

Hanna i Edward Tomaszewscy
/Poznań/

GEOMORFOLOGICZNA INTERPRETACJA ZDJĘĆ LOTNICZYCH
DELTY TYGRYSU /IRAK/

Wstęp

W ramach umów międzynarodowych /1961-1962/ polscy geoboznawcy pod kierunkiem dr Jerzego Marcinka z Wyższej Szkoły Rolniczej w Poznaniu, wykonywali w Iraku projekt zagospodarowania rolniczego dla części delty rzeki Tygrys w sąsiedztwie miasta Amary. Opracowaniem objęty został obszar około 2200 km² pomiędzy rzekami Tygrysem a Buteirą /dla porównania: 1 arkusz polskiej mapy 1:100 000 liczy około 900 km²/. Jediną mapą tego obszaru była stara mapa arabska w skali 1:200 000. Polscy geodeci wykonali więc klasyczną, stolikową metodą, nową mapę topograficzną w skali 1:20 000, jako podstawę dla umiejscowienia kilku tysięcy wkopów i wierceń glebowych. Nie wystarczyła ona jednak dla spełnienia zamierzonego celu, ponieważ małe wysokości względne utrudniały właściwą lokalizację wierceń. Okazało się wtedy konieczne wykonanie mapy geomorfologicznej, która w odmienny sposób niż mapa topograficzna, posłużyłaby do genetycznej in-

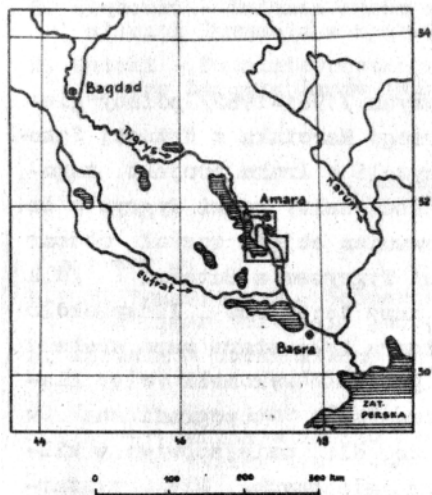
terpretacji geoboznawczej. Podstawą mapy geomorfologicznej były zdjęcia lotnicze wykonane w roku 1952 i 1962 przez Królewskie Holenderskie Linie Lotnicze /KIM/ /4/.

Tło geograficzne

Zanim zostaną omówione dalsze szczegóły wymienione w tytule niniejszego opracowania, należy wspomnieć o elementach geograficznych warunkujących występowanie określonych elementów morfologii i hydrografii. Najbardziej charakterystyczną cechą omawianego obszaru jest system hydrograficzny wynikający zarówno z budowy geologicznej /7/, jak i z warunków klimatycznych. Geomorfologia jest tutaj cał-

kowicie zależna od obu wymienionych czynników i nosi cechy rzeźby typu akumulacyjnego.

Rozległa równina Dolnej Mezopotamii zbudowana jest z osadów rzecznych, o pokaźnej miąższości, wypełniających depresyjne obniżenie dawnej Zatoki Perskiej /3/. Badany obszar zajmuje stosunkowo niewielką część równiny pomiędzy rzekami Tygrysem i Buteirą, w rejonie miasta Amara /rys. 1/, leżącym około 150 km na północ od miasta Basra. Strefa ta według danych Kha-

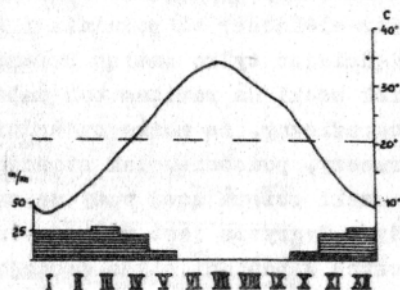


Rys. 1

Szkic sytuacyjny rejonu AMARA
/wg The Canadian Oxford Atlas
- 1951/
Position outline of Amara region

lafa /5/ posiada "klimat pustynny niskich szerokości". Cechą charakterystyczną tego klimatu jest niski opad wynoszący 160 mm rocznie, przy bardzo silnym parowaniu, osiągającym 3,2 m rocznie /2/, a w południowym Iraku jeszcze więcej. Sezonowy rozkład opadu atmosferycznego przedstawiony na wykresie według Cressey'a /rys. 2/ stanowi typowy przykład tej strefy klimatycznej. Uderzający jest fakt całkowitego braku opadu w miesiącach letnich, przy maximum temperatury, dochodzącej do 44°C.

Rzeka Tygrys wypływając z gór Taurus /Taurus Armeni-ski/ posiada znaczną obfitość wód /większą niż Eufrat/ z zaznaczającym się maksimum na wiosnę i minimum w jesieni. Liczne lewo-brzeżne dopływy z gór Zagros czerpią wodę z opadów orograficznych, a uchodząc



Rys. 2

Bagdad - krzywa temperatury oraz wielkość opadu atmosferycznego w ciągu roku wg G.B. Cressey - 1951

Curve of temperature and of atmospheric fall greatness in a year

do Tygrysu sypią na granicy Niziny Mezopotamii rozległe stożki napływowe. O rozmiarach aluwialnej równiny Tygrysu świadczy fakt, że w odległości około 900 km od morza, poziom rzeki znajduje się na wysokości 57 m n.p.m., a w rejonie Amary /około 200 km od morza/ spada już do 7 m n.p.m. Taki rozkład wysokości bezwzględnej powoduje niezmiernie słaby spadek, charakteryzujący się wybitną przewagą procesów akumulacyjnych. Dlatego też z dużą łatwością dzieli się rzeka Tygrys na niezliczone ramiona, odprowadzające wodę do niżej położonych basenów zwanych "horami". Silna

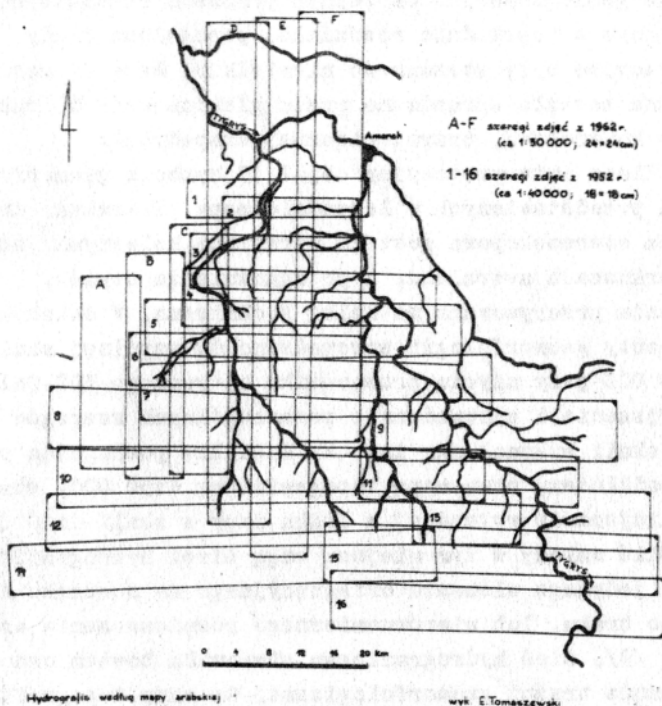
akumulacja powoduje podnoszenie się dna rzeki, co w konsekwencji ułatwia grawitacyjne odprowadzenie wody kanałami poza główne koryto. W połączeniu ze wspomnianą wartością parowania, ubytek wód Tygrysu jest ogromny.

Do największych odpływowych ramion Tygrysu należą rzeki: Buteira, oraz El-Areedh od zachodu, Mujar-el-Sagair i Mujar-el-Kabeer od południa i El-Chahaba od wschodu, uwzględniając tylko zasięg badanego obszaru koło Amary. Podział rzeki na ramiona tak dalece rozdrabnia jej system hydrograficzny, że można by wydzielić kategorie odpływów i dorzeczy, podobnie, jak stosuje się to w normalnym podziale rzeki zbierającej wody ze swego dorzecza. Wynik utraty wody w Tygrysie jest widoczny na mapie i na zdjęciach lotniczych w postaci stale zwężającej się wstęgi wodnej, której szerokość zmalała w obrębie opracowanego obszaru z 250 m na zachód od Amary, aż do 50 m przy południowej ramce mapy.

Metody pracy

Wspomniane na wstępie prace geobznawcze oparte na szczegółowych badaniach terenowych napotkały na trudności lokalizacyjne wynikające z niezmiernej płaskości obszaru. Jedynym elementem wyróżniającym się z otoczenia były systemy rzeczne i kanały /1/. Dlatego też wykonanie mapy geomorfologicznej różnicującej formy w obrębie delty wewnętrznej Tygrysu było dużym ułatwieniem dla interpretacji geobznawczej.

Podstawą opracowania mapy geomorfologicznej było 290 zdjęć lotniczych wykonanych przez KIM w 1952 i 1962 roku. Ich wzajemne położenie przedstawione jest na rys. 3. Skala zdjęć wahała się od 1:40 000 z 1952 r., do około 1:30 000 w 1962 r. Formaty zdjęć wynosiły odpowiednio: 18x18 cm oraz



Rys. 3.

Skorowidz zdjęć lotniczych zachodniej części
 delty rzeki Tygrys
 Index of air photos of the western part of the
 Tiger river delta

23x23 cm. W sumie do opracowania wykorzystano 18 szeregów, posiadających pełne pokrycie stereoskopowe /62% i wystarczające krycie między szeregami. Analiza zdjęć lotniczych została oparta w zasadzie na interpretacji kameralnej wzbogaconej studium literatury i obserwacjami terenowymi, przekazanymi przez gleboznawców. Dzięki stosunkowo prostej bu-

downie geologicznej i czytelnym procesom rzeźbotwórczym, omówionym w poprzednim rozdziale, popełnione błędy interpretacyjne były stosunkowo niewielkie. Mapa geomorfologiczna została sprawdzona przez gleboznawców w Iraku podczas kontrolnej, trzymiesięcznej ekspedycji.

Klucz interpretacyjny objął 15 symboli geomorfologicznych przedstawionych w legendzie mapy. Pierwsza interpretacja stereoskopowa została utrwalona kolejnymi szeregami na arkuszach astralonu, a po uzgodnieniu styków, treść została przerysowana na kalkę techniczną. W dalszym ciągu elementy geomorfologii sprowadzono do wspólnej skali 1:50 000 przy użyciu przenośnika optycznego LUZ-Zeissa. Pomniejszenie i sprowadzenie poszczególnych szeregów do wspólnej skali wykonał mgr inż. H. Kubicki, posługując się jako podkładem, nową mapą topograficzną 1:50 000, stanowiącą pomniejszenie wykonanej w Iraku mapy w skali 1:20 000. Podkreślić należy w tym miejscu wagę sieci hydrograficznej, jako jedyne elementu orientacyjnego na obszarze deltowym, wobec braku, lub nierównomiernego rozmieszczenia osiedli i dróg /9/. Sieć hydrograficzna stanowiła bowiem osnowę nawiązania treści geomorfologicznej do mapy topograficznej.

Syntetyczna mapa geomorfologiczna była dla gleboznawców pomocą w precyzyjniejszej lokalizacji 3200 wkopów i kilku tysięcy wierceń glebowych, oraz mogła służyć do genetycznej klasyfikacji rozpoznanych w terenie gleb.

Oczywiście należy zdawać sobie sprawę z faktu, że opracowanie kameralne, nawet podbudowane informacjami naocznych obserwatorów, nie może spełniać tych samych warunków, co szczegółowe opracowanie terenowe. Ujemną stroną jest tutaj zarówno różnica skali mapy i zdjęć lotniczych jak i brak dokumentacji geologicznej, a szczególnie badań strukturalnych.

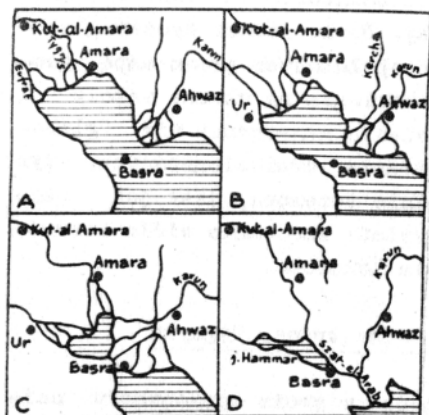
Natomiast strefą wspólnych zainteresowań może być kra-
tograficzny obraz typów rzeźby. Wiele jednak życzeń gło-
bowników nie może niestety być spełnionych przez mapę geo-
morfologiczną, ponieważ geomorfologia ma własne metody i
cele badawcze, ma inne wydzielenia genetyczne niż gło-
bownictwo, mimo pewnych podobieństw terminologicznych. Tym
niemniej współpraca, szczególnie terenowa, jest jak naj-
bardziej pożądana i może przynieść wzajemnie wiele korzyści
w oparciu o te same zdjęcia lotnicze.

Geomorfologia delty wewnętrznej Tygrysu

R. Th. Verstappen /12/ podał w swoim opracowaniu naj-
ważniejsze elementy genezy delt i ich klasyfikacji. Wymie-
nił trzy strefy deltowe z punktu widzenia hydrologii:

- 1/ strefa górna, wytworzona przez wylewy rzek,
- 2/ strefa środkowa, wytworzona przez wylewy rzek i
przyprływy morza,
- 3/ strefa dolna, wytworzona przez przyprływy morza.

W omawianym przypadku delta Tygrysu koło Amary należy
do pierwszej strefy. Jest to delta wewnętrzna Tygrysu,
gdzie wylewy są regulowane stanem wody w rzecz, bez udziału
morza. Historyczny rozwój delty Tygrysu przedstawia se-
ria rysunków /rys. 4/ chronologicznych według Volker'a /13/.
Wynika z nich jasno, że obecna delta wewnętrzna Tygrysu
należała dawniej do "strefy środkowej", w której współ-
działały wylewy rzeki i przyprływy morza. Świadectwem od-
cięcia fragmentu zatoki Perskiej przez deltę rzeki Korun
na południe od Amary są obszary bezodpływowe, zwane "hori-
mi". Do nich to uchodzą wspomniane poprzednio rozgałęzie-
nia rzeki Tygrys, budując typową deltę wewnętrzną /8/. Uży-
cie zdjęć lotniczych dla celów geograficzno-gleboznawczej
interpretacji wymagało opracowania specjalnego klucza. Je-
go podstawą były:



Rys. 4

Historyczny rozwój delty Tygrysu:
 A - 3000 lat p.n.e.; B - 2000 lat p.n.e.; C - epoka rzymska; D - okres współczesny; /wg Le Courier de l'UNESCO; 7/8, Paris 1964/
 Historical development of the Tigris river delta: A - 3000 years B.C.; B - 2000 years B.C.; C - Roman epoch; D - Contemporary period

Postępowanie takie w ciągu wielu wieków spowodowało podział omawianego obszaru na 2 regiony, wyraźnie widoczne na mapie geomorfologicznej:

- a/ region zamkniętych, starych obniżen zwanych dalej basenami, przedzielony gęstą siecią kanałów irygacyjnych,
- b/ region otwartych obniżen, zwanych horami, gdzie nowe kanały irygacyjne tworzą kształt ptasiego pióra.

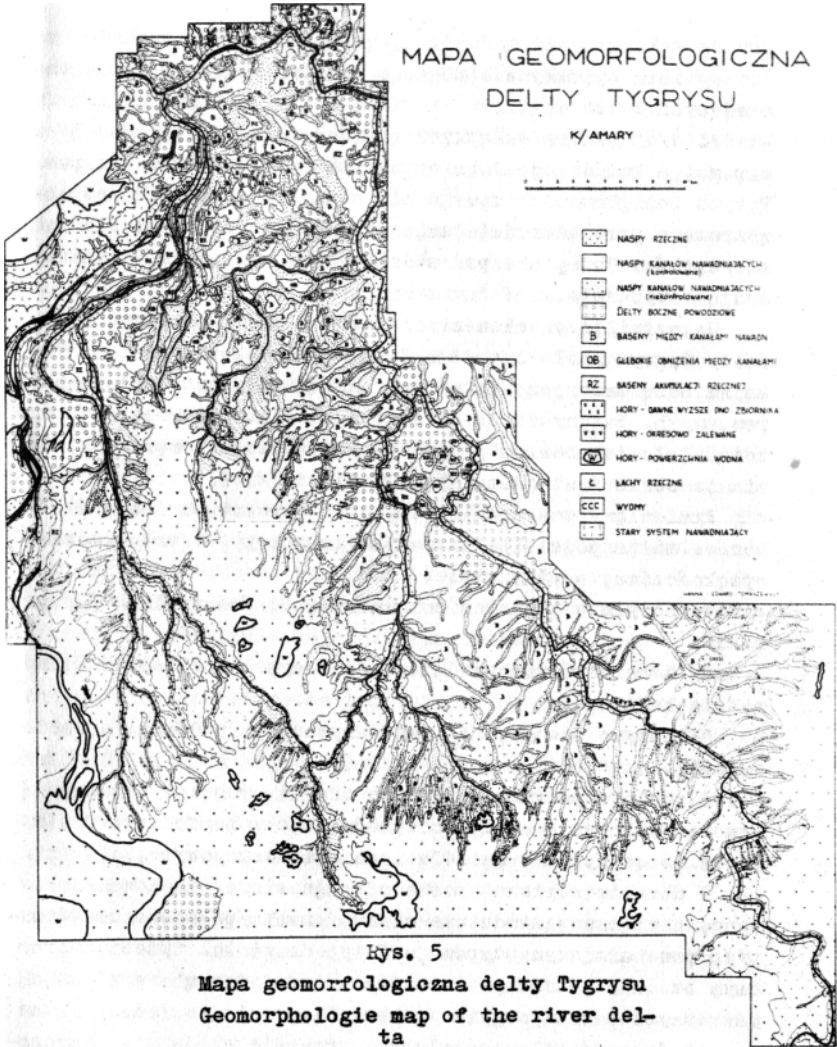
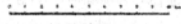
Ten podział stwarza jednocześnie podstawę do wyznaczenia dwóch dominujących elementów rzeźby omawianego fragmentu delty, a mianowicie:

- 1/ informacje geologiczno-sedymentologiczne zebrane w Iraku przez polskich geologów /dr J. Marcinek/
- 2/ literatura specjalna geologów holenderskich.

W szybkości rozwoju delty Tygrysu ogromny udział ma człowiek. Jego działalność przejawia się w rozprowadzaniu regularnych kanałów irygacyjnych, prowadzących od rzeki głównej do horu, lub basenu. Ten system nawadniający jest systemem ruchomym, przesuwanym się ku południowi, ku nowym terenom delty, gdzie gleby nie zostały jeszcze zasolone.

MAPA GEOMORFOLOGICZNA DELTY TYGRYSU

K/AMARY



Kys. 5

Mapa geomorfologiczna delty Tygrysu
Geomorphologie map of the river delta

- 1/ form wklęsłych o różnej głębokości,
- 2/ form wypukłych otaczających formy wklęsłe lub wkra-
czających w ich obręb.

Ad 1/ Dna form wklęsłych znajdują się od 2,5 do 5 m n.p.m., a kulminacje form wypukłych od 3,5 do 7 m n.p.m. W tych też granicach zamyka się skala rzeźbotwórcza na obszarach o przewadze działania akumulacji rzecznej. Nie są to wartości duże, ale pod stereoskopem występują wystarczająco wyraźnie.

Najważniejszym elementem rzeźby w omawianym regionie delty Tygrysu koło Amary są formy wklęsłe, stanowiące lokalną bazę erozyjną dla wód płynących po wypukłościach nasp rzecznych. Baseny te są świadectwem walki człowieka z przyrodą. Człowiek bowiem pośrednio przyspiesza tempo wypełniania obniżen utworami akumulacji rzecznej.

Wymieniony poprzednio region "b" otwartych basenów = horów, można podzielić na dalsze trzy typy, zróżnicowane wysokościowo, a mianowicie:

- 1/ hory o stałej powierzchni wodnej /centralne partie horu/,
- 2/ hory o półsuchym dnie, zalewanym okresowo z roślinnością bagienną/,
- 3/ hory o suchym, nie zalewanym dnie /poddane uprawie rolnej/.

W wielu wypadkach wszystkie trzy typy horów występują koncentrycznie, posiadając wyraźne cechy morfologiczne, możliwe do odczytania na zdjęciach stereoskopowych.

W obrębie regionu, posiadającego stare, izolowane baseny, a więc w sąsiedztwie miasta Amary /północna część mapy/, przeważającym typem jest typ drugi lub trzeci, przy czym basen o półsuchym dnie jest raczej formą zanikającą na korzyść basenu o dnie suchym. Wiąże się to jednak ze wzrastającym zasoleniem gleby i wreszcie staje się przyczy-

na porzucenia terenów rolnych i podążenia za najmłodszymi odcinkami delty, dalekimi od groźby zasolenia. W doborze klucza interpretacyjnego pierwsze dwa typy horów: stale pod wodą i okresowo zalewane, były najprostsze w interpretacji zdjęć lotniczych. Trudniejsza natomiast była interpretacja horów oddanych pod uprawę rolną. Różne typy upraw, różne pory ich wegetacyjnej dojrzałości sprawiały poważne kłopoty. Dodatkowym elementem demaskującym granicę między horami a naspami rzecznyymi była możliwość stereoskopowej kontroli modelu przestrzennego delty.

Ad 2/ Działalność agro - i hydrotechniczna człowieka doprowadza do zagęszczenia i przedłużania kanałów irygacyjnych powodując nieraz całkowite zapełnienie utworami rzecznyymi obniżen basenowych, których śladem są jedynie drobne ugięcia w obrębie nasp rzecznych. Naspy poszerzają się tak dalece, że w przekroju pionowym /według opinii gleboznawców/ widoczne są całe generacje nasp wzajemnie na siebie zachodzących. Kierunki odpływu wód w kanałach północnej części omawianego obszaru są już zupełnie dowolne i poszukują możliwie największego obniżenia. Woda o bardzo małym spadku powoduje zwiększenie zasolenia dzięki wzmożonemu parowaniu. Proces ten stanowi m. in. przyczynę wędrówek ludności na obszary wolne jeszcze od wspomnianych trudności, co na zdjęciach lotniczych jest dobrze widoczne w postaci opuszczonych budynków i porzuconych urządzeń melioracyjnych. Na mapie geomorfologicznej wyróżniono dwa typy nasp: rzeczne i kanałowe, co odpowiadałoby podziałowi na naspy naturalne i sztuczne. Pośród form wypukłych należy jeszcze wymienić delty boczne, towarzyszące rzekom i tworzące się samoczynnie w okresach naturalnych powodzi. Dochodzi wtedy do gwałtownego zrzutu wody na zewnątrz od koryta rzeki. Ślad tego wylewu bocznego jest doskonale widoczny na zdjęciach lotniczych w postaci "delt warkocz-

wych" o zawiłym przebiegu kierunków odpływu. Deltę boczne tworzą zwykle zwartą powierzchnię i kończą się stożkiem napływowym, otwartym wachlarzowato w kierunku basenu. Nie posiadają śladu upraw rolnych, bowiem nie przedstawiają żadnych wartości gospodarczych.

Na prawym brzegu rzeki Buteiry, na zachód od miasta Amary znajduje się pokaźnych rozmiarów obszar dawnych, od paru wieków nieczynnych terenów nawadnianych /6/. Zaznaczające się kanały irygacyjne zostały w całości zasypane utworami akumulacji rzecznej i eolicznej. Ta ostatnia przejawia się w postaci pagórków wydmych, nie podobnych jednakże litologicznie do innych wydym, ponieważ są zbudowane z "granulowanego" iżu, a nie z ziaren piasku. Wygląd zewnętrzny granulki iżu jest podobny do innych piasków wydmych. Po zamurzeniu w wodzie zamienia się jednak w osad ilasty. Fototony dawnych systemów irygacyjnych są wyraźniej jaśniejsze od współczesnych, czynnych doprowadzalników, co ułatwia rozróżnienie ich na zdjęciu lotniczym.

Tak więc mapa geomorfologiczna, jak pisze J. Tricart /11/: "oddaje usługi gleboznawcom przy inwentaryzowaniu gleb", a gleboznawcy dzięki swym analizom mechanicznym i chemicznym pomagają geografom w rozwiązywaniu zagadnień sedymentologicznych i genetycznych, czego najlepszym przykładem była sprawa wspomnianych wyżej utworów formowanych procesem eolicznym

LITERATURA

1. Bandat v. Horst, Aerogeology, Gulf Publ. Co. Houston, Texas 1962
2. Cressey G.B., Asia's Land and peoples, N. York 1951, Mc Graw Hill.

3. Ginsburg N., The Pattern of Asia, Prentice-Hall Inc., New Jersey 1958.
4. Gloriod M., La photographie aérienne, auxiliaire et complément de la carte. Comptes rendus du XVIII Cong. Geogr., Rio de Janeiro 1960.
5. Khalaf M.J., The climate of Iraq. Comptes rendus du XVIII Cong. Géogr., Rio de Janeiro 1960.
6. Stamp L. Dudley, Histoire de l'utilisation des terres des régions arides, UNESCO, Paris 1961.
7. Termier G.H., Histoire géologique de la biosphère /la vie et les sédiments dans la géographie successives/, Masson, Paris 1952.
8. Termier H., Erosion et sédimentation /introduction à la géologie générale et à la paléogéographie/, Masson, Paris 1960.
9. Tricart J., Z problematyki mapy geomorfologicznej Przegl. Geogr. t. XXVII, z. 2, Warszawa 1955.
10. Tricart J., Notice explicative de la carte géomorphologique du delta du Sénégal. Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Technip 8, Paris 1961.
11. Tricart J., Circulaire 1964/2 de la Commission de Géomorphologie appliquée, Strasbourg 1964.
12. Verstappen H. Th., Geomorphology in delta studies. International Training Centre, Delft 1964.
13. Volker A., Deltas fertiles - un combat sur deux fronts Le Courrier - UNESCO, 7/8, Paris 1964.

GEOMORPHOLOGIC INTERPRETATION OF THE TIGER DELTA
AIR PHOTOS /IRAQ/

Summary

According to international agreements /1961-1962/ Polish experts at soil have made in Iraq a projekt of farming for the part of the Tiger Delta in Amara neighbourhood.

To localize several thousand sinkings and diggings, that were a base for genetic classification of soil, it was necessary to make a geomorphologic map which would also serve to soil judging interpretation. Soil judging works, based on particular ground researches, met with localization difficulties resulting from immense flatness of the area. The river systems and channels were the only elements distinguishing themselves from the surrounding.

Making a geomorphological map, distinguishing the forms in the delta area, was therefore a great facilitation for soil judging interpretation. The article is devoted to working out such map the base which were air photos from 1952 made in the scale of about 1:40 000, and the ones from 1962 made in the scale 1:30 000. The air photos analysis has been virtually based on enriched chamber interpretation of literature study and on checkings from ground observations of the experts at soil.

The worked out ground lies, from the hydrological point of view, in the upper part of the whole delta area that is

where tides do not appear and the delt remains under the influence of river flows only. Man's activity, manifesting itself in building of numerous channels, exerts substantial stigma on the delt physiognomy. This irrigating system is a mobile one moving along to the south, to new areas of the delta where soils have not been salted yet.

The most important element of the relief in the considered region are the concave forms making up local erosive basis for the waters flowing along convexities of the river embankments. Man's agrotechnic and hydrotechnic activities conduce to condensing and extension of the channels causing many a time complete filling up of the basin depression with river productions.

Detailed analysis of the area in airphotos allowed the autors to work out a photointerpretation key which included fifteen geomorphologic elements shown in the legend of the enclosed map. In practice it came out that a geomorphologic map is, in spite of its specificity, useful in the work of experts at soil.