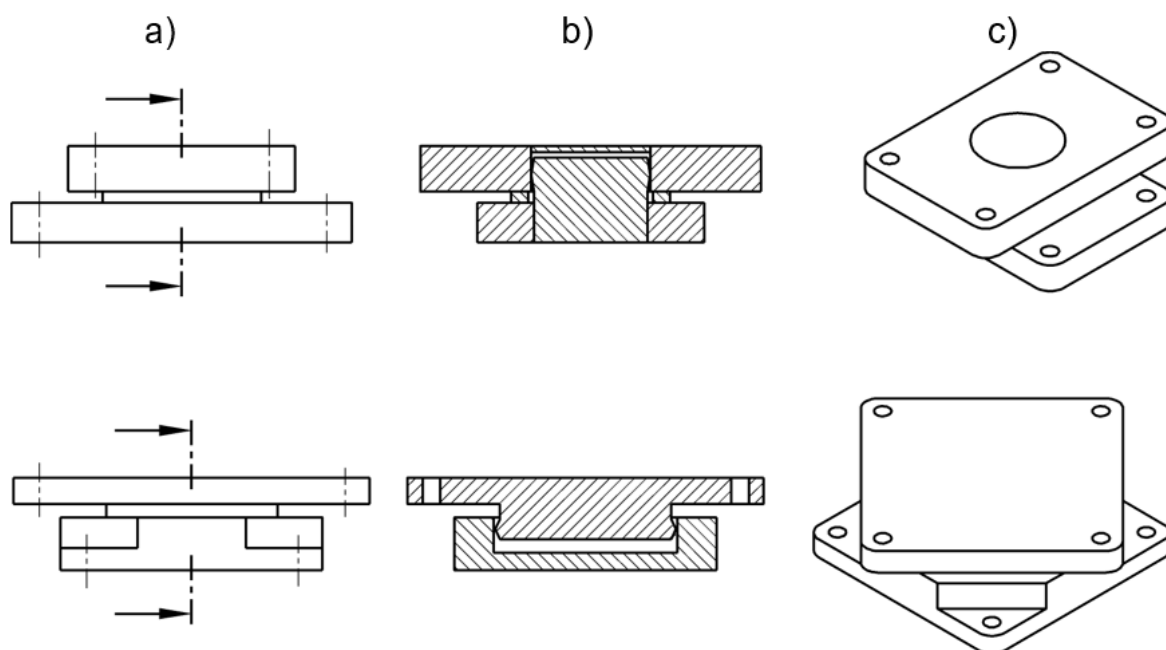
3. W celu zmniejszenia oporów tarcia, jedna z powierzchni poślizgu pokryta jest cienką warstwą PTFE, a druga polerowaną warstwą twardego chromu.
4. Jeżeli na górnej płaskiej powierzchni soczewki płasko-wypukłej umieścimy drugi arkusz PTFE, to wówczas możliwa jest realizacja przez łożysko przemieszczeń poziomych we wszystkich lub w jednym kierunku.
5. Łożysk soczewkowych nie należy stosować w przypadku, gdy obliczeniowa reakcja pozioma na podporze przekracza 50 % obliczeniowej reakcji pionowej.
6. W odniesieniu do kotwienia łożysk soczewkowych obowiązują warunki podane w §14 w ust. od 7 do 11.

§ 17. Łożyska prowadzące lub blokujące

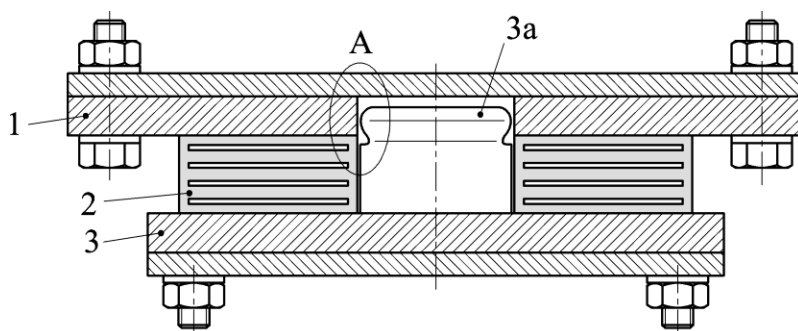
1. Łożyska prowadzące lub blokujące należą do łożysk specjalnych, to znaczy spełniających funkcje, których nie spełniają łożyska wymienione w §11 - §15, bądź spełniają tę funkcję w niepełnym zakresie.
2. W łożyskach prowadzących i blokujących wykorzystywane są często rozwiązania stosowane w innych łożyskach, takie jak bloki elastomerowe, wahacze, elementy ślizgowe, wałki.
3. Ze względu na większy koszt tego rodzaju łożysk w stosunku do kosztu łożysk klasycznych powinny być one stosowane tylko w uzasadnionych przypadkach, np. gdy łożyska typowe nie mogą spełniać zaprojektowanej roli.
4. Występują następujące rodzaje łożysk specjalnych:
 - 1) łożyska do przejmowania tylko sił poziomych;
 - 2) łożyska z przegubem;
 - 3) łożyska z przegubem i płytą ślizgową;
 - 4) łożyska podwójne;
 - 5) łożyska zabezpieczające przed odrywaniem (z kotwą sprężoną);
 - 6) łożyska z regulacją położenia.



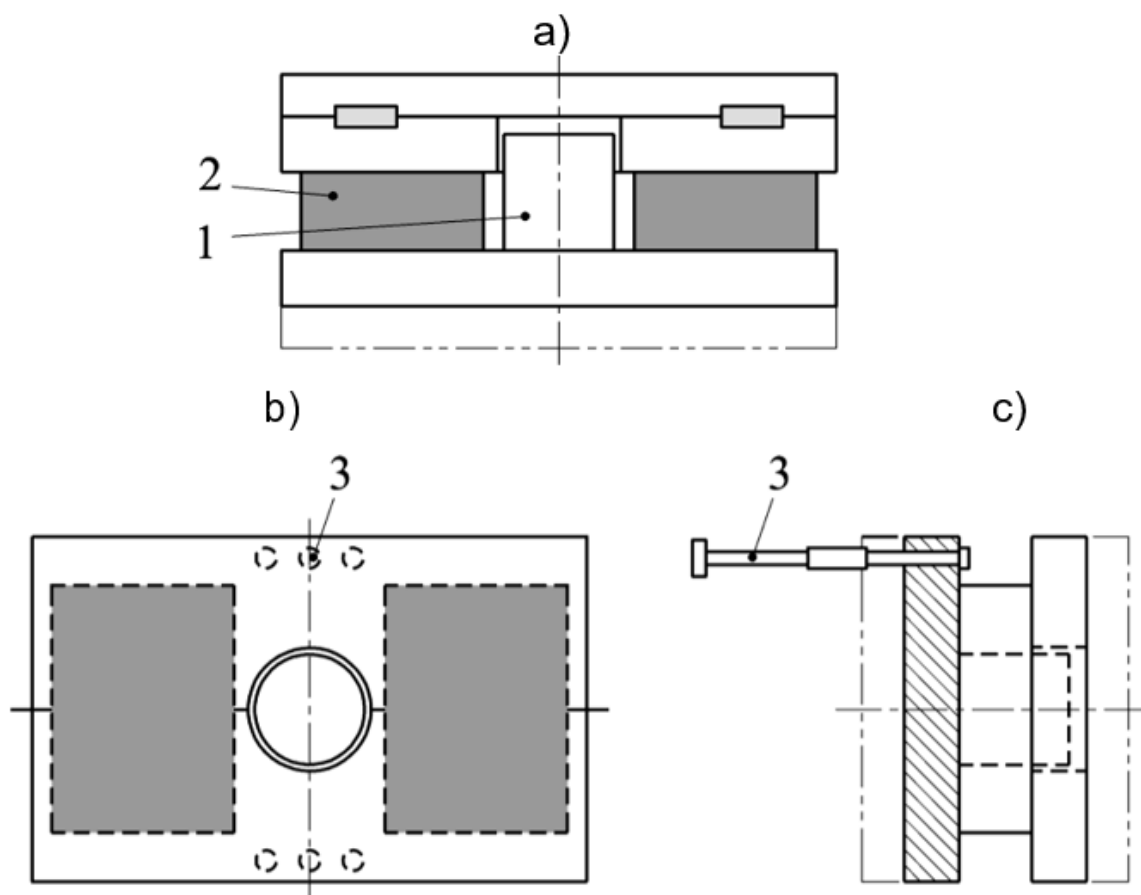
Rys.12. Przykłady łożysk stalowych prowadzących: a- widok z boku, b- przekrój poprzeczny, c- widok aksonometryczny; 1- elementy ślizgowe, 2- elementy przegubowe



Rys.13. Przykłady łożysk stalowych blokujących: a- widok z boku, b- przekrój poprzeczny, c- widok aksonometryczny



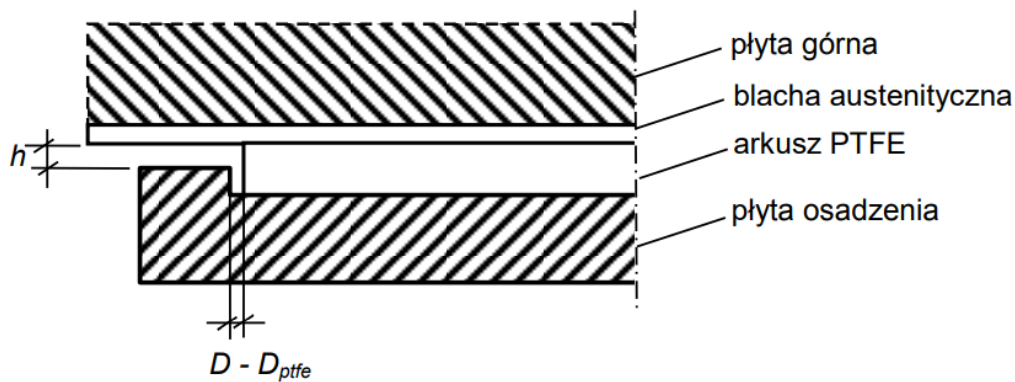
Rys.14. Przykład łożyska elastomerowego z wewnętrznym ograniczeniem; 1- górna płyta dociskowa, 2- łożysko elastomerowe, 3- dolna płyta dociskowa, 3a- trzpień osiowy, A – strefa kontaktu



Rys.15. Przykład łożyska elastomerowego z wewnętrznym ograniczeniem: a- widok z boku, b- widok z góry, c- przekrój; 1- trzpień osiowy, 2- łożysko elastomerowe, 3 - kotew

§ 18. Elementy ślizgowe łożysk

1. Łożyska przesuwne garnkowe i soczewkowe, a także w określonych warunkach łożyska elastomerowe, powinny być zaopatrzone w elementy ślizgowe zapewniające minimalny współczynnik tarcia przy przesuwie.
2. Element ślizgowy tworzy arkusz PTFE, najczęściej osadzony w wycięciu blachy stalowej oraz kontaktujący się z nim arkusz polerowanej blachy austenitycznej przymocowany do górnej płyty ślizgowej.
3. Arkusz PTFE powinien być zaopatrzony we wgłębienia, tzw. kieszenie smarownicze, do gromadzenia smaru silikonowego.



Rys.16. Element ślizgowy łożysk przesuwnych; h - występ arkusza PTFE poza osadzenie, D - średnica wycięcia w płycie osadzenia, D_{ptfe} - średnica arkusza PTFE

4. Powierzchnie kontaktu łożysk lub stalowych płyt kotwowych z płytą ślizgową powinny spełniać warunek równości powierzchni, określony wartością $0,0008 \cdot DLp$ (gdzie: DLp - średnica lub przekątna płyty) lub 0,5 mm, z których żadna nie może być przekroczona.
5. Powierzchnie elementów ślizgowych powinny być chronione przed zabrudzeniem odpowiednimi uszczelkami lub fartuchami.

Rozdział 6. Projektowanie łożysk

§ 19. Zalecenia ogólne

1. Wymiary łożysk powinny zapewniać przeniesienie sił występujących w konstrukcji kolejowego obiektu inżynierskiego podczas jego eksploatacji.
2. Oddziaływania poziome działające w kierunku poprzecznym do osi obiektu, np. od parcia wiatru, uderzeń bocznych, sił odśrodkowych powinny być przenoszone na każdej z podpór przez łożysko nieprzesuwne w kierunku poprzecznym.
3. Wymiary łożysk powinny uwzględniać kąty obrotu i przemieszczenia na podporach kolejowych obiektów inżynierskich.
4. W projekcie łożysk należy uwzględnić temperaturę montażu oraz różnicę temperatury między poszczególnymi elementami przekroju przęsła.
5. Temperaturę montażu należy określać w punkcie ciężkości przekroju poprzecznego przęsła.
6. Różnica temperatury między poszczególnymi elementami przekroju przęsła może prowadzić do skręcenia przekroju.
7. Jeżeli konstrukcja niosąca przęsła jest betonowana na łożyskach, wówczas należy uwzględnić przemieszczenie wywołane temperaturą wiązania betonu.
8. Łożyska powinny:
 - 1) mieć certyfikat zgodności z PN-EN 1337;
 - 2) mieć przeprowadzone wstępne badania typu w zakresie wymienionym w PN-EN 1337.

- 3) być poddane dodatkowym szczegółowym badaniom, jeśli wymaga tego zarządca infrastruktury kolejowej.

§ 20. Łożyska stalowe

1. Wymiarowanie łożysk stalowych powinno być prowadzone według [4] i [6].
2. Wymiarowanie łożysk stalowych powinno być oparte na metodach wytrzymałości materiałów z uwzględnieniem charakterystyk materiałowych zastosowanych gatunków stali oraz częściowych materiałowych współczynników bezpieczeństwa.
3. W łożyskach wałkowych oddziaływania w kierunku poprzecznym powinny być przenoszone przez utwierdzenie łożyska w poprzecznicy podporowej.
4. Niedopuszczalne jest odciążenie łożysk wałkowych w strefie poprzecznic podporowych.

§ 21. Łożyska elastomerowe

1. Wymiarowanie łożysk elastomerowych powinno być prowadzone według [3].
2. Łożyska elastomerowe bez blokad przemieszczeń nie mogą być traktowane jako łożyska nieprzesuwne lub jednokierunkowo przesuwne.
3. Jeżeli z obliczeń wynika, że nie są zachowane minimalne dociski do elastomeru, to łożyska takie należy zaopatrzyć w zakotwienia w postaci płyt z kołkami, płyt ryflowanych lub przykręcanych.
4. Należy sprawdzić możliwość wystąpienia poślizgu łożysk elastomerowych względem powierzchni betonowych lub stalowych.
5. W obliczeniach łożyska elastomerowego należy sprawdzić wartość ściśnięcia elastomeru pod maksymalnym obciążeniem i uwzględnić tę wartość w projekcie niwelety obiektu.

§ 22. Łożyska garnkowe

Wymiarowanie łożysk garnkowych powinno być prowadzone według [5] oraz [2] w zakresie elementów ślizgowych.

§ 23. Łożyska soczewkowe

Wymiarowanie łożysk soczewkowych powinno być prowadzone według [7] oraz [2] w zakresie elementów ślizgowych.

§ 24. Łożyska prowadzące lub blokujące

1. Wymiarowanie łożysk prowadzących lub blokujących powinno być prowadzone według [8].
2. Możliwości przemieszczeń łożysk prowadzących należy sprawdzać przeprowadzając analizę geometryczną przy podstawowym układzie oddziaływań.
3. Obliczony zakres przemieszczeń łożysk prowadzących powinien być zwiększony o wartości podane w [1].
4. Pionowe przemieszczenia łożysk powinny wynosić nie mniej niż:

- 1) 15 mm w przypadku ruchu w kierunku ku górze (odrywania);
- 2) 10 mm w przypadku ruchu w kierunku ku dołowi.

Rozdział 7. Dobór łożysk

§ 25. Zalecenia ogólne

Przy doborze łożysk należy brać pod uwagę następujące parametry:

- 1) charakterystyczne wartości statyczne:
 - a) siły (reakcje) pionowe,
 - b) siły (reakcje) poziome,
 - c) przemieszczenia w kierunkach osi x i y ,
 - d) kąty obrotu,
- 2) warunki konstrukcyjne:
 - a) rodzaj pomostu,
 - b) kształty ciosów i ław podłożyskowych,
 - c) rodzaj podpory,
- 3) warunki klimatyczne i środowiskowe:
 - a) zakres temperatury,
 - b) wilgotność,
 - c) agresywność chemiczna środowiska,
- 4) warunki utrzymania:
 - a) dostępność do kontroli,
 - b) łatwość wymiany,
- 5) koszty utrzymania:
 - a) łatwość naprawy,
 - b) trwałość,
- 6) wymagania estetyczne:
 - a) wpływ na wygląd obiektu,
 - b) dopasowanie do otoczenia.

§ 26. Łożyska stalowe punktowo- i liniowo-styczne

1. Łożyska stalowe punktowo- i liniowo-styczne mogą być stosowane przede wszystkim do przęseł wylewanych na miejscu lub prefabrykowanych oraz do przęseł z belek stalowych obetonowanych.
2. Jako łożyska nieprzesuwne mogą być stosowane oparcia na szynach stalowych wbetonowanych z odpowiednimi blokadami umożliwiającymi obroty.
3. Łożyska wymienione w ust. 2 można stosować w przypadku rozpiętości przęseł nie przekraczających 10 m.
4. Zamiast łożysk stalowych punktowo- i liniowo-stycznych zalecane jest jednak stosowanie łożysk elastomerowych małej wysokości.

5. Łożyska stalowe punktowo- i liniowo-styczne należy stosować w przypadku spodziewanych znacznych obrotów w linii podparcia na podporze.
6. Stosując stalowe łożyska liniowo-styczne należy zachować szczególną ostrożność podczas ich montażu, zachowując warunek zbieżności osi obrotu łożyska z osią obrotu przęsła.
7. Warunek zawarty w ust. 6 dotyczy przede wszystkim obiektów w skosie, a w szczególności przęseł płytowych.
8. Łożyska stalowe punktowo-styczne powinny być stosowane tam, gdzie występują wszechstronne obroty w punkcie podparcia.
9. Jeżeli przemieszczenia lub obroty we wszystkich kierunkach nie mogą być zrealizowane przez łożyska stalowe punktowo- lub liniowo-styczne, to należy zastosować konstrukcje z płytą ślizgową, np. ślizgowe łożyska soczewkowe.

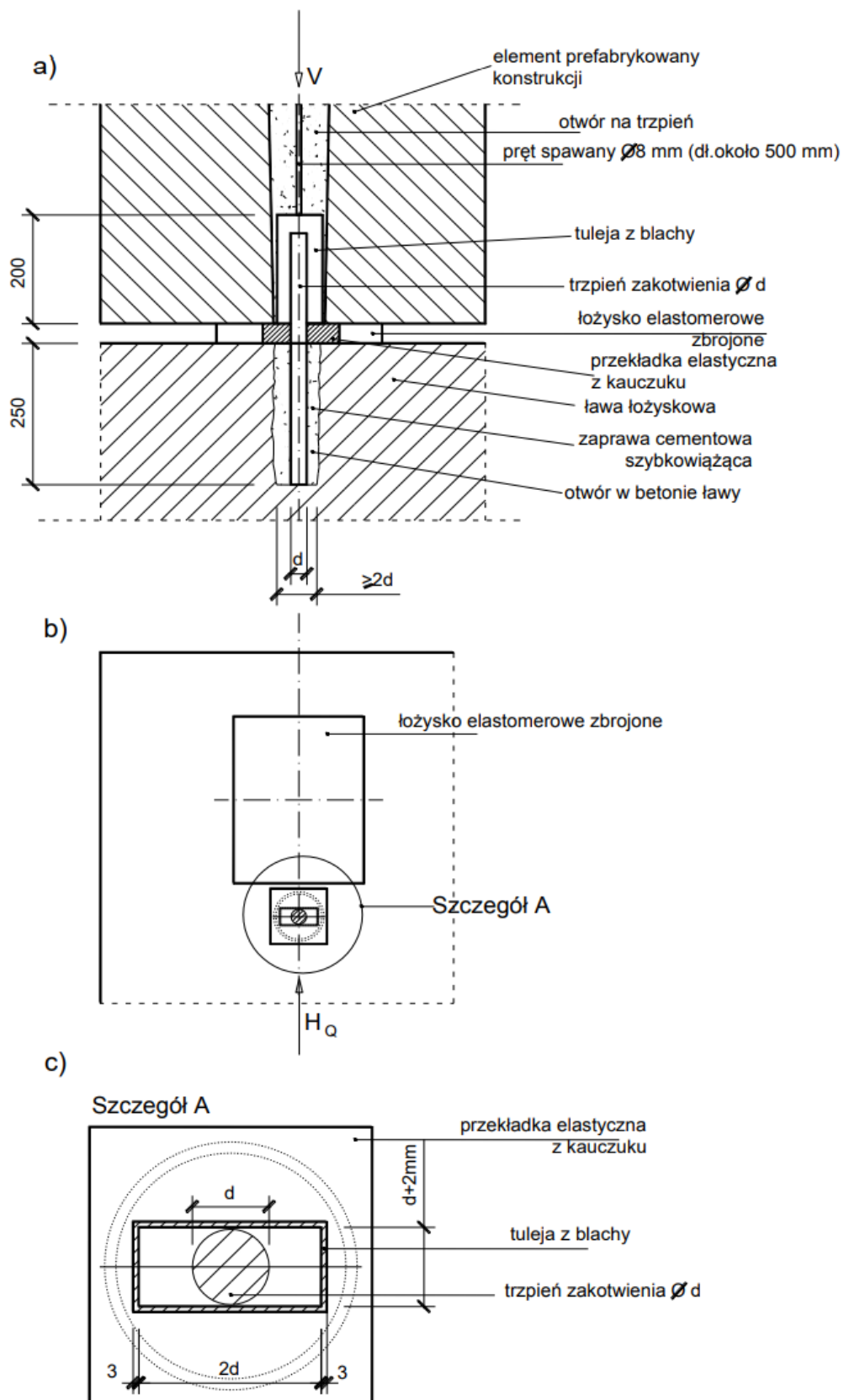
§ 27. Łożyska wałkowe

1. Łożyska wałkowe są stosowane przede wszystkim w stalowych kolejowych mostach i wiaduktach.
2. Dopuszczone są także do stosowania w obiektach z betonu zbrojonego i sprężonego.
3. Łożyska wałkowe są stosowane tam, gdzie przemieszczenia poziome występują tylko w jednym kierunku.
4. Stosując łożyska wałkowe należy zapewnić takie ustawienie wałków, aby ich osie były zgodne z kierunkiem przemieszczenia przęsła w punkcie jego podparcia.
5. Zaletami łożysk wałkowych są:
 - 1) długowieczność eksploatacji;
 - 2) prosta kontrola i utrzymanie;
 - 3) szeroki zakres temperatury pracy.
6. Wadami łożysk wałkowych są:
 - 1) duża koncentracja naprężeń w stykach wałków z płytami toczenia;
 - 2) znaczna wysokość konstrukcyjna;
 - 3) zagrożenie blokadą, np. w wyniku wypełnienia przestrzeni między wałkami produktami korozji.

§ 28. Łożyska elastomerowe

1. Łożyska elastomerowe zbrojone mogą być stosowane zarówno w obiektach betonowych, jak i stalowych.
2. Przy doborze elastomeru powinno się zwracać uwagę na jego odporność na działanie produktów pochodzenia naftowego, promieniowania ultrafioletowego, ozonu oraz niskiej temperatury.

3. Łożyskowanie pływające dopuszczalne jest tylko w przypadku, gdy całkowita grubość elastomeru w łożysku nie przekracza 25 mm a rozpiętość przęsła jest nie większa od 15 m.
4. W przypadku łożyskowania pływającego, jako nawierzchnię kolejową na obiekcie należy stosować szyny ciągłe spawane, a styki szyn powinny znajdować się nie bliżej niż 40 m od końca przęsła.
5. Przy łożyskowaniu pływającym przęsło powinno być unieruchomione na podporach w kierunku poprzecznym, np. za pośrednictwem kotew stalowych, umieszczonych w osi obiektu.
6. Łożyska elastomerowe nie są przeznaczone do przenoszenia znacznych sił poziomych, o ile nie przewidziano odpowiednich zakotwień przejmujących te siły.



Rys.17. Przykład kotwy mechanicznej stabilizującej przęsło w przypadku zastosowania łożyskowania pływającego na łożyskach elastomerowych: a) przekrój poprzeczny, widok z góry, c) szczegół; d) średnica trzpienia; V - siła pionowa, H_Q -poprzeczna siła pozioma (wymiały w mm)

§ 29. Łożyska garnkowe

1. Łożyska garnkowe mogą być stosowane jako podparcie zarówno przęseł betonowych, jak i stalowych.
2. W zależności od potrzeby przeniesienia reakcji poziomych w jednym lub w wielu kierunkach łożyska garnkowe dzielą się na:
 - 1) nieprzesuwne (stałe);
 - 2) jednokierunkowo przesuwne;
 - 3) wielokierunkowo przesuwne.
3. Stosując odpowiednie rozwiązania konstrukcyjne możliwe jest przeniesienie znacznych sił poziomych przez łożyska nieprzesuwne lub jednokierunkowo przesuwne.

§ 30. Łożyska soczewkowe

1. Łożyska soczewkowe są zalecane wówczas, gdy występuje prawdopodobieństwo wystąpienia obrotu na podporze większego od 0,02 rad.
2. Stosując łożyska soczewkowe należy zapewnić na całej powierzchni soczewki stały docisk do wklęsłego arkusza PTFE płyty dolnej.
3. Ryzyko wystąpienia odrywania zakrzywionych powierzchni kontaktowych łożyska dotyczy szczególnie lekkich stalowych obiektów wieloprzęsłowych o niekorzystnej proporcji rozpiętości sąsiednich przęseł.

§ 31. Łożyska prowadzące lub blokujące

Jeżeli obciążenia pionowe z przęsła są przenoszone wyłącznie przez łożyska wielokierunkowo przesuwne, to rolą łożysk blokujących jest przejmowanie wyłącznie sił poziomych we wszystkich, a łożysk prowadzących tylko w jednym kierunku.

Rozdział 8. Warunki dotyczące przęseł i podpór

§ 32. Zalecenia dotyczące konstrukcji przęseł

1. W celu umożliwienia wymiany łożyska lub jego przesunięcia, strefy podporowe przęseł powinny być konstruowane w ten sposób, aby było możliwe ich uniesienie.
2. Uniesienie przęsła za pomocą podnośników powinny umożliwiać odpowiednio zwymiarowane poprzecznice podporowe lub dźwigary główne.
3. Projektując przęsło na wypadek konieczności jego uniesienia należy dążyć do tego, aby to uniesienie odbywało się w osi podpory.
4. Przy wyznaczaniu sił niezbędnych do uniesienia konstrukcji niosącej na podporze należy uwzględniać nie tylko ciężar własny przęsła, ale i kolejowe obciążenie ruchome oraz parcie wiatru.

§ 33. Zalecenia dotyczące konstrukcji podpór (ław podłożyskowych)

1. Należy dążyć do zapewnienia ciągłości zbrojenia ław podłożyskowych.

2. Biorąc pod uwagę wymianę łożysk należy dążyć do takiego projektowania ław, aby było możliwe podnoszenie przęsła opierając na tych ławach podnośniki.
3. Ławy podłożyskowe powinny być projektowane w ten sposób, aby siły wywierane przez podnośniki podczas unoszenia konstrukcji przęsła mogły być bezpiecznie przeniesione na konstrukcję podpory.
4. Miejsca przewidziane na ustawienie podnośników powinny być zaznaczone w projekcie podpory oraz jednoznacznie oznaczone na wykonanej ławie.
5. Między spodem łożyska a górną powierzchnią ławy należy przewidzieć ułożenie warstwy zaprawy cementowej lub cementowo-żywicznej; nie dotyczy to łożysk elastomerowych ustawianych bez zaprawy.
6. Warstwa zaprawy cementowej powinna mieć grubość nie mniejszą niż 20 mm i nie większą niż 50 mm.
7. Na ławie podłożyskowej należy także przewidzieć miejsce na ewentualne ustawienie łożysk tymczasowych.
8. W celu zapewnienia dostępu do łożysk niezbędnego przy robotach utrzymaniowych, podczas wymiany lub korekty ustawienia, odstęp między dolną krawędzią przęsła a górną krawędzią głowicy podpory powinien wynosić co najmniej 300 mm.
9. Jeżeli odstęp wymieniony w ust.8 jest niemożliwy do osiągnięcia, to należy przewidzieć odpowiednie nisze (zagłębienia) w ławie podłożyskowej.
10. Łożyska o małej wysokości konstrukcyjnej należy ustawiać na odsadzkach lub ciosach z betonu zbrojonego, połączonych monolitycznie z ławą podłożyskową i obliczanych na zginanie i ścinanie przy przyjęciu sił wynikających z projektu kolejowego obiektu inżynierskiego.
11. Elementy łożysk powinny być łatwo dostępne.

Rozdział 9. Ustawianie łożysk

§ 34. Zalecenia ogólne

1. Należy sprawdzić czy przyjęte w doborze łożysk reakcje podporowe są zgodne z obliczeniami projektowymi, w szczególności w przypadku konstrukcji statycznie niewyznaczalnych lub w skosie oraz o dużej sztywności na skręcanie.
2. W przypadku konstrukcji statycznie niewyznaczalnych zalecane jest ustawianie łożysk dostosowanych do rozkładu sił a nie do geometrii ustroju niosącego.
3. Należy uwzględnić fakt, że nawet niewielkie zmiany poziomu podparcia w konstrukcjach statycznie niewyznaczalnych mogą być przyczyną dużych zmian w reakcjach podporowych.
4. Możliwe obroty lub osiadania podpór w konstrukcjach ciągłych wieloprzęsłowych mogą wymagać rektyfikacji pionowej ustawienia łożysk.

5. Ze względu na możliwą potrzebę rektyfikacji pionowego ustawienia łożysk, należy przewidzieć możliwość wstawienia płyt przekładkowych.
6. W obiektach jednotorowych położonych w poziomie, łożysko nieprzesuwne powinno być usytuowane na przyczółku najazdowym a nie dojazdowym.
7. W obiektach jednotorowych położonych w spadku, łożysko nieprzesuwne powinno być sytuowane na niższym przyczółku.
8. Niedopuszczalne jest powstanie w łożysku pionowej siły odrywającej.
9. Łožysko nieprzesuwne powinno znajdować się w punkcie podpory, w którym występuje największa wartość reakcji podporowej, np. w rozwartym a nie w ostrym narożu płyty w skosie.
10. W kolejowych obiektach inżynierskich o małej sztywności poprzecznej należy stosować łożyska o swobodzie obrotu w kierunku poprzecznym.
11. Na jednej podporze nie należy stosować łożysk o różnej sztywności.
12. Niedopuszczalne jest stosowanie w jednej strefie podparcia na podporze dwóch lub więcej łożysk tego samego typu.
13. Łožyska powinny być ustawiane poziomo, aby uniknąć stałych oddziaływań poziomych z konstrukcji przęsła i/lub podpory; w przypadku toru bezpodsypkowego łożysko powinno znajdować się w kierunku pochylenia toru; powyższe nie dotyczy konstrukcji rozporowych i łukowych.
14. Każde łożysko powinno być z zasady wymienialne.
15. Łožyska docelowe powinny być ustawiane po zmontowaniu konstrukcji niosącej kolejowego obiektu inżynierskiego.
16. Niedopuszczalne jest stosowanie łożysk docelowych w fazach montażu konstrukcji niosącej, np. do nasuwania obiektu, przed sprzężeniem konstrukcji kablobetonowej.
17. W przypadku ciągłych ustrojów wieloprzęsłowych, dążąc do zmniejszenia ruchu w przerwach dylatacyjnych na końcach obiektu, zalecane jest, aby łożysko nieprzesuwne było sytuowane na jednej z podpór pośrednich (najlepiej środkowej).
18. Po ustawieniu łożysk na podporach zalecane jest sprawdzenie:
 - 1) ustawienia poziomego płyt dolnych łożysk;
 - 2) osiowości łożysk;
 - 3) niwelety łożysk;
 - 4) wartości wyprzedzenia (jeśli dotyczy).
19. Łožyska powinny być ustawiane między dwiema płaszczyznami poziomymi, także w przypadku przęseł w spadku podłużnym i poprzecznym.
20. Wyjątek od wymagania ust.18 stanowią łożyska z dopuszczalnym kątem obrotu 3° , ale wówczas projektowane kąty obrotu przęsła oraz pochylenie przęsła powinny spełniać dopuszczalny kąt obrotu łożyska.

21. Przęsła stalowe i prefabrykowane, o ile nie spełniają warunków § 41, ust. 4. pkt 4) powinny mieć w strefie podparcia płyty klinowe wyrównujące pochYLENIA spodu przęseł.
22. Zalecane rodzaje łożysk w przypadku różnych rozpiętości i konstrukcji przęseł oraz kątów φ obrotu przęseł na podporze podano w tabeli 2.

Tabela 2. Dobór łożysk w zależności od rozpiętości i konstrukcji przęseł

Rozpiętość przęseł	Rodzaj konstrukcji przęseł		Rodzaj zalecanego łożyska	
$L_p < 10 \text{ m}$	stalowe		elastomerowe zbrojone lub liniowo-styczne	
	żelbetowe lub z betonu sprężonego	wylewane na miejscu	jednotorowe	elastomerowe zbrojone $\varphi=1^\circ$
			dwutorowe	garnkowe $\varphi=0,75^\circ$
		prefabrykowane	jednotorowe	soczewkowe $\varphi=3^\circ$
			dwutorowe	soczewkowe $\varphi=2^\circ$
	obiekty specjalne typu „pergola”	wylewane na miejscu		garnkowe $\varphi=0,75^\circ$
		prefabrykowane		soczewkowe $\varphi=2^\circ$
$L_p \geq 10 \text{ m}$	stalowe			elastomerowe zbrojone $\varphi=1^\circ$
	żelbetowe lub z betonu sprężonego	wylewane na miejscu		garnkowe $\varphi=0,75^\circ$
			jednotorowe	soczewkowe $\varphi=2^\circ$
			dwutorowe izostaticzne	soczewkowe $\varphi=2^\circ$
			dwutorowe hiperstatyczne	soczewkowe $\varphi=3^\circ$
		prefabrykowane	jednotorowe	soczewkowe $\varphi=3^\circ$
			dwutorowe izostaticzne	soczewkowe $\varphi=3^\circ$
			dwutorowe hiperstatyczne	soczewkowe $\varphi=3^\circ$
		obiekty specjalne typu „pergola”		soczewkowe $\varphi=2^\circ$
		Prefabrykowane lub zespolone		soczewkowe $\varphi=3^\circ$
	zespolone stal-beton	takie, jak w prefabrykowanych przęsełach żelbetowych lub z betonu sprężonego		

§ 35. Zespoleńie łożysk z konstrukcją przęsła i podpory

1. Do wykonania zespoleńia łożysk z konstrukcjami stalowymi należy stosować połączenia mechaniczne, np. na śruby sprężające.
2. Do wykonania zespoleńia łożysk z konstrukcjami betonowymi należy stosować podlewki w postaci zapraw bezskurczowych na bazie cementu lub żywicy o właściwościach podanych w tabeli 3.

Tabela 3. Wymagane właściwości zapraw na podlewki

Właściwość	Jednostka	Baza zaprawy na podlewkę		
		Cement	Żywica epoksydowa	Żywica akrylowa (z wypełniaczem)
Wytrzymałość na ściskanie	MPa	po 12 h ≥ 25 po 24 h ≥ 40 po 28 d ≥ 55 po 56 i 90 d brak ubytku wytrzymałości	po 8 h $\geq 17,5$ po 12 h ≥ 56 po 24 h ≥ 85 po 7 d ≥ 98	po 2 h ≥ 74 po 24 h ≥ 78 po 7 d ≥ 78
Wytrzymałość na zginanie	MPa	po 24 h ≥ 6 po 28 d ≥ 8 po 56 i 90 d ≥ 10	po 8 h $\geq 8,5$ po 12 h ≥ 30 po 24 h ≥ 35 po 7 d ≥ 40	po 2 h ≥ 23 po 24 h ≥ 24 po 7 d ≥ 24
Skurcz	‰	< 2	< 2	< 3
Pęcznienie	%	$\leq 0,1$	0	0
Grubość warstwy maksymalna	mm	50	30	30
Zakres temperatury	°C	+ 5 ÷ + 35	+ 8 ÷ + 30	- 20 ÷ + 30
Odporność mrozowa i na sól do odladzania		tak	tak	tak

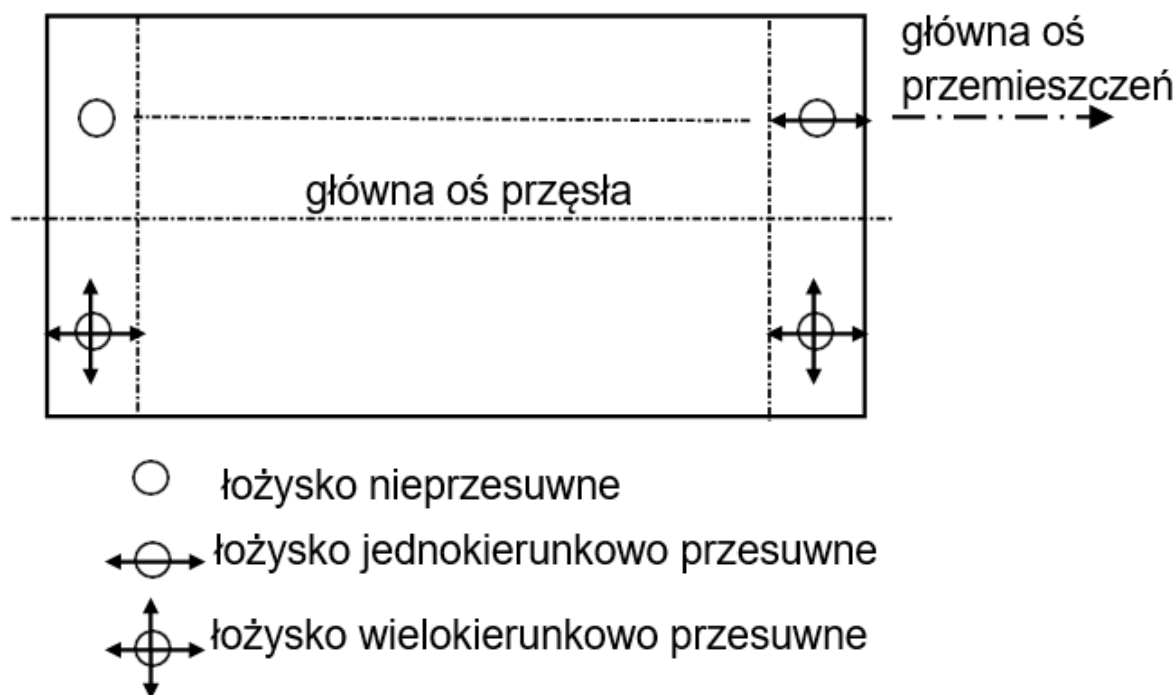
3. Wymagane właściwości podlewki na bazie cementu są następujące:
 - 1) czas wiązania niezależny od temperatury;
 - 2) proste przygotowanie, np. w betoniarce przeciwbieżnej;
 - 3) hydrofobowość;
 - 4) odporność na czynniki agresywne (chlorki, siarczany, azotany);
 - 5) odporność na sól do odladzania;
 - 6) stałość objętości.
4. Wytrzymałość na ściskanie typowej zaprawy na bazie cementu po 24 godz. powinna wynosić co najmniej 40 MPa (Tabela 3).
5. W przypadku zapraw szybkowiązujących wytrzymałość na ściskanie po 12 godz. powinna wynosić co najmniej 25 MPa.
6. Końcowa 28-dniowa wytrzymałość na ściskanie zaprawy na bazie cementu powinna wynosić co najmniej 55 MPa.
7. Grubość podlewki niezbrojonych, w przypadku stosowania zapraw na bazie cementu, nie powinna być mniejsza od 20 mm i nie większa od 50 mm.
8. Jeżeli grubość projektowanej podlewki jest większa od 50 mm, to należy wprowadzić do niej siatki zbrojenia i wymiarować, jak cios podłożyskowy.
9. Zaprawy na bazie żywicy epoksydowych powinny charakteryzować się następującymi cechami:
 - 1) czas wiązania 24 godz. w temperaturze powyżej +8 °C;
 - 2) odporność na temperaturę do 60 °C;
 - 3) niewielki skurcz.
10. W przypadku temperatury otoczenia niższej od +8 °C należy stosować cieplaki z ogrzewaniem przez nawiew.
11. Maksymalna grubość podlewki na bazie żywicy epoksydowej, ze względu na wzrost temperatury wiązania, nie powinna przekraczać 30 mm.
12. Zaprawy na bazie żywicy akrylowych powinny charakteryzować się następującymi cechami:
 - 1) wiązaniem w normalnej temperaturze w ciągu kilku godzin;
 - 2) niewrażliwością na zawilgocenie powierzchni;
 - 3) przygotowaniem zaprawy w ciągu około 15 min;
 - 4) koniecznością uwzględnienia skurczu i pęcznienia, jeżeli nie zastosowano kompensujących wypełniaczy, których ziarna nie mogą być jednak mniejsze od 1 mm;
 - 5) maksymalną grubością warstwy podlewki wynoszącą 30 mm.
13. Wytrzymałość obliczeniowa zaprawy na bazie cementu lub żywicy powinna być nie mniejsza od wytrzymałości obliczeniowej materiału powierzchni betonowej podpory.
14. Materiał na zaprawę na bazie cementu powinien zawierać następujące dane:

- 1) oznaczenie i maksymalną średnicę ziaren;
 - 2) zakres zastosowań;
 - 3) opis sposobu mieszania;
 - 4) ilość dodanej wody, wydajność i urabialność;
 - 5) wskazówki dotyczące przygotowania powierzchni kontaktowych;
 - 6) wskazówki dotyczące przygotowania deskowania;
 - 7) wskazówki dotyczące wypełnienia przestrzeni w deskowaniu;
 - 8) wskazówki dotyczące pielęgnacji;
 - 9) informacje o braku przyczepności do innych materiałów budowlanych.
15. Materiał na zaprawę na bazie żywicy powinien zawierać następujące dane:
- 1) oznaczenie i nazwę producenta;
 - 2) materiał bazowy;
 - 3) opis sposobu mieszania przy materiałach wieloskładnikowych;
 - 4) minimalna temperatura przygotowania mieszanki i twardnienia;
 - 5) ciężar objętościowy;
 - 6) zależność czasu przygotowania mieszanki od temperatury i objętości;
 - 7) data produkcji, okres przydatności i warunki składowania;
 - 8) klasa bezpieczeństwa i numer partii.
16. Materiały do zapraw na podlewki wraz z dodatkami i domieszkami powinny mieć Aprobaty Techniczne wydane przez upoważnione laboratorium badawcze.
17. Podlewkę można wykonywać dwiema metodami: przez podbijanie zaprawą w stanie plastycznym lub przez podlewanie zaprawą w stanie płynnym.
18. Podczas wykonywania podlewki należy kontrolować, czy nie jest zapowietrzona i nie uległa rozsegregowaniu.
19. Jeżeli konstrukcje kolejowych obiektów inżynierskich mają być nasuwane lub unoszone podczas krótkich przerw w ruchu pociągów, to jako podlewki należy stosować materiały osiągające bardzo szybko dużą wytrzymałość.
20. Ustawianie i podlewanie łożysk należy do zadań ich producenta; jeżeli jest wykonywane przez wykonawcę kolejowego obiektu inżynierskiego, to operacje te powinny być nadzorowane przez producenta łożysk lub upoważnionego przez niego specjalistę.
21. W szczególnie trudnych sytuacjach wykonawczych ustawianie łożysk powinno być nadzorowane przez autoryzowane laboratorium badawcze.
22. Niedopuszczalne jest rozdzielenie operacji ustawiania od podlewania łożysk.

§ 36. Schematy łożyskowania

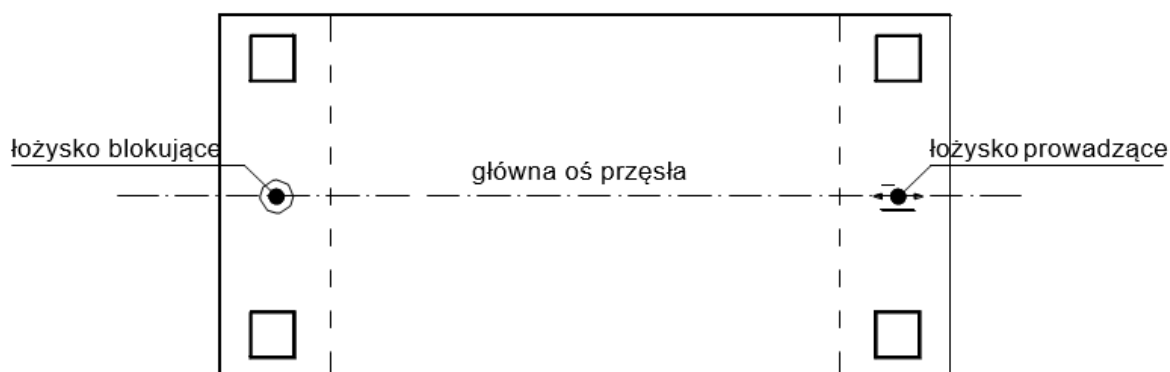
1. Dokumentacja projektowa kolejowego obiektu inżynierskiego powinna zawierać schemat łożyskowania, na którym powinny być podane wszystkie szczegóły i wymiary dotyczące łożysk.
2. W skład schematu łożyskowania powinny wchodzić:

- 1) widok obiektu w planie z zaznaczeniem dźwigarów głównych;
 - 2) przekrój podłużny obiektu;
 - 3) przekrój poprzeczny obiektu w osi łożysk na podporach z podaniem wartości niwelety i spadków w strefie łożysk;
 - 4) rozmieszczenie i oznaczenie łożysk;
 - 5) wartości sił pionowych i poziomych na łożyskach z oznaczeniem kierunków ich działania;
 - 6) kierunki i wartości maksymalnych przemieszczeń i kątów obrotu na łożyskach;
 - 7) wartości wyprzedzeń, uwzględniające temperaturę zwierania konstrukcji niosącej przęsła z łożyskami.
3. Zalecany statycznie wyznaczalny schemat łożyskowania przęsła swobodnie podpartego ilustruje rys.18; schemat ten nie odnosi się do podparcia pływającego na łożyskach elastomerowych.



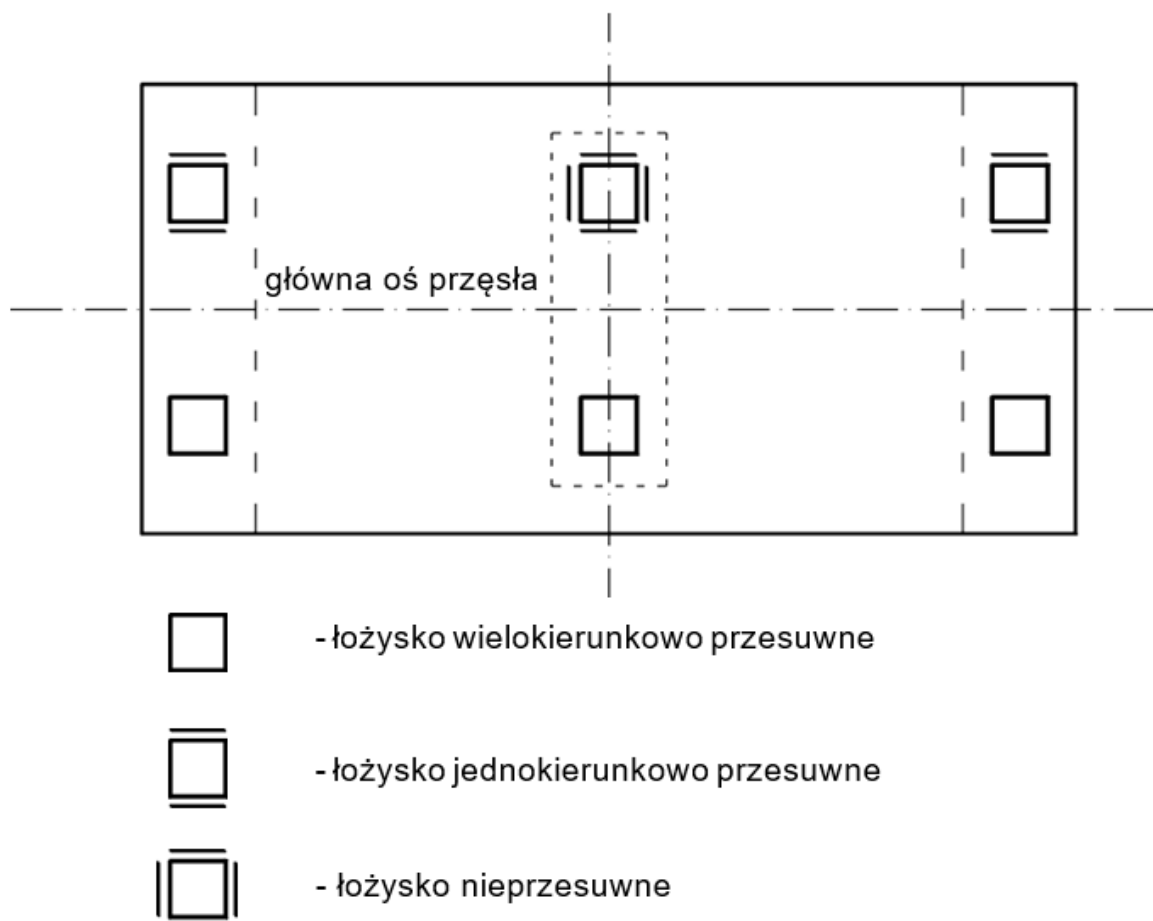
Rys.18. Zalecany schemat rozmieszczenia łożysk w przęśle swobodnie podpartym

4. W przypadku podparcia pływającego zalecany jest schemat na rys.19, w którym między łożyskami elastomerowymi na jednym przyczółku umieszczono łożysko blokujące przejmujące siły poziome, a na drugim łożysko prowadzące.



Rys.19. Zalecany schemat podparcia pływającego przęsła swobodnie podpartego z zastosowaniem łożyska blokującego i prowadzącego

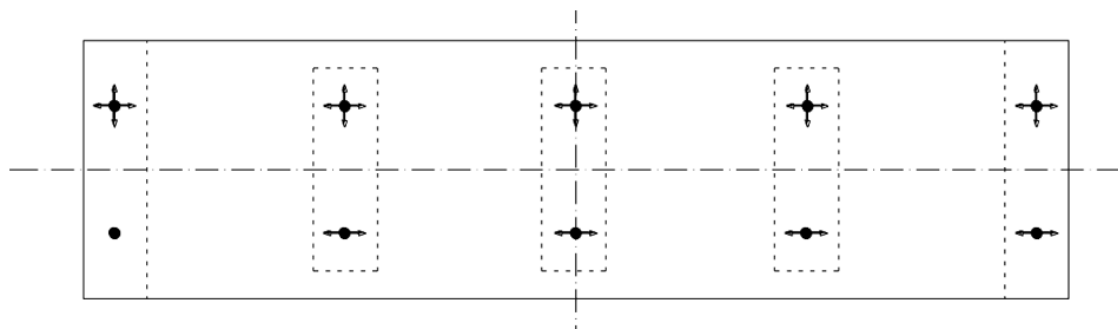
5. W przypadku obiektu dwuprzęsłowego o schemacie statycznym ciągłym i podporze środkowej pełnościennej zalecany schemat łożyskowania przy zastosowaniu łożysk elastomerowych z blokadami przemieszczeń podano na rys.20.



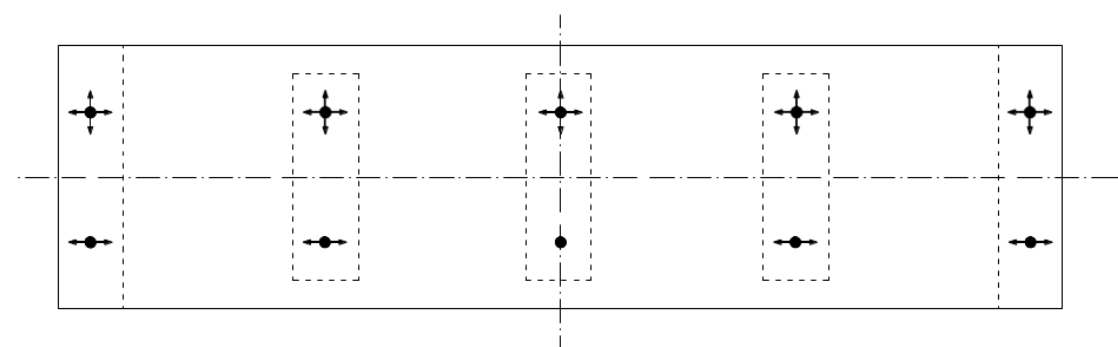
Rys.20. Zalecany schemat podparcia obiektu dwuprzęsłowego ciągłego z zastosowaniem łożysk elastomerowych z blokadami przemieszczeń

6. W obiektach wieloprzęślowych możliwe są dwa systemy łożyskowania: z łożyskiem nieprzesuwным na przyczółku (rys.21a) lub na podporze środkowej (rys.21b), zależne od warunków posadowienia podpór, które mają przenieść siły hamowania i przyspieszania taboru.

a)



b)

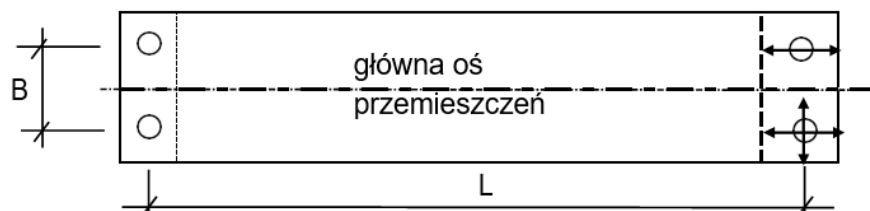


Rys.21. Dopuszczalne schematy łożyskowania ciągłego obiektu wieloprzęślowego: a) z podporami ścianowymi przy niestabilnym podłożu i b) przy stabilnym podłożu

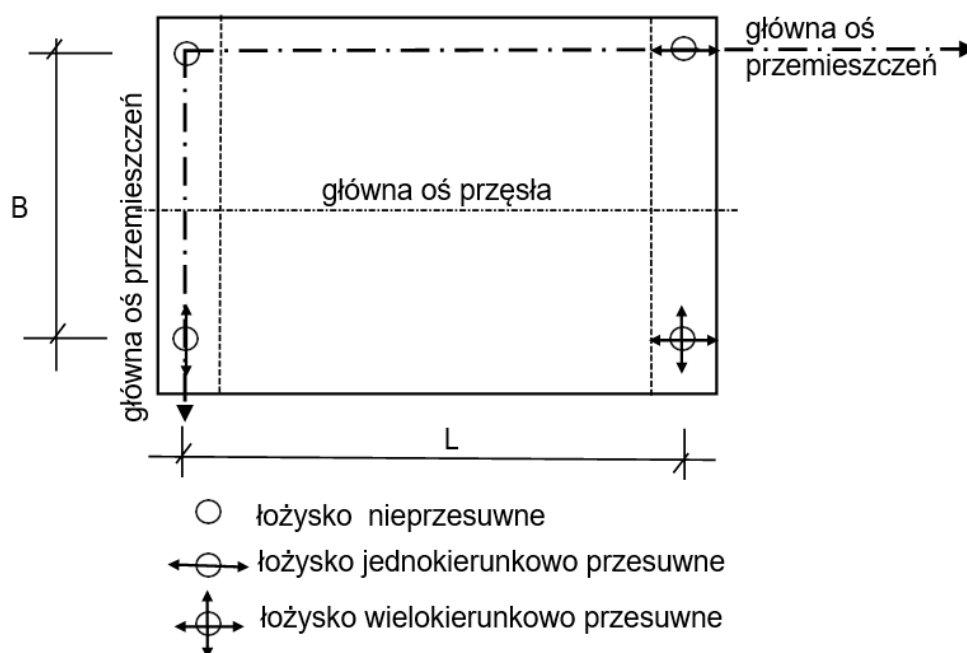
7. W schematach łożyskowania przedstawionych na rys.21 mogą być zastosowane łożyska soczewkowe, garnkowe lub elastomerowe z blokadami przemieszczeń.
8. Zastosowanie w schemacie łożyskowania dwóch lub więcej łożysk nieprzesuwnych na jednej podporze jest dopuszczalne tylko w przypadku gdy sztywność filara, na którym oparte jest łożysko nieprzesuwne jest niewystarczająca do przeniesienia oddziaływań poziomych; wówczas wszystkie filary z łożyskami nieprzesuwnymi należy traktować jako jedną grupę łożysk nieprzesuwnych.
9. Zalecane jest, aby na podporze pełnościennej znajdowało się jedno łożysko przenoszące siłę działającą poprzecznie do osi wzdłużnej przęsła czyli łożysko nieprzesuwne bądź jednokierunkowo przesuwne, z wyjątkiem przypadków wymienionych w ust.10.
10. Odstępstwem od zasady wymienionej w ust.9 są następujące przypadki:
- 1) przęsło z wąskim rozstawem łożysk w stosunku do rozpiętości teoretycznej (gdy $B/L_p \leq 0,15$), w którym obok siebie można ustawić dwa łożyska nieprzesuwne (rys.22a);

- 2) przęsło z szerokim rozstawem łożysk w stosunku do rozpiętości teoretycznej (gdy $B/L_p \geq 2$), np. sprężone poprzecznie, w którym obok łożyska nieprzesuwne można ustawić łożysko jednokierunkowo przesuwne w kierunku poprzecznym (rys.22b).
11. W obu sytuacjach wymienionych w ust.10 należy przyjąć, że każde z obu łożysk musi być zaprojektowane na przeniesienie całej siły poziomej przypadającej na podporę.

a)



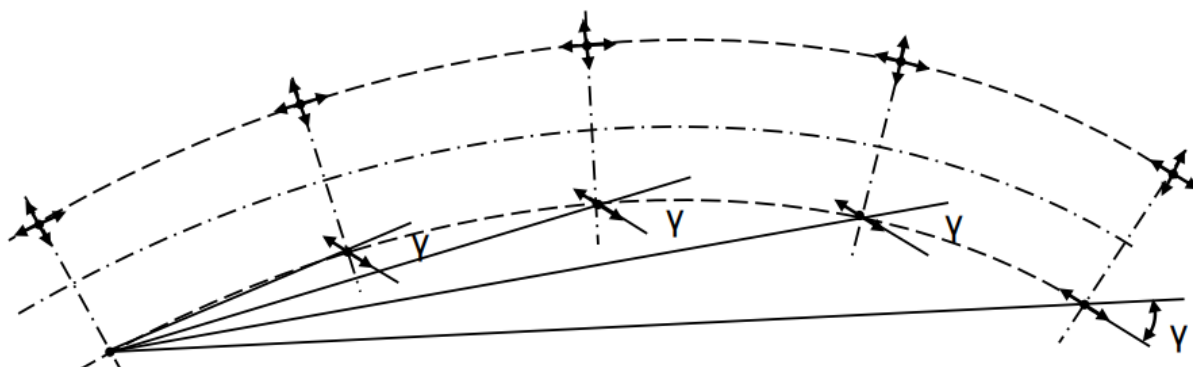
b)



Rys.22. Dopuszczalne warunkowo schematy łożyskowania przęseł: a) wąskich, b) bardzo szerokich

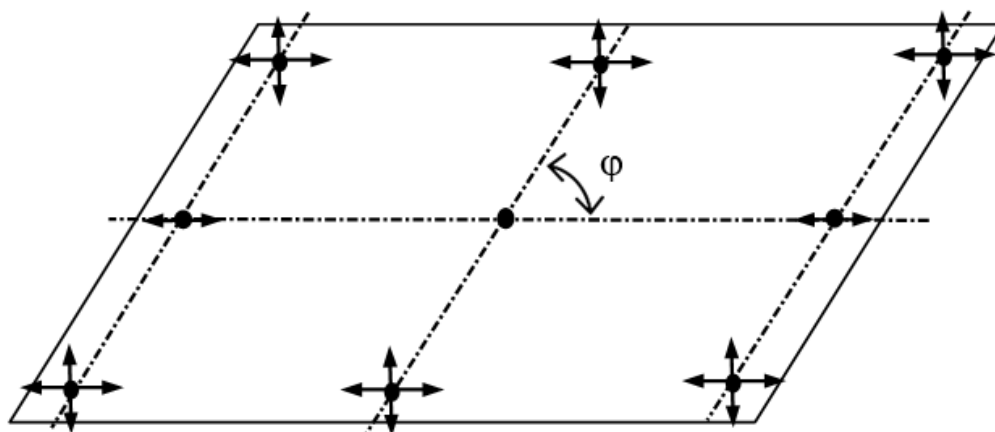
12. Łożyska elastomerowo-ślizgowe należy stosować wtedy, gdy dopuszczalne odkształcenia graniczne bloku elastomerowego są przekroczone.
13. W obiektach położonych w łuku poziomym należy wyznaczyć punkt centralny przemieszczeń lub główną oś przemieszczeń przęsła (przęseł).
14. W przypadku, jak w ust.13 ruchy poziome przęsła są wtedy możliwe w kierunkach promienistych od tego punktu (łożyskowanie promieniste) lub w kierunku stycznym do osi podłużnej obiektu (łożyskowanie styczne).
15. Łożyskowanie styczne wywołuje wymuszenia przemieszczeń kosztem dodatkowych sił, które powinny być uwzględnione w projekcie łożysk.

16. Rozwiązaniem, które minimalizuje wymuszenia w sytuacji łożyskowania stycznego jest schemat łożyskowania, jak na rys.23, gdzie wszystkie łożyska jednokierunkowo przesuwne są ustawione w tym samym kierunku pod kątem, który tworzy oś łożyska na podporze skrajnej z linią łączącą to łożysko z łożyskiem nieprzesuwным.



Rys.23. Odmiana łożyskowania promienistego z ustawieniem łożysk jednokierunkowo przesuwnych zapewniającym przemieszczenie obiektu jako bryły sztywnej, bez dodatkowych wymuszeń

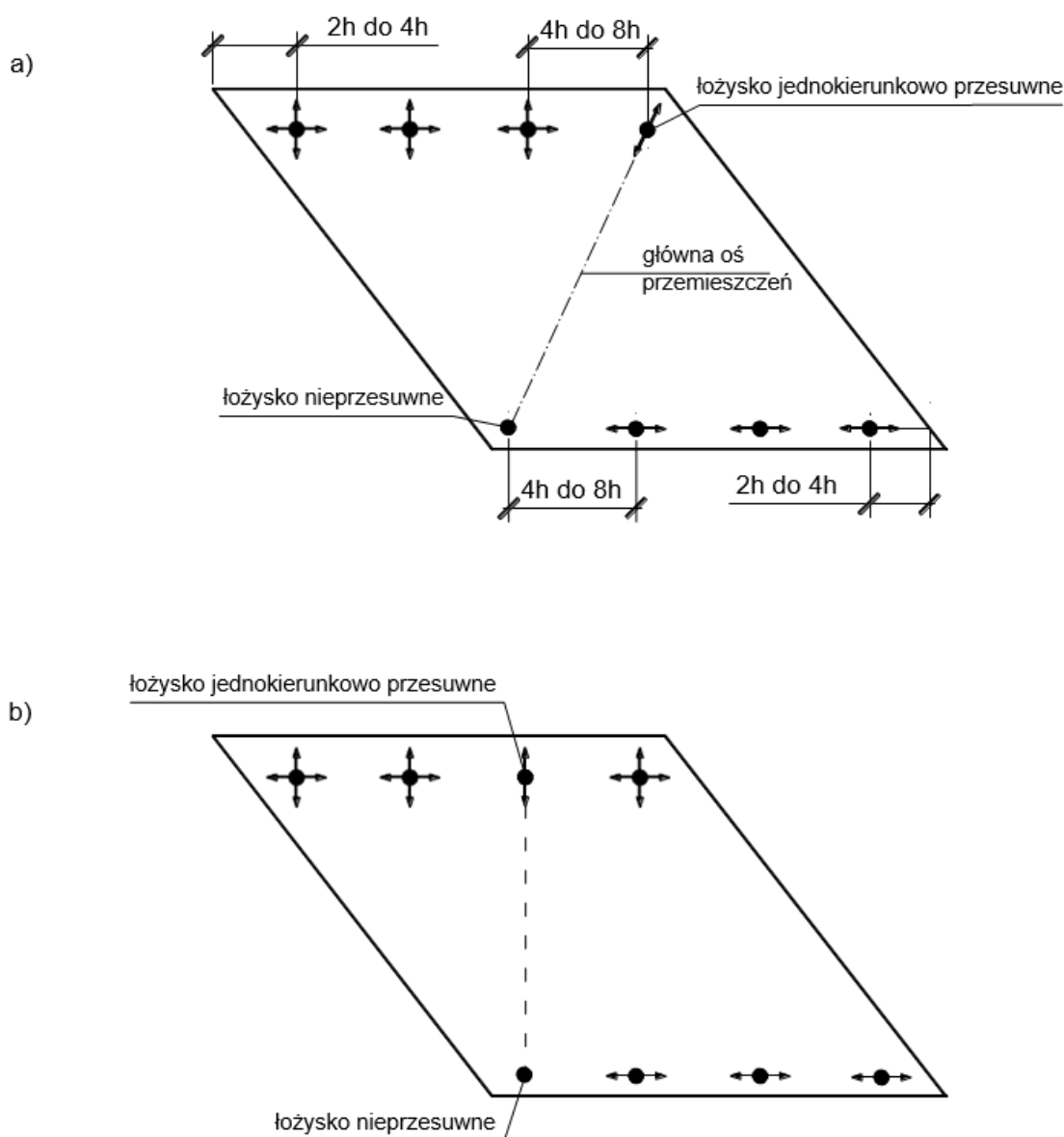
17. Rozwiązanie przedstawione na rys.23 jest zalecane szczególnie w przypadku, gdy pochodzące od odkształcenia konstrukcji niosącej siły wymuszające w łożyskach jednokierunkowo przesuwnych przekraczają wartości dopuszczalne dla tego typu łożysk.
18. Jeżeli przęsło położone jest w skosie a kąt ukosu $\varphi > 70^\circ$, to wpływ ukosu na rozmieszczenie łożysk można pominąć opierając się na zasadach podanych od ust.3 do ust.11; w przypadku podparcia obiektu dwuprzęsłowego zalecane jest rozwiązanie z rys. 24.



Rys.24. Zalecany schemat łożyskowania ukośnego obiektu dwuprzęsłowego

19. W narożach rozwartych płyt szerokich (gdy $B/L_p \geq 0,5$; B - szerokość płyty w kierunku prostopadłym do osi przęsła, L_p - rozpiętość przęsła w kierunku prostopadłym do linii podparcia) o kącie ukosu $< 40^\circ$ należy stosować:
- 1) łożysko punktowo-przechylne;

- 2) łożyska elastomerowe (odkształcalne).
20. Liczbę i rodzaj łożysk na podporach płyt szerokich należy dobierać w ten sposób, aby ograniczyć możliwość pojawienia się reakcji ujemnych w łożyskach.
21. W przypadku płyt szerokich (gdy $B/L_p \geq 0,5$) i gdy kąt ukosu $\varphi < 40^\circ$ należy:
- 1) w narożu rozwartym stosować łożysko nieprzesuwne (rys.25);
 - 2) zapewnić możliwość przesuwu we wszystkich kierunkach przez łożyska na drugiej podporze, z wyjątkiem łożyska leżącego naprzeciw łożyska nieprzesuwne w kierunku promienia wychodzącego z tego łożyska;
 - 3) cofnąć o $2h \div 4h$ (h – grubość płyty) od brzegu łożysko w narożu ostrym, w celu uniknięcia reakcji ujemnej, sprawdzając jednocześnie warunek na odrywanie.



Rys.25. Zalecane schematy łożyskowania szerokiego przęsła ukośnego z łożyskiem jednokierunkowo przesuwne na podporze sąsiedniej do podpory z łożyskiem nieprzesuwne: a) po przekątnej w kierunku naroża rozwartego, b) ustawionym w kierunku prostopadłym do linii podparcia

§ 37. Łożyska stalowe

1. Podczas ustawiania łożysk stalowych należy zwracać uwagę na:
 - 1) prawidłowe położenie osi przegubów oraz osi wałków, aby zapewnić obroty i przemieszczenia nie wprowadzające dodatkowych sił do konstrukcji łożyska;
 - 2) pewne zakotwienie łożysk za pomocą odpowiednich urządzeń (prętów, opórek) pozwalające na prawidłowe przekazywanie sił poziomych na ławę podłożyskową;
 - 3) zapewnienie możliwości wymiany łożyska;
 - 4) równoległość płyt toczenia górnej i dolnej podczas montażu łożyska;
 - 5) prawidłową regulację łożyska w przypadku łożysk wałkowych uwzględniającą temperaturę montażu.
2. Minimalna odległość krawędzi płyty dolnej łożyska od brzegu ciosu lub ławy podłożyskowej wynosi 100 mm.

§ 38. Łożyska elastomerowe

1. Podczas ustawiania łożysk elastomerowych należy przestrzegać następujących zasad:
 - 1) w przypadku stosowania łożysk prostokątnych w planie należy ustawiać łożysko krótszym bokiem prostopadle do głównej osi obrotu;
 - 2) łożyska można ustawiać bez podlewki tylko w uzasadnionych przypadkach;
 - 3) siły poziome działające w kierunku prostopadłym do osi przęśla powinny być przekazywane na podporę bez możliwości przemieszczenia łożyska w tym kierunku;
 - 4) w przypadku zastosowania kotwienia łożyska należy przewidzieć możliwość jego wymiany;
 - 5) uwzględniając tolerancje wykonania, w szczególności odstępstwo od równoległości powierzchni docisku, należy zwiększyć obliczeniowy kąt obrotu łożyska o dodatkową wartość.
2. Minimalna odległość krawędzi łożyska ustawionego bezpośrednio (bez płyty dociskowej) od brzegu ciosu lub ławy podłożyskowej wynosi 150 mm.

§ 39. Łożyska garnkowe

1. Podczas ustawiania łożysk garnkowych należy przestrzegać następujących zasad:
 - 1) w strefie podparcia łożyska powierzchnia spodnia przęśla powinna być płaska i pozioma;
 - 2) podlewka z zaprawy powinna wypełniać całkowicie przestrzeń pod płytą dolną łożyska;
 - 3) należy zapewnić możliwość wymiany łożyska.
2. Zagłębienie tłoka w cylindrze powinno wynosić co najmniej 15 mm.
3. Zewnętrzna pierścieniowa uszczelka elastomerowa powinna mieć grubość co najmniej 2 mm.

§ 40. Łożyska soczewkowe

Podczas ustawiania łożysk soczewkowych należy przestrzegać tych samych zasad, jak w przypadku łożysk stalowych (§ 37) i garnkowych (§ 39).

Rozdział 10. Ochrona łożysk przed korozją

1. Zabezpieczenie antykorozyjne łożysk powinno spełniać wymagania [9].
2. Metody zabezpieczenia antykorozyjnego elementów metalowych łożysk są na ogół takie same jak w przypadku konstrukcji metalowych przęseł.
3. Niewielkie wymiary łożysk umożliwiają ich galwanizację na gorąco, pod warunkiem zastosowania odpowiednich materiałów lub przez galwanizację natryskową.
4. Galwanizację na gorąco należy stosować z zachowaniem szczególnej ostrożności, gdyż w przypadku stali wysokiej wytrzymałości może wystąpić zagrożenie kruchym pękaniem w wyniku penetracji wodoru.
5. Galwanizowanie powierzchni pozwala na otrzymanie trwalszej powłoki antykorozyjnej w stosunku do metody pokrywania powłokami malarskimi.
6. W przypadku stosowania w kontakcie elementów łożyska różnych materiałów metalowych należy uwzględnić możliwość wystąpienia korozji elektrolitycznej.

Rozdział 11. Utrzymanie łożysk

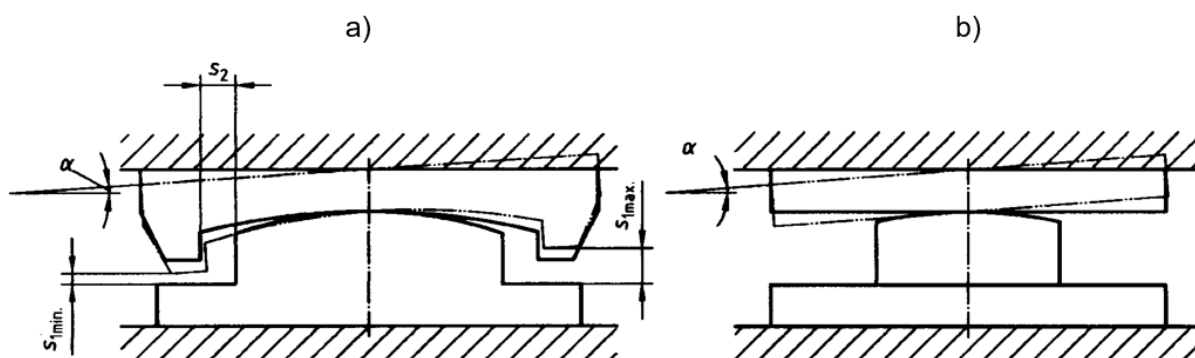
§ 41. Zasady ogólne

1. Kontrolę podczas eksploatacji należy prowadzić zgodnie z wymaganiami [10].
2. Prawdliwość pracy łożysk należy kontrolować w regularnych odstępach czasu.
3. Kontrolę łożysk należy prowadzić w ramach przeglądów okresowych, które określono w [16].
4. Kontrola łożysk polega na sprawdzeniu w szczególności:
 - 1) położenia elementów łożyska w zależności od temperatury otoczenia;
 - 2) stanu nadlewek płyt górnych i podlewek pod płytami dolnymi łożysk;
 - 3) stanu betonu podpory;
 - 4) równoległości spodu konstrukcji przęsła i górnej powierzchni ciosu podłożyskowego; tolerancje tej równoległości wynoszą 1:200 - w przypadku przęsła betonowanego na miejscu oraz 1:300 - w przypadku przęseł stalowych i prefabrykowanych;
 - 5) kontaktu między powierzchniami dolną i górną łożyska a spodem konstrukcji niosącej i ciosem lub ławą podłożyskową;
 - 6) współpracy elementów łożyska.

5. Podczas przeglądów kolejowych obiektów inżynierskich w łożyskach należy kontrolować: wartości luzów w prowadnicach, wielkość występu arkusza PTFE poza osadzenie, stan odkrytej powierzchni płyty ślizgowej ze stali austenitycznej (odchylenia od płaszczyzny, niedostatki zamocowania, uszkodzenia korozyjne) oraz przemieszczenia liniowe i kątowe ruchomych części łożyska.
6. W przypadku elementów ślizgowych należy sprawdzać:
 - 1) czystość powierzchni ślizgowych;
 - 2) zgodność przemieszczeń płyty ślizgowej z temperaturą i początkową wartością wyprzedzenia przemieszczenia;
 - 3) stopień zabezpieczenia przed pyłem (stan fartuchów ochronnych lub uszczelek).
7. Należy sprawdzić czy po ustawieniu łożyska na podporze usunięto zaciski montażowe, zabezpieczające przed przemieszczeniem elementów ruchomych łożyska.
8. Utrzymanie łożysk obejmuje także czyszczenie, ewentualnie smarowanie, jak również na naprawę podlewek lub odnowienie zabezpieczenia antykorozyjnego.
9. Stosowanie do łożysk olejów i smarów powinno być ograniczone do szczególnych przypadków i ogólnie nie jest zalecane, ze względu na możliwość przechwytywania przez nie zanieczyszczeń.
10. W przypadku obiektów z betonu sprężonego dużej rozpiętości zalecana jest kontrola przez pomiar wartości reakcji podporowych.

§ 42. Utrzymanie łożysk stalowych punktowo- i liniowo-stycznych

1. Kontrola łożysk stalowych punktowo- i liniowo-stycznych polega na sprawdzeniu:
 - 1) stanu powierzchni toczenia;
 - 2) wzajemnego obrotu α płyt górnej i dolnej, np. przez pomiar szczelin s_{1min} i s_{1max} (rys.26);
 - 3) wzajemnego przemieszczenia s_2 płyt górnej i dolnej (rys.26a);
 - 4) szczeliny w linii kontaktu płyty górnej i dolnej;
 - 5) stanu zakotwień dolnych i górnych.

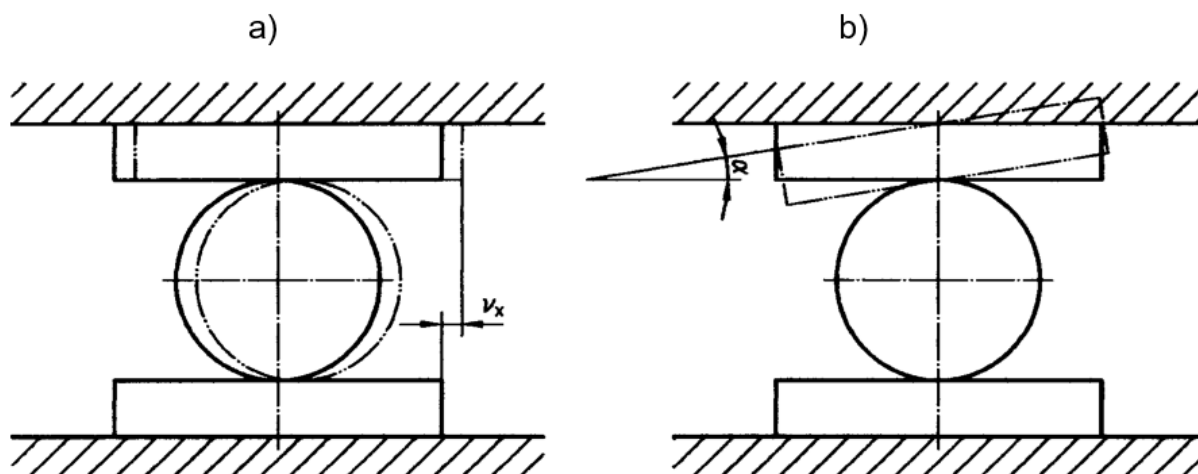


Rys.26. Kontrolowane parametry łożyska stycznego, według [10]: a) łożysko stalowe punktowo- styczne, b) łożysko stalowe liniowo styczne

2. Odchylenia s_2 odległości obrzeża płyty górnej od krawędzi płyty dolnej po obu stronach (rys.26) nie powinny przekraczać 1,0 mm.
3. Należy zwracać uwagę na widoczne defekty materiałowe, jak pęknięcia wahacza lub płyty wahacza.

§ 43. Utrzymanie łożysk wałkowych

1. Kontrola łożysk stalowych wałkowych polega na sprawdzeniu:
 - 1) stanu powierzchni toczonej;
 - 2) wzajemnego przemieszczenia v_x płyt górnej i dolnej (rys. 27a);
 - 3) wartości szczeliny między wałkami a płytami toczenia;
 - 4) wartości kąta obrotu α między płytą górną a dolną (rys.27b);
 - 5) ustawienia wałków w stosunku do osi wzdłużnej przęsła.



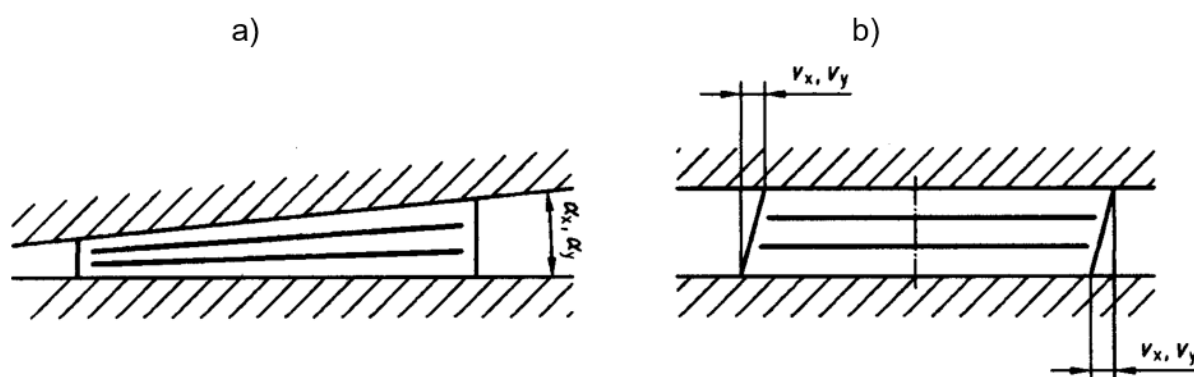
Rys.27. Kontrolowane parametry łożyska wałkowego, według [10]: a- wzajemnego przemieszczenia płyt górnej i dolnej, b- kąta obrotu płyty górnej

2. Tolerancje płaskości płyt wałkowych, mierzone w kierunku osi wałka lub wahacza powinny spełniać następujące warunki:
 - 1) 0,1 mm przy długości wałka $L_w \leq 250$ mm;
 - 2) $0,0004 L_w$ przy długości wałka $L_w > 250$ mm.
3. Tolerancja cylindryczności wynosi 0,05 mm.
4. Tolerancja średnicy wałka w łożysku wielowałkowym wynosi: +0,08 mm, -0,0 mm.
5. Tolerancje wykazane w ustępach 2 – 4 dotyczą badań odbiorczych.
6. Dolne i górne płyty powinny być ustawione poziomo, przy czym tangens kąta pochylenia do poziomu nie powinien przekraczać 0,004 z tym, że górna płaszczyzna płyty dolnej powinna być równoległa do dolnej płaszczyzny płyty górnej przy tangensie kąta pochylenia nie przekraczającym 0,002.
7. W łożysku jednowałkowym wałek powinien być ustawiony prostopadłe do osi dźwigara z dokładnością do 2° , zaś w łożysku wielowałkowym z dokładnością do 1° .

8. Przekroczenie dopuszczalnego przemieszczenia w łożyskach wałkowych ściętych prowadzi do blokady przemieszczeń w wyniku wzajemnego kontaktu ściętych powierzchni wałków.

§ 44. Utrzymanie łożysk elastomerowych

1. Kontrola łożysk polega na sprawdzeniu:
 - 1) stanu warstw elastomeru (brak nierównomiernych lub nadmiernych wybrzuszeń, pęknięć, rozwarstwień);
 - 2) przesunięcia łożysk względem podpory lub spodu przęsła;
 - 3) kąta obrotu łożyska α_x i α_y w płaszczyznach obu głównych osi (rys.28a);
 - 4) odkształcenia postaciowego wyrażonego przemieszczeniami v_x i v_y w płaszczyznach obu głównych osi (rys.28b).

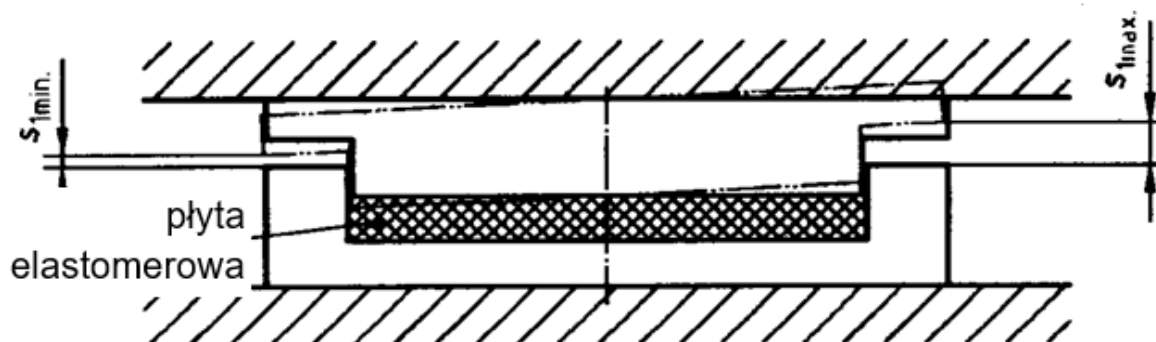


Rys.28. Kontrola odkształcenia łożyska elastomerowego, według [10]: a) poddanego działaniu momentu, b) poddanego działaniu sił poziomych (odkształcenie postaciowe)

2. Równomiernie rozmieszczone niewielkie wybrzuszenia na powierzchniach bocznych bloku elastomerowego są normalnym efektem odkształcenia łożyska pod obciążeniem ściskającym.

§ 45. Utrzymanie łożysk garnkowych

1. Kontrola łożysk polega na sprawdzeniu:
 - 1) luzu między kołnierzem tłoka a krawędzią cylindra;
 - 2) luzu między górną płytą ślizgową a kołnierzem tłoka;
 - 3) luzu w prowadnicy;
 - 4) kąta obrotu tłoka względem cylindra przez pomiar szczelin S_{1min} i S_{1max} (rys.29);
 - 5) braku śladów wyciśnięcia elastomeru z cylindra;
 - 6) występu h arkusza PTFE poza osadzenie na płaskiej powierzchni ślizgowej w łożyskach przesuwnych.

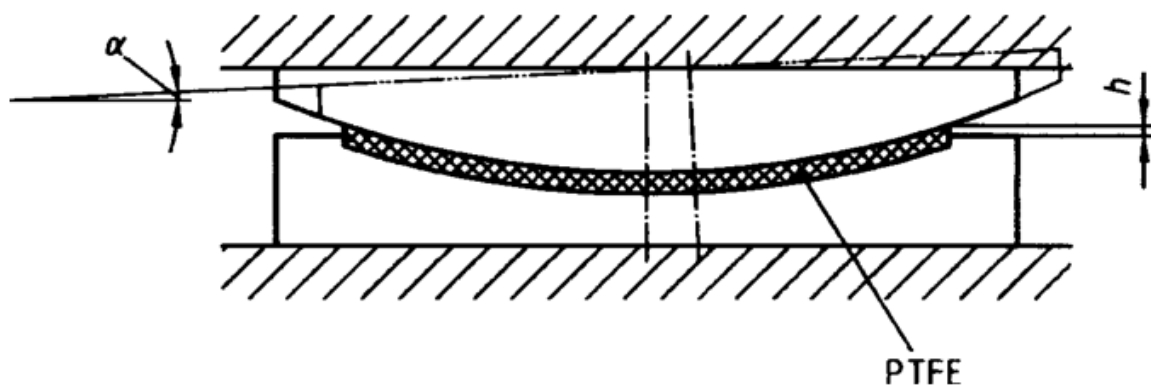


Rys.29. Kontrola obrotu tłoka łożyska garnkowego, według [10]

§ 46. Utrzymanie łożysk soczewkowych

Kontrola łożysk soczewkowych polega na sprawdzeniu:

- 1) kąta α obrotu soczewki względem płyty podstawy (rys.30);
- 2) występu h arkusza PTFE poza osadzenie na powierzchni wklęsłej (rys.30) oraz płaskiej powierzchni ślizgowej w łożyskach przesuwnych.



Rys.30. Kontrolowane parametry łożyska soczewkowego, według [10]

Rozdział 12. Środki zaradcze przy uchybieniach w pracy łożysk

§ 47. Zasady ogólne

1. Jeżeli łożyska nie spełniają wymagań określonych w [10], to powinny być podjęte następujące kroki:
 - 1) indywidualna ocena zagrożenia bezpiecznej pracy łożyska i obiektu mostowego;
 - 2) rektyfikacja ustawienia łożyska;
 - 3) naprawa łożyska przez wymianę elementu lub elementów;
 - 4) wymiana całego łożyska.
2. Uszkodzenia lub awarie łożysk rzadko są wynikiem ich przeciążenia; na ogół są one rezultatem wadliwego wbudowania lub braku utrzymania.
3. Główne przyczyny uszkodzeń łożysk to:
 - 1) błędy w projektowaniu;

- 2) złe ustawienie lub niedostateczne zakotwienie;
 - 3) brak utrzymania;
 - 4) nieszczelne przerwy dylatacyjne;
 - 5) zdarzenia losowe lub wandalizm.
4. Przed podjęciem decyzji o naprawie lub wymianie łożyska należy usunąć przyczynę ich uszkodzeń lub awarii, o ile występuje poza samym łożyskiem.
 5. Rektyfikacja lub wymiana elementu łożyska polega na uniesieniu przęsła nad podporą i dokonaniu wymiany lub korekty w ustawieniu elementu.
 6. Nie przewiduje się naprawy lub wymiany łożysk stalowych liniowo-stycznych.

§ 48. Warunki naprawy lub wymiany łożysk stalowych

1. Jeżeli łożyska wałkowe, liniowo- i punktowo-styczne nie spełniają wymagań określonych w [10], to powinny być naprawione lub wymienione.
2. Jeżeli tolerancja powierzchni płyty płaskiej na obszarze styku z powierzchnią walcową przekracza 0,1 mm, to należy wymienić wałek lub/i płytę toczenia.
3. Jeżeli występuje nierównomierny docisk wałków do płyt toczenia w wyniku ich spłaszczenia lub wgniecenia płyt, to zdeformowane wałki lub płyty należy wymienić.
4. Jeżeli występuje nadmierny luz lub brak listew ograniczających, to luzy te należy zlikwidować a braki uzupełnić.
5. Jeżeli występuje nadmierne przesunięcie kadłuba lub obrót wałków ściętych, to konstrukcję przęsła należy unieść i dokonać korekty położenia.
6. Jeżeli osie wałków nie są ustawione prostopadle do osi wzdłużnej obiektu, to konstrukcję przęsła należy unieść i dokonać korekty położenia wałków.
7. Jeżeli występują nadmierne luzy w gniazdach wahaczy, to należy wymienić sworznie wchodzące w te gniazda.
8. W przypadku nadmiernego tarcia na powierzchniach wahaczy, powierzchnie kontaktów należy wypolerować i nasmarować.
9. W przypadku stwierdzenia nadmiernej korozji lub uszkodzeń łożysk liniowo- i punktowo-stycznych, zalecana jest ich wymiana na łożyska elastomerowe.
10. Jeżeli pochylenie powierzchni kontaktu płyt toczenia z konstrukcją przęsła lub podpory nie spełnia tolerancji $\pm 0,003$ rad, to pochylenie to należy poprawić przez wprowadzenie płyt klinowych lub naprawę podlewki.
11. Jeżeli chropowatość R_z stykających się powierzchni jest większa od 25 μm , to powierzchnie te powinny być poddane zabiegowi polerowania.

§ 49. Warunki naprawy lub wymiany łożysk elastomerowych

1. Jeżeli łożyska elastomerowe nie spełniają wymagań określonych w [10], to powinny być naprawione lub wymienione.

2. Łożysko należy wymienić w przypadku stwierdzenia kruchości, mięknienia lub kleistości elastomeru, a także obecności siatki spękań powierzchniowych.
3. Jeżeli pęknięcia wynikające z przecinania elastomeru przez ostre krawędzie blach zbrojenia mają długość większą niż połowa długości boku bloku elastomerowego odsłaniając blachy zbrojenia, to łożysko należy wymienić.
4. Wymienione powinny być łożyska z nadmiernymi, nieregularnymi wzdłuż wysokości wybrzuszeniami na powierzchniach bocznych.
5. Jeżeli występuje różnica w obrazach powierzchni bocznych sąsiadujących ze sobą łożysk, to przyczyną mogą być:
 - 1) nierówne ustawienie wysokościowe łożysk;
 - 2) różna wysokość łożysk;
 - 3) różna podatność poprzecznicy podporowej lub samej podpory;i wówczas należy przeprowadzić korektę ustawienia łożysk.
6. Korektę powierzchni podpory i spodu przęsła będących w kontakcie z łożyskiem należy wykonać wówczas, jeżeli występuje nierównomierność odkształceń elastomeru na długości powierzchni bocznych łożyska, spowodowana nierównoległością dociskanych powierzchni.
7. Jeżeli występuje nierównomierność odkształceń elastomeru na powierzchniach bocznych łożyska spowodowana nierównoległością powierzchni docisku bloku elastomerowego, to łożysko to należy wymienić.
8. Jeżeli odkształcenie postaciowe łożyska jest większe od 0,7 grubości warstw elastomeru, to łożysko należy odciążyć przez uniesienie przęsła na podporze, ale po uprzednim sprawdzeniu redystrybucji sił poziomych, którą to odciążenie może spowodować.
9. Jeżeli występuje szczelina w kontakcie spodu konstrukcji przęsła z górną powierzchnią łożyska, to po uniesieniu przęsła należy zastosować płytę klinową wyrównującą dociski.
10. Jeżeli łożysko prostokątne w planie jest ustawiane dłuższym bokiem w kierunku osi przęsła, wówczas konstrukcję przęsła należy unieść i obrócić łożysko o 90 °.
11. Jeżeli łożysko zostało obetonowane na wysokości przekraczającej grubość warstwy elastomeru między blachami zbrojenia, to po uniesieniu konstrukcji przęsła łożysko należy tymczasowo usunąć i naprawić dolną polewkę.
12. Jeżeli łożysko doznało przesunięcia na powierzchniach kontaktu ze stalą lub betonem, to ich powierzchnie należy uszorstnić, a w skrajnym przypadku zastosować kotwienie powierzchni łożyska.

§ 50. Warunki naprawy lub wymiany łożysk garnkowych

1. Jeżeli łożyska garnkowe nie spełniają wymagań określonych w [10], to powinny być naprawione lub wymienione.

2. Jeżeli łożyska garnkowe nie mają zachowanych minimalnych rezerw:
 - 1) obrotu $\pm 0,005$ rad lub $\pm 10/r$ rad (r – promień obrotu, wmm);
 - 2) przemieszczenia w obu kierunkach ± 20 mm;
 wówczas wymagają korekty ustawienia.
3. Jeżeli zagłębienie tłoka w cylindrze uniemożliwia obroty tłoka, to wówczas łożysko należy wymienić.
4. Jeżeli w styku tłoka z cylindrem pojawi się elastomer, to łożysko należy wymienić.
5. Jeżeli luz $s_{1min} < 1$ mm (rys.29) lub s_{1max} jest tak duży, że stała się widoczna powierzchnia kontaktowa tłoka, to powody takiej sytuacji powinny być zbadane i jeżeli to konieczne, to powinny być podjęte prace naprawcze.
6. Jeżeli podczas montażu łożyska pozostawiono zaciski montażowe, to zaciski te należy usunąć lub odblokować.
7. Jeżeli występują nadmierne luzy w prowadnicach lub ogranicznikach przesuwu, to łożysko powinno być wymienione.
8. Jeżeli występuje nierównoległość prowadnic w stosunku do głównej osi przemieszczeń przęsła, to po uniesieniu konstrukcji należy przeprowadzić korektę położenia górnej płyty ślizgowej.

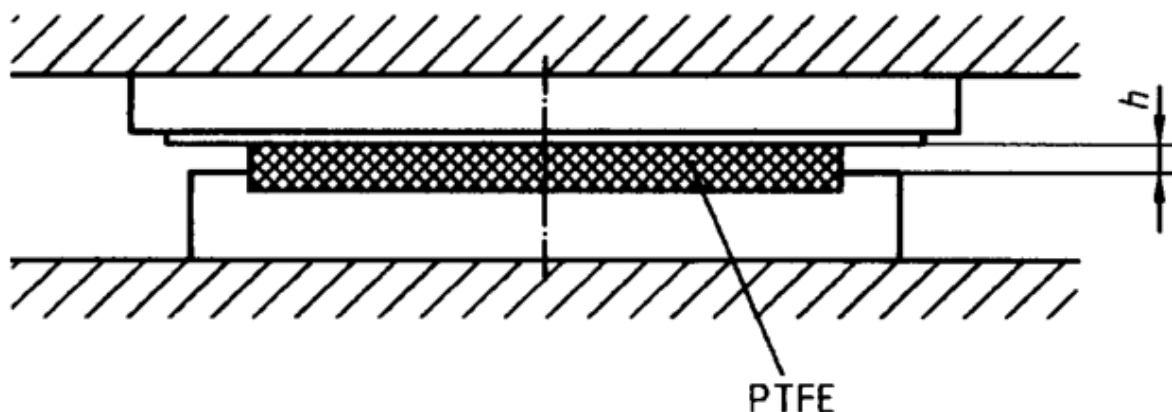
§ 51. Warunki naprawy lub wymiany łożysk soczewkowych

1. Jeżeli łożyska soczewkowe nie spełniają wymagań określonych w [10], to powinny być naprawione lub wymienione.
2. Jeżeli łożyska soczewkowe nie mają zachowanych minimalnych rezerw:
 - 1) obrotu $\pm 0,005$ rad lub $\pm 10/r$ rad (r – promień obrotu, wmm);
 - 2) przemieszczenia w obu kierunkach ± 20 mm;
 wówczas wymagają korekty ustawienia.
3. Jeżeli w łożysku nieprzesuwym nastąpi przekroczenie dopuszczalnego kąta obrotu $0,003$ rad płyty górnej z pierścieniem względem płyty dolnej w łożysku nieprzesuwym, to łożysko wymaga korekty ustawienia.
4. Niedopuszczalne jest pojawienie się szczeliny między wypukłą powierzchnią soczewki a wklęsłym arkuszem PTFE; łożysko takie wymaga korekty ustawienia.

§ 52. Warunki naprawy lub wymiany elementów ślizgowych łożysk

1. Jeżeli nastąpiło wysunięcie lub wyciśnięcie arkusza PTFE z elementu ślizgowego łożyska przesuwego, to po uniesieniu przęsła arkusz PTFE należy wymienić.
2. Jeżeli nie uwzględniono wyprzedzenia górnej płyty ślizgowej, wynikającego z temperatury montażu łożyska różnej od 10°C , co może prowadzić do jej granicznego położenia, to po uniesieniu przęsła należy przeprowadzić rektyfikację ustawienia łożyska.

3. Jeżeli występowanie h arkusza PTFE poza osadzenie (rys.31) jest mniejszy od 1 mm, to łożysko podlega częstszej obserwacji i w razie zmniejszenia tego występu poniżej 0,5 mm należy je naprawić wymieniając arkusz PTFE.



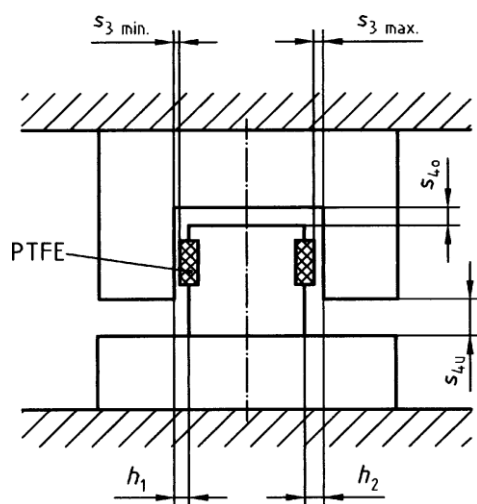
Rys.31. Kontrola występu h arkusza PTFE poza osadzenie, według [10]

4. Graniczne wartości występu h arkusza PTFE poza osadzenie, uzależniające decyzję o jego pozostawieniu lub wymianie podano w tabeli 4.

Tabela 4. Warunki oceny występu arkusza PTFE

Występ h w mm	Ocena
$h \geq 1,0$	bez zastrzeżeń
$1,0 > h \geq 0,5$	zalecane pomiary, co najmniej raz w roku
$0,5 > h \geq 0,2$	wymagana naprawa; ewentualnie wymiana lub wykonanie ekspertyzy
$h < 0,2$	nie nadaje się do naprawy; wymiana lub wykonanie ekspertyzy

5. Jeżeli powierzchnia blachy ślizgowej została pokryta farbą lub zachłapana zaprawą cementową, to taką powierzchnię należy starannie oczyścić.
6. Jeżeli luz poprzeczny $s_3 = s_{3min} + s_{3max}$ w obu szczelinach prowadnicy na obu jej końcach (rys.32), przekracza wartość 2 mm, to należy wymienić elementy ślizgowe prowadnicy, a gdy to nie poprawi sytuacji należy wymienić cały element łożyska, np. górną płytę ślizgową.



Rys.32. Kontrola położenia przewodnicy w kanale przewodnicy i względem płyty podstawy lub płyty dolnej, według [10]

7. Jeżeli prześwit w pionie s_{4u} między listwą przewodnicy a kanałem przewodnicy (rys.30), jest mniejszy od 0,5 mm, to element ślizgowy wymaga wymiany.
8. Jeżeli prześwit w pionie s_{4o} między płytą ślizgową a płytą podstawy lub płytą dolną (rys.30), jest mniejszy od 0,5 mm, to element ślizgowy wymaga wymiany.
9. Jeżeli występ $h_1 - s_{3min}$ i $h_2 - s_{3max}$ paska PTFE poza osadzenie (o ile takie rozwiązanie przyjęto w przewodnicy) (rys.32) jest mniejszy od 0,5 mm, to element ślizgowy wymaga wymiany.

Rozdział 13. Wymiana łożysk

§ 53. Zasady ogólne

1. Należy uwzględniać fakt, że łożyska mają zazwyczaj krótszą żywotność niż inne części konstrukcyjne kolejowych obiektów inżynierskich.
2. Wymianę łożysk należy traktować, jako normalną operację i uwzględniać ją w procesie utrzymania obiektu.
3. Podczas wymiany tymczasowe zaciski montażowe nowych łożysk nie mogą być używane, jako uchwyty przy ich transporcie oraz ustawianiu na podporach.
4. Uniesienie przęsła niezbędne do wymiany lub innych zabiegów utrzymaniowych powinno być uwzględnione w fazie projektowania obiektu przez odpowiednie dostosowanie konstrukcji przęsła i podpory, w miejscu ich kontaktu z podnośnikiem.
5. Unoszenie przęsła może być realizowane za pośrednictwem podnośników lub płaskich poduszek ciśnieniowych (np. w przypadku małej wysokości konstrukcyjnej łożyska).
6. W przypadku kilku podnośników zalecane jest ich zespolenie do jednoczesnego działania z centralnym zasilaniem i automatyką.
7. Podczas wymiany łożyska należy zwracać szczególną uwagę na zapewnienie, że wszystkie siły, które normalnie przenosi łożysko, będą przenoszone przez tymczasowe podparcie konstrukcji przęsła.

8. Jeżeli wymiana łożyska byłaby niemożliwa, co można dopuścić tylko w bardzo szczególnych przypadkach, to wtedy należy zastosować łożyska stalowe liniowo-styczne, które są proste, odporne i szczególnie trwałe.

§ 54. Wymiana łożysk pod ruchem pociągów

1. Jeżeli wymiana łożyska odbywa się pod ruchem pociągów, to należy zapewnić takie podparcie przęśła, które zapewni przeniesienie wszystkich sił występujących w ruchu.
2. Wymiana łożysk pod ruchem pociągów możliwa jest przede wszystkim w przypadku łożysk elastomerowych nie kotwionych.
3. Podczas wymiany łożysk pod ruchem pociągów, mimo spełnienia warunku z ust.1, prędkość taboru powinna być ograniczona do 40 km/h.
4. Ruch pociągów dopuszczalny jest wtedy, gdy przęśło ma podparcie tymczasowe.
5. Podparcie tymczasowe przęśła powinno zapewniać zachowanie dopuszczalnych nierówności toru przy zadanej w ust.3 prędkości.
6. Jeżeli wymieniane jest łożysko wielokierunkowo przesuwne, to podparcie tymczasowe powinno zapewniać nie tylko obroty konstrukcji przęśła na podporze, ale także jej przemieszczenia termiczne i odkształcenia od obciążenia ruchomego.
7. Jeżeli wymieniane jest łożysko jednokierunkowo przesuwne, to podparcie tymczasowe powinno zapewniać nie tylko obroty konstrukcji przęśła na podporze ale także jej przemieszczenia termiczne i odkształcenia od obciążenia ruchomego, ale tylko w jednym kierunku.
8. Jeżeli wymieniane jest łożysko nieprzesuwne, to podparcie tymczasowe powinno przejmować siły poziome wynikające z pracy konstrukcji pod obciążeniem ruchomym oraz zapewniać obroty na podporze.

§ 55. Wymiana łożysk przy ograniczeniu czasowym lub wstrzymaniu ruchu pociągów

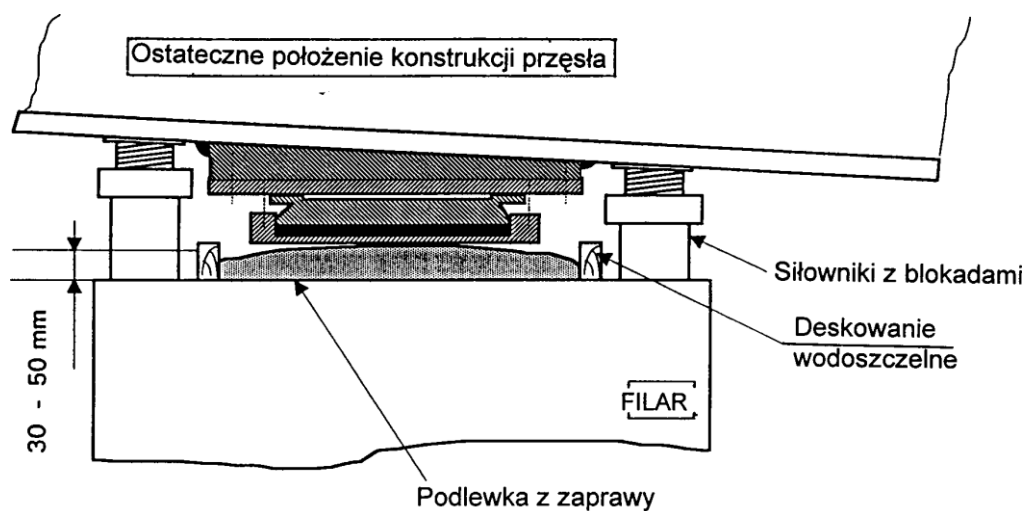
1. Jeżeli wymiana łożyska odbywa się przy ograniczeniu czasowym w ruchu pociągów, to należy zastosować metody wymiany gwarantujące sprawny i szybki przebieg tej operacji.
2. W okresach wstrzymania ruchu pociągów dopuszczalne jest pozostawienie konstrukcji przęśła na zablokowanych podnośnikach.
3. Po zakończeniu okresu wstrzymania ruchu pociągów, konstrukcja przęśła powinna znaleźć się z powrotem na podparciach tymczasowych.
4. Podparcie tymczasowe przęśła powinno zapewniać zachowanie dopuszczalnych nierówności toru przy prędkości do 40 km/h.

§ 56. Metody wymiany łożysk i zakres robót

1. Metoda wymiany łożysk zależy od:
 - 1) rodzaju i typu łożyska;
 - 2) kategorii linii;

- 3) ograniczenia prędkości ruchu;
 - 4) rodzaju podpory;
 - 5) rodzaju konstrukcji przęsła;
 - 6) kształtu i powierzchni głowicy podpory.
2. Roboty związane z wymianą lub naprawą łożysk w ogólnym przypadku obejmują:
 - 1) wykonanie fundamentów pod rusztowania pomocnicze;
 - 2) wykonanie rusztowań pomocniczych i pomostów roboczych;
 - 3) wykonanie zakotwień w korpusie podpory służących do stabilizacji rusztowań i pomostów;
 - 4) tymczasowe wzmocnienie korpusów podpór, głowic i ław podłożyskowych;
 - 5) tymczasowe wzmocnienie konstrukcji niosącej;
 - 6) wykonanie tymczasowej podpory odciążającej przekrój podporowy;
 - 7) uzupełnienie ubytków betonu w ciosach podłożyskowych lub ich rozbiórka i odtworzenie;
 - 8) ustawienie (rys.33) i demontaż podnośników;
 - 9) ustawienie nowego łożyska;
 - 10) usunięcie uszkodzonego elementu łożyska;
 - 11) montaż naprawionego elementu łożyska;
 - 12) usunięcie i montaż nowych zakotwień;
 - 13) częściowe usunięcie i montaż urządzenia dylatacyjnego.
 3. Podnośniki stosowane do unoszenia przęsła przy podporze powinny mieć rezerwę nośności o wartości co najmniej 30 % w stosunku do projektowanej siły podnoszenia.
 4. Podnośniki powinny być dobierane w ten sposób, aby docisk do betonu tłka lub podstawy cylindra nie przekraczał 10-12 MPa.
 5. W przypadku niskiej przestrzeni podporowej zalecane są płaskie prasy Freyssineta o wysokości 50 mm.
 6. Podnośniki do unoszenia przęsła powinny mieć możliwość blokowania odpływu oleju.
 7. Podkładki pod podnośniki powinny mieć powierzchnię o 30 % większą od powierzchni docisku podnośnika.
 8. Podczas operacji unoszenia przęsła powinno być ono zabezpieczone tymczasowymi podparciami z możliwością regulacji wysokości podparcia, np. za pomocą klinów lub przekładek.
 9. Luz między unoszoną konstrukcją przęsła a klinami lub podkładkami nie powinien być większy od 5 mm.
 10. Do tymczasowego podparcia przęsła zalecane jest stosowanie rusztu z belek stalowych lub zestawów łożysk elastomerowych zbrojonych.
 11. Podnośniki powinny być ustawione w takim położeniu, aby nie powodowały uszkodzenia podnoszonego przęsła.

12. Podnośniki powinny być ustawiane pod poprzecznicami lub dźwigarami głównymi przęsła, przy czym każdorazowo należy sprawdzić obliczeniowo efekt ich działania na konstrukcję przęsła.
13. Opuszczanie przęsła na nowe lub naprawione łożysko powinno nastąpić dopiero po osiągnięciu przez podsadzkę lub beton nowego ciosu podłożyskowego wystarczającej wytrzymałości.
14. Po usunięciu łożyska, konstrukcja przęsła powinna spoczywać na podparciach tymczasowych a nie na podnośnikach, nawet jeżeli są one zablokowane.
15. Jeżeli na podporze brak jest miejsca na ustawienie podnośników, to możliwe są następujące rozwiązania:
 - 1) zbudowanie w sąsiedztwie łożysk podpory tymczasowej;
 - 2) oparcie wsporczej konstrukcji wspornikowej kotwionej w korpusie podpory.



Rys.33. Przykład montażu nowego zamiennego łożyska garnkowego

Rozdział 14. Dokumenty związane

- [1] PN-EN 1337-1:2003 Łożyska konstrukcyjne - Część 1: Postanowienia ogólne
- [2] PN-EN 1337-2: 2005 Łożyska konstrukcyjne - Część 2: Elementy ślizgowe
- [3] PN-EN 1337-3: 2010 Łożyska konstrukcyjne - Część 3: Łożyska elastomerowe
- [4] PN-EN 1337-4: 2010 Łożyska konstrukcyjne - Część 4: Łożyska wałkowe
- [5] PN-EN 1337-5: 2010 Łożyska konstrukcyjne - Część 5: Łożyska garnkowe
- [6] PN-EN 1337-6: 2010 Łożyska konstrukcyjne - Część 6: Łożyska wahaczowe
- [7] PN-EN 1337-7: 2010 Łożyska konstrukcyjne - Część 7: Łożyska sferyczne i cylindryczne z PTFE
- [8] PN-EN 1337-8: 2008 Łożyska konstrukcyjne - Część 8: Łożyska prowadzące i łożyska blokujące
- [9] PN-EN 1337-9: 2001 Łożyska konstrukcyjne - Część 9: Zabezpieczenie
- [10] PN-EN 1337-10: 2005 Łożyska konstrukcyjne - Część 10: Kontrola i utrzymanie
- [11] PN-EN 1337-11: 2001 Łożyska konstrukcyjne - Część 11: Transport, magazynowanie i ustawianie
- [12] PN-EN 1991-2: 2007 Oddziaływania na konstrukcje – Część 2: Obciążenia ruchome mostów
- [13] PN-EN 1990: 2004/A1 Eurokod Podstawy projektowania konstrukcji Załącznik A2
- [14] Warunki techniczne wykonania i odbioru dróg i mostów. Tom III, Część 10, rozdział 2, 10.2 Łożyska, Wyd. Verlag Dashöfer, 2008
- [15] Zalecenia dotyczące łożyskowania obiektów mostowych oraz kontroli łożysk podczas eksploatacji, Załącznik do Zarządzenia Dyrektora GDDKiA, 2006
- [16] Instrukcja utrzymania kolejowych obiektów inżynierskich na liniach kolejowych do prędkości 200/250 km/h Id-16, PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2014
- [17] Standardy Techniczne - Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwencjonalnego)/ 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem), Tom III Kolejowe obiekty inżynierskie, Warszawa 2009
- [18] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie, Dz.U. Nr 151, poz.987, z późniejszymi zmianami
- [19] Vademecum bieżącego utrzymania i odnowy drogowych obiektów mostowych, Tom 7 Wyposażenie mostów, Rozdział 7.4 Naprawa lub wymiana łożysk, GDDP, Warszawa 1994

Zmiany i uzupełnienia

Nr poz.	Zmiana (uzupełnienie) wynika z aktu normatywnego, ogłoszonego w Biuletynie PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.			Zmiana (uzupełnienie) obowiązuje od dnia	Czytelny podpis pracownika wnoszącego zmiany (uzupełnienia)
	Rok	Nr	Poz.		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Uwaga: Przy wnoszeniu zmian do tekstu instrukcji należy wskazywać numer porządkowy wnoszonej zmiany (uzupełnienia).