

SPIS TREŚCI:

1. Wstęp	str. 3
1. 1 Podstawa opracowania.....	str. 3
1.2 Podstawa techniczna opracowania	str. 3
1.3 Cel i zakres opracowania	str. 3
2. Ogólna charakterystyka komina	str. 4
3. Wyniki pomiarów geodezyjnych	str. 6
4. Sklerometryczne badania twardości trzonu	str. 8
5. Pomiary instalacji odgromowej	str. 13
6. Wyniki przeglądu	str. 13
7. Wnioski	str. 19
8. Zalecenia remontowe	str. 21
9. Technologia zabezpieczenia antykorozyjnego	str. 22
10. Wykaz wykorzystanych materiałów	str. 22
11. Dokumentacja fotograficzna	str. 23

1. WSTĘP

1.1. Podstawa formalna opracowania

Podstawą wykonania opracowania jest zamówienie nr 72/NC/2013 z dnia 04.06.2013r. wystawione przez **ZAKŁAD ENERGETYKI CIEPLNEJ** Spółka z o.o. z siedzibą w Inowrocławiu przy ul. Torowej 40 dla **KOMINTECH Andrzej Wawrzyk** 41-250 Czeladź; ul. Staszica 139.

1.2 Podstawa techniczna opracowania

- PN-88/B-03004 Kominy murowane i żelbetowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- Wyniki przeglądu płaszcza zewnętrznego trzonu komina
- Wyniki przeglądu technicznego osprzętu stalowego oraz instalacji
- Wyniki pomiarów geodezyjnych pionowości osi trzonu

1.3. Cel i zakres opracowania

Celem niniejszego opracowania jest ocena stanu technicznego przemysłowego komina żelbetowego o wysokości H=121,6m pod kątem dalszej bezpiecznej eksploatacji wraz z opracowaniem zaleceń remontowych.

Przeglądu dokonano w miesiącu czerwcu 2013r metodą obserwacji bezpośredniej z zastosowaniem metod alpinistycznych.

Zakres opracowania obejmuje:

- przegląd i badania makroskopowe zewnętrznej powierzchni trzonu
- sklerometryczne badania twardości trzonu
- przegląd wykładziny wewnętrznej
- pomiary pionowości komina metodą geodezyjną
- ocena stanu technicznego elementów konstrukcji stalowej
- pomiar skuteczności instalacji odgromowej
- przegląd stanu technicznego instalacji elektrycznej
- opracowanie wniosków i zaleceń remontowych
- wykonanie dokumentacji fotograficznej

2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA KOMINA

Komin wykonany został w konstrukcji żelbetowej monolitycznej w deskowaniu przestawnym. Podstawowe wymiary komina:

- wysokość trzonu żelbetowego H=119,1m n.p.t.
- wysokość całkowita H=121,6m n.p.t.
- średnica zewn. na poz. +1,0 – 7,83m
- średnica zewn. na poz. +41,5 – 5,92m
- średnica zewn. na poz. +116,8 – 4,77
- zwężka stalowa o wysokości 2.5m i średnicy wylotu 250cm

Trzon komina wykonano w technologii rusztowania przestawnego. Grubość ścian trzonu żelbetowego zmienia się skokowo. Na poziomie wylotu spalin głowica została pogrubiona oraz wzmocniona stalowymi płytami ociekowymi. Na poziomie wylotu spalin zainstalowano stalowy konfuzor zmieniający średnice wylotową komina. Doprowadzenie spalin stanowi kanał czopuchowy zabudowany na poziomie +7,1÷13,4m.

Zabezpieczenie trzonu przed wpływami termicznymi stanowi wykładzina ceramiczna komina. Wykładzinę wykonano z cegły kominówki. Na całej wysokości trzonu zastosowano izolację w postaci wełny żuźlowej szarej. Wymurówka komina składa się z 11 segmentów. Bębny opierają się na wspornikach podwykładzinowych.

Trzon komina pomalowano w 7 pasów biało-czerwonych sygnalizacji dziennej oznakowania przeszkodowego (powyżej poziomu +41,5m). Nocną sygnalizację ostrzegawczą stanowią lampy.

Wyposażenie komina:

galerie dla obsługi : poziom +41,5m, +77,6m, +116,8m.

Galerie wykonano z powtarzalnych segmentów, wysokość barier ochronnych 1.1m. Wsporniki główne wykonane z rur stalowych $\varnothing 70$ mm. Podest roboczy stanowią kraty pomostowe. Bariery ochronne składają się z rur stalowych $\varnothing 45$ mm oraz kształtowników stalowych. W podestach galerii zamontowano klapy zabezpieczenia otworu włazowego drabiny.

Drabina

Drabina o szerokości 40cm wykonana z płaskowników 60x5mm z wspawanymi szczeblami Ø20. Kosz ochronny zamontowany na całej długości drabiny, wykonany z płaskownika 50x4.

Instalacja odgromowa

Instalację odgromową stanowi korona odgromowa (płaskownik 70x8). Zwody pionowe zatopiono w trzonie żelbetowym. Na poziomie terenu zwody pionowe połączono z przewodami uziemiającymi poprzez złącza kontrolne skręcane 2 śrubami M8.

3. WYNIKI POMIARÓW GEODEZYJNYCH

Pomiar odkształceń komina wykonano metodą niwelacji trygonometrycznej, z zestabilizowanych uprzednio dwóch stanowisk pomiarowych. Pomiar polegał na określeniu wychyleń komina na poszczególnych poziomach pomiarowych, w stosunku do jego podstawy. Uzyskane w ten sposób wartości kątowe przetworzono na wartości liniowe, stosując analityczno-graficzną metodę obliczeń.

Wyniki prac przedstawiono na poniższych rysunkach :

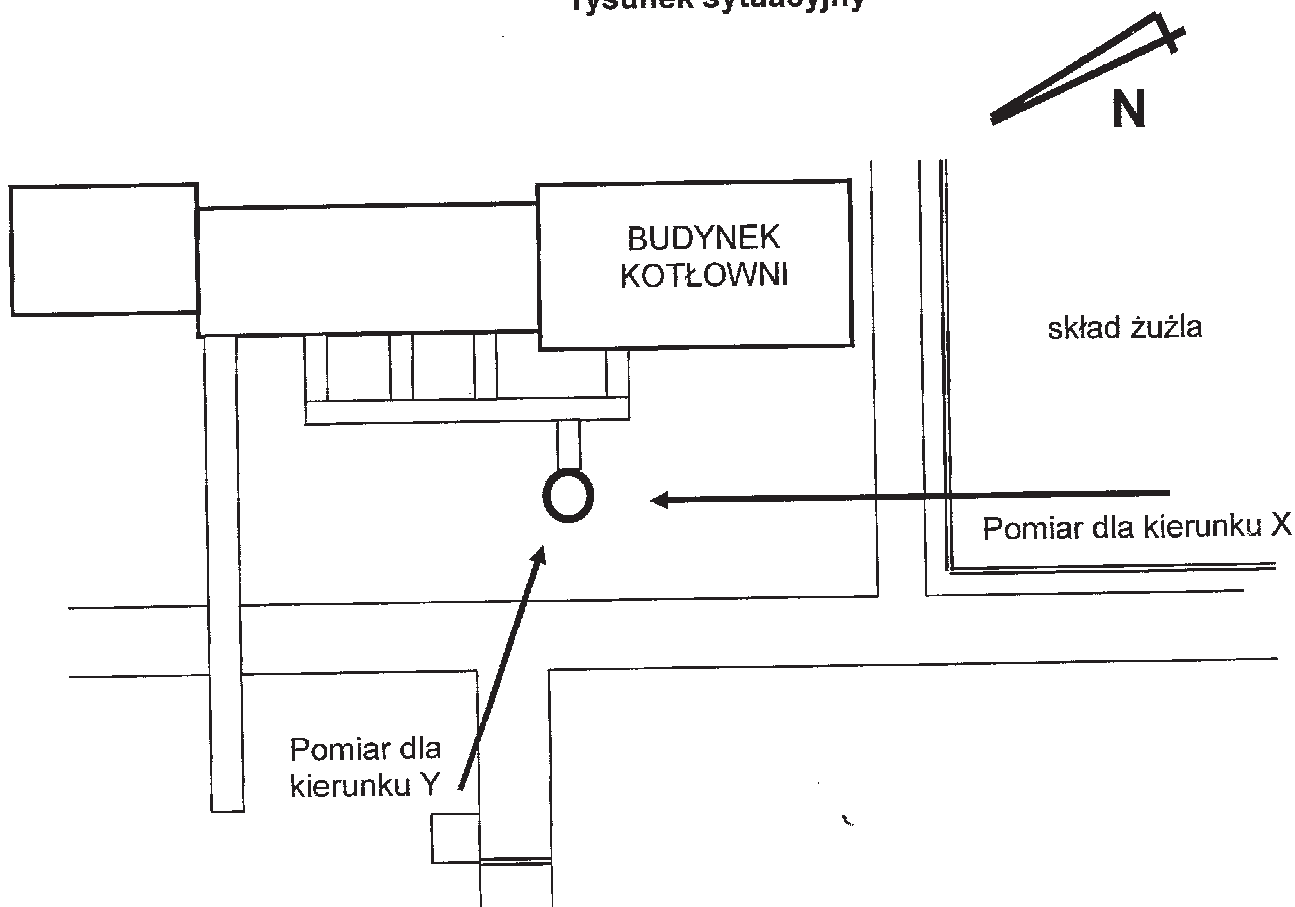
1. Rysunek sytuacji na którym bezskalowo przedstawiono orientacyjne usytuowanie komina w odniesieniu do innych szczegółów terenu, oraz zaznaczono kierunki osi X i Y względem których w opracowaniu podano wielkości wychyleń.

2. Wykonany w skali rysunek komina w płaszczyźnie X-X i Y-Y

Rysunki te przedstawiają w sposób plastyczny wychylenia osi komina na poszczególnych poziomach obserwacyjnych. W całym opracowaniu długości (wysokości) podano w metrach, natomiast wychylenia w milimetrach.

3. Zestawienie tabelaryczne odkształceń komina w którym uwidoczniono numery poziomów, wysokości, wychylenia w osi X i Y, oraz wielkości wypadkowe pozwalające na określenie ewentualnego zagrożenia wynikającego z nadmiernego odkształcenia komina.

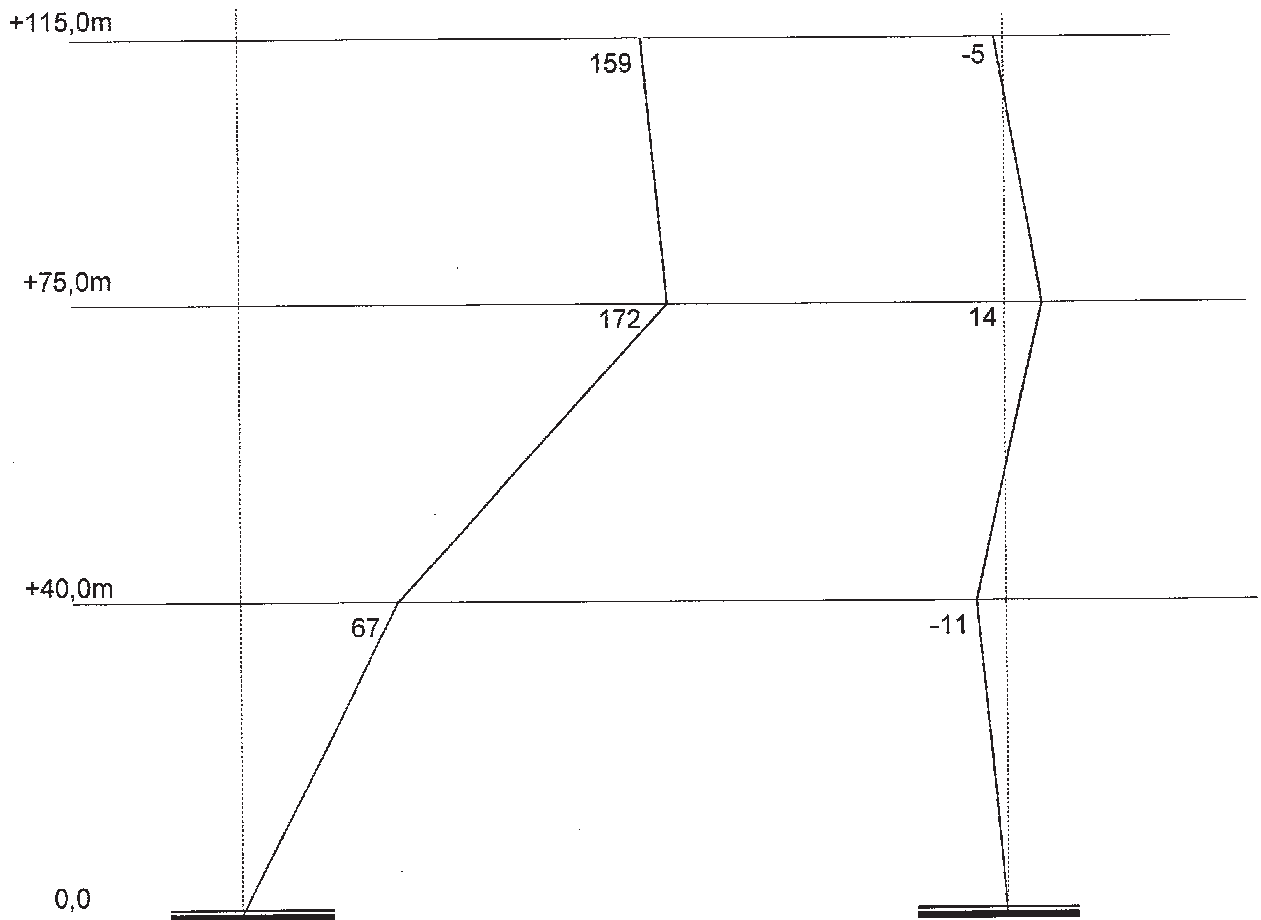
rysunek sytuacyjny



skala długości 1:1000
skala wychyleń 1 : 3

wchylenia
komina w osi X

wchylenia
komina w osi Y



zestawienie tabelaryczne odkształceń komina

Nr poz. obserw.	H [m]	Wychylenie po osi „Y” [mm]	Wychylenie po osi „X” [mm]	Wypadkowa [mm]
I	0,0	0	0	0
II	+40,0	67	-11	68
III	+75,0	172	14	173
IV	+115,0	159	-5	159

4. SKLEROMETRYCZNE BADANIA TWARDOŚCI TRZONU

1. Ocenę wytrzymałości płaszczka betonu trzonu komina przeprowadzono na podstawie kontrolnych pomiarów sklerometrycznych i badań makroskopowych na całej jego wysokości. Pomiary sklerometryczne przeprowadzono za pomocą sklerometru Schmidta typu N zgodnie z normą PN-74/B-06262 oraz Instrukcją ITB nr 210. Na podstawie odczytów obliczono następujące wskaźniki liczb odbicia tj. średnia wartość liczb odbicia \bar{L} oraz współczynnik zmienności liczb odbicia v_L .
2. Na podstawie oceny makroskopowej betonu w „słupach” uznano, że do interpretacji badań sklerometrycznych słuszne są zależności zawarte w Instrukcji ITB nr 210. Wobec powyższego do określenia wytrzymałości „R” w funkcji wskaźników statystycznych liczb odbicia (L , v_L) przyjęto zależności opracowane dla betonu zwykłego z uwzględnieniem współczynników poprawkowych zależnych od wieku i wilgotności betonu.
3. Wyznaczono następujące wskaźniki statystyczne wytrzymałości betonu:

Średnia liczba odbicia	$L_{\bar{s}}$
Odchylenie standardowe	S_L
Współczynnik zmienności	V_L
Wytrzymałość średnia na ściskanie	$R_{\bar{s}}$
Odchylenie standardowe wytrzymałości	S_R
Współczynnik zmienności	V_R
Wytrzymałość minimalna na ściskanie	R_{\min}
Współczynnik jednorodności	K_R
Wytrzymałość średnia na ściskanie	$R_{\bar{s}}$
Wytrzymałość minimalna na ściskanie	R_{\min}
Jednorodność betonu wg ITB	

Wyniki pomiarów przedstawiono w tabelach poniżej :

DZIENNIK POMIARÓW SKLEROMETRYCZNYCH MŁOTKIEM SCHMIDTA TYPU N
 (zgodnie z Instrukcją nr 210 ITB)

Obiekt : komin żelbetowy H-120m
 Element : poziom +1,5m
 Wiek betonu : > 1000

Data badania : czerwiec 2013
 Wilgotność betonu : powietrzno-suchy

Seria	Kąt	Odczyt L						
		1	2	3	4	5	6	7
1	0°	42	42	43	42	42	41	42
2	0°	48	44	49	52	46	48	48
3	0°	42	42	48	50	47	48	48
4	0°	44	44	42	46	42	42	40

Średnia liczba odbicia $L_{\text{śr}} = 46,21$
 Odchylenie standardowe $S_L = 5,26$
 Współczynnik zmienności $V_L = 11,3\%$

Wskaźniki jakości betonu

Wytrzymałość średnia na ściskanie $R_{\text{śr}} = 46,6 \text{ MPa}$
 Odchylenie standardowe wytrzymałości $S_R = 13,2 \text{ MPa}$
 Współczynnik zmienności $V_R = 28,3\%$
 Wytrzymałość minimalna na ściskanie $R_{\text{min}} = 24,9 \text{ MPa}$
 Współczynnik jednorodności $K_R = 0,535$

Po zastosowaniu współczynnika poprawkowego

Wytrzymałość średnia na ściskanie $R_{\text{śr}} = 28,0 \text{ MPa}$
 Wytrzymałość minimalna na ściskanie $R_{\text{min}} = 14,9 \text{ MPa}$

Jednorodność betonu wg ITB – Niedostateczna

DZIENNIK POMIARÓW SKLEROMETRYCZNYCH MŁOTKIEM SCHMIDTA TYPU N
 (zgodnie z Instrukcją nr 210 ITB)

 Obiekt : komin żelbetowy H-120m
 Element : poziom +42,5m
 Wiek betonu : > 1000

 Data badania : czerwiec 2013
 Wilgotność betonu : powietrzno-suchy

Seria	Kąt	Odczyt L						
		1	2	3	4	5	6	7
1	0°	42	44	38	38	42	41	40
2	0°	44	38	38	38	36	36	40
3	0°	40	38	42	38	38	40	38
4	0°	40	40	36	38	36	38	36

Średnia liczba odbicia	$L_{\text{sr}} = 39,03$
Odchylenie standardowe	$S_L = 1,26$
Współczynnik zmienności	$V_L = 3,23 \%$

Wskaźniki jakości betonu

Wytrzymałość średnia na ściskanie	$R_{\text{sr}} = 29,6 \text{ MPa}$
Odchylenie standardowe wytrzymałości	$S_R = 2,5 \text{ MPa}$
Współczynnik zmienności	$V_R = 8,45 \%$
Wytrzymałość minimalna na ściskanie	$R_{\text{min}} = 25,5 \text{ MPa}$
Współczynnik jednorodności	$K_R = 0,861$

Po zastosowaniu współczynnika poprawkowego

Wytrzymałość średnia na ściskanie	$R_{\text{sr}} = 17,7 \text{ MPa}$
Wytrzymałość minimalna na ściskanie	$R_{\text{min}} = 15,3 \text{ MPa}$

Jednorodność betonu wg ITB – Bardzo dobra

DZIENNIK POMIARÓW SKLEROMETRYCZNYCH MŁOTKIEM SCHMIDTA TYPU N
 (zgodnie z Instrukcją nr 210 ITB)

 Obiekt : komin żelbetowy H-120m
 Element : poziom +78,5m
 Wiek betonu : > 1000

 Data badania : czerwiec 2013
 Wilgotność betonu : powietrzno-suchy

Seria	Kąt	Odczyt L						
		1	2	3	4	5	6	7
1	0°	48	50	48	52	50	47	50
2	0°	42	38	40	42	44	38	42
3	0°	50	48	46	48	50	52	48
4	0°	44	42	46	44	48	46	44

 Średnia liczba odbicia $L_{\text{sr}} = 46,95$
 Odchylenie standardowe $S_L = 3,94$
 Współczynnik zmienności $V_L = 8,57 \%$
Wskaźniki jakości betonu

 Wytrzymałość średnia na ściskanie $R_{\text{sr}} = 45,6 \text{ MPa}$
 Odchylenie standardowe wytrzymałości $S_R = 9,8 \text{ MPa}$
 Współczynnik zmienności $V_R = 21,4 \%$
 Wytrzymałość minimalna na ściskanie $R_{\text{min}} = 29,5 \text{ MPa}$
 Współczynnik jednorodności $K_R = 0,647$
Po zastosowaniu współczynnika poprawkowego

 Wytrzymałość średnia na ściskanie $R_{\text{sr}} = 27,3 \text{ MPa}$
 Wytrzymałość minimalna na ściskanie $R_{\text{min}} = 17,7 \text{ MPa}$
Jednorodność betonu wg ITB – Niedostateczna

DZIENNIK POMIARÓW SKLEROMETRYCZNYCH MŁOTKIEM SCHMIDTA TYPU N
 (zgodnie z Instrukcją nr 210 ITB)

Obiekt : komin żelbetowy H-120m
 Element : poziom +78,5m
 Wiek betonu : > 1000

Data badania : czerwiec 2013
 Wilgotność betonu : powietrzno-suchy

Seria	Kąt	Odczyt L						
		1	2	3	4	5	6	7
1	0°	32	32	34	36	38	40	42
2	0°	22	24	26	28	26	22	24
3	0°	22	24	26	28	26	22	26
4	0°	28	30	24	26	28	30	30

Średnia liczba odbicia $L_{\text{sr}} = 28,25$
 Odchylenie standardowe $S_L = 5,32$
 Współczynnik zmienności $V_L = 18,7 \%$

Wskaźniki jakości betonu

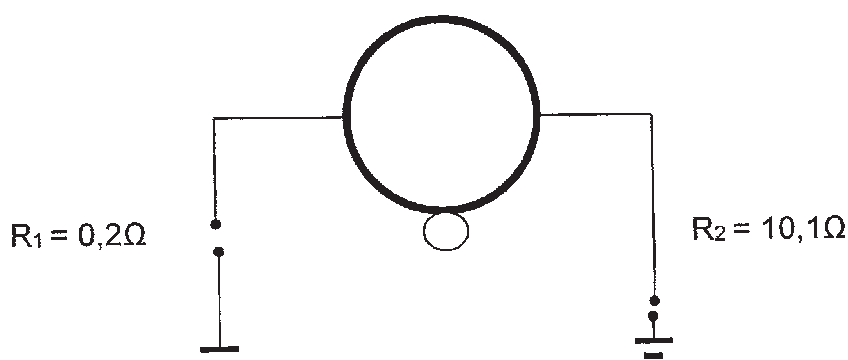
Wytrzymałość średnia na ściskanie $R_{\text{sr}} = 13,4 \text{ MPa}$
 Odchylenie standardowe wytrzymałości $S_R = 6,67 \text{ MPa}$
 Współczynnik zmienności $V_R = 49,5 \%$
 Wytrzymałość minimalna na ściskanie $R_{\text{min}} = 2,53 \text{ MPa}$
 Współczynnik jednorodności $K_R = 0.187$

Po zastosowaniu współczynnika poprawkowego

Wytrzymałość średnia na ściskanie $R_{\text{sr}} = 8,09 \text{ MPa}$
 Wytrzymałość minimalna na ściskanie $R_{\text{min}} = 1,52 \text{ MPa}$

Jednorodność betonu wg ITB – Niedostateczna

5. POMIARY INSTALACJI ODGROMOWEJ



6. WYNIKI PRZEGLĄDU

Na podstawie przeprowadzonych oględzin oraz otrzymanych wyników pomiarów stwierdzono:

6.1 trzon zewnętrzny

Na podstawie przeprowadzonych oględzin jak i wykonanych badań można stwierdzić, że stan żelbetowego trzonu komina jest dostateczny.

W wyniku przeprowadzonych bezpośrednich oględzin opisano i przedstawiono uszkodzenia trzonu, które udokumentowane zostały na fotografiach punkt 11.

Podczas bezpośrednich oględzin nie stwierdzono poważnych i dużych powierzchniowo uszkodzeń, odspojeń betonu czy długich spękań na powierzchni trzonu. **W związku z powyższym stwierdza się, że konstrukcja może być nadal bezpiecznie eksploatowana.**

Ilość i intensywność uszkodzeń trzonu żelbetowego zmienia się wraz z wysokością konstrukcji. Najmniejsza ilość uszkodzeń i nieprawidłowości dot. poziomu $\pm 0,0$ ++41,5m. Na ww. powierzchni stwierdzono niewielkie odspojenia (beton tzw. głuchy), ubytki, spękania oraz zaniki powłoki ochronnej betonu. Największa ilość uszkodzeń trzonu dotyczy naroży betonu powstałych po prowadzeniu rusztowania ślizgowego. Naprawy betonu nie ulegają odspojeniu a powierzchnia wykonanych napraw nie jest nadmiernie spękana.

Dalsza część trzonu (poziom+41,5++77,6m) wykazuje większą intensywność uszkodzeń. Płaszcz żelbetowy pokrywają miejscowe odspojenia o różnych wielkościach. Największe nagromadzenie uszkodzeń dot. połączeń technologicznych oraz naroży płaszczka powstałych po prowadzonym ślizgu. Uszkodzenia w postaci odspojień opisywane powyżej mogą stwarzać bezpośrednie zagrożenie dla osób oraz mienia znajdującego się w obrębie komina. Rozpatrywana powierzchnia zewnętrzna trzonu jest zdecydowanie bardziej chropowata niż jej dolna część. Trzon pokrywają również miejscowe spękania jednak ich długość nie przekracza długości 2,0m i rozwartości 0,5mm. Dodatkowo stwierdzono pęknięcia włosowate znajdujące się głównie na powierzchni przerw technologicznych. Powyższe pęknięcia nie powinny mieć wpływu na statykę komina.

Największe nagromadzenie uszkodzeń występuje na odcinku +77,6m aż do wylotu spalin komina. Rodzaj oraz charakter uszkodzeń podobny jest do poniższego odcinka jednak intensywność uszkodzeń jest zdecydowanie większa. Uszkodzenia, odspojenia trzonu są głębsze i bardziej rozległe. Powyższe uszkodzenia w chwili obecnej nie są groźne, jednak dalsze użytkowanie konstrukcji bez odpowiednich zabezpieczeń może zdecydowanie przyspieszyć proces destrukcji betonu.

W czasie przeglądu stwierdzono kilka pęknięć usytuowanych między innymi na głowicy komina oraz na poziomach +116,0m, +115,0m i poniżej. Pęknięcia nie przekraczają długości 3mb. i rozwartości do 1mm. Dodatkowo stwierdzono również miejscową siatkę spękań oraz warstwę głuchego i odspojonego betonu. Naprawy betonu na przeważającej powierzchni pokrywają drobne spękania betonu głównie o charakterze skurczowym. Część napraw betonu jest odspojona. Podobnie jak na pozostałych poziomach największą ilość odspojień zlokalizowano na narożach bruzd powstałych po ślizgu rusztowania. Podobnie jak na niższym poziomie płaszcz betonowy na rozpatrywanym odcinku jest bardzo chropowaty. Nierówności trzonu są spowodowane brakiem staranności wykonania trzonu żelbetowego, podczas wznoszenia konstrukcji oraz nieprofesjonalnym wykonaniem napraw betonu podczas wykonywania prac remontowych.

Stan powłoki malarskiej oznakowania dziennego określa się jako poprawny. Powłoka malarska wykazuje zabrudzenia i ubytki powstałe podczas użytkowania konstrukcji. Zabrudzenia mają charakter powierzchniowy i usytuowane są głównie po stronie zawietrznej komina. Zabrudzenie trzonu sięga do wysokości kilkunastu metrów poniżej wylotu spalin. Podczas przeglądu w miejscach powstałych ubytków betonu stwierdzono miejscowe złuszczenie i ubytki zabezpieczającej powłoki malarskiej trzonu.

6.2 badania i ocena materiałów konstrukcyjnych

Badania materiałów konstrukcyjnych tj. żelbetu przeprowadzono na poziomie terenu oraz na poziomie galerii spocznikowych. Celem przeprowadzonych badań jest ocena stanu betonu i stopnia jego uszkodzeń w rezultacie dotychczasowej eksploatacji komina.

Zakres opracowania obejmuje określenie wytrzymałości na podstawie przeprowadzonych badań sklerometrycznych.

Zestawienie wyników

Poziom [m]	R _{min} [MPa]	Współczynnik zmienności V _R [%]	Jednorodność wg ITB
1,0	14,9	28,3	Niedostateczna
41,5	15,3	8,45	Bardzo dobra
77,6	17,7	21,4	Niedostateczna
116,8	1,52	49,5	Niedostateczna

Jak wynika z przeprowadzonych pomiarów jednorodność betonu określa się jako niedostateczna. Na podstawie przeprowadzonych badań beton w żelbetowym płaszczu komina można zakwalifikować do klasy C12/16.

6.3 trzon wewnętrzny

Przeгляд stanu wykładziny wewnętrznej wykonano poprzez zjazdy alpinistyczne do wnętrza komina.

Powierzchnię wewnętrzną wykładziny pokrywają zabrudzenia warstwą nagaru i koksiku lotnego grubości od 10mm (dół konstrukcji) oraz grubości do 30mm (poziom wlotu spalin). Największą ilość nagaru stwierdzono na wspornikach podwykładzinowych.

W związku zabrudzeniem wnętrza nie możliwe było wykonanie dokładnych oględzin i oszacowania drobnych uszkodzeń wymurówki. Dla właściwego zobrazowania uszkodzeń trzonu wewnętrznego wymurówkę podzielono zgodnie z podziałem jaki stanowią segmenty wymurówki i oznaczono od 1 do 11 (gdzie nr 1 oznacza najwyższy segment).

W czasie przeglądu wyrywkowo oczyszczono wymurówkę komina i na podstawie oględzin nie stwierdzono poważnych uszkodzeń konstrukcji. Na podstawie wykonanych odkrywek można stwierdzić, że stan techniczny płaszcza wewnętrznego nie wykazuje poważniejszych uszkodzeń. Oględziny wykazały następujące uszkodzenia:

- segment nr 2 – pęknięcie pionowe o długości ok. 1,5m, brak 6szt. cegieł na powierzchni wspornika podwykładzinowego
 - segment nr 3 – wybrzuszenie wymurówki na wysokości 1m powyżej wspornika podwykładzinowego o wielkości 70x50cm
 - segment nr 6 – brak 5szt. cegieł na powierzchni wspornika podwykładzinowego
- Pozostała powierzchnia wymurówki nie wykazuje uszkodzeń. Połączenie kanału spalin na styku z wymurówką nie wykazuje pęknięć oraz odspojień.

Powierzchnia wymurówki komina nie wykazuje uszkodzeń tj. :

- długich pęknięć zarówno poziomych jak i pionowych
- wybrzuszenia wymurówki
- pęknięcia różnokierunkowe
- zawilgocenia powierzchni wymurówki

6.4 elementy wyposażenia komina:

płyty ociekowe, konfuzor

Trzon komina na poziomie wylotu spalin wyłożony został płytami ociekowymi stalowymi. Stan zainstalowanych płyt ociekowych określa się jako dostateczny. Podczas przeglądu nie stwierdzono uszkodzenia płyt. Zakotwienie płyt w trzonie żelbetowym nie budzi zastrzeżeń.

Stan techniczny konfuzora określa się jako dostateczny. Konstrukcja jest stabilna. Podczas przeglądu stwierdzono brak jednej z blach poszycia która odspoiła się od dyfuzora i wpadła do wnętrza komina. Dodatkowo kolejne dwie blachy mają uszkodzone połączenia skręcane, są niestabilne i mogą również ulec odspojeniu. Pozostała część konfuzora nie wykazuje uszkodzeń.

galerie spocznikowe poziom +41,5m, +77,6m, +116,8m.

Ogólny stan techniczny wszystkich podestów spocznikowych ocenia się jako dostateczny. Przeprowadzony przegląd nie wykazał uszkodzeń mechanicznych, które mogłyby mieć wpływ na dalszą bezpieczną eksploatację. W związku z powyższym mogą być dalej bezpiecznie eksploatowane.

Na powierzchni elementów wszystkich galerii stwierdzono punktowe ogniska korozji. Na podeście poziom +116,8m stwierdzono, iż intensywność procesów korozyjnych (po stronie zawietrznej komina) jest największa. Część podestu pokryta jest zabrudzeniami dymowymi.

drabina, kosz ochronny

Nie stwierdzono uszkodzeń, a stan zabezpieczających powłok malarskich określa się jako dostateczny.

Na elementach drabiny i kosza osłonowego stwierdzono punktowe niewielkie wykwyty korozyjne. Jedynie na odcinku ostatnich kilku mb. stwierdzono większą ilość wykwitów korozyjnych oraz zabrudzenie warstwą koksiku lotnego.