

Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

Modern material technologies in aerospace industry

Plastyczne kształtowanie lotniczych stopów Al (w tym Al - Li) oraz Ti

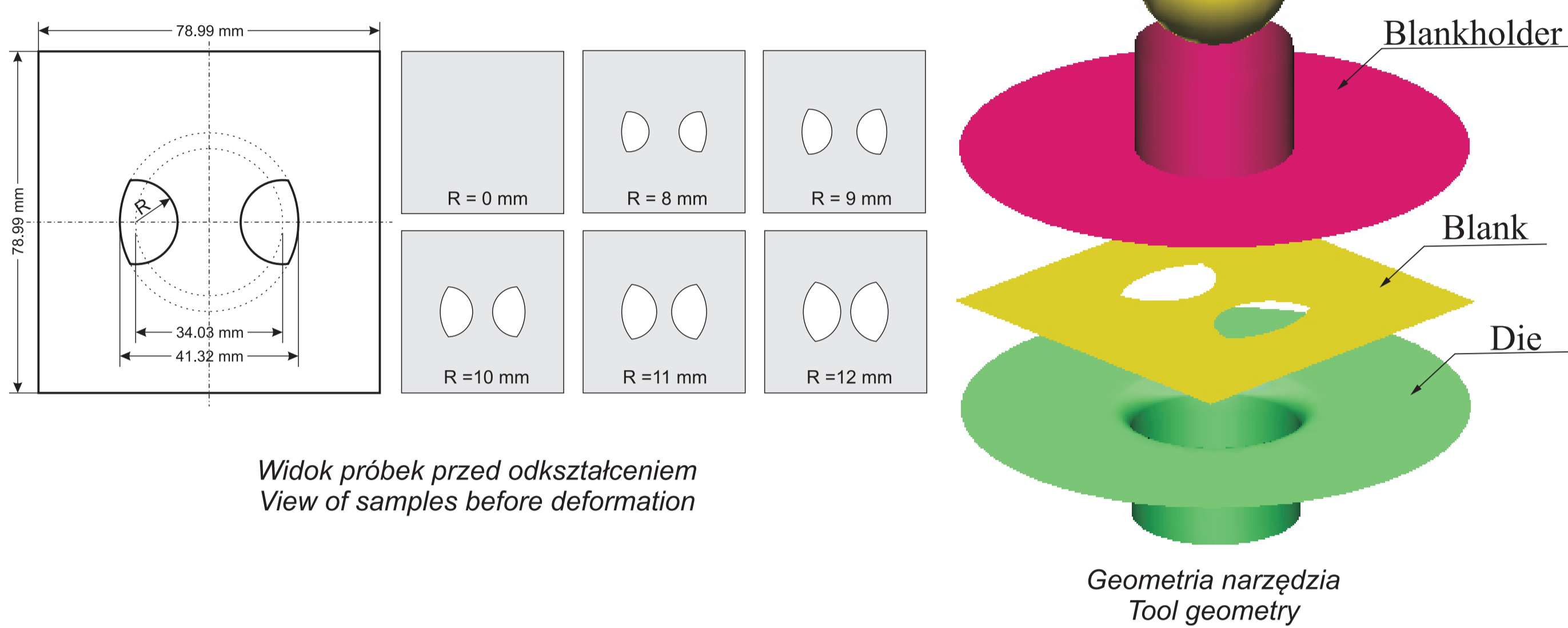
Plastic forming of aeronautical Al (including Al-Li) and Ti alloys

Politechnika Śląska, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Lubelska, Politechnika Warszawska, Politechnika Częstochowska

Wyniki badań Results

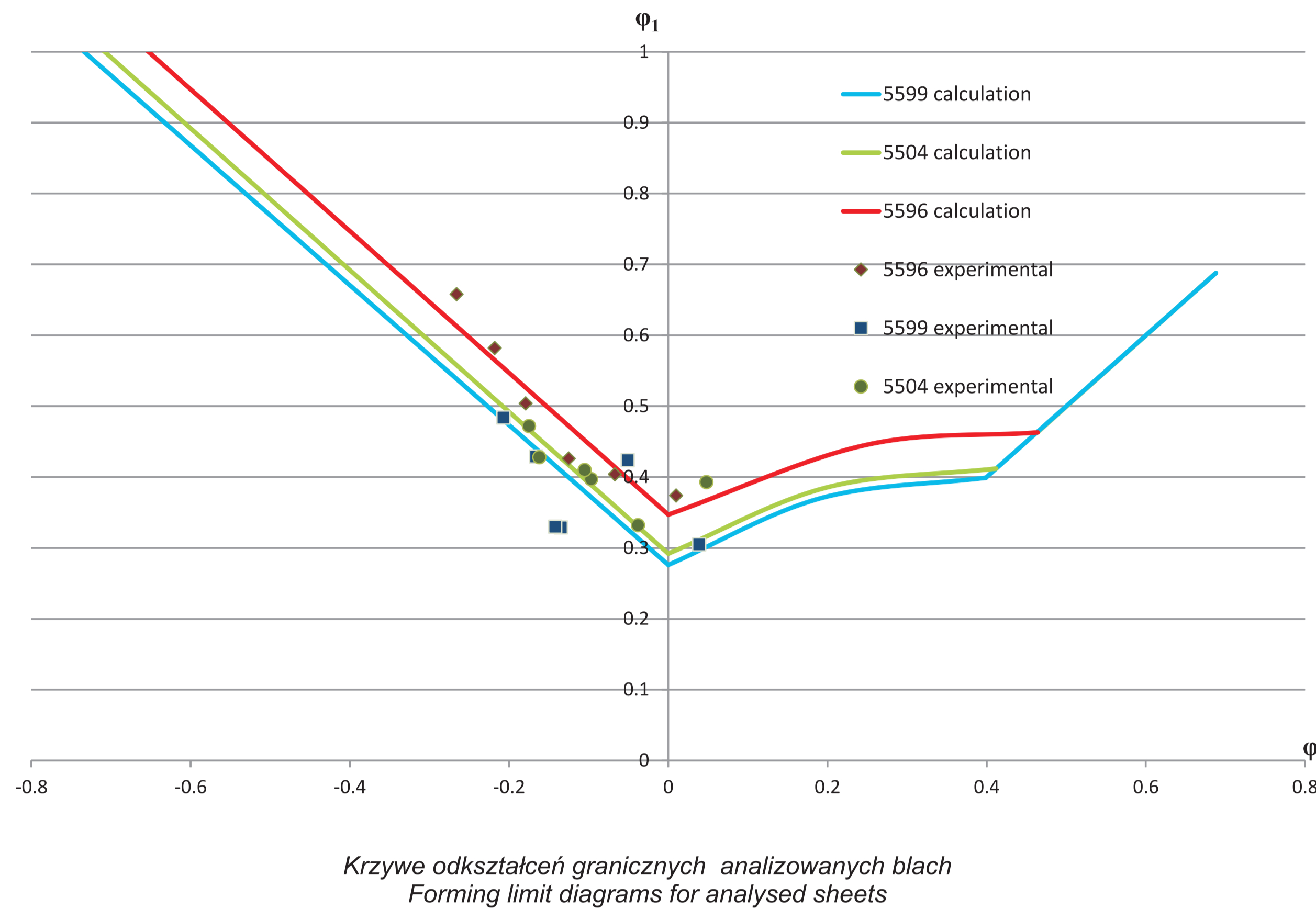
Określenie krzywych odkształceń granicznych (KOG) z wykorzystaniem metody elementów skończonych (MES)
Determination of forming limit diagrams (FLD) using finite element method (FEM)

Cel: Wyznaczenie KOG poprzez połączenie badań eksperymentalnych z obliczeniami numerycznymi. W tym celu zestaw 6 próbek o różnej geometrii rozciągano za pomocą półkulistego stempla aż do momentu pęknięcia. W chwili pęknięcia wytłoczek zmierzono ich wysokość. Następnie modelowano proces wciągania stempla z wykorzystaniem metody elementów skończonych do momentu uzyskania odpowiedniej głębokości wytłoczki. Na podstawie obliczeń numerycznych określono odkształcenia graniczne, tj. odkształcenia uzyskane w chwili osiągnięcia przez wytłoczki głębokości równej głębokości w chwili pęknięcia.



Widok próbek przed odkształceniem
View of samples before deformation

Geometria narzędzia
Tool geometry



Krzywe odkształceń granicznych analizowanych blach
Forming limit diagrams for analysed sheets

Wnioski Conclusions

1. Poszukiwanie odpowiednich metod oceny tłoczności blach jest bardzo ważne z uwagi na fakt, że produkcja wytłoczek jest produkcją wielkoseryjną lub masową i każda wada powoduje duże straty materialne.
 2. Zaproponowana metoda pozwala na określenie FLD blach, które charakteryzują się niską tłocznością, a z uwagi na dobrą odporność korozyjną niemal niemożliwe jest naniesienie widocznych siatek pomiarowych. Omówiona metoda łączy obliczenia numeryczne z doświadczeniem.
1. Searching for the proper method of assessing sheet formability is very important due to the fact that drawn - parts production is mostly mass and each shortcoming created during fabrication causes high costs.
 2. The proposed method allows for determining Forming Limit Diagrams for the sheets which are characterized by poor formability, and due to high corrosion resistance it is nearly impossible to cover them with a visible grid pattern. The method joins testing with the numerical simulation of the forming process.

Wyniki badań Results

Wpływ tarcia i smarowania na proces kształtowania blach Influence of friction and lubrication on sheet - metal forming

Cel: określenie współczynników tarcia oraz wpływu smarowania na proces tłoczenia blach aluminiowych i stalowych.

Goal: determination of the friction coefficients and influence of lubrication on the forming process of aluminium and steel sheets

Do badań wytypowano dwa gatunki blach: aluminiową 1070A (A0) i stalową S235 (St3). Badania prowadzono na pasach blachy i krążkach wycinanych z arkuszy o grubości 1 mm. Współczynnik tarcia wyznaczono w tzw. próbie przeciągania pasa blachy. Elementy narzędzia pomiędzy, którymi przeciągano pasy blachy, wykonano ze stali NC10. Narzędzie mocowano maszynie wytrzymałościowej, zezwalającej na pomiar siły ciągnięcia i siły docisku narzędzia do przeciąganej blachy. Współczynnik tarcia wyznaczono z zależności: $\mu = T/N$, gdzie: T – siła tarcia [N], N – siła docisku [N].

Two kinds of sheet were chosen for the tests: aluminium 1070A (A0) and steel S235 (St3). The tests were carried out for the strips and discs, which were cut out from 1 mm thick sheets. Frictional coefficients were determined in so called strip drawing test. The tool parts, between which the sheet strips were drawn, were made of NC10 tool steel. The tool was mounted on the tensile testing machine, which allowed for measuring the drawing force and pressure force. Frictional coefficient was determined from the following relationship: $\mu = T/N$, where: T – frictional force [N], N – pressure force [N].

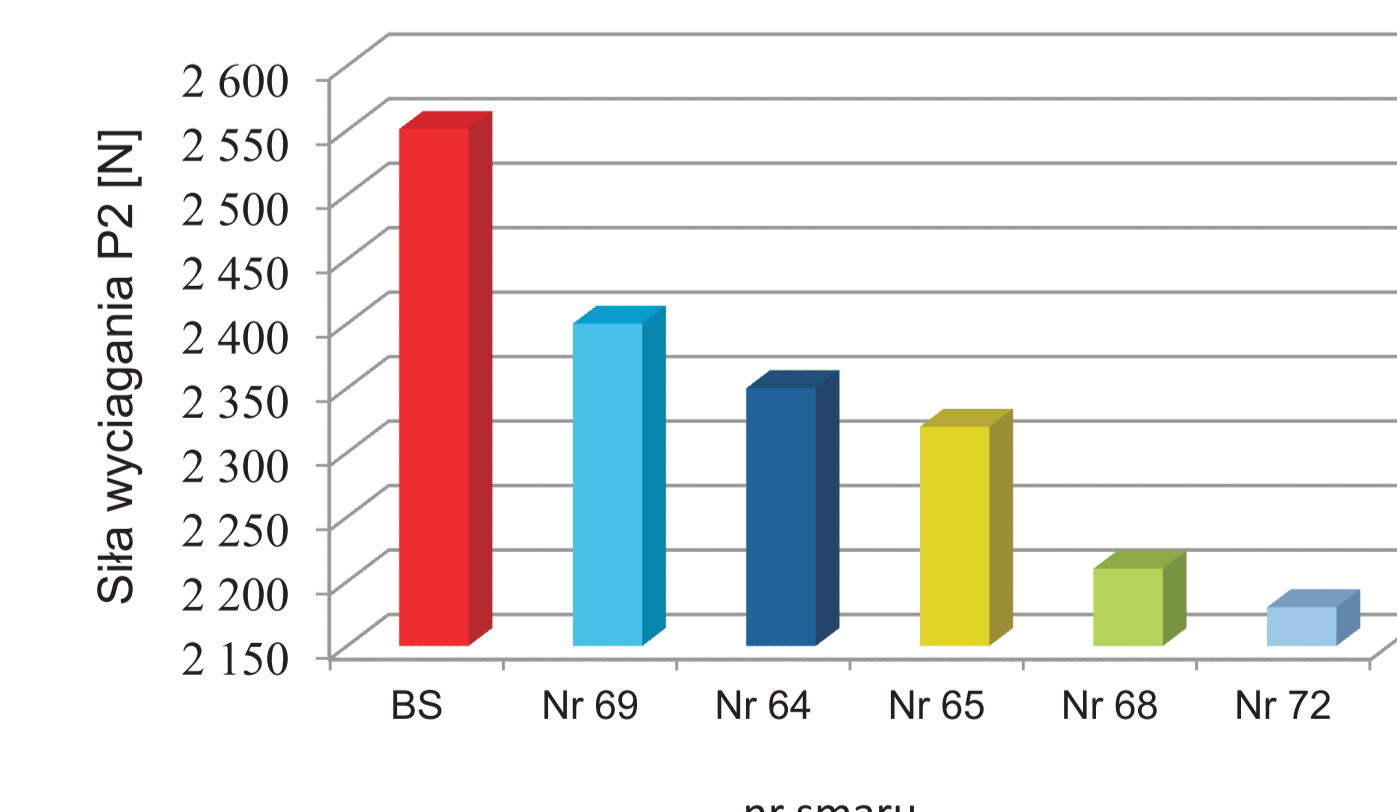
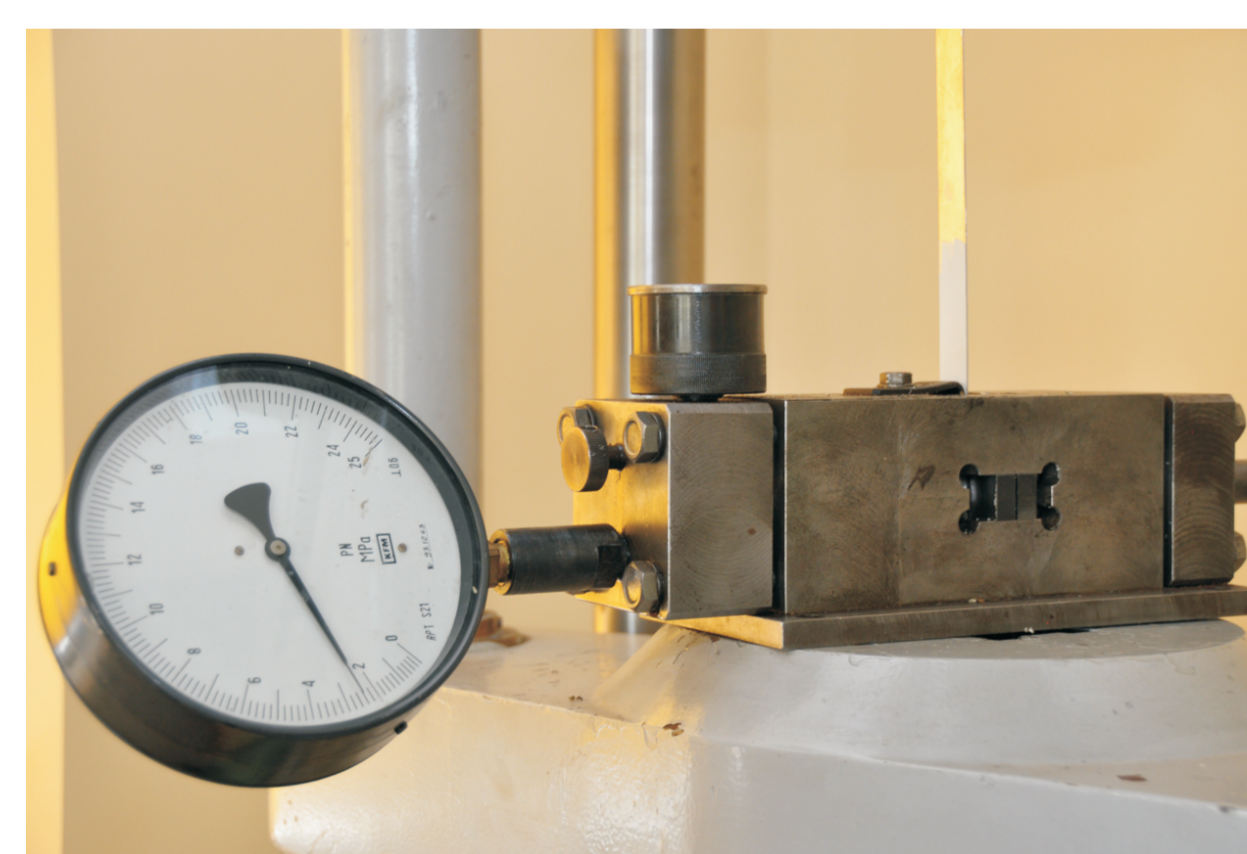
Do badań laboratoryjnych wytypowano dwie grupy smarów technologicznych:

- olejowe z wypełniaczami,
- wodorozcieńczalne smary na bazie mydeł.

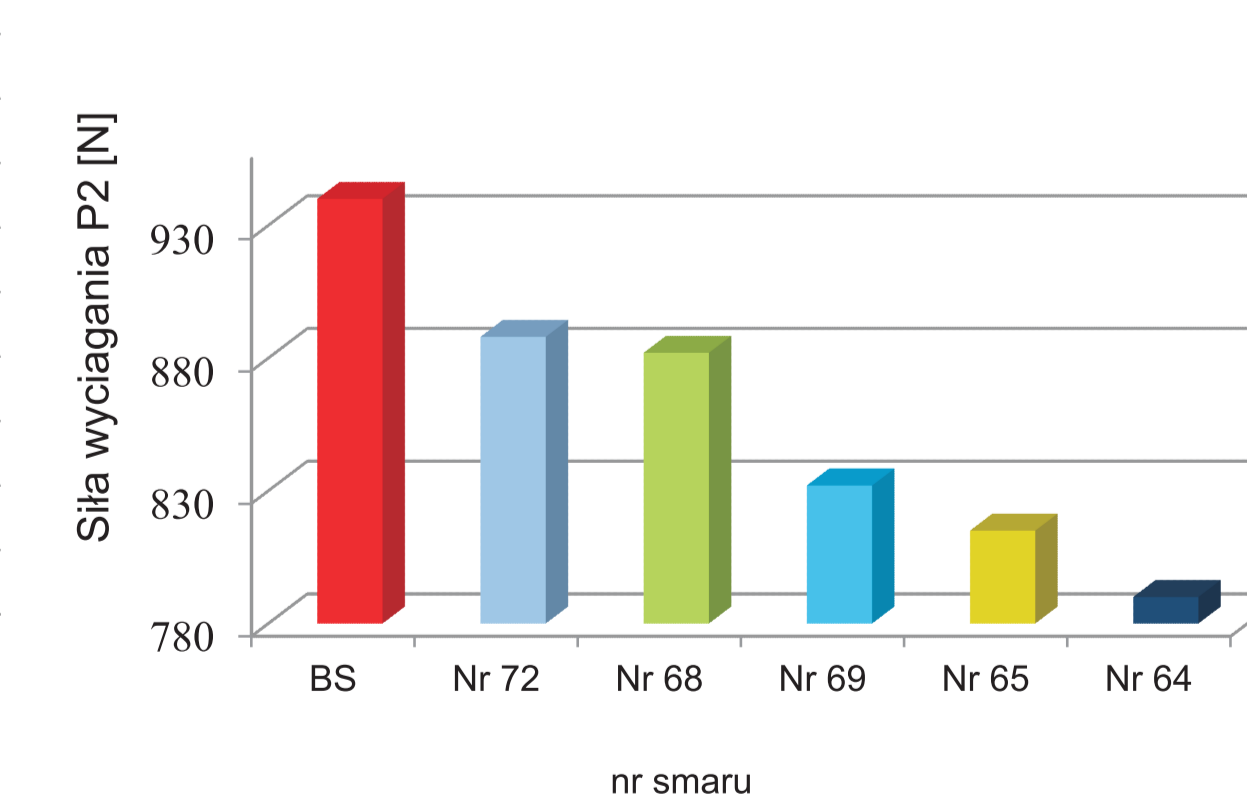
Two groups of technological lubricants were selected for the tests:

- oil lubricants with additives,
- soap watersoluble lubricants.

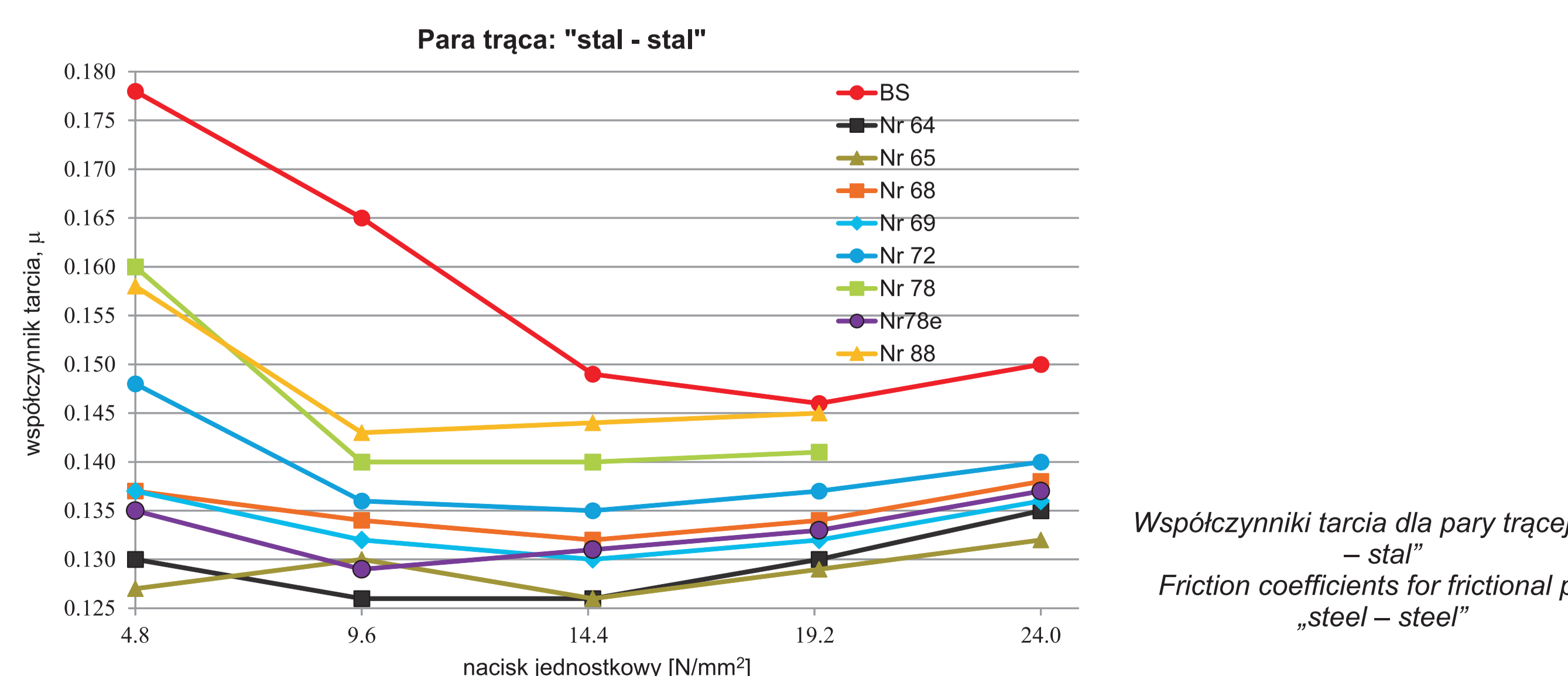
Stanoisko do badania współczynnika tarcia
Test stand for examination of friction coefficient



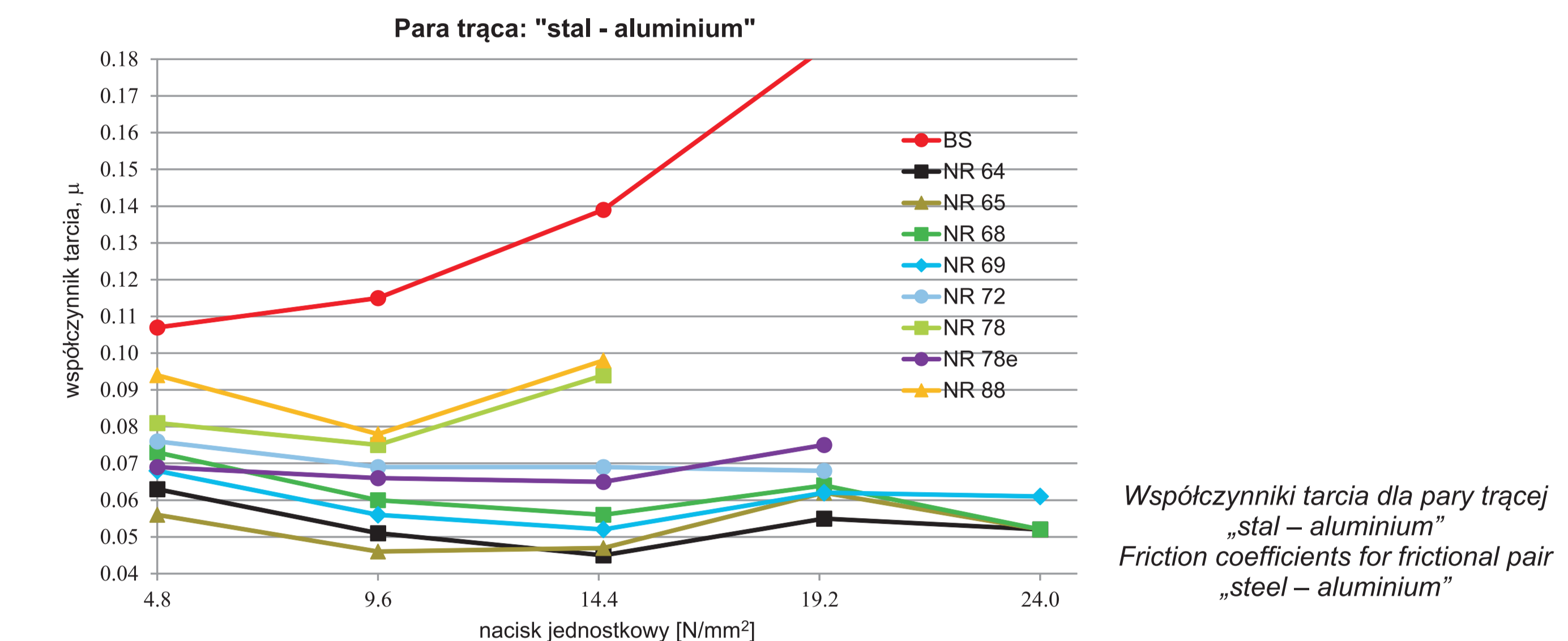
Wpływ smaru na siłę kształtowania (wyciągania) blach stalowych
Lubricant influence on forming (drawing) force of steel sheets



Wpływ smaru na siłę kształtowania (wyciągania) blach aluminiowych
Lubricant influence on forming (drawing) force of aluminium sheets



Współczynniki tarcia dla pary trącej „stal – stal”
Friction coefficients for frictional pair „steel – steel”



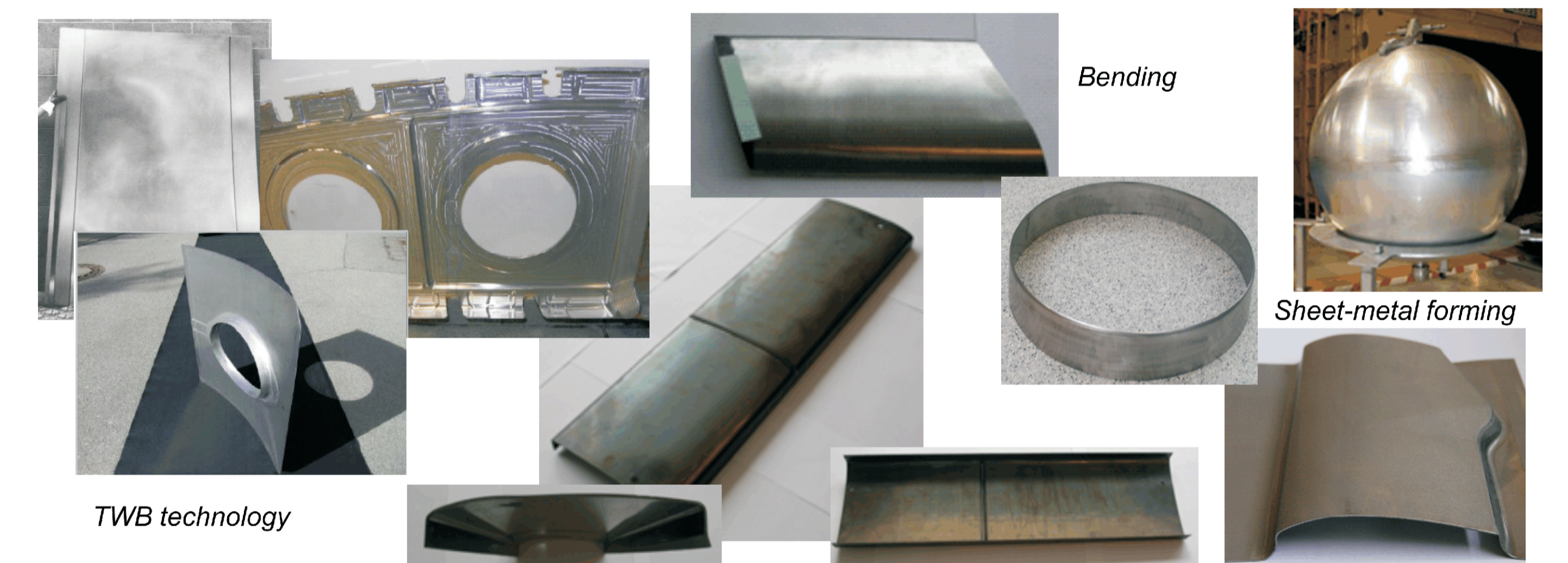
Współczynniki tarcia dla pary trącej „stal – aluminium”
Friction coefficients for frictional pair „steel – aluminium”

Wnioski Conclusions

1. Badania wykazały lepsze właściwości tribologiczne smarów olejowych. Smary te również zapewniają lepszą ochronę przed korozją, aniżeli smary mydlane, wodorozcieńczalne.
2. Z uwagi na ochronę środowiska przemysł coraz częściej poszukuje ekologicznych, łatwo zmywalnych smarów, sporządzanych na bazie olejów roślinnych i dlatego dalsze prace będą ukierunkowane na badania tej grupy smarów, która to wydaje się mieć perspektywiczne znaczenie.

1. The test results showed that oil lubricants have better tribological properties than soap watersoluble lubricants. Moreover, these lubricants give better protection against corrosion.
2. Due to the environmental protection the industry is increasingly looking for ecological, easily washable lubricants prepared based on the vegetable oils. Therefore, further works will be focused on the study of this group of lubricants, which seems to have perspective meaning.

Przykłady zastosowania w lotnictwie Examples of application in aviation



Przykłady współpracy z przemysłem lotniczym Collaboration with aviation industry

- W zakresie realizowanych badań zespół P...Cz. współpracuje z podmiotami przemysłowymi:
- WSK "PZL-RZESZÓW" S. A. Opracowanie technologii tłoczenia na zimno części ze stopów Ti stosowanych na elementy kadłuba nośnego silnika lotniczego. Modelowanie numeryczne procesu tłoczenia blach, analiza numeryczna obejmuje wpływ siły docisku, warunków tarcia, rodzaju materiału itp.
 - Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego "PZL-Świdnik" S.A. Kształtowanie na zimno elementów ze stopów tytanu.



Tytanowe czasze kuliste wytłoczone na zimno z blachy ze stopu tytanu Ti6Al4V
Ti6Al4V titanium drawn-parts obtained by cold sheet-metal forming

Wskaźniki realizacji celów projektu Indicators of the project

Referaty

1. Adamus J., Dyla K., Więckowski W.: **Wpływ smaru technologicznego na rozkład odkształceń podczas tłoczenia blach tytanowych**. Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna KONTECH pt. ADVANCED FORMING TECHNOLOGIES AND NANOSTRUCTURED MATERIALS, 2-4 czerwca 2014

Publikacje

1. Winowiecka J., Więckowski W., Adamus J., Lacki P.: **Numeryczno-doświadczalna analiza procesu tłoczenia spawanych blach tytanowych**. Rudy i Metale Nieżelazne, R59, 4/2014, s. 173-181
2. Adamus J., Dyla K.: **Wpływ tarcia i smarowania na proces kształtowania blach**. Rudy i Metale Nieżelazne, R59, 4/2014, s. 191-196
3. Adamus J., Lacki P.: **Analysis of forming titanium welded blanks**. Computational Materials Science, 2014, <http://dx.doi.org/10.1016/j.commatsci.2014.01.055>

Prace mgr, dr, hab.

Prace doktorskie

Tytuł: **Analiza zagadnień występujących w procesach tłoczenia blach stosowanych w przemyśle lotniczym**.

Autor: **Julita Winowiecka**

Promotor: **dr hab. inż. Piotr Lacki, prof. Pcz**

Status: w trakcie realizacji

Tytuł: **Tribologiczne aspekty kształtowania blach stosowanych w przemyśle lotniczym**.

Autor: **Katarzyna Dyla**

Promotor: **dr hab. inż. Janina Adamus, prof. Pcz**

Status: w trakcie realizacji