Główne łożyska prowadzące turbin

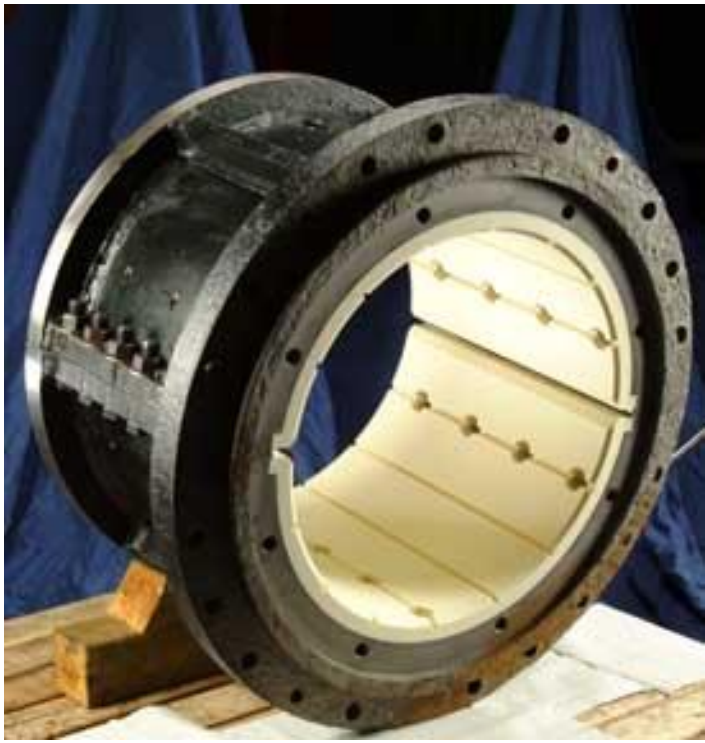
THORDON

Zawartość

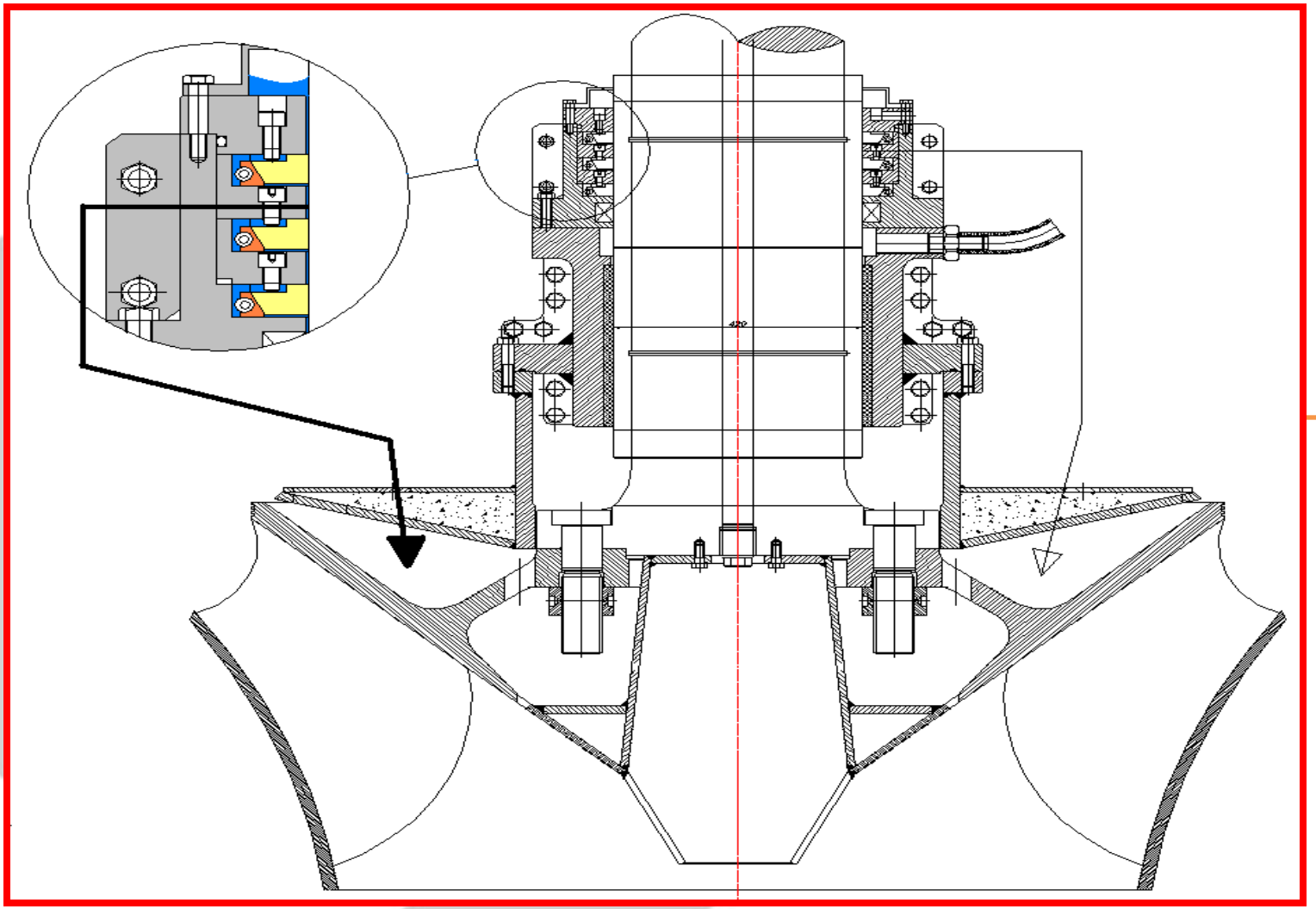
I. Przegląd i historia
II. Budowa głównych łożysk prowadzących
III. Adaptacje, przeróbki
IV. Wnioski

Główne łożyska prowadzące

- Smarowane wodą główne łożyska prowadzące THORDON przeznaczone są do turbin o osiach poziomych i pionowych
- Wykonane są z materiału SXL lub GM2401
- budowane są jako dzielone i niedzielone



Układ typowy



Główne łożyska prowadzące - Materiał



<u>Materiały THORDON są jednorodne</u>

wykonane z polimerowej elastomerowej masy łożyskowej zapewniają

- Najlepszą kombinację twardość/sztywność i elastyczność/sprężystość
- Wytrzymałość
- Odporność na zużycie
- Odporność na drgania i zmęczenie

Główne łożyska prowadzące – typowe rodzaje

- Thordon SXL
  - COMPAC (Turbiny o osi poziomej)
- Thordon Composite (GM2401)

Thordon SXL do głównych łożysk prowadzących

- maksymalne ciśnienie łożyska:
  - 0.9 MPa - *pełne obroty*
  - 0.3-0.5 Mpa - *typowa obsługa*
- wysoka tolerancja dynamiczna i na wibracje
- niski poziom ścierania – ok. 0,25
- odporność na zużycie
- możliwość krótkotrwałej pracy na sucho
  - szacuje się – do 2 minut



Kompozyt (GM2401) do głównych łożysk prowadzących

Wybrany materiał z powodu wysokiej zawartości odpornościowej

- GM2401 jest materiałem bardziej miękkim
- dostępny zarówno z obudowami metalowymi jak i polimerowymi
- maksymalne ciśnienie pracy:
  - 0.6 MPa (87 psi) – *pełna rotacja*
  - 0.3-0.5MPa (45-75 psi) - *typowa obsługa*

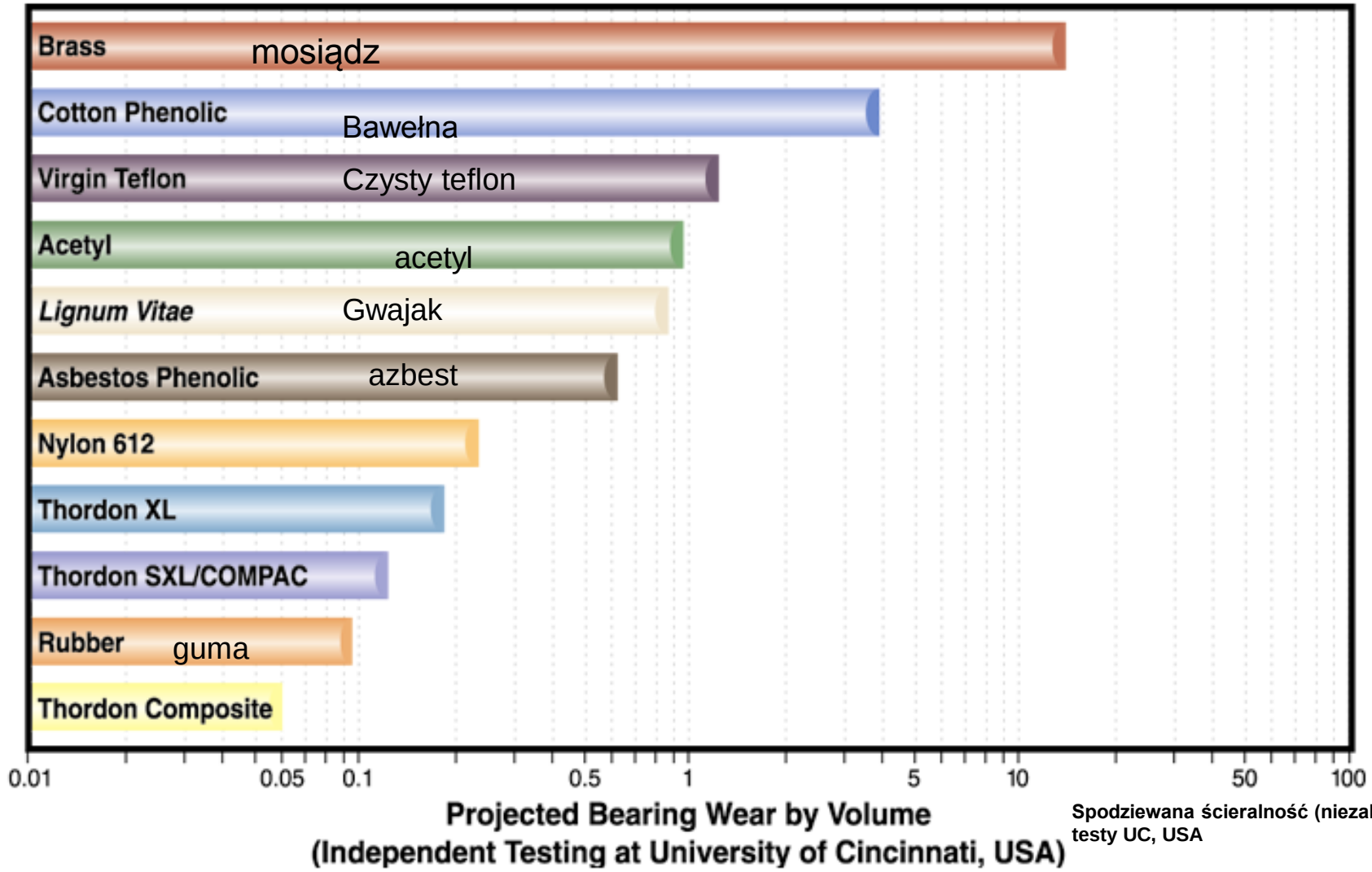


- Najlepsze rezultaty osiągane są przy twardości powierzchni roboczej wału co najmniej 40+ HRC

Główne łożyska prowadzące - Materiał

- Główne różnice pomiędzy materiałami łożysk Thordon a innymi powszechnie używanymi
  - odporność na zużycie
  - Thordon jest mniej sztywny – delikatnie poddaje się
  - umożliwia korzystniejszy rozkład obciążeń na powierzchni łożyska
- różne odmiany dla różnych zastosowań / ciśnień

Typowe wskaźniki ścieralności łożysk



Spodziewana ścieralność (niezależne testy UC, USA

THORDON

Budowa – zagadnienia do rozpatrzenia

- Orientacja wału maszyny, położenie łożysk, wymiary (dostępne rysunki?)
- Preferowany materiał powierzchni wału to stal nierdzewna lub inny niekorodujący materiał
- Ciśnienie pracy – decyduje o obciążeniach promieniowych
- Istniejące układy smarowania
- Woda w układzie = wysoka ścieralność?

Budowa – powierzchnia wału

Materiały wału

- Akceptowane są materiały różnorodne
  - *bronz, stale nierdzewne i inne utwardzane powłoki*
  - *Reference Thordon Engineering Manual ver 2006.1*
  - *dla wysokich wskaźników ścieralności, to twardość 40 Rc z odpowiednią odpornością na korozję*
- wykończenie powierzchni wału:
  - *Najlepsze rezultaty osiąga się dla wartości 0.4 do 0.8 µm*
  - *Akceptowalne rezultaty osiąga się dla wartości do 1,6 µm*

Budowa – ciśnienie łożyska

Nominalne ciśnienia :

- ciśnienia maksymalne dla normalnej prędkości i typowej 15 mm grubości ścianki
  - SXL – 0.9MPa (130psi)
  - GM2401 – 0.6MPa (87psi)
- szczytowe ciśnienie przejściowe
  - SXL – 1.35MPa (196psi)
  - GM2401 – 0.9MPa (130psi)

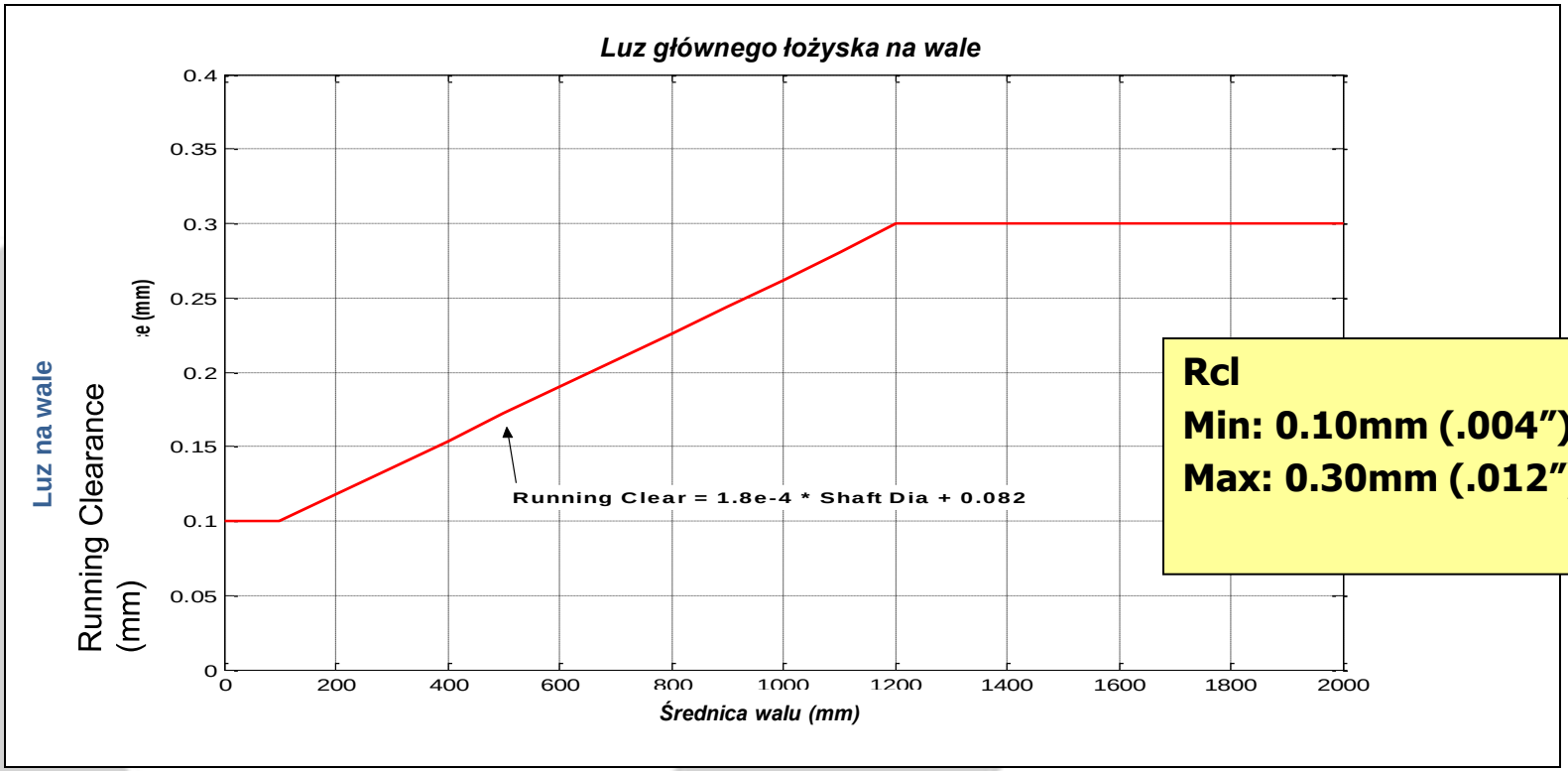
Uwaga: Dla maszyn poziomych rozkład ciężaru wirnika, powinien być dodawany do obciążenia hydraulicznego, aby określić właściwe projektowe obciążenia łożyska

Budowa – wymagania dla wody

Woda chłodząca:

- Typowo przepływ podawany jest w części górnej i przechodzi w dół poprzez łożysko prowadzące i na zewnątrz przez turbinę (o ile możliwe)
- Przepływ minimalny;
  - 0.3 l/min na mm średnicy wału
- stanowczo zaleca się monitoring przepływu z alarmowaniem poziomu niskiego
- Rowkowanie: główne łożyska prowadzące zawsze rowkuje się w zastosowaniach pionowych

Budowa – luzy na wale



Rcl
Min: 0.10mm (.004”)
Max: 0.30mm (.012”)

- ***luz łożyska na wale jest funkcją średnicy wału***
- ***należy utrzymywać tak mały jak to możliwe***

THORDON

Budowa – zastosowane odstępy izolacyjne

Zastosowany odstęp izolacyjny

= *odstęp izolacyjny na wale (Rcl)*

+ *tolerancja rozszerzalności wody (WS)*

+ *tolerancja rozszerzalności termicznej (TW)*

- tolerancja rozszerzalności pozostaje w proporcji do grubości ścianek łożyska, tak więc zastosowany odstęp izolacyjny wzrasta z grubością ścianek łożyska
- grubość ścianek powinna być utrzymywana tak niska, jak to możliwe

również w zależności od przyjętej metody instalacji

Budowa – pozostałe czynniki

- dzielone łożyska versus nie dzielone :

  Przyjęto powszechnie, że główne łożyska prowadzące są dzielone. Rozróżniamy tu dwa przypadki:

  - **Obudowa tradycyjna**. Każda połowa obudowy wyposażona jest we wkładkę łożyska.
  - **Thordon pojedyncza konstrukcja stożkowa**, pomysł z przemysłu okrętowego adaptowany do turbin wodnych

Budowa – kontrola środowiska pracy łożyska

- Uzdatnianie wody pobieranej z zewnątrz poprzez usuwanie zanieczyszczeń stałych
  - Rozmiar > 80 micronów
  - Ciężar właściwy > 1.2
- Przepływ jest monitorowany, z alarmem niskich przepływów
- Zestaw stanowi autonomiczny blok
- Gwarantuje wydłużenie pracy łożyska
- Dostępnych jest kilka konfiguracji układu



Budowa – kontrola środowiska pracy łożyska

- Russell Smith Powerhouse – Grand Coulee Power Authority (Elektrownia)
  - Łożyska smarowane smarem
  - Zmienione na smarowane hydrodynamicznie (wodne) Thordon COMPA łożyska



Budowa – kontrola środowiska pracy łożyska



- Comemsa
- Grauss GS, Spain
  - łożyska wraz z systemem uzdatniania wody zainstalowane w 2005
  - kontrola łożysk 2008
  - stopień zużycia niestwierdzony

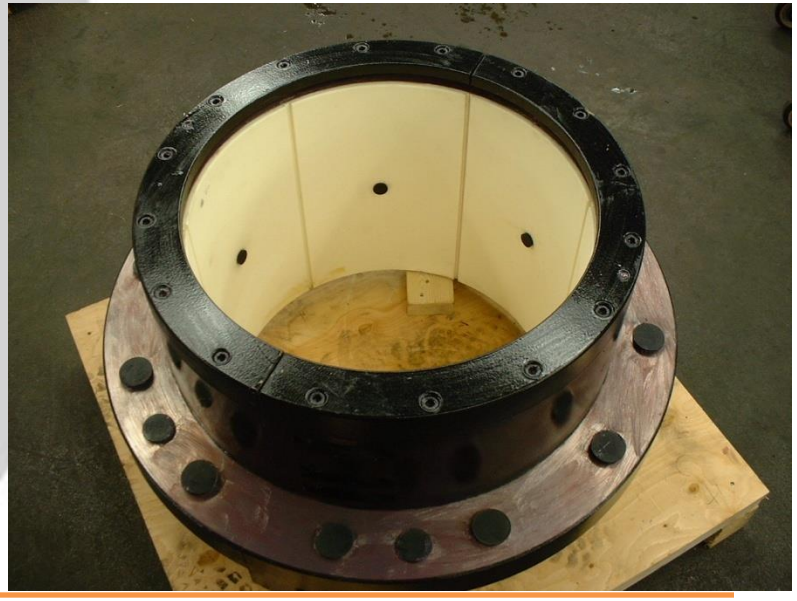


Główne łożyska prowadzące – przykłady zastosowań

- ***Thordon SXL 533 mm** **główne łożysko prowadzące***
- ***Zamieniono hydrostatyczne uszkodzone łożysko metalowe które niszczyło wał – konieczna wymiana wału. Wymiana wymagała 3 tygodni.***
- ***SXL pracuje od 2003***
- ***Supplied to in Newfoundland, Canada / Zastosowano w Star Lake Power Plant, Nowa Funlandia (Kanada)***
- ***Zwiększona sprawność o ponad 90%***



Attempt to Remove Failed Bearing.jpg



Poziome główne łożyska prowadzące





SXL
Główne łożysko prowadzące w
Finch Pruyn & Co., Glen Falls, New York

Wymiana – łożysko prowadzące

- **Istniejąca obudowa może wymagać usunięcia, by zastosować nowe rozwiązanie**

Przykład 1:

Proste łożysko dzielone Thordon SXL, po złożeniu



Zestaw stożkowy - Historia

Usunięcie pojedynczego elementu





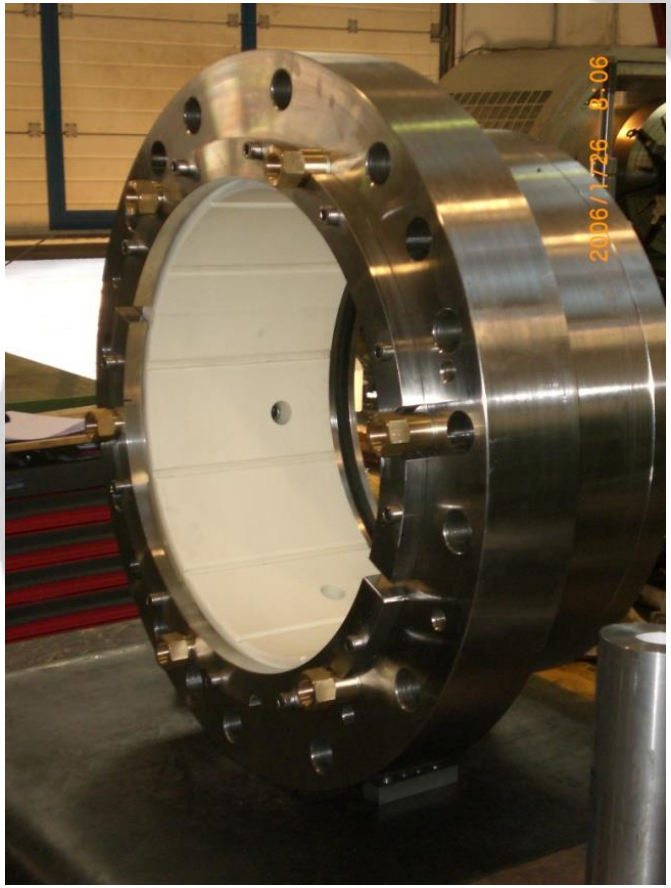
Zestaw stożkowy

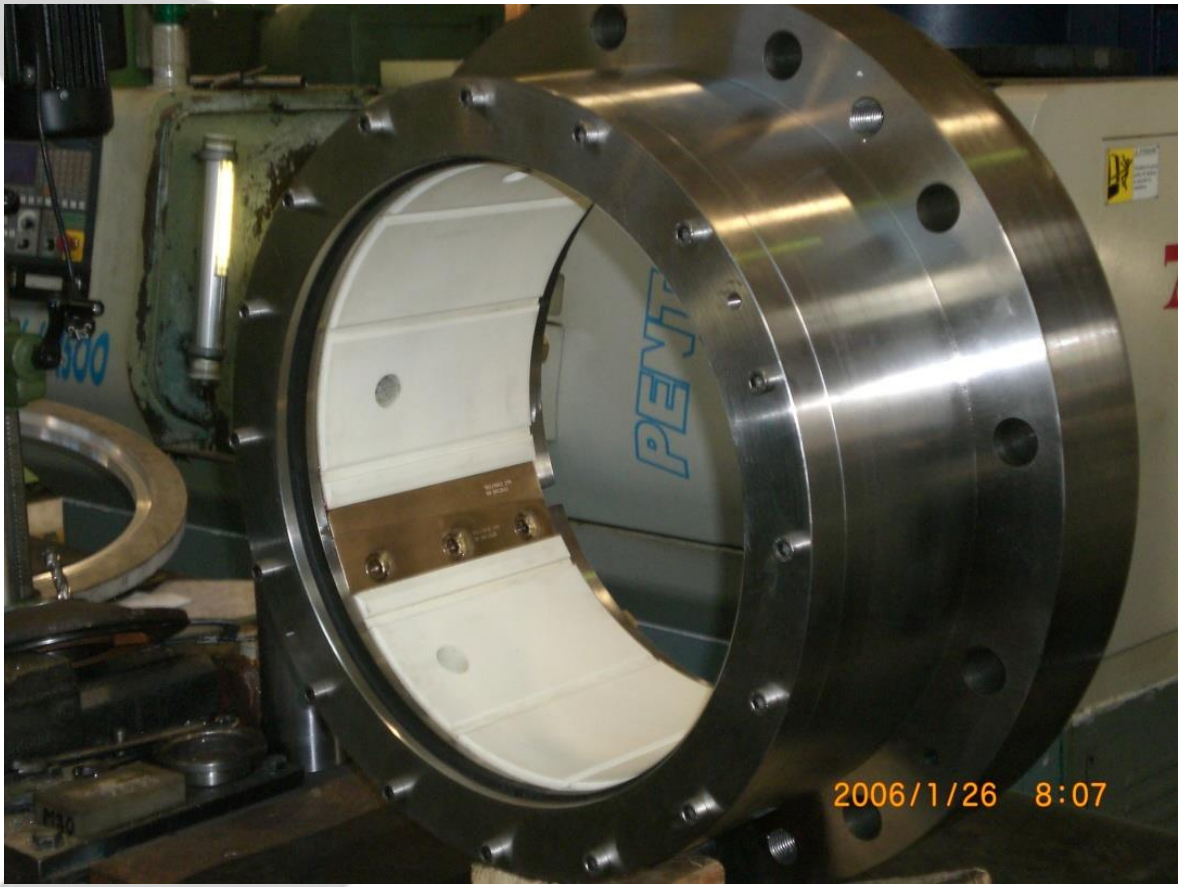
Prosty demontaż i kontrola



THORDON

Łożysko wpasowane
Przykład 1





THORDON

Łożysko wpasowane

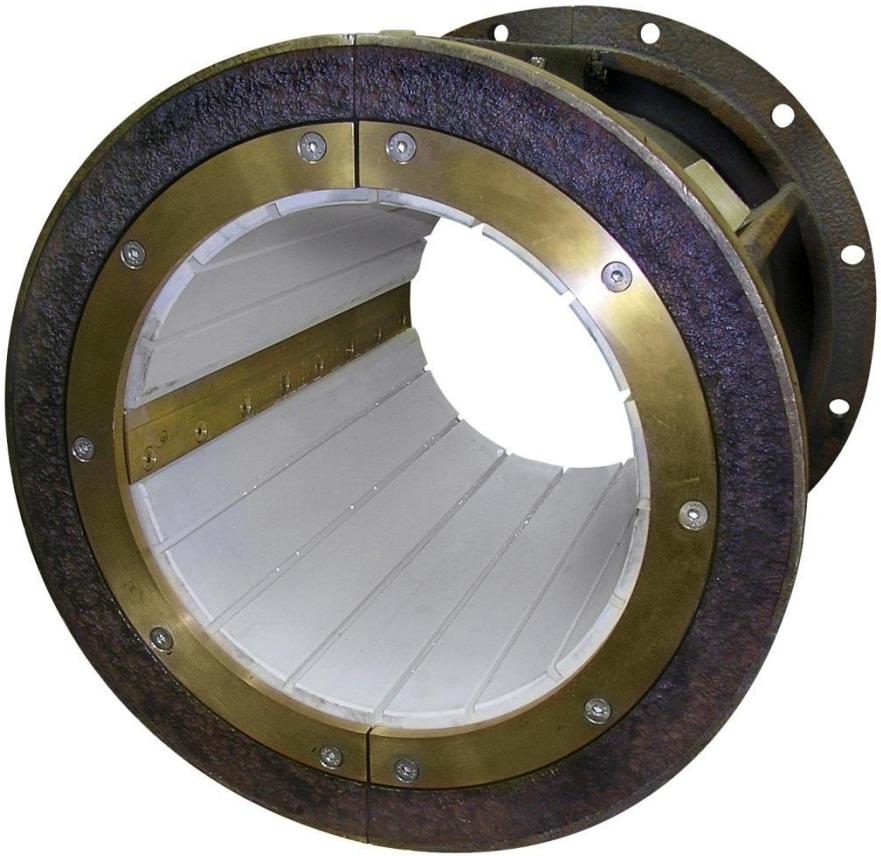
Przykład 2

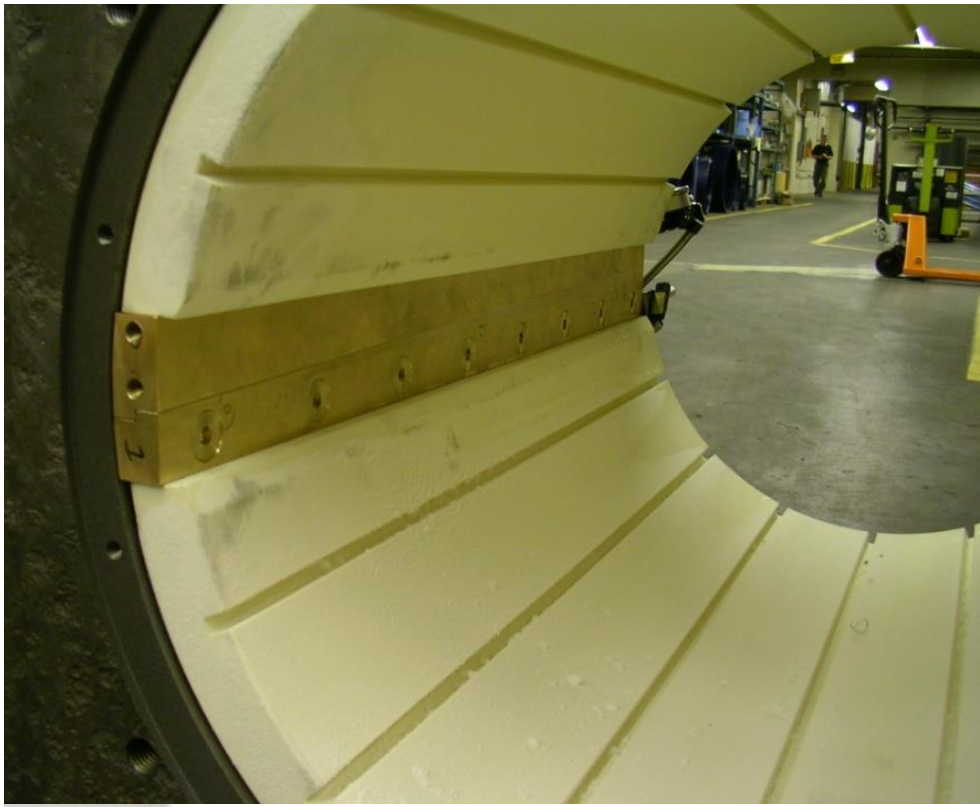
Przykłady instalacji zestawu stożkowego; łatwość montażu i wymiany łożyska





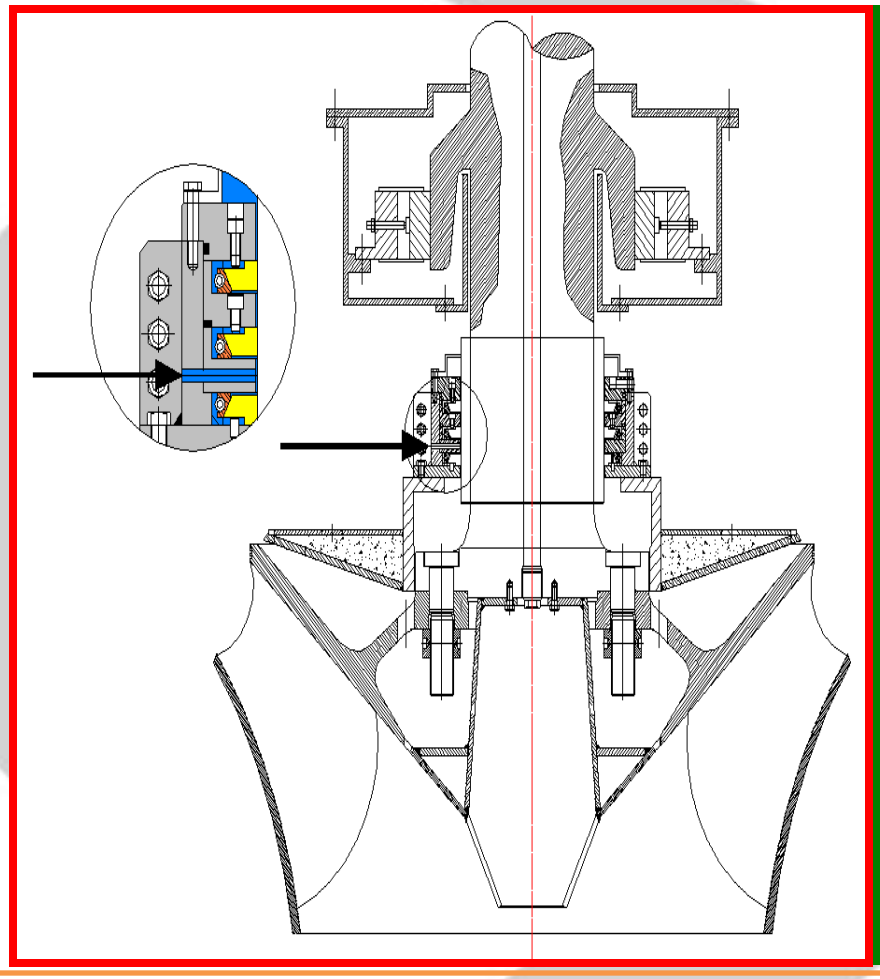
Wpasowywane łożysko
Przykład 2

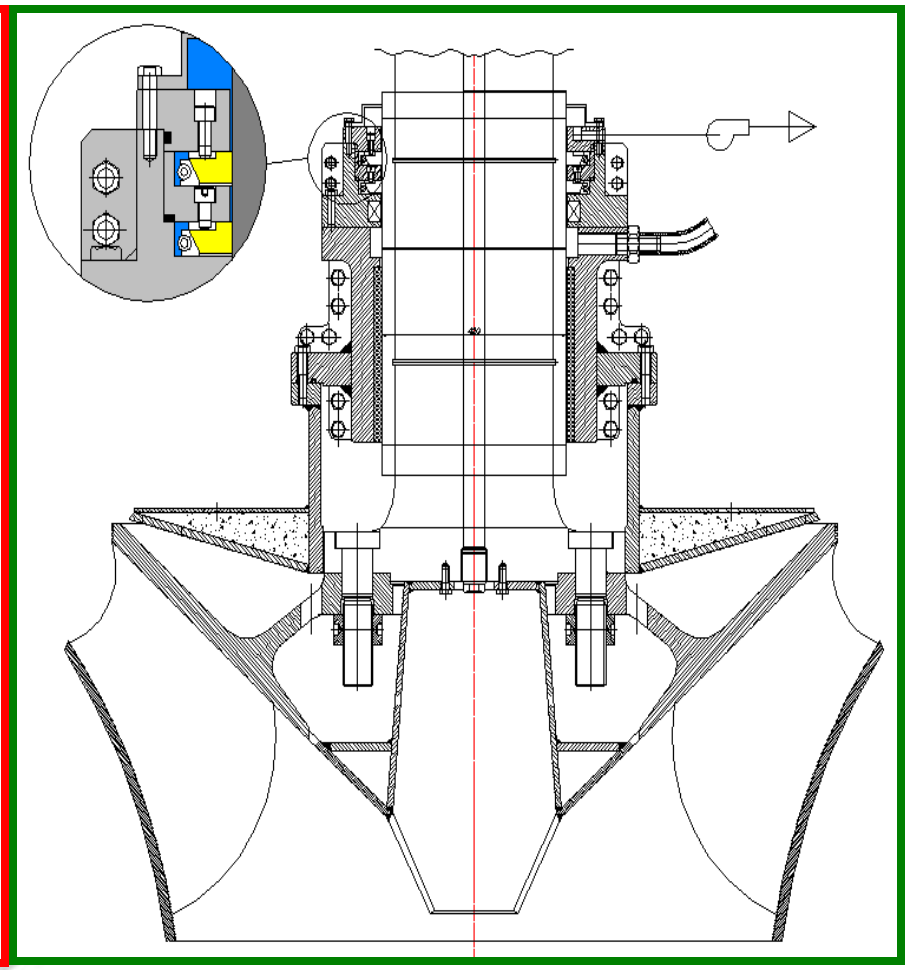




Wymiana głównych łożysk prowadzących z olejowych na wodne

Rozwiązania typowe – olej i woda





30

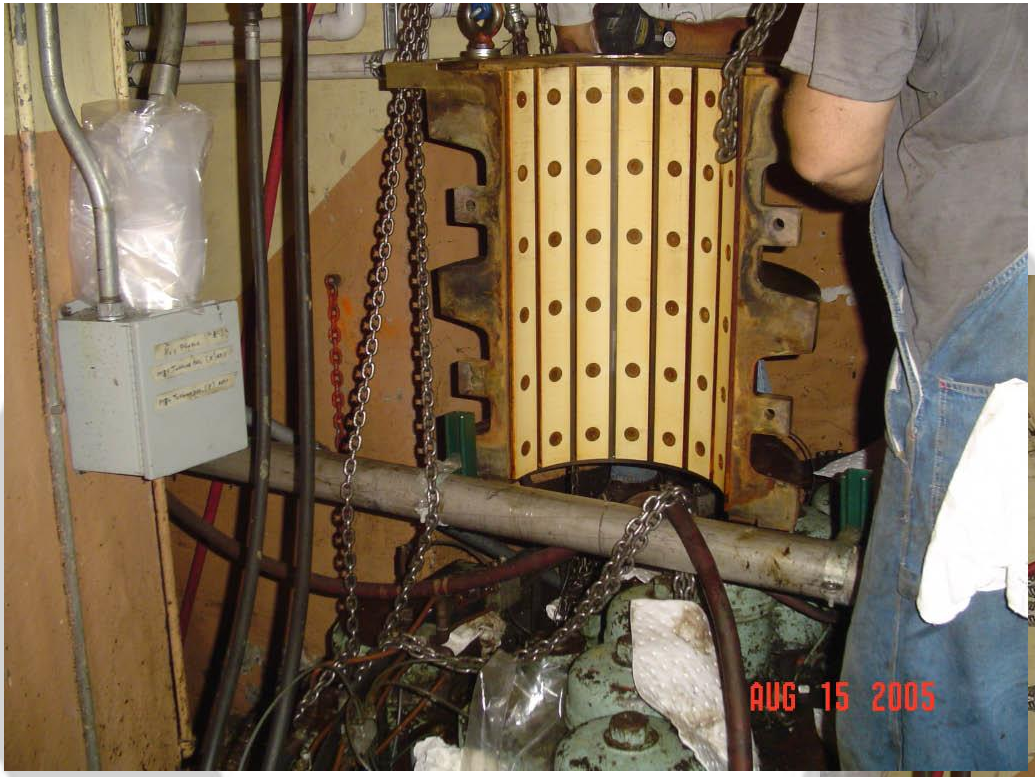
Ostatnie wymiany instalacji olejowych na wodne

- Russell Smith Power House (U.S.A.), 2007, 3 MW, średnica wału 38,1 cm, (poziomy)
- Skagerrak Energi AS (Norway), 2009, 25 MW, średnica wału 49,02 cm
- Lake Spaulding, California (U.S.A.), 2010, 10 MW, średnica wału 35,56 cm

Historia - Hydro

- Pierwsza wymiana w środowisku hydro w połowie lat 90 tych, w Southern California Edison, USA
  - wał o średnicy 39,37 cm x długość całości 73,66 cm
  - hydrozespół o mocy 22 MW
  - wykonano 1994
  - przepływ wody 30 m3/s
  - ostatni przegląd 2005 – wciąż widoczne są ślady obróbki maszynowej na łożysku!

Historia - Hydro





THORDON

Historia - Hydro

- **Ostatnie przeróbki:**
  - Skagerrak Energi AS (Norway) – 2009, 25 MW, 19.3” shaft / ø 48,25 cm wał
  - Grand Coulee Power Authority (U.S.A.) 2007, 3 MW, ø 38,1 cm wał poziomy
  - wymiana gumowej na SXL, 900 cm, dla elektrowni Fengman w Chinach, 2002
- **Zastosowanie głównych łożysk prowadzących:**
  - wiele instalacji dla dystrybutorów w Szwecji i Rosji

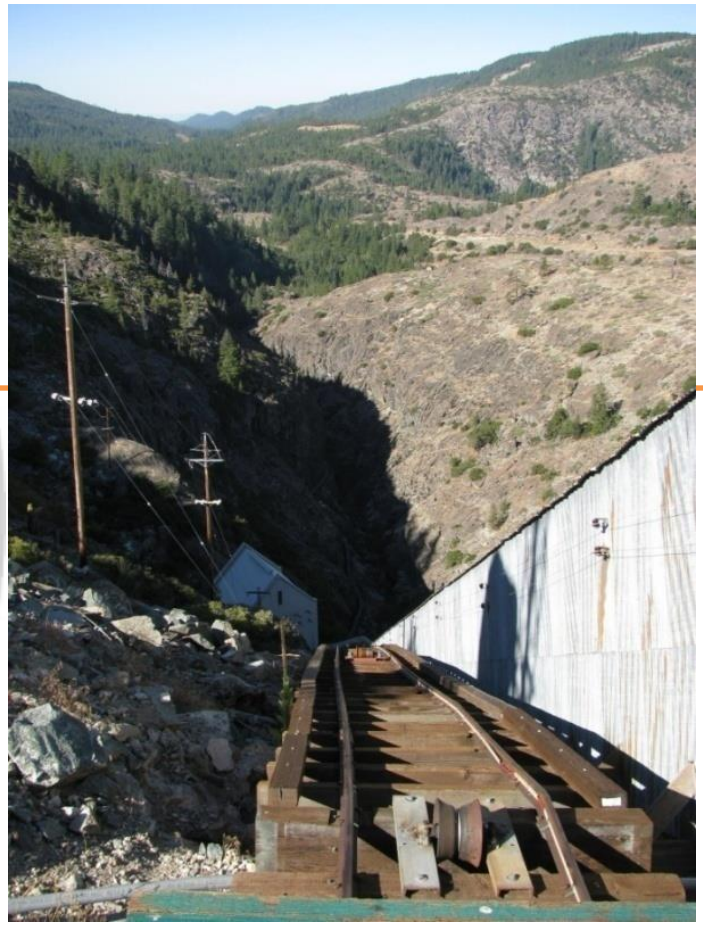
Przykład zamiany łożysk i uszczelnień

Spaulding Power House

Pacific Gas and Electric

(U.S.A.)

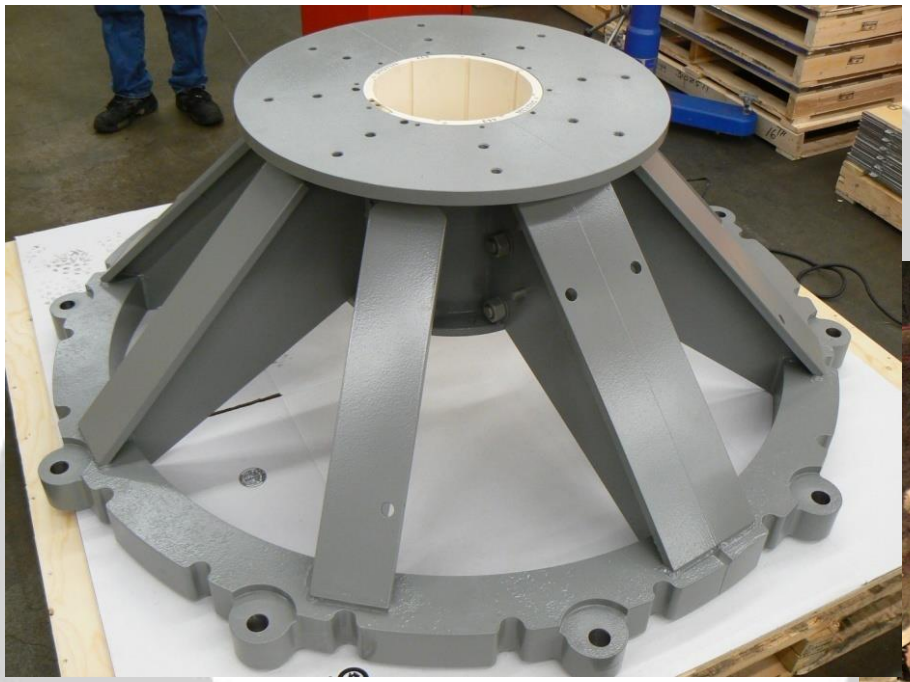
Listopad 2011

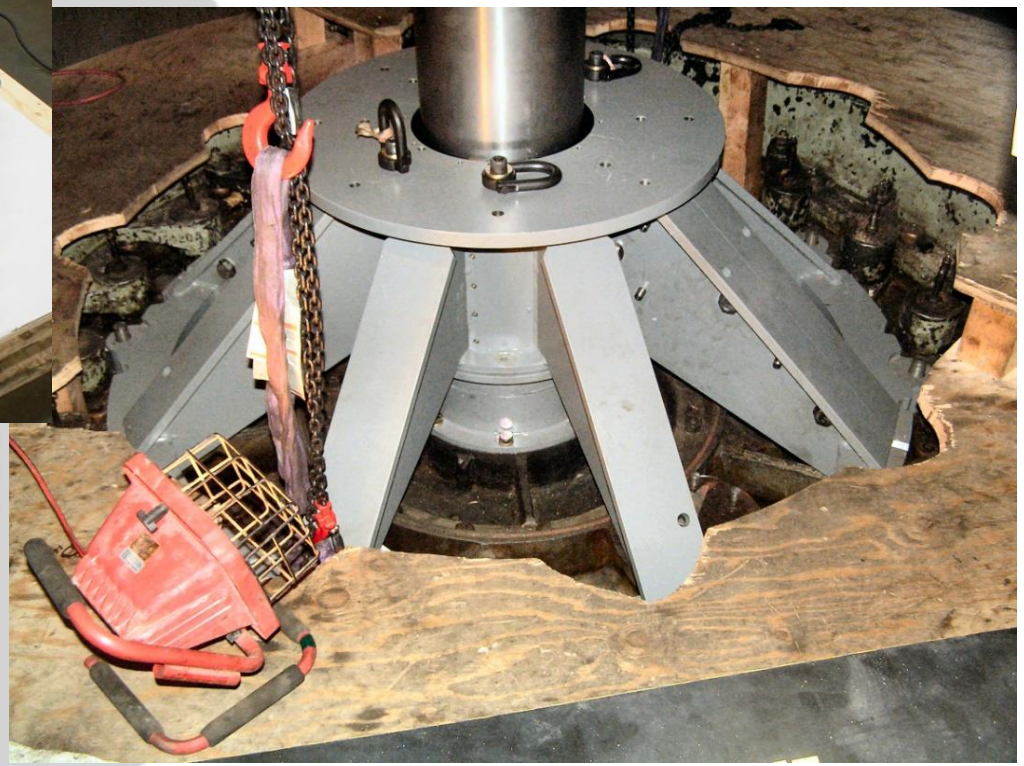


Spaulding Generating Station dane techniczne

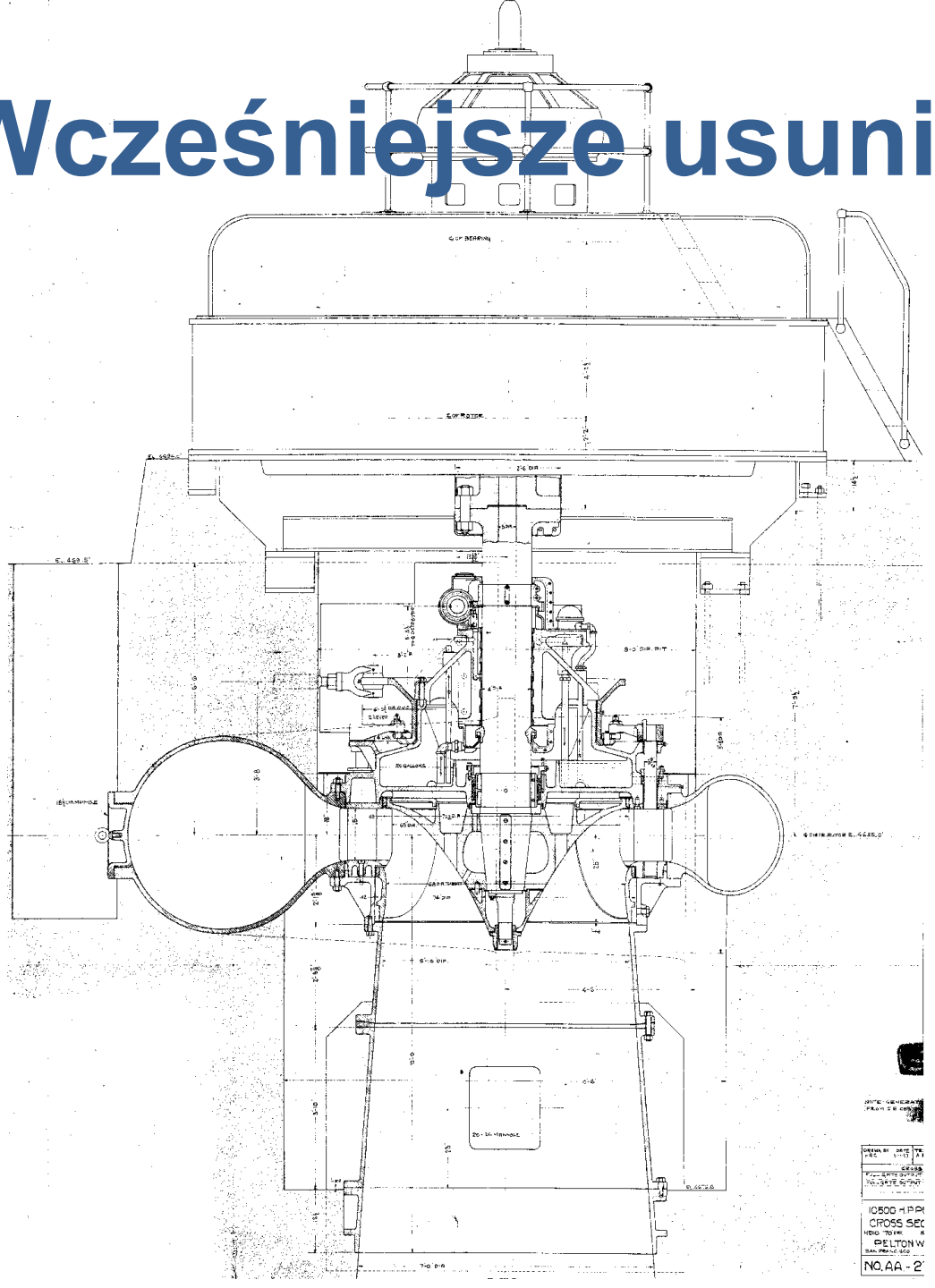
- Producent: Pelton Water Wheel 1927
- Typ: pionowy Francis
- Średnica wirnika: 1778 mm
- Spad: 60m
- Prędkość obrotowa: 257 rpm lub 5.04 m/s
- Moc maksymalna: 10.25 MW

Spaulding 2

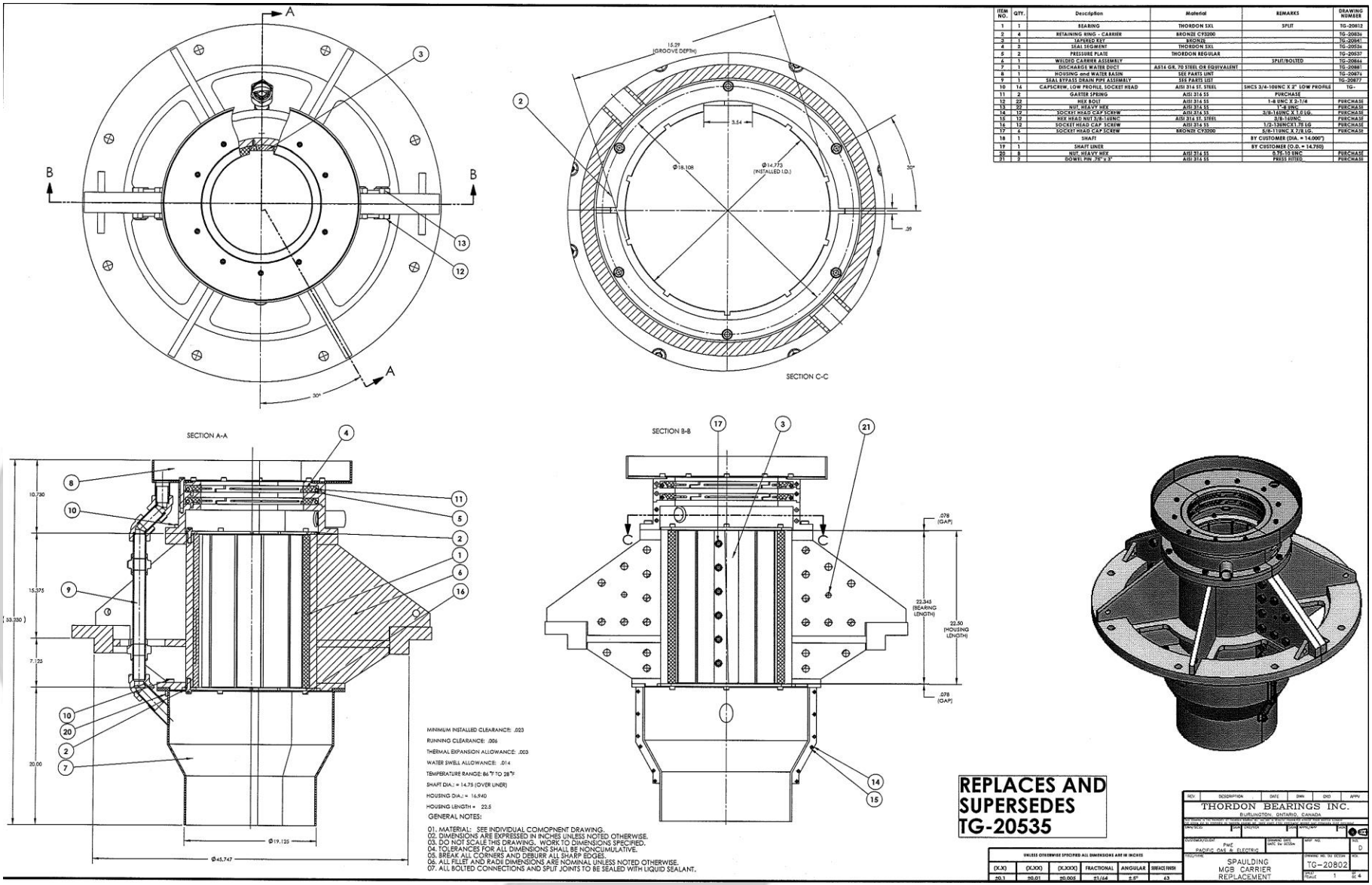




Wcześniejsze usuniecie oleju



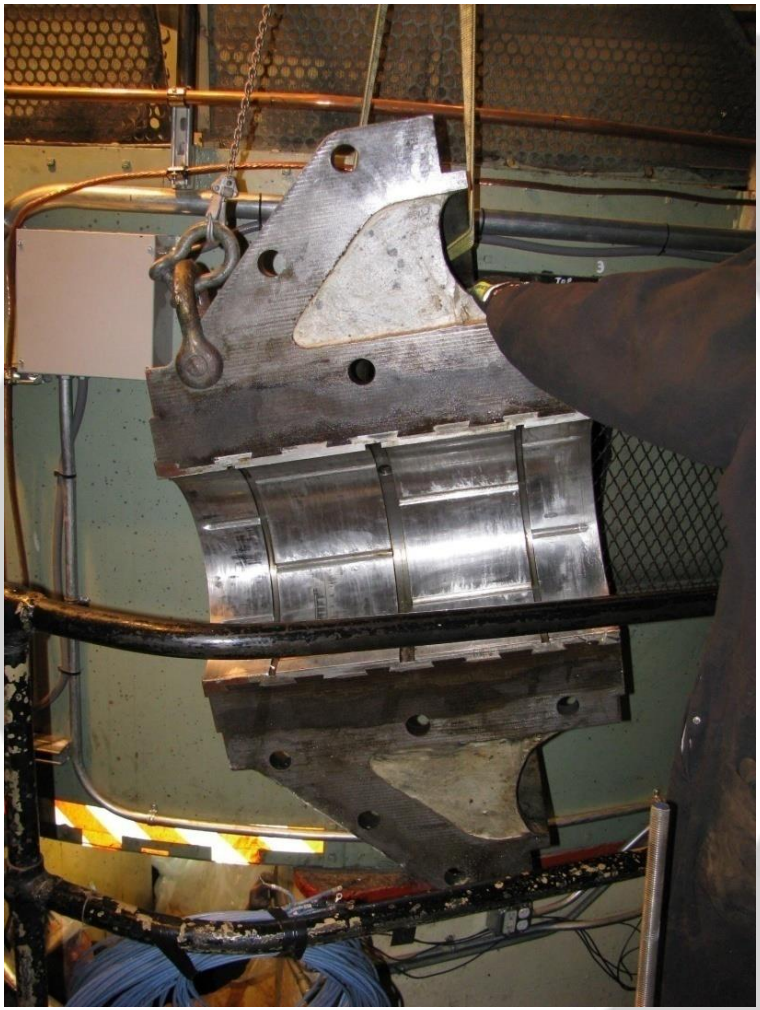
THORDON

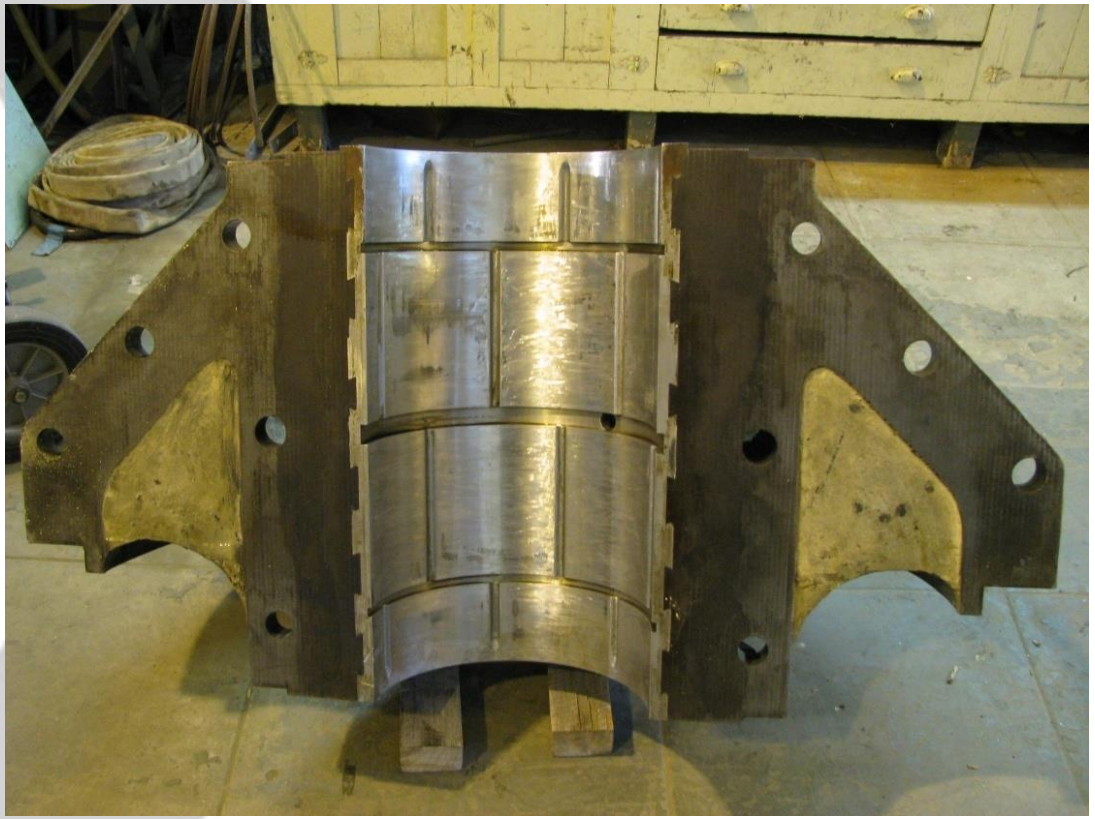


ITEM NO.	QTY.	Description	Material	REMARKS	DRAWING NUMBER
1	1	BEARING	THORDON SXL	SPLIT	TG-20812
2	4	RETAINING RING - CARRIER	BRONZE CY3200		TG-20836
3	1	TAPERED KEY	BRONZE		TG-20841
4	2	SEAL SEGMENT	THORDON SXL		TG-20516
5	2	PRESSURE PLATE	THORDON REGULAR		TG-20537
6	1	WELDED CARRIER ASSEMBLY		SPLIT/BOLTED	TG-20866
7	1	DISCHARGE WATER DUCT	A516 GR. 70 STEEL OR EQUIVALENT		TG-20881
8	1	HOUSING and WATER BASIN	SEE PARTS LIST		TG-20876
9	1	SEAL BYPASS DRAIN PIPE ASSEMBLY	SEE PARTS LIST		TG-20877
10	16	CAPSCREW, LOW PROFILE, SOCKET HEAD	AISI 316 ST. STEEL	SHCS 3/4-10UNC X 2" LOW PROFILE	TG-
11	2	GARTER SPRING	AISI 316 SS	PURCHASE	
12	22	HEX BOLT	AISI 316 SS	1-8 UNC X 2-7/4	PURCHASE
13	22	NUT, HEAVY HEX	AISI 316 SS	1"-8 UNC	PURCHASE
14	12	SOCKET HEAD CAP SCREW	AISI 316 SS	3/8-16UNC X 1.0 LG.	PURCHASE
15	12	HEX HEAD NUT 3/8-16UNC	AISI 316 ST. STEEL	3/8-16UNC	PURCHASE
16	12	SOCKET HEAD CAP SCREW	AISI 316 SS	1/2-13UNCX1.75 LG	PURCHASE
17	4	SOCKET HEAD CAP SCREW	BRONZE CY3200	5/8-11UNC X 7/8 LG.	PURCHASE
18	1	SHAFT		BY CUSTOMER (DIA. = 14.000")	
19	1	SHAFT LINER		BY CUSTOMER (O.D. = 14.750)	
20	8	NUT, HEAVY HEX	AISI 316 SS	0.75-10 UNC	PURCHASE
21	2	DOWEL PIN .75"x 3"	AISI 316 SS	PRESS FITTED	PURCHASE

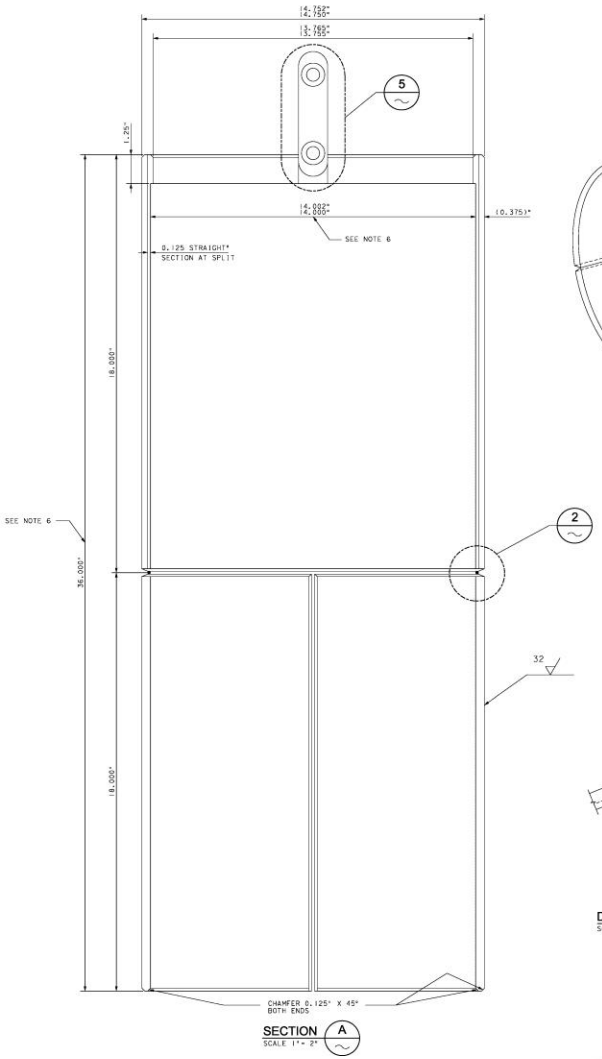
THORDON

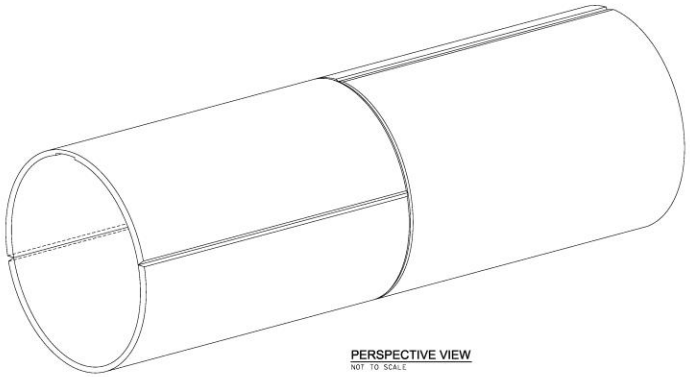
Demontaż i kontrola starego łożyska

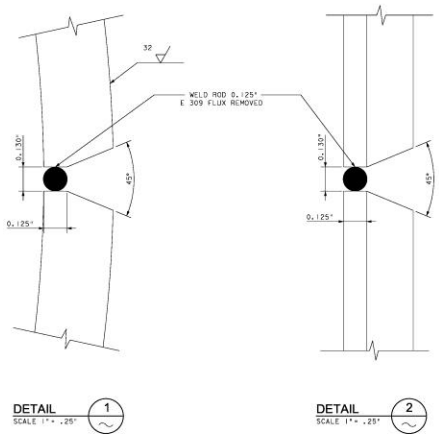


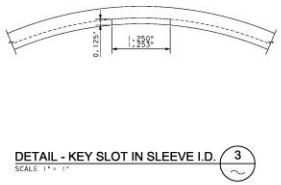


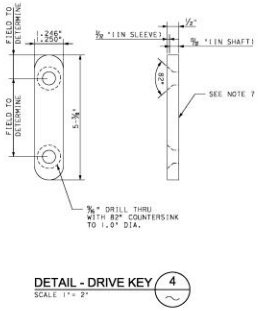
Nowy dzielony wkład

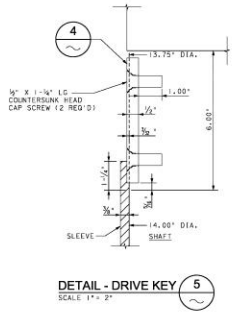












THORDON

Pozycjonowanie nowego wkładu





Wkład zespawany

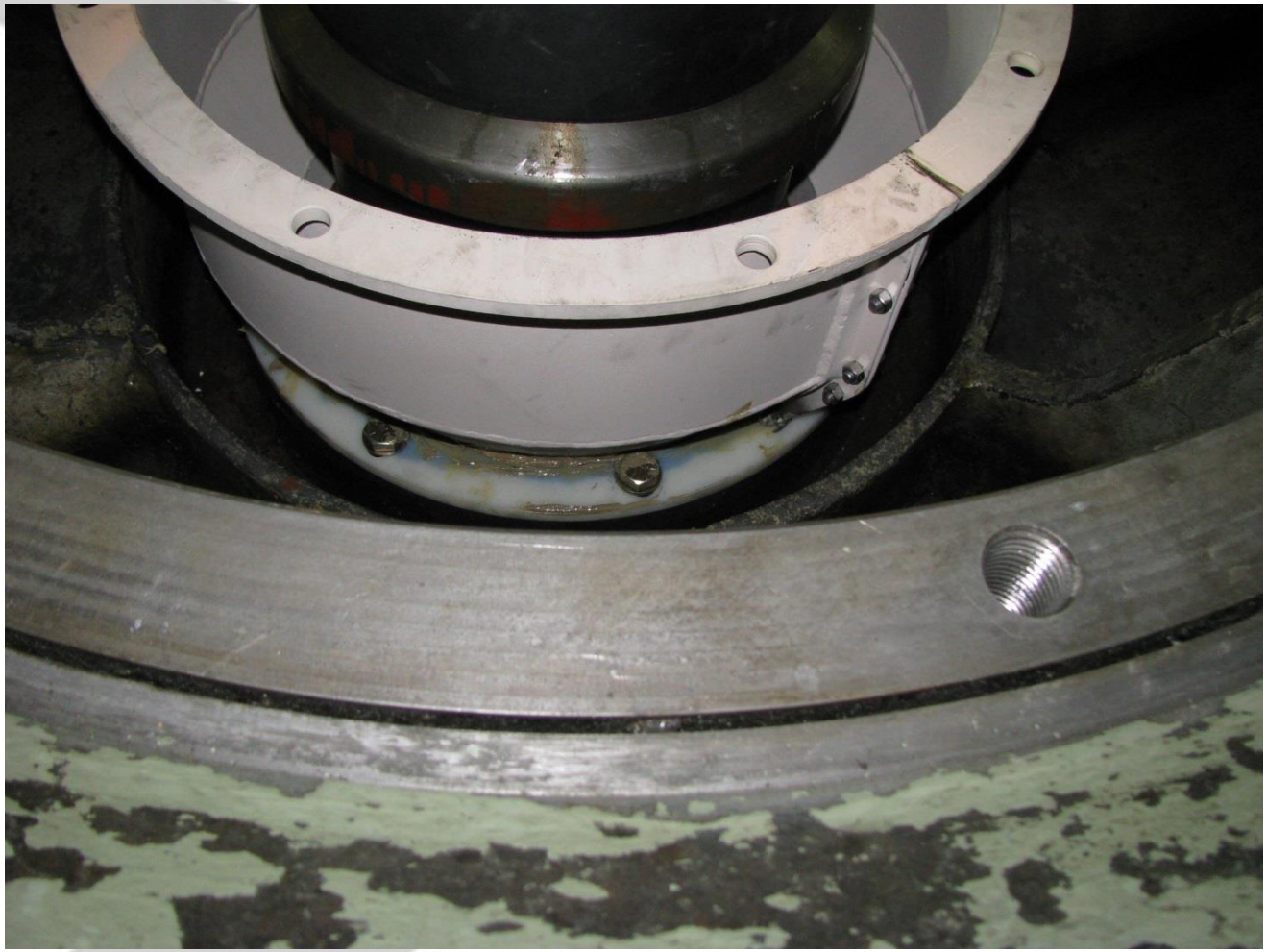


Zamocowanie wkładu





Montaż instalacji kanałów wodnych

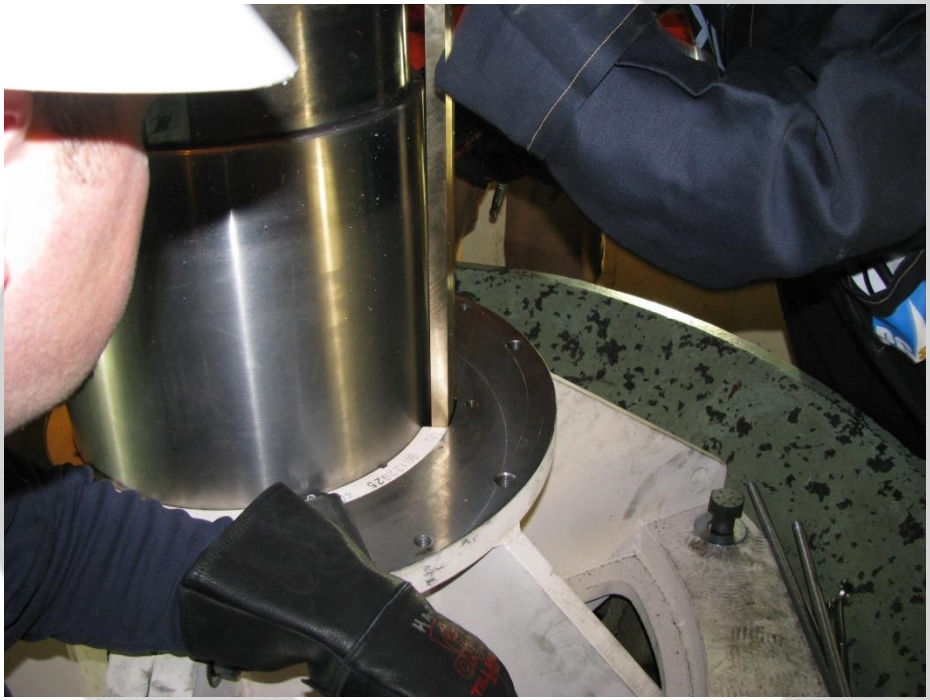


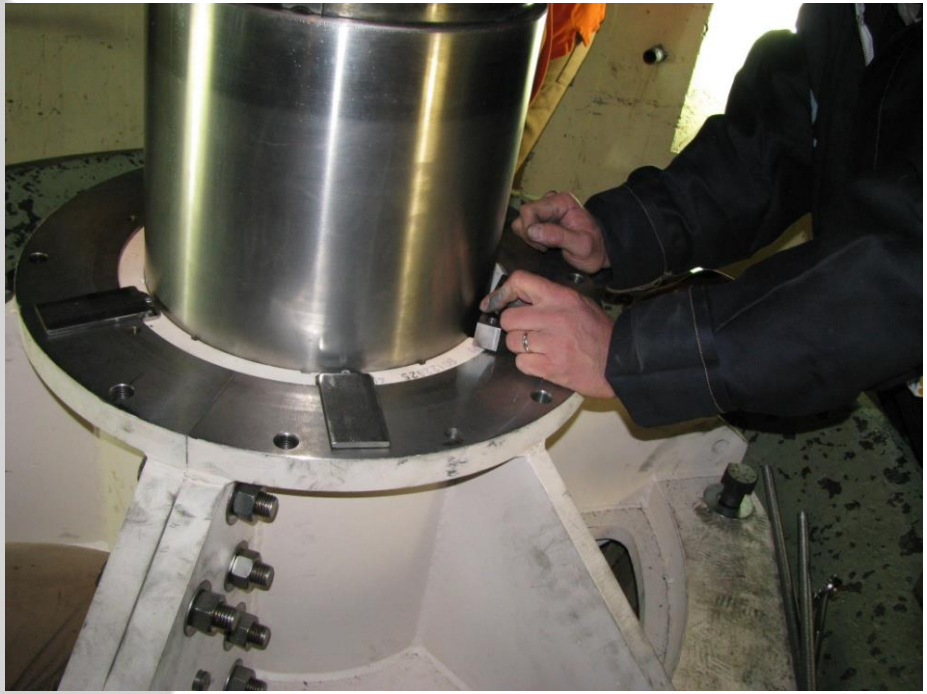
Montaż nowej obudowy



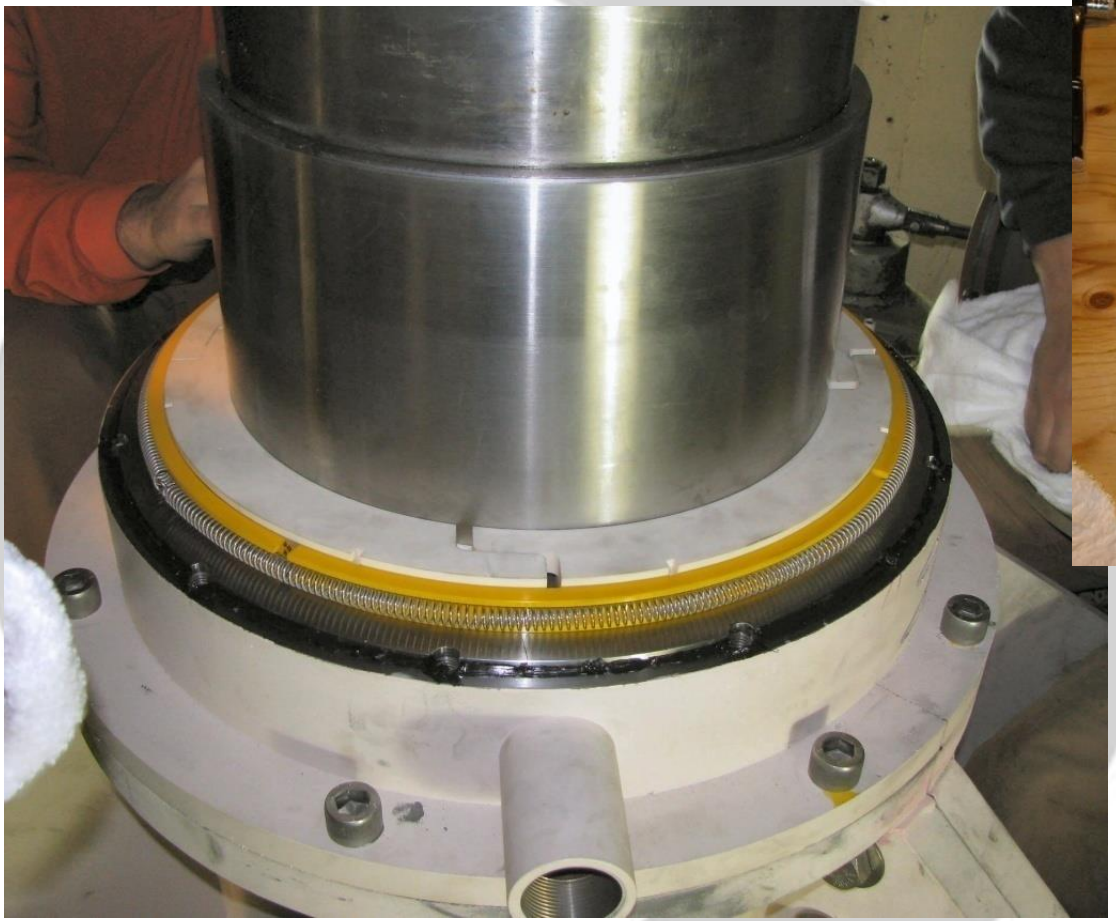


Nowe łożysko prowadzące SXL





Segmentowa uszczelka wału





THORDON

Łączenie obudów uszczelki i łożyska



THORDON

Spaulding GS - dziś

- pracowała nieprzerwanie od zmontowania w listopadzie 2010

- Turbinę otwarto w marcu 2011 dla przeglądu łożyska. Łożysko wymontowano, przejrzano i zamontowano w ciągu jednego dnia dzięki metodzie uproszczonej instalacji Thordon

Podsumowanie

- **Sprawdzona alternatywa dla głównych łożysk prowadzących smarowanych olejem**
- **Światowy poziom, produkty najwyższej klasy**
  - **wszystkie produkty Thordon zostały stworzone dla eliminacji zanieczyszczeń i oleju**
- **Wykorzystane w turbinach wodnych od 1980**
- **Techniczne wsparcie w skali globalnej**
  - **Design, Engineering, After - sales Service / Projektowanie, obsługa i budowa, serwis posprzedażowy**

Dziękuję za uwagę

THORDON BEARINGS INC

Bogusław Kuba Puchowski

Hydro Power Specialist Estern Europe

+48 602 652 262

kuba_puchowski@wp.pl

THORDON