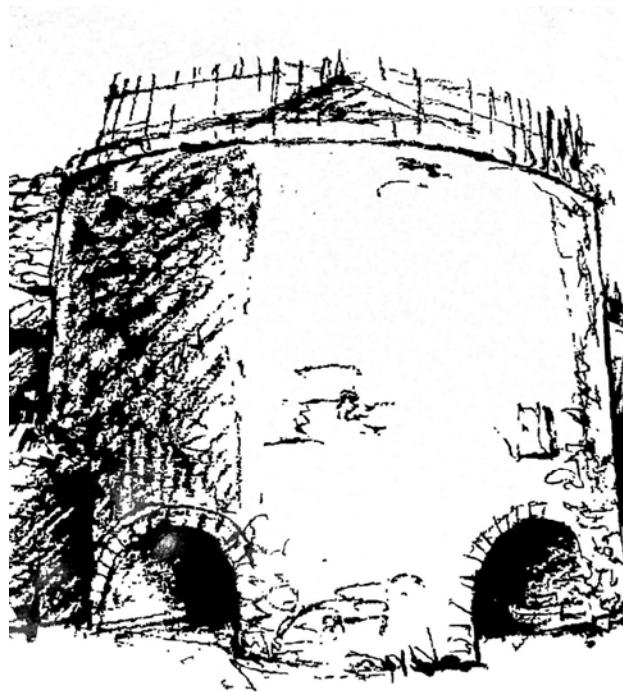


Jan Kubik

Podopolskie wapienniki



Opole 2009



EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ / EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
PŘEKRAČUJEME HRANICE / PRZEKRACZAMY GRANICE

Jan Kubik

Podopolskie wapienniki

Wydawnictwo współfinansowane ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Współpracy Transgranicznej 2007-2013 Republika Czeska – Rzeczpospolita Polska.

Projekt nr rej.: CZ.3.22/2.3.00/08.00635

„Współpraca transgraniczna szkół wyższych w zakresie ochrony nad zabytkami kultury i wykorzystania opuszczonych obiektów przemysłowych”

Opole 2009

ISBN 978-83-929942-0-6

POLITECHNIKA OPOLSKA

KOMITET REDAKCYJNY

Katedra Fizyki Materiałów Wydział Budownictwa Politechniki Opolskiej

Recenzent:

dr hab. inż. Piotr Obracaj, prof. PO

Skład: Katedra Fizyki Materiałów Wydział Budownictwa Politechniki Opolskiej

Nakład: 150 sztuk.

Druk i oprawa: Drukarnia „Sady”, Os. Sady 2, 47-303 Krapkowice.

SPIS TREŚCI

Ważniejsze oznaczenia.....	5
Wprowadzenie.....	6
Rozdział I ŚRODOWISKO KULTUROWE OPOLSKICH WAPIENNIKÓW	7
1.1. Charakterystyka wapienników.....	7
1.2. Typy wapienników.....	8
1.3. Problemy zachowania wapienników jako zabytków techniki.....	9
1.4. Geneza podopolskich wapienników.....	11
1.5. Wapienniki w Górażdżach.....	14
1.6. Wapienniki Gogolińskie.....	16
1.7. Wapienniki w otoczeniu Góry Św. Anny.....	20
1.8. Wapienniki w Kamieniu Śląskim.....	22
1.9. Wapienniki jako element Parku Krajobrazowego Góra Św. Anny.....	26
1.10. Trasa wapienników opolskich.....	28
1.11. Uwagi o stanie podopolskich wapienników.....	29
Rozdział II OPIS KONSTRUKCJI BATERII PIECÓW WAPIENNICZYCH	31
2.1. Konstrukcja pieców wapienniczych.....	31
2.2. Konstrukcja górnych urządzeń zasypowych.....	33
Rozdział III OPIS PROCESU TECHNOLOGICZNEGO	35
3.1. Rozkłady temperatur w trakcie eksploatacji wapienniku.....	36
3.2. Poeksploatacyjne rozkłady temperatur i wilgoci w wapienniku.....	39
Rozdział IV HISTORIA ZABYTKOWYCH PIECÓW W GOGOLINIE	43
4.1. Bateria czterech pieców szybowych „Bunke – Pacht”.....	43
4.2. Bateria trzech pieców szybowych „Dąbrowski”.....	44
4.3. Konstrukcja pieców wapienniczych „Dąbrowski”.....	45
4.4. Konstrukcja górnej kładki zasypowej.....	46
Rozdział V INWENTARYZACJA KONSERWATORSKA	47
5.1. Zarysowania ścian wapienników.....	47
5.2. Rozrost rys.....	47
5.3. Ogólna część inwentaryzacji konserwatorskiej konstrukcji pieców.....	48
5.4. Inwentaryzacja zarysowań zewnętrznych ścian pieców.....	52
5.5. Dokumentacja fotograficzna pieców w Gogolinie.....	58

Rozdział VI STAN GRANICZNY SPEKANEGO PŁASZCZA PIECA	69
6.1. Wprowadzenie.....	69
6.2. Równowaga graniczna odspojonych płytów ścian.....	69
6.3. Równowaga graniczna odspojonej warstwy ściany.....	74
6.4. Stan graniczny z uwzględnieniem lepkich poślizgów.....	76
6.5. Siły działające na trapezowy klin odłamu pieca.....	77
6.6. Wyznaczanie ciężaru klina odłamu w piecu nr 3.....	80
6.7. Analiza równowagi granicznej klina odłamu w piecu nr 3.....	82
6.8. Obliczanie sił w pierścieniu ochronnym pieca.....	88
 Rozdział VII ZABEZPIECZENIA ZABYTKOWYCH PIECÓW.....	91
7.1. Przykłady rewitalizacji pieców.....	91
7.2. Wapiennik Łaskawy Kamień w Stroniu Śląskim.....	92
7.3. Vapenka Javornik.....	96
7.4. Warunki rewitalizacji wapienników opolskich.....	101
7.5. Zabezpieczenie pieców przed opadami atmosferycznymi.....	103
7.6. Modernizacja elementów konstrukcji.....	105
 Rozdział VIII ADAPTACJA PIECÓW DO NOWEJ FUNKCJI.....	111
8.1. Funkcjonalne walory pieców wapienniczych.....	112
8.2. Nowe funkcje pieców.....	112
8.3. Perspektywy zachowania wapienników opolskich.....	115
 LITERATURA.....	117

Załącznik CD: Wersja językowa czeska.

WAŻNIEJSZE OZNACZENIA

- F – pole powierzchni poślizgu między płatami powłoki,
k₊ – wartość o jaką odchylił się środek ciężkości klina odłamu na skutek zewnętrznego wychylenia się klina,
k₋ – wartość o jaką odchylił się środek ciężkości klina odłamu na skutek wychylenia odłamu do wnętrza pieca,
L_n – obwód zewnętrzny pieca na poziomie punktu charakterystycznego,
Ł₁ – wartość części pierścienia będącego podstawą klina odłamu opisanego przez kąt α_1 ,
Ł₂ – wartość części pierścienia będącego podstawą trójkąta wydzielonego z klina odłamu, wartość tą opisuje kąt α_2 ,
P₊ – siła spowodowana przez wychylenie się klina odłamu na zewnątrz pieca,
P₋ – siła powstała na skutek wychylenia się klina odłamu do wnętrza pieca,
R_C – wytrzymałość materiału na ściskanie,
S – pole przekroju obryczy,
T_n – punkt charakterystyczny określający wysokość, na której wystąpiło spękanie płaszczki zewnętrznej,
W₁ – wysokość klina odłamu,
W₂ – wysokość części klina odłamu w formie trójkąta,
V – środek ciężkości klina odłamu,
Δ_n – szerokość rysy,
Δ₊ – wartość wychylenia klina odłamu na zewnątrz pieca,
Δ₋ – wartość wychylenia klina odłamu do wnętrza pieca,
Φ_n – średnica pieca na poziomie punktu charakterystycznego,
μ₁, μ₂, μ₃ – mnożniki kinematyczne,
Q – ciężar klina odłamu.

Wprowadzenie

W pracy podjęto próbę oceny stanu zniszczeń zespołu zabytkowych pieców wapienniczych usytuowanych między **Opolem, Gogolinem a Strzelcami Opolskimi**. Jest to unikalny w skali kraju zespół zabytków techniki o dużym znaczeniu dla zachowania tożsamości kulturowej Śląska. Jest on świadectwem wysokiego rozwoju techniki na *Górnym Śląsku*. Zespół ten po wykonaniu prac adaptacyjnych powinien stanowić istotny fragment *Parku Krajobrazowego Góra Św. Anny*, wzbogacając go o niepowtarzalne elementy zabytkowej techniki.

W pracy przedstawiono aktualny stan tych nieczynnych od ćwierćwiecza zabytków traktowanych przez samorządy lokalne jako trwałe ruiny. Wykazano, iż obiekty te mogą decydować o niepowtarzalnym charakterze Gogolina, Górażdzy i okolic. Przedstawiono też propozycję ich rewitalizacji oraz zabezpieczeń przed dalszą dewastacją. Wynika ona z konieczności ratowania unikalnych, typowych dla regionu zabytków techniki. Istotnie, znaczna ilość nieczynnych wapienników po zabezpieczeniu może się stać oryginalną turystyczną atrakcją regionu, tym bardziej, iż w sąsiedztwie – na Morawach takie obiekty po renowacji stanowią już dużą atrakcję dla turystów. Podobne przykłady bardzo udanych rekonstrukcji wapienników w Stroniu Śląskim oraz w Jaworniku powinny być wzorem przy rewitalizacjach opolskich wapienników. Problem ten zauważono już w latach 90 w Towarzystwie Opieki nad Zabytkami, wykonując wstępne opracowania stanu opuszczonych wapienników podopolskich.

Zabytki techniki stanowią odrębny zakres działalności konserwatorskiej. Wnoszą do niej nieznane przed tym elementy zabytkowych technologii wytwarzania, które powinny zostać uwzględnione w poczynaniach konserwatorskich. W pierwszej kolejności należy jednak wykonać prace zabezpieczające przed dalszą dewastacją, które wymagają oszacowania sił i warunków równowagi w zarysowanych ścianach wapienników. Oszacowania sił występujących w spękanych ścianach wapienników, zamieszczone w opracowaniu pochodzą z pracy dyplomowej p. inż. Krystiana Chłudzińskiego, wykonanych pod kierunkiem autora opracowania.

Praca powstała w Katedrze Fizyki Materiałów Politechniki Opolskiej, w której od lat prowadzi się badania związane z trwałością materiałów kapilarnoporowatych. Natomiast wykorzystanie tych badań do oceny stanu zarysowań i uszkodzeń obiektów zabytkowej techniki związane jest z pozanaukowymi zainteresowaniami autora.

Jan Kubik

Rozdział I

ŚRODOWISKO KULTUROWE OPOLSKICH WAPIENNIKÓW

1.1 Charakterystyka wapienników

Masywne budowle wieżowe stanowiły zarówno elementy systemów obronnych w przeszłości jak i budowle przemysłowe używane do wypalania wapna, ceramiki itp. Budowle te mimo oczywistych różnic w zakresie funkcji i przeznaczenia mają też elementy wspólne, wynikające z kultury budowania w przeszłości. Tym wspólnym elementem jest sposób wykonania ścian masywnych w przeszłości. Można się przekonać, iż ściana o grubości większej od 0,5m nie jest jednorodna, a składa się z warstwy zewnętrznej i wewnętrznej, między którymi znajduje się najczęściej słabo powiązany wapnem gruz budowlany z cegły i kamienia. W rozwiązaniu tym zewnętrzne warstwy wykonane są starannie, zgodnie ze sztuką budowlaną, a część środkowa stanowi wypełnienie. W wypełnieniu gruz budowlany jest mniej starannie wiązany.

Podany sposób budowania masywnych ścian miał też na uwadze polepszenie warunków izolacji cieplnej. Istotnie, w masywnych ścianach temperatura jest praktycznie niezmienna, co wynika nie tylko z ich walorów izolacyjnych, ale również z bezwładności cieplnej. Nic też dziwnego, że średniowieczne metody budowania murów obronnych wykorzystano w XIX w. w piecach do wypalania wapna. W taki sposób wykonano około 100 pieców do wypalania wapna w okolicach Opola, Gogolina i Strzelec Opolskich. Dopiero w latach 30 ubiegłego wieku warstwowe mury kamienne zastąpiono cylindrycznymi piecami, w których zewnętrzną nośną konstrukcją była powłoka żelbetowa z wewnętrzną wymurówką z cegły.

Dzisiaj pozostałości po tym zagłębieniu wapienniczym, czyli opuszczone wapienniki opolskie stanowią mogą dużą atrakcję turystyczną, pod warunkiem ich dostosowania do nowych funkcji – *obiektów zabytkowej techniki*. Należy jednak podkreślić, iż w pierwszej kolejności należy powstrzymać ich dewastację, czyli uszczelnić ich korony. Jest to pierwszy etap ich ratowania.

O unikalnej wartości kulturowej tych niecodziennych zabytków techniki znajdujących się w centrum Gogolina można pośrednio sądzić porównując je z analogicznymi zabytkami techniki, np. zabytkowymi piecami we Frankonii, czy Morawach a także w pewnym zakresie z unikalnym zestawem wież w San Gimignano w Toskanii. W San Gimignano zamożni mieszkańcy w XIII w. zbudowali kilkanaście obronnych wież, które w wyniku zarazy w 1348 r. i wyludnienia się miasta przetrwały do dnia dzisiejszego stanowiąc wielką atrakcję turystyczną. Oczywiście porównanie wapienników- budowli przemysłowych do średniowiecznych wież w San Gimignano jest wielce ryzykowne z uwagi na skale czasowe porównywanych zabytków, ich funkcję a głównie wartości kulturowe. W obu przypadkach mamy jednak do czynienia z niecodziennymi i oryginalnymi

zabytkami godnymi zachowania i konserwacji. Do zabytkowych wież w San Gimignano zwanych „*Manhattanem średniowiecza*” ciągną rzesze turystów, z których żyje całe miasto. Byłoby wskazane, aby zestaw zabytkowych wapienników w centrum Gogolina zauważyli lokalni gospodarze i uchronili od kompletnej dewastacji.

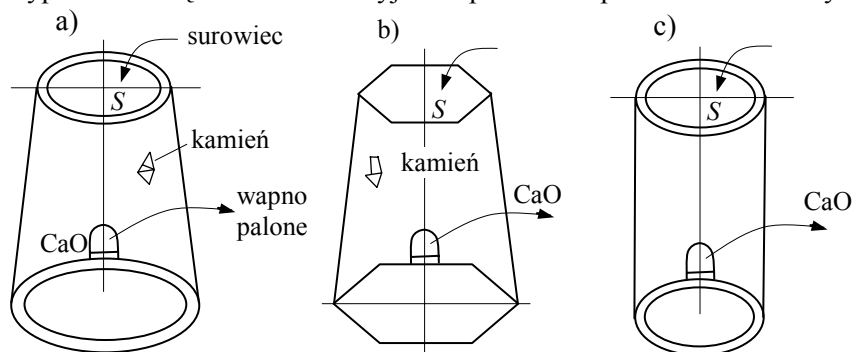


Fot.1.1 Zabytkowe wieże w San Gimignano w Toskanii

1.2 Typy wapienników

Wapienniki opolskie mają kształt ściętych stożków o przekroju kołowym lub wielokąta foremnego. Wykonane zostały jako masywne budowle wieżowe o kamiennych ścianach. Ściany są warstwowe o znacznej grubości na poziomie przyziemia. Zewnętrzne warstwy pieców wykonane są z grubego kamienia łączonego na zaprawie wapiennej, aczkolwiek poprawki i przemurowania wynikające ze zniszczeń eksploatacyjnych wykonane są najczęściej z użyciem zapraw cementowo- wapiennych. Każda ze ścian jest mocno zarysowana w wyniku okresowych zmian temperatury towarzyszących procesowi wypalania. Istotnie, duże gradienty temperatur po grubości ściany przekraczające $200^{\circ}\text{C}/\text{m}$ musiały wywoływać wewnętrzne stany naprężeń prowadzące najpierw do mikropęknięć materiału a w dalszej kolejności do pionowego zarysowania ścian. Zarysowanie ścian wapienników jest więc raczej regułą a nie wyjątkiem i wcale nie świadczy natychmiast o ich stanie awaryjnym.

Typowe rozwiązania konstrukcyjne wapienników przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1.1 Typy wapienników: a - stożkowy na planie okręgu, b - stożkowy na planie wielokąta, c - cylindryczny żelbetowy z wewnętrzną wykładziną

Stożkowe wapienniki pochodzące z XIX w. posiadają dużą wartość zabytkową jako świadectwa wysokiej kultury technicznej. Wykonane są one jako masywne, dwupowłokowe, kamienne budowle wieżowe z ceramiczną wymurówką w komorze wypalania. Wapienniki były załadowane od góry naprzemiennie warstwami kamienia i paliwa. W miarę postępu procesu wypalania warstwy te obniżały się tak, iż z dołu wybierano wapno palone. Problemem było oczywiście dostarczenie surowców i paliwa do korony pieca. Z tego powodu najczęściej budowano piece parami, co pozwalało na łatwiejszy pionowy transport surowców. Ponadto niektóre piece w przyziemiu mają dodatkowe komory służące kiedyś jako podręczne magazyny wypalonego wapna.

1.3 Problemy zachowania wapienników jako zabytków techniki

Nieczynne od kilku lat podopolskie wapienniki ulegają systematycznej dewastacji jako niechciane a najczęściej bezpańskie mienie komunalne. Mamy tu na uwadze zespół kilkunastu (16) nieczynnych wapienników zlokalizowanych głównie w gminie Gogolin. Dotychczas nie dostrzeżono w nich unikatowych wartości kulturowych jako zabytków techniki. Samorządy lokalne nie dostrzegają w nich niepowtarzalnych i oryginalnych dowodów wysokiej kultury technicznej przemysłu Górnego Śląska sprzed wieków. Co ciekawsze, nie podejmują też żadnych działań celem ich rewitalizacji i dostosowania do nowej funkcji kulturowej jako zabytków techniki. Na tą postawę nie wpłynęło nawet nasze wejście do Unii Europejskiej, w której jednym z priorytetów jest poszanowanie oryginalnej kultury regionów. W UE znajdują się też fundusze na rewitalizację takich obiektów, a wręcz na uczynienie z uciążliwych i zdewastowanych pieców atrakcji turystycznych. Tymczasem te spore kubaturowo piece należy natychmiast zabezpieczyć przed dalszą dewastacją, a przynajmniej dokonać napraw koron i ścian pieców. Jest to też program minimalnych prac zabezpieczających. W dalszej kolejności należy pomyśleć o nowej funkcji tych zabytków i przystąpić do ich rewitalizacji. Przedstawiona sytuacja wymaga podjęcia systemowych działań

zabezpieczających i rewitalizacyjnych. Przykładowo, w wyniku zamknięcia produkcji w Zakładach Wapienniczo – Cementowych w Górażdżach filia Gogolin pozostały piece wapiennicze posiadające dużą wartość zabytkową. Zakończenie eksploatacji obiektów doprowadziło do utraty walorów użytkowych oraz pierwotnej przydatności funkcjonalnej.

Natomiast przedmiotem szczegółowego opracowania jest ustalenie zakresu zniszczeń oraz prac zabezpieczających dotyczących zespołu 4 szybowych pieców wapienniczych typu „*Bunke – Pacht*” oraz 3 szybowych pieców wapienniczych typu „*Dąbrowski*”. Wyżej wymienione baterie zlokalizowane są w **Gogolinie przy ulicy Strzeleckiej** i stanowią mienie komunalne gminy Gogolin. Zespół ten stanowi fragment unikalnych w skali krajowej kilkunastu (18) zabytków techniki występujących tylko na Opolszczyźnie. Są one dowodem samoistnej XIX wiecznej kultury technicznej i technologicznej. Ich unikalna wartość powinna być dostrzeżona i chroniona niezależnie od chwilowych trudności finansowych, ponadto zespół tych pieców może stanowić oryginalną ofertę turystyczno-kulturową Opolszczyzny.

W pierwszej kolejności podjęto wstępne działania inwentaryzacyjne i konstrukcyjno-obliczeniowe odnoszące się do zespołu kilka pieców usytuowanych w centrum Gogolina, które w naszym zamiarze mają służyć jako wzorzec postępowania przy ratowaniu całego zespołu unikatowych, opolskich wapienników.

Celem opracowania jest zaprojektowanie modernizacji i adaptacji baterii szybowych pieców wapienniczych do współczesnych potrzeb przy szczególnym zwróceniu uwagi na zachowanie ich wartości zabytkowych.

W rozumieniu ustawy z dnia 23 lipca 2003 r., *O ochronie zabytków i opiece nad nimi zabytkiem jest nieruchomość lub rzecz ruchoma, ich część lub zespoły, będące dziełem człowieka lub związane z jego działalnością, stanowiące świadectwo minionej epoki bądź zdarzenia, których zachowanie leży w interesie społecznym ze względu na posiadaną wartość historyczną lub naukową*”.

„Ochronie i opiece podlegają bez względu na stan zachowania zabytki nieruchome będące w szczególności:

- a) krajobrazami kulturowymi,*
- b) układami urbanistycznymi, zespołami budowlanymi,*
- c) dziełami architektury i budownictwa,*
- d) dziełami budownictwa obronnego,*
- e) obiektami techniki, a zwłaszcza kopalniami, hutami, elektrowniami i innymi zakładami przemysłowymi,*
- f) cmentarzami techniki.*

Ochronę i opiekę nad obiektami nominalnie sprawuje *Wojewódzki Konserwator Zabytków* poprzez wprowadzenie ich rejestru zabytków. Narzuca on warunki dopuszczalnych zmian obiektu w trakcie koniecznych zabiegów konserwacyjnych.

Bateria pieców wapienniczych „*Bunke – Pacht*” oraz „*Dąbrowski*” nie są niestety obiektami wpisanymi do rejestru zabytków. Podlegają tylko nominalnej

ochronie konserwatorskiej poprzez obecność w *konserwatorskiej ewidencji zabytków*.

Wartość obiektów dla historii budownictwa jako przykład technik budowlanych ma duże i oczywiste znaczenie.

Program potencjalnej rewitalizacji pieców wapienniczych czyli ożywienia i przywrócenia do nowej funkcji realizowany zostanie w zakresie:

- rozpoznania historii obiektu jego funkcji, ustalenia użytych do jego wykonania materiałów i zastosowanych technologii,
- rozpoznania i udokumentowania **pierwotnej formy** obiektu oraz ustalenia zakresu jego kolejnych przekształceń,
- działania zmierzającego do *utrwalenia substancji zabytku oraz zahamowania procesu jego destrukcji*,
- propozycji zmian funkcji obiektu do współczesnych potrzeb.

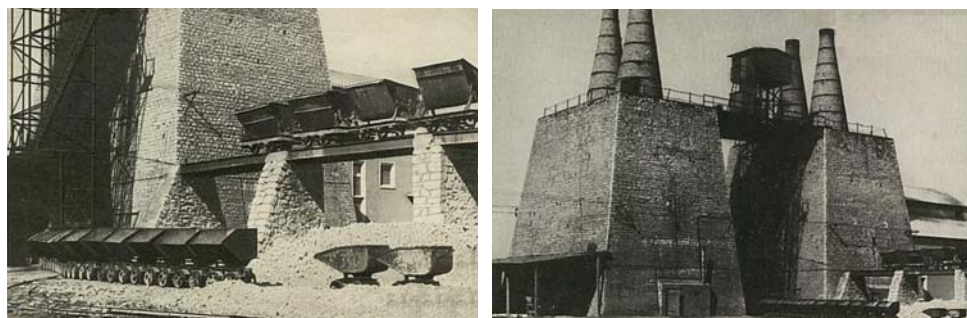
Podjętym ten temat chciano wyeksponować z jednej strony unikalny charakter zespołu pieców wokół Gogolina dla zachowania tożsamości kulturowej Górnego Śląska, a z drugiej strony starano się podać zespół uwarunkowań, które pozwolą zachować dla przyszłości ten wyjątkowy w skali europejskiej zespół zabytków techniki budowlanej.

Pozostaje jeszcze zadanie najtrudniejsze, a mianowicie przekonanie władz samorządowych do realizacji tego projektu. Jego wyjątkowość jest wielkim walorem, ale czy decydującym – o tym się po czasie przekonamy.

1.4 Geneza podopolskich wapienników

Dogodne, płytko położone warstwy wapieni triasowych i margli opolskich sprzyjały rozwojowi wypalania wapna już w XV wieku. Technologia produkcji tego materiału wymagała wykonania pieców, najpierw zagłębionych w ziemi, a potem w formie wolnostojących pieców wapienniczych. Materiałem palnym było drewno, rzadziej węgiel drzewny, a dopiero w połowie XIX w. po wybudowaniu linii kolejowych – górnośląski węgiel a potem koks.

Typowe z tego okresu rozwiązania zespołów pieców wapienniczych przedstawiają kolejne zdjęcia na których mamy nie tylko piece ale również całą infrastrukturę technologiczną związaną z przemysłem wapienniczym. Składają się na nią zarówno kominy na koronach wapienników jak i tory kolejek i urządzeń załadowniczych. Oczywiście urządzenia te po zakończeniu eksploatacji zdemontowano pozostawiając tylko same korpusy pieców.



Fot.1.2 Wapienniki podopolskie w czasach ich eksploatacji

Intensywny rozwój wapiennictwa przypada na początek XIX w. po wojnach napoleońskich a głównie po zniesieniu pańszczyzny w 1807r. i wprowadzeniu samorządności. Powstały wówczas warunki do rozwoju przemysłu wapienniczego a w dalszej kolejności od 1857r. cementowego w Opolu. W tym czasie, na początku XIX w. na terenie Opolia działały 3 piece wapiennicze.

O rozwoju przemysłu wapienniczego, a potem cementowego zdecydowało poprowadzenie w 1843r. najpierw linii kolejowej z Wrocławia do Opolia (29.05.1843 - otwarcie linii), a w 1846 przedłużono jej bieg do Mysłowic przez Koźle i Gliwice. W następnym roku rozpoczęto budowę drugiego toru, co umożliwiło zarówno dowóz węgla do pieców jak i wywóz wapna palonego.

Po opanowaniu produkcji cementu w Anglii w 1824r. rozpoczęto jego produkcję w Niemczech w 1840 r. Natomiast pierwsza cementownia F. Grundmanna powstała w Opolu w 1857r. Za jego przykładem poszedł H. Pringsheim, który uruchomił cementownię w Nowej Wsi Królewskiej. Wykorzystywano w nich opolskie wapnie triasowe i margle kredowe jako surowce do produkcji wapna i cementu. Można stwierdzić, że o ile wapiennictwo było jeszcze domeną rzemiosła, to cementownie były już częścią przemysłu.

Rozwój rentownego wapiennictwa a tym bardziej przemysłu cementowego prowadził do koncentracji produkcji i kapitału w rękach spółek bankiersko-przemysłowych. W 1872 r. spółka bankierów wrocławskich założyła pierwszą taką organizację przemysłową: *Oppelner Portland-Cement-Fabriken* skupiającą 2 istniejące oraz 2 nowo wybudowane cementownie w Groszowicach (*Schlesische Aktien Gesellschaft fuer Portland - Cement - Fabrikation zu Oppeln*). Nieco później, bo w 1900r. powstała spółka *Gogolin-Goraszder Kalk- und Cement Werke AG* zajmująca się głównie wapiennikami oraz cementownią Bolko w Opolu.

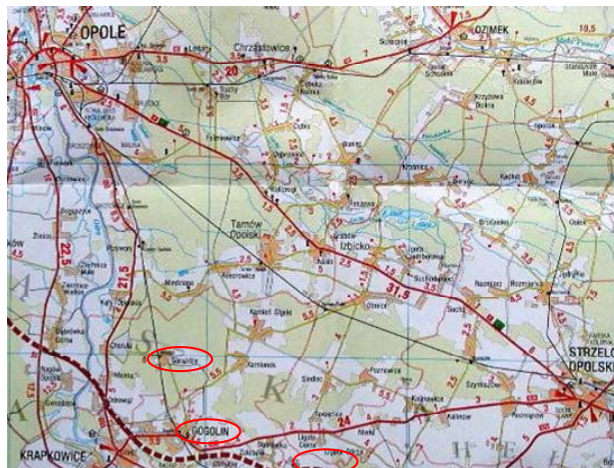
Główni opolscy producenci wapna i cementu w latach 1872-1913 to:

-*Oppelner Portland-Cement-Fabriken* (1872) produkujący od 15 do 153 tys. ton cementu

-*Oberschlesische Portland-Cement-Fabriken Oppeln* (1888) o produkcji 25-204 tys. ton

-*Gogolin-Goraszder Kalk- und Cement Werke* (1900) produkujący 68 tys. ton wapna oraz cementu.

Rozmiar tej produkcji wynoszący ponad pół miliona ton cementu i wapna stawał opolskie zagłębie wapienniczo- cementowe tuż przed I wojną światową w czołówce europejskiej. Materiały wiążące spod Opola decydowały o imponującej rozbudowie miast i przemysłu zagłębia górnośląskiego, Wrocławia i Berlina.



Fot.1.3 Rozmieszczenie opolskich wapienników

Opolskie wapienniki zlokalizowane są głównie w trójkącie: Opole- Strzelce Opolskie- Krapkowice. Na lokalizację miały tu wpływ zarówno złoża wapieni i margli jak i dogodne położenie transportowe wzdłuż linii kolejowej Wrocław-Mysłowice. Natomiast cementownie lokalizowano w Opolu, z uwagi na trudniejszą technologię wytwarzania oraz potrzebę zatrudnienia większej ilości robotników.



Fot. 1.4 Opuszczony wapiennik z XIX w. w Góraźdżach

Najbardziej charakterystyczne są pozostałości wapienników w Góraźdżach i Gogolinie. Ich prezentację rozpoczniemy od dobrze zachowanej pozostałości po

prywatnym wapienniku w Górażdżach z pierwszej połowy XIX w. Jest to budowla na planie 6-boku foremnego, z mocno zarysowanymi ścianami zewnętrznymi i zniszczoną koroną wapiennika. Budowla wymaga w pierwszej kolejności zabezpieczenia korony przed wilgocią oraz spięcia.

1.5 Wapienniki w Górażdżach

Jest to ciekawy zespół kilku wapienników położonych wzdłuż linii kolejowej, które są czynne lub też były czynne jeszcze w latach 80 ubiegłego wieku.



Fot. 1.5 Usytuowanie wapienników w Górażdżach

Natomiast najciekawszy jest stojący na uboczu wapiennik z XIX w. nieczynny od pół wieku. Jego sylwetka wkomponowana w zieleń jest dowodem, że te zabytki techniki mogą być naturalnym elementem przyrody.



Fot. 1.6 Opuszczony wapiennik z XIX w. w Górażdżach

W pobliżu stacji kolejowej w **Górażdżach** (por. plan sytuacyjny), znajdują się jeszcze 2 pary nieco młodszych, bo z końca XIX w. pieców w stosunkowo dobrym stanie nadającym się do rewitalizacji. Obiekty te posiadają nawet zewnętrzne schody i pozostałości urządzeń dźwigowych. Wymagają jednak zabezpieczenia korony przed wilgocią.



Fot. 1.7a Wyłączona z eksploatacji w latach 80 XX w. bateria wapienników w Górażdżach



Fot. 1.7b Wyłączona z eksploatacji w latach 80 XX w. bateria wapienników w Górażdżach

1.6 Wapienniki Gogolińskie

Ten najciekawszy zespół obejmuje zarówno piece usytuowane wzdłuż torów kolejowych na terenie miasteczka jak i w okolicach kamieniołomu a obecnie wysypiska śmieci.



Fot. 1.8a Pozostałości zespołu pieców z XIX w. w okolicy Łysej Góry



Fot. 1.8b Pozostałości zespołu pieców z XIX w. w okolicy Łysej Góry

Najpierw przedstawimy grupę pozostałości po XIX w. zabytkowych piecach znajduje się na obrzeżach Gogolina. Stanowią one szczególnie wartościowy zespół z uwagi na walory zabytkowe jak i unikalne otoczenie odzyskanych przez przyrodę b. kamieniołomów. Unikalny ekosystem oraz zestaw roślin i drzewostanu na tym terenie jest szczególnie godny uwagi. Powinien być poddany rewitalizacji i służyć jako teren rekreacyjny i wypoczynkowy. W przypadku tych obiektów dosyć dawno

wyłączonych z eksploatacji należy natychmiast wykonać prace zabezpieczające, polegające głównie na uzupełnieniu kamieni w ścianach i koronach wapienników. Wapienniki te powinny być spięte w koronie oraz zabezpieczone przed penetracją wody.



Fot. 1.9 Rozmieszczenie wapienników w okolicy Gogolina

Znaczne ubytki materiału korony, ściany zewnętrznej i zarysowania zespołu wapienników wymagają podjęcia typowych prac zabezpieczających, czyli spięcia obwodowego w koronie i uzupełnienia zewnętrznej wymurówki kamiennej pieca.



Fot. 1.10 Wapiennik jako element przyrody

Przedstawiony na zdjęciu (1.10) dawno wygasły wapiennik wymagający uzupełnień korony i podjęcia działań prowadzących do sanacji jego obecnego stanu.



Fot 1.11 Pojedynczy wapiennik w okolicach dworca kolejowego w Gogolinie

W centrum Gogolina znajdowało się kilkanaście wapienników, z których pozostało tylko 7 obiektów o ciekawych sylwetkach wkomponowanych w zabudowę miasteczka. Obiekty te po koniecznych zabezpieczeniach koron oraz wykonaniu spięć mogą być z powodzeniem wykorzystane i zaadaptowane na cele miasta. Zespół trzech najlepiej zachowanych wapienników z centrum miasta został szczegółowo opisany w pracy wraz z propozycją zmiany ich funkcji oraz wykonania niezbędnych prac zabezpieczających.



Fot.1.12 Zespół pieców z centrum Gogolina



Fot. 1.13 Detale technologiczne wapienników w centrum Gogolina

Kolejna grupa kilku wapienników gogolińskich została usytuowana wzdłuż linii kolejowej. Są to obiekty z XIX wieku z późniejszymi przebudowami wynikającymi ze zmienionej technologii wypału wapna. Były to obiekty używane jeszcze niedawno, stąd też ich ewentualna rewitalizacja nie powinna nastęrczać specjalnych trudności.



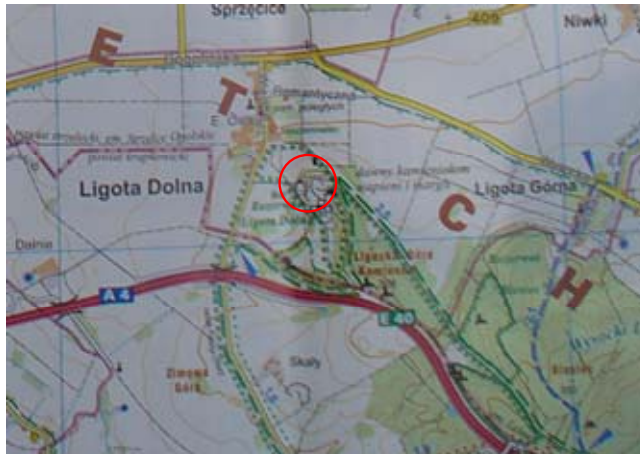
Fot. 1.14 Wapienniki położone wzdłuż toru kolejowego w Gogolinie

Wapienniki usytuowanych w samym centrum Gogolina stanowią unikatowy w Polsce zespół zabytków techniki. Zauważmy, iż resztki pojedynczych pieców

znajdują się na terenie pozostałych części Śląska, Małopolski czy pod Częstochową. Natomiast tak unikatowy zestaw występuje tylko w Gogolinie. Wydaje się, iż władze miasta powinny zadbać przynajmniej o ich sanację. Mogą one też stanowić oryginalny fragment nietuzinkowej oferty turystycznej – oczywiście po wykonaniu niezbędnych prac adaptacyjno-konserwatorskich, czyniących z nich unikalną atrakcję turystyczną.

1.7 Wapienniki w otoczeniu Góry Św. Anny

Zupełnie inny charakter ma nieczynny wapiennik na skraju Ligoty Dolnej, a także były wiatrak w Wysokiej. W obu przypadkach mamy do czynienia z ciekawymi formami i wystrojem zabytków.



Fot. 1.15 Rozmieszczenie wapienników w Ligocie Dolnej

Piec ten charakteryzuje się najciekawszą formą i niecodzienną fakturą muru zewnętrznego. Jest to malowniczo położony samotny piec na stoku Góry Św. Anny. Budowla ta na planie kwadratu położona jest z dala od zabudowy na terenie b. lotniska szybowców. Jest to zabytek dobrze zachowany nadający się wprost do adaptacji na cele kulturowe z zachowaniem jego wartości zabytkowej. Obiekt ten wymaga również spięcia w koronie, zabezpieczenia przed opadami oraz likwidacji pionowych rys.



Fot. 1.16 Otoczenie wapienników na stoku Góry Świętej Anny

Podobnie malowniczo usytuowany na zboczu Góry Św. Anny jest nieczynny wiatrak należący kulturowo również do zbioru zabytkowych wapienników.

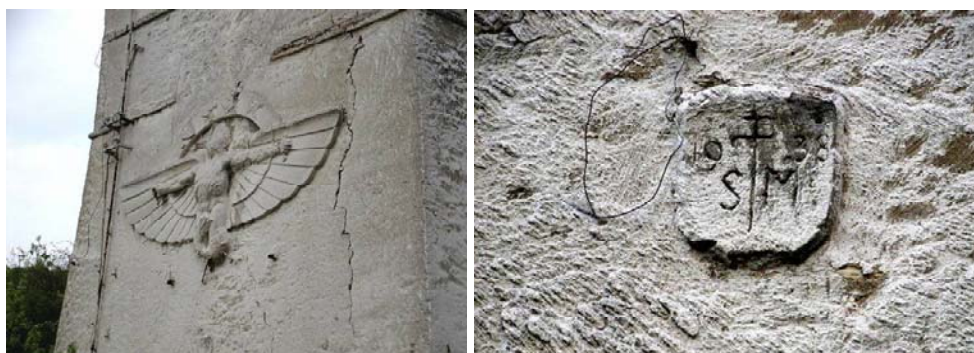


Fot. 1.17 Wiatrak z otoczenia Góry Św. Anny

Jego sylwetka wkomponowana w krajobraz jest widoczna z autostrady. Niedawno rozebrano jego wieżbę wraz z pozostałościami po skrzydłach. Ten obiekt, mimo odmiennej kiedyś funkcji posiada formę zbliżoną do wapienników. Należy więc do tego samego kręgu kulturowego.



Fot. 1.18 Ogólny widok zabytkowego wapiennika w Ligocie Dolnej na stoku G. Św. Anny na terenie rezerwatu geologicznego



Fot. 1.19 Płaskorzeźby na wapienniku w Ligocie Dolnej (z lewej przedstawiająca Ikara)

1.8 Wapienniki w Kamieniu Śląskim

Kolejną grupę zabytków stanowi zespół wapienników położonych między Kamieniem Śląskim a Gogolinem. Mamy tu zniszczone wapienniki na obrzeżach Kamienia. W najlepszym stanie zachował się piec w centrum miejscowości. Jest to nieduży obiekt na planie prostokąta w znacznym stopniu zniszczony. Natomiast jego usytuowanie w pobliżu centrum wsi oraz obiektów sportowych pozwala, mimo znacznych zniszczeń podjąć jego rewitalizację. Na terenie wsi znajdują się resztki jeszcze kolejnych dwóch wapienników



Fot. 1.20 Rozmieszczenie wapienników na terenie Kamienia Śląskiego



Fot. 1.21 Pozostałości wapiennika w Kamieniu Śląskim

Należy zwrócić uwagę, iż w okolicach Kamienia Śląskiego i pobliskiego Tarnowa Opolskiego znajdowało się w początku XIX w. centrum wypału wapna, które następnie, wobec wybudowania linii kolejowej z Wrocławia do Mysłowic przeniosło się raczej do Gogolina. Stąd też tutejsze wapienniki miały lokalny charakter, aż do wybudowania linii kolejowej z Opola do Gliwic, kiedy to całe zagłębie wapiennicze rozwijało się bardziej równomiernie.



Fot. 1.22 Zniszczony piec wapienniczny w Kamieniu Śląskim oraz jego wnętrze



Fot. 1.23 Ślady po wapienniku w Kamieniu Śląskim

Natomiast jeden z najlepiej zachowanych nieczynnych wapienników znajduje się w Działach w okolicach Kamionka przy drodze z Kamienia Śl. do Gogolina. Jest to bliźniaczy zespół dwóch pieców o wspólnej ścianie na planie wielokąta. Obiekt znajduje się na skraju lasu. Forma pieców, ich stan techniczny oraz położenie wśród zieleni pozwalają rekomendować ten obiekt również do adaptacji na cele kulturowe i rekreacyjne. Jego zniszczenia, mimo wskrośnej rysy pionowej są stosunkowo nieznaczne i wymagają spięcia w koronie przemurowań i wypełnienia zarysowań.



Fot. 1.24 Wapiennik w Działach - widok ogólny

Usytuowanie tych wapienników w lesie z dobrym dojazdem mogą ich uczynić atrakcyjnymi obiektami turystyczno-wypoczynkowymi. Atutem jest tu ich wysokość przewyższająca otaczające korony drzew oraz duży ostęp leśny. Wydaje się, iż turystyczne użytkowanie wszystkich omawianych w opracowaniu wapienników wymaga wytyczenia ścieżek pieszych i rowerowych. Wymaga też włączenia w sieć popularnych tras turystycznych.

Podjęmowane ostatnio próby odbudowy zamku w Ogrodzieńcu, czy też adaptacji obiektów przemysłowych na cele turystyczno-rekreacyjne mogą stanowić impuls do podobnych działań podejmowanych w stosunku do rzeczywiście unikatowych zabytków techniki jakimi są wapienniki. Kształtem przypominają wieże obronne lub wręcz fragmenty zamków średniowiecznych. Funkcja pieców była oczywiście zupełnie inna, ale kształt równie fascynujący.



Fot. 1.25 Zarysowanie wapiennika w Działach

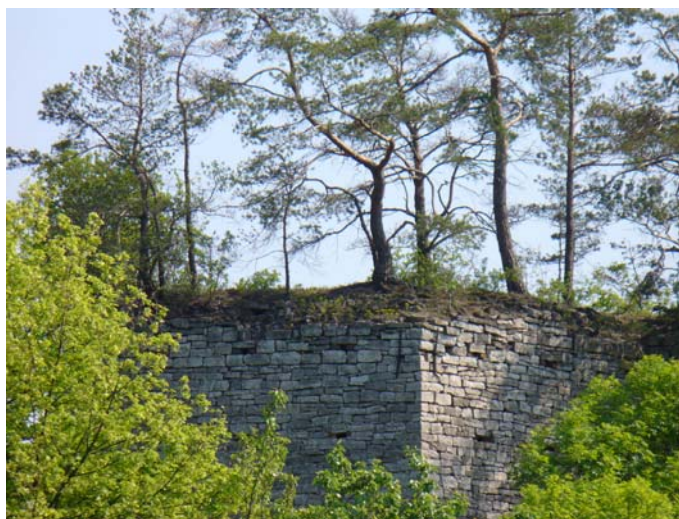


Fot. 1.26 Rozczłonkowanie wapiennika w Działach

Generalnie każdy z omawianych obiektów ma zarysowania pionowe wynikające zarówno z naprężeń termicznych towarzyszących procesowi wypalania wapna oraz destrukcji wynikającej z pionowego przepływu wód opadowych przez uprzednio zarysowane ściany wapienników. Proces destrukcji rozwija się szczególnie intensywnie w okresie wiosennym, kiedy dochodzi do cyklicznych przemian woda-lód wraz z powstawaniem naprężeń termicznych towarzyszących temu procesowi.

1.9 Wapienniki jako element Parku Krajobrazowego Góra Św. Anny

Zaniedbane obecnie wapienniki opolskie mogą być charakterystycznym elementem krajobrazu kulturowego Góry Św. Anny, wprowadzając do niego oryginalne pozostałości zabytkowej techniki. W ten sposób elementy historyczne i przyrodnicze uzupełnione zostaną o tak typowe dla Górnego Śląska pozostałości poprzemysłowe. Ten aspekt widzenia jest tym bardziej godny podkreślenia ponieważ wnosi do krajobrazu kulturowego dodatkowe wartości a także oryginalność. Zauważmy, iż w przeszłości te tereny Śląska były określane mianem *białego zagłębia przemysłowego* w odróżnieniu od czarnego przypisywanego Górnos Śląskiemu Obszarowi Przemysłowemu (GOP).



Fot. 1.27 Drzewa na koronie wapiennika

Należy więc te przemysłowe obiekty wkomponować w tkankę kulturową Parku. Taki typ zagospodarowania obszarów przemysłowych zapewnia ich dalsze użytkowanie stwarzając ponadto nową jakość kulturową dla jej mieszkańców. Przykładami takich radykalnie kulturowo przeprowadzonych rewitalizacji mogą służyć obszary Zagłębia Ruhry, gdzie z pozostałości wież i hałd uczyniono teren atrakcyjny turystycznie.



Rys. 1.28 Pozostałości wiatraka w otoczeniu Góry Świętej Anny

Oprócz wapienników w otoczeniu Góry Św. Anny w *Kadlubcu* znajdują się pozostałości kamiennej, cylindrycznej budowli wykorzystywanej jako wiatrak. Podobny obiekt znajduje się w *Rogowie Opolskim*. Obiekty te powinny podlegać także działaniom rewitalizacyjnym, pozwalającym na dalsze ich użytkowanie jako elementów parku kulturowego. Problemem pozostanie jednak zawsze kompleksowość działań technicznych tak potrzebna przy realizacji określonego tutaj przedsięwzięcia technicznego o podłożu konserwatorskim a szerzej kulturowym.

1.10 Trasa wapienników opolskich

Praktyczne wkomponowanie w krajobraz kulturowy Góry Św. Anny wapienników wymaga zbudowania odpowiedniej infrastruktury turystycznej zawierającej zarówno elementy informacyjne, usługi turystyczne i in. Wydaje się, iż jedną z podstawowych możliwości daje poprowadzenie *ścieżek rowerowych szlakiem wapienników*. Ich udostępnienie wymaga nie tylko wykonania prac zabezpieczających w samych obiektach, ale również poprowadzenie rowerowo-pieszkiej trasy turystycznej od Opola przez Malinę, Kosorowice, Kamień Śląski i Górażdże do kamieniołomów gogolińskich i centrum Gogolina. Dalej trasa przez Ligotę Dolną mogłaby prowadzić na Górę Św. Anny.



Fot. 1.29 Wapienniki wkomponowane w przyrodę

Byłaby to 1-dniowa trasa rowerowa z centralnym zwiedzaniem wapienników w Gogolinie i pozostałości wapienników wokół Góry Św. Anny. Trasa ta też powinna mieć drugi wariant na drogę powrotną np. z Gogolina, Krapkowic wzdłuż Odry do Opola.

Realizacja tego zamierzenia wymaga:

- *uporządkowania praw własności zabytkowych wapienników i terenu wokół nich położonego;*
- *wykonania planów rewitalizacji wapienników,*
- *sanacja koron wapienników, wykonania ich spięć i zamurowania ubytków;*
- *opracowanie projektu zagospodarowania całego otoczenia trasy*
- *wykonanie projektu tras rowerowych wraz z ich realizacją;*

Udostępnianie unikalnego w kraju zespołu wapienników podopolskich leży w interesie zarówno lokalnych społeczności, jak i władz województwa. Zespół tych zabytkowych obiektów może też być oryginalną atrakcją turystyczną wyróżniającą Opolszczyznę wśród innych regionów kraju.

1.11 Uwagi o stanie podopolskich wapienników

Na terenie Opolszczyzny nie wykonano żadnych prac zabezpieczających stan wapienników, co kontrastuje z przeprowadzoną rewitalizacją pieców w przygranicznym Jaworniku a nawet z przeprowadzoną prywatnie adaptacją wapiennika na muzeum i dom pracy twórczej w Stroniu Śląskim. Szczególnie przeprowadzone przed kilku laty wzorcowe prace konserwatorskie w Jaworniku mogą służyć jako wzór postępowania władz samorządowych Opolszczyzny. W przypadku tym doszło do rewitalizacji pieca Jozefa Meysnera wybudowanego w Jaworniku w 1833r., który był już prawie sto lat nieczynny. Wykonano nie tylko prace zabezpieczające piec przed dalszą degradacją, ale również przekształcono go na obiekt muzealny łącznie z atrakcyjną platformą widokową usytuowaną na koronie pieca. Zmieniono więc funkcję pieca, adaptując ją do nowej, innej rzeczywistości.



Fot. 1.30 Pozostałości wapiennika w Kamieniu Śląskim

W podobny sposób postąpiono z nieczynnym starym wapiennikiem w Stroniu Śląskim. Piec był zaprojektowany przed 170 laty. przez Schinkla, a raczej przez inżynierów z jego kręgu. Dzisiaj to znane miejsce spotkań, które może być również wzorem dla działań władz Opolszczyzny.

Rozdział II

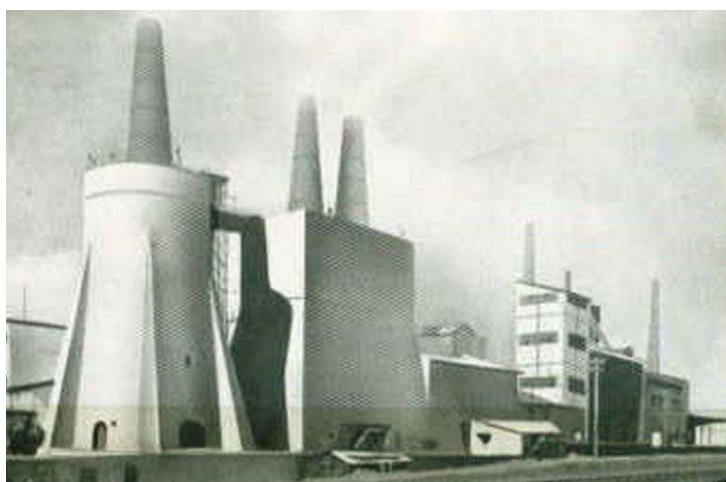
OPIS KONSTRUKCJI BATERII PIECÓW WAPIENNICZYCH

2.1 Konstrukcja pieców wapienniczych

Prawie wszystkie podopolskie piece wapiennicze wchodziły w skład baterii pieców grupujących kilka pieców o wspólnym systemie załadowniczym. Wzniesione zostały jako budowle wieżowe na podstawie wielokątu a piece później wybudowane fundowano niekiedy na planie okręgu.

Konstrukcja pieców jest podobna: posiadają płaszcze zewnętrzne murowane z kamienia wapiennego, łamanego na zaprawie wapiennej o grubości rzędu 30- 50 cm w zależności od położenia po wysokości ściany pieca. Z podobną warstwą mamy do czynienia po wewnętrznej stronie płaszcza wykonanej z ogniotrwałej ceramiki. Między obu płaszciami znajdował się nieregularnie powiązany z sobą i ścianami zewnętrznymi gruz kamienny. Zbiegający się ku górze mur będący płaszczem zewnętrznym pojedynczego pieca tworzy bryłę przestrzenną obiektu w formie ostrosłupa ściętego.

Podobnie łamany kamień wapienny na zaprawie wapiennej stanowi materiał bloków fundamentowych, na których obiekty zostały bezpośrednio posadowione.



Fot.2.1 Wapienniki podopolskie w czasach ich eksploatacji

Trzony wewnętrzne wykonano również z kamienia wapiennego łamanego wraz z *wykładziną żaroodporną z cegły ognioodpornej, szamotowej, na zaprawie szamotowej*. Tworzą one szyby wypalowe, o cylindrycznym kształcie. Między płaszczem zewnętrznym a szybem wypału wapna znajduje się przestrzeń wypełniona gruzem z kamienia naturalnego, zaprawy wapiennej, mieszanki piasku, gliny oraz szamoty.

Przypory wzmacniające stanowią nieodłączny element wyposażenia każdego z pieców. Zbudowane są z kamienia wapiennego, łamanego. Pojedynczy piec zaopatrzone jest w kilka *przypór wzmacniających*, rozmieszczonych dość regularnie po obwodzie, posiadających zmienną grubość, zmniejszającą się wraz ze wzrostem wysokości pieca, aż do momentu wtopienia się przypory w obwód pieca ok. 2.0 m. poniżej zwieńczenia. Pomiedzy przyporami wzmacniającymi, w co drugim polu utworzonym przez dwie przypory zlokalizowane są przesklepione łukami pełnymi nisze będące wlotami kanałów wentylacyjnych. Kolejne utworzone przez przypory pola, sąsiadujące z polami zawierającymi wyżej opisane wnęki, w przyziemiu posiadają przesklepione w sposób kolebkowy otwory technologiczne.

Konstrukcja pieców wapienniczych wzmocniona została przez zastosowanie taśm stalowych, wykonanych z płaskowników, napinanych spinkami śrubowymi. Stalowe taśmy rozmieszczone zostały na całej wysokości płaszcz zewnętrznego w odstępach kilkumetrowych. Zadaniem taśm w zależności od czasu zastosowania jest przeciwdziałanie powstaniu pęknięć płaszcz zewnętrznego, spowodowanych działaniem czynników zewnętrznych jak i wewnętrznych lub przeciwdziałanie powiększaniu się już powstałych pęknięć.

Natomiast niektóre późniejsze baterie szybowych pieców wapienniczych posiadają nieco odmienną konstrukcję mianowicie są zbudowane na podstawie okręgu z inną konstrukcją otworów technologicznych. Sąsiadują one najczęściej z wcześniejszymi piecami wzniesionymi na podstawie sześcioboku. Piece te posadowione zostały bezpośrednio na blokach fundamentowych. Materiałem, z którego wykonano fundament oraz pozostałą część konstrukcji jest kamień wapienny łamany na zaprawie wapiennej.

Większość pieców posiada płaszcze zewnętrzne, spięte na zewnątrz stalowymi taśmami, wykonanymi z płaskowników napinanych spinkami śrubowymi. Najczęściej stalowe taśmy rozmieszczone zostały w zależności od spękań płaszcz na całej wysokości pieca. Stanowią one wzmocnienie płaszcz zewnętrznego. W zależności od czasu ich zastosowania miały one przeciwdziałać powstawaniu kolejnych pęknięć płaszcz zewnętrznego spowodowanych działaniem niekorzystnych dla konstrukcji czynników atmosferycznych oraz wewnętrznych wynikających głównie z awaryjnych przerw wypału wapna. Spięcia te obecnie zabezpieczają płaszcz zewnętrzny przed postępującym powiększaniem się już powstałych pęknięć.

Najczęściej trzony wewnętrzne w piecach stożkowych również wykonane zostały z kamienia wapiennego łamanego na zaprawie wapiennej wraz z wykładziną żaroodporną wykonaną z cegły szamotowej, ognioodpornej na zaprawie szamotowej tworzą cylindryczne szyby wypalowe. Podobnie przestrzeń, która występuje pomiędzy płaszczem zewnętrznym, a trzonem wewnętrznym została wypełniona materiałem składającym się z kamienia naturalnego, mieszanki piasku, gliny oraz szamoty.

W przyziemiu piece te posiadają po trzy przesklepione otwory technologiczne. Między technologicznymi otworami wydobywczymi znajdują się na trzech osiach przesklepione łukami pełnymi nisze pełniące rolę otworów wlotowych kanałów w nawiewnych.

Na koronach wielu pieców umieszczano dodatkowo kominy ceglane. Takie rozwiązania stosowane jeszcze od początku ubiegłego wieku miały na celu zwiększenia różnicy ciśnień w komorze spalania a tym samym poprawienia skuteczności procesu wypału. Urządzenie te zostały już przed wojną prawie zastąpione przez sztuczny nawiew. Ponadto, ich ulokowanie w koronie wapiennika stwarzało dodatkowe problemy przy załadunku.

2.2 Konstrukcja górnych urządzeń zasypowych

Transport surowca do wypalania jak i paliwa wymagał wykonania wind do wyniesienia tych materiałów do korony pieca, gdzie znajdowała się komora załadowcza. Tam też znajdowały się urządzenia przełajowcze służące do układania naprzemiennych warstw surowca i węgla.

Podopolskie baterie pieców wapienniczych wyposażone są w dosyć podobne kładki obsługowe zainstalowane na górze pieców na koronie. Kładki te zbudowane są ze stalowych profili walcowanych, na których poprzecznie rozłożone są drewniane pomosty wykonane z belek. Obie strony kładki posiadają zabezpieczenia w postaci lin stalowych zamontowanych na stalowych słupkach. Typowe był tu pionowy transport szynowych wywrotek w baterii oraz rozprowadzenie surowców w poziomie do poszczególnych pieców.

Rozdział III

OPIS PROCESU TECHNOLOGICZNEGO

Wypalanie wapna w szybowych piecach wapienniczych przebiegało od wieków podobnie. Nieistniejący już w większości zabytkowych wapienników system załadowczy Służył on do wprowadzania górnym otworem załadowczym do pieca naprzemiennych warstw wsadu w postaci łomu kamienia wapiennego oraz paliwa, głównie węgla kamiennego. Urządzenia te zdemontowano z chwilą zamknięcia produkcji. Natomiast po modernizacjach przeprowadzonych w połowie XX wieku polegających na zamianie nadmuchu swobodnego na wymuszony elektrycznymi dmuchawami zastosowano koks. W części środkowej pieca następowało wypalanie łomu skały wapiennej składającej się przede wszystkim z kalcytu pochodzenia mineralnego, nieorganicznego. Wsad przechodził tam w tlenek wapnia CaO (wapno palone).

Proces wypalania wapna polega na odwracalnej reakcji termicznego rozkładu węglanu wapnia na tlenek wapnia oraz dwutlenek węgla. Jest to reakcja endotermiczna, a rozkład kilograma węglanu wymaga dostarczenia ok. 760 kcal ciepła. W przypadku zanieczyszczeń wsadu ilość zużytego ciepła rośnie. Zgodnie z regułami przemian fazowych istnieje zależność między temperaturą rozkładu kamienia wapiennego a ciśnieniem cząstkowym dwutlenku wapnia. Przy ciśnieniu 1 atm. temperatura rozkładu wynosi 898°C. W praktyce przemysłowej w celu zwiększenia szybkości wypału stosuje się wyższe temperatury, rzędu 1100°C. Dodatkowo nawiew powietrza zwiększa ilość utleniacza, a tym samym intensyfikuje proces wypału wapna. Z tej też przyczyny pierwotne technologie wypału, bez nawiewu, wymagały dłuższego czasu wypalania.

Przedstawiony proces wypału kamienia wapiennego posiadał prawie ciągły charakter z wykonaniem kolejnych naprzemiennych warstw surowca i paliwa nasypanych od korony pieca. Natomiast na dole pozyskiwano wypalone bryły wapna palonego, przy czym prędkość pionowego przemieszczania się kolejnych warstw wsadu była uzależniona zarówno od temperatury jak i od wymiarów kamienia we wsadzie. Istotnie, narastanie temperatury we wnętrzu kamienia powinno umożliwić uwalnianiu się wody wbudowanej fizycznie, fizykochemicznie i chemicznie w kamieniu wapiennym. Procesom cieplnym towarzyszą tu procesy dyfuzyjne, oraz przemiany struktury materiału a w tym przemiany fazowe. Procesy te zależą również od wymiarów surowca, czyli kamienia wapiennego.

Proces wypalania wapna zawiera następujące *operacje jednostkowe*:

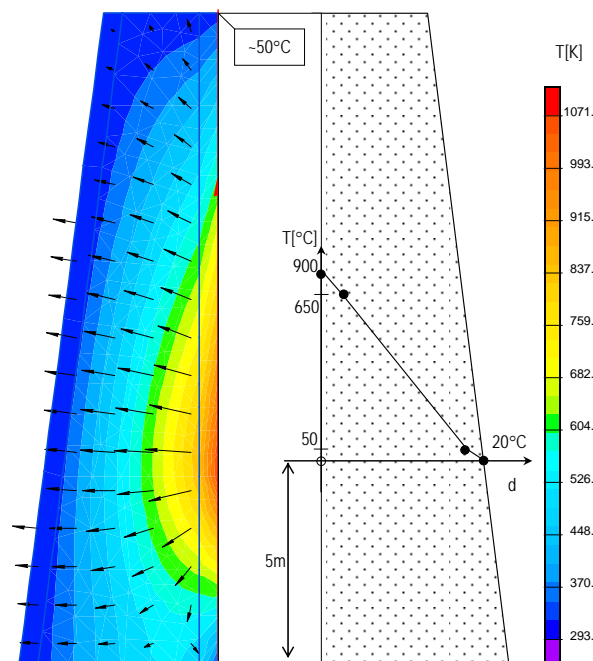
- *ułożenie warstwy paliwa w postaci węgla kamiennego lub koksu,*
- *nałożenie na paliwo warstwy kamienia wapiennego,*
- *wypał kamienia wapiennego w temperaturze ok. 900 °C, który wymagał zastosowania nadmuchu wymuszonego,*

- dostarczanie dmuchawą powietrza do palącego się złoża,
- odprowadzenie spalin na zewnątrz pieca.
- wyładunek wystudzonego wapna palonego.

Wyładunek wapna prowadzony był zlokalizowanymi w przyziemiu otworami wyładowniczymi. Natomiast dowóz surowca jak i wywóz produktu – wapna palonego odbywał się z wykorzystaniem kolejki wąskotorowej.

3.1. Rozkłady temperatur w trakcie eksploatacji wapienniku

Warunek minimalizacji strat ciepłych w trakcie procesu wypalania wymagał istnienia masywnych ścian wapienników. Zapewniały ją ściany wapiennika o konstrukcji warstwowej dobrze dopasowanej do wymogów technologicznych (patrz p. 3.2). W czasie wypału surowca wysoka temperatura wewnętrzna (ok. 900°C) ulega redukcji w warstwie środkowej do poziomu ok. 50°C w strefie kontaktu z okładziną kamienną (rys. 4.1.). Aby oszacować warunki termiczne w trakcie eksploatacji należy wyznaczyć rozkłady temperatur. Rozkłady te w ścianie pieca obliczymy z niestacjonarnego równania przewodnictwa ciepła, uwzględniając zależność parametrów cieplnych od temperatury.

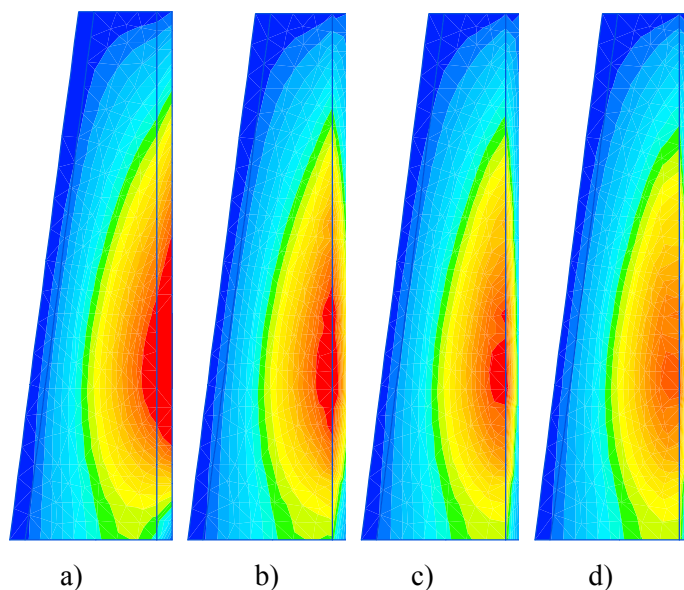


Rys. 3.1. Rozkład temperatury w ścianie wapiennika w czasie eksploatacji – faza wypału

W modelu obliczeniowym przyjęto: okładzinę kamienną z wapienia o gr.50cm ($\lambda=1,8 \text{ W/m/K}$), ok 320cm (zmiennie) rumoszu kamiennego z piaskiem o $\lambda =1,5 \text{ W/m/K}$, oraz 50cm okładziny wewnętrznej z cegły szamotowej ($\lambda =0,8 \text{ W/m/K}$).

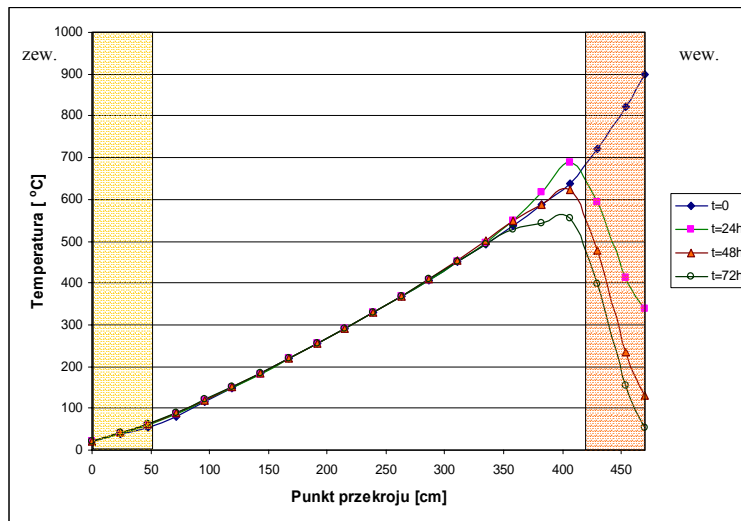
Założono również biliniową zmianę temperatury po wysokości ściany od $+50^{\circ}\text{C}$ przez $+900^{\circ}\text{C}$ (na wysokości 5m) oraz spadku do $+50^{\circ}\text{C}$ w koronie. Ze względu na wysokie temperatury i czas trwania procesu wypalania, można pominąć wpływ wilgoci na przepływ ciepła.

Natomiast w czasie studzenia wsadu, które trwało ok. 3 dni, temperatura złoża obniżała się w wyniku swobodnego przepływu zimnego powietrza. Jak można zaobserwować na (rys.3.2.) tylko w strefie wypału obserwujemy spadki temperatur zaś stałą temperaturę w zewnętrznej warstwie pieca.



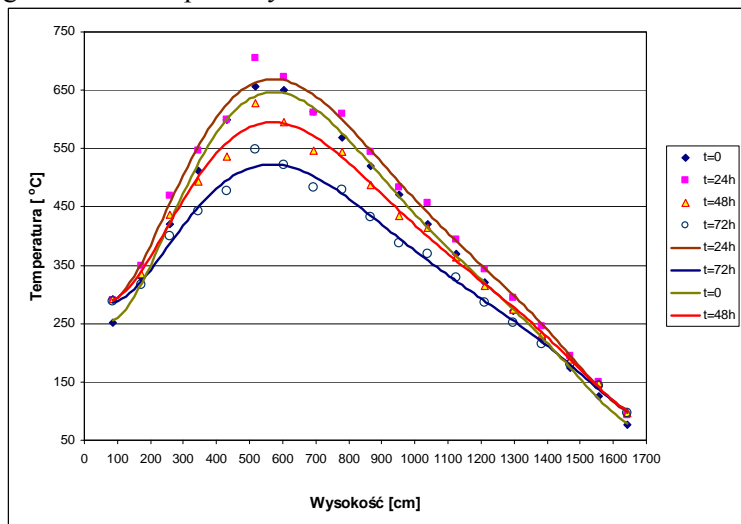
Rys. 3.2. Symulacja procesu stygnięcia ściany wapiennika: a) $t=0$ (koniec wypału), b) $t=24\text{h}$, c) $t=48\text{h}$, d) $t=72\text{h}$

Na rys. 3.3. pokazano rozkłady temperatur po grubości ściany, na wysokości 5m od posadowienia pieca (patrz rys. 3.1), w strefie wypału. Na rysunkach 3.2.-3.4. można zaobserwować, że okładzina szamotowa jest narażona na nierównomierne ogrzanie jeszcze po skończeniu wypału, za sprawą akumulacyjnego oddziaływania grubej warstwy wypełniającej mur – jeszcze ok. dobę po wypale temperatura tej w tej strefie rośnie o ok. $80\text{-}100^{\circ}\text{C}$, po czym spada do ok. 550°C , podczas gdy od wewnątrz obserwujemy już tylko ok. 50°C .



Rys. 3.3 Rozkład temperatur na wysokości $h=5\text{m}$ w czasie 0-72h po zakończeniu wypału

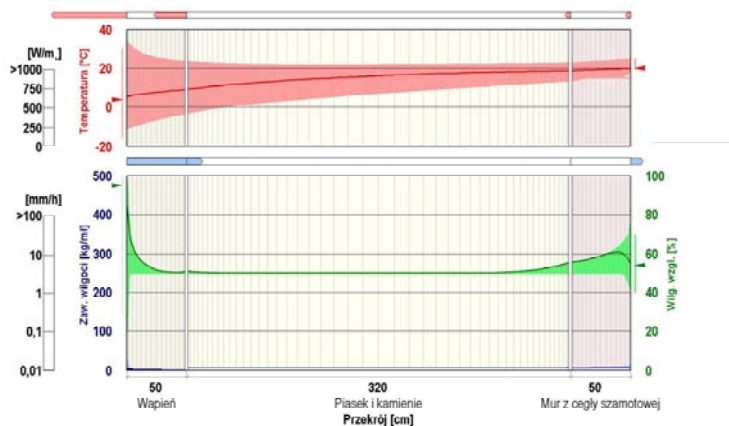
Podobnie, interesujący są zmiany rozkładu temperatur po wysokości pieca w trakcie przerwy technologicznej. Okazało się iż natychmiast po zaprzestaniu procesu temperatura wykładziny szamotowej nawet wzrosła w wyniku nakładania się resztkowego przepływu ciepła na zewnątrz z przepływem przeciwnym, skierowanym do środka pieca, który dominuje w czasie studzenia. Przepływy te jako niestacjonarne posiadają określoną bezwładność, która prowadzi do chwilowego wzrostu temperatury.



Rys. 3.4. Rozkład temperatury po wysokości ściany w strefie kontaktu warstwy okładziny szamotowej i wypełnienia, w czasie $t=0-72\text{h}$ od zakończenia wypału

3.2. Poeksploatacyjne rozkłady temperatur i wilgoci w wapienniku

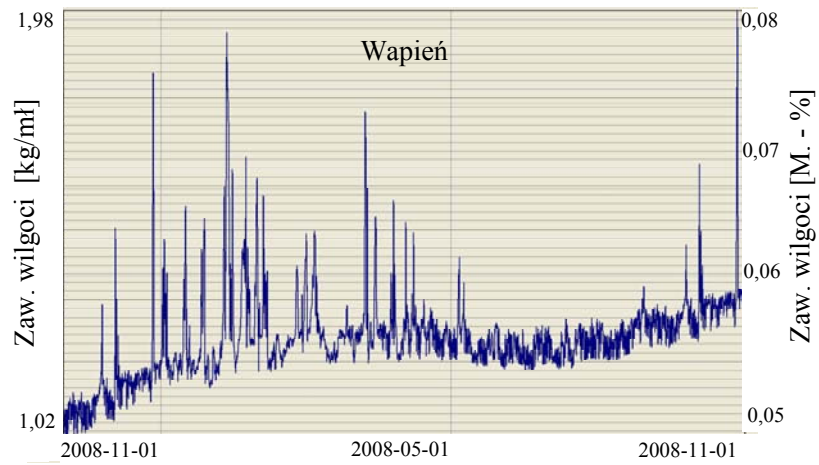
Po okresie eksploatacji następuje długotrwałe narażenie konstrukcji ścian na działanie czynników atmosferycznych. Analizować będziemy więc zmiany wilgoci po grubości ściany wywołany tymi czynnikami. Okazało się, iż ze względu na bardzo masywną konstrukcję ścian obiektu, całkowita zawartość wilgoci w ciągu jednego roku zmienia się nieznacznie, co przedstawiają rys. 3.5-3.8.



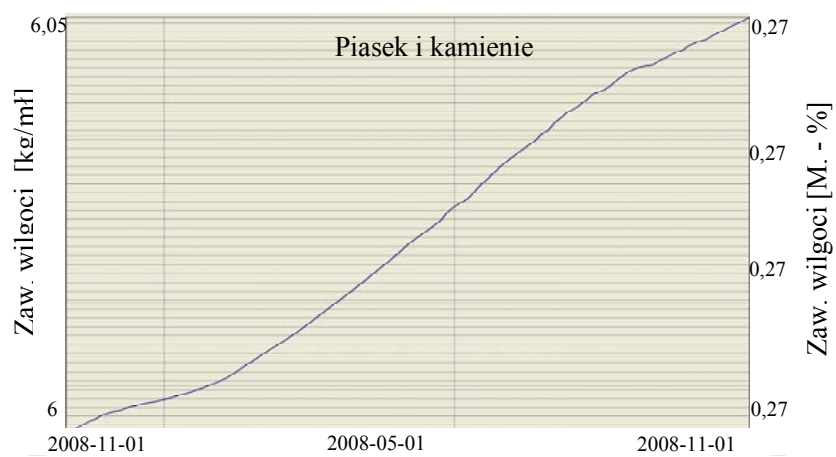
Rys. 3.5. Zmiany temperatury, wilgotności względnej oraz zawartości wilgoci w ścianie wapiennika w czasach obecnych (symulacja).

Na rys. 3.5. przedstawiono wyniki symulacji komputerowej rozkładów temperatury i wilgoci ściany wapiennika, w której wykorzystano rzeczywiste dane klimatyczne dla jednego roku (2008-2009). Jak można zaobserwować, wszelkie zmiany warunków zewnętrznych ulegają zanikowi już w strefie środkowej okładziny zewnętrznej. Podobnie, na powierzchni wewnętrznej ich wpływ jest niewielki, ze względu na intensywne ruchy konwekcyjne powietrza w szybie centralnym.

Przedstawimy z kolei czasowe rozkłady wilgoci w okresie 2 lat kolejno w zewnętrznej, przypowierzchniowej warstwie kamiennej, następnie w środkowej wykonanej z luźno związanego rumoszu skalnego oraz wewnętrznej z wykładziny ceramicznej. Obserwujemy tutaj nieznaczne przyrosty zawilgocenia wykluczające możliwość narastania kondensatu w ścianie przy normalnym oddziaływaniu z otoczeniem. Nie istnieją tu warunki do wystąpienia mrozowych zniszczeń ścian.



Rys. 3.6. Zmiany zawartości wilgoci w warstwie zewnętrznej – okładzina kamienna



Rys. 3.7. Zmiany zawartości wilgoci w warstwie środkowej – wypełnienie



Rys. 3.8. Zmiany zawartości wilgoci w warstwie wewnętrznej – okładzina szamotowa

Z przedstawionych rozkładów pól wilgoci w ścianach wapiennika wnosimy o ich niewielkich zmianach wywołanych przez otoczenie. Nieznaczne ilości kondensatu we wnętrzu ściany nie mogą więc być przyczyną zarysowań i zniszczeń zewnętrznych ścian wapienników. Przyczyny zawilgoceń ścian należy wobec tego upatrywać w spękaniach i nieszczelnościach ścian zewnętrznych, które mogły powstać w trakcie eksploatacji a szczególnie w okresie przerw technologicznych. Przez te nieszczelności woda może swobodnie wnikać w środkową, luźniej związaną warstwę rumoszu kamiennego a następnie w otoczeniu ściany zewnętrznej zamarzać i rozsadzać ją. Jest to też prawdopodobnie podstawowy mechanizm destrukcji ścian wapienników. Warto więc zwrócić uwagę, iż w pierwszej kolejności przy ratowaniu wapienników należy zadbać o szczelność korony pieca a potem ścian zewnętrznych.

W konkluzji końcowej można stwierdzić, iż we wnętrzu wapienniku w okresie poeksploatacyjnym, nie powinna się wykraplać i gromadzić wilgoć. Jeżeli jednak takie fakty mają miejsce to przyczyną są grube spęknięcia i nieszczelności korony oraz zewnętrznego płaszcza pieca.

Rozdział IV

HISTORIA ZABYTKOWYCH PIECÓW W GOGOLINIE

4.1 Bateria czterech pieców szybowych „Bunke - Pacht”

Wypalanie wapna w Gogolinie na skalę przemysłową rozpoczęto w pierwszej połowie XIX w. Natomiast przeprowadzenie przez Gogolin linii kolejowej Berlin – Wrocław – Opole – Górny Śląsk w 1848r. zdynamizowało produkcję i dało szansę na wielkie zaangażowanie regionu w produkcję wapna, a wręcz w powstanie *białego zagłębia przemysłowego* – jak nazwano ten fragment Opolszczyzny. Produkcja ta w XIX wieku zapewniała wybudowanie całego zagłębia górnośląskiego. Podobnie było w XXw., kiedy to podopolskie wapno decydowało o rozwoju przemysłu i miast Górnego Śląska oraz Wrocławia. Sytuacja uległa zmianie dopiero pod koniec komunizmu, kiedy trudno było utrzymać rentowną produkcję w wiekowych wapiennikach. Stały się więc obiektami wysłużonej a niepotrzebnej techniki. Część z nich uległa zniszczeniu, a pozostałość powinna być wykorzystana do nowych celów.

Pierwsze duże, murowane piece szybowe produkujące wapno na skalę przemysłową powstały ok. 1850 roku. Budowano je dla zamożnych indywidualnych przedsiębiorców. Od nazwisk pierwszych właścicieli wzięła się nazwa baterii pieców „**Bunke – Pacht**”. W ewidencji aktualnego właściciela, czyli gminy Gogolin piece te posiadały numerację 1, 2, 3, 4. Bateria pieców „*Bunke – Pacht*” została wzniesiona w drugiej połowie XIX wieku. Podkreślamy, iż do 2003r. piece te znajdowały się w „*Ewidencji Zabytków Techniki*” prowadzonych przez Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Opolu.

Piece te stanowiły jedną całość tworząc ciąg technologiczny, jednak wypalanie wapna odbywało się w każdym z nich z osobna. Wybudowane były jednocześnie, posiadały bliźniaczo podobną konstrukcję, typową dla XIX w. technologii. Podstawę budowli stanowiły na ogół okręgi. Każdy z pieców dodatkowo wyposażony był w 6 sztuk przypór wzmacniających. Piece pierwotnie posiadały murowane z cegły kominy postawione na murowanych z cegły szerszych cokołach, w których znajdowały się otwory załadownicze.

Piece były wielokrotnie przebudowywane, a ich modernizacja objęła przede wszystkim:

- przemurowanie wewnątrz posiadających pierwotnie kształt beczkowaty na cylindryczny,
- wprowadzenie nadmuchu wymuszonego elektrycznymi dmuchawami w miejsce naturalnego ciągu,
- wyburzenie ceglanych kominów i zastąpienie ich stalowymi,
- wykonanie górnych zamknięć dzwonowatych.

Przebudów tych dokonano w drugiej połowie XX w. starając się uzyskać bardziej nowoczesne warunki pracy oraz większą wydajność i efektywność cieplną procesu wypalania



Fot.4.1 Wapienniki podopolskie w czasach ich eksploatacji

Historia modernizacji baterii pieców „Bunke – Pacht” w Gogolinie.

Zakres prac budowlano – inżynierskich przeprowadzonych przy baterii pieców szybowych „Bunke – Pacht” od momentu jej powstania, aż po proces likwidacyjny w/w baterii, zawiera następujące wydarzenia:

- 1870 r. – zakończenie prac budowlanych i oddanie obiektu do użytku;
- Do 1945 r. – brak informacji odnośnie prac remontowo – budowlanych;
- 1950 r. – wymiana kominów ceglanych na kominy blaszane, wykonanie nowych zamknięć dzwonowych;
- 1960 r. – wprowadzenie nadmuchu wymuszonego elektrycznymi dmuchawami.

Przebudowanie wnętrza pieca przez wykonanie nowych wykładzin ognioodpornych, wraz ze zmianą pierwotnej konstrukcji szybu pieca z formy beczkowatej na cylindryczną;

- 1988 r. – zaprzestanie eksploatacji pieców, demontaż podstawowych elementów mechaniczno – elektrycznych np. dmuchaw z ich przewodami, instalacji oświetleniowej, stalowych zamknięć górnych, kominów.
- 2003 r. – wyburzenie baterii szybowych pieców wapienniczych „Bunke-Pacht”, czyli pieców o numerach 1, 2, 3, 4.

W wyniku decyzji o wyburzeniu baterii z 2003 r. unikatowy krajobraz kulturowy Gogolina uległ znacznemu uszczerbkowi, dodajmy o charakterze nieodwracalnym.

4.2 Bateria trzech pieców szybowych „Dąbrowski”

Szybowe piece wapiennicze o nazwie „Dąbrowski” w ewidencji aktualnego właściciela posiadają numerację 5,6,7. Wszystkie trzy wybudowano w 1874r. dla właściciela o nazwisku Dąbrowski. Dane dotyczące konstruktora – budowniczego obiektów nie zachowały się.

Bateria pieców „Dąbrowski” objęta jest ochroną prawną przez Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Opolu w związku z obecnością tegoż obiektu w „Ewidencji Zabytków Techniki”.

Wybudowane były jednocześnie, ale mają nieco odmienną konstrukcję tzn. dwa z nich czyli piec o numerze 6, 7 zbudowane zostały na podstawie sześcioboku,

podstawą trzeciego, czyli pieca o numerze 5 jest okrąg. Wszystkie trzy tworzą całość technologiczną, chociaż wypalanie wapna prowadzone było w każdym z osobna, są typowymi dla regionu, wolno stojącymi jednokomorowymi piecami szybowymi.

Historia modernizacji baterii pieców „Dąbrowski”.

Od roku 1874 do 1945r. nie zachowały się żadne dane dotyczące baterii szybowych pieców wapienniczych „Dąbrowski”. Pierwsze informacje dotyczące prac budowlanych prowadzonych przy piecach „Dąbrowski” pochodzą z roku 1950 i dotyczą demontażu kominów ceglanych wraz z cokołami oraz instalacji niższych kominów z blachy stalowej i zamknięć dzwonowych również ze stali.

- 1960 r. – dokonano zmiany pierwotnego beczkowatego kształtu wnętrza pieca na kształt cylindryczny oraz wymieniono wykładzinę ognioodporną. Istotną zmianą dla procesu technologicznego wypalania wapna stała się zamiana nadmuchu swobodnego na wymuszony nadmuch elektrycznymi dmuchawami, co wiązało się ze zmianą paliwa z węgla kamiennego na koks,
- 1988 r. – proces eksploatacyjny został zatrzymany, nastąpił demontaż podstawowych elementów mechaniczno – elektrycznych tj. kominów oraz stalowych zamknięć górnych, dmuchaw z ich przewodami, instalacji oświetleniowej.

Bazę informacji o obiekcie stanowi *Karta Ewidencyjna Zabytków Architektury I Budownictwa*. Znajduje się ona w posiadaniu Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Opolu. Dokumentacja, która powinna znajdować się w posiadaniu byłego lub bieżącego właściciela, dotycząca baterii pieców „Bunke – Pacht” oraz „Dąbrowski” nie zachowała się.

4.3 Konstrukcja pieców wapienniczych „Dąbrowski”

Bateria szybowych pieców wapienniczych „Dąbrowski” składa się z trzech obiektów charakteryzujących się odmienną konstrukcją, a mianowicie piec o numerze 5 zbudowany jest na podstawie okręgu, pozostałe dwa piece o numerach 6 i 7 wzniesione zostały na podstawie sześcioboku.

Konstrukcja pieca numer 5 jest bliźniaczo podobna do konstrukcji pieców o numerach 1, 2, 3, 4 z baterii „Bunke – Pacht”. Punkt 1.2.1. niniejszego opracowania zawiera szczegółowe informacje dotyczące obiektów wzniesionych na podstawie okręgu, jakimi są piece o numerach 1, 2, 3, 4, oraz piec o numerze 5.

Sześciobok foremny stanowi podstawę na której wzniesiono piec 6 oraz 7. Posadowione zostały bezpośrednio na blokach fundamentowych. Materiałem, z którego wykonano fundament oraz pozostałą część konstrukcji jest kamień wapienny łamany na zaprawie wapiennej.

Piece posiadają płaszcze zewnętrzne, spięte na zewnątrz stalowymi taśmami, wykonanymi z płaskowników napinanych spinkami śrubowymi. Stalowe taśmy rozmieszczone zostały na całej wysokości pieca w rozstawie co ok. 2.0 m. Stanowią wzmocnienie płaszcza zewnętrznego. W zależności od czasu ich

zastosowania przeciwdziałają powstaniu pęknięć płaszcza zewnętrznego spowodowanych działaniem niekorzystnych dla konstrukcji czynników zewnętrznych i wewnętrznych lub zabezpieczają płaszcz zewnętrzny przed postępowaniem procesu powiększania się już powstałych pęknięć.

Trzony wewnętrzne również wykonane zostały z kamienia wapiennego łamanego na zaprawie wapiennej wraz z wykładziną żaroodporną wykonaną z cegły szamotowej, ognioodpornej na zaprawie szamotowej tworzą cylindryczne szyby wypalowe. Przestrzeń, która występuje pomiędzy płaszczem zewnętrznym, a trzonem wewnętrznym została wypełniona materiałem składającym się z kamienia naturalnego, mieszanki piasku, gliny oraz szamoty.

W przyziemiu zarówno piece o numerach 6 i 7 oraz piec o numerze 5 posiadają trzy otwory technologiczne przesklepione w sposób kolebkowy. Między technologicznymi otworami wydobywczymi znajdują się na trzech osiach przesklepione łukami pełnymi nisze pełniące rolę otworów wlotowych kanałów wentylacyjnych.

4.4 Konstrukcja górnej kładki zasypowej

Baterie pieców wapienniczych „Bunke – Pacht” jak i „Dąbrowski” wyposażone są w kładki obsługowe zainstalowane na górze pieców na poziomie ich zwieńczenia.

Kładki zbudowane są ze stalowych profili walcowanych I 200, na nich poprzecznie rozłożone są drewniane pomosty wykonane z belek 150 x 150 mm. Obie strony kładki posiadają zabezpieczenia w postaci lin stalowych o średnicy $d = 20$ mm. zamontowanych na stalowych słupkach. Najczęściej elementy górnych urządzeń zasypowych zostały zdemonstrowane po zakończeniu eksploatacji i przeznaczone na złom. Pozostały same korpusy wapienników bez elementów infrastruktury transportowej.

Podano tu wstępną charakterystykę typowych dla regionu kilku nieczynnych pieców położonych w centrum Gogolina. Zawiera ona dane historyczne odnoszące się do przebudów i modernizacji pieców jak i opis elementów konstrukcyjnych. Natomiast szczegóły opracowań konserwatorskich i konstrukcyjnych będą dokładniej analizowane w kolejnych rozdziałach opracowania.

Rozdział V

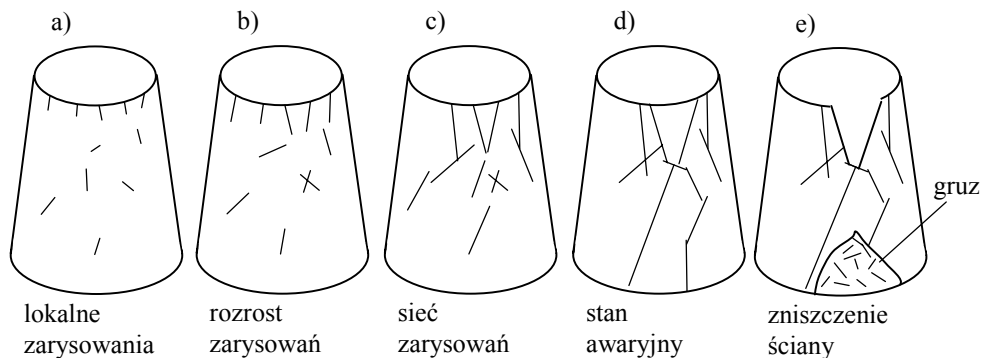
INWENTARYZACJA KONSERWATORSKA

5.1 Zarysowania ścian wapienników

Pozostawione sobie wapienniki, bez bieżącej konserwacji koron ulegają dewastacji. Największy wpływ ma tu woda migrująca przez wewnętrzną, luźno związaną część powłoki. Woda gromadzi się w niszach, pustkach i szczelinach, a następnie w zimie zamarzając rozsadza ściany. Powstaje w ten sposób pierwotny stan zarysowania obiektu, na razie niegroźny, z uwagi na lokalny charakter spękań.

Problem rozpoczyna się z chwilą, kiedy lokalne zarysowania i spękania zaczną się łączyć – powstaje widoczne zarysowanie się całych powierzchni powłoki. Jeżeli wymiary tych zarysowań przekraczają grubość całej powłoki wapiennika to należy się liczyć ze stanem awaryjnym.

Poszczególne fazy zniszczeń powłoki przedstawiono na rys. 5.1.

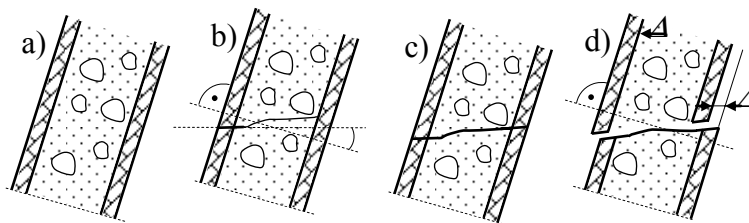


Rys. 5.1. Fazy rozrostu spękań

W pierwszej kolejności narastają spękania w najsłabszych miejscach. Mają one charakter lokalny. Potem pojawiają się spękania w koronie wapiennika. Rozrost tych spękań prowadzi do pojawienia się dużej, na ogół pojedynczej rysy. Kolejny etap to sieć zarysowań i pojawienie się bloków odłamu. Ten stan poprzedza zniszczenie ściany.

5.2 Rozrost rys

Układ dwóch zewnętrznych warstw budowli wypełnionych luźno związanym gruzem decyduje o modelu ściany. Będą to dwie warstwy zewnętrzne wypełnione gruzem. Powstanie zarysowania dotyczyć może każdej z warstw lub też całego układu warstw.



Rys. 5.2. Etapy narastania rysy skośnej

Powstająca rysa skośna przechodząca przez ścianę budowli jest dużym zagrożeniem dla spójności budowli. Podobnie rysa przechodząca przez zewnętrzną warstwę może wywołać warstwowe zniszczenie z odsłonięciem gruzu skalnego (rys. 5.2b). Ważnym czynnikiem jest też odchylenie rysy od normalnej do powierzchni zarysowanej.

Rysy powstają tu będą na granicach warstw w płaszczyźnie powłoki, ponieważ gromadząca się tam wilgoć w okresie zimowym zamieniając się w lód rozsada ścianę. Powstają wówczas warunki do poślizgu warstwy zewnętrznej względem środkowej. Taki typ zniszczeń często spotyka się w nieczynnych piecach.

5.3 Ogólna część inwentaryzacji konserwatorskiej konstrukcji pieców

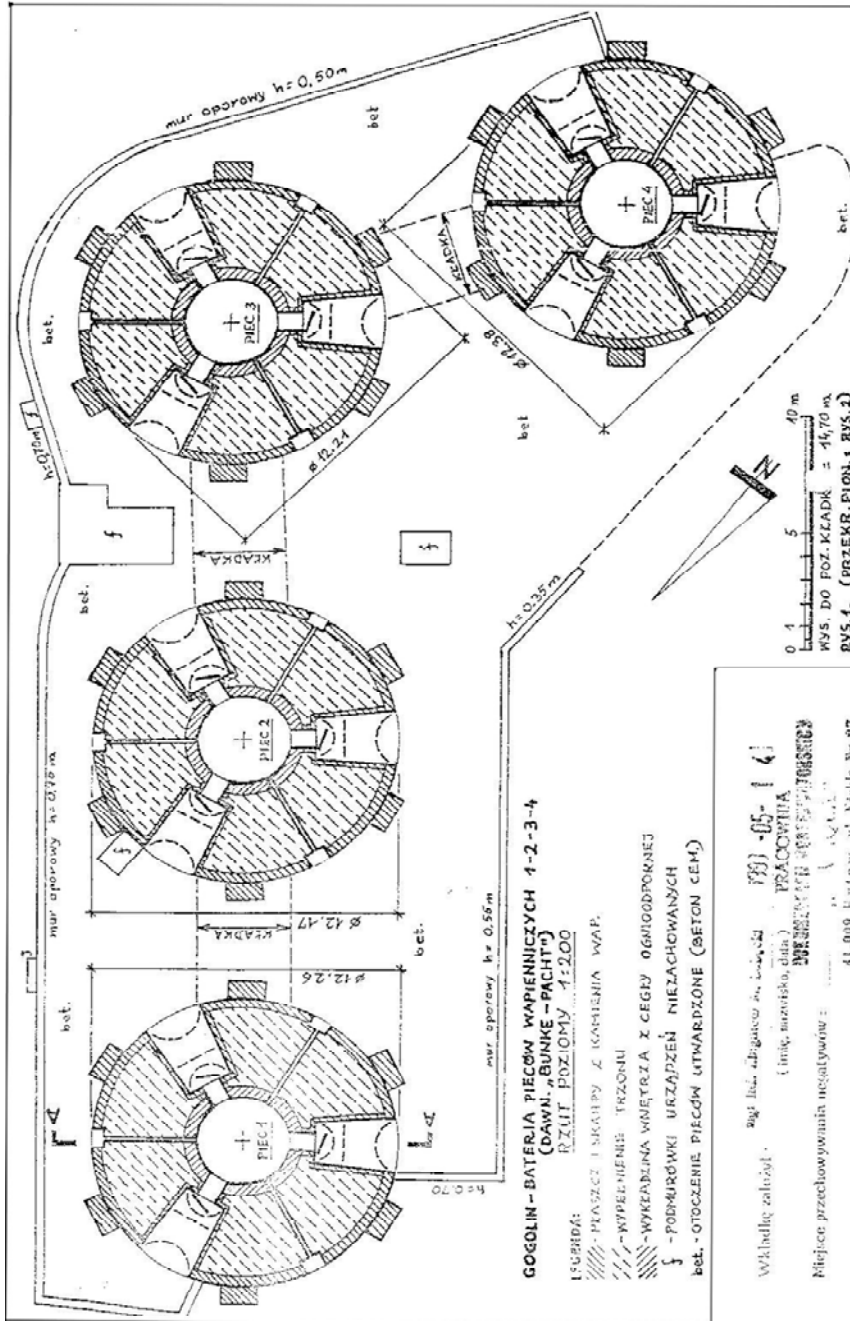
Pomiarową inwentaryzacją geometrii oraz stanu zarysowań płaszcza objęte zostały budowle wchodzące w skład baterii „Bunke – Pacht” oraz „Dąbrowski”.

Szybkie piece wapienne należące do baterii „Bunke – Pacht”, o numeracji 1, 2, 3, 4 mają bliźniaczo podobną geometrię, więc dane liczbowe, które uzyskano prowadząc inwentaryzację pomiarową są identyczne dla każdego pieca. Zebrany materiał liczbowy dotyczący elementów konstrukcji przedstawiono na podstawie pomiaru jednego z pieców baterii, mianowicie pieca nr 1.

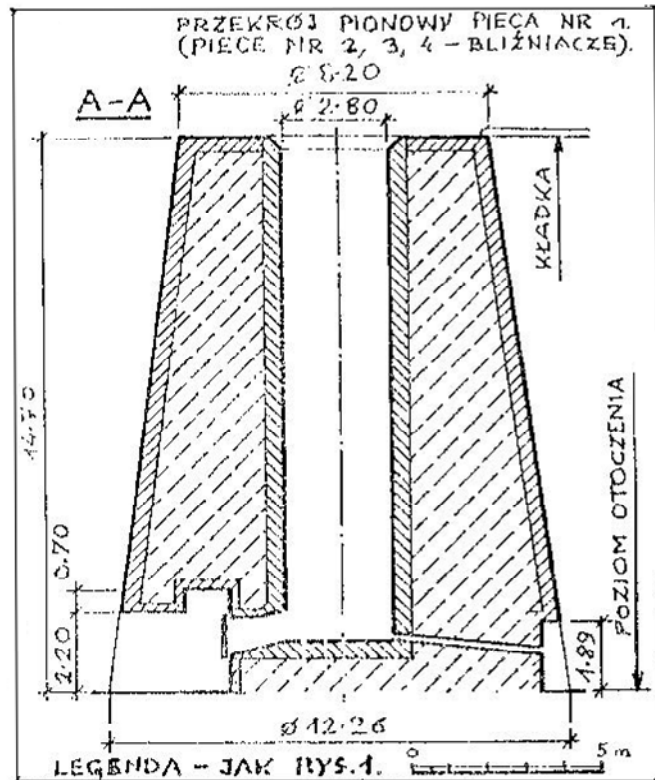
Dane liczbowe pochodzące z inwentaryzacji baterii „Dąbrowski” przedstawione zostaną na podstawie obiektów nr 5 oraz 6, 7 ze względu na odmienną konstrukcję pieców.

Bateria pieców wapienniczych „Bunke – Pacht”.

Rysunki techniczne są dokumentacją źródłową, pochodzącą od Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Opolu. Stanowią wkładkę do Karty Ewidencji Zabytków Architektury i Budownictwa.



Rys. 5.3. Bateria pieców „Bunke – Pacht”.

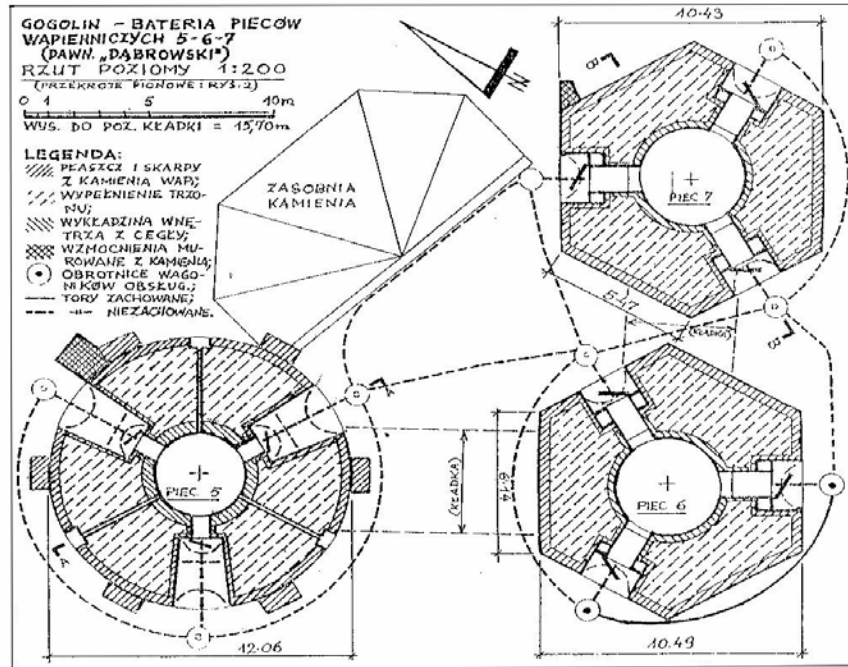


Rys. 5.4. Przekrój pionowy pieców 1, 2, 3, 4.

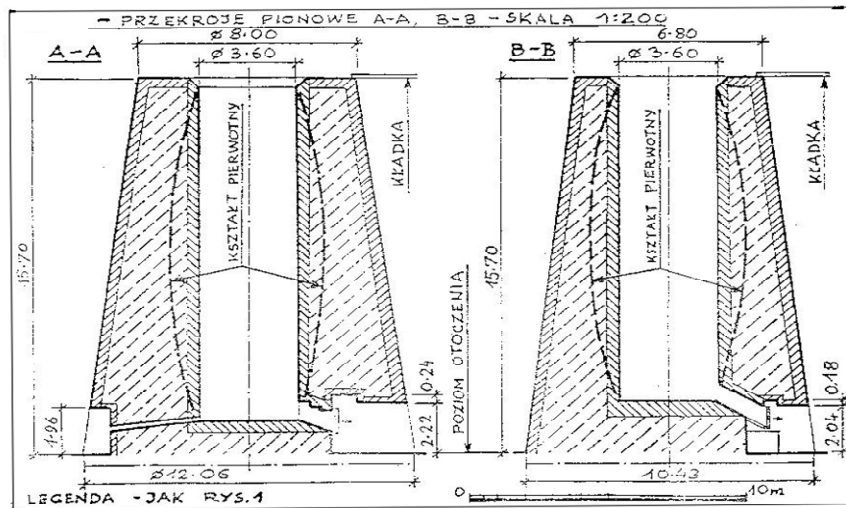
- Dane pomiarowe.

Tab. 1

PIEC WAPIENNICZY NUMER 1	
Wysokość pieca do poziomu załadunku	~ 14,70m
Średnica pieca u podstawy	~ 12,20m
Średnica pieca u zwieńczenia	~ 8,20m
Średnica trzonu	~ 2,80m
Grubość wykładziny ognioodpornej	0,25m
Grubość płaszcza zewnętrznego	0,50m
Obwód pieca u zwieńczenia	~ 25,75m
Obwód pieca u podstawy	~ 38,30m
Objętość użytkowa	~ 12,50m ³
Objętość całkowita	~ 83,00m ³
Wydajność	~ 12250kg/24h



Rys. 5.5 Bateria pieców „Dąbrowski” – rzut poziomy.



Rys. 5.6 Piec 5, 7 – przekrój pionowy.

Tab. 2

PIEC WAPIENNICZY NUMER 5	
Wysokość pieca do poziomu załadunku	~ 15,70m
Średnica pieca u podstawy	~ 12,06m
Średnica pieca w zwieńczeniu	~ 8,00m
Średnica trzonu	~ 3,60m
Grubość wykładziny ognioodpornej	0,25m
Grubość płaszczu zewnętrznego	0,50m
Objętość użytkowa	~ 44,0m ³
Objętość całkowita	~ 146,0m ³
Wydajność	~ 22500kg/24h

Tab. 3

PIEC WAPIENNICZY NUMER 6, 7	
Wysokość pieca do poziomu załadunku	~ 15,70m
Średnica pieca u podstawy	~ 10,43m
Średnica pieca w zwieńczeniu	~ 8,00m
Średnica trzonu	~ 3,60m
Grubość wykładziny ognioodpornej	0,25m
Grubość płaszczu zewnętrznego	0,50m
Objętość użytkowa	~ 44,0m ³
Objętość całkowita	~ 137,0m ³
Wydajność	~ 22500kg/24h

Przedstawione tu rzuty i przekroje pieców oraz ich dane techniczne stanowią ogólną część inwentaryzacji konserwatorskiej, która poprzedza szczegółową inwentaryzację, którą przedstawimy w następnym punkcie.

5.4 Inwentaryzacja zarysowań zewnętrznych ścian pieców

Okres wyłączenia z procesu produkcji baterii szybowych pieców wapienniczych a przede wszystkim brak zabezpieczenia obiektów przed działaniem warunków atmosferycznych, spowodował, że znacznemu zarysowaniu uległy powłoki pieców. W efekcie utraty wytrzymałości materiałów ścian pieca doprowadził do powstania niebezpiecznych pęknięć zewnętrznej powłoki, tworząc makrorysy niebezpieczne dla zabytku.

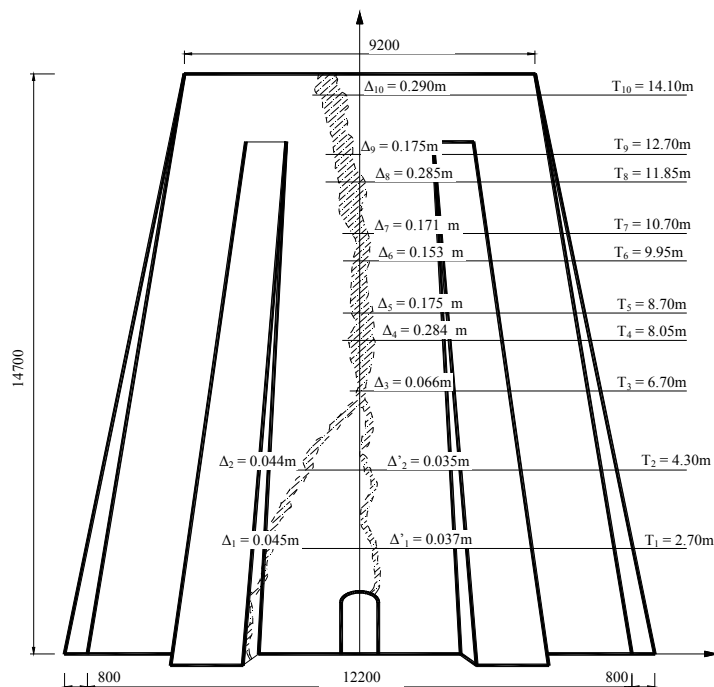
Stwierdzone podczas oględzin budowli ubytki płaszczu zewnętrznego występują w każdym z siedmiu pieców. Efektem końcowym ich występowania jest lokalne lub globalne zarysowanie ścian obiektu. Z uwagi na charakter zarysowania, ubytki można podzielić na rysy o wizualnej formie zbliżonej do litery „V” oraz drugi rodzaj rys typu „Y”- charakteryzujący się znacznie większym odcinkiem

rozwarcia rys. Pomiar rys przeprowadzono najpierw w miejscach występowania największego rozwarcia oraz w miejscach występowania ściągów z taśm stalowych. Do określenia miejsca w którym rysa osiąga niebezpiecznie duże rozwarcie przyjęto punkty charakterystyczne, pozwalające stwierdzić na jakiej wysokości licząc od poziomu posadowienia doszło do powstania rysy.

Przesunięcie się odspojonych części płaszcza zewnętrznego doprowadziło do zmian długości obwodu. W zależności od formy występującej w danym piecu rysy, przyrost obwodu o określoną wartość powodował zerwanie taśm stalowych spinających budowlę lub prowadził do lokalnej awarii budowlanej poprzez obsunięcie się odspojonego materiału. Zniszczenie części płaszcza zewnętrznego pieca numer cztery w formie fotograficznej zaprezentowane zostanie w dalszej części opracowania.

Uzyskane podczas inwentaryzacji pomiarowej dane liczbowe mogą być wykorzystane przy projektowaniu stalowych ściągów zabezpieczających.

Inwentaryzacja zarysowania – piec nr 1.



Rys. 5.7. Widok pieca nr 1 wraz z rysami.

- Średnica Φ_n pieca na poziomie punktów charakterystycznych T_n

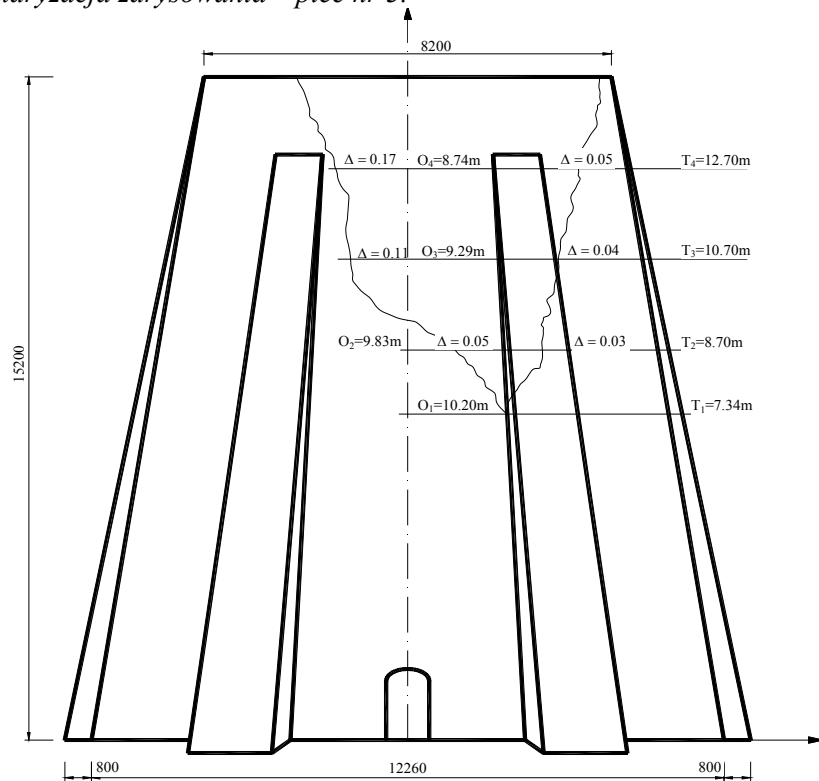
$T_1 \rightarrow \Phi_1 = 11.54\text{m}$	$T_6 \rightarrow \Phi_6 = 9.64\text{m}$
$T_2 \rightarrow \Phi_2 = 11.11\text{m}$	$T_7 \rightarrow \Phi_7 = 9.46\text{m}$
$T_3 \rightarrow \Phi_3 = 10.45\text{m}$	$T_8 \rightarrow \Phi_8 = 9.25\text{m}$
$T_4 \rightarrow \Phi_4 = 10.28\text{m}$	$T_9 \rightarrow \Phi_9 = 8.92\text{m}$

$$T_5 \rightarrow \Phi_5 = 10.01\text{m} \qquad T_{10} \rightarrow \Phi_{10} = 8.65\text{m}$$

- Obwody L_n pieca na poziomie punktów charakterystycznych T_n

$T_1 \rightarrow$	$L_1 = 36.23\text{m}$	$T_6 \rightarrow$	$L_6 = 30.28\text{m}$
$T_2 \rightarrow$	$L_2 = 34.88\text{m}$	$T_7 \rightarrow$	$L_7 = 29.71\text{m}$
$T_3 \rightarrow$	$L_3 = 32.80\text{m}$	$T_8 \rightarrow$	$L_8 = 29.06\text{m}$
$T_4 \rightarrow$	$L_4 = 32.29\text{m}$	$T_9 \rightarrow$	$L_9 = 27.99\text{m}$
$T_5 \rightarrow$	$L_5 = 31.41\text{m}$	$T_{10} \rightarrow$	$L_{10} = 27.16\text{m}$

Inwentaryzacja zarysowania – piec nr 3.

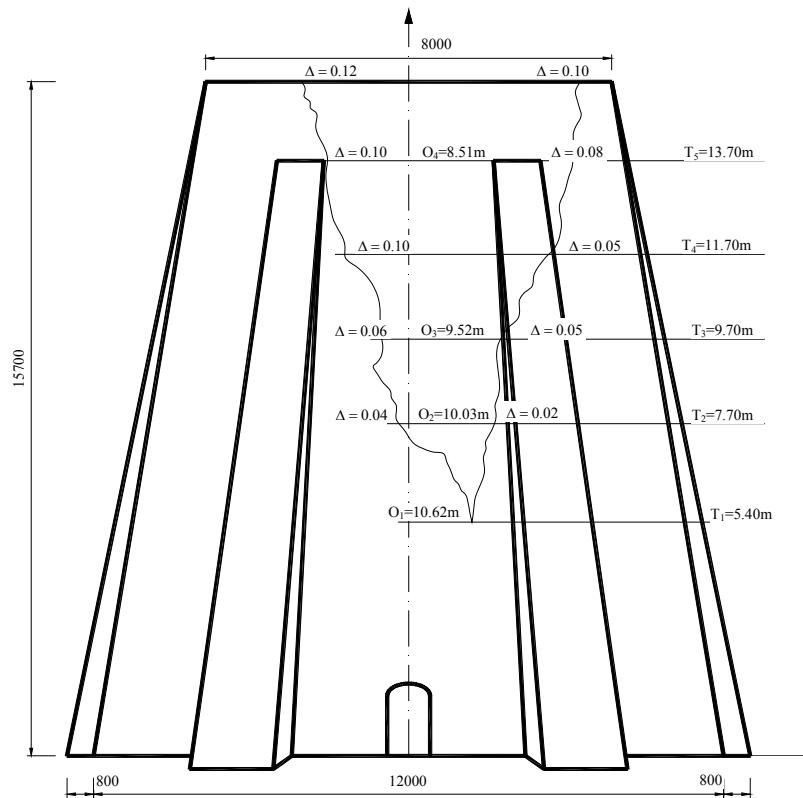


Rys. 5.8. Widok pieca nr 3 wraz z rysami

- Obwody L_n pieca na poziomie punktów charakterystycznych T_n

$T_1 \rightarrow$	$L_1 = 32.03\text{m}$
$T_2 \rightarrow$	$L_2 = 30.87\text{m}$
$T_3 \rightarrow$	$L_3 = 29.17\text{m}$
$T_4 \rightarrow$	$L_4 = 27.44\text{m}$

Inwentaryzacja zarysowania - piec nr 5.

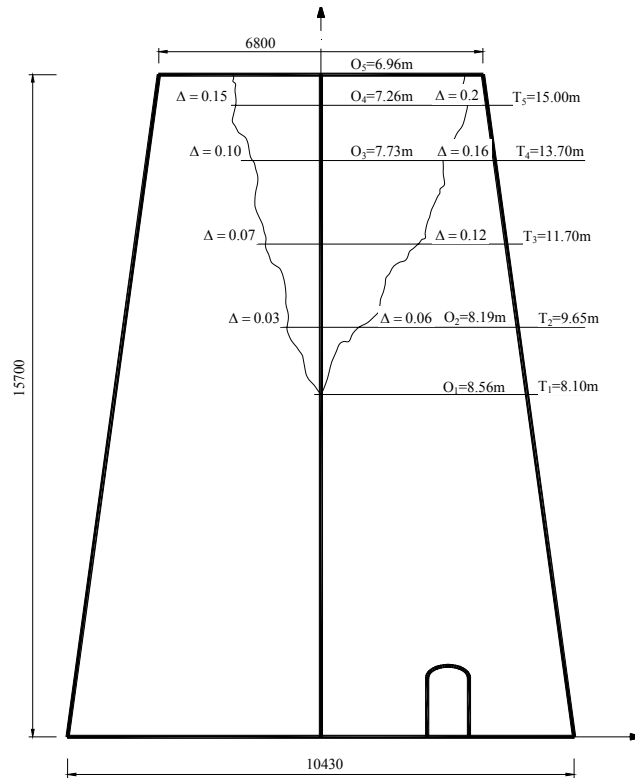


Rys. 5.9. Widok pieca nr 5 wraz z rysami

- Obwody L_n pieca na poziomie punktów charakterystycznych T_n

T_1	→	$L_1 = 33.35\text{m}$
T_2	→	$L_2 = 31.49\text{m}$
T_3	→	$L_3 = 29.89\text{m}$
T_4	→	$L_4 = 28.32\text{m}$
T_5	→	$L_5 = 26.72\text{m}$

Inwentaryzacja zarysowania – piec nr 6.

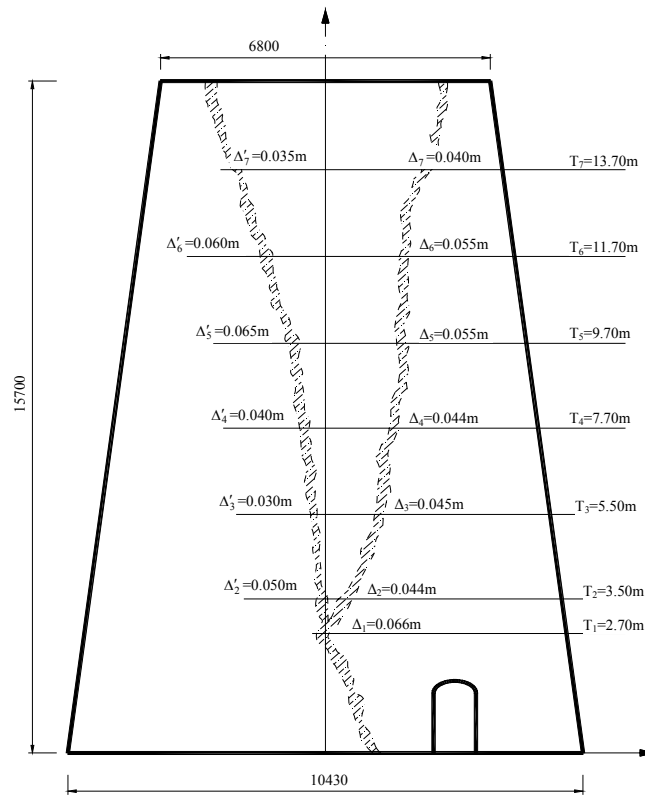


Rys. 5.10 Widok pieca nr 6 wraz z rysami

- Obwody L_n pieca na poziomie punktów charakterystycznych T_n

T_1	→	$L_1 = 25.68\text{m}$
T_2	→	$L_2 = 24.57\text{m}$
T_3	→	$L_3 = 23.19\text{m}$
T_4	→	$L_4 = 21.78\text{m}$
T_5	→	$L_5 = 20.88\text{m}$

Inwentaryzacja zarysowania – piec nr 7.



Rys. 5.11. Widok pieca nr 7 wraz z rysami

- Średnice Φ_n pieca na poziomie punktów charakterystycznych T_n wynoszą

T ₁	→	$\Phi_1 = 9.88\text{m}$
T ₂	→	$\Phi_2 = 9.72\text{m}$
T ₃	→	$\Phi_3 = 9.24\text{m}$
T ₄	→	$\Phi_4 = 8.66\text{m}$
T ₅	→	$\Phi_5 = 8.31\text{m}$
T ₆	→	$\Phi_6 = 7.83\text{m}$
T ₇	→	$\Phi_7 = 7.34\text{m}$

- Obwód L_n pieca na poziomie punktu charakterystycznego T_n

T_1	→	$L_1 = 29.64\text{m}$
T_2	→	$L_2 = 29.16\text{m}$
T_3	→	$L_3 = 27.72\text{m}$
T_4	→	$L_4 = 25.98\text{m}$
T_5	→	$L_5 = 24.93\text{m}$
T_6	→	$L_6 = 23.49\text{m}$
T_7	→	$L_7 = 22.02\text{m}$

Porównując obwody pieca w stosunku do stanu wyjściowego otrzymujemy potrzebną informację o narastających w wyniku spęczenia ściany zniszczeniach.

Inwentaryzacją pomiarową zarysowania płaszczyzów zewnętrznych objęto pięć z siedmiu istniejących obiektów, mianowicie piece nr 3, 4, 5, 6, 7. zilustrowano występujące rodzaje rysy, określając zakres ich występowania oraz wpływ na stabilność konstrukcji w aspekcie zmienionej wartości obwodu pieca w porównaniu do wartości pierwotnej.

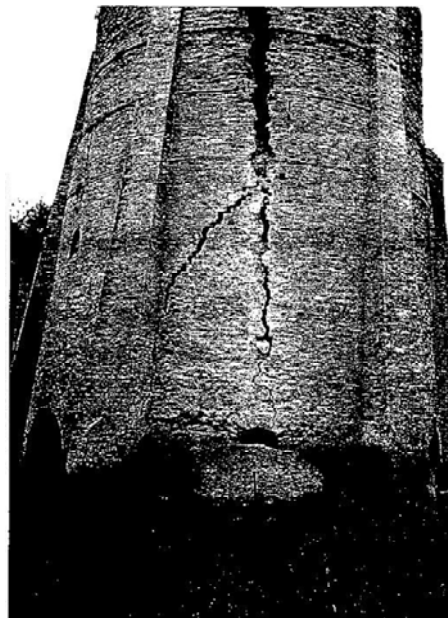
W piecach nr 3, 5, 6 odstąpiono od tradycyjnego pomiaru szerokości rozwarcia rysy Δ z uwagi na brak przemieszczeń normalnych bryły materiału wydzielonej przez zarysowanie w formie litery „V”. Nie stwierdzono zmiany wartości obwodu. Pomierzono natomiast rozwarcia w koronie i na tej podstawie oszacowano ich wartości na pozostałych poziomach

Pomiaru rysy dokonano w sposób bezpośredni poprzez poddanie obiektów oględzinom oraz pośrednio poprzez analizę dokumentacji fotograficznej. Wyniki pomiarów mogą zawierać odchyłki o wartość do 0.5cm

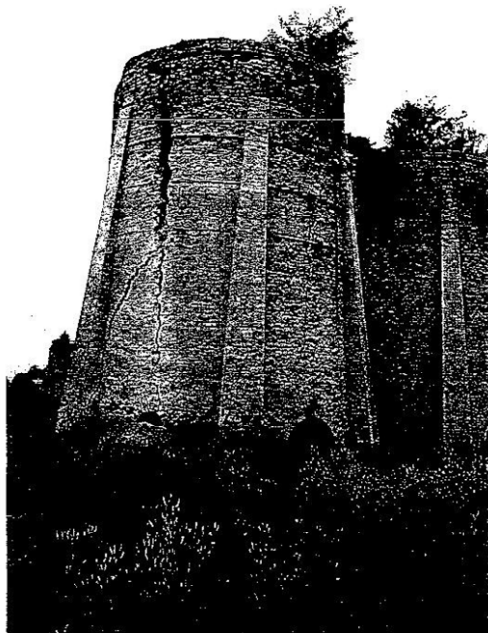
5.5 Dokumentacja fotograficzna pieców w Gogolinie

Zdjęcia przedstawione w niniejszej dokumentacji wykonano w 2002r. i 2003r. Odnoszą się do baterii pieców „Bunke – Pacht” i „Dąbrowski” w Gogolinie. Wskazują one na prawie nieodwracalny stan zniszczeń wyszczególnionych pieców.

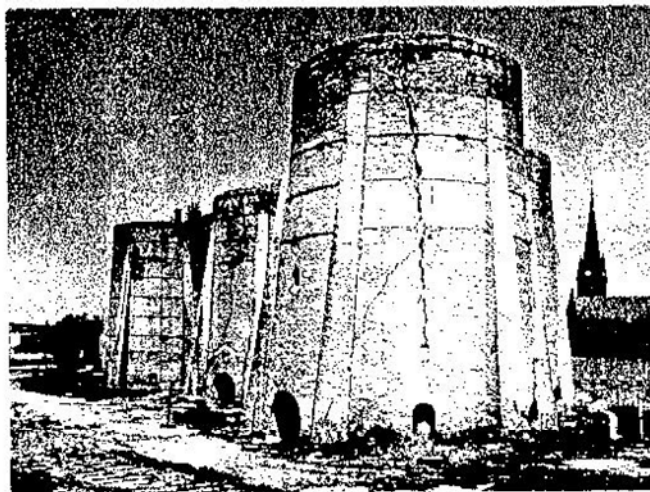
- Bateria pieców wapienniczych „BUNKE – PACHT”.



Fot. 5.1 Piec nr 1. Zarysowanie płaszcza zewnętrznego. Brak taśm spinających

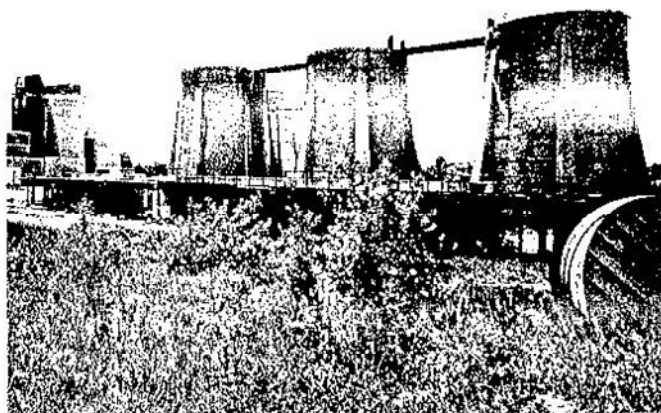


Fot. 5.2 Piec nr 1. Pojawienie się niszczących obiekt samosiejek drzew i roślin.



Fot. 5.3 Widok ogólny od południa

Ogólny widok baterii „Bunke – Pacht” wraz z siecią zarysowań pieca nr 1. Zarysowania wskazują na stan zniszczeń grożący awarią (Fot. 5.2-5.4).



Fot. 5.4 Widok ogólny od północy. Na pierwszym planie estakada wyładowcza kamienia



Fot. 5.5 Piec nr 1. Widok od strony północno-zachodniej

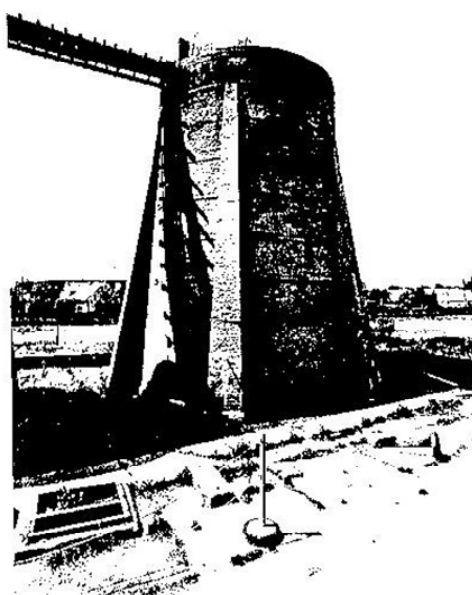


Fot. 5.6 Piec nr 2. Widok od strony zachodniej

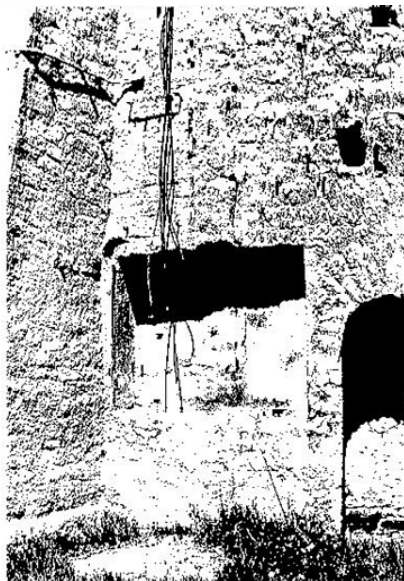
Zdjęcia 5.6 – 5.7 (2003r.) wskazują na znaczny przyrost zarysowań ścian wapienników w okresie 2001-2003r.



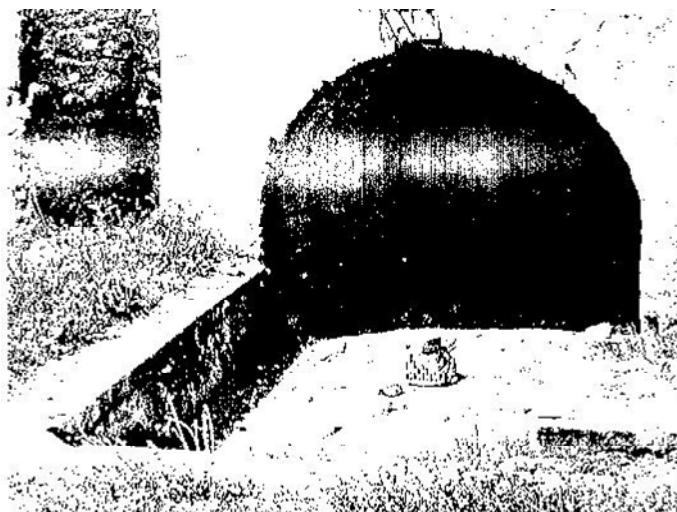
Fot. 5.7 Piec nr 3. Widok od strony wschodniej



Fot. 5.8 Piec nr 4. Widok od strony wschodniej



Fot. 5.9 Piec nr 2 Wnęka instalacyjna wykuta wtórnie w płaszczu pieca



Fot. 5.10 Otwór wydobywczy pieca nr 1 wraz z murkiem oporowym

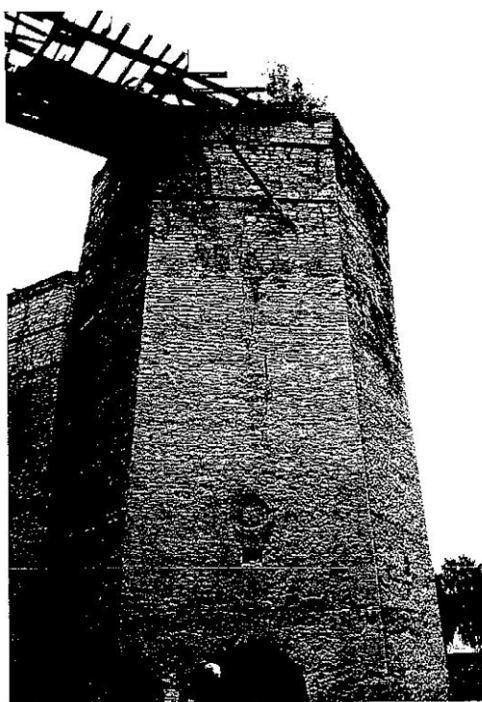


Fot. 5.11 Piec nr 2. Wnęka wlotu przewodu wentylacyjnego

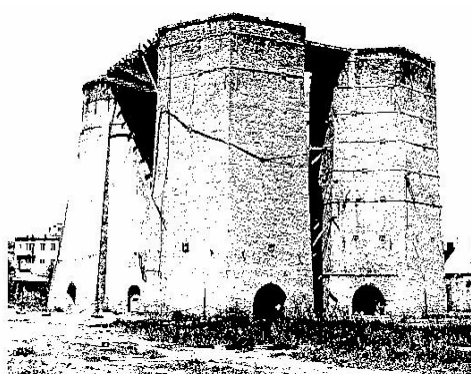


Fot. 5.12 Piec nr 4. Awaria budowlana części płaszcza zewnętrznego 2003r.

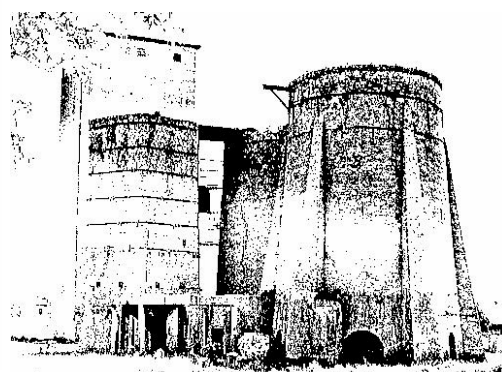
- Bateria pieców „Dąbrowski”.
Podobny zakres zniszczeń występuje też w baterii pieców „Dąbrowski”.



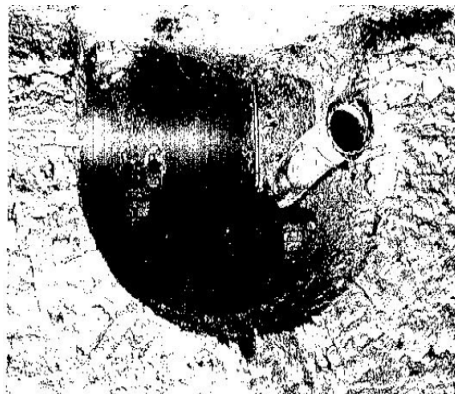
Fot. 5.13 Piec nr 6. Widoczne zarysowanie ściany wraz z częścią kładki obsługowej



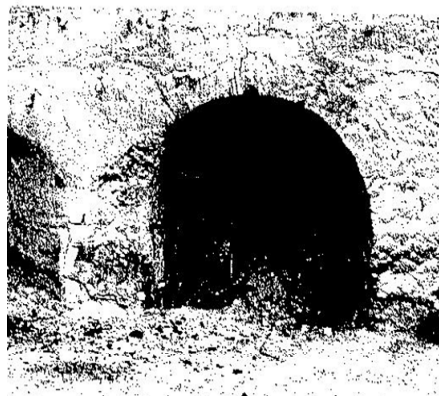
Fot. 5.14 Widok ogólny od południowego zachodu



Fot. 5.15 Widok ogólny od północy.
Za piecami silos wapna



Fot. 5.16 Piec nr 6.
Otwór wydobywczy w przyziemiu pieca



Fot. 5.17 Otwór wydobywczy
w przyziemiu pieca



Fot. 5.18 Piec nr 5. Fragment korony pieca. Widoczne pionowe spękania



Fot. 5.19 Piece 5, 6, 7. Widoczne liczne spękania płaszcza zewnętrznego oraz znaczne zawilgocenie budowli. Widok od strony północno- wschodniej



Fot. 5.20 Widok ogólny od strony południowo – zachodniej



Fot. 5.21 Piec nr 5, 6. Widok kładki obsługowej wraz ze zwieńczeniami pieców



Fot. 5.22 Piec nr 6. Zarysowany płaszcz zewnętrzny, widoczny wlot przewodu wentylacyjnego

Przedstawiono na zdjęciach zmiany stanu uszkodzeń - w ciągu ostatniego dziesięciolecia nieczynnych wapienników położonych wzdłuż torów w Gogolinie. Ma on już tylko historyczne znaczenie, ponieważ kilka z nich zawaliło się w wyniku niepodjętych na czas prac zabezpieczających. Teren po nich został wyrównany i czeka na nowego inwestora. Z tego zestawu pieców pozostały tylko trzy wapienniki, oczekujące na prace zabezpieczające a w przyszłości po zmianie funkcji na ponowne użytkowanie.

Rozdział VI

STAN GRANICZNY SPĘKANEGO PŁASZCZA PIECA

6.1 Wprowadzenie

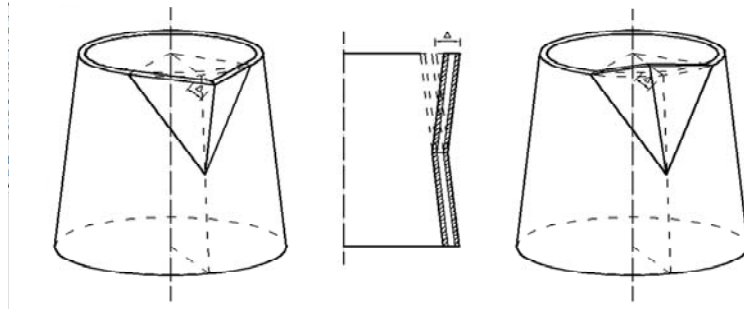
Podane poprzednio wyniki pomiarów spękania płaszczy pieców wapienników mogą być przydatne przy opracowaniu modelu obliczeniowego zabezpieczeń powłoki przed zniszczeniem. Mamy w tym przypadku do czynienia z prawie cylindryczną powłoką masywną, której zewnętrzne, ograniczające warstwy muru mury są rozdzielone środkową warstwą dosyć luźno powiązanego gruzu. W tej sytuacji stosunkowo prosty model stanu granicznego dla masywnego ciała cylindrycznego, wydaje się dosyć grubym przybliżeniem rzeczywistości. Ma jednak prostą interpretację mechaniczną, wynikającą z przyjęcia klasycznych założeń teorii stanów granicznych. Wymaga się w tym przypadku przyjęcia, iż na liniach poślizgu między klinami odłamu zarysowanej powłoki wystąpią jedynie siły tarcia suchego. Założenie to aczkolwiek proste nie ujmuje jednak wpływu lepkich poślizgów w miejscach spękania, gdzie w czasie opadów przepływają duże ilości wody najczęściej w zimie zamarzającej. Nic też dziwnego, iż do katastrof wapienników dochodziło najczęściej na wiosnę w wyniku lepkich poślizgów, które poprzedzały katastrofę.

Wyjściowym punktem rozważań jest idealizacja geometryczna linii załomów, tak aby na jej podstawie można było określić i ocenić rzeczywisty kształt klina odłamu. Warto zaznaczyć, iż może się on różnić od linii spękań, szczególnie w miejscu rozwarcia rysy. Następnym krokiem jest ustalenie szerokości powierzchni poślizgu oraz sił oporu suchego lub lepkiego, które wystąpią w miejscach zarysowania. Znając je możemy przystąpić do podania równań równowagi granicznej klina odłamu w konfiguracji odkształconej tuż przed zniszczeniem. Najczęściej w tym przypadku podajemy uproszczone równania równowagi odniesione do stanu wyjściowego. W równaniach tych występują różne parametry natury geometrycznej lub mechanicznej, a wśród nich mnożnik statyczny, który pozwala ocenić stopień zagrożenia, a wprost zapas bezpieczeństwa przed katastrofą. Zbudowanie tych równań, podanie ich rozwiązań wraz z analizą parametrów jest przedmiotem rozważań podanych w tym rozdziale.

6.2 Równowaga graniczna odspojonych płatów ścian

Analizować będziemy równowagę graniczną czterobocznego płata ściany. Zadanie to należy ogólnie do przestrzennych zadań mechaniki. Problemem jest tu wyznaczenie oddziaływań między krawędziami zarysowanego klina odłamu. W stykających się krawędziach klina odłamu występuje nie tylko składowa normalna do płaszczyzny zetknięcia, ale również styczna związana z tarciem suchym. Trudno jest również określić powierzchnie styku klina odłamu w rysie.

Przytoczone fakty decydują o przybliżonym modelu oddziaływań w krawędziach klina odłamu. W pierwszej kolejności zrezygnujemy ze sferyczności klina, traktując go w przybliżeniu jako element płaski. Kolejnym elementem jest ograniczenie powierzchni kontaktu klina odłamu tylko do jego podstawy. Zakładać też będziemy odchylenie klina od powierzchni ściany.



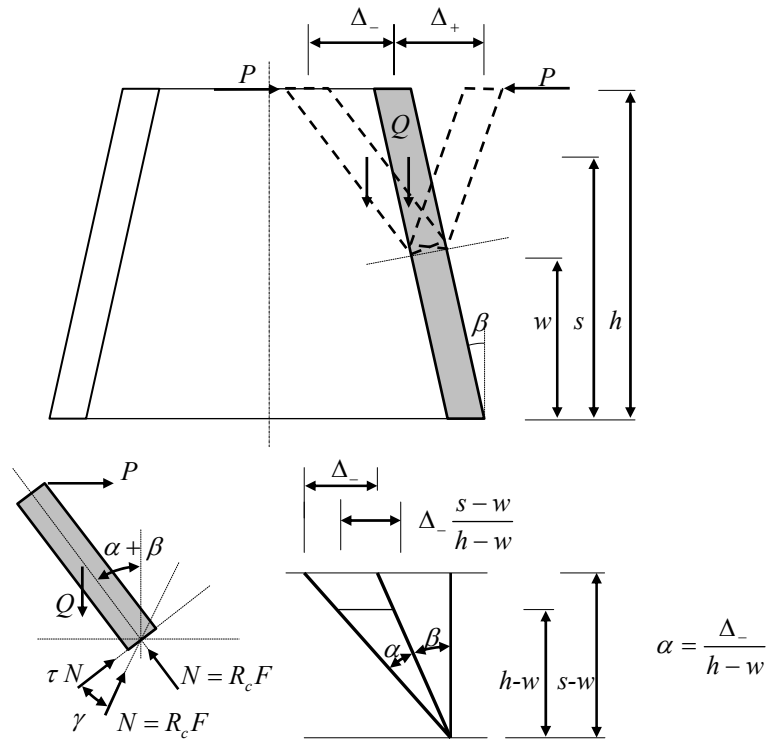
Rys. 6.1 Typowe kształty klinów odłamu

Podane typy kształtu klinów odłamu są układami samowznoważonymi o co najmniej 10 stopni swobody. Ruch wszystkich części płata określa kąt obrotu α .

Wtedy przemieszczenie siły Q wynosi $u = s \alpha = \Delta \frac{s-w}{h-w}$.

Podamy warunki równowagi granicznej dla szczególnej postaci klina odłamu, w którym pomijamy oddziaływania na bocznych krawędziach. Występuje wówczas tylko przekaz sił w ścięgu górnym P oraz ciężaru klina odłamu Q na podstawę klina odłamu. Rozważania przeprowadzimy dla znanej wartości odchylenia w płata odłamu w koronie.

Równania równowagi granicznej odłamu dotyczą poślizgów w płaszczyźnie jego podstawy, jej zmiążdżenia i obrotu płata odłamu względem środka tejże podstawy (na rys. 1 przekrój ten oznaczono A-A).



Rys. 6.2 Przemieszczenia pła odłamu i działające na niego siły

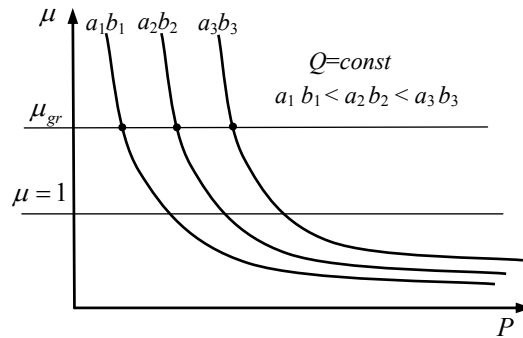
W dalszej części pracy rozważać będziemy tylko przemieszczenie odłamu w przypadku jego obrotu „do środka” wapiennika, tzn., kiedy $\Delta = \Delta_-$ wg rys. 6.2. Wówczas warunek równowagi granicznej momentów względem środka obrotu odłamu (punkt 0 w środku wysokości podstawy (rys. 6.2) prowadzi do równań

$$-\mu P(h-w) + Q \left[\Delta_- \frac{s-w}{h-w} + (s-w) \operatorname{tg} \beta \right] = 0 \rightarrow \mu = \frac{Q}{P} \frac{s-w}{h-w} \left(\frac{\Delta_-}{h-w} + \operatorname{tg} \beta \right) \quad (6.1)$$

przy czym $\mu \leq \mu_{gr}$,

gdzie: s – rzędna przyłożenia wypadkowej ciężaru Q licząc od podstawy wapiennika (rys. 1), μ_{gr} – wartość graniczna mnożnika μ warunkująca maksymalne obciążenie ściągu (rozpory). Obszary dopuszczalnych zmian mnożnika μ przedstawiono na rys. 6.2 wyprowadzając wielkości bezwymiarowe a i b

$$a = \frac{s-w}{h-w}, \quad b = \frac{\Delta_-}{h-w} + \operatorname{tg} \beta. \quad (6.2)$$

Rys. 6.3. Zależność μ od obciążenia P .

Z wykresów zmienności μ wynika, że w przypadku wzrostu wartości iloczynu wielkości bezwymiarowych ab i przy tym samym ciężarze odłamu powłoki Q siła P musi rosnać. Z warunków zerowania sumy rzutów sił na płaszczyznę środkową podstawy odłamu oraz na normalną do niej otrzymujemy nierówności określające dopuszczalne obciążenia

$$R_c F \geq Q \cos(\alpha + \beta) + \mu_2 P \sin(\alpha + \beta), \text{ przy czym } R_c F > Q \cos(\alpha + \beta), \quad (6.3)$$

$$k(1 - \omega) (R_c F) \geq Q \sin(\alpha + \beta) - \mu_3 P \cos(\alpha + \beta) \rightarrow \quad (6.4)$$

$$R_c F(k - k_0) \geq Q \sin(\alpha + \beta) - \mu_3 P \cos(\alpha + \beta) \quad \text{przy czym } k_0 = k\omega, \frac{d\omega}{dt} = f(c, \dots) \quad (6.5)$$

gdzie: R_c – wytrzymałość na ściskanie materiału ściany, F – pole podstawy odłamu w płaszczyźnie A-A (rys. 1), k – współczynnik tarcia powierzchni muru o powierzchnię muru, ω – bezwymiarowy parametr wyrażający w skali od zera do jeden spadek współczynnika tarcia k w wyniku możliwego wzrostu wilgotności c muru ściany.

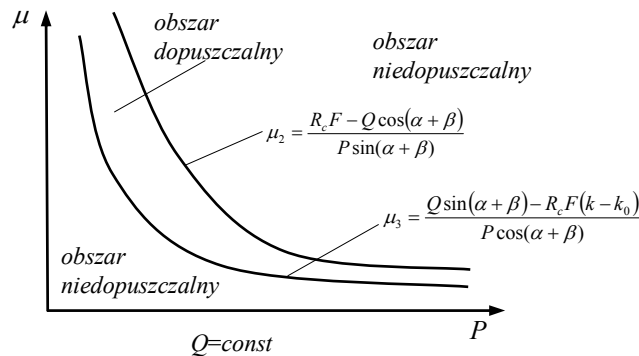
Z nierówności (6.4) wynika, że mnożnik statyczny μ_2 musi spełniać warunek

$$\mu_2 \leq \frac{R_c F - Q \cos(\alpha + \beta)}{P \sin(\alpha + \beta)}. \quad (6.6)$$

Z kolei z nierówności (6.5) wynika, że mnożnik μ_3 powinien spełniać ograniczenie

$$\mu_3 \geq \frac{Q \sin(\alpha + \beta) - R_c F(k - k_0)}{P \cos(\alpha + \beta)}. \quad (6.7)$$

Wobec tego obszar dopuszczalnych wartości mnożnika μ określony w funkcji P przy stałym ciężarze Q ma postać jak na rys. 6.3 i jest ograniczony krzywymi otrzymanymi z granicznych przypadków nierówności (6.6) i (6.7).



Rys. 6.4 Obszar dopuszczalnych wartości mnożnika μ w funkcji obciążenia P

Otrzymaliśmy tu układ nierówności określających równowagę graniczną odłamu ściany wapiennika, z których należy oszacować mnożnik obciążenia P .

Rozważania przedstawione powyżej dotyczyły przypadku, kiedy powierzchnia poślizgu pokrywa się z wektorem normalnym do powierzchni odłamu. Nie zawsze tak jednak zachodzi. W przypadku ogólnym powierzchnia poślizgu może być odchylna o kąt γ (rys.1) od normalnej do odłamu, co prowadzi do odpowiednich zmian warunków (6.4)-(6.5), tj.

$$R_c \frac{F}{\cos \gamma} \geq Q \cos(\alpha + \beta + \gamma) + \mu_2 P \sin(\alpha + \beta + \gamma), \quad (6.8)$$

$$(k - k_0) \left(R_c \frac{F}{\cos \gamma} \right) \geq Q \sin(\alpha + \beta + \gamma) - \mu_3 P \cos(\alpha + \beta + \gamma), \quad (6.9)$$

gdzie: $\gamma \in \left(0, \frac{\pi}{2} - \alpha - \beta \right]$.

Zauważmy, iż drugi z tych warunków wraz ze wzrostem kąta γ zawsze doprowadzi do stanu granicznego. Znając więc geometrię odłamu i jego ciężar Q oraz siłę w ściągu P możemy wyznaczyć graniczne odchylenie powierzchni poślizgu od normalnej, tj. kąt γ_{gr} . Wielkość ta z uwagi na niejednorodność powierzchni poślizgu jest istotnym parametrem przy ocenie stanu zniszczenia budowli masywnych.

W celu uproszczenia obliczeń można w powyższych wyrażeniach przyjąć, że γ i α są pomijalnie małe. Takie podejście może być uzasadnione przybliżonym ujęciem problemu, w którym geometria odłamu, czy też własności mechaniczne muru są najczęściej określane w przybliżeniu.

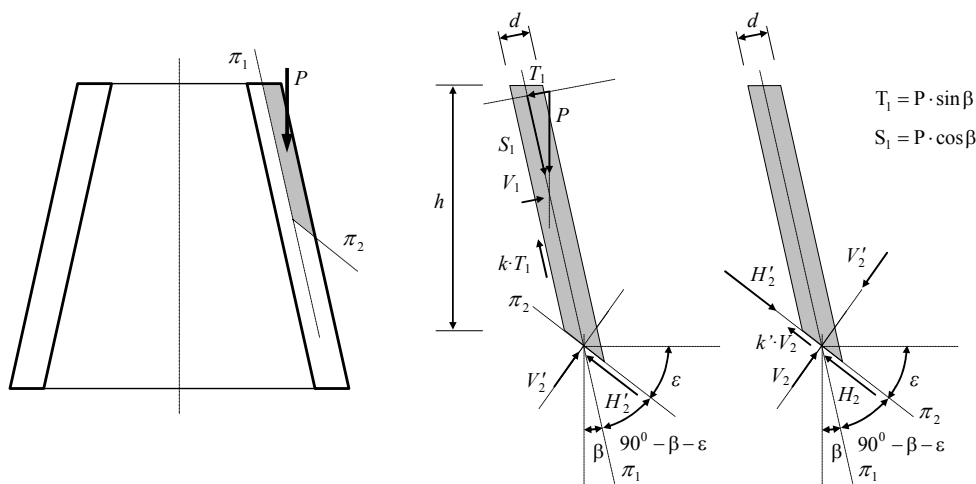
6.3 Równowaga graniczna odspojonej warstwy ściany

Rozważamy tu trzy mechanizmy zniszczenia – obrotu i poślizgów. Tymczasem warstwowa struktura płaszcza pieca dopuszcza kolejny mechanizm – rozwarstwienia. Jest on o tyle realny, iż wewnętrzna wykładzina, od zewnętrznej płaszcza, oddzielona jest warstwą środkową z luźniejszym powiązaniem kamieni. W tej warstwie najłatwiej przepływa woda z korony pieca, a w zimie zamarza wprowadzając dodatkowe naprężenia wewnętrzne. W efekcie odspojona zostaje warstwa zewnętrzna. Ten typ zniszczenia w przybliżeniu można uwzględnić modyfikując ciężar płyta odłamu oraz powierzchnię zgodnie z relacjami:

$$\bar{Q} \cong Q \frac{g}{R-r} \quad \text{oraz} \quad \bar{F} = F \frac{g}{R-r}, \quad (6.10)$$

gdzie g jest grubością odspojonej warstwy, a R i r zewnętrznym i wewnętrznym promieniem powłoki pieca w miejscu warstwy poślizgowej.

Równowagę tego płyta (rys. 6.3) będziemy obecnie analizować. W rozważaniach przyjmujemy, iż $h \gg d$ (rów. 6.3) co pozwala układ sił traktować jako zbieżne.



Rys. 6.5 Model procesu odspojenia warstwy

Warunki równowagi granicznej odspojonego płyta, czyli rzuty na kierunek stycznej i normalnej do powierzchni odspojenia π_1 , prowadzą do równań:

$$k \cdot T_1 - S_1 + V_2' \cdot \cos(\beta + \epsilon) + H_2' \cdot \sin(\beta + \epsilon) = 0 \quad (6.11)$$

przekształcając mamy

$$V_2' \cdot \cos(\beta + \epsilon) + H_2' \cdot \sin(\beta + \epsilon) = -k \cdot P \cdot \sin \beta + P \cdot \cos \beta \quad (6.12)$$

oraz

$$T_1 - V_2 = 0 \quad (6.13)$$

$$-V_2' \cdot \sin(\beta + \varepsilon) + H_2' \cdot \cos(\beta + \varepsilon) = 0 \quad (6.14)$$

Na podstawie równań 2 i 4 wyznaczamy siły nacisku V_2' i H_2' :

$$V_2' = P \cdot \cos(\beta + \varepsilon) [\cos(\beta) - k \cdot \sin(\beta)] \quad (6.15)$$

$$H_2' = P \cdot \sin(\beta + \varepsilon) [\cos(\beta) - k \cdot \sin(\beta)] \quad (6.16)$$

Siły te muszą być zrównoważone przez reakcje podstawy V_2 i H_2 . Wyznaczamy je z ograniczeń dla sił na kierunek styczny i normalny do powierzchni π_2

$$V_2' \leq V_2 \quad \text{gdzie} \quad V_2 = R_c \cdot F \quad (6.17)$$

$$H_2' \leq H_2 \quad \text{gdzie} \quad H_2 = k' \cdot (1 - \omega) \cdot V_2 \quad (6.18)$$

stąd

$$H_2' \leq k' \cdot (1 - \omega) \cdot V_2. \quad (6.19)$$

Jeżeli występują tylko siły tarcia w styku to

$$H_2' \leq k' \cdot (1 - \omega) \cdot V_2. \quad (6.20)$$

Przyjmując że $V_2' = V_2$ to $H_2' \leq k' \cdot (1 - \omega) \cdot V_2'$, czyli;

$$P \cdot \sin(\beta + \varepsilon) [\cos(\beta) - k \cdot \sin(\beta)] \leq k' \cdot (1 - \omega) \cdot P \cdot \cos(\beta + \varepsilon) [\cos(\beta) - k \cdot \sin(\beta)]. \quad (6.21)$$

a dalej

$$\tan(\beta + \varepsilon) \leq k' \cdot (1 - \omega). \quad (6.22)$$

Podane oszacowanie jest przybliżone, gdyż zakłada pełne przejście nacisku T_1 przez ukośną płaszczyznę ściany w której doszło do odspojenia. Podobnie trzeba założyć że $h \gg d$ ponieważ tylko wówczas siły działające w układzie można sprowadzić do zbieżnego układu sił. Istnieje jednak ograniczenie na kąt nachylenia płaszczyzny poślizgu β przy znanej wartości współczynnika tarcia k' oraz nachylenia ściany powłoki. Dodatkowo wartość tego współczynnika zmniejsza

zawilgocenie płaszczyzny poślizgu π_2 . W rozważaniach nie uwzględniono też – jak poprzednio – oddziaływań na bocznych krawędziach płata, czyli w rysach, których rozwarłość jest na ogół kilku centymetrowa.

6.4 Stan graniczny z uwzględnieniem lepkich poślizgów

Dotychczasowe rozważania uwzględniały jedynie sztywno – kruche mechanizmy zniszczenia. Tymczasem nieosłonięte i spękane mury pieców poddawane są penetracji wilgoci, szczególnie w zarysowaniach. Tam też powstaje cienki film cieczy na stykających się powierzchniach odłamu. W efekcie sztywny mechanizm zostaje zastąpiony lepko-plastycznym. Istotnie, długotrwałe zawilgocenie i przemiany fazowe prowadzą do powstania warstwy piasku, okruchów zaprawy i skał, które po nasyceniu mogą być lepko-plastyczną warstwą poślizgową.

Sztywny, tarciový mechanizm zniszczenia prowadzi do następującej zależności siły tnącej S od siły normalnej N .

$$\tau = \mu_0 \sigma \rightarrow \tau F = \mu_0 \sigma F \rightarrow S = \mu N \quad (6.23)$$

W przypadku zawilgocenia wartość współczynnika tarcia μ ulega zmniejszeniu w zależności od stopnia zawilgocenia ω , czyli:

Wyznaczymy z równania $\frac{d\omega}{dt} = f(c, \sigma, \dots)$

$$\mu_0 \rightarrow \mu_0(1 - \omega), \text{ gdzie } \omega = \omega(\dot{c}) \quad 0 \leq \omega \ll 1 \quad (6.24)$$

W tym przypadku zmianie ulegnie tylko trzecie równanie stanów granicznych związane z poślizgiem klina odłamu względem postawy.

Będzie:

$$\bar{\mu}_2 [(R_c F) + \mu_0(1 - \omega)(R_c F) \sin \xi] \geq Q \cos(\alpha + \beta) + P \sin(\alpha + \beta) \quad (6.25)$$

$$\bar{\mu}_3 \mu_0(1 - \omega)(R_c F) \cos \xi \geq Q \sin(\alpha + \beta) + P \cos(\alpha + \beta) = A \quad (6.26)$$

Z otrzymanego układu nierówności dla danych sił P i Q , kątów α i β oraz parametrów materiałowych można oszacować najniższy mnożnik graniczny $\min(\bar{\mu}_1, \bar{\mu}_2, \bar{\mu}_3)$, a tym samym oszacować stan zniszczenia powłoki pieca i zagrożenia awarią.

Przyjęty model obliczeń nie uwzględnia wprost lepkich poślizgów w podstawie klina odłamu, co wynika z trudności określenia zarówno lepkich właściwości warstwy poślizgowej, warunków kontaktu, czy też jego grubości.

Pewną wskazówką przy ocenie narastania zniszczeń i poślizgu lepkiego powinna być obserwacja w czasie narastania względnych przemieszczeń klina odłamu w stosunku do jego podstawy.

Przedkładając tu przybliżone rozważania mamy na uwadze zaproponowania prostego modelu szacowania stanu zniszczeń płaszczy pieców wapienniczych.

Problem komplikuje ponadto dosyć gęsta sieć zarysowań wynikająca z naprężeń termicznych i zniszczeń zawsze towarzyszącym procesom rozruchu i zaniku wypału wapna.

Wydaje się jednak, iż przedstawione rozważania pozwolą na wstępne oszacowanie potrzebnych sił w ściągu P oraz jego projektowanie.

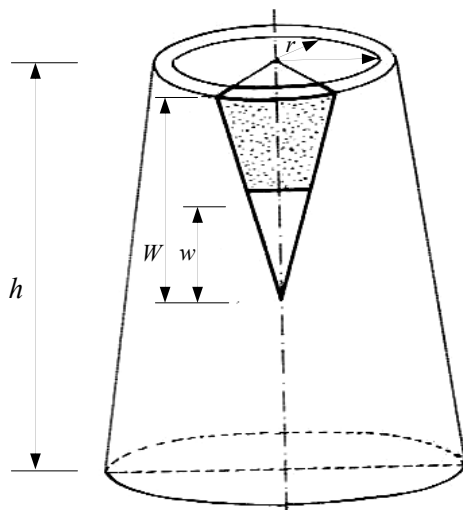
6.5 Siły działające na trapezowy klin odłamu pieca

Podane poprzednio rozważania mają ogólny charakter. Zastosujemy je teraz do opisu równowagi granicznej trapezowego klina odłamu.

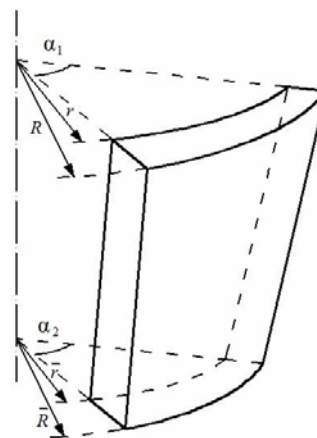
Analizować będziemy równowagę graniczną spękanego płaszcza, w którym wystąpi klin odłamu w formie trapezu. Jego przypadkami szczególnymi będą klin trójkątny i prostokątny.

Typowe postępowanie w tym przypadku polega na: wyznaczeniu ciężaru i środka ciężkości klina odłamu, założeniu warunków równowagi granicznej i sił jej towarzyszących. Przedstawimy je kolejno:

1. Wyznaczenie ciężaru klina odłamu



Rys. 6.6. Geometria spękanego płaszcza pieca



Rys. 6.7. Trapezowy klin odłamu

$$Q = \rho \cdot g \cdot \frac{1}{2} \left(\alpha_1 \frac{r + R}{2} + \alpha_2 \frac{\bar{r} + \bar{R}}{2} \right) \cdot (W - w) \cdot (R - r) \quad (6.27)$$

gdzie: α_1, α_2 – kąt podany w radianach,

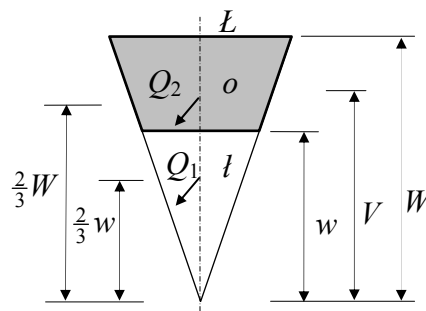
ρ – gęstość muru,

g – przyspieszenie ziemskie,
 ρg – ciężar jednostki objętości muru.

$$\bar{L} = \alpha_1 \frac{R+r}{2} = \frac{2\pi}{360^\circ} \cdot \alpha_1 \cdot \frac{R+r}{2} \quad (6.28)$$

$$\tau = \alpha_2 \frac{R+r}{2} = \frac{2\pi}{360^\circ} \cdot \alpha_2 \cdot \frac{\bar{R} + \bar{r}}{2} \quad (6.29)$$

2. Wyznaczenie środka ciężkości klina odłamu



Rys. 6.8. Środek ciężkości klina odłamu

Masy górnego i dolnego trójkąta wynoszą odpowiednio:

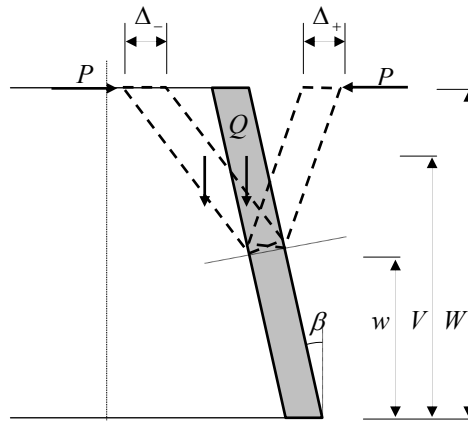
$$Q_1 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \tau \cdot w (\bar{R} - \bar{r}), \quad Q_2 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot L \cdot W (R - r), \quad Q = Q_2 - Q_1. \quad (6.30)$$

Środek ciężkości w odległości V wyznaczymy z relacji.

$$\frac{2}{3}W \cdot Q_2 - \frac{2}{3}w \cdot Q_1 = (Q_2 - Q_1) \cdot V, \quad (6.31)$$

$$V = \frac{1}{Q_2 - Q_1} \cdot \frac{2}{3} (W \cdot Q_2 - w \cdot Q_1).$$

3. Równowaga graniczna klina odłamu po wychyleniu na zewnątrz o wartość Δ_+ lub do środka o wartość Δ_- ;



Rys.6.9. Wychylenie klina odłamu

Przemieszczenie się środka ciężkości klina odłamu o wartość k_{\pm} w wyniku wychylenia o Δ .

$$k_{\pm} = \Delta_{\pm} \cdot \frac{V - w}{W - w}; \quad (6.32)$$

Równowaga graniczna – warunek momentów względem dolnego brzegu A.

$$\mu_1 \cdot P_+ (W - w) = Q \cdot k_+; \quad (6.33)$$

Warunek równowagi granicznej sił osiowych.

$$\mu_2 R_c \cdot F \geq Q \cos \alpha - P_+ \sin \alpha; \quad (6.34)$$

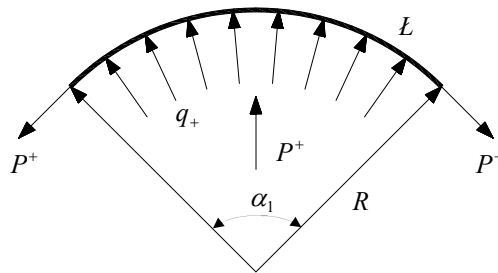
Poślizg na powierzchni F.

$$\mu_3 (Q \cos \alpha - P_+ \sin \alpha) \geq P_+ \cos \alpha + Q \sin \alpha; \quad (6.35)$$

Obliczenia zostaną powtórzone dla siły P_- , kiedy odłamek spada do wnętrza powłoki.

Z warunków 13-15 należy wyliczyć min. mnożniki kinematyczne $\{\mu_1, \mu_2, \mu_3\}$.

4. Obliczenie sił w pierścieniu spinającym.



Rys. 6.10. Układ sił w pierścieniu pieca

Obciążenie q działające na obręcz $q_+ = \frac{P_+}{L}$; wyznaczmy traktując obręcz jako wiotki pręt rozciągany siłą osiową p_+ w obręczy. Obciążenie to wynosi:

$$\frac{p_+}{R} = q_+ \quad \text{stąd} \quad p_+ = q_+ \cdot R. \quad (6.36)$$

Pole przekroju poprzecznego obręczy S wynosi:

$$S = \frac{p_+}{\sigma_{DOP}}. \quad (6.37)$$

Rozważania te mają ogólny charakter, odnoszący się do każdego klina odłamu. W dalszych rozważaniach będziemy korzystali z podanych wzorów w obliczeniach szczegółowych.

6.6 Wyznaczenie ciężaru klina odłamu w piecu numer 3

Podane poprzednio rozważania ogólne zastosujemy do wyznaczenia sił w przypadku pieca nr 3.

Korzystamy tu z podanych poprzednio (pkt. 6) wzorów.

$$Q = \rho \cdot g \cdot \frac{1}{2} \left(\alpha_1 \frac{r + R}{2} + \alpha_2 \frac{\bar{r} + \bar{R}}{2} \right) \cdot (W - w) \cdot (R - r) \quad (6.38)$$

gdzie: α_1, α_2 – kąt podany w radianach,

ρ – gęstość muru,

g – przyspieszenie ziemskie,

ρg – ciężar jednostki objętości muru.

$$L = \alpha_1 \frac{R+r}{2} = \frac{2\pi}{360^\circ} \cdot \alpha_1 \cdot \frac{R+r}{2} \quad (6.39)$$

$$\tau = \alpha_2 \frac{\bar{R} + \bar{r}}{2} = \frac{2\pi}{360^\circ} \cdot \alpha_2 \cdot \frac{R+r}{2} \quad (6.40)$$

$$Q = \rho \cdot g \cdot \frac{1}{2} (L + \tau) \cdot (W - w) \cdot (R - r) \quad (6.41)$$

$$L = \frac{2\pi}{360^\circ} \alpha_1 \frac{R+r}{2} = \frac{2\pi}{360^\circ} \cdot 94^\circ \cdot \frac{4.1+3.6}{2} = 6.31 \text{ m}$$

$$\tau = \frac{2\pi}{360^\circ} \cdot 51^\circ 18' \cdot \frac{4.1+3.6}{2} = 3.44 \text{ m}$$

$$Q = 22 \cdot \frac{1}{2} (6.31 + 3.44) \cdot (7.36 - 4) \cdot (4.1 - 3.6)$$

$$Q = 179.98 \text{ kN.}$$

Wyznaczenie środka ciężkości klina odłamu

W wyniku klasycznego postępowania określimy położenie środka ciężkości klina odłamu.

- Masa klina odłamu
- Masa małego trójkąta.

$$Q_1 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \tau \cdot w(R - r),$$

$$Q_1 = \frac{1}{2} \cdot 22 \cdot 3.44 \cdot 4(4.1 - 3.6),$$

$$Q_1 = 75.44 \text{ kN}$$

- Masa dużego trójkąta określającego klin odłamu.

$$Q_2 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot L \cdot W(R - r),$$

$$Q_2 = \frac{1}{2} \cdot 22 \cdot 6.31 \cdot 7.36(4.1 - 3.6),$$

$$Q_2 = 255.42 \text{ kN}$$

- Masa całego klina odłamu.

$$Q = Q_1 + Q_2 = 255.42 - 75.44 = 179.98 \text{ kN}$$

- Środek ciężko klina odłamu w odległości V wyznaczam z relacji:

$$\frac{2}{3}W \cdot Q_2 - \frac{2}{3}w \cdot Q_1 = (Q_2 - Q_1)V$$

$$V = \frac{1}{Q_2 - Q_1} \cdot \frac{2}{3} \cdot (WQ_2 - wQ_1)$$

$$V = \frac{1}{255.42 - 75.44} \cdot \frac{2}{3} \cdot (7.36 \cdot 255.42 - 4 \cdot 75.44)$$

$$V = 5.79 \text{ m.}$$

6.7 Analiza równowagi granicznej klina odłamu w piecu numer 3

Przedstawimy obecnie analizę sił i przemieszczeń występujących w równaniach równowagi granicznej, czyli równań momentów oraz sił występujących w płaszczyznach poślizgu. Przeliczymy w szczególności wpływ odchylenia klina odłamu na zewnątrz Δ_+ lub do wewnątrz pieca Δ_- .

Przemieszczenie się środka ciężkości o wartość k_+ , k_- .

$$k = \Delta \frac{V - w}{W - w}; \quad (6.42)$$

Powierzchnia poślizgu F

$$F = \frac{1}{360^\circ} \cdot \alpha_2 \cdot \pi(R^2 - r^2);$$

$$F = \frac{1}{360^\circ} \cdot 51^\circ 18' \cdot 3.14(4.1^2 - 3.6^2);$$

$$F = 1.72 \text{ m}^2$$

Wyznaczenie największej z wartości sił granicznych P_+ oraz P_- .

Obliczenie wartości siły granicznej P_+ oraz P_- odbędzie się najpierw przy założeniu, że mnożniki kinematyczne są znane i wynoszą $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = 1$.

Wyznaczenie największej wartości granicznej siły P_+ .

- Równowaga graniczna – warunek momentów względem dolnego brzegu A

$$\mu_1 \cdot P_+ (W - w) = Q \cdot k_+; \quad (6.43)$$

$$P_+ (7.36 - 4) = 179.98 \cdot \Delta_+ \cdot \frac{5.79 - 4}{7.36 - 4};$$

$$\Delta_+ = 0.035P_+$$

$$\Delta_+ = 0.035 \cdot 136.22 = 4,77m$$

- Warunek równowagi granicznych sił osiowych.

$$\mu_2 \cdot R_c \cdot F \geq Q \cos \alpha - P_+ \sin \alpha; \quad (6.44)$$

$$R_c \cdot 1.720 \geq 179.98 \cdot 0.99 - P_+ \cdot 0.137;$$

$$R_c = 104.639 - P_+ \cdot 0.0797;$$

$$R_c = 93.78 \text{ kN/m}^2;$$

- Poślizg na powierzchni F.

$$\mu_3(Q \cos \alpha - P_+ \sin \alpha) \geq P_+ \cos \alpha + Q \sin \alpha; \quad (6.45)$$

$$179.98 \cdot 0.99 - P_+ \cdot 0.137 = P_+ \cdot 0.99 + 179.98 \cdot 0.137;$$

$$P_+ = 136.22 \text{ kN};$$

- Przemieszczenie się środka ciężkości o wartość k_+ .

$$k_+ = \Delta_+ \cdot \frac{V - w}{W - w} = 4.771 \cdot \frac{5.79 - 4}{7.36 - 4} = 2.54 \text{ m}. \quad (6.46)$$

Wyznaczenie największej wartości siły granicznej P_- .

- Równowaga graniczna – warunek momentów względem dolnego brzegu A.

$$\mu_1 P_- (W - w) = Q \cdot k_-; \quad (6.47)$$

$$P_- (7.36 - 4) = 179.98 \cdot \Delta_- \cdot \frac{5.79 - 4}{7.36 - 4};$$

$$3.360P_- = 179.98 \cdot \Delta_- \cdot 0.533;$$

$$\Delta_- = -6.299 \text{ m}.$$

- Warunek równowagi granicznej sił osiowych.

$$\mu_2 \cdot R_c \cdot F \geq Q \cos \alpha + P_- \sin \alpha; \quad (6.48)$$

$$R_c \cdot 1.72 \geq 179.98 \cdot 0.99 + P_- \sin \alpha;$$

$$R_c = 90.29 \text{ kN/m}^2;$$

- Poślizg na powierzchni F.

$$\mu_3(Q \cos \alpha + P_- \sin \alpha) \geq -P_- \cos \alpha - Q \sin \alpha; \quad (6.49)$$

$$179.98 \cdot 0.99 + P_- \cdot 0.137 = -P_- \cdot 0.99 - 179.98 \cdot 0.137 ;$$

$$P_- = -179.98 \text{ kN};$$

- Przesunięcie się środka ciężkości do wnętrza pieca o wartość k_- .

$$k_- = \Delta_- \cdot \frac{V - w}{W - w} = -6.299 \cdot \frac{5.79 - 4}{7.36 - 4} = -3.35 \text{ m.} \quad (6.50)$$

Wyznaczenie największej z wartości sił granicznych P_+ oraz P_- .

Zakładam, że klin odłamu odchyli się na zewnątrz pieca o Δ_+ lub do środka o wartość $\tilde{\Delta}$. Przyjąłem do obliczeń minimalny mnożnik kinematyczny.

Wyznaczenie wartości granicznej siły P_+ .

- Wychylenie klina odłamu o $\Delta_+ = 0.1r$ - 0,1 promienia wewnętrznego pieca.

$$k_+ = \Delta_+ \cdot \frac{V - w}{W - w} = 0.1 \cdot 3.6 \cdot \frac{5.79 - 4}{7.36 - 4} = 0.19 \text{ m.} \quad (6.51)$$

- Równowaga graniczna – warunek momentów względem dolnego brzegu A.

$$\mu_1 \cdot P_+ (W - w) = Q \cdot k_+ \quad (6.52)$$

$$\mu_1 \cdot 136.22(7.36 - 4) = 179.98 \cdot 0.19;$$

$$\mu_1 = 0.074;$$

- Warunek równowagi granicznych sił osiowych.

$$\mu_2 \cdot R_c \cdot F \geq Q \cos \alpha - P_+ \sin \alpha; \quad (6.53)$$

$$\mu_2 \cdot 93.78 \cdot 1.72 = 179.98 \cdot 0.99 - 136.22 \cdot 0.137;$$

$$\mu_2 = 0.989;$$

- Poślizg na powierzchni F.

$$\mu_3(Q \cos \alpha - P_+ \sin \alpha) \geq P_+ \cos \alpha + Q \sin \alpha; \quad (6.54)$$

$$\mu_3(179.98 \cdot 0.99 - 136.22 \cdot 0.137) = 136.22 \cdot 0.99 + 179.98 \cdot 0.137;$$

$$\mu_3 = 1;$$

- Odchylenia klina odłamu o wartość $\Delta_+ = 0.2r$
- Przesunięcie się środka ciężkości o wartość k_+ .

$$\Delta_+ = 0.2r = 0.2 \cdot 3.6 = 0.72 \text{ m.}$$

$$k_+ = \Delta_+ \frac{V - w}{W - w} = 0.72 \cdot \frac{5.79 - 4}{7.36 - 4} = 0.38 \text{ m.} \quad (6.55)$$

- Równowaga graniczna – warunek momentów względem dolnego brzegu A.

$$\mu_1 \cdot P_+ (W - w) = Q \cdot k_+; \quad (6.56)$$

$$0.074 \cdot P_+ (7.36 - 4) = 179.98 \cdot 0.38;$$

$$P_+ = 273.57 \text{ kN.}$$

- Warunek równowagi granicznych sił osiowych.

$$\mu_2 \cdot R_c \cdot F \geq Q \cos \alpha - P_+ \sin \alpha; \quad (6.57)$$

$$0.998 \cdot R_c \cdot 1.72 = 179.98 \cdot 0.99 - 273.57 \cdot 0.137;$$

$$R_c = 81.80 \text{ kN/m}^2.$$

- Poślizg na powierzchni F.

$$\mu_3 (Q \cos \alpha - P_+ \sin \alpha) \geq P_+ \cos \alpha + Q \sin \alpha; \quad (6.58)$$

$$\mu_3 (179.98 \cdot 0.99 - 273.57 \cdot 0.137) = 273.57 \cdot 0.99 + 179.98 \cdot 0.137;$$

$$\mu_3 = 2.1;$$

- Klin odłamu odchyła się o wartość $\Delta_+ = 0.3r$.

$$\Delta_+ = 0.3r = 0.3 \cdot 3.6 = 1.08 \text{ m.}$$

$$k_+ = \Delta_+ \frac{V - w}{W - w} = 1.08 \cdot \frac{5.79 - 4}{7.36 - 4} = 0.58 \text{ m.} \quad (6.59)$$

- Równowaga graniczna – warunek momentów względem dolnego brzegu A.

$$\mu_1 \cdot P_+ (W - w) = Q \cdot k_+; \quad (6.60)$$

$$0.074 P_+ (7.36 - 4) = 179.98 \cdot 0.58;$$

$$P_+ = 417.55 \text{ kN.}$$

- Warunek równowagi granicznych sił osiowych.

$$\mu_2 \cdot R_c \cdot F \geq Q \cos \alpha - P + \sin \alpha; \quad (6.61)$$

$$0.998 \cdot R_c \cdot 1.72 = 179.98 \cdot 0.99 - 417.55 \cdot 0.137;$$

$$R_c = 71.38 \text{ kN/m}^2$$

- Poślizg na powierzchni F.

$$\mu_3(Q \cos \alpha - P + \sin \alpha) \geq P + \cos \alpha + Q \sin \alpha; \quad (6.62)$$

$$\mu_3(179.98 \cdot 0.99 - 417.55 \cdot 0.137) = 417.55 \cdot 0.99 + 179.98 \cdot 0.137;$$

$$\mu_3 = 3.62;$$

Wyznaczenie wartości granicznej siły P.

- Wychylenie klina odłamu do wnętrza pieca o $\Delta = -0.1r$.

$$k_- = \Delta \cdot \frac{V - w}{W - w} = -0.1 \cdot 3.6 \frac{5.79 - 4}{7.36 - 4} = -0.19 \text{ m}. \quad (6.63)$$

- Równowaga graniczna – warunek momentów względem dolnego brzegu A.

$$\mu_1 \cdot P \cdot (W - w) = Q \cdot k_-; \quad (6.64)$$

$$\mu_1 \cdot (-179.98) \cdot (7.36 - 4) = 179.98 \cdot (-0.19);$$

$$\mu_1 = 0.056.$$

- Warunek równowagi granicznych sił osiowych.

$$\mu_2 \cdot R_c \cdot F \geq Q \cos \alpha + P - \sin \alpha; \quad (6.65)$$

$$\mu_2 \cdot 90.29 \cdot 1.72 = 179.98 \cdot 0.99 - 179.98 \cdot 0.137;$$

$$\mu_2 = 1.31.$$

- Poślizg na powierzchni F.

$$\mu_3(Q \cos \alpha + P - \sin \alpha) \geq -P - \cos \alpha - Q \sin \alpha; \quad (6.66)$$

$$\mu_3(179.98 \cdot 0.99 - 179.98 \cdot 0.137) = 179.98 \cdot 0.99 - 179.98 \cdot 0.137);$$

$$\mu_3 = 1.$$

- Odchylenie klina odłamu o wartość $\Delta = -0.2r$.

$$\Delta_- = -0.2 \cdot 3.6 = -0.72 \text{ m.}$$

$$k_- = \Delta_- \cdot \frac{V - w}{W - w} = -0.72 \cdot \frac{5.79 - 4}{7.36 - 4} = -0.38 \text{ m.}$$

(6.67)

- Równowaga graniczna – warunek momentów względem dolnego brzegu A.

$$\mu_1 \cdot P_- (W - w) = Q \cdot k_-; \quad (6.68)$$

$$0.056 P_- (7.36 - 4) = 179.98 \cdot (-0.38);$$

$$P_- = -363.78 \text{ kN.}$$

- Warunek równowagi granicznej sił osiowych.

$$\mu_2 R_c \cdot F \geq Q \cos \alpha + P_- \sin \alpha; \quad (6.69)$$

$$1.31 \cdot R_c \cdot 1.72 = 179.98 \cdot 0.99 - 363.78 \cdot 0.137;$$

$$R_c = 57.04 \text{ kN/m}^2.$$

- Poślizg na powierzchni F.

$$\mu_3 \cdot (Q \cos \alpha + P_- \sin \alpha) \geq -P_- \cos \alpha - Q \sin \alpha; \quad (6.70)$$

$$\mu_3 (179.98 \cdot 0.99 - 363.78 \cdot 0.137) = 363.78 \cdot 0.99 - 179.98 \cdot 0.137;$$

$$\mu_3 = 2.61.$$

- Klin odłamu odchyła się o wartość $\Delta_- = -0.3r$.

$$\Delta_- = -0.3r = -0.3 \cdot 3.6 = -1.08 \text{ m.}$$

$$k_- = \Delta_- \cdot \frac{V - w}{W - w} = -1.08 \cdot \frac{5.79 - 4}{7.36 - 4} = -0.58 \text{ m.} \quad (6.71)$$

- Równowaga graniczna – warunek momentów względem dolnego brzegu A.

$$\mu_1 \cdot P_- (W - w) = Q \cdot k_-; \quad (6.72)$$

$$0.056 \cdot P_- (7.36 - 4) = 179.98 \cdot (-0.58);$$

$$P_- = 555.26 \text{ kN.}$$

- Warunek równowagi granicznej sił osiowych.

$$\mu_2 \cdot R_c \cdot F \geq Q \cos \alpha + P - \sin \alpha; \quad (6.73)$$

$$1.31 \cdot R_c \cdot 1.72 = 179.98 \cdot 0.99 - 555.26 \cdot 0.137;$$

$$R_c = 45.38 \text{ kN/m}^2.$$

- Poślizg na powierzchni F

$$\mu_3 \cdot (Q \cos \alpha + P - \sin \alpha) \geq -P - \cos \alpha - Q \sin \alpha; \quad (6.74)$$

$$\mu_3 \cdot (179.98 \cdot 0.99 - 555.26 \cdot 0.137) = 555.26 \cdot 0.99 - 179.98 \cdot 0.137;$$

$$\mu_3 = 5.14.$$

6.8 Obliczenie sił w pierścieniu ochronnym pieca

Na podstawie przeprowadzonej poprzednio analizy mechanizmów zniszczenia pieca nr 3 istnieje możliwość zaprojektowania ściągów z blachy, które zapewnią stabilność splekanego płaszcza pieca. Jest to też końcowy rezultat rozważań przeprowadzonych w tym rozdziale.

Obliczenie siły niszczącej p^+ dla granicznej siły P_+ .

$$q_+ = \frac{P_+}{L} = \frac{136.22}{6.31} = 21.59 \text{ kN/m.}$$

$$p^+ = q_+ \cdot R = 21.59 \cdot 4.1 = 88.52 \text{ kN.}$$

Siła niszcząca p^+ pomnożona przez mnożnik $\mu = 3 \div 4$ uwzględniający losowy charakter zniszczeń. W związku z tym $p^+ = 88.52 \cdot 4 = 354.08 \text{ kN}$.

- Obliczenie pola przekroju poprzecznego obręczy.

Do obliczeń przyjęto stal St3 o granicy plastyczności $R_e = 220 \text{ MPa}$.

$$S = \frac{p^+}{\sigma_{DOP}}; \quad (6.75)$$

S – pole przekroju poprzecznego obręczy,

p^+ – siła niszcząca,

σ_{DOP} – naprężenia dopuszczalne na rozciąganie,

$$\sigma_{DOP} = \frac{Q_r}{x_w}; \quad (6.76)$$

gdzie: Q_r – granica plastyczności, x_w – współczynnik bezpieczeństwa w odniesieniu do granicy plastyczności,

$$\sigma_{DOP} = \frac{Q_r}{x_w} = \frac{220}{1.2} = 183.33 \text{ MPa.}$$

$$S = \frac{P^+}{\sigma_{DOP}} = \frac{354.08}{183.33} = 193 \text{ mm}^2.$$

Ze względów technologicznych przyjęto $S = 200 \text{ mm}^2$ oraz z uwagi na zastosowanie obręczy płaskiej należy przyjąć szerokość minimalną obręczy równą 100 mm, grubość blachy $g > 2 \text{ mm}$. Przyjęto 4 mm.

Obliczenie niszczącej siły p^+ ze względu na odchylenie klina odłamu o wartość $\Delta_+ = 0.3r$ na zewnątrz pieca.

$$\Delta^+ = 0.3 \cdot 3.6 = 1.08 \text{ m.}$$

$$q_+ = \frac{P_+}{L} = \frac{417.55}{6.31} = 66.17 \text{ kN/m.}$$

$$p^+ = q_+ \cdot R = 66.17 \cdot 4.1 = 217.30 \text{ kN.}$$

Siła niszcząca p^+ pomnożona przez mnożnik $\mu = 3 \div 4$ uwzględniający losowy charakter zniszczeń. W związku z tym $p^+ = 217.30 \cdot 4 = 869.20 \text{ kN}$.

- Obliczenie pola powierzchni przekroju poprzecznego obręczy.
Do obliczeń przyjęto stal St3 o granicy plastyczności o $R_e = 220 \text{ MPa}$.

$$S = \frac{p^+}{\sigma_{DOP}}; \quad (6.77)$$

S – pole przekroju poprzecznego obręczy,
 p^+ – siła niszcząca,
 σ_{DOP} – naprężenia dopuszczalne na rozciąganie,

$$\sigma_{DOP} = \frac{Q_r}{x_w}; \quad (6.78)$$

Q_r – granica plastyczności,
 x_w – współczynnik bezpieczeństwa w odniesieniu do granicy plastyczności,

$$\sigma_{DOP} = \frac{220}{1.2} = 183.33 \text{ Mpa.}$$

$$S = \frac{p^+}{\sigma_{DOP}} = \frac{869.20}{183.33} = 474 \text{ mm}^2.$$

Ze względów technologicznych przyjęto pole przekroju poprzecznego obręczy równe 500 mm^2 . Z uwagi na zastosowanie obręczy płaskiej przyjęto szerokość

minimalną obejmy równą 100 mm, grubość blachy $g > 5$ mm. Ostatecznie przyjęto opaskę 100 x 10 mm.

Podsumowanie

Przedstawiony w tym rozdziale model szacowania stanów granicznych płytów poślizgu zarysowanych ścian jest wstępnym ujęciem problemu, zakładającym m.in. jednowymiarowość płyta poślizgu oraz pomijanie oddziaływań w bocznych krawędziach płyta. Mimo tych ograniczeń stanowi on wstępną propozycję szacowania sił w klinach odłamu oraz w ściągach.

Można więc stwierdzić, że:

- podane metody obliczania stanów granicznych spękanych pieców wapienniczych pozwalają szacować ich stan uszkodzeń,
- określono siły występujące w obręczach pieca w zależności od stopnia rozwarcia rys i wychylenia bryły odłamu spękanego płaszcza. Siły te określono w formie parametrycznej zależnej od odchylenia Δ/r .
- oszacowano siły w obręczach a następnie wyznaczono wymiary geometryczne obręczy (100 mm. szeroki pas blachy o grubości 2 – 5 mm.).

Podany sposób postępowania po udoskonaleniach powinien zastąpić dotychczasowe, przybliżone ustalenia inżynierskie oceniające bezpieczeństwo obiektu. Trzeba zauważyć, iż takie nieprecyzyjne ustalenia są dotychczas powszechnie stosowane w opiniach technicznych.

Rozdział VII

ZABEZPIECZENIA ZABYTKOWYCH PIECÓW

7.1 Przykłady rewitalizacji pieców

Zabytkowe wapienniki za zakończeniu eksploatacji najczęściej niszczonej pozostawione bez opieki konserwatora. Dochodzi jednak coraz częściej, przy zmianie ich funkcji, do ponownego użytkowania. Najbliższe wapiennikom podopolskim są udane adaptacje zabytkowego wapiennika w Stroniu Śląskim na ciekawy obiekt pracy twórczej i muzeum. Prace remontowe i adaptacyjne przeprowadził w latach 1987 – 95 dr Rybczyński emerytowany profesor ASP w Poznaniu. W wyniku jego działań zdewastowany, stary piec wapienniczy stał się niezwykle atrakcją turystyczną Ziemi Kłodzkiej. W tym przypadku wnętrza posłużyły do urządzenia nie tylko oryginalnej kawiarni o niepowtarzalnym nastroju, ale również otwartej pracowni artystycznej grafiki i poligrafii.



Fot. 7.1 Opuszczony wapiennik w Stroniu

Jeżeli porównać wyjściowy stan wapiennika z końca ubiegłego wieku z obecnymi wnętrzami kawiarni, pracowni plastycznych czy wreszcie z salami muzealnymi to trudno nie być zachwycony wyobraźnią, pomysłowością i kreatywnością artystyczną profesora Rybczyńskiego. Stworzył on niewątpliwie

oryginalny obiekt, narzucając mu zgoła nieprawdopodobną funkcję. Zabytki techniki ogólnie tracą na rewitalizacji, w tym przypadku mamy do czynienia wręcz z odwrotnym zjawiskiem- dlatego szczególnie należy polecić władzom Gogolina. Bardziej zachowawczy charakter posiada rewitalizacja pieca wapienniczego usytuowanego przy drodze z Jawornika (CR) do przejścia granicznego w Lutyni k. Łądka Zdroju. W tym przypadku czescy konserwatorzy zrekonstruowali od dawna nieczynny piec, jako zabytek techniki na wolnym powietrzu. Szczególnie ten sposób rewitalizacji zabytku powinien być wzorem przy pracach zabezpieczających stan podopolskich wapienników lub ogólnie budowli niemieszkalnych wykonanych z kamienia.



Fot. 7.2 Wapiennik po pracach adaptacyjnych w 1978r.

7.2 Wapiennik Łaskawy Kamień w Stroniu Śląskim

Wapiennik został zaprojektowany przez znanego architekta berlińskiego K.F. Schinlela – jak twierdzi obecny właściciel zabytku prof. Rybczyński. Wapiennik jest okazałą budowlą na planie sześciokąta, który w chwili obecnej zachował pierwotny kształt przy gruntownej zmianie korony, na której urządzono częściowo zadaszony taras widokowy. W środku wprowadzono spiralne schody pozwalające przejść od pomieszczeń kawiarni usytuowanej w przyziemiu na taras widokowy. Na poszczególnych kondygnacjach urządzono ekspozycje dzieł sztuki. Obiekt jest nakryty stożkowym dachem, zaś odprowadzenie wody odbywa się przez zespół rynien i rur. Pomieszczenia warstwowe i wnętrza pieca to pracownie artystyczne

oraz galeria prof. Rybczyńskiego. Całość rozwiązania i urządzona we wnętrzu galeria zapewniają niepowtarzalną atmosferę miejscu, wokół której trudno przejść obojętnie. Nie bez znaczenia jest tu kontrast między surowością wnętrza przemysłowego pieca wapienniczego, a bogactwem form artystycznych w galerii autorskiej. Jest to rozwiązanie wzorcowe trudne do naśladowania.



Fot. 7.3 Otoczenie wapiennika Łaskawy Kamień



Fot. 7.4 Korona wapiennika po adaptacji na muzeum

Przedstawimy z kolei kilka podstawowych faktów historycznych dotyczących zabytku:

- 1820-50 zbudowany według projektu słynnego architekta niemieckiego Karla Friedricha Schinkla i z wykorzystaniem technologii opracowanej przez inżyniera brytyjskiego hrabiego Rumforda;
- 1914-78 obiekt ulega zniszczeniu i czynnej dewastacji;
- 1978 – obiekt podnoszony z ruin przez rodzinę artystów plastyków prof. Jacka M. Rybczyńskiego i Ernie Barbarę Rybczyńską;
- 1978 – obiekt przeznaczony na cele artystyczno – kulturalne stanowi miejsce spotkań artystów plastyków, literatów, muzyków i naukowców z Europy i świata.

W wyniku przeprowadzonej rewitalizacji uzyskaliśmy obiekt o fascynującym rodowodzie historycznym, aurze i klimacie wewnątrz i otoczenia. Od blisko 30 lat służy prężnemu budowaniu więzi międzyludzkich na fundamencie kultury i sztuki. Mieści pracownie artystyczne i literackie, stanowi siedzibę Stowarzyszenia Muzeum Wapiennik, enklawę ciszy i kontemplacji. Postrzegany jako wyjątkowo cenny dokument rozwoju przemysłu wapienniczego ubiegłego stulecia. Pięknie położony na terenie Śnieżnickiego Parku Krajobrazowego na pograniczu polsko – czeskim.



Fot. 7.5 Adaptacja komory wapiennika na kawiarnię



Fot. 7.6 Pracownia plastyczna



Fot. 7.7 Ogród japoński w otoczeniu wapiennika

Wapiennik Łaskawy Kamień wraz z przynależnym parkiem, ogrodem japońskim i pracowniami artystycznymi udostępniany jest do zwiedzania. Oferowana jest również możliwość spędzenia niezwykłych wakacji w Wapienniku.

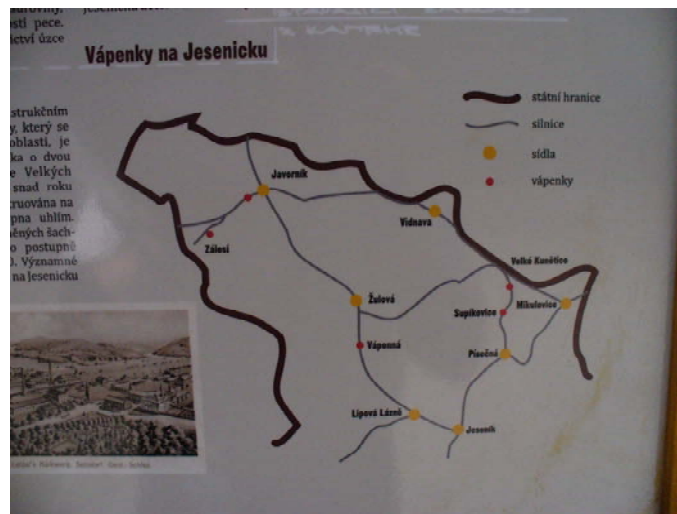
7.3 Vapenka Javornik

Przekształcony w 2006r. na obiekt muzealny, stary, niszczący wapiennik, a w zasadzie jego ruina, są dowodem bardzo dobrze przeprowadzonej rewitalizacji obiektów przemysłowych. Zabytek położony w lesie, przy drodze z Javornika do granicy w Lądku Zdroju stanowi wzbogacenie krajobrazu kulturowego Pogórza Sudeckiego. Podobnie jak w poprzednim przypadku, korona wapiennika została nakryta trwałym tarasem widokowym ograniczonym dyskretną balustradą. Uzyskano tu również taras z widokiem na otaczające góry. Zrewitalizowany obiekt stanowi również element powołanego u naszych sąsiadów zespołu: Vapenky na Jesenicku (Zalene, Jawornik, Vapenna Supikovice).



Fot. 7.8 Wapiennik w Javorniku jako obiekt zabytkowej techniki

Wapiennik wybudował w 1818r. Josef Meisner. W latach 1833 – 1847r. były one częścią kamieniołomów w Javorniku. W 1945r. został znacjonalizowany i przetrwał jako ruina do końca XX wieku. Piec ten należy do najstarszych wapienników na Morawach. Obok pieca znajduje się pełna informacja o historii wypału wapna na Pogórzu Sudeckim.



Fot. 7.9 Rozmieszczenie wapienników w Jeseníkach



Fot. 7.10 Wapienník w Jawornikach – przed pracami konserwatorskimi



Fot. 7.11 Wapiennik w trakcie odbudowy



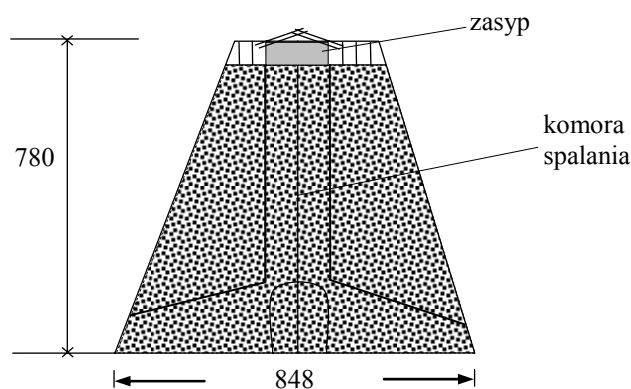
Fot. 7.12 Opuszczony wapiennik w Jesennikach

W wyniku przeprowadzonych prac:

- rekonstrukcji uległo całe wnętrze pieca zgodnie z przekazami historycznymi;
- wzmocniono zewnętrzny płaszcz pieca;

- wykonano naprawy i uzupełnienia korony pieca, a następnie pokryto ją płytą żelbetową;
- wykonano zadaszenia na obiekcie, które pozwala na wgląd wnętrza pieca;
- taras obramowano trwałym wieńcem, na którym postawiono balustradę.

Obiekt stanowi ciekawe uzupełnienie krajobrazu Jeseników o element zabytkowej techniki. Jest on dowodem eksploatacji złóż sudeckich surowców na cele przemysłowe już w XVIII wieku.



Rys. 7.1 Schemat wapiennika

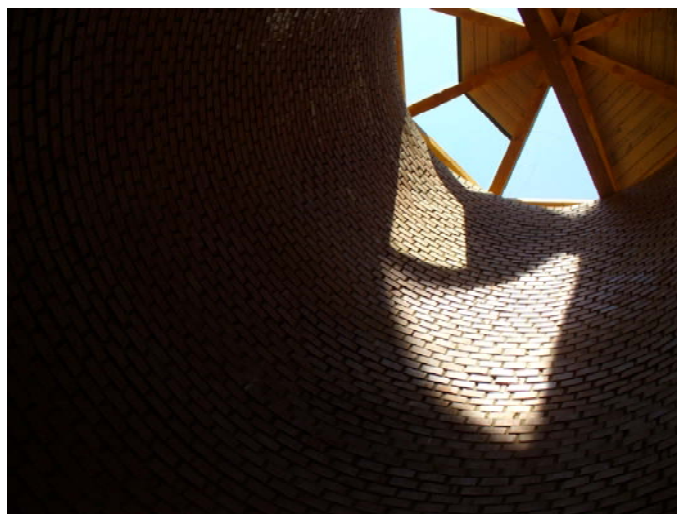
Przedstawione na kolejnych fotografiach detale rozwiązań konserwatorskich prowadzących do udostępnienia społeczności zabytkowej wapenki należy uznać za wzorowe w zakresie zachowawczej konserwacji. Odtworzono całą technologiczną część pieca wprowadzając wykładzinę z cegły klinkierowej z zachowaniem oryginalnych elementów technologicznych. Prosto rozwiązano problem górnego przekrycia pieca – wprowadzając przezroczysty dach ostrościenny.



Fot. 7.13a Detale otoczenia wapiennika



Fot. 7.13b Korona wapiennika



Fot. 7.14 Komora wypalania po adaptacji

Opisane w tym rozdziale udane przykłady rewitalizacji, napraw i adaptacji wapienników do nowej funkcji zabytku techniki czy też muzeum przedstawiliśmy z intencją wykorzystania ich jako wzorce przy ratowaniu podopolskich wapienników. Rozwiązania tu przedstawione mogą stanowić inspirację do poszukiwania nowych funkcji dla opuszczonych wapienników.

7.4 Warunki rewitalizacji wapienników opolskich

Gogolińskie piece wapiennicze będące zabytkiem architektury przemysłowej z uwagi na swoją wartość historyczną, naukową oraz znaczenie dla dziedzictwa kulturalnego, wymagają szerokiego spektrum zabiegów konserwatorsko-budowlanych podobnych do przedstawionych poprzednio rewitalizacji wapienników w Stroniu Śląskim oraz w Jaworniku.

Program tych zabiegów, którym należy poddać piece podopolskie powinien być poprzedzony konserwatorskim rozpoznaniem zabytku. Zmierzać będzie ono w kierunku zahamowania destrukcji budowli spowodowanej niekorzystnym działaniem czynników atmosferycznych oraz utrwalenia substancji zabytku.



Fot. 7.15 Modernizacja korony wapiennika i komory wypalania

Naturalnym zjawiskiem związanym z upływem czasu i zaprzestaniem eksploatacji oraz konserwacji tych obiektów oraz uwarunkowaniami środowiskowymi jest systematyczne niszczenie obiektów. Mechanizmy prowadzące do niszczenia obiektów są złożone, ponieważ występuje wiele nakładających się przyczyn, wyrażających się różnymi formami zużycia np. spękaniami mechanicznymi, korozji chemicznej czy destrukcji biologicznej.

Woda we wszystkich stanach skupienia (lód, para wodna, wilgoć) ma największy wpływ na kinetykę fizycznych i chemicznych procesów zniszczenia materiałów budowlanych.

Agresywność wody zwiększa się na skutek zanieczyszczenia powietrza, tzw. kwaśny deszcz, co jest charakterystycznym zjawiskiem we wszystkich aglomeracjach miejsko-przemysłowych. Zanieczyszczone środowisko sprzyja procesom korozji chemicznej.

Umownym, najbardziej uniwersalnym pojęciem odnoszącym się do w/w form niszczenia materiałów budowlanych jest korozja.

Okres trwałości obiektów budowlanych zależy od wielu różnych czynników, wśród których na szczególną uwagę zasługuje:

- jakość materiałów,
- sposoby deponowania tych materiałów,
- oddziaływanie czynników atmosferycznych, szczególnie wody,
- stan zanieczyszczenia środowiska.

W wielu przypadkach analiza przykładów zniszczeń obiektów budowlanych pozwala sprecyzować przyczyny ich zniszczeń i określić mechanizmy procesów destrukcyjnych.

Niewątpliwie jednym z dominujących czynników, stwarzającym dogodne warunki dla różnego typu procesów korozyjnych, jest obecność wody i zależności stanu jej skupienia od temperatury.

Na dekapitalizację techniczną oraz narastającą destrukcję powodującą zniszczenie lokalne obiektu mają wpływ następujące czynniki:

- utrata pierwotnej przydatności obiektu, czyli zaprzestanie eksploatacji pieców,
- warunki atmosferyczne czyli:
 - opady atmosferyczne powodujące zawilgocenie obiektów;
 - obecność w atmosferze szkodliwych substancji chemicznych,
 - mróz powodujący wzrost objętości obiektu o co najmniej 9 %
- pojawienie się i rozwój ognisk korozji,
- spadek wytrzymałości materiału ścian pieca,
- lokalne przeciążenia w wyniku zarysowań,
- ewentualne naprężenia dynamiczne powodowane przez drgania podłoża czy też wstrząsy,
- dewastacja obiektów,
- nieprawidłowo prowadzone prace inżyniersko-budowlane.

7.5 Zabezpieczenie pieców przed opadami atmosferycznymi

Zabezpieczenie obiektu przed destrukcyjnym wpływem opadów atmosferycznych jest pierwszym etapem proponowanych prac konserwatorsko-budowlanych po zrealizowaniu których można przystąpić do prac remontowych, przywracając poszczególnym elementom konstrukcyjnym walory użytkowe.

Ograniczenie kontaktu materiału budowlanego z wodą pochodzącą z opadów atmosferycznych oraz wyeliminowanie procesu zamakania wnętrza obiektu, odbywa się w formie zabezpieczenia tymczasowego lub trwałego w zależności od decyzji inwestycyjnej kwalifikującej obiekt do przyszłej funkcji.

Zabezpieczenie tymczasowe obejmuje budowle przeznaczone do późniejszego remontu, czy pełnej odbudowy. Przykładem zabezpieczenia tymczasowego jest wykorzystanie do przykrycia obiektu drewnianej płyty pulpitowej pokrytej papą. Krótkotrwałe, tymczasowe zabezpieczenie obiektu prowadzone przy założeniu minimalnego wykorzystania sił i środków nie ogranicza na ogół możliwości adaptacji obiektów do nowych funkcji.



Fot. 7.16 Modernizacja korony wapiennika i komory spalania

Zabezpieczenie baterii szybowych pieców wapienniczych „Dąbrowski” powinno być zakwalifikowano do zespołu działań zmierzających do trwałej stabilizacji substancji budowli. Modernizacji trwałej poddane zostaną elementy konstrukcji tj. zwieńczenie płaszczy zewnętrznych oraz korona cylindrycznych szybów wewnętrznych pieców.

Elementy konstrukcyjne należące do korony pieca powinny być poddane zabiegowi przemurowania na pięć warstw cegieł ułożonych na zaprawie wapienno – cementowej wraz z hydrofobizacją.

Elternatywnym rozwiązaniem konstrukcyjnym prowadzącym do wzmocnienia korony płaszcza zewnętrznego jest zastosowanie wieńca żelbetowego w miejsce proponowanego wcześniej rozwiązania w postaci przemurowania warstwy cegieł.

Odpowiednio przygotowane i utrwalone zwieńczenie pieca nr 5, którego podstawą jest okrąg przykryte zostanie płytą żelbetową pierścieniową o średnicy $\Phi = 8.0$ m. oraz grubości $d = 0.15$ m. Połączenie płyty z koroną nastąpi poprzez zastosowanie nierdzewnych kotwi. Zspolenie płyty pierścieniowej z koroną uzupełnione zostanie wypełnieniem bitumicznym izolacyjnym. Zabezpieczenie pieców nr 6 i 7 odbędzie się w sposób identyczny jak pieca nr 5. Piece nr 6 i 7 zbudowane są na podstawie sześcioboku w związku z tym zaprojektowana płyta będzie miała kształt sześcioboku o długości jednego z nich $H=3.40$ m. oraz grubości $d = 0.15$ m.

Uzupełnieniem wyżej opisanej modernizacji budowli jest zaprojektowanie systemu odprowadzającego wodę w postaci rynien oraz rur spustowych. Sposób przyjmowania z korony wody opadowej przez urządzenia odprowadzające daje możliwość wyboru systemu między systemem zewnętrznym składającym się z ozdobnych rzygaczy, rynien czy rur spustowych, a koszowym systemem wewnętrznym.

Proponowane zmiany konstrukcyjne sięgają w sposób znaczny w substancję zabytku. Wprowadzają nowy element, który to zmienia pierwotną formę obiektu. Zastosowanie w/w rozwiązania ma na celu ustabilizowanie oraz przygotowanie budowli do nowej funkcji użytkowej.

7.6 Modernizacja elementów konstrukcji

Prace remontowo – konserwatorskie obejmujące obiekt zabytkowy jakim jest bateria szybowych pieców wapienniczych „Dąbrowski” mają na celu przywrócenie stabilności obiektu poprzez zastosowanie zabiegów wzmacniających elementy konstrukcji. Osłabiona struktura materiału wymaga wzmocnienia stosując iniekcję wypełnienia do rozspojonych warstw. Kolejnym etapem modernizującym obiekt jest uzupełnienie i wprowadzenie w spoiny nowych elementów stalowych w postaci spinających taśm wykonanych z płaskowników, ściągów, elementów kotwiących.

Niezbędnym działaniem remontowo-konserwatorskim jest likwidacja wszelkich ognisk korozji powodowanej przez np. zawilgocenie elementów stalowych, drewnianych czy kamiennych, zagrzybienie na skutek zawilgocenia, porażenie materiału przez owady. Usunięcie zmian korozyjnych odbędzie się poprzez wymianę elementów, osuszenie zawilgoconych elementów konstrukcji, wprowadzenie środków izolujących obiekt przed niszczącym wpływem korozji.

Pracom remontowo-konserwatorskim poddane zostaną:

- fundamenty,
- płaszcze zewnętrzne,
- przypory wzmacniające,
- trzony wewnętrzne,
- otwory technologiczne,
- kładki obsługowe.

Modernizacja fundamentów.

Fundament pieca nr 5 oraz fundamenty pieców 6 i 7 wykonane zostały z tego samego materiału chociaż charakteryzują się nieco odmiennym kształtem, na podstawie którego zostały wzniesione.

Brak efektywnego systemu odprowadzania wód opadowych doprowadził do znacznego zawilgocenia materiału, czyli łamanego kamienia wapiennego na zaprawie wapiennej. Erozyjne działanie wód opadowych uszkodziło strukturę materiału. Na zły stan techniczny fundamentów olbrzymi wpływ miało zaprzestanie użytkowania obiektów oraz brak odpowiedniego zabezpieczenia budowli z chwilą wyłączenia ich z procesu produkcji.

Przystąpienie do prac mających na celu wzmocnienie fundamentów należy poprzedzić rozpoznaniem właściwości oraz zachowaniem się podłoża. Szczególną uwagę należy zwrócić czy nie doszło do zmian układu geologicznego, uplastycznienia podłoża gruntowego. Stwierdzenie braku właściwej wytrzymałości podłoża gruntowego, wymaga zastosowania do jego wzmocnienia metody mikropali lub np. pali Straussa.

Prawidłowo przeprowadzona renowacja muru w części fundamentowej wymaga orzeczenia technicznego, którego celem jest określenie stopnia uszkodzenia fundamentu, wyznaczenie stopnia zawilgocenia, oznaczenie występujących soli.

Stopień uszkodzenia fundamentów blokowych jest znaczny. Osłabienie muru w części fundamentowej objawiające się powstaniem rozspojień wzmocnione zostanie poprzez iniekcję mleczkiem wapienno – cementowym wypełniającym ubytki. Iniekt wprowadzony zostanie do rozszczelnień za pomocą metody ciśnieniowej, czyli przy wykorzystaniu agregatu sprężarkowego. Wzmocnienie strukturalne fundamentu oprócz zastosowania iniektu polegać będzie na przemurowaniu znacznych ubytków w substancji fundamentu oraz założeniu klamr ze stali walcowanej.

Niezwykle istotnym elementem w procesie modernizacji fundamentów jest oszacowanie stopnia zawilgocenia, który można określić mianem znacznego. Oględziny obiektu wraz z analizą dokumentacji źródłowej dotyczącej baterii pieców wapienniczych „Dąbrowski” nie wykazały obecności izolacji zabezpieczającej obiekt przed zawilgoceniem.

Przystąpienie do prac remontowo – renowacyjnych poprzedzone zostanie usunięciem istniejącego tynku oraz spoiny na głębokość 20 mm. Zatrzymanie podciągania kapilarnego można wykonać systemem marki DEITERMANN. Polegać to będzie na wykonaniu m.in. za pomocą iniekcji na powierzchnię muru materiału ADEXIN HS 2. Po wykonaniu poziomej blokady, która ogranicza kapilarne podciąganie wody, można nakładać na warstwie szczepnej, wykonanej z zaprawy CERINOLAS, dwuwarstwowy tynk renowacyjny.

Pierwszą warstwę tynku stanowi zaprawa CERINOL PG, a drugą zaprawa CERINOL SP. Minimalna łączna grubość tynku renowacyjnego nie może być mniejsza od 20 mm. Zakończenie prac renowacyjnych prowadzonych przy fundamentach odbędzie się poprzez nałożenie mineralnego tynku strukturalnego KALKOPERL.

Zabezpieczenie fundamentów przed destrukcyjnym działaniem wody wymagać będzie udroźnienia i odbudowy systemu drenażowego.

Stabilizacja zewnętrznych warstw pieca.

Płaszcze zewnętrzne szybowych pieców wapienniczych począwszy od poziomu posadowienia po zwieńczenie znajdują się w stanie daleko posuniętej dekapitalizacji technicznej. Wyłączenie pieców z procesu produkcji i brak zabezpieczenia przed wpływem atmosferycznym spowodował znaczne zawilgocenie zwieńczenia oraz wypełnienia wewnętrznego pieców. W efekcie doszło do trwałego zawilgocenia korony płaszców zewnętrznych, niszczone dodatkowo przez rozwijające się na murze rośliny. Działanie mrozu na zawilgocone elementy konstrukcji doprowadziło do przyrostu objętości pieca oraz znacznej degradacji struktury materiału. Rozpór powstały w wyniku przyrostu objętości pieca spowodował powstanie niebezpiecznych pęknięć płaszców zewnętrznych, zrywając stalowe taśmy ściąające budowlę.

Pierwszym etapem prac remontowych jest zabezpieczenie płaszców przed dalszym zawilgoceniem. Wstępny projekt prac modernizacyjnych zwieńczenia pieców przedstawiono w punkcie 8.1. niniejszego opracowania.

Modernizacja niestabilnej struktury materiałów płaszców zewnętrznych przeprowadzona zostanie w trzech etapach:

- określenie oraz obniżenie stopnia zawilgocenia,
- rekonstrukcja ubytków powstałych na skutek zarysowania płaszców zewnętrznych,
- założenie stalowych elementów kotwiących.

Stopień zawilgocenia płaszców wewnętrznych na poziomie posadowienia oraz w koronie pieców można określić mianem znacznego. Obniżenie stopnia zawilgocenia elementu konstrukcyjnego pieca w postaci płaszców zewnętrznych czyli jego osuszenie przeprowadzone zostanie przy wykorzystaniu metody absorpcyjnej.

W płaszczu zewnętrznym poszczególnego pieca należy nawiercić otwory o średnicy nie mniejszej niż 3 cm. oraz długości min. 25 cm. Do otworów wprowadza się materiał, który pochłania wilgoć z określonej powierzchni. Powierzchnia muru zewnętrznego pokryta zostanie preparatem ADEXIN HS 2 zabezpieczającym element przed pogłębiającym się zawilgoceniem.

Modernizacja płaszcza zewnętrznego każdego z pieców obejmie wzmocnienie strukturalne materiału poprzez iniekcję mleczka cementowo-wapiennego oraz rekonstrukcję wszelkich ubytków przy wykorzystaniu materiału pierwotnego.

Kolejnym etapem prowadzącym do ustabilizowania konstrukcji jest wprowadzenie elementów kotwiących wykonanych ze stali walcowanej. Zamontowanie ich odbędzie się w miejscach największych wyteżeń, spękań materiału. Istniejące ściągi stalowe zostaną wymienione na nowe, odpowiednio zabezpieczone przed erozyjnym działaniem warunków atmosferycznych. Każdy z pieców wyposażony zostanie w 7 sztuk taśm stalowych wykonanych z płaskowników 100 x 10 mm. napinanych spinkami w postaci śrub rzymskich. Taśmy rozmieszczone zostaną na całej wysokości pieca w rozstawie około 2 m. Zadaniem taśm ściągających jest przeciwdziałanie siłom, które doprowadzają do powstania pęknięć murów zewnętrznych.

Stabilizacja przypór wzmacniających.

Przypory wzmacniające występują jedynie w piecu nr 5, zbudowanym na podstawie okręgu. Jest ich 6 sztuk. Wzniesione zostały z materiału w postaci łamanego kamienia wapiennego na zaprawie wapiennej. Rozmieszczone są na całym obwodzie pieca w równej odległości. Posiadają niejednakową grubość zmniejszającą się wraz ze wzrostem wysokości pieca, do momentu wyrównania się przypory z płaszczem zewnętrznym, czyli ok. 2.0 m. od zwieńczenia pieca.

Przypory wzmacniające nie wykazują znacznego stopnia degradacji. Widoczne spękania wypełnione będą iniektem cementowo-wapiennym oraz fragmentarycznie wzmocnione zostaną poprzez zastosowanie elementów kotwiących ze stali

walcowanej. Wszelkie ubytki będą uzupełnione materiałem pierwotnym, czyli łamanym kamieniem wapiennym na zaprawie cementowo wapiennej.

Modernizacja trzonów wewnętrznych pieców.

Trzony wewnętrzne posiadają kształt cylindryczny, zbudowane są z łamanego kamienia wapiennego na zaprawie wapiennej wraz z wykładziną żaroodporną z cegły szamotowej na zaprawie szamotowej tworzą szyby wypalowe.

Trzony pieców z uwagi na długotrwałe narażenie na działanie warunków atmosferycznych uległy znacznej dekapitalizacji technicznej. Obserwuje się liczne pęknięcia, uszkodzenia oraz częściowe zawalenia. Opady atmosferyczne dokonały ogromnego zawilgocenia nie zabezpieczonego zwieńczenia szybów wypalowych.

Stan zawilgocenia pogłębiany jest przez kontakt muru trzonu wewnętrznego z zawilgoconym materiałem stanowiącym wypełnienie przestrzeni pomiędzy płaszczem zewnętrznym a trzonem wewnętrznym poszczególnego pieca. Działanie na mur wewnętrzny wypełnienia w postaci kamieni polnych, otoczków, gliny i piasku znajdującego się w stanie niespójnym doprowadziło do utraty stabilności trzonu wewnętrznego w części dolnej. W efekcie doszło do częściowego zawalenia. Wnętrza komór wypału, częściowo wypełnione są resztkami skamieniałych produktów wypalania oraz zawaliną.

Remont trzonów wewnętrznych pieców powinien zmierzać do zabezpieczenia niestabilnego wypełnienia przestrzeni pomiędzy murem zewnętrznym a wewnętrznym poprzez wprowadzenie w kierunku prostopadłym do poziomu posadowienia, równoległe do ściany szybu wypalowego pali bądź płyt wykonanych z betonu ze zbrojeniem w postaci włókien stalowych przestrzennie rozproszonych. Włóknisty dodatek ograniczy bądź wyeliminuje tworzenie się spękań plastycznych, wysychania i karbonizacji betonu. Zawartość w zawilgoconym wypełnieniu między murowym zanieczyszczeń w postaci soli, mogłaby w sposób destrukcyjny wpływać na wprowadzone do wnętrza elementy betonowe. Sól wnika w pory betonu i krystalizuje w nich. Proces krystalizacji powoduje rozrastanie się istniejących w „surowym” betonie mikroszczelin, czyli jego pękanie i łuszczenie się. Dodatek do betonu włókien i plastyfikatorów ograniczy niekorzystny proces.

Po zabezpieczeniu spójności wypełnienia oraz ograniczeniu wpływu na mury szybowe można przystąpić do prac oczyszczających wnętrza komór wypalowych. Elementy mocno zawilgocone należy poddać kompleksowemu osuszeniu poprzez np. zastosowanie termo-wentylatorów powodujących wymuszony przewiew gorącego i suchego powietrza. Zawilgocony trzon wewnętrzny dodatkowo można osuszyć, korzystając np. z metody termo iniekcji osuszania budynków, metody „termicznej” działającej w całej strukturze muru oraz metody „termofalowej” wykorzystującej promieniowanie mikrofalowe.

Metoda „termofalowa” jest niezwykle skuteczna w fazie obniżenia wilgoci przed iniekcją płynów hydrofobowych niezbędnych do wytworzenia blokady eliminującej kapilarne podciąganie wody.

Przyśpieszenie procesu osuszania następuje przy zastosowaniu tzw. metodę „absorpcji”, czyli wprowadzenia w nawiercone wcześniej otwory materiału chłonnego wilgoć. Materiałem tym może być np. węgiel drzewny.

Kolejnym zabiegiem remontowo-renowacyjnym jest uzupełnienie ubytków w ciągłości muru trzonu wewnętrznego wraz z odbudową wykładziny żaroodpornej.

Miejsca, w których doszło do powstania spękań, zostaną wzmocnione strukturalnie przy pomocy elementów kotwiących ze stali walcowanej. Zakończeniem renowacji jest usunięcie istniejącego tynku oraz spoiny na ok. 20 mm i założenie bezszwowej hydroizolacji oraz tynku strukturalnego.

Modernizacja otworów technologicznych.

Piece wapiennicze posiadają po trzy otwory wydobywcze rozmieszczone na trzech osiach, przesklepione kolebkowo, zlokalizowane w przyziemiu. W zależności od sposobu wzniesienia pieców na podstawie okręgu, czy sześcioboku posiadają:

- piec nr 5 zbudowany na podstawie okręgu, płytkie wnęki przesklepione łukami pełnymi w nich wloty kanałów wentylacyjnych, rozmieszczone na trzech osiach,
- piec nr 6 i 7 zbudowany na podstawie sześcioboku, płytkie wnęki przesklepione łukami pełnymi, rozmieszczone na sześciu osiach.

Otwory technologiczne wykazują duży stopień spękania, zawałone są resztkami skamieniałej produkcji.

Prace remontowe prowadzone przy otworach architektonicznych w zależności od stopnia ich uszkodzenia polegały najczęściej na zamurowaniu otworów cegłą pełną na zaprawie cementowej. Przedstawiony wyżej sposób zabezpieczenia zapewniał zatrzymanie postępującej destrukcji otworu technologicznego, chronił przed dostępem do obiektu wandalii. Trwałe zabezpieczenie otworów ogranicza możliwość rewitalizacji obiektu, prowadzi do dekapitalizacji technicznej elementów mających wpływ na stabilność konstrukcji oraz do utraty walorów zabytkowych budowli.

Modernizacja otworów wydobywczych obejmuje oczyszczenie z resztek skamieniałej produkcji, wymianę skorodowanych elementów kotwiących oraz wzmocnienie strukturalne przy szczególnym zwróceniu uwagi na specyfikę muru. Sklepienie kolebkowe wzmocnione zostanie poprzez iniekcję w rozszielone partie materiału mleczka cementowo-wapiennego. Wszelkie ubytki materiału zostaną uzupełnione.

W niniejszym projekcie nie proponuje się wzmocnienia muru zewnętrznego tynkiem strukturalnym z uwagi na próbę wyeksponowania oraz zachowania specyfiki muru budowli zabytkowej. Ekspozycja struktury muru, czyli materiał, z którego został zbudowany, sposób wiązania i wążku lica charakterystycznego dla epoki.

Modernizacja kładek w koronie pieców.

Wszystkie trzy piece w poziomie zwieńczenia połączone są kładkami obsługowymi. Konstrukcję kładek stanowią dwuteowniki I 200 ze stali walcowanej, na nich poprzecznie położone są drewniane belki 150 x 150 stanowiące pomost. Kładki z obu stron również korony pieców wyposażone były w zabezpieczenia w postaci poręczy ze stalowych lin o średnicy $\phi = 20$ mm wspartej na stalowych słupkach.

Wszystkie elementy wchodzące w skład kładki obsługowej zostaną wymienione z uwagi na znaczny stopień ich uszkodzenia. Kontakt elementów stalowych z zawilgoconą strukturą zwieńczenia pieców przyczynił się do powstania ognisk korozji, które doprowadziły do zniszczenia elementów. Rekonstrukcja kładek obsługowych odbędzie się z zachowaniem tych samych materiałów, czyli I 200 oraz drewnianych belek 150 x 150. Użyte materiały z uwagi na funkcjonowanie w niekorzystnych warunkach pokryte zostaną środkami chemicznymi, które zabezpieczą je przed wpływem środowiska. Bariierka składająca się z liny stalowej i słupków ze względu na przewidywane funkcjonowanie obiektu przy zmienionej formie zostanie zastąpiona przez elementy stalowe, o zwiększonym stopniu wytrzymałości oraz większej stabilności. Wyżej wymieniony element również zostanie pokryty materiałem zabezpieczającym przed korozją.

Rozdział VIII

ADAPTACJA PIECÓW DO NOWEJ FUNKCJI

Sposób użytkowania obiektów zabytkowych, a w szczególności konieczność znalezienia dla nich nowych, innych niż pierwotne funkcji przystających do potrzeb współczesnych jest jednym z trudniejszych do rozwiązania problemów występujących w dziedzinie ochrony zabytków techniki.

W ujęciu tradycyjnym zasad konserwacji, zabytki były częścią przeszłości, którą należy z wielką starannością przekazać przyszłym pokoleniom. Przyjęty pogląd minimalizowania jakiegokolwiek ingerencji w substancję zabytku, w szczególności szeregu zabiegów konserwatorskich uzasadnionych wyłącznie troską o przetrwanie obiektu. Pogląd ten jest obecnie stopniowo weryfikowany z uwagi na odbiegający od współczesnych uwarunkowań gospodarczych kraju.

Obecnie konserwator zabytków zgodnie ze zleconymi zadaniami, swoją wiedzą i doświadczeniem oraz działając w określonych uwarunkowaniach administracyjno-prawnych dąży przede wszystkim do maksymalnego zachowania w nienaruszonej formie i pierwotnej funkcji obiektu zabytkowego. Stara się za pomocą przyjętych w sztuce konserwatorskiej zabiegów minimalizować ingerencję w strukturze obiektu. Dopuszcza do realizowania adaptacji w taki sposób, aby obiekt był jak najmniej przekształcony.

Tymczasem większość prywatnych inwestorów jest zainteresowana wprowadzeniem zupełnie nowych funkcji użytkowych, przystosowaniem do współczesnych standardów, wreszcie minimalizowaniem nakładów i czerpaniem jak największych korzyści z nowej komercyjnej funkcji obiektu. Można oczywiście mieć wątpliwości, czy do zasad ochrony zabytków należy stosować reguły komercyjne, ale obserwacja nowych warunków wolnorynkowych każe zweryfikować wiele obowiązujących poglądów.

Należy podkreślić, że są to żądania z punktu widzenia rachunku finansowej opłacalności wykorzystania nieruchomości uzasadnione. Inaczej rzecz widzi konserwator, który musi zachowywać wartości kulturowe nie podlegające prostym regułom finansowej opłacalności.

Z uwagi na to, że zabytków w Polsce jest kilkadziesiąt tysięcy, a budżet państwa nie pokrywa realizacji najbardziej pilnych nawet „programów ratowniczych”, prywatni inwestorzy są jedyną szansą dla uratowania obiektu przed całkowitą zagładą.

Wynika stąd propozycja adaptacji podopolskich szybowych pieców wapienniczych do nowych współczesnych potrzeb. Powinna się ona odbyć przy spełnieniu następujących założeń:

- *określenia i maksymalnego wykorzystania funkcjonalnych walorów obiektów,*
- *zachowania pierwotnej, oryginalnej formy obiektu przy zmienionej funkcji.*

8.1 Funkcjonalne walory pieców wapienniczych

Z analizy zespołu pieców wapienniczych w Gogolinie wynika, że mają one następujące cechy:

- *specyficzny mikroklimat wysuszonej skały wapiennej charakterystyczny dla grot i jaskiń,*
- *duży pionowy ciąg powietrza,*
- *niewielkie wahania temperatury i wilgoci w cyklu rocznym,*
- *warunki magazynowe do wysokiego składowania.*

Biorąc pod uwagę walory funkcjonalne i łącząc je ze specyficznymi walorami zabytkowymi charakterystycznymi dla tych przemysłowych budowli historycznych oraz patrząc przez pryzmat regionalnego krajobrazu kulturowego a także techniki budownictwa dostajemy kilka możliwych propozycji zagospodarowania obiektów.

Natomiast celem przekształceń baterii szybowych pieców wapienniczych do nowej funkcji jest:

- *możliwość adaptacji budowli,*
- *z uwagi na wartość kulturową obiektu, próba zachowania dla potomnych jako świadectwa minionej epoki,*
- *zmiany funkcji, która pozwoli stać się baterii pieców wapienniczych nie tylko obiektem muzealnym, lecz również obiektem kreującym przez swą autentyczność nową świadomość oraz tożsamość regionalną.*

8.2 Nowe funkcje pieców

Zespół omawianych pieców wapienniczych można przekształcić lub zaadaptować do celów:

- *magazynowych,*
- *kulturalno-gastronomicznych z punktem widokowym na szczycie,*
- *lecniczych,*
- *usługowych i wytwórczych,*
- *muzealnych.*

Omówimy wstępnie każdą z wymienionych propozycji.

Przekształcenie pieców do celów magazynowych.

Minimalny program rewitalizacji oraz adaptacji obiektu do współczesnych potrzeb klasyfikowałby baterię szybowych pieców wapienniczych do pełnienia funkcji magazynowej. Korzystając z walorów użytkowych jakie daje do dyspozycji projektantowi bateria pieców, czyli:

- *duża objętość wewnętrzna poszczególnego pieca,*
- *panujące wewnątrz specyficzne warunki klimatyczne (niewielkie wahania temperatury w okresie lata i zimy oraz wilgotności),*
- *stała rotacja powietrza.*

Trzon wewnętrzny pieca po zamontowaniu w nim systemu lokowania materiału stałby się magazynem do wysokiego składowania. Wykorzystując

istniejące warunki mikroklimatyczne w odpowiednio przygotowanym magazynie można przechowywać produkty, które wymagają leżakowania właśnie w warunkach specyficznych np. wino.

Proponowane przekształcenie budowli realizowane poprzez wprowadzenie nowych materiałów w ilości minimalnej niezbędnej do przeprowadzenia napraw uszkodzeń, prac renowacyjno-budowlanych, wprowadzenia elementów zabezpieczających oraz wprowadzenie technologii niezbędnej przy magazynowaniu nie przyczyni się do pogorszenia stanu budowli m.in. poprzez naruszenie fizycznej równowagi obiektu. Zmiany zewnętrzne dokonane w substancji zabytku ograniczone zostaną do niezbędnej modernizacji, pozwoli to na zachowanie obiektu w pierwotnej formie.

Bateria szybowych pieców wapienniczych poddana proponowanej adaptacji oraz rewitalizacji nie ingerującej zbyt głęboko w substancję zabytku, pozwoli na zachowanie walorów zabytkowych oraz na funkcjonowanie w formie innej niż pierwotna.

Adaptacja korony obiektu do celów kulturalno gastronomicznych.

Bateria szybowych pieców wapienniczych „Dąbrowski” po wprowadzeniu zabezpieczenia korony każdego z trzech pieców płytą żelbetową oraz po dokonaniu rekonstrukcji kładek obsługowych i ich zamontowaniu, tworzą dużą powierzchnię.

Platforma widokowa umiejscowiona w zwieńczeniu pieców, utworzona przez połączenie każdego z trzech pieców kładką obsługową stwarza możliwości do przekształcenia pieców w atrakcyjny obiekt gastronomiczny np. w kawiarnię. W miejscu tym dzięki wysokości na której się znajduje, można zapoznać się z panoramą regionu, miasta Gogolin i pobliskich Jesenników.



Fot. 8.1 Wnętrze kawiarni w wapienniku

Szyb wypałowy pieca nr 3 odpowiednio wzmocniony i przygotowany poprzez zamontowanie schodów stanie się wewnętrznym ciągiem komunikacyjnym.

Płyta zamontowana na koronie pieca nr 1 stanie się podstawą kawiarni. Przewidywana łączna powierzchnia użytkowa przeznaczona na kawiarnię wraz z platformą widokową wynosi 50 m² nie licząc powierzchni pochodzącej od kładek obsługowych.

Adaptacja obiektu do celów leczniczych.

Piece wapiennicze ze względu na materiał z którego zostały wzniesione oraz wykorzystywany proces technologiczny wypalania wapna posiadają wewnątrz specyficzny mikroklimat wysuszonej skały wapiennej. Warunki, które występują wewnątrz poszczególnych partii pieca zbliżone są do naturalnych, panujących w jaskiniach czyli stała temperatura i wilgotność.

Szyby wypałowe pieców wapienniczych przekształcono by w komory inhalacyjne, niezbędne przy leczeniu schorzeń górnych dróg oddechowych.

Wykorzystanie pieca jako elementu zakładu produkcyjnego.

Piece można wykorzystać po wzmocnieniach do ulokowania produkcji w której dominują pionowe ciągi przekazu masy w trakcie procesu wytwarzania. Należy wtedy wzmocnić strukturalne elementów nośnych konstrukcji wraz z wymianą przypór wzmacniających na przypory żelbetowe.

Pełne wykorzystanie możliwości jakie niesie ze sobą bateria pieców wapienniczych wymaga wtedy głębokiej ingerencji w sferę konstrukcji obiektu. W efekcie piece wapiennicze uległyby znacznym przekształceniom tracąc walory kulturowe. Trudno też liczyć na opłacalność takich poczynań

Przekształcenie pieców na muzeum techniki na wolnym powietrzu..

Wymienione propozycje adaptacji obiektów do funkcji muzeum niosą ze sobą koncepcję podkreślenia rangi zabytku. W ramach tej propozycji przewidzieć należy:

- odtworzenie ciągów technologicznych z XIX w.
- odtworzenie detali technicznych typowych dla poprzedniej technologii,
- wykonanie ekspozycji obrazującej cały ciąg technologii wypału wapna w minionej epoce na Śląsku,
- wykonanie pomieszczeń dydaktycznych do prezentacji technik wypalania wapna.

Proponowane zmiany nie sięgają wówczas głęboko w strukturę budowli aby zatrzeć obraz wszelkich istotnych elementów konstrukcji.



Fot. 8.2 Wapiennik po odbudowie

Ekspozycja budowli w formie muzeum techniki budownictwa występować będzie w każdym z proponowanych przykładów adaptacji.

Bateria szybowych pieców wapienniczych bez względu na formę jej użytkowania lub nawet jej brak pozostanie świadectwem minionej epoki, jeżeli tylko zostanie zachowana.

8.3 Perspektywy zachowania wapienników opolskich

Podstawowym celem niniejszego opracowania jest zaproponowanie programu ratunkowego pozwalającego na zahamowanie dekapitalizacji technicznej oraz rewitalizacji, *unikatowych w skali kraju zespołu pieców wapienniczych* o niedocenionych walorach kulturowo-zabytkowych. Rewitalizacja tu proponowana prowadzi do ożywienia zespołu budowli wraz z nadaniem im nowej funkcji.

Chociaż ze swojej natury budowla jest przedmiotem martwym, to jednak poprzez jej użytkowanie, zmiany, przeróbki, funkcjonowanie systemów oraz postępujący permanentnie proces starzenia się materiałów i niszczenia konstrukcji można ją traktować jako „przekaz kultury”. Natomiast ruina, jakby się wydawało będąca stanem śmierci obiektu, podlega cały czas procesom niszczącym, które należy zatrzymać.



Fot. 8.3 Ruiny wiatraku jako element krajobrazu Góry Św. Anny

Przekształcenia i modernizacja budowli historycznych winny być postrzegane w wielo aspektowym spektrum. Wszelkiego rodzaju interwencje są pochodną zmian funkcji i form użytkowania, a także zniszczeń materiałów, konstrukcji, systemów, które mogą występować w całości obiektu lub jego części. Te niezależne od siebie oddziaływujące przyczyny skutkują w pięciu warstwach samej budowli:

- formie zewnętrznej,
- konstrukcji,
- wewnętrznych formach podziału zabudowy,
- systemach wewnętrznych i zewnętrznych urządzeń technicznych,
- detalach wystroju i dekoracji.

Praktycznie każdy obiekt budowlany w czasie swojego materialnego życia jest w mniejszym lub większym stopniu przekształcany. Niewątpliwie przemyślana adaptacja budowli do funkcji innej niż pierwotna, będąca syntezą starego stylu z nową koncepcją podnosi wartość całości. Jest jednak zawsze – pomimo twierdzeń twórców, swego rodzaju kompromisem pomiędzy zachowaniem piękna, oryginalnej architektury a niestety komercyjnymi wymaganiami inwestora.

W zakończeniu poddaję pod uwagę następujące idee przewodnie konserwacji zabytków:

„Zabiegi konserwatorskie powinny mieć na uwadze ochronę zabytków w celu umożliwienia ich użytkowania w nie mniejszym stopniu niż utrzymanie ich istnienia”

„Utrzymanie zastanej morfologii zabytku nie jest celem najważniejszym”

LITERATURA

- [1]Badowska H., Danilecki W., Mączyński M.: „Ochrona budowli przed korozją”, Arkady, Warszawa 1974 r.
- [2]Barański M.: „Przekształcenia, modernizacja i co dalej?” [w] „RENOWACJE”, nr 3/2001 Kraków 2001r.
- [3]Badowska H., Danilecki W., Mączyński M.: „Ochrona budowli przed korozją”, Arkady, Warszawa 1974r.
- [4]Bogdanowski J.: „Badania i ochrona krajobrazu kulturowego” [w] „Badania i ochrona zabytków w Polsce w XX wieku”, Oficyna Wydawnicza TONZ, Warszawa 2000r.
- [5]Borusewicz W.: „Konserwacja zabytków budownictwa murowanego”, Arkady, warszawa 1970r.
- [6]Burke G.: „Townscapes”, Penguin 1976r.
- [7] Czerner O.: „Zabytki Śląska w Polsce dyktatury proletariatu” [w] „Badania i ochrona zabytków w Polsce w XX wieku”, Oficyna Wydawnicza TONZ, Warszawa 2000r.
- [8]Godycki-Ćwirko T.: „Rekonstrukcja kamiennie-ceglanego filaru Zielonej Bramy w Gdańsku, VII Konferencja Rew. Inż. Kraków 2006r.
- [9]Kubik J.: „Trwałość zabytków, Wydawnictwo Sekcji Fizyki Budowli, KILiW PAN, Łódź 2007r.
- [10]Łabęcki Zbigniew M.: Wkładka do Karty Ewidencji Zabytków Architektury i Budownictwa, Bytom 1998 r.
- [11]Małecki Z.: „Korozja materiałów”.[w] „RENOWACJE” nr 1/2000 Kraków 2000r.
- [12]Małachowicz E.: „Konserwacja i rewaloryzacja architektury, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997r.
- [13]Mielke F.: „Die Zukunft der Kergangenheit, Stuttgart 1975r.
- [14]Pawlikowska-Piechotka A.: „Służby konserwatorskie i użytkownicy zabytku” [w] „RENOWACJE” nr 3/2001 Kraków2001r.
- [15]Pieper K.: „Sicherheit historischer Bauten“, Berlin–Monachium 1983r.
- [16]Rybicki R.: „Schaden und Mangel an Baukonstruktionen“, Werner Verlag Duseldorf 1974r.
- [17]Sieczkowski J., Szolmirski J.: „Metody obliczeń statyczno-wytrzymałościowych sklepień w budowlach gotyckich“, Oficyna Wydawnictwa Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1999r.

- [18]Sypiański S.: Ekspertyza konstrukcyjno-budowlana pieców w Gogolinie, Opole 1999r.
- [19]Wolski B., Kwiecień A.: „Monitoring uszkodzonych budowli zabytkowych VII Konferencji Rew. Inż. Kraków 2006r.
- [20]Zachwatowicz J.: „Badania i ochrona zabytków w Polsce w XX wieku”, TOnZ, Warszawa 2001r.
- [21]Ustawa z dnia 23 lipca 2003 r. „O ochronie zabytków i opieki nad nimi”, (Dz. U. Nr 162 z 2003 r. poz. 1568).

Wydawnictwo współfinansowane ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Współpracy Transgranicznej 2007-2013 Republika Czeska – Rzeczpospolita Polska.

Projekt nr rej.: CZ.3.22/2.3.00/08.00635

„Współpraca transgraniczna szkół wyższych w zakresie ochrony nad zabytkami kultury i wykorzystania opuszczonych obiektów przemysłowych”



EVROPSKÁ UNIE / UNIA EUROPEJSKA
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ / EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
PŘEKRAČUJEME HRANICE / PRZEKRACZAMY GRANICE

ISBN 978-83-929942-0-6