

## ABEG na drodze wsparcia przemysłu i nauki

# Metoda ABEG jako innowacyjna metoda doboru łożysk tocznych

ABEG daje spójną odpowiedź na wyzwania wynikające z globalizacji rynku dzięki koncepcji zgrupowania łożysk w czterech klasach, uwzględniających specyfikę działania. Łatwiej jest bowiem analizować cztery klasy niż rozbudowane dane katalogowe wielu producentów.

**P**ogrupowanie określonych cech i wymagań użytkowych systematyzuje globalny rynek łożysk, czyni go bardziej przejrzystym, a tym samym przyjaznym dla potencjalnego użytkownika.

Łożyska klasy **Premium** są przeznaczone do zastosowań o największych wymaganiach technicznych z wieloma wariantami, począwszy od zastosowań o dużych obciążeniach i prędkościach obrotowych, aż do obszarów wymagających specjalnych rozwiązań, głównie uszczelnień, a także użycia środków smarnych najwyższej jakości.

Klasa **Supra** charakteryzuje się modułowym podejściem do rozwiązań węzłów łożyskowych w zależności od konkretnych potrzeb użytkownika, uwzględniając przede wszystkim takie główne elementy jak: rodzaj środka smarującego, konstrukcję uszczelnienia, rodzaj materiału zastosowanego na elementy łożyska jak i specjalne powłoki.

Klasa **Eco** poza kryteriami technicznymi uwzględnia koszty, jakie musi ponosić użytkownik. W klasie tej w szczególności rozważana jest relacja cena-jakość. Łożyska tej klasy są powszechnie stosowane w układach przeniesienia napędu maszyn ogólnego przeznaczenia.

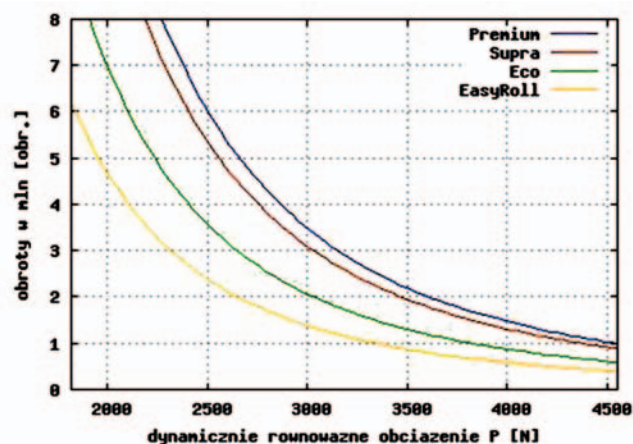
Łożyska klasy **EasyRoll** są konstruowane dla zastosowań, gdzie występują małe prędkości obrotowe. Jest to najtańsze rozwiązanie.

W omówionej klasyfikacji łożysk celowo nie uwzględniono producentów, aby użytkownik miał większy obszar poszukiwań optymalnego produktu.

## Określenie klas w metodzie ABEG

Każda klasa w metodzie ABEG odpowiada określonemu poziomowi trwałości danego zbioru łożysk, co przykładowo pokazano na rys. 1.

Krzywe przedstawione na rysunku wyznaczają granice gwarantowanej, minimalnej trwałości łożysk zaliczanych do danej klasy. Na przykład przy obciążeniu 3000 N łożysko klasy **Premium** może wykonać co najmniej 3,5 mln obrotów, zaś klasy **EasyRoll** tylko 1,2 mln obrotów. Należy przy tym zaznaczyć, że łożyska geometrycznie podobne ale należące do różnych klas funkcjonalnych, różnią się trwałością. Zróżnicowanie trwałości jest możliwe dzięki współczynnikowi ABEG, o którym więcej w następnym punkcie. Informacja taka jest bardzo pomocna dla użytkownika, gdyż po-



Rys. 1. Przykładowe usytuowanie klas łożysk metody ABEG w zależności od trwałości nominalnej  $L_{10}$  i zastępczego obciążenia łożyska  $P$

kazuje różnice nośności takich samych typów łożysk, czego nie ma w katalogach innych producentów.

Innowacyjność proponowanego rozwiązania polega również na tym, że w metodzie ABEG dobór jest niezależny tj. *technicznie wolny od ograniczeń stawianych przez konkretną firmę*. W ten sposób użytkownik praktycznie wykorzystuje zalety globalnego rynku przez wyszukanie producenta, który w najwyższym stopniu spełnia jego wymagania.

Metoda ABEG obejmuje klasyfikacją więcej niż 22000 typów łożysk ponad 30 liczących się producentów, począwszy od łożysk kulkowych, stożkowych, baryłkowych, poprzez łożyska wzdłużne, przegubowe, igielkowe, samonastawne, do elementów tocznych prowadnic liniowych. Można powiedzieć, że system ujmuje całą liczącą się populację łożysk najważniejszych światowych producentów.

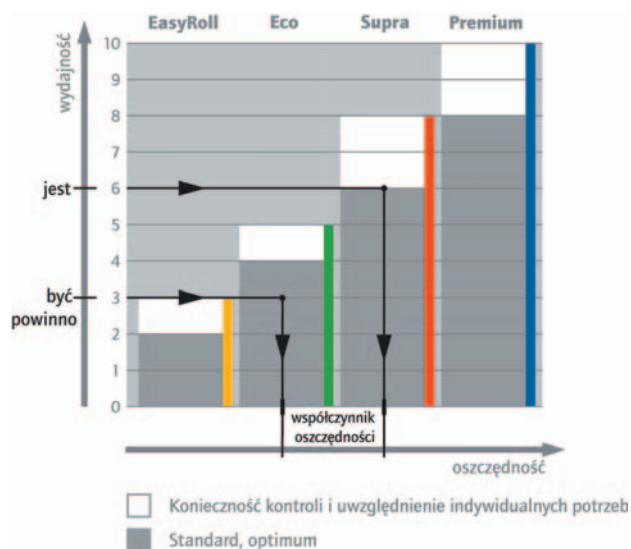
## Optymalizacja doboru łożysk w aspekcie techniczno-ekonomicznym. Aplikacja decyduje!

Dokładna analiza pracy łożysk u konkretnego użytkownika pozwala ocenić, które z nich w konkretnych aplikacjach przewyższają stawiane im wymagania techniczne. W takiej sytuacji z powodzeniem można używać łożysk o gorszych parametrach użytkowych i zarazem tańszych. Taka analiza pozwala zmniejszyć koszty in-

westycyjne nawet do 50 %, a w związku z tym obniżyć cenę wyrobu końcowego, wzmacniając jego konkurencyjność na rynku.

Optymalne łożysko w 100 % spełnia wymagania techniczne i niepotrzebnie ich nie przewyższa, co oczywiście nie zawsze udaje się w pełni zrealizować, należy jednak dążyć do tego ze względów technicznych i ekonomicznych. Zadanie takie powinien stawiać sobie za cel każdy, komu zależy na optymalizacji, a tym samym na obniżeniu kosztów produkcji.

Pokazany na rys. 2 wykres z zaznaczonymi punktami „jest” i „być powinno” wyznacza współczynnik oszczędności, bowiem dana klasa ABEG to nie tylko inna trwałość eksploatacyjna, ale także i cena. Im mniejsza trwałość, tym niższa cena. Przy produkcji tańszych łożysk pomija się pewne etapy zwiększania wytrzymałości, począwszy od doboru surowca, poprzez odlewy, obróbkę, hartowanie, montaż a kończąc na komponentach dodatkowych jak: smar, uszczelki, czy koszyki. Na przykład w rozruszniku obciążalność łożyska nie jest tak istotna jak jego trwałość, którą można zwiększyć zapewniając cichobieżną pracę łożyska, właściwe smarowanie i dobre zabezpieczenie elementów tocznych. Niemal jak z puzzli dobiera się komponenty łożyska zwiększające trwałość całego węzła łożyskowego, pomijając przy tym elementy, które nie wpływają na trwałość, a tylko kosztują. Taka rozsądna forma oszczędzania podnosi konkurencyjność wyrobu końcowego na rynku.



Rys. 2. Współczynnik oszczędności będący różnicą między stanem zastanym „jest” i stanem maksymalnej oszczędności „być powinno”

## Program obliczeniowy Quickfinder

Internetowy program Quickfinder basic został stworzony do ułatwienia korzystania z systemu podziału łożysk; w łatwy i szybki sposób pozwala zorientować się w technicznych możliwościach poszukiwanych łożysk.

Ten bezpłatny program dostępny również w języku polskim, działa na zasadzie wyszukiwarki wykorzystując techniczne parametry i jest jednocześnie elektronicznym katalogiem łożysk wielu producentów. Na przykład można poszukiwać łożysk o średnicy wału  $d$  lub o innych zakładanych parametrach. Podając podstawowe parametry geometryczne, a także prędkość obrotową i obciążenie, w wyniku otrzymuje się prognozowaną trwałość łożysk. Do dokładniejszego wyznaczenia poszukiwanych wielkości łożyska program posługuje się m.in. klasycznym współczynnikiem trwałości, zdefiniowanym w niemieckiej normie DIN 2814, który uwzględnia specyficzne warunki pracy łożyska takie jak zanieczyszczenie i podwyższona temperatura. Wyniki obliczonej trwałości opierają się na rozszerzonej teorii prawdopodobieństwa opisanej w normie PN-ISO 281, zgodnie z którą przyjmuje się standardowo, że 90 % badanej liczby łożysk osiągnie wymaganą trwałość.

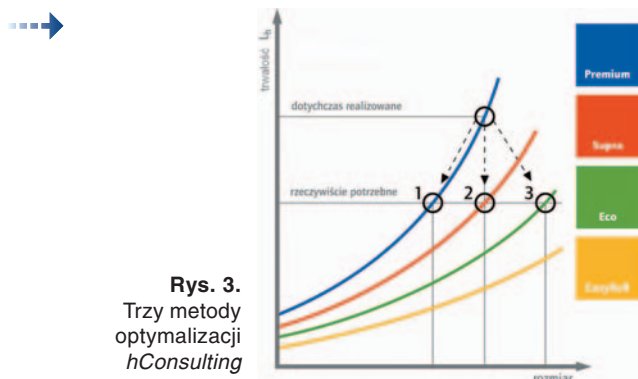
Inną informacją, ważną zwłaszcza dla konstruktorów, jest podanie przez Quickfindera stopnia popularności albo dostępności danego łożyska na rynku, co użytkownikom konstruowanych wyrobów pomaga skrócić czas poszukiwania trudno dostępnych łożysk, które z tego względu są bardzo drogie i zmuszają nieraz do zmiany konstrukcji urządzenia. Każdy wynik obliczeń jest poparty protokołem obliczeń i ilustrowany na wykresach, które w razie potrzeby można wydrukować. Jeżeli użytkownik nie zna dokładnie danych technicznych interesujących go łożysk, to pomocą służy analiza „co się stanie, gdy...” – pozwalająca na testowanie łożysk w różnych warunkach pracy wpływających na nośność.

Ważną informacją dla użytkownika jest procentowe zestawienie stopnia wykorzystania technicznych możliwości łożyska w danym zastosowaniu, jak również stopnia spełnienia wymagań stawianych łożysku, co prowadzi do trafnego wyboru właściwego produktu. Wynik obliczeń można przedstawić graficznie, a użytkownik może wyznaczyć poziomy trwałości obecnie stosowanych łożysk i łożysk bardziej odpowiednich do danego zastosowania.

## Ekonomiczne sposoby szukania rozwiązań

Oprócz programu *eConsulting* bazującego na obliczeniach, bardzo istotny filar optymalizacji stanowi doradztwo techniczno-ekonomiczne *hConsulting*, korzystające z następujących metod (rys. 3):

- *Down-Sizing* – znajduje łożysko o najmniejszych wymiarach, które gwarantuje wymaganą wydajność
- *Cost-Sizing* – umożliwia zmianę grupy funkcjonalności łożyska o określonych wymiarach, co przynosi oszczędności
- *Up-Sizing* – zwiększa wymiary łożyska przy spełnieniu wszelkich wymagań technicznych, co wiąże się z przejściem na tańszą klasę. →



Rys. 3.  
Trzy metody  
optymalizacji  
hConsulting

Aby zobrazować *Up* i *Down-Sizing* można rozważyć przykład, w którym przyjmuje się, że konstruktor może zmieniać wymiary łożyska w taki sposób, aby wybrać najtańszą wersję. Przewidywany czas przebiegu konstruowanej maszyny wynosi 20000 h przy stałej prędkości obrotowej 500 obr/min i stałym obciążeniu 3 kN. Powinny być zastosowane łożyska serii 62 kryte blaszkami ZZ. Wyliczona na tej podstawie trwałość dla wszystkich czterech klas funkcjonalnych spełnia stawiane wymogi 20000 h, natomiast można zastosować rozmiarowo większe tańsze łożysko EasyRoll zamiast droższego małego łożyska Premium co pokazuje tabela.

| Klasa łożyska | Typ     | Trwałość eksploatacyjna w godz. |
|---------------|---------|---------------------------------|
| Premium       | 6207-ZZ | 20.470                          |
| Supra         | 6208-ZZ | 31.755                          |
| Eco           | 6209-ZZ | 26.808                          |
| EasyRoll      | 6210-ZZ | 21.223                          |

## Program Quickfinder professional

Wspomniany program Quickfinder basic został poszerzony o profesjonalny program przydatny do konstruowania maszyn, obejmujący w aktualnej wersji następujące moduły:

- obliczenie wałów według niemieckiej normy DIN 743
- dobór łożysk według DIN ISO 281 (odpowiednik polski PN-ISO 281) metodą ABEG®
- obliczenie kół zębatach według niemieckiej normy DIN 3990 i innych norm
- obliczanie i dobór sprężyn według DIN EN 139061 i DIN EN 139062 (odpowiedniki polskie PN-EN 139061 i PN-EN 139062)
- połączenia wał–piasta
- obliczenia pasowań według DIN ISO 286 (odpowiedniki polskie PN-EN 202861 i PN-EN 202862)
- dobór wielkości wałów według Niemann
- dobór zamienników materiałów według niemieckiej normy DIN 50150.

Program jest aplikacją internetową powszechnie dostępną, ciągle uaktualnianą, bardzo pomocną zwłaszcza w czasochłonnych obliczeniach.

## Nowoczesne konstruowanie łożysk

Zaprezentowana koncepcja obejmuje nie tylko optymalny z punktu widzenia techniki i ekonomii dobór łożysk, ale również tworzenie łożysk z elementów, odpowiednich dla danych zastosowań. Jak już wspomniano, ABEG swą klasyfikacją porządkuje globalny rynek łożysk, a ponadto jest producentem łożysk oznakowanych ABEG Premium, Supra, Eco i EasyRoll. Takie działanie jest konieczne, bowiem tzw. markowe łożyska nie pokrywają całego zapotrzebowania. Na przykład w krążniku przenośników taśmowych nie opłaca się stosowanie łożyska Premium, którego trwałość jest znacznie większa niż wymagana. Niektóre aplikacje wymagają specjalnych łożysk. Co więc należy uczynić, gdy poszukiwane łożysko ma być tańsze np. klasy Eco, ale w najlepszej klasie cichobieżności? Jakże znaleźć rozwiązanie, kiedy poszukiwane jest łożysko wysokoobrotowe z uszczelnieniem typu 2RS ale bezstykowym? Odpowiedzią ABEG na te i inne specjalne pytania klientów jest produkcja łożysk w każdej klasie na potrzeby użytkownika, a dokładnie dla konkretnego węzła łożyskowego. Dalej podano kilka wartościowych rozwiązań oferowanych w ABEG.

## ABEG na drodze wsparcia polskiej nauki i przemysłu

Opisywana metoda ABEG może poszczycić się coraz to większym zainteresowaniem przemysłu. Nawiązywana współpraca z zakładami produkcyjnymi, gdzie łożyska są potrzebne do pierwszego montażu, jak i w utrzymaniu ruchu, jest owocem m.in. udziału w konferencjach organizowanych dla przemysłu. Dotychczas uczestniczyliśmy w konferencjach organizowanych dla górnictwa i w konferencji na temat środków smarnych, gdzie przedstawiona została technika smarowania i uszczelniania łożysk. Ponadto przedstawiciele utrzymania ruchu z wielu firm mogli dowiedzieć się o ABEG na targach Protech 2006 w Warszawie. Należy także wymienić wiele publikacji w fachowych polskich czasopismach, informujących o metodzie ABEG jak i rozwiązaniach technicznych.

Nie tylko przemysł, ale także i współpracujące z nim wyższe uczelnie zainteresowały się współpracą z ABEG. Dr Spalek z Politechniki Śląskiej, współautor nowo powstającego podręcznika akademickiego „Podstawy konstrukcji maszyn”, stwierdził m.in.: *Należy podkreślić, że współczesne konstrukcje maszyn przemysłowych wymagają generalnie podejścia poliopimalnego/wielokryterialnego w doborze praktycznie każdego węzła kinematycznego, do których zalicza się przede wszystkim łożyskowania toczne wałów. System ABEG jest właśnie takim podejściem, odważnym i otwartym na przyszłość. Jego przesłanka merytoryczna jest przejrzysta i umocowana na zasadach projektowania. Uwzględnia też wiele istotnych czynników do tej pory traktowanych jako drugorzędne, w tym przede wszystkim czynnik ekonomiczny.*

Inna opinia o ABEG, autorstwa dr hab. T. Smolnickiego z Wydziału Mechanicznego Politechniki Wrocławskiej, jest następująca: *Projektowanie według profesora Die-*





Dr inż. Spalek z Politechniki Śląskiej w towarzystwie mgra inż. Klaus Findlinga, dyrektora ABEG Holding (po prawej) i dra Krystiana Ternki, Area Sales Manager ABEG Holding (po lewej) po owocnym spotkaniu na Wydziale Górnictwa i Geologii w Gliwicach

*trycha jest to dobór takich środków technicznych i określenie między tymi środkami takich stosunków, aby wytworzony w określonych warunkach zewnętrznych system środków umożliwiał osiągnięcie zamierzonego celu technicznego przy nakładach środków niższych niż zakładane. Nowa metoda doboru łożysk tocznych opracowana przez firmę Findling Wälzlager GmbH znakomicie wpisuje się w przytoczoną powyżej definicję. Przez wprowadzenie czterech klas funkcjonalności łożysk umożliwia projektantowi, konstruktorowi, użytkownikowi w sposób wygodny i szybki wybranie najlepszego rozwiązania w aspekcie techniczno-ekonomicznym a także logistycznym. Baza danych zawiera oprócz parametrów stricte technicznych, także informacje o cenach łożysk oraz o ich dostępności. Użytkownik otrzymuje przegląd bardzo szerokiego asortymentu łożysk produkowanych na całym świecie. Dobrany zostaje element katalogowy, który przy możliwie najniższych nakładach finansowych spełnia wymagania techniczne. Takie koherentne podejście może być źródłem znacznych oszczędności finansowych nie tylko podczas wytwarzania nowych wyrobów, ale także podczas eksploatacji.*

*Oprogramowanie jest dostępne online, co jest kolejną istotną zaletą. Użytkownik dysponuje zawsze aktualną wersją oprogramowania z uwzględnieniem bieżących danych. Nowatorska koncepcja oprogramowania firmy Findling Wälzlager GmbH sprawia, że jest to znakomite narzędzie przy projektowaniu, konstruowaniu i eksploatacji maszyn.*

System ABEG jako metoda doboru i optymalizacji części składowych jest wdrażany w zakresie łożysk i elementów techniki liniowej. Jest narzędziem usprawniania produkcji, a co za tym idzie całego przedsiębiorstwa i gospodarki narodowej. Tylko bowiem produkując technicznie najlepiej i ekonomicznie najtaniej jesteśmy w stanie konkurować z każdym i zawsze. Z tego chociażby względu warto wziąć pod uwagę innowacyjność metody ABEG.

ABEG Holding Germany  
Schoemperlenstr. 12 • 76185 Karlsruhe • Germany  
e-mail: eu-partner@ abeg-group.com  
www.abeg-group.com  
tel. 0049-721-55999-175 • fax 0049-721-55999-178



## DUŻE MOCE VLT® Nowe napędy Danfoss



Danfoss z sukcesem wprowadził nową platformę sprzętową dla przetwornic częstotliwości w zakresie mocy **90 kW do 630 kW (400 V / 500 V / 690 V)**

Już wkrótce w oparciu napęd VLT® w konfiguracji modułowej, Danfoss zaoferuje układy regulacji prędkości obrotowej silników AC, **do 1,2 MW / 690 V**

VLT® to elastyczność konfiguracji, moduły wyposażenia **mogą być wbudowane** wewnątrz napędu:

- filtr RFI
- rozłącznik i bezpieczniki
- redukcja harmoniczných

Napędy Danfoss to:

- Inteligentny układ chłodzenia
- Konkurencyjne małe gabaryty
- Wysoka sprawność – niskie straty ciepłne

**Przetwornice częstotliwości VLT® to idealne rozwiązanie dla napędów w przemyśle, w systemach ciepłowniczych i wentylacyjnych oraz dla gospodarki wodno-ściekowej.**

Danfoss sp. z o.o.

tel. (022) 755 0 668; e-mail: vlt\_support\_pl@danfoss.com  
www.danfoss.pl/napedy