

Jan Gala

Próba zastosowania termowizji do badań konserwatorskich zabytkowych obiektów architektonicznych

Ochrona Zabytków 28/3-4 (110-111), 247-255

1975

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

duże potrzeby w zakresie konserwacji istniejących zasobów. Wydaje się, że obecna sytuacja jest pod tym względem tak nabrzmiała, jak kilkadziesiąt lat temu w zakresie zabytków architektury. Większość bowiem obiektów ruchomych latami całymi eksploatowanych, bez odpowiedniego zabezpieczenia i konserwacji, dziś wymaga jak najszybszej ingerencji konserwatorskiej. Toteż w tej krytycznej sytuacji, gdy równocześnie większość zasobów znajdujących się w terenie stanowi własność Kościoła, powinno nastąpić, tak na szczeblu centralnym, jak i wojewódzkim, wzmocnienie współpracy pomiędzy władzami konserwatorskimi i kościelnymi w dziedzinie ochrony wspólnych narodowych dóbr kultury.

Współpraca ta będąca nakazem chwili, jest tym bardziej na czasie, ponieważ władze kościelne, realizując uchwały Soboru Watykańskiego II w sprawie ochrony dzieł sztuki, powołały w 1974 r. Główną Komisję Konserwatorską, a równocześnie w poszczególnych diecezjach działają od dawna Komisje Diecezjalne Sztuki Kościelnej.

Postulować zatem należy zwiększenie zainteresowania ze strony władz kościelnych zabytkami sztuki, zwłaszcza ruchomymi, znajdująca-

cymi się w obiektach sakralnych, a ze strony władz konserwatorskich zwiększenie finansowej i fachowej pomocy konserwatorskiej dla zabytków ruchomych oraz popieranie poczynań administracji kościelnej, zmierzających do polepszenia i usprawnienia ochrony zabytków. Toteż reaktywowanie Muzeum Diecezjalnego w Lublinie uznać trzeba za istotne posunięcie organizacyjne dla ratowania zabytków w Lubelskiem.

Poruszone powyżej kwestie z jednej strony nie wyczerpują zagadnienia, a z drugiej są przynajmniej w środowisku konserwatorskim — „wyważaniem otwartych drzwi”, ale może warto o nich pamiętać w Międzynarodowym Roku Ochrony Zabytków, gdy podejmuje się nowe ambitne i słuszne zadania w zakresie zaniedbanych dotychczas dziedzin, takich jak ochrona zabytkowych parków i cmentarzy, oraz w okresie opracowywania nowego pięcioletniego planu (1976—1980) ochrony dóbr kultury w Polsce.

*mgr Ryszard Brykowski
Instytut Sztuki PAN
w Warszawie*

THE STATE OF PRESERVATION OF HISTORICAL MONUMENTS IN LUBARTÓW DISTRICT

The report discuss the historical monuments in Lubartów district, Voivodship of Lublin from the viewpoint of both their state of preservation and needs of safeguarding. A wide variety of historical monuments ranging from brick-built and wooden architectural objects, the sacral and palatial interiors, the mural and easel paintings, the sculptures, the goldsmith's works, the textiles, and s.o. are discussed. At a consequence of that survey the author has arrived at the conclusion that the state of preservation of architectural objects depends to a high degree upon the attitudes of their present users and that, in general, those in hands of private owners are preserved in the best state. Quite different in the situation with

movable monuments which are better protected by the state institutions. It seems that the causes of losses in resources of historical monuments within the district concerned can be sought mainly in the lack of understanding for historical monuments, in their improper use and the inadequate supervision by conservators. Particularly serious with regard to their conservation needs are observed within the group of the movable historical monuments and this in turn makes the more closer co-operation between the conservators and the Church authorities requivable. The called into being in 1974 by those latter the Main Conservation Committee should devote more attention to the movable historical monuments.

JAN GALA

PRÓBA ZASTOSOWANIA TERMOWIZJI DO BADAŃ KONSERWATORSKICH ZABYTKOWYCH OBIEKTÓW ARCHITEKTONICZNYCH

Przystępując do prac remontowych obiektów architektury zabytkowej, do rekonstrukcji, restauracji, reanimacji czy rewaloryzacji, musimy przeprowadzić szczegółowe rozpoznanie interesujących nas budowli. Ogólnie można przyjąć, że rozpoznanie to powinno obejmować:

1. Przeprowadzenie badań archiwalnych materiałów źródłowych.

2. Wykonanie inwentaryzacji pomiarowej, dającej przestrzenny obraz obiektu wyrażony za pomocą rysunków zawierających elementy graficzne i liczbowe.

W zależności od zróżnicowania przestrzennego, wystroju i skali opracowania, pomiar obiektu wykonujemy stosując, obok bezpośrednich po-

miarów liniowych, metody geodezyjne i fotogrametryczne.

3. Sporządzenie dokumentacji fotograficznej, będącej zbiorem fotografii o formacie najczęściej 18×24 cm, przedstawiającym aktualny stan obiektu¹.

4. Przeprowadzenie badań konserwatorskich, obejmujących badania konstrukcyjne, architektoniczne, archeologiczne, malarskie i inne.

Jedną z czynności, którą należy wykonać w trakcie badań konserwatorskich, jest ustalenie zawartości wewnętrznej murów, przebiegu wątków muru pod tynkiem, usytuowanie instalacji, zamurowanych otworów, pęknięć i zawilgoceń. W tym celu, wykorzystując informacje uzyskane z badań historycznych i doświadczenia praktyki konserwatorskiej, wykonuje się odkrywki murów i inwentaryzuje odsłonięte elementy budowli. Na podstawie tych wycinkowych odkrywek, wyciągane są wnioski dotyczące całego obiektu.

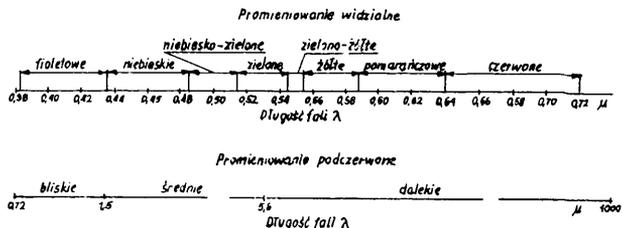
Zdarzyć się jednak może, że pomimo doświadczenia i przesłanek historycznych, odkrywki nie zostaną wykonane w miejscach charakteryzujących całość obiektu, wówczas wnioski z tych badań będą błędne, a zatem i wykonany projekt konserwacji — chybiony. Zwiększenie powierzchni odkrywek prowadzi niejednokrotnie do dewastacji struktury zabytkowej obiektu. Istotny jest więc problem właściwego typowania miejsc, w których wykonywane są odkrywki (sondy). Metodą, która może stać się przydatna w doborze tych miejsc i ograniczyć rozległość odkrywek, jest obserwacja obiektu w zakresie promieniowania podczerwonego.

PROMIENIOWANIE PODCZERWONE

Informacje odbierane przez zmysł wzroku obejmują niewielki wycinek promieniowania elektromagnetycznego, zwanego widzialnym, zawarty w granicach długości fal od 0,3 do 0,72 mikrona. Promieniowanie o falach krótszych nazywamy promieniowaniem ultrafioletowym, natomiast promieniowanie o falach dłuższych określamy jako promieniowanie podczerwone. Zakres tego promieniowania obejmuje zakres fal od najdłuższej fali promieniowania widzialnego do 1000 mikronów.

Zakres długości fal promieniowania widzialnego i podczerwonego przedstawia il. 1.

Naturalnym źródłem promieniowania podczerwonego jest słońce. Do powierzchni ziemi dociera część tego promieniowania, bowiem zawarta w atmosferze para wodna i dwutlenek węgla powodują absorpcję i rozproszenie promieniowania w określonych przedziałach długości fal. Najmniejsze straty energetyczne spowodowane wpływem atmosfery notujemy w trzech przedziałach, zwanych oknami atmosferycznymi.



1. Zakres długości fal promieniowania widzialnego i podczerwonego

1. Wave ranges of light and ultra-violet radiation

rycznymi, zawartych w poniższych przedziałach długości fal:

I przedział od 0,72 do 1,3 mikrona

II przedział od 4,5 do 5,5 mikrona

III przedział od 8 do 14 mikronów.

Można przyjąć, że wszystkie ciała znajdujące się na ziemi są źródłem promieniowania podczerwonego. Wysyłają one własne promieniowanie temperaturowe oraz promieniowanie odbite. Ich temperatura, emisyjność i odbicie, a stąd natężenie i widmo promieniowania są zróżnicowane.

PROMIENIOWANIE PODCZERWONE OBIEKTÓW ARCHITEKTURY

Niejednorodna struktura fizyczna budowli architektonicznych pozwala przypuszczać, że promieniowanie ich jest zróżnicowane energetycznie. Wielkość tego promieniowania jest tym większa, im większa jest różnica pomiędzy temperaturą budowli lub jej elementów a temperaturą otoczenia (teoria wymiany Prevosta). Zgodnie z doświadczeniem Ritchiego, które wykazuje, że dobre emitery są dobrymi absorbentami, błyszczący blaszany dach budowli ma mniejszą absorpcję i emisyjność od ceglanego muru. Nagrzane przez promieniowanie słoneczne objekty architektury wieczorem, kiedy temperatura otoczenia obniża się, wypromieniowują niejednakową ilość energii, a co za tym idzie, stygną nierównomiernie. Prędzej wystygnie blaszany dach, a później mur z cegły. Zastanówmy się jak będzie wyglądał rozkład promieniowania podczerwonego elewacji budowli.

Elementami elewacji są: otwory, najczęściej wypełnione stolarką i szkłem a czasem częściowo metalem, zdobienia tworzące wystrój przestrzenny, balkony i gzymsy, pod którymi tworzy się cień. Ponadto elewacje najczęściej mają powierzchnie zróżnicowane, tak pod względem kolorystyki, jak i użytego budulca. Fragmenty elewacji mogą pozostawać większą część dnia w cieniu.

¹ A. Łotysz, W. Górski, *Monografia fotograficzna (Kompleksowa inwentaryzacja fotograficzna obiektu*

lub zespołu zabytkowego), „Ochrona Zabytków”, XXVI, 1973, nr 2, ss. 89—107.



2. Budynek z pianobetonu z zarysowanym wątkiem muru

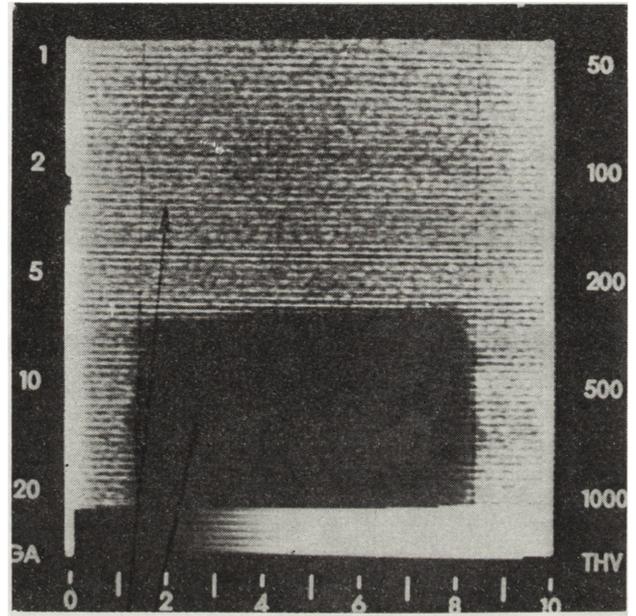
2. A building constructed of foamed concrete with the visible brick bond

Wszystkie te czynniki wpływają na to, że zarówno absorpcja, jak i potem emisja promieniowania termicznego są w różnych częściach elewacji różne, tworząc obraz termiczny powierzchni elewacji, którego zmysłem wzroku dostrzec nie potrafimy.

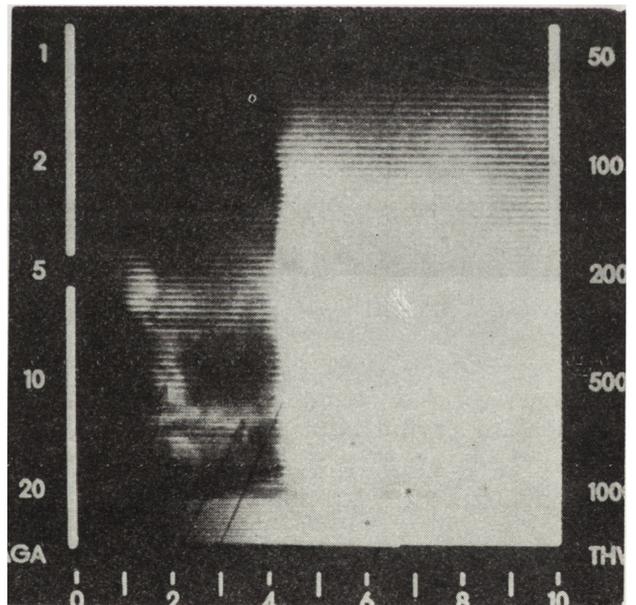
Czy i w jaki sposób elementy znajdujące się pod powierzchnią elewacji uwidoczną się na tym obrazie?

Czynnikiem, o którym dotychczas tylko wspomnieliśmy, są zawilgocenia budowli. Jeżeli wyodrębnimy fragment powierzchni elewacji, stanowiący płaszczyznę bez ozdób i otworów, w jednym kolorze i o jednakowym nasłonecznieniu, i będziemy oglądali ją po ulewnym deszczu, wysychającą w promieniach słonecznych, zauważymy, że będzie ona wysychać nierównomiernie. Objawi się to powstaniem plam jaśniejszych i ciemniejszych. Proporcja tych plam będzie się zmieniała w czasie, aż w końcu cały obserwowany fragment powierzchni zmieni kolor z ciemniejszego na jaśniejszy. Zjawisko to najlepiej można zaobserwować na budynkach zbudowanych z elementów pianobetonowych, łączonych zaprawą cementową, o gładkiej, wyprowadzonej powierzchni. Zaobserwujemy wyraźny rysunek wątku muru w postaci jasnych spojeń na ciemnym tle (il. 2). W trakcie zawilgocenia elewacji porowaty pianobeton wchłonie przez warstwę wyprawy więcej wody niż bardziej zwarte spoiwo cementowe. Powstanie więc różnicowanie zawilgocenia wnętrza muru, uwarunkowane jego porowatością. W procesie wysychania wyprawa przylegająca do spoin wyschnie szybciej, dając na powierzchni ich jaśniejszy obraz. Na skutek różnicowania zawilgocenia powstaną różnice emisyjności na powierzchni wyprawy. Podobnie jak w doświadczeniu Ritchiego, miejsca wilgotne będą lepszymi absorbentami niż miejsca suche, by po zachodzie słońca stać się lepszymi emiternami. Inaczej mówiąc, miejsca wilgotne będą wolniej stygły niż miejsca suche. Tak więc obraz termiczny elewacji obserwowany w ten sposób będzie mógł dać informacje o strukturze wewnętrznej muru.

Obok wilgotności, wpływ na tworzenie obrazu termicznego na powierzchni elewacji będzie miało wiele czynników wynikających ze zróżnicowania struktury wewnętrznej muru, takich jak różnice w przewodnictwie i pojemności lub ogrzewanie elewacji od wnętrza budynku. Aby jednak interpretacja takiego obrazu była właściwa, musimy analizować go w ścisłym powiązaniu z zewnętrznym wyglądem elewacji, biorąc pod uwagę wszystkie jej elementy. Często



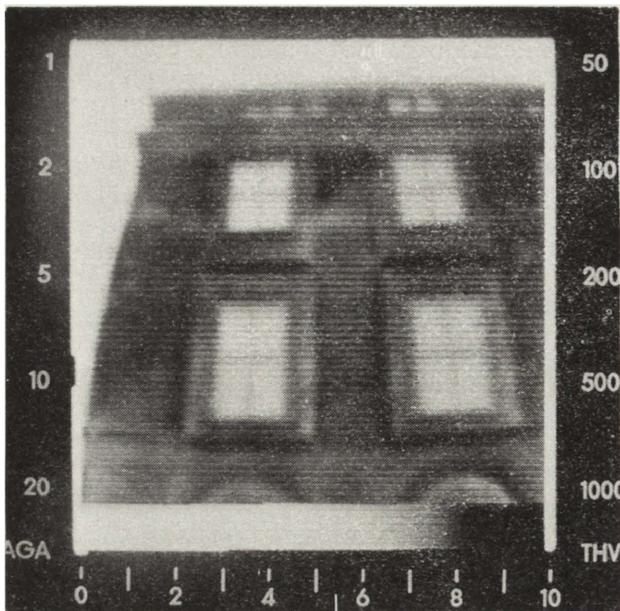
A



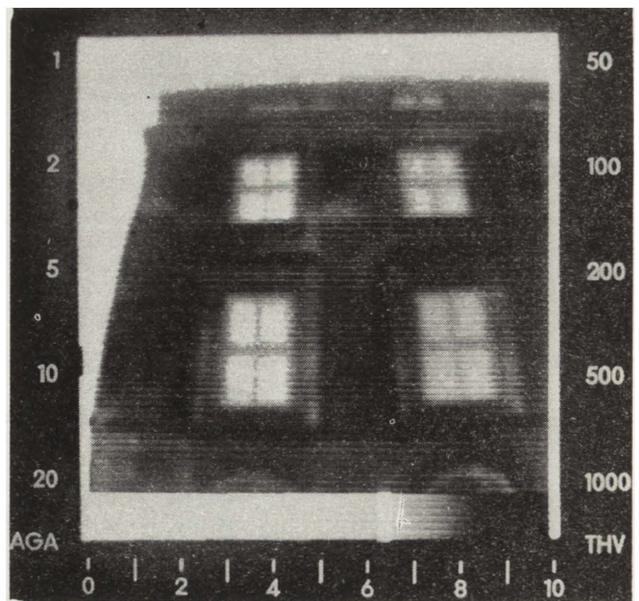
B

3. Kraków, Rynek Główny, budynek nr 17, obserwacje termowizyjne: A — przebiegu kanału wentylacyjnego wewnątrz muru, B — wątku ceglanego pod tynkiem

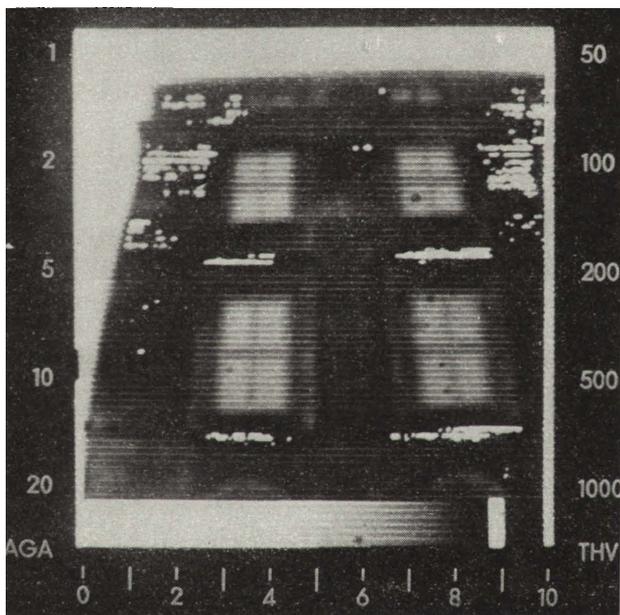
3. Cracow, the Main Market Square the town house No 17; identifications carried out by the use of thermovision: A — run of ventilation shaft in wall, B — brick bond under plaster layer



4

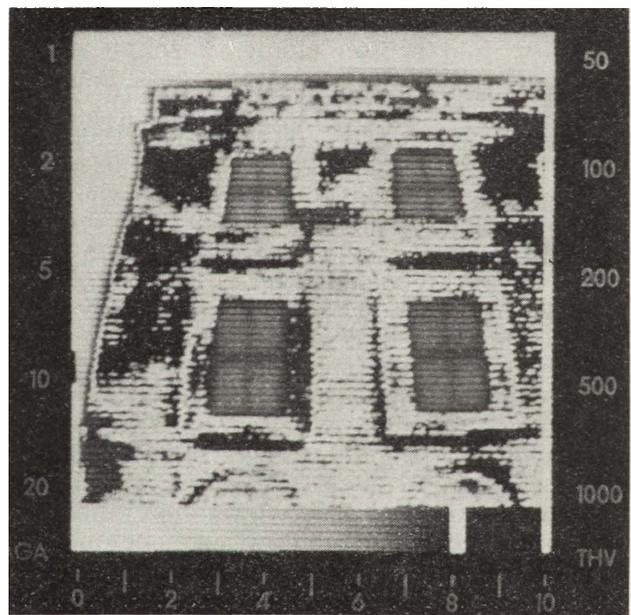


5



6

A



B

bowiem rozkład temperatury, zróżnicowany odmiennymi czynnikami, może być identyczny.

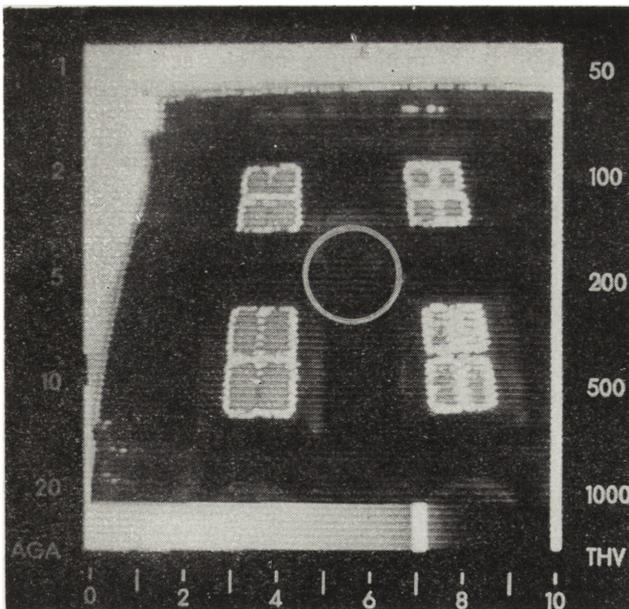
OBSERWACJA OBRAZU TERMICZNEGO

Statyczną obserwację w wąskim przedziale bliskiej podczerwieni można wykonać rejestrując ten obraz na odpowiednio uczulonych na ten zakres promieniowania materiałach fotograficznych.

Punktowy pomiar promieniowania podczerwonego można wykonać za pomocą przyrządów zwanych radiometrami.

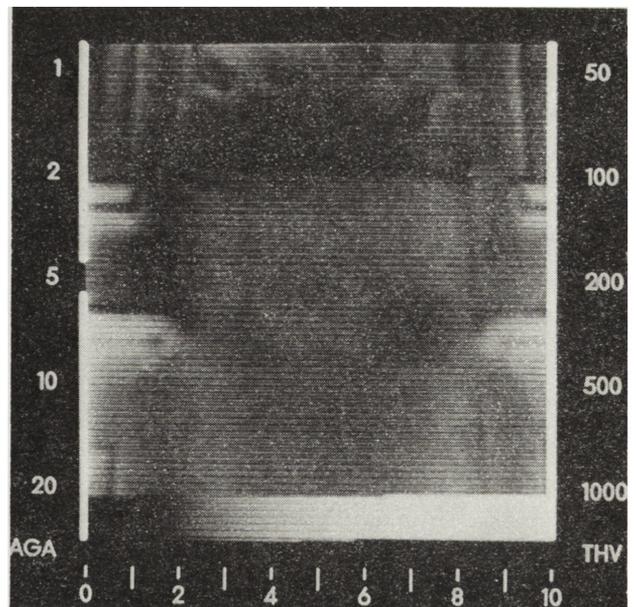
Urządzenia pozwalające przeprowadzać analizę punktowo-liniową promieniowania podczerwonego

noszą nazwę termografów. W urządzeniach tych, przez układ optyczny wykonany z materiału przepuszczającego wybrany zakres długości fal, promieniowanie podczerwone pada na detektor fotomagnetoelektryczny, w którym następuje przetworzenie tego promieniowania na impulsy elektryczne. Wielkość tych impulsów jest proporcjonalna do energii impulsów promieniowania podczerwonego. Detektor fotomagnetoelektryczny składa się z elementu półprzewodnikowego, którym może być płytka z monokrystalicznego antymonku indowego, obwodu magnetycznego, wytwarzającego stałe i równomierne pole magnetyczne w płytce, oraz obudowy z oknem przepuszczającym promieniowanie podczerwone. W celu utrzymania sta-



7

A



B

4. Kraków, ul. Sienna, budynek nr 7, obserwacje termowizyjne elewacji

4. Cracow, 7 Sienna street: the thermovision observations of façade

5. Kraków, ul. Sienna, budynek nr 7, odwrócony obraz termalny elewacji

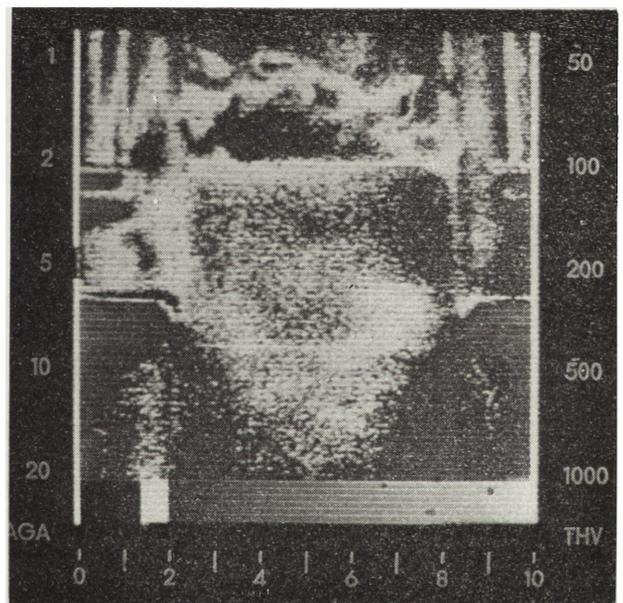
5. Cracow, 7 Sienna street: the reversed thermal image of façade

6. Kraków, ul. Sienna, budynek nr 7: A, B — termogramy normalne z nałożonymi izotermami

6. Cracow, 7 Sienna street: A, B — normal thermograms with isotherms plotted on them

7. Kraków, ul. Sienna, budynek nr 7: A — lokalizacja wybranego fragmentu elewacji, B, C — termogramy normalne fragmentu z nałożoną izotermą

7. Cracow, 7 Sienna street: A — position of a selected portion of façade; B, C — normal thermograms of the above portion with isotherm plotted on them



C

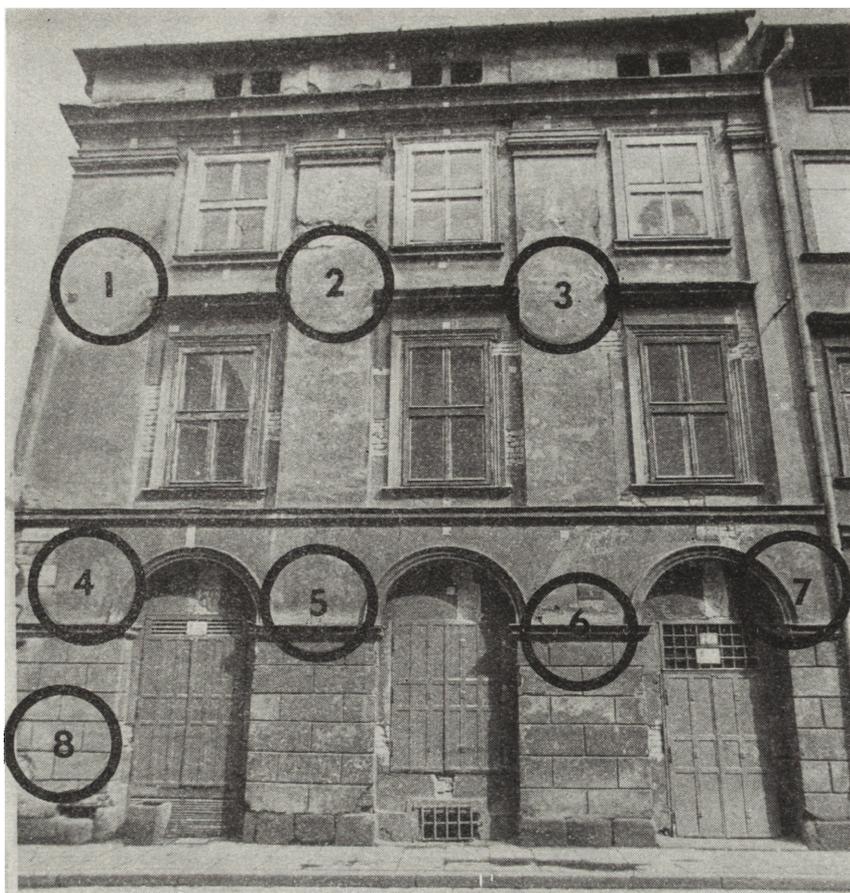
łych parametrów detektor umieszcza się w obudowie mającej postać pojedynczego naczynia Dewara i oziębia najczęściej ciekłym azotem. Termografem, który został zastosowany do badań obrazu termalnego zabytkowych obiektów architektonicznych, emitowanego w zakresie fal od 2 do 5,6 mikrona, jest urządzenie termowizyjne firmy AGA o nazwie „AGA Thermovision 680”.

WYBÓR OBIEKTÓW DO BADAŃ, ORGANIZACJA OBSERWACJI

Próbie zastosowania termografu „AGA Thermovision 680” do badań konserwatorskich obiektów architektury oparto na aparaturze bę-

dącej własnością Zakładu Fotogrametrii Instytutu Geodezji i Kartografii w Warszawie oraz na przeprowadzonym przez pracowników tego Instytutu doświadczeniu w posługiwaniu się sprzętem termowizyjnym. Przedtem jednak należało wytypować obiekty, które byłyby przedmiotem obserwacji. Ostatecznie wybrano trzy obiekty, będące w trakcie badań konserwatorskich:

1. Kościół ŚŚ. Piotra i Pawła; posadzka kościoła, pod którą znajdują się częściowo rozpoznane krypty. Celem obserwacji była próba lokalizacji krypt.
2. Wnętrze budynku nr 17 w Rynku Głównym w Krakowie; w budynku zostały częściowo odsłonięte stropy, nad którymi znajduje się



8. Kraków, ul. Sienna, budynek nr 7, miejsca badane metodą termowizyjną na elewacji

8. Cracow, 7 Sienna street: spots on a façade investigated with the use of thermovision

9. Kraków, ul. Sienna, budynek nr 7, odkrywka nr 1

9. Cracow, 7 Sienna street: outcrop No 1

10. Kraków, ul. Sienna, budynek nr 7, odkrywka nr 2

10. Cracow, 7 Sienna street: outcrop No 2

11. Kraków, ul. Sienna, budynek nr 7, odkrywka nr 3

11. Cracow, 7 Sienna street outcrop No 3

12. Kraków, ul. Sienna, budynek nr 7, odkrywka nr 4

12. Cracow, 7 Sienna street outcrop No 4

13. Kraków, ul. Sienna, budynek nr 7, odkrywka nr 5

13. Cracow, 7 Sienna street: outcrop No 5

14. Kraków, ul. Sienna, budynek nr 7, odkrywka nr 6

14. Cracow, 7 Sienna street: outcrop No 6

8

belkowanie stropów wcześniejszych. Celem obserwacji termowizyjnej była możliwość lokalizacji belek nad nie odsłoniętą częścią stropu. Dodatkowo zaplanowano próbę lokalizacji instalacji wewnątrz murów oraz obserwacje ścian wewnętrznych, nagranych uprzednio promieniami podczerwieni.

3. Elewacja budynku przy ul. Siennej nr 7 w Krakowie. Elewacja została przebadana metodą odkrywkową. Wykonane sondy architektoniczne nie wykazały zróżnicowania materiałowego, w związku z czym przyjęto, iż ma ona jednorodną dziewiętnastowieczną strukturę ceglana. Obserwacja termowizyjna miała na celu określenie, czy poza wykonanymi sondami nie znajdują się na powierzchni elewacji miejsca zróżnicowane termicznie, sugerujące występowanie niejednorodności struktury wewnątrz

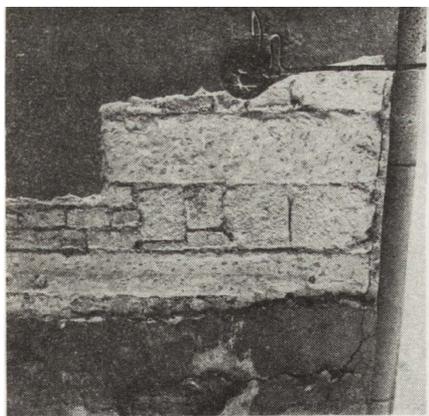
muru. W wypadku znalezienia takich miejsc wykonane dodatkowo odkrywki byłyby sprawdzianem interpretacji obrazu termicznego. Obserwacje zostały wykonane w czerwcu 1974 r.²

BADANIA W KOŚCIELE ŚŚ. PIOTRA I PAWŁA W KRAKOWIE

Obserwacja posadzki kościoła nie wykazała różnic temperatury na jej powierzchni, nawet w miejscach, gdzie istnienie krypt zostało stwierdzone. Grubość warstwy pomiędzy sklepieniem krypt a powierzchnią posadzki wynosi kilkadziesiąt centymetrów. Brak zróżnicowania temperatury pomiędzy wnętrzem krypt i wnętrzem kościoła lub zróżnicowanie minimalne było powodem wyrównanej temperatury po-

² Do uczestnictwa w obserwacjach zaproszono pracowników PP Pracowni Konserwacji Zabytków, Oddział w Krakowie, Miejskiego Biura Projektów oraz Wydziału Architektury Politechniki Krakowskiej. Obserwacje termowizyjne zlecono zespołowi specjalistów z Instytutu Geodezji i Kartografii w Warszawie pod kierunkiem dra Andrzeja Ciołkosza. O wytypowanie miejsc do obserwacji, wewnątrz budynku nr 17 w Rynku Głównym, poproszono mgra inż. arch. An-

drzeja Swaryszewskiego z Miejskiego Biura Projektów w Krakowie. Wykonanie dodatkowych odkrywek wraz z ich opisem na elewacji budynku przy ul. Siennej 7 powierzono Andrzejowi Krupińskiemu oraz Krystynie Piureckiej z PP Pracowni Konserwacji Zabytków, Oddział w Krakowie. W obserwacjach uczestniczył mgr inż. Henryk Schoen z Wydziału Architektury Politechniki Krakowskiej. Całością prac kierował autor niniejszego opracowania.



9



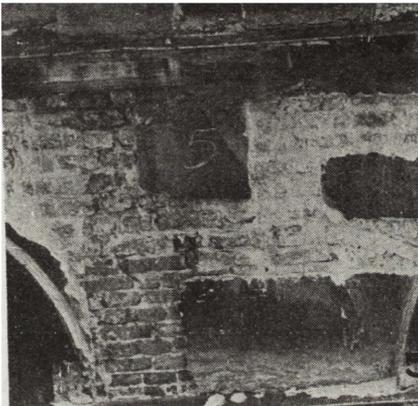
10



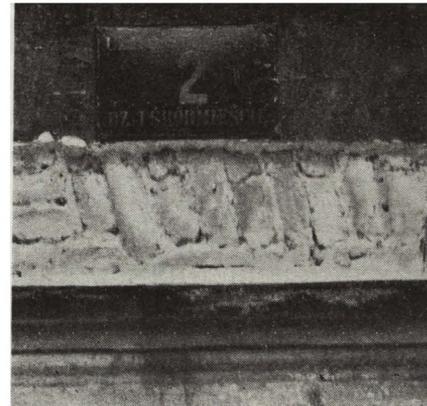
11



12



13



14

wierzchni posadzki. Ze względu na brak możliwości technicznych nie przeprowadzono prób z ogrzaniem wnętrza kościoła lub tłoczenia ciepłego powietrza do krypt.

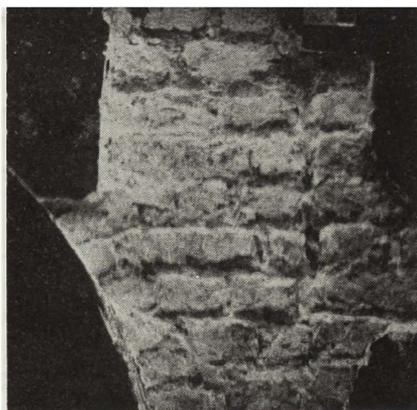
**BADANIA WEWNĄTRZ BUDYNKU NR 17
W RYNKU GŁÓWNYM W KRAKOWIE**

Obserwacja termowizyjna nie wykazała różnic temperatury na powierzchni stropu. Było to wynikiem braku różnic temperatury w pomieszczeniach budynku i przestrzenią pomiędzy

obserwowanym stropem a położoną nad nim czternastowieczną powalą. Nie można jednak wykluczyć możliwości zaobserwowania przebiegu belek w wypadku znacznego zróżnicowania temperatury w pomieszczeniach, które stropy te oddzielają, lub ogrzania czy oziębnienia przestrzeni między stropami.

Próba możliwości odszukania przebiegu kanałów wentylacyjnych wykazała celowość zastosowania obserwacji termowizyjnej. Il. 3A, B przedstawia wylot nieczynnego kanału wentylacyjnego. Widoczny powyżej ciemniejszy ślad

15



16



15. Kraków, ul. Sienna, budynek nr 7, odkrywka nr 7

15. Cracow, 7 Sienna street: outcrop No 7

16. Kraków, ul. Sienna, budynek nr 7, odkrywka nr 8

16. Cracow, 7 Sienna street: outcrop No 8

odpowiada przebiegowi kanału wewnątrz muru. W wypadku kanałów wentylacyjnych czynnych można otrzymać większy kontrast i dokładnie określić ich przebieg.

Trzecim elementem poddanym obserwacjom termowizyjnym był fragment muru, częściowo odsłonięty z tynku. Chodziło tu o sprawdzenie możliwości przebiegu wążku ceglanego w części nie odsłoniętej, pod tynkiem. W tym celu ogrzano wybrany fragment muru promiennikami podczerwieni i obserwowano obraz termalny w trakcie stygnięcia. Il. 3A obrazuje wynik tej obserwacji. Zróznicowanie plam, będące wynikiem różnic temperatury w części termogramu obrazującej mur pokryty tynkiem, nie ma żadnego związku z układem cegieł w murze. Brak pozytywnego wyniku obserwacji spowodowany jest nierównym ogrzaniem badanej powierzchni oraz zróznicowaną grubością warstwy tynku (2—5 cm).

Lewa strona termogramu przedstawia termowizyjne ślady spoin między cegłami w odkrytej części muru.

BADANIA ELEWACJI BUDYNKU PRZY UL. SIENNEJ NR 7 W KRAKOWIE

Obserwacje elewacji przeprowadzono po zachodzie słońca. Wpływ promieniowania odbitego jest wtedy znikomy, a na ekranie monitora kamery termalnej obserwuje się jedynie obraz będący wynikiem emisji termicznej elementów elewacji.

W wyniku obserwacji, trwającej około dwóch godzin, stwierdzono znaczne zróznicowanie termalne powierzchni elewacji. Zróznicowanie to zmieniało się w czasie, obrazując nierównomierne stygnięcie elementów elewacji. Il. 4 przedstawia obraz termalny badanej elewacji; układ plam o różnym stopniu szarości obrazuje rozkład temperatury na jej powierzchni. Zważywszy, że kolor elewacji jest dość jednolity szary oraz że była ona względnie równomiernie nasłoneczniona w godzinach popołudniowych (wystawa zachodnia, od ul. Stolarskiej), można przypuszczać, że zróznicowanie termalne spowodowane jest zróznicowaniem struktury wewnętrznej muru, przemurówkami bądź zawilgoczeniami. W celu dokładniejszej lokalizacji anomalii termalnych wykorzystano wszystkie możliwości, które stwarza zastosowana do obserwacji aparatura termowizyjna „AGA Thermovision 680”. Il. 5 przedstawia obraz termalny odwrócony fragmentu elewacji, widocznego na il. 4. Il. 6 A, B są termogramami normalnymi z nałożonymi izotermami. Il. 7 A, B, C pokazują lokalizację i zbliżenie fragmentu elewacji jako termogram normalny i z nałożoną izotermą.

Wymienione zdjęcia obrazują jedynie fragment obserwacji, jakim w czasie dwóch godzin elewacja była poddawana w celu wytypowania miejsc do dodatkowych odkrywek. Miejsc takich wytypowano osiem, a ich lokalizacja przedstawiona jest na il. 8. Wykonane od-

krywki powierzchniowe polegające na odsłonięciu wążków wykazały zmiany strukturalne muru w miejscach wskazanych przez obraz termalny.

OPIS ODKRYWEK

Odkrywka nr 1 — il. 9. Widoczna różnica materiału w stosunku do podstawowego wążku ceglanego. Narożnik z wtórnie użytych elementów kamiennych.

Odkrywka nr 2 — Il. 10. W odkrywce naturalnej stwierdzono mocne zawilgoczenie spowodowane przeciekami wody deszczowej z uszkodzonej rynny. Uszkodzenie rynny znajduje się w linii pionowej nad zawilgoczoną częścią ukośnego pilastra. Długotrwałe działanie wody spowodowało odpadnięcie tynku, co wpływa korzystnie na trwałe zawilgoczenie wnętrza muru. Zakres zawilgoczenia odpowiada obrazowi termicznemu.

Odkrywka nr 3 — il. 11. Wtórnik kamienny, kotwa żelazna oraz wyraźna zmiana wążku ceglanego w stosunku do podstawowego.

Odkrywka nr 4 — il. 12. Łęk ceglany dawnego otworu bramnego z cegły siedemnastowiecznej.

Odkrywka nr 5 — il. 13. Fragment wążku siedemnastowiecznego. Zakres tego wążku odpowiada obrazowi termicznemu.

Odkrywka nr 6 — Il. 14. Fragment płaskiego łuku osiemnastowiecznego, zachowanego w podstawowym wążku dziewiętnastowiecznego płaszczu.

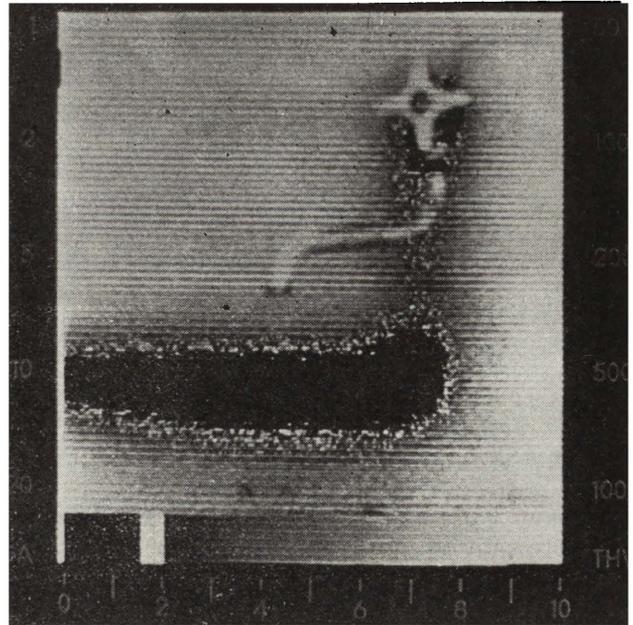
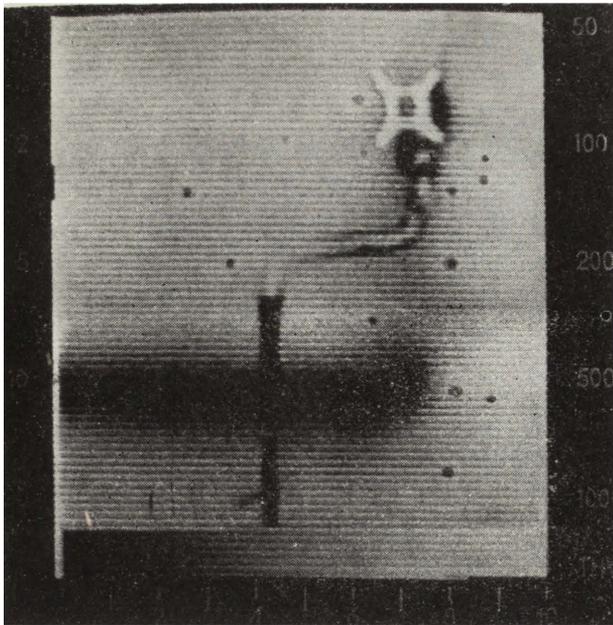
Odkrywka nr 7 — il. 15. Fragment wążku renesansowego. Zasięg tego wążku odpowiada obrazowi termicznemu.

Odkrywka nr 8 — il. 16. W odkrywce widoczna różnica materiału w stosunku do wążku podstawowego dziewiętnastowiecznego płaszczu. Narożnik z wtórnie użytych elementów kamieniarki.

INNE ZASTOSOWANIA TERMOWIZJI

W Instytucie Geodezji i Kartografii przeprowadzono badania możliwości zastosowania termowizji do śledzenia przebiegu rur wodociągowych ukrytych pod warstwą tynku. Wykazały one, że w wypadku znacznej różnicy między temperaturą wody przepływającej w rurach a temperaturą ścian możliwe jest ich wykrywanie. Il. 17 przedstawia obraz termiczny rury wodociągowej ukrytej pod około 2,5-centymetrową warstwą tynku. Przez rurę w ciągu 5 minut przepływała woda o temp. +16°C. W czasie eksperymentu temperatura powietrza w pomieszczeniu wynosiła +23°C.

Nie sposób wymieniwać wszystkich zastosowań termowizji. Każdy dzień może bowiem przynieść ich rozszerzenie.



17. Obraz termiczny rury wodociągowej pod warstwą tynku
17. Thermal image of water pipe running under plaster layer

WNIOSKI

1. Przedstawiony komunikat należy traktować jako wstęp do dalszych badań nad zastosowaniem obserwacji termowizyjnej zabytkowych obiektów architektonicznych. Obok obserwacji laboratoryjnej i terenowej za pomocą aparatury termograficznej, badania te powinny objąć prace nad metodami przygotowania obiektów do obserwacji.
2. Zastosowanie obserwacji termowizyjnej do badań konserwatorskich może ułatwić typowanie odkrywek sondażowych, reprezentatywnych dla całego obiektu. W poważnym stopniu może również ograniczyć rozległość tych odkrywek.
3. Należy podjąć badania nad interpretacją obrazu termicznego obiektów architektonicznych.

4. Do obserwacji termowizyjnej obiektów architektury nadaje się aparatura firmy AGA „AGA Thermovision 680”.

5. Aparatura termowizyjna „AGA Thermovision” może być wykorzystana w wielu dziedzinach. Przy odpowiedniej organizacji pracy można ustalić harmonogram, według którego za pomocą jednego zestawu aparatury można wykonywać obserwacje w wielu asortymentach. Takie postępowanie wpłynie na właściwą amortyzację aparatury.

mgr inż. Jan Gala
Miejskie Przedsiębiorstwo Geodezyjne
w Krakowie

AN ATTEMPT TO APPLY THERMOVISION IN INVESTIGATION OF ANCIENT ARCHITECTURAL OBJECTS

A new method of identification of internal content of walls built up from brick or stone bonds has been presented by the author. It is hoped that the method under discussion, will replace the until now applied conventional methods consisting in at random revealing the individual portions that are only fragmentary by their very nature. In many instances the physical structures of a building results in differentiation of thermal radiation present in its various portions. The observation of façades may, for example, be carried out by recording measurements on a suitably sensitized photographic material. The spot measurements of ultra-violet radiation are conducted with the use of radiometers while the point-and-line analysis of that

radiation by means of thermographs. As a result of these observations it becomes possible to obtain the thermal image of a façade surface that is imperceptible for the human sight. The author has carried out a series of experiments on some buildings in Cracow using the "AGA Thermovision 680" type thermograph manufactured by the Swedish firm AGA. The experiments mentioned above have shown that the method of thermovision enables to identify the brick bonds and to determine their origin as well as to "see" the runs of installations inside the walls, the unrevealed cracks, the filled up openings and the highly moistened portions of walls.