

10/10
11/10

PRACOWNIA KONSTRUKCYJNA
„V A L D I”, r.z.1989
Ul. Podgórna 66/3, 65-246 Zielona Góra, tel. 68-32-707-34
NIP 929-101-26-84, REGON 970128246

MEC Kołobrzeg Sp. z o.o.
WPLYNEŁO 30.04.2015
L. dz. 368/15 podpis

OCENA STANU TECHNICZNEGO
KONSTRUKCJI KOMINA STAŁOWEGO STANOWIĄCEGO
TRZY NIEZALEŻNE PRZEWODY GAZOWE W
PRZESTRZENNEJ OBUDOWIE KRATOWEJ O WYSOKOŚCI 60m

Ocenę stanu wykonano na zlecenie: Miejska Energetyka Ciepła Sp. z o.o.,
78-100 Kołobrzeg, ul. Kołłątaja 3,
Zam. Nr 14/DP/2014-2015

Autorzy opracowania: dr inż. Waldemar Krzeszewski
Rzeczoznawca budowlany
CRRB-95/06/R/C

PRACOWNIA KONSTRUKCYJNA
VALDI
dr inż. Waldemar Krzeszewski
65-246 Zielona Góra, ul. Podgórna 66/3
NIP 929-101-26-84
Dr inż. Waldemar Krzeszewski
RZECZOZNAWCA BUDOWLANY
KKK-0056-0082-705/06
DECYZJA RZF/X/093/06

Statyka konstrukcji
Mgr inż. Rafał Kołodziejczyk
RAFKOBUD, ul. Goplany 9, 65-337 Zielona Góra

mgr inż. Rafał Kołodziejczyk
uprawnienia budowlane, specjalność
statyka konstrukcji budowlanej
or ewid. LBS/0025/P00K/11

Przy udziale: Piotr Stasiński,
Usługi Wysokościowe Remontowo - Budowlane
66-016 Czerwieńsk, ul. Spokojna 14

Zielona Góra, czerwiec 2015 rok.

Spis treści

1. Wstęp,.....	str. 3
2. Wykorzystane materiały i dane,.....	str. 3
3. Opis komina,.....	str. 3
4. Stan fundamentów,.....	str. 4
5. Stan kratownicowej konstrukcji wsporczej,.....	str. 4
6. Stan rur przewodów spalinowych i przypór,.....	str. 6
7. Stan powłok antykorozyjnych,.....	str. 10
8. Stan osprzętu komina,.....	str. 10
9. Wnioski i zalecenia,.....	str. 11
10. Prognoza trwałości przewodów spalinowych,.....	str. 11

Wyniki obliczeń statycznych. Komplet obliczeń statycznych znajduje się w RAWKOBUD, Rafał Kołodziejczyk, ul. Goplany 9, 65-337 Zielona Góra.

Album fotografii, od nr 1 do 70 – kratownicowa konstrukcja wsporcza,
71 do 105 – przewody spalinowe komina,
106 do 110 – fundamenty komina,
111 do 114 – błędy geometrii komina,
115 do 117 – węzły skrzynkowe do wypełnienia,
118 do 120 – „pręty dodane”.

Wyniki pomiarów grubości ścianki przewodów spalinowych komina.

1. Wstęp

Ocenę stanu technicznego konstrukcji komina stalowego stanowiącego trzy niezależne przewody spalinowe w przestrzennej obudowie kratowej i wysokości 60m opracowano na zlecenie Miejskiej Energetyki Ciepłej w Kołobrzegu Sp. z o.o., 78-100 Kołobrzeg, ul. Kołłątaja 3, nr 14/DP/2014-2015, z dnia 15.06.2015r.

Komin zbudowano w 1976 roku.

2. Wykorzystane materiały i dane

Do opracowania oceny stanu technicznego komina wykorzystano:

- informacje uzyskane od Przedstawicieli Zlecającego,
- dane z wizji lokalnej dokonanej w dniu 18 maja 2015r,
- wyniki pomiarów i dane uzyskane w trakcie wizyty na przedmiotowym obiekcie w dniach 25, 26 i 27 czerwca 2015r,
- obowiązujące normy budowlane.

[1] „Projekt budowlany wymiany przewodu dymowego komina w MEC Kołobrzeg, opracowany w Biurze Usług Projektowych „PROGRAF”, 75-339 Koszalin, ul. Wąwozowa 32/9 przez mgr inż. Jarosława Kołodzieja i mgr inż. Leszka Berenta, Koszalin, lipiec 2002r.”

[2] „Ocena stanu technicznego komina stalowego trójprzewodowego o wysokości 60m w kotłowni CC2 w Kołobrzegu przy ul. Kołłątaja 3, opracowaną przez Biuro Usług Projektowych „PROGRAF”, 75-339 Koszalin, ul. Wąwozowa 32/9, autorzy opracowania mgr inż. Jarosław Kołodziej, i doc.dr inż. Leopold Jastrzębski, Koszalin maj 2003r.”

[3] „Projekt wykonawczy konstrukcyjny wzmocnienia konstrukcji nośnej komina, opracowany w Biurze Usług Projektowych „PROGRAF” 75-339 Koszalin, ul. Wąwozowa 32/9, przez dr inż. Waldemara Borjańca i mgr inż. Jarosława Kołodziejczyka w kwietniu 2004 roku,”

[4] „Projekt wykonawczy konstrukcyjny wymiany przewodu dymowego komina h=60m Centralnej Ciepłowni Miejskiej Energetyki Ciepłej w Kołobrzegu, ul. Kołłątaja 3, opracowany w Biurze Usług Projektowych „PROGRAF”, przez mgr inż. Jarosława Kołodzieja, mgr inż. Leszka Berenta, 75-339 Koszalin, ul. Wąwozowa 32/9, kwiecień 2004r.”

[5] „Projekt wykonawczy zabudowy dwóch przewodów spalinowych w istniejącej konstrukcji wsporczej komina w MEC Kołobrzeg, ul. Kołłątaja 3, opracowany w Pracowni Konstrukcyjnej „VALDI” w Zielonej Górze, ul. Podgórna 66/3, przez dr inż. Waldemara Krzeszewskiego, listopad – grudzień 2007r.”

3. Opis komina

Przedmiotowy komin jest stalowym trójprzewodowym kominem, którego przewody spalinowe umieszczone są we wnętrzu kratownicowej konstrukcji wsporczej. Całkowita wysokość przewodów wynosi 60m, a konstrukcji kratownicowej 56m.

Kratownicowa konstrukcja wsporcza jest unikatem. Główne pręty nośne wykonane z rur, tworzą siatkę przecinających się linii śrubowych. Trójkątne segmenty prętów głównych usztywnione są co ok. 4m prętami obwodowymi i przeponami.

Przepony mają różną budowę na różnych wysokościach. Prawdopodobnie w trakcie eksploatacji komina dodatkowo rozbudowano niektóre przepony. Foto.118,119 i 120.

Podstawa wieży do wysokości 8m jest rozszerzona. Rozszerzenie pozwoliło na większe rozstawienie fundamentów słupów wieży, co jest bardzo istotne w budowlach tego typu.

Do 2007 roku przewody spalinowe, odcinkami, zawieszane były na wspornikach konstrukcji pomostów. Odcinki przewodu połączone są tekstylnymi kompensatorami.

W 2007 roku w dwóch przewodach zmieniono sposób podparcia przewodów. Każdy z dwóch przewodów stoi na własnej części fundamentu i nie jest w żaden sposób zamocowany w fundamencie. Stabilność położenia rur przewodów zapewniają przypory, które rozmieszczone są co 8m na wysokości komina. Każdy przewód na poz. 8,16,24,32,40,48 i 56m jest podparty przyporami z trzech stron.

Nowe przewody ze stali gatunku 10HA mają średnicę 1,20m, a przewód starszy ok.1,60m. Projektowana grubość ścianki w nowych przewodach wynosiła; do wysokości 7,4m -10mm, ponad 7,4m – 8mm.

Podczas wizji lokalnych stwierdzono, że nowe przewody spalinowe nr 1 i 2 nie zostały wykonane zgodnie z dokumentacją. Wloty czopuchów powinny być wzmocnione odpowiednio ukształtowanymi blachami, tymczasem w rzeczywistości blach tych nie ma.

Prawdopodobnie projekt pierwotny przewidywał, że część pryzmatyczna wieży opierać się będzie na rozszerzonej podstawie składającej się z sześciu słupów złożonych z czterech rur ułożonych ukośnie, rur poziomych spinających rury ukośne i dodatkowych prętów złożonych z dwóch ceowników nr 300.

Prawdopodobnie w trakcie realizacji budowy komina podjęto decyzję o usunięciu trzech poziomych prętów (poz.4,32m),gdyż utrudniały one poprowadzenie czopuchów do przewodów.

Spowodowało to zwiększenie wyężenia pozostałych słupów. Na szczęście autorzy opracowania [2] w 2003 roku zalecili wstawienie jednego brakującego pręta obwodowego na tej wysokości.

Przy następnej wymianie przewodów nr 1 i 2 ($d=1200\text{mm}$) należy tak poprowadzić czopuchy kanałów dolotowych spalin, by umożliwić wbudowanie brakujących prętów obwodowych na tej wysokości tj, 4,32m.

4. Stan fundamentów

Stan sześciu fundamentów kratownicowej konstrukcji wsporczej należy uznać za dobry, szczególnie po ich dociążeniu zgodnie z projektem dr inż. Waldemara Borjańca, [3].

Fundamenty poszczególnych przewodów spalinowych również są w stanie dobrym.

5. Stan kratownicowej konstrukcji wsporczej

Ogólny stan techniczny kratownicowej konstrukcji wsporczej należy uznać za dostateczny z uwagami.

W trakcie budowy komina popełniono szereg błędów z których najpoważniejszy polega na niedokładnym wykonaniu skrzynkowych połączeń prętów na poz. 4,32m. W

trzech z sześciu węzłów skrzynkowych geometria jest wyraźnie niepoprawna. Spawy blach tworzących skrzynie są w stanie dobrym i nic nie wskazuje na ich przeciążenie, którego należało by się spodziewać. Patrz foto. 111,112,113 i 114. Blachy skrzyń tworzą kieszenie w których gromadzą się wszelkiego rodzaju nieczystości zatrzymujące wodę powodującą wzmoczoną korozję nie tylko blach, ale i spoin, patrz foto.115, 116 i 117.

Powłoka antykorozyjna prętów konstrukcji wsporczej komina jest zniszczona i wymaga ułożenia nowej (trójwarstwowej) powłoki na ok. 25% powierzchni. Natomiast nową powłokę wierzchnią należy ułożyć na co najmniej 70% całkowitej powierzchni prętów konstrukcji wsporczej. Patrz foto. 46,51,56,57,58,59,60,64,67 i 70.

Łączna powierzchnia rur kratownicy wynosi ok. 560m², powierzchnia 84 węzłów ok. 85m², powierzchnia przepon (belki pomostów) 150m². Razem ok. 800m². W zestawieniu nie uwzględniono powierzchni barierek i drabiny, gdyż te elementy należy zbudować nowe zgodnie z wymogami norm i przepisów bhp. Patrz foto. 36,37,39, 42,46,53 i 62.

W niektórych miejscach korozja poczyniła znaczne zniszczenia, szczególnie połączeń. Patrz foto. 47,48,49,50,51,52,54,56,57,58,59,60,64,70.

Pręty poziome obwodnicy poz. 8 i 12m są nadmiernie zniszczone przez korozję. Patrz foto. 57 i 58. Po wykonaniu obliczeń statycznych okazało się, że pręty te są przeciążone i jako takie wymagają wzmocnienia.

Wiele węzłów konstrukcji znajdują się w stanie dobrym, patrz foto. 10,11,12,13, 16,18,28,29,31,32 i wiele innych.

Ewidentny błąd konstrukcyjny to pręt złożony z dwóch ceowników środkami do siebie, patrz fot. 33 i 63. Usunięcie korozji z pomiędzy ścianek jest niemożliwe, konieczna będzie zatem w przyszłości wymiana całego pręta.

Ocynkowane kratki pomostowe znajdują się w stanie dobrym, lecz pręty konstrukcji pomostów i jednocześnie przepon są lokalnie nadmiernie skorodowane, foto.33,51,56, 60 i 61.

W wielu miejscach występuje korozja wżerowa spowodowana najprawdopodobniej niewłaściwym spawaniem przyległych elementów. Dotyczy to niektórych węzłów i prętów konstrukcji pomostów, foto. 47 i 49.

Na wyróżnionych poziomach (12,20,28,36,42 i 50m), na których nie ma pomostów, a konstrukcja przepony składa się z trzech prętów, dodano nowe pręty w postaci ceowników. Patrz fot. 29,77,118,119 i 120.

Prawdopodobną przyczyną dodania tych prętów była konieczność zapewnienia nieprzesuwnego podparcia słupów. W węzłach tych poziomów pręty obwodowe schodzą się pod kątem 120°, co jest wartością skrajną, by uważać, że węzeł jest węzłem nieprzesuwnym. W pozostałych poziomach każdy węzeł jest dostatecznie powiązany z prętami przepon.

Połączenia niektórych prętów konstrukcji pomostów jak i tzw. "przepon" są niewłaściwie ukształtowane. Stwierdzono błędy geometryczne, które zmuszały spawaczy do wykonywania bardzo grubych spoin. Blachy połączeń są o wiele za duże, a wykonanie poprawne spoin „czołowych” elementów, które schodzą się pod bardzo ostrym kątem, bardzo problematyczne. Patrz foto. 30,32,35.

Przypory w większości przypadków są założone poprawnie i dobrze spełniają swoją rolę. Patrz foto. 15,17,25,27 i 43. Na kilku poziomach przypory opadły, lub zostały wyposażone w niewłaściwe nakrętki; otwarte zamiast rurowych. Patrz foto. 78).

W celu dokładnego sprawdzenia rzeczywistych wymiarów rurowych prętów konstrukcji wsporczej, przeprowadzono pomiary ich średnic i grubości ścianek. Pomiary średnic wykonano suwmiarką, a grubości ścianek grubościomierzem ultradźwiękowym SONO M300.

Otrzymane wyniki:

- słupy do wysokości 8m wykonano z rur 244,5/18mm,
- słupy od 8 do 24m wykonano z rur 219/11,
- słupy od 24 do 32m wykonano z rur 193,7/8,
- słupy od 32 do 44m wykonano z rur 159/6,
- słupy od 44 do 56m wykonano z rur 139,7/6

Podczas pomiarów stwierdzono dobry stan rur. Często rzeczywista grubość rur przekraczała grubość nominalną. Wody w rurach słupów nie stwierdzono.

Obwodowe pręty rurowe usytuowane poziomo.

- pręty obwodowe na poz. 4m, wykonano z rur 219/11mm. Obecnie brakuje dwóch rur, które prawdopodobnie usunięto, gdyż przeszkadzały w prowadzeniu czopuchów.
- pręty obwodowe na poz. 8m, wykonano z rur 219/11. Stwierdzono zaawansowaną korozję tych prętów. Pocienienie ścianki rur mogło być też efektem niedokładności walcowania. Zmierzone ubytki grubości ścianek oceniono na co najmniej ok. 2mm. Patrz foto. 57 i 58.

- pręty obwodowe od poz.12m do wierzchołka konstrukcji wykonano z rur 102/5mm.

Niektóre z tych rur uległy korozji w dość dużym stopniu, a zwłaszcza spoiny łączące rury z blachami węzłowymi.

6. Stan rur przewodów spalinowych i przypór

Pierwotny projekt komina przewidywał poprowadzenie trzech przewodów spalinowych o średnicach ok. 1,60m.

W trakcie prawie 40-sto letniej eksploatacji komina wymieniano poszczególne rury. Ostatnia wymiana przewodów odbyła się w 2007 roku i dotyczyła tylko dwóch przewodów nr 1 i 2 (d=1,2m) które odprowadzały spaliny z kotłów WR10. Przewód nr 3 (d=1,6m) eksploatowany jest od dłuższego czasu.

Nowe przewody stoją na swoich fundamentach, natomiast „stary” przewód składa się z odcinków, które podwieszane są do elementów konstrukcji poszczególnych pomostów. Odcinki rur połączone są tekstylnymi fartuchami. Patrz foto.98 i 99. Fartuchy tekstylne, tworzące kompensatory są w dostatecznym stanie technicznym.

Podstawy przewodów nr 1, 2 i 3 zachowane są w dobrym stanie. Wewnętrzna korozja nie przedostała się na zewnątrz, choć od wewnątrz poczyniła duże straty.

Wydobywający się kondensat przez nieszczelności wrót wyczystek doprowadził do lokalnej korozji. Patrz foto.71 i 108.

Odcinki przewodu nr 3 wykazują bardzo duże ubytki, a od 36 metra wysokości przewód ten jest całkowicie zniszczony i jako taki nie powinien być eksploatowany.

Liczne dziury, (foto. 79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97) i brak zamknięcia wejścia sondy (foto.101), pozwalają na wpłynięcie do wnętrza przewodu wilgotnego powietrza bogatego w tlen. Z racji tego proces korozji wnętrza rury został radykalnie przyspieszony. Należy spodziewać w najbliższym czasie urwania się części segmentu przewodu, gdyż blacha w strefach przekorodowań jest bardzo cienka. Świadczy to o zaawansowanej korozji wielkich powierzchni wnętrza rury.

Przewody $d=1,2m$ (nr 1 i 2) znajdują się w lepszym stanie. Przewody ten nie były eksploatowane jednakowo intensywnie. Przewód nr2 nie wykazuje żadnych ubytków. Dopuszczono do nie założenia lub nieprawidłowego założenia przypór przewodów, a są to elementy decydujące o właściwym ich podparciu. Do ich budowy użyto w kilku miejscach niewłaściwych śrub napinających, zamiast rurowych użyto otwartych.

Prawdopodobnie niektóre przypory nie dokręcono właściwym momentem, stąd opadanie przypór. Patrz foto. 78. Wartość momentu podano w projekcie. (20Nm). Moment taki tworzy siła 2 kG na ramieniu 1m, lub siła 4kG na ramieniu 0,5m.

Ze względu na możliwość wystąpienia trwałego, miejscowego odkształcenia ścianki rury, nie wolno dokręcać tych nakrętek większym momentem. Wskazane jest użycie klucza dynamometrycznego.

Przewody nie są ocieplone co doprowadza do kondensacji pary wodnej w rurach. Nadmiar kondensatu prawdopodobnie jest wynikiem zbyt mokrego paliwa, gdyż skład opału nie jest zadaszony nawet w części. Stąd wycieki z otworów wyczystek. Dobrym pomysłem jest odprowadzenie kondensatu rynienką do zbiornika.

Widok korony przewodu nr 3 jest dobrym przykładem korozji warstwowej. Patrz foto. 102 i 103. Korozja posuwa się od nie chronionego przekroju poprzecznego rury.

„Talerze zwiewne” przewodów 1 i 2 spełniają swoją rolę, nie tylko chronią przekrój rur, ale i nie dopuszczają do tworzenia się bardzo niekorzystnego zjawiska wirowania spalin po zawietrznej stronie komina i tworzeniu się tzw. „chorągwi”.

Stan korony przewodu nr 1 i 2 jest dobry, foto. 104 i 105.

Grubość ścianek rur mierzono z pomostów i przepon co ok. 4m na wysokości komina. Przy spawach poziomych mierzono w kilku punktach, nad i pod spoiną. Różnice są znaczne.

Podane grubości ścianek stanowią dolną i górną granicę otrzymanych wyników.

Przewód nr 1

Średnica przewodu $d=1,20\text{m}$, projektowana grubość ścianki 10mm podstawa i 8mm część wyższa. Przewód jest eksploatowany od 2007 roku.

Wyniki pomiarów:

- przy podstawie na wysokości wyczystek 10,7 do 11mm, B-Scan B001 do B004
- poz. ok. 1,2m nad podstawą 6,8 do 11,2mm, bardzo duże zróżnicowanie spowodowane wpływem gromadzącego się kondensatu, a także jakością stali, B-Scan B005 do B-007,
- nad spoinami czołowymi pierwszej „zwijki” od 6,9 do 7,1mm
- na wysokości połowy drugiej „zwijki” od 7,2 do 7,5mm,
- na poziomie I podestu, poz.8m, od 7,5 do 8,1mm
- 1,5m nad pierwszym podestem, poz.ok. 9,5m, od 7,8 do 8,3
- na poziomie II podestu, poz.16m, od 6,6 do 7,1mm
- 1,5m nad II podestem, poz. ok.17,5m, od 6,7 do 7,1mm
- na poziomie III podestu, poz. 24m, od 6,0 do 7,7mm
- 1,5m nad III podestem, poz. ok. 25,5m, od 6,2 do 7,1mm
- na poziomie IV podestu, poz. 32m, od 5,3 do 6,8mm
- 1,5m nad podestem IV, poz. ok.33,5m, od 6,1 do 7,3mm
- na poziomie V podestu, poz. 40m, od 6,3 do 6,5mm
- 1,0m nad podestem V, poz. 41m, od 5,8 do 6,3mm
- na poziomie VI podestu, poz.48m, od 5,1 do 6,0mm
- 1,0m nad podestem V, poz. ok.49m, od 5,6 do 6,7mm
- na poziomie VII podestu, poz. 56m, od 5,7 do 6,4mm
- 1,5m nad podestem VII, poz. ok. 57,5m, od 5,6 do 6,5mm

Z powyższego wynika, że średnioroczne zużycie ścianki mieści się w górnych granicach przewidzianych w normach i wynosi ok. 0,3mm/rok. Korozja jest w miarę równomierna.

Nie zauważono przekorodowań i większych skupisk korozji wżerowej.

Przewód nr 2

Średnica przewodu $d=1,20\text{m}$, projektowana grubość ścianki 10mm podstawa i 8mm część wyższa. Przewód jest eksploatowany od 2007 roku.

Wyniki pomiarów:

- przy podstawie na wysokości wyczystek 10,3 do 10,7mm, B-Scan B009 do B011
- poz. ok. 1,2m nad podstawą 10,2 do 10,2mm, B-Scan B012 do B-014,
- nad spoinami czołowymi pierwszej „zwijki” od 10,1 do 10,9mm
- na wysokości połowy drugiej „zwijki” od 10,3 do 10,8mm,
- na poziomie I podestu, poz.8m, od 8,8 do 9,0mm
- 1,5m nad pierwszym podestem, poz.9,5m, od 8,7 do 8,8mm
- na poziomie II podestu, poz. 16m, od 8,4 do 8,7mm
- 1,5m nad II podestem, poz.ok.17,5m, od 8,5 do 8,6mm
- na poziomie III podestu, poz. 24m, od 8,6 do 8,9mm
- 1,5m nad III podestem, poz. ok. 25,5m, od 8,6 do 8,7mm
- na poziomie IV podestu, poz. ok. 32m, od 7,9 do 8,7mm

Zachodzi konieczność wymiany tego przewodu lub podjęcia próby jego uszczelnienia przez wykorzystanie nakładanych powłok żywicy.

7. Stan powłok antykorozyjnych.

Powłoka antykorozyjna prętów konstrukcji wsporczej komina jest zniszczona na ok. 25% powierzchni i wymaga gruntownej naprawy. Nową powłokę nawierzchniową należy położyć na ok. 70% powierzchni. Łączna powierzchnia rur kratownicy z węzłami wynosi ok. 800m². W zestawieniu nie uwzględniono powierzchni barierok i drabiny, gdyż te elementy należy zbudować od nowa zgodnie z wymogami norm i przepisów bhp.

Powłoki antykorozyjne zostały wykonane niezgodnie ze sztuką. W wielu miejscach położono jedną grubą warstwę, zamiast trzech lub nawet czterech warstw. Stąd liczne wżery korozyjne i nadmierne uszkodzenia elementów konstrukcji. W wielu miejscach powłoka jest mocno skredowana i odstaje od powierzchni stali.

Komin posiada trzy przewody spalinowe. Dwa z nich wzniesiono w 2007 roku. Stan powłok malarskich na zewnętrznej powierzchni przewodów na przeważającej powierzchni jest dobry. Zauważono nieliczne i nie istotne uszkodzenia powłok.

Przewód który nr 3 jest w stanie awaryjnym. Od wysokości ok. 32m występują przekorodowania na znacznych obszarach, powłoka antykorozyjna jest zniszczona, a grubość blach jest znikoma.

8. Stan osprzętu komina

Instalacji odgromienia komina jest w dobrym stanie. W trakcie wizji nie sprawdzano pojemności elektrycznej instalacji, ale wszelkie połączenia uziomu są w dobrym stanie.

Drabina komunikacyjna nie spełnia wymogów przepisów bhp i nie umożliwia prawidłowego dojścia do wszystkich poziomów i pomostów. Istnieje potrzeba jej wymiany. Patrz norma PN-EN ISO 14122-4.

Poręcze galeryjek praktycznie nie istnieją, a te które są, są skorodowane i nie stanowią żadnego zabezpieczenia. Zachodzi pilna potrzeba ich wykonania i zabudowania.

Pokrycie pomostów wykonane z kratki znajduje się w dobrym stanie, choć wykonawca nie skrócił wystających śrub uchwytów mocujących kratki, a stanowią one przeszkodę w bezpiecznym poruszaniu się po pomoście.

9. Wnioski i zalecenia

- 9.1. Analiza statyczna kratownicowej konstrukcji wsporczej komina przeprowadzona zgodnie z obowiązującymi normami wykazała:
 - konieczność wzmocnienia słupów konstrukcji pomiędzy poziomami, 8 – 12m. Rura o średnicy 219mm.
 - konieczność wzmocnienia prętów poziomych obwodowych poziomu 12, 16, 20 i 24m. Rury o średnicy 101,6mm.
- 9.2. W trybie natychmiastowym należy prawidłowo założyć przypory przewodów spalinowych. Nakrętki rurowe dokręcić momentem równym 20Nm, a gwinty trwale zabezpieczyć przed korozją.
- 9.3. Wykonać i zabudować na wszystkich pomostach trwałe barierki bezpieczeństwa zgodnie z wymogami bhp.
- 9.4. Wypełnić betonem „kieszenie” skrzynkowych połączeń rur na poz. 4,32m, a powierzchnię betonu pokryć dowolnym bitumem.
- 9.5. Zaleca się coroczne śledzenie postępów korozji przewodów spalinowych, jak i stanu elementów kratownicowej konstrukcji wsporczej.
- 9.6. Zamocować przez przyspawanie blachy wzmacniające rury przewodów nr 1 i 2 w miejscach wlotów czopuchów, tak jak przewidziano to w projekcie technicznym.
- 9.7. Naprawić spawane połączenia i wzmocnić pręty tworzące konstrukcję pomostów (przepon).

10. Prognoza trwałości przewodów spalinowych

Przy niezmiennych warunkach eksploatacji, zakładając dotychczasową prędkość postępu korozji, prognozuje się dla przewodu nr 1 ($d=1,2m$) ok. 8 lat bezpiecznej eksploatacji.

Przewód nr 2 ($d=1,2m$) nie był eksploatowany lub był eksploatowany bardzo krótko, gdyż nie wykazuje najmniejszego zużycia i jako taki może być eksploatowany.

Okres bezpiecznej eksploatacji przewodu nr 3 ($d=1,6m$) dobiegł końca.

Przewód należy zdemontować lub podjąć próbę jego wzmocnienia i uszczelnienia.

Dr inż. Waldemar Krzeszewski
RZECZOZNAWCA BUDOWLANY
KKK/0038-01-02/05/06
DECYZJA WEJ/093/06

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH
(kompletne obliczenia statyczne znajdują się w archiwum autora)

Podstawa: PN B-02011, PN B-03201

Obciążenie wiatrem:

1. Współczynniki wypełnienia.

a. Do wysokości 24m:

$$D = 5.42\text{m}$$

$$h = 4\text{m},$$

$$b = 2.71\text{m}$$

$$A = 2.71 * 4 = 10.84 \text{ m}^2.$$

$$a = (4^2 + (2.71/2)^2)^{0.5} = 4.22 \text{ m}$$

$$A_0 = (2.71 + 2 * 4.22) * 0.219 = 2.44 \text{ m}^2,$$

$$\phi = 2.44 / 10.84 = 0.22, \text{ przyjęto } 0.26.$$

b. Od wysokości 24m do 36m:

$$A_0 = (2.71 + 2 * 4.15) * 0.159 = 1.751 \text{ m}^2,$$

$$\phi = 1.751 / 10.84 = 0.16, \text{ przyjęto } 0.20.$$

c. Powyżej wysokości 36m:

Ze względu na wypełnienie antenami

ϕ przyjęto 0.8.

2. Częstość drgań własnych

$$I = \Sigma I$$

Dla przewodów kominowych:

$$\text{Rura } D = 1600/8$$

$$A = 400 \text{ cm}^2,$$

$$G = 314 \text{ kG/m},$$

$$I = 1267623 \text{ cm}^4.$$

$$\text{Rura } D = 1200/8$$

$$A = 300 \text{ cm}^2,$$

$$G = 235 \text{ kG/m},$$

$$I = 532106 \text{ cm}^4$$

Dla sześcioboku

Przyjęto uśrednione:

Przekrój: rura 193.7/8

$$A = 47 \text{ cm}^2,$$

$$G = 37 \text{ kG/m},$$

$$I = 2016 \text{ cm}^4$$

$$I_k = 6/4 * 47 * 221^2 = 3443290.5 \text{ cm}^4.$$

Łączny moment bezwładności:

$$I_{\text{sum}} = 1267623 + 2 * 532106 + 3443290.5 = 5775125.5 \text{ cm}^4 = 0.0578 \text{ m}^4.$$

$$\text{Masa łącznie: } m = 314 + 2 * 235 + 6 * 37 * 1.2 + 6 * 37 / 4 = 1105.9 \text{ kG/m} = 11 \text{ kN/m}.$$

Okres drgań własnych:

$$T = 1.79 H^2 \sqrt{m/EI},$$

$$H = 56\text{m}.$$

$$EI = 210000000 * 0.0578 = 12138000.$$

$$T = 1.79 * 56^2 * (1.1 / 12138000)^{0.5} = 1.7\text{s}.$$

Budowlę należy zaliczyć do podatnych na wpływy dynamiczne.

3. Współczynnik dynamiczny

Przyjęto teren A.

Współczynnik ekspozycji:

$$C_e = k(z/10)^{2\alpha} (Z2-1) = 1*(54/10)^{(2*0.14)} = 1.60.$$

$$r = 0.08,$$

$$\Delta = 0.12,$$

$$n = 1/T = 1/1.6 = 0.625,$$

$$\Psi = 3.6,$$

$$L/H = 5.42/54 \sim 0.1004.$$

$$k_b = 1.1,$$

4. Obciążenie podstawowe dla II strefy wiatrowej:

$$q_k = 0.42 \text{ kPa.}$$

$$v_k = 26 \text{ m/s,}$$

$$v_H = 26*1.6^{0.5} = 32.89,$$

$$n_r = 0.625*54/32.89 = 1.02,$$

$$K_L = 0.14,$$

$$n/v_H = 0.625/32.89 = 0.019,$$

$$K_0 = 0.07.$$

$$k_r = 2*3.14*0.14*0.07/0.12 = 0.51,$$

$$\beta = 1+3.6*(0.08/1.60*(1.1+0.51))^{0.5} = 2.02.$$

5. Współczynnik kształtu dla skratowania z rur:

$$d*\sqrt{0.1q_k}C_e = 0.21*(0.1*420*1.60)^{0.5} = 1.721 = 1.4 > 1.0$$

$$C_x = 1.4 \text{ (Z1-21)}$$

6. Współczynnik kształtu dla przewodu komin:

$$d*\sqrt{0.1q_k}C_e = 1.6*(0.1*420*1.60)^{0.5} = 13.1,$$

$$C_{x\infty}(Z1-17) = 0.9,$$

$$\lambda = 2*56/1.6 = 70,$$

$$\text{Log}(1/\lambda) = -1.845,$$

$$k=1,$$

$$C_{xk} = k * C_{x\infty} = 0.9.$$

7. Obciążenie łączne na wieżę i komin wyznaczono zgodnie ze wzorem [1] PN-B 2011 i [Z2-2] PN-B 03201.

- a. Do wysokości 24m:

$$C_{xs} = 1.4*0.26*5.41/(2*1.2+1.6)+0.9*(1-0.26) = 1.15,$$

- b. Od wysokości 24m do 36m:

$$C_{xs} = 1.4*0.20*5.41/(2*1.2+1.6)+0.9*(1-0.20) = 1.10,$$

- c. Od wysokości 36m:

$$C_{xs} = 1.4*0.80*5.41/(2*1.2+1.6)+0.9*(1-0.80) = 1.70,$$

8. Obciążenie na 1mb do 24 m wysokości

$$C_e = k(z/10)^{2\alpha} (Z2-1) = 1*(24/10)^{(2*0.14)} = 1.30.$$

$$p_k = 0.42*1.30*1.15*(1.6+2*1.2)*2.02 = 5.07 \text{ kN/m.}$$

9. Wypadkowa pozioma na węzły w poz. 1, 2, 3, 4, 5

$$P_k = 5.07*4 = 20.28 \text{ kN.}$$

$$\text{Na 1 węzeł: } p_{1k} = 20.28/6 = 3.38 \text{ kN}$$

10. Obciążenie na 1mb od 24 m do 36 m. wysokości

$$C_e = k(z/10)^{2\alpha} (Z2-1) = 1*(36/10)^{(2*0.14)} = 1.43.$$

$$p_k = 0.42*1.43*1.10*(1.6+2*1.2)*2.02 = 5.34 \text{ kN/m.}$$

11. Wypadkowa pozioma na węzły w poz. 6

$$P_k = 20.28/2+5.34*2 = 20.82 \text{ kN.}$$

$$\text{Na 1 węzeł: } p_{1k} = 20.82/6 = 3.47 \text{ kN}$$

12. Wypadkowa pozioma na węzły w poz. 7,8
 $P_k = 5,34 \cdot 4 = 21,36 \text{ kN}$.
Na 1 węzeł: $p_{1k} = 21,36/6 = 3,56 \text{ kN}$
13. Obciążenie na 1mb powyżej 36 m. wysokości
 $p_k = 0,42 \cdot 1,60 \cdot 1,70 \cdot (1,6 + 2 \cdot 1,2) \cdot 2,02 = 9,23 \text{ kN/m}$.
14. Wypadkowa pozioma na węzły w poz. 9
 $P_k = 21,36/2 + 9,23 \cdot 2 = 29,14 \text{ kN}$.
Na 1 węzeł: $p_{1k} = 29,14/6 = 4,8567 \text{ kN}$
15. Wypadkowa pozioma na węzły w poz. 10 do 13
 $P_k = 9,23 \cdot 4 = 36,92 \text{ kN}$.
Na 1 węzeł: $p_{1k} = 36,92/6 = 6,1533 \text{ kN}$
16. Wypadkowa pozioma na węzły w poz. 14
 $P_k = 9,23 \cdot 2 = 18,46 \text{ kN}$.
Na 1 węzeł: $p_{1k} = 18,46/6 = 3,0767 \text{ kN}$

KOŁOBRZEG H-60

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wytęż	Przypadek
1 Słup_1	102/5	STAL	78.92	78.92	1.37	3 KOMB1
2 Słup_2	102/5	STAL	78.92	78.92	1.63	3 KOMB1
3 Słup_3	102/5	STAL	78.92	78.92	0.19	3 KOMB1
4 Słup_4	102/5	STAL	78.92	78.92	1.21	3 KOMB1
5 Słup_5	102/5	STAL	78.92	78.92	0.96	3 KOMB1
6 Słup_6	102/5	STAL	78.92	78.92	0.23	3 KOMB1
7 Słup_7	2 C 140	STAL	49.78	109.40	0.13	3 KOMB1
8 Słup_8	2 C 140	STAL	49.78	109.40	0.17	3 KOMB1
9 Słup_9	2 C 140	STAL	49.78	109.40	0.12	3 KOMB1
10 Słup_10	219/8.8	STAL	36.43	36.43	0.25	3 KOMB1
11 Słup_11	219/8.8	STAL	36.43	36.43	0.24	3 KOMB1
12 Słup_12	219/8.8	STAL	36.43	36.43	0.17	3 KOMB1
13 Słup_13	219/8.8	STAL	36.43	36.43	0.33	3 KOMB1
14 Słup_14	219/8.8	STAL	36.43	36.43	0.39	3 KOMB1
15 Słup_15	219/8.8	STAL	36.43	36.43	0.39	3 KOMB1
20 Słup_20	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.56	3 KOMB1
21 Słup_21	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.19	3 KOMB1
22 Słup_22	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.36	3 KOMB1
23 Słup_23	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.47	3 KOMB1
24 Słup_24	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.99	3 KOMB1
25 Słup_25	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.26	3 KOMB1
26 Słup_26	IN 200	STAL	16.93	72.40	0.39	3 KOMB1
27 Słup_27	IN 200	STAL	16.93	72.40	0.26	3 KOMB1
28 Słup_28	IN 200	STAL	16.93	72.40	0.25	3 KOMB1
29 Słup_29	RO 219.1x11	STAL	58.37	58.37	0.60	3 KOMB1
30 Słup_30	RO 219.1x11	STAL	58.37	58.37	0.18	3 KOMB1
31 Słup_31	RO 219.1x11	STAL	58.37	58.37	0.70	3 KOMB1
32 Słup_32	RO 219.1x11	STAL	58.37	58.37	0.84	3 KOMB1
33 Słup_33	RO 219.1x11	STAL	58.37	58.37	0.72	3 KOMB1
34 Słup_34	RO 219.1x11	STAL	58.37	58.37	0.19	3 KOMB1
35 Słup_35	RO 219.1x11	STAL	58.37	58.37	0.20	3 KOMB1
36 Słup_36	RO 219.1x11	STAL	58.37	58.37	0.82	3 KOMB1
37 Słup_37	RO 219.1x11	STAL	58.37	58.37	1.01	3 KOMB1
38 Słup_38	RO 219.1x11	STAL	58.37	58.37	0.85	3 KOMB1
39 Słup_39	RO 219.1x11	STAL	58.37	58.37	0.73	3 KOMB1
40 Słup_40	RO 219.1x11	STAL	58.37	58.37	0.24	3 KOMB1
41 Słup_41	102/5	STAL	78.92	78.92	0.56	3 KOMB1
42 Słup_42	102/5	STAL	78.92	78.92	1.12	3 KOMB1
43 Słup_43	102/5	STAL	78.92	78.92	0.49	3 KOMB1
44 Słup_44	102/5	STAL	78.92	78.92	0.85	3 KOMB1
45 Słup_45	102/5	STAL	78.92	78.92	0.36	3 KOMB1
46 Słup_46	102/5	STAL	78.92	78.92	0.77	3 KOMB1
47 Słup_47	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.18	3 KOMB1
48 Słup_48	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.08	3 KOMB1
49 Słup_49	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.34	3 KOMB1
50 Słup_50	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.32	3 KOMB1
51 Słup_51	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.22	3 KOMB1
52 Słup_52	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.23	3 KOMB1
53 Słup_53	IN 200	STAL	16.93	72.40	0.20	3 KOMB1
54 Słup_54	IN 200	STAL	16.93	72.40	0.09	3 KOMB1
55 Słup_55	IN 200	STAL	16.93	72.40	0.28	3 KOMB1
56 Słup_56	219/11	STAL	57.56	57.56	0.48	3 KOMB1
57 Słup_57	219/11	STAL	57.56	57.56	0.43	3 KOMB1
58 Słup_58	219/11	STAL	57.56	57.56	0.97	3 KOMB1
59 Słup_59	219/11	STAL	57.56	57.56	0.95	3 KOMB1
60 Słup_60	219/11	STAL	57.56	57.56	0.52	3 KOMB1
61 Słup_61	219/11	STAL	57.56	57.56	0.49	3 KOMB1
62 Słup_62	219/11	STAL	57.56	57.56	0.41	3 KOMB1
63 Słup_63	219/11	STAL	57.56	57.56	0.44	3 KOMB1
64 Słup_64	219/11	STAL	57.56	57.56	0.78	3 KOMB1
65 Słup_65	219/11	STAL	57.56	57.56	0.81	3 KOMB1
67 Słup_67	219/11	STAL	57.56	57.56	0.41	3 KOMB1
68 Słup_68	219/11	STAL	57.56	57.56	0.35	3 KOMB1

69	Slup_69	102/5	STAL	78.92	78.92	1.12	3 KOMB1
70	Slup_70	102/5	STAL	78.92	78.92	1.13	3 KOMB1
71	Slup_71	102/5	STAL	78.92	78.92	0.09	3 KOMB1
72	Slup_72	102/5	STAL	78.92	78.92	0.80	3 KOMB1
73	Slup_73	102/5	STAL	78.92	78.92	0.80	3 KOMB1
74	Slup_74	102/5	STAL	78.92	78.92	0.11	3 KOMB1
75	Slup_75	2 C 140	STAL	49.76	109.40	0.07	3 KOMB1
76	Slup_76	2 C 140	STAL	49.76	109.40	0.08	3 KOMB1
77	Slup_77	2 C 140	STAL	49.76	109.40	0.04	2 WIATR1
78	Slup_78	219/11	STAL	57.56	57.56	0.57	3 KOMB1
79	Slup_79	219/11	STAL	57.56	57.56	0.16	3 KOMB1
80	Slup_80	219/11	STAL	57.56	57.56	0.58	3 KOMB1
81	Slup_81	219/11	STAL	57.56	57.56	0.59	3 KOMB1
82	Slup_82	219/11	STAL	57.56	57.56	0.58	3 KOMB1
83	Slup_83	219/11	STAL	57.56	57.56	0.16	3 KOMB1
84	Slup_84	219/11	STAL	57.56	57.56	0.14	3 KOMB1
85	Slup_85	219/11	STAL	57.56	57.56	0.69	3 KOMB1
86	Slup_86	219/11	STAL	57.56	57.56	0.69	3 KOMB1
87	Slup_87	219/11	STAL	57.56	57.56	0.71	3 KOMB1
88	Slup_88	219/11	STAL	57.56	57.56	0.70	3 KOMB1
89	Slup_89	219/11	STAL	57.56	57.56	0.14	3 KOMB1
90	Slup_90	102/5	STAL	78.92	78.92	0.60	3 KOMB1
91	Slup_91	102/5	STAL	78.92	78.92	1.08	3 KOMB1
92	Slup_92	102/5	STAL	78.92	78.92	0.44	3 KOMB1
93	Slup_93	102/5	STAL	78.92	78.92	0.75	3 KOMB1
94	Slup_94	102/5	STAL	78.92	78.92	0.45	3 KOMB1
95	Slup_95	102/5	STAL	78.92	78.92	0.62	3 KOMB1
96	Slup_96	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.12	3 KOMB1
97	Slup_97	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.14	3 KOMB1
98	Slup_98	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.16	3 KOMB1
99	Slup_99	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.19	3 KOMB1
100	Slup_100	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.22	3 KOMB1
101	Slup_101	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.26	3 KOMB1
102	Slup_102	IN 200	STAL	16.93	72.40	0.19	3 KOMB1
103	Slup_103	IN 200	STAL	16.93	72.40	0.14	3 KOMB1
104	Slup_104	IN 200	STAL	16.93	72.40	0.22	3 KOMB1
105	Slup_105	219/11	STAL	57.56	57.56	0.28	3 KOMB1
106	Slup_106	219/11	STAL	57.56	57.56	0.41	3 KOMB1
107	Slup_107	219/11	STAL	57.56	57.56	0.64	3 KOMB1
108	Slup_108	219/11	STAL	57.56	57.56	0.65	3 KOMB1
109	Slup_109	219/11	STAL	57.56	57.56	0.27	3 KOMB1
110	Slup_110	219/11	STAL	57.56	57.56	0.40	3 KOMB1
111	Slup_111	219/11	STAL	57.56	57.56	0.36	3 KOMB1
112	Slup_112	219/11	STAL	57.56	57.56	0.23	3 KOMB1
113	Slup_113	219/11	STAL	57.56	57.56	0.54	3 KOMB1
114	Slup_114	219/11	STAL	57.56	57.56	0.54	3 KOMB1
115	Slup_115	219/11	STAL	57.56	57.56	0.22	3 KOMB1
116	Slup_116	219/11	STAL	57.56	57.56	0.33	3 KOMB1
117	Slup_117	102/5	STAL	78.92	78.92	0.72	3 KOMB1
118	Slup_118	102/5	STAL	78.92	78.92	0.72	3 KOMB1
119	Slup_119	102/5	STAL	78.92	78.92	0.09	3 KOMB1
120	Slup_120	102/5	STAL	78.92	78.92	0.51	3 KOMB1
121	Slup_121	102/5	STAL	78.92	78.92	0.52	3 KOMB1
122	Slup_122	102/5	STAL	78.92	78.92	0.11	3 KOMB1
123	Slup_123	2 C 140	STAL	49.76	109.40	0.05	3 KOMB1
124	Slup_124	2 C 140	STAL	49.76	109.40	0.05	3 KOMB1
125	Slup_125	2 C 140	STAL	49.76	109.40	0.04	2 WIATR1
126	Slup_126	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.59	3 KOMB1
127	Slup_127	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.24	3 KOMB1
128	Slup_128	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.51	3 KOMB1
129	Slup_129	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.51	3 KOMB1
130	Slup_130	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.59	3 KOMB1
131	Slup_131	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.24	3 KOMB1
132	Slup_132	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.19	3 KOMB1
133	Slup_133	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.73	3 KOMB1
134	Slup_134	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.62	3 KOMB1
135	Slup_135	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.63	3 KOMB1
136	Slup_136	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.74	3 KOMB1

137	Slup_137	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.19	3 KOMB1
138	Slup_138	102/5	STAL	78.92	78.92	0.39	3 KOMB1
139	Slup_139	102/5	STAL	78.92	78.92	0.68	3 KOMB1
140	Slup_140	RO 219.1x8	STAL	36.29	36.29	0.17	3 KOMB1
141	Slup_141	102/5	STAL	78.92	78.92	0.53	3 KOMB1
142	Slup_142	102/5	STAL	78.92	78.92	0.34	3 KOMB1
143	Slup_143	102/5	STAL	78.92	78.92	0.41	3 KOMB1
144	Slup_144	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.19	3 KOMB1
145	Slup_145	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.13	3 KOMB1
146	Slup_146	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.16	3 KOMB1
147	Slup_147	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.19	3 KOMB1
148	Slup_148	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.34	3 KOMB1
149	Slup_149	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.29	3 KOMB1
150	Slup_150	IN 200	STAL	16.93	72.40	0.24	3 KOMB1
151	Slup_151	IN 200	STAL	16.93	72.40	0.13	3 KOMB1
152	Slup_152	IN 200	STAL	16.93	72.40	0.25	3 KOMB1
153	Slup_153	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.18	3 KOMB1
154	Slup_154	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.45	3 KOMB1
155	Slup_155	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.58	3 KOMB1
156	Slup_156	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.54	3 KOMB1
157	Slup_157	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.17	3 KOMB1
158	Slup_158	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.50	3 KOMB1
159	Slup_159	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.42	3 KOMB1
160	Slup_160	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.14	3 KOMB1
161	Slup_161	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.51	3 KOMB1
162	Slup_162	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.50	3 KOMB1
163	Slup_163	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.14	3 KOMB1
164	Slup_164	RO 193.7x8	STAL	64.50	64.50	0.37	3 KOMB1
165	Slup_165	102/5	STAL	78.92	78.92	0.40	3 KOMB1
166	Slup_166	102/5	STAL	78.92	78.92	0.40	3 KOMB1
167	Slup_167	102/5	STAL	78.92	78.92	0.10	3 KOMB1
168	Slup_168	102/5	STAL	78.92	78.92	0.29	3 KOMB1
169	Slup_169	102/5	STAL	78.92	78.92	0.30	3 KOMB1
170	Slup_170	102/5	STAL	78.92	78.92	0.09	3 KOMB1
171	Slup_171	2 C 140	STAL	49.76	109.40	0.05	3 KOMB1
172	Slup_172	2 C 140	STAL	49.76	109.40	0.03	3 KOMB1
173	Slup_173	2 C 140	STAL	49.76	109.40	0.04	2 WIATR1
174	Slup_174	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.55	3 KOMB1
175	Slup_175	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.35	3 KOMB1
176	Slup_176	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.37	3 KOMB1
177	Slup_177	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.39	3 KOMB1
178	Slup_178	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.56	3 KOMB1
179	Slup_179	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.34	3 KOMB1
180	Slup_180	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.27	3 KOMB1
181	Slup_181	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.74	3 KOMB1
182	Slup_182	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.54	3 KOMB1
183	Slup_183	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.54	3 KOMB1
184	Slup_184	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.77	3 KOMB1
185	Slup_185	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.24	3 KOMB1
186	Slup_186	102/5	STAL	78.92	78.92	0.19	3 KOMB1
187	Slup_187	102/5	STAL	78.92	78.92	0.23	3 KOMB1
188	Slup_188	102/5	STAL	78.92	78.92	0.14	3 KOMB1
189	Slup_189	102/5	STAL	78.92	78.92	0.18	3 KOMB1
190	Slup_190	102/5	STAL	78.92	78.92	0.15	3 KOMB1
191	Slup_191	102/5	STAL	78.92	78.92	0.21	3 KOMB1
192	Slup_192	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.16	3 KOMB1
193	Slup_193	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.10	3 KOMB1
194	Slup_194	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.19	3 KOMB1
195	Slup_195	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.18	3 KOMB1
196	Slup_196	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.29	3 KOMB1
197	Slup_197	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.25	3 KOMB1
198	Slup_198	IN 200	STAL	16.93	72.40	0.24	3 KOMB1
199	Slup_199	IN 200	STAL	16.93	72.40	0.15	3 KOMB1
200	Slup_200	IN 200	STAL	16.93	72.40	0.25	3 KOMB1
201	Slup_201	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.06	3 KOMB1
202	Slup_202	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.49	3 KOMB1
203	Slup_203	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.47	3 KOMB1
204	Slup_204	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.52	3 KOMB1

205	Slup_205	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.10	3 KOMB1
206	Slup_206	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.52	3 KOMB1
207	Slup_207	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.38	3 KOMB1
208	Slup_208	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.09	3 KOMB1
209	Slup_209	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.40	3 KOMB1
210	Slup_210	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.39	3 KOMB1
211	Slup_211	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.07	3 KOMB1
212	Slup_212	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.34	3 KOMB1
213	Slup_213	102/5	STAL	78.92	78.92	0.21	3 KOMB1
214	Slup_214	102/5	STAL	78.92	78.92	0.19	3 KOMB1
215	Slup_215	102/5	STAL	78.92	78.92	0.06	3 KOMB1
216	Slup_216	102/5	STAL	78.92	78.92	0.16	3 KOMB1
217	Slup_217	102/5	STAL	78.92	78.92	0.15	3 KOMB1
218	Slup_218	102/5	STAL	78.92	78.92	0.05	3 KOMB1
219	Slup_219	2 C 140	STAL	49.76	109.40	0.04	3 KOMB1
220	Slup_220	2 C 140	STAL	49.76	109.40	0.04	3 KOMB1
221	Slup_221	2 C 140	STAL	49.76	109.40	0.03	3 KOMB1
222	Slup_222	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.30	3 KOMB1
223	Slup_223	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.25	3 KOMB1
224	Slup_224	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.16	3 KOMB1
225	Slup_225	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.16	3 KOMB1
226	Slup_226	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.29	3 KOMB1
227	Slup_227	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.28	3 KOMB1
228	Slup_228	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.26	3 KOMB1
229	Slup_229	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.40	3 KOMB1
230	Slup_230	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.21	3 KOMB1
231	Slup_231	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.17	3 KOMB1
232	Slup_232	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.37	3 KOMB1
233	Slup_233	RO 159x6	STAL	78.30	78.30	0.19	3 KOMB1
234	Slup_234	102/5	STAL	78.92	78.92	0.09	3 KOMB1
235	Slup_235	102/5	STAL	78.92	78.92	0.07	3 KOMB1
236	Slup_236	102/5	STAL	78.92	78.92	0.08	3 KOMB1
237	Slup_237	102/5	STAL	78.92	78.92	0.09	3 KOMB1
238	Slup_238	102/5	STAL	78.92	78.92	0.07	3 KOMB1
239	Slup_239	102/5	STAL	78.92	78.92	0.10	3 KOMB1
240	Slup_240	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.16	3 KOMB1
241	Slup_241	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.09	3 KOMB1
242	Slup_242	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.13	3 KOMB1
243	Slup_243	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.18	3 KOMB1
244	Slup_244	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.28	3 KOMB1
245	Slup_245	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.27	3 KOMB1
246	Slup_246	IN 200	STAL	16.93	72.40	0.25	3 KOMB1
247	Slup_247	IN 200	STAL	16.93	72.40	0.15	3 KOMB1
248	Slup_248	IN 200	STAL	16.93	72.40	0.26	3 KOMB1
249	Slup_249	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.07	3 KOMB1
250	Slup_250	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.26	3 KOMB1
251	Slup_251	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.21	3 KOMB1
252	Slup_252	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.27	3 KOMB1
253	Slup_253	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.10	3 KOMB1
254	Slup_254	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.27	3 KOMB1
255	Slup_255	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.20	3 KOMB1
256	Slup_256	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.08	3 KOMB1
257	Slup_257	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.18	3 KOMB1
258	Slup_258	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.16	3 KOMB1
259	Slup_259	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.05	3 KOMB1
260	Slup_260	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.16	3 KOMB1
261	Slup_261	102/5	STAL	78.92	78.92	0.07	3 KOMB1
262	Slup_262	102/5	STAL	78.92	78.92	0.07	3 KOMB1
263	Slup_263	102/5	STAL	78.92	78.92	0.03	3 KOMB1
264	Slup_264	102/5	STAL	78.92	78.92	0.05	3 KOMB1
265	Slup_265	102/5	STAL	78.92	78.92	0.05	3 KOMB1
266	Slup_266	102/5	STAL	78.92	78.92	0.02	2 WIATR1
267	Slup_267	2 C 140	STAL	49.76	109.40	0.03	3 KOMB1
268	Slup_268	2 C 140	STAL	49.76	109.40	0.03	3 KOMB1
269	Slup_269	2 C 140	STAL	49.76	109.40	0.02	3 KOMB1
270	Slup_270	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.15	3 KOMB1
271	Slup_271	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.16	3 KOMB1
272	Slup_272	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.09	3 KOMB1

273	Slup_273	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.08	3 KOMB1
274	Slup_274	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.14	3 KOMB1
275	Slup_275	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.20	3 KOMB1
276	Slup_276	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.19	3 KOMB1
277	Slup_277	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.22	3 KOMB1
278	Slup_278	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.10	3 KOMB1
279	Slup_279	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.07	3 KOMB1
280	Slup_280	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.19	3 KOMB1
281	Slup_281	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.11	3 KOMB1
282	Slup_282	102/5	STAL	78.92	78.92	0.06	3 KOMB1
283	Slup_283	102/5	STAL	78.92	78.92	0.08	3 KOMB1
284	Slup_284	102/5	STAL	78.92	78.92	0.07	3 KOMB1
285	Slup_285	102/5	STAL	78.92	78.92	0.08	3 KOMB1
286	Slup_286	102/5	STAL	78.92	78.92	0.06	3 KOMB1
287	Slup_287	102/5	STAL	78.92	78.92	0.07	3 KOMB1
288	Slup_288	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.13	3 KOMB1
289	Slup_289	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.06	3 KOMB1
290	Slup_290	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.06	3 KOMB1
291	Slup_291	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.12	3 KOMB1
292	Slup_292	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.23	3 KOMB1
293	Slup_293	IN 200	STAL	25.86	110.59	0.22	3 KOMB1
294	Slup_294	IN 200	STAL	16.93	72.40	0.20	3 KOMB1
295	Slup_295	IN 200	STAL	16.93	72.40	0.13	3 KOMB1
296	Slup_296	IN 200	STAL	16.93	72.40	0.20	3 KOMB1
297	Slup_297	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.09	3 KOMB1
298	Slup_298	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.12	3 KOMB1
299	Slup_299	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.08	3 KOMB1
300	Slup_300	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.12	3 KOMB1
301	Slup_301	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.14	3 KOMB1
302	Slup_302	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.16	3 KOMB1
303	Slup_303	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.13	3 KOMB1
304	Slup_304	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.10	3 KOMB1
305	Slup_305	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.10	3 KOMB1
306	Slup_306	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.08	3 KOMB1
307	Slup_307	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.08	3 KOMB1
308	Slup_308	RO 139.7/6	STAL	89.58	89.58	0.09	3 KOMB1
309	Pręt_309	RO 244.5x18	STAL	54.75	54.75	0.83	3 KOMB1
310	Pręt_310	RO 244.5x18	STAL	54.75	54.75	0.88	3 KOMB1
311	Pręt_311	RO 244.5x18	STAL	54.75	54.75	0.22	3 KOMB1
312	Pręt_312	RO 244.5x18	STAL	54.75	54.75	0.75	3 KOMB1
313	Pręt_313	RO 244.5x18	STAL	54.75	54.75	0.19	3 KOMB1
314	Pręt_314	RO 244.5x18	STAL	54.75	54.75	0.69	3 KOMB1
315	Pręt_315	RO 244.5x18	STAL	54.75	54.75	0.79	3 KOMB1
316	Pręt_316	RO 244.5x18	STAL	54.75	54.75	0.68	3 KOMB1
317	Pręt_317	RO 244.5x18	STAL	54.75	54.75	0.34	3 KOMB1
318	Pręt_318	RO 244.5x18	STAL	54.75	54.75	0.63	3 KOMB1
319	Pręt_319	RO 244.5x18	STAL	54.75	54.75	0.77	3 KOMB1
320	Pręt_320	RO 244.5x18	STAL	54.75	54.75	0.24	3 KOMB1
321	Pręt_321	RO 244.5x18	STAL	66.23	66.23	0.16	3 KOMB1
322	Pręt_322	RO 244.5x18	STAL	66.23	66.23	0.22	3 KOMB1
323	Pręt_323	RO 244.5x18	STAL	66.23	66.23	0.68	3 KOMB1
324	Pręt_324	RO 244.5x18	STAL	66.23	66.23	0.36	3 KOMB1
325	Pręt_325	RO 244.5x18	STAL	66.23	66.23	0.32	3 KOMB1
326	Pręt_326	RO 244.5x18	STAL	66.23	66.23	0.48	3 KOMB1
327	Pręt_327	RO 244.5x18	STAL	66.23	66.23	0.38	3 KOMB1
328	Pręt_328	RO 244.5x18	STAL	66.23	66.23	0.55	3 KOMB1
329	Pręt_329	RO 244.5x18	STAL	66.23	66.23	0.56	3 KOMB1
330	Pręt_330	RO 244.5x18	STAL	66.23	66.23	0.36	3 KOMB1
331	Pręt_331	RO 244.5x18	STAL	66.23	66.23	0.45	3 KOMB1
332	Pręt_332	RO 244.5x18	STAL	66.23	66.23	0.95	3 KOMB1
334	Pręt_334	219/11	STAL	59.07	59.07	0.10	3 KOMB1
336	Pręt_336	219/11	STAL	59.07	59.07	0.56	3 KOMB1
338	Pręt_338	2 C 300	STAL	39.54	58.82	0.28	3 KOMB1
340	Pręt_340	2 C 300	STAL	39.54	58.82	0.26	3 KOMB1
342	Pręt_342	2 C 300	STAL	39.54	58.82	0.10	3 KOMB1
349	Slup_349	2 C 300	STAL	39.54	58.82	0.23	3 KOMB1
350	Slup_350	2 C 300	STAL	39.54	58.82	0.26	3 KOMB1
351	Slup_351	2 C 300	STAL	39.54	58.82	0.08	3 KOMB1

ALBUM FOTOGRAFII

- 1 – 70 Elementy kratownicowej konstrukcji wsporczej komina,
71 - 105 Przewody spalinowe komina,
106 – 110 Fundamenty komina,
111 - 117 Błędy geometryczne konstrukcji wsporczej,
118 – 120 Pręty wzmacniające.





2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



16



17



18



19



20



21



22



23



24



25



26



27



28



29



30



31



32



33



34



35



36



37



38



39



40



41



42



43



44



45



46



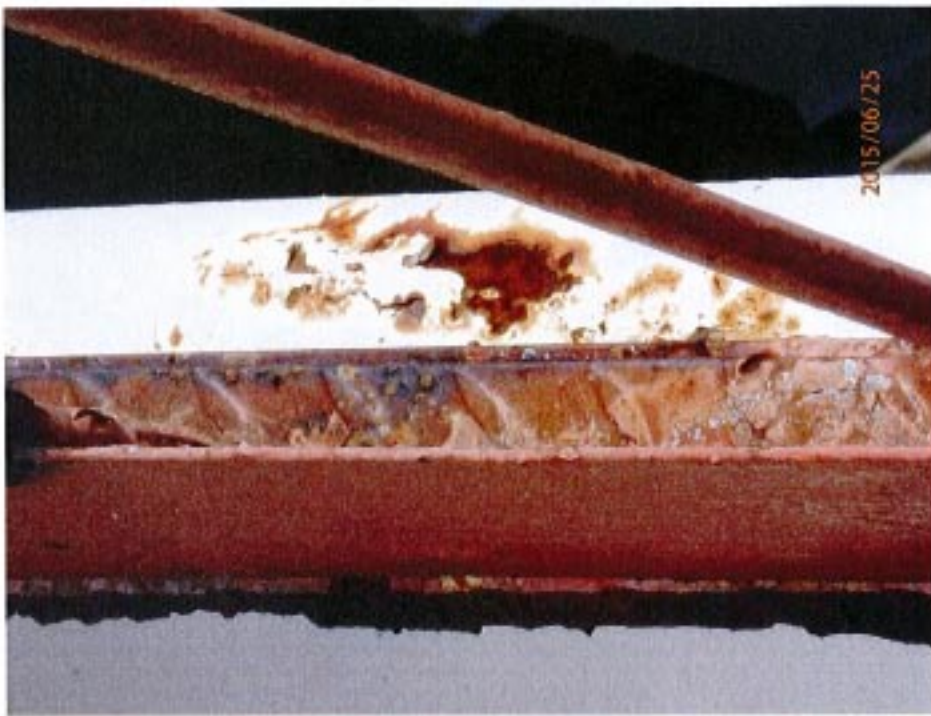
47



48



49



50



51



52



53



54



55



56



57



58



59



60



61



62



63



64



65



66



67



68



69



70



71

25/06/2015 12:08



72

25/06/2015 12:08



73

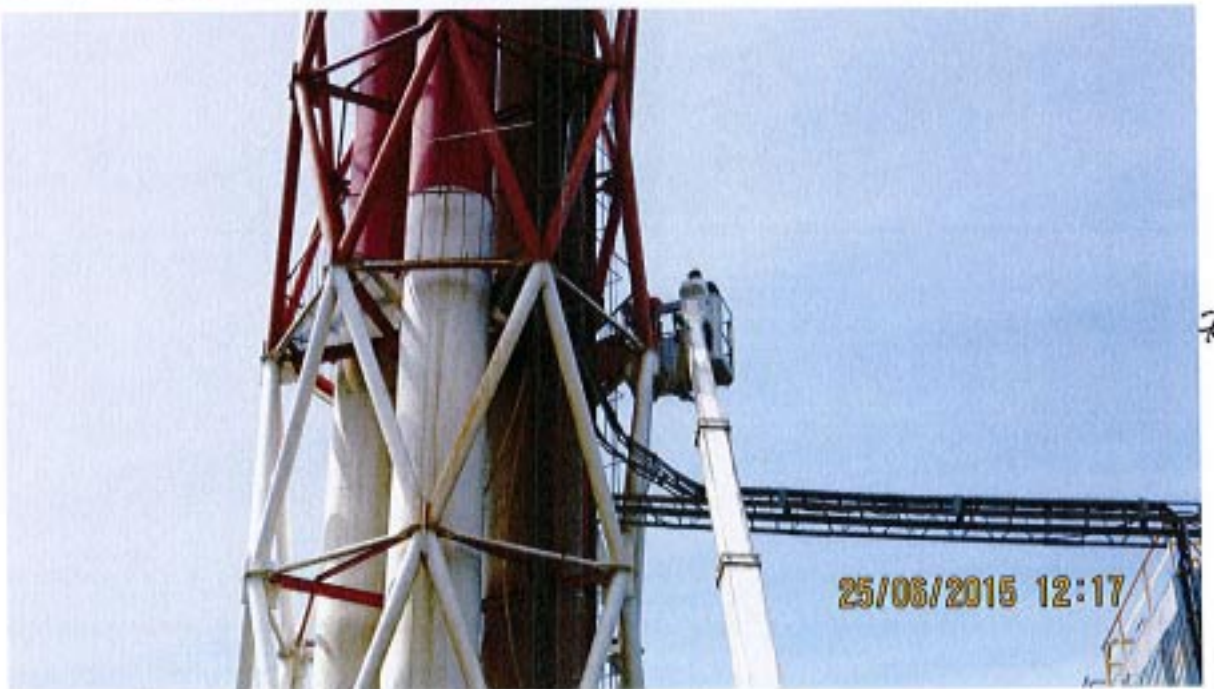
25/06/2015 12:08



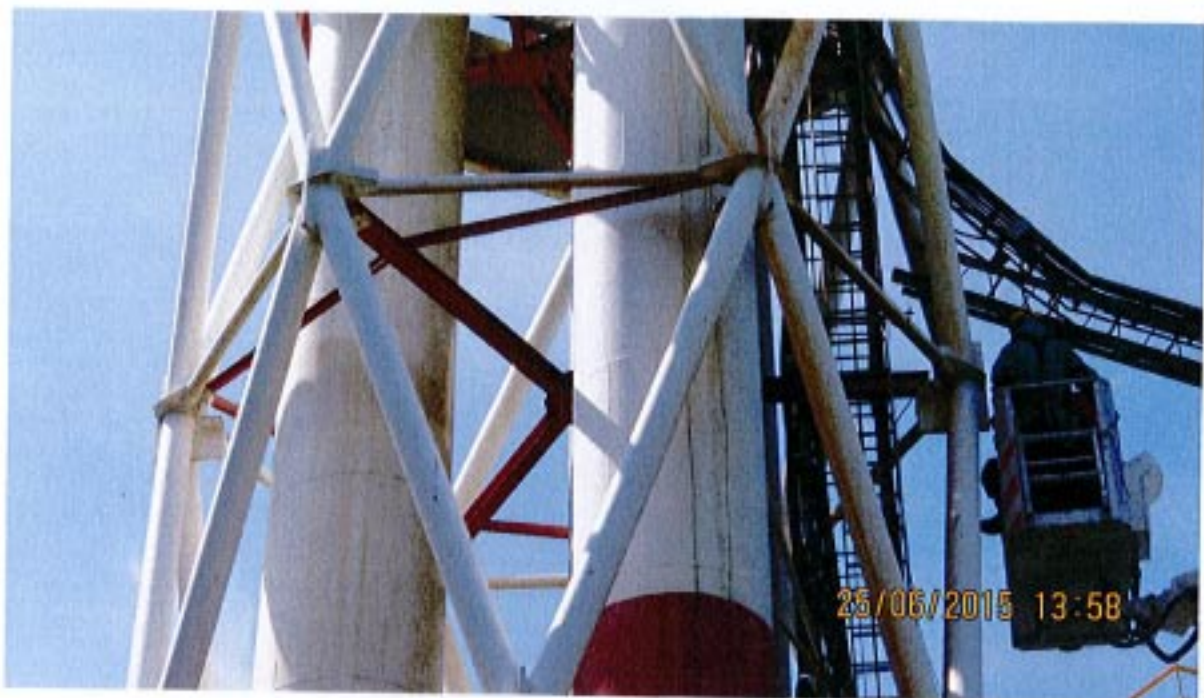
74



75



76



77



78



79



80



81



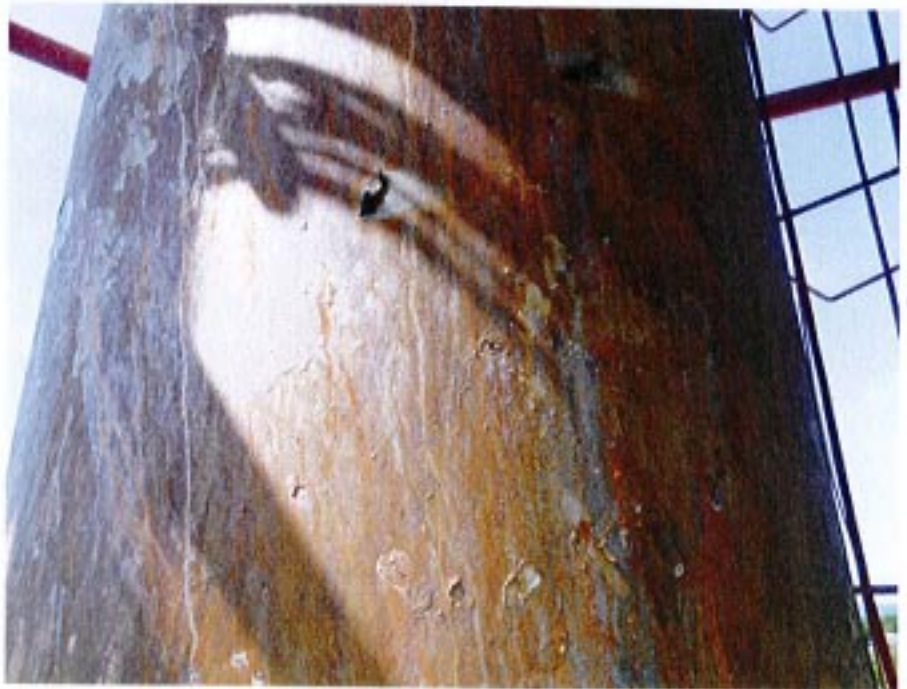
82



83



84



85



86



87



88



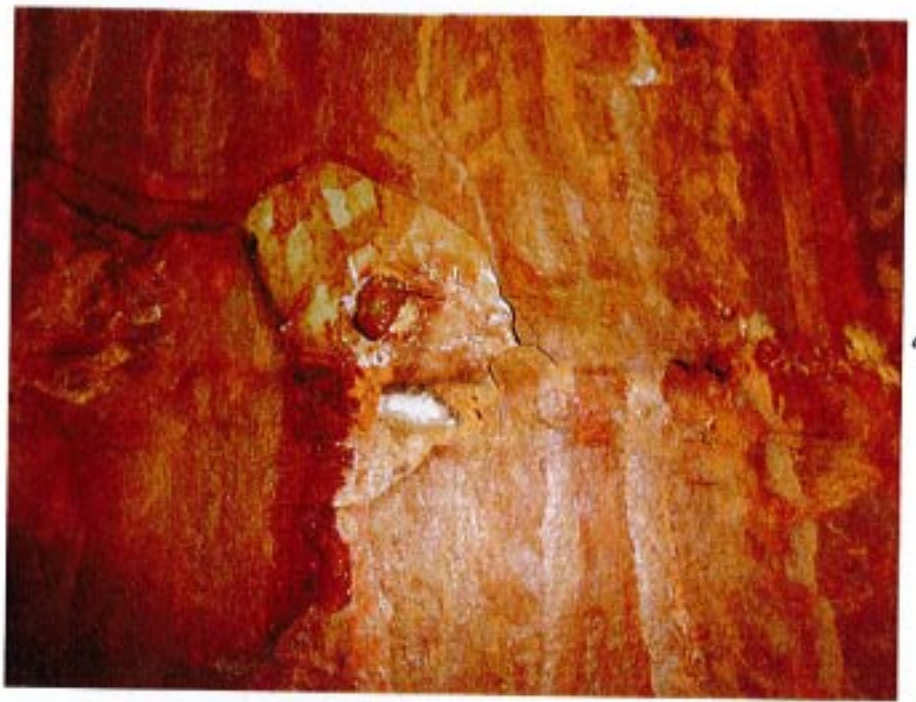
89



90



91



92



93



94



95



96



97



98



99



100



101



102



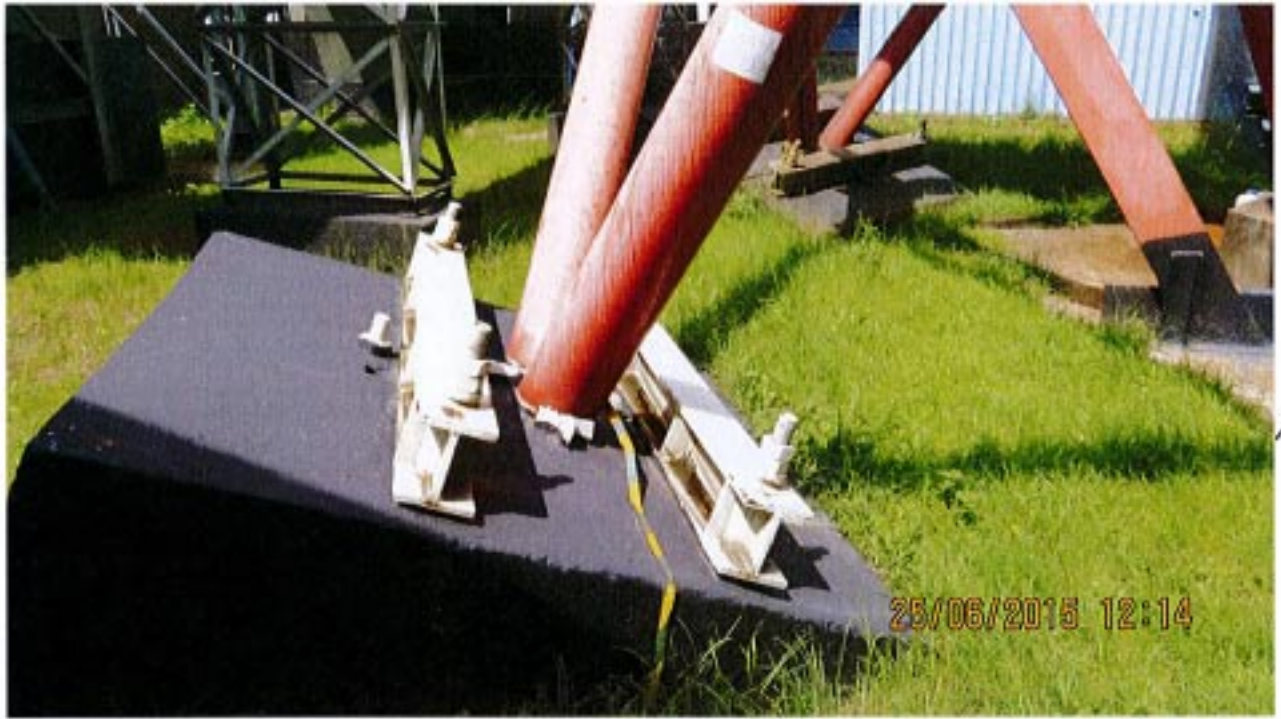
103



104



105



106

25/06/2015 12:14



107

25/06/2015 12:11



108

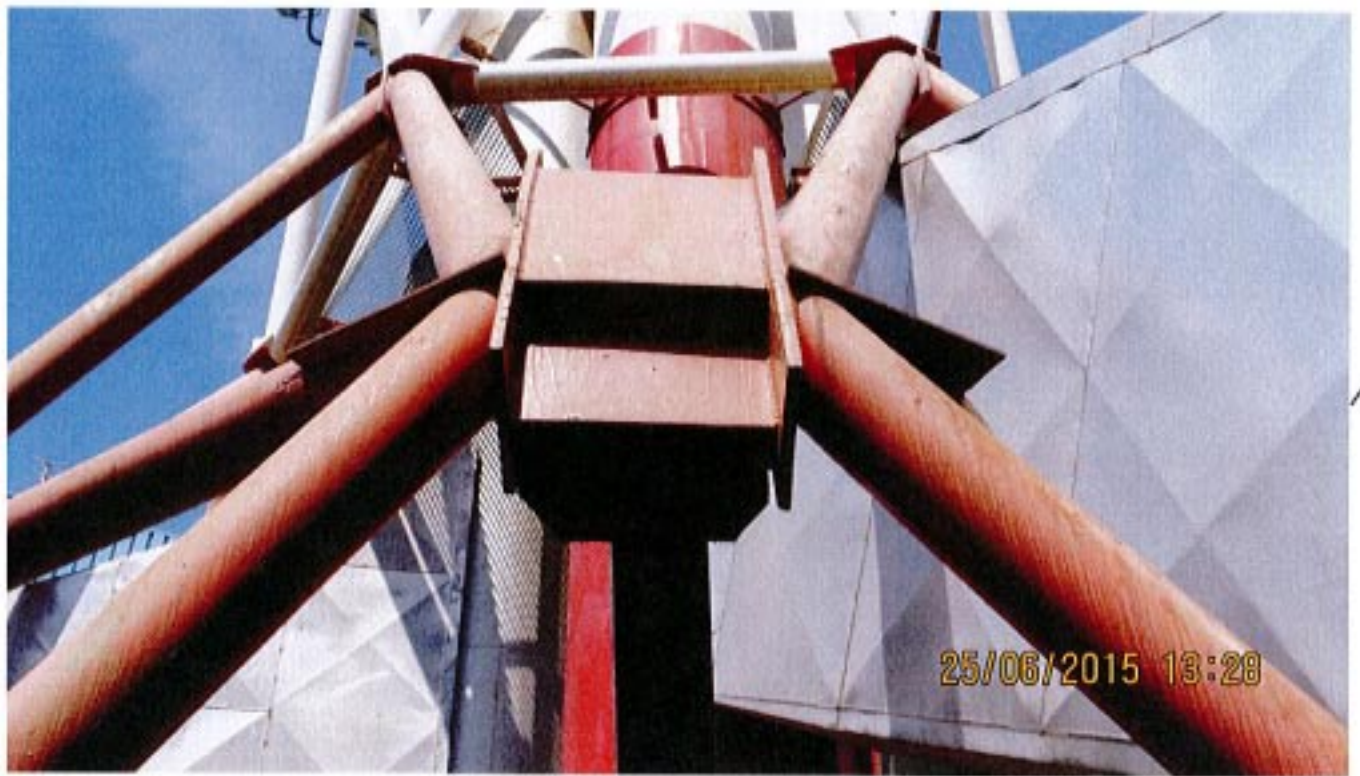
25/06/2015 12:09



109



110



111



112



113

2015/06/25



114

25/06/2015 13:24



115



116



117



118



119

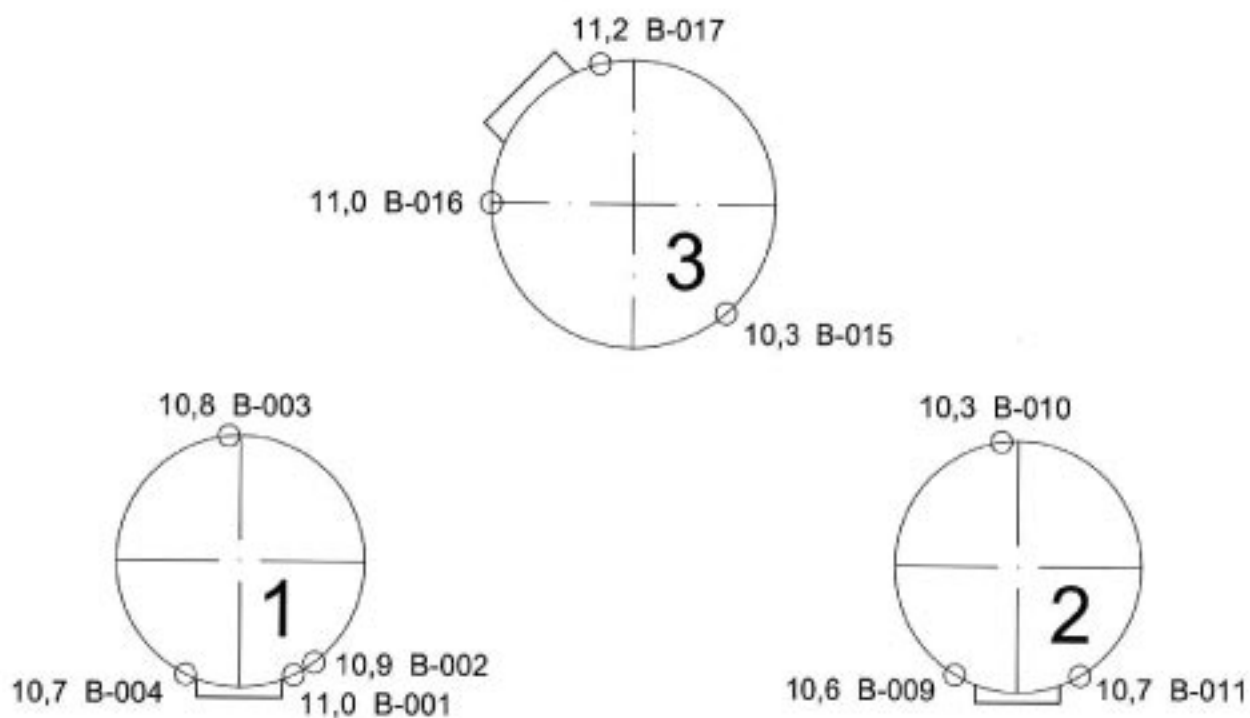


120

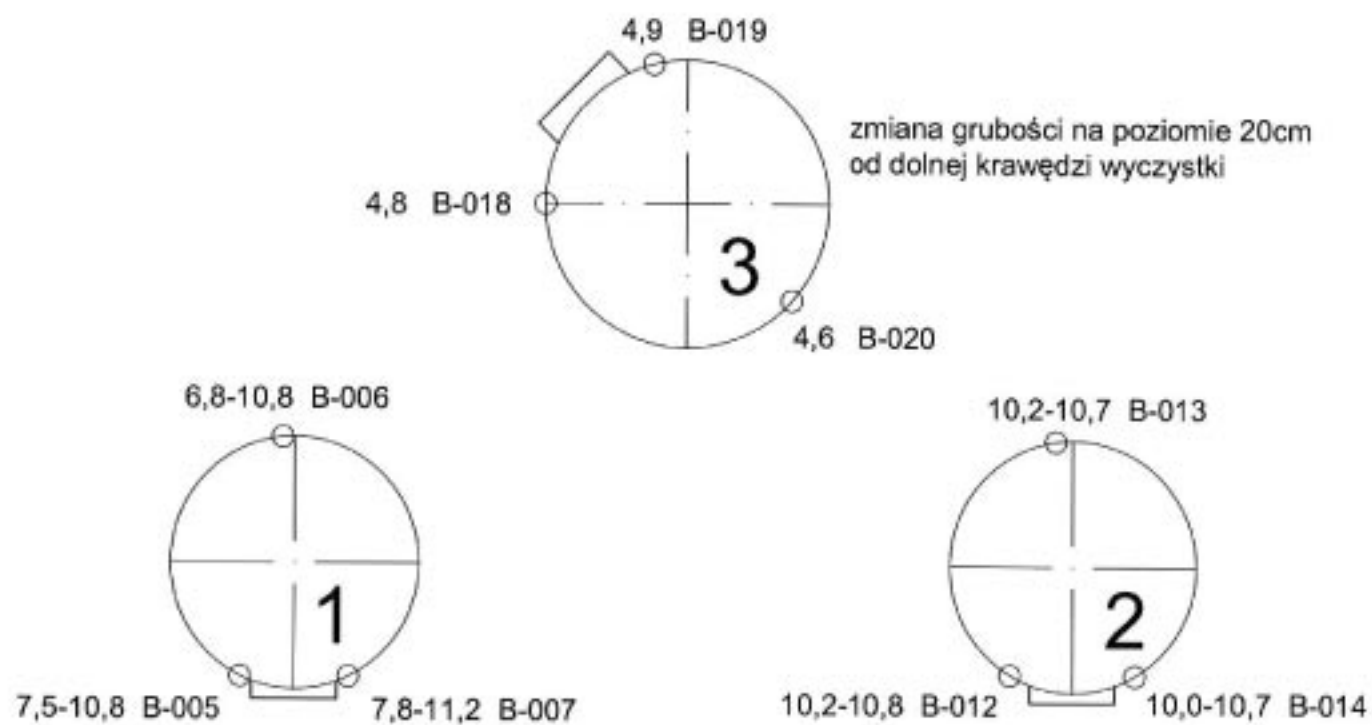
WYNIKI POMIARÓW GRUBOŚCI
ŚCIANKI PRZEWODÓW SPALINOWYCH
KOMINA

Pomiary grubości ścianek trzech przewodów spalinowych komina MEC Kołobrzeg h=60m

Poziom podstawy przewodów spalinowych

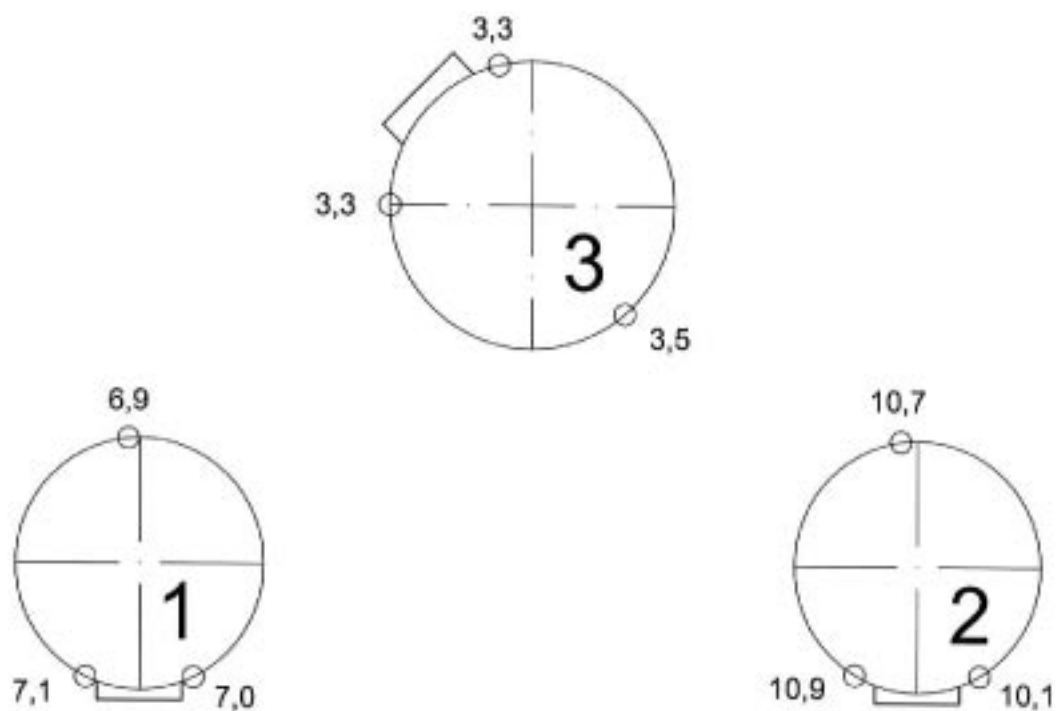


Zmiany grubości na wysokości pierwszej zwijki

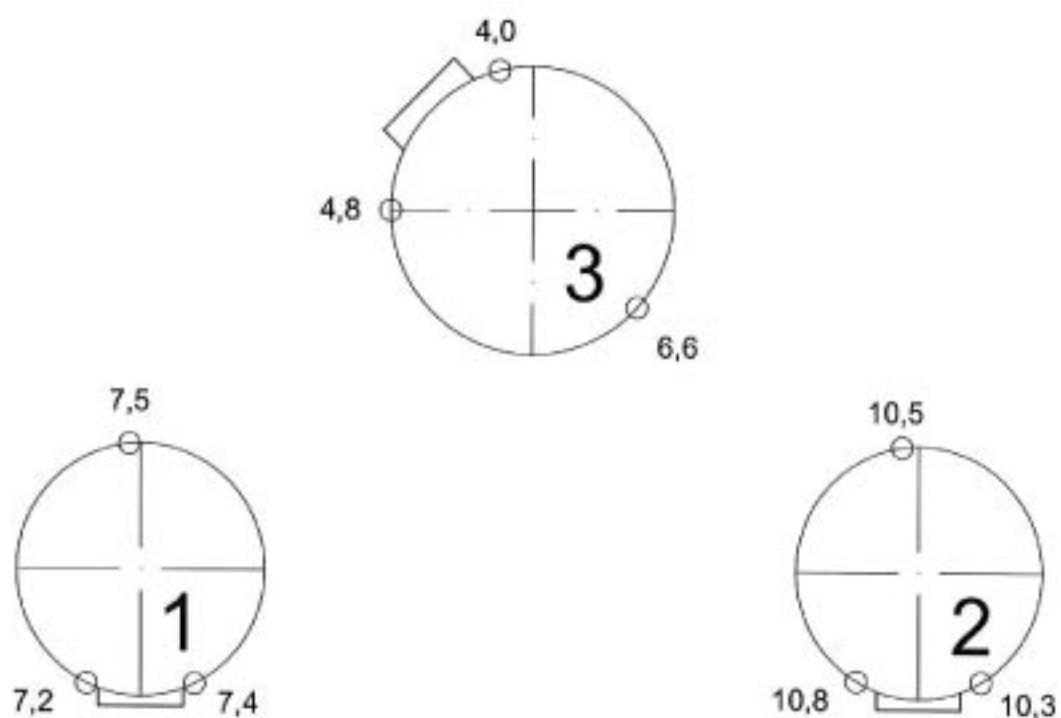


Pomiary grubości ścianek trzech przewodów spalinowych
komina MEC Kołobrzeg h=60m

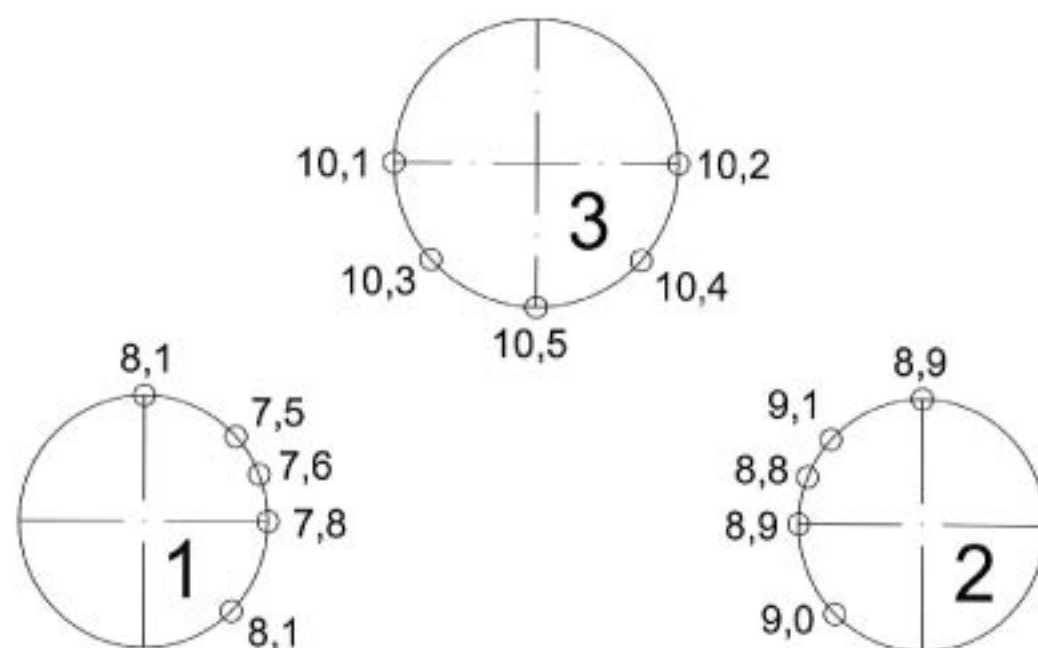
Poziom nad spoinami pierwszej zwijki



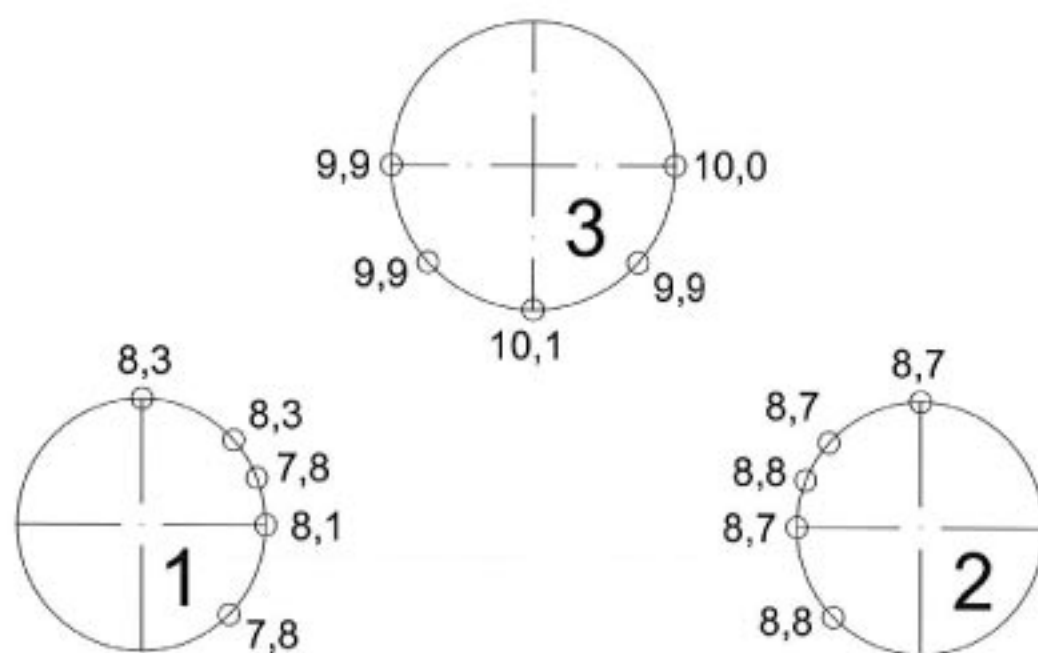
Poziom na wysokości środka drugiej zwijki



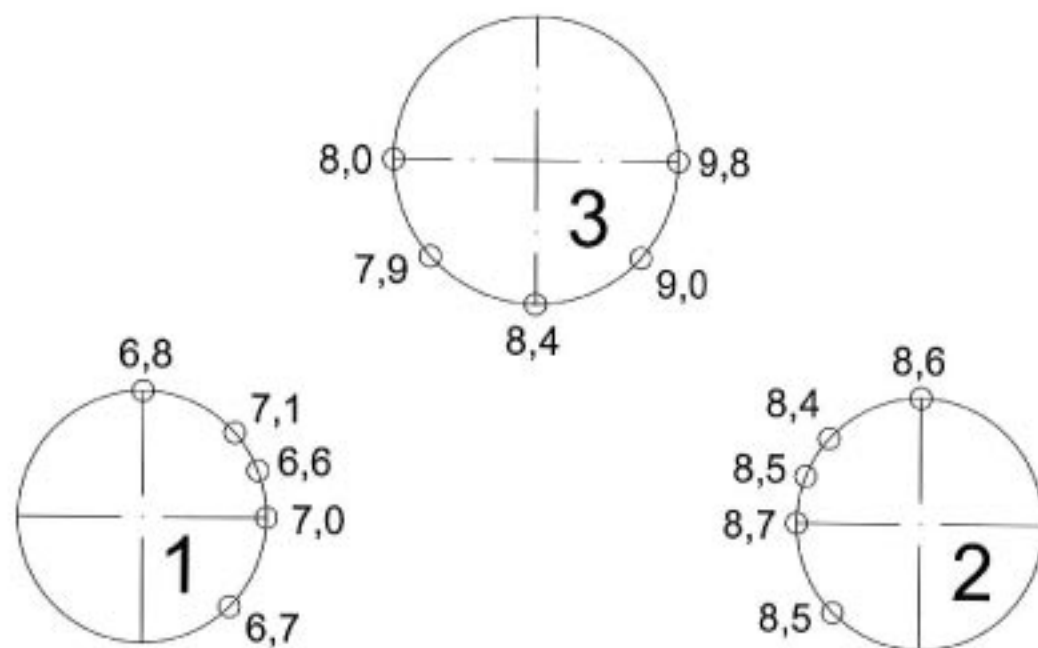
Poziom I podestu



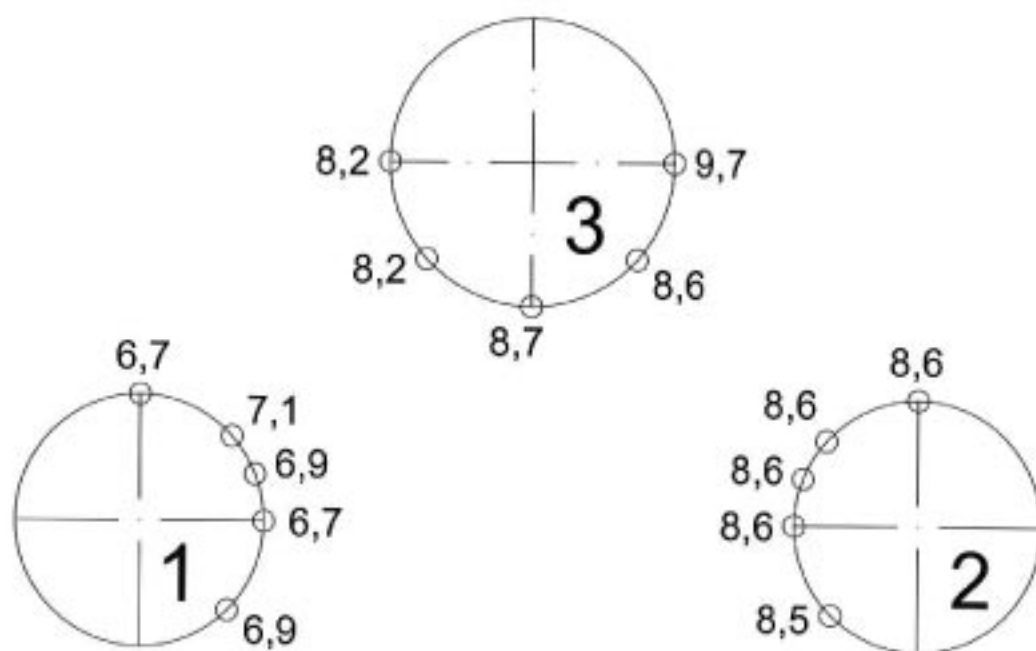
1,5 m nad poziomem I podestu



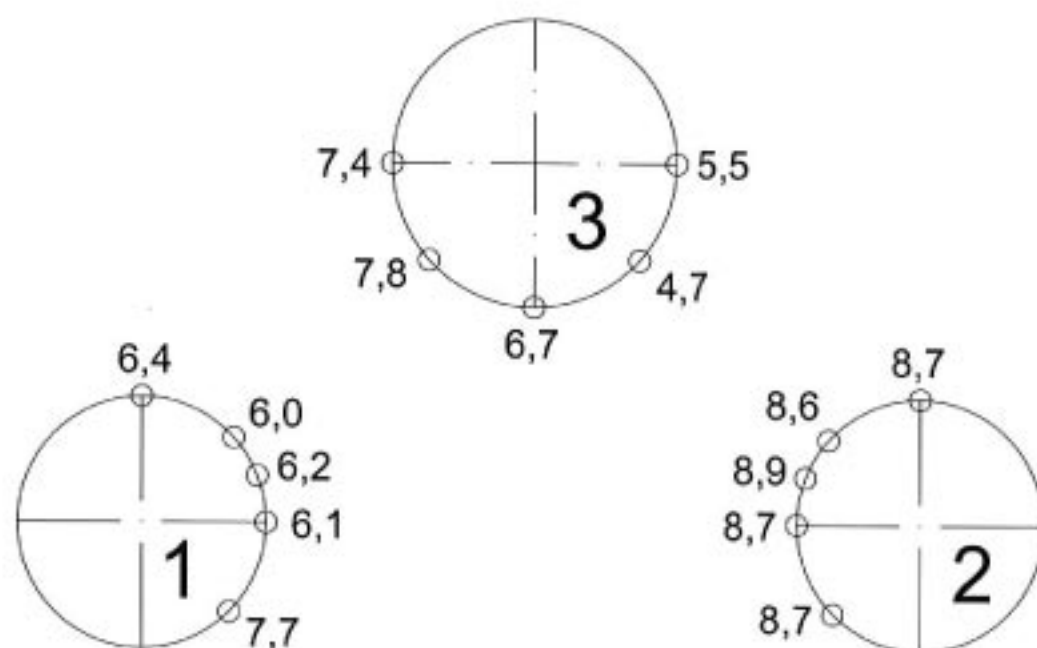
Poziom II podestu



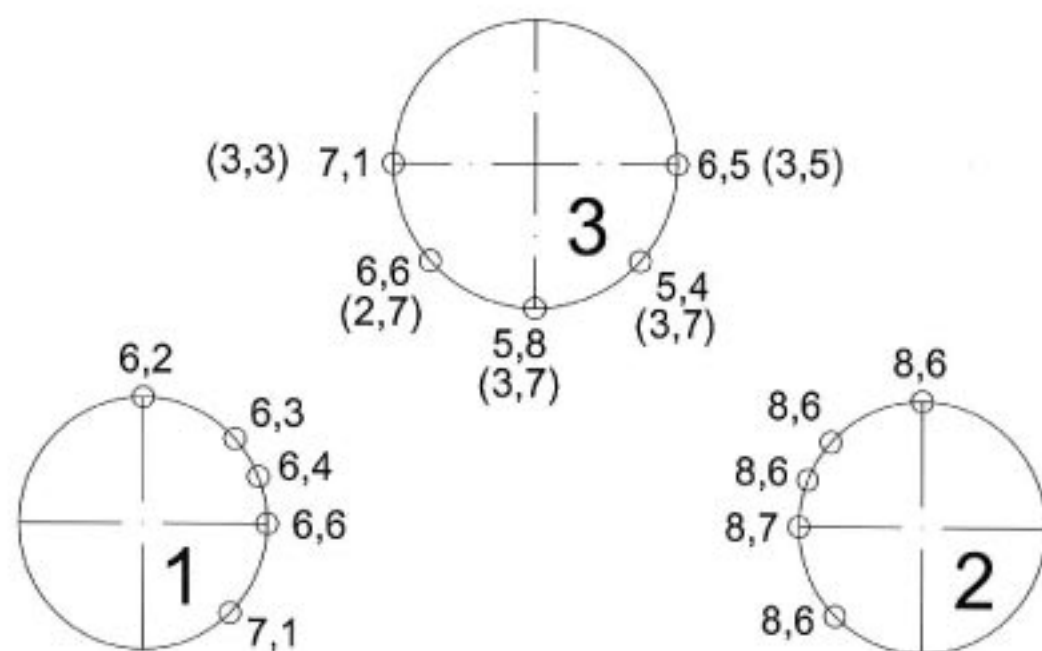
1,5 m nad poziomem II podestu



Poziom III podestu

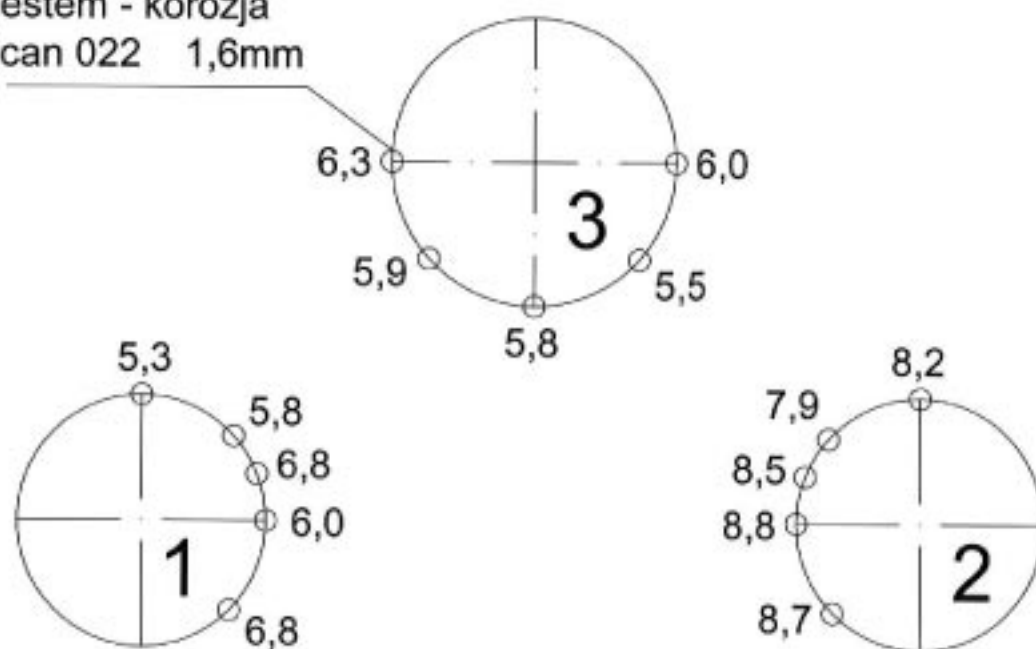


1,5 m nad poziomem III podestu
wymiary w nawiasie - poziom nad spoiną

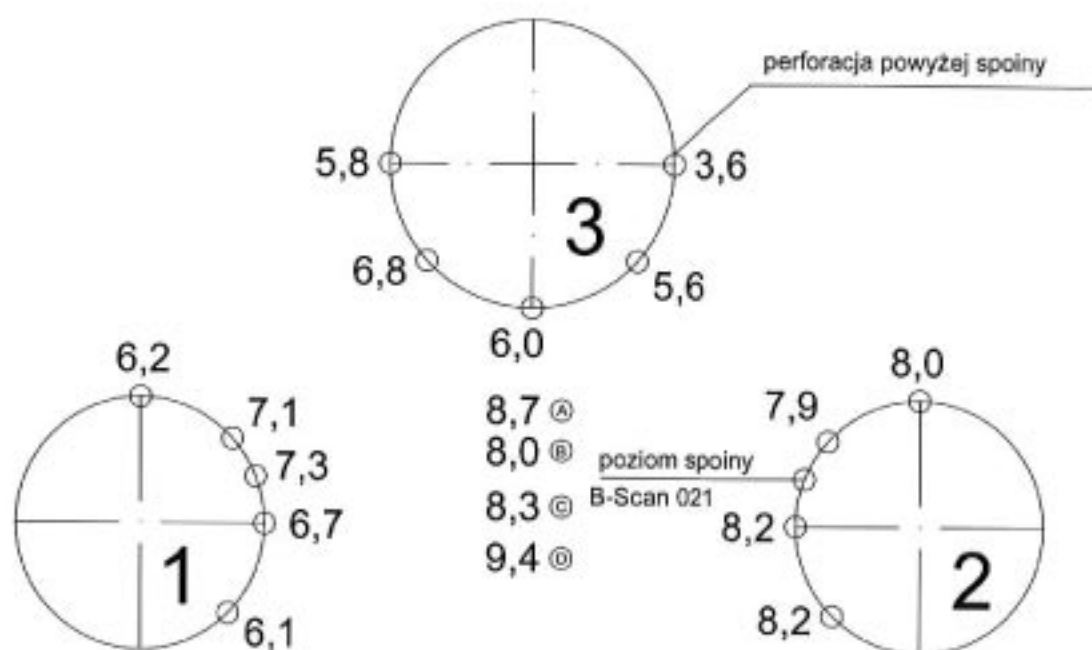


Poziom IV podestu

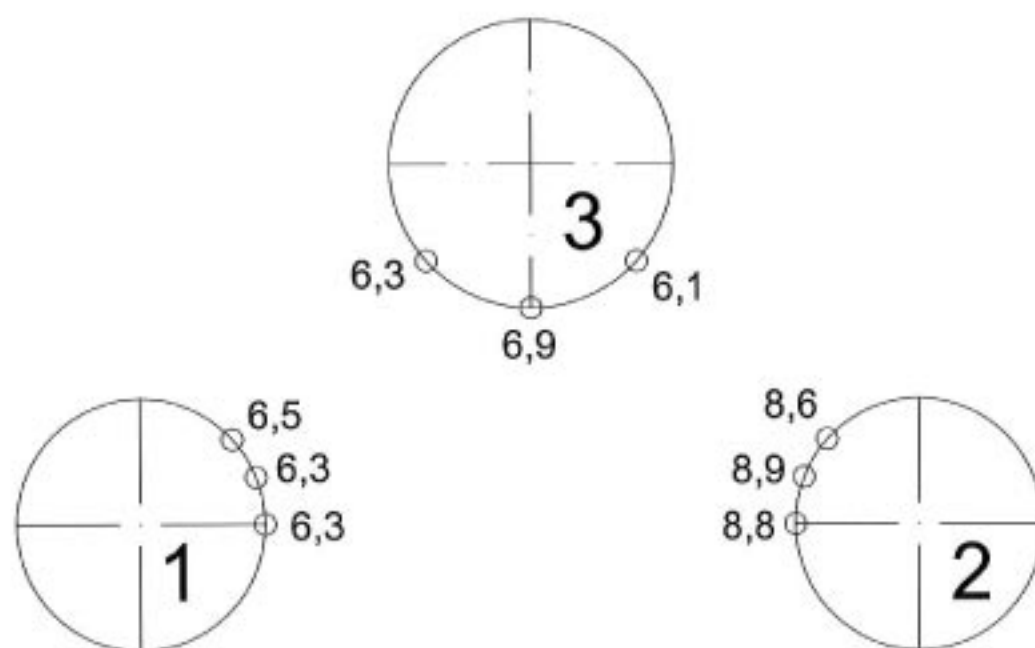
poziom 40 cm nad
podestem - korozja
B-Scan 022 1,6mm



1,5 m nad poziomem IV podestu

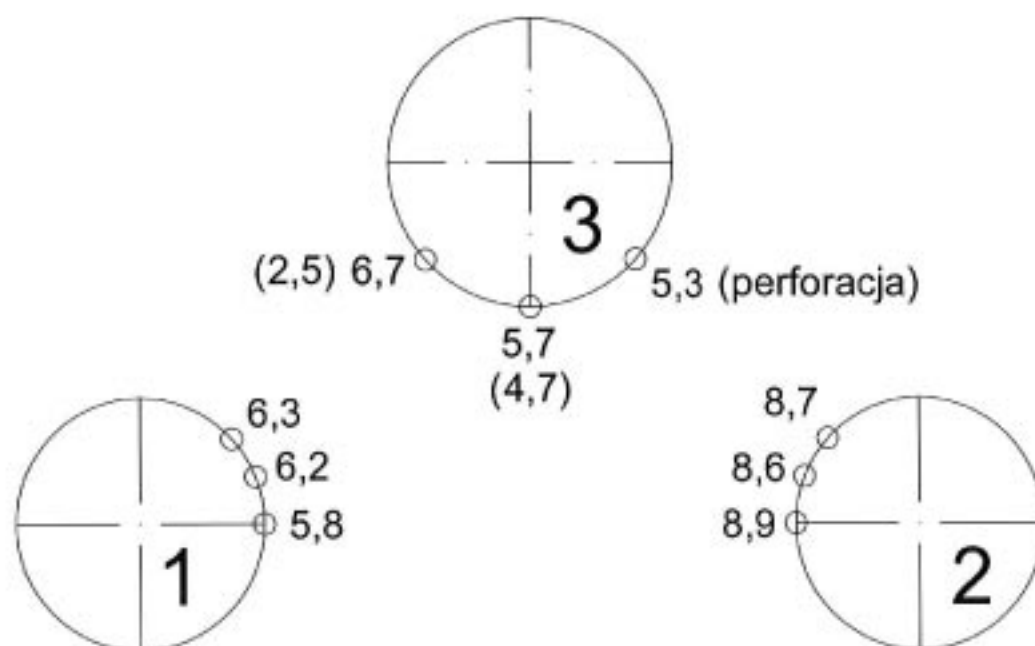


Poziom V podestu

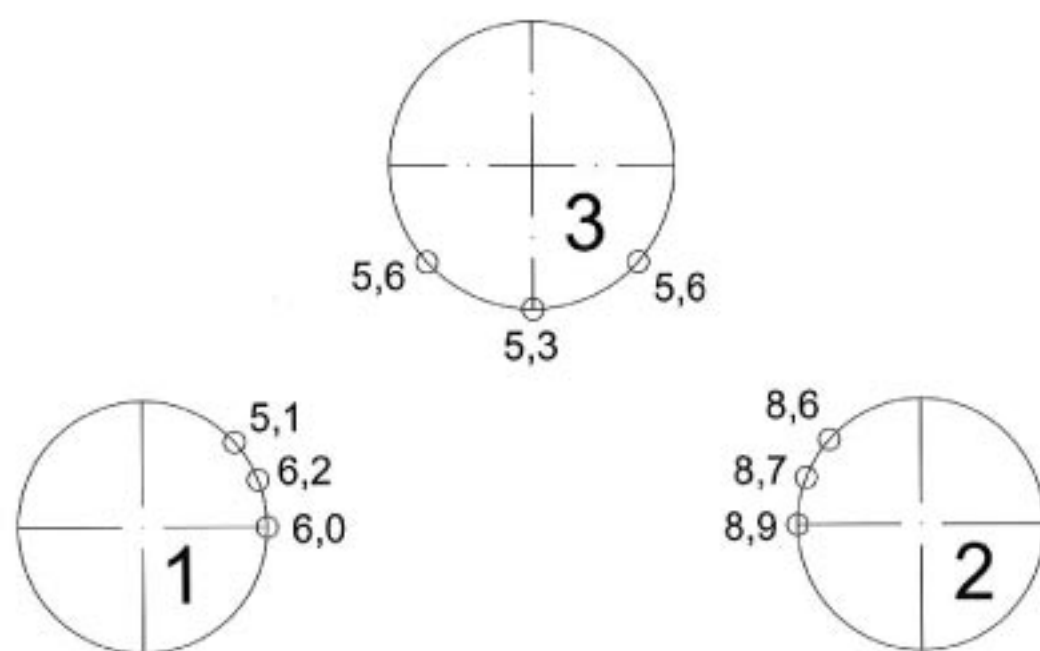


1,0 m nad poziomem V podestu

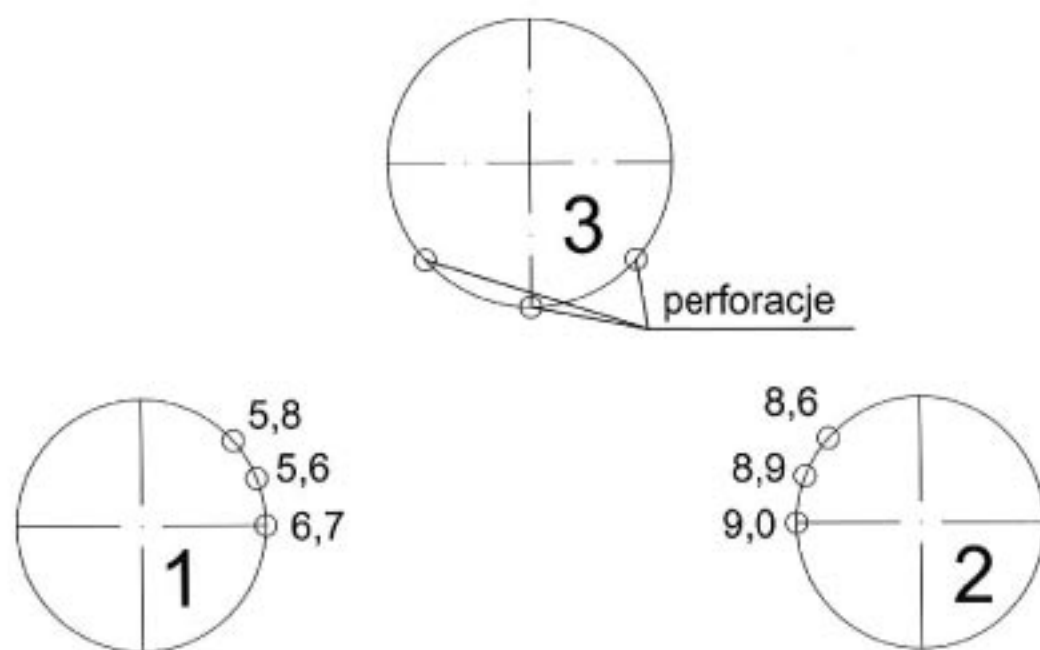
wymiary w nawiasach - poziom nad spoiną



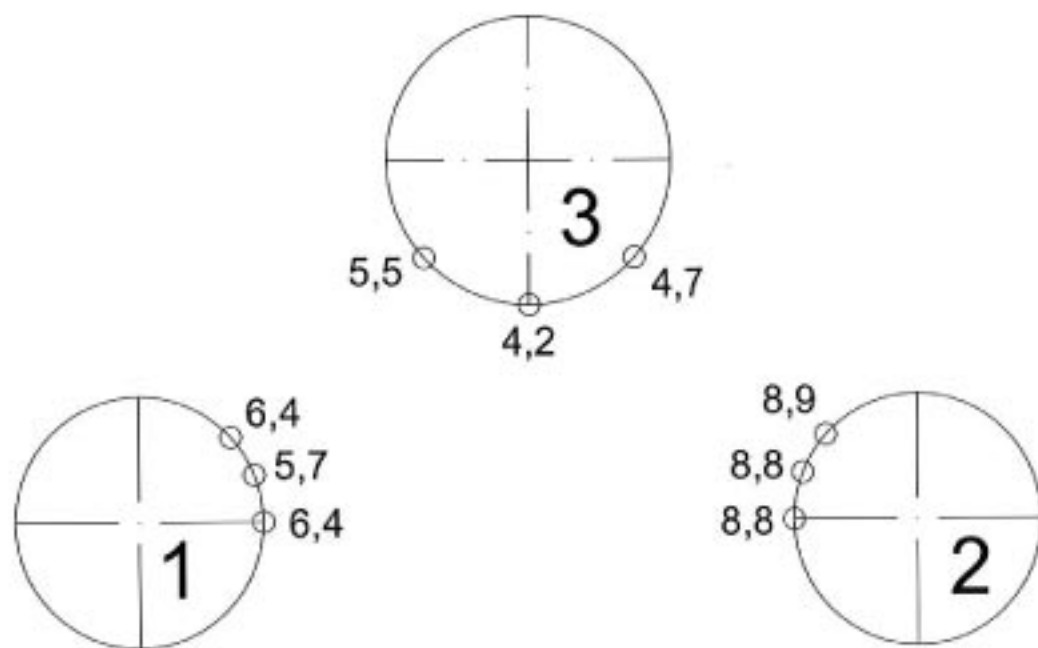
Poziom VI podestu



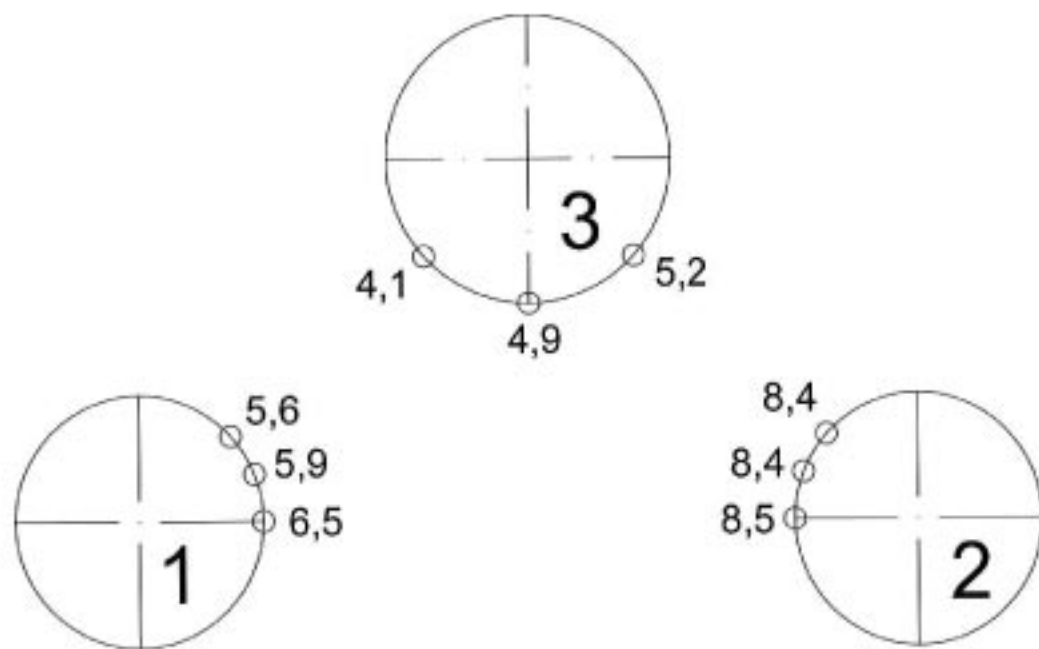
1,0 m nad poziomem VI podestu



Poziom VII podestu



1,5 m nad poziomem VII podestu



26.06.2015 *[Signature]*

ZESTAW POMIARÓW LINIOWYCH B-Scan GRUBOŚCI ŚCIANEK

Obiekt: Trzy przewody spalinowe komina h=60m

Lokalizacja obiektu : MEC Kołobrzeg

Data przeprowadzenia badań: 25+26.06.2015

Zastosowana aparatura: Cyfrowy grubościomierz ultradźwiękowy firmy PANAMETRICS model 37DLPlus Nr 051312108

z głowicą podwójną firmy PANAMETRICS typ D790 5 MHz Nr 930256

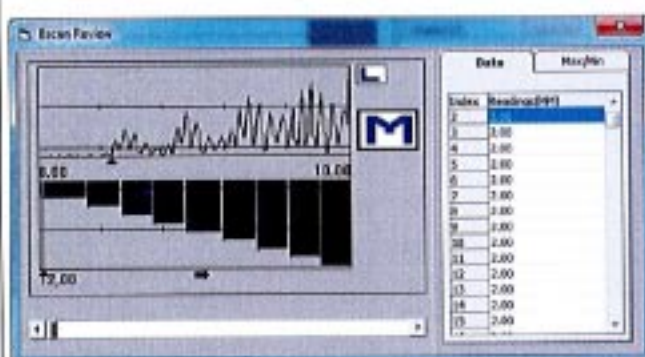
Środek sprzęgający – czysty olej przekładniowy

Pomiar ciągły na odcinku ok. 100 mm – 200 odczytów grubości na odcinku pomiarowym

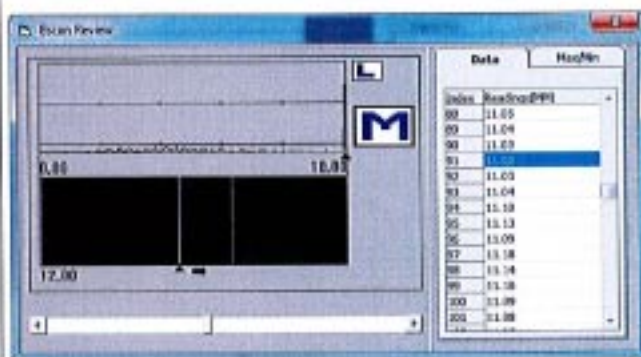
Wykonawca pomiarów : Krzysztof Olechnowski

Certyfikat: TÜV-CERT 01 202 POL/Z-15/UT-0877/00

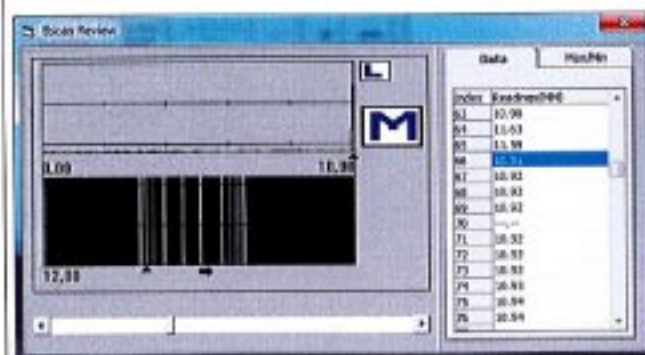
Dokładność pomiarów $\pm 0,1$ mm



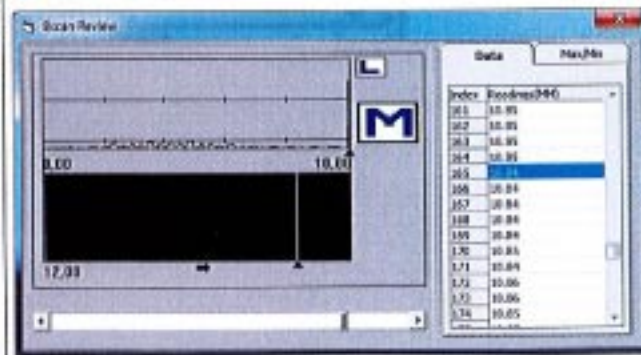
000 - kalibracja

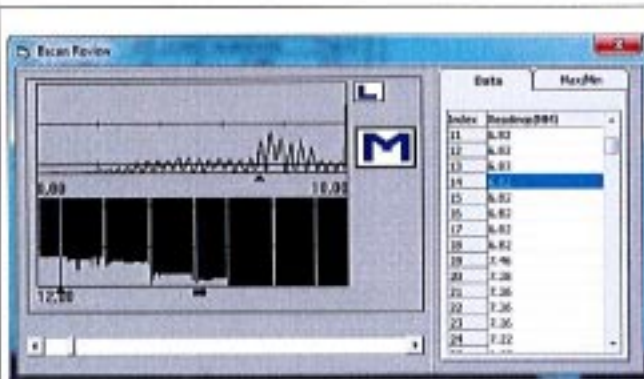


001

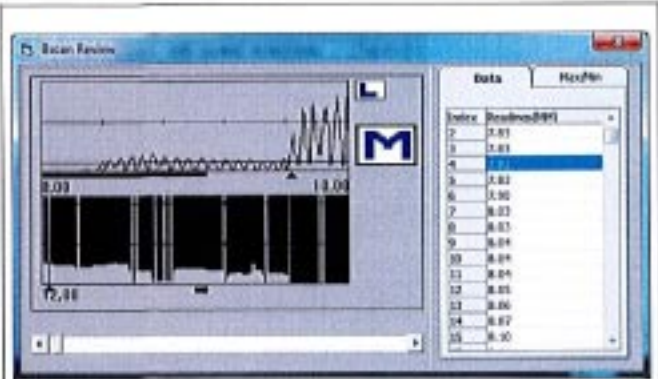


002

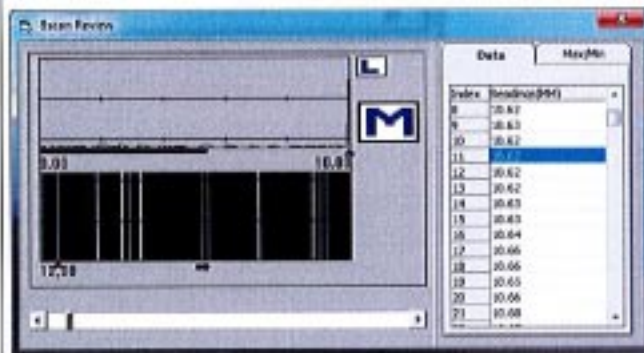




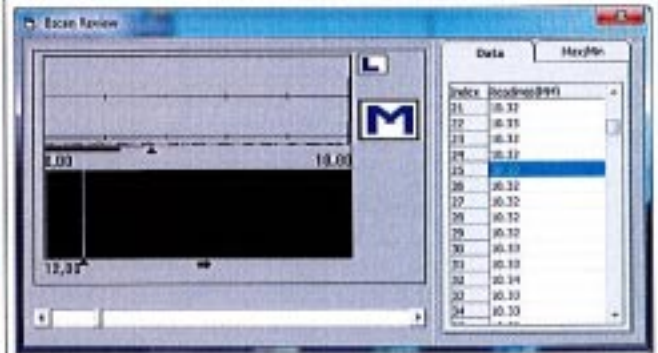
006



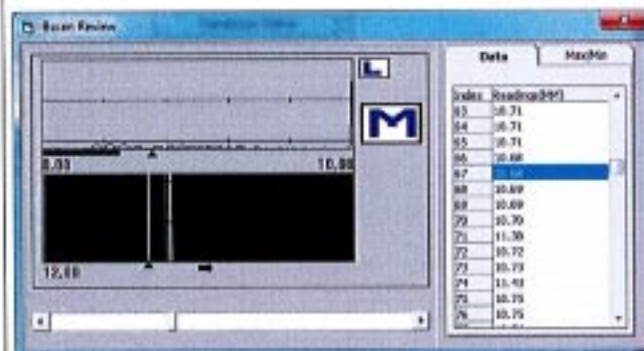
007



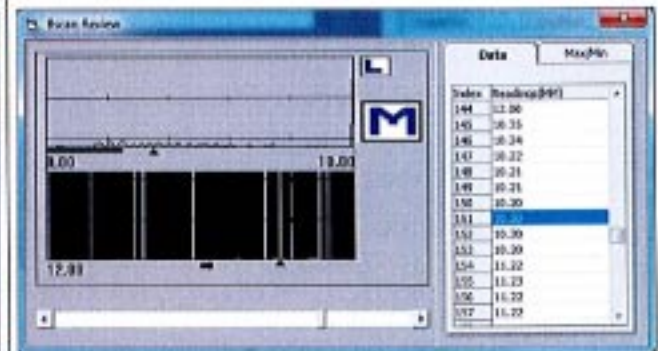
009



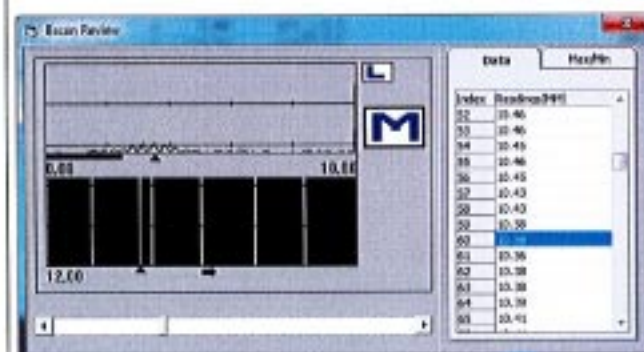
010



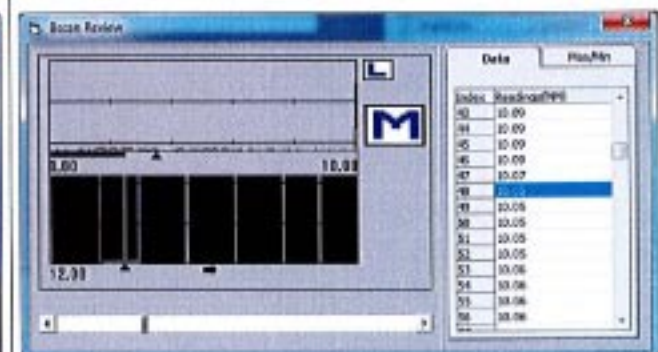
011



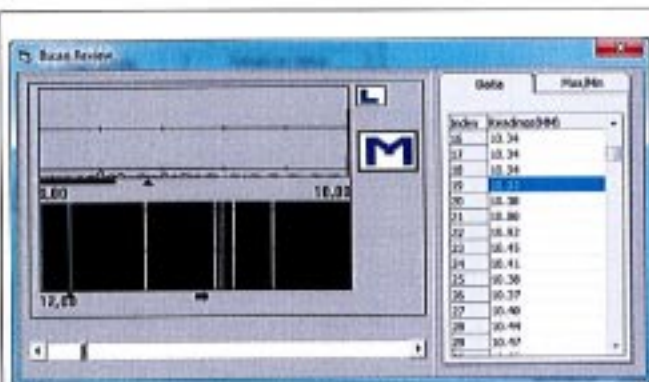
012



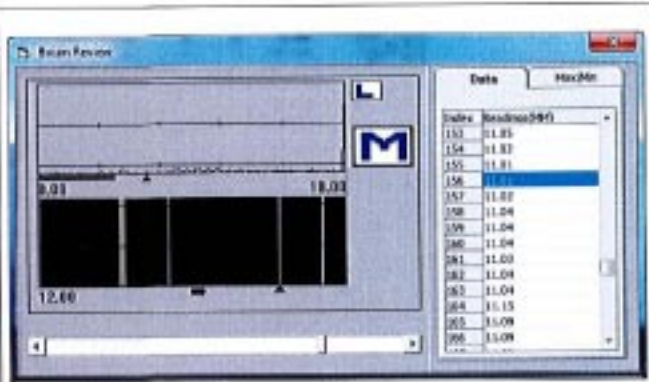
013



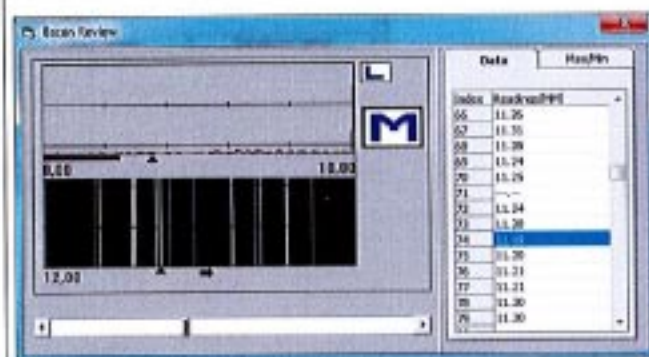
014



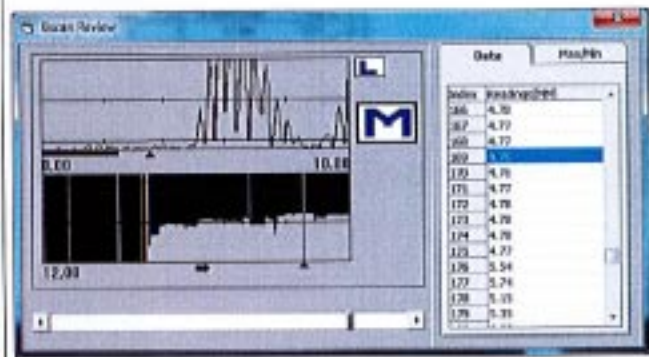
015



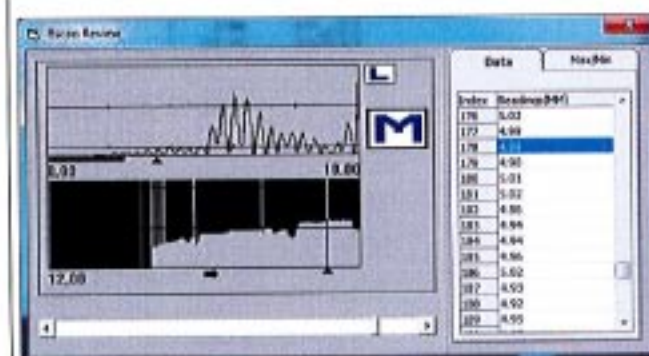
016



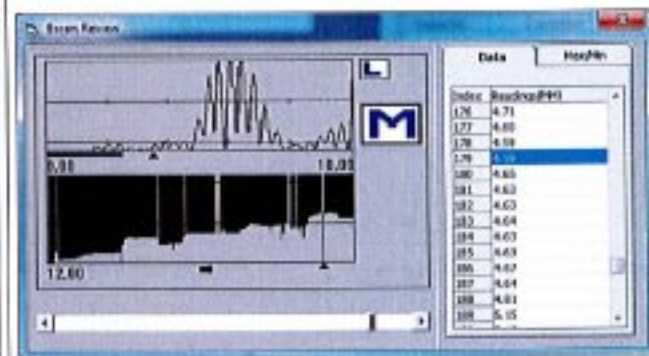
017



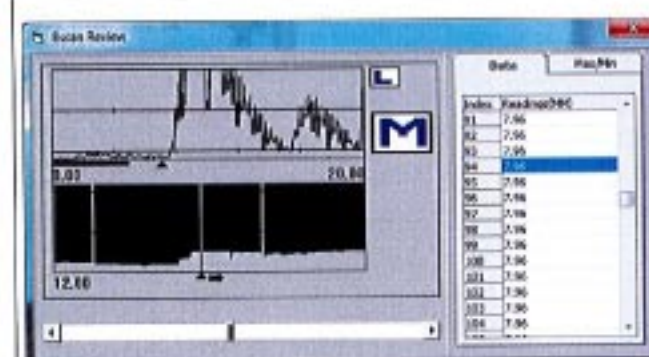
018



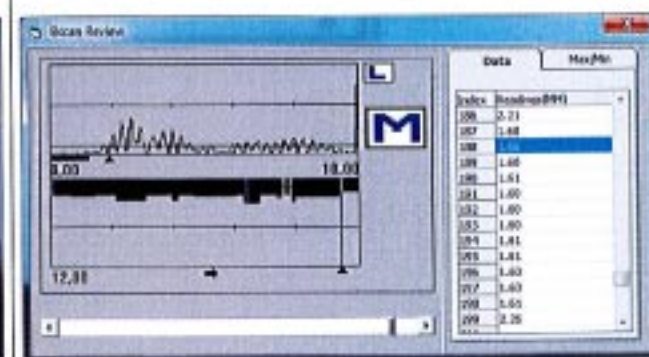
019



020



021



022