

Słowniki specjalne do energetyki – wykonania wysokotemperaturowe CPP PREMA

Spis treści

1. Wprowadzenie: „siłowniki specjalne” w energetyce – po co i kiedy?
2. Wymagania środowiskowe w elektrowniach: temperatura, pył, korozja, media
3. Wykonania wysokotemperaturowe – materiały, uszczelnienia, prowadzenia
4. Gdzie najczęściej są stosowane: kłapy powietrza wtórnego, kłapy OFA, kłapy SOFA, instalacje IOS, wysuw lanc palników rozpałkowych
5. Przykłady rozwiązań CPP PREMA (case’y i konfiguracje)
6. Integracja ze sterowaniem: sensoryka, diagnostyka, bezpieczeństwo funkcjonalne
7. Modernizacje w polskich elektrowniach – efekty, KPI, ryzyka i mitigacje
8. Dobór i obliczenia: siła, skok, bezpieczeństwo, cykle, serwis
9. Utrzymanie ruchu (UR): przeglądy, części, zamienność, retrofit
10. FAQ dla działów technicznych i zakupów
11. Podsumowanie i CTA

Wprowadzenie: „siłowniki specjalne” w energetyce – po co i kiedy?

W klasycznych układach, typowe siłowniki katalogowe sprawdzają się dopóty, dopóki warunki pracy mieszczą się w standardowych widełkach: umiarkowana temperatura medium i otoczenia, ograniczone zapylenie, przewidywalne obciążenia dynamiczne. W **energetyce konwencjonalnej** i **ciepłownictwie** parametry te są przekraczane: wysoka temperatura spalin, agresywne kondensaty, wysokie wahania ciśnień, ograniczona przestrzeń montażowa, długie czasy pracy w trybach nierównomiernych. W tych realiach **siłowniki specjalne** – projektowane **pod konkretną aplikację** – dają przewidywalność i trwałość.

CPP PREMA łączy projekt, produkcję i serwis, dzięki czemu możemy skonfigurować skok, tłoczysko, średnicę, typ prowadzeń, geometrię mocowań, typ czujników położenia, a także **wykonanie wysokotemperaturowe** (uszczelnienia, powłoki, smarowanie, ekranowanie termiczne). To pozwala uzyskać stabilny ruch kłap, zasuw, przepustnic i lanc w temperaturach, w których standardowe siłowniki ulegają przyspieszonemu zużyciu.

→ Więcej o filozofii „custom” w naszym wpisie: [Niestandardowe siłowniki... CPP PREMA](#)

Kiedy rozważyć siłownik specjalny?

- Gdy temperatura otoczenia i/lub medium przekracza zakresy: -20 C° +80 C° nawet chwilowo
- Gdy występują intensywne czynniki niszczące: pył, popiół, SOx/NOx, kondensaty.
- Gdy konieczne jest precyzyjne pozycjonowanie lub szybkie manewry przy dużych kłapach.
- Gdy układ wymaga integracji z czujnikami drogi lub redundancji.
- Gdy modernizacja ma skrócić TTR/MTTR i obniżyć CAPEX/OPEX.

Wymagania środowiskowe w elektrowniach: temperatura, pył, korozja, media

Temperatura.

Strefy przy **klapach powietrza wtórnego, OFA, SOFA czy palnikach rozpalkowych** to często obszary o zmiennej i lokalnie wysokiej temperaturze nawet powyżej 150 C°. Siłowniki pracujące w tych warunkach wymagają materiałów i uszczelnień zdolnych do utrzymania szczelności i niskiego tarcia przy podwyższonych temperaturach. W praktyce oznacza to m.in. **uszczelnienia FKM/Viton, FFKM, PTFE/PEEK**, smary wysokotemperaturowe, a czasem **przegrody termiczne** i oddzielenie komory siłownika od strefy gorącej.

Pył i erozja.

Zapylenie (pył węglowy, popioły) przyspiesza zużycie przewodnic i zgarniaczy. Projektujemy **zgarniacze o podwyższonej skuteczności**, wielostopniowe układy oczyszczania tłoczyska oraz lakiernie/powłoki o klasie **C5-M** dla odporności korozyjnej. Odpowiednio dobrana chropowatość powierzchni (Ra) minimalizuje adhezję pyłów.

Korozja i media chemiczne.

SO_x/NO_x, wilgoć, kondensaty – to środowisko sprzyjające korozji. Stosujemy **stale nierdzewne, powłoki galwaniczne m. in. chromowanie** oraz **powłoki antykorozyjne** korpusów. W IOS (Instalacje Odsiarczania Spalin) dobór materiałów musi uwzględniać też kompatybilność z mgłą kwasową i agresywnymi aerozolami.

Dynamika i bezpieczeństwo.

Duże klapy, zasuwki lub przepustnice wymagają znacznych sił i stabilnej kinematyki. Analizujemy **obciążenia dynamiczne**, dobieramy średnicę, skok, tłoczysko oraz **przekładnię cięglową/dźwigniową**. W aplikacjach krytycznych uwzględniamy blokady położenia, zawory zatraskowe oraz dodatkowe sprzężenia do **bezpiecznego zatrzymania**.

Projekt „szyty na miarę”: proces inżynierski CPP PREMA (od briefu do FAT/SAT)

1) Zebranie danych (UR + Inżynieria).

- Parametry geometryczne (skok, średnica, mocowania ISO lub niestandardowe).
- Warunki środowiskowe (temperatura, zapylenie, agresywne media).
- Kinematyka (czas wysuwu/powrotu, cyklogram, liczba cykli w czasie).
- Interfejsy sterowania (sygnały, czujniki położenia, okablowanie).
- Wymogi formalne (np. ATEX – jeśli dotyczy, SIL/PL – jeśli część funkcji bezpieczeństwa).

2) Koncepcja i wstępny dobór.

Tworzymy warianty konstrukcyjne (dobieramy medium zasilające: pneumatyczne, hydrauliczne (oleje, woda inne roztwory płynne) lub elektryczne, prowadzenia, typ uszczelnień, chłodzenie, ekranowanie). Dobieramy **zapas siły** (≥ 15–20% dla warunków niestabilnych), weryfikujemy **stabilność pracy całego układu** (uderzenia dynamiczne, wyboczenia).

3) Prototyp, testy FAT.

- Testy szczelności i histerezy od założonych wytycznych.
- Testy szybkości i powtarzalności pozycjonowania.
- Próby temperaturowe (gorące powietrze/komora, testystarzeniowe).

- Weryfikacja integracji sygnałowej (HART/analog/PN/DI).

5) Montaż i SAT.

Asysta przy uruchomieniu, szkolenie UR, protokół SAT. Dokumentacja powykonawcza z instrukcją przeglądów i listą części.

Wykonania wysokotemperaturowe – materiały, uszczelnienia, prowadzenia

Materiały korpusów i tłoczyisk.

- Korpusy: stale konstrukcyjne z powłoką antykorozyjną, nierdzewne, stopy aluminium (w zależności od strefy).
- Tłoczyska: **stal hartowana i chromowana**; dla ekstremów – stale nierdzewne/stopowe.
- Powłoki: galwaniczne np. chromowanie, cynkowanie lub dla warunków skrajnych malowanie wg. **C5-M** dla atmosfer agresywnych; dodatkowo anodyzacja/niklowanie elementów zależnie od projektu.

Uszczelnienia a temperatura:

- **FKM (Viton)** – szeroki zakres temperatur, dobra odporność chemiczna.
- **FFKM** – najwyższa odporność termiczno-chemiczna (aplikacje krytyczne).
- **PTFE/PEEK** – niskie tarcie, stabilność w wysokich temperaturach, niska adhezja pyłów.
- Zgarniacze: profil dostosowany do pyłów mineralnych, podwójne wargi, sekcje odpylające.

Prowadzenia i łożyskowanie.

- Tuleje prowadzące z kompozytów na wysoką temperaturę.
- Długość prowadzenia dobrana do obciążeń bocznych (szczególnie przy dźwigniach klap).
- Konstrukcja odporna na **mikropiaskowanie** pyłem.

Chłodzenie i ekranowanie.

- **Dystans termiczny** między strefą gorącą a siłownikiem.
- **Ostony** (pancerze) z blachy żarowytrzymałej, osłon Kevlarowych i wiele innych.
- Opcjonalnie **bariera powietrzna** (purge) przy ekstremach (projekt indywidualny).

Zastosowania w elektrowniach: klapy powietrza wtórnego, OFA, Instalacje IOS, palniki rozpałkowe

Klapy powietrza wtórnego.

Napędy muszą zapewnić powtarzalność pozycjonowania i sztywność w całym zakresie pracy, przy zachowaniu odporności na zapylenie i temperaturę. Częstym wymogiem jest **charakterystyka ruchu** (np. szybki start, kontrolowane domknięcie) i bezpieczne zatrzymanie.

OFA– dopalanie NOx.

Układy OFA wymagają precyzyjnej regulacji przepływu powietrza nad paleniskiem. Siłowniki specjalne zapewniają **dokładność pozycjonowania** dzięki zastosowaniu liniowych przetworników drogi oraz **stabilność** na ciągłych klap, co optymalizuje **emisje NOx** i bilans tlenowy.

IOS – instalacje odsiarczania spalin.

Środowisko korozyjne i zasolone aerozole wymagają rozszerzonych zabezpieczeń: powłok, materiałów, odpowiedniej izolacji sygnałów. Siłowniki specjalne sprawdzają się przy **klapach technologicznych, zasuwach i dozowaniu reagentów**.

Palniki rozpałkowe – lance.

Ruch lanc wymaga odporności na temperaturę i zapylenie, przy jednoczesnym zachowaniu powtarzalności skoku. Tu kluczowe są **zgarniacze, powłoki** oraz **wysokotemperaturowe uszczelnienia**.

To obszary, w których **CPP PREMA realizuje modernizacje i dostawy siłowników specjalnych**, doradza dobór napędów oraz modernizuje sterowania klap (m.in. dla elektrowni w Kozienicach, Bełchatowie, Turowie, Ostrołęce)

Przykłady rozwiązań CPP PREMA (case'y i konfiguracje)

Przykład 1: D63×150 – nr 18.4846 (wysokotemperaturowy)

- **Typ:** siłownik pneumatyczny specjalny
- **Średnica / skok:** 63 mm / 150 mm
- **Wersja:** wysokotemperaturowa (uszczelnienia FKM/PTFE, zgarniacz pyłowy)
- **Zastosowanie referencyjne:** napęd kłapy w strefie podwyższonej temperatury (OFA/kłapy powietrza wtórnego)
- **Wyróżniki:** stabilna siła w całym skoku, niska histereza, osłona przeciwpyłowa, przewidziane punkty smarowania/prewencji.
- **Korzyść operacyjna:** skrócenie czasów manewru, przewidywalność domknięcia w zmiennych warunkach temperaturowych.

Przykład 2: D125×150 – nr 18.4873 (wysokotemperaturowy)

- **Typ:** siłownik pneumatyczny specjalny o zwiększonej sile
- **Średnica / skok:** 125 mm / 150 mm
- **Wersja:** wysokotemperaturowa, powiększone prowadzenia z liniowym przetwornikiem drogi
- **Zastosowanie referencyjne:** większe kłapy lub zasuw technologiczne (IOS/ciągi spalin)
- **Wyróżniki:** wysoka odporność na wyboczenie, długa tuleja prowadząca, podwójne zgarniacze, powłoka antykorozyjna klasy C5-M.
- **Korzyść operacyjna:** utrzymanie momentu na ciągle przy skrajnych warunkach, wydłużona żywotność uszczelnień.

Warianty dodatkowe (na zamówienie):

- Redundancja czujników położenia (dual) lub krańcówek bezpieczeństwa.
- Zawory zwrotne, dławiące, układ soft-start i elektrozawory zintegrowane na płycie.
- Prowadzenie przewodów i peszle odporne na wysokie temperatury, wibracje, oleje i pyły.
- Przegrody termiczne i dystanse montażowe, aby przenieść siłownik poza strefę gorącą.

Integracja ze sterowaniem: sensoryka, diagnostyka, bezpieczeństwo funkcjonalne

Pozycjonowanie i sprzężenie zwrotne.

- **Linowe przetworniki drogi** dla regulacji ciągłej .
- Krańcówki indukcyjne, magnetyczne lub mechaniczne dla sygnalizacji pozycji (otwórz/zamknij).
- Interfejsy pod system DCS/PLC; opcjonalnie moduły diagnostyczne (licznik cykli, TTF).

Diagnostyka predykcyjna.

- Monitorowanie czasu cyklu i ciśnienia – wczesna detekcja przytarć i nieszczelności.
- Analiza trendów (czas do domknięcia, ciśnienie minimalne).
- Planowanie przeglądów na podstawie realnych danych (wydłużenie MTBF, skrócenie MTTR).

Bezpieczeństwo funkcjonalne.

- Zawory zatraskowe dla bezpiecznego zatrzymania w razie zaniku zasilania.
- Blokady pozycji (mechaniczne lub pneumatyczne).
- Dobór pod docelowy poziom nienaruszalności (SIL/PL – jeśli element systemu bezpieczeństwa).

Modernizacje w polskich elektrowniach – efekty, KPI, ryzyka i mitigacje

W modernizacjach (m.in. stacje oczyszczania kondensatu, sterowania klap powietrza wtórnego i **OFA**, dobór napędów do **IOS**, produkcja siłowników specjalnych do **lanc w palnikach rozpałkowych**) kluczowe jest przekucie zmian w **twarde wskaźniki**:

KPI i korzyści:

- Stabilniejsze prowadzenie procesu spalania (lepsza regulacja powietrza wtórnego i **OFA**) → **Niższe wartości NOx trafiających do środowiska** lub do dalszego oczyszczania.
- Mniej awarii napędów klap → **spadek nieplanowanych przestojów**.
- Optymalizacja czasu manewrów → **krótszy TTR**, lepsze dostosowanie do obciążeń bloku.
- **OPEX** w dół dzięki dłuższej żywotności uszczelnień i prowadzeń.

Ryzyka i jak je ograniczamy:

- Błędny dobór siły/skoku → wstępne testy i zapas projektowy.
- Przegrzewanie siłownika → dystanse termiczne/osłony, re-lokacja siłownika, bariera powietrzna.
- Zapylenie → podwójne zgarniacze, powłoki, okresowe purge'y, harmonogram przeglądów.
- Integracja sygnałowa → prefabrykaty kablowe, testy FAT/SAT, checklisty I/O.

Dobór i obliczenia: siła, skok, bezpieczeństwo, cykle, serwis

Siła i moment.

- Minimalna siła = wymagana siła klapy/zasuwy × margines ($\geq 15\text{--}20\%$).
- Dla dźwigni/cięgien – przeliczenie na moment i uwzględnienie strat tarcia.
- Analiza wyboczenia tłoczyska wg długości wysuwu i podparcia (krytyczne przy D125×150).

Skok i kinematyka.

- Skok dobrany do pełnego zakresu klapy + rezerwa na regulacje.
- Czas wysuwu/powrotu – wynik doboru przepływów (zawory dławiące, średnice przewodów, wyspa).
- Soft-start i amortyzacja (mechaniczna/pneumatyczna) dla ochrony mocowań.

Media i filtry.

- Klasa filtracji powietrza (z osuszaniem) – wydłuża żywotność uszczelnień.
- Dopuszczalne zanieczyszczenia – zgodne z wykonaniem wysokotemperaturowym.
- Dla hydrauliki – czystość oleju wg ISO; zawory bezpieczeństwa i trawersy ciśnieniowe.

Serwisowalność.

- Dostęp serwisowy do zgarniaczy i uszczelnień.
- Instrukcja demontażu/montażu, momenty dokręcania, tolerancje prowadzeń.

Utrzymanie ruchu (UR): przeglądy, części, zamienność, retrofit

Przeglądy cykliczne.

- Kontrola luzów prowadzeń, stanu zgarniaczy, szczelności przy temperaturze roboczej.
- Wymiana elementów eksploatacyjnych wg rzeczywistej liczby cykli (dane z licznika/PLC).
- Kalibracja czujników położenia (linowe przetworniki drogi/krańcówki) w trakcie postojów planowych.

Części i zamienność.

- Standaryzacja: te same typy uszczelnień i krańcówek na wielu klapach.
- Uzgodnione „kity” remontowe (uszczelnienia, zgarniacze, tuleje, śruby o podwyższonej klasie).
- Retrofit „plug & play” – siłowniki specjalne z zachowaniem rozstawów/mocowań.

Retrofit a digitalizacja.

- Doinstalowanie czujnika drogi + rejestracja czasu cyklu → szybki wgląd w kondycję.
- Panel serwisowy z diagnostyką: presostat, manometr, logika „time to service”.

FAQ dla działów technicznych i zakupów

Czy siłownik specjalny zawsze jest droższy?

CAPEX bywa wyższy od katalogowego, ale w OPEX (mniej awarii, dłuższe okresy między remontowe, krótsze przestoje) inwestycja szybko się zwraca.

Jaką temperaturę „wytrzymuje” wykonanie wysokotemperaturowe?

Zakres definiujemy pod aplikację. Dzięki FKM/FFKM, PTFE/PEEK, powłokom i ekranom termicznym projektujemy rozwiązania dla stref o znacznie podwyższonych temperaturach – dobór po analizie warunków.

Czy możliwa jest integracja z naszym DCS/PLC?

Tak. Dostarczamy siłowniki z czujnikami położenia (BTL/krańcówki), przygotowujemy listy I/O i uczestniczymy w FAT/SAT.

Czy macie doświadczenia w obszarach OFA/IOS i palników rozpałkowych?

Tak – realizujemy modernizacje sterowań klap powietrza wtórnego i OFA, SOFA, dobieramy napędy dla IOS oraz wytwarzamy siłowniki specjalne do **lanc palników rozpałkowych**

Czy możecie odwzorować istniejące mocowania?

Tak. Projektujemy tak, by zminimalizować ingerencję w istniejące konstrukcje – „drop-in replacement”.

Jakie dokumenty dostarczacie?

Rysunki, listy części, instrukcje, protokoły FAT/SAT, karty przeglądów. Na życzenie: zestawienia materiałowe i rekomendacje UR.

Siłowniki specjalne to w energetyce synonim niezawodności – szczególnie tam, gdzie temperatura i zapylenie wyznaczają granice „katalogów”. Wykonania wysokotemperaturowe, dobór materiałów i uszczelnień, rozbudowana diagnostyka i integracja z automatyką pozwalają zapewnić **stabilny ruch klap, zasuw i lanc**, optymalizując koszty utrzymania i podnosząc bezpieczeństwo pracy.