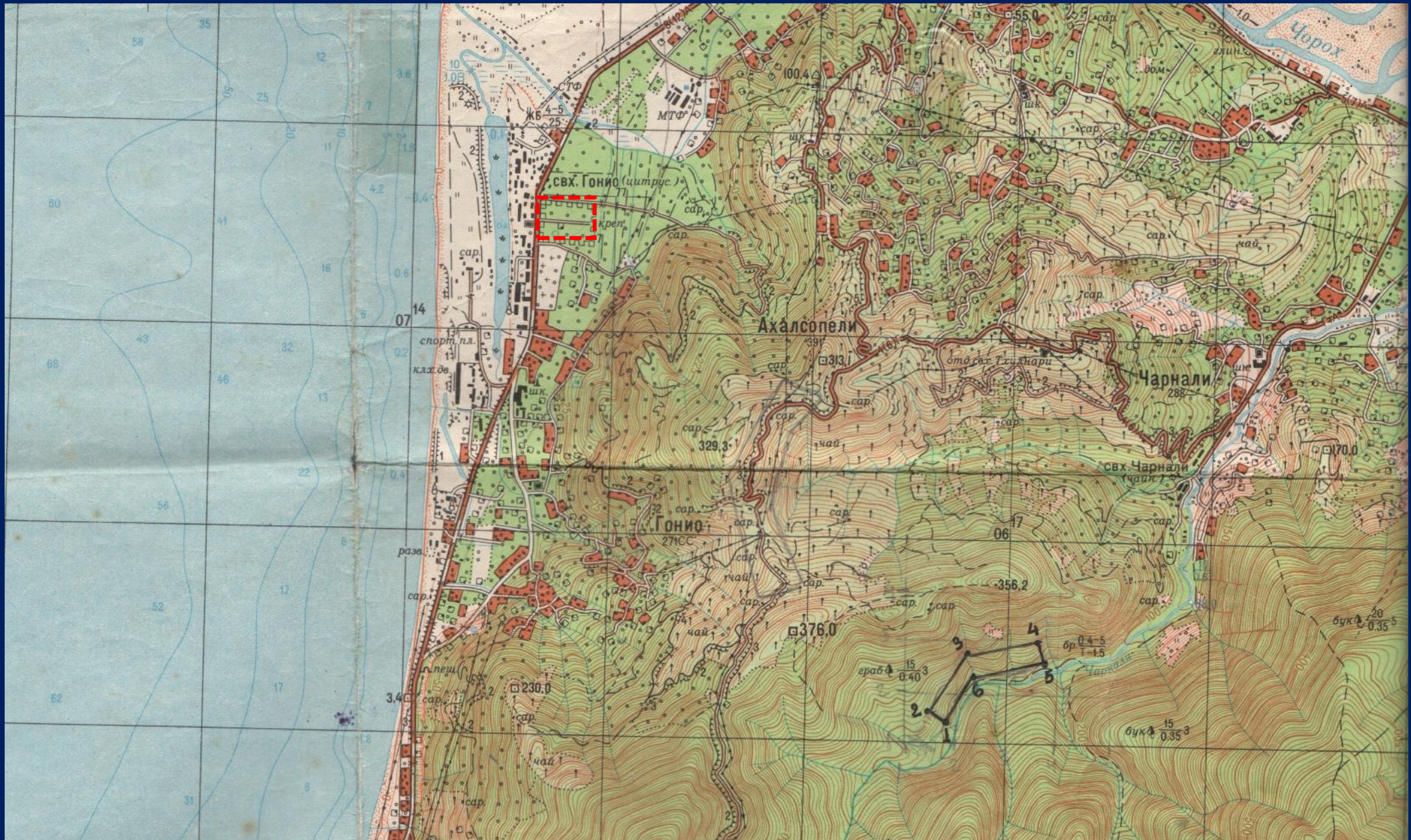


Rekonstrukcja paleogeograficzna oddziaływania Morza Czarnego na Rzymski Fort Apsaros

Leszek Łęczyński, Aleksandra Zgrundo (Uniwersytet Gdański, Instytut Oceanografii)
Radosław Karasiewicz-Szczypiorski (Uniwersytet Warszawski, Instytut Archeologii)
Shota Mamuladze (Batumi Shota Rustaveli State University)
Grzegorz Soszka (Stowarzyszenie Rafowe w Warszawie)

Finansowanie - Narodowe Centrum Nauki (UMO-2017/26/M/HS3/00758)





Mapa topograficzna w skali 1: 25 000 rok wydania 1977



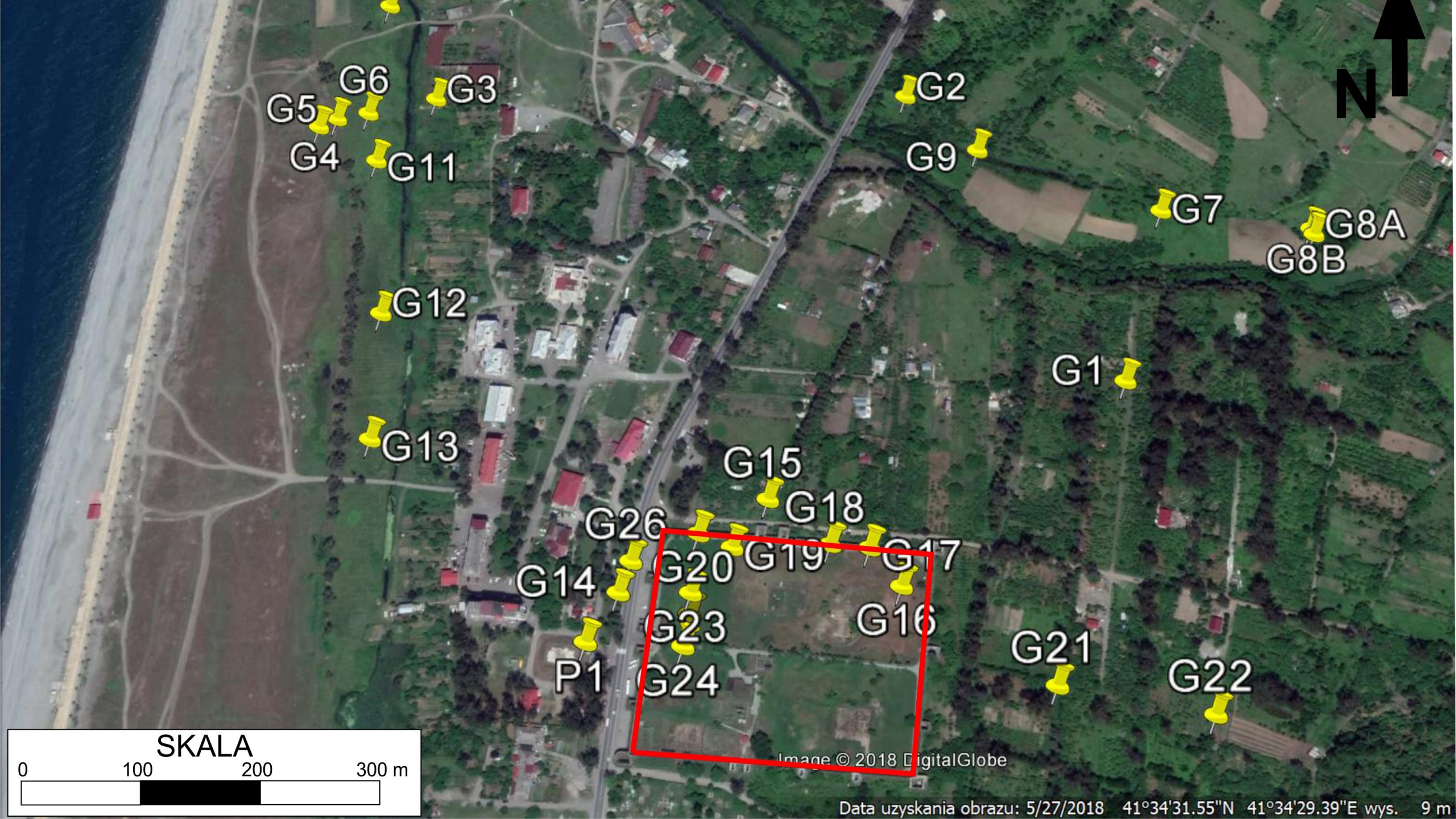
Fort Apsaros położony jest nad Morzem Czarnym w miejscowości Gonio, na południe od Batumi i bywa zwykle uznawany za jedną z najlepiej zachowanych rzymskich fortyfikacji nadgranicznych. **Na podstawie wzmianek w kilku starożytnych źródłach pisanych można przypuszczać, że początki rzymskiej obecności wojskowej w tym rejonie sięgają panowania Nerona (54-68 r.).** Jako pierwszy wymienia nazwy dwóch fortów w tym rejonie w dziele Naturalis Historia Pliniusz Starszy. Jedna z nich Absarrum odnosi się do fortu Apsaros w Gonio. **Wczesny fort wzniesiony za panowania Nerona lub Wespazjana jest obecnie niewidoczny, jego reliktów są odsłanianie w wyniku wykopalisk,** gdyż zachowały się jedynie poniżej obecnej powierzchni gruntu. **Współcześnie można natomiast podziwiać mury, zbudowane w okresie bizantyjskim na miejscu rzymskiej fortyfikacji.**

Od roku 2014 Instytut Archeologii Uniwersytetu Warszawskiego wspólnie z archeologami z Batumi Shota Rustaveli State University prowadzą na tym stanowisku prace wykopaliskowe. W wyniku realizacji prac archeologicznych zostały odkryte reliktów łaźni. Podłoga jednego z pomieszczeń kąpielowych została ozdobiona mozaiką z fragmentów różnokolorowych kamieni.

Równoległe z pracami archeologicznymi wykonywane są badania środowiskowe zapoczątkowane w roku 2018 i kontynuowane obecnie, jako część interdyscyplinarnych badań, kierowanych przez dr hab. Radosława Karasiewicz-Szczypiorskiego i finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki (UMO-2017/26/M/HS3/00758).

Prace te mają udzielić odpowiedzi na pytanie :

- czy w rejonie rzymskiego fortu funkcjonowała zatoka morska,**
- jaki był przebieg rzeki Chorokhi uchodzącej do Morza Czarnego,**
- jak kształtowała się linia brzegu morskiego za czasów rzymskich.**



- G1
- G2
- G3
- G4
- G5
- G6
- G7
- G8A
- G8B
- G9
- G11
- G12
- G13
- G14
- G15
- G16
- G17
- G18
- G19
- G20
- G21
- G22
- G23
- G24
- G26
- P1



Image © 2018 DigitalGlobe

Data uzyskania obrazu: 5/27/2018 41°34'31.55"N 41°34'29.39"E wys. 9 m

Badania terenowe 7 – 21.09.2018.



Rozpoznanie geologiczne prowadzono z wykorzystaniem ręcznego zestawu do wierceń firmy Eijkelkamp wyposażonym w narzędzia wierzące do różnego typu gruntów, żerdzie oraz rury do izolowania wód podziemnych w trakcie wiercenia. Łącznie wykonanych zostało **26 wierceń**. Badania te miały na celu pozyskanie materiału zarówno do **badan geologicznych i diatomologicznych** mających na celu odtworzenie warunków środowiskowych związanych z rekonstrukcją paleogeograficzną obszaru i wpływem warunków morskich na stanowisko archeologiczne.

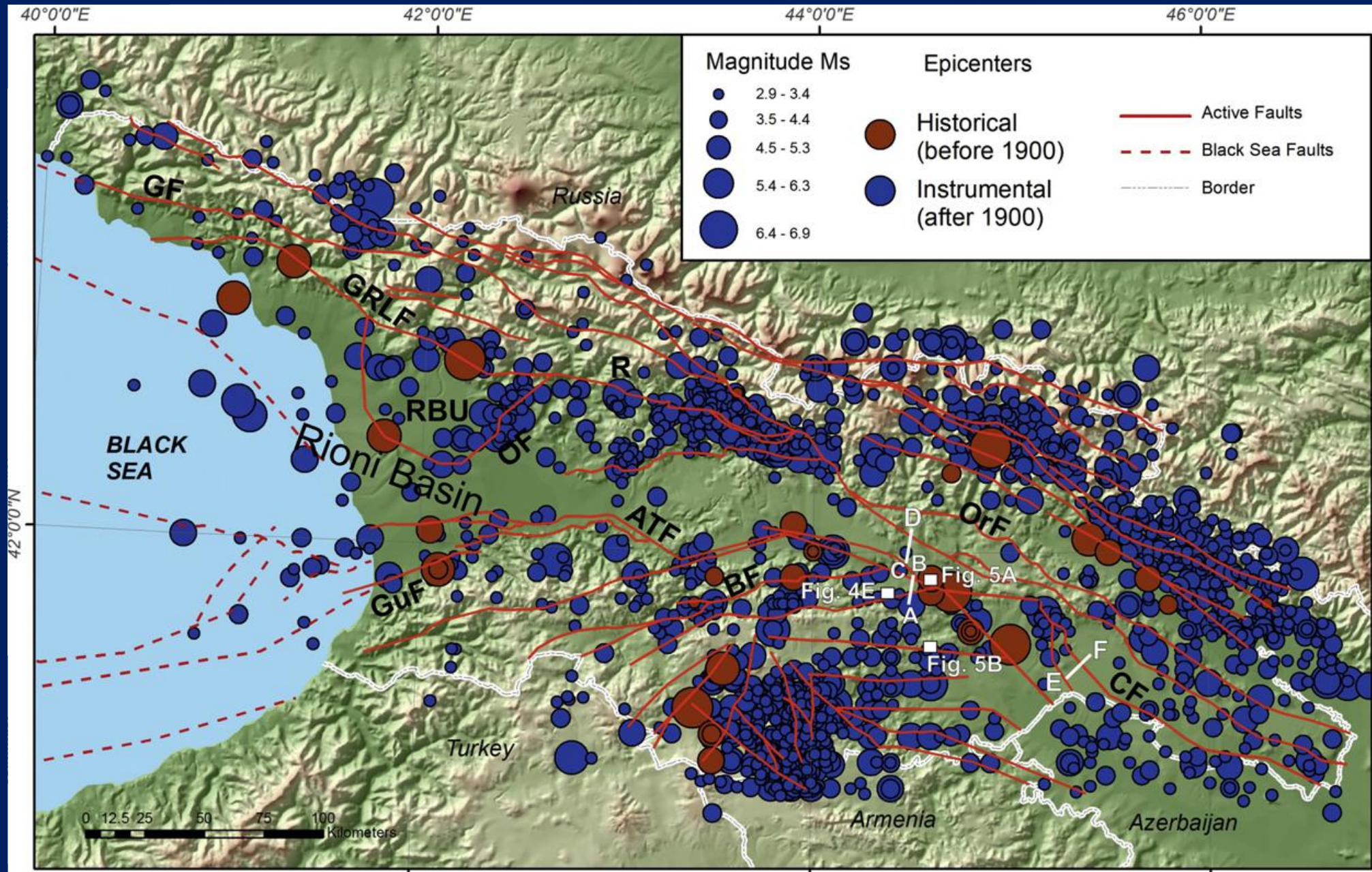
Badania laboratoryjne :

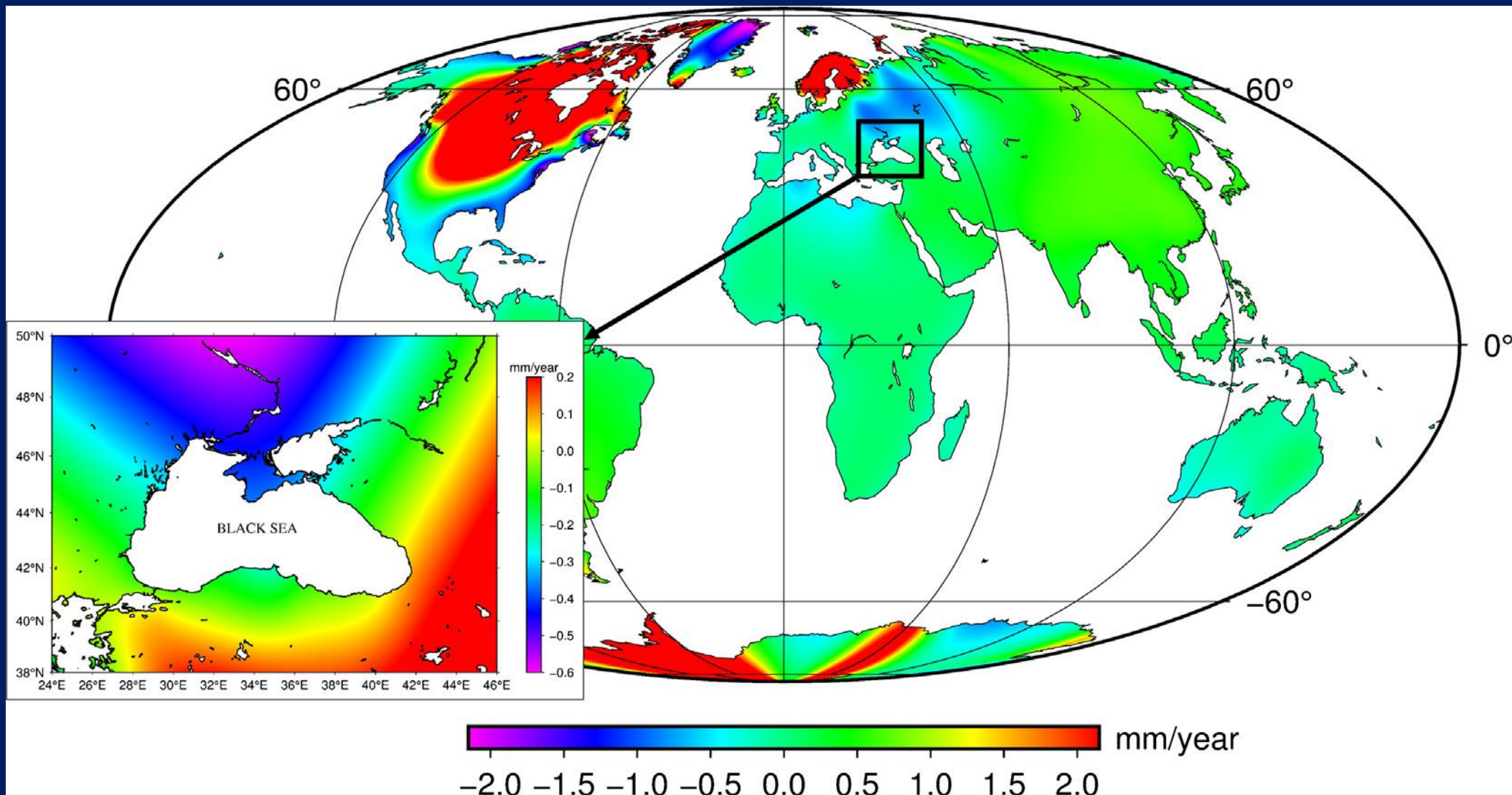
- analiza granulometryczna
- analiza diatomologiczna (dr Aleksandra Zgrundo)



Średnice sit w (mm) : 32, 16, 8, 4, 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125, 0.0625, >0.0625

Wprowadzenie do budowy geologicznej rejonu badań

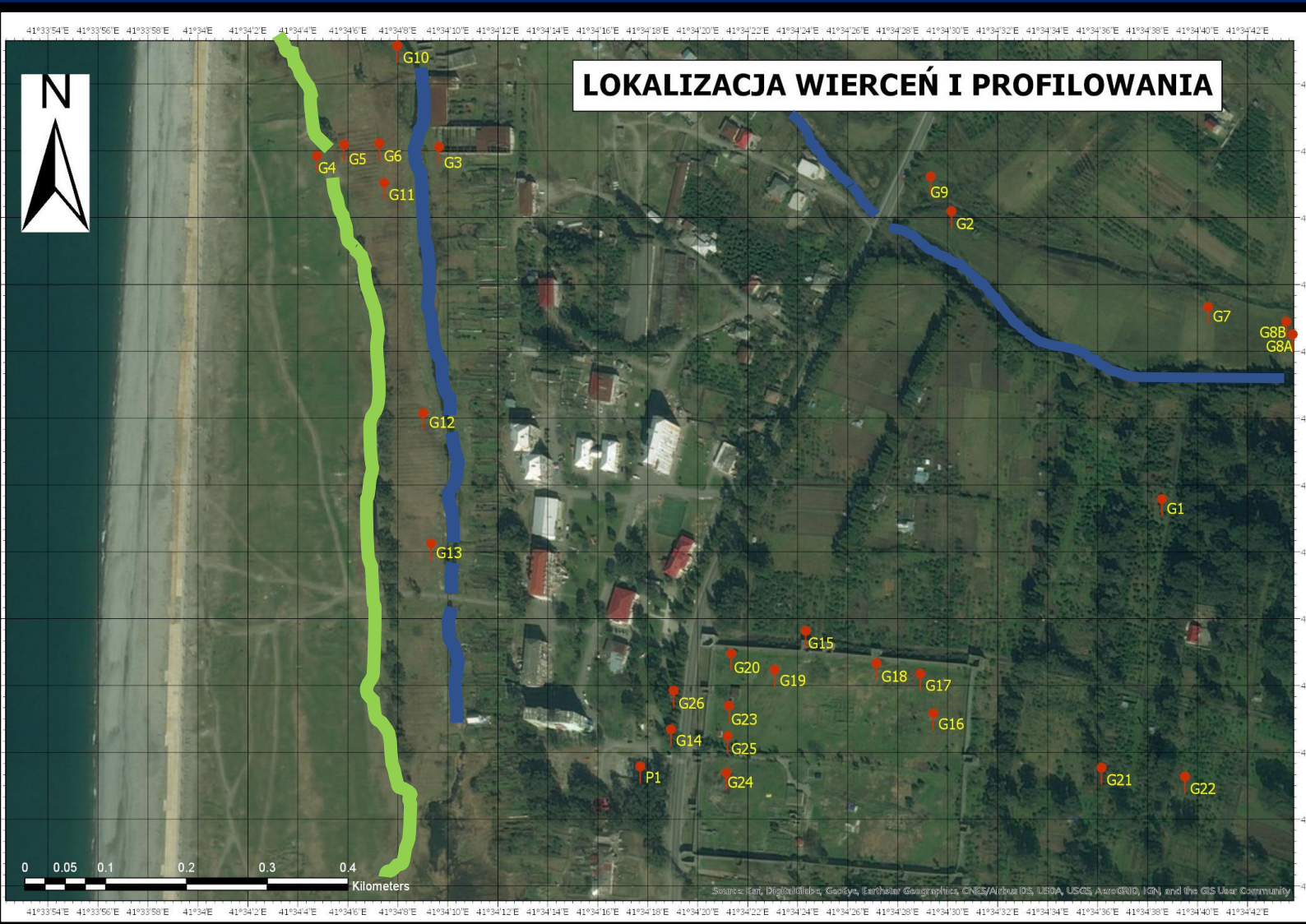




Przewidywana współczesna szybkość pionowego ruchu Ziemi spowodowanego przez GIA (Glacial Isostatic Adjustment) według modelu ICE-6G_C (VM5a) z Peltier et al. (2015)

Wyniki badań

LOKALIZACJA WIERCEN I PROFILOWANIA



Objaśnienia :

 - wał brzegowy

 - laguna lub rzeka

G20 – nr wiercenia, **P1** – nr profilu

Wyniki badań – strefa występowania glin wykorzystywanych do wypalania naczyń ceramicznych i rur



UNIVERSITY OF GDANSK Laboratory of Applied Geology Division of Marine Geology Institute of Oceanography		PROJECT : The Roman fort Apsaros in the local environment and its role in the control system of Imperium Romanum border	DATE DRILLED : 18.09.2018	Drill hole no. G22				
		PROFILE LOCATION : N41° 34' 21.4" E41° 34' 40.9"	DRILLING METHODS : Manual drilling	Sheet 1 of 1				
		CHECKED BY :						
Depth (m)	Groundwater level	Lithological profile	Material description and other remarks	CaCO ₃ (%)	Humidity	Condition of the ground	Other tests	Comments
0.0			Soil					
0.65								
1.0			Sandy clay; colour : brown	(0)	Wet	Very soft		
1.5								
2.0			Silt; colour : dark grey	(0)	Wet	Very soft		

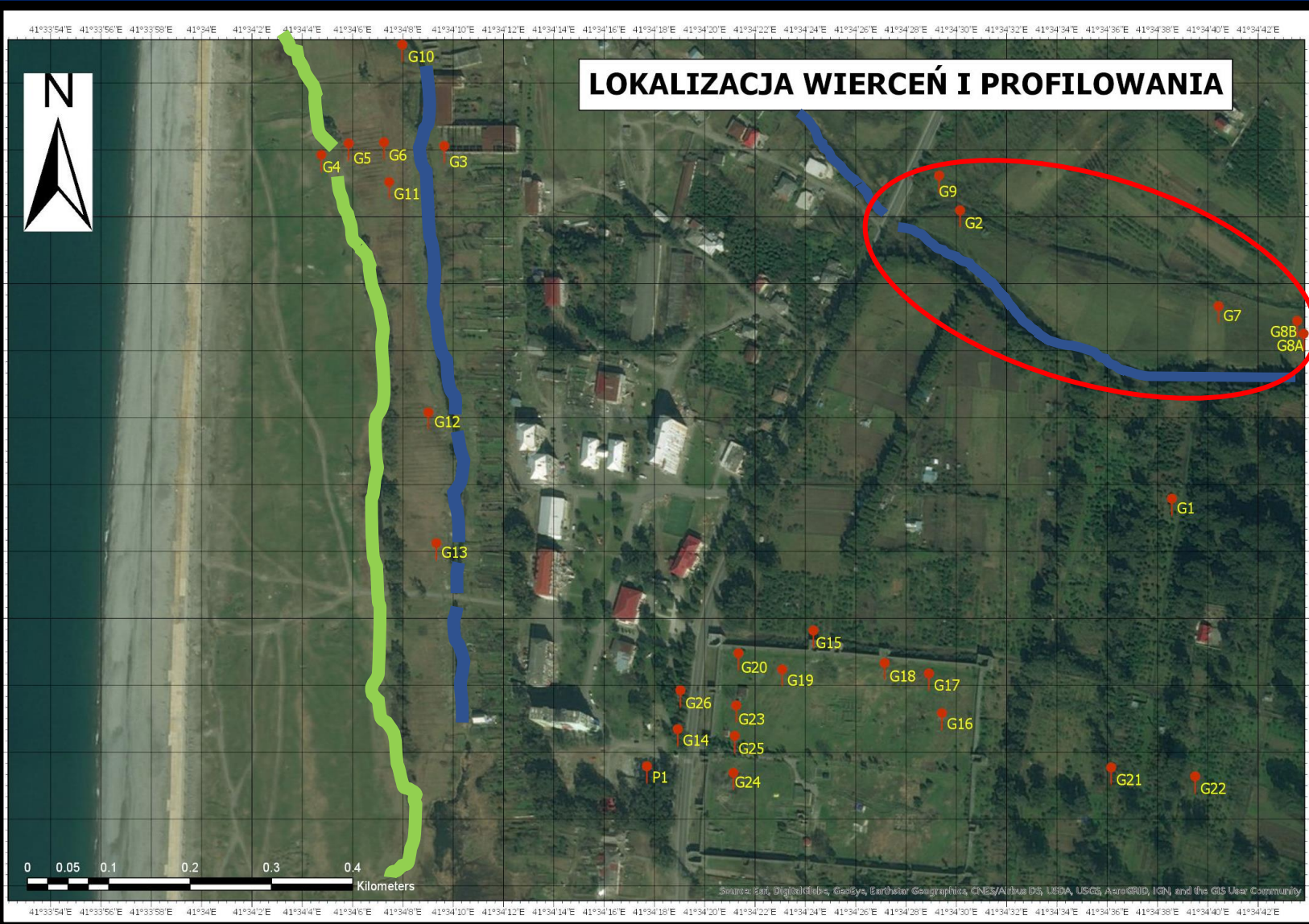
Objaśnienia :

 - wał brzegowy

 - laguna lub rzeka

G20 – nr wiercenia, **P1** – nr profilu

Wyniki badań - strefa występowania osadów rzecznych



UNIVERSITY OF GDAŃSK Laboratory of Applied Geology Division of Marine Geology Institute of Oceanography		PROJECT : The Roman fort Apsaros in the local environment and its role in the control system of Imperium Romanum border	DATE DRILLED : 09.09.2018	Drill hole no. : G8B			
		PROFILE LOCATION : N41° 34' 36.2" E41° 34' 46.3"	DRILLING METHODS : Manual drilling	Sheet 1 of 1			
		CHECKED BY :					
Depth (m)	Lithological profile	Material description and other remarks	CaCO ₃ (%)	Humidity	Condition of the ground	Other tests	Comments
0,0		Sandy clay; colour : brown	(0)	Little wet	Stiff		
0,42		Coarse sand; colour : brown	(0)		Loose		
		Sandy clay; colour : grey		Wet	Stiff		
		Coarse sand and gravel; colour : brown			Loose		

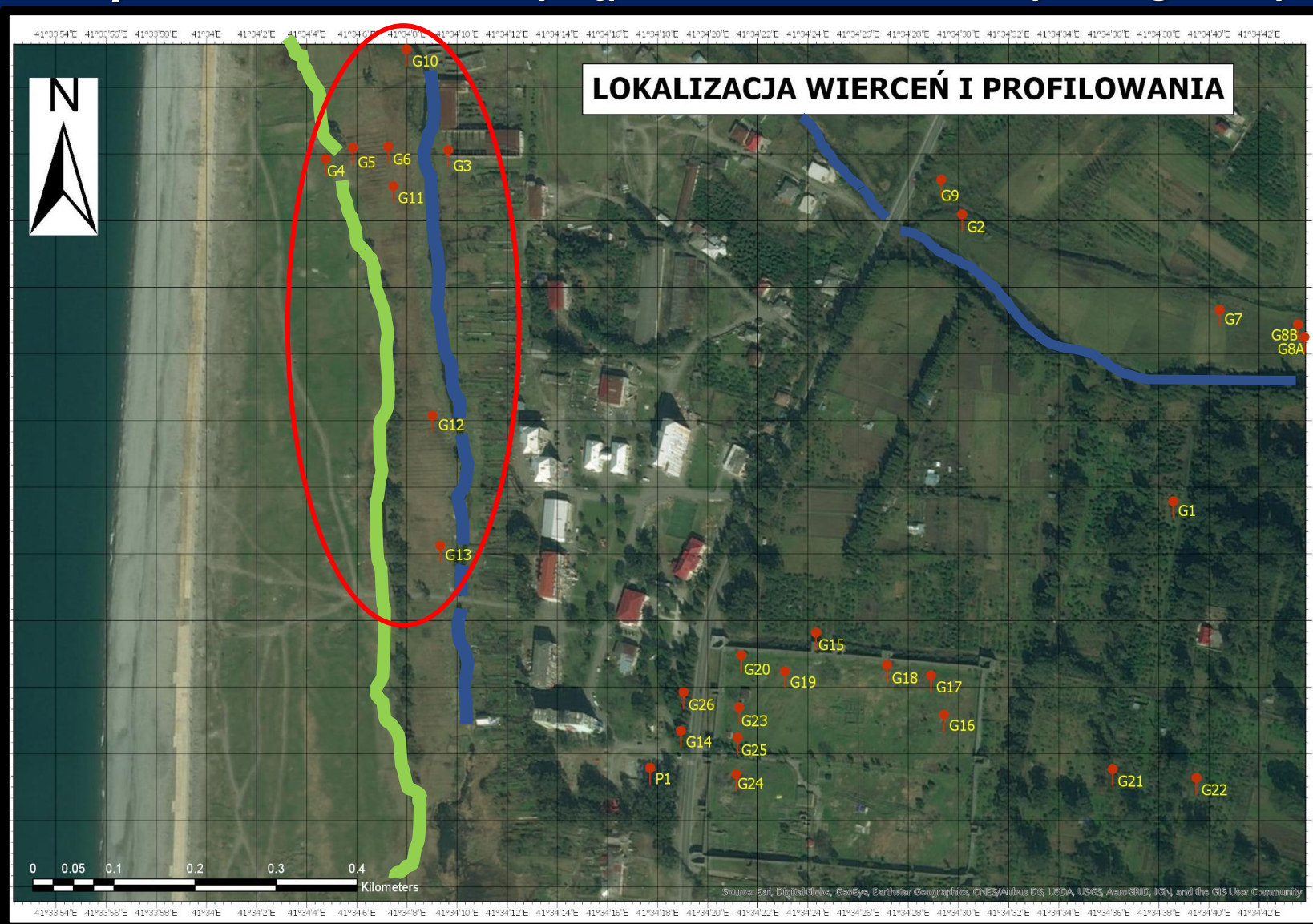
Objaśnienia :

- wał brzegowy

- laguna lub rzeka

G20 – nr wiercenia, **P1** – nr profilu

Wyniki badań - strefa występowania osadów rzecznych i lagunowych



Objaśnienia :

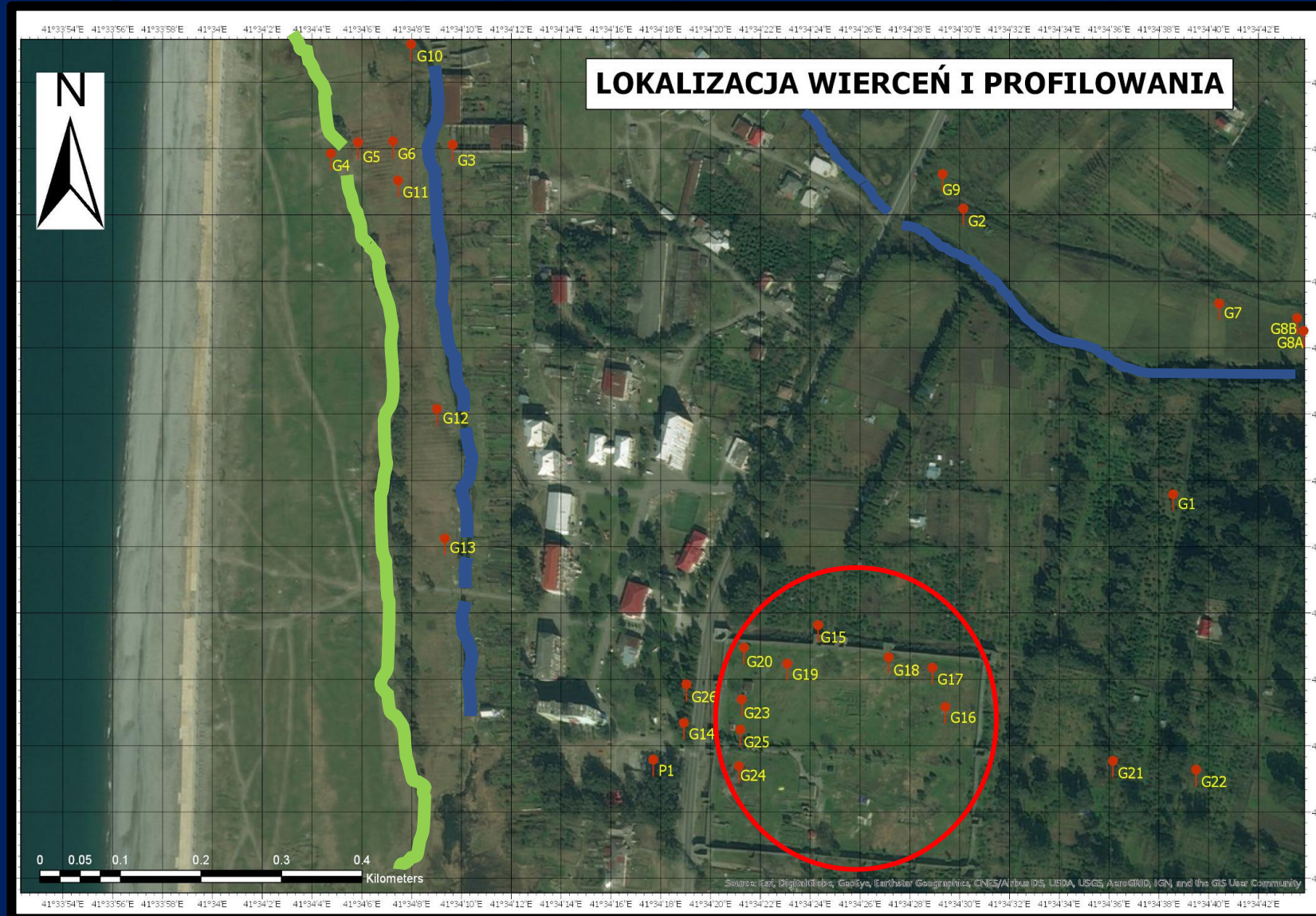
- wał brzegowy

- laguna lub rzeka

G20 – nr wiercenia, **P1** – nr profilu

PROJECT : The Roman fort Apsaros in the local environment and its role in the control system of Imperium Romanum border PROFILE LOCATION : N41° 34' 29.4" E41° 34' 08.8"		DATE DRILLED : 10.09.2018.	Drill hole no. G13				
		DRILLING METHODS: Manual drilling	Sheet 1 of 1				
CHECKED BY : _____							
Depth (m)	Lithological profile	Material description and other remarks	CaCO ₃ (%)	Humidity	Condition of ground	Other tests	Comments
0,0		Sandy clay; colour : brown	(0)	Little wet	Stiff		
0,5		Coarse sand; colour : grey Cobble (size > 5 cm);	(0)	Little wet	Loose		
1,0							

Wyniki badań – geologiczne rozpoznanie obszaru wewnątrz fortu Gonio



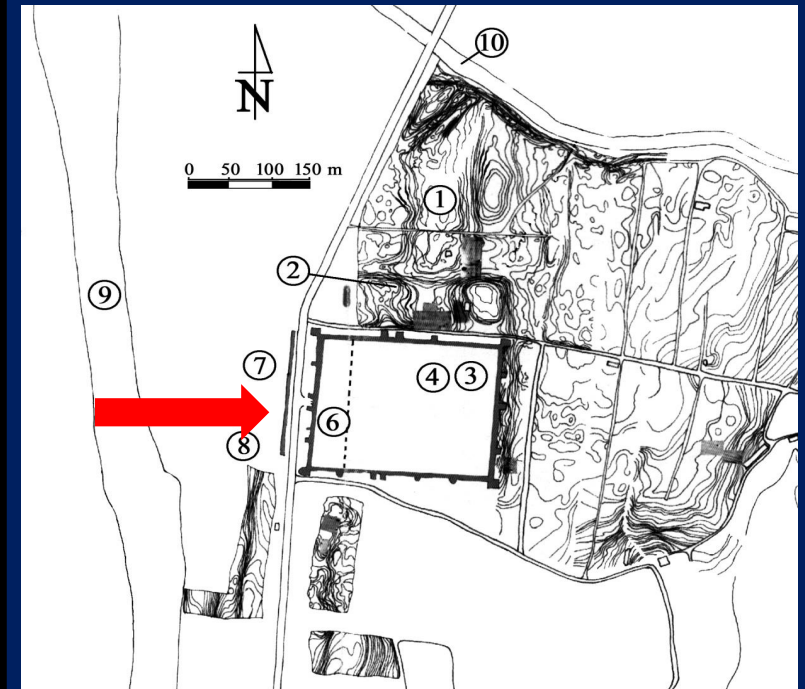
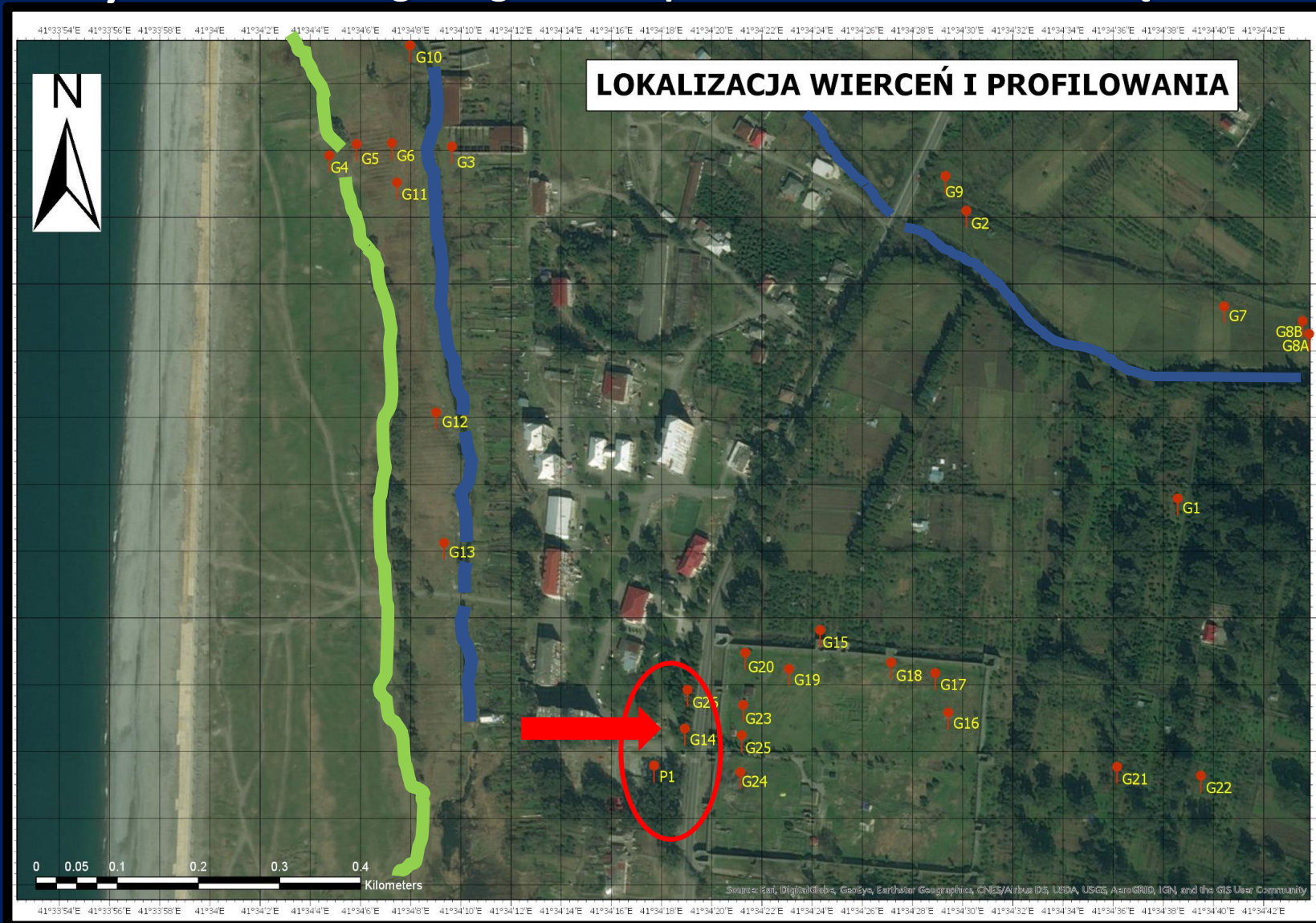
Objaśnienia :

 - wał brzegowy

 - laguna lub rzeka

G20 – nr wiercenia, **P1** – nr profilu

Wyniki badań - geologiczne rozpoznanie obszaru na zewnątrz fortu Gonio



Plan stanowiska (za Geyer red. 2003):

1 – ślady głównej drogi do fortu
2 – ślady wczesnorzymskich fortyfikacji

7 – zagadkowy kamienny mur, być może pozostałości nabrzeża portowego ?

Objaśnienia :


 - wał brzegowy

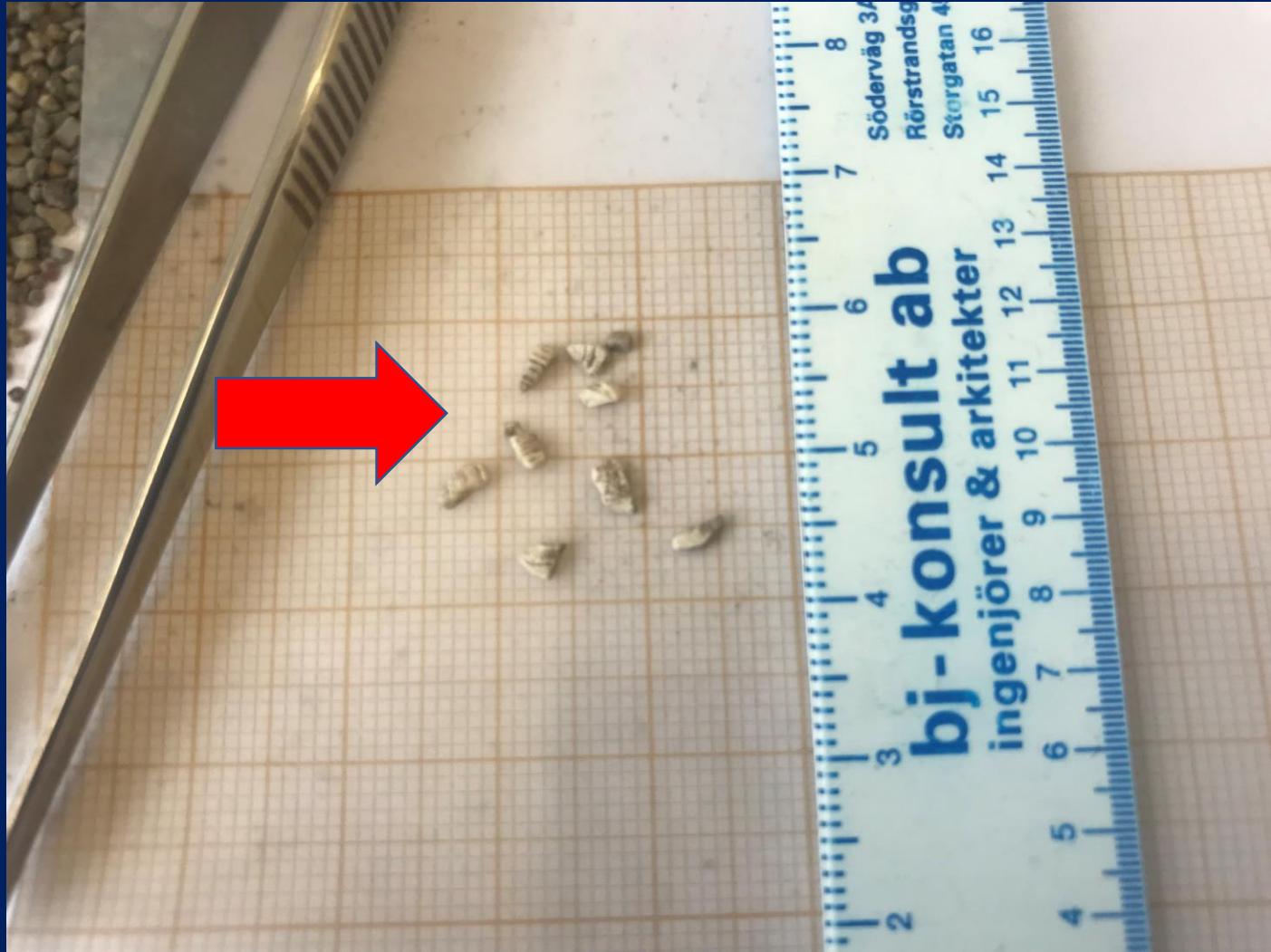
 - laguna lub rzeka

G20 – nr wiercenia, **P1** – nr profilu

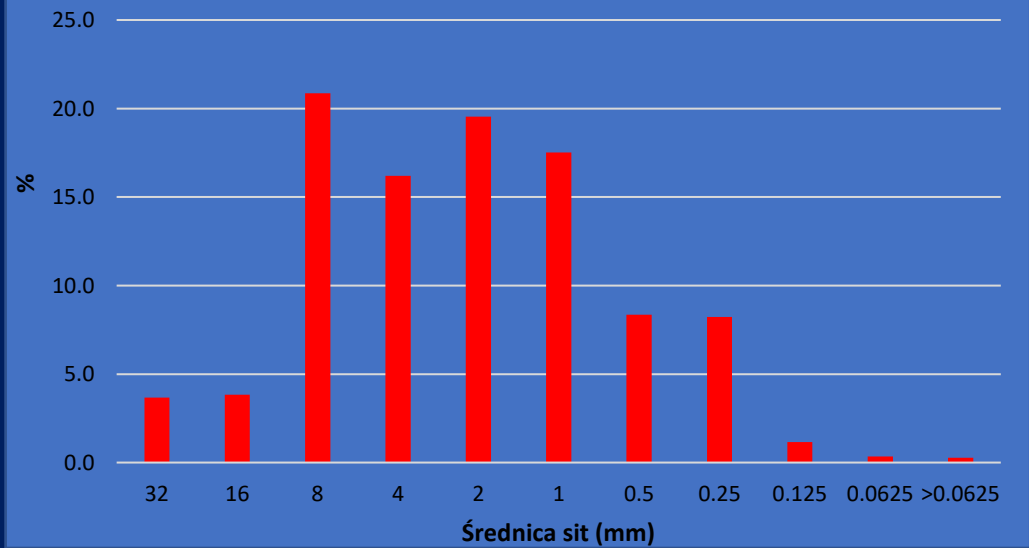
Wyniki badań

Analiza wiercenia G14 strona odmorska pozostałości nabrzeża portowego ?

 UNIVERSITY OF GDANSK Laboratory of Applied Geology Division of Marine Geology Institute of Oceanography		PROJECT : The Roman fort Apsaros in the local environment and its role in the control system of Imperium Romanum border	DATE DRILLED : 10.09.2018 DRILLING METHODS : Manual drilling	Drill hole no. G14 Sheet 1 of 1		
PROFILE LOCATION : N41° 34' 24.8" E41° 34' 18.9"		CHECKED BY :				
Depth (m)	Lithological profile	Material description and other remarks	CaCO ₃ (%)	Humidity condition of the ground	Other tests	Comments
0,0		Soil		Little wet		
		Coarse sand and Cobble (size 1cm : 15 cm); colour : grey	(0)	Little wet	Loose	
		Fine gravel and Coarse sand; colour : grey	(0)	Little wet	Loose	
		Crushed shells	(+)			



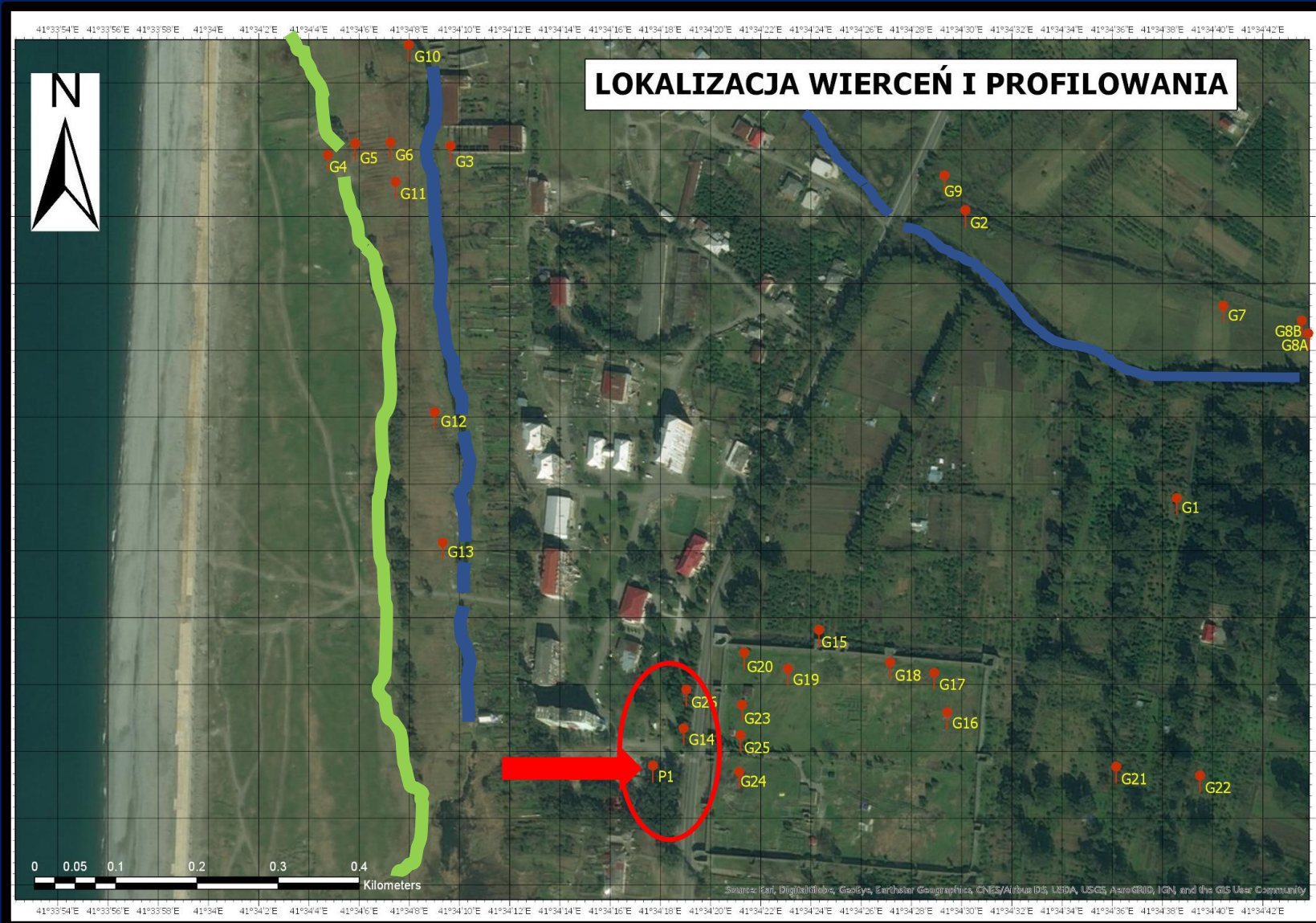
G14 (125 cm - 130 cm)



żwir piaszczysty

% Żwir:	64.1%
% Piasek:	35.6%
% Muł:	0.3%

Wyniki badań - geologiczne rozpoznanie obszaru na zewnątrz fortu Gonio



		PROJECT : The Roman fort Apsaros in the local environment and its role in the control system of Imperium Romanum border	DATE DRILLED : 16.09.2018	Drill hole no.: P1				
		PROFILE LOCATION : N41° 34' 23.4" E41° 34' 17.8"	DRILLING METHODS : Manual profiling	Sheet 1 of 1				
		CHECKED BY :						
Depth (m)	Ground level	Lithological profile	Material description and other remarks	CaCO ₃ (%)	Humidity	Location	Other tests	Comments
0.0								
0.5			Coarse sand and cobble (size 1cm : 5 cm); colour : greyish brown	(0)	Wet	Loose		
			Coarse gravel; colour : greyish brown	(0)	Wet	Loose		
			Cobble (size 3 cm : 5 cm)					
1.0			Coarse sand and cobble; colour : greyish brown	(0)	Wet	Loose		
1.5			Crushed shells	(+)				



Objaśnienia :

- wał brzegowy

- laguna lub rzeka


G20 – nr wiercenia, **P1** – nr profilu

Wyniki badań

– analiza diatomologiczna osadów profilu P1

Kolejność poboru próbek :
P1 – próbka pobrana z powierzchni gruntu

 kolejne co 5 cm poniżej powierzchni gruntu

P26 - próbka pobrana na głębokości **130 cm** poniżej powierzchni gruntu 

sample name	number of transects	taxon name	number of units	remarks
P1	5	Opephora mutabilis	4	
P1	5	Hippodonta hungarica	14	
P1	5	Hantzschia amphioxys	2	
P1	5	Chrysophyceae cyst	1	
P2	5	Hantzschia amphioxys	4	
P2	5	Nitzschia sp. (fragment)	3	
P2	5	sponge spicula	1	
P3	5	Chaetoceros spore	3	numerous mineral and organic matter
P4	5	Navicula cf. paul-schulzii	1	fragments of higher plants
P5	5			fine mineral and organic matter
P6	5			numerous mineral and organic matter
P7	5			mineral and organic matter only
P8	5			fine mineral and organic matter, fragments of higher plants
P9	5			fine mineral and organic matter, fragments of higher plants
P10	5	Karayevia clevei	1	
P10	5	Chrysophyceae cyst	1	
P11	5			mineral and organic matter only
P12	5			fine mineral and organic matter
P13	5			mineral and organic matter only
P14	5	Chrysophyceae cyst	1	
P14	5	Amphora sp.	1	
P15	5			numerous mineral and organic matter
P16	5	Chrysophyceae cyst	1	
P16	5	Nitzschia microcephala	1	
P17	5	Navicula sp.	2	
P18	5			very fine mineral material only
P19	5			very fine mineral material only
P20	5			mineral and organic matter only
P21	5			numerous mineral and organic matter
P22	5			mineral and organic matter only
P23	5			mineral and organic matter only
P24	5			mineral and organic matter only
P25	5			mineral and organic matter only
P26	5	Chrysophyceae cyst	1	

Skład gatunkowy nielicznych okrzemek odpowiada środowisku brakicznemu (płytkie wody morskie mieszające się z wodami słodkimi). Igły gąbek (sponge spicula) oraz pokruszone muszle mięczaków morskich świadczą o zasięgu morza w tym rejonie.

Problemy do rozwiązania – Wnioski z badań geologicznych i analizy danych literaturowych

➤ czy w rejonie rzymskiego fortu funkcjonowała zatoka morska ?

Na podstawie pozyskanego rdzenia osadów G14 zlokalizowanego w miejscu odsłoniętych reliktyw zewnętrznego muru fortu Gonio stwierdzono występowanie pokruszonych muszli organizmów morskich. W odległości ok. 40 m (w kierunku Morza Czarnego) od rdzenia G14 wykonano profilowanie (P1) na odsłoniętej ścianie wykopu wykonanego pod budowę świątyni. W miejscu profilowania osady były „in situ”. Od powierzchni gruntu do głębokości 1,30 m co 5 cm pobrane zostały próbki do badań diatomologicznych. Potwierdzają one występowanie okrzemek brakicznych (występujących w środowisku mieszania się wód morskich i słodkich (lądowych – rzecznych)). W związku z depozycją w tym rejonie osadów gruboklastycznych (żwiru i głazików) okrzemki są nieliczne, ponieważ mogły zostać wyflukane przez w strefie o dużej dynamice procesów morskich (falowania i prądów).

Badana strefa pozostaje po wpływie neotektonicznych procesów powodujących wynoszenie tego obszaru w tempie 1,3 – 1,5 mm/rok wywołana przez GIA (Glacial Isostatic Adjustment) według modelu ICE-6G_C (VM5a) z Peltier et al. (2015), co daje wartość pionowego przemieszczenia linii wody o ok. 2,5 – 3,5 m od czasu powstania fortu. **Pozwala to wnioskować, że w miejscu odsłoniętych reliktyw zewnętrznego muru fortu Gonio mogła być zlokalizowana zatoka morska (występują w osadach igły morskich gąbek). Wymaga to jednak potwierdzenia szczegółowymi badaniami geologicznymi w kilku innych lokalizacjach.**

➤ **jaki był przebieg rzeki Chorokhi uchodzącej do Morza Czarnego ?**

Analiza współczesnej morfologii terenu w rejonie fortu Gonio wskazuje na występowanie terasu rzecznoego. To podcięcie terenu zlokalizowane jest obecnie w odległości ok. 300 m od granicy stanowiska archeologicznego. Obecnie płynie tam ciek uchodzący do morza. Wykonane w tej strefie rozpoznania geologiczne potwierdza występowanie na głębokości od kilkunastu do kilkudziesięciu cm rzecznych osadów żwirowych, dobrze obtoczonych, oraz głazików o średnicy od kilku do kilkunastu cm. Wskazane jest rozpoznanie lidarowe terenu mogące wskazać inne formy utworzone przez rzekę Chorokhi.

➤ **jak kształtowała się linia brzegu morskiego za czasów rzymskich ?**

Na podstawie wstępnego rozpoznania geologicznego strefy brzegowej, badań diatomologicznych, danych literaturowych należy stwierdzić, że linia wody mogła być przesunięta o ok. 400 m w głąb lądu ze względu na wynoszące ruchy neotektoniczne wywołane przez (Glacial Isostatic Adjustment). Liczne trzęsienia ziemi z epicentrum występującym na dnie Morza Czarnego generować w tym rejonie fale typu „tsunami”.

Badania terenowe wykonane 2021 roku, najbliższe plany

- **dodatkowe rozpoznanie obszaru badań wierceniami – w lipcu wykonano 25 dodatkowych**
- **badania cech teksturalnych otoczków – kształt (Diagram Zingga), skład petrograficzny lipiec – wrzesień**
- **rozpoznanie wierceniami obszaru depozycji glin – wrzesień**
- **skaning laserowy obszaru badań – wrzesień (Firma *MGGPAreo*)**



Własna flota

Obecnie realizujemy projekty w całej Europie z wykorzystaniem **8 własnych** statków powietrznych. W wysokim sezonie fotolotniczym dysponujemy w powietrzu nawet dwunastoma samolotami i śmigłowcami. Każdy z nich wyposażony jest w system nawigacyjny, INS/GPS oraz specjalistyczne systemy montażu sensorów.

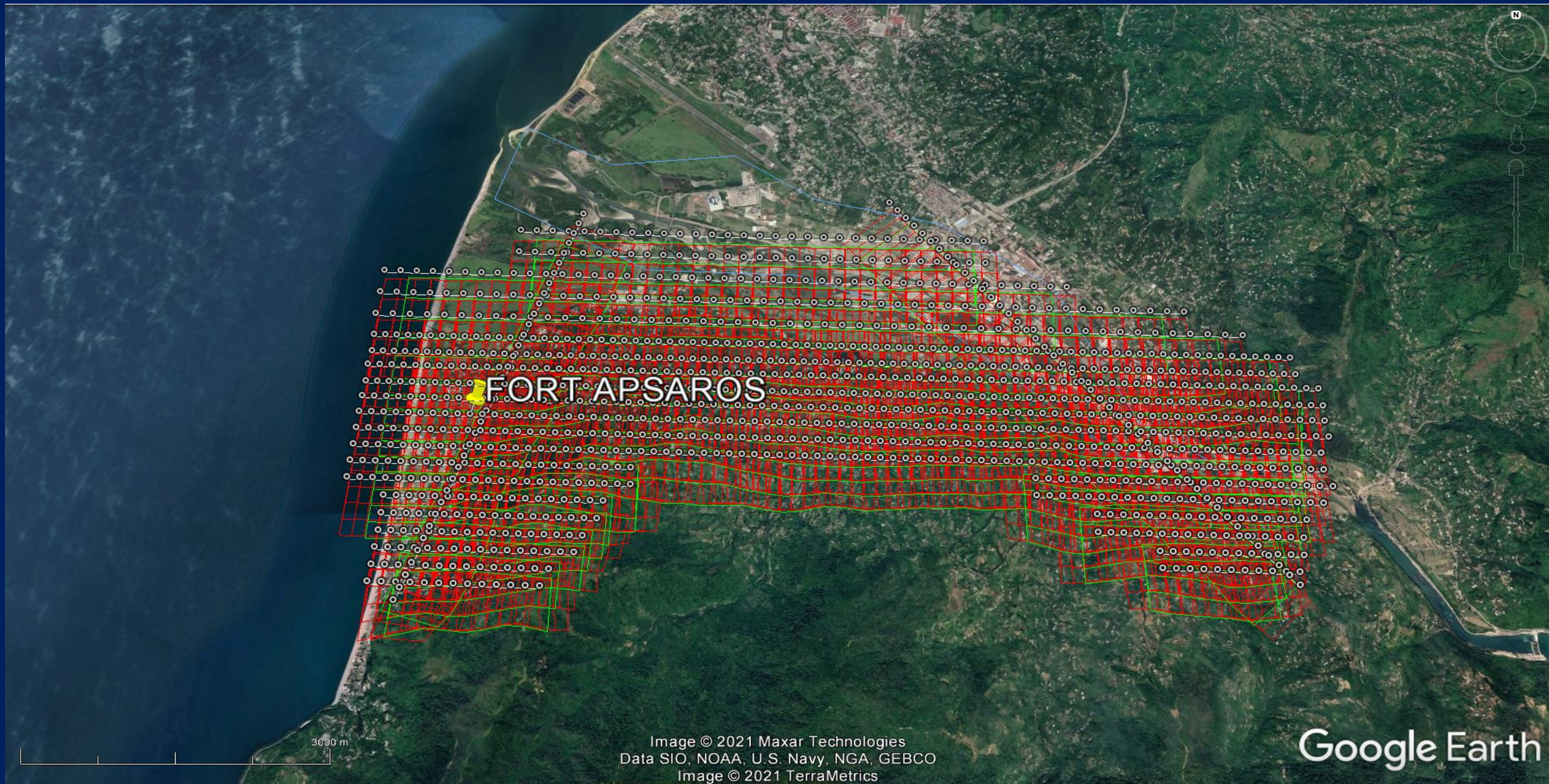
Nasza baza operacji lotniczych mieści się na lotnisku Rzeszów Jasionka, gdzie dysponujemy własną infrastrukturą hangarowo - biurową. Umożliwia nam to wykonywanie bieżących obsług technicznych większości z posiadanych statków powietrznych.



Skannery hiperspektralne

Od 2015 roku dane hiperspektralne pozyskujemy za pomocą unikatowej konfiguracji **3 skanerów hiperspektralnych** HySpex norweskiej firmy NEO. Dzięki jednoczesnemu wykorzystaniu trzech sensorów możliwe jest pozyskanie danych o wysokiej rozdzielczości przestrzennej dla pełnego zakresu spektralnego tj. 400-2500 nm.





3000 m

Image © 2021 Maxar Technologies
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Image © 2021 TerraMetrics

Google Earth

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

