

ANDRZEJ NIEMIERKO

Instytut Badawczy  
Dróg i Mostów  
anierko@ibdim.edu.pl

## Historia współczesnych łożysk mostowych. Łożyska garnkowe, soczewkowe i specjalne

Na przełomie lat 50. i 60. ubiegłego wieku zaczęto stosować w budownictwie mostowym nowatorskie rozwiązania łożysk mostowych [1, 2, 3, 6, 9–11, 13, 15, 21]. Poza tradycyjnymi gatunkami stali zwykłej i podwyższonej wytrzymałości oraz staliwa, we współczesnych łożyskach spotykamy takie materiały jak stal nierdzewną (austenityczną), smar silikonowy, polichloroetylen (PVC), politetrafluoroetylen (PTFE) – bardziej znany pod nazwą handlową teflonu, materiały kompozytowe. Zaliczamy do nich także wszelkiego rodzaju elastomery jak kauczuki syntetyczne i naturalne oraz poliuretany. O łożyskach elastomerowych i elastomerowo-ślizgowych autor pisał w poprzednim numerze „Drogownictwa” [34].

Wymagania wobec współcześnie stosowanych łożysk, będących urządzeniami mechanicznymi, są innego rodzaju niż w przypadku łożysk tradycyjnych. I mimo że uszkodzenia lub wady tych łożysk rzadko prowadzą do katastrof konstrukcji mostowych, to jednak mogą powodować szybsze zużycie ich elementów, pogorszenie warunków podparcia przęsła mostowych, a w skrajnym przypadku blokadę przemieszczeń i obrotów.

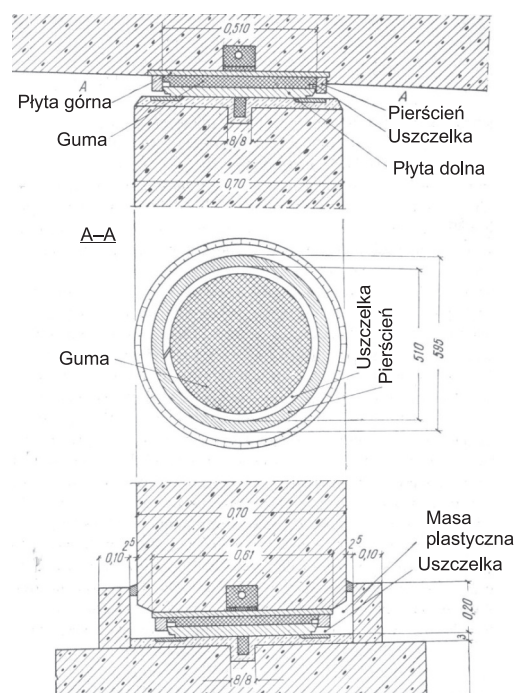
Doświadczenia wielu wiodących europejskich ośrodków badawczych, a także producentów łożysk zostały zebrane i wykorzystane przy opracowywaniu normy PN-EN 1337 „Łożyska konstrukcyjne”. Norma ta jest obecnie podstawowym dokumentem regulującym zasady związane z jakością wykonania i niezawodnością pracy współczesnych łożysk mostowych [4, 12, 22–24, 27, 28].

### Łożyska garnkowe

Łożyska garnkowe (*Topflager, pot bearings, appareils d'appui à pot*) zastosowano po raz pierwszy w Niemczech w 1959 r. na dojazdach do mostów przez Ren w Düsseldorfie (rys. 1) (estakada Pariser Strasse oraz Jan Wellem-Platz). Były to łożyska nieprzesuwne o nośności 7,5 MN.

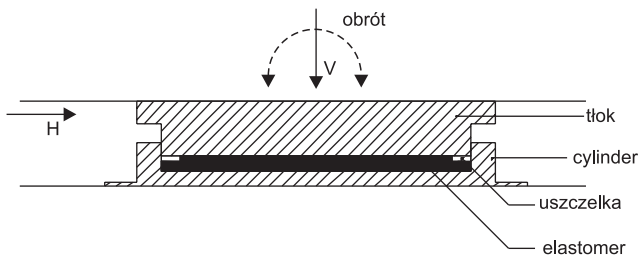
W 1962 r. także w moście przez Ren w ciągu autostrady B42 z Wiesbaden do Schierstein zastosowano łożyska garnkowe przegubowo-przesuwne z warstwą ślizgową z PTFE. Równolegle też pojawiły się w jednym z mostów kolejowych w Szwajcarii [1]. Łożyska przegubowo-nieprzesuwne w wiadukcie w Düsseldorfie zaprojektowano jako wahaczowe podparcie górne i dolne słupa podpory. Wykonano je w postaci odwróconego cylindra, utworzonego z pierścienia przyspawanego do blachy podstawy, a tłok znajdował się na spodzie. Oba elementy, cylinder i tłok, zostały zabetonowane w konstrukcjach przęsła, stopy fundamentowej i słupa podpory za pośrednictwem przyspawanych kotew. Płyta elasto-

merowa o średnicy 510 mm, o 2 mm mniejszej od wewnętrznej średnicy cylindra, miała uszczelkę krawędziową złożoną z 2 pierścieni mosiężnych. Luz w osadzeniu tłoka w cylindrze wyniósł 1 mm.

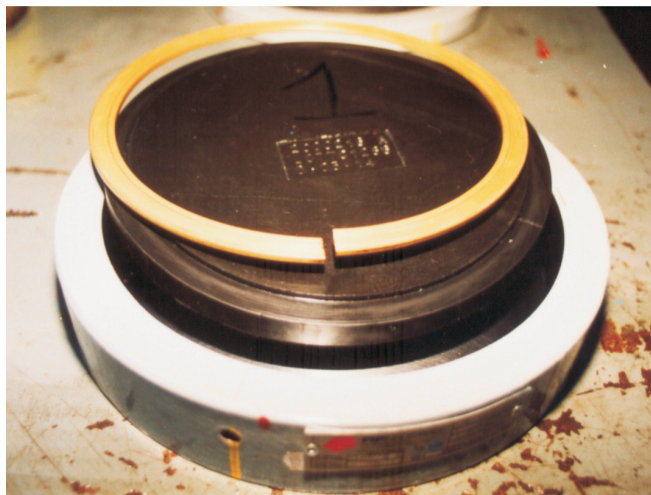


Rys. 1. Łożysko garnkowe w wiaduktach dojazdowych do mostów przez Ren w Düsseldorfie [35]

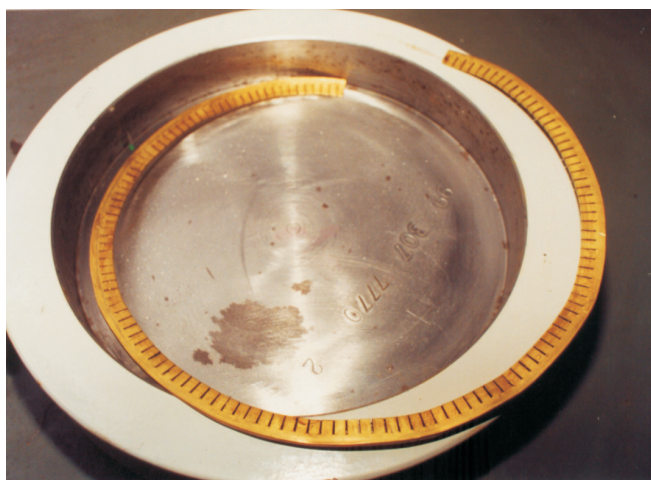
W łożyskach tego rodzaju okrągła niezbrojona płyta elastomerowa umieszczona jest w cylindrze (garnku) i dociśnięta tłokiem (przykrywką) (rys. 2). Płyta elastomerowa zamknięta w obudowie może przenosić znacznie większe dociski niż w łożysku elastomerowym, przechodząc nawet w stan lepkosprężysty. Dodatkową zaletą zamknięcia elastomeru w cylindrze jest odizolowanie go od szkodliwie działających czynników atmosferycznych. Dzięki temu jako wypełnienie cylindra można stosować kauczuk naturalny, lepiej znoszący niską temperaturę (nawet do  $-50^{\circ}\text{C}$ ) niż kauczuki syntetyczne, ale wrażliwy na działanie ozonu i ultrafioletu. W celu uniemożliwienia wyciśnięcia elastomeru przez szczelinę między tłokiem a cylindrem, w płycie elastomerowej osadzone są uszczelki. Mogą to być pierścienie mosiężne z nacięciami lub bez (fot. 1 i 2), kątowniki ze stali nierdzewnej z nacięciami, pierścienie o przekroju kwadratowym z PTFE z wypełniaczem węglowym lub specjalne pierścienie z polioksymetylenem (POM) wtopione w płytę elastomerową.



Rys. 2. Łożysko garnkowe przegubowo-nieprzesuwne

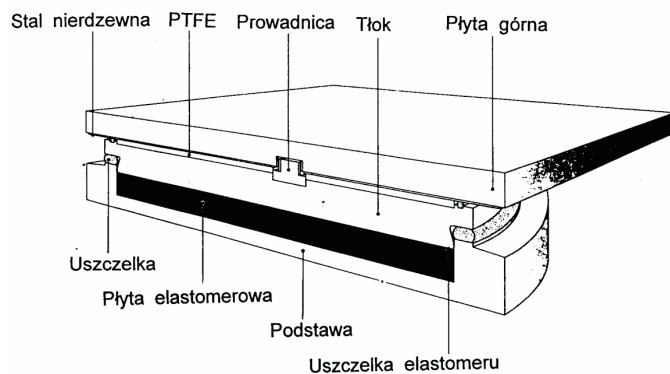


Fot. 1. Części składowe łożyska garnkowego po usunięciu tłoka; mosiężna uszczelka bez nacięć (ze zbioru autora)

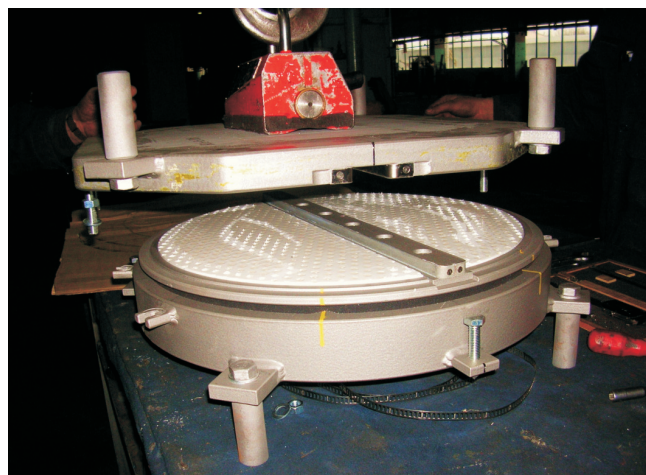


Fot. 2. Cylinder (garnek) łożyska garnkowego z mosiężną uszczelką (z nacięciami) wstawianą do płyty elastomerowej (ze zbioru autora)

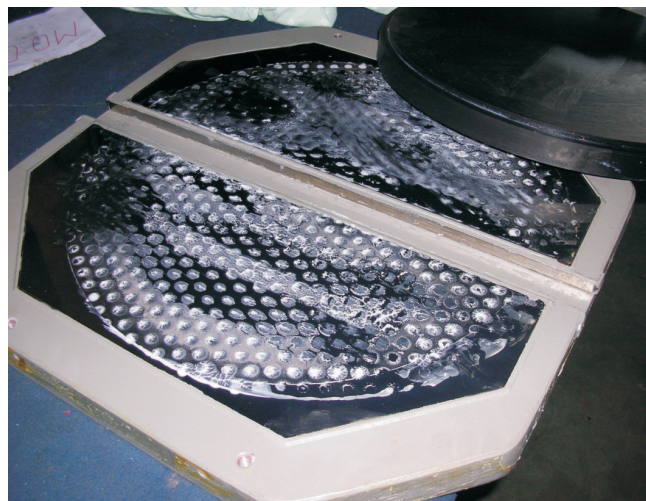
Łożyska garnkowe przesuwne mają na powierzchni górnej tłoka osadzony arkusz PTFE, z którym współpracuje górna płyta ślizgowa z zamocowanym do niej arkuszem polerowanej blachy austenitycznej. W łożysku jednokierunkowo-przesuwne w górnej płycie ślizgowej znajduje się kanał prowadnicy a górna powierzchnia tłoka jest zaopatrzona w prowadnicę centralną (rys. 3; fot. 3 i 4). W innym rozwiązaniu mogą być prowadnice boczne zamocowane do górnej płyty ślizgowej, dla których opór stanowi kołnierz tłoka lub dolna płyta cylindra .



Rys. 3. Łożysko garnkowe jednokierunkowo-przesuwne



Fot. 3. Przykład łożyska jednokierunkowo-przesuwne z prowadnicą centralną zamocowaną na górnej powierzchni tłoka (ze zbioru autora)



Fot. 4. Płyta ślizgowa łożyska jednokierunkowo-przesuwne z kanałem prowadnicy (ze zbioru autora)

W Ameryce Północnej pierwsze łożyska garnkowe zastosowano w latach 1967–1968 [19]. Były to niezbyt udane imitacje łożysk wynalezionych w Niemczech i dlatego początkowo było z nimi wiele problemów technicznych. Brały się one stąd, iż stosowano w nich zbyt grubą płytę elastomerową,

zaś cylinder wykonywany był z pierścienia spawanego do płyty stalowej. Ponadto szczelina między tlokiem i cylindrem była zbyt duża, a smarowanie wewnątrz cylindra albo niewystarczające, albo nadmierne [19].

Pierwszym obiektem opartym na łożyskach garnkowych w Ameryce Północnej była estakada Spadina w Toronto, w węźle autostrady numer 401. W 1968 r. łożyska garnkowe zastosowano przy budowie Kenmore Bridge w King County w Stanach Zjednoczonych. Mimo początkowych niepowodzeń i uprzedzeń, obecnie są to najbardziej rozpowszechnione rodzaje łożysk, w przypadku potrzeby zastosowania łożysk o dużej nośności. Do początku lat 90. w samych Stanach Zjednoczonych zastosowano ich około 40 000.

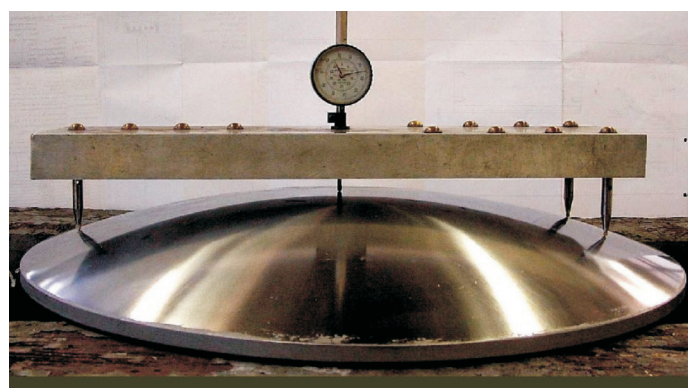
W Polsce, korzystając z doświadczeń i projektów IBDiM, pierwsze łożyska garnkowe wyprodukowano na początku lat 90. w *Przedsiębiorstwie Robót Inżynierskich Przemysłu Węglowego (PRInż)* z Katowic [8]. Obecnie, poza wyrobami firm KPRM – Konstrukcje i Wyposażenie Mostów z Jaworzna oraz ABF z Katowic, stosowane są przede wszystkim łożyska firmowane przez producentów zagranicznych. Wszystkie łożyska garnkowe powinny mieć certyfikat zgodności z wymaganiami PN-EN 1337 [28, 29, 32, 36, 37]. łożyska te są coraz powszechniejsze i wypierają, bez żadnego racjonalnego i ekonomicznego uzasadnienia, łożyska elastomerowe w sytuacji gdy na podporach obiektów mostowych występują niezbyt duże obciążenia pionowe.

Nośności łożysk garnkowych osiągają wartość do 200 MN przy wymiarach płyty elastomerowej w postaci prostokąta 3,60 m x 2,44 m (np. na pylonie mostu podwieszono przez Ren Nordbrücke Mannheim–Ludwigshafen) lub 120 MN w postaci kołowej przy średnicy płyty 2,5 m [2].

## Łożyska soczewkowe

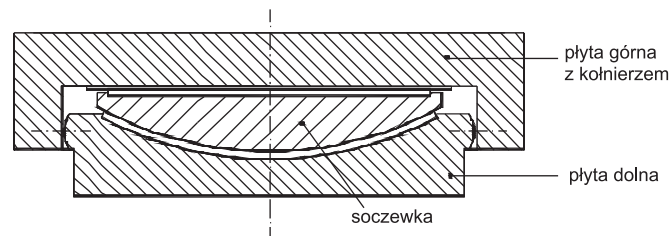
Łożyska soczewkowe (*Kalottenlager, spherical and cylindrical bearings, appareils d'appui cylindriques et sphériques comportant du PTFE*) są pochodną tradycyjnych przegubów, ale wykorzystującą możliwości nowych materiałów ślizgowych, tj. polerowanej stali austenitycznej i PTFE z kieszeniami smarowniczymi wypełnionymi smarem silikonowym.

Łożyska soczewkowe nazywane też są czasami łożyskami czaszowymi lub kalotowymi. Kształt soczewki może być sferyczny (fot. 5) lub cylindryczny.

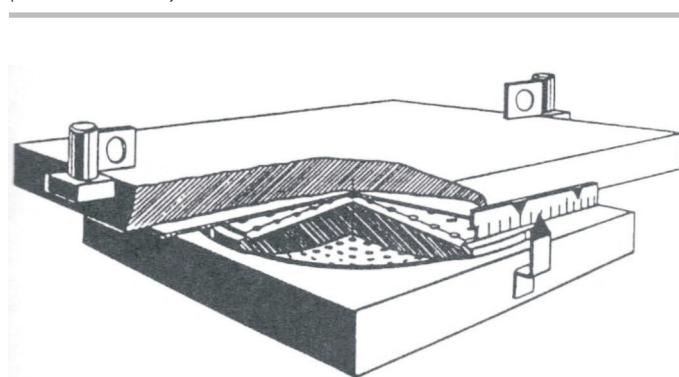


Fot. 5. Pomiar krzywizny wypolerowanej powierzchni soczewki łożyska soczewkowego (ze zbioru autora)

Zbudowane są z 3 elementów: wklęsłej płyty dolnej z osadzonym na jej powierzchni arkuszem PTFE, płasko-wypukłej jednostronnie chromowanej soczewki z osadzonym arkuszem PTFE oraz płyty górnej pokrytej od spodu arkuszem polerowanej blachy austenitycznej (rys. 4). W wersji wielokierunkowo-przesuwnej, w odróżnieniu od jednokierunkowo-przesuwnej, płyta górna pozbawiona jest ograniczników (rys. 5). Cechą wyróżniającą te łożyska jest zamiana ruchu obrotowego przęsła na podporze na ruchy ślizgowe między poszczególnymi elementami łożyska.



Rys. 4. Przekrój poprzeczny łożyska soczewkowego nieprzesuwnej (ze zbioru autora)



Rys. 5. Aksonometria łożyska soczewkowego wielokierunkowo-przesuwnej (ze zbioru autora)

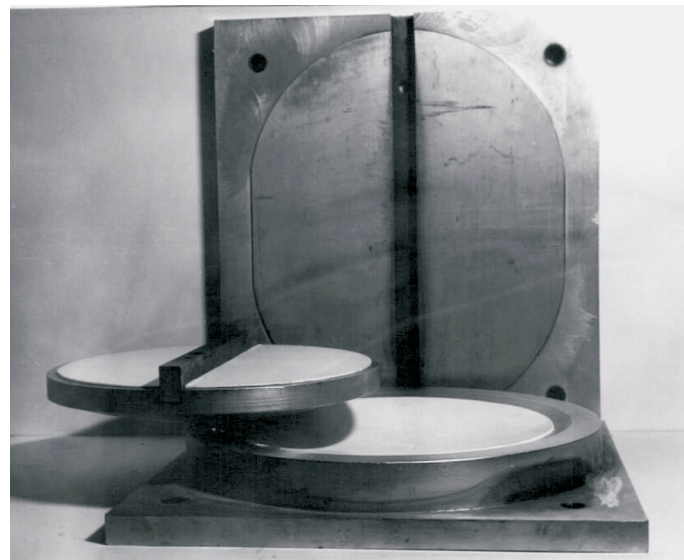
Idea łożyska soczewkowego powstała w niemieckiej firmie Fritz Kreuz w 1962 r. [2]. Firma miała zamiar opatentować ten pomysł, ale było to niemożliwe, gdyż kilka miesięcy wcześniej takie rozwiązanie przedstawili Fritz Leonhardt i Wolfhart Andrä [1]. W 1966 r. łożyska o średnicy 370 mm wbudowano w małym moście w Hesji koło Geislar [2]. Docisk do folii PTFE grubości 1,5 mm wynosił 25 MPa.

W Polsce pierwsze zastosowanie tego typu łożysk związane jest z mostem z betonu sprężonego wykonywanym po raz pierwszy metodą nasuwania podłużnego na podpory. Był to most przez Sołę w Oświęcimiu zbudowany w 1987 r. według projektu dr. inż. Stefana Jendrejka z Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Konstrukcję tego obiektu stanowi ciągła pięcioprzęsłowa skrzynka o długości 213,9 m. Na jednym z filarów środkowych ustawiono łożyska stałe, a na pozostałych jednokierunkowo-przesuwne. łożyska zaprojektowano na maksymalny przesuw  $\pm 70$  mm (maksymalna odległość łożyska przesuwne od stałego wynosiła 129,0 m). łożyska soczewkowe o nośności 8,5 i 3,5 MN wykonała Huta Zygmunt [7]. Płyty tarflenu, dostarczone przez Zakłady Azotowe w Tarnowie, poddano obróbce mechanicznej w celu uzyskania dokładności wymiarów  $\pm 0,05$  mm. Na powierzchniach górnych płyt tarflenu wykonano centrycznie ułożone rowki

o przekroju  $1,5 \times 1,5$  mm w odstępach osiowych 5 mm. Rowki te wypełnione pastą silikonową miały spełniać rolę smarowniczek. Spodnie powierzchnie płyt poddano dezaktywacji, a następnie pokryto klejem Distal o grubości warstwy do 0,2 mm i wpasowano w zagłębienia w płaskiej powierzchni soczewki oraz wklęsłej powierzchni płyty dolnej. Płyty tarfleniu osadzono na głębokość równą połowie ich grubości. Powierzchnie ślizgowe będące w kontakcie z tarflenem były dwójakiego rodzaju. Pod płytą górną umieszczono blachę austenityczną grubości 1 mm, zaś dolna powierzchnia wypukłej czaszy soczewki była pokryta chromem. Chropowatość stalowych powierzchni wynosiła  $1,25 \mu\text{m}$ . Dotychczas nie są znane jakiegokolwiek negatywne objawy zachowania się tych łożysk, mimo niezbyt wysokich podpór obiektu, a więc o małej podatności na zginanie.

W tym samym czasie w IBDiM opracowano projekty łożysk soczewkowych i wykonano je w postaci odlewów ze staliwa (fot.6 i 7), a następnie podjęto badania laboratoryjne [14, 16, 20]. Badania polegały na wyznaczeniu zależności współczynnika tarcia podczas obrotu soczewki przy stopniowo wzrastającym obciążeniu [16, 17]. Wyniki tych badań posłużyły do zaprojektowania łożysk do mostu przez Wisłę pod Zakroczymiem [18].

Było to drugie zastosowanie łożysk soczewkowych z tarfelowymi powierzchniami ślizgowymi w Polsce. Ciągłą, sześcioprzęstową skrzynkę stalową tego mostu oparto na 14 łożyskach nośności 8,0 i 3,0 MN. Projektantem łożysk był autor artykułu, a wykonało je Przedsiębiorstwo Robót Inżynierskich Przemysłu Węglowego w Katowicach. Most oddano do eksploatacji w czerwcu 1990 r., a na łożyskach ustawiono jesienią 1989 r. Jednakże po kilku miesiącach od wbudowania łożysk, w wyniku błędów w przygotowaniu powierzchni ślizgowych, nastąpiła awaria tych elementów. Po przeprowadzeniu dodatkowych badań laboratoryjnych przez IBDiM i naprawie elementów ślizgowych, łożyskom przywrócono projektowane parametry eksploatacyjne. Przypadek ten opi-



Fot. 7. Prototyp łożyska soczewkowego jednokierunkowo-przesuwne-  
go opracowany w IBDiM [16]

sano m.in. w [18]. Wcześniej prototypy łożysk i ich badania wykonano w IBDiM [16], ale ich wdrożenie nastąpiło dopiero po uruchomieniu produkcji w PRLiż. Katowice [8].

Kolejnym mostem, w którym zastosowano łożyska soczewkowe był oddany w 1991 r. do eksploatacji most graniczny przez Olzę w Cieszynie. Zastosowano w nim największe wówczas w Polsce łożyska soczewkowe o nośności 11,0 MN. łożyska te projektował zespół Katedry Budowy Mostów Politechniki Śląskiej w Gliwicach pod kierunkiem prof. Józefa Głównba, a wykonawcą ich było PRLiż w Katowicach. Jako wkładki tarfelowo zastosowano produkt Zakładów Azotowych w Tarnowie. Wkładki nie miały smarowniczek. Do wykonania górnej powierzchni ślizgowej użyto blachy austenitycznej o grubości 2,5 mm. Blacha ta nie była ani polerowana, ani smarowana. Po pewnym czasie stwierdzono brak przemieszczeń płyt ślizgowych łożysk. łożysko na najwyższej z podpór (wysokości 26 m), mające zapewniać przemieszczenia konstrukcji przęsła względem głowicy podpory, nie wykazało żadnych ruchów. Dokładniejsze pomiary geodezyjne wykazały jednak, że ruchy podłużne konstrukcji przęsła przejmowane są przez odkształcenie podpory o dużej smukłości, a więc podatnej na zginanie. Świadczyło to także o większym od spodziewanego współczynniku tarcia. Most przez Olzę w Cieszynie był drugim w Polsce mostem z betonu sprężonego, wykonanym metodą nasuwania podłużnego na podpory. Most o przekroju skrzynkowym był nasuwany dwustronnie: od strony polskiej na długości 507 m, a od strony czeskosłowackiej na długości 253 m. Warto podkreślić, że most położony jest w dwóch łukach: wklęsłym pionowym i poziomym. Skrajne łożyska przesuwne zaprojektowano na przemieszczenie konstrukcji przęsła 250 m długości.

Obecnie łożyska soczewkowe produkowane są przez firmę KPRM Konstrukcje i Wyposażenie Mostów z Jaworzna. Sprawdzone łożyska zagraniczne stosowane są na mniejszą skalę, głównie do obiektów kolejowych lub dużej rozpiętości i nietypowej konstrukcji. Jedne z największych w Europie łoż-

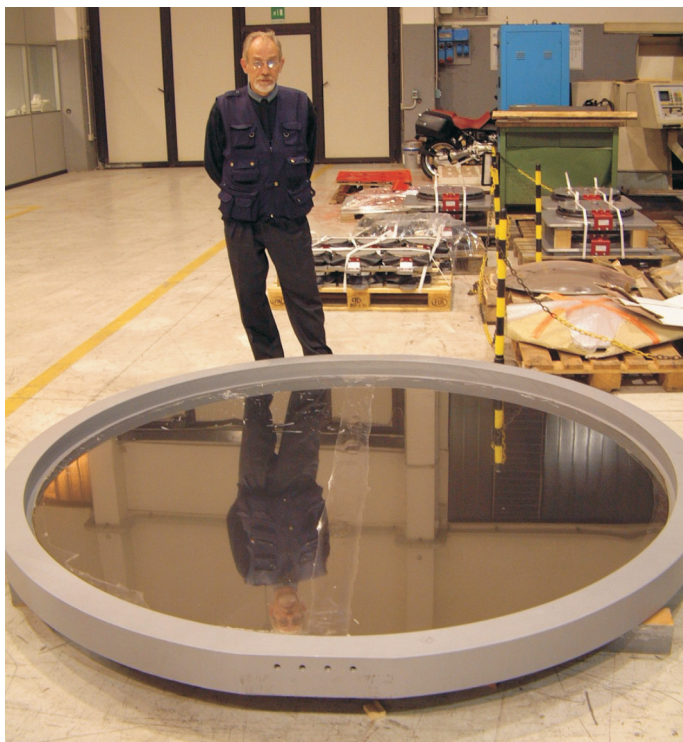


Fot. 6. Prototyp łożyska soczewkowego wielokierunkowo-przesuwne-  
go opracowany w IBDiM w latach 80. [16]

żysk zastosowano pod nadzorem IBDiM w moście podwieszonym przez Wisłę w Płocku. Miały one nośność 110 MN (fot. 8 i 9) i średnicę soczewki 2200 mm [5, 25, 26, 30, 31]. Także przęsa mostu Północnego w Warszawie oparto na łożyskach soczewkowych nośności ponad 36 MN [33].



Fot. 8. Płyta dolna największego w Polsce łożyska soczewkowego o nośności 110 MN (łożysko jednokierunkowo-przesuwne) (ze zbioru autora)



Fot. 9. Płyta górna największego w Polsce łożyska soczewkowego o nośności 110 MN (łożysko nieprzesuwne) (ze zbioru autora)

Wszystkie łożyska soczewkowe powinny mieć certyfikat zgodności z wymaganiami PN-EN 1337 [28, 29, 36, 38].

## Łożyska specjalne

Ze względu na większy koszt wykonania łożysk specjalnych w stosunku do kosztu łożysk klasycznych są one stosowane tylko w uzasadnionych przypadkach np. gdy łożyska

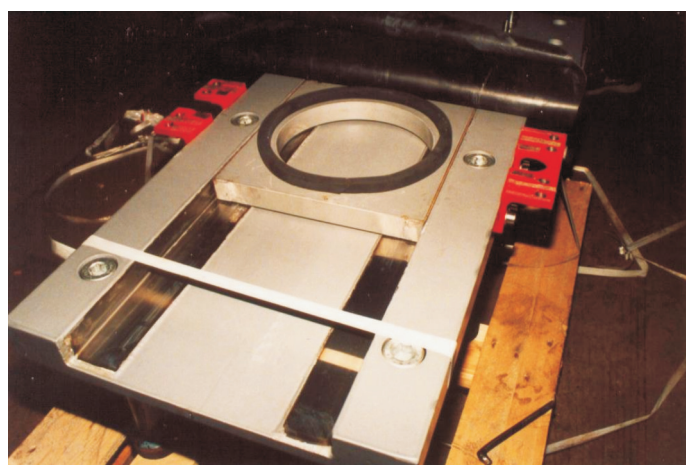
typowe nie mogą spełniać zaprojektowanej roli. Rozróżniamy następujące rodzaje łożysk specjalnych:

- łożyska do przejmowania tylko sił poziomych,
- łożyska z przegubem,
- łożyska z przegubem i płytą ślizgową,
- łożyska podwójne,
- łożyska zabezpieczające przed odrywaniem (z kotwą sprężoną),
- łożyska z regulacją położenia.

W normie PN-EN 1337-8 [39] do łożysk specjalnych zaliczono łożyska prowadzące oraz łożyska blokujące. Łożyska te są przeznaczone do:

- przenoszenia sił poziomych,
- umożliwiania przemieszczeń poziomych,
- umożliwiania lub nie przemieszczeń poziomych w jednym kierunku,
- umożliwiania obrotów,
- stwarzania niewielkich oporów przy przemieszczeniach,
- zapewnienia odpowiedniej trwałości prowadzenia lub blokowania.

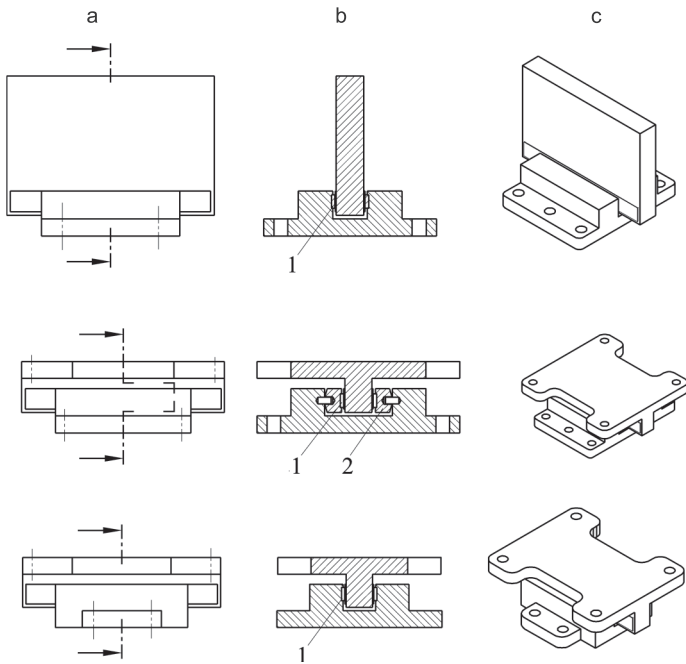
Zadaniem łożysk prowadzących i blokujących nie jest przenoszenie obciążeń pionowych i momentów zginających. Mogą natomiast współpracować z łożyskami, które takie obciążenia przenoszą. Jeżeli obciążenia pionowe z przęsa są przenoszone wyłącznie przez łożyska wielokierunkowo-przesuwne, to rolą łożysk blokujących jest przejmowanie wyłącznie sił poziomych we wszystkich, a łożysk prowadzących tylko w jednym kierunku (fot. 10).



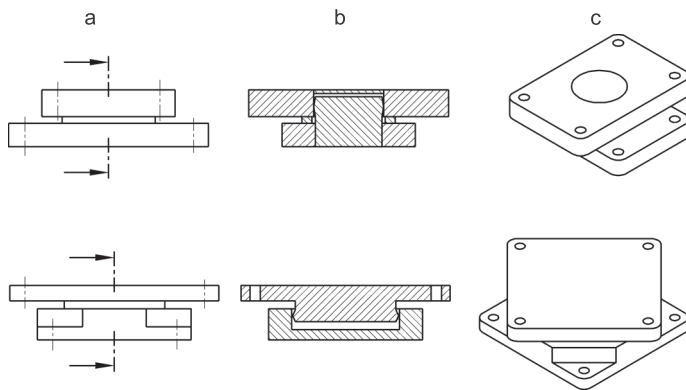
Fot. 10. Przykład łożyska prowadzącego (przed wbudowaniem na przyczółku mostu podwieszonoego przez Wisłę w Płocku) (ze zbioru autora)

Bardzo często są stosowane na jednej podporze wraz z łożyskami elastomerowymi w układzie podparcia „pływającego” (rys. 6 i 7). W ten sposób zapewniają niezmienną geometryczną podparcia ustroju przęsa.

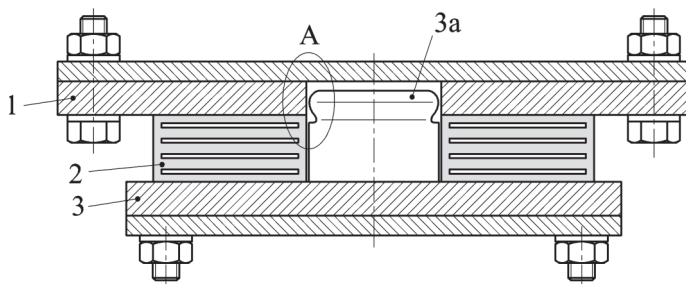
Łożyska prowadzące (rys. 6) lub blokujące (rys. 7) należą do łożysk specjalnych, to znaczy spełniających funkcje, których nie spełniają poprzednio wymienione łożyska, bądź spełniają je w niepełnym zakresie. W łożyskach tych wykorzystywane są często rozwiązania stosowane w innych łożyskach. Przykładem mogą tu być stosowane bloki elastomerowe (rys.8 i 9), wahacze, elementy ślizgowe, wałki.



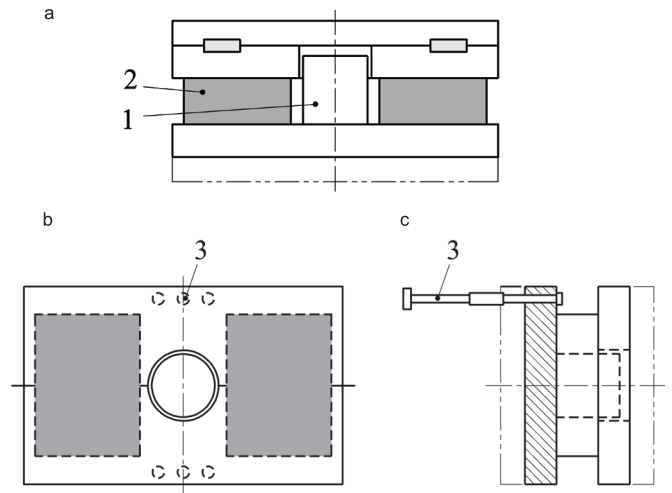
Rys. 6. Przykłady łożysk stalowych prowadzących według [39]: a – widok z boku, b – przekrój poprzeczny, c – widok aksonometryczny; 1 – elementy ślizgowe, 2 – elementy przegubowe



Rys. 7. Przykłady łożysk stalowych blokujących według [39]: a – widok z boku, b – przekrój poprzeczny, c – widok aksonometryczny



Rys. 8. Przykład łożyska elastomerowego z wewnętrznym ograniczeniem według [39]; 1 – górna płyta dociskowa, 2 – łożysko elastomerowe, 3 – dolna płyta dociskowa, 3a – trzpień osiowy, A – strefa kontaktu



Rys. 9. Przykład łożyska elastomerowego z wewnętrznym ograniczeniem według [39]: a – widok z boku, b – widok z góry, c – przekrój; 1 – trzpień osiowy, 2 – łożysko elastomerowe, 3 – kotew

## Podsumowanie

Analizując współczesne konstrukcje łożysk mostowych należy stwierdzić, że:

- jako ogniwa konstrukcyjne pełnią odpowiedzialną rolę w przekazywaniu sił i przemieszczeń między konstrukcjami przęseł a podporami; nie można zatem ich zaliczać do elementów wyposażenia,
- są to urządzenia mechaniczne a nie budowlane; z tego powodu podlegają innym, ostrzejszym wymaganiom niż konstrukcje budowlane obiektów,
- w projektowaniu łożysk należy stosować kryteria stanów granicznych nośności i użyteczności,
- dzięki umiarkowanym naciskom powierzchni kontaktowych w łożyskach brak jest koncentracji naprężeń a tym samym brak zagrożenia uplastycznieniem bądź zniszczeniem materiału,
- zastosowanie elementów ślizgowych i smaru silikonowego zapewnia minimalny współczynnik tarcia nie tylko przy przesuwie, ale i podczas obrotów łożyska,
- łożyska soczewkowe są bardziej przydatne od łożysk garnkowych w sytuacjach gdy na podporach występują większe od 0,02 rad obroty oraz przemieszczenia o dużej częstotliwości,
- tylko certyfikat zgodności łożyska z wymaganiami PN-EN 1337 kwalifikuje do zastosowania go w budownictwie mostowym.

## Bibliografia

- [1] W. Andrä, F. Leonhardt, *Neue Entwicklungen für Lager von Bauwerken, Gummi- und Gummipflager*, Die Bautechnik, 2,1962, str. 37–50
- [2] T. Block, H. Eggert, W. Kauschke-, *Lager im Bauwesen. 3. Auflage*, Wilhelm Ernst & Sohn, 2013
- [3] A.M. Brandt, A. Niemierko, *Nowe rozwiązania łożysk mostowych*, Inż. i Bud., 8–9, 1975, str. 392–396
- [4] Ch. Braun, G. Hanswille, M. Porsch, Ch. Schürmann, *Lager im Bauwesen nach DIN EN 1337*, Stahlbau 78 (2009), Heft 11, str. 849–868

- [5] R. Dalpedri, P. Gwoździewicz, *Projektowanie sferycznych łożysk o nośności 110 MN dla przeprawy mostowej przez Wisłę*. Referaty IV Ogólnopolskiej Konferencji Mostowców „Konstrukcja i wyposażenie mostów”, Wisła 12–14 października 2005 r., str. 37–43
- [6] H. Eggert, *Lager für Brücken und Hochbauten*, Bauingenieur 53, 1978, str. 161–168
- [7] S. Jendrzejek, L. Gazda, *Łożyska czaszowe średniej nośności do budowy mostów*, III Konferencja BBM, Prace Naukowe Inst. Inż. Łąd. Pol. Wrocławskiej 37, 1987
- [8] J. Klowan, Z. Lorenz, *Działalność Przedsiębiorstwa Robót Inżynierskich Przemysłu Węglowego w Katowicach związana z produkcją elementów wyposażenia mostów*, Drogownictwo 9, 1986
- [9] D.J. Lee, *Bridge Bearings and Expansion Joints*, E & FN SPON 1994
- [10] J.E. Long, *Bearings in Structural Engineering*, Newnes-Butterworths, London 1974
- [11] A. Marioni, *Apparecchi di appoggio per ponti e strutture*, ITEC editrice, Milano 1983
- [12] A. Marioni, *The European Standard EN 1337 on Structural Bearings*, 6<sup>th</sup> World Congress on Joints, Bearings and Seismic Devices Systems for Concrete Structures, ACI, September 17–21, 2006, Halifax, Nova Scotia, Canada
- [13] A. Niemierko, *Nowoczesne łożyska mostowe*, Drogownictwo, 6, 1978, str.167–173
- [14] A. Niemierko, K. Germaniuk, *Nowe odmiany łożysk mostowych – Doświadczenia wdrożeniowe IBDiM*, Inżynieria i Budownictwo, 2, 1980, str. 74–78
- [15] A. Niemierko, *Stan i perspektywy wdrożeń nowoczesnych łożysk mostowych w warunkach krajowych*, Drogownictwo 7,1982, str. 200–205
- [16] A. Niemierko, *Łożyska stalowe typu kalotowego – stan techniki i wyniki własnych doświadczeń*, Prace IBDiM, 1–2, 1983
- [17] A. Niemierko, *Ocena parametrów wytrzymałościowych oraz tarcia płyt tarflenu stosowanych w łożyskach kalotowych*, Prace IBDiM, 1, 1992, str. 29–49
- [18] A. Niemierko, *Cause Analysis of Spherical Bearings Damages in Bridge near Zakroczym*. 4th International Conference „Safety of Bridge Structures”, Wrocław 1992
- [19] A. Niemierko, *Problematyka łożysk mostowych na „Trzecim Światowym Kongresie Systemów Dylatacyjnych i Łożyskowych w Toronto”*. Część I. Normalizacja i łożyska elastomerowe, Drogownictwo 10,1992
- [20] A. Niemierko, *Badania współczynnika tarcia Teflonu (PTFE) przeznaczonego do łożysk ślizgowych*, Prace IBDiM, 2, 1993
- [21] A. Niemierko, *Stan rozwoju nowoczesnych łożysk mostowych*, II Konferencja Mostowców „Wyposażenie mostów”, Kozubnik 1994
- [22] A. Niemierko, *Stan normalizacji europejskiej w dziedzinie łożysk mostowych*, II Konferencja Mostowców „Wyposażenie mostów”, Kozubnik 1994
- [23] A. Niemierko, *Nowa norma dotycząca wymagań i metod badań łożysk mostowych*, Referaty III Ogólnopolskiej Konferencji Mostowców „Konstrukcja i wyposażenie mostów”, Wisła 18–20 czerwca 1997 r.
- [24] A. Niemierko, *Wymagania wobec łożysk mostowych w świetle nowej normy europejskiej*, Pięćdziesiąta Pierwsza Konferencja Naukowa KILiW PAN i KN PZITB „Krynica 2005”, t. IV, 2005
- [25] A. Niemierko, *Projekt, wykonanie i ustawianie łożysk w moście podwieszonym przez Wisłę w Płocku*. Referaty IV Ogólnopolskiej Konferencji Mostowców „Konstrukcja i wyposażenie mostów”, Wisła 12 – 14 października 2005 r., str. 161–169
- [26] A. Niemierko, R. Dalpedri, K. Berger, *Płock Cable-Stayed Bridge Incorporates Exceptional Spherical Bearings with 110 MN Capacity*. 6<sup>th</sup> World Congress on Joints, Bearings and Seismic Devices Systems for Concrete Structures, ACI, September 17–21, 2006 Halifax, Nova Scotia, Canada
- [27] A. Niemierko, *Wymagania techniczne stawiane łożyskom mostowym*. Seminarium Łożyska i urządzenia dylatacyjne, Instytut Dróg i Mostów Politechniki Warszawskiej, Oddział Warszawski ZMRP, Warszawa, 10 stycznia 2006, str.29–46.
- [28] A. Niemierko, *Wymagania wobec wykonania łożysk mostowych oraz ich kontroli podczas eksploatacji*. Zakład Mostów Politechniki Warszawskiej, Centrum Kształcenia Ustawicznego w Inżynierii Komunikacyjnej „IKKU”, Warszawa, 17 marca 2008, s. 1–18
- [29] A. Niemierko, *Warunki techniczne wykonania i odbioru dróg i mostów. Tom III. Część 10, rozdział 2, 10.2. Łożyska*. Verlag Dashöfer. X aktualizacja – kwiecień 2008
- [30] A. Niemierko, *Łożyskowe wyzwanie – most podwieszony w Płocku z łożyskami 110 MN nośności*. Archiwum Instytutu Inżynierii Łądowej „Współczesne metody budowy, wzmacniania i przebudowy mostów” XVIII Seminarium. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 4/2008, s. 113–130
- [31] A. Niemierko, R. Dalpedri, K. Berger, *Łożyska mostu w Płocku*. Drogi (ładowe, powietrzne, wodne) nr 8, 2008, s. 33–40
- [32] A. Niemierko, *Łożyska mostowe i urządzenia dylatacyjne w świetle norm i zaleceń*, Mosty 2011 nr 5, str. 39–44
- [33] A. Niemierko, *Łożyskowanie mostu Północnego w Warszawie*, Inżynier Budownictwa 2011 nr 9, str. 66–68
- [34] A. Niemierko, *Historia współczesnych łożysk mostowych. Łożyska elastomerowe i elastomerowo-ślizgowe*, Drogownictwo, 1, 2015, str. 1–7
- [35] J. Szczygieł, *Mosty z betonu zbrojonego i sprężonego*, WKŁ, Warszawa 1972, str. 394–401
- [36] PN-EN 1337–2: 2005 Łożyska konstrukcyjne – Część 2: Elementy ślizgowe
- [37] PN-EN 1337–5: 2010 Łożyska konstrukcyjne – Część 5: Łożyska garnkowe
- [38] PN-EN 1337–7:2010 Łożyska konstrukcyjne – Część 7: Łożyska sferyczne i cylindryczne z PTFE
- [39] PN-EN 1337–8: 2008 Łożyska konstrukcyjne – Część 8: Łożyska prowadzące i łożyska blokujące

## Z serwisu GDDKiA

### Ogłoszenie I Konkursu Rozwój Innowacji Drogowych (RID)

Dyrektor Narodowego Centrum Badań i Rozwoju oraz Generalny Dyrektor Dróg Krajowych i Autostrad ogłosili konkurs w ramach porozumienia dotyczącego **Wspólnego Przedsięwzięcia „Rozwój Innowacji Drogowych”**. Celem konkursu jest wyłonienie projektów badawczych z zakresu poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego i efektywności systemu zarządzania ruchem. Projekty zgłaszane w konkursie będą dotyczyły m.in. opracowywania optymalnych norm i standardów planowania, projektowania, technologii oraz budowy i eksploatacji dróg publicznych w Polsce.

Rozwiązania wypracowane w ramach projektów badawczych, wyłonionych w ramach konkursu zostaną wdrożone jako wytyczne – instrukcje do stosowania przy budowie, przebudowie, rozbudowach, remontach dróg zarządzanych przez GDDKiA.

Konkurs skierowany jest do jednostek naukowych oraz do konsorcjów naukowych w rozumieniu ustawy o zasadach finansowania nauki pod warunkiem, że w skład konsorcjum wchodzi wyłącznie jednostki naukowe.

Założenia Wspólnego Przedsięwzięcia, a także dokumenty konkursowe w tym Regulamin konkursu dostępne są na stronie: [www.ncbr.gov.pl/programy-krajowe/RID](http://www.ncbr.gov.pl/programy-krajowe/RID)

Nabór wniosków w systemie GW (Generator Wniosku) rozpocznie się w dniu **10 lutego 2015 r.**, a zakończy się w dniu **10 kwietnia 2015 r.**, o godzinie **16:00**. Wszelkie pytania należy kierować na adresy e-mail:

- Pytania dot. kwestii formalnych i proceduralnych w odniesieniu do Regulaminu: [rid@ncbr.gov.pl](mailto:rid@ncbr.gov.pl)
- Pytania dot. obszarów merytorycznych i zakresu tematycznego konkursu: [rid@gddkia.gov.pl](mailto:rid@gddkia.gov.pl)

Regulamin konkursu: <http://www.gddkia.gov.pl/pl/a/17505/Ogloszenie-I-Konkursu-RID>

15-01-2015

Wybrał i opracował: MR