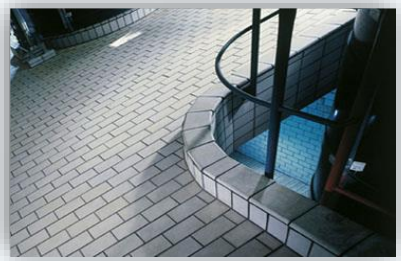
STEULER | Linings

Wpływ transformacji energetycznej na trwałość zabezpieczeń chemoodpornych stalowych przewodów kominowych bloków węglowych.



Surface protection



Tanks & Delivery



Equipment & Piping



Service & Repairs

Diagnoza problemów i zmiany w podejściu do projektowania powłok, zaleceń wykonawczych oraz wytycznych eksploatacyjnych

Opracował:
Marek Pietras
1.10.2026

KILKA FAKTÓW Z HISTORII FIRMY

- 1.07.1994 – KCT Sp. z o.o. (Keramchemie GmbH)
- 2001 - SGL ACOTEC Polska Sp. z o.o. (SGL CARBON)
- 2005 – KCT Sp. z o. o. (KCH-GROUP)
- 2010 – STEULER-KCH POLSKA Sp. z o.o.

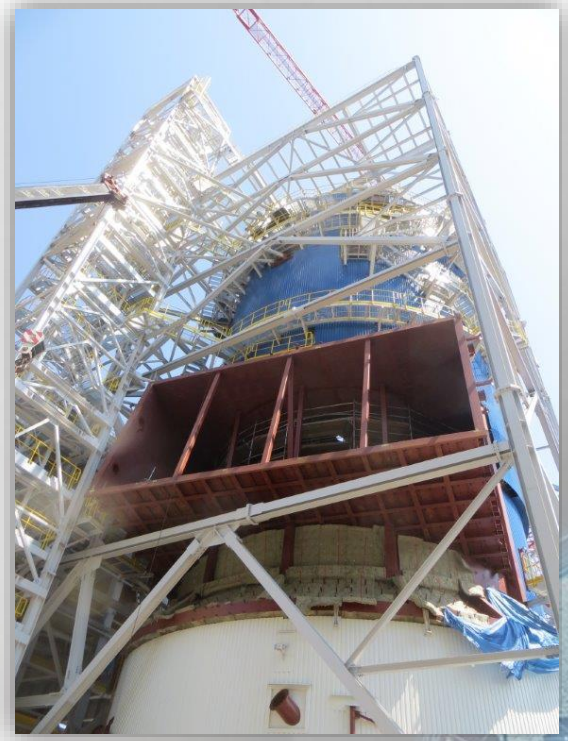


Początek działalności firmy związany jest z budową pierwszych instalacji Mokrego Odsiarczania Spalin w Polsce. Powstaje spółka z niemieckim kapitałem Keramchemie (dostawcy technologii i producenta materiałów do zabezpieczeń w MIOS / gumy, żywice, cegły, kity)



STEULER | Linings

Kilka słów o historii MIOS



- 1950–1960 - rozwój technologii absorbcji metodą wapienną SO_2
- 1970 - pierwsze wielkogabarytowe absorbery (Japonia, USA, Europa)
- 1990 - wysokowydajne MIOS (sprawność powyżej 95%) stają się standardem w elektrowniach opalanych węglem
- 2021 – ostatnia instalacja MIOS dla zawodowej energetyki w Polsce w elektrowni Turów

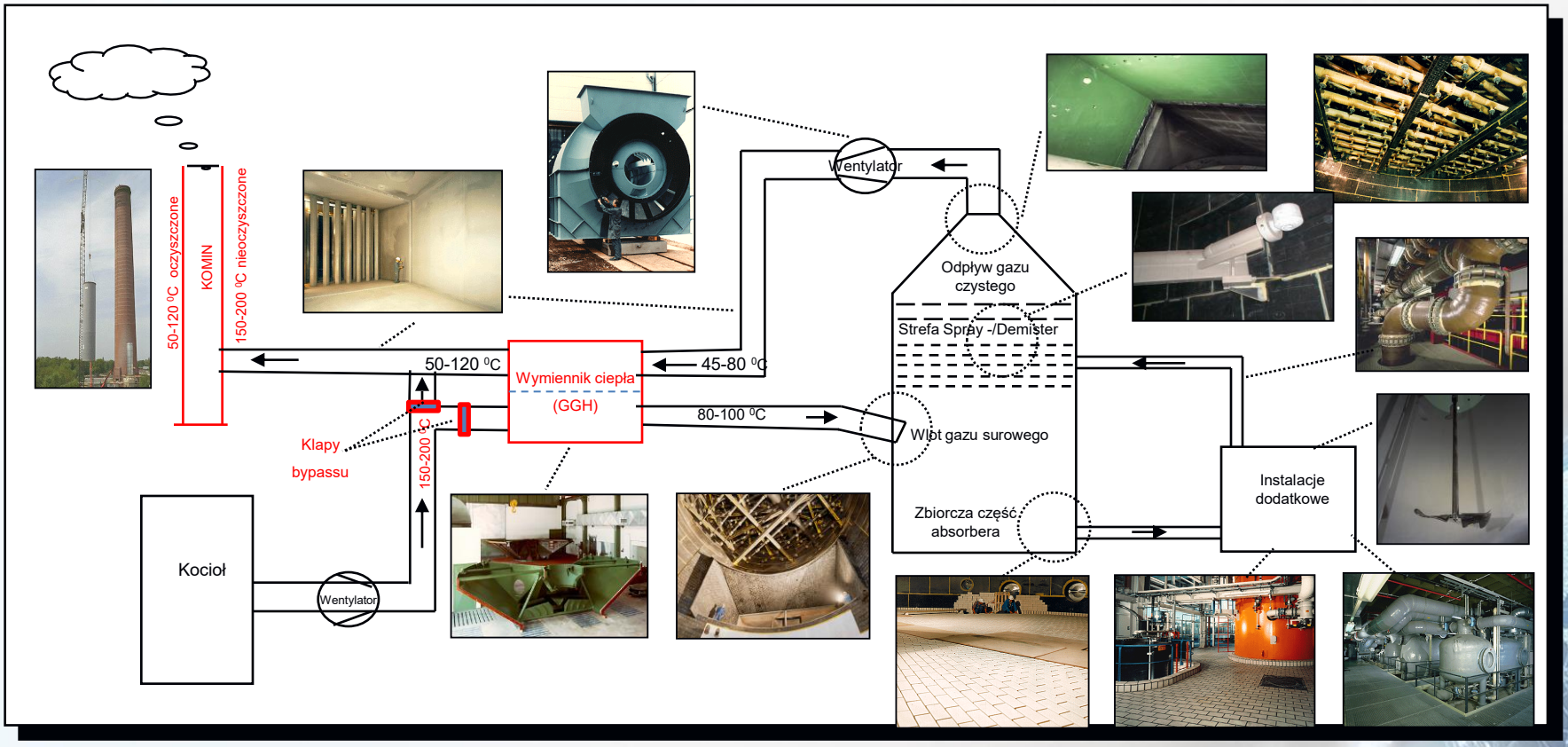
Obecnie:

W momencie, kiedy układy spalin elektrowni węglowych zostały wyposażone we wszystkie niezbędne instalacje oczyszczania spalin, a ich sprawność została w wyniku ciągłych modernizacji podniesiona do granic technicznych możliwości….
zamiast cieszyć się dobrze wykonaną pracą i dobrze zainwestowanymi pieniędzmi w czyste powietrze……..

pada hasło: ***wyłączamy energetykę węglową !!!!*** ☹

Typowy układ MIOS

STEULER | Linings



Kluczowe dwa elementy MIOS zmieniające diametralnie warunki pracy powłok w kominie

GGH/Regavo – z uwagi na konieczność podwyższenia efektywności odsiarczania jedni go usuwają (Kozienice, Łaziska) inni doszczelniają (Opole)

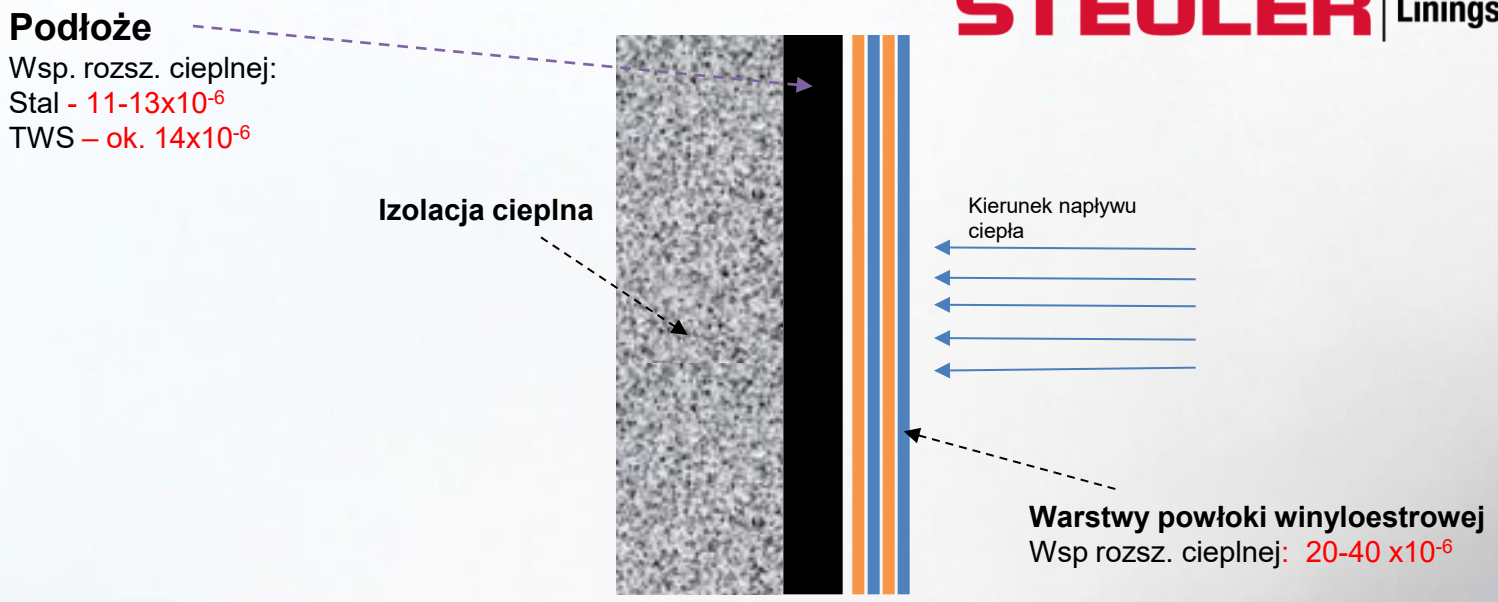
Klapa bypass – pierwotnie planowana jako element używany incydentalnie, stała się kluczowym układem sterującym przepływem spalin

Zmiana charakteru pracy bloków (i MIOS), gdzie przewód kominowy pracuje w układzie z bypassem, wymuszona zieloną transformacją (ZT)

Przed ZT	W okresie ZT
Ciągła praca	Częste postoje / stan dyspozycyjności
Stabilność generowanej mocy	Duża zmienność mocy bloków
Główne źródło produkcji energii elektrycznej - zmiany obciążenia wynikają z przewidywalnego zapotrzebowania, planów remontowych i nieprzewidywalnych awarii	W większości jako uzupełniające źródło energii elektrycznej dostosowujące się do poziomu produkcji energii odnawialnej
Stała temperatura spalin w układzie kanałów	Duża zmienność temperatur Szoki termiczne w układzie obejścia absorbera i przewodu kominowego wywołane częstym używaniem bypassu
Praca kanałów spalin za absorberem i przewodu kominowego głównie na mokro w temperaturach poniżej 80°C	Praca kanałów za absorberem i przewodu kominowego przy ciągłej zmianie z trybu pracy (mokro/sucho), w tym częsta praca na mokro w podwyższonej i niezwykle szkodliwej temperaturze (90°C - 110°C)
Niskie stężenie kwasu siarkowego	Okresowo podwyższone stężenie kwasu siarkowego

Dodatkowo:

1. Z uwagi na negatywny wpływ Regavo na sprawność odsiarczania oraz koszty ich eksploatacji, nagminnie zaczęto je usuwać, przez co przewody kominowe pierwotnie projektowane i zabezpieczane do pracy powyżej kwasowego punktu rosy zaczęły pracować głównie na mokro, co zwiększyło poziom dyfuzji pary do powłok chemoodpornych.
2. Niestabilny tryb pracy bloku wpływa na wzrost awaryjności wszystkich urządzeń, a tym samym dodatkowo zwiększa niestabilność pracy.



Napływ ciepła od strony powłoki (materiału o większym współczynniku rozszerzalności cieplnej) powoduje szybszy wzrost temperatury powłoki aniżeli podłoża.

Z tego też względu w okresach nagłej zmiany temperatur, różnica w zmianie wymiarów liniowych powłoki względem podłoża jest większa aniżeli wynika to z porównania współczynników rozszerzalności cieplnej co z kolej powoduje dużo większe naprężenia ściskające w powłoce oraz ścinające na podłożu

Skuteczna cieplna izolacja zewnętrzna poprzez zmniejszanie różnicy temperatur między podłożem a powłoką ma pozytywny wpływ zarówno na:

- **pracę powłoki w warunkach szoków termicznych, jak i**
- **dyfuzję pary wodnej**

Przykładowy zapis temperatur w przewodzie kominowym w okresie 6 dni pracy:

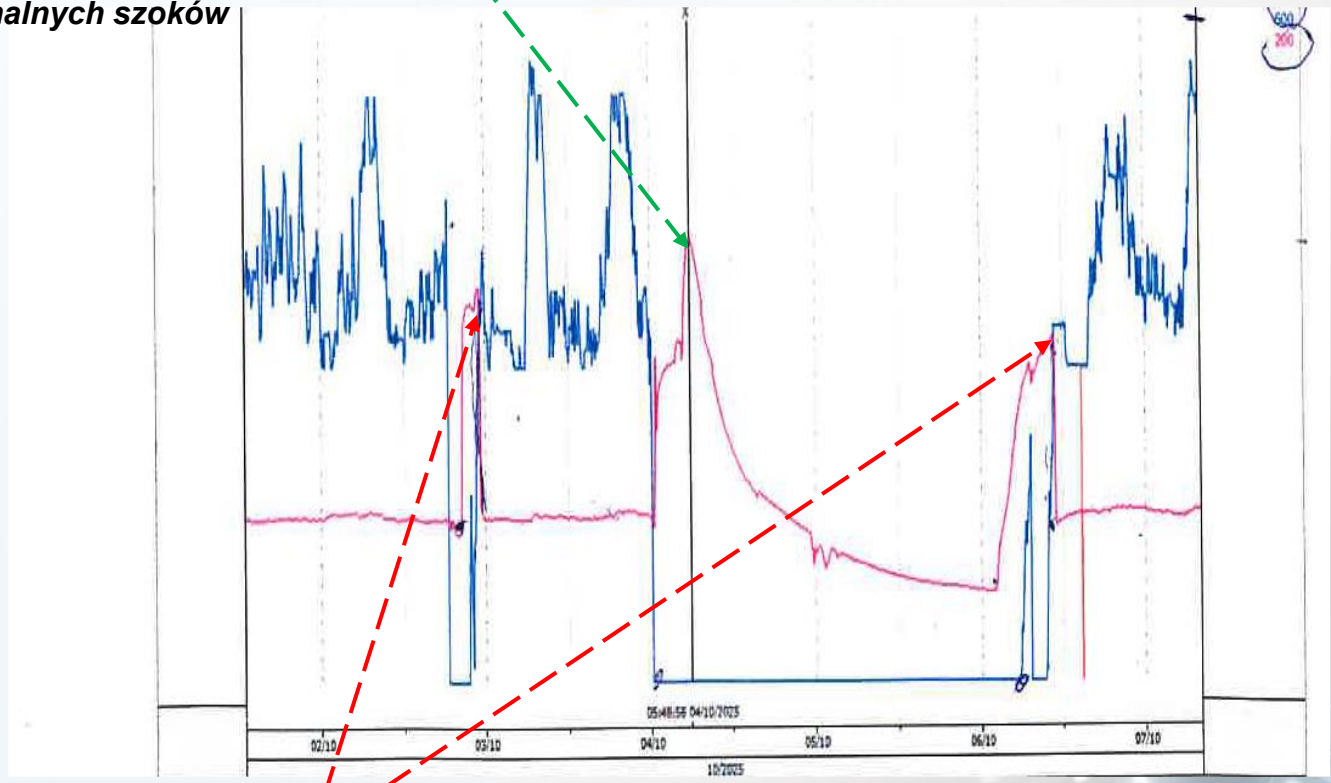
STEULER | Linings

Kolor niebieski – temperatura spalin z kotła (wskazuje na zmienność mocy)

Kolor czerwony – temperatura spalin w kominie (wskazuje na pracę bypassu i wyłączenie MIOS)

Otwarcie bypassu powoduje dwuetapowy wzrost temperatury z ok. 45 °C do ok. 160 °C, po czym przy otwartym bypassie dochodzi do wychłodzenia przewodu wskutek prawdopodobnego wygaszenia kotła lub przełączenia na inny przewód. Wzrost temperatury przy uruchomieniu MIOS po dwóch dniach znacznie powolniejszy.

Brak ekstremalnych szoków



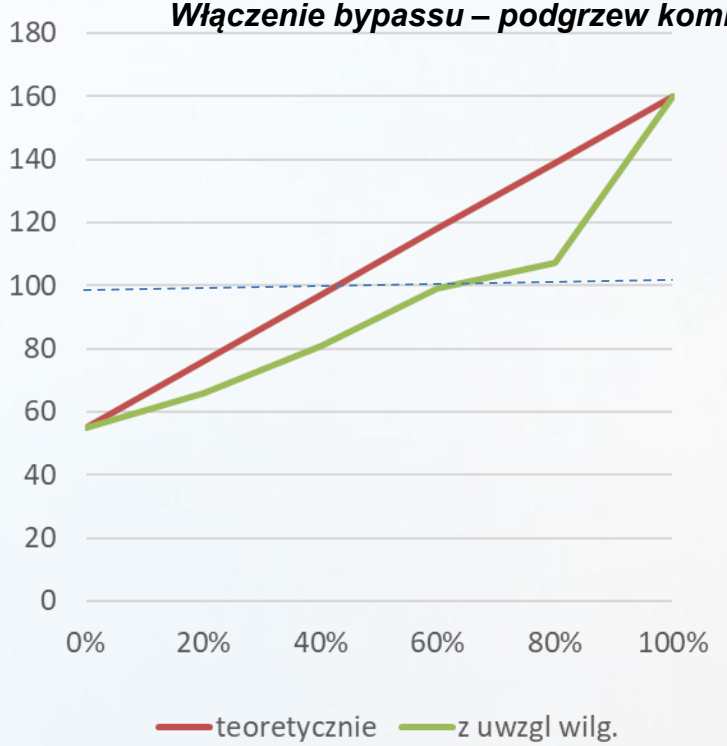
Dwuetapowy wzrost temperatury z ok 45°C do ok 150°C (znacznie łagodniejszy w drugim przypadku po 2 dniach postoju MIOS i wystudzeniu przewodu), po czym zamknięcie bypassu i przepływ spalin przez MIOS powoduje niesłychanie szybki spadek temperatury do wartości ok. 55 °C.

Dwukrotny niezmiernie mocny szok termiczny w czasie schłodzenia przewodu w okresie 6 dni

Hipotetyczna krzywa zmian temperatury spalin w kominie przy stopniowym otwieraniu/zamykaniu klapy bypassowej

STEULER | Linings

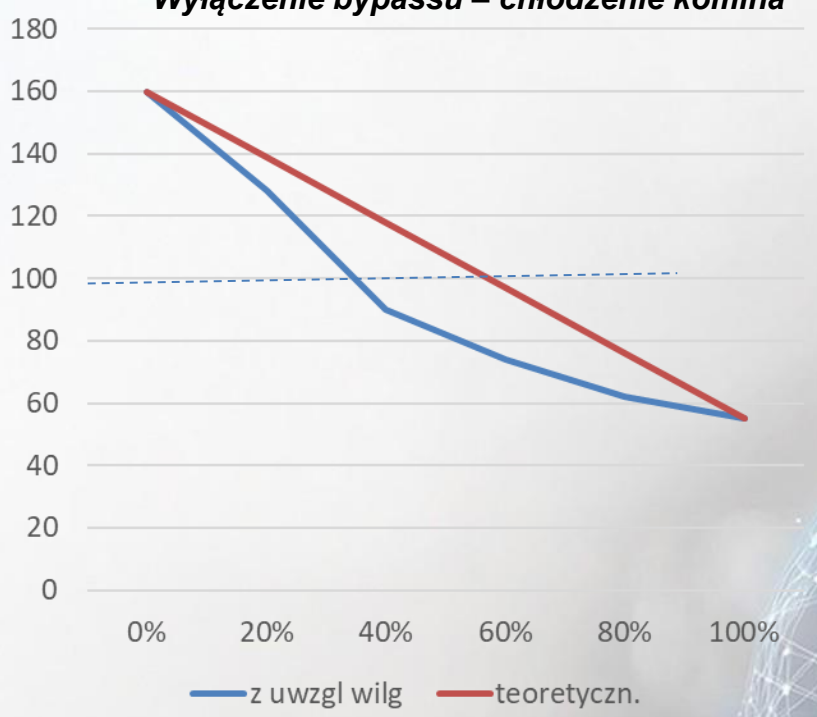
Włączenie bypassu – podgrzew komina



Pozytywny wpływ wilgotności w spalinach oczyszczonych na obniżenie szybkości wzrostu temperatury w przewodzie kominowym.

Wzrost odchyłki na poziomie 100°C z uwagi na ciepło parowania.

Wyłączenie bypassu – chłodzenie komina



Negatywny wpływ wilgotności w spalinach oczyszczonych na szybkość spadku temperatury w przewodzie kominowym

Wzrost odchyłki na poziomie do 100°C z uwagi na ciepło parowania

Stopniowe otwieranie klapy dozuje także masę unoszonej z absorbera wody, a tym samym ogranicza szybkość spadku temperatury w przewodzie

Jak wygląda krzywa spadku temperatury w przewodzie, gdy klapa w krótkim czasie przekieruje na gorąca powierzchnię 100% chłodnych spalin z absorbera zawierających dużą masę wilgoci?

……..pozostawiam bez odpowiedzi.

Problemy powłok chemoodpornych przewodów kominowych pracujących w układach z bypassem (zarówno stalowych jak i wykonanych z TWS):

Przyczyna	Skutek
Szoki termiczne Brak informacji na ten temat w specyfikacjach przetargowych (min, max) - rejestr temperatur nie umożliwia dokładnej weryfikacji - zmiany temperatur dochodzące do 100 °C w 5-6 minut	Pęknięcia, delaminacja Brak możliwości jednoznacznej odpowiedzi, czy powłoka spełni zadanie ochronne. Niezbędne doświadczenie dostawcy. Konieczność ograniczenia okresów gwarancyjnych oraz częstszych przeglądów.
Niedrożny drenaż / zastoiny kondensatu.	Miejscowy wzrost stężenia kwasu siarkowego – degradacja żywicy. Wzmocniony efekt szoków termicznych.
Niedostateczna, często wilgotna izolacja termiczna.	Wzmożona dyfuzja pary wodnej w struktury powłoki Rosnące pęcherze cieczowe, które z czasem ulegają rozszczelnieniu.
Przekroczenia temperatur maksymalnych określonych dla żywic.	Przejście w nieodwracalny stan zeszklenia – destrukcja żywicy, spadek właściwości ochronnych, wykruszanie się, delaminacja.
Przewody stalowe: zła jakość wykonania/przygotowania spoin przewodów stalowych na etapie budowy MIOS.	Niedoskonałość spoin osłabiając przyczepność do podłoża: - sprzyja budowaniu się pęcherzy dyfuzyjnych, - osłabia odporność na pęknięcia będące wynikiem szoków termicznych.

Na czym polega problem:



powłoki większość czasu pracują na mokro, ale podlegają licznym szokom termicznym związanym z częstą zmianą temperatur w zakresie 50 ºC – 160 ºC (180 ºC) oraz odkształceń kanałów (szczególnie narożniki, pachwiny).

1. Praca na mokro wymaga dużej odporności na dyfuzję, co przy danym materiale uzyskujemy przez zwiększoną grubość.
2. Kondensat w powłoce w temperaturach powyżej 100 ºC wytwarza ciśnienie w procesie przejścia cieczy w parę

3. Grube powłoki źle znoszą szoki termiczne.

4. Schładzanie przewodu wilgotnymi spalinami z absorbera (zamknięcie bypass) z uwagi na dużą wartość ciepła parowania wody, stanowi znacznie bardziej niebezpieczny moment dla powłok aniżeli otwarcie bypassu, kiedy odparowanie kondensatu ze ścian łagodzi szok termiczny.





Rozwiązania poprawiające odporność powłok na tak trudne wyzwania:

zmiany w podejściu do projektowania powłok, zaleceń wykonawczych oraz wytycznych eksploatacyjnych

1. Projektowanie powłok

1. Dobór żywic o maksymalnej odporności temperaturowej
2. Stosowanie materiałów o współczynniku rozszerzalności cieplnej maksymalnie zbliżonym do rozszerzalności cieplnej podłoża
3. Elastyczność powłok zdolna do skompensowania różnic rozszerzalności termicznej
4. Stosowanie wypełniaczy gwarantujących maksymalną odporność na dyfuzję (obniżenie grubości bez utraty odporności na dyfuzję)
5. Zawężona tolerancja grubości
6. Wielowarstwowość / przekładkowa konstrukcja
7. Zwrócenie uwagi na izolację cieplną



2. Wykonawstwo powłok

1. Podwyższone standardy przygotowania podłoża zapewniające maksymalną do osiągnięcia przyczepność, np.:
   - brak wad spoin i powierzchni blach (norma DIN EN 14879-1)
   - chropowatość powierzchni (ponad standardowe 70 mikr)
   - czystość powierzchni (zapylenie oraz chemiczna/chlorki)
2. Aplikacja mokre na mokre (czystość powierzchni zakrywanych warstw, w tym unikanie suchego natrysku)
3. Temperatury aplikacji wyższe niż określone minimum
4. Możliwie krótki okres od produkcji materiału do jego aplikacji
5. Równomierność grubości warstw / zmniejszony rozrzut wartości min/max

3. Eksploatacja

1. Dbałość o izolację:
   - ogląd kamerami termicznymi w celu wychwycenia mostków termicznych,
   - naprawa, wymiana
2. Utrzymywanie drożnego drenażu





3. Częste przeglądy powłok i lokalne naprawy:
   - wizualnie, z ogólnie dostępnych miejsc
   - drony
   - techniki alpinistycznie (najlepiej z transmisją „online” na biurko Inspektora KJ i użytkownika)
   - podesty i platformy wiszące
4. Szybkie reagowanie na perforację (groźba zalania izolacji) – najlepiej reagować odpowiednio wcześniej

5. Wprowadzenie stopniowego zamykania i otwierania klapy bypassowej – rekomendowane 4-5 ^{0}C/min (z wyłączeniem sytuacji awaryjnych)

Doświadczenie firmy w zakresie zabezpieczeń przewodów kominowych

Przewody stalowe:

- El. Bełchatów
- El. Kozienice
- El. Opole
- El. Dolna Odra
- El. Łaziska
- PKN Orlen
- EC Zabrze
- EC Skawina

Pierwsze zastosowanie materiałów Steuler-KCH w przewodach kominowych w Polsce:

- Korroplast VE 310/ 1994 r. El Bełchatów.

Przewody TWS:

- Naprawa powłoki CBL / Elektrownia Turów

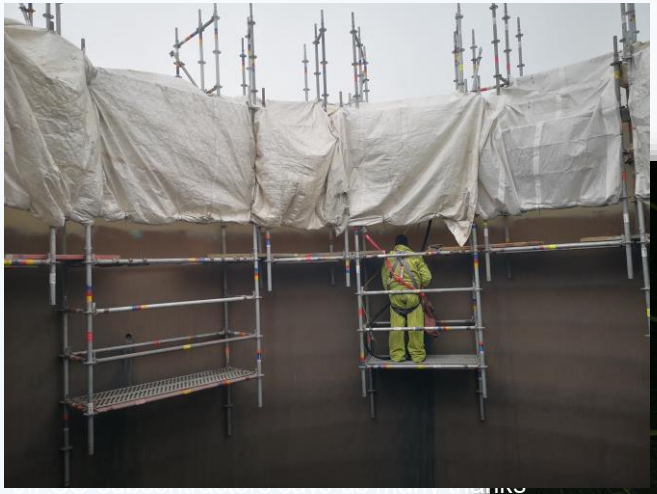




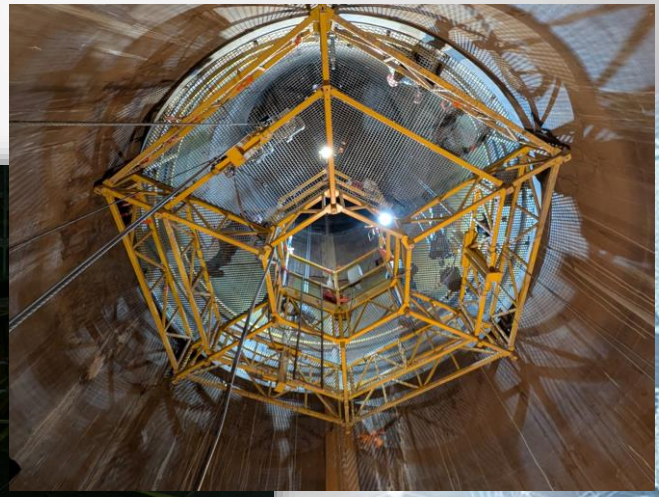


DZIĘKUJĘ BARDZO ZA UWAGĘ !

W POCZUCIU ODPOWIEDZIALNOŚCI ZA RZETELNOŚĆ
I NIEZAWODNOŚĆ PROPONOWANYCH ROZWIĄZAŃ
Z PRZYJEMNOŚCIĄ ZREALIZUJEMY PRACE TAKŻE I DLA WAS







STEULER-KCH Polska Sp. z o.o.
25-561 Kielce