

Wpływ budowy geologicznej i rzeźby terenu na możliwość tworzenia i użytkowania teras rolnych – na przykładzie Wysp Egejskich (Grecja)

The influence of geological structure and relief on the possibility of constructing and using agricultural terraces – on the example of Aegean Archipelago (Greece)

Irena Tsermegas

Instytut Geografii Fizycznej, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Uniwersytet Warszawski, Krakowskie Przedmieście 30, Warszawa, argiro@uw.edu.pl

Zarys treści: Celem opracowania było określenie znaczenia litologii i cech metrycznych rzeźby dla powstania i wykorzystywania teras rolnych na Wyspach Egejskich. Realizowano go w oparciu o własne badania terenowe oraz analizę map. Stwierdzono, że najlepiej sterasowane są wyspy małe, na których dominują stoki o nachyleniach do 30°. Na wyspach średniej wielkości zajęte przez terasy są zwykle zbocza dużych dolin. Najczęściej terasy występują na stokach o nachyleniu mniejszym niż 20–25°. Na bardziej stromych powierzchniach terasy służą głównie pod uprawę drzew. Najwięcej teras występuje tam, gdzie dominują skały wulkaniczne oraz gnejsy, łupki krystaliczne i granitoidy. Wyraźnie gorszym podłożem dla tych form wydają się wapienie, marmury i flisz, chociaż małe zespoły teras występują na wszystkich typach podłoża. W skali lokalnej litologia odgrywa często rolę drugorzędną – na obecność teras wpływa głównie pośrednio, gdy jej zmiana powoduje znaczny wzrost nachylenia stoku. Także wygląd teras może pośrednio wskazywać na litologię stoków – na gnejsach i łupkach krystalicznych formy te obejmują zwykle całą długość stoku, na marmurach są najwyższe, a na tufach – najszerze.

Słowa kluczowe: terasy rolne, litologia, rzeźba, Wyspy Egejskie

Abstract: The aim of this study was to determine the significance of lithology and metrical features of relief for the creation and usage of agricultural terraces on Aegean Islands. The study was based on field research and analysis of maps. It was observed that smaller islands, where slopes with a gradient of max. 30° dominate, are terraced in the best way. On the medium-sized islands terraces are placed on the slopes of large valleys. Most frequently terraces are found on the slopes with gradient below 20–25°. On steeper surfaces terraces are mostly used to grow trees. Most terraces are situated in the places where volcanic rocks and gneiss, crystalline schists and granitoids dominate. Limestones, marbles and flysch seem a much worse base for those forms, although small terrace systems are found on all types of bedrock. On the local scale lithology plays often a secondary role – it influences the presence of terraces mainly indirectly when its change causes a significant increase in the slope inclination. Also the appearance of the terraces might indirectly indicate their lithology – on gneiss and crystalline schists those forms take usually the whole length of a slope, being the highest on marbles and the widest on tuffs.

Key words: agricultural terraces, lithology, relief, Aegean Islands

Wprowadzenie

Terasy rolne są jednymi z najbardziej spektakularnych form rzeźby utworzonych przez człowieka na

potrzeby uprawy ziemi. W skali świata zajmują kilka milionów kilometrów kwadratowych. Na niektórych obszarach, m.in. w Azji Południowo-Wschodniej, w Andach i w basenie Morza Śródziemnego, stanowią

obecnie lub stanowiły w przeszłości podstawę gospodarki rolnej i do dziś pozostają dominującym elementem krajobrazu (Goudie 2006). Mimo tak ogromnej powierzchni stosunkowo rzadko były obiektem badań geomorfologicznych.

Pierwsze syntetyczne ujęcie tych form przedstawili Spencer i Hale (1961). Autorzy ci zwrócili uwagę na pochodzenie i regiony występowania teras rolnych, omówili ich najważniejsze cechy oraz zaproponowali podział na 4 główne typy: pola ryżowe, tamy dolinne, terasy naorywane i górskie. Niniejsza praca dotyczy wyłącznie form należących do ostatniego z wymienionych typów, właściwego dla stoków regionu śródziemnomorskiego, w tym dla wysp Morza Egejskiego, na których historia teras rolnych sięga co najmniej V w. p.n.e. (Brunet 1990).

Najpełniejsze studium krajobrazowe teras rolnych występujących na południu Europy przedstawili Grove i Rackham (2003), jednak również w ich publikacji zagadnienia geomorfologiczne potraktowano marginalnie. Rozdział poświęcony terasom zawiera wprowadzenie typologię tych form i krótką analizę przyczyn ich tworzenia, a także przegląd literatury dotyczącej prób określenia wieku teras, ale nie ma w nim informacji ani o cechach metrycznych, ani o budowie podłoża stoków sterasowanych.

W innych pracach dotyczących tych form najczęściej poruszana jest problematyka wieku i historii teras, ich odporności na procesy niszczące, wpływu na odpływ, erozję i denudację w zlewniach oraz roli w kształtowaniu krajobrazu. Niektórzy badacze przytaczają argumenty przemawiające za tym, że część teras na obszarze egejskim powstała w starożytności (Brunet 1990, Betancourt, Hope Simpson 1992, Rackham, Moody 1996, Poupet 1998, Price, Nixon 2005, Harfouche 2007), inni uważają je za formy znacznie młodsze lub nawet współczesne (Foxhall 1996, French, Whitelaw 1999). Wielu autorów zwraca uwagę na przeciwerozyjną funkcję teras, zwłaszcza w kontekście zaprzestania ich użytkowania. W ich pracach znajdujemy między innymi analizę przyczyn zaawansowanej erozji porzuconych stoków sterasowanych (Romero-Díaz i in. 2007) oraz sugestie, że ochronna funkcja teras, na których zaniechano uprawy, jest większa w warunkach klimatu wilgotnego niż suchego (Lesschen i in. 2008). Najwięcej badań z tego zakresu prowadzono na Półwyspie Iberyjskim (Garcia-Ruiz 1989, Llorens i in. 1992, Cerda-Bolínches 1994, Galart i in. 1994, Lasanta i in. 2001, Romero-Díaz i in. 2007, Lesschen i in. 2008, Arnaez i in. 2010). Bardzo mało jest natomiast opracowań dotyczących przyrodniczych uwarunkowań tworzenia i funkcjonowania teras. Zagadnienie to bywa zwykle poruszane na marginesie rozważań o współczesnym przeobrażaniu stoków sterasowanych i ich roli w systemie krajobrazowym (Grimalt i in. 1992, Margaris i in. 1996, Kosmas i in. 2000, Bevan i in. 2003, Grove, Rackham 2003, Kizos, Koulori 2006).

Cel, zakres i metody pracy

Głównym celem opracowania było określenie znaczenia litologii i cech metrycznych rzeźby dla tworzenia i funkcjonowania teras rolnych. Do jego realizacji wybrano archipelag egejski (ryc. 1), ponieważ w trakcie studiowania literatury i własnych wcześniejszych badań terenowych zwrócono uwagę, że mimo podobnej historii i ogólnie małego udziału terenów płaskich, stopień sterasowania poszczególnych wysp jest bardzo różny (Tsermegas 2009). Stwierdzono również, że w obrębie niektórych typów skał terasy są chętniej konserwowane przez rolników i dłużej pozostają w lepszym stanie (Tsermegas i in. 2010).

Tak postawiony cel implikuje szereg pytań badawczych: Dlaczego nie wszystkie wyspy zostały sterasowane w podobnym stopniu? Na stokach o jakim kształcie terasy występują najczęściej? Czy cechy fizjonomiczne i stan zachowania teras nawiązują do budowy podłoża i/lub rzeźby?

Rozważania dotyczyły trzech skal przestrzennych: całego archipelagu, 8 wybranych wysp, na których stoki sterasowane stanowią co najmniej 20% ogólnej powierzchni, i poszczególnych stoków z terasami na różnych typach podłoża. Ten ostatni aspekt badano przy okazji prac prowadzonych w ramach grantu MNiSW nr N N306 469238 „Degradacja sto-



Ryc. 1. Zakres przestrzenny opracowania
1 – wybrane wyspy; wyspy uwzględnione w rozważaniach szczegółowych zaznaczono czcionką pogrubioną

Fig. 1. The spatial extent of the study area
1 – selected islands; islands included in the detailed study are marked with bold type

ków sterasowanych w obszarach śródziemnomorskich (na przykładzie Grecji)” w latach 2010–2012. W niniejszym artykule skorzystano jedynie z części wyników uzyskanych przez zespół realizujący grant (Tsermegas i in. 2011) i dokonano ich ekstrapolacji na inne obszary archipelagu egejskiego o podobnych cechach środowiska.

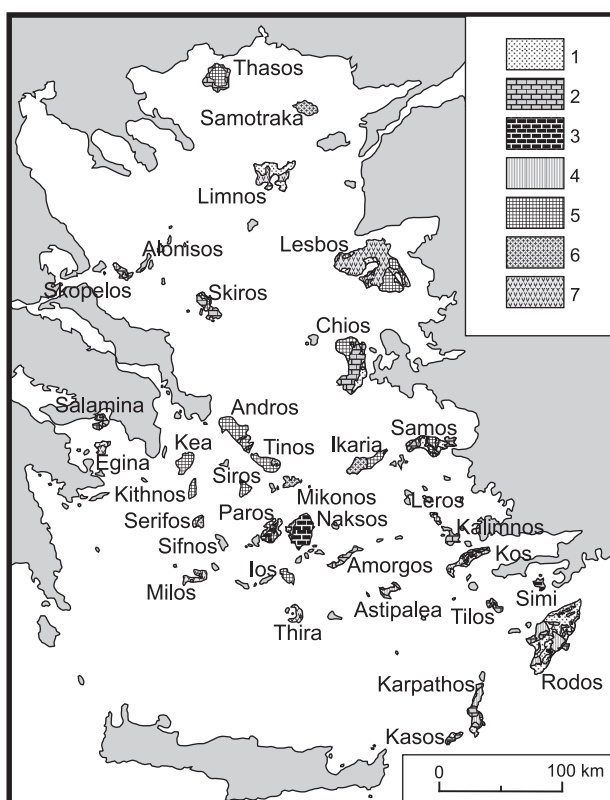
Głównym kryterium wyboru wysp była dostępność materiałów z literatury i możliwość przeprowadzenia badań terenowych. Rozważania szczegółowe ograniczono do obszarów, które autorka знаła z autopsji. Przeprowadzono je w oparciu o pomiary cech metrycznych wybranych stoków o różnym podłożu, na których występują terasy, oraz analizę map topograficznych w skali 1:5 000 oraz 1:50 000 i map geologicznych w skali 1:50 000. Zasięg zwartych powierzchni sterasowanych wyznaczono na podstawie kartowania terenowego (Ikaria, Thira), map zamieszczonych w literaturze (Naksos-Lehmann 1994, Lesbos – Kosmas i in. 2000, a także Grove, Rackham 2003, Nisiros-Petanidou i in. 2008) oraz zdjęć satelitarnych, lotniczych i naziemnych (Andros, Siros, Tinos). Ze względu na szczegółowość dostępnych map geologicznych i materiałów dotyczących teras rozpoznanych przez innych autorów, za podstawową skalę opracowania przyjęto 1:50 000. W trakcie prac terenowych wykorzystano również mapy topograficzne w skali 1:5 000. Próbowano stwierdzić, czy granice badanych terenów uprawnych znajdują uzasadnienie w zmianie litologii, kształtu bądź nachylenia stoku oraz czy w skali całych wysp i poszczególnych stoków rola litologii i rzeźby jest tak samo istotna.

Celowo zrezygnowano z rozpatrywania historycznych i społecznych przyczyn, które niewątpliwie w największym stopniu zadecydowały o powszechności występowania teras rolnych na Wyspach Egejskich. Uznano jednak, że ponieważ sterasowanie stoków wymagało ogromnego nakładu pracy, to trud ten podejmowano przede wszystkim tam, gdzie doświadczenie budowniczych wskazywało, że będą to formy trwałe, a do najważniejszych czynników tej trwałości należy zaliczyć właśnie rzeźbę i litologię. Pewną rolę odgrywała też przypuszczalnie i żyzność podłoża, ale należy podkreślić, że terasy na wyspach tworzone w celu umożliwienia wykorzystania rolniczego nawet względnie słabych gleb, które w warunkach klimatu śródziemnomorskiego, przy odpowiednim nawodnieniu, pozwalały jednak na osiągnięcie zadowalających plonów. Także zaprzestanie uprawy na części dawnych teras nie było raczej podyktowane pierwotną jakością gleb, lecz przede wszystkim niezależnymi od niej czynnikami społeczno-gospodarczymi (wyludnieniem obszarów wiejskich) oraz erozją w obrębie użytkowanych teras, która przyczyniła się do pogorszenia warunków uprawy (Bakker i in. 2005).

Obszar badań

Do analizy wybrano 36 wysp, czyli wszystkie w obrębie Morza Egejskiego, których powierzchnia jest większa niż 50 km², oraz jedną mniejszą (Nisiros, 41 km²), w odniesieniu do której wykorzystano wprowadzić wyłącznie informacje z literatury, ale w stosunku do żadnego innego terenu nie dysponowano tak szczegółowym rozpoznaniem stopnia zniszczenia teras.

Najważniejszą cechą budowy geologicznej obszaru badań jest zdecydowana przewaga skał krystalicznych (ryc. 2). Na północy i w środkowej części archipelagu dominują gnejsy, łupki krystaliczne i granitoidy, na Paros i Naksos znaczący jest też udział marmurów, a na południowym obrzeżu Cyklad, w centrum Dodekanezu oraz na Eginie, Lesbos i Limnos najważniejszą rolę odgrywają skały wulkaniczne, z dużym udziałem utworów piroklastycznych. Niezmetamorfizowane wapienie są powszechne na Północnych Sporadach, w Dodekanezie oraz na Amorgos, Chios i Samos. Na południu Dodekanazu występuje również flisz oraz oligoceńskie i neogeńskie osady klastyczne.



Ryc. 2. Szkic geologiczny badanego obszaru (wg Geological Map of Greece 1:500 000, 1983)

1 – czwartorzędowe osady lądowe i morskie, 2 – wapienie, 3 – marmury, 4 – flisz, 5 – gnejsy i łupki krystaliczne, 6 – granitoidy, 7 – skały wulkaniczne

Fig. 2. The geological sketch of the study area (after the Geological Map of Greece 1:500 000, 1983)

1 – Quaternary terrestrial and marine deposits, 2 – limestones, 3 – marbles, 4 – flysch, 5 – gneiss and crystalline schists, 6 – granitoids, 7 – volcanic rocks

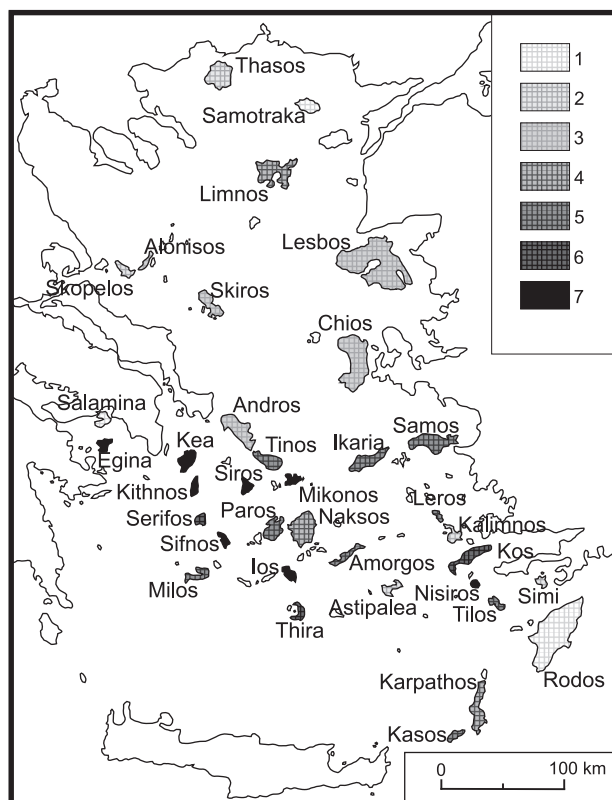
Archipelag egejski ma typową rzeźbę gór średnich, obszary równinne zajmują niespełna 1/3 powierzchni należących do niego wysp. Zwarte tereny płaskie, obejmujące więcej niż 2–3 km², występują tylko na Salaminie, Limnos, Chios, Kos, Skiros i Kalimnos. Aż na siedmiu wyspach wysokości najwyższych szczytów przekraczają 1000 m n.p.m., na dwóch są bardzo bliskie tej wartości, a na kolejnych 18 wynoszą ponad 500 m n.p.m. Jedynie na Kithnos kulminacje wzniesień nie osiągają 300 m n.p.m.

Początki osadnictwa na badanych wyspach sięgają prawdopodobnie schyłku paleolitu, jednak ich udokumentowane ślady pochodzą dopiero z mezolitu – istnieją przesłanki wskazujące na obecność ludzi na Milos w połowie XIV tysiąclecia przed naszą erą, a najstarsze znaleziska na Kithnos wydатовano na VIII tysiąclecie przed naszą erą. Na większości pozostałych wysp najstarsze etapy osadnicze przypadły na początek VII tysiąclecia przed naszą erą (Cherry 1990). Należy pamiętać, że w związku z wczesnoholoceńską transgresją morską prawdopodobnie wiele paleolitycznych nadmorskich stanowisk archeologicznych stało się niedostępne dla badaczy. Z całą pewnością w neolicie nastąpiła, postępująca od wybrzeży Azji Mniejszej, kolonizacja niemal wszystkich wysp Morza Egejskiego. Wiązał się z nią rozwój rolnictwa, w tym początek uprawy oliwek. W okresie tym doszło do wytworzenia szeregu kultur egejskich, których rozkwit przypadł na epokę brązu (Broodbank 1999). Jednak liczba ludności była wówczas jeszcze zbyt mała, aby istniała konieczność terasowania stoków w celu ich wykorzystania rolniczego. Pierwsze uprawy na terasach pojawiły się prawdopodobnie już we wczesnej epoce żelaza (Rackham, Grove 2003) lub w epoce klasycznej (Foxhall 1996). Część systemów terasowych występujących dziś na Wyspach Egejskich ma więc zapewne stare założenia (co najmniej z czasów Cesarstwa Bizantyjskiego, gdy nastąpił niespotykany wcześniej wzrost liczby ludności na wyspach), jednak większość powstała (a jeśli istniały wcześniej, to z pewnością zostały przebudowane) raczej po wiekach średnich. Nastąpiło wówczas wyludnienie wybrzeży wysp i przeniesienie osadnictwa (a więc i upraw) w trudniej dostępne tereny górskie, które wiązało się z opanowaniem Morza Egejskiego przez piratów (Papalas 2005). Przyjmuje się, że współczesny krajobraz tego obszaru ukształtował się w ciągu minionych 400 lat i wiązał się ze wzrostem gęstości zaludnienia, którego kulminacją był przełom XIX i XX w. (Kizos, Koulouri 2006).

W literaturze brak jednoznacznych informacji na temat cech metrycznych typowych egejskich teras rolnych. Leopold, Vita-Finzi (1998) podają, że terasy w basenie Morza Śródziemnego mają przeciętnie szerokość 3 m i wysokość 1–2 m. Z kolei Treacy i Denevan (1994) piszą, że wysokość tych form może wynosić od 1 m do 4–5 m.

Morfologiczne i litologiczne przyczyny różnego udziału teras w powierzchni poszczególnych wysp

Na archipelag egejski składają się zarówno wyspy o powierzchni przekraczającej 1 000 km², jak i dziesięciokrotnie mniejsze. Podstawowe cechy wysp uwzględnionych w niniejszym opracowaniu zestawiono w tabeli 1. Przeprowadzona ocena stopnia sterasowania wykazała, że stoki na tych największych są zwykle znacznie słabiej sterasowane niż na sąsiadujących z nimi małych wyspach (ryc. 3). Przyczyną takiej sytuacji jest głównie fakt, że na dużych wy-



Ryc. 3. Stopień sterasowania stoków na wybranych wyspach Morza Egejskiego

1 – brak teras (zajmują poniżej 1% powierzchni wyspy), 2 – terasy występują sporadycznie (zajmują 1–5% powierzchni wyspy), 3 – terasy występują lokalnie (zajmują 5–20% powierzchni wyspy), 4 – terasy występują powszechnie płatami (zajmują 20–30% powierzchni wyspy), 5 – terasy występują powszechnie na całej wyspie (zajmują 30–40% powierzchni wyspy), 6 – terasy występują bardzo powszechnie płatami (zajmują 40–50% powierzchni wyspy), 7 – terasy występują bardzo powszechnie na całej wyspie (zajmują ponad 50% powierzchni)

Fig. 3. The scale of agricultural terracing on selected Aegean islands

1 – lack of terraces (they occupy below 1% of the area of an island), 2 – terraces are found rarely (they occupy 1–5% of the area of an island), 3 – terraces are found locally (they occupy 5–20% of the area of an island), 4 – terraces are found commonly in clusters (they occupy 20–30% of the area of an island), 5 – terraces are commonly found on the whole island (they occupy 30–40% of the area of an island), 6 – terraces are found very commonly in clusters (they occupy 40–50% of the area of an island), 7 – terraces are very common on the whole island (they occupy more than 50% of the area)

Tabela 1. Wybrane cechy analizowanych wysp Morza Egejskiego

Table 1. Selected features of analysed Aegean islands

Wyspa	Powierzchnia (km ²)	Wysokość najwyższego szczytu (m)	Obecność nizin	Gęstość zaludnienia (osoby km ⁻²)	Dominujące skały*	Stopień sterasowania**
Lesbos	1636	967		53	V / R / G	3
Rodos	1401	1215		70	Q / F	1
Chios	843	1294	+	61	M / G / Q	3
Samos	478	1434		69	G / M / Q	5
Limnos	476	430	++	37	R / V / Q	4
Naksos	389	999		38	G / M	4
Thasos	384	1203		35	G / M	2
Andros	383	994		23	G / M	3
Karpathos	300	1215	+	18	F / M / Q	4
Kos	288	843		92	V / Q / G	7
Ikaria	255	1037		29	G	5
Skiros	209	793	+	14	M / G	3
Paros	197	771		49	M / G / Q	5
Tinos	197	727		39	G	5
Samotraka	180	1586	+	17	G / Q	1
Milos	158	751		28	V	5
Kea	132	561		14	G	7
Amorgos	121	821		13	M / F	5
Kalimnos	111	679	+	141	M	2
Ios	109	735		16	G	7
Kithnos	99	294		16	G / M	7
Astipalea	96	482		11	F / M	2
Skopelos	96	680		49	M / F / G	2
Salamina	92	365	++	373	M / G / Q	1
Mikonos	86	373		72	G	7
Siros	84	442		237	G / M	7
Egina	77	534		151	V / Q	7
Sifnos	77	678		26	M / G	7
Thira	76	567		124	V / M	6
Serifos	74	585		15	G	6
Kasos	66	583		17	M / Q / F	5
Alonisos	65	476		46	M / Q	3
Tilos	61	651		5	M / V	5
Simi	58	616		40	M / F	2
Leros	54	320		150	G / M / Q	5
Nisiros	41			22	V	7

+ – niziny zajmują 10–20% powierzchni wyspy, ++ – niziny zajmują ponad 20% powierzchni wyspy

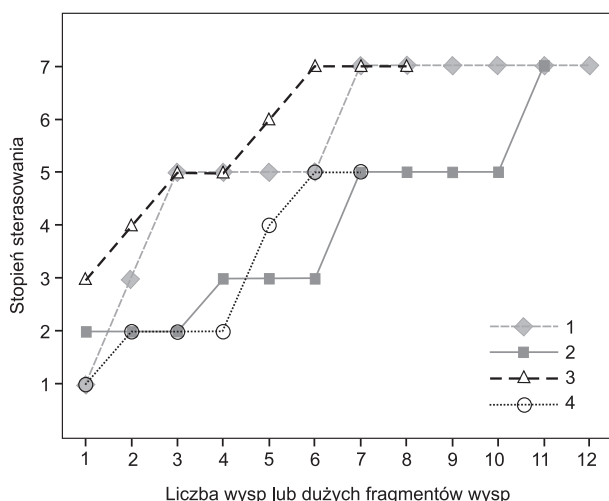
*Kolejność liter w wierszu odpowiada udziałowi poszczególnych grup litologicznych w budowie danej wyspy; litery oznaczają: G – gnejsy, granitoidy, łupki krystaliczne; M – wapienie, marmury; V – skały wulkaniczne; F – flisz; Q – luźne i słabo scementowane osady neogeńskie i czwartorzędowe; R – inne skały; **cyfry w kolumnie zgodne z oznaczeniami na rycinie 3.

+ – lowlands occupy 10–20% of the island's area, ++ – lowlands occupy more than 20% of the island's area

*The sequence of letters in the row corresponds to the share of each lithological group; G – gneisses, granitoids, crystalline schists; M – limestones, marbles; V – volcanic rocks; F – flysch; Q – Neogene and Quaternary deposits; R – other rocks; **symbols of scale of agricultural terracing the same as in the figure 3.

spach większą powierzchnię zajmują tereny płaskie, nadające się do wykorzystania rolniczego bez konieczności terasowania. Ogólnie mniej teras występuje na północy, a zdecydowanie więcej na południu archipelagu. Wynika to głównie z faktu, że na północy dominują wyspy duże (średnio na jedną wyspę przypada ok. 500 km² powierzchni), a na południu małe (średnio o ponad połowę mniejsze). Najlepszym przykładem obszaru praktycznie pozbawionego teras jest Rodos. Terasowania stoków nie wymagały również uprawy na Salaminie, bowiem w skali całego archipelagu występuje tam najwięcej obszarów równinnych. Teras brak także na Samotrace, najbardziej górzystej ze wszystkich badanych wysp (wysokość maksymalna 1586 m n.p.m., powierzchnia 180 km², deniwelacje lokalne do 800 m km⁻², brak większych dolin). Bardzo dużo jest ich natomiast na Cykladach, gdzie lokalnie obejmują ponad połowę powierzchni stoków. Najbardziej zróżnicowany pod kątem stopnia sterasowania jest Dodekanez. Archipelag ten stanowi doskonały dowód na to, że choć o powstaniu teras w pierwszym rzędzie na pewno decydowały czynniki społeczne, to jednak nie bez znaczenia musiała być także litologia. Dlatego szczególnie dużo teras utworzono na wulkanicznych wyspach Nisiros i Kos, a znacznie mniej na wapiennej Kalimnos i zbudowanej z marmurów Simi.

W skali całego archipelagu wpływ rzeźby na występowanie teras nie jest jednoznaczny, chociaż wydaje się, że najlepiej sterasowane są wyspy małe, na których dominują stoki o nachyleniach nieprzekraczających 30°. Na wyspach średniej wielkości istotną



Ryc. 4. Korelacja stopnia sterasowania z budową geologiczną Wysp Egejskich

1 – granitoidy, gnejsy i łupki krystaliczne, 2 – wapienie i marmury, 3 – skały wulkaniczne, 4 – flisz; szczegółowe objaśnienia w tekście

Fig. 4. The correlation between the scale of terracing and the geological structure of the Aegean Islands

1 – granitoids, gneiss and crystalline schists, 2 – limestones and marbles, 3 – volcanic rocks, 4 – flysch; more detailed explanations in the text

rolę odgrywa obecność dużych dolin, gdyż to zwykle ich zbocza zajęte są przez terasy.

Zdecydowanie wyraźniejsza jest korelacja stopnia sterasowania poszczególnych wysp z ich budową geologiczną. Ilustruje to wykres przedstawiony na rycinie 4, pokazujący, na jakim podłożu terasy występują najczęściej. Uwzględniono na nim skały dominujące na badanym obszarze. Wyspy, na których przeważają poszczególne typy litologiczne (a w przypadku, gdy zróżnicowana budowa nie pozwalała na określenie dominującej litologii, również duże, jednolite litologicznie fragmenty wysp) uszeregowano rosnąco wg stopnia sterasowania (zgodnie z tab. 1 i ryc. 3) i w takiej kolejności naniesiono wartości na wykres. Pozwoliło to stwierdzić, że najwięcej teras występuje tam, gdzie dominują skały wulkaniczne oraz gnejsy, łupki krystaliczne i granitoidy (zwykle granitognejsy). Przy takiej skali rozważań wyraźnie gorszym podłożem dla teras wydają się natomiast wapienie, marmury i flisz.

Morfologiczne i litologiczne przyczyny zróżnicowania w rozkładzie przestrzennym teras na wybranych wyspach

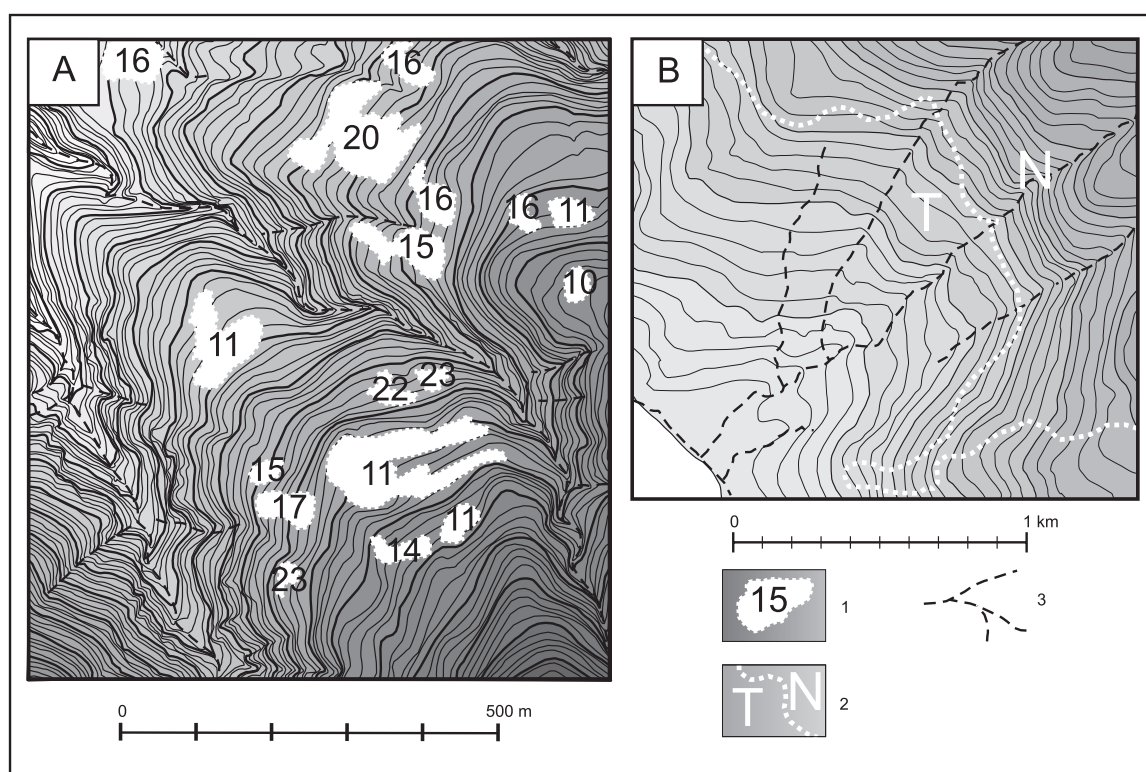
Terasy w strefie śródziemnomorskiej najczęściej występują na stokach o nachyleniu od kilku do ok. 30° (Poesen, Hooke 1997). Przy spadkach poniżej 10° nie są to na ogół typowe terasy górskie, lecz szachownice mniejszych i większych pól położonych na różnych wysokościach. Szerokość tego typu teras dochodzi do 40–50 m. Podobną prawidłowość obserwujemy na Wyspach Egejskich. Największe powierzchnie zajęte przez tego typu formy występują na Mikonos, Milos, Limnos i Santorini, gdzie poza stromymi zboczami kalder i obszarami zajętymi przez wychodnie skalne dominują spadki poniżej 10–12°. Klasyczne górskie terasy rolne są natomiast typowe dla wysp o silnie rozczłonkowanej rzeźbie, gdzie obejmują zwykle zbocza największych dolin i rzadko sięgają wyżej niż do 500 m n.p.m. To ograniczenie wysokościowe wynika przede wszystkim z faktu, że na większych wysokościach panują zimą zbyt niskie temperatury, które uniemożliwiają uprawę oliwek, zaś wiele innych upraw śródziemnomorskich wymaga nawadniania w okresie letnim, a w przeszłości, gdy tworzone terasy, tylko dolinne położenie pól zapewniało łatwy dostęp do odpowiednich ilości wody. Istotną rolę odegrał również fakt, że w pierwszej kolejności przeznaczano pod uprawę stoki w najbliższym sąsiedztwie osiedli, które z kolei także lokowane były zwykle w dolinach, w pobliżu wydajnych źródeł. Chociaż pamiętać należy, że na niektórych wyspach część osiedli powstała w obrębie istniejących wcześniej teras rolnych (Kokkinos 2006).

Terasy występują także w położeniach wododziałowych, ale rzadko tworzą wówczas duże, zwarte zespoły. Formy takie wykorzystywane były albo tylko w wilgotnych porach roku (np. pod uprawę zbóż), albo przeznaczano je pod uprawę drzew owocowych. Wyjątek stanowią terasy na wyspach wulkanicznych, szczególnie na Thirze (największej z wysp wchodzących w skład archipelagu santoryńskiego) i na Nisiros, na których, ze względu na brak źródeł słodkiej wody, praktycznie nigdy nie nawadniano pól. Na Nisiros terasy pokrywają większość zewnętrznych stoków kaldery, dochodząc do osi dolin rozcinających te stoki. Na Santorini doliny wycięte w tufach mają zbyt strome zbocza, toteż terasy (głównie winnice) występują przede wszystkim na nachylonych powierzchniach wododziałowych.

Niezależnie od położenia względem sieci dolinnej, zarówno niewielkie płaty, jak i rozległe kompleksy stoków sterasowanych, poza wspomnianymi winnicami na tufach wulkanicznych, najczęściej występują na powierzchniach o nachyleniu 10–25° (ryc. 5).

Terasy na najbardziej stromych stokach (o nachyleniu ponad 30°) zazwyczaj były i są w pierwszej kolejności porzucane. Dotyczy to szczególnie głównej, a zarazem najmłodszej fazy wyludnienia obszarów peryferyjnych w Grecji, która rozpoczęła się w poło-

wie XX w. i nadal trwa. Największy odpływ ludności do miast nastąpił w okresie 1950–1980 (Kizos, Koulouri 2006). Współcześnie na Lesbos wykorzystuje się praktycznie wyłącznie te terasy, które przeznaczone były pod uprawę oliwek i nadal służą jako gaje oliwne. Także przy mniejszych spadkach oliwki okazują się najtrwalszą formą użytkowania teras. Na niektórych wyspach ich areal wzrósł znacząco w ostatnim stuleciu, zwłaszcza kosztem gruntów ornych, na których uprawiano zboża, mimo ogólnej tendencji do zmniejszenia się zasięgu terenów uprawnych. Na przykład Marathianou i in. (2000) szacują, że w 1886 r. na wyspie Lesbos gaje oliwne zajmowały 26,9% ogólnej powierzchni, a w 1996 r. aż 41,2%. W tym samym czasie udział terenów zajętych przez grunty orne zmniejszył się z 8,7 do 5,3%. Należy podkreślić, że ponad 80% powierzchni wykorzystywanej pod uprawę oliwek na Lesbos przypada na stoki sterasowane, o nachyleniu ponad 10°. Według niektórych autorów jedną z głównych przyczyn tak ogromnych zmian użytkowania ziemi jest zubożenie gleb spowodowane procesami erozyjnymi (Bakker i in. 2005). Taką prawidłowość stwierdzono m.in. na Lesbos. Zmiany użytkowania ziemi na tej wyspie były przedmiotem wielu badań (Kosmas i in. 2000, Marathianou i in. 2000, Grove, Rackham 2003, Kizos, Koulouri 2006).



Ryc. 5. Nachylenia stoków sterasowanych w rejonie Monokambi na NE Ikarii (A – poziomic co 4 m) i w rejonie Paleopoli na SW Andros (B – poziomic co 20 m)

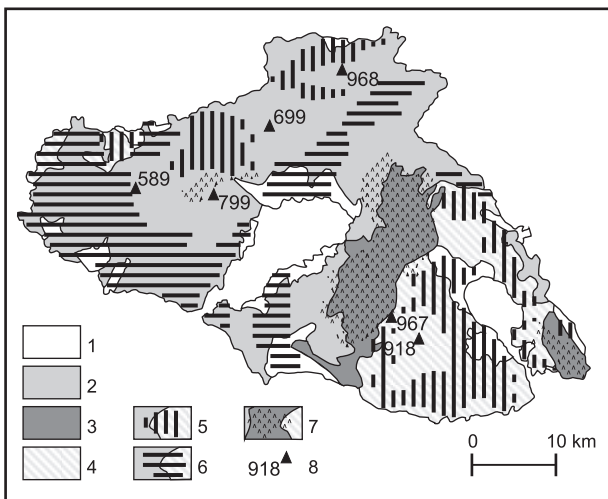
1 – zasięg obszarów sterasowanych występujących małymi płatami (liczby oznaczają średnie nachylenia w stopniach), 2 – zasięg zwartej powierzchni sterasowanej (T – obszar z terasami, N – obszar bez teras), 3 – koryta cieków okresowych

Fig. 5. Inclination of terraced slopes in Monokambi area – NE Ikaria Island (A – contour lines interval – 4 m) and in Paleopoli area – SW Andros Island (B – contour lines interval – 20 m)

1 – the extent of terraced areas found in small clusters (the numbers refer to average gradient in degrees), 2 – the extent of compact terraced area (T – the area with terraces, N – the area without terraces), 3 – channels of temporary watercourses

Z rozważań tych autorów i z zamieszczanych przez nich map wynika, że rozkład upraw ma tam wyraźny związek z litologią. Gaje oliwne, a więc głównie obecnie uprawy terasowe na wyspie, występują przede wszystkim w obrębie wychodni metamorficznego podłoża (łupki z wkładkami wapieni krystalicznych) i lokalnie na neogeńskich pokrywach lawowych. Resztki starych teras, na których uprawiano zboża, a dziś zajmują je na ogół pastwiska porośnięte fryganą, widoczne są także na utworach piroklastycznych. Stoki zbudowane z ofiolitów (głównie perydotytów i serpentynitów, z żyłami piroksenitów i gabr) pozostają praktycznie w całości zalesione (ryc. 6). Należy podkreślić, że spośród wszystkich omawianych wysp jedynie na Lesbos uprawa oliwek ma charakter przemysłowy i prowadzona jest na terasach stworzonych pod ten konkretny typ użytkowania, dlatego to właśnie tam najpowszechniej w skali całego archipelagu występują terasy w kształcie kieszeni stokowych przeznaczonych pod pojedyncze drzewa (ryc. 7a).

Na Ikarii terasy występują w obrębie wszystkich typów podłoża, jednak najwięcej jest ich na stokach zbudowanych z gnejsów i łupków krystalicznych, gdzie terasy obejmują często całą długość stoku (ryc. 7b), a najmniej na zmetamorfizowanych skałach węglanowych (ryc. 8). Natomiast obecność wąskich wychodni wapieni krystalicznych (ryc. 7c, oznaczenie 2) w obrębie łupków może być czynnikiem sprzyjającym posadowieniu murów podtrzymujących terasy.



Ryc. 6. Główne obszary występowania upraw na terasach rolnych na tle budowy geologicznej wyspy Lesbos (wg Grove, Rackham 2003, uproszczone)

1 – osady czwartorzędowe, 2 – lawy i utwory piroklastyczne, 3 – ofiolity (głównie perydotyty i serpentynity), 4 – skały metamorficzne, 5 – gaje oliwne (na terasach rolnych), 6 – frygana (częściowo na dawnych terasach rolnych), 7 – lasy, 8 – główne szczyty

Fig. 6. Main areas of location of crops on agricultural terraces in relation to geological structure of Lesbos Island (after Grove, Rackham 2003, simplified)

1 – Quaternary deposits, 2 – lava and pyroclastic rocks, 3 – ophiolites (mainly peridotites and serpentinites), 4 – metamorphic rocks, 5 – terraced olive groves, 6 – phrygana (partly on old agricultural terraces), 7 – forests, 8 – main peaks

Wśród sterasowanych stoków wysp Morza Egejskiego Ikaria ma szczególnie dużo stromych stoków i o formach użytkowania terenu decyduje tam głównie silnie rozczłonkowana rzeźba (ryc. 8b). Gęstość sieci dolinnej wynosi lokalnie do 5 km km⁻². Doliny są głęboko wcięte, ale ich zbocza mają zróżnicowane nachylenie. Terasy utworzono głównie na powierzchniach mniej stromych (ryc. 5), w których obrębie miąższość gliniastej pokrywy zwietrzelinowej wynosi co najmniej 1,5 m (Tsermegas i in. 2011).

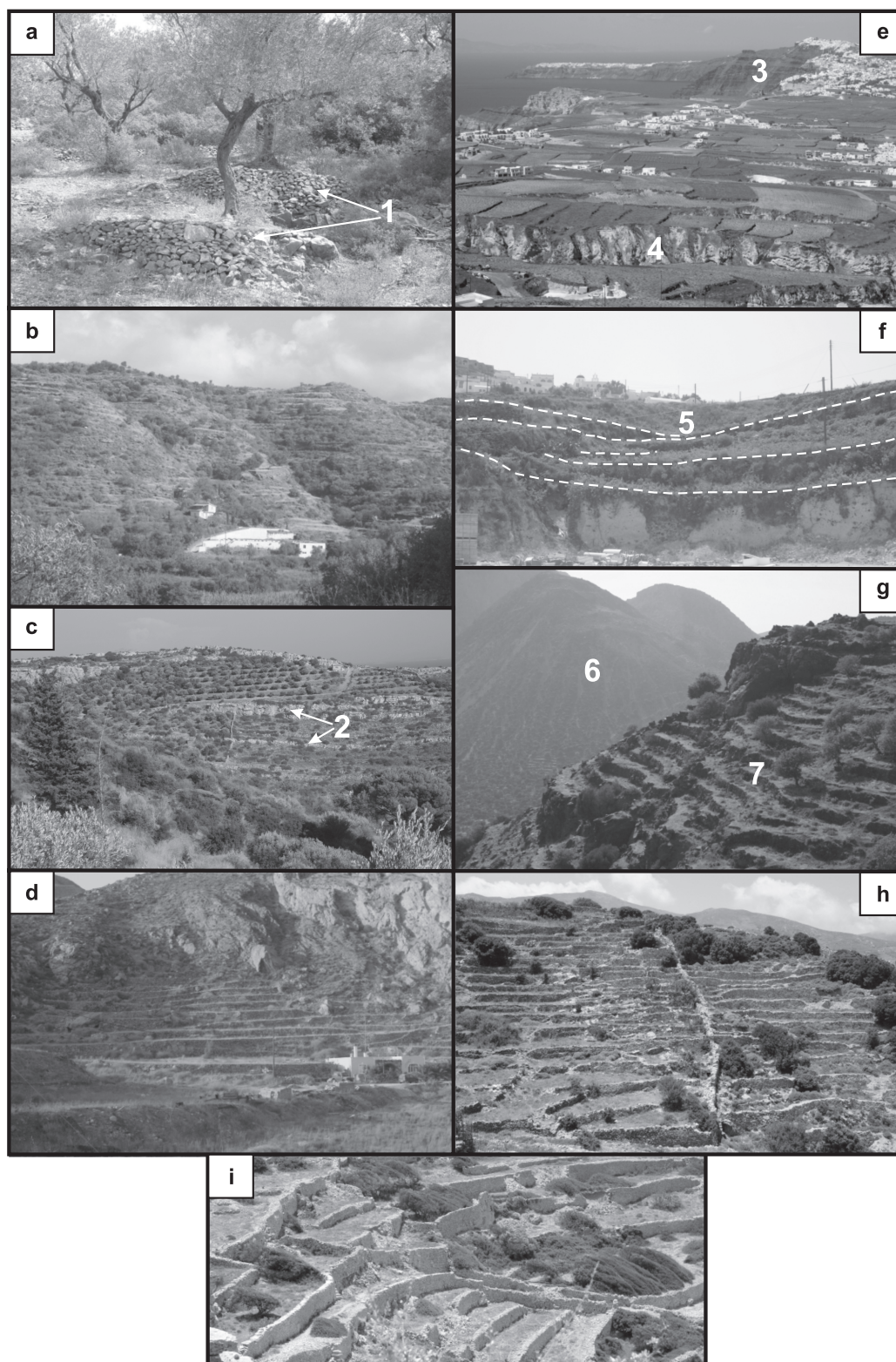
Jak wykazały wcześniejsze badania (Tsermegas i in. 2011), ze względu na znaczne nachylenia stoków ikaryjskie terasy są węższe i wyższe od podobnych form na innych wyspach. Ich szerokość tylko sporadycznie przekracza 4–5 m, a mury mają średnio prawie 2 m wysokości. W pierwszej kolejności porzuca się tam formy utworzone na skałach węglanowych. Wynika to najprawdopodobniej z niedoborów wody na tym podłożu, co ma ogromne znaczenie w przypadku upraw wymagających nawadniania.

Na Siros terasy są bardzo powszechne praktycznie w obrębie wszystkich odsłaniających się tam formacji skalnych, także na marmurach, które na innych wyspach często omijano, terasując stoki (ryc. 9a). Prawdopodobnie wynika to z faktu, że wychodnie tych skał na znacznej przestrzeni występują tam w postaci stosunkowo wąskich stref, na przemian z wychodniami łupków krystalicznych, co nie sprzyja rozwojowi głębokiego krasu i ucieczce wód oraz obecności ścian skalnych. Podobną sytuację na podłożu z naprzemianległych warstw dolomitów i margli opisał z obszaru Izraela (Frumkin 1999).

Najmniej teras na Siros występuje w górnych partiach najwyższych wzniesień, chociaż ich szczyty nie sięgają ponad 500 m n.p.m. Niższe wzgórza sterasowano praktycznie w całości. Dlatego północna, skalista część wyspy jest niemal pozbawiona upraw. Jednocześnie poszczególne wychodnie marmurów zajmują tam większe powierzchnie niż na południu, a dodatkowym utrudnieniem w zagospodarowaniu rolniczym jest brak wody, który sprawił, że nie ulokowano tam żadnego większego osiedla.

Również na Tinos rozkład teras rolnych wyraźnie nawiązuje do rzeźby (ryc. 9b). Formy te występują przede wszystkim na zboczach dużych dolin, zaś brak ich w górnych partiach większości dużych wzniesień. Znaczenie litologii jest drugorzędne, ponieważ najwyższe góry budowane są nie tylko przez odporne granitoidy i kompleksy ofiolitowe złożone głównie z serpentynitów, gabr i amfibolitów, ale także przez chętnie na innych wyspach terasowane gnejsy i łupki krystaliczne. Wychodnie marmurów są przeważnie małe i nie stanowią przeszkody w prowadzeniu gospodarki rolnej.

Na Thirze najwięcej teras występuje w obrębie górnej części zewnętrznych stoków kaldery, przykrytych niemal w całości tufami z tzw. „erupcji minojskiej”, osiagającymi miąższość do kilkudziesięciu



Ryc. 7. Wygląd stoków sterasowanych w nawiązaniu do rzeźby i litologii podłoża. Przykłady pochodzą z wysp: Lesbos (a), Ikarii (b i c), Thiry (d, e i f), Nisiros (g), Naksos (h) i Folegandros (i)

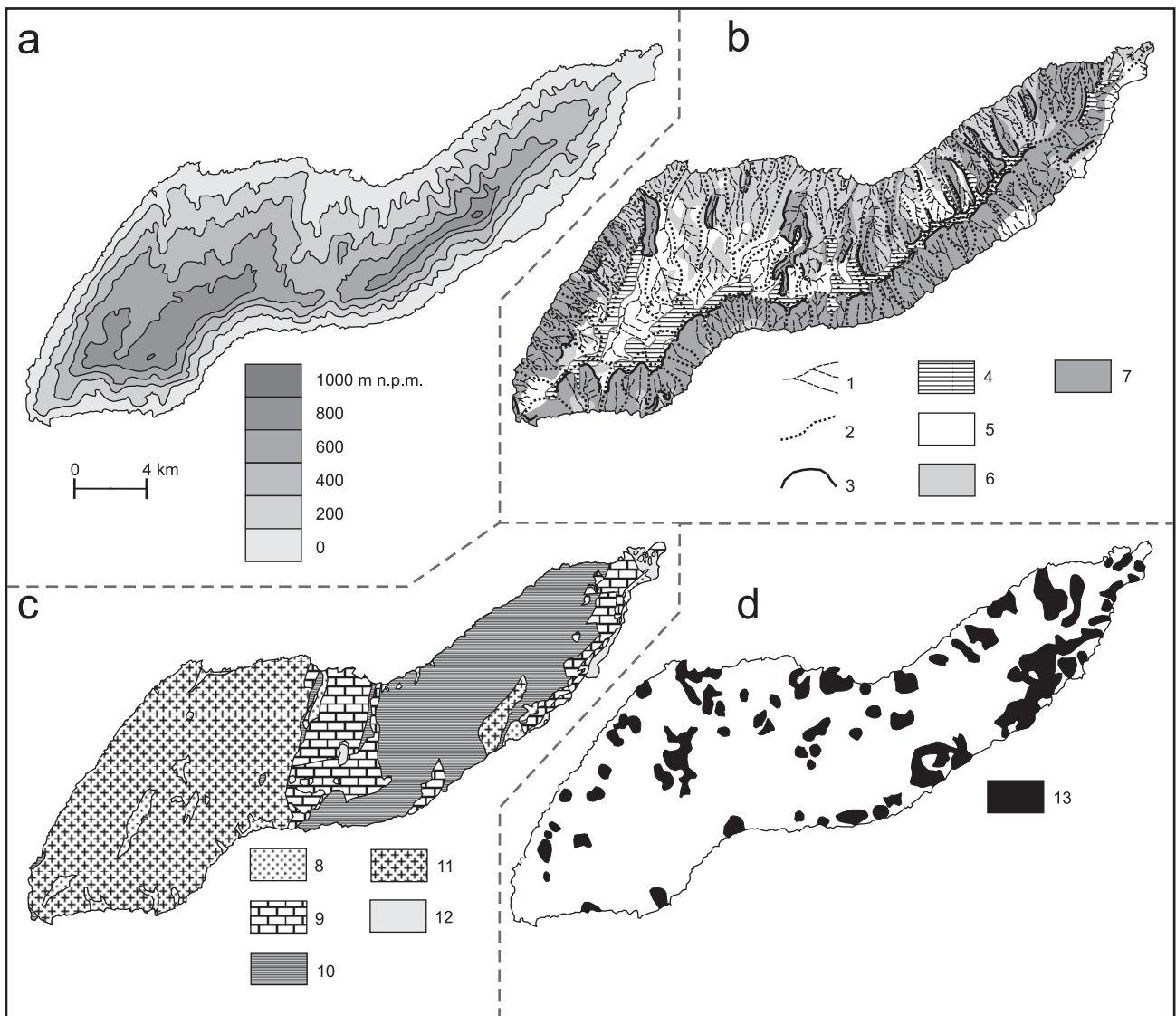
1 – typowe kieszenie stokowe przeznaczone pod uprawę oliwek, 2 – wychodnie marmurów w obrębie łupków krystalicznych i fyllitów, 3 – wewnętrzne stoki kaldery, 4 – odsłonięcie „minojskich” tufów wulkanicznych przykrywających zewnętrzne, sterasowane stoki kaldery, 5 – terasy rolne w osi formy wklęsłej, 6 – strome stoki dacytowej kopuły wulkanicznej, 7 – sterasowane zewnętrzne stoki kaldery; szczegółowe objaśnienia w tekście

Fig. 7. The appearance of terraced slopes in relation to relief and lithology. Examples from Lesbos (a), Ikaria (b and c), Santorini (d, e, and f), Nisyros (g), Naxos (h) and Folegandros (i)

1 – typical pocket terraces designed for olive cultivation, 2 – marble outcrops within crystalline schists and phyllites, 3 – inner slopes of caldera, 4 – an outcrop of “Minoan” tephra covering the outer, terraced slopes of caldera, 5 – agricultural terraces in the axis of concave landform, 6 – steep slopes of dacite volcanic dome, 7 – terraced outer slopes of caldera; more detailed explanations in the text

metrów (ryc. 7e, 10a). Nachylenie tych powierzchni wynosi średnio 7–15°. Stoki poniżej mają na ogół mniejsze spadki. Terasy zajmują przede wszystkim obszary wododziałowe, ale obecne są też w osiowych częściach obniżień, bezpośrednio ponad początkowymi odcinkami głębokich wąwozów rozcinających tufy (ryc. 7f). Sterasowane są także fragmenty wzniesień zbudowanych z law dacytowych i andezytowych oraz wychodni metamorficznego podłoża wyspy, reprezentowanego głównie przez wapienie krystaliczne i łupki. W tym przypadku terasy występują również na stokach o nachyleniu ok. 20–22° (ryc. 7d).

Na wulkanicznej Nisiros, najmniejszej spośród wszystkich analizowanych wysp, terasy rolne zajmują blisko 60% ogólnej powierzchni i prawie w całości pokrywają zewnętrzne stoki kaldery (Petanidou i in. 2008), nachylone pod kątem 15–20°, zbudowane z różnowiekowych law andezytowych, trachyandezytowych, trachitowych i ryolitowych, pumeksu oraz utworów piroklastycznych (ryc. 7g – fragment oznaczony cyfrą 7 i ryc. 10b). Stoki opadające do wnętrza kaldery, których spadek przeważnie przekracza 30°, mimo zbliżonej budowy są praktycznie pozbawione teras, podobnie jak niemal równie stro-

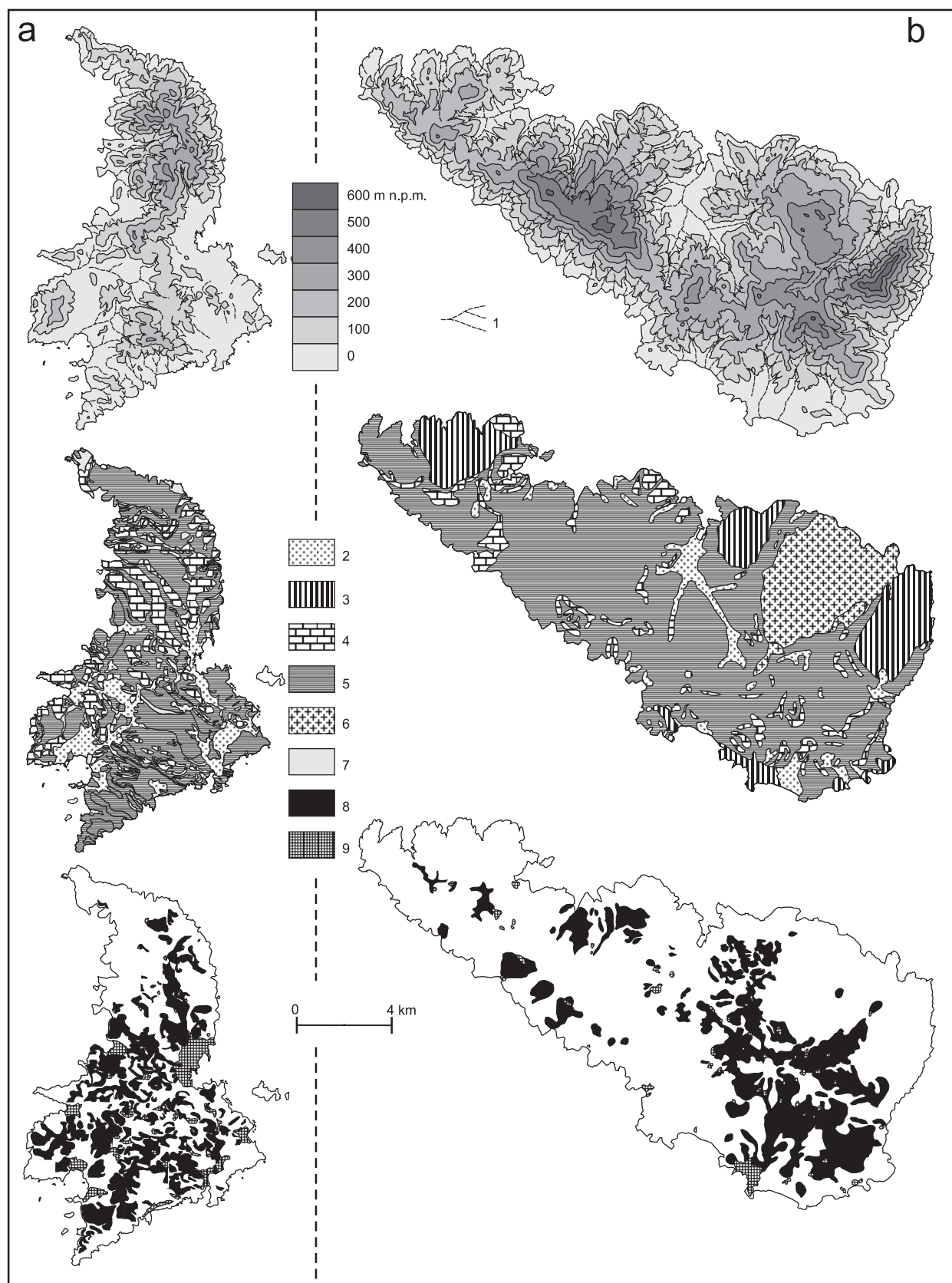


Ryc. 8. Rozmieszczenie teras rolnych na tle budowy geologicznej i rzeźby Ikarii

a – szkic hipsometryczny; b – główne elementy rzeźby: 1 – osie dolin, 2 – grzbiety, 3 – krawędzie morfologiczne, 4 – zrównania wierzchołkowe; dominujące nachylenia stoków: 5 – 0–15°, 6 – 15–30°, 7 – 30–45°; c – szkic geologiczny: 8 – luźne i słabo scementowane osady rzeczne i morskie, 9 – zmetamorfizowane wapienie i dolomity z wkładkami fyllitów i łupków krystalicznych, 10 – gnejsy i łupki krystaliczne, 11 – granitoidy, 12 – drobne wychodnie innych skał; d – występowanie teras rolnych: 13 – sterasowane fragmenty stoków, także miejscowości z typową dla Ikarii zabudową rozproszoną wśród pól

Fig. 8. Distribution of agricultural terraces in relation to geological structure and relief of Icaria Island

a – hypsometric sketch; b – main elements of relief: 1 – valley axes, 2 – mountain ridges, 3 – morphological edges, 4 – summit plateau; prevailing slope gradient: 5 – 0–15°, 6 – 15–30°, 7 – 30–45°; c – geological sketch: 8 – loose to weakly consolidated river and marine deposits, 9 – metamorphic limestones and dolomites with phyllite and crystalline schists intercalations, 10 – gneiss and crystalline schists, 11 – granitoids, 12 – small outcrops of other rocks; d – agricultural terraces: 13 – terraced slope fragments, also villages with typical Ikarian housing scattered on terraced fields



Ryc. 9. Rozmieszczenie teras rolnych na tle budowy i rzeźby wysp Syros (a) i Tinos (b)

1 – sieć rzeczna, 2 – aluwia, 3 – ofiolity (głównie serpentynity, gabra, amfibolity), 4 – marmury, 5 – gnejsy i łupki krystaliczne, 6 – granito-
idy, 7 – niewielkie wychodnie innych skał, 8 – zasięg powierzchni terasowanych, 9 – zasięg obszarów zabudowanych (częściowo obejmujących również terasy rolne)

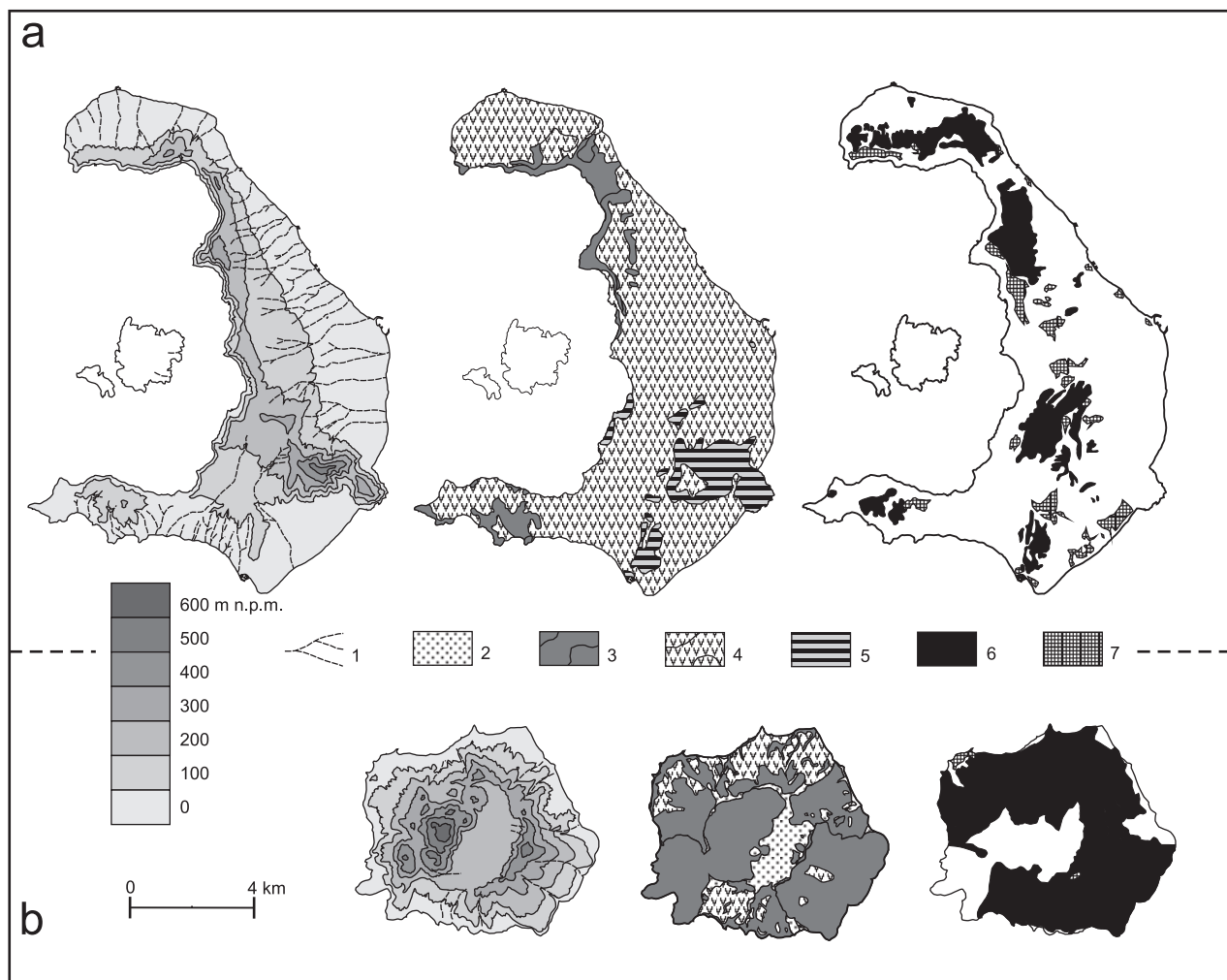
Fig. 9. Distribution of agriculture terraces in relation to geological structure and relief of islands Syros (a) and Tinos (b)
1 – river network, 2 – alluvial deposits, 3 – ophiolites (mainly serpentinites, gabbros, amphibolites), 4 – marbles, 5 – gneiss and crystalline
schists, 6 – granitoids, 7 – small outcrops of other rocks, 8 – extent of terraced areas, 9 – built-up areas (partly on agricultural terraces)

me zbocza najmłodszych, dacytowych kopuł lawowych górujących nad centralną i południowo-zachodnią częścią wyspy (ryc. 7g – fragment oznaczony cyfrą 6).

Należy podkreślić, że na obszarach zbudowanych ze skał wulkanicznych, zwłaszcza tufów, terasy tworzone nie tylko dlatego, aby ograniczyć zagrożenie erozją wodną w okresach występowania nawałnych opadów, ale także, a często przede wszystkim, w celu zatrzymania w osadzie możliwie największej ilości wilgoci koniecznej do wzrostu roślin w czasie suszy.

Również na Naksos występowanie teras rolnych nawiązuje w pewnym stopniu do budowy geologicznej. Z map zamieszczonych w opracowaniu Lehmana (1994) wynika, że mimo podobnych nachyleń stoków po wschodniej i po zachodniej stronie głównego grzbietu wyspy, uprawy koncentrują się niemal wyłącznie po stronie zachodniej – na równinie zbu-

dowanej z granitoidów, częściowo przykrytej aluwiami, i na terasach w obrębie łupków łyszczykowych z gnejsami i wkładkami marmurów. Jedną z podstawowych przyczyn tej asymetrii stopnia sterasowania stoków jest najprawdopodobniej fakt, że na wschodzie podłoże stanowią głównie marmury, a więc ta część wyspy jest zdecydowanie uboższa w wodę i ogólnie słabiej zasiedlona. Różnica w ekspozycji nie wydaje się istotna, gdyż warunki termiczne i opadowe na wschodzie wyspy są odpowiednie dla roślin tradycyjnie uprawianych na wyspie. Stoki zbudowane z marmurów na wschodzie Naksos nie są jednak zupełnie pozbawione teras. Ale formy te występują tam tylko niewielkimi płatami i najczęściej pierwsze uległy porzuceniu. Zarówno tu (ryc. 7h), jak i na innych wyspach (ryc. 7i) terasy na marmurach mają zwykle wysokie (często na ponad 2,5–3 m), wyróżniające się w rzeźbie, mury.



Ryc. 10. Rozmieszczenie teras rolnych na tle budowy i rzeźby wysp Thira (a) i Nisiros (b)

1 – koryta cieków okresowych, 2 – osady rzeczne i różnej genezy luźny materiał w dnie kaldery, 3 – różne typy law z kolejnych etapów rozwoju wulkanu, 4 – różnowiekowe tufy wulkaniczne i pokłady pumeksu, 5 – skały metamorficzne (głównie wapienie i łupki krystaliczne), 6 – zasięg powierzchni sterasowanych (na Nisiros wg Petanidou i in. 2008), 7 – zasięg obszarów zabudowanych (częściowo obejmujących dawne terasy rolne)

Fig. 10. Distribution of agricultural terraces in relation to geological structure and relief of Islands Thera (a) and Nisyros (b)

1 – periodic and ephemeral river channels, 2 – alluvial deposits and other internal caldera deposits, 3 – pre-caldera lavas, 4 – tephra and pumice, 5 – metamorphic rocks (mainly crystalline limestones and schists), 6 – agricultural terraces (on Nisiros after Petanidou et al. 2008), 7 – built-up areas (partly on old agricultural terraces)

Wnioski

Przeprowadzona analiza wykazała, że choć w skali całych wysp litologia jest czynnikiem w dużej mierze decydującym o występowaniu bądź braku teras rolnych, to jednak w skali lokalnej odgrywa często rolę drugorzędną. Na obecność teras wpływa głównie pośrednio, w przypadkach, gdy jej zmiana powoduje znaczny wzrost nachylenia stoku. Natomiast podstawowe znaczenie dla rozmieszczenia teras ma rzeźba terenu – formy te występują szczególnie na stokach o nachyleniu nie większym niż 20–25°, a ich obecność wiąże się zwykle ze zboczami form dolinnych. Jedynie na wyspach wulkanicznych, na których także w dolinach brak wody do nawadniania, zwłaszcza na powierzchniach przykrytych tufami, terasy są powszechne głównie w położeniach typowo wododziałowych, gdyż zbocza dolin są zbyt strome i podlegają silnej erozji.

Terasy rolne (duże zespoły teras) na Wyspach Egejskich najczęściej występują na podłożu gnejsów i łupków krystalicznych. Zwiertzeliny tych skał mają znaczne miąższości i zawierają dużo wydłużonych okruchów, dlatego stanowią dogodny budulec do wznoszenia trwałych murów suchych (Tsermegas i in. 2011), a jednocześnie, ze względu na obecność licznych źródeł, istnieje tam możliwość nawadniania upraw. Gnejsy i łupki krystaliczne występują aż na 21 spośród omawianych 36 wysp, ale tylko na 12 są dominującym typem podłoża. Szerokie rozprzestrzenienie tych skał ma zapewne znaczenie dla powszechności występowania w ich obrębie teras rolnych, ale nie wydaje się czynnikiem decydującym o tej powszechności. Terasy rolne są również typowe dla obszarów przykrytych tufami wulkanicznymi, gdzie tworzono je nawet na względnie łagodnych stokach, o nachyleniu poniżej 10°, głównie w celu zmagazynowania jak największej ilości wilgoci.

Małe powierzchnie sterasowane występują na wszystkich typach podłoża. Na stokach zbudowanych ze zmetamorfizowanych skał węglanowych, najczęściej przewarstwionych łupkami krystalicznymi, mury teras przeważnie nawiązują do wychodni odporniejszych warstw.

Wygląd teras rolnych może pośrednio wskazywać na litologię podłoża – na gnejsach i łupkach krystalicznych terasy obejmują często całą długość stoku, na marmurach mają charakterystyczne, wysokie nawet na ponad 3 m mury, a na tufach są najszersze – poszczególne pola mogą mieć szerokość większą niż 40–50 m.

Wiele wskazuje na to, że trwałość teras zależy od litologii ich podłoża. Zagadnienie to wymaga jednak dalszych, szczegółowych badań.

Literatura

- Arnaez J., Lasanta T., Errea M.P., Ortigosa L. 2011. Land abandonment, landscape evolution, and soil erosion in a Spanish Mediterranean mountain region: The case of Camero Viejo. *Land Degradation and Development*, doi: 10.1002/Ldr1032.
- Bakker M.M., Govers G., Kosmas C., Vanacker V., van Oost K., Rounsevell M. 2005. Soil erosion as a driver of land-use change. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 105: 467–481.
- Betancourt P.P., Hope Simpson R. 1992. The agricultural system of Bronze Age Palestine. *Cretan Studies*, 3: 47–54.
- Bevan A., Frederick C., Krahtopoulou A. 2003. A digital Mediterranean countryside: GIS approaches to the spatial structure of the post-Medieval landscape on Kythera (Greece). *Archeologia e Calcolatori*, 14: 217–236.
- Broodbank C. 1999. Colonisation and configuration in the insular Neolithic of the Aegean. W: P. Halstead (red.), *Neolithic Society in Greece*. Sheffield Studies in Aegean Archaeology, 2: 15–41.
- Brunet M. 1990. Terrasses de cultures antiques: L'exemple de Délos, Cyclades. W: M. Provansal (red.), *L'Agriculture en terrasses sur les versants méditerranéens: Histoire, conséquences sur l'évolution du milieu*, Special issue of *Méditerranée*, 71: 5–11. Centre National de la Recherche Scientifique, Aix-en-Provence.
- Cerda-Bolínches A. 1994. Arroyada superficial en terrazas de cultivo abandonadas, el caso del país valenciano. *Cuadernos de Geografía*, 56: 135–154.
- Cherry J.F. 1990. The first colonisation of the Mediterranean islands: a review of recent research. *Journal of Mediterranean Archaeology*, 3(2): 145–221.
- Foxhall L. 1996. Feeling the Earth Move: Cultivation Techniques on Steep Slopes in Classical Antiquity. W: G. Shipley, J. Salmon (red.), *Human Landscapes in Classical Antiquity: Environment and Culture*. Routledge, London: 44–67.
- French C.A.I., Whitelaw T. 1999. Soil Erosion, Agricultural Terracing and Site Formation Processes of Markiani, Amorgos, Greece: The Micromorphological Perspective. *Geoarchaeology*, 14(2): 151–89.
- Frumkin A. 1999. Interaction between Karst, water and agriculture over the climatic gradient of Israel. *International Journal of Speleology*, 28: 99–110.
- Gallart F., Llorens P., Latron J. 1994. Studying the role of old agricultural terraces on runoff generation in a small Mediterranean mountainous basin. *Journal of Hydrology*, 159: 291–303.
- García-Ruiz J.M. 1989. Erosion processes in abandoned fields. A case study in Central Spanish Pyrenees. *Geographica, Darmstadt*.

- Geological Map of Greece 1:500 000, 1983. Institute of Geology and Mineral Exploration, Ateny.
- Goudie A. 2006. *The Human Impact on the Natural Environment*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Grimalt M., Blazquez M., Rodriguez R. 1992. Physical factors, distribution and present use of terraces in the Tramuntana mountain range. *Pirineos*, 139: 15–25.
- Grove A.T., Rackham O. 2003. *The Nature of Mediterranean Europe: An Ecological History*. Yale University Press, New Haven & London.
- Harfouche R. 2007. Histoire des paysages méditerranéens terrassés: aménagements et agriculture. *British Archaeological Reports International Series (BAR-IS)*, Archaeopress, Oxford, 1634: 150–153.
- Kizos Th., Koulouri M. 2006. Agricultural landscape dynamics in the Mediterranean: Lesvos (Greece) case study using evidence from the last three centuries. *Environmental Science and Policy*, 9: 330–342.
- Kokkinos G.N. 2006. Hyto: The Ikarian one-room house. A unique type of residence all over Aegean (in Greek). W: Η αρχαιολογική σκαπάνη στην Ικαρία. Εβδομήντα χρόνια ανασκαφικής έρευνας και μελλοντικές προοπτικές. Πρακτικά Α' Αρχαιολογικού Συνεδρίου Ικαρίας, Αρμενιστής 1–5.09.2006: 219–242.
- Kosmas C., Gerontidis S., Marathianou M. 2000. The effect of land use change on soils and vegetation over various lithological formations on Lesvos, Greece. *Catena*, 40: 51–68.
- Lasanta T. 1988. The process of desertion of cultivated areas in the Central Spanish Pyrenees. *Pirineos*, 132: 15–36.
- Lehmann R. 1993. Terrace degradation and soil erosion in Naxos island, Greece. W: S. Wicherek (red.), *Farm Land Erosion in Temperate Plains Environments and Hills*. Elsevier, Amsterdam: 429–450.
- Lehmann R. 1994. Landschaftsdegradierung, Bodenrosion und -Konservierung auf der Kykladeninsel Naxos, Griechenland. *Physiogeographica*, Basler Beiträge zur Physiogeographie, Basel, 21.
- Leopold L., Vita-Finzi C. 1998. Valley changes in the Mediterranean and America and their effects on Humans. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 142, 1: 1–17.
- Lesschen J.P., Cammeraat L.H., Nieman T. 2008. Erosion and terrace failure due to agricultural land abandonment in a semi-arid environment. *Earth Surface Processes and Landforms*, 33: 1574–1584.
- Llorens P., Latron J., Gallart F. 1992. Analysis of the role of agricultural abandoned terraces on the hydrology and sediment dynamics in a small mountainous basin (High Llobregat, Eastern Pyrenees). *Pirineos*, 139: 27–46.
- Marathianou M., Kosmas C., Gerontidis S., Detsis V. 2000. Land-use evolution and degradation in Lesvos (Greece): a historical approach. *Land Degradation and Development*, 11: 63–73.
- Margaris N.S., Koutsidou E., Giourga Ch. 1996. Changes in traditional Mediterranean land-use systems. W: C.J. Brandt, J.B. Thornes (red.), *Mediterranean Desertification and Land Use*. John Wiley & Sons, Chichester: 29–42.
- Papalas J.A. 2005. *Rebels and Radicals: Icaria 1600–2000*. Bolchazy-Carducci Publ., Wauconda.
- Petanidou Th., Kizos Th., Soulakellis N. 2008. Socio-economic Dimensions of Changes in the Agricultural Landscape of the Mediterranean Basin: A Case Study of the Abandonment of Cultivation Terraces on Nisyros Island, Greece. *Environmental Management*, 41: 250–266.
- Poesen J., Hooke J. 1997. Erosion, flooding and channel management in Mediterranean environments of Southern Europe. *Progress in Physical Geography*, 21(2): 157–199.
- Poupet P. 1998. Protohistoric and ancient agriculture in the Mediterranean region: dominion and improvement of soil. Symposium 45, Attitudes to soil care and land use through human history. XVI^e Congrès Mondial de Science du Sol, Montpellier.
- Price S., Nixon L. 2005. Ancient Greek agricultural terraces: Evidence from texts and archaeological survey. *American Journal of Archaeology*, 109: 665–694.
- Rackham O., Moody J.A. 1996. *The Making of the Cretan Landscape*. Manchester University Press, Manchester.
- Romero Díaz A., Marín Sanleandro P., Sánchez Soriano A., Belmonte Serrato F., Faulkner H. 2007. The causes of piping in a set of abandoned agricultural terraces in southeast Spain. *Catena*, 69: 282–293.
- Spencer J.E., Hale S.A. 1961. The origin, nature and distribution of agricultural terracing. *Pacific Viewpoint*, 2: 1–40.
- Treacy J.M., Denevan W.M. 1994. *The Creation of Cultivable Land Through Terracing*. W: N.F. Miller, K.F. Gleason (red.), *The Archaeology of Garden and Field*. University of Pennsylvania Press, Philadelphia: 91–110.
- Tsermegas I. 2009. Antropogeniczne elementy krajobrazu abiotycznego Wysp Egejskich (Grecja). W: A. Michno, M. Klimek (red.), *Współczesne przemiany środowiska przyrodniczego w obszarach użytkowanych rolniczo*. Materiały Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej, Kraków–Łazy, 17–18.04. 2009. IGiGP UJ, SGP: 90–92.
- Tsermegas I., Dłużewski M., Biejat K., Szykiewicz A. 2011. Function of agricultural terraces in Mediterranean conditions – selected examples from the island of Icaria (the Southern Sporades, Greece). *Miscellanea Geographica*, 15: 65–78.