

Andrzej Wróbel
Adam Boroń
Marta Borowiec
Józef Jachimski

Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska AGH Kraków

Informatyczny system udostępniania wyników cyfrowej inwentaryzacji fotogrametrycznej obiektów architektonicznych.*

1. Wprowadzenie

Jeszcze do niedawna wyniki inwentaryzacji architektonicznej przedstawiano wyłącznie w formie analogowej. Były to rysunki elewacji, rzuty, przekroje, fotoplany, lub inne dokumenty opracowane w określonej skali i wykreślone, wydrukowane bądź otrzymane drogą fotograficzną. Dokumentacja ta była często uzupełniana operatem pomiarowym zawierającym zdjęcia pomiarowe, szkice, współrzędne osnowy itp. Zwiększenie szybkości działania komputerów i wielkości dostępnej pamięci spowodowało wprowadzenie do szerokiego użycia w inwentaryzacji fotogrametrycznej technik cyfrowych. Początkowo wyniki cyfrowych opracowań przedstawiano w dalszym ciągu w postaci analogowej. Rozpowszechnienie się komputerów w różnych dziedzinach życia umożliwiło zaproponowanie innej formy prezentacji wyników opracowań fotogrametrycznych. Zleceniodawcy są w tej chwili w stanie zaakceptować, zamiast lub oprócz dokumentacji analogowej, dokumentację cyfrową. Jedną z wielu zalet dokumentacji cyfrowej jest zmniejszenie do niezbędnego minimum strat jakości i dokładności opracowania. Mimo że nieraz jakość obrazów i dokładność pomiarów, stanowiących bazę opracowania cyfrowego, były wysokie, to ostatni etap – wydruk lub wykreślenie rysunków i fotoplanów w określonej skali – uzależniał jakość i dokładność dokumentacji wynikowej w dużej mierze od tej skali. Dokumentacja w postaci cyfrowej ma to do siebie, że nie ma skali i jej dokładność i jakość jest przede wszystkim zależna od materiałów wyjściowych. Skalę nadaje się dopiero wykonując wydruk. Zleceniodawca może sobie w zależności od potrzeb wydrukować całość lub fragment opracowania wielokrotnie w różnych skalach, albo poprzestać jedynie na jego wirtualnej postaci.

Jeżeli opracowanie cyfrowe zawiera dużą ilość obrazów lub rysunków i ma być uzupełnione „operatem pomiarowym” powstaje problem archiwizacji. Impulsem do zajęcia się tym problemem było wykonywanie fotogrametrycznej inwentaryzacji egipskiego monumentu z 27 wieku p.n.e. - Shunet El-Zebib [Boroń A. i in. 2002]. Obiekt ten składa się z dwóch linii murów, zbudowanych z nie wypalanej cegły mułowej, otaczających prostokątny dziedziniec. Wymiary całego kompleksu wynoszą 138 na 78 metrów. Celem inwentaryzacji było opracowanie fotoplanów elewacji tych murów. Wykonano około 200 zdjęć kamerą UMK i około 250 zdjęć aparatem fotograficznym o formacie 6x6 cm. Zdjęcia te zeskanowano a następnie po ich przetworzeniu zmontowano 16 fotoplanów elewacji [Borowiec M. i in. 2002].

Powstała w ten sposób duża ilość obrazów cyfrowych oraz innych materiałów związanych z wykonywaną inwentaryzacją, która wymagała opracowania systemu archiwizacji.

2. Opis systemu archiwizacji

* artykuł opracowany w ramach badań statutowych nr. AGH 11.11.150.459

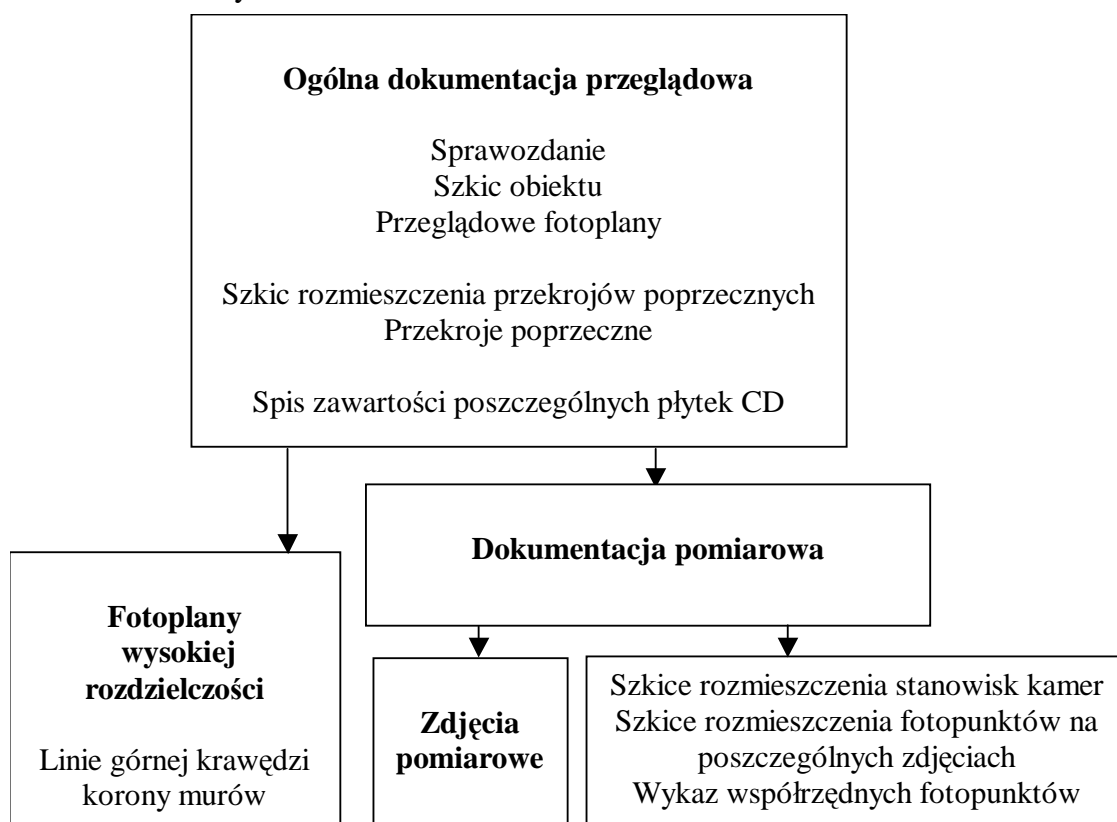
2.1 Ogólne zasady budowy systemu

Projektując system archiwizacji musimy sobie odpowiedzieć na pytanie, jakiego typu odbiorcom ma on służyć. Najtrudniejsza sytuacja jest wtedy, gdy, tak zresztą jak w naszym przypadku, krąg odbiorców jest szeroki i zróżnicowany. System musi wówczas spełniać różne oczekiwania, od chęci pobieżnego zapoznania się z dokumentacją (urzędnicy administracji, kadra kierownicza) do szczegółowej jej analizy (architekci, archeolodzy, konserwatorzy zabytków, geodeci itp.).

Prezentowana odbiorcom dokumentacja składa się przeważnie z dwóch części: wynikowej i „operatu pomiarowego”. Jeśli opracowywane są fotoplany dużego obiektu lub gdy są one obrazami o wysokiej rozdzielczości powstają pliki o dużej objętości. Na aktualnym etapie rozwoju techniki komputerowej korzystanie z nich wymaga specjalistycznego oprogramowania i komputerów o wysokich parametrach. Zaproponowano, więc podział dokumentacji wynikowej na dwie grupy: przeglądową – do ogólnego zapoznania się z opracowaniem i ostateczną - zawierającą obrazy o wysokiej rozdzielczości.

Duża ilość archiwizowanych materiałów może spowodować utrudnienia w szybkim znalezieniu poszukiwanego dokumentu. Konieczne było więc znalezienie narzędzia, które ułatwiłoby zachowanie przejrzystości archiwum. Dobrym rozwiązaniem wydawało się zastosowanie języka HTML. Jest to język opisu danych akceptowany przez wszystkie systemy operacyjne. Umożliwia łączenie ze sobą różnych dokumentów, można więc zbudować przejrzyste katalogi w których łatwo znaleźć i przejrzeć poszukiwane pozycje.

Wstępnym krokiem do szczegółowego projektu systemu jest podział powstającej dokumentacji na grupy tematyczne. W naszym przypadku stanowiły je [Borowiec M. i in. 2002]: opracowane fotoplany w postaci plików rastrowych; rysunki przekrojów poprzecznych i linie wierzchołkowe murów w postaci plików wektorowych; część opisowa w postaci plików tekstowych i rysunków; oraz część archiwalna, czyli zeskanowane zdjęcia w postaci plików rastrowych oraz dokumentacja pomiarowa. Schemat konstrukcji archiwum przedstawiono na rys.1.



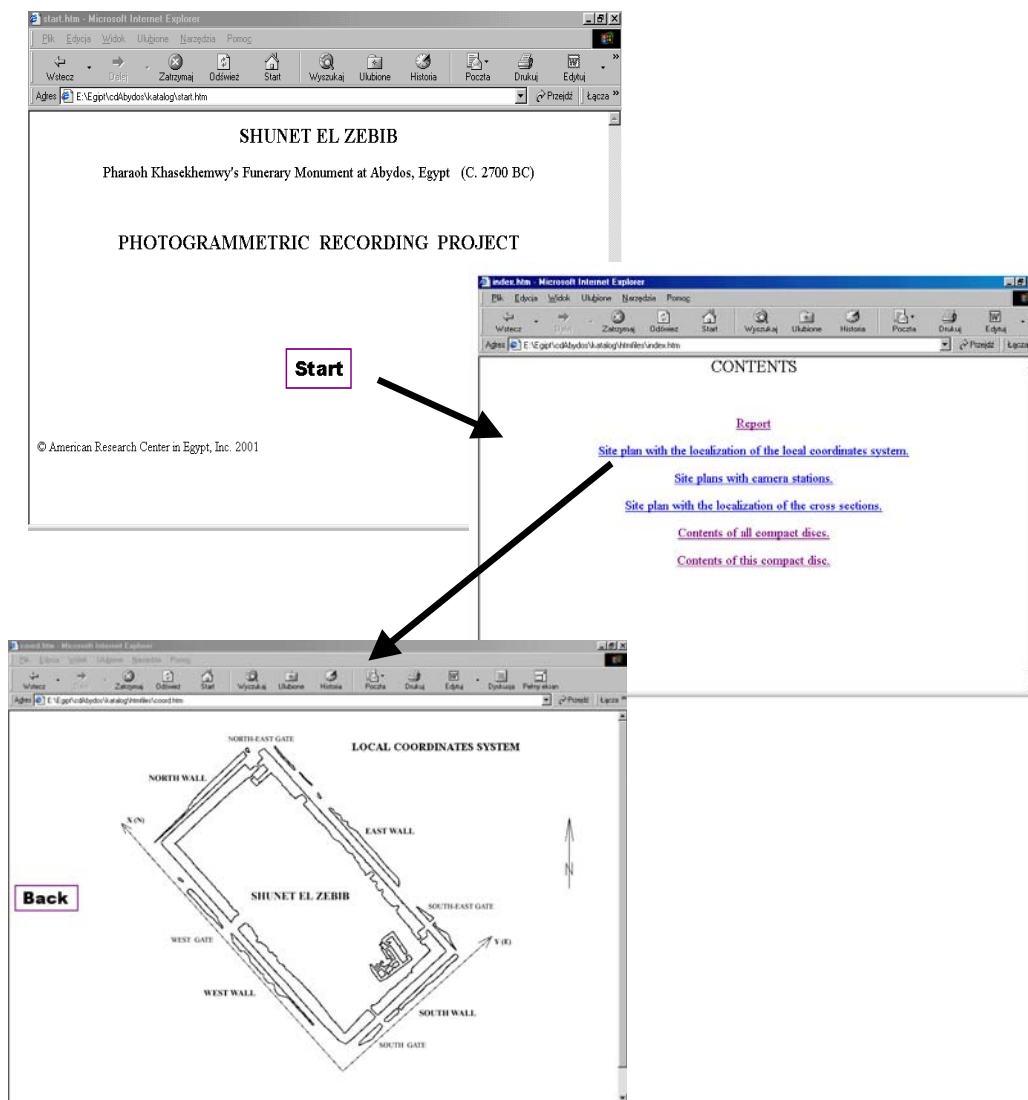
Rys. 1. Schemat organizacji archiwum

Pozostało jedynie zdecydować na jakim nośniku będą przechowywane wszystkie informacje. Do wyboru były praktycznie płyty CD lub DVD. Wybrano płyty CD ze względu na ich powszechność, aczkolwiek z powodu dużej objętości plików wygodniejsze byłyby może płyty DVD.

2.2 Opis zawartości poszczególnych modułów systemu

2.2.1 Ogólna dokumentacja przeglądowna

Moduł ten zawiera wszystkie informacje dla użytkowników pragnących się jedynie pobieżnie zapoznać z opracowaniem. W związku z tym został tak skonstruowany, że mieści się na jednej płycie CD. Dla tych, którzy chcieliby zapoznać się szczegółowo z opracowaniem stanowi on etap wprowadzający.



Rys. 2. Ogólna dokumentacja przeglądowna, strona tytułowa i przykłady następnych

Podstawowe składniki modułu to sprawozdanie, szkic obiektu i przeglądowe fotoplany. Sprawozdanie zawiera opis obiektu, założenia dokonanej inwentaryzacji, opis prac terenowych i kameralnych oraz opis pozostałych materiałów zawartych w archiwum. Pliki z fotoplanami powstałe jako wynik inwentaryzacji mają dużą objętość, np. około 200 milionów pikseli. Wygodne i szybkie przeglądanie takich plików wymaga komputerów

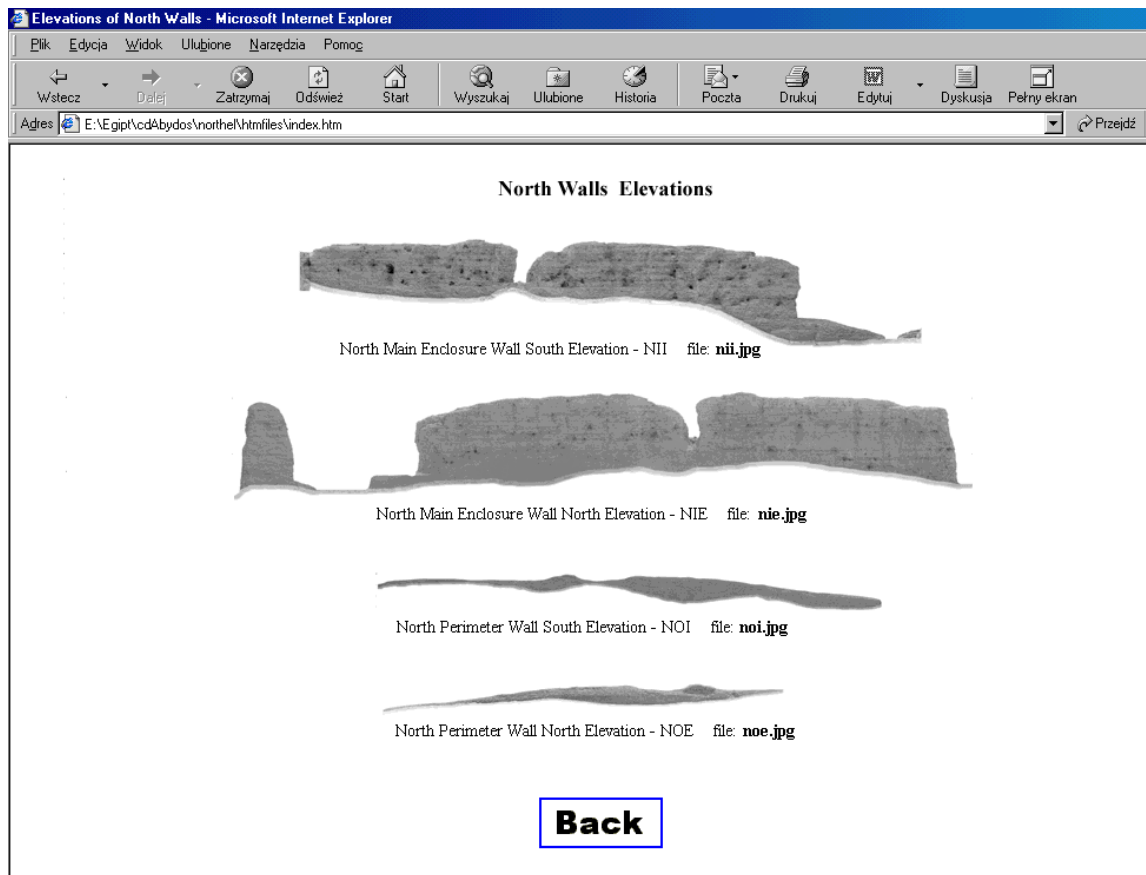
o dużej pamięci RAM i profesjonalnych programów graficznych. Ponadto niektóre fotoplany miały zbyt dużo pikseli w linii i zostały podzielone na dwie części (rozdz. 2.2.2). Dla szerokiego grona użytkowników mogą to być duże utrudnienia w związku z czym do modułu przeglądowego dołączono przeglądowe fotoplany o zmniejszonej rozdzielczości (rozmiar piksela 5 mm w terenie, objętość pliku cztery razy mniejsza).

Dodatkowo do tego modułu dołączono pliki graficzne w formacie DXF na których przedstawiono przekroje poprzeczne obiektu. W ten sposób powstał zbiór dokumentów umożliwiający ogólne zapoznanie się z powstałym opracowaniem.

Moduł ten został opracowany jako dokument w języku HTML. Ponieważ poszczególne strony tego dokumentu zostały połączone ze sobą, bardzo łatwo można oglądać wybrany jego element. Na rys. 2 przedstawiono wygląd strony tytułowej oraz dwu następnych dokumentu HTML.

2.2.2 Fotoplany

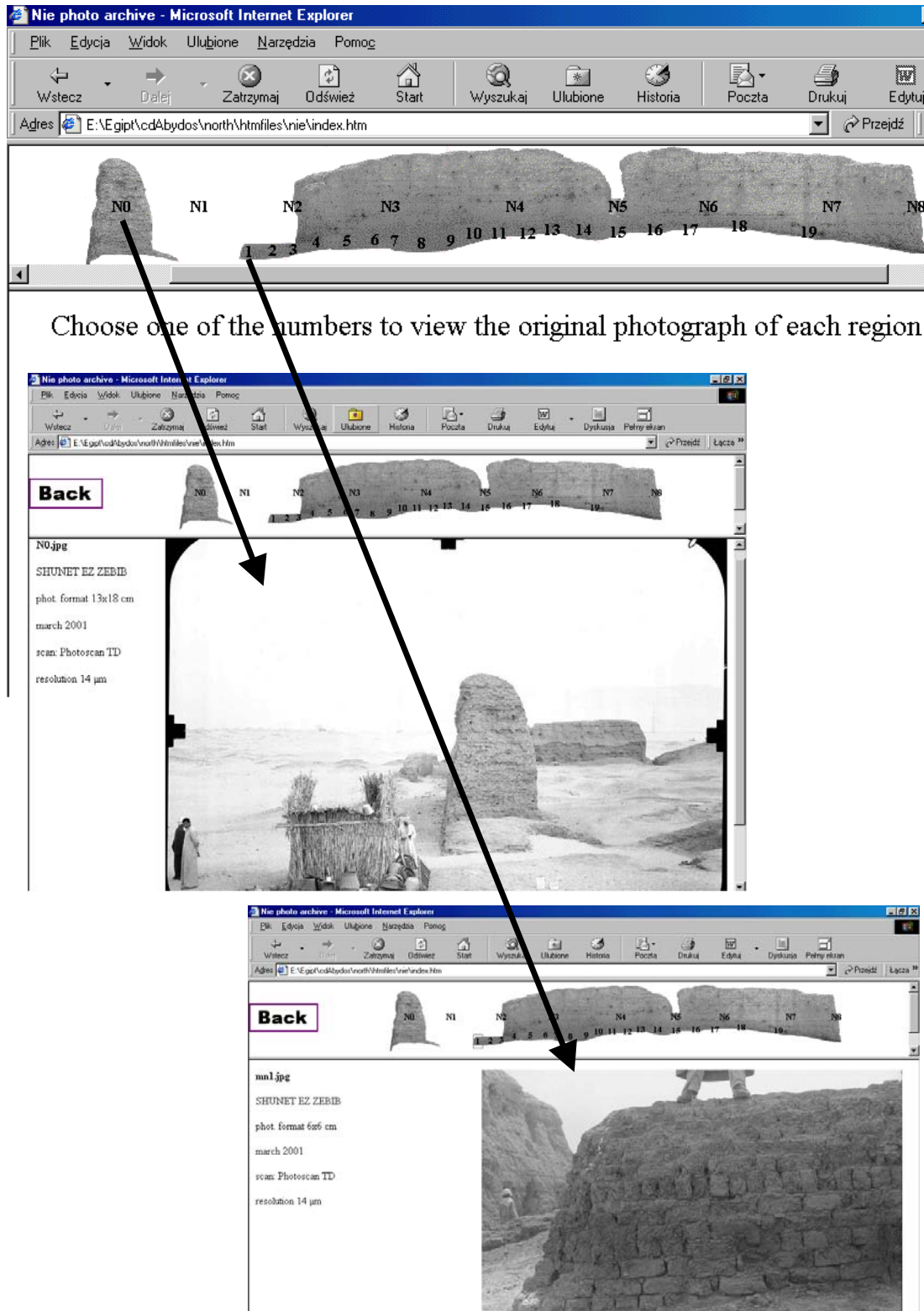
Na fotoplanach, wynikowych przyjęto rozmiar piksela 2,5 mm w terenie. Obrazy ściany północnej i wschodniej miały w związku z tym długość około 55000 pikseli. Korekcję radiometryczną fotoplanów dokonywano w programie Photoshop firmy Adobe. Użytkownicy obrazów powstałych w wyniku inwentaryzacji mają w czasie pracy na nich korzystać między innymi również z tego programu. Program Photoshop dopuszcza jedynie 30000 pikseli w linii. Spowodowało to konieczność dzielenia długich obrazów na dwie części, co uniemożliwia oglądanie fotoplanu w całości. Aby ominąć to utrudnienie dodano do dokumentacji „przeglądowe” fotoplany o rozmiarze piksela 5 mm w terenie. Zostały one umieszczone w module „ogólna dokumentacja przeglądowa”.



Rys. 3. Przykład przewodnika w języku HTML na płycie CD zawierającej fotoplany elewacji murów północnych

Przy archiwizacji fotoplanów „oryginalnych” zastosowano trzyliterowe nazwy plików będące skrótem nazwy elewacji np. **nie.jpg** = **n**orth **i**nner **e**xterior elevation. Ułatwia to odnalezienie poszukiwanego obrazu. Na każdej płytce umieszczono dokument w języku HTML, zwany przewodnikiem, (rys.3) ułatwiający identyfikację wybranych obrazów.

2.2.3 Zdjęcia pomiarowe



Rys. 4. Przykład przewodnika HTML dla płytek CD ze zdjęciami pomiarowymi

Aby ograniczyć ilość płytek CD obrazy zdjęć pomiarowych zapisano w formacie JPEG ze współczynnikiem kompresji wynoszącym 11 (rozdz. 3), co pozwoliło na zmniejszenie objętości plików do około 30% plików nie skompresowanych. Dzięki temu ograniczono ilość płytek do ośmiu i dokonano tematycznego podziału ich zawartości. Na poszczególnych krążkach znajdowały się zdjęcia jednej elewacji dla długich ścian lub dwu dla krótkich. Na osobnej płycie umieszczono zdjęcia 6x6 wewnętrznej elewacji zewnętrznych murów.

Duża ilość zdjęć pomiarowych (prawie 450), która musiała być przechowana w archiwum, zmusiła do opracowania przewodnika w języku HTML bardziej skomplikowanego niż w module „fotoplany”.

Pokazywał on lokalizację zdjęcia na elewacji i umożliwiał obejrzenie każdego z nich w celu sprawdzenia czy wybrano właściwe. Ze względu na rozdzielczość obrazów (około 1800 dpi) w przewodniku wyświetlane były ich „przeglądówki” o rozdzielczości podobnej do rozdzielczości ekranu komputera.

Lokalizacja zdjęć pokazywana była przez umieszczenie w odpowiednim miejscu na elewacji numeru zdjęcia. Wciśnięcie tego numeru powodowało wyświetlenie jego „przeglądówki”. Rys. 4 ilustruje działanie przewodnika.

2.2.4 Dokumentacja pomiarowa

Dokumentacja pomiarowa zawierała szkice stanowisk kamer oraz opisy fotograficzne i współrzędne fotopunktów. Dzięki temu użytkownik posiada informacje pozwalające na ponowne opracowanie stereogramów zdjęć z kamery UMK oraz pojedynczych zdjęć aparatem 6x6. Można do tej dokumentacji dołączyć pliki zawierające dane o orientacji poszczególnych stereogramów na autografie cyfrowym co znacznie ułatwia ewentualne ponowne ich opracowanie

3. Sposób zapisu plików rastrowych

Do przetwarzania i opracowywania zdjęć oraz fotoplanów wykorzystywano oprogramowanie firmy Intergraph oraz program Photoshop firmy Adobe. Do zapisu obrazów używano w związku z tym formatów firmy Intergraph oraz „TIFF”. Umożliwiały one zminimalizowanie strat jakości obrazów w czasie kolejnych przetwarzań. Formaty Intergraph nie są jednak akceptowane przez większość innych programów natomiast cechą charakterystyczną formatu TIFF jest duża objętość powstałego pliku. Ponieważ obrazy murów zawierały wiele szczegółów stosowana w tym formacie bezstratna kompresja (LZW) nie powodowała zbyt wielkiego zmniejszenia objętości plików (tabela 1). Jeżeli obraz zawierał dużo jednolitej powierzchni np. zeskanowane zdjęcia (niebo) lub fotoplan (biała powierzchnia wokół obrazu i między napisami) kompresja LZW przynosiła większe oszczędności. Kompresja stratna JPEG dawała jednak jeszcze lepsze efekty.

Przeprowadzono krótką analizę efektów kompresji JPEG. Pogorszenie jakości obrazu zależy w niej od wybranego stopnia kompresji. Dokonano porównania obrazów muru z cegły mułowej, skompresowanych w różnym stopniu, aby wybrać optymalne rozwiązanie. W programie Photoshop stopień kompresji JPEG określany jest trzynastostopniowym współczynnikiem, przy czym maksymalna kompresja jest określona współczynnikiem 0, a minimalna współczynnikiem 12. Porównano zmianę objętości plików (tabela 1) przy różnych stopniach kompresji. W zależności od treści obrazu zastosowanie minimalnej kompresji powoduje zmniejszenie objętości plików do około 50% lub nawet do 20% dla obrazów o dużych jednolitych płaszczyznach (fotoplan z ramką i opisem)

Tabela 1 Zmiana objętości pliku po kompresji

Format zapisu i stopień kompresji (Photoshop)	Objętość pliku jeśli obraz obejmuje tylko mur	Objętość pliku z obrazem fotoplanu uzupełnionym opisem i ramką	Objętość pliku z obrazem zeskanowanych zdjęć
TIFF - bez kompresji	100%	100%	100%
TIFF - kompresja LZW	75%	25%	55%
JPEG - współczynnik = 12	55%	20%	40%
JPEG - współczynnik = 11	38%	15%	30%
JPEG - współczynnik = 10	25%	11%	20%
JPEG – współczynnik = 9	15%	8%	13%

. Porównywano też wizualnie wybrane fragmenty obrazu pod dużym powiększeniem. Dla wartości współczynnika 11 i 12 nie zauważono istotnych różnic w jakości obrazu w stosunku do oryginału. Natomiast dla współczynników 9 i 10 różnice były zauważalne, ale dopiero po powiększeniu obrazu do takiej wielkości, że widoczne były pojedyncze piksele.

Następnie odejmowano obraz skompresowany od nie skompresowanego i obliczano ile procent pikseli uległo zmianie i o ile stopni jasności (w 256 stopniowej skali jasności). Wyniki tej analizy przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Zmiana jasności pikseli w zależności od stopnia kompresji

Współczynnik kompresji - Photoshop (12 = kompresja minimalna)	Ilość pikseli bez zmian [%]	Liczba pikseli o zmienionej jasności (w skali 256 stopniowej) [%]				maksymalna ilość stopni zmiany jasności
		o jeden stopień	o dwa stopnie	o trzy stopnie	o cztery stopnie	
12	65	34	1	0	0	2
11	26	42	21	8	2	9
10	17	30	24	15	8	15
9	13	24	21	16	11	25

Jak widać kompresja minimalna (o współczynniku 12) powoduje bardzo nieznaczną zmianę jakości obrazu. Większość pikseli (65%) ma niezmienną jasność natomiast pozostała część ma jasność zmienioną praktycznie o jeden stopień (incydentalnie o dwa). Kompresja ta, niewiele pogarszając obraz, daje zmniejszenie objętości pliku czasami aż do 20% (tab. 1).

Ostatecznie postanowiono skorzystać z kompresji JPEG. Dawała ona największe zmniejszenie objętości plików. Jest to poza tym powszechnie stosowany format i żaden użytkownik nie powinien mieć problemu z odczytaniem tak zapisanego obrazu, natomiast kompresja LZW nie przez wszystkie programy jest akceptowana.

4. Podsumowanie

Doświadczenia z archiwizacją dokumentów powstałych przy okazji fotogrametrycznej inwentaryzacji obiektu architektonicznego wskazują, że przyjęta droga rozwiązania problemu jest obiecująca.

Opiera się ona na następujących zasadach:

- a) Wszelkie dokumenty przechowywane są w postaci cyfrowej,
- b) Zorganizowane w przejrzysty sposób archiwum wspomagane jest przez dokumenty w języku HTML ułatwiające odnalezienie potrzebnego dokumentu (obrazy rastrowe i pliki wektorowe np. DXF) lub też pozwalające na jego przeglądanie (dokumenty tekstowe i niektóre rysunki)

Powstałe w czasie prac inwentaryzacyjnych obrazy rastrowe mają nieraz duże objętości. Aby zminimalizować ilość pamięci potrzebną do ich przechowywania stosuje się bezstratne i stratne kompresje. W zależności od treści tych obrazów metody kompresji dają różną oszczędność pamięci i w różnym stopniu pogorszenie jakości.. Wskazane jest przeprowadzenie testów pozwalających wybrać najkorzystniejsze w danym przypadku rozwiązanie, uwzględniające zarówno oszczędność pamięci jak i straty jakości obrazu.

Literatura

1. Boroń A. Borowiec M. Jachimski J. Wróbel A. „Inwentaryzacja fotogrametryczna murów Shunet el-Zebib” Geodezja, tom 8, zeszyt 2, Kraków 2002
2. Borowiec M. Boroń A. Jachimski J. Wróbel A. „Cyfrowa dokumentacja fotogrametryczna murów Shunet el-Zebib” Geodezja, tom 8, zeszyt 2, Kraków 2002