

**BIURO
PROJEKTOWO-BUDOWLANE**

STANISŁAW PLECHAWSKI
22-400 ZAMOŚĆ ul. NARCYZOWA 5
TEL/FAX.(0-84) 639-20-04, KOM. 0-601-345-107.



NR EWID. 8/2009

EKSPERTYZA STANU TECHNICZNEGO

BRANŻA

KONSTRUKCJA

TEMAT

**EKSPERTYZA STANU TECHNICZNEGO
KOMINA TRÓJPRZEWODOWEGO o wys. 60 m
przy BUDYNKU KOTŁOWNI SPSzW im. PJP II**

ADRES

Zamość, Al. Jana Pawła II 10

ZAMAWIAJĄCY

**SAMODZIELNY PUBLICZNY SZPITAL
WOJEWÓDZKI im. PAPIEŻA JANA PAWŁA II
w ZAMOŚCIU**

Opracował :

mgr inż. Stanisław Plechawski

Zamość, czerwiec, 2009 r.

SPIS ZAWARTOŚCI			
Lp.	Wyszczególnienie	Skala Str.	Str. lub nr rys.
1	2	3	4
I	I. OPIS TECHNICZNY : 1. Podstawa opracowania.....3 2. Przedmiot opracowania.....3 3. Stan istniejący.....3 4. Badania aktualnego stanu technicznego komina.....4 5. Analiza statyczno-dynamiczna komina.....7 6. Ocena aktualnego stanu komina.....11 7. Wnioski.....12 8. Zalecenia.....13 9. Uwagi końcowe.....15 10. Informacja o obowiązku sporządzenia planu "bioz".....16 11. Materiał fotograficzny.....17		
II	ZAŁĄCZNIKI Zestawienie grubości płaszcza komina i sztycy, Obliczenia imperfekcji komina i sztycy Obliczenia statyczne komina i sił napięcia odciągów. Operat techniczny z pomiarów komina i odciągów – w egz. archiwalnym.	1 2 33 20	Zał.. nr 1 Zał.. nr 2 Zał.. nr 3 Zał.. nr 4
III	CZĘŚĆ GRAFICZNA : Plan sytuacyjny Widok komina Przekrój na poziomie I Przekrój na poziomie II Przekrój na poziomie III Przekrój na poziomie IV Przekrój na poziomie V	1 : 500 1 : 100 1 : 100 1 : 100 1 : 100 1 : 100 1 : 100	Rys. nr 1. Rys. nr 2. Rys. nr 3. Rys. nr 4. Rys. nr 5. Rys. nr 6. Rys. nr 7.

OPIS TECHNICZNY

1. Podstawa opracowania.

- 1.1. Zlecenie Zamawiającego,
- 1.2. Projekt konstrukcyjny komina stalowego 3-przewodowego z 1990 r.
- 1.3. Opinia naukowo-techniczna komina stalowego 3-przewodowego opracowana w 1994 r. przez Instytut Techniki Budowlanej.
- 1.4. Projekt techniczny konstrukcyjny przebudowy komina stalowego 3-przewodowego H=60 m opracowany w 1994 r. przez COB-PBP „BISTYP” W-wa,
- 1.5. Opinia techniczna nr 3/2001 opracowana przez firmę Altus z Lublina.
- 1.6. Operat geodezyjny z pomiarów pionowości komina opracowany przez firmę Fus w lipcu 2003 r.
- 1.7. Świadczenie kontroli technicznej wykonanej powłoki malarskiej z dn.1.08.2003 r.
- 1.8. Operat techniczny z pomiarów komina oraz odciągów opracowany przez Geopol w styczniu 2009 r,
- 1.9. Operat pomiarowy grubości blach trzonu komina z maja i czerwca 2009 r.,
- 1.10. Oględziny i pomiary inwentaryzacyjne własne,
- 1.11. Uzgodnienia z Zamawiającym,
- 1.12. Przedmiotowa literatura techniczna i normy projektowania.

2. Przedmiot opracowania.

Przedmiotem opracowania jest ekspertyza stanu technicznego konstrukcji komina trójprzewodowego o wys. 60 m przy budynku kotłowni Samodzielnego Publicznego Szpitala Wojewódzkiego im. Papieża Jana Pawła II z siedzibą w Zamościu przy Al. Jana Pawła II 10 w Zamościu.

3. Stan istniejący.

Przedmiotowy komin stalowy o wysokości 60,0 m (Fot. 1) składa się z 3 przewodów o średnicy wewnętrznej $D = 900$ mm każdy:

1. Przewód węglowy,
2. Przewód rezerwowy,
3. Przewód gazowy.

Czwartym elementem jest sztyca z rury stalowej o średnicy zewnętrznej 813 mm i projektowanej grub. ścianki 10 mm, utrzymująca wspólnie z odciągami stateczność całej konstrukcji.

Komin wykonano z blachy ze stali St3SX.

Przewody komina składają się z segmentów połączonych kołnierzowo na śruby.

Wszystkie przewody komina są utwierdzone w fundamencie (Fot. 2) przy pomocy śrub fundamentowych zabetonowanych w cokole fundamentu, do których nakrętkami mocowane są kołnierze dolne przewodów.

Sztyca natomiast mocowana była do istniejącego fundamentu 12 śrubami M30 kotwionymi w beton wg systemu SPIT EPCON lub SPIT MAXI EA. Są to kotwy chemiczne do wklejania w beton prętów stalowych (śrub lub zbrojeniowych) przy pomocy żywicy epoksydowej, które dla śrub M30 wymagają otworu o głębokości 280 mm. Przyjęte w projekcie archiwalnym założenie, że 12 śrub M30 kotwionych na głębokości ok. 28 cm w betonie klasy B15 da pełne utwierdzenie rury stalowej o średnicy 813 mm jest mocno na wyrost – oparcie to można traktować jako pośrednie między przegubowym a utwierdzonym i takie założenie przyjęto do obliczeń w niniejszej ekspertyzie.

Do sztycy mocowane są po 3 odciągi w dwu poziomach. Każdy przewód komina połączony jest ze sztycą 3 ryglami (Fot. 3) w trzech poziomach: +16,25 m, +33,75 m i +56,25 m.

4. Badania aktualnego stanu technicznego komina.

4.1. Badania stateczności komina - pomiar pionowości komina

Pomiary wykonano w lutym 2009 roku dalmierzem bezlustrowym GPS Topcon 3105 w temperaturze powietrza -5°C , przy prędkości wiatru $0 \div 1$ m/s. (zał. nr 4). Pomiary wykonano w warunkach normalnej pracy komina tj. przy eksploatacyjnej temperaturze przewodu węglowego i gazowego.

Maksymalne wychylenia osi kominów od pionu wynoszą :

Komin nr 1: Przewód węglowy -	0,095 m
Komin nr 2: Przewód rezerwowy -	0,086 m
Komin nr 3: Przewód gazowy -	0,079 m

Wychylenia pomierzone przez firmę Państwa Fus w lipcu 2003 r były mniejsze i wynosiły:

Komin nr 1: Przewód węglowy -	0,040 m
Komin nr 2: Przewód rezerwowy -	0,055 m
Komin nr 3: Przewód gazowy -	0,030 m
Komin nr 4: Sztyca	0,039 m

Ponieważ pomiary te były wykonane dla konkretnych kierunków, trudno jest określić, czy są to wartości maksymalne.

W opinii technicznej nr 3/2001 przytoczono wyniki pomiarów z 1998, 1999 roku i 2001 roku, gdzie zastępcze średnie wychylenie wynosi odpowiednio 20 cm, 20 cm i 18 cm. Są to wychylenia o wiele większe niż pomierzone w 2003 i 2009 roku. Ponieważ brak jest danych dokumentujących pomiary wychyleń komina z lat 1998, 99 i 2001 jako miarodajne przyjmuje się wyniki pomiarów z lat ostatnich.

Zgodnie z PN-93/B-03201 dopuszczalne przemieszczenie wierzchołka komina jednopowłokowego wynosi : $u_{dop} = H/75 = 60 / 75 = 0,80$ m.

Zarówno przemieszczenia obliczone w załączniku nr 3 programem RM-WIN jak i pomierzone są mniejsze od dopuszczalnych.

4.2. Badania stateczności komina - pomiar napięcia lin odciągów.

Pomiary przeprowadzono w tych samych warunkach eksploatacyjnych i pogodowych jak pomiary pionowości.

Strzałki zwisów lin odciągowych:

Przekrój 01: - S : G = 0,397 m D = 0,386 m

Przekrój 02: - S : G = 0,375 m D = 0,306 m

Przekrój 03: - S : G = 0,407 m D = 0,343 m

G – górne odciagi, D – dolne odciagi.

Względne strzałki zwisów lin odciągów w odniesieniu do rzutu poziomego długości lin, czyli najbardziej niekorzystne, wynoszą :

Przekrój 01: - S : G = 0,0064 D = 0,0089

Przekrój 02: - S : G = 0,0064 D = 0,0077

Przekrój 03: - S : G = 0,0066 D = 0,0079

Jak widać są to wielkości bardzo małe i nie przekraczają wartości dopuszczalnych.

Ponieważ naciąg wstępny w projekcie archiwalnym przebudowy komina określono przy temperaturze $+15^{\circ}\text{C}$, czyli innej niż temperatura przy pomiarach, w obliczeniach statycznych dokonano przeliczenia pomierzonych strzałek zwisów lin odciągowych dla tej temperatury. Obliczenia wykazały, że przyrost pionowej strzałki zwisu przy ww różnicy temperatur jest minimalny, praktycznie nie istnieje. W związku z tym w obliczeniach przyjęto strzałki pomierzone geodezyjnie.

Dokładne wyniki pomiarów wychyleń poszczególnych poziomów kominów oraz pomiary długości i strzałki zwisów odciągów zestawiono w Operacie Technicznym pomiarów (zał. nr 4).

4.3. Badania grubości płaszcza komina.

Badania wykonano na nieczynnym kominie w dniu 24.05.2009 r., kiedy przewód węglowy komina był wyłączony z eksploatacji oraz dodatkowo w dniu 12.06.2009 r.

Temperatura ścianki przewodu węglowego wynosiła ok. 30°C , pozostałych ok. 20°C .

Punkty pomiarowe zlokalizowano wzdłuż całej wysokości komina, na 5-ciu poziomach pokazanych na rysunkach.

Badania przeprowadzono przy pomocy uniwersalnego grubościomierza ultradźwiękowego UNIPAN typ 545 LC z głowicą 4LDF 10.

Powtórne pomiary sprawdzające wykonano w dniu 12.06.2009 r, (z wyłączeniem przewodu węglowego, który był czynny) uniwersalnym grubościomierzem

ultradźwiękowym MG-233 S Ultrasonic Thickness Meter.

Grubości płaszcza poszczególnych kominów wynoszą (zał. nr 1):

Komin nr 1: Przewód węglowy -	6,9 ÷ 10,1 mm
Komin nr 2: Przewód rezerwowy -	10,1 ÷ 10,7 mm
Komin nr 3: Przewód gazowy -	7,2 ÷ 9,4 mm
Komin nr 4: Sztycy nośna -	8,9 ÷ 11,8 mm

Dokładne wyniki badań, pokazane na załączonych rysunkach, zostały wykorzystane do sporządzenia analizy statyczno-dynamicznej konstrukcji komina oraz oceny aktualnego stanu technicznego komina.

Pomiary wykonane w ramach niniejszego opracowania porównano do grubości projektowanych blach płaszczy komina i sztycy. Wynika to z faktu, że pomiary z 1994 i 2001 r przytoczone w opinii technicznej nr 3/2001 Firmy Altus nie są możliwe do zlokalizowania, ponieważ nie podano żadnych informacji (np. rzędne), które pomogłyby zidentyfikować punkty pomiarowe, a blacha sztycy nie była w ogóle mierzona.

Projektowana grubość blachy sztycy wynosiła 10 mm, pomierzona minimalna grubość to 8,9 mm w ciągu 2009 – 1994 = 15 lat, ubytek korozyjny: $(10 - 8,9)/15 = 0,073$ mm/rok.

Projektowana grubość blachy komina węglowego wynosiła 10 mm, pomierzona minimalna grubość to 6,9 mm w ciągu 2009 – 1991 = 18 lat, ubytek korozyjny: $(10 - 6,9)/18 = 0,172$ mm/rok.

Zastanawiający jest fakt, że w części pomiarów grubość blach komina (głównie sztycy i przewodu rezerwowego) jest większa niż projektowana. Dla członu dolnego sztycy pomierzona średnia grubość blach (9,2 mm) jest mniejsza od projektowanej (10 mm). Dla członów wyższych generalnie pomiary grubości blach wskazują na wartości powyżej 10 mm ; zdarzają się nawet pomiary powyżej 11 mm, przy projektowanej grubości płaszcza 10 mm.

Przyrost grubości blachy w trakcie eksploatacji można byłoby tłumaczyć błędnym wykonaniem pomiarów grubościomierzem ultradźwiękowym, przeczy temu jednak fakt potwierdzenia pomiarów innym grubościomierzem. Również zafałszowanie pomiaru zwiększenia grubości wskutek przywarcia zgorzeliny korozyjnej (Fot. 4) nie wchodzi w grę, gdyż na wewnętrznej powierzchni komina rezerwowego jej nie ma – blacha komina była dobrze zabezpieczona antykorozyjnie zarówno od zewnątrz jak i wewnątrz (Fot. 5).

W przypadku rur o dużych średnicach „nadmiar” grubości można tłumaczyć niedokładnościami walcowania i nie zachowaniem tolerancji wymiarowych. Zgodnie z KB1-3.3.(2), tabela 4, str. 304 (Wyroby hutnicze, KB1-3, zeszyt nr 3, wydanie COIB, W-wa, 1986) dopuszczalne odchyłki grubości ścianek rur o średnicy powyżej 813 mm wynoszą: +1,6 mm oraz -0,8 mm. Wynika z tego, że dla rury 813/10 mogłyby wystąpić grubości ścianki : $10 + 1,6 = 11,6$ mm – max. pomierzona grubość ścianki sztycy wynosi 11,5 mm. Niewykluczone również, że dla dolnego członu sztycy występuje tolerancja ujemna :

$10 - 0,8 = 9,2$ mm i tyle dokładnie wykazała średnia z pomiarów. Identyczna sytuacja zachodzi prawdopodobnie w przewodzie rezerwowym, który nie był eksploatowany i narażony na działanie korozyjne – tu również pomierzona grubość ścianek jest większa od projektowanej.

4.4. Badania uszkodzeń płaszcza stalowego.

Nie stwierdzono istotnych uszkodzeń płaszcza komina, należy jednak zaznaczyć, że prawdopodobnie komin był częściowo malowany w lipcu 2003 roku.. Świadcstwo kontroli technicznej wykonanej powłoki malarskiej oraz pomiar jej grubości z dnia 1.08.2003 r. podaje grubość powłoki malarskiej sztycy nośnej w granicach $140 \div 221$ mikron., natomiast przewodów spalinowych $81 \div 150$ mikron. Instrukcja malowania zawarta w opinii technicznej nr 3/2001 nie podaje wymaganych grubości malowania sztycy i przewodów komina. Z oględzin powłok malarskich komina wynika, że przewody kominowe nie były malowane w całości, tylko wykonano tzw. zaprawki w miejscach większych uszkodzeń powłoki malarskiej. Porównując stan obecny ze zdjęciami z opinii nr 3/2001 powłoka malarska sztycy w niektórych miejscach jest taka, jakby malowanie sztycy w ogóle nie było odnawiane albo malowana było niedbałe, nieodpowiednimi farbami i na nie przygotowanym podłożu (Fot. 3) .

Zaobserwowano niewielkie ogniska korozji głównie w okolicach połączeń kołnierzowych. Najwięcej ognisk korozji występuje na przewodzie gazowym, zwłaszcza od wewnątrz (Fot. 6). Przewód rezerwowy praktycznie nie wykazuje uszkodzeń.

4.5. Kontrola stanu połączeń spawanych i śrubowych oraz uszczelnień.

Nie stwierdzono istotnych uszkodzeń połączeń i uszczelnień poszczególnych odcinków komina. Po malowaniu w 2003 roku stwierdzono różny stopień korozji śrub łączących kołnierze – od jej braku (Fot. 8) poprzez korozję powierzchniową (Fot. 9) do korozji poważniejszej wraz z nieznacznym rozszczelnieniem połączenia (Fot. 10). W poziomie anten, na przewodzie gazowym oraz poniżej i jeszcze w kilku miejscach należy skorodowane śruby wymienić na nowe (Fot. 9, Fot. 10).

5. Analiza statyczno-dynamiczna komina.

5.1. Schemat statyczny komina.

Na wstępie należy przypomnieć, że przedmiotowy komin był przebudowywany w 1994 roku. Pierwotnie, wg projektu z 1990 r., był to ustrój ramy przestrzennej: 3 rury (przewody kominowe) stanowiące słupy ramy rozstawione na planie trójkąta (o podstawie 2,0 m i wysokości 1,60 m), połączone ze sobą nieprzesuwnie sztywnymi ryglami w 3 poziomach do uźebrowanych i pogrubionych w tych miejscach segmentów trzonów.

Rozwiązanie takie było niewłaściwe z uwagi na duże różnice temperatur i

wydłużalności poszczególnych przewodów kominowych pracujących i zimnych. W 1994 r., po wykonaniu komina opracowano kilka ekspertyz oraz projekt przebudowy komina, który wprowadził, jako podstawową konstrukcję nośną, centralną rurę (szycę) z 3 odciągami w dwu poziomach.

Założenia obliczeniowe archiwalnego projektu konstrukcyjnego przebudowy z 1994 r. zakładają (str. 24), że

- a). Centralna szyca rurowa (Φ 813 mm) z dwoma poziomami odciągów przejmuje wszelkie obciążenia wiatrem całego układu przestrzennego (3 przewody kominowe, szyca, odciągi i wyposażenie w postaci pomostów i drabin) i przekazuje na fundament istniejący oraz fundamenty odciągów.
- b). Temperatura eksploatacji poszczególnych przewodów kominowych nie oddziałuje na ustrój przestrzenny dzięki zastosowaniu przesuwów pomiędzy ryglami a przewodami kominowymi, a więc również między poszczególnymi przewodami. Połączenia rygli ze szycą zaprojektowano jako sztywne. W ten sposób zlikwidowano przestrzenną ramę i wyeliminowano wpływ różnic temperatury przewodów kominowych na konstrukcję nośną. Szyca przechodzi osiowo przez istniejące rygle pierwotnie projektowanej ramy przestrzennej i jest z nimi połączona sztywno poprzez spawanie.

Podparcia przesuwne poszczególnych rur kominowych na ryglach w poziomach +16,23 m, +33,75 m oraz +56,25 m (rys. nr 4 projektu przebudowy) zrealizowano poprzez wykonanie otworów owalnych na śruby w blachach pionowych (str. 11/12 opisu technicznego archiwalnego).

5.2. Obciążenia i wartości sił wewnętrznych z uwzględnieniem imperfekcji (braku pionowości) komina.

W obliczeniach archiwalnych przebudowy komina z 1994 r. przyjęto obciążenia dla aktualnie istniejącego schematu statycznego, działające na centralną szycę rurową. W projekcie tym założono pewne uproszczenia (str. 26 obl. archiw.), że szyca obciążona jest równomiernie również parciem wiatru działającym na kominy – w rzeczywistości parcie to przenosi się na szycę jako obciążenie skupione w miejscach podparcia ich ryglami.

Obliczenia archiwalne przebudowy (str. 33) pkt. 3.3 Wnioski i wyniki pozostałych obliczeń, (których nie załączono) podają, że :

- a). Grubość obliczeniowa blachy sztycy wynosi od 4 mm (powyżej +32,00 m) do 6 mm (poniżej +32,00 m) – aktualnie pomierzona minimalna grubość rury – 9,2 mm.
- b). Grubość obliczeniowa blachy przewodów nr 1 (węglowy) i nr 2 (rezerwowy) wynosi po przebudowie od 2 mm (w części górnej – nie podano rzędnych) do 3,5 mm (w części dolnej) – aktualnie pomierzona minimalna grubość rur to 7,0 mm dla komina nr 1 oraz 10,2 mm dla komina nr 2.
- c). Grubość obliczeniowa blachy przewodu gazowego nr 3 wynosi po przebudowie od 2

mm (w części górnej) do 4 mm (w części dolnej) – aktualnie pomierzona minimalna grubość rury to 7,4 mm

Wniosek z obliczeń archiwalnych, zapisany na str. 34: „Należy podkreślić, że dzięki przebudowie nie tylko zapewniona będzie stateczność konstrukcji, lecz także grubość obliczeniowa przewodów zmniejsza się wyraźnie, co znacznie zwiększy trwałość. Konstrukcja zachowuje stateczność po demontażu jednego, dwóch lub wszystkich przewodów”. We wnioskach tych ani w obliczeniach nie podano, jaki przyjęto schemat obciążeń poszczególnych przewodów kominowych, czy założono, że przewody kominowe przenoszą tylko ciężar własny, czy uwzględniono też parcie wiatru na poszczególne przewody? Pytanie takie należy zadać, ponieważ obciążenie sztycy wiatrem w projekcie archiwalnym przyjęto jako ciągłe, a przedstawione wyżej wyniki w postaci obliczeniowych grubości ścianek wydają się nieco optymistyczne.

Dlatego też w ramach niniejszego opracowania wykonano obliczenia kontrolne przy założeniu, że obciążenie wiatrem działa zarówno na przewody rurowe komina jak i na sztycę. W rzeczywistości parcie wiatru na rury komina przenosi się na sztycę jako obciążenie skupione (reakcje) w miejscach podparcia ich ryglami. Podparcie kominów ryglami zamocowanymi do sztycy uwzględniono jako sprężyste, z uwagi na podatność całego układu, a zwłaszcza sztycy z odciągami, dla której wyliczono współczynnik podatności będący jednocześnie podatnością podpór komina. Przy takim założeniu sztyca obciążona jest równomiernie wiatrem działającym na nią bezpośrednio jak również wiatrem działającym na przewody kominowe, z których to, zależnie od kierunku działania wiatru, obciążenie odpowiedniej wielkości przekazywane jest na sztycę jako siły skupione. Taki układ obciążeń jest bliższy rzeczywistości, niż przyjęty w projekcie przebudowy i oczywiście dał inne wyniki, tym bardziej, że w projekcie przebudowy przyjęto (nie wyliczono!) zbyt niski współczynnik porywów wiatru (β).

W obliczeniach uwzględniono również imperfekcje (zał. nr 2) w postaci wychyleń przewodów kominowych pomierzonych geodezyjnie (zał. nr 4) i wprowadzonych do geometrii układu statycznego..

5.3. Sprawdzenie naprężeń w przekrojach komina i sztycy.

Obliczenia kontrolne wykazały, że przy założeniu idealnie przegubowego podparcia sztycy na fundamencie warunek stanu granicznego nośności (przy ściskaniu ze zginaniem), dolnego członu sztycy jest spełniony w ok. 70%, natomiast przy pełnym utwierdzeniu sztycy w fundamencie warunek ten wynosi ok., 109%. Ponieważ podparcie sztycy na fundamencie można uznać za pośrednie pomiędzy przegubowym a zamocowanym, daje to średnie wykorzystanie nośności ok. 90%. Należy zaznaczyć, że wyniki te otrzymano dla schematu statycznego sztycy z odciągami, natomiast w przypadku schematu podparcia sztycy, zamiast odciągów, zastępczymi podporami sprężystymi o podatności odpowiedniej do sił napięcia lin otrzymano bardziej korzystne wyniki.

Symulacja obliczeniowa przy przyjęciu grubości ścianki dolnej części sztycy 8,6 mm (mniejszej o 0,3 mm od aktualnie minimalnej 8,9 mm) wykazała, że warunek nośności jest spełniony na granicy: 98,5% (79% i 118%). Oznacza to, że w trakcie eksploatacji możliwe jest dalsze pocienienie ścianki sztycy o $8,9 - 8,6 = 0,3$ mm, co przy rocznym ubytku 0,073 mm/rok (zał. nr 1) daje czas dalszej eksploatacji $0,3 : 0,073 = 4,11$ lat. Ponieważ nośności wyższych części sztycy są spełnione z dość znacznymi zapasami (na poziomie ok. 50%) należy się liczyć w niedalekiej przyszłości z koniecznością wzmocnienia dolnego segmentu sztycy nośnej komina.

Jeśli chodzi o przewody kominowe to z uwagi na zmianę ich schematu statycznego i podparcie sztycą zapasy nośności są dość duże, dla komina węglowego aktualne wykorzystanie nośności przy pomierzonych grubościach ścianek (wg zał. nr 1 – najmniejsza grubość to 7 mm w dolnej części) wynosi ok. 40%, natomiast przy założeniu grubości ścianki komina 5 mm wykorzystanie nośności to ok. 70% - cieńszej ścianki nie można przyjąć z uwagi na zbyt dużą jej smukłość. Oznacza to, że w trakcie eksploatacji możliwe jest dalsze pocienienie ścianki kominów o $7 - 5 = 2$ mm, co przy rocznym ubytku 0,172 mm/rok daje czas dalszej eksploatacji $2 : 0,172 = 11,62$ lat. Dotyczy to komina węglowego i gazowego, komin rezerwowy jest w bardzo dobrym stanie.

W załączniku nr 3 zamieszczono schematy statyczne pośrednie, bardzo zbliżone do wyżej przytoczonych wyników, z obciążeniem działającym wzdłuż linii 1-go z odciągów i utwierdzeniem sztycy oraz przewodów kominowych. Z uwagi na obszerność zagadnień statyczno-dynamicznych w niniejszym opracowaniu zamieszczono tylko część obliczeń, pozostałe do wglądu w archiwum autora.

5.4. Sprawdzenie stateczności całego komina.

Odciągi wykonano z lin stalowych o średnicy 30 mm typ T6*19+A, masa jednostkowa lin : 3,08 kg/mb, przekrój obliczeniowy 323 mm². Stal o nominalnej wytrzymałości drutów na rozciąganie 1600 MPa, nominalna siła obliczeniowa zrywająca linę 516 kN.

Aktualne wartości sił napięcia lin w odciągach (zał. nr 3) wyliczono na podstawie pomiarów geodezyjnych pionowej strzałki zwisów lin odciągów (zał. nr 4). Siły w odciągach górnych obliczono na podstawie równania krzywej łańcuchowej i jej parametru „k” niezbędnego do obliczenia siły napięcia liny odciagu. Z uwagi na brak rozwiązania równania krzywej łańcuchowej dla odciągów dolnych, których linia jest inną krzywą o nieznanym wyrażeniu, wykonano sprawdzenie sił napięcia wg literatury [1].

Siły napięcia lin odciągowych zestawiono w poniższej tabeli.

Jak widać w tabeli większość sił w odciągach należy wyregulować; z obliczeń wynika, że odciąg górny w przekroju 01-S i 02-S w zasadzie regulacji nie wymagają. Należy jednak w trakcie napinania lin w odciągach sprawdzić wszystkie siły i wyregulować do wartości projektowanych.

W ekspertyzie z 2001 r. podano potrzebne napięcia odciągów, które różnią się od projektowanych o ok., 10 ÷ 15%. Ponieważ nie zamieszczono wyliczenia, wg którego

określono te wartości i są one mocno zaokrąglone (prawdopodobnie nie był dokładnie zmierzony okres fali powrotnej, który był podstawą wyliczeń), w niniejszej ekspertyzie przyjęto jako miarodajne siły napięcia odciągów podane w projekcie.

Odciąg	Poziom	Siła w odciągu aktualnie działająca	Naciąg wstępny przy temp. +15 ⁰ C wg proj. przebudowy	Różnica
		kN	kN	kN
Przekrój 01: - S	G	33,43	33,50	-0,07
Przekrój 02: - S	G	31,87	32,00	-0,13
Przekrój 03: - S	G	28,66	33,50	-4,84
Przekrój 01: - S :	D	18,85	22,80	-3,95
Przekrój 02: - S :	D	20,04	21,00	-0,96
Przekrój 03: - S :	D	20,93	22,80	-1,87

G – górne odciąg, D – dolne odciąg.

Górne i dolne zamocowania odciągów są w dobrym stanie technicznym (Fot. 11, Fot. 12)

6. Ocena aktualnego stanu komina.

Na podstawie oględzin i pomiarów stwierdza się ogólnie dobry stan płaszcza komina, kołnierzy i ich połączeń śrubowych oraz elementów wyposażenia (drabiny, pomosty).

- 6.1. Pionowość komina - jak wynika z operatu technicznego i obliczeń statycznych zarówno przemieszczenia pomierzone w warunkach normalnej pracy komina jak i obliczone są znacznie mniejsze od dopuszczalnych.
- 6.2. Pomiar strzałek zwisów lin odciągów nie wykazuje nadmiernych wartości. Względne strzałki zwisów lin odciągów w odniesieniu do rzutu poziomego długości lin, czyli najbardziej niekorzystne, są bardzo małe i nie przekraczają wartości dopuszczalnych. Występują niewielkie różnice (tabela powyżej) obliczonych na tej podstawie sił napięcia lin odciągów w porównaniu z podanymi w projekcie archiwalnym siłami naciągu wstępnego. Mocowania dolne i górne odciągów są w dobrym stanie technicznym.
- 6.3. Grubość płaszcza komina i sztycy wykazuje zróżnicowane zapasy w stosunku do minimalnej grubości obliczeniowej. Analiza statyczno-dynamiczna sztycy wykazała, że okres bezpiecznej eksploatacji może wynosić jeszcze 4 lata, natomiast przewodu węglowego i gazowego ok. 11 lat. Nieużytkowany przewód rezerwowany jest w bardzo dobrym stanie i może być eksploatowany „jak nowy”. Należy jednak pamiętać o tym, że podane okresy dalszej eksploatacji zostały wyliczone niejako na podstawie danych statystycznych, tj. średniego ubytku

korozyjnego 0,073 mm/rok dla sztycy i 0,172 mm/rok dla przewodów kominowych. Z literatury [] wynika, że średnie zużycie korozyjne w środkowych segmentach komina wynosi 0,3 mm/rok, w dolnych nie przekracza 0,2 mm/rok, a w górnych jest zależne od wysokości komina – w naszym przypadku może być to 0,5 mm/rok. Zestawienie grubości płaszcza komina (zał. nr 1) w pełni potwierdza różnice ubytku korozyjnego w zależności od wysokości. W związku z tym nie można wykluczyć, że z jakichś powodów może nastąpić większe zużycie korozyjne i podany wyżej okres eksploatacji znacznie się skróci.

- 6.4. Kołnierze i połączenia śrubowe są w dobrym stanie technicznym. Niewielkie ogniska korozji, zwłaszcza na przewodzie gazowym (Fot. 9), nie stanowią na razie zagrożenia bezpieczeństwa konstrukcji – należy je zabezpieczyć zgodnie z p-ktem Zalecenia wykonawcze.
- 6.5. Fundament komina (Fot. 2) widoczny nad powierzchnią terenu jest w średnim stanie technicznym, beton jest częściowo zwietrzały, zalecana w opinii technicznej nr 3/2001 powłoka z Abizolu nie spełnia swego zadania.
- 6.6. Wyposażenie komina – drabiny, pomosty są w dobrym stanie technicznym wymagają odnowienia poprzez malowanie. Obudowę izolacji termicznej dolnej części przewodów kominowych należy zdemontować w celu zabezpieczenia antykorozyjnego przewodów kominowych. Po demontażu należy wykonać nową izolację termiczną wraz z jej obudową. Pocięte czopuchy wymagają naprawy lub wymiany i malowania.
- 6.7. Zabezpieczenie antykorozyjne w postaci powłok malarskich należy wykonać w całości na nowo z uwagi na ich zużycie, co powoduje zmniejszanie stopnia ochrony przed korozją elementów konstrukcyjnych.
- 6.8. Zgodnie z aktualną normą, dla kominów o wysokości powyżej 30 m należy prowadzić metrykę komina, która jest dowodem jego stanu technicznego. Metryka taka powinna być założona przez Autora Projektu komina z 1990 lub 1994 roku i przekazana Użytkownikowi. Metryka winna być uzupełniana w trakcie budowy i eksploatacji komina.

7. Wnioski .

- 7.1. Reasumując powyższe zagadnienia stan techniczny obiektu można uznać za dobry
- 7.2. Istniejący komin stalowy (sztyca i przewody) aktualnie spełnia warunki stanów granicznych nośności i użytkowania z wystarczającymi zapasami.
- 7.3. Wytrzymałość i niezawodność konstrukcji, jak wynika z analizy statyczno-dynamicznej, powinna być zachowana przez najbliższe 4 lata dla sztycy oraz ok. 10 lat w dla przewodów kominowych, pod warunkiem wykonania zaleceń zawartych w niniejszej ekspertyzie!
- 7.4. W trakcie eksploatacji należy monitorować konstrukcję oraz dokonywać kontroli i

badan technicznych w odpowiednich okresach, poniewaz nie mozna wykluczyc wiekszego zuzycia korozyjnego i podany okres eksploatacji moze byc krótszy.

- 7.5. Niezbędne prace naprawczo-konserwacyjne należy wykonać zgodnie z p-ktem 8 Zalecenia, który zawiera program i warunki dalszej eksploatacji komina.
- 7.6. Należy na bieżąco prowadzić metrykę komina.

8. Zalecenia.

8.1. Zalecenia wykonawcze.

W trakcie prac remontowych wykonać sprawdzające pomiary grubości ścianek sztycy i przewodów kominowych w nawierconych otworach, w miejscach wskazanych przez autora niniejszej ekspertyzy.

Sprawdzić również stan połączeń spawanych, w przypadku jakichkolwiek usterek należy naprawić połączenia.

We wszystkich przypadkach sprawdzić dokręcenie śrub kołnierzowych i fundamentowych. Zgodnie z projektem konstrukcyjnym archiwalnym z 1990 r. „Śruby w połączeniach kołnierzowych przewodów należy skręcać do naprężeń jednakowych dla wszystkich śrub = 75 MPa, tj. momentem 6,3 kGm w celu zapewnienia szczelności połączenia poprzez dociśnięcie tektury azbestowej lub płyty Polonit”. Wszystkie skorodowane śruby i nakrętki wymienić na nowe.

Należy w trakcie napinania lin w odciągach sprawdzić wszystkie siły i wyregulować do wartości projektowanych. Uzupełnić konserwację lin smarem, zwłaszcza w rejonie zamocowania lin do komina. Raz w roku należy regulować siły napięcia lin odciągów.

Z cokołu fundamentu skuć wierzchnią, luźną warstwę zwietrzałego i skorodowanego betonu. Wykonać zabezpieczenie cokołu fundamentu jednym z systemów stosowanych do napraw ubytków betonu a jednocześnie uszczelniającym, np. Ceresit..

8.2. Zabezpieczenie antykorozyjne.

Ustalenie sposobu zabezpieczenia antykorozyjnego nie jest w tym przypadku sprawą łatwą, poniewaz w poprzednich opracowaniach podawano inne zalecenia, co do stosowanych powłok malarskich. Pierwotna dokumentacja z 1990 roku przewidywała malowanie farbami epoksydowymi (gruntowanie) oraz emalią epoksydową chemoodporną – warstwa nawierzchniowa. Łączna grubość powłoki malarskiej wynosiła 130 µm.

W projekcie przebudowy komina z 1994 roku malowanie przewodów projektowano jw. (str 22 projektu), natomiast gruntowanie i malowanie sztycy farbami chlorokauczukowymi. Grubość warstwy podkładu 60 µm.

W opinii technicznej nr 3/2001 zamieszczono instrukcję malowania sztycy, złącz kołnierzowych i trzonów komina, gdzie zalecono gruntowanie trzonów komina farbą silikonową termoodporną Termokor P oraz malowanie emalią silikonową termoodporną

Termokor E. Instrukcja podawała dwie alternatywy malowania sztycy: farbą chlorokauczukową Pillak lub farbą ftalowo-silikonową termoodporną Cekor R.

Trudno ustalić, czy którykolwiek z tych wariantów był zastosowany, czy też wykonano malowanie wg jeszcze innego wariantu, ponieważ na przewodach kominowych widoczne są tzw. zaprawki. Faktem jest, że malowanie sztycy, pomimo pozytywnego świadectwa kontroli technicznej, nie zdało egzaminu i w miejscach zniszczonych (np. Fot. 3) należy je wykonać na nowo, a w pozostałych, gdzie farba dobrze trzyma się podłoża wykonać 1*malowanie nawierzchniowe.

a). Malowanie sztycy zaleca się wykonać farbą chlorokauczukową:

Konstrukcję stalową należy dokładnie oczyścić do 2 stopnia czystości zgodnie z aktualnymi normami, ze zwróceniem szczególnej uwagi na niewielkie ogniska korozji powstałe w czasie eksploatacji konstrukcji, które muszą być oczyszczone b. dokładnie, zwłaszcza w miejscach trudno dostępnych.

Gruntowanie: 2 * farba chlorokauczukowa do gruntowania przeciwrdzewna cynkowa 70% szara metaliczna (Cynkofan-1) o symbolu 7221-004-950. Grubość warstwy podkładowej min. 60 µm.

Malowanie nawierzchniowe: 3 * emalia chlorokauczukowa o symbolu 7261-000-XXX w kolorze czerwonym.

Łączna grubość powłoki malarskiej nawierzchniowej min. 120 µm.

b). Malowanie przewodów stalowych konina:

Należy ustalić na podstawie dokumentów lub badań, jaka powłoka malarska była zastosowana poprzednio zarówno do malowania pierwotnego jak i zaprawek. Po ustaleniu rodzaju zastosowanych farb porozumieć się z autorem niniejszego opracowania w celu uzgodnienia zabezpieczenia antykorozyjnego przewodów kominowych.

8.3. Zalecenia ogólne.

Kontrolę stanu technicznego przewodów, sztycy, konstrukcji wspomagających i wyposażenia należy przeprowadzać min. 1 raz w roku, najlepiej na wiosnę. W zakres sprawdzania wchodzi również przegląd stanu powłok malarskich i uszczelnień. Nie wolno pozostawiać zaobserwowanych uszkodzeń bez naprawy i konserwacji.

Zgodnie z aktualną normą badania i ocenę stanu technicznego obejmującą sprawdzenie grubości blach przewodów i sztycy metodami nieniszczącymi oraz sprawdzenie połączeń spawanych należy wykonywać w terminach ustalonych w wytycznych pokontrolnych – opinia techniczna nr 3/2001 określa te okresy co 2 lata – okres ten należy obowiązkowo zachować z uwagi na konieczność wzmocnienia dolnej części sztycy. Sprawdzenie i regulację sił w odciągach opinia zaleca 1 raz w roku. Zgodnie z projektem przebudowy komina stan powłok malarskich powinien być kontrolowany co ok. 6 mies. Zalecenia te pozostają w mocy również w niniejszej ekspertyzie.

9. Uwagi końcowe .

Przy wykonywaniu robót należy stosować wyroby dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie, za które uważa się wyroby, dla których wydano certyfikat na znak bezpieczeństwa lub deklarację zgodności z Polską Normą lub aprobatę techniczną (Prawo Budowlane art. 10).

Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. Nr 92, poz. 881) określa zasady wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych, zasady kontroli wyrobów budowlanych wprowadzonych do obrotu oraz zasady działania organów administracji publicznej w tej dziedzinie.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11.08.2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. nr 198/2004 poz. 2041) wydane na podstawie ww ustawy określa m. in. sposób deklarowania zgodności wyrobów budowlanych na podstawie oceny zgodności z Polską Normą lub aprobatą techniczną, wymagane systemy oceny zgodności i sposób znakowania wyrobów budowlanych.

Roboty należy wykonywać zgodnie z "Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano - montażowych" oraz przepisami BHP.

O p r a c o w a ł :

mgr inż. St. Plechawski

10. Informacja o obowiązku sporządzenia planu "bioz"

Art.21a ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. z późniejszymi zmianami **zobowiązuje kierownika budowy** przed przystąpieniem do prac budowlanych sporządzić lub zapewnić sporządzenie planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia, uwzględniając specyfikę obiektu budowlanego i warunki prowadzenia robót budowlanych, w tym planowane jednoczesne prowadzenie robót budowlanych i produkcji przemysłowej.

Plan bezpieczeństwa i ochrony zdrowia na budowie sporządza się, jeżeli:

w trakcie budowy wykonywany będzie przynajmniej jeden z rodzajów robót budowlanych :

- 1) których charakter, organizacja lub miejsce prowadzenia stwarza szczególnie wysokie ryzyko powstania zagrożenia bezpieczeństwa i zdrowia ludzi, a w szczególności przysypania ziemią lub upadku z wysokości,
- 2) przy prowadzeniu których występują działania substancji chemicznych lub czynników biologicznych zagrażających bezpieczeństwu i zdrowiu ludzi,
- 3) stwarzających zagrożenie promieniowaniem jonizującym,
- 4) prowadzonych w pobliżu linii wysokiego napięcia lub czynnych linii komunikacyjnych,
- 5) stwarzających ryzyko utonięcia pracowników,
- 6) prowadzonych w studniach, pod ziemią i w tunelach,
- 7) wykonywanych przez kierujących pojazdami zasilanymi z linii napowietrznych,
- 8) wykonywanych w kesonach, z atmosferą wytwarzaną ze sprężonego powietrza,
- 9) wymagających użycia materiałów wybuchowych,
- 10) prowadzonych przy montażu i demontażu ciężkich elementów prefabrykowanych.

lub przewidywane roboty budowlane mają trwać dłużej niż 30 dni roboczych i jednocześnie będzie przy nich zatrudnionych co najmniej 20 pracowników lub pracochłonność planowanych robót będzie przekraczać 500 osobodni.

Rozporządzenie ministra infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. z dnia 10 lipca 2003 r.) określa zakres i formę informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia, planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz szczegółowy zakres rodzajów robót budowlanych, stwarzających zagrożenia bezpieczeństwa i zdrowia ludzi.

W "planie bioz" należy zwrócić szczególną uwagę na zabezpieczenie prac stwarzających wysokie ryzyko powstania zagrożenia bezpieczeństwa i zdrowia ludzi a w szczególności przysypania ziemią lub upadku z wysokości.

O p r a c o w a ł :

mgr inż. St. Plechawski

11. Materiał fotograficzny.



Fot. 1 Widok ogólny komina.



Fot. 2 Oparcie komina na fundamencie



Fot. 3 Pomost, mocowanie przewodów komina do sztycy i stan jej powłoki malarskiej.



Fot. 4 Wylot przewodu węglowego nr 1..



Fot. 5 Wylot przewodu rezerwowego nr 2.



Fot. 6 Wylot przewodu gazowego nr 3..



Fot. 7 Zakończenie sztycy nośnej.



Fot. 8 Kołnierz komina rezerwowego bez korozji.



Fot. 9 Kołnierz komina gazowego lekko skorodowany.



Fot. 10 Kołnierz komina gazowego skorodowany i rozszczelniony.



Fot. 11 Zamocowanie odciążu do sztycy komina.



Fot. 12 Zamocowanie odciążów do bloku kotwiącego.