



USŁUGI PROJEKTOWE I ORZECZENIA TECHNICZNE
W ZAKRESIE
BUDOWNICTWA OGÓLNEGO I WYSOKOŚCIOWEGO
mgr inż. **Władysław Wenski**
85-440 BYDGOSZCZ, ul. Dzieciółowa 15, kom. 888 777 250
www.kominystalowe.com mail: biuro@kominystalowe.com

ORZECZENIE TECHNICZNE

OBIEKT:

**KOMIN ŻELBETOWY: H=123m, D=7.80m,
Zakład Energetyki Ciepłej w WOŁOMINIE
05-200 Wołomin, ul. Szosa Jadowska 49**

TEMAT:

**PRZEGLĄD I OCENA STANU TECHNICZNEGO
KOMINA ŻELBETOWEGO: H=123m, D=7.80m,
Wołomin, ul. Szosa Jadowska 49**

AUTOR:

mgr inż. Władysław Wenski
upr. proj. UAB-KZ-7210/206/90
upr. bud. GP-KZ-7342/667/94
specj.: konstrukcyjno-budowlana

OPACOWAŁ:

mgr inż. Łukasz Wenski

DATA:

SIERPIEŃ, 2021 ROK

SPIS TREŚCI

1. Strona tytułowa.
2. Spis treści.
3. Materiały formalno-prawne.
4. Wstęp.
 - 4.1. Podstawa opracowania.
 - 4.2. Zakres i forma orzeczenia.
 - 4.3. Obiekty objęte opracowaniem.
 - 4.4. Materiały wyjściowe.
 - 4.5. Lokalizacja obiektów.
5. Opis konstrukcji komina .
6. Przegląd komina.
7. Sprawdzenie pionowości osi komina.
8. Badanie sklerometryczne - młotek Schmidta.
9. Badania elektryczne.
10. Aktualny stan techniczny konstrukcji komina.
11. Aktualny stan zabezpieczeń antykorozyjnych osprzętu.
12. Analiza wytrzymałościowa.
13. Wnioski i zalecenia.
14. Załączniki.
 - 14.1. Szkic komina.
 - 14.2. Pomiary klasy betonu młotkiem Schmidta.
 - 14.3. Pomiary pionowości osi komina.
 - 14.4. Obliczenia wytrzymałościowe.
 - 14.5. Raport z badań elektrycznych.
 - 14.6. Foto - płyta DVD.
 - 14.7. Kopie uprawnień i przynależności do Okręgowej Izby Inżynierów.

3. MATERIAŁY FORMALNO-PRAWNE.

Dokumenty uprawniające autora opracowania do dokonania oceny stanu technicznego komina:

- uprawnienia budowlane bez ograniczeń - NR: GP-KZ-7342/667/94, wydane przez Wojewodę Bydgoskiego,
- uprawnienia projektowe bez ograniczeń - NR: AUB-KZ-7210/206/90, wydane przez Wojewodę Bydgoskiego,
- aktualne zaświadczenie przynależności do Kujawsko-Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa: NR ewidencyjny KUP/BO/3343/02.
- uprawnienia wykonującego pomiary elektryczne i zatwierdzającego.

Kopie w/w. dokumentów zamieszczono w załączniku.

4. WSTĘP.

Kontroli obiektu budowlanego dokonano zgodnie z art. 62 Ustawy z dnia 7 lipca 1994r: Prawo budowlane (Dz. U. 2003 nr 207 poz. 2016).

Stan techniczny komina określono zgodnie z aktami prawnymi:

- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 12 kwietnia 2002 r., w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie wraz z późniejszymi zmianami.
- Polska Norma PN-88/B-03004: Kominy murowane i żelbetowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano - montażowych, tom IV: Obmurza pieców przemysłowych i kotłów oraz kominy i chłodnie energetyczne.

4.1. Podstawa opracowania.

Formalną podstawą niniejszego opracowania jest zlecenie dla firmy:

Usługi Projektowo-Budowlane
Władysław Wenski
85-440 Bydgoszcz, ul. Dzięciołowa 15

na wykonanie przeglądu komina i opracowanie orzeczenia o stanie technicznym z podaniem wniosków i zaleceń, stanowiącego podstawę do dopuszczenia komina do eksploatacji.

4.2. Zakres i forma orzeczenia.

Komin został wybudowany w 1978 roku, i jest eksploatowany przez 43 lata.

Prace związane z wydaniem orzeczenia obejmują:

- przegląd stanu technicznego trzonu nośnego,
- przegląd wymurówki komina metodą alpinistyczną,
- inwentaryzację zmian stanu konstrukcji, wynikających z eksploatacji komina,
- sprawdzenie pionowości osi komina do celów obliczeniowych /patrz załącznik /,
- sprawdzenie klasy betonu metodą sklerometryczną /młotek Schmidta/,
- obliczenia wytrzymałościowe konstrukcji komina, z uwzględnieniem wyników otrzymanych z pomiarów,
- ocenę powłok ochronnych betonu oraz antykorozyjnych osprzętu,
- badania instalacji elektrycznej i odgromowej komina,
- opracowanie wniosków i zaleceń dotyczących dalszej eksploatacji komina,
- serwis fotograficzny.

Niniejsze opracowanie stanowi podstawę dopuszczenia komina do eksploatacji na okres wyznaczony w p. 13.: „Wnioski i zalecenia”.

4.3. Obiekty objęte opracowaniem.

Przegląd i orzeczenie o stanie technicznym dotyczy komina żelbetowego o wysokości nad terenem: $H = 123\text{m}$, wraz z osprzętem, z uwzględnieniem w obliczeniach zmierzonego wychylenia trwałego /wykonawczego/ oraz dodatkowego obciążenia od zamontowanych anten telekomunikacyjnych.

4.4. Materiały wyjściowe.

- protokoły z remontu komina wykonanego w 2014 roku,
- orzeczenie o stanie technicznym komina z 2016 roku,
- spis zamontowanych na kominie anten telekomunikacyjnych,

Podstawę do opracowania niniejszej oceny stanu technicznego komina stanowią oględziny i inwentaryzacja, przeprowadzone w dniu 18 sierpnia 2021 roku.

W orzeczeniu uwzględniono pomiary geodezyjne pionowości osi komina oraz wyniki sprawdzenia klasy betonu, wykonane młotkiem Schmidta. Załączono również dokumentację fotograficzną wnętrza komina oraz uwagi alpinisty dokonującego zjazdów i oględzin. Wyniki pomiarów stanowią załączniki do niniejszego opracowania.

4.5. Lokalizacja.

Przedmiotowy komin żelbetowy użytkowany jest na terenie kotłowni:

Zakładu Energetyki Ciepłej w Wołominie Sp. z o.o.
05-200 Wołomin, ul. Szosa Jadowska 49

5. OPIS KONSTRUKCJI KOMINA.

5.1. Fundament komina.

Konstrukcję fundamentu przyjęto na podstawie archiwalnego rysunku zestawieniowego i opisu technicznego.

Fundament zaprojektowano jako żelbetowy, w postaci płyty żelbetowej z centralnym cokołem. Zastosowano płytę kołową o średnicy $D_z=22.0$ m. Z płyty wyprowadzono cokół żelbetowy do poziomu terenu.

Brak archiwalnych materiałów określających materiały konstrukcyjne fundamentu.

5.2. Żelbetowy trzon nośny.

Trzon żelbetowy zaprojektowano z betonu B20 MPa, zbrojonego stalą klasy A-0 /pręty pionowe i pręty obwodowe/. Żelbetowy trzon komina, o wysokości 120m, posiada zmienną średnicę zewnętrzną do wysokości +80m. Powyżej kształt trzonu jest cylindryczny aż do 117.5 m. Odcinek wylotowy jest wzmocniony poszerzeniem średnicy zewnętrznej do 6.60m i pogrubieniem ściany do 48 cm.

Zbieżność pobocznic:

- do poziomu +40m: 1.5%
- od poziomu +40 do +80m: 0.75%
- od poziomu +80 do +117.5m: 0.0%
- od poziomu +117.5 do 120m: -10%

Średnica zewnętrzna bezpośrednio nad terenem wynosi 7.80m, a na poziomie +117.5m nad terenem: 6.00m. Odcinek wylotowy komina jest pogrubiony i poszerzony na zewnątrz. Średnica zewnętrzna na wylocie trzonu wynosi 6.60m. Trzon zakończony jest ceramiczną zwężką, zmniejszającą średnicę wylotu do 3,00m. Wysokość zwężki : 3,70m.

Grubość ścianki trzonu jest zmienna na wysokości i wynosi:

- do poziomu +12.5m 42 cm
- od poziomu +12.5 do +20.0m 39 cm
- od poziomu +20.0 do +30.0m 36 cm
- od poziomu +30.0 do +40.0m 33 cm

- od poziomu +40.0 do +50.0m 30 cm
- od poziomu +50.0 do +60.0m 27 cm
- od poziomu +60.0 do +70.0m 24 cm
- od poziomu +70.0 do +80.0m 21 cm
- od poziomu +80.0 do +117.5m 18 cm
- od poziomu +117.5 do +120.0m 18-48 cm
- od poziomu +120 do 123.7m - zwężka ceramiczna o grubości ściany 25 cm.

W trzonie żelbetowym przewidziano następujące otwory technologiczne:

- na poz. $\pm 0,00$ m /bezpośrednio nad cokołem/: otwór rewizyjny,
- na poziomie +1.33m – otwór czopuchowy 1.45 x 3.00 m,
- na poziomie +1.85m – otwór czopuchowy 1.65 x 4.68 m,
- na poziomie +2.25m – otwór czopuchowy 2.25 x 6.50 m,

Ścianka trzonu na całej wysokości zbrojona jest w postaci siatki z prętów pionowych i poziomych /obwodowych/.

Brak danych archiwalnych mówiących o stopniu zbrojenia trzonu, jak i sposobie rozłożenia prętów /czy jest jedna siatka zewnętrzna, czy dwie: zewnętrzna + wewnętrzna/.

UWAGA :

Ze względu na brak danych, do obliczeń wytrzymałościowych przyjęto minimalny stopień zbrojenia wyznaczony w PN-88-B-03004 – kominy murowane i żelbetowe. Przyjęty sposób wyznaczenia stopnia zbrojenia, zapewnia bezpieczeństwo założeń obliczeniowych. Jeżeli wbudowano więcej prętów niż minimum normowe, wytrzymałość konstrukcji jest wyższa niż wyliczona w przedmiotowym orzeczeniu.

5.3. Przewód dymowy - wykładzina.

Komin wyposażono w jeden przewód spalinowy, o średnicy wewnętrznej 6.22m nad cokołem i 3.00m u wylotu ceramicznej zwężki. Przewód wykonano jako bębny wykładzinowe oparte na wspornikach wyprowadzonych z płaszcza żelbetowego co 10m. Na wykładzinę ceramiczną zastosowano cegłę klinkierową grubości 25cm – do poziomu +20m, a powyżej cegłę kominową klasy „250” o grubości 15cm. Pomiędzy trzonem nośnym a wykładziną ceramiczną jest szczelina o szerokości 12cm /do +20m/ i 8 cm powyżej, z luźnym wypełnieniem szarą wełną żużlową.

Wylot komina wyprofilowany jest w postaci ceramicznej zwężki do średnicy wewnętrznej: $D_w=3.00m$.

Przegląd swoim zakresem obejmował również ocenę stanu wymurówki. Wykonano zjazdy alpinistyczne oraz przegląd wnętrza komina. W wybranych miejscach wykonano dokumentację fotograficzną.

5.4. Osprzęt komina.

- Komunikacja:

Podstawową komunikację pionową na kominie stanowi stalowa drabina, z koszem osłonowym. Drabina kotwiona jest do zewnętrznej płaszczyzny żelbetowego płaszcza i występuje na całej wysokości komina. Drabinę zabezpieczono od dołu zamknięciem przed dostępem przez osoby nieupoważnione.

- Króciec czopuchowy:

Komin wyposażono w trzy króćce czopuchowe. Czynny jest tylko jeden: dolny. Pozostałe są zamurowane.

- Oznakowanie przeszkodowe:

Trzon komina zgodnie z wymogami PN-88-B-03004 kominy murowane i żelbetowe oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 25 czerwca 2003 roku, w sprawie sposobu zgłaszania oraz oznakowania przeszkód lotniczych, posiada oznakowanie przeszkodowe. Zastosowano oznakowanie dzienne: naprzemiennie malowane pasy czerwone i białe oraz nocne: lampy koloru czerwonego, usytuowane na poręczach galerii: +40m, +80m i na zwężce na +121,5m – na wspornikach i drabinie.

- Instalacja odgromowa:

Na koronie trzonu komina zamontowany jest otok odgromowy i iglice odgromowe /szt. 3/, spawane do górnej opaski stalowej zamontowanej na wylocie zwężki. Na całej wysokości komina zamontowane są zwody pionowe w postaci bednarki. Cykliczne pomiary elektryczne prowadzi użytkownik komina.

6. PRZEGLĄD KOMINA.

- Fundament komina:

Ocena pracy fundamentu możliwa jest wyłącznie na podstawie wychylenia trzonu komina oraz po wykonaniu geodezyjnych pomiarów osiadania. Widoczny górny element cokołu oraz przyłącze czopuchowe, nie wskazują na występowanie

zjawiska osiadania fundamentu. Okres eksploatacji /ponad 40 lat/ zapewnia również pełną konsolidację gruntu pod płytą fundamentową. Najważniejszym parametrem stateczności komina jest brak nierównomiernego osiadania. Pomiar pionowości trzonu komina nie wskazuje na nierównomierne osiadania fundamentu.

- Trzon komina - powierzchnia zewnętrzna:

Przedmiotowy komin wykonano metodą przestawną, czyli betonowania kolejnych odcinków o wysokości 2.50m, w formach deskowania, zamontowanego na wieży GH-150. Roboty prowadzone były w sposób dość dokładny - co widoczne jest po strukturze powierzchni płaszcza żelbetowego. Występują nieznaczne zniekształcenia powierzchni spowodowane niedopasowaniem kolejnych poziomów deskowania. Podczas kolejnych remontów zacierano nierówności i uskoki. Od ostatniego remontu komina minęło 5 lat. Remont polegał na uzupełnieniu i uszczelnieniu powierzchni zewnętrznej trzonu materiałami na bazie cementów modyfikowanych. Obecny przegląd zewnętrznej powierzchni trzonu wykazał dwa poziomy z nieco większą ilością spękań i odspojień otuliny zbrojenia. Jest to odcinek trzonu na poziomie dolnej galerii i nieco poniżej /poziom +35 do 41m – foto nr Z288, Z316 do Z320, Z388, Z389/ oraz na odcinku +95 do 105m /foto nr Z162, Z163, Z185, Z188, Z218, Z223/. Są to lokalne odspojenia, które w okresie zimowym, po zawilgoceniu mogą się wykruszyć. Jak dotychczas pod tymi uszkodzeniami nie występują rdzawe zacieki, to znaczy, że zbrojenie jeszcze nie zostało w pełni odsłonięte i nie rdzewieje. Pojedyncze, punktowe uszkodzenia występują również w okolicy galerii na poziomie +80m /foto nr Z234, Z244, Z245, Z262, Z263, Z264/. Na tym odcinku jest ich mniej.

Pod względem ochrony zbrojenia, stan powierzchni oceniono jako dostateczny, ze wskazaniem robót uzupełniających, mających zabezpieczyć zbrojenie przed zawilgoceniem i korozją.

Powierzchnia trzonu w górnym odcinku jest zabrudzona, szczególnie od strony zewnętrznej /północno-wschodniej i wschodniej/. Przegląd wykazał, że na całej wysokości trzonu komina występują nieliczne i drobne zarysowania świadczące o termicznej pracy komina. Nie stwierdzono ubytków powodujących odsłonięcie zbrojenia, a tym bardziej jego korozję. Występują, szczególnie w górnym odcinku trzonu, pojedyncze rysy pionowe. Widoczne są wcześniejsze naprawy, w postaci częściowego wypełnienia zaprawą lub farbą. Nie stwierdzono zacieków brunatnych wypływających z rys co oznacza, że ich głębokość nie sięga zbrojenia. Brunatne zabarwienia i zacieki występują poniżej stalowych wsporników i drabin kablowych zamontowanych na kominie /foto nr 014 do 020/. Te same fotografie obrazują też stopień zabrudzenia komina. Na całej wysokości komina, w

powtarzających się cyklach zgodnych z rozstawem wysokości płyt szalunkowych /2.5m/, występują poziome małe uskoki, a czasem również rysy. Ich rozwartość i głębokość nie jest znacząca.

Stan powierzchni zewnętrznej żelbetowego trzonu komina ocenia się pod względem konstrukcyjnym jako dostateczny. Ogólnie stan zabezpieczenia powierzchniowego betonu jest wystarczający, ze wskazaniem punktowych robót uzupełniających. Zaleca się wykonanie tych robót w 2022 roku, po sezonie grzewczym, w okresie przerwy technologicznej.

- Przewód spalinowy - wymurówka:

Podczas przeglądu komin był wyłączony z eksploatacji. Inwentaryzacji powierzchni wewnętrznej przewodu spalinowego dokonano poprzez zjazdy alpinistyczne.

Wnętrze komina jest znacznie zapyłone, łącznie z wylotem /foto nr W01 do W05, W10, W12, W14/. Ogólny stan cegły jest dobry. Nie stwierdzono głębokich ubytków lub odprysków. Spoiny są równe i bez spękań. Najsłabszymi punktami na całej wysokości komina są połączenia kolejnych bębnow wymurówki. Połączenia kapienosowe wymurówki są zasłonięte warstwą pyłów /foto nr W23, W24, W26, W42, W43/. Odkryte fragmenty nie ujawniły wykruszeń. Na wsporniku w poziomie +80m stwierdzono brak trzech cegieł /foto W87 do W89/. W dolnym odcinku komina z wymurówki wystają w kilku miejscach metalowe pręty. Powierzchnia wewnętrzna wymurówki jest równomierna – bez wybrzuszeń.

Na całej wysokości komina stwierdzono na czterech poziomach / +20, +40, +80 i +100m/ wilgotne plamy /foto nr W66, W74, W83 do W86/.

Wylot komina w postaci zwężki ceramicznej jest w stanie dobrym. Koniec zwężki osłonięty jest blachą ołowiową, wygiętą i dociśniętą dwoma warstwami cegły. Występuje jedno miejsce na obwodzie, gdzie blacha jest pofałdowana i odgięta /foto nr Z049, Z050/. Należy młotkiem gumowym wyrównać blachę, docisnąć do cegły i przytwierdzić kotwami wklejonymi w spoiny.

Oględziny wylotu komina i całej zwężki, nie uwiarydowiły ubytków lub zarysowań. Patrząc do wnętrza zwężki kolor warstwy pyłu jest równomierny, bez ciemnych plam, świadczących o występujących rysach lub nieszczelnych spoinach powodujących zawilgocenia. Zwężkę wymurowano z cegły na wysokość ok. 3.7m. Stan spoin i cegły jest dobry. Na całej wysokości zwężki zamontowano opaski stalowe. Na opaskach występuje korozja. Górny otok zamontowany na iglicach odgromowych zupełnie przerdzewiał i częściowo odpadł. Iglice też są mocno

skorodowane. Opaski na zwężce należy oczyścić i zabezpieczyć antykorozyjnie farbą epoksydową /do zastosowań na rdzę/. Podczas przerwy w eksploatacji komina należy zamontować nową opaskę stalową z płaskownika 80x10mm z przyspawanymi iglicami o długości 2m. Opaskę zamontować ok. 0,5m poniżej wylotu zwężki – poza strefą pyłów, co uchroni ją przed nadmierną korozją. Obecnie iglice i otok usytuowany był w warstwie pyłów /foto nr W12/. O zasiarczeniu pyłów świadczy żółty nalot widoczny na foto nr W12, W22, W34.

Dół komina również jest zapyłony /foto nr W94 do W96/. W trakcie przeglądu otwór rewizyjny był zamknięty, a dno komina wypełnione osadami ponad poziom dolnej krawędzi wlotu czopuchowego foto nr W96/. Należy pilnie usunąć osady. Foto nr W95 uwidacznia też perforacje i nieszczelności przyłącza czopuchowego. Należy przyspawać blachy grubości 4mm i zlikwidować prześwity. Perforacje na kanale spalin występują również na odcinku dolotowym /ok. 4m/. W dolnym odcinku występują drobne i nieliczne, powierzchniowe odpryski cegły. Stan wymurówki ocenia się jako dobry.

- pozostały osprzęt komina:

Drabiny + galerie.

Stan urządzeń służących do komunikacji pionowej na kominie /drabina + kosz osłonowy/ jest dostateczny, oprócz górnego odcinka, bezpośrednio pod i nad górną galerią. Ze względu na usytuowanie w pobliżu wylotu spalin, odcinek ten jest najbardziej narażony na korozję. Odcinek drabiny wraz z koszem osłonowym i wspornikiem pod lampę oświetlenia przeszkodowego należy dokładnie oczyścić z grubej warstwy farby spękaną i łuszczącą się z korozją /foto nr Z031, Z076, Z077/. Odcinki drabiny na których po oczyszczeniu stwierdzone będą wżery zmniejszające grubość szczebli poniżej 15mm, należy wymienić na nowe. Pozostałe po oczyszczeniu zabezpieczyć antykorozyjnie farbą epoksydową /do zastosowań na rdzę/.

Galerie są w stanie dostatecznym pod względem konstrukcyjnym i wytrzymałościowym. Na galerii w poziomi +100m, po stronie zawietrznej, na kratkach podestowych występuje powierzchniowa rdza /foto nr Z167/. Kraty zabezpieczone były przez cynkowanie ogniowe. Należy do następnego przeglądu rozważyć, czy po wypiskowaniu krat wykonać zabezpieczenia antykorozyjne w postaci malowania zestawem farb epoksydowych, czy ponownie ocynkować.

Na galeriach poniżej występują punktowe uszkodzenia farby /foto nr Z401, Z405, Z423/. Należy oczyścić i uzupełnić malowanie.

UWAGA:

- 1/ Na galeriach występuje luźne okablowanie instalacji antenowych. Należy uporządkować okablowanie i zamocować do balustrad.
- 2/ Na kominie zdemontowano anteny i pozostawiono wsporniki. Nieczynne wsporniki należy zdemontować.

Instalacja odgromowa.

Poniżej górnej galerii pod względem wizualnym istniejące zwody pionowe nie budzą zastrzeżeń. Przerwane jest połączenie bednarki zwodu pionowego z górną opaską stalową /foto nr Z043, /. Połączenie należy naprawić.

W ramach przeglądu uprawniony elektryk wykonał również pomiary elektryczne instalacji zasilającej i odgromowej. Pomiary wykazały, że uziom i instalacja odgromowa nie spełnia warunków normowych. Remontu wymaga również instalacja elektryczna zasilająca lampy oświetlenia przeszkodowego i same lampy.

UWAGA:

Szczegóły stanu technicznego instalacji oraz zakres remontu podano w załączniku: „Protokół z oględzin obiektu” i „Protokół z pomiarów elektrycznych”.

7. SPRAWDZENIE PIONOWOŚCI OSI KOMINA.

Prace pomiarowe wykonano przy pomocy teodolitu. Obserwacje wychyleń osi komina od pionu przeprowadzono na poziomie +40m, +100m i +117m nad terenem. Wyznaczenie wychyleń osi komina zrealizowano poprzez pomiar linii pobocznicy po lewej i prawej stronie trzonu.

Wyniki pomiarów:

- maksymalne wychylenie wykonawcze /zmierzone/ osi komina na poziomie górnego pomiaru /+117m/: 0.101m,
- obliczone wychylenie sprężyste komina wynosi: 0.185m,
- dopuszczalne wychylenie całkowite /wykonawcze + sprężyste/ trzonu komina wynosi wg PN:

$$f = 0.286m < H / 200 = 120 / 200 = 0.600[m]$$

gdzie: f - odchyłka w [m],

H - wysokość komina w [m].

- dopuszczalne wychylenie trzonu komina o wysokości powyżej 100m, według warunków technicznych wykonania i odbioru kominów żelbetowych zbieżnych wynosi 62mm dla wylotu /+120m/.

Zmierzone wychylenie wykonawcze jest większe od dopuszczalnego podanego w warunkach technicznych wykonania i odbioru kominów. Uwzględniono to w obliczeniach wytrzymałościowych poprzez dodatkowe obciążenie mimośrodem.

Pomiary wykonywane były w warunkach bezwietrznych, w warunkach znacznego nasłonecznienia komina.

W obliczeniach wytrzymałościowych uwzględniono dodatkowy moment od mimośrodowego obciążenia ciężarem własnym. Z powyższego przyjęto, że **obecne wychylenie osi komina nie wpływa znacząco na stan wytrzymałościowy komina i zachowany jest stan granicznej nośności konstrukcji. Wnioski udowodniono obliczeniami wytrzymałościowymi, załączonymi do opracowania.**

8. Badania stanu betonu trzonu komina metodą sklerometryczną.

Zasady pomiaru podają PN-EN 12504-2 oraz Instrukcja ITB nr 210/1977.

8.1. Zasada pomiaru.

Młotki Schmidta określają powierzchniową twardość betonu na podstawie pomiaru odskoku masy uderzeniowej młotka.

Wartość odskoku czyli tzw. liczbę odbicia L odczytuje się na skali młotka. Na podstawie liczby odbicia, z krzywej regresji:

$R_C = f(L)$ wyznacza się wytrzymałość betonu na ściskanie. Krzywa regresji obowiązuje tylko dla tego betonu, dla którego została opracowana.

8.2. Zakres stosowania metody.

Młotek Schmidta daje informacje o wytrzymałości elementów betonowych o grubości do 20 cm przy dostępie jednostronnym, a 40 cm przy dwustronnym. Stosowany jest głównie do diagnostyki konstrukcji betonowych. Ze względu na dużą energię uderzenia nie nadaje się do badania elementów o małej sztywności (o grubości poniżej 10 cm), wprawianych w drgania pod uderzeniem młotka. Warstwy powierzchniowe betonu, w przypadku zmiany ich właściwości (wskutek korozji, karbonatyzacji itp.), powinny być przed pomiarem usunięte, gdyż ich wytrzymałość jest odmienna, niż wynikająca z krzywej regresji. Przy braku znajomości krzywej regresji dla danego betonu, za pomocą młotka Schmidta można ocenić tylko jednorodność betonu. Młotkiem typu N nie należy badać betonów, dla których liczby odbicia są niższe od 20 (klas poniżej B10).

8.3. Obsługa młotka Schmidta.

Młotek Schmidta należy wciskać zawsze prostopadle do powierzchni badanego betonu aż do uderzenia i nie zwalniając nacisku wcisnąć przycisk blokujący

wskazówkę, po czym odczytać liczbę odbicia. Lekkie wciśnięcie trzpienia młotka i zwolnienie nacisku powoduje wysunięcie trzpienia, co umożliwia kolejny pomiar. Przed każdym badaniem i po jego zakończeniu należy skontrolować działanie młotka na kowadło kontrolnym o twardości 500 według Brinnela, na którym młotek Schmidta powinien pokazać liczbę odbicia $L = 80 \pm 2$.

8.4. Wybór miejsc do badań.

Na elemencie konstrukcyjnym wykonanym z jednej partii betonu, należy wykonać badania w co najmniej 12 miejscach pomiarowych. Dopuszcza się zmniejszenie liczby miejsc pomiarowych do 6 przy kontroli elementów prefabrykowanych wykonywanych w warunkach przemysłowych (beton bardzo jednorodny). Miejsca badań powinny być rozłożone równomiernie na całej powierzchni elementu. Korzystniejsze jest badanie powierzchni pionowych betonu, gdyż beton jest tam bardziej jednorodny i nie występuje wymagające zeszlifowania mleczko cementowe. Przy wyborze miejsc do badań występują następujące ograniczenia:

- nie należy uderzać w ziarna kruszywa grubego, gdyż wpływa to na zawyżenie wyników;
- nie należy wykonywać pomiaru w miejscach rakowatych i uszkodzonych;
- nie należy wykonywać uderzeń bliżej niż 3 cm od krawędzi elementu;
- nie należy badać miejsc skorodowanych (należy usunąć skorodowaną warstwę do zdrowego betonu, a do obliczeń nośności przyjąć przekrój betonu nie skorodowanego);
- nie należy badać betonu wilgotnego lub zamrożonego;
- nie należy badać elementów o małej sztywności, nie gwarantujących sprężystego odbicia (należy przed badaniem elementy usztywnić).

W każdym miejscu pomiarowym (o powierzchni około 10 x 10 cm) należy wykonać co najmniej 9 miarodajnych odczytów liczby odbicia. Poszczególne punkty pomiarowe powinny być odległe od siebie o nie mniej niż 25 mm.

Dla przedmiotowego komina starano się zachować powyższe zalecenia. Specyfika obiektu narzuca jednak pewne ograniczenia. Pomiary wykonywano w miejscach dostępnych, t.j. na galeriach, na pełnym obwodzie komina i wzdłuż drabiny - po obydwu jej stronach.

8.5. Opracowanie wyników pomiarów.

Podczas wykonywania badań w danym miejscu pomiarowym odrzuca się jako nie miarodajne liczby odbicia różniące się w istotny sposób od pozostałych. Dla każdego badanego miejsca pomiarowego należy wyliczyć średnią liczbę odbicia, a następnie średni odczyt sprowadzony (przeliczony na poziome położenie młotka podczas

pomiaru). Na wyznaczone wartości liczb odbicia ma wpływ siła ciężkości, która oddziałuje na masę uderzeniową młotka i przy położeniu młotka pionowo w dół powoduje maksymalne zaniżenie liczb odbicia, a przy położeniu pionowo w górę maksymalne zawyżenie (przy poziomym położeniu młotka brak wpływu siły ciężkości na odczytywane wartości L). Aby wyliczyć średni odczyt sprowadzony, do średniej liczby odbicia należy dodać poprawkę zależną od kąta położenia młotka podczas pomiaru oraz od zakresu liczb odbicia:

Liczba odbicia	Poprawki			
	Uderzenie w górę		Uderzenie w dół	
	Kąt 90°	Kąt 45°	Kąt 45°	Kąt 90°
20	-5,4	-3,5	+2,5	+3,4
30	-4,7	-3,1	+2,3	+3,1
40	-3,9	-2,6	+2,0	+2,7
50	-3,1	-2,1	+1,6	+2,2
60	-2,3	-1,6	+1,3	+1,7

Następnie należy obliczyć średni odczyt sprowadzony, odchylenie standardowe liczb odbicia S_L oraz współczynnik zmienności v_L dla każdego elementu konstrukcyjnego.

$$S_L = \sqrt{\frac{\sum (L_i - \bar{L})^2}{n-1}}$$

$$v_L = \frac{S_L}{\bar{L}}$$

Do obliczeń zastosowano krzywą regresji w postaci paraboli drugiego stopnia. Metoda jest stosowana dla konstrukcji już istniejących, dla których nie wyznaczono krzywej regresji dla wbudowanego betonu. Hipotetyczną krzywą regresji dobiera się z literatury technicznej, przy czym powinna to być krzywa uzyskana metodą skalowania dla betonu o składzie i właściwościach jak najbardziej zbliżonych do betonu w badanej konstrukcji. Na przykład: dla betonów na żwirze wykonanych przed rokiem 1980, klas B15 – B30, można przyjmować hipotetyczną krzywą regresji z Instrukcji ITB nr 210 w postaci:

$$\bar{R} = 0,04094 v L^2 - 0,91425 v L + 7,36 \text{ [MPa]}.$$

8.6. Wyznaczenie klasy betonu w konstrukcji.

Przy stosowaniu parabolicznej zależności $R = f(L)$ odchylenie standardowe wytrzymałości S_R wyliczono ze wzoru:

$$S_R = L \cdot v_L \sqrt{2a^2 \cdot L^2 (v_L^2 + 2) + 4a \cdot b \cdot L + b^2}$$
$$R_b^G = \bar{R} - 1,64 S_R.$$

8.7. Dobór współczynników poprawkowych dla wytrzymałości betonu w konstrukcji.

W przypadku badania betonu nasyconego wodą wytrzymałość wyliczoną z krzywej regresji należy pomnożyć przez 1,12.

Dla konstrukcji silnie wyteżonych, przy naprężeniach w betonie od 2 do 5 MPa wytrzymałość wyliczona z krzywej regresji może być zawyżona do 25%.

Karbonatyzacja betonu poprzez utwardzenie powierzchni może powodować zawyżenie wytrzymałości wyznaczonej młotkiem Schmidta do 70%. Wartość poprawki należy określić empirycznie na konstrukcji (przez szlifowanie głębokie betonu).

Dla przedmiotowego komina zastosowano współczynniki:

$a = 1.0$	wynikający z wieku badanego betonu : ok. 30 lat.
$k_1 = 0.8$	wpływ karbonizacji betonu
$k_2 = 0.9$	wpływ wyteżenia przekroju

Pomiary wykonywano przy kącie odbicia równym 0^0 - nie korzystano więc z tabeli poprawkowej.

Wyniki pomiarów podano w załączniku.

Z pomiarów wynika, że najniższa klasa betonu występuje w okolicach poziomu +15m i wynosi: 18,5 Mpa oraz na poziomie ok. +41m i wynosi 17,5 MPa. Również dla wylotu komina wyniki pomiarów wynoszą 17,3 – 18,8 MPa. Pozostałe poziomy pomiarowe wykazały klasę w granicach projektowanej B20 MPa lub powyżej, co oznacza według obecnego oznaczenia: C16/20. Pod względem wytrzymałościowym, większe znaczenie ma klasa betonu na poziomie poniżej +10m, to jest w dolnym bębnie trzonu, gdzie są usytuowane otwory technologiczne, ze względu na większe wyteżenie przekroju. Do obliczeń wytrzymałościowych przyjęto klasę betonu B20 Mpa lub C16/20, gdyż sprawdzane przekroje o największym wyteżeniu zawierają się w dolnym odcinku komina.

9. AKTUALNY STAN TECHNICZNY KONSTRUKCJI KOMINA I OSPRZĘTU.

Na podstawie dokonanego przeglądu, wyników geodezyjnych pomiarów wychYLENIA OSI PIONOWEJ i pomiarów sklerometrycznych ocenia się stan komina jako:

- pod względem wytrzymałościowym: **dostateczny,**
- pod względem trwałości i szczelności betonu: **dostateczny,**

Dla zapewnienia dalszej bezpiecznej eksploatacji, wymagane jest wykonanie w niedługim czasie robót konserwacyjno-uszczelniających komina. Spełniony jest stan wytrzymałościowy, jaki narzuca Polska Norma PN-88/B-03004: „Kominy murowane i żelbetowe. Obliczenia statyczne i projektowanie” oraz „Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych” tom: IV - „Obmurza pieców przemysłowych i kotłów oraz kominy i chłodnie energetyczne”. Przekroczony jest stan użytkowy, w stosunku do warunków technicznych wykonanie i odbioru kominów żelbetowych. Przekroczenie nie wpływa znacząco na stan wytrzymałościowy konstrukcji, co udowodniono obliczeniowo.

Stan osprzętu oceniono również jako dostateczny, lecz wymagający w górnym odcinku oczyszczenia i malowania uzupełniającego.

10. AKTUALNY STAN ZABEZPIECZEŃ ANTYKOROZYJNYCH.

Stan zabezpieczeń antykorozyjnych komina i osprzętu

ocenia się jako dostateczny.

Za wyjątkiem górnego odcinka drabiny wraz z koszem osłonowym pod i nad galerią.

Elementy te wymagający dokładnego oczyszczenia i ponownego malowania. Odcinki drabiny w których stwierdzone będzie pocienienie szczelbi poniżej 15mm, należy wymienić na nowe.

11. ANALIZA WYTRZYMAŁOŚCIOWA.

1. Podczas przeglądu powierzchni żelbetowego trzonu komina stwierdzono stosunkowo nieliczne odspojenia fragmentów betonu i rysy.
 2. Pomiary wychylenia osi pionowej komina nie wpływają znacząco na stan wytrzymałościowy trzonu.
 3. Pomiary sklerometryczne pozwalają na przyjęcie do obliczeń wytrzymałościowych klasy betonu B20 Mpa.
- Obliczenia załączono do niniejszego opracowania.

12. WNIOSKI I ZALECENIA.

1. Ocena ogólna stanu technicznego komina wraz z osprzętem:

STAN DOSTATECZNY

wymagający robót konserwacyjnych i uszczelniających powierzchnię betonową, według opisu w p. 6.

2. Termin następnego przeglądu okresowego:

okres letni - przerwa technologiczna w 2024 roku

3. Dopuszcza się komin do eksploatacji na trzy lata, pod warunkiem wykonania w tym czasie robót antykorozyjnych na osprzęcie i uszczelniających powierzchnię betonową, szczególnie w górnym odcinku komina.

ZALECENIA:

1. Wykonać remont powierzchni zewnętrznej płaszcza trzonu komina według opisu w p. 6. i załączonych przykładowych materiałów do renowacji powierzchni betonowych.
2. Oczyszczyć i zabezpieczyć antykorozyjnie zestawem epoksydowo-poliuretanowym górną galerię i górny odcinek drabiny wraz z koszem osłonowym.
3. Oczyszczyć głowicę komina, w przypadku zauważonych nieszczelności lub pęknięć powierzchni górnych, miejsca takie osłonić blachą ołowiową grubości 4-5mm, lub jeżeli są płyty zapasowe, wymienić na nowe.
4. Wykonać i zamontować na obwodzie zwężki ceramicznej opaskę stalową z przyspawanymi czterema nowymi iglicami odgromowymi z pręta o średnicy 20mm i długości 2.0m.
5. Iglice połączyć bednarką ocynkowaną 25x4mm ze zwodem pionowym.
6. Prowadzić cykliczne pomiary elektryczne skuteczności zabezpieczeń przeciwporażeniowych oraz oporności uziemienia, w terminach wyznaczonych przez uprawnionego elektryka, dokonującego pomiarów.
7. Po uszczelnieniu górnego odcinka płaszcza betonowego, uzupełnić malowanie przeszkodowe.
8. Uporządkować okablowanie na galeriach.
9. Zdemonstrować nieczynne i skorodowane drabinki kablowe oraz zerwany otok odgromowy.
10. Zalecenia branży elektrycznej według załączonego protokołu z oględzin.

Opracował:

mgr inż. Władysław Wenski