



Everest Sp. z o.o.
ul. Dworcowa 10, 85-010 Bydgoszcz

ORZECZENIE TECHNICZNE

Inwestor :

Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej
w Ciechanowie Sp. z o.o.
ul. Tysiąclecia 18, 06-400 Ciechanów

Obiekt :

KOMIN ŻELBETOWY: H=120 m, D_z=8,70/4.70 m,

Temat :

PRZEGLĄD I ORZECZENIE O STANIE
TECHNICZNYM KOMINA ŻELBETOWEGO

Autor :

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

Opracował :

mgr inż. Łukasz Wenski

Data :

CZERWIEC, 2023 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 obiektu.
5. Opis konstrukcji komina.
6. Przegląd komina.
7. Sprawdzenie pionowości osi komina.
8. Badanie sklerometryczne - młotek Schmidta.
9. Aktualny stan techniczny konstrukcji komina.
10. Aktualny stan zabezpieczeń antykorozyjnych osprzętu.
11. Analiza wytrzymałościowa.
12. Wnioski i zalecenia.
13. Załączniki.
 - 13.1. Szkic komina.
 - 13.2. Obliczenia wytrzymałościowe.
 - 13.3. Wyniki pomiarów młotkiem Schmidta.
 - 13.4. Dokumentacja fotograficzna - płyta dvd.
 - 13.5. Kopie uprawnień i przynależności do KPOIIB.

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,
- zaświadczenie przynależności do Kujawsko-Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa : NR ewidencyjny KUP/BO/3343/02.

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. 2023.682).

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 (Dz. U. 2022.0.1225).
- 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:

EVEREST Sp. z o.o.
85-010 BYDGOSZCZ, ul. Dworcowa 10

na wykonanie przeglądu komina i opracowanie orzeczenia o stanie technicznym.

4.2. Zakres i forma orzeczenia.

Prace związane z wydaniem orzeczenia obejmują:

- Przegląd stanu technicznego trzonu nośnego.
- Inwentaryzację zmian stanu konstrukcji, wynikających z eksploatacji komina.
- Sprawdzenie pionowości osi komina na potrzeby obliczeniowe.
- Ocenę powłok ochronnych betonu oraz antykorozyjnych osprzętu.
- Obliczenia wytrzymałościowe.
- Opracowanie wniosków i zaleceń dotyczących dalszej eksploatacji komina.
- Wytyczne technologii konserwacji i ewentualnego remontu komina.
- Serwis fotograficzny.

Niniejsze opracowanie stanowi podstawę dopuszczenia komina do eksploatacji na okres wyznaczony w p. 12.: „Wnioski i zalecenia”.

4.3. Obiekty objęte opracowaniem.

Orzeczenie o stanie technicznym dotyczy jedнопrzewodowego komina żelbetowego: H = 120 m wraz z zamontowanym osprzętem i wyposażeniem.

4.4. Materiały wyjściowe.

Podstawę do opracowania niniejszej oceny stanu technicznego komina stanowią oględziny przeprowadzone w dniu: 16 czerwca 2023 roku. Przeglądu zewnętrznego płaszcza żelbetowego trzonu i badania sklerometryczne przy pomocy młotka Schmidta oraz pomiary pionowości osi komina, dokonał zespół: Władysław Wenski i Łukasz Wenski.

W orzeczeniu uwzględniono wyniki pomiarów geodezyjnych pionowości osi komina oraz wyniki sprawdzenia klasy betonu, wykonane młotkiem Schmidta. Wyniki pomiarów stanowią załączniki do niniejszego opracowania.

Brak zestawienia zamontowanych na kominie anten i urządzeń telekomunikacyjnych. Do obliczeń przyjęto orientacyjne powierzchnie i ciężary.

Zestawienie anten i urządzeń zamontowanych na kominie:

Poz.	Typ	Wymiary		Pow.	Szt.	Pow całk. [m ²]
10	b.d.	Φ	0,8	0,50	1	0,50
30	b.d.	2,20	0,30	0,66	1	0,66
41	b.d.	Φ	0,60	0,28	4	0,24
41	b.d.	Φ	0,40	0,13	2	0,26
41	b.d.	2,0	0,30	0,60	3	1,80
57	b.d.	2,0	0,3	0,60	3	1,80
57	b.d.	1,20	0,30	0,36	3	1,08
83	b.d.	Φ	0,60	0,28	3	0,84
83	b.d.	Φ	0,30	0,07	1	0,07
83	b.d.	Φ	0,80	0,50	3	1,50
83	b.d.	Φ	1,20	1,13	1	1,13
92	b.d.	Φ	0,80	0,50	1	0,50
92	b.d.	1,20	0,30	0,36	3	1,08
92	b.d.	1,00	0,30	0,30	3	0,90
98	b.d.	1,80	0,30	0,54	3	1,62
98	b.d.	1,60	0,30	0,48	3	1,44
100	b.d.	Φ	0,30	0,07	1	0,07
100	b.d.	Φ	0,6	0,28	2	0,56
100	b.d.	Φ	1,0	0,79	3	2,37
100	b.d.	1,00	0,30	0,30	1	0,30
100	b.d.	1,60	0,30	0,48	1	0,48
106	b.d.	Φ	0,30	0,07	3	0,21
106	b.d.	Φ	0,60	0,28	3	0,84
108-116	b.d.	prętowe	-	0,20	8	1,60
121	b.d.	prętowe	-	0,10	1	0,10
123	b.d.	prętowe	-	0,08	1	0,08
100	b.d.	urządzenia	-	0,24	8	1,92
57	b.d.	urządzenia	-	0,24	6	1,44
41	b.d.	urządzenia	-	0,24	6	1,44
RAZEM						22,03

4.5. Lokalizacja.

Przedmiotowy komin żelbetowy użytkowany jest na terenie:

Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej
w Ciechanowie Sp. z o.o.
ul. Tysiąclecia 18, 06-400 Ciechanów

5. OPIS KONSTRUKCJI KOMINA.

5.1. Fundament komina.

Z udostępnionej dokumentacji archiwalnej wynika, że badany komin posadowiony jest na żelbetowym fundamencie płytowym, o średnicy 24.0 m. W części centralnej grubość płyty wynosi: 2,7 m, a na skraju: 1,1 m. Fundament posadowiono na głębokości -4,00 m poniżej terenu /115.0 m n.p.m./.

Zastosowano: - stal zbrojeniową klasy: A-I,
 - beton konstrukcyjny klasy: B15 MPa

Brak pomiarów dotyczących pionowości i osiadania komina wykonanych w ostatnich latach. Oględziny terenu przyległego nie wykazały widocznych śladów jakiegokolwiek pracy lub przemieszczeń fundamentu. Długoletnia eksploatacja komina oraz obecnie wykonane pomiary pionowości osi komina, pozwalają wykluczyć zjawisko nierównomiernego osiadania. Stwierdzić należy, że jakość robót na odcinku połączenia cokołu fundamentowego oraz trzonu żelbetowego, budowanego w technologii deskowania przestawnego, jest dostateczna, co obrazuje w miarę równa powierzchnia, bez ubytków i zgrubień betonu.

5.2. Żelbetowy trzon nośny.

Dane komina:

- wysokość trzonu:	120	m,
- średnica trzonu przy podstawie:	8,70	m,
- średnica zewnętrzna przy głowicy:	4,70	m,
- średnica wylotu:	2,96	m,
- technologia wykonania: urządzenie przestawne,		
- grubość ściany trzonu:	0 - 15 m	40 cm,
	15 - 30 m	36 cm,
	30 - 40 m	33 cm,
	40 - 50 m	30 cm,
	50 - 60 m	28 cm,
	60 - 70 m	26 cm,
	70 - 80 m	24 cm,
	80 - 90 m	20 cm,

90 - 100 m	18 cm,
100 - 117 m	15 cm,
117 - 120 m	15-30 cm.

Trzon zwieńczony jest pogrubieniem płaszcza do grubości 30 cm.

Na wylocie wykonano głowicę z płyt stalowych, osłaniających żelbetowy płaszcz, izolację oraz wymurówkę.

Wymurówka z cegły kominowej o grubości 15 cm, opartej na wspornikach podwykładzinowych, rozmieszczonych na wysokości co 10 m,

W kominie zastosowano izolację termiczną w postaci wełny żużlowej szarej o grubości 8 cm.

Materiały konstrukcyjne trzonu komina według dokumentacji archiwalnej:

- beton konstrukcyjny trzonu komina: B20 MPa
- stal zbrojeniowa trzonu: klasa A I
- wymurówka: cegła kominowa klasy „250” grubości 15 cm, na zaprawie cementowo-wapiennej „15”.

Trzon żelbetowy zaprojektowano z betonu o wytrzymałości B20 MPa, zbrojonego stalą klasy A-I /St 3SX/. Do obliczeń sprawdzających przyjęto stopień zbrojenia pionowego, według danych zawartych w projekcie archiwalnym (poz. +0,00 – $\mu = 0,49\%$). Dla kominów żelbetowych wyznaczony jest przez PN minimalny procent zbrojenia wynosi 0,3%. Projektowany stopień zbrojenia jest większy od minimalnego. Trzon żelbetowy na poziomie + 120 m zamknięty jest głowicą z płyt stalowych. Głowica zamyka przestrzeń pomiędzy trzonem nośnym /zewnątrznym/, a wymurówką ceramiczną.

Trzon posiada typową konstrukcję dla kominów żelbetowych w technologii urządzenia przestawnego, t.j. spoiny poziome w cyklu co 2.5 m /płyty szalunkowe o wysokości 1.25m/ oraz wewnętrzne wsporniki podwykładzinowe co 10 m.

W trzonie żelbetowym wykonano następujące otwory technologiczne:

- na poz. ± 0.00 m, cztery naprzeciwległe otwory montażowe: o wysokości 2,2 m i szerokości 1.20 m, zamurowane cegłą,

- na poz. +6,15m króciec czopuchowy o wysokości 5,75m i szerokości 2.00m.
- na poz. +41m króćce pomiarowe.

Wypozażenie komina:

- na poz. +28 m: podest do obsługi anten,
- na poz. +40 m: galeria obsługowa na całym obwodzie komina,
- na poz. +56 m: podest do obsługi anten,
- na poz. +74 m: podest do obsługi anten,
- na poz. +80 m: galeria obsługowa na całym obwodzie komina,
- na poz. +82 m: podesty do obsługi anten,
- na poz. +84,5 m: podest do obsługi anten,
- na poz. +105 m: podest do obsługi anten,
- na poz. +117 m: galeria górna na całym obwodzie komina,
- drabina włazowa od poziomu ok. 3.0 m do wylotu komina,
- kosz osłonowy drabiny,
- dzienne oznakowanie przeszkodowe,
- nocne oświetlenie przeszkodowe – lampy na galeriach: +40m, +80m, +117m,
- anteny i urządzenia telefonii komórkowej, zamontowane w strefie wysokości: +10m do +123m.

5.3. Wewnętrzna izolacja ceramiczna.

Komin posiada wykładzinę ceramiczną na całej wysokości komina. W technologii deskowania przestawnego, stosuje się wsporniki podwykładzinowe w rozstawie co 10 m, na których oparta jest wymurówka. Zastosowano wymurówkę z cegły kominowej klasy „250” grubości 15 cm. Od góry przestrzeń pomiędzy wymurówką a trzonem zamknięta jest płytami głowicy. Przestrzeń ta wypełniona jest izolacją z wełny żużlowej grubości 8 cm.

5.4. Osprzęt komina.

- Komunikacja:

Podstawową drogą komunikacji pionowej na kominie jest stalowa drabina z koszem osłonowym. Drabina kotwiona jest do zewnętrznej płaszczyzny żelbetowego płaszcza i występuje od + 3 m, do +120 m /głowicy komina/. Kosz osłonowy drabiny zaczyna się również od poziomu +3 m. Oprócz kosza osłonowego drabina wyposażona jest w dodatkowe zabezpieczenie bhp w postaci liny stalowej do wpięcia wózka asekuracyjnego.

Na poziomach pomostów do obsługi anten, zamontowane są dodatkowe drabiny umożliwiające komunikację.

- Króciec czopuchowy:

Komin posiada jeden króciec czopuchowy o dolnej krawędzi na poziomie +6,158m /dolna krawędź otworu w płaszczu/. Spaliny doprowadzone są nadziemnym kanałem i wprowadzone do komina poprzez króciec stalowy.

Zastosowano kanały o konstrukcji stalowej, izolowane wełną mineralną i osłonięte blachą ocynkowaną.

- Oznakowanie przeszkodowe:

Trzon komina posiada oznakowanie przeszkodowe, w postaci malowania w naprzemienne pasy czerwono-białe. Od poziomu +15m trzon podzielony jest na siedem naprzemiennych pasów czerwono-białych. Początek i koniec tego odcinka stanowi pas koloru czerwonego. Komin wyposażono również w nocne oznakowanie w postaci oświetlenia przeszkodowego. Na balustradach galerii w poz. +40m, +80m i +117m, zamontowano lampy ledowe. Obecnie w górnym odcinku, oznakowanie przeszkodowe dzienne jest mocno zabrudzone i mało kontrastowe. Sposób oznakowania jest zgodny z wytycznymi zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 25 czerwca 2003 roku w sprawie zgłaszania i oznakowania przeszkód lotniczych. W 2021 roku opublikowano nowe Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 stycznia 2021 roku w sprawie przeszkód lotniczych, po-

wierzchni ograniczających przeszkody oraz urządzeń o charakterze niebezpiecznym. W przypadku decyzji o odnowieniu oznakowania przeszkodowego komina, należy je dostosować do nowych wymogów wyżej wymienionego rozporządzenia.

- Instalacja odgromowa:

Na głowicy komina zamontowany jest otok z płaskownika. Otok posiada perforacje. Brak iglic odgromowych. Najwyższymi punktami na kominie są obecnie dwie anteny prętowe, zamontowane na poziomach: +121m i +123m. Przy wymianie otoku zaleca się zamontowanie również iglic odgromowych z pręta o średnicy minimum 16mm i o długości 2,50m. Na obwodzie rozmieścić równomiernie 4 iglice.

- Instalacja telefonii komórkowej + anteny:

Komin wykorzystany jest jako maszt do telefonii komórkowej. W obliczeniach sprawdzających uwzględniono dodatkowe obciążenia zamontowanymi antenami i urządzeniami, konstrukcją wsporników i okablowaniem /drabinki kablowe/. Usytuowanie zamontowanych wsporników nie koliduje z pozostałym osprzętem komina. Strefy wysokościowe zamontowanych anten zaznaczono na rysunku zestawieniowym 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 otaczający grunt, nie wskazują na pracę fundamentu. Potwierdza to również wejście czopuchowe, na którym brak odkształceń.

Obliczone wychylenie sprężyste osi komina wynosi:

$$f_{sp} = 0,154 \text{ m} < f_{sp \text{ dop}} = H/200 = 0.600 \text{ m}$$

i jest mniejsze od dopuszczalnego przez PN.

Wychylenie stałe /montażowe/ przekracza wytyczne zawarte w Warunkach Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlano-Montażowych, tom IV - „Obmurza pieców przemysłowych i kotłów oraz kominy i chłodnie energetyczne”:

$$f_{\text{dop.}} = 0.062 \text{ m}$$

$$f_{\text{m}} = 0.310 > 0.062 \text{ m}$$

Całkowite wychylenie osi komina wynosi:

$$f_{\text{c}} = 0.310 + 0,154 = 0,464 \text{ m}$$

Brak pomiarów przy wcześniejszych pomiarach uniemożliwia porównanie wychyleń. Dodatkowe obciążenia wynikające z powstałego mimośrodów uwzględniono w obliczeniach wytrzymałościowych. Na podstawie wyników stwierdzono, że nie ma podstaw do wnioskowania o odkształceniach lub nierównomiernym osiadaniu komina. Zachowane są warunki wytrzymałościowe.

Cokół fundamentu nie jest zabezpieczony środkiem przeciwwodnym, na bazie emulsji asfaltowej. Przy najbliższych robotach konserwacyjnych, zaleca się wykonanie izolacji w postaci opaski przeciwwodnej. Opaskę wykonać od poziomu ok. 0,5m poniżej otaczającego terenu, do 0,5m nad teren. Powierzchnia płaszcza trzonu na odcinku przyziemia jest w miarę równa i gładka. Miejsca uszkodzeń i ubytki betonu na przyziemiu, oczyścić, wyrównać zaprawą mrozoodporną oraz całość zabezpieczyć środkiem przeciwwodnym na bazie emulsji asfaltowej przez dwukrotne malowanie.

- Trzon komina - powierzchnia zewnętrzna:

Przedmiotowy komin wykonano metodą przestawną, czyli betonowania w deskowaniu o cyklach wysokościowych co 2.5 m, z płytami o wysokości 1.25 m. Roboty prowadzone były z dostatecznym reżimem, wymaganym przy tej technologii. Powierzchnia płaszcza jest w miarę równa - występują nieliczne przesunięcia i uskoki betonu. Uszkodzenia w postaci nierówności i ubytków poziomych spoin występują liczniej na środkowym i górnym odcinku komina. Były one już naprawiane. Widoczne są wypełnione rysy. Na całej powierzchni trzonu występują nieliczne od-

pryski i odspojenia w obrębie rys. Są to odspojenia płytkie, nie odsłaniają zbrojenia. Przykładowe miejsca rys pokazano na fotografiach /foto nr foto nr DJI_0803, DJI_0875, DJI_0878, DJI_0906, DJI_0910, DJI_0917, DJI_0918, DJI_0919, DJI_0922, DJI_0939/. Ogólnie powierzchnia płaszcza jest równa i dobrze zatarta. Większość rys była wcześniej naprawiana przez ich wypełnienie, co zapewniło szczelność i zabezpieczyło przed wilgocią. W górnym i środkowym odcinku komina występują rysy poziome, które uwidaczniają się poprzez odbarwienie lub zmycie osadów, spowodowane zawilgoceniem. Są małe i płytkie rysy, nie sięgające zbrojenia. Brak zacieków spowodowanych rdzewieniem zbrojenia. Są one nieliczne, jak na tak dużą powierzchnię. W celu wyeliminowania przyszłego destrukcyjnego działania na zbrojenie, **należy rysy oczyścić z odspojonych wykruszeń zaprawy poprzednich napraw i zabezpieczyć środkami na bazie cementów modyfikowanych /np. Sika lub MC-Bauchemie/.**

Prace wykonać metodą alpinistyczną. W przypadku niedostępności zalecanych środków , stosować dowolną masę mrozoodporną na bazie modyfikowanych cementów, o nie gorszych parametrach. Nie zaleca się stosowania żywic epoksydowych.

Stan powłok zabezpieczających oraz stanowiących oznakowanie przeszkodowe jest niedostateczny. W dolnym odcinku farba jest zabrudzona, lecz nie występują odspojenia. W górnej części komina farba pokryta jest smolistym pyłem, brunatnymi zciekami i częściowo zniszczona. Zabrudzenia niwelują kontrastowość oznakowania przeszkodowego.

Stan powierzchni zewnętrznej żelbetowego trzonu komina ocenia się pod względem konstrukcyjnym jako dostateczny, lecz wymagający w najbliższym czasie renowacji, czyli oczyszczenia, powierzchniowego wypełnienia wszystkich drobnych ubytków i rys oraz powtórnego malowania. Oczyszczenie poprzez zmycie z dodatkiem detergentu powierzchni badanego komina może okazać się mało skuteczne. Zaleca się zmycie powierzchni metodą hydrodynamiczną /piaskowania na mokro/. Technologia taka pozwoli znacząco zwiększyć

zyć przyczepność nowej powłoki farby. Oczyszczenie i malowanie przeszkodowe, dotyczy całego trzonu /zgodnie z obowiązującym rozporządzeniem, o oznakowaniu przeszkodowym/.

Dodatkowo na odcinkach gdzie były demontowane wsporniki anten i urządzeń lub występują elementy do demontażu /np. foto nr DJI_0951 – zniszczony i nieczynny podest, DJI_0957 – nieczynny wspornik nad antenami, DJI_0960 – nieczynny wspornik pod antenami, DJI_0962 – nieczynne pomosty i wsporniki/. Należy je wyciąć lub odkręcić w płaszczyźnie betonu, co pozwoli wyrównać i zabezpieczyć powierzchnię. Wyeliminuje to powstawanie rdzawych zacieków na płaszczu oraz zmniejszy przede wszystkim poziome obciążenia od wiatru. Wszystkie elementy do demontażu należy przedyskutować z gestorami sieci.

- wymurówka ceramiczna komina:

Opracowanie nie obejmuje przeglądu wewnętrznego komina i sprawdzenia stanu wymurówki. Widoczny jest tylko stan cegły na odcinku wylotowym. Fotografie DJI_0846, DJI_0895, DJI_0943, DJI_0944, DJI_0945, Obrazują dostateczny stan cegły, bez ubytków i wykruszeń. Na foto DJI_0895 widoczne są nierówności powierzchni, lecz wynikają one z niesolidnego wykonania wymurówki, a nie z przemieszczenia lub odkształcenia podczas eksploatacji. Każdorazowo podczas usuwania pyłów z wnętrza komina, należy obserwować, czy w pyłach nie ma ceramicznych złuszczeń lub fragmentów cegieł. Występowanie takich fragmentów, świadczy o uszkodzeniach w wymurówce. Zaleca się wówczas wykonanie przeglądu wewnętrznego komina, celem określenia stopnia zniszczenia oraz zaprojektowania technologii naprawy. Przegląd wymurówki wykonać metodą alpinistyczną. Komin powinien być wyłączony z eksploatacji i przewietrzony.

- osprzęt komina:

Galerie + podesty: Na elementach górnej galerii stan powłok malarskich jest niedostateczny. Całą galerię należy oczyścić metodą hydrodynamiczną, po czym będzie możliwa szczegółowa ocena, szczególnie dotyczy to spoin mocujących pręty

balustrady. W przypadku stwierdzenia elementów balustrady o grubości mniejszej niż 3 mm należy je wymienić na nowe. Remontu wymagają płyty podestowe. Występują ponadnormatywne odstępy pomiędzy prętami wynikające z braków prętów, Blachy zamykające otwory na dodatkowe zejścia do anten są źle zamontowane lub posiadają oderwane zawiasy. Zostały wycięte pręty i pozostawione odcinki nie wysztywnione/foto nr P1000640, wsporniki galerii posiadają perforacje /foto nr P1000654, P1000679, P1000680, P1000681/. W sytuacjach, gdy część wsporników jest bardzo skorodowana, zaleca się wymianę wszystkich, ze względu na koszty jednorazowe remontu oraz względy bhp.

Stan zabezpieczeń antykorozyjnych urządzeń służących do komunikacji pionowej na kominie /drabina + kosz osłonowy, jest niedostateczny. Szczególnie dotyczy to górnego i środkowego odcinka /foto nr P1000601, P1000607/. Dolny odcinek osprzętu posiada punktową korozję. Ze względów wizualnych zaleca się malowania całego osprzętu. Należy go dokładnie oczyścić przez szczotkowanie w dolnym odcinku oraz metodą hydrodynamiczną w środkowym i górnym, a następnie pomalować zestawem epoksydowo-poliuretanowym.

Podesty do obsługi anten są zabezpieczone przez cynkowanie. Widoczna jest jednak powierzchniowa rdza. Zaleca się również czyszczenie i malowanie podestów obsługowych.

Stan malowania galerii na +40m, jest dostateczny. Ze względów wizualnych, zaleca się jednak oczyszczenie ręczne i malowanie /foto nr P1000912, P100014 do 21/.

Prętowe płyty podestowe należy dokładnie przejrzeć, przyspawać odspojone pręty, a w miejscach ich braku uzupełnić /pręt kwadratowy lub okrągły $\Phi 16$ /.

Prowadzone roboty remontowe uzgodnić z gestorami zamontowanych urządzeń.

Na galeriach występują pojedyncze, luźne kable – należy je uporządkować

Na kominie zamontowano dużą ilość konstrukcji wsporczych pod urządzenia i anteny. Obecnie część konstrukcji nie jest wykorzystywana. Przed konserwacją trzonu zaleca się zdemonstrować zbędne elementy, co ułatwi roboty uszczelniające i malarskie. Zmniejszy to również obciążenia, szczególnie oddziaływania wiatru.

- drabina + kosz osłonowy:

Górny odcinek /ok. 30m/ drabiny wraz z koszem osłonowym jest najbardziej zabrudzony i skorodowany. Należy go szczególnie dokładnie oczyścić. Ze względów wizualnych do malowania zakwalifikowano całą drabinę i kosz osłonowy.

- głowica komina:

Głowica komina wykonana jest z płyt stalowych o szerokości ok. 0,9m. Płyty przykryte są warstwą pyłów /foto nr P1000593 do 603/. Stalowe płyty głowicy komina są w stanie dostatecznym, choć pokryte korozją. Należy oczyścić głowicę z pyłów i rdzy, a ewentualne widoczne nieszczelności pomiędzy płytami /foto nr P1000597, P1000598/, uszczelnić impregnowanym sznurem termoodpornym. Płyty głowicy zabezpieczyć antykorozyjnie przez malowanie farbą lub lakierem termoodpornym, np. farba termoodporna do 750⁰C HARD HAT.

Otok odgromowy nad głowicą jest zupełnie skorodowany i przerwany na obwodzie /foto nr P1000596, P1000593/. Otok wraz ze wspornikami należy wymienić na nowy z płaskownika 80x8mm. Do wsporników otoku zamocować cztery iglice odgromowe z pręta o średnicy minimum 16mm i długości 2,0m. Iglice i otok połączyć bednarką ocynkowaną ze zwodem pionowym minimum w dwóch punktach na obwodzie.

- instalacja oświetlenia przeszkodowego:

Komin posiada oświetlenie przeszkodowe nowego systemu - ledowe. Lampy zamontowane są na balustradach galerii: +40m i +80m i +117m. Na górnej galerii klosze należy umyć, a podstawy lamp na wszystkich poziomach, oczyścić i pomalować. Stan instalacji i skuteczność p.porażeniowa sprawdzana jest przez uprawnionego elektryka, który wyznacza terminy następnych przeglądów.

- instalacja odgromowa:

Dolne odcinki zwodów pionowych wizualnie są dobre. Uzupełnienia i uporządkowania wymaga górny odcinek, przy głowicy komina. Do wymiany jest otóg odgromowy wraz ze wspornikami. Dodatkowo zaleca się montaż czterech iglic, zgodnie z opisem w p. „głowica komina”.

Należy prowadzić cykliczne pomiary elektryczne skuteczności zabezpieczeń przeciwporażeniowych oraz oporności uziemienia odgromowego. Dokonują tego służby Użytkownika, w terminach wyznaczonych przez uprawnionego elektryka, dokonującego pomiarów.

7. SPRAWDZENIE PIONOWOŚCI OSI KOMINA.

Prace pomiarowe wykonał autor opracowania na potrzeby obliczeń wytrzymałościowych.

Obserwacje wychylenia osi komina od pionu przeprowadzono na trzech poziomach + 40 i +80m i +117m, z dwóch wzajemnie prostopadłych kierunków. Wyznaczenie wychyleń osi komina zrealizowano poprzez pomiar linii pobocznic po lewej i prawej stronie trzonu.

Wyniki pomiarów :

Obliczone maksymalne wychylenie sprężyste osi komina wynosi:

$$f_{sp} = 0,154 \text{ m} < f_{sp \text{ dop}} = H/200 = 0.600 \text{ m}$$

i jest mniejsze od dopuszczalnego przez PN.

Wychylenie stałe /0,319m - montażowe/ przekracza wytyczne zawarte w Warunkach Technicznych Wykonania i Odbioru Robót Budowlano-Montażowych, tom IV - „Obmurza pieców przemysłowych i kotłów oraz kominy i chłodnie energetyczne”:

$$f_{dop.} = 0.094 \text{ m}$$

$$f_m = 0.310 > 0.094 \text{ m}$$

Całkowite wychylenie osi komina wynosi:

$$f_c = 0.310 + 0,154 = 0,464 \text{ m}$$

Brak wcześniejszych pomiarów uniemożliwia porównanie wychylenia. Dodatkowe obciążenia wynikające z powstałego mimośrodów uwzględniono w obliczeniach wytrzymałościowych. Zachowane są warunki wytrzymałościowe uwzględniające maksymalne wychylenie – komin może być bezpiecznie eksploatowany.

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.

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), wprowadzanych 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 zamarzniętego;
- 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.

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 wytężonych, przy naprężeniach w betonie powyżej 5 MPa wytrzymałość wyliczona z krzywej regresji może być zawyżona do 25%.

Dla przedmiotowego komina zastosowano współczynniki:

$a = 1.0$ wynikający z wieku badanego betonu
i warunków pracy.

$$k_1 = 0.8$$

wpływ karbonizacji betonu

$$k_2 = 0.9 \quad \text{wpływ wyężenia przekroju}$$

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 na poziomach: +10m – B30,2 MPa i +100m – B33,5 MPa. Pozostałe poziomy pomiarowe wykazały wyższą klasę. Na całym trzonie klasa betonu jest wyższa od projektowanej B20 MPa.

9. AKTUALNY STAN TECHNICZNY KONSTRUKCJI KOMINA

I OSPRZĘTU.

Na podstawie dokonanego przeglądu, wyników geodezyjnych pomiarów wychyle-
nia osi pionowej i pomiarów sklerometrycznych betonu płaszcza

**stan wytrzymałościowy komina ocenia się jako: dostateczny, zapewniający
dalszą bezpieczną eksploatację.**

Spełnione są: stan wytrzymałościowy, jaki narzuca Polska Norma PN-88/B-03004:
„Kominy murowane i żelbetowe. Obliczenia statyczne i projektowanie”. Zmie-
rzone wychylenie montażowe w stosunku do podanego w „Warunkach technicz-
nych wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych” tom: IV - „Obmurza
pieców przemysłowych i kotłów oraz kominy i chłodnie energetyczne” jest prze-
kroczone. Wartości wychylenia trzonu nie mają znaczącego wpływu na statecz-
ność i stan wytrzymałościowy komina. Sprawdzono to uwzględniając dodatkowy
mimośród w obliczeniach wytrzymałościowych.

Wyznaczona metodą sklerometryczną orientacyjna klasa betonu jest wyższa od
projektowanej i zakładanej w trakcie budowy i wynosi minimum 30,2 MPa.

Stan wytrzymałościowy konstrukcji komina jest więc zachowany.

Oczyszczenie i konserwacja powierzchni komina przez malowanie wiąże się z poprawą stanu wizualnego, jak i dodatkowym uszczelnieniem powierzchni betonu płaszcza.

Znaczącą poprawę w utrzymaniu czystości płaszcza komina, można uzyskać po zamontowaniu zwężki. Zwiększyłaby się prędkość spalin na wylocie z komina, a tym samym wyniesienie. Stężenie i zawirowania pyłów na wylocie znacząco by się zmniejszyło. Należy przeanalizować montaż zwężki, co pozwoliłoby po odnowieniu malowania trzonu, utrzymać jego dobry stan wizualny przez dłuższy czas.

10. AKTUALNY STAN ZABEZPIECZEŃ ANTYKOROZYJNYCH.

Stan powłok malarskich komina ocenia się jako:

- niedostateczny w górnym odcinku,

- dostateczny w odcinku dolnym.

W dolnym odcinku komina powłoka farby nie tyle jest uszkodzona, co zabrudzona brunatnymi zaciekami.

Stan zabezpieczeń antykorozyjnych osprzętu komina ocenia się jako:

- niedostateczny w górnym odcinku,

- dostateczny w odcinku dolnym.

11. ANALIZA WYTRZYMAŁOŚCIOWA.

1. Podczas przeglądu powierzchni żelbetowego trzonu komina stwierdzono nie-liczne rysy w większości pionowe, nie wpływające znacząco na stan wytrzymałościowy konstrukcji. Większość rys była wcześniej uszczelniona.
2. Pomiary całkowitego wychylenia osi pionowej komina są przekroczone, lecz nie wpływają znacząco na stan wytrzymałościowy komina.
3. Pomiary sklerometryczne wykazały wyższą klasę niż projektowana - do obliczeń przyjęto beton C25-30 /B30/ MPa.

12. WNIOSKI I ZALECENIA.

1. Ocena stanu technicznego komina:

- pod względem wytrzymałościowym:

STAN DOSTATECZNY.

- pod względem eksploatacyjnym:

STAN DOSTATECZNY – z zaleceniem wykonania robót konserwacyjnych i zabezpieczających.

2. Ocena stanu technicznego osprzętu:

STAN DOSTATECZNY - wymagający robót zabezpieczających.

3. Następny przegląd okresowy wykonać przed:

30 czerwca 2026 roku

4. Dopuszcza się komin do eksploatacji na okres trzech lat, pod warunkiem wykonania w tym czasie remontu zgodnie z zaleceniami i opisami.

ZALECENIA:

1. Oczyszczyć i zabezpieczyć powierzchniowo rysy i ubytki płaszcza trzonu, materiałami na bazie cementów modyfikowanych, systemem do renowacji np. firm SIKA , MC-Bauchemie lub innej firmy, produkującej materiały o nie gorszych parametrach.
2. Oczyszczyć głowicę komina z osadów i rdzy oraz zabezpieczyć antykorozyjnie zestawem o podwyższonej odporności termicznej.
3. Oczyszczyć płaszczyz betonowy komina przez zmycie z dodatkiem detergentu w dolnym odcinku i piaskowanie na mokro /metoda hydrodynamiczna/, w górnym odcinku /+40 do +120m/.
4. Wykonać malowanie płaszcza trzonu komina. Przy malowaniu przeszkodowym, uwzględnić nowe rozporządzenie.
5. Oczyszczyć i zabezpieczyć antykorozyjnie osprzęt komina /galerie, podesty obsługowe, drabinę z koszem osłonowym, zestawem farb epoksydowo-poliuretanowym.

6. Poprawić i ponownie przyspawać zamknięcie wjazdu przy dodatkowej drabinie górnej galerii.
7. Wymienić na nowy otok odgromowy wraz ze wspornikami, zamontować iglice i połączyć ze zwodem pionowym bednarką minimum w dwóch punktach na obwodzie.
8. Wymienić górną galerię na nową, ze względu na perforacje wsporników.
9. Zdemontować zbędne wsporniki i podesty w uzgodnieniu z gestorami sieci.
10. Powycinać wystające kotwy z betonu po zdemontowanym osprzęcie antenowym /foto nr P1000692, P1000693/.
11. Uporządkować na pomostach okablowanie /foto nr P1000716, P1000717/.
12. Uzupełnić płyty podestów i galerii o brakujące pręty.
13. Wykonać izolację przeciwwodną w poziomie 0,5m poniżej do 0,5m powyżej terenu.
14. Uszczelnić płyty głowicy sznurem termoodpornym.
15. Prowadzić cykliczne pomiary elektryczne skuteczności zabezpieczeń przeciwporażeniowych oraz oporności uziemienia, w terminach wyznaczonych przez uprawnionego elektryka, dokonującego pomiarów.

UWAGA: Zobowiązać gestorów sieci do uporządkowania okablowania na drabinach i galeriach.

Opracował: Władysław Wenski

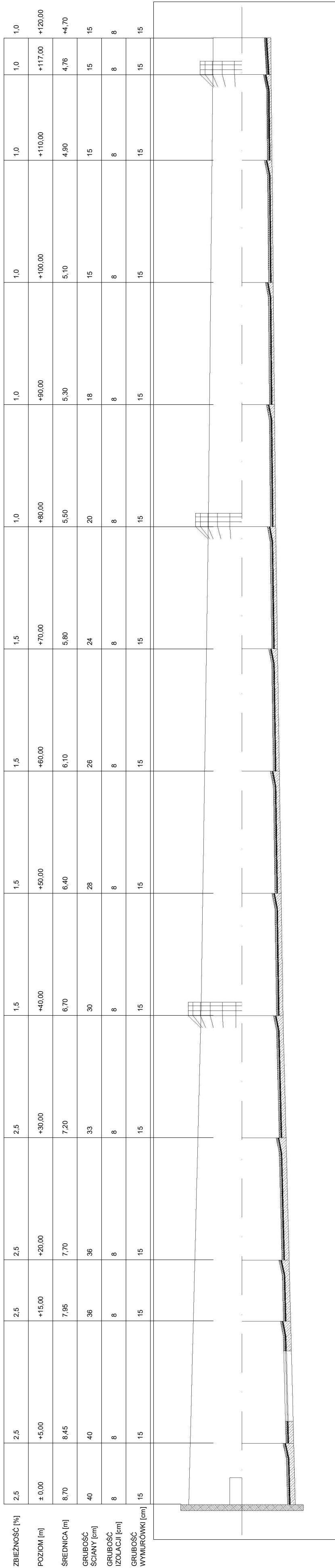
ZAŁĄCZNIKI

Widok ogólny

SKALA 1:250

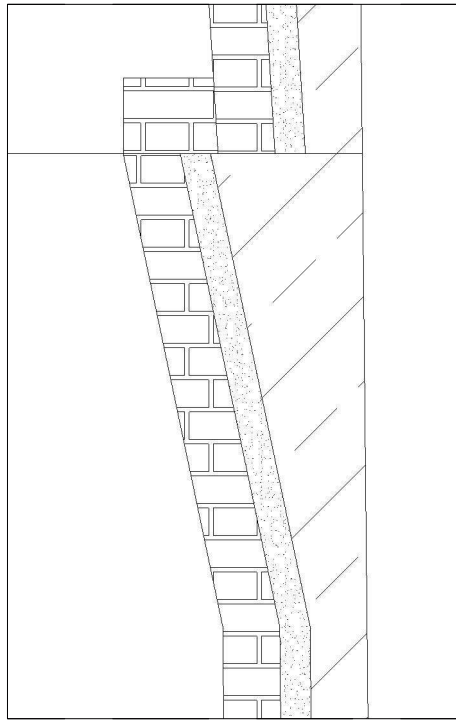
Przekrój pionowy

SKALA 1:250



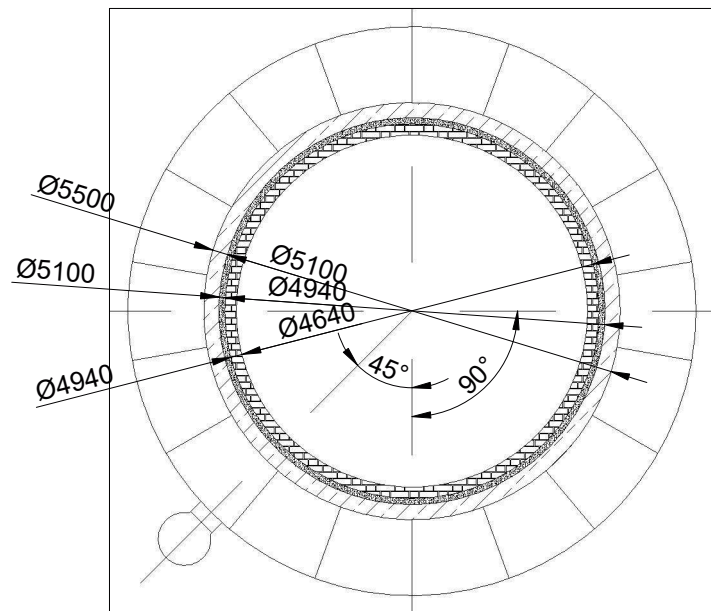
Wspornik

SKALA 1:20



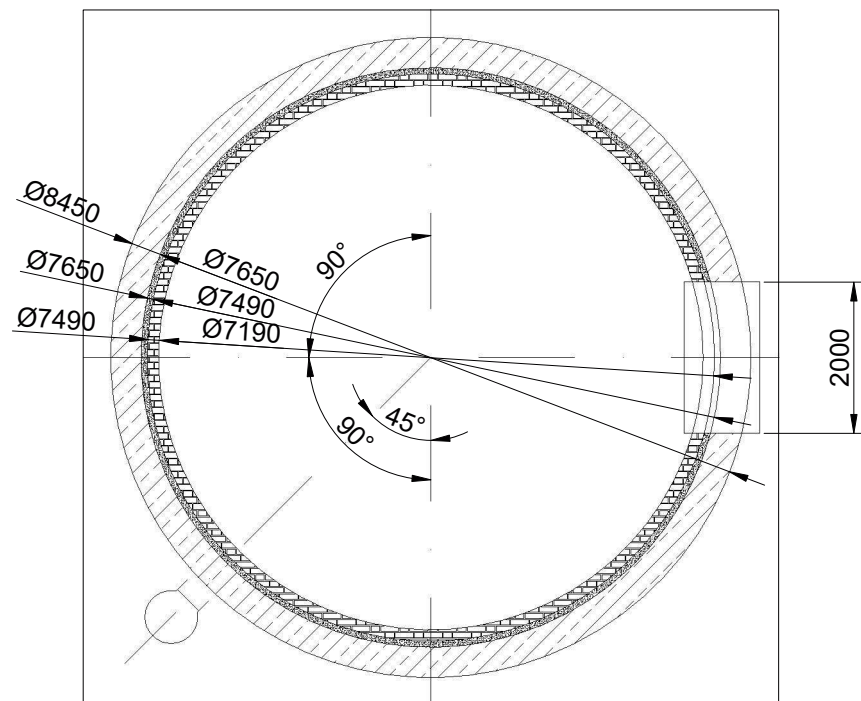
Przekrój na poz. +80,00m

SKALA 1:100



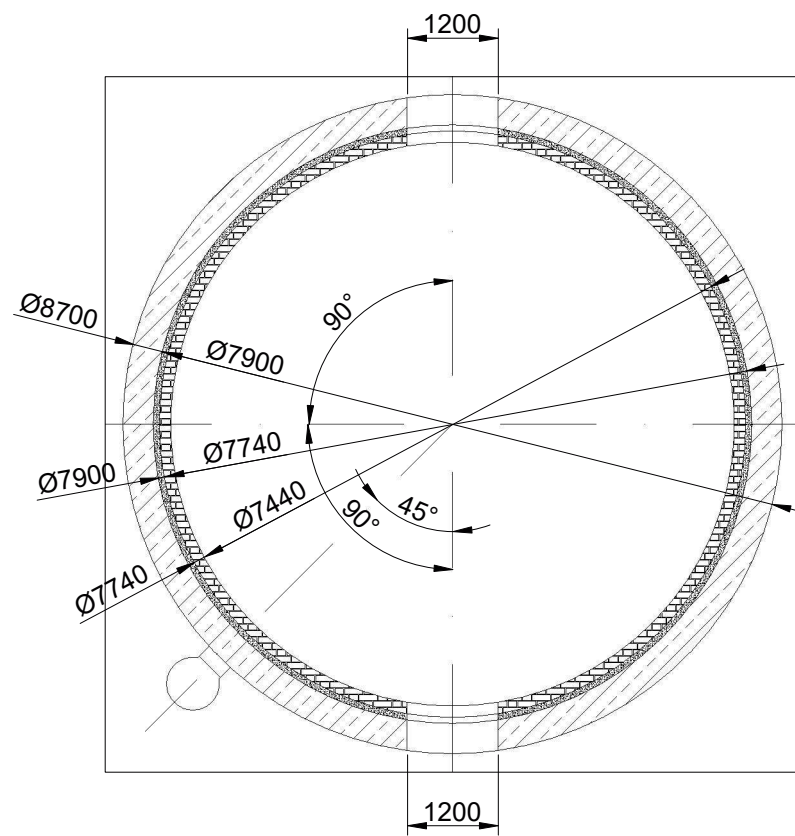
Przekrój na poz. +6,80m

SKALA 1:100



Przekrój na poz. $\pm 0,00\text{m}$

SKALA 1:100



<p style="text-align: center;">EVEREST SP. Z O.O. 85-010 Bydgoszcz, ul. Dworcowa 10</p>			
<p>Projektował: mgr inż. Włodysław Węski ur. proj. AUB-42-7210/206/94 ul. bud. CP-42-7342/867/94 spec. konstrukcyjno-budowlana</p>		<p>Podpis:</p>	
<p>Sprawdził:</p>		<p>Podpis:</p>	
<p>Opracował: mgr inż. Łukasz Węski</p>		<p>Podpis:</p>	
<p>Nr proj.: ---</p>		<p>Temat: Przeład i orzeczenie o stanie technicznym kominia żelbetowego H=120m,</p>	
<p>Branża: Konstrukcja</p>		<p>Objekt: Komin żelbetowy: H=120m 06-400 Ciechanów, ul. Tysiąclecia 18</p>	
<p>Wymiar ryska: 420x594</p>		<p>Wzrost ryska: 1:100</p>	
<p>Data: 06.2023.</p>		<p>Tytuł rys.: Szkielet kominia</p>	
<p>Zmiana:</p>		<p>Nr rys.:</p>	
<p>00</p>		<p>1001</p>	

MŁOTEK SCHMIDTA

DZIENNIK POMIARÓW:

Ciechanów H=120

POZIOM: 105,0 m

SYTUACJA: podest

L.p.	Kąt	Odczyty L												n _i	L _i	L _i dla α=0	L _i - L'	(L _i - L') ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0	48	54	48	50	54	46	42	44					8	48,3	48,3	-1,41	1,98
2	0	56	50	40	48	56	48	50	50					8	49,8	49,8	0,09	0,01
3	0	50	52	52	54	52	48	46	52					8	50,8	50,8	1,09	1,20
4	0	54	54	52	54	46	48	48	52					8	51,0	51,0	1,34	1,81
5	0	52	52	52	54	54	48	46	50					8	51,0	51,0	1,34	1,81
6	0	48	46	48	48	52	52	48	46					8	48,5	48,5	-1,16	1,34
7	0	46	46	48	52	52	50	50	52					8	49,5	49,5	-0,16	0,02
8	0	52	46	48	46	48	48	50	50					8	48,5	48,5	-1,16	1,34
	0													0				
	0													0				
	0													0				
	0													0				
n = 8		Rok budowy:		1980												397,3	0,00	9,49

współcz. uwzględniający wiek i wilgotność betonu: 1,00

$$L' = \Sigma L_i / n = 49,7$$

$$a = 0,04094$$

odchylenie stand. liczb odbicia

$$S_L = 1,16$$

$$b = -0,91425$$

współcz. zmienności liczb odbicia

$$v_L = 2,35 \%$$

$$c = 7,36$$

współczynnik zmniejszający - wpływ karbonizacji betonu:

$$k_1 = 0,8$$

współczynnik zmniejszający - wpływ wyężenia przekroju:

$$k_2 = 0,9$$

średnia wytrż. betonu na ściskanie

$$R_{\text{śr.}} = 45,3 \text{ MPa}$$

odchylenie stand. wytrzymałości S_R wyliczono ze wzoru:

$$S_R = L \cdot v_L (2a^2 \cdot L^2 (v_L^2 + 2) + 4a \cdot b \cdot L + b^2)^{0,5}$$

$$R_b^G = R - 1,64 S_R$$

$$S_R = 3,67$$

Wytrzymałość gwarantowana:

$$R_b^G = 39,3 \text{ MPa}$$

Stan betonu: powierzchniowo suchy.

MŁOTEK SCHMIDTA

DZIENNIK POMIARÓW:

Ciechanów H=120

POZIOM: 100,0 m

SYTUACJA: drabina

L.p.	Kąt	Odczyty L												n _i	L _i	L _i dla α=0	L _i - L'	(L _i - L') ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0	40	44	46	54	46	52	40	52					8	46,8	46,8	-0,91	0,82
2	0	44	40	46	48	44	50	50	46					8	46,0	46,0	-1,66	2,74
3	0	48	50	46	48	48	48	50	52					8	48,8	48,8	1,09	1,20
4	0	50	50	48	52	50	50	48	48					8	49,5	49,5	1,84	3,40
5	0	48	46	48	44	52	52	48	44					8	47,8	47,8	0,09	0,01
6	0	46	46	48	52	48	46	50	50					8	48,3	48,3	0,59	0,35
7	0	50	52	48	46	46	48	52	50					8	49,0	49,0	1,34	1,81
8	0	44	46	46	48	46	44	44	44					8	45,3	45,3	-2,41	5,79
	0													0				
	0													0				
	0													0				
	0													0				
n = 8	8	Rok budowy:		1980												381,3	0,00	16,12

współcz. uwzględniający wiek i wilgotność betonu: 1,00

$$L' = \Sigma L_i / n = 47,7$$

$$a = 0,04094$$

odchylenie stand. liczb odbicia

$$S_L = 1,52$$

$$b = -0,91425$$

współcz. zmienności liczb odbicia

$$v_L = 3,18 \%$$

$$c = 7,36$$

współczynnik zmniejszający - wpływ karbonizacji betonu:

$$k_1 = 0,8$$

współczynnik zmniejszający - wpływ wyężenia przekroju:

$$k_2 = 0,9$$

średnia wytrż. betonu na ściskanie

$$R_{\text{śr.}} = 40,9 \text{ MPa}$$

odchylenie stand. wytrzymałości S_R wyliczono ze wzoru:

$$S_R = L \cdot v_L (2a^2 \cdot L^2 (v_L^2 + 2) + 4a \cdot b \cdot L + b^2)^{0,5}$$

$$R_b^G = R - 1,64 S_R$$

$$S_R = 4,54$$

Wytrzymałość gwarantowana:

$$R_b^G = 33,5 \text{ MPa}$$

Stan betonu: powierzchniowo suchy.

MŁOTEK SCHMIDTA
DZIENNIK POMIARÓW:

Ciechanów H=120

POZIOM: **90,0** m

SYTUACJA: drabina

L.p.	Kąt	Odczyty L												n _i	L _i	L _i dla α=0	L _i - L'	(L _i - L') ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0	50	52	52	54	56	54	54	62					8	54,3	54,3	1,25	1,56
2	0	50	52	60	48	52	54	54	52					8	52,8	52,8	-0,25	0,06
3	0	50	52	54	54	54	56	48	52					8	52,5	52,5	-0,50	0,25
4	0	54	54	56	54	52	52	50	54					8	53,3	53,3	0,25	0,06
5	0	54	52	56	54	54	58	58	50					8	54,5	54,5	1,50	2,25
6	0	50	50	54	50	52	54	52	56					8	52,3	52,3	-0,75	0,56
7	0	54	52	54	48	48	48	50	56					8	51,3	51,3	-1,75	3,06
8	0	54	52	52	52	52	54	56	54					8	53,3	53,3	0,25	0,06
	0													0				
	0													0				
	0													0				
	0													0				
n = 8		Rok budowy:			1980											424,0	0,00	7,88

współcz. uwzględniający wiek i wilgotność betonu: 1,00

$$L' = \Sigma L_i / n = 53$$

$$a = 0,04094$$

odchylenie stand. liczb odbicia

$$S_L = 1,06$$

$$b = -0,91425$$

współcz. zmienności liczb odbicia

$$v_L = 2 \%$$

$$c = 7,36$$

współczynnik zmniejszający - wpływ karbonizacji betonu:

$$k_1 = 0,8$$

współczynnik zmniejszający - wpływ wyężenia przekroju:

$$k_2 = 0,9$$

średnia wytrż. betonu na ściskanie

$$R_{\text{śr.}} = 53,2 \text{ MPa}$$

odchylenie stand. wytrzymałości S_R wyliczono ze wzoru:

$$S_R = L \cdot v_L (2a^2 \cdot L^2 (v_L^2 + 2) + 4a \cdot b \cdot L + b^2)^{0,5}$$

$$R_b^G = R - 1,64 S_R$$

$$S_R = 3,63$$

Wytrzymałość gwarantowana:

$$R_b^G = 47,3 \text{ MPa}$$

Stan betonu: powierzchniowo suchy.

MŁOTEK SCHMIDTA

DZIENNIK POMIARÓW:

Ciechanów H=120

POZIOM: **80,0** m

SYTUACJA: galeria

L.p.	Kąt	Odczyty L												n _i	L _i	L _i dla α=0	L _i - L'	(L _i - L') ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0	52	50	44	46	56	50	48	50	46				9	49,1	49,1	-2,14	4,59
2	0	48	56	46	44	50	40	50	50	48				9	48,0	48,0	-3,25	10,58
3	0	56	44	50	60	56	60	54	60	54				9	54,9	54,9	3,64	13,22
4	0	58	56	46	54	56	60	60	50	54				9	54,9	54,9	3,64	13,22
5	0	50	50	50	56	50	54	50	60	56				9	52,9	52,9	1,64	2,68
6	0	50	44	48	54	50	54	52	58	52				9	51,3	51,3	0,08	0,01
7	0	54	46	60	60	58	48	54	54	48				9	53,6	53,6	2,30	5,30
8	0	44	62	40	54	48	46	52	54	54				9	50,4	50,4	-0,81	0,65
9	0	46	54	50	46	46	54	52	50	54				9	50,2	50,2	-1,03	1,06
10	0	46	52	46	44	48								5	47,2	47,2	-4,05	16,43
	0													0				
	0													0				
n = 10	Rok budowy:	1980														512,5	0,00	67,74

współcz. uwzględniający wiek i wilgotność betonu: 1,00

$$L' = \Sigma L_i / n = 51,3$$

$$a = 0,04094$$

odchylenie stand. liczb odbicia

$$S_L = 2,74$$

$$b = -0,91425$$

współcz. zmienności liczb odbicia

$$v_L = 5,35 \%$$

$$c = 7,36$$

współczynnik zmniejszający - wpływ karbonizacji betonu:

$$k_1 = 0,8$$

współczynnik zmniejszający - wpływ wyężenia przekroju:

$$k_2 = 0,9$$

średnia wytrż. betonu na ściskanie

$$R_{\text{śr.}} = 49,2 \text{ MPa}$$

odchylenie stand. wytrzymałości S_R wyliczono ze wzoru:

$$S_R = L \cdot v_L (2a^2 \cdot L^2 (v_L^2 + 2) + 4a \cdot b \cdot L + b^2)^{0,5}$$

$$R_b^G = R - 1,64 S_R$$

$$S_R = 9,02$$

Wytrzymałość gwarantowana:

$$R_b^G = 34,4 \text{ MPa}$$

Stan betonu: powierzchniowo suchy.

MŁOTEK SCHMIDTA

DZIENNIK POMIARÓW:

Ciechanów H=120

POZIOM: **75,0** m

SYTUACJA: pomost

L.p.	Kąt	Odczyty L												n _i	L _i	L _i dla α=0	L _i - L'	(L _i - L') ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0	44	40	52	52	46	52	46	52	52				9	48,4	48,4	-0,22	0,05
2	0	54	52	40	40	40	54	50	48	52				9	47,8	47,8	-0,89	0,79
3	0	60	48	50	56	46	40	40	50	54				9	49,3	49,3	0,67	0,44
4	0	56	54	40	46	54	52	48	40	44				9	48,2	48,2	-0,44	0,20
5	0	46	48	52	46	48	52	50	54	50				9	49,6	49,6	0,89	0,79
6	0	50	48	48	46	42	48	48	46	50				9	47,3	47,3	-1,33	1,78
7	0	50	52	52	50	54	46	48	48	48				9	49,8	49,8	1,11	1,23
8	0	46	46	48	50	52	52	48	50	48				9	48,9	48,9	0,22	0,05
	0													0				
	0													0				
	0													0				
	0													0				
n = 8		Rok budowy:		1980												389,3	0,00	5,33

współcz. uwzględniający wiek i wilgotność betonu:

1,00

$$L' = \Sigma L_i / n = 48,7$$

$$a = 0,04094$$

odchylenie stand. liczb odbicia

$$S_L = 0,87$$

$$b = -0,91425$$

współcz. zmienności liczb odbicia

$$v_L = 1,79 \%$$

$$c = 7,36$$

współczynnik zmniejszający - wpływ karbonizacji betonu:

$$k_1 = 0,8$$

współczynnik zmniejszający - wpływ wyężenia przekroju:

$$k_2 = 0,9$$

średnia wytrż. betonu na ściskanie

$$R_{\text{śr.}} = 43,1 \text{ MPa}$$

odchylenie stand. wytrzymałości S_R wyliczono ze wzoru:

$$S_R = L \cdot v_L (2a^2 \cdot L^2 (v_L^2 + 2) + 4a \cdot b \cdot L + b^2)^{0,5}$$

$$R_b^G = R - 1,64 S_R$$

$$S_R = 2,68$$

Wytrzymałość gwarantowana:

$$R_b^G = 38,7 \text{ MPa}$$

Stan betonu: powierzchniowo suchy.

MŁOTEK SCHMIDTA

DZIENNIK POMIARÓW:

Ciechanów H=120

POZIOM: 70,0 m

SYTUACJA: drabina

L.p.	Kąt	Odczyty L												n _i	L _i	L _i dla α=0	L _i - L'	(L _i - L') ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0	50	46	50	46	50	50	44	44	50				9	47,8	47,8	-1,22	1,49
2	0	48	48	50	46	60	54	52	50	48				9	50,7	50,7	1,67	2,78
3	0	52	52	54	50	44	48	46	46	48				9	48,9	48,9	-0,11	0,01
4	0	52	52	52	54	50	50	48	46	48				9	50,2	50,2	1,22	1,49
5	0	46	46	48	42	42	44	50	52	54				9	47,1	47,1	-1,89	3,57
6	0	50	50	50	52	54	48	52	48	48				9	50,2	50,2	1,22	1,49
7	0	54	50	48	48	46	48	42	48	46				9	47,8	47,8	-1,22	1,49
8	0	52	50	50	48	46	48	50	52	48				9	49,3	49,3	0,33	0,11
	0													0				
	0													0				
	0													0				
	0													0				
n = 8	Rok budowy:	1980														392,0	0,00	12,44

współcz. uwzględniający wiek i wilgotność betonu:

1,00

$$L' = \Sigma L_i / n = 49$$

$$a = 0,04094$$

odchylenie stand. liczb odbicia

$$S_L = 1,33$$

$$b = -0,91425$$

współcz. zmienności liczb odbicia

$$v_L = 2,72 \%$$

$$c = 7,36$$

współczynnik zmniejszający - wpływ karbonizacji betonu:

$$k_1 = 0,8$$

współczynnik zmniejszający - wpływ wyężenia przekroju:

$$k_2 = 0,9$$

średnia wytrż. betonu na ściskanie

$$R_{\text{śr.}} = 43,9 \text{ MPa}$$

odchylenie stand. wytrzymałości S_R wyliczono ze wzoru:

$$S_R = L \cdot v_L (2a^2 \cdot L^2 (v_L^2 + 2) + 4a \cdot b \cdot L + b^2)^{0,5}$$

$$R_b^G = R - 1,64 S_R$$

$$S_R = 4,13$$

Wytrzymałość gwarantowana:

$$R_b^G = 37,1 \text{ MPa}$$

Stan betonu: powierzchniowo suchy.

MŁOTEK SCHMIDTA

DZIENNIK POMIARÓW:

Ciechanów H=120

POZIOM: **65,0** m

SYTUACJA: drabina

L.p.	Kąt	Odczyty L												n _i	L _i	L _i dla α=0	L _i - L'	(L _i - L') ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0	50	50	46	50	40	52	48	44					8	47,5	47,5	-0,44	0,19
2	0	48	60	50	46	44	52	50	52					8	50,3	50,3	2,31	5,35
3	0	44	46	52	50	48	48	42	44					8	46,8	46,8	-1,19	1,41
4	0	46	48	50	50	48	52	48	46					8	48,5	48,5	0,56	0,32
5	0	52	52	52	54	40	48	48	46					8	49,0	49,0	1,06	1,13
6	0	46	42	42	50	54	52	52	52					8	48,8	48,8	0,81	0,66
7	0	48	46	46	48	48	42	50	50					8	47,3	47,3	-0,69	0,47
8	0	42	42	48	42	46	46	48	50					8	45,5	45,5	-2,44	5,94
	0													0				
	0													0				
	0													0				
	0													0				
n = 8	8	Rok budowy:		1980												383,5	0,00	15,47

współcz. uwzględniający wiek i wilgotność betonu:

1,00

$$L' = \Sigma L_i / n = 47,9$$

$$a = 0,04094$$

odchylenie stand. liczb odbicia

$$S_L = 1,49$$

$$b = -0,91425$$

współcz. zmienności liczb odbicia

$$v_L = 3,1 \%$$

$$c = 7,36$$

współczynnik zmniejszający - wpływ karbonizacji betonu:

$$k_1 = 0,8$$

współczynnik zmniejszający - wpływ wyężenia przekroju:

$$k_2 = 0,9$$

średnia wytrż. betonu na ściskanie

$$R_{\text{śr.}} = 41,5 \text{ MPa}$$

odchylenie stand. wytrzymałości S_R wyliczono ze wzoru:

$$S_R = L \cdot v_L (2a^2 \cdot L^2 (v_L^2 + 2) + 4a \cdot b \cdot L + b^2)^{0,5}$$

$$R_b^G = R - 1,64 S_R$$

$$S_R = 4,48$$

Wytrzymałość gwarantowana:

$$R_b^G = 34,2 \text{ MPa}$$

Stan betonu: powierzchniowo suchy.

MŁOTEK SCHMIDTA
DZIENNIK POMIARÓW:

Ciechanów H=120

POZIOM: **60,0** m
SYTUACJA: drabina

L.p.	Kąt	Odczyty L												n _i	L _i	L _i dla α=0	L _i - L'	(L _i - L') ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0	44	52	52	50	58	42	50	52					8	50,0	50,0	-0,17	0,03
2	0	50	56	54	54	54	48	54	54	50				9	52,7	52,7	2,50	6,23
3	0	48	46	50	50	52	48	50	54	52				9	50,0	50,0	-0,17	0,03
4	0	50	52	48	44	46	48	46	52	50				9	48,4	48,4	-1,73	2,98
5	0	48	46	50	52	52	52	48	46					8	49,3	49,3	-0,92	0,85
6	0	46	48	48	52	52	50	52	54					8	50,3	50,3	0,08	0,01
7	0	52	52	52	50	54	46	48	48					8	50,3	50,3	0,08	0,01
8	0	48	48	50	52	52	52	54	48					8	50,5	50,5	0,33	0,11
	0													0				
	0													0				
	0													0				
	0													0				
n = 8	Rok budowy:	1980														401,4	0,00	10,24

współcz. uwzględniający wiek i wilgotność betonu:

1,00

$$L' = \Sigma L_i / n = 50,2$$

$$a = 0,04094$$

odchylenie stand. liczb odbicia

$$S_L = 1,21$$

$$b = -0,91425$$

współcz. zmienności liczb odbicia

$$v_L = 2,41 \%$$

$$c = 7,36$$

współczynnik zmniejszający - wpływ karbonizacji betonu:

$$k_1 = 0,8$$

współczynnik zmniejszający - wpływ wyężenia przekroju:

$$k_2 = 0,9$$

średnia wytrż. betonu na ściskanie

$$R_{\text{śr.}} = 46,5 \text{ MPa}$$

odchylenie stand. wytrzymałości S_R wyliczono ze wzoru:

$$S_R = L \cdot v_L (2a^2 \cdot L^2 (v_L^2 + 2) + 4a \cdot b \cdot L + b^2)^{0,5}$$

$$R_b^G = R - 1,64 S_R$$

$$S_R = 3,86$$

Wytrzymałość gwarantowana:

$$R_b^G = 40,2 \text{ MPa}$$

Stan betonu: powierzchniowo suchy.

MŁOTEK SCHMIDTA
DZIENNIK POMIARÓW:

Ciechanów H=120

POZIOM: **55,0** m
SYTUACJA: drabina

L.p.	Kąt	Odczyty L												n _i	L _i	L _i dla α=0	L _i - L'	(L _i - L') ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0	54	54	54	50	56	48	54	48					8	52,3	52,3	0,19	0,04
2	0	52	48	58	52	48	52	50	50					8	51,3	51,3	-0,81	0,66
3	0	54	52	56	54	52	50	54	54					8	53,3	53,3	1,19	1,41
4	0	52	54	54	52	56	58	50	50					8	53,3	53,3	1,19	1,41
5	0	50	50	52	54	52	50	54	54					8	52,0	52,0	-0,06	0,00
6	0	54	50	50	50	52	52	54	50					8	51,5	51,5	-0,56	0,32
7	0	48	50	50	48	50	52	52	52					8	50,3	50,3	-1,81	3,29
8	0	54	50	54	56	54	52	52	50					8	52,8	52,8	0,69	0,47
	0													0				
	0													0				
	0													0				
	0													0				
n = 8	Rok budowy:	1980														416,5	0,00	7,59

współcz. uwzględniający wiek i wilgotność betonu:

1,00

$$L' = \Sigma L_i / n = 52,1$$

$$a = 0,04094$$

odchylenie stand. liczb odbicia

$$S_L = 1,04$$

$$b = -0,91425$$

współcz. zmienności liczb odbicia

$$v_L = 2 \%$$

$$c = 7,36$$

współczynnik zmniejszający - wpływ karbonizacji betonu:

$$k_1 = 0,8$$

współczynnik zmniejszający - wpływ wyężenia przekroju:

$$k_2 = 0,9$$

średnia wytrż. betonu na ściskanie

$$R_{\text{śr.}} = 51 \text{ MPa}$$

odchylenie stand. wytrzymałości S_R wyliczono ze wzoru:

$$S_R = L \cdot v_L (2a^2 \cdot L^2 (v_L^2 + 2) + 4a \cdot b \cdot L + b^2)^{0,5}$$

$$R_b^G = R - 1,64 S_R$$

$$S_R = 3,49$$

Wytrzymałość gwarantowana:

$$R_b^G = 45,2 \text{ MPa}$$

Stan betonu: powierzchniowo suchy.

MŁOTEK SCHMIDTA

DZIENNIK POMIARÓW:

Ciechanów H=120

POZIOM: **50,0** m

SYTUACJA: drabina

L.p.	Kąt	Odczyty L												n _i	L _i	L _i dla α=0	L _i - L'	(L _i - L') ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0	54	60	58	56	44	58	58	56					8	55,5	55,5	2,50	6,25
2	0	58	50	56	50	40	54	52	50					8	51,3	51,3	-1,75	3,06
3	0	40	60	58	60	56	58	50	54					8	54,5	54,5	1,50	2,25
4	0	54	58	52	50	54	52	52	54					8	53,3	53,3	0,25	0,06
5	0	50	56	56	54	52	50	52	54					8	53,0	53,0	0,00	0,00
6	0	50	54	52	52	56	54	50	40					8	51,0	51,0	-2,00	4,00
7	0	56	54	54	50	52	52	50	54					8	52,8	52,8	-0,25	0,06
8	0	54	52	56	54	52	54	50	50					8	52,8	52,8	-0,25	0,06
	0													0				
	0													0				
	0													0				
	0													0				
n = 8	Rok budowy:	1980														424,0	0,00	15,75

współcz. uwzględniający wiek i wilgotność betonu:

1,00

$$L' = \Sigma L_i / n = 53$$

$$a = 0,04094$$

odchylenie stand. liczb odbicia

$$S_L = 1,5$$

$$b = -0,91425$$

współcz. zmienności liczb odbicia

$$v_L = 2,83 \%$$

$$c = 7,36$$

współczynnik zmniejszający - wpływ karbonizacji betonu:

$$k_1 = 0,8$$

współczynnik zmniejszający - wpływ wyężenia przekroju:

$$k_2 = 0,9$$

średnia wytrż. betonu na ściskanie

$$R_{\text{śr.}} = 53,3 \text{ MPa}$$

odchylenie stand. wytrzymałości S_R wyliczono ze wzoru:

$$S_R = L \cdot v_L (2a^2 \cdot L^2 (v_L^2 + 2) + 4a \cdot b \cdot L + b^2)^{0,5}$$

$$R_b^G = R - 1,64 S_R$$

$$S_R = 5,14$$

Wytrzymałość gwarantowana:

$$R_b^G = 44,8 \text{ MPa}$$

Stan betonu: powierzchniowo suchy.

MŁOTEK SCHMIDTA
DZIENNIK POMIARÓW:

Ciechanów H=120

POZIOM: **45,0** m

SYTUACJA: drabina

L.p.	Kąt	Odczyty L												n _i	L _i	L _i dla α=0	L _i - L'	(L _i - L') ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0	52	50	46	52	54	46	44	44	40				9	47,6	47,6	-3,72	13,80
2	0	42	50	46	56	52	56	46	48					8	49,5	49,5	-1,77	3,14
3	0	50	54	52	52	54	48	50	52	54				9	51,8	51,8	0,51	0,26
4	0	52	52	50	54	54	50	56	48	50				9	51,8	51,8	0,51	0,26
5	0	54	52	52	54	56	50	50	50	54				9	52,4	52,4	1,17	1,38
6	0	56	50	52	54	52	56	50	50	48				9	52,0	52,0	0,73	0,53
7	0	50	52	52	52	54	52	56	54	52				9	52,7	52,7	1,40	1,95
8	0	54	52	50	50	50	54	56	52	54				9	52,4	52,4	1,17	1,38
	0													0				
	0													0				
	0													0				
	0													0				
n = 8	Rok budowy:	1980														410,2	0,00	22,69

współcz. uwzględniający wiek i wilgotność betonu:

1,00

$$L' = \Sigma L_i / n = 51,3$$

$$a = 0,04094$$

odchylenie stand. liczb odbicia

$$S_L = 1,8$$

$$b = -0,91425$$

współcz. zmienności liczb odbicia

$$v_L = 3,51 \%$$

$$c = 7,36$$

współczynnik zmniejszający - wpływ karbonizacji betonu:

$$k_1 = 0,8$$

współczynnik zmniejszający - wpływ wyężenia przekroju:

$$k_2 = 0,9$$

średnia wytrż. betonu na ściskanie

$$R_{\text{śr.}} = 49,1 \text{ MPa}$$

odchylenie stand. wytrzymałości S_R wyliczono ze wzoru:

$$S_R = L \cdot v_L (2a^2 \cdot L^2 (v_L^2 + 2) + 4a \cdot b \cdot L + b^2)^{0,5}$$

$$R_b^G = R - 1,64 S_R$$

$$S_R = 5,91$$

Wytrzymałość gwarantowana:

$$R_b^G = 39,4 \text{ MPa}$$

Stan betonu: powierzchniowo suchy.

MŁOTEK SCHMIDTA

DZIENNIK POMIARÓW:

Ciechanów H=120

POZIOM: **40,0** m

SYTUACJA: galeria

L.p.	Kąt	Odczyty L												n _i	L _i	L _i dla α=0	L _i - L'	(L _i - L') ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0	56	54	58	56	54	54	58	60	54	54			10	55,8	55,8	1,02	1,04
2	0	54	60	60	60	62	64	54	56	56	62			10	58,8	58,8	4,02	16,15
3	0	54	58	56	60	60	58	58	54	54	46			10	55,8	55,8	1,02	1,04
4	0	54	54	54	62	44	46	40	42	48	42			10	48,6	48,6	-6,18	38,21
5	0	50	52	42	40	50	46	58	56	58	60			10	51,2	51,2	-3,58	12,83
6	0	60	58	58	56	60	60	60	56	52	60			10	58,0	58,0	3,22	10,36
7	0	56	56	62	56	58	60	60	58	58	60			10	58,4	58,4	3,62	13,09
8	0	56	58	60	60	58	58	60	56	56	50			10	57,2	57,2	2,42	5,85
9	0	54	58	56	56	58	54	52	50	56	56			10	55,0	55,0	0,22	0,05
10	0	50	56	52	52	54	56	54	56	56	62			10	54,8	54,8	0,02	0,00
11	0	58	54	58	48	48	50	40	42	44	48			10	49,0	49,0	-5,78	33,43
	0													0				
n =	11	Rok budowy:		1980												602,6	0,00	132,04

współcz. uwzględniający wiek i wilgotność betonu:

1,00

$$L' = \Sigma L_i / n = 54,8$$

$$a = 0,04094$$

odchylenie stand. liczb odbicia

$$S_L = 3,63$$

$$b = -0,91425$$

współcz. zmienności liczb odbicia

$$v_L = 6,63 \%$$

$$c = 7,36$$

współczynnik zmniejszający - wpływ karbonizacji betonu:

$$k_1 = 0,8$$

współczynnik zmniejszający - wpływ wyężenia przekroju:

$$k_2 = 0,9$$

średnia wytrż. betonu na ściskanie

$$R_{\text{śr.}} = 58,1 \text{ MPa}$$

odchylenie stand. wytrzymałości S_R wyliczono ze wzoru:

$$S_R = L \cdot v_L (2a^2 \cdot L^2 (v_L^2 + 2) + 4a \cdot b \cdot L + b^2)^{0,5}$$

$$R_b^G = R - 1,64 S_R$$

$$S_R = 13$$

Wytrzymałość gwarantowana:

$$R_b^G = 36,8 \text{ MPa}$$

Stan betonu: powierzchniowo suchy.

MŁOTEK SCHMIDTA
DZIENNIK POMIARÓW:

Ciechanów H=120

POZIOM: **30,0** m

SYTUACJA: drabina

L.p.	Kąt	Odczyty L												n _i	L _i	L _i dla α=0	L _i - L'	(L _i - L') ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0	54	46	58	58	54	54	52	52					8	53,5	53,5	2,16	4,65
2	0	58	56	48	46	50	46	58	50					8	51,5	51,5	0,16	0,02
3	0	56	54	54	48	50	50	52	48					8	51,5	51,5	0,16	0,02
4	0	50	56	50	52	54	54	52	40					8	51,0	51,0	-0,34	0,12
5	0	52	48	50	52	52	54	54	48					8	51,3	51,3	-0,09	0,01
6	0	54	46	48	46	48	50	52	54					8	49,8	49,8	-1,59	2,54
7	0	52	48	48	52	52	46	52	52					8	50,3	50,3	-1,09	1,20
8	0	54	52	56	54	50	54	48	48					8	52,0	52,0	0,66	0,43
	0													0				
	0													0				
	0													0				
	0													0				
n = 8		Rok budowy:		1980												410,8	0,00	8,99

współcz. uwzględniający wiek i wilgotność betonu: 1,00

$$L' = \Sigma L_i / n = 51,3$$

$$a = 0,04094$$

odchylenie stand. liczb odbicia

$$S_L = 1,13$$

$$b = -0,91425$$

współcz. zmienności liczb odbicia

$$v_L = 2,21 \%$$

$$c = 7,36$$

współczynnik zmniejszający - wpływ karbonizacji betonu:

$$k_1 = 0,8$$

współczynnik zmniejszający - wpływ wyężenia przekroju:

$$k_2 = 0,9$$

średnia wytrż. betonu na ściskanie

$$R_{\text{śr.}} = 49,2 \text{ MPa}$$

odchylenie stand. wytrzymałości S_R wyliczono ze wzoru:

$$S_R = L \cdot v_L (2a^2 \cdot L^2 (v_L^2 + 2) + 4a \cdot b \cdot L + b^2)^{0,5}$$

$$R_b^G = R - 1,64 S_R$$

$$S_R = 3,73$$

Wytrzymałość gwarantowana:

$$R_b^G = 43,1 \text{ MPa}$$

Stan betonu: powierzchniowo suchy.

MŁOTEK SCHMIDTA

DZIENNIK POMIARÓW:

Ciechanów H=120

POZIOM: **25,0** m

SYTUACJA: drabina

L.p.	Kąt	Odczyty L												n _i	L _i	L _i dla α=0	L _i - L'	(L _i - L') ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0	52	52	50	56	54	56	56	62					8	54,8	54,8	1,00	1,00
2	0	60	60	54	54	54	54	50	56					8	55,3	55,3	1,50	2,25
3	0	56	56	50	54	50	60	54	56					8	54,5	54,5	0,75	0,56
4	0	50	52	56	52	46	60	52	50					8	52,3	52,3	-1,50	2,25
5	0	58	58	60	50	52	48	48	48					8	52,8	52,8	-1,00	1,00
6	0	54	56	54	50	52	60	50	48					8	53,0	53,0	-0,75	0,56
7	0	58	62	52	48	54	54	56	52					8	54,5	54,5	0,75	0,56
8	0	52	54	54	48	56	52	54	54					8	53,0	53,0	-0,75	0,56
	0													0				
	0													0				
	0													0				
	0													0				
n = 8	Rok budowy:	1980														430,0	0,00	8,75

współcz. uwzględniający wiek i wilgotność betonu: 1,00

$$L' = \Sigma L_i / n = 53,8$$

$$a = 0,04094$$

odchylenie stand. liczb odbicia

$$S_L = 1,12$$

$$b = -0,91425$$

współcz. zmienności liczb odbicia

$$v_L = 2,08 \%$$

$$c = 7,36$$

współczynnik zmniejszający - wpływ karbonizacji betonu:

$$k_1 = 0,8$$

współczynnik zmniejszający - wpływ wyężenia przekroju:

$$k_2 = 0,9$$

średnia wytrż. betonu na ściskanie

$$R_{\text{śr.}} = 55,1 \text{ MPa}$$

odchylenie stand. wytrzymałości S_R wyliczono ze wzoru:

$$S_R = L \cdot v_L (2a^2 \cdot L^2 (v_L^2 + 2) + 4a \cdot b \cdot L + b^2)^{0,5}$$

$$R_b^G = R - 1,64 S_R$$

$$S_R = 3,9$$

Wytrzymałość gwarantowana:

$$R_b^G = 48,7 \text{ MPa}$$

Stan betonu: powierzchniowo suchy.

MŁOTEK SCHMIDTA

DZIENNIK POMIARÓW:

Ciechanów H=120

POZIOM: **20,0** m

SYTUACJA: drabina

L.p.	Kąt	Odczyty L												n _i	L _i	L _i dla α=0	L _i - L'	(L _i - L') ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0	52	56	50	48	52	48	50	52	50				9	50,9	50,9	0,53	0,28
2	0	50	44	52	46	52	48	50	50	54				9	49,6	49,6	-0,81	0,65
3	0	50	54	56	50	50	48	44	48	50				9	50,0	50,0	-0,36	0,13
4	0	48	54	44	46	50	52	54	52	50				9	50,0	50,0	-0,36	0,13
5	0	52	48	54	46	52	54	50	52	50				9	50,9	50,9	0,53	0,28
6	0	54	54	56	50	54	50	50	50	48				9	51,8	51,8	1,42	2,01
7	0	56	58	50	46	48	48	46	42	44				9	48,7	48,7	-1,69	2,87
8	0	54	50	50	52	48	52	52	54	48				9	51,1	51,1	0,75	0,56
	0													0				
	0													0				
	0													0				
	0													0				
n = 8	Rok budowy:	1980														402,9	0,00	6,91

współcz. uwzględniający wiek i wilgotność betonu:

1,00

$$L' = \Sigma L_i / n = 50,4$$

$$a = 0,04094$$

odchylenie stand. liczb odbicia

$$S_L = 0,99$$

$$b = -0,91425$$

współcz. zmienności liczb odbicia

$$v_L = 1,97 \%$$

$$c = 7,36$$

współczynnik zmniejszający - wpływ karbonizacji betonu:

$$k_1 = 0,8$$

współczynnik zmniejszający - wpływ wyężenia przekroju:

$$k_2 = 0,9$$

średnia wytrż. betonu na ściskanie

$$R_{\text{śr.}} = 46,9 \text{ MPa}$$

odchylenie stand. wytrzymałości S_R wyliczono ze wzoru:

$$S_R = L \cdot v_L (2a^2 \cdot L^2 (v_L^2 + 2) + 4a \cdot b \cdot L + b^2)^{0,5}$$

$$R_b^G = R - 1,64 S_R$$

$$S_R = 3,19$$

Wytrzymałość gwarantowana:

$$R_b^G = 41,7 \text{ MPa}$$

Stan betonu: powierzchniowo suchy.

MŁOTEK SCHMIDTA

DZIENNIK POMIARÓW:

Ciechanów H=120

POZIOM: **15,0** m

SYTUACJA: drabina

L.p.	Kąt	Odczyty L												n _i	L _i	L _i dla α=0	L _i - L'	(L _i - L') ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0	58	60	44	58	54	54	58	58					8	55,5	55,5	1,72	2,95
2	0	54	50	50	54	56	58	54	54					8	53,8	53,8	-0,03	0,00
3	0	56	58	50	54	54	58	56	52					8	54,8	54,8	0,97	0,94
4	0	54	56	54	52	56	54	54	52					8	54,0	54,0	0,22	0,05
5	0	58	50	56	58	52	56	56	54					8	55,0	55,0	1,22	1,49
6	0	48	50	52	54	56	58	54	52					8	53,0	53,0	-0,78	0,61
7	0	48	48	56	54	52	52	48	54					8	51,5	51,5	-2,28	5,20
8	0	52	56	52	54	52	54	54	48					8	52,8	52,8	-1,03	1,06
	0													0				
	0													0				
	0													0				
	0													0				
n = 8		Rok budowy:			1980											430,3	0,00	12,30

współcz. uwzględniający wiek i wilgotność betonu: 1,00

$$L' = \Sigma L_i / n = 53,8$$

$$a = 0,04094$$

odchylenie stand. liczb odbicia

$$S_L = 1,33$$

$$b = -0,91425$$

współcz. zmienności liczb odbicia

$$v_L = 2,47 \%$$

$$c = 7,36$$

współczynnik zmniejszający - wpływ karbonizacji betonu:

$$k_1 = 0,8$$

współczynnik zmniejszający - wpływ wyężenia przekroju:

$$k_2 = 0,9$$

średnia wytrż. betonu na ściskanie

$$R_{\text{śr.}} = 55,2 \text{ MPa}$$

odchylenie stand. wytrzymałości S_R wyliczono ze wzoru:

$$S_R = L \cdot v_L (2a^2 \cdot L^2 (v_L^2 + 2) + 4a \cdot b \cdot L + b^2)^{0,5}$$

$$R_b^G = R - 1,64 S_R$$

$$S_R = 4,63$$

Wytrzymałość gwarantowana:

$$R_b^G = 47,6 \text{ MPa}$$

Stan betonu: powierzchniowo suchy.

MŁOTEK SCHMIDTA

DZIENNIK POMIARÓW:

Ciechanów H=120

POZIOM: **10,0** m

SYTUACJA: drabina

L.p.	Kąt	Odczyty L												n _i	L _i	L _i dla α=0	L _i - L'	(L _i - L') ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0	46	52	46	52	44	54	56	54	50				9	50,4	50,4	2,97	8,83
2	0	50	52	50	44	48	46	50	40	54				9	48,2	48,2	0,75	0,56
3	0	52	50	50	50	50	50	54	52	44				9	50,2	50,2	2,75	7,56
4	0	44	40	46	46	48	52	50	56	40				9	46,9	46,9	-0,58	0,34
5	0	52	44	40	46	44	54	54	52	44				9	47,8	47,8	0,31	0,09
6	0	44	42	42	48	44	46	52	52	48				9	46,4	46,4	-1,03	1,06
7	0	40	40	40	44	48	46	52	52	46				9	45,3	45,3	-2,14	4,57
8	0	44	42	46	42	48	48	42	46	42				9	44,4	44,4	-3,03	9,17
	0													0				
	0													0				
	0													0				
	0													0				
n = 8	Rok budowy:	1980														379,8	0,00	32,19

współcz. uwzględniający wiek i wilgotność betonu: 1,00

$$L' = \Sigma L_i / n = 47,5$$

$$a = 0,04094$$

odchylenie stand. liczb odbicia

$$S_L = 2,14$$

$$b = -0,91425$$

współcz. zmienności liczb odbicia

$$v_L = 4,52 \%$$

$$c = 7,36$$

współczynnik zmniejszający - wpływ karbonizacji betonu:

$$k_1 = 0,8$$

współczynnik zmniejszający - wpływ wyężenia przekroju:

$$k_2 = 0,9$$

średnia wytrż. betonu na ściskanie

$$R_{\text{śr.}} = 40,6 \text{ MPa}$$

odchylenie stand. wytrzymałości S_R wyliczono ze wzoru:

$$S_R = L \cdot v_L (2a^2 \cdot L^2 (v_L^2 + 2) + 4a \cdot b \cdot L + b^2)^{0,5}$$

$$R_b^G = R - 1,64 S_R$$

$$S_R = 6,38$$

Wytrzymałość gwarantowana:

$$R_b^G = 30,2 \text{ MPa}$$

Stan betonu: powierzchniowo suchy.

MŁOTEK SCHMIDTA

DZIENNIK POMIARÓW:

Ciechanów H=120

POZIOM: **5,0** m

SYTUACJA: drabina

L.p.	Kąt	Odczyty L												n _i	L _i	L _i dla α=0	L _i - L'	(L _i - L') ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0	54	48	56	52	56	52	54	50	54				9	52,9	52,9	-1,81	3,27
2	0	56	54	56	56	48	60	56	50	56				9	54,7	54,7	-0,03	0,00
3	0	48	56	56	56	60	54	54	52	52				9	54,2	54,2	-0,48	0,23
4	0	54	50	56	54	56	52	56	50	56				9	53,8	53,8	-0,92	0,85
5	0	56	56	58	54	52	52	60	60	54				9	55,8	55,8	1,08	1,17
6	0	54	56	54	58	58	58	56	58	60				9	56,9	56,9	2,19	4,80
7	0	54	54	56	56	54	58	56	54	50				9	54,7	54,7	-0,03	0,00
	0													0				
	0													0				
	0													0				
	0													0				
	0													0				
n = 7		Rok budowy:		1980												382,9	0,00	10,31

współcz. uwzględniający wiek i wilgotność betonu: 1,00

$$L' = \Sigma L_i / n = 54,7$$

$$a = 0,04094$$

odchylenie stand. liczb odbicia

$$S_L = 1,31$$

$$b = -0,91425$$

współcz. zmienności liczb odbicia

$$v_L = 2,4 \%$$

$$c = 7,36$$

współczynnik zmniejszający - wpływ karbonizacji betonu:

$$k_1 = 0,8$$

współczynnik zmniejszający - wpływ wyężenia przekroju:

$$k_2 = 0,9$$

średnia wytrż. betonu na ściskanie

$$R_{\text{śr.}} = 57,5 \text{ MPa}$$

odchylenie stand. wytrzymałości S_R wyliczono ze wzoru:

$$S_R = L \cdot v_L (2a^2 \cdot L^2 (v_L^2 + 2) + 4a \cdot b \cdot L + b^2)^{0,5}$$

$$R_b^G = R - 1,64 S_R$$

$$S_R = 4,67$$

Wytrzymałość gwarantowana:

$$R_b^G = 49,9 \text{ MPa}$$

Stan betonu: powierzchniowo suchy.

MŁOTEK SCHMIDTA

DZIENNIK POMIARÓW:

Ciechanów H=120

POZIOM: 1,5 m

SYTUACJA: podstawa

L.p.	Kąt	Odczyty L												n _i	L _i	L _i dla α=0	L _i - L'	(L _i - L') ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1	0	52	42	50	52	50	50	54	50	54				9	50,4	50,4	-0,89	0,79
2	0	54	48	52	50	44	54	50	54	46				9	50,2	50,2	-1,11	1,23
3	0	50	52	48	54	44	54	52	56	52				9	51,3	51,3	0,00	0,00
4	0	52	56	54	54	54	60	56	54	60				9	55,6	55,6	4,22	17,83
5	0	60	54	54	56	56	56	56	56	54				9	55,8	55,8	4,44	19,75
6	0	54	50	48	52	42	42	44	42	48				9	46,9	46,9	-4,44	19,75
7	0	54	52	54	56	58	52	52	54	54				9	54,0	54,0	2,67	7,11
8	0	54	52	56	54	50	50	54	50	54				9	52,7	52,7	1,33	1,78
9	0	56	50	54	52	58	50	48	54	48				9	52,2	52,2	0,89	0,79
10	0	40	40	42	48	44	44	46	48	46				9	44,2	44,2	-7,11	50,57
	0													0				
	0													0				
n = 10		Rok budowy:		1980												513,3	0,00	119,60

współcz. uwzględniający wiek i wilgotność betonu: 1,00

$$L' = \Sigma L_i / n = 51,3$$

$$a = 0,04094$$

odchylenie stand. liczb odbicia

$$S_L = 3,65$$

$$b = -0,91425$$

współcz. zmienności liczb odbicia

$$v_L = 7,1 \%$$

$$c = 7,36$$

współczynnik zmniejszający - wpływ karbonizacji betonu:

$$k_1 = 0,8$$

współczynnik zmniejszający - wpływ wyężenia przekroju:

$$k_2 = 0,9$$

średnia wytrż. betonu na ściskanie

$$R_{\text{śr.}} = 49,6 \text{ MPa}$$

odchylenie stand. wytrzymałości S_R wyliczono ze wzoru:

$$S_R = L \cdot v_L (2a^2 \cdot L^2 (v_L^2 + 2) + 4a \cdot b \cdot L + b^2)^{0,5}$$

$$R_b^G = R - 1,64 S_R$$

$$S_R = 12$$

Wytrzymałość gwarantowana:

$$R_b^G = 29,9 \text{ MPa}$$

Stan betonu: powierzchniowo suchy.

OBLICZENIA STATYCZNO - WYTRZYMAŁOŚCIOWE

KOMIN ŻELBETOWY - H=120m, CIECHANÓW

WG: PN-88/B-03004

DATA PRZEGLĄDU: 06.2023 ROK

Dane wyjściowe do obliczeń :

- wysokość komina:				120,00	
- wysokość cokołu nad teren:				0,20	
- średnica cokołu:				8,70	
- średnica zewnętrzna nad cokołem:				8,70	
- średnica zewnętrzna u wylotu :				4,70	
- zbieżność procentowa :					
poziom :	1	do	40	2,50 [%]	
	40	do	80	1,50 [%]	
	80	do	120	1,00 [%]	
- grubość ściany nośnej :					
poziom :	0	do	15	0,40	[m]
poziom :	15	do	20	0,36	[m]
poziom :	20	do	30	0,36	[m]
poziom :	30	do	40	0,33	[m]
poziom :	40	do	50	0,30	[m]
poziom :	50	do	60	0,28	[m]
poziom :	60	do	70	0,26	[m]
poziom :	70	do	80	0,24	[m]
poziom :	80	do	90	0,20	[m]
poziom :	90	do	100	0,18	[m]
poziom :	100	do	117,5	0,15	[m]
poziom :	117,5	do	120	0,15	0,30 [m]
- izolacja termiczna WEŁNA ŻUŻLOWA SZARA				0,08	
pustka powietrzna				0,00	[m]
Obciążenia od anten wykazano w tabeli obciążeń.					
- poziomy montowanych anten:					[m]
średnica czaszy					[m]
ilość na obwodzie				0	[szt.]
- poziomy montowanych anten typu DX:					[m]
średnica anteny prętowej					[m]
ilość na obwodzie				0	[szt.]

1. Obciążenia pionowe dla przekroju +0,0m.

- ciężar własny trzonu komina : wartości charakterystyczne dla poszczególnych grubości

Poziom	Grubość	Ciężar trzonu
0	15	0,40
15	30	0,36
30	40	0,33
40	50	0,30
50	60	0,28
60	70	0,26
70	80	0,24
80	90	0,20
90	100	0,18

100	117,5	0,15	945
117,5	120	0,225	191
OGÓŁEM : [kN]			15532
- pionowe obc. antenami i okablowaniem:			15
- pomosty obsługowe /galerie/:			35
Całkowite obciążenie pionowe:			15582

Charakterystyka przekrojów żelbetowych:

z [m]	A [m ²]	J _x [m ⁴]	J _y [m ⁴]	W _x [m ³]	W _y [m ³]	
0,2	8,5033	73,4201	73,4201	16,8781	16,8781	przekrój osłabiony
6,8	9,194	79,1525	65,7734	18,936	13,3360	przekrój osłabiony
15	8,5839	61,5857	61,5857	15,5857	15,5857	przekrój pełny
30	7,1223	42,1157	42,1157	11,6988	11,6988	przekrój pełny

2. Obciążenie wiatrem .

Dla I strefy obciążenia wiatrem : $q = 0,3$ [kPa]

Dla kominów murowanych i żelbetowych : $q = 0,3 * 1,2 = 0,36$ [kPa]

Uwzględniono nowelizację normy wiatrowej zwiększając obciążenia.

Współcz. ekspozycji : C_e

Poziom [m]	C_e
0,00	0,60
10,00	1,00
20,00	1,20
30,00	1,35
40,00	1,50
50,00	1,57
60,00	1,74
70,00	1,78
80,00	1,82
90,00	1,83
100,00	1,90
110,00	1,94
120,00	1,98

Współczynnik działania porywów wiatru β dla kominów o wysokości : $h > 100$ m

Podstawowa częstotliwość drgań własnych: $n_1 = 1,89$ 1/s

Logarytmiczny dekrement tłumienia: $\delta = 0,12$

$$\beta = 1 + \Psi (r / C_e (k_b + k_r))^{1/2}$$

Ψ - współczynnik szczytowej wartości obciążenia

r - współczynnik chropowatości terenu

C_e - współczynnik ekspozycji

k_b - wsp. oddziaływania turbulentnego o częstotliwościach pozarezonansowych

k_r - wsp. oddziaływania turbulentnego o częstotliwościach rezonansowych

$$\begin{aligned}\Psi &= 3,71 \\ r &= 0,08 \\ C_e &= 1,53 \\ k_b &= 1,18 \quad L/H = 0,066 \\ k_r &= 2 \pi K_L K_0 / \Delta \quad 0,368613\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_H &= V_k (C_e)^{1/2} = 31,88 \\ n_r &= n^* H / V_H = 2,11 \\ K_L &= 0,055 \\ n / V_H &= 0,014 \\ K_0 &= 0,16\end{aligned}$$

$$\beta = 2,06 > 2 \Rightarrow \text{przyjęto: } \beta = 2,06$$

Współczynnik oporu aerodynamicznego :

$$\begin{aligned}D \text{ śr.} &= 6,70 \text{ [m]} \\ H/D \text{ śr.} &= 17,9 < 25\end{aligned}$$

$$C_x = 0,7 * (1 - 0,25 * \log 25 * D/H)$$

$$C_x = 0,675$$

$$\text{Obciążenie komina wiatrem : } p_k = q_k * C_e * C_x * \beta * \gamma_d * L * D$$

$$p_k = 0,675 C_e * D \quad [\text{kN/m}]$$

$$p = 1,013 C_e * D \quad [\text{kN/m}]$$

3. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ CHARAKTERYSTYCZNYCH KOMINA

Wysokość trzonu komina:

$$H = 120 \text{ m}$$

Obciążenie wiatrem: p =

$$0,675 * C_e * D$$

Komin osłonięty budynkiem do poz.:

$$0 \text{ m}$$

Poz.: z [m]	D _z [m]	g _z	D _{wym.} [m]	g _{wym.}	C _e	Pow. dod. [m ² /m]	Ciężar trzonu	Ciężar przew. wewn.	Dod. obc. pion.	p [kN/m]	M dla poz. 0,00 [kNm]
	0,00										
120	4,69	0,30	3,93	0,15	1,98	0,00	78,6	47,0		6,3	749,5
119	4,71	0,26	4,03	0,15	1,98	0,00	69,1	48,3		6,3	744,9
118	4,73	0,22	4,13	0,15	1,97	0,50	59,2	49,5		7,0	818,5
117	4,75	0,18	4,23	0,15	1,97	1,00	49,1	50,8	1	7,6	890,4
116	4,77	0,15	4,31	0,15	1,96	1,00	41,4	51,8	1	7,7	884,1
115	4,79	0,15	4,33	0,15	1,96	1,00	41,5	52,0	1	7,7	877,7
114	4,81	0,15	4,35	0,15	1,96	1,00	41,7	52,3	1	7,7	871,2
113	4,83	0,15	4,37	0,15	1,95	1,00	41,9	52,5	1	7,7	864,7
112	4,85	0,15	4,39	0,15	1,95	1,00	42,1	52,7	1	7,7	858,2
111	4,87	0,15	4,41	0,15	1,94	1,00	42,3	53,0	1	7,7	851,7
110	4,89	0,15	4,43	0,15	1,94	1,00	42,4	53,2	1	7,7	845,1
109	4,91	0,15	4,45	0,15	1,94	1,00	42,6	53,5	1	7,7	838,5
108	4,93	0,15	4,47	0,15	1,93	1,00	42,8	53,7	1	7,7	831,9

107	4,95	0,15	4,49	0,15	1,93	1,00	43,0	54,0	1	7,7	825,2
106	4,97	0,15	4,51	0,15	1,92	0,50	43,2	54,2	1	7,1	749,9
105	4,99	0,15	4,53	0,15	1,92	2,50	43,3	54,5	3,5	9,7	1015,0
104	5,01	0,15	4,55	0,15	1,92	0,50	43,5	54,7	0,5	7,1	738,0
103	5,03	0,15	4,57	0,15	1,91	0,50	43,7	55,0	0,5	7,1	732,0
102	5,05	0,15	4,59	0,15	1,91	0,50	43,9	55,2	0,5	7,2	726,0
101	5,07	0,15	4,61	0,15	1,90	0,50	44,1	55,5	0,5	7,2	719,9
100	5,09	0,15	4,63	0,15	1,90	0,50	44,2	55,7	0,5	7,2	713,8
99	5,11	0,18	4,59	0,15	1,89	0,50	53,0	55,2	0,5	7,2	706,6
98	5,13	0,18	4,61	0,15	1,89	2,50	53,2	55,5	3,5	9,7	948,0
97	5,15	0,18	4,63	0,15	1,88	0,50	53,4	55,7	0,5	7,2	692,3
96	5,17	0,18	4,65	0,15	1,87	0,50	53,6	56,0	0,5	7,2	685,1
95	5,19	0,18	4,67	0,15	1,87	0,50	53,8	56,2	0,5	7,2	677,9
94	5,21	0,18	4,69	0,15	1,86	0,50	54,0	56,5	0,5	7,2	670,7
93	5,23	0,18	4,71	0,15	1,85	0,50	54,3	56,7	0,5	7,2	663,4
92	5,25	0,18	4,73	0,15	1,85	0,50	54,5	57,0	0,5	7,2	656,1
91	5,27	0,18	4,75	0,15	1,84	0,50	54,7	57,2	0,5	7,2	648,9
90	5,29	0,18	4,77	0,15	1,83	0,50	54,9	57,5	0,5	7,2	641,6
89	5,31	0,20	4,75	0,15	1,83	0,50	61,0	57,2	0,5	7,2	634,3
88	5,33	0,20	4,77	0,15	1,82	0,50	61,2	57,5	0,5	7,2	627,0
87	5,35	0,20	4,79	0,15	1,81	0,50	61,5	57,7	0,5	7,2	619,6
86	5,37	0,20	4,81	0,15	1,81	0,50	61,7	58,0	0,5	7,2	612,3
85	5,39	0,20	4,83	0,15	1,80	0,50	62,0	58,2	0,5	7,2	604,9
84	5,41	0,20	4,85	0,15	1,79	0,50	62,2	58,5	0,5	7,2	597,6
83	5,43	0,20	4,87	0,15	1,79	0,50	62,4	58,7	0,5	7,2	590,2
82	5,45	0,20	4,89	0,15	1,78	0,50	62,7	59,0	0,5	7,2	582,8
81	5,47	0,20	4,91	0,15	1,77	2,00	62,9	59,2	2	8,9	720,0
80	5,49	0,20	4,93	0,15	1,77	3,00	63,2	59,5	14	10,1	805,1
79	5,51	0,24	4,87	0,15	1,76	0,50	75,5	58,7	0,5	7,1	560,6
78	5,54	0,24	4,90	0,15	1,75	0,50	75,9	59,1	0,5	7,1	554,1
77	5,57	0,24	4,93	0,15	1,75	0,50	76,4	59,5	0,5	7,2	547,6
76	5,60	0,24	4,96	0,15	1,74	0,50	76,8	59,8	0,5	7,2	541,0
75	5,63	0,24	4,99	0,15	1,73	0,50	77,2	60,2	0,5	7,2	534,4
74	5,66	0,24	5,02	0,15	1,73	0,50	77,6	60,6	0,5	7,2	527,8
73	5,69	0,24	5,05	0,15	1,72	0,50	78,1	61,0	0,5	7,2	521,1
72	5,72	0,24	5,08	0,15	1,71	0,50	78,5	61,3	0,5	7,2	514,4
71	5,75	0,24	5,11	0,15	1,71	0,50	78,9	61,7	0,5	7,2	507,6
70	5,78	0,24	5,14	0,15	1,70	0,50	79,4	62,1	0,5	7,2	500,9
69	5,81	0,26	5,13	0,15	1,69	0,50	86,1	62,0	0,5	7,2	494,1
68	5,84	0,26	5,16	0,15	1,69	0,50	86,6	62,3	0,5	7,2	487,2
67	5,87	0,26	5,19	0,15	1,68	0,50	87,1	62,7	0,5	7,2	480,4
66	5,90	0,26	5,22	0,15	1,67	0,50	87,5	63,1	0,5	7,2	473,5
65	5,93	0,26	5,25	0,15	1,67	0,50	88,0	63,4	0,5	7,2	466,6
64	5,96	0,26	5,28	0,15	1,66	0,50	88,5	63,8	0,5	7,2	459,6
63	5,99	0,26	5,31	0,15	1,65	0,50	88,9	64,2	0,5	7,2	452,6
62	6,02	0,26	5,34	0,15	1,65	0,50	89,4	64,6	0,5	7,2	445,6
61	6,05	0,26	5,37	0,15	1,64	0,50	89,9	64,9	0,5	7,2	438,6
60	6,08	0,26	5,40	0,15	1,63	0,50	90,3	65,3	0,5	7,3	431,6
59	6,11	0,28	5,39	0,15	1,63	0,50	97,4	65,2	0,5	7,3	424,5
58	6,14	0,28	5,42	0,15	1,62	0,50	97,9	65,6	0,5	7,3	417,4
57	6,17	0,28	5,45	0,15	1,61	0,50	98,4	65,9	0,5	7,3	410,3
56	6,20	0,28	5,48	0,15	1,61	0,50	98,9	66,3	0,5	7,3	403,2
55	6,23	0,28	5,51	0,15	1,60	3,00	99,4	66,7	14,0	10,0	543,1
54	6,26	0,28	5,54	0,15	1,59	0,50	99,9	67,1	0,5	7,3	388,8
53	6,29	0,28	5,57	0,15	1,59	0,50	100,4	67,4	0,5	7,3	381,7
52	6,32	0,28	5,60	0,15	1,58	0,50	100,9	67,8	0,5	7,3	374,4
51	6,35	0,28	5,63	0,15	1,57	0,50	101,4	68,2	0,5	7,3	367,2
50	6,38	0,28	5,66	0,15	1,57	0,50	102,0	68,5	0,5	7,3	360,0

49	6,41	0,30	5,65	0,15	1,56	0,50	109,4	68,4	0,5	7,3	352,7
48	6,44	0,30	5,68	0,15	1,55	0,50	109,9	68,8	0,5	7,3	345,5
47	6,47	0,30	5,71	0,15	1,54	0,50	110,5	69,2	0,5	7,3	338,2
46	6,50	0,30	5,74	0,15	1,54	0,50	111,0	69,5	0,5	7,3	330,9
45	6,53	0,30	5,77	0,15	1,53	0,50	140,9	69,9	0,5	7,3	323,6
44	6,56	0,30	5,80	0,15	1,52	0,50	141,6	70,3	0,5	7,3	316,3
43	6,59	0,30	5,83	0,15	1,52	0,50	142,3	70,7	0,5	7,3	309,0
42	6,62	0,30	5,86	0,15	1,51	0,50	143,0	71,0	0,5	7,3	301,6
41	6,65	0,30	5,89	0,15	1,50	0,50	143,6	71,4	0,5	7,3	294,3
40	6,70	0,30	5,94	0,15	1,50	3,00	144,8	51,8	14,0	9,8	388,2
39	6,75	0,33	5,93	0,15	1,49	0,50	159,7	51,8	0,5	7,3	280,0
38	6,80	0,33	5,98	0,15	1,47	0,50	161,0	52,2	0,5	7,2	271,8
37	6,85	0,33	6,03	0,15	1,46	0,50	162,2	52,6	0,5	7,2	263,7
36	6,90	0,33	6,08	0,15	1,44	0,50	163,5	53,1	0,5	7,2	255,5
35	6,95	0,33	6,13	0,15	1,43	0,50	164,7	53,5	0,5	7,2	247,4
34	7,00	0,33	6,18	0,15	1,41	0,50	166,0	54,0	0,5	7,1	239,3
33	7,05	0,33	6,23	0,15	1,40	0,50	167,2	54,4	0,5	7,1	231,2
32	7,10	0,33	6,28	0,15	1,38	0,50	168,4	54,9	0,5	7,1	223,1
31	7,15	0,33	6,33	0,15	1,37	0,50	169,7	55,3	0,5	7,1	215,1
30	7,20	0,33	6,38	0,15	1,35	2,50	170,9	55,8	12,0	8,8	260,9
29	7,25	0,36	6,37	0,15	1,34	0,50	187,0	55,7	0,5	7,0	199,2
28	7,30	0,36	6,42	0,15	1,32	0,50	188,4	56,1	0,5	7,0	191,2
27	7,35	0,36	6,47	0,15	1,31	0,50	189,7	56,6	0,5	6,9	183,4
26	7,40	0,36	6,52	0,15	1,29	0,50	191,1	57,0	0,5	6,9	175,5
25	7,45	0,36	6,57	0,15	1,28	0,50	192,4	57,5	0,5	6,8	167,7
24	7,50	0,36	6,62	0,15	1,26	0,50	193,8	57,9	0,5	6,8	160,0
23	7,55	0,36	6,67	0,15	1,25	0,50	195,2	58,4	0,5	6,8	152,3
22	7,60	0,36	6,72	0,15	1,23	0,50	196,5	58,8	0,5	6,7	144,7
21	7,65	0,36	6,77	0,15	1,22	0,50	197,9	59,3	0,5	6,7	137,1
20	7,70	0,36	6,82	0,15	1,20	0,50	199,2	59,7	0,5	6,6	129,6
19	7,75	0,36	6,87	0,15	1,18	0,50	200,6	60,2	0,5	6,6	121,6
18	7,80	0,36	6,92	0,15	1,16	0,50	201,9	60,6	0,5	6,5	113,8
17	7,85	0,36	6,97	0,15	1,14	0,50	203,3	61,1	0,5	6,4	106,1
16	7,90	0,36	7,02	0,15	1,12	0,50	204,7	61,5	0,5	6,4	98,5
15	7,95	0,36	7,07	0,15	1,10	0,50	206,0	62,0	0,5	6,3	91,0
14	8,00	0,40	7,04	0,15	1,08	0,50	229,2	61,7	0,5	6,2	83,7
13	8,05	0,40	7,09	0,15	1,06	0,50	230,7	62,1	0,5	6,1	76,5
12	8,10	0,40	7,14	0,15	1,04	0,50	232,2	62,6	0,5	6,0	69,5
11	8,15	0,40	7,19	0,15	1,02	0,50	233,7	63,0	0,5	6,0	62,6
10	8,20	0,40	7,24	0,15	1,00	0,50	235,2	63,5	0,5	5,9	55,8
9	8,25	0,40	7,29	0,15	0,95	0,50	236,8	63,9	0,5	5,6	47,7
8	8,30	0,40	7,34	0,15	0,90	0,50	238,3	64,4	0,5	5,3	40,1
7	8,35	0,40	7,39	0,15	0,85	0,50	239,8	64,8	0,5	5,1	33,0
6	8,40	0,40	7,44	0,15	0,80	0,50	241,3	65,3	0,5	4,8	26,5
5	8,45	0,40	7,49	0,15	0,75	0,50	242,8	65,7	0,5	4,5	0,0
4	8,50	0,40	7,54	0,15	0,70	0,50	244,3	66,2	0,5	4,3	0,0
3	8,55	0,40	7,59	0,15	0,65	0,00	245,8	66,6	0,0	3,8	0,0
2	8,60	0,40	7,64	0,15	0,60	0,00	247,3	67,1	0,0	3,5	0,0
1	8,65	0,40	7,69	0,15	0,60	0,00	248,8	67,5	0,0	3,5	0,0
0	8,70	0,40	7,74	0,15	0,60	0,00	250,3	68,0	0,0	3,5	0,0
ZESTAWIENIE:							14292	7239	123 p [kN/m]		52996

Wymurówka na wspornikach.

Moment zginający dla poz.: [m]

0,20

M = 52879 kNm

Wychylenie stałe komina:

0,310 m

Wychylenie sprężyste komina:

0,155 m

Wychylenie całkowite komina:

0,465 m

Moment zginający dla poz.: [m]	6,80	M =	47379 kNm
Wychylenie stałe komina:		0,292 m	
Wychylenie sprężyste komina:		0,129 m	
Wychylenie całkowite komina:		0,421 m	

Moment zginający dla poz.: [m]	15,00	M =	40866 kNm
Wychylenie stałe komina:		0,271 m	
Wychylenie sprężyste komina:		0,139 m	

Uwzględniono dodatkowe obciążenia komina od: - wychylenia sprężystego + stałego

4. Sprawdzenie naprężeń dla przekroju: 0,20 m

Całkowity moment dla poziomu obliczeniowego:		0,20 [m]
Od maksymalnego ugięcia	$M_f =$	4965 [kNm]
Patrz tabela:	$M_T =$	52879 [kNm]
Razem:	$M =$	57843 [kNm]

Przyjęto do obliczeń:

klasę betonu:	C25/30	=>	25 [MPa]
klasę stali:	A-I	=>	235 [MPa]

Naprężenia normalne w betonie i rozciągające w stali muszą spełniać warunek:

$$\sigma_b < 0,65R_{bk}$$

$$\sigma_a < 0,7R_{ak}$$

Dla betonu C25/30 i stali klasy AI:	$R_b =$	25	Mpa	$R_a =$	235	Mpa
	$0.65 R_{bk} =$	16,25	[MPa]			
	$0.7 R_{ak} =$	164,5	[MPa]			

Zbrojenie w trzonie:

Zbrojenie minimalne według PN-88/B-3004 - kominy murowane i żelbetowe:

$$\mu_{min.} = 0,003 \cdot A = 0,0255 \text{ m}^2 = 255,1 \text{ cm}^2$$

$$\mu_{min.} = 4.2 R_{bk} / (100 R_{ak}) \cdot A = 0,03799 \text{ m}^2 = 379,9 \text{ cm}^2$$

Ilość zbrojenia w trzonie komina przyjęto na podstawie udostępnionych przez Użytkownika rysunków archiwalnych.

Zastosowane zbrojenie w trzonie:	208	$\phi 16 =$	418,08 cm ²
Stopień zbrojenia:	$\mu =$	0,004917	
Promień zewn. trzonu:	$R =$	4,30 m	
Obc. pionowe w poz. obliczeniowym:		21335 kN	
Momenyt zginający w poz. oblicz.		52879 kNm	

$$\text{mimośród:} \quad e_0 = M/N = 2,48 \text{ m}$$

$$e_0 / R = 0,58 \text{ m}$$

$$\text{dla powyższych warunków:} \quad B = 2,099$$

$$C = 0,916$$

$$\sigma_b = N/A * B = 5266,136 \text{ kPa} = 5,3 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_b = 5,3 \text{ Mpa} < 0.65R_{bk} = 16,25 \text{ Mpa}$$

Wniosek: naprężenia w betonie są zachowane.

$$\text{Naprężenia w stali:} \quad \sigma_a = \sigma_b * C = 4,82 \text{ Mpa} < 0.7R_{ak} = 164,5 \text{ Mpa}$$

Wniosek: naprężenia w stali są zachowane.

Sprawdzenie przekroju według warunków ogólnych:

$$\text{Poziom otworów montażowych:} \quad + 0,20 \text{ m}$$

$$\text{Pole przekroju czynnego:} \quad S_{\text{netto}} = 8,5033$$

$$\text{Minimalny wskaźnik wytrzymałości:} \quad W_{\text{min.}} = 16,878$$

$$\text{Obl. moment zginający dla poz.} \quad 0,20 \text{ m} \quad M = 1,5 * M_c = 86765 \text{ kNm}$$

$$\text{Obciążenie pionowe:} \quad N = 1,1 * N_c = 23468 \text{ kN}$$

$$\text{Naprężenia krawędziowe:} \quad \sigma_{\text{max}} = N/A + M/W$$

$$\sigma_{\text{max}} = 7900,6 \text{ kPa} = 7,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{max}} = 7,9 < R_b = 25 \text{ MPa}$$

Wniosek: naprężenia w betonie są zachowane.

5. Sprawdzenie naprężeń dla przekroju: 6,80 /czopuch/

$$\text{Całkowity moment dla poziomu obliczeniowego:} \quad 6,80 \text{ [m]}$$

$$\text{Od maksymalnego ugięcia} \quad M_f = 4102 \text{ [kNm]}$$

$$\text{Patrz tabela:} \quad M_T = 47379 \text{ [kNm]}$$

$$\text{Razem:} \quad M = 51481 \text{ [kNm]}$$

Przyjęto do obliczeń:

$$\text{klasę betonu:} \quad C25/30 \quad \Rightarrow \quad 25 \text{ [MPa]}$$

$$\text{klasę stali:} \quad A-I \quad \Rightarrow \quad 235 \text{ [MPa]}$$

Naprężenia normalne w betonie i rozciągające w stali muszą spełniać warunek:

$$\sigma_b < 0,65R_{bk}$$

$$\sigma_a < 0,7R_{ak}$$

$$\text{Dla betonu C25/30 i stali klasy AI:} \quad R_{bk} = 25 \text{ Mpa} \quad R_a = 235 \text{ Mpa}$$

$$0.65 R_{bk} = 16,25 \text{ [MPa]}$$

$$0.7 R_{ak} = 164,5 \text{ [MPa]}$$

Zbrojenie minimalne według PN-88/B-3004 - kominy murowane i żelbetowe:

$$\mu_{\min.} = 0,003 \cdot A = 0,0276 \text{ m}^2 = 275,8 \text{ cm}^2$$

$$\mu_{\min.} = 4,2 R_{bk} / (100 R_{ak}) \cdot A = 0,04108 \text{ m}^2 = 410,8 \text{ cm}^2$$

Ilość zbrojenia w trzonie komina przyjęto na podstawie udostępnionych przez Użytkownika rysunków archiwalnych.

Zastosowane zbrojenie w trzonie: $188 \quad \phi 16 = 377,88 \text{ cm}^2 = 0,0378 \text{ m}^2$

Stopień zbrojenia: $\mu = 0,0041$

Promień zewn. trzonu: $R = 4,20 \text{ m}$

Obc. pionowe w poz. obliczeniowym: 19465 kN

Momenyt zginający w poz. oblicz. 47379 kNm

mimośród: $e_0 = M/N = 2,43 \text{ m}$

$$e_0 / R = 0,58 \text{ m}$$

dla powyższych warunków: $B = 2,128$

$$C = 1,010$$

$$\sigma_b = N/A \cdot B = 4506 \text{ kPa} = 4,5 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_b = 4,5 \text{ Mpa} < 0,65 R_{bk} = 16,25 \text{ Mpa}$$

Wniosek: naprężenia w betonie są zachowane.

Naprężenia w stali: $\sigma_a = \sigma_b \cdot C = 4,5 \text{ Mpa} < 0,7 R_{ak} = 164,5 \text{ Mpa}$

Wniosek: naprężenia w stali są zachowane.

6. Sprawdzenie naprężeń dla przekroju: + 15,00 przekrój pełny

Całkowity moment dla poziomu obliczeniowego: $15,00 \text{ [m]}$

Od maksymalnego ugięcia $M_f = 3506 \text{ [kNm]}$

Patrz tabela: $M_T = 40866 \text{ [kNm]}$

Razem: $M = 44372 \text{ [kNm]}$

Ze względu na brak danych , przyjęto do obliczeń:

klasę betonu: C40/50 $\Rightarrow 26,7 \text{ [MPa]}$

klasę stali: A-I $\Rightarrow 235 \text{ [MPa]}$

Naprężenia normalne w betonie i rozciągające w stali muszą spełniać warunek:

$$\sigma_b < 0,65 R_{bk}$$

$$\sigma_a < 0,7 R_{ak}$$

Dla betonu C45/47 i stali klasy AI: $R_b = 26,7 \text{ Mpa} \quad R_a = 235 \text{ Mpa}$

$$0,65 R_{bk} = 17,355 \text{ [MPa]}$$

$$0,7 R_{ak} = 164,5 \text{ [MPa]}$$

Zbrojenie minimalne według PN-88/B-3004 - kominy murowane i żelbetowe:

$$\mu_{\min.} = 0,003 \cdot A = 0,0258 \text{ m}^2 = 257,5 \text{ cm}^2$$

$$\mu_{\min.} = 4.2 R_{bk} / (100 R_{ak}) * A = 0,0410 \text{ m}^2 = 409,6 \text{ cm}^2$$

Ilość zbrojenia w trzonie komina przyjęto na podstawie udostępnionych przez Użytkownika rysunków archiwalnych.

Zastosowane zbrojenie w trzonie: 166 $\phi 16 = 333,66 \text{ cm}^2 = 0,0334 \text{ m}^2$

Stopień zbrojenia: $\mu = 0,0039$

Promień zewn. trzonu: $R = 3,98 \text{ m}$

Obc. pionowe w poz. obliczeniowym: 17079 kN

mimośród: $e_0 = M/N = 2,60 \text{ m}$

$e_0 / R = 0,65 \text{ m}$

dla powyższych warunków: $B = 2,347$

$C = 2,352$

$\sigma_b = N/A * B = 4670,328 \text{ kPa} = 4,7 \text{ Mpa}$

$\sigma_b = 4,7 \text{ Mpa} < 0.65 R_{bk} = 17,355 \text{ Mpa}$

Wniosek: naprężenia w betonie są zachowane.

Naprężenia w stali: $\sigma_a = \sigma_b * C = 10,99 \text{ Mpa} < 0.7 R_{ak} = 164,5 \text{ Mpa}$

Wniosek: naprężenia w stali są zachowane.

ANALIZA WYNIKÓW:

1/ Obliczenia wykazały, że naprężenia w betonie powstające od obciążeń normowych oraz dodatkowych obciążeń od zamontowanych anten i wychylenia trzonu są zachowane.

2/ Naprężenia w stali są mniejsze od granicznych.

3/ Wyznaczone ugięcie całkowite komina jest mniejsze od dopuszczalnego:

- ugięcie zmierzone: $f_m = 0,310 \text{ m}$

- ugięcie sprężyste: $f_s = 0,155 \text{ m}$

Dopuszczalne ugięcie sprężyste /według PN/ powinno spełniać warunek:

$f_{\text{dop.}} = H / 200 = 0,600 \text{ m}$

Ugięcie sprężyste: $f_s = 0,155 < 0,600 \text{ m}$

Wniosek: wychylenie sprężyste wierzchołka komina jest mniejsze od dopuszczalnego.

Przedmiotowy komin pod względem wytrzymałościowym nie budzi zastrzeżeń.

Opracował: mgr inż. Władysław Wenski