

Jacek Karmowski\*

## Uwagi na temat predynastycznej architektury z suszonej cegły mułowej w Egipcie. Metodyka dokumentacji i próba rekonstrukcji

### Remarks on mud brick architecture from the Predynastic Period in Ancient Egypt: methodology of documentation and an attempt of reconstruction

**Słowa kluczowe:** okres predynastyczny w starożytnym Egipcie, architektura osadnicza, cegła mułowa, rekonstrukcje 3D, metody dokumentacyjne w archeologii, analogie etnograficzne

**Key words:** Predynastic Period in Ancient Egypt, settlement architecture, mud brick, 3D reconstructions, documentation methods in archaeology, ethnographic analogies

Architektura starożytnego Egiptu kojarzy nam się przede wszystkim z budownictwem kamiennym. To za sprawą takich budowli jak piramidy czy monumentalne świątynie kamienne styl architektoniczny starożytnych mieszkańców Egiptu jest dziś rozpoznawalny na całym świecie. Warto jednak pamiętać, że architektura kamienna jest szczególnym rodzajem budownictwa o charakterze kultowym. Trwałość budulca, z którego została wykonana, zapewniła jej obecny, w niektórych przypadkach bardzo dobry stan zachowania. Istnieje jednak jeszcze druga strona myśli architektonicznej starożytnych Egipcjan. Mowa tu o aspekcie codziennej architektury mieszkalnej i użytkowej. Choć nie jest zachowana w tak licznych przykładach i tak dobrym stanie do dnia dzisiejszego, architektura osadnicza w starożytnym Egipcie odgrywała jednak ważną i bardzo pragmatyczną rolę.

Monumentalne założenia kamienne o charakterze kultowym, w czasach późniejszych niż te, do których mam zamiar odnieść się w tym artykule, budowane były pod wpływem ideologii starożytnych Egipcjan, przypisującej monumentalności i wiecznej trwałości kluczową rolę. Takiej właśnie wiecznej trwałości od tej architektury kultowej i sepulkralnej oczekiwano [9]. Co za tym idzie, przy budowie tego typu obiektów przywiązywano bardzo dużą wagę do trwałości budulca, nie zwracając uwagi na to, co w architekturze osadniczej miało zdecydowanie większe znaczenie, czyli nakład pracy i koszty.

Znacznie większa część budownictwa starożytnych Egipcjan była wznoszona o wiele szybciej i zdecydowanie mniejszym nakładem pracy, dzięki zastosowaniu suszonej cegły mułowej. Cegła mułowa była używana w bardzo wczesnych okresach historii starożytnego Egiptu (już w okresie Nagada IIC, ok. 3400-3300 p.n.e.) [10] i zdecydowanie był to główny materiał budowlany

The architecture of Ancient Egypt is commonly seen through stone buildings. With famous structures such as the pyramids of Giza and monumental stone temples, the architectural style of ancient Egypt's inhabitants is widely recognizable and stone structures are associated with the cultic sphere. The durability of the stone material used to construct these buildings has enabled their preservation in modern times. Aside from these monumental stone structures of Ancient Egypt, there is also the architecture of settlement and functional constructions. Although these buildings are not preserved and do not occur in many examples, settlement architecture played one of the most important and pragmatic roles in ancient times.

Monumental stone foundations of cultic character, after the Predynastic Period, were built under the influence of Ancient Egyptians' ideology which paid attention to matters such as monumentality and this kind of architecture expected an eternal durability [9]. Due to this type of construction, builders cared more about the durability of their material and less about the amount of work and costs required. In contrast, in regards to settlement architecture, builders were more concerned about work and cost rather than the material's durability.

Many constructions in Ancient Egypt were built quickly and with less effort due to the use of dried mud bricks. Mud bricks were used since the early periods of Egypt's history (as early as the Naqada IIC period, (about 3400-3300 BC) [10] and it was almost certainly the most common building component used in common architecture. Its availability, simple creation and other features, made mud brick the most important role in settlement architecture. However, mud

\* mgr Jacek Karmowski, Uniwersytet Jagielloński

\* mgr Jacek Karmowski, Uniwersytet Jagielloński



Ryc. 1. Współczesna zabudowa z cegły mułowej w wsi Ghazala, Egipt  
 Fig. 1. Modern mudbrick architecture in Ghazala village, Egypt



Ryc. 2-3. Współczesna zabudowa z cegły mułowej w wsi Ghazala, Egipt  
 Fig. 2-3. Modern mudbrick architecture in Ghazala village, Egypt



Ryc. 4. Proces powstawania współczesnej cegły mułowej. Ceglarz wyrównuje górną powierzchnię powstającej cegły mułowej w specjalnej drewnianej formie  
 Fig. 4. Creating a new mudbrick. The brickmaker is aligning upper surface of new brick in special wooden mold

Ryc. 4. Creating a new mudbrick. The brickmaker is aligning upper surface of new brick in special wooden mold



Ryc. 5. Składniki i narzędzia służące do produkcji cegły mułowej: woda, sieczka, muł oraz drewniana forma wykorzystywana do formowania cegieł  
 Fig. 5. The components and tools for the production of mudbrick: water, chopped straw, mud and wooden mold used for molding bricks



Ryc. 6. Proces suszenia cegieł mułowych. Na dalszym planie widoczne są cegły po 3 dniach suszenia – obrócone pod kątem 90 stopni, w celu zapewnienia lepszego wyschnięcia powierzchniom pierwotnie niewystawionym na działalność promieni słonecznych

*Fig. 6. The process of drying. In the background set of bricks drying up for 3 days are visible. They are rotated at an angle of 90 degrees, to provide better conditions of drying for surfaces which initially weren't exposed to the sunlight*

stosowany w architekturze o przeznaczeniu „codziennym”. Jego dostępność i łatwość produkcji, a także inne cechy, o których będzie jeszcze mowa, zapewniły cegle mułowej niepodzielnie najważniejszą rolę w architekturze osadniczej. Należy jednak dodać, iż budowano nie tylko z samej cegły. W konstrukcji od najdawniejszych czasów stosowano takie materiały, jak maty, plecionki, drewniane bale czy pnie palmowe. Niestety ta grupa materiałów cechuje się niskim poziomem trwałości, a co za tym idzie, bardzo rzadko zachowuje się do czasów dzisiejszych (szczególnie, jeśli mówimy tu o czasach tak odległych jak okresy pre- i wczesnodynastyczny) [6]. O ile jesteśmy w stanie rozpoznać ślady po nich manifestujące się w warstwach stratyfikacyjnych, to w odniesieniu do wcześniejszych badań musimy zaufać dokumentacji archeologicznej, gdyż eksploracja prowadzona podczas wykopaliisk niszczy je bezpowrotnie. Niemniej jednak materiały te były bardzo istotne i z całą pewnością zasługują na uwzględnienie i oddanie im należytego miejsca w obrazie architektury osadniczej, także w najwcześniejszych okresach budownictwa starożytnych Egipcjan.

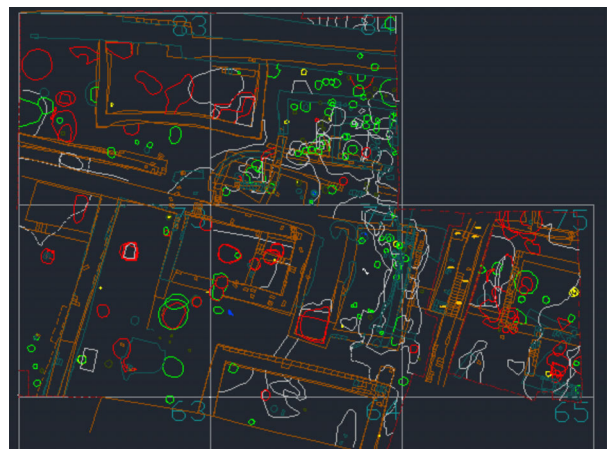
Cegła mułowa, jak już wspomniano, była najistotniejszym spośród budulców architektury osadniczej w starożytnym Egipcie. Znakomita część architektury staroegipskiej wykonana była właśnie z suszonej cegły mułowej. Nawet w dzisiejszych czasach w Egipcie możemy spotkać tego typu zabudowę. Budowle wzniesione z cegły mułowej nie są tak trwałe jak budowle kamienne, jednak odpowiednia konserwacja takich konstrukcji pozwala na długie lata zachować dobry stan i znakomite właściwości izolujące takiego budownictwa, które w tamtejszym klimacie nie pozostają bez znaczenia (ryc. 1, 2, 3).

Najpopularniejszymi komponentami służącymi do stworzenia cegły w starożytnym Egipcie były muł nilowy, siccza oraz piasek. Składniki te zmieszane w różnych proporcjach z wodą tworzyły budulec o odpowiednio różnych właściwościach [8]. Oprócz powyższych składników w różnych rodzajach cegieł mogły się znajdować także małe kamienie, fragmenty wcześniejszych pokruszonych cegieł, a nawet, jak to miało miejsce później w re-



Ryc. 7. Pozyskiwanie danych tachymetrycznych podczas pracy na stanowisku archeologicznym Tell el-Farkha

*Fig. 7. Acquisition of survey data while working at archaeological site, Tell el-Farkha*



Ryc. 8. Przykład tzw. rysunku głównego, ukazującego wszystkie aktualnie zadokumentowane warstwy eksploracyjne

*Fig. 8. An example of so-called main drawing which shows all documented exploration layers to date*

jonach pustynnych, fragmenty marglowej skały [1]. Sam proces tworzenia cegły mułowej, jak się wydaje, jest dobrze poznany i w prosty sposób możliwy do odtworzenia. Ponadto cegły tego typu są tam produkowane współcześnie, w niemalże identyczny sposób. Należy przyznać, że dzieje się tak głównie w mniejszych i biedniejszych miejscowościach, gdzie cegła mułowa nie została jeszcze do końca wyparta przez współczesny budulec.

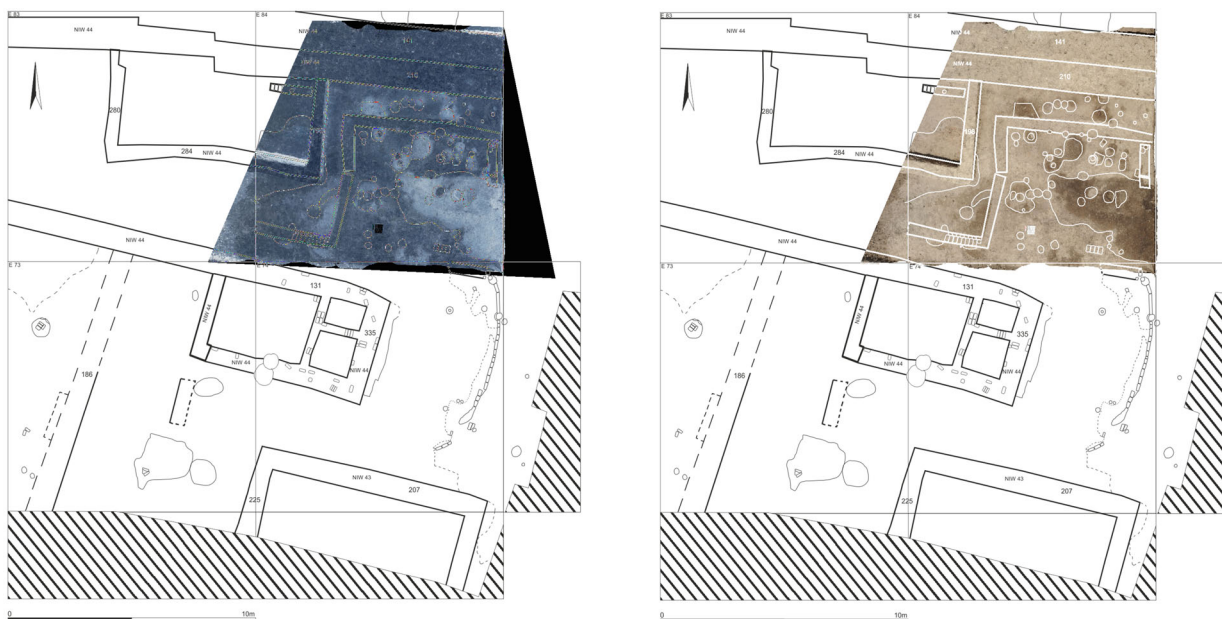
By rozpocząć tworzenie cegły, starożytni budowniczowie pozyskiwali wilgotny muł nilowy, który w odpowiednich proporcjach mieszały z sieżką i piaskiem oraz wodą. Następnie po dokładnym wymieszaniu i uzyskaniu jednolitej konsystencji umieszczano wszystko w specjalnych drewnianych formach (przykłady takich form szczęśliwie zachowały się do czasów współczesnych) i wyrównywano górną powierzchnię, wygładzając ją dłonią oraz usuwając nadmiar mieszanki z formy [1]. Drewniane formy służące do sporządzenia cegieł miały kształt prostokątnej ramy, pustej w środku, tak by umożliwić wlanie mieszanki i usunięcie formy. Zastosowanie tego wynalazku zapewniło znaczną standaryzację rozmiarów cegieł (właśnie dlatego we współczesnych sobie założeniach z cegły mułowej wymiary poszczególnych cegieł są najczęściej niemal identyczne). Po ukształtowaniu mieszanki usuwano formę, pozostawiając wciąż mokrą cegłę na ziemi. Ten proces powtarzano aż do uzyskania pożądanej liczby cegieł, które ułożone niekiedy na sporych powierzchniach spoczywały w równych odstępach odpowiadających grubości ścianek usuniętej drewnianej formy. Tak sporządzone cegły należało już tylko wysuszyć. Cegły pozostawiano po uformowaniu około trzech dni, po czym przewracano je na drugą stronę i pozostawiano do wysuszenia na kolejne trzy dni. Po mniej więcej tygodniu cegły stawały się na tyle mocne, by można było je ułożyć w stosy, gdzie były pozostawiane do całkowitego wyschnięcia [8]. Muł nilowy bez domieszki podczas wysychania kurczy się nawet do 30% swojej objętości, jednak dodatek sieżki i piasku zapobiega tworzeniu się pęknięć w strukturze cegły. Współcześnie przeprowadzone próby wskazują, że najlepsze proporcje składników to jeden metr sześcienny mułu wymieszany z 1/3 metra sześciennego piasku z dodatkiem 20 kg domieszki sieżki. Sporządzone według tych

bricks weren't the only building material. In constructions since the earliest times materials such as reed mats, wattle, wooden beams or palm trunks were also commonly used. Unfortunately these materials are not as durable as stone they are very rarely preserved in modern times [6]. Traces of these materials can be recognized in stratigraphic layers, but when it comes to earlier excavation works we need to trust archaeological documentation due to destructive process of excavation. Nevertheless materials such as reed mats, wattle, wooden beams or palm trunks were very important and worth mentioning in regards to settlement architecture since the earliest times in Egypt.

In modern times we can still find examples of mud brick buildings and even though they're not as durable as buildings built from stone, proper conservation helps preserve them for a number of years. It also can preserve mud brick's and plaster's isolation features which certainly played important role because of Egypt's climate (fig. 1, 2, 3).

The most common components used to make mud bricks in Ancient Egypt were mud (silt) from the Nile, chopped straw and sand, which were mixed with water [8]. In different types of mud bricks are admixtures such as pebbles, fragments of crushed bricks and (in later times at the desert regions) marl [1]. The process of making a mud brick itself seems to be well known, easy to reconstruct and are continued to be made in the same way today in small, less wealthy villages and towns where modern building materials are not heavily used.

To create a mud brick, ancient brick-makers began by mixing mud from the Nile with certain proportions of straw, water and sand. After careful stirring and getting the desired consistency, the mixture was poured into rectangular, wooden molds (fortunately examples of this kind of molds survived to our times) and leveled by hand to get rid of the excess [1]. The use of wooden molds caused significant standardization in size for the average mud-brick. Because of this, in contemporary mud-brick constructions, brick sizes are very often almost identical. When the mixture was formed, the mold was removed and the new, still wet, mud-brick was left on the



Ryc. 9. Przykłady integracji planów płaskich oraz dokumentacji fotograficznej. Na przykładzie znajdującym się po lewej stronie fotografia została dodatkowo poddana efektowi „negatywu”

Fig. 9. Examples of mixed-up field plans with photography. On the left – photography with negative effect

proporcji i odpowiednio wysuszone cegły potrafią wytrzymać nacisk nawet 52 kg/cm<sup>2</sup>. Cegły z zawartością mułu i piasku w proporcjach 1:1 (także z dodatkiem domieszki organicznej) okazują się być mniej wytrzymałe [4] (ryc. 4, 5, 6).

Cegła mułowa, wbrew pozorom, może przetrwać tysiące lat, gdy znajduje się pod powierzchnią ziemi w warstwach odkrywanych przez archeologów, jednak wystawiona na niszczące działanie wiatru i wody degraduje się ponownie do mułu, z którego została wytworzona. Często zdarza się, iż określenie granic pomiędzy poszczególnymi murami, zawałiskami ceglаныmi, ceglami, a nawet zwykłym mułem, który nie miał nic wspólnego z działalnością budowlaną człowieka, bywa utrudnione [7].

Trzeba dodać, że nie tylko erozja odpowiada za stan i niewielką liczbę obecnie zachowanych zabytków architektury ceglanej. Niestety, winą za tę sytuację należy obarczyć także działalność człowieka. Mieszkańcy Egiptu przez wieki rozbierali stare budowle ceglane w celu pozyskania nowego materiału budowlanego lub nawozu, bowiem materiał pozyskany w ten sposób nadawał się, po sproszkowaniu i wymieszaniu z innymi składnikami, do użyźniania pól. Odkryli to tzw. *sebbachini* – ludzie zawodowo trudniący się pozyskiwaniem *sebbachu*, czyli nawozu sporządzonego ze sproszkowanych cegieł mułowych. Przez tych „przedsiębiorczych” ludzi ucierpiało wiele starożytnych ruin i komów (sztucznych wzniesień powstałych w wyniku działalności człowieka), co bezpowrotnie zamknęło drogę do poznania przeszłości tych miejsc, wliczając w to dane dotyczące osadnictwa i architektury z nim związanej. Z przykrością należy stwierdzić, że również archeolodzy w XIX i XX w. nie przywiązywali znacznej wagi do architektury z cegły mułowej, a tym bardziej do odpowiedniej eksploracji i dokumentowania jej zabytków. Brak zainteresowania architekturą z cegły suszonej i wynikający z tego brak odpowiedniej metodyki eksploracji i dokumentacji skutkowało bezpowrotnym niszczeniem źródeł archeologicznych. Dość wymienić tu dwa haniebne przykłady przytoczone przez A.J. Spencera, które pokazują, jak ówczesni archeolodzy przekopali całe struktury osadnicze z cegły mułowej w Edfu i Denderze, nie sporządzając żadnej dokumentacji, po to tylko, by jak najszybciej dostać się do świątyń, z którymi wiązano nadzieję na spektakularne odkrycia [8].

Na szczęście w dzisiejszych czasach jest o wiele lepiej pod tym względem. Współczesna archeologia wciąż rozwija metodologię i coraz dokładniejsze sposoby dokumentacji. Archeolodzy mają świadomość wagi tego typu znalezisk i uwzględniają je w dokumentacji archeologicznej. Jednak, jak pisze Spencer (z czym moim zdaniem należy się zgodzić), podobnie jak dawniej, tak i dziś niekiedy występują tendencje do upraszczania problemów związanych z architekturą z cegły mułowej i jej dokumentacją. Spencer w swoim dziele proponuje opis budownictwa z cegły mułowej wg ośmiu następujących aspektów: 1. Skład cegły z zaznaczeniem czy została ona wypalona czy nie. 2. Wymiary cegły. 3. Wątek konstrukcji muru. 4. Zaznaczenie czy w konstrukcji występują maty i belki. 5. Charakterystyka zaprawy użytej do konstrukcji. 6. Charakterystyka tynku. 7. Zaznaczenie czy występują cegły stemplowane bądź znaczone w jakiś inny sposób. 8. Zaznaczenie czy występują cegły o „specjalnych” odrębnych formach bądź cegły o „specjalnym” zastosowaniu.

Uwzględnianie wszystkich tych danych w dokumentacji archeologicznej byłoby rozwiązaniem idealnym. Należy jednak dodać, że brak wszystkich wyżej wymienionych charakterystyk w dokumentacjach archeologicznych posiada dwojakie przyczyny. Z jednej strony może być to zaniedbanie badacza wynikające z marginalizacji tego zagadnienia, a z drugiej strony

ground. This process was repeated until the maker obtained the desired amount of bricks. The mud-bricks then needed to be dried. The bricks were left after forming for more or less three days. Then they were turned and left for another three days. After a week bricks became strong enough to stack them in piles, where they were left until fully dried [8]. Nile mud clay (without any admixtures) shrinks up to 30% of its capacity when drying, however adding straw and sand prevents cracks from forming. Contemporary conducted tests revealed that the best proportions of components are one cubic meter of mud mixed with 1/3 cubic meter of sand with admixture of 20 kg of chopped straw. Bricks made with regard to all this proportions and properly dried can hold a pressure of 52 kg per cubic centimeter. Bricks with admixture of sand and mud in proportion 1:1 (also with addition of some organic admixture) tend to be less robust [4] (fig. 4, 5, 6).

Mud-brick can survive for thousands of years if buried, wind and water erosion can revert a mud-brick to its original loose mud state. This often causes some difficulties with archaeological documentation because describing borders between mud brick walls, mud brick debris or even natural Nile mud layer, which has nothing to do with human past activities, is sometimes impeded [7].

Unfortunately erosion is not the only reason for the lack of preserved examples of ancient mud-brick architecture. Egyptians have been dismantling ancient buildings throughout the ages to obtain new construction material. In other cases, farmers used the mud-bricks to create *sebbakh*, by pulverizing them with additives and then used for fertilization. Because of these enterprising peoples called *sebbakin* a lot of ancient ruins as well as koms (artificial mounds formed as a result of past settlement activities) have suffered. Thus the doors to knowledge about many ancient cities and associated examples of ancient settlement architecture were closed. Furthermore, archaeologists from the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> centuries have not paid a lot of attention to mud brick architecture and as a result, there is even less proper exploration and documentation of existing examples. The lack of interest about mud-brick architecture, proper methodology for its exploration and documentation has resulted in the irretrievable destruction of archeological sources. It is enough to list two infamous examples quoted by A.J. Spencer that show how archaeologists dug out whole settlement structures from mud-brick in Edfu and Dendera without making any documentation just to get to the temples which could reveal more spectacular finds [8].

Fortunately, modern archaeology continuously develops methodology, more accurate methods of documentation and archaeologists are more conscious about the importance of settlements. However according to Spencer, we can observe from time to time a tendency of oversimplification associated with mud-brick architecture and its documentation. Spencer proposed describing ancient mud-brick architecture with regard to eight aspects: 1. Composition of the brick with an indication whether it was burnt or not. 2. Measurements of the bricks. 3. Bonding of the wall construction. 4. Indication if there are any reed mats or beams occurring in construction. 5. Characteristics of mortar used in construction. 6. Characteristics of used plaster. 7. Indication if there are any stamped or marked bricks. 8. Indication if there are any bricks of special forms or special usage other than regular construction purposes.

However, the lack of some of the listed above criteria might be caused by two different reasons. First of all, it can

może wynikać z trudności interpretacyjnych podyktowanych stanem zachowania zabytków. Jak już wcześniej wspomnieliśmy, niedogodności interpretacyjne związane są z działalnością czynników postdepozycyjnych, które zniekształcają niekiedy obraz zabudowy z cegły mułowej do tego stopnia, iż w niektórych przypadkach trudno dokonać dokładnych pomiarów danej cegły, a co dopiero opisać wążek użyty do konstrukcji muru.

Przez niedogodności opisane powyżej utrudniona jest również rekonstrukcja dawnej zabudowy z cegły mułowej. By odpowiedzieć na pytanie, jak wyglądała architektura osadnicza z okresu formowania się państwa egipskiego (ok. 3200-3000 p.n.e.), należy odnieść się do różnych rodzajów źródeł i analogii, takich jak dokumentacja archeologiczna odkrywanych pozostałości architektonicznych; analizy elementów architektury kamiennej, przedstawiających materiały nietrwałe, stosowane przed wprowadzeniem kamienia; gliniane modele domostw oraz analogie etnograficzne do współczesnej zabudowy z suszonej cegły mułowej.

Po przeanalizowaniu analogii i utworzeniu konceptu możliwych wariantów architektonicznych, można przystąpić do zobrazowania tworzonej rekonstrukcji. Przykładem takiej wizualizacji są trójwymiarowe modele stworzone na podstawie dokumentacji archeologicznej dokonanej na stanowisku Tell el-Farkha znajdującym się w rejonie wschodniej delty Nilu [3]. Pozostałości predynastycznej zabudowy o charakterze osadniczym posłużyły w tym przypadku do stworzenia trójwymiarowych rekonstrukcji tejże architektury. Rekonstrukcje tego typu pozwalają w bardziej przystępny sposób zobrazować omawiane zagadnienie. Ponadto, jeżeli opierają się na solidnych podstawach merytorycznych, mogą również stanowić przydatne narzędzie badawcze.

Na Komie Wschodnim w Tell el-Farkha, gdzie odkryto liczne struktury osadnicze [2], od 2012 r. oprócz sporządzania tradycyjnej dokumentacji w postaci ręcznie rysowanych planów płaskich, wykonywano także komputerową wersję tych planów. Wszystkie rysunki wykonane w komputerze opierały się na koordynatach pozyskanych za pomocą tachimetru, którym wykonywano pomiary w trakcie tworzenia dokumentacji. Pomiary zostały pobrane w ramach lokalnego układu współrzędnych stanowiska Tell el-Farkha, dzięki czemu rysunki stworzone na ich podstawie posiadają odpowiednie proporcje oraz przypisaną lokalizację, co pozwoli w przyszłości na szybką integrację danych z aktualnie sporządzaną dokumentacją. Tak stworzone plany następnie dodawano do rysunku głównego zawierającego wszystkie kolejne warstwy. Poszczególne obiekty znajdujące się na różnych poziomach można za pomocą odpowiedniego oprogramowania dowolnie pokazywać oraz ukrywać. Dzięki temu możliwe staje się nałożenie na siebie i jednoczesne przeanalizowanie dowolnej liczby przebadanych warstw. Zestawione w ten sposób plany kilku następujących po sobie poziomów pozwalają dostrzec pewne zależności występujące na badanym obszarze i umożliwiają lepszą interpretację układu zabudowy (ryc. 7, 8).

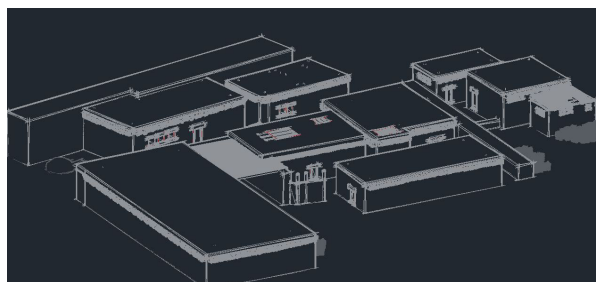
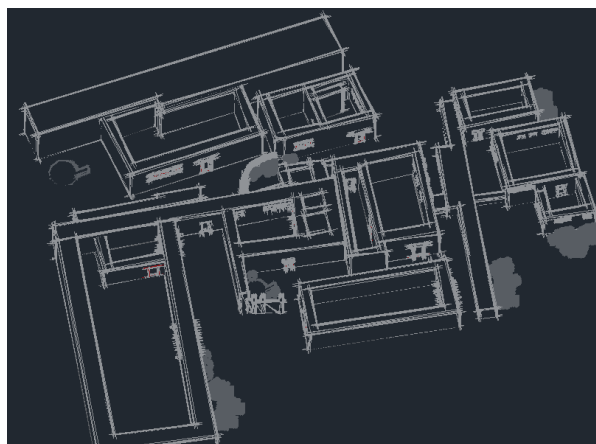
Przy rekonstrukcji zabudowy pomocne okazały się również plany wykonywane metodą tradycyjną w skali 1:20 i 1:50, a także dokumentacja fotograficzna. Ponieważ obie metody często się uzupełniają, słusznym wydaje się wspólne analizowanie tych dwóch źródeł informacji. W celu umożliwienia łatwiejszej analizy zdjęć i planów postanowiono opracować graficznie plany płaskie i dodać do nich zrektyfikowane za pomocą programu AirPhoto zdjęcia dokumentacyjne, wykonane po eksploracji danej warstwy. Dodatkowo zastosowano również efekt „negatywu” ingerując w oryginalny zapis kolorów na niektórych

być spowodowany minimalnym zainteresowaniem ze strony badacza i trudnościami z interpretacją słabo zachowanych struktur z cegły mułowej. Problemy z interpretacją są związane z procesami postdepozycyjnymi, które czasami zniekształcają obraz przeszłości do tego stopnia, iż jest trudne dokonanie właściwych pomiarów pojedynczej cegły lub opisanie rodzaju wiązania użytego do konstrukcji muru.

Ze względu na te niedogodności rekonstrukcja architektury z cegły mułowej jest trudna. Aby odpowiedzieć na pytanie, jak wyglądała architektura osadnicza z okresu formowania się państwa egipskiego (ok. 3200-3000 p.n.e.), należy odnieść się do różnych rodzajów źródeł i analogii, takich jak dokumentacja archeologiczna odkrywanych pozostałości architektonicznych; analizy elementów architektury kamiennej, przedstawiających materiały nietrwałe, stosowane przed wprowadzeniem kamienia; gliniane modele domostw oraz analogie etnograficzne do współczesnej zabudowy z suszonej cegły mułowej.

Po przeanalizowaniu analogii i utworzeniu konceptu możliwych wariantów architektonicznych, można przystąpić do zobrazowania tworzonej rekonstrukcji. Przykładem takiej wizualizacji są trójwymiarowe modele stworzone na podstawie dokumentacji archeologicznej dokonanej na stanowisku Tell el-Farkha znajdującym się w rejonie wschodniej delty Nilu [3]. Pozostałości predynastycznej zabudowy o charakterze osadniczym posłużyły w tym przypadku do stworzenia trójwymiarowych rekonstrukcji tejże architektury. Rekonstrukcje tego typu pozwalają w bardziej przystępny sposób zobrazować omawiane zagadnienie. Ponadto, jeżeli opierają się na solidnych podstawach merytorycznych, mogą również stanowić przydatne narzędzie badawcze.

Na Komie Wschodnim w Tell el-Farkha, gdzie odkryto liczne struktury osadnicze [2], od 2012 r. oprócz sporządzania tradycyjnej dokumentacji w postaci ręcznie rysowanych planów płaskich, wykonywano także komputerową wersję tych planów. Wszystkie rysunki wykonane w komputerze opierały się na koordynatach pozyskanych za pomocą tachimetru, którym wykonywano pomiary w trakcie tworzenia dokumentacji. Pomiary zostały pobrane w ramach lokalnego układu współrzędnych stanowiska Tell el-Farkha, dzięki czemu rysunki stworzone na ich podstawie posiadają odpowiednie proporcje oraz przypisaną lokalizację, co pozwoli w przyszłości na szybką integrację danych z aktualnie sporządzaną dokumentacją. Tak stworzone plany następnie dodawano do rysunku głównego zawierającego wszystkie kolejne warstwy. Poszczególne obiekty znajdujące się na różnych poziomach można za pomocą odpowiedniego oprogramowania dowolnie pokazywać oraz ukrywać. Dzięki temu możliwe staje się nałożenie na siebie i jednoczesne przeanalizowanie dowolnej liczby przebadanych warstw. Zestawione w ten sposób plany kilku następujących po sobie poziomów pozwalają dostrzec pewne zależności występujące na badanym obszarze i umożliwiają lepszą interpretację układu zabudowy (ryc. 7, 8).



Ryc. 10-11. Trójwymiarowy model rekonstruowanej architektury osadniczej z Komu Wschodniego na stanowisku Tell el-Farkha  
Fig. 10-11. Three-dimensional sketch of the reconstructed architecture from Eastern Kom at Tell el-Farkha archaeological site



Ryc. 12-22. Trójwymiarowa rekonstrukcja architektury osadniczej ze stanowiska Tell el-Farkha. Na fotorealistycznych zobrazowaniach możemy dostrzec charakterystyczne elementy tamtejszej architektury, takie jak wysoko umiejscowione, niewielkie okna oraz gęsty układ zabudowy. Oprócz zabudowy widoczne są także elementy właściwe dla krajobrazu osadniczego w okresie predynastycznym, takie jak piec, naczynia ceramiczne oraz maty trzcinowe  
 Fig. 12-22. A 3D reconstruction of the settlement architecture from Tell el-Farkha site. In the photo-realistic visualizations we can see the characteristic elements of the local architecture such as high, small windows and a dense arrangement of buildings. In addition to the buildings, landscape elements inherent to the settlement in Predynastic Period as ovens, ceramic vessels and reed mats are also visible

zdjęciach. Dzięki zastosowaniu tego narzędzia można lepiej dostrzec obiekty archeologiczne niewidoczne dokładnie na oryginalnym zdjęciu (ryc. 9).

Po analizie opisanych powyżej danych oraz przestudiowaniu wspomnianych analogii pozwalających stworzyć pewne przypuszczenia na temat ogólnego wyglądu architektury z okresu pre- i wczesnodynastycznego można było przystąpić do tworzenia trójwymiarowego modelu.

Trójwymiarowa rekonstrukcja w archeologii to metoda wizualizacji koncepcji archeologicznych za pomocą programów graficznych umożliwiających modelowanie 3D. Efektem końcowym procesu tworzenia tego typu rekonstrukcji jest uzyskanie wirtualnego modelu rekonstruowanych struktur lub zabytków archeologicznych, a ukończony model powinien stanowić odzwierciedlenie danych uzyskanych podczas analizy materiału archeologicznego i odniesień pozwalających na rekonstrukcję elementów niezachowanych do naszych czasów [5]. Tworzenie trójwymiarowego modelu zostało zapoczątkowane stworzeniem rysunku (podrysu pod przyszły model 3D), w którym przedstawiono plan zabudowy wywnioskowany na podstawie opracowanej dokumentacji. Następną czynnością było stworzenie za pomocą odpowiednich narzędzi do projektowania w 3D kolejno wszystkich elementów budynków i zabudowy im towarzyszącej. Na tym etapie rekonstrukcji należało odnieść się do tradycji budowlanych starożytnego Egiptu, a także sięgnąć do różnego rodzaju analogii, które pozwoliły na odtworzenie wyglądu rekonstruowanej architektury. Jest to bardzo istotne, ponieważ wygląd modelu charakteryzuje ostateczny obraz całej rekonstrukcji. Właśnie w tym punkcie tworzy się charakterystyczne elementy architektury nadając określone wymiary i wygląd m.in. drzwiom, oknom, zadaszeniu oraz murom. Ustala się także odpowiednie wysokości budynków oraz wartości wszystkich tych parametrów, których nie można wywnioskować bezpośrednio tylko na podstawie analizy pozostałości architektonicznych odkrytych podczas wykopalisk archeologicznych. Oprócz rekonstruowanej architektury na tym etapie twórca może dodać estetyczne elementy modelu, takie jak towarzysząca zabudowie roślinność czy ślady codziennej działalności człowieka w postaci zrekonstruowanych naczyń ceramicznych czy palenisk. Dodatki tego typu mają za zadanie poprawienie wizualnego efektu ostatecznej rekonstrukcji i choć stanowią czysto estetyczny element rekonstrukcji, pozwalają także łatwiej przyswoić jej końcowy obraz. Dzięki temu odbiorca nie jest skazany na oglądanie samej zabudowy bez śladów bytności człowieka (ryc. 10 i 11).

Po stworzeniu modelu 3D w oparciu o różnego rodzaju analogie oraz dane pozyskane podczas pomiarów i prac wykopaliskowych kolejnym krokiem było nadanie tekstur. Polega to na przyporządkowaniu odpowiednich faktur oraz kolorów konkretnym obiektom występującym w modelu. Jest to czasochłonny i wymagający cierpliwości proces, którego efektem końcowym jest uzyskanie ostatecznej („kolorowej”) wersji modelu 3D. Końcową wersję trójwymiarowego modelu z nadanymi teksturami i kolorami poddaje się następnie wizualizacji (renderingowi). Podczas tego procesu tworzy się serię wirtualnych zdjęć modelu, co wymaga odpowiedniego ustawienia parametrów, takich jak intensywność oświetlenia, kąt padania światła czy kąt i odległość tworzenia wizualizacji. By osiągnąć zamierzony cel, należy stworzyć wiele wizualizacji o różnych ustawieniach parametrów. Jest to kolejny czasochłonny proces wymagający wielu prób i błędów (ryc. 12-22).

Podczas etapu rekonstrukcji istotne było także przeanalizowanie obiektów archeologicznych towarzyszących pozostało-

obtained from a total station during the works at the site. Measurements have been taken within the local grid of Tell el-Farkha site and as a result, drawings based on them are properly proportioned and have assigned localizations that in the future will help with a quick integration with later documentation. Maps made in this style are then added to the main drawing, containing sketches of all the archaeological layers. Individual objects that are at the different levels can be displayed or hidden freely with use of the special software. Thus it is possible to overlay and analyze any number of investigated and documented layers. Multiple maps of following levels placed in this way will help to see relationships occurring in the area and thus help make a better interpretation of the past settlement arrangement (fig. 7, 8).

When producing these computerized reconstructions, photographic documentation and traditional 1:20 and 1:50 scale maps are also helpful. To facilitate the analysis of traditional maps and photographic documentation, graphical editing was also employed (all of the pictures have been taken after cleaning of currently explored layer). Additionally, photographic negatives were also applied, which helped to observe some of the archaeological objects, which were unseen earlier in the primary picture (fig. 9). After this analysis clues about the general appearance of architecture from Pre – and Early Dynastic periods make it possible to create a 3D model.

Three-dimensional reconstruction in archaeology is a method of visualization of archaeological concepts using graphic software. The final result is a virtual model of the architectural structures or artifacts. The finished model should reflect all the data obtained during analyses of archaeological materials as well as all different kinds of references helping with reconstruction of elements, which have not preserved into the modern age [5]. To create a 3D model we begin by making of basic sketch of the map of settlement arrangement, based on archaeological documentation. Next we create each of the building elements and accompanying features with use of special tools suitable for 3D modeling. At this stage of reconstruction it is essential to refer to architectural traditions of Ancient Egypt, as well as to different kinds of ethnographic analogies because the form of the 3D model defines the final form of the whole reconstruction. Inputting proper dimensions created the most characteristic elements of reconstructed architecture, such as doors, windows, roofing and walls. Factors that we cannot deduce from archaeological remains such as building height were estimated. Esthetic elements such as vegetation, reconstructed pottery vessels or kilns can also be added into the model. Additions of this kind are aimed to upgrade the level of the final visualization and they allow for a more complete 3D picture of past human activities (fig. 10 and 11).

After the creation of a 3D model the next step is the addition of textures. This involves the assignment of proper textures and colors to individual objects within the model. Though this can be time-consuming and requires patience, the final result is a completed and more realistic version of the 3D model. When this process is done the final version of the 3D model is rendered, which creates a series of virtual pictures of the model in regard to factors like light intensity and angle, as well as the angle and distance of the virtual camera. To achieve the desired goal a lot of visualizations are need to be done with different factors. It is another time-consuming process that demands a lot of trial and error (fig. 12-22).



ściom budynków z cegły mułowej, takim jak dolki postłupowe czy paleniska. W miejscach, gdzie te pierwsze odnotowane zostały w charakterystycznym układzie, rekonstruowano w zależności od ich wielkości i rozlokowania konstrukcje wspierające dachy lub ogrodzenia. W miejscach, gdzie paleniska lub piece ulokowane były wewnątrz budynków, zrekonstruowano w częściach dachu znajdujących się ponad nimi otwory (rodzaje dymników) wspomagające wentylację i zapobiegające zadymianiu pomieszczeń.

Jednakże należy mieć świadomość, że nawet przy wnikliwej analizie dokumentacji archeologicznej i wykorzystaniu precyzyjnego sprzętu geodezyjnego rekonstrukcje pozyskane w ten sposób są jedynie propozycją i ostateczny obraz powstaje w dużej mierze pod wpływem inwencji osoby, która go stworzyła. Wyeliminowanie z tego procesu „czynnika ludzkiego” wydaje się niemożliwe, jednak by rekonstrukcje tego typu były bliskie prawdy, należy dołożyć wszelkich starań, by dokładnie przeanalizować cały dostępny materiał oraz postarać się odnieść do różnych rodzajów źródeł.

During the reconstruction process it is also important to analyze accompanying archaeological objects such as postholes or fireplaces. In areas where postholes are found in a characteristic arrangement, the 3D reconstruction could include fences or roof-support structures, depending on their size and placement. In areas where fireplaces or kilns were found inside buildings, the reconstruction can include skylights placed above the associated area, which might allow for better air circulation and prevent smoke inhalation.

Although the final 3D model is suggestive, it must be remembered that even with careful analysis of archaeological documentation and the use of precise geodetic devices, the reconstruction is only an estimate of the original and is created under influence of its creator and their imagination; the elimination of human influence appears to be impossible. However, to make reconstructions of this kind more plausible, more effort is needed to provide careful analysis of all the available data and more attention to reference different types of scientific sources.

---

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Arnold D., *The Encyclopedia of Ancient Egyptian Architecture*, London 2003.
- [2] Chłodnicki M., *Lower Egyptian, Protodynastic and Early Dynastic settlements on the northern part of the Eastern Kom* [w:] *Tell el-Farkha I. Excavations 1998-2011*, red. M. Chłodnicki, K.M. Ciałowicz, A. Mączyńska, Poznań – Kraków 2012, s. 12-34.
- [3] Chłodnicki M., Ciałowicz K.M. i in., *Polish excavations at Tell el-Farkha (Ghazala) in the Nile Delta. Preliminary Report 2002-2003*, *Archeologia* LV, 2005, s. 63-66.
- [4] Fathy H., *Gourna: a tale of two villages*, Guizeh 1989.
- [5] Forte M., *A Digital "Cyber" Protocol for the Reconstruction of the Archaeological Landscape: Virtual Reality and Mindscapes* [w:] *Recording Modeling and Visualization of Cultural Heritage*, Proceedings of the International Workshop, Centro Stefano Franscini, Monte Verita, Ascona, Switzerland, May 22-27, 2005, E. Baltsavias, A. Gruen, L. Van Gool, M. Pateraki (ed.), Leiden 2006, s. 339-351.
- [6] Gale R. et al., *Wood* [w:] *Ancient Egyptian Materials and Technology*, P. T. Nicholson (ed.), s. 334-371.
- [7] Kemp B., *Soil (including mud-brick architecture)*, [w:] *Ancient Egyptian Materials and Technology*, P.T. Nicholson, I. Shaw (ed.), Cambridge 2000.
- [8] Spencer A.J., *Brick Architecture in Ancient Egypt*, Warminster 1979.
- [9] Taylor J.H., *Changes in the Afterlife*, [w:] *Egyptian Archaeology*, W. Wendrich (ed.), 2010, Blackwell Publishing, s. 220-240.
- [10] Zdziełowski S., *Some Remarks on The Earliest Settlement Mudbrick Structures in Egypt*, *Göttinger Miszellen* 217 (2008).

---

## Streszczenie

Niniejszy artykuł traktuje o problematyce dokumentacji i rekonstrukcji predynastycznej architektury z suszonej cegły mułowej na terenie Egiptu. Opisano w nim metody pozyskiwania danych oraz proces wykorzystania ich do celów rekonstrukcji dawnej zabudowy osadniczej. Zaprezentowano także proces powstawania oraz końcowe efekty trójwymiarowej rekonstrukcji opisywanej zabudowy opartej na tradycyjnej dokumentacji archeologicznej połączonej z danymi pozyskanymi za pomocą tachimetru. W artykule poświęcono również miejsce na refleksję na temat suszonej cegły mułowej. Opisano współczesny proces produkcji tego materiału budowlanego, jego właściwości oraz sugestie na temat sposobu dokumentacji jego pradziejowych odpowiedników odkrywanych podczas archeologicznych badań wykopaliskowych.

---

## Abstract

This paper examines methodological descriptions of obtaining and applying data to reconstruct mud-brick Pre-Dynastic architecture from Ancient Egypt. These methods include the creating a three dimensional virtual reconstruction based on traditional archaeological documentation and geodesic measurements. I also provide information about mud-bricks as a building component including the modern process of mud-brick production, its characteristics as a building material and suggestions for documentation methods of archaeological examples.