

Geodezja i kartografia w starożytnej Mezopotamii

# PRAKTYCY ZNAD EUFRATU

Rzeczony matematyki w Me-  
zopotamii – wymuszony  
przez potrzeby gospodarcze  
– wpływał na rozwój metod  
pomiarów i obliczeń geode-  
zyjnych. Nie zachowały się do  
naszych czasów opisy pomia-  
rów geodezyjnych, przetrwały  
natomiast tablice matematycz-  
ne, przykłady obliczeń i mapy.



Rys. 1. Mapa Mezopotamii

ZYGMUNT STRZELBICKI

Obszar Mezopotamii (rys. 1) obejmuje urodzajne pasmo aluwialne o powierzchni około 350 tys. km<sup>2</sup> między rzekami Tygrys i Eufkrat. Sumer (sum. *unken*: zbiór ludzi) zajmował południową część Mezopota-

mii po dzisiejszy Bagdad. Warunki geograficzne (niszczące wylewy rzek) były czynnikiem inicjującym idee technicznych systemów irygacyjnych. Formujący się około 3000 r. p.n.e. system o centralistycznej strukturze politycznej, religijnej, administracyjnej i organizacyjno-wykonawczej wywarł wpływ na genezę i rozwój pomiarów geodezyjnych do celów kolektywnej gospodarki rolnej. Prowadzenie wykazów gospodarczych i podatkowych przez centralną administrację wymagało coraz doskonalszej matematyki, a ta z kolei kształtowała metody pomiarów geodezyjnych. Dla usprawnienia liczenia zostały wprowadzone tablice matematyczne oraz przykłady rozwiązań z zakresu geometrii i algebry dla robót ziemnych, budowlanych i mierniczych. Opracowano formuły matematyczne na obliczanie powierzchni pomierzonych figur geometrycznych. Przeliczenie powierzchni ułatwiały tabele metrologiczne (zbiór miar). Centralna administracja inicjowała również unifikację jednostek miar. W okresie babilońskim następuje

na tych terenach dalszy rozwój matematyki, geodezji i astronomii.

## ROZWÓJ NAUK MATEMATYCZNYCH A GEODEZJA

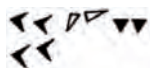
Równoległe z rozwojem pisma pojawia się w Mezopotamii praktyczne zainteresowanie algebrą dla celów gospodarczych i handlowych (około 3500 r. p.n.e.). Rozwojowi archaicznych znaków liczbowych towarzyszy rozwój systemu sześćdziesiątkowego. Znaki te zostają

### TAB. 1. PODSTAWOWE SYMBOLE LICZB PISMA KLINOWEGO ORAZ SPOSOBY ICH ZAPISYWANIA

#### WARTOŚĆ ZNAKÓW

▼ 1  
◀ 10  
▼ 60

#### ZAPIS ZNAKU MINUS W TEKSTACH SUZY



4·10 - 2

#### ZAPISY PISMA KLINOWEGO

▼▼▼ = 4, ◀ = 10, ◀▼ = 11, ◀◀ = 20

▼ ◀▼ = 71

60 10 1

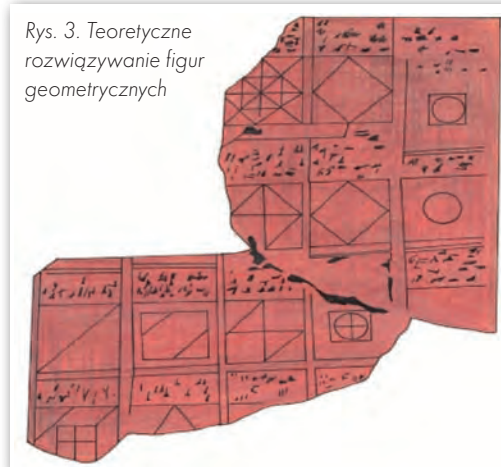
### TAB. 2. PROCES ROZWOJU MATEMATYKI SUMERYJSKIEJ

- 3500-3000 p.n.e. – formowanie się symboli liczbowych,
- 3000-2900 p.n.e. – powstanie systemu sześćdziesiątkowego,
- 2900-2000 p.n.e. – powstanie tablic matematycznych i metrologicznych,
- 2000-500 p.n.e. – równania kwadratowe; wyciąganie pierwiastków; wzór Pitagorasa dla trójkąta prostokątnego,
- 500-100 p.n.e. – ślady zastosowania wolnego miejsca w zastępstwie cyfry zero.



z czasem „zmodernizowane” oraz dostosowane do pisma klinowego. W systemie pisma klinowego wprowadzono tylko dwa znaki liczbowe: dla cyfry „1” oraz dla liczby „60” – ten sam symbol klina różniący się wielkością, a dla liczby „10” – znak podobny do „hakowatego kąta”. Tabela 1 przedstawia wieloznaczność symboli liczbowych oraz sposób zapisywania i czytania pisma klinowego [Alten, 2003; Lehmann, 1954].

Matematyka sumeryjsko-babilońska (1990-1600 p.n.e.) знаła równania liniowe  $ax = b$ , kwadratowe  $x^2 + ax = b$ , a także dwumianowe  $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$  oraz  $(a + b)(a - b) = a^2 - b^2$  [Struik, 1963]. Na glinianych tabliczkach znaleziono zapis równania Pitagorasa ( $x^2 + y^2 = z^2$ ). Adaptacja związków matematycznych do obliczania figur geometrycznych (trójkątów, czworoboków, koła i poligonów) zdecydowała o rozwoju metod pomiarów geodezyjnych. W matematyce przy rozwiązywaniu problemów geometrycznych



posługiwano się zasadą proporcjonalności elementów figur, która znalazła również zastosowanie w pomiarach geodezyjnych. Typowy trójkąt sumeryjski miał stosunek boków 5:12:13, co dawało sumę kwadratów:  $5^2 + 12^2 = 13^2$ , czyli  $25 + 144 = 169$  [Kropp, 1969; Gericke, 1992].

W Sumerze, a później również w Babilonii istniała bogata literatura matematyczno-geodezyjna. Załączone rysunki tabliczek glinianych przedstawiają problematykę geometryczną określającą metody geodezyjne (rys. 2 i 3).

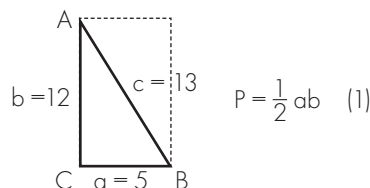
### ● GENEZA I ROZWÓJ GEODEZJI

Zmiany warunków bytu i stosunków produkcyjnych (od wspólnoty pierwotnej do gospodarki indywidualnej) spowodowały wzrost zapotrzebowania społecznego na pomiary geodezyjne w centralnie zarządzanym systemie gospodarczym. Nie zachowały się do naszych czasów opisy metod przeprowadzania pomiarów geodezyjnych. Z planu z Tello (rys. 6) wynika, że pomiary były realizowane z wykorzystaniem regularnych figur geometrycznych, co należy tłumaczyć istnieniem gotowych związków matematycznych do ich rozwiązania. Pragmatyczne podejście do problemów praktycznych potwierdza również to, że zadowolano się często wartościami przybliżonymi, bez rozwiązania samego problemu, np. używano wartości  $\pi = 3$ . Przykłady obliczeń powierzchni wybranych figur zawiera tabela 3.

**Pomiary realizacyjne.** Geneza geodezji była również związana z pomiarami realizacyjnymi kanałów i tam. Tabela 4 przedstawia profil tamy z danymi. Zadaniem mierniczego przeprowadzającego pomiar realizacyjny było wyznaczenie długości podstawy tamy  $x$  oraz szerokości korony tamy  $k$ . Powierzchnię trójkąta ABC obliczano związkiem matematycznym (1), natomiast wartość  $x$  oraz  $k$  otrzymywano z przekształceń i odpowiednich proporcji.

### TAB. 3. OBLICZENIA GEODEZYJNE

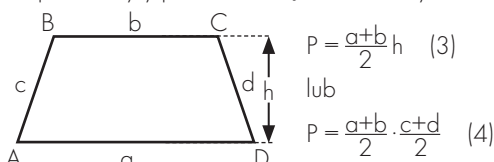
● **Powierzchnia trójkąta.** Pomiar i obliczanie powierzchni trójkąta prostokątnego o bokach  $a$ ,  $b$ ,  $c$  odbywało się wg wzorów stosowanych współcześnie:



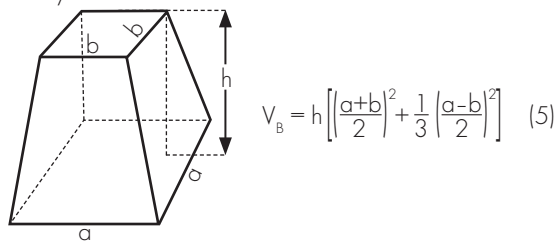
● **Powierzchnia okręgu.** Do obliczania powierzchni określonej przez okrąg była zalecana pragmatyczna procedura polegająca na dzieleniu kwadratu obwodu koła  $K$  przez liczbę 12 ( $4\pi$ ):

$$P = \frac{K^2}{12} \quad (2)$$

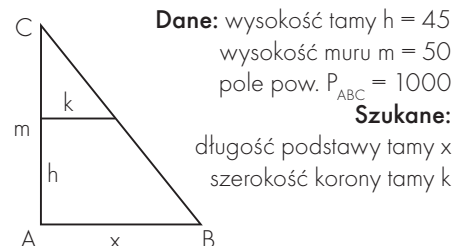
● **Powierzchnia trapezu.** Do obliczania powierzchni trapezu  $P$  były podane związki matematyczne:



● **Objętość piramidy ściętej.** Do obliczania objętości piramidy ściętej o podstawie kwadratowej był stosowany wzór:



### TAB. 4. POMIARY REALIZACYJNE



$$P_{ABC} = \frac{mx}{2}$$

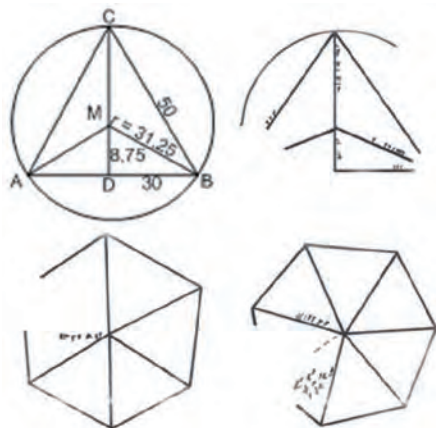
$$x = \frac{2P}{m} = \frac{2 \cdot 1000}{50} = 40$$

$$\frac{x}{m} = \frac{k}{(m-h)}$$

$$k = \frac{(m-h) \cdot x}{m} = \frac{(50-45) \cdot 40}{50} = 4$$

Długość podstawy tamy  $x = 40$  (jednostek długości), szerokość korony tamy  $k = 4$

**TAB. 5. TEKSTY GEOMETRYCZNE Z SUZY (POLIGONY, W KTÓRYCH ROZWIĄZYWANO TRÓJKĄTY METODĄ PITAGORASA)**



**Dane:** AC = CB = 50;  
AD = DB = 30; CD = 40;

**Szukane:** promień  $r = AM = MB = CM$

Z trójkąta ABC wynika:

$$(CD - CM)^2 + DB^2 = r^2$$

$$(40 - r)^2 + 30^2 = r^2$$

$$40^2 - 2 \cdot 40 \cdot r + r^2 + 900 = r^2$$

$$r = 31,25$$

Obliczenie sprawdzające:

$$DM = 40 - r = 40 - 31,25 = 8,75$$

$$(8,75)^2 + (30)^2 = (31,25)^2$$

$$76,56 + 900 = 976,56$$

$$r = \sqrt{976,56} = 31,25$$

**Obliczanie poligonów.** Teksty matematyczne z Tell Harnsall (około 1800 r. p.n.e.) oraz teksty geometryczne z Suzy (nieco późniejsze) prezentują dobrze rozwiniętą technikę obliczeń zorientowaną na praktyczne zastosowanie w pomiarach geodezyjnych. W tabeli 5 przedstawiono teksty z Suzy (w oryginale na glinianych tabliczkach), które zawierają rozwiązania poligonów [Scriba, Schroeiber, 2003]. W lewym górnym rogu pokazano trójkąt wpisany w okrąg rozwiązany za pomocą twierdzenia Pitagorasa.

**Pomiary katastralne.** Z aktem darowizny były związane pomiary katastralne wykonywane dla określenia granicy i wielkości podarowanego obszaru ziemi uprawnej [Bauer, 1979]. Na podstawie dokumentów archiwalnych nie jest możliwe odtworzenie metody oraz narzędzi użytych do pomiarów. Z okresu dynastii kasyckiej (1750-1157 p.n.e.) pochodzą kamienie graniczne zwane „kudurru” z podarowanych pól uprawnych przedstawione na rys. 4 i 5. Na odwrotnej stronie niektórych kamieni granicznych wyryty jest opis katastralny, który obejmuje: po-

łożenie działu miasta z opisem granic, nazwiska urzędników (geodetów) przeprowadzających pomiar – obecnych przy sporządzaniu dokumentu katastralnego, miejsce i datę wystawienia dokumentu. W uzupełnieniu podane są kłątwy mające chronić kamień graniczny przed usunięciem lub zniszczeniem.

**Pomiar sytuacyjny.** Najstarszym przykładem wpływu teorii nauk matematycznych na metody geodezyjne (podwyższenie dokładności wyników przez podwójny pomiar i zastosowanie średniej arytmetycznej) jest plan sytuacyjny pola z Tello przedstawiony na rys. 6 [Bauer, 1979]. Szkic pomiarowy został sporządzony na tabliczce glinianej w okresie króla Ibbi-Suena (około 2000 r. p.n.e.). Pomiar wykonało dwóch mierniczych: Sze-li-ha oraz Ur-gal-alim Ka-ge. Za boga sztuki mierniczej, granic i kamieni granicznych uznawano wówczas Ib (Ninib).

Plan pomiarowy granic (sum. *mi-is-ra*: granica) przedstawia duży nieregularny obszar pola należący do króla Szulgi (2000 r. p.n.e.), który wprowadził znormalizowany system miar i wag. Przed pomiarem (sum. *madatu*: mierzyć) wytyczone zostały regularne figury geometryczne (trójkąt, prostokąt, trapez) obejmujące granice pola. Opisu metod pomiarów nie przekazano. Miary długości boków są podane na bokach figur geometrycznych, natomiast powierzchnie – obok. W figurach środkowych powierzchnie są podane podwójnie, raz pisane na górze (normalnie) oraz pod spodem (odwrotnie). Podwójny zapis powierzchni i stosowanie średniej arytmetycznej z obliczeń

wskazuje, że pomiar był wykonany dwukrotnie (przypuszczalnie ze względu na trudny teren). Dla uproszczenia przedstawienia wykazów obliczeniowych figury zewnętrzne zostały ponumerowane od 1 do 11, natomiast figury wewnętrzne otrzymały numery od 12 do 15.

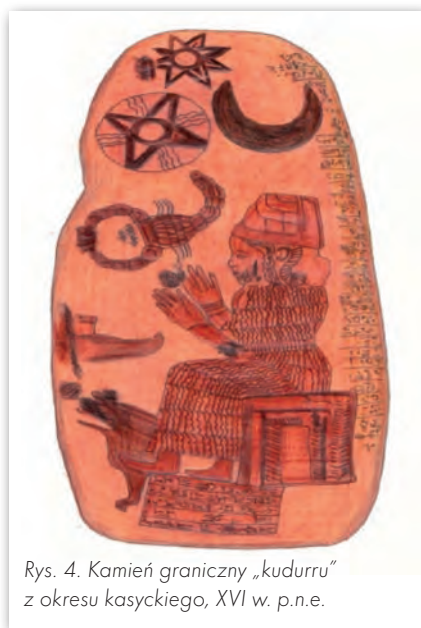
Strona odwrotna tabliczki planu sytuacyjno-pomiarowego zawiera sumowania obliczonych powierzchni działek.

●Zestawienie zbiorcze pomierzonych działek zawiera dane z pomiarów, w których zastosowano średnią arytmetyczną z zapisów „górných” i „dolnych”:

działki nr 1-11	2454,75 gan <sup>2</sup>
działki nr 12-15 (9201,50 + 8925,50)/2	= 9063,35 gan <sup>2</sup>
<b>suma</b>	<b>11 518,10 gan<sup>2</sup></b>

●Obliczenie powierzchni kompleksu działek pod względem zróżnicowania topograficznego:

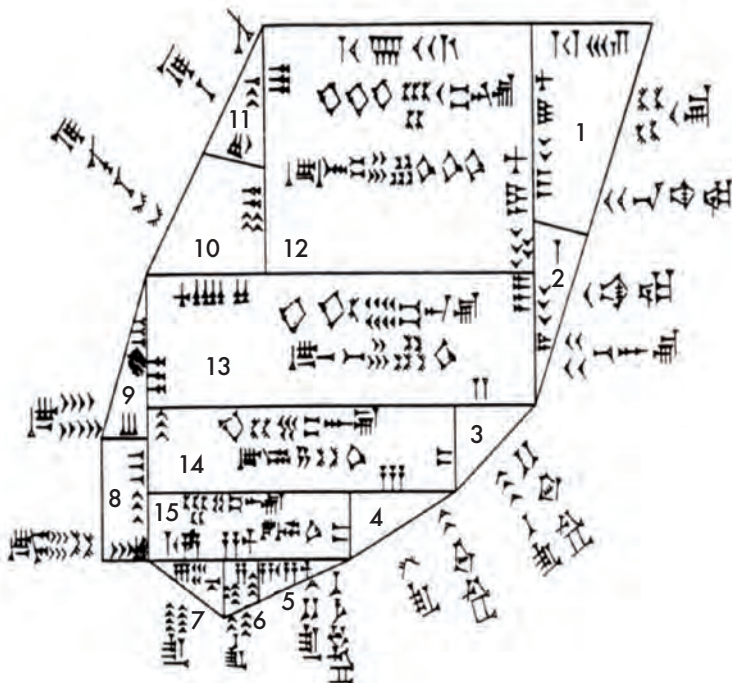
teren płaski	8954,00 gan <sup>2</sup>
teren górzysty	2565,00 gan <sup>2</sup>
<b>suma</b>	<b>11 519,00 gan<sup>2</sup></b>



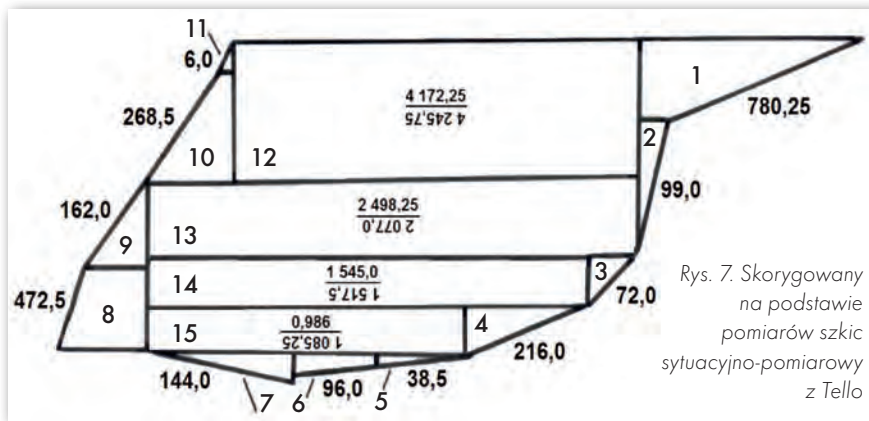
Rys. 4. Kamień graniczny „kudurru” z okresu kasyckiego, XVI w. p.n.e.



Rys. 5. Kamień graniczny „kudurru” z okresu Nebuchadrezzara I (1124-1103 p.n.e.), Muzeum Brytyjskie, Londyn



Rys. 6. Gliniana tablica z planem sytuacyjno-pomiarowym z Tello z okresu około 2400 r. p.n.e. Obok umieszczone na odwrocie tablicy obliczenia geodezyjne powierzchni figur geometrycznych



Rys. 7. Skorygowany na podstawie pomiarów szkic sytuacyjno-pomiarowy z Tello

**TAB. 6. POWIERZCHNIE DZIAŁEK FIGUR ZEWNĘTRZNYCH POMIARU Z TELLO**

Nr 1	780,25 gan <sup>2</sup>
Nr 2	99,00 gan <sup>2</sup>
Nr 3	72,00 gan <sup>2</sup>
Nr 4	216,00 gan <sup>2</sup>
Nr 5	38,50 gan <sup>2</sup>
Nr 6	96,00 gan <sup>2</sup>
Nr 7	144,00 gan <sup>2</sup>
Nr 8	472,50 gan <sup>2</sup>
Nr 9	162,00 gan <sup>2</sup>
Nr 10	368,50 gan <sup>2</sup>
Nr 11	6,00 gan <sup>2</sup>
<b>Razem</b>	<b>2454,75 gan<sup>2</sup></b>

**TAB. 7. POWIERZCHNIE DZIAŁEK FIGUR WEWNĘTRZNYCH POMIARU Z TELLO**

	Zapis górny	Zapis dolny
Nr 12	4172,25 gan <sup>2</sup>	4245,75 gan <sup>2</sup>
Nr 13	2498,25 gan <sup>2</sup>	2077,00 gan <sup>2</sup>
Nr 14	1545,00 gan <sup>2</sup>	1517,50 gan <sup>2</sup>
Nr 15	986,00 gan <sup>2</sup>	1085,25 gan <sup>2</sup>
<b>Razem</b>	<b>9201,50 gan<sup>2</sup></b>	<b>8925,50 gan<sup>2</sup></b>

Różnica w obliczeniach zbiorczych:  $11519,00 \text{ gan}^2 - 11518,10 \text{ gan}^2 = 0,9 \text{ gan}^2$  wskazuje na dużą dokładność osiągniętych rezultatów.

#### ● INSTRUMENTY GEODEZYJNE

Rozwój konstrukcji narzędzi i instrumentów mierniczych był zasadniczo determinowany przez metody pomiarów geodezyjnych. Również struktura metrologiczna jednostek miar (określana przez matematyczny system liczbowy) miała wpływ na ich rozwój. Do typowych narzędzi i instrumentów mierniczych w tym okresie należą:

- laska miernicza,
- sznur mierniczy,
- krzyżownica miernicza,
- niwelator nasadowy (trójkątny),
- niwelator wodny (waga wodna),
- tyczki miernicze,
- pion.

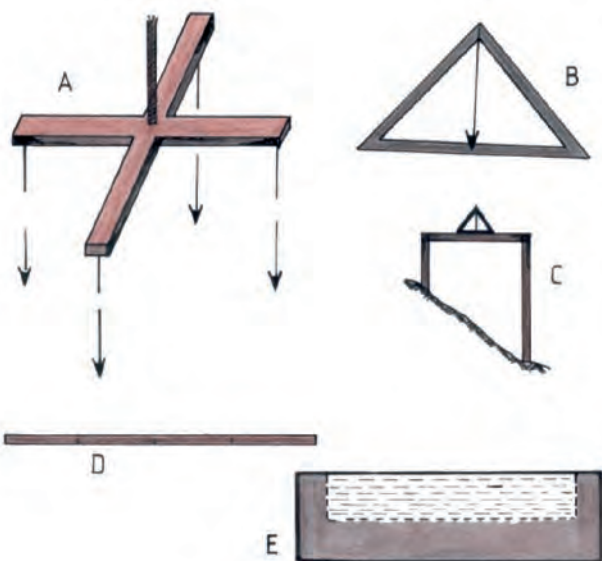
Wybrane instrumenty geodezyjne przedstawia rys. 8. Krzyżownica miernicza dostosowana do pomiarów poziomych umożliwia wyznaczanie stałych

kątów  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  i  $270^\circ$ . Niwelator nasadowy (trójkątny) posiada konstrukcję trójkąta równobocznego, za pomocą którego można wyznaczyć (przy zastosowaniu pionu) linię poziomą. W niwelatorze wodnym zastosowane prawo fizyczne o równowadze płynów (wody) umożliwiające wyznaczanie linii poziomych. Narzędzia miernicze (laska miernicza, sznur mierniczy, łąta miernicza) posiadają swoje wymiary i podział jednostek miar.

#### ● ROZWÓJ ASTRONOMII

Astronomia sumeryjsko-babilońska w początkowym okresie związana była z przepowiadaniem przyszłości na podstawie obserwacji nieba. Poglądy kosmologiczne Sumerów były impulsem dla powstania astronomii praktycznej, związanej z rachubą czasu. Rys. 9 przedstawia tarczę glinianej tabliczki babilońskiej (około 1000 r. p.n.e.) z zapisem obliczeń o tematyce astronomicznej. W bibliotece króla Aszurbanipala (693-626 p.n.e.) wśród 25 tys. tabliczek glinianych znajdowało się także „kompedium” wie-

dzy z zakresu babilońskiej astronomii. Najstarsze zachowane egzemplarze tablic astronomicznych pochodzą z 687 r. p.n.e. Można na nich znaleźć informacje o konstelacjach gwiazd „na drodze księżycy” oraz stwierdzenie, że Słońce i planety przebiegają również po tej drodze. Początkowo obieg tej drogi był podzielony na 4 części. Dokładne ustalenie okręgu Zodiaku oraz jego podział na 12 części po  $30^\circ$  nastąpiło później. Rozwój astronomii sumeryjskiej i starobabilońskiej nie



Rys. 8. Instrumenty i narzędzia geodezyjne w Mezopotamii z drugiego tysiąclecia p.n.e. **A.** Krzyżownica miernicza. **B.** Niwelator nasadowy (trójkątny). **C.** Metoda niwelacji. **D.** Laska miernicza. **E.** Niwelator wodny.

doprowadził jeszcze do powstania astronomii geodezyjnej. Przeważały poglądy mitologiczne, niebo było siedzibą bogów oraz istniał świat podziemny.

Stopniowe przejście do metod arytmetycznych w obliczeniach przedstawiających położenie gwiazd ma miejsce od VI w. p.n.e. Najstarszy zachowany tekst

astronomicznych (prognozowanie). Jest to początek astronomii matematycznej. Do przeprowadzania obserwacji były potrzebne instrumenty astronomiczne. Sumerowie znali: gnomon zwykły, gnomon udoskonalony (hemicyklum) oraz klepsydrę.

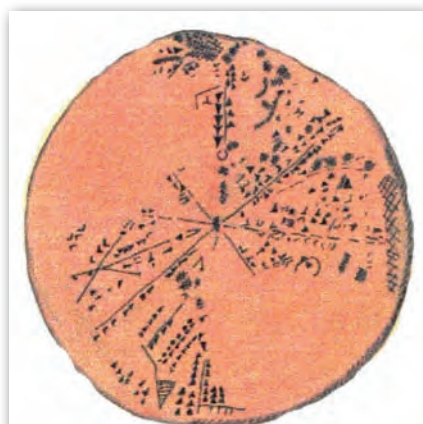
Powstanie jednostek miar astronomicznych nastąpiło pod wpływem nauk matematycznych, o czym świadczą wielkości tych jednostek wyrażone w stopniach (tabela 8). Również podział koła na 360 stopni oraz późniejszy podział stopnia na 60 minut i minuty na 60 sekund pochodzi od Sumerów. Podobnie jest z podziałem tygodnia na siedem dni (właściwie na 6 dni + 1 dzień wolny od pracy, co było uzasadnione przesądami).

## • ROZWÓJ KARTOGRAFII

W początkowym okresie (lata 3000-2500 p.n.e.) nie sporządzano map przedstawiających relację świata w abstrakcyjnym i symbolicznym ujęciu geograficznym, ponieważ człowiek nie dysponował jeszcze odpowiednio rozwiniętą

wyobraźnią. Cywilizowane społeczeństwa były w stanie w późniejszym okresie (od około 2500 r. p.n.e.) sporządzać plany i mapy dla potrzeb gospodarczych, ale niewiele z nich przetrwało do dzisiaj. Przykładem możliwości sporządzania map ewidencyjnych gruntów za pomocą rozwiniętej techniki geodezyjnej jest wspomniany plan pomiarowy pola z Tello. Nauki matematyczne były źródłem dla idei zastosowania sieci figur geometrycznych w celach kartograficznych. Geometryzacja pomiarów geodezyjnych była prototypem późniejszych sieci geodezyjnych w pomiarach podstawowych.

**Mapa z Nuzi** (rys. 10) należy do najstarszych regionalnych przedstawień świata. Czas jej wykonania został określony na około 3800 r. p.n.e. Mapę znaleziono w miejscowości Nuzi koło Kirkuku (Kurdystan Iracki). Przedstawia obszar północnej Mezopotamii z Eufratem i jego dopływem Wadż Harran. W części zachodniej pokazane są Góry Zagros oraz Liban i Antyliban. Mapa ma format 11 x 11 cm i została wykonana na tabliczce glinianej techniką ryłca. Metoda prezentacji przestrzennej polega na schematycznym obrazowym przedstawieniu zarysu ogólnej sytuacji topograficznej za pomocą symboli kojarzących. Dokładność geometryczna przedstawionych obiektów nie jest możliwa do określenia. Poglądowość oraz percepcja pojęciowa odpowiadają metodologicznym podstawom powstającej kartografii bez elementów sieci geometrycznej i skali.



Rys. 9. Tarcza glinianej tabliczki babilońskiej z obliczeniami o tematyce astronomicznej z okresu około 1000 r. p.n.e.

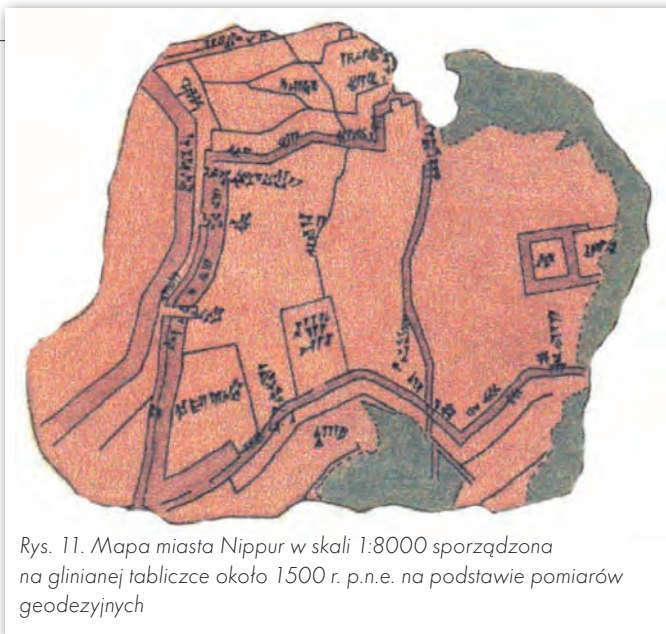
### TAB. 8. JEDNOSTKI MIAR ASTRONOMICZNYCH

- 1 us - 1° = 72 ziarna,
- 1 kus - 2,5° = 180 ziaren,
- 1 godzina - 15°,
- 1 donna (beru) - 30° = 2 godziny,
- 1 wielka godzina - 60° = 4 godziny = 2 beru,
- 1 dzień (doba) - 12 beru = 360°

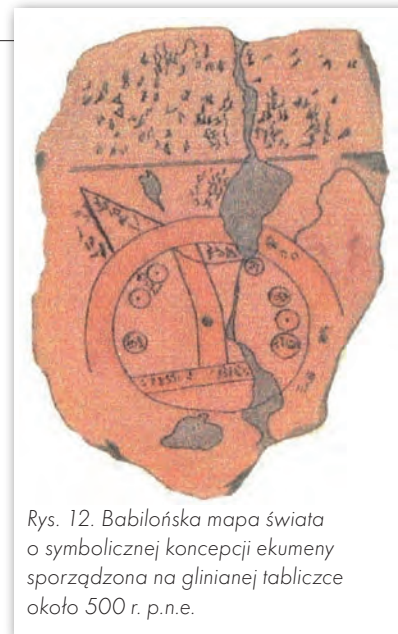


Rys. 10. Mapa z Nuzi wykonana na glinianej tabliczce około 3800 r. p.n.e., przedstawiająca sytuację topograficzną północnej Mezopotamii

**Mapę miasta Nipur** (rys. 11) sporządzono około 1500 r. p.n.e. [Bernhard, Kramer, 1970] w celu „planowania gospodarczego”. Treść mapy przedstawia sytuację topograficzną 18 obiektów, które zostały kartograficznie zinventaryzowane. Kształt zachowanego fragmentu mapy jest zbliżony do kwadratu. Mapę wykonano na płycie glinianej techniką rylca, a jej faktyczna wielkość nie jest wymieniona w literaturze kartograficznej. Metoda prezentacji rze-



Rys. 11. Mapa miasta Nippur w skali 1:8000 sporządzona na glinianej tabliczce około 1500 r. p.n.e. na podstawie pomiarów geodezyjnych



Rys. 12. Babilońska mapa świata o symbolicznej koncepcji ekumeny sporządzona na glinianej tabliczce około 500 r. p.n.e.

czywistości przestrzennej polega na obrazowym przedstawieniu ogólnej sytuacji topograficznej za pomocą znaków i symboli kojarzących. Na mapie nie występują elementy osnowy geometrycznej, mimo że została ona sporządzona na podstawie pomiarów geodezyjnych w skali 1:8000.

Dokładność geometryczna obiektów odpowiada skali mapy. Czytelność w zakresie treści tematycznej odpowiada kryteriom map geograficznych. Opis miasta Nippur został sporządzony w języku sumeryjskim. W centrum mapy znajduje się nazwa miasta podana pismem starosumeryjskim jako En-lil-ki (miasto Enlila), to znaczy miasto, w którym mieszka bóg powietrza Enlil, jeden z naczelnych w licznych sumeryjskim pantheonie. Mapa Nippur jest przykładem wpływu nauk matematycznych na początki geometrycznego rozwoju kartografii.

**Babilońska mapa świata** (rys. 12) powstała około 500 r. p.n.e. Autorowi przyświecała chęć poglądowego przedstawienia globalnych wyobrażeń Babilończyków o kształcie płaskiego okręgu Ziemi z Babilonem w centrum ekumeny świata, otoczonego słoną wodą. Treść mapy prezentuje krąg ziemski (zaznaczony podwójną linią) z Eufratem wypływającym z gór armeńskich i przepływającym przez miasto Babilon, który jest ukazany w kształcie prostokąta. Eufrat wpływa do Zatoki Perskiej oraz do mokradeł przedstawionych za pomocą długiego prostokąta. Kręgi na mapie oznaczają duże miasta ze świątyniami. Całość jest otoczona kręgiem „morza świata”. Trójkąty otaczające krąg na mapie symbolizują regiony. Mapa posiada nieregularny kształt (13 x 8 cm), została sporządzona na glinianej tabliczce techniką rylca. Metoda prezentacji ma cha-

rakter abstrakcyjny i symboliczny. Mapa nie posiada elementów geometrycznych. Czytelność mapy i skojarzenia wzrokowe odpowiadają symbolicznej koncepcji treści mapy.

#### • METROLOGIA GEODEZYJNA

Metrologia rozwijała się w określonych warunkach społecznych i ekono-

micznych. System antropometrycznych jednostek miar uwzględniał różnicowania lokalne. W ramach ujednoczenia przyjęto jednostkę miary długości, którą jako wzorzec umieszczono (około 2400 r. p.n.e.) w obiekcie budowlanym użytku publicznego w Lagasz na terenie południowego Sumeru. Była to sztaba metalowa o długości 27 cm z podziałem na 16 części. Sumeryjski system miar opierał się – jak wspomniano – na sześćdziesiątkowym systemie liczenia (liczba 60 stanowi wielokrotność liczb: 1, 2, 3, 6, 10, 12, 15, 30, 60). Czasami wykorzystywano liczbę 10 jako bazę pomocniczą (mamy tu analogię do systemu metrycznego). Spójność systemu liczbowego i systemu miar upraszczała strukturę jednostek miar.

ZYGMUNT STRZELBICKI

**TAB. 9. SUMERYJSKO-BABILOŃSKIE JEDNOSTKI MIAR DŁUGOŚCI**

Nazwa sumeryjska	Znaczenie	Wartość [m]
es	sznur mierniczy	60,00
mas-esz	1/2 sznura mierniczego	30,00
gar(-du)	miara miernicza	6,00
gi	rura/trzcina	3,00
kus	łokieć	0,50
kus	stopa	0,33
su-du-a	dłoń/cegła	0,16
su-si	palec	0,16

**TAB. 10. SUMERYJSKIE JEDNOSTKI MIAR POWIERZCHNI ORAZ ICH STRUKTURA METROLOGICZNA**

Nazwa sumeryjska	Znaczenie	Wartość [m <sup>2</sup> ]
bur(-gan)		63 540,0
ese		21 180,0
gan, iku	pole	2350,0
gar		2120,0
sar	ogród, grządka	35,3
gin		0,59

Literatura:

- Alten H. W. et al., 2003: 4 000 Jahre Algebra. Springer Verlag, Berlin;
- Bauer H., 1979: Ein Liegenschaft Kataster in Keilschrift, Vermessungs und Katasterverwaltung 29, Universitaet Bibliothek, Hannover;
- Bernhard J., Kramer S. N., 1970: Der Stadtplan von Nippur, der aelteste Stadtplan der Welt, Wissenschaftliches Zeitschrift der Friedrich-Schiller Universitaet Jena, nr 19;
- Biblia, 2009: Biblia. Pismo Święte Starego i Nowego Testamentu. Opr. zespół pod red. ks. Michała Petera i ks. Mariana Wolniewicza, Wyd. Święty Wojciech, Warszawa;
- Gericke H., 1992: Mathematik in Antike und Orient, Fourier Verlag, Wiesbaden, t. 1;
- Kropp G., 1969: Geschichte der Mathematik, Quelle und Meyer Verlag, Heidelberg;
- Lehmann J., 1954: So rechnet Aegypter und Babylonier, Urania Verlag, Leipzig;
- Scriba C.J., Schreiber P., 2003: 5 000 Jahre Geometrie. Springer Verlag, Berlin;
- Struik D.J., 1963: Krótki zarys historii matematyki do końca 19 wieku. PWN, Warszawa.