



Zlec. nr CONST – 04/2016/E

**TEMAT:** OCENA TECHNICZNA  
DOTYCZĄCA DWÓCH TRZONÓW OSŁONOWYCH KOMINÓW  
STAŁOWYCH W WIEŻY KRATOWEJ PRZY KOTŁOWNI W KĘTRZYNIE

**ZAMAWIAJĄCY:** Komunalna Energetyka Ciepła „Komec” Sp. z o.o. przy ulicy Dworcowej 10 w Kętrzynie

**ADRES INWESTYCJI:** ul. Limanowskiego 22  
11-400 Kętrzyn

**STADIUM:** Ocena techniczna

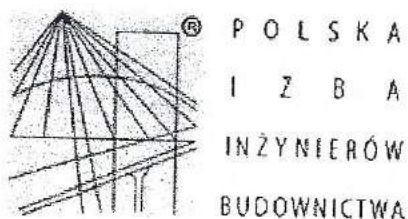
**BRANŻA:** Konstrukcja

<b>WYKONAŁ</b>		<b>dr inż. ZENON DRABOWICZ</b> Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno - budowlanej oraz projektowania w zakresie ograniczonym w budownictwie osób fizycznych w specjalności architektonicznej upr. z § 5 ust. 1, § 6 ust. 3, § 7, § 13 ust. 1 p. 2 S.P.Z. nr: 254/83/OL
dr inż. Zenon Drabowicz	Upr. bud. 254/83/OL WAM/BO/0501/01	
<b>OPRACOWAŁ</b>		
mgr inż. Paweł Drabowicz		

**Uwaga:**

Niniejsza ocena techniczna może być wykorzystana tylko na potrzeby własne Zamawiającego zgodnie z warunkami umowy. Ocena ta podlega ochronie wynikającej z ustawy o prawie autorskim i nie może być powielana, kopiowana i udostępniana osobom trzecim w całości lub części przez którąkolwiek ze stron bez porozumienia się z drugą stroną, za wyjątkiem, gdy służy to potrzebom własnym.

Olsztyn, wrzesień 2016 r.



## Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

WAM-XZN-DI5-ZTL \*

Pan Zenon Drabowicz o numerze ewidencyjnym WAM/BO/0501/01  
adres zamieszkania ul. Zodiakalna 6, 10-712 Olsztyn  
jest członkiem Warmińsko-Mazurskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada  
wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2017-01-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2016-02-05 roku przez:

Mariusz Dobrzeński, Przewodniczący Rady Warmińsko-Mazurskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci  
elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są  
równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na  
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.piib.org.pl](http://www.piib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów  
Budownictwa.

ZA ZGODNOŚĆ  
Z ORYGINAŁEM

Zenon Drabowicz

Nr 24/33/01

**DECYZJA O STWIERDZENIU PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO  
do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie**

Na podstawie § 5 ust. 1, § 6 ust. 3, § 7 i § 13 ust. 1 pkt. 2 lit. ....

rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 29 lutego 1975 r.

w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 8 poz. 40) stwierdza

o: **Janusz DRABOWICZ**

rodzaj i zawód: **inżynier budownictwa**

urodzony(ys) dnia **7 maja 1950** r. w **Olkusz**

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnych funkcji

**projektanta oraz kierownika budowy i robót**

w specjalności **konstrukcyjno - budowlanej**

w zakresie

20000 20000 20000 20000 20000 20000 20000 20000 20000 20000

Obywatel **Janusz DRABOWICZ** jest upoważniony do:

1. Sporządzania projektów w zakresie rozwiązań konstrukcyjno-budowlanych budynków oraz innych budowli, z wyłączeniem linii, węzłów i stacji kolejowych, dróg oraz lotniskowych dróg startowych i manipulacyjnych, mostów, budowli hydrotechnicznych i melioracji wodnych.
2. Kierowania, nadzoru i kontrolowania budowy i robót, kierowania i kontrolowania wykończenia konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz oceniania i badania stanu technicznego w zakresie wszelkich budynków oraz innych budowli z wyłączeniem linii, węzłów i stacji kolejowych, dróg oraz lotniskowych dróg startowych i manipulacyjnych, mostów, budowli hydrotechnicznych i wodnomelioracyjnych.
3. Sporządzania w budownictwie:
  - a) sub fizycznych projektów w zakresie rozwiązań architektonicznych;
  - b) budynków inwentarskich i gospodarczych, adaptacji projektów typowych i powtarzalnych innych budynków oraz sporządzania planów zagospodarowania działki związanych z realizacją tych budynków,
  - c) budowli nie będących budynkami.

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Ministerstwa Administracji i Gospodarki Przestrzennej w terminie 14 dni od daty otrzymania, za pośrednictwem Wojewody Świętokrzyskiego.



Z opracowania i wydruku  
Z-ca DYREKTORA WZBPP i NUB  
Inż. *[Signature]* Palczowski

**ZA ZGODNOŚĆ  
Z ORYGINAŁEM**  
*[Signature]*

---

# OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNIE

---

## OCENA TECHNICZNA

dotycząca stanu technicznego 2 trzonów osłonowych kominów stalowych zlokalizowanych przy kotłowni w Kętrzynie, przy ul. Limanowskiego 22

### I. OPIS TECHNICZNY

#### 1. Dane ogólne

##### 1.1 Informacje ogólne

- a/ Zleceniodawca: Komunalna Energetyka Ciepła „Komec” Sp. z o.o. przy ulicy Dworcowej 10 w Kętrzynie.
- b/ Branża: konstrukcja.
- c/ Rodzaj opracowania: ocena techniczna 2 kominów stalowych.

##### 1.2 Lokalizacja obiektu

Dwa trzony kominów stalowych będące przedmiotem niniejszego opracowania zlokalizowane są przy kotłowni w Kętrzynie, przy ul. Limanowskiego 22 na terenie płaskim.

##### 1.3 Podstawa opracowania

Zlecenie i umowa nr PT/7/2016 z dnia 25.05.2016 r. zawarta z Komunalną Energetyką Ciepłą „Komec” Sp. z o.o. przy ulicy Dworcowej 10 w Kętrzynie.

##### 1.4 Cel opracowania

Celem niniejszego opracowania jest ustalenie w oparciu o przeprowadzone badania i pomiary obecnego stanu technicznego konstrukcji dwóch trzonów kominów stalowych w zakresie ujętym w art. 62 ust. 1 pkt. 1 i pkt. 2 ustawy Prawo Budowlane (Dz.U. 1994 nr 89 poz. 414) oraz dodatkowo sprawdzenia i oceny nośności konstrukcji a także sprawdzenia spełnienia wymagań przepisów BHP dla kominów (drabiny i pomosty).

W efekcie powyższych działań przedstawiona została ocena co do ich trwałości oraz dalszej, możliwej eksploatacji.

##### 1.5 Zakres opracowania

Opracowanie obejmuje konstrukcję zasadniczą 2 głównych trzonów kominów, cokoły żelbetowe fundamentowe oraz elementy towarzyszące /drabiny wjazdowe i instalacje odgromowe/ i składa się z następujących części:

- oceny konstrukcji w zakresie zgodności z dokumentacją projektową, a w przypadku jej braku z wymaganiami technicznymi obowiązującymi dla tego typu konstrukcji,
- badania konstrukcji kominów pod względem trwałości użytkowej,
- oceny zabezpieczeń antykorozyjnych pod kątem ich walorów ochronnych,
- wnioski i zalecenia końcowe.

##### 1.6 Układ opracowania

Opracowanie składa się z następujących rozdziałów:

- I. OPIS TECHNICZNY

# OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNIE

- II. OCENA STANU TECHNICZNEGO ZABEZPIECZEŃ ANTYKOROZYJNYCH
- III. OCENA STANU TECHNICZNEGO KONSTRUKCJI
- IV. OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE
- V. SPRAWDZENIE SPEŁNIENIA WYMAGAŃ PRZEPISÓW BHP DRABIN WŁAZOWYCH
- VI. SPRAWDZENIE SKUTECZNOŚCI OCHRONY ODGROMOWEJ
- VII. PODSUMOWANIE, WNIOSKI I ZALECENIA KOŃCOWE
- VIII. ZAŁĄCZNIKI /TABELI, ZDJĘCIA I RYSUNKI/

## 1.7 Opis ogólny obiektu

Kotłownia grzewcza gazowa po modernizacji w ok. 1999 roku. Kotłownia pracuje sezonowo od października do maja.

Kominy znajdują się w wieży kratowej - konstrukcja składa się z dwóch głównych trzonów K1 i K2; w trzonie K1 znajdują się trzy ocieplone wełną mineralną przewody spalinowe, zaś w trzonie K2 jeden ocieplony przewód.

## 1.8 Opis konstrukcji kominów

Zespół kominów w wieży kratowej przy ul. Limanowskiego 22 w Kętrzynie został zmodernizowany ok. 1999 roku na skutek modernizacji kotłowni węglowej na gazową.

W ramach modernizacji komina skrócono wieżę kratową o trzy górne segmenty, pozostawiając trzy dolne ze ściankami zbieżnymi ku górze. Podczas modernizacji skrócono również przewód K1 pozostawiając 5 dolnych segmentów o różnych wysokościach. Przewód K2 składa się z 4 segmentów połączonych ze sobą za pomocą śrubowych połączeń kołnierzowych.

Trzy ocieplone wełną mineralną przewody kominowe do odprowadzania spalin (wg projektu modernizacji [p. 1.9 b] są to przewody firmy "SELKIRK"), znajdują się wewnątrz jednego przewodu cylindrycznego K1 o średnicy zewnętrznej  $D_z = 1150$  mm. Dwa z tych przewodów K1-1 i K1-2 mają średnicę zewnętrzną  $D_z = 350$  mm; trzeci przewód K1-3 ma średnicę zewnętrzną  $D_z = 250$  mm. Komin K2 usytuowany jest obok komina K1 i posiada średnicę zewnętrzną  $D_z = 530$  mm. Wewnątrz przewodu kominowego K2 znajduje się również ocieplony wełną mineralną przewód kominowy K2-1 firmy "SELKIRK" o średnicy zewnętrznej  $D_z = 350$  mm.

Grubości ścianek przewodów kominowych wg załącznika.

Różnica w grubości ścianek trzonów głównych może wynikać z dodatkowych warstw ochronnych (zabezpieczenie antykorozyjne).

Grubości ścianek przewodów kominowych firmy "SELKIRK" - brak danych.

Wysokości trzonów głównych: K1 - 20,96 m oraz K2 - 19,83 m powyżej poziomu fundamentu.

Trzony kominowe K1 i K2 wykonane są z rur stalowych instalacyjnych ze stali St3SX [wg p. 1.9 b].

Wysokości przewodów wewnętrznych powyżej trzonu K1 wynoszą 51 cm, zaś w trzonie K2-20 cm.

Poszczególne segmenty komina K1 łączone są za pomocą 24 śrub M16 klasy 5.8.

Poszczególne segmenty komina K2 łączone są za pomocą 12 śrub M16 klasy 5.8.

Wieża kratowa składa się z 3 zbieżnych ku górze segmentów połączonych ze sobą za pomocą kołnierzowych połączeń śrubowych. Przekrój wieży kratowej - trójkątny o równych bokach; przy podstawie  $a = 6000$  mm oraz  $u$  góry  $b = 3000$  mm.



# OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNIE

Przewody kominowe K1 i K2 oraz wieża kratowa zakotwione są w fundamencie za pomocą śrub w stopie fundamentowej na wysokości ok. 110 cm powyżej poziomu terenu.

Całkowity wiek trzonów kominów K1 i K2 - brak danych.

Wiek kominów po przebudowie - ok. 16 lat.

W roku 2015 została przeprowadzona naprawa powłok malarskich obydwu trzonów kominowych.

## 1.9 Materiały przyjęte za podstawę opracowania

- a/ Wyniki oględzin i pomiarów istniejących kominów stalowych przez autorów oceny technicznej podczas wizji lokalnych w dniu 20 VI 2016 roku, w czasie których dokonano szczegółowych oględzin wieży kratowej i konstrukcji kominów a zwłaszcza ich głównych elementów.
- b/ "Opis techniczny do projektu architektoniczno - budowlanego modernizacji kotłowni węglowej na gazową w Kętrzynie, przy ul. Limanowskiego 22, przebudowa komina stalowego", wykonany przez BPBW w Olsztynie we wrześniu 1999 roku.
- c/ "Ocena techniczna dotycząca dwóch trzonów kominów stalowych przy kotłowni w Kętrzynie" wykonana przez dr inż. Zenona Drabowicza w 2015 roku.
- d/ "Protokół z pomiarów rezystancji uziemienia instalacji odgromowej z dnia 19.08.2016 roku, wykonany przez ELECTRIC AS Rafał Rosiński z Olsztyna.
- e/ Informacje ustne przedstawicieli Zleceniodawcy.
- f/ Poradnik projektanta konstrukcji stalowych, cz. I i II, Kominy. Arkady
- g/ Kominy przemysłowe – wyd. 2. – R. Ciesielski.
- h/ Instrukcja zabezpieczenia przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą pokryć malarskich – KOR 3A.
- i/ Normy przedmiotowe:
  - PN - 90/B - 03200 „Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie”
  - PN - 94/B - 03201 „Konstrukcje stalowe - Kominy”.
  - PN - 85/B - 03215 „Zakotwienia słupów i kominów”.
  - PN - 77/B - 02011 „Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem”
  - PN - 77/B - 06200 „Konstrukcje stalowe. Wymagania i badania”.
  - BN - 76/B - 2378-01 „Kominy stalowe wolnostojące”.
  - PN – EN ISO 14122-4 Stałe środki

## 2. Opis techniczny konstrukcji kominów

### 2.1 Typy kominów

- Dwa główne przewody kominowe K1 i K2 wykonane są ze stalowych, cylindrycznych rur przewodowych ze stali St3SX na bazie skrócenia istniejących wcześniej kominów, prawdopodobnie typowych. Wlot spalin - boczny, na wysokości nad terenem dla K1-1 i K1-2 – 2,30 m, dla K1-3 oraz dla K2 – 0,90 m. Wewnątrz trzonu K1 znajdują się trzy przewody firmy "SELKIRK", zaś w trzonie K2 znajduje się 1 taki przewód. Przewody wewnętrzne ocieplone są wełną mineralną. Pozostałe dane przedstawione są w p. 1.8.

### 2.2 Kształt trzonu stalowego

Trzony K1 i K2 mają kształt cylindryczny o stałej średnicy zewnętrznej na całej wysokości komina. Przewody kominowe K1-1, K1-2, K1-3 oraz K2-1 mają również mają kształt cylindryczny o stałej średnicy zewnętrznej na całej wysokości komina

---

## OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNIE

---

### 2.3 Wysokość kominów

Trzony kominów opisano w p. 1.8. Trzon K1 jest wyższy od górnej płaszczyzny wieży kratowej o 148 cm, zaś trzon K2 o 35 cm.

### 2.4 Sposób posadowienia

Trzony kominów opierają się bezpośrednio na wspólnym fundamencie żelbetowym o nieregularnym rzucie - fundamencie nie inwentaryzowano.

Komin K1 mocowany jest do fundamentu za pomocą 6 śrub M24 kl. 5.8.

Komin K2 mocowany jest do fundamentu za pomocą 4 śrub M20 kl. 5.8.

### 2.5 Ochrona termiczna

Wewnętrzne przewody kominowe zaizolowane są z zastosowaniem wełny mineralnej.

### 2.6 Pomosty

Brak pomostów roboczych.

### 2.7 Włazy kontrolne

Typowa drabina włazowa przymocowana do trzonu K1.

### 2.8 Instalacja odgromowa

Uziemienie trzonów komina wykonane są jako zwody z bednarki 25x3mm.

### 2.9 Wieża kratowa.

Wieża kratowa składa się 3 zbieżnych ku górze segmentów połączonych ze sobą za pomocą kołnierzowych połączeń śrubowych. Przekrój wieży kratowej - trójkątny o boku przy podstawie  $a = 6000$  mm oraz u góry  $b = 3000$  mm.

Przekroje poszczególnych elementów skratowania:

- krawężniki:  $D_z = 160$  mm

- krzyżulce:  $D_z = 78$  mm

- słupki:  $D_z = 78$  mm

Wieża składa się z segmentów:

- S1 o wysokości 6360 mm,

- S2 o wysokości 6360 mm,

- S3 o wysokości 6630 mm,

Zakotwienie wieży w fundamencie za pomocą 8 śrub M24 klasy 5.8.

# OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNIE

## II. OCENA STANU TECHNICZNEGO ZABEZPIECZEŃ ANTYKOROZYJNYCH

### 1. Wstęp

Ocena stanu technicznego dotyczy istniejących zabezpieczeń antykorozyjnych wykonanych w postaci powłoki malarskiej na zewnętrznych powierzchniach konstrukcji trzonów kominów K1 i K2 oraz elementów dodatkowych /drabin włazowych/, a także wieży kratowej.

### 2. Określenie warunków korozyjnych i eksploatacyjnych obiektów

- Uwzględniając lokalizację obiektów oraz charakter pracy konstrukcji, przyjęto środowisko atmosferyczne klasy II, miejskie o mikroklimacie „0”.
- Jako środowisko korozyjne aktualnie oddziaływujące na konstrukcję, przyjęto: N-1-AK/AP o stopniu agresywności „U” /umiarkowanym/, odpowiadający średnim warunkom użytkowania. Powyższe dotyczy wpływu środowiska zewnętrznego.
- Warunki eksploatacji i konstrukcji:
  - narażenie temperaturowe – T2/T3,
  - narażenie mechaniczne – M1,
  - narażenia fizykochemiczne /zewnętrzne/ – F0,
  - narażenia biologiczne – B0.Przyjęto ostatecznie następujące warunki eksploatacyjne obiektu, jako: T2-T3/M1/F0/B0/U.

### 3. Opis techniczny pokryć malarskich

#### 3.1 Trzony kominów

a/ pokrycie zewnętrzne trzonów K1 i K2:

- zgodnie z opisem technicznym projektu modernizacji kominów [p.1.9 b], elementy zostały pomalowane farbą podkładową miniową, a następnie dwukrotnie emalią chlorokauczukową.
- stwierdzono występowanie pokrycia wielowarstwowego malowane tradycyjnie pędzlami.
- ostatnia konserwacja pokryć malarskich miała miejsce w roku 2015.

b/ pokrycie wewnętrzne:

- brak danych,

c/ przewody K1-1, K1-2, K1-3 i K2-1:

- przewody firmy "SELKIRK" wykonane są z blachy ze stali kwasoodpornej.

#### 3.2 Podstawy kominów

Podstawy kominów pomalowane są wielowarstwowo farbami syntetycznymi (prawdopodobnie chlorokauczukowymi) metodą tradycyjną (pędzlami).

#### 3.3 Drabiny włazowe

- Elementy drabin pomalowane są wielowarstwowo farbami syntetycznymi (prawdopodobnie chlorokauczukowymi) metodą tradycyjną (pędzlami).



## OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNIE

### 3.4 Wieża kratowa

- Elementy wieży pomalowane są wielowarstwowo farbami syntetycznymi (prawdopodobnie chlorokauczukowymi) metodą tradycyjną (pędzlami).

### 4. Ocena stopnia zniszczenia pokrycia malarskiego

Ocenę bezpośrednią przeprowadzono ustalając charakter zaistniałych zniszczeń porównując obszary powłoki o powierzchni około 30 x 30 cm do fotowzorców stopnia skorodowania podłoża /według skalowania od R1 do R5/.

### 5. Wyniki uzyskane z oceny stopnia zniszczenia pokrycia malarskiego

Stwierdzono niżej podane objawy zniszczeń eksploatacyjnych:

- rdzewienie pokrycia przy kołnierzach scalających bębny składowe segmentów,
- złuszczenia / rdzewienie pokrycia malarskiego kominu K1 głównie w jego górnej części (wystającej ponad wieżę kratową)
- punktowe przerdzewienia podłoża,

### 6. Analiza wyników oceny zabezpieczeń antykorozyjnych

- Objawy przerdzewień przy połączeniach kołnierzowych świadczą o niestaranym oczyszczeniu tych miejsc przed wykonaniem malowania w roku 2015.
- Podobnie przedstawia się sprawa z objawami miejscowego łuszczenia pokrycia malarskiego (komin K1 w jego górnej części), gdzie podstawową przyczyną jest niestaranne odtłuszczenie podłoża lub niewłaściwie przeprowadzony proces technologiczny malowania.

### 7. Podsumowanie

Należy uzupełnić zabezpieczenia antykorozyjne w miejscach ich ubytku po uprzednim oczyszczeniu trzonu kominów oraz połączeń kołnierzowych.

Istotne jest gruntowne czyszczenie ręczne, szczotką metalową i z wykorzystaniem narzędzia z napędem mechanicznym, czyszczenie papierem ściernym itd. W wyniku tej obróbki na powierzchni nie może występować rdza i obce zanieczyszczenia. Na koniec zaleca się odkurzyć powierzchnię za pomocą suchego sprężonego powietrza lub czystej szczotki. Przed malowaniem powierzchnia powinna wykazywać lekki metaliczny połysk.

## III. OCENA STANU TECHNICZNEGO KONSTRUKCJI TRZONÓW GŁÓWNYCH KOMINÓW K1 i K2 ORAZ WIEŻY KRATOWEJ

### 1. Wstęp

Ocena stanu technicznego trzonów kominów dotyczy: konstrukcji cokołu fundamentu, trzonu oraz elementów dodatkowych /drabina wjazdowa/, instalacji towarzyszących /instalacja odgromowa/, a także wieży kratowej.

## OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

Badania objęły wpływ na stan konstrukcji długotrwałej eksploatacji, a w szczególności narażeń korozyjnych, co łączy się w zasadniczej mierze z trwałością konstrukcji i jej dalszymi walorami użytkowymi.

### 2. Opis szczegółowy konstrukcji na podstawie przeprowadzonej inwentaryzacji obiektu

#### a/ Posadowienie

Posadowienie bezpośrednio na cokole żelbetowym o wysokości  $H = 110$  cm nad poziomem terenu o rzucie nieregularnym.

#### b/ Trzon

Trzony kominów składają się z następujących segmentów montażowych:

- **K1:** A1, A2, A3, A4, A5 wykonanych z rur stalowych o średnicy zewnętrznej  $D_z = 1150$  mm

i o rzeczywistej grubości ścianek przyjętej na podstawie pomiarów (grubości ścianek w załączniku).

W związku z tym, że trzon K1 nie odprowadza bezpośrednio żadnych spalin (jest to rura osłonowa dla ocieplonych wełną mineralną trzech systemowych przewodów spalinowych wykonanych ze stali nierdzewnej), grubości ścianek segmentów trzonu K1 nie uległy istotnemu zmniejszeniu od ostatnich pomiarów w 2015 roku.

**Połączenie kołnierzone** z fundamentem trzonu K1 jest w dobrym stanie technicznym.

**Pozostałe połączenia kołnierzone** – stwierdzono miejscowe rozwarstwienia blach kołnierzowych na połączeniach segmentów A4 i A5. **Należy sprawdzić, czy wszystkie śruby w połączeniach kołnierzowych segmentów A1, A2, A3, A4 i A5 są należycie dokręcone. Należy dokonać naprawy rozwarstwionych blach połączeń kołnierzowych.**

- **K2:** B1, B2, B3, B4 wykonanych z rur stalowych o średnicy zewnętrznej  $D_z = 530$  mm i o rzeczywistej grubości ścianek przyjętej na podstawie pomiarów.

W związku z tym, że trzon K2 nie odprowadza bezpośrednio żadnych spalin (jest to rura osłonowa dla ocieplonego wełną mineralną jednego systemowego przewodu spalinowego wykonanego ze stali nierdzewnej), grubości ścianek segmentów trzonu K2 nie uległa istotnemu zmniejszeniu od ostatnich pomiarów w 2015 roku.

**Połączenie kołnierzone** z fundamentem trzonu K2 jest w dobrym stanie technicznym.

**Pozostałe połączenia kołnierzone** - stwierdzono miejscowe rozwarstwienia blach kołnierzowych na połączeniach segmentów B1 i B2. **Należy sprawdzić, czy wszystkie śruby w połączeniach kołnierzowych segmentów B1, B2, B3 i B4 są należycie dokręcone. Należy dokonać naprawy rozwarstwionych blach połączeń kołnierzowych.**

- **WIEŻA KRATOWA:** wykonana jest z rur stalowych połączonych w węzłach skratowania bez blach węzłowych. Połączenia trzech segmentów wieży - kołnierzowe z żebrami usztywniającymi połączone za pomocą śrub.

Połączenia elementów skratowania i segmentów wieży są w dobrym stanie technicznym.

## OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

Wątpliwości budzą śruby mocujące wieżę kratową z fundamentem. Pierwotnie zamontowane śruby  $\varnothing 25$  uległy znacznej korozji i na dzień dzisiejszy ich średnice wahają się od ok.  $\varnothing 16$  do ok.  $\varnothing 20$ . Przed rozpoczęciem sezonu grzewczego 2017-2018 należy wykonać remont podstaw wieży kratowej polegający na wymianie skorodowanych śrub. Remont należy wykonać na podstawie oddzielnego opracowania - projektu remontu wieży kratowej, który zawierał będzie wytyczne i wskazówki dotyczące zakresu oraz kolejności prac, jak również informacje dotyczące zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych, materiałów etc. Projekt remontu musi zawierać również obliczenia statyczne istniejącej wieży sprawdzające możliwość dopuszczenia jej do dalszej eksploatacji.

### 3. Badania i ocena wpływu eksploatacji na stan konstrukcji kominów Wprowadzenie

Badania i ocenę przeprowadzono pod kątem możliwości występowania uszkodzeń mechanicznych elementów konstrukcji ich złączy, w wyniku pracy tych konstrukcji pod obciążeniem własnym i zewnętrznym, a przede wszystkim zagrożenia spowodowanego korozją, mającego podstawowy wpływ na trwałość konstrukcji.

#### Ocena stanu technicznego konstrukcji

Ocenę przeprowadzono dokonując szczegółowego wizualnego przeglądu dostępnych miejsc konstrukcji oraz ich połączeń. Dodatkowo używano młotka do obstukiwania konstrukcji i złączy w celu stwierdzenia występowania ewentualnych usterek (pęknięcia, odspojenia).

#### Przegląd posadowienia

Nie sprawdzano.

#### Przegląd trzonu

Stwierdzono j.w.

### 4. Badania i ocena wpływu korozji na konstrukcję komin

#### Wprowadzenie

Badania przeprowadzono w odniesieniu do wpływu środowiska korozyjnego gazów wentylacyjnych na konstrukcję zasadniczą, to jest na trzon komin. Skutki tego negatywnego oddziaływania uwiadcniają się ubytkami grubości blach płaszcza komin od wewnątrz.

#### Przyjęte metody badań

Grubość rzeczywiste blach płaszcza mierzono metodą nieniszczącą przy pomocy ultradźwiękowego miernika grubości typu M410. Opis procedury ultradźwiękowego pomiaru grubości elementów przedstawiono w załączniku nr. 2.

# OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

Przeprowadzono pomiary na całej wysokości poszczególnych segmentów komina. W miejscach pomiarowych wykonano pomiary wartości minimalnych i maksymalnych grubości blach.

## Wyniki uzyskane z badań

Wyniki przeprowadzonych badań grubości płaszczy trzonów K1 i K2 przedstawiono w formie graficznej na rysunku w Załączniku nr 5.

## IV. OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE KOMINA K1

### Założenia do obliczeń:

Lokalizacja komina: I strefa wiatrowa  
Wysokość komina: 21,0m  
Średnica komina: 1150mm  
Gatunek stali: St3S  $f_d=235\text{MPa}$   
Okres eksploatacji: 10-20lat  
Temperatura gazów spalinowych: 150 °C

### 1. Obliczenia termiczne

Do obliczeń przyjęto temperaturę obliczeniową:  $T_{int,d} = 1,2T_{int,k} = 1,2 \cdot 150 = 180 \text{ °C}$

Przyjęto, że trzon komina nie został zabezpieczony warstwami izolacji termicznej. Wpływ wysokiej temperatury na płaszcz komina uwzględniono redukując cechy mechaniczne stali według normy PN-B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.

### - współczynnik przenikania ciepła

$$\frac{t}{k} = \frac{t}{\alpha_n} \sum_{i=1}^m \left( \frac{t_i}{\lambda_i} * k_i * \frac{r_2}{r_1} \right) + \frac{t}{\alpha_c}$$

$\alpha_n$  – współczynnik napływu ciepła w zależności od prędkości przepływu:

$v_{int} \leq 16\text{m/s}$   $\alpha_n = 2 * v_{int} + 8$

$v_{int} > 16\text{m/s}$   $\alpha_n = 40$

do obliczeń przyjęto  $\alpha_n = 40$

$t_i$  – grubość  $i$ -tej warstwy przegrody

$t_1 = 0,0155\text{m}$  – wstępnie przyjęta grubość płaszcza

$\lambda_i$  – współczynnik przewodności cieplnej  $i$ -tej warstwy przegrody

dla stali przyjęto  $\lambda_1 = 58\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

## OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

- współczynnik uwzględniający wpływ krzywizny ścianki  
 $K_i=1,00$

$\alpha_0$  – współczynnik odpływu ciepła;

$\alpha_0=26$  gdy  $H \leq 40m$ ;

$\alpha_0=29$  gdy  $100 < H < 40m$ ;

$\alpha_0=32$  gdy  $H \geq 100m$ ;

przyjęto  $\alpha_0=26$

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{40} \sum_{i=1}^n \left( \frac{0,0155}{58} * 1,0 * \frac{0,305}{0,305} \right) + \frac{1}{26} = 0,038 \quad k=26,00$$

- temperatura wewnętrznej powierzchni stalowej ścianki trzonu

$n$  – liczba warstw izolacji wewnętrznej

$n=0$

$T_{int}$  – temperatura gazu, °C

$T_{int} = 180$  °C

$T_{ext}$  – temperatura zewnętrzna +35 °C lub -32 °C

- temperatura latem

$$T_s = 180 - (180 - 35) * \frac{26}{40} = 85,8 \text{ °C}$$

- temperatura zimą

$$T_s = 180 - (180 + 32) * \frac{26}{40} = 42,2 \text{ °C}$$

### 2. Wpływ temperatury na cechy mechaniczne stali

- wytrzymałość obliczeniowa wg PN-B-03200

$$\begin{aligned} f_{dT} &= f_d (1,022 - 0,197 * 10^{-3} * 85,8 - 1,59 * 10^{-6} * 85,8^2) \\ &= 235 * 0,993 = 233 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- współczynnik sprężystości wg PN-B-03200

$$\begin{aligned} E_T &= E * (0,987 + 0,300 * 10^{-3} * 85,8 - 1,857 * 10^{-6} * 85,8^2) \\ &= 205 * 1,0 \text{ GPa} = 205 \text{ GPa} \end{aligned}$$

- współczynnik redukcyjny (do obliczeń wytrzymałości zmęczeniowej)

## OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

$$\alpha_T = (1300 - T_i) / 1200 \leq 1$$

$$\alpha_T = [1300 - (85,8 + 42,2) / 2] / 1200 = 1,03$$

przyjęto  $\alpha_T = 1,00$

### 3. Określenie ubytków korozyjnych

- na podstawie pomiarów

$$\Delta t = 0,3 \text{ mm/rok}$$

### 4. Obciążenie wiatrem

#### a) Obciążenie w linii wiatru – I sytuacja projektowa

- wartość charakterystyczna obciążenia wiatrem

$$p_k = q_k \cdot c_{te} \cdot c_e \cdot c_x \cdot n \cdot D^\beta$$

$q_k$  - charakterystyczne ciśnienie wiatru dla I strefy wiatrowej

$$q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$$

$c_{te}$  - współczynnik uwzględniający planowany czas użytkowania komina wg tablicy 3 normy

$c_{te} = 0,9$  - dla pozostałych 10 do 20 lat eksploatacji

$c_e$  - współczynnik ekspozycji wg załącznika 2 normy

$$c_e = k \left( \frac{z}{10} \right)^{2\alpha}$$

$k$  - współczynnik przeliczeniowy zależny od rodzaju terenu

$k = 1,00$  - dla terenu A

$\alpha$  - wykładnik zależny od rodzaju terenu

$\alpha = 0,14$  - dla terenu A

$z$  - wysokość nad poziomem terenu [m]

- dla wysokości  $H = 25 \text{ m}$ :

$$c_e = 1,0 \left( \frac{25}{10} \right)^{2 \cdot 0,14} = 1,23$$

$c_x$  - współczynnik oporu aerodynamicznego komina z drabiną włączową wg załącznika 2 normy

$$C_x = C_{x0} + 2,4 \frac{A_d}{nD}$$

## OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNIE

$C_{x0}$  – współczynnik oporu aerodynamicznego wg tablicy Z2-2

$C_{x0} = 0,7$  – dla powierzchni gładkiej

$C_{x0} = 1,4$  – w przypadku zastosowania turbulizatorów spiralnych

$A_d$  – pole powierzchni rzutu bocznego drabiny włazowej na jej płaszczyznę symetrii, na jednostkę wysokości kominu [m<sup>2</sup>/m]

Przyjęto  $A_d = 0,1 \text{ m}^2/\text{m}$

$n$  – liczba przewodów kominowych w jednym ustroju konstrukcyjnym, nie osłoniętych wspólnym trzonem rurowym

$n=1$

$D$  – średnica zewnętrzna przewodu kominu lub trzonu rurowego, na którą działa wiatr (z uwzględnieniem zewnętrznej izolacji termicznej jeżeli jest zastosowana)

$D=1,15$

$$C_x = 0,7 + 2,4 \cdot \frac{0,1}{1 \cdot 1,15} = 0,91$$

$\beta$  – współczynnik działania porywów wiatru wg PN-B-02011 oraz załącznika 2 normy

$$\beta = 1 + \psi \sqrt{\frac{r}{c_s} k_b + k_w}$$

$\psi$  – współczynnik szczytowej wartości obciążenia (wg rys. 5 normy PN-B-02011)

$$\psi = \sqrt{2 \ln(600n)} + \frac{0,577}{\sqrt{2 \ln(600n)}}$$

$n$  – częstotliwość drgań własnych kominu

$n=1/T_1$

$T_1$  – podstawowy okres drgań własnych kominu bez wykładziny i bez izolacji termicznej

$$T_1 = 0,001 \frac{H^2}{D}$$

$H$  – wysokość kominu ponad poziomem zamocowania, [m]

$D$  – średnica zewnętrzna trzonu, [m]

0,001 – współczynnik przeliczeniowy, [s/m]

## OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

$$T_1 = 0,001 \frac{21^2}{1,15} = 0,38 \text{ s}$$

$$n = 1/0,38 = 2,61 \text{ Hz}$$

$$\psi = \sqrt{2 \ln(600 * 2,61)} + \frac{0,577}{\sqrt{2 \ln(600 * 2,61)}} = 3,99$$

$r$  – współczynnik chropowatości terenu

$r=0,08$  – dla terenu A

$k_b$  – współczynnik oddziaływania turbulentnego o częstościach pozarezonansowych (o okresie różnym od okresu drgań własnych budowli),

$$k_b = 2,25 - 0,227 \left( 1 + 3,24 \frac{D}{H} \right) \ln H$$

$$k_b = 2,25 - 0,227 \left( 1 + 3,24 \frac{1,15}{21} \right) \ln 21 = 1,44$$

$k_r$  – współczynnik oddziaływania turbulentnego o częstościach rezonansowych z częstościami drgań własnych budowli

$$k_r = \frac{2\pi K I K_0}{\delta s + \delta a}$$

$v(H)$  – prędkość wiatru na wysokości wierzchołka komina [Z2-8], [2]

$$v(H) = v_K \sqrt{C_e(h)} \sqrt{C_t}$$

$$v(H) = 22 \sqrt{1,23} \sqrt{0,9} = 23,16 \text{ [m/s]}$$

$K_L$  – współczynnik zmniejszający rezonansowe oddziaływanie porywów wg rys. 7 normy PN-B-02011

$$K_L = \frac{\pi}{3} \left[ \frac{1}{1 + \frac{8\pi H}{3v(H)}} \right] * \left[ \frac{1}{1 + \frac{10\pi D}{v(H)}} \right]$$

$$K_L = \frac{\pi}{3} \left[ \frac{1}{1 + \frac{8 * 1 * 21}{3 * 23,16}} \right] * \left[ \frac{1}{1 + \frac{10 * 1 * 1,15}{23,16}} \right] = 0,05$$

$$X = \frac{1200 * n}{v(H)} = \frac{1200 * 2,61}{23,16} = 135,14$$



## OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

$K_0$  - współczynnik energii porywów o częstotliwościach rezonansowych wg rys. 8 normy PN-B-02011

$$K_0 = \frac{x^2}{(1+x^2)^{4/3}} = \frac{135,14^2}{(1+135,14^2)^{4/3}} = 0,038$$

$\delta_s$  – logarytmiczny dekrement konstrukcyjnego tłumienia drgań komina wg tabl. [Z3-2]

$$\delta_s = 0,08$$

$\delta_a$  – logarytmiczny dekrement aerodynamicznego tłumienia drgań komina wywołanych porywami wiatru [Z2-8]

$$\delta_a = \frac{q \cdot T_1 \cdot V(H) \cdot C_x \cdot D}{2 \cdot m_e}$$

$m_e$  – masa równoważna [Z3-10]

$$m_e = \sum_{i=1}^n m_i \cdot (\xi_i^{4,2} - \xi_{i-1}^{4,2}) + \sum_{i=1}^m \frac{M_j}{H} \cdot \xi_j^{3,2}$$

$m_i$  – masa na jednostkę długości  $i$ -tego odcinka komina [kg/m]

$$m_1 = 3,14 \cdot (0,575^2 - 0,563^2) \cdot 7850 + 104 = 441,61 \text{ kg/m} - \text{grubość trzonu 11,9 mm + ocieplenie}$$

$$m_2 = 3,14 \cdot (0,575^2 - 0,563^2) \cdot 7850 + 104 = 441,61 \text{ kg/m} - \text{grubość trzonu 11,9 mm + ocieplenie}$$

$$m_3 = 3,14 \cdot (0,575^2 - 0,563^2) \cdot 7850 + 104 = 441,61 \text{ kg/m} - \text{grubość trzonu 11,9 mm + ocieplenie}$$

$M_j$  – masa skupiona [kg]

$\xi_j$  – współrzędna środka masy skupionej  $M_j$

$$M_j = 0$$

$\xi_i, \xi_{i-1}$  – bezwymiarowa rzędna ograniczająca od góry i od dołu odcinek komina o  $m_i = \text{const}$

$$\xi_j = z/H$$

Przyjęto podział komina na trzy segmenty – I – 7,0m, II – 7,0m, III – 7,0m

$$\xi_0 = 0/21,0 = 0$$

$$\xi_1 = 7,0/21,0 = 0,33$$

$$\xi_2 = 14,0/21,0 = 0,67$$

$$\xi_3 = 21,0/21,0 = 1,0$$

---

## OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

---

$$m_e = 441,61(1,0^{4,2} - 0,67^{4,2}) + 441,61(0,67^{4,2} - 0,33^{4,2}) + 441,61(0,33^{4,2} - 0^{4,2}) = 441,61 \text{ [kg/m]}$$

$$\delta a = \frac{1,25 * 0,38 * 23,16 * 0,91 * 1,15}{2 * 441,61} = 0,01$$

$$k_r = \frac{2 * \pi * k_i * k_o}{\delta s + \delta a} = \frac{2 * 3,14 * 159 * 0,05 * 0,038}{0,08 + 0,01} = 0,13$$

$$\beta = 1 + \psi \sqrt{\frac{r}{c_s} k_b + k_r} = 1 + 3,99 \sqrt{\frac{0,08}{1,29} * 1,44 + 0,13} = 2,27$$

- wartość charakterystyczna obciążenia wiatrem

- dla wysokości  $H=25\text{m}$ :  $C_e = 1,29$
- dla wysokości  $H=20\text{m}$ :  $C_e = 1,21$
- dla wysokości  $H=15\text{m}$ :  $C_e = 1,12$
- dla wysokości  $H=10\text{m}$ :  $C_e = 1,00$
- dla wysokości  $H=0\text{m}$ :  $C_e = 1,00$

$$p_k = q_k * C_{te} * C_e * C_x * n * D * \beta$$

$$p_k^{25} = 0,3 * 0,9 * 1,29 * 0,91 * 1,15 * 2,27 = 0,96 \text{ [kN/m]}$$

$$p_k^{20} = 0,3 * 0,9 * 1,21 * 0,91 * 1,15 * 2,27 = 0,90 \text{ [kN/m]}$$

$$p_k^{15} = 0,3 * 0,9 * 1,12 * 0,91 * 1,15 * 2,27 = 0,83 \text{ [kN/m]}$$

$$p_k^{10} = 0,3 * 0,9 * 1,00 * 0,91 * 1,15 * 2,27 = 0,74 \text{ [kN/m]}$$

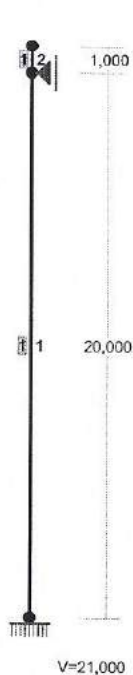
$$p_k^0 = 0,3 * 0,9 * 1,00 * 0,91 * 1,15 * 2,27 = 0,74 \text{ [kN/m]}$$

# OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

## 5. Obliczenia sił wewnętrznych w trzonie kominu K1

PRZEKROJE PRĘTÓW:

OBCIĄŻENIA:



### PRĘTY UKŁADU:

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
 10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub  
 22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	3	0,000	20,000	20,000	1,000	1 R 115,0x1,1
2	00	3	2	0,000	1,000	1,000	1,000	1 R 115,0x1,1

### WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	Ix[cm <sup>4</sup> ]	Iy[cm <sup>4</sup> ]	Wg[cm <sup>3</sup> ]	Wd[cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
1	400,7	649624	649624	11298	11298	115,0	2 Stal St3

### STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm <sup>2</sup> ]	Napreż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]
2 Stal St3	205000	215,000	1,20E-05

# OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])						
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	90,0	1,92	1,92	0,00	10,00
1	Liniowe	90,0	1,92	2,15	10,00	15,00
1	Liniowe	90,0	2,15	2,34	15,00	20,00
2	Liniowe	90,0	2,34	2,37	0,00	1,00
Grupa: B ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
1	Skupione	0,0	3,00		20,00	

## W Y N I K I Teoria I-go rzędu

### OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

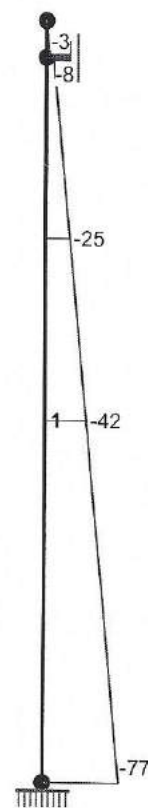
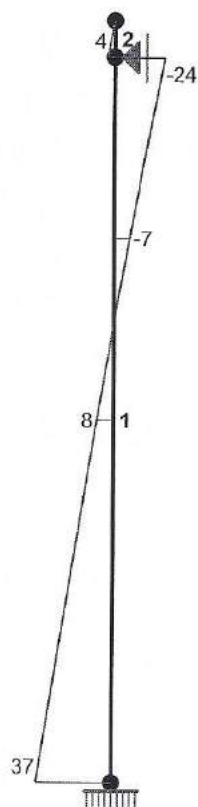
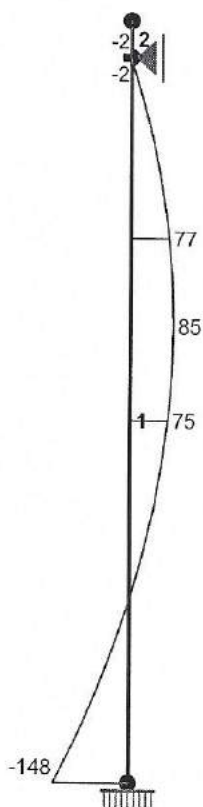
Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
Ciężar wł.			1,10
A - ""	Zmienne	1	1,00
B - ""	Zmienne	1	1,40

# OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYŃE

MOMENTY:

TNĄCE:

NORMALNE:



**SIŁY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	-148	37	-77
	0,63	12,656	85*	-0	-33
	1,00	20,000	-2	-24	-8
2	0,00	0,000	-2	4	-3
	1,00	1,000	-0	-0	0

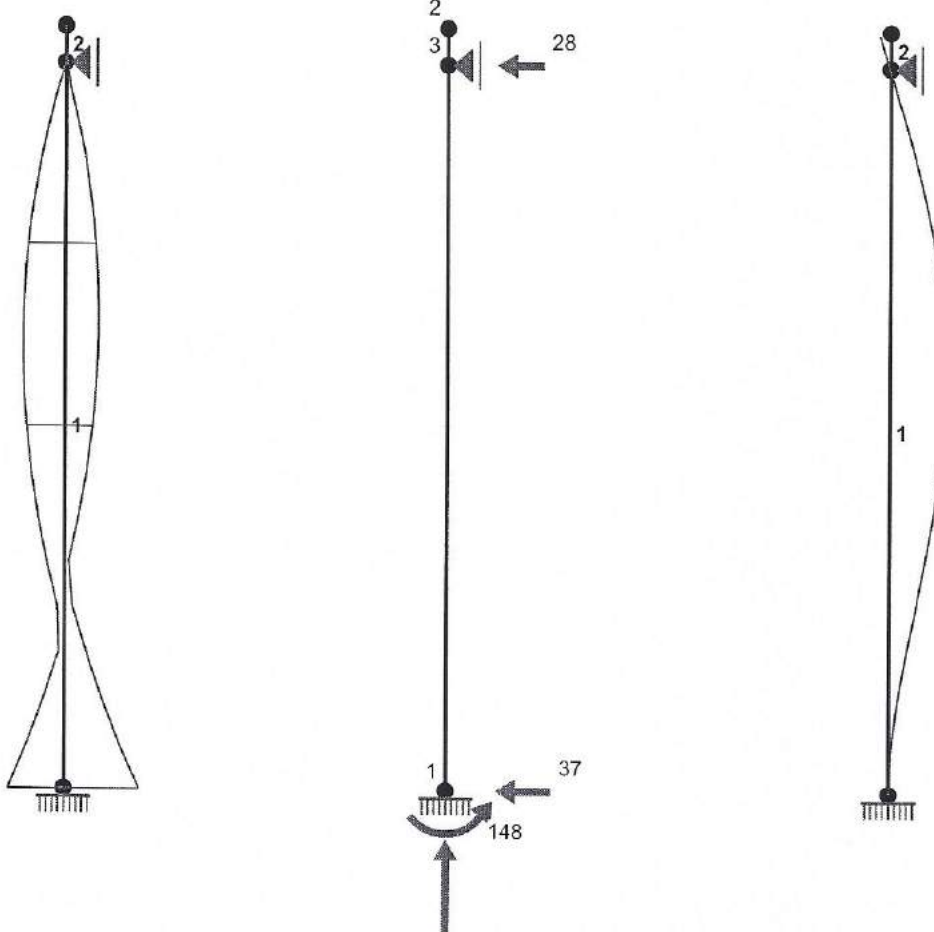
\* = Wartości ekstremalne

# OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNIĘ

NAPRĘŻENIA:

REAKCJE PODPOROWE:

PRZEMIESZCZENIA:



NAPRĘŻENIA: T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG: [MPa]	SigmaD: [MPa]	SigmaMax/Ro:
<b>2 Stal St3</b>					
1	0,00	0,000	11	-15	0,070*
	1,00	20,000	-0	-0	0,002
2	0,00	0,000	0	-0	0,001*
	1,00	1,000	0	-0	0,000

\* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

## OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	-37	77	85	148
3	-28	0	28	

### PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

Węzeł:	Ux [m]:	Uy [m]:	Wypadkowe [m]:	Fi [rad] ([deg]):
1	0,00000	-0,00000	0,00000	-0,00000 ( -0,000)
2	-0,00038	-0,00010	0,00039	0,00038 ( 0,022)
3	0,00000	-0,00010	0,00010	0,00038 ( 0,022)

### 6. Sprawdzenie liczby scrutiny

$$V_{kr} = \frac{1}{T_s \cdot S_c} = \frac{1}{0,38 \cdot 0,2} = 13,04 \text{ m/s}$$

$$S_c = \frac{2 \cdot m_g \cdot \delta_g}{\rho \cdot D^2} = \frac{2 \cdot 441,61 \cdot 0,08}{1,25 \cdot 1,15^2} = 43$$

Obciążenie wzbudzeniem wirowym można pominąć ponieważ liczba Scrutona  $S_c > 15$ .

### 7. Wymiarowanie elementów stalowych

Elementy stalowe zwymiarowano przy założeniu sprężystego modelu obliczeniowego zgodnie z PN-90/B-03200 wg stanów granicznych nośności i użytkowania.

Nośność trzonów kominowych sprawdzono zgodnie z PN-93/B-03201 ze wzoru:

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} + \frac{M}{M_R} \leq 1$$

- Wskaźnik wytrzymałości przekroju

$$W = \frac{\pi(D^3 - d^3)}{D \cdot 32} = \frac{\pi(1,15^3 - 1,126^3)}{1,15 \cdot 32} = 120,79 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

- Moment bezwładności przekroju

$$I = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64} = \frac{\pi(1,15^4 - 1,126^4)}{64} = 69,45 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

## OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

- Pole powierzchni przekroju

$$A = \pi \cdot (D^2/4 - d^2/4) = \pi \cdot (1,15^2/4 - 1,126^2/4) = 0,0429 \text{ m}^2$$

- Promień bezwładności przekroju

$$i = (I/A)^{1/2} = (0,006945/0,0429)^{1/2} = 0,4024 \text{ m}$$

- Współczynnik korozyjny

$$\alpha_{kor} = \frac{1}{1 + 0,04 \cdot T_g \cdot \Delta t} = \frac{1}{1 + 0,04 \cdot 20 \cdot 0,3} = 0,806$$

- Promień do osi ścianki płaszczka

$$r = r_z - g/2 = 1,15 - 0,0119/2 = 1,14$$

- Smukłość względna powłoki kominia

$$\lambda_p = \frac{r}{1,59} \left( \frac{f_{dT}}{E_T} \right)^{2/3} = \frac{1,14}{1,59} \left( \frac{233}{205} \right)^{2/3} = 0,0079$$

- Współczynnik niestateczności miejscowej ścianki kominia

$$\varphi_p = (1 + \lambda_p^{2,4})^{-0,625} = (1 + 0,0079^{2,4})^{-0,625} = 1,0$$

- Nośność obliczeniowa przekroju na ściskanie

$$N_{RC} = \varphi_p \cdot \alpha_{kor} \cdot A \cdot f_{dT} = 1,0 \cdot 0,806 \cdot 0,0429 \cdot 2330000 = 8076,7 \text{ kN}$$

- Nośność obliczeniowa przekroju na zginanie

$$M_R = 1,2 \cdot \varphi_p \cdot \alpha_{kor} \cdot W \cdot f_{dT} = 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,806 \cdot 120,79 \cdot 23,3 = 2728,9 \text{ kNm}$$

- Sprawdzenie warunku normowego

$$M_R \leq W \cdot f_{dT} = 120,79 \cdot 23,3 = 2819,9 \text{ kNm}$$

$$2728,9 \text{ kNm} \leq 2819,9 \text{ kNm}$$

**Warunek spełniony**

- Długość wyboczeniowa

$$l_c = 15,0 \text{ m}$$

- Smukłość kominia w przekroju

$$\lambda = \frac{l_c}{i} = \frac{15}{0,4024} = 37,3$$



## OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

- Smukłość względna kominu w przekroju

$$\lambda_{wzgl.} = 1,15 \sqrt{\frac{N_{RC}}{N_{Cr}}} = \frac{\lambda \sqrt{\varphi p}}{2,73} * \sqrt{\frac{E_{dT}}{E_T}}$$

$$\lambda_{wzgl.} = \frac{\lambda \sqrt{1,0}}{2,73} * \sqrt{\frac{233}{205}} = 0,46$$

- Współczynnik niestateczności ogólnej kominu

$$\varphi = (1 + \lambda_{wzgl.}^{3,2})^{-0,625} = (1 + 0,46^{3,2})^{-0,625} = 0,95$$

- Sprawdzenie warunku nośności przy ściskaniu i zginaniu

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} + \frac{M}{M_R} \leq 1$$

$$\frac{85}{0,95 * 8076,7} + \frac{148}{2728,9} = 0,07 \leq 1$$

### Nośność kominu zachowana

Z uwagi na średni roczny ubytek grubości przekroju na poziomie ok. 0,2 mm/rok szacuje się bezpieczny okres eksploatacji na przynajmniej 20 lat.

Szacunek ten nie może być podstawą do dalszej eksploatacji kominu przez powyższy okres czasu. Corocznie należy wykonywać przeglądy stanu technicznego obiektu weryfikując in situ faktyczny stan kominów oraz ich nośność i możliwość dalszej bezpiecznej eksploatacji.

## V. OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE KOMINA K2

### Założenia do obliczeń:

Lokalizacja kominu: I strefa wiatrowa

Wysokość kominu: 20,0m

Średnica kominu: 530mm

Gatunek stali: St3S  $f_d=235\text{MPa}$

Okres eksploatacji: 10-20lat

Temperatura gazów spalinowych: 150 °C

# OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

## 1. Obliczenia termiczne

Do obliczeń przyjęto temperaturę obliczeniową:  $T_{int,d} = 1,2 T_{int,k} = 1,2 * 150 = 180 \text{ } ^\circ\text{C}$

Przyjęto, że trzon kominu nie został zabezpieczony warstwami izolacji termicznej. Wpływ wysokiej temperatury na płaszcz kominu uwzględniono redukując cechy mechaniczne stali według normy PN-B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.

### - współczynnik przenikania ciepła

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_{n2}} \sum_{i=1}^n \left( \frac{t_i}{\lambda_i} * k_i * \frac{r_i}{r_i} \right) + \frac{1}{\alpha_0}$$

$\alpha_n$  – współczynnik napływu ciepła w zależności od prędkości przepływu:

$v_{int} \leq 16 \text{ m/s}$   $\alpha_n = 2 * v_{int} + 8$

$v_{int} > 16 \text{ m/s}$   $\alpha_n = 40$

do obliczeń przyjęto  $\alpha_n = 40$

$t_i$  – grubość  $i$ -tej warstwy przegrody

$t_1 = 0,0155 \text{ m}$  – wstępnie przyjęta grubość płaszczu

$\lambda_i$  – współczynnik przewodności cieplnej  $i$ -tej warstwy przegrody

dla stali przyjęto  $\lambda_1 = 58 \text{ W/(m} * \text{K)}$

- współczynnik uwzględniający wpływ krzywizny ścianki

$K_i = 1,00$

$\alpha_0$  – współczynnik odpływu ciepła;

$\alpha_0 = 26$  gdy  $H \leq 40 \text{ m}$ ;

$\alpha_0 = 29$  gdy  $100 < H < 400 \text{ m}$ ;

$\alpha_0 = 32$  gdy  $H \geq 100 \text{ m}$ ;

przyjęto  $\alpha_0 = 26$

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{40} \sum_{i=1}^n \left( \frac{0,0155}{58} * 1,0 * \frac{0,305}{0,305} \right) + \frac{1}{26} = 0,038 \quad k = 26,00$$

### - temperatura wewnętrznej powierzchni stalowej ścianki trzonu

$n$  – liczba warstw izolacji wewnętrznej

$n = 0$

$T_{int}$  – temperatura gazu,  $^\circ\text{C}$

$T_{int} = 180 \text{ } ^\circ\text{C}$

# OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

$T_{ext}$  – temperatura zewnętrzna +35 °C lub -32 °C

- temperatura latem

$$T_S = 180 - (180 - 35) * \frac{26}{40} = 85,8 \text{ °C}$$

- temperatura zimą

$$T_S = 180 - (180 + 32) * \frac{36}{40} = 42,2 \text{ °C}$$

## 2. Wpływ temperatury na cechy mechaniczne stali

- wytrzymałość obliczeniowa wg PN-B-03200

$$\begin{aligned} f_{dT} &= f_d (1,022 - 0,197 * 10^{-3} * 85,8 - 1,59 * 10^{-6} * 85,8^2) \\ &= 235 * 0,993 = 233 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- współczynnik sprężystości wg PN-B-03200

$$\begin{aligned} E_T &= E * (0,987 + 0,300 * 10^{-3} * 85,8 - 1,857 * 10^{-6} * 85,8^2) \\ &= 205 * 1,0 \text{ GPa} = 205 \text{ GPa} \end{aligned}$$

- współczynnik redukcyjny (do obliczeń wytrzymałości zmęczeniowej)

$$\alpha_T = (1300 - T_t) / 1200 \leq 1$$

$$\alpha_T = [1300 - (85,8 + 42,2) / 2] / 1200 = 1,03$$

przyjęto  $\alpha_T = 1,00$

## 3. Określenie ubytków korozyjnych

- na podstawie pomiarów

$$\Delta t = 0,3 \text{ mm/rok}$$

## 4. Obciążenie wiatrem

a) Obciążenie w linii wiatru – I sytuacja projektowa

- wartość charakterystyczna obciążenia wiatrem

$$p_k = q_k * c_{te} * c_e * c_x * n * D^\beta$$

$q_k$  - charakterystyczne ciśnienie wiatru dla I strefy wiatrowej

$$q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$$

$c_{te}$  – współczynnik uwzględniający planowany czas użytkowania komina wg tablicy 3 normy

## OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

$c_{te} = 0,9$  – dla pozostałych 10 do 20 lat eksploatacji

$C_e$  – współczynnik ekspozycji wg załącznika 2 normy

$$C_e = k \left( \frac{z}{10} \right)^{2\alpha}$$

$k$  – współczynnik przeliczeniowy zależny od rodzaju terenu

$k = 1,00$  – dla terenu A

$\alpha$  – wykładnik zależny od rodzaju terenu

$\alpha = 0,14$  – dla terenu A

$z$  – wysokość nad poziomem terenu [m]

- dla wysokości  $H = 25m$ :

$$C_e = 1,0 \left( \frac{20}{10} \right)^{2 \cdot 0,14} = 1,21$$

$C_x$  – współczynnik oporu aerodynamicznego kominu z drabiną włazową wg załącznika 2 normy

$$C_x = C_{x0} + 2,4 \frac{Ad}{nD}$$

$C_{x0}$  – współczynnik oporu aerodynamicznego wg tablicy Z2-2

$C_{x0} = 0,7$  – dla powierzchni gładkiej

$C_{x0} = 1,4$  – w przypadku zastosowania turbulizatorów spiralnych

$Ad$  – pole powierzchni rzutu bocznego drabiny włazowej na jej płaszczyznę symetrii, na jednostkę wysokości kominu [m<sup>2</sup>/m]

Przyjęto  $Ad = 0,00$  m<sup>2</sup>/m

$n$  – liczba przewodów kominowych w jednym ustroju konstrukcyjnym, nie osłoniętych wspólnym trzonem rurowym

$n = 1$

$D$  – średnica zewnętrzna przewodu kominu lub trzonu rurowego, na którą działa wiatr (z uwzględnieniem zewnętrznej izolacji termicznej jeżeli jest zastosowana)

$D = 1,15$

$$C_x = 0,7 + 2,4 \cdot \frac{0,00}{1 \cdot 1,15} = 0,7$$

$\beta$  – współczynnik działania porywów wiatru wg PN-B-02011 oraz załącznika 2 normy

$$\beta = 1 + \Psi \sqrt{\frac{r}{C_e} kb + kr}$$

## OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

$\Psi$  – współczynnik szczytowej wartości obciążenia (wg rys. 5 normy PN-B-02011)

$$\Psi = \sqrt{2 \ln(600n)} + \frac{0,577}{\sqrt{2 \ln(600n)}}$$

$n$  – częstotliwość drgań własnych komina

$$n = 1/T_1$$

$T_1$  – podstawowy okres drgań własnych komina bez wykładziny i bez izolacji termicznej

$$T_1 = 0,001 \frac{H^2}{D}$$

$H$  – wysokość komina ponad poziomem zamocowania, [m]

$D$  – średnica zewnętrzna trzonu, [m]

0,001 – współczynnik przeliczeniowy, [s/m]

$$T_1 = 0,001 \frac{20}{0,53} = 0,75 \text{ s}$$

$$n = 1/0,75 = 1,33 \text{ Hz}$$

$$\Psi = \sqrt{2 \ln(600 * 1,33)} + \frac{0,577}{\sqrt{2 \ln(600 * 1,33)}} = 3,81$$

$r$  – współczynnik chropowatości terenu

$r = 0,08$  – dla terenu A

$k_b$  – współczynnik oddziaływania turbulentnego o częstotliwościach pozarezonansowych (o okresie różnym od okresu drgań własnych budowli),

$$k_b = 2,25 - 0,227 \left( 1 + 3,24 \frac{D}{H} \right) \ln H$$

$$k_b = 2,25 - 0,227 \left( 1 + 3,24 \frac{0,53}{20} \right) \ln 20 = 1,51$$

$k_r$  – współczynnik oddziaływania turbulentnego o częstotliwościach rezonansowych z częstotliwościami drgań własnych budowli

$$k_r = \frac{2\pi K_I K_O}{\xi s + \xi a}$$

$v(H)$  – prędkość wiatru na wysokości wierzchołka komina [Z2-8], [2]

## OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

$$V(H) = V_K \sqrt{C_a(H)} \sqrt{C_t}$$

$$V(H) = 22 \sqrt{1,21} \sqrt{0,9} = 23,00 \text{ [m/s]}$$

$K_L$  – współczynnik zmniejszający rezonansowe oddziaływanie porywów wg rys. 7 normy PN-B-02011

$$K_L = \frac{\pi}{3} \left[ \frac{1}{1 + \frac{8nH}{3v(H)}} \right] * \left[ \frac{1}{1 + \frac{10nD}{v(H)}} \right]$$

$$K_L = \frac{\pi}{3} \left[ \frac{1}{1 + \frac{8 * 1 * 20}{3 * 23,00}} \right] * \left[ \frac{1}{1 + \frac{10 * 1 * 0,52}{23,00}} \right] = 0,26$$

$$X = \frac{1200 * n}{v(H)} = \frac{1200 * 1,33}{23,00} = 69,14$$

$K_0$  – współczynnik energii porywów o częstościach rezonansowych wg rys. 8 normy PN-B-02011

$$K_0 = \frac{x^2}{(1+x^2)^{4/3}} = \frac{69,14^2}{(1+69,14^2)^{4/3}} = 0,059$$

$\delta_s$  – logarytmiczny dekrement konstrukcyjnego tłumienia drgań komina wg tabl. [Z3-2]

$$\delta_s = 0,08$$

$\delta_a$  – logarytmiczny dekrement aerodynamicznego tłumienia drgań komina wywołanych porywami wiatru [Z2-8]

$$\delta_a = \frac{q * T_1 * V(H) * C_x * D}{2 * m_e}$$

$m_e$  – masa równoważna [Z3-10]

$$m_e = \sum_{i=1}^n m_i * (\xi_i^{4,2} - \xi_{i-1}^{4,2}) + \sum_{i=1}^m \frac{M_j}{H} * \xi_j^{3,2}$$

$m_i$  – masa na jednostkę długości  $i$ -tego odcinka komina [kg/m]

$$m_1 = 3,14 * (0,265^2 - 0,258^2) * 7850 + 20 = 110,24 \text{ kg/m} -$$

grubość trzonu 7,0 mm + ocieplenie

$$m_2 = 3,14 * (0,265^2 - 0,258^2) * 7850 + 20 = 110,24 \text{ kg/m} -$$

## OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNIE

grubość trzonu 7,0 mm + ocieplenie

$$m_3 = 3,14 \cdot (0,265^2 - 0,258^2) \cdot 7850 + 20 = 110,24 \text{ kg/m} - \text{grubość trzonu 7,0 mm + ocieplenie}$$

$M_j$  – masa skupiona [kg]

$\xi_j$  – współrzędna środka masy skupionej  $M_j$

$$M_j = 0$$

$\xi_j, \xi_{j-1}$  – bezwymiarowa rzędna ograniczająca od góry i od dołu odcinek komina o  $m_i = \text{const}$

$$\xi_j = z/H$$

Przyjęto podział komina na trzy segmenty – I – 6,6m, II – 6,6m, III – 6,6m

$$\xi_0 = 0/21,0 = 0$$

$$\xi_1 = 7,0/21,0 = 0,33$$

$$\xi_2 = 14,0/21,0 = 0,67$$

$$\xi_3 = 21,0/21,0 = 1,0$$

$$m_e = 110,24(1,0^{4,2} - 0,67^{4,2}) + 110,24(0,67^{4,2} - 0,33^{4,2}) + 110,24(0,33^{4,2} - 0^{4,2}) = 110,24 \text{ [kg/m]}$$

$$\delta a = \frac{1,25 \cdot 0,75 \cdot 23,00 \cdot 0,7 \cdot 0,53}{2 \cdot 110,24} = 0,04$$

$$k_r = \frac{2 \cdot \pi \cdot R_i \cdot R_o}{\delta s + \delta a} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 159 \cdot 0,26 \cdot 0,059}{0,08 + 0,04} = 0,82$$

$$\beta = 1 + \psi \sqrt{\frac{r}{c_s} k_b + k_r} = 1 + 3,81 \sqrt{\frac{0,08}{1,21} \cdot 1,51 + 0,82} = 2,49$$

- wartość charakterystyczna obciążenia wiatrem [1]

- dla wysokości  $H=25m$ :  $C_e = 1,29$

- dla wysokości  $H=20m$ :  $C_e = 1,21$

- dla wysokości  $H=15m$ :  $C_e = 1,12$

- dla wysokości  $H=10m$ :  $C_e = 1,00$

- dla wysokości  $H=0m$ :  $C_e = 1,00$

$$p_k = q_k \cdot c_{te} \cdot c_e \cdot c_x \cdot n \cdot D \cdot \beta$$

$$p_k^{25} = 0,3 \cdot 0,9 \cdot 1,29 \cdot 0,7 \cdot 0,53 \cdot 2,49 = 0,32 \text{ [kN/m]}$$

$$p_k^{20} = 0,3 \cdot 0,9 \cdot 1,21 \cdot 0,7 \cdot 0,53 \cdot 2,49 = 0,30 \text{ [kN/m]}$$

$$p_k^{15} = 0,3 \cdot 0,9 \cdot 1,12 \cdot 0,7 \cdot 0,53 \cdot 2,49 = 0,28 \text{ [kN/m]}$$

$$p_k^{10} = 0,3 \cdot 0,9 \cdot 1,00 \cdot 0,7 \cdot 0,53 \cdot 2,49 = 0,25 \text{ [kN/m]}$$

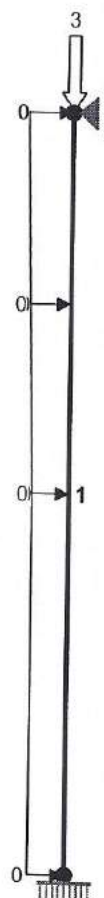
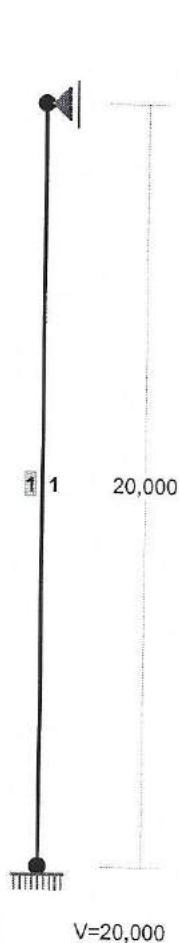
$$p_k^0 = 0,3 \cdot 0,9 \cdot 1,00 \cdot 0,7 \cdot 0,53 \cdot 2,49 = 0,25 \text{ [kN/m]}$$

### 5. Obliczenia sił wewnętrznych w trzonie komina K2

# OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

PRZEKROJE PRĘTÓW:

OBCIĄŻENIA:



**PRĘTY UKŁADU:**

Typy prętów: 00 - sztyw.-sztyw.; 01 - sztyw.-przegub;  
 10 - przegub-sztyw.; 11 - przegub-przegub  
 22 - ciągnio

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	0,000	20,000	20,000	1,000	1 R 53,0x0,7

**WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:**

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	Ix[cm <sup>4</sup> ]	Iy[cm <sup>4</sup> ]	Wg[cm <sup>3</sup> ]	Wd[cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
1	115,0	39332	39332	1484	1484	53,0	2 Stal St3

**STAŁE MATERIAŁOWE:**

Materiał:	Moduł E: [N/mm <sup>2</sup> ]	Napręż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]



# OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNIE

2 Stal St3      205000      215,000      1,20E-05

## OBCIĄŻENIA:

([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A ""						
1	Liniowe	90,0	0,25	0,25	0,00	10,00
1	Liniowe	90,0	0,25	0,28	10,00	15,00
1	Liniowe	90,0	0,28	0,30	15,00	20,00
Zmienne $\gamma_f = 1,50$						
Grupa: B ""						
1	Skupione	0,0	3,00		20,00	
Zmienne $\gamma_f = 1,40$						

## W Y N I K I

Teoria I-go rzędu

## OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

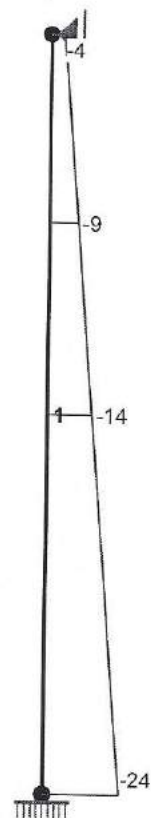
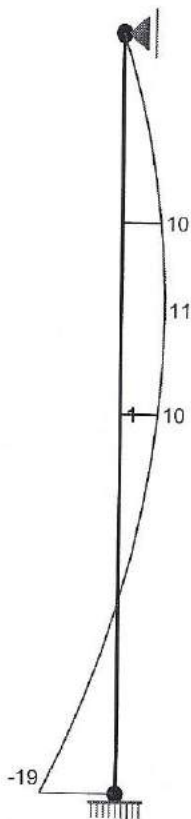
Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
Ciężar wł.			
A - ""	Zmienne      1	1,00	1,10
B - ""	Zmienne      1	1,00	1,50
			1,40

# OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

MOMENTY:

TNĄCE:

NORMALNE:



**SIŁY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	-19	5	-24
	0,63	12,656	11*	0	-11
	1,00	20,000	0	-3	-4

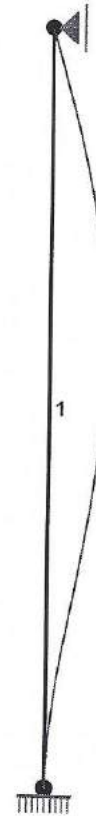
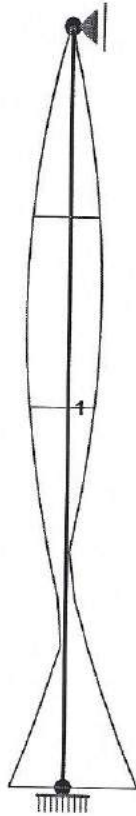
\* = Wartości ekstremalne

# OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNIĘ

NAPRĘŻENIA:

REAKCJE PODPOROWE:

PRZEMIESZCZENIA:



NAPRĘŻENIA: T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

Pręt:	x/L:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	SigmaMax/Ro:
			[MPa]		
2 Stal St3					
1	0,00	0,000	11	-15	0,071*
	1,00	20,000	-0	-0	0,002

\* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

Węzeł:	H [kN]:	V [kN]:	Wypadkowa [kN]:	M [kNm]:
1	-5	24	25	19
2	-3	0	3	

# OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

PRZEMIESZCZENIA WĘZŁÓW: T.I rzędu  
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AB

Węzeł:	Ux [m]:	Uy [m]:	Wypadkowe [m]:	Fi [rad] ([deg]):
1	0,00000	-0,00000	0,00000	-0,00000 ( -0,000)
2	0,00000	-0,00012	0,00012	0,00083 ( 0,047)

## 6. Sprawdzenie liczby scrutona

$$V_{kr} = \frac{1}{T_2 \cdot S_t} = \frac{1}{0,75 \cdot 0,2} = 6,63 \text{ m/s}$$

$$S_c = \frac{2 \cdot m_g \cdot \delta_s}{\rho \cdot D^2} = \frac{2 \cdot 110,24 \cdot 0,08}{1,25 \cdot 0,53^2} = 50$$

Obciążenie wzbudzeniem wirowym można pominąć ponieważ liczba Scrutona  $S_c > 15$ .

## 7. Wymiarowanie elementów stalowych

- Elementy stalowe wymiarowano przy założeniu sprężystego modelu obliczeniowego zgodnie z PN-90/B-03200 wg stanów granicznych nośności i użytkowania.
- Do obliczeń przyjęto przekrój o lokalnie obniżonej grubości ścianki (załącznik).

Nośność trzonów kominowych sprawdzono zgodnie z PN-93/B-03201 ze wzoru:

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} + \frac{M}{M_R} \leq 1$$

- Wskaźnik wytrzymałości przekroju

$$W = \frac{\pi(D^3 - d^3)}{D \cdot 32} = \frac{\pi(0,53^3 - 0,52^3)}{0,53 \cdot 32} = 11,97 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

- Moment bezwładności przekroju

$$I = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64} = \frac{\pi(0,53^4 - 0,52^4)}{64} = 3,17 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

- Pole powierzchni przekroju

$$A = \pi \cdot (D^2/4 - d^2/4) = \pi \cdot (0,53^2/4 - 0,52^2/4) = 0,0092 \text{ m}^2$$

## OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

- Promień bezwładności przekroju

$$i = (I/A)^{1/2} = (0,000317/0,0092)^{1/2} = 0,1854\text{m}$$

- Współczynnik korozyjny

$$\alpha_{\text{kor}} = \frac{1}{1+0,04 \cdot T_g \cdot \Delta t} = \frac{1}{1+0,04 \cdot 20 \cdot 0,3} = 0,806$$

- Promień do osi ścianki płaszcza

$$r = r_2 - g/2 = 0,53 - 0,0056/2 = 0,53$$

- Smukłość względna powłoki komina

$$\lambda_p = \frac{r}{1,59} \left( \frac{f_{dT}}{E_T} \right)^{2/3} = \frac{0,53}{1,59} \left( \frac{233}{205} \right)^{2/3} = 0,0036$$

- Współczynnik niestateczności miejscowej ścianki komina

$$\varphi_p = (1 + \lambda_p^{2,4})^{-0,625} = (1 + 0,0036^{2,4})^{-0,625} = 1,0$$

- Nośność obliczeniowa przekroju na ściskanie

$$N_{RC} = \varphi_p \cdot \alpha_{\text{kor}} \cdot A \cdot f_{dT} = 1,0 \cdot 0,806 \cdot 0,0092 \cdot 2330000 = 1736,9 \text{ kN}$$

- Nośność obliczeniowa przekroju na zginanie

$$M_R = 1,2 \cdot \varphi_p \cdot \alpha_{\text{kor}} \cdot W \cdot f_{dT} = 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,806 \cdot 11,97 \cdot 23,3 = 270,4 \text{ kNm}$$

- Sprawdzenie warunku normowego

$$M_R \leq W \cdot f_{dT} = 11,97 \cdot 23,3 = 279,4 \text{ kNm}$$

$$270,4 \text{ kNm} \leq 279,4 \text{ kNm}$$

**Warunek spełniony**

- Długość wyboczeniowa

$$l_c = 15,0 \text{ m}$$

- Smukłość komina w przekroju

$$\lambda = \frac{l_c}{i} = \frac{15}{0,1854} = 80,9$$

- Smukłość względna komina w przekroju

$$\lambda_{\text{wzgl}} = 1,15 \sqrt{\frac{N_{RC}}{N_{Cr}}} = \frac{\lambda \sqrt{\varphi_p}}{2,73} \cdot \sqrt{\frac{f_{dT}}{E_T}}$$

## OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNIE

$$\lambda_{wzgl.} = \frac{80,9\sqrt{1,0}}{2,73} * \sqrt{\frac{233}{205}} = 1,00$$

- Współczynnik niestateczności ogólnej komina

$$\varphi = (1 + \lambda_{wzgl.}^{3,2})^{-0,625} = (1 + 1,00^{3,2})^{-0,625} = 0,65$$

- Sprawdzenie warunku nośności przy ściskaniu i zginaniu

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} + \frac{M}{M_R} \leq 1$$

$$\frac{25}{0,65 * 1736,9} + \frac{20}{270,4} = 0,11 \leq 1$$

Nośność komina zachowana

Z uwagi na średni roczny ubytek grubości przekroju na poziomie ok. 0,3 mm/rok szacuje się bezpieczny okres eksploatacji na maksymalnie 10 lat.

Szacunek ten nie może być podstawą do dalszej eksploatacji komina przez powyższy okres czasu. Corocznie należy wykonywać przeglądy stanu technicznego obiektu weryfikując in situ faktyczny stan kominów oraz ich nośność i możliwość dalszej bezpiecznej eksploatacji.

### VI. SPRAWDZENIE SPEŁNIENIA WYMAGAŃ PRZEPISÓW BHP DLA DRABIN WŁAZOWYCH

Drabina o rozstawie 410 mm, szczeble  $\varnothing 20$  co 25 cm, kosz ochronny z płaskowników 50x4 mm (obręcze co ok. 1,20 m), pręty pionowe z płaskowników 60x6 mm. Maksymalna odległość kosza ochronnego od drabiny 700mm.

Drabina włazowa spełnia wszystkie warunki techniczne wg PN-93 B-03201.

### VII. SPRAWDZENIE SKUTECZNOŚCI OCHRONY ODGROMOWEJ

Uziemienie podstawy przez podłączenie jej do uziomu płaskownikiem 25x3 mm /złączem śrubowym/, przewód wpuszczony jest w cokół.

- Należy zabezpieczyć tawotem śruby na złączu kontrolnym.

---

## OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNIE

---

- Należy wykonać uziemienie komina K2 poprzez wykonanie osobnego złącza lub za pomocą mostka z głównego złącza.

Badany uziom spełnia wymagania przedmiotowych norm i przepisów i nadaje się do eksploatacji.

Protokół z pomiarów rezystancji uziemienia instalacji odgromowej z dnia 19.08.2016r. w Załączniku nr 3.

# OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STAŁOWYCH W KĘTRZYNIE

## VIII. PODSUMOWANIE, WNIOSKI I ZALECENIA KOŃCOWE

- Trzony osłonowe K1 i K2 z rur stalowych są w dobrym stanie technicznym i mogą być eksploatowane przez 1 rok, do czasu kolejnej oceny technicznej.
- W miejscach ubytku zabezpieczenia antykorozyjnego należy je uzupełnić zgodnie z obowiązującymi zasadami.
- Przewody wewnętrzne spalinowe systemowe ocieplone wełną mineralną - nie oceniano - brak dostępu.
- Wieża kratowa wymaga przeprowadzenia remontu ze względu na znaczne ubytki korozyjne śrub mocujących ją do fundamentu. Przed rozpoczęciem sezonu grzewczego 2017-2018 należy wykonać remont wszystkich 3 podstaw wieży kratowej polegający na wymianie skorodowanych śrub. Remont należy wykonać na podstawie oddzielnego opracowania - projektu remontu wieży kratowej, który zawierał będzie wytyczne i wskazówki dotyczące zakresu oraz kolejności prac, jak również informacje dotyczące zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych, materiałowych etc. Projekt remontu musi zawierać również obliczenia statyczne istniejącej wieży sprawdzające możliwość dopuszczenia jej do dalszej eksploatacji.  
Konstrukcja prętowa oraz powłoki malarskie wieży kratowej są w dobrym stanie technicznym i nie wymagają bieżących prac.
- Drabina włazowa spełnia wszystkie warunki techniczne wg PN-93 B-03201.
- Należy zabezpieczyć tawotem śruby na złączu kontrolnym.
- Należy wykonać uziemienie kominu K2 poprzez wykonanie osobnego złącza lub za pomocą mostka z głównego złącza.
- Badany uziom spełnia wymagania przedmiotowych norm i przepisów i nadaje się do eksploatacji.
- Następny przegląd kominów należy wykonać za rok, po zakończonym okresie grzewczym w 2017 roku.

**dr inż. ZENON DRABOWICZ**  
Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami  
budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno - budowlanej  
oraz projektowania w zakresie ograniczonym: budownictwie  
osób fizycznych w specjalności architektonicznej  
upr. z § 5 ust. 1, § 6 ust. 3, § 7, § 13 ust. 1 p. 2  
S.P.Z. nr: 254/83/OL

Opracował:


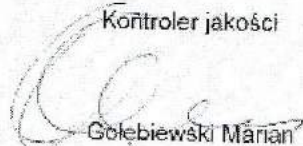
  
dr inż. Zenon Drabowicz



# OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNIE

## IX. ZAŁĄCZNIKI /TABELI, ZDJĘCIA I RYSUNKI/

### Załącznik nr 1. Certyfikat kalibracji grubościomierza

<b>METRISON</b>		 System Atestacja ISO 9001:2008 KONTROLA 15.12.2007
<b>ŚWIADECTWO</b> (SPRAWDZENIA PRODUCENTA)		
<p>Grubościomierz Ultradźwiękowy – SONO M410 nr seryjny 727, wyposażony w głowicę ultradźwiękową typ M70 nr seryjny 727. Rok produkcji – 2015.</p>		
Metoda badań	Bezpośrednie porównanie wyników pomiarów z wzorcami grubości.	
Typ wzorca	Wzorce stalowe sprawdzone optimetrem Carl Zeiss Jena nr 834 w odniesieniu do wzorca państwowego, komplet płytek wzorcowych nr 770034, nr świadectwa GUM-5401-M11-4180-1928/2005	
Warunki Środowiskowe	Badania zostały przeprowadzone w temperaturze otoczenia 20°C ± 3°C	
<b>Wyniki badań</b>		
Przedział w [mm]	Błąd maksymalny w badanym przedziale w [%]. (błąd dopuszczalny: ± 1% ± 0.1 mm)	
1 - 24,9		+ 0,2
25 - 49,9		+ 0,3
50 - 99,9		+ 0,5
100 - 149,9		+ 0,6
150 - 199,9		+ 0,7
<p>Termin następnej certyfikacji ..2017-05-13...</p>		
Data kontroli ..2015-05-12.....	<p>Kontroler jakości  Golebiewski Marian</p>	
<b>METRISON</b>		Sp. z o.o. 05-080 Mańciska ul. Estrady 9, tel. 22 834-29-75, 22 817-98-78, fax. 22 817-98-77, e-mail: metrison@metrison.pl, www.metrison.pl

# OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNIE

## Załącznik nr 2. Opis procedury ultradźwiękowego pomiaru grubości elementów

### 1. Podstawa opracowania

Zgodnie z opisem technicznym, pkt. 1.3.

### 2. Przedmiot, cel i zakres

Przedmiotem badań są elementy konstrukcyjne. Celem badania jest inwentaryzacja grubości elementów konstrukcyjnych w celu potwierdzenia rzeczywistych grubości i późniejszej oceny stanu nośności. W tym celu przebadano elementy konstrukcji:

plaszcz kominów, obejmy, elementy drabin.

### 3. Opis procedury ultradźwiękowego pomiaru grubości elementów

#### 3.1. Cel procedury.

Celem procedury jest uzyskanie powtarzalnych i jednoznacznych wyników pomiarów grubości poprzez jednolity tok postępowania podczas całego badania jak i podczas rejestracji wyników.

#### 3.2. Wymagania dla osób wykonujących badania.

Pomiarów może dokonać każda osoba, która zna niniejszą instrukcję jak również zapoznała się z instrukcją obsługi aparatu pomiarowego. Interpretacja wyników należy do osób posiadających odpowiednie uprawnienia do wydawania opinii lub wykonujących orzeczenia techniczne bądź ekspertyzy.

#### 3.3. Wymagania dotyczące środowiska w trakcie badania

Temperatura otoczenia:  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$

Temperatura badanego elementu: do  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$

Wilgotność powietrza:  $\leq 95\%$

#### 3.4. Materiał sprzęgający

Materiałem sprzęgającym powinien być materiał umożliwiający pewne i trwałe w trakcie pomiaru połączenie głowicy z badanym elementem np. smar, olej, gliceryna, specjalistyczne żele sprzęgające.

#### 3.5. Przygotowanie powierzchni

Powierzchnia powinna być gładka, wolna od luźnych płatów farby, rdzy. Z powierzchni nie trzeba usuwać powłoki antykorozyjnej – urządzenia pomiarowe pomijają powłokę malarską.

#### 3.6. Wzorce do skalowania i skalowanie

Pożądanym wzorcem jest wzorec wykonany z takiego samego materiału jak materiał badany. Jak można to należy użyć elementu możliwego do zmierzenia suwmiarką. Bardzo dobrymi wzorcami są wzorce fabryczne wg normy PN-EN 12223 i PN-EN 27963 wzorec nr 1 lub wzorec nr 2. Bardzo dobrym wzorcem jest wzorec o grubościach zbliżonych do badanego elementu.

#### 3.7. Pomiary

Przystąpić do badania możemy tylko wyskalowanym grubościomierzem. Pierwszego pomiaru dokonuje się dwukrotnie lub za każdym razem przekręcając głowice pomiarową o kąt  $90^{\circ}$  w celu potwierdzenia wyniku. Po odczytaniu należy dokonać sprawdzenia na wzorcu i ewentualnie ponownie wykalibrować urządzenie. W przypadku uzyskania pomiarów świadczących o występowaniu licznych nieciągłości wewnętrznych badanie grubościomierzem cyfrowym należy wykluczyć. Należy wówczas pomiarów dokonać defektoskopem. W przypadku napotkania wżeru uniemożliwiającego wykonanie badania należy takie miejsce przebadać wokół.

Wyniki pomiarów powinno nanosić się na arkusz wyników pomiarów w sposób umożliwiający ich późniejszą identyfikację i nanosić na szkic pomiarowy.

## 4. Opis badania

---

## OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNI

---

### 4.1. Zakres badania

Elementy nośne kominu poddane zostały badaniu w minimum 16 różnych poziomach na całej wysokości obiektu. Każdy poziom pomiarowy obejmował 5-6 badań grubości na obwodzie danego przekroju. Pomiary naniesione zostały do arkuszy pomiarów /Załącznik nr 3/. W tabeli podano minimalne oraz maksymalne zmierzone grubości płaszczka.

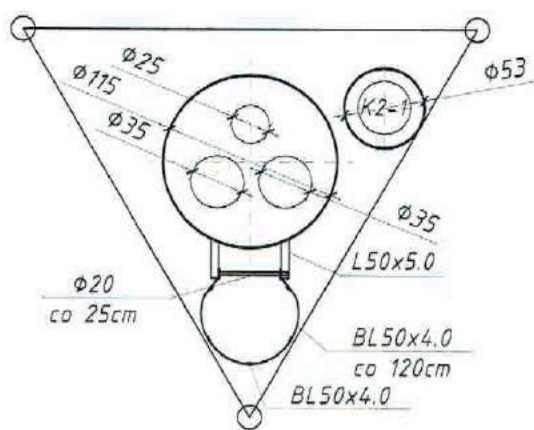
### 4.2. Urządzenia pomiarowe

Urządzeniem pomiarowym użytym do badań był grubościomierz ultradźwiękowy firmy Metrison Sp. z o.o., model Sono M 410, numer seryjny 727, posiadający certyfikat kalibracji i deklarację zgodności zamieszczone w Załączniku nr 1. W trakcie pomiarów, jako środka sprzegającego użyto wazeliny kosmetycznej. Przed badaniem sprawdzono urządzenie ze wzorcem i dokonano kalibracji dwupunktowej. Pierwszy punkt przyjęto 4 mm, a drugi 10 mm., jako najbardziej zbliżone do oczekiwanych wyników. Wzorzec dostarczany przez firmę Metrison Sp. z o.o..

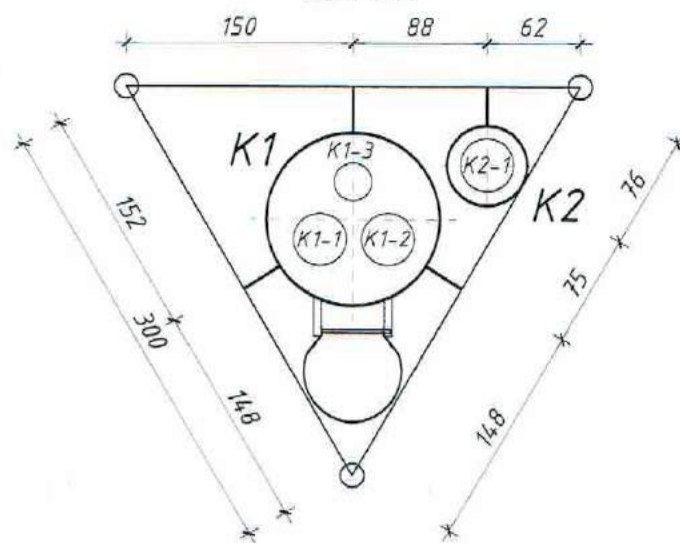
### 4.4. Wnioski z badania

Badania wykonano również w miejscach możliwych wystąpień korozji przy spawach, węzłach itp. miejscach. Nie wyklucza to jednak w 100 % możliwości wystąpienia innej miejscowej odchyłki lub niezidentyfikowanej nieciągłości lub innych odmian korozji.

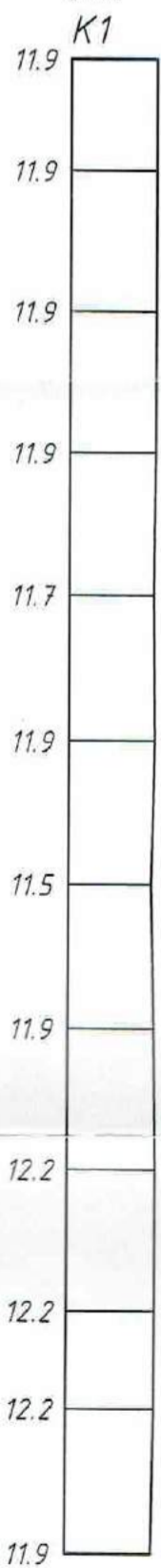
WIDOK KOMIN K1  
skala 1:100



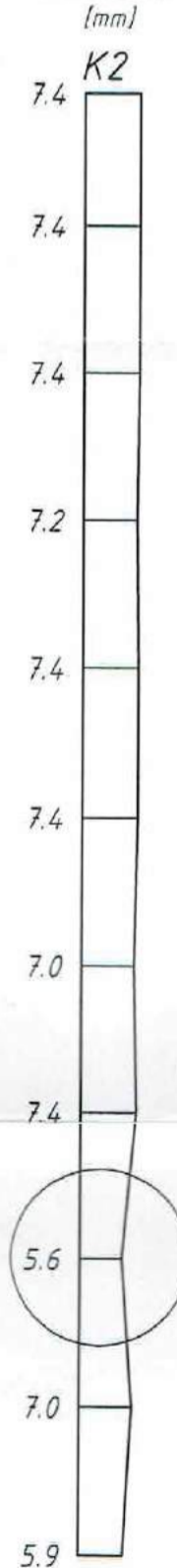
SCHEMAT  
skala 1:100



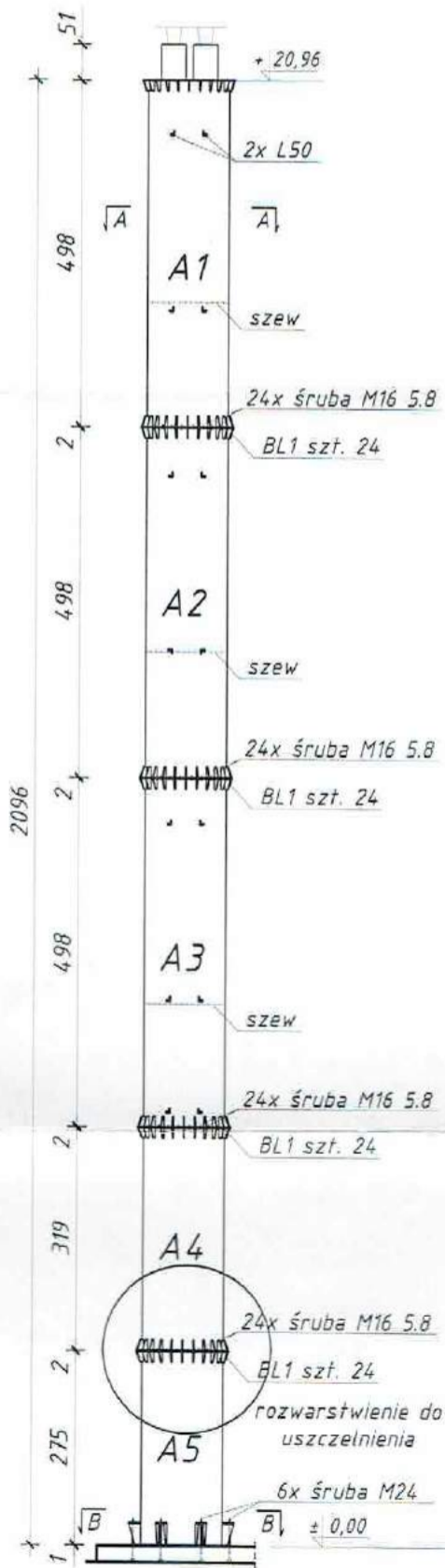
GRUBOŚĆ  
PŁASZCZA  
[mm]



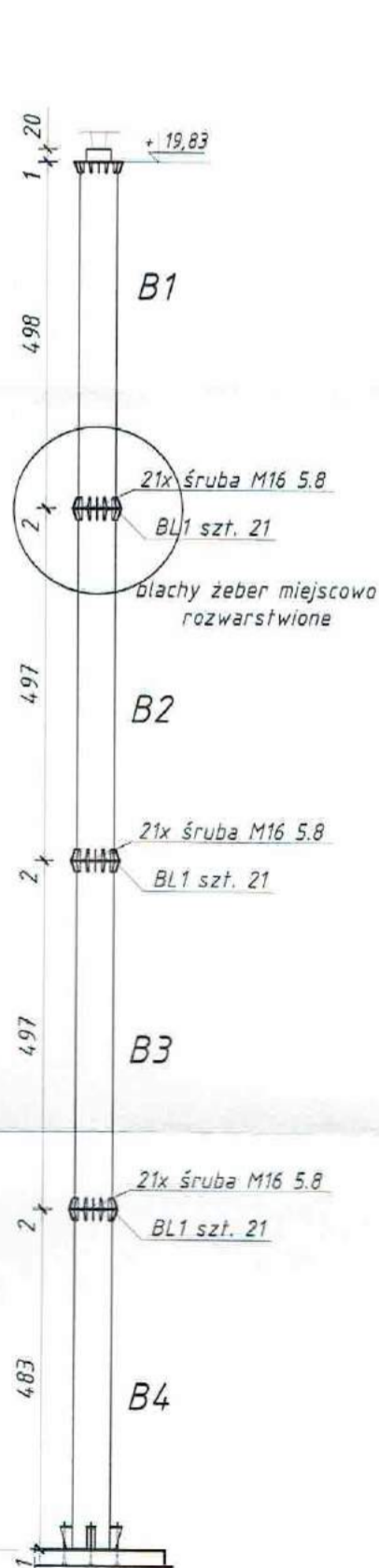
GRUBOŚĆ  
PŁASZCZA  
[mm]



Komin K1

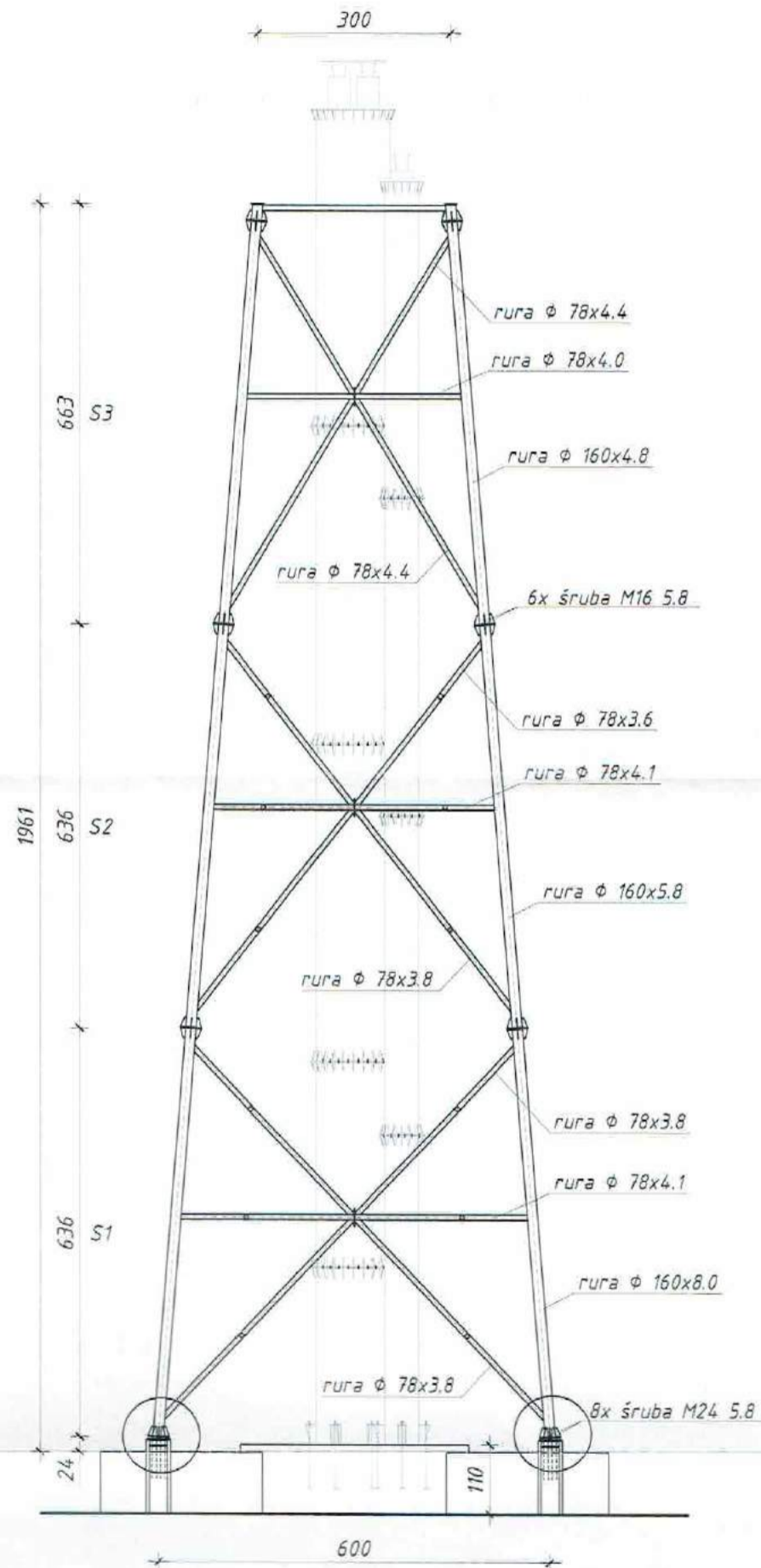


Komin K2



1961

WIEŻA KRATOWA  
WIDOK  
skala 1:100



1. Śruby po piaskowaniu okazały się mocno skorodowane  
- średnica miejscowo około  $\phi$ 16

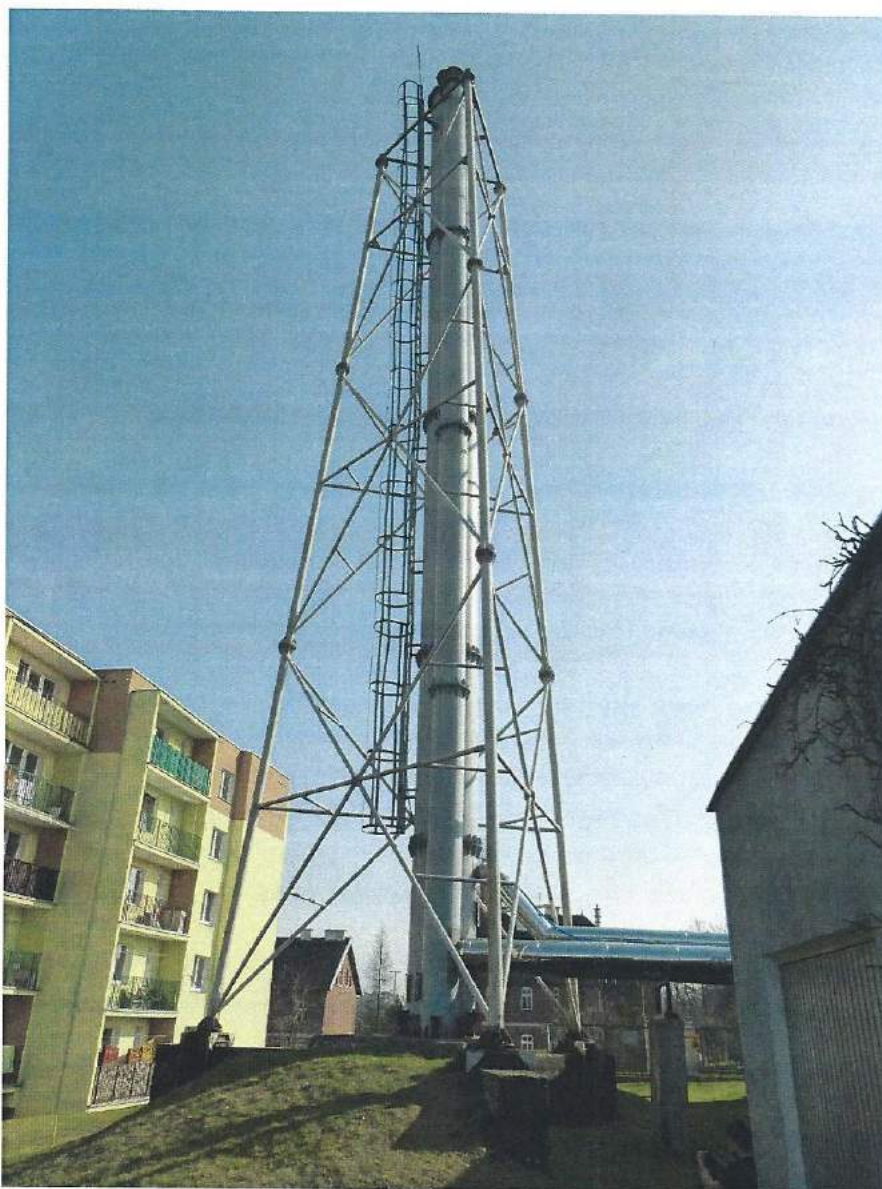
---

# OCENA STANU TECHNICZNEGO 2 TRZONÓW KOMINÓW STALOWYCH W KĘTRZYNIĘ

---

Załącznik nr 4.

Dokumentacja fotograficzna



Widok ogólny



Komin K1 – miejscowa korozja



Komin K1 – miejscowa korozja



Komin K1 – rozwarstwienie styku



Komin K2 – rozwarstwienie styku





Wieża kratowa – mocowanie do fundamentu



Wieża kratowa – mocowanie do fundamentu

ELECTRIC AS Rafał Rosiński USŁUGI ELEKTRYCZNE ul. Leyka 8/18, 10-687 Olsztyn tel. 518 824 239 NIP 7393287142 REGON 360701672 Nazwa Firmy wykonującej pomiary	Protokół Nr z pomiarów rezystancji uziemienia instalacji odgromowej z dnia 19.08.2016 roku
Zleceniodawca:	
Obiekt: <i>Komuna - Remont ul. Kościuszki 22</i>	
Data pomiaru: 19.08.2016 roku	
Metoda pomiaru: trójprzewodowa metoda pomiarowa	
Przyrządy pomiarowe: miernik Benning IT 120 <i>SN: 08261196</i>	
Pogoda w dniu pomiaru: słonecznie	
W dniach poprzednich: częściowe zachmurzenie	
Uziemienie: odgromowe – złącze kontrolne	
Rodzaj gruntu: naturalny	
Stan wilgotności gruntu: suchy	
Rodzaj uziomów: sztuczne – pręty, taśma stalowa	

Wyniki pomiarów rezystancji uziemienia

Lp.	Złącze kontrolne	Rezystancja uziemienia w [Ω]	
		zmierzona	dopuszczalna
1.	<i>otwiera Kabinę (wydech)</i>	<i>0,39</i>	<i>10</i>
2.	<i>szafka (podłoga)</i>	<i>0,530</i>	<i>10</i>
3.			

Wyniki badania rezystancji uziomów: **pozytywne / negatywne**

Uwagi pokontrolne: *Zak. eksploat. w. ... ul. ...  
 ... (stanowisko) ...  
 ...  
 ...  
 ...*

Wnioski: Badane uziomy spełniają/ nie spełniają wymagań przepisów i nadają się/nie nadają się do eksploatacji.

Pomiary i protokół opracował:  
 ELECTRIC AS Rafał Rosiński  
 USŁUGI ELEKTRYCZNE  
 ul. Leyka 8/18, 10-687 Olsztyn  
 tel. 518 824 239  
 NIP 7393287142 REGON 360701672  
*151E/494/2014*

W obecności:  
*Adam Burda*  
*151E/494/2014*

ZA ZGODNOŚĆ  
 Z ORYGINAŁEM  
*Pow. Droboski*