

RYSZARD DADLEZ

Państwowy Instytut Geologiczny

TERRANY TEKTONOSTRATYGRAFICZNE – DEFINICJA, GENEZA, KONSEKWENCJE GEOLOGICZNE

UKD 551.242:004.1

Jedną z modyfikacji teorii tektoniki płyt, szczególnie popularną w ostatnich latach, jest koncepcja terranów. Zrewolucjonizowała ona interpretację wielu pasm górskich i rzuciła nowe światło na niektóre podstawowe pojęcia tektoniczne, jak pojęcie eugeosynkliny, rozrostu (akrecji) kontynentów, typów orogenez. Wydaje się, że warto przybliżyć polskiemu czytelnikowi tę koncepcję. Literatura na ten temat jest już tak bogata, że w tym przeglądzie można jedynie przedstawić skromną selekcję publikacji i wybór najistotniejszych problemów.

Najpierw o samej nazwie. Z niejakim ociąganiem trzeba przyjąć prostą adaptację angielskiego „terrane”, rzadziej „terrain” na polski „terran”. W dostępnych mi ogólnych słownikach nie spotkałem pierwszego z tych słów, drugie znaczy po prostu: teren, niekiedy z dodatkiem: „szczególnie w znaczeniu wojskowym (np. trudny teren dla czołgów)”. W słownikach fachowych termin ten w jego współczesnym znaczeniu jeszcze się nie pojawił. Występuje w nich „terrane”, jako wychodzące z użycia określenie skały lub grupy skał, a także terenu, na którym one się

odślaniają, „terrain” zaś – bądź jako określenie fragmentu powierzchni ziemi, rozpatrywanego w sensie jednostki fizjograficznej, środowiska ekologicznego albo obiektu planowanej działalności człowieka, bądź też jako przestarzały synonim słowa „terrane”. Wygląda więc na to, że pojęcie zostało odświeżone w nowym znaczeniu. Jest to przy tym skrót myślowy, ponieważ bardzo często pojawia się on w literaturze w towarzystwie opisującego przymiotnika, i to różnego. Terrain może być więc określany jako tektonostratigraficzny (tectonostratigraphic terrane), egzotyczny (exotic t.), akrecyjny, czyli przyrośnięty (accretionary lub accreted t.), allochtoniczny (allochthonous t.), przemieszczony (displaced t.), przesuwczy (strike-slip t.), odłączony (dissociated t.). Najstarszym i najswobodniejszym z tych określeń jest terrain podejrzany (suspect terrane), co wynika z tego, iż z chwilą identyfikacji w każdym paśmie górskim krawędzi miogeokliny (krawędzi szelfu) wszystkie obszary na zewnątrz od niej są automatycznie podejrzane o allochtonizm. W przeciwnieństwie zatem do wymiaru sprawiedliwości, gdzie zakłada się niewinność podejrzanego póki wina nie zostanie mu udowodniona, tutaj podejrzenie ciąży na terranie od samego początku i należy mu udowodnić „niewinność”, czyli autochtonizm (31).

Ponieważ przyjęcie w polskiej terminologii wiernego tłumaczenia „terrane” lub „terrain” na „teren” mogłoby być niejednoznaczne, pozostaliśmy przy terranie (tym bardziej, że zaczyna się on zakorzeniać) nie zaniebując jednak prób znalezienia bardziej udatnego terminu polskiego. Odnotujmy jeszcze, że tektonika, charakteryzująca się obecnością terranów, bywa nazywana tektoniką mozaikową lub tektoniką kolażu (collage).

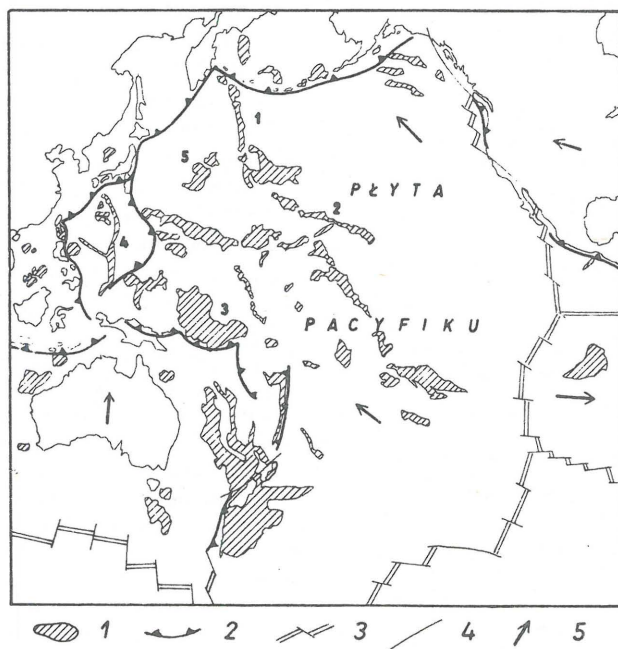
W jakim sensie tektonika terranów jest modyfikacją tektoniki płyt? W klasycznej, czystej postaci tektonika płyt oferuje nam wizję subdukcji płyty oceanicznej o prostej, trójwarstwowej budowie wewnętrznej skorupy i gładkiej powierzchni, stanowiącej dno oceaniczne. W tym prostym modelu jest to przy tym subdukcja, w której kierunek ruchu płyty jest prostopadły do strefy subdukcji (subdukcja prosta lub czołowa).

Tymczasem w rzeczywistości dno oceaniczne, zwłaszcza stare (wieku mezozoicznego) jest usiane wzniesieniami podmorskimi różnego rodzaju i różnych rozmiarów (5, 24). Zajmują one łącznie ok. 10% powierzchni dna oceanicznego, a szczególnie obfituje w nie zachodni Pacyfik (ryc. 1). Związana jest z nimi zazwyczaj skorupa typu przejściowego, suboceaniczna lub subkontynentalna. W skrajnych przypadkach pośrodku oceanu mogą występować izolowane obszary o skorupie kontynentalnej (np. plateau Rockall na Atlantyku, plateau Seszeli na Oceanie Indyjskim). Wszystkie te fragmenty mają mniejszą gęstość niż normalna skorupa oceaniczna. One to przede wszystkim dają początek terranom. Wtopione w płytę oceaniczną, wędrują wraz z nią, lecz osiągając strefę subdukcji nie mogą być w niej pochłonięte właśnie ze względu na ową mniejszą gęstość. Dochodzi do ich kolizji z blokiem kontynentalnym bądź z łukiem wyspowym, położonym na zapleczu strefy subdukcji. Ponieważ jednocześnie kierunek subdukcji bywa często skośny, naprężenia rozkładają się (12) na składową normalną (subdukcja, kolizja) i przesuwczą (uskok przesuwczy i transformacyjne). Terrany nie przyrastają wówczas w prosty sposób do kratonu lub łuku wyspowego jak przy subdukcji prostej, lecz są wleczone wzdłuż strefy subdukcji w kierunku ruchu płyty oceanicznej, rotowane i rozrywane.

Wspomniane fragmenty o skorupie typu przejściowego są różnej genezy. Mogą to być: gujoty lub inne wyspy wulkaniczne występujące w rozproszeniu lub w skupieniach,

łańcuchy wysp wulkanicznych powstałe w wyniku przesuwania się płyty nad stacjonarnym pióropuszem płaszcza (np. łańcuch: Hawaje – podmorskie Góry Cesarskie, ryc. 1), grzbiety asejsmiczne (np. Grzbiet Wielorybi na Atlantyku), wygasłe centra spredingu, łuki resztkowe (np. łuk Palau-Kiusiu, ryc. 1), małe baseny marginalne z grubymi seriami osadów, wreszcie inne, często rozległe wzniesienia o niejasnym pochodzeniu (np. wzniesienia Szackiego i Ontong-Jawa, ryc. 1). Wzniesienia aktywnych grzbietów śródoceanicznych (centrów spredingu czyli rozrostu litosfery) i łuków wyspowych nie są zaliczane do tej grupy, ponieważ leżą na granicach płyt oceanicznych, a nie wewnątrz nich. Jednak w różnych warunkach, zwłaszcza przy reorientacji ruchu płyt, mogą one także być wciągane w procesy tektoniki kolażu.

Jeśli współczesna stara skorupa Pacyfiku obfituje w takie elementy, to można sobie wyobrazić, że również nie istniejące obecnie płyty mezozoiczno-kenozoicznego, północnego i wschodniego Pacyfiku: płyty Kula, Farallon i Feniks (ryc. 2), pochłonięte do dziś w całości lub prawie w całości w strefach subdukcji, okalających kontynent amerykański, charakteryzowały się podobną budową. „Zaśmiecające” je fragmenty o lżejszej skorupie musiały kolejno docierać do brzegów kontynentu i być do nich dołączane jako terrany.



Ryc. 1. Podmorskie grzbiety i plateaus różnej genezy na płycie Pacyfiku (wg 5. zmodyfikowane)

1 – podmorskie plateaus, wygasłe grzbiety i łuki, zgrupowania i łańcuchy wysp, 2 – strefy subdukcji, 3 – grzbiety śródoceaniczne, 4 – uskoki transformacyjne, 5 – współczesne kierunki ruchu płyt. Wybrane wzniesienia wymienione w tekście: 1 – podmorskie Góry Cesarskie, 2 – Hawaje, 3 – Ontong-Jawa, 4 – Palau-Kiusiu, 5 – Szacki

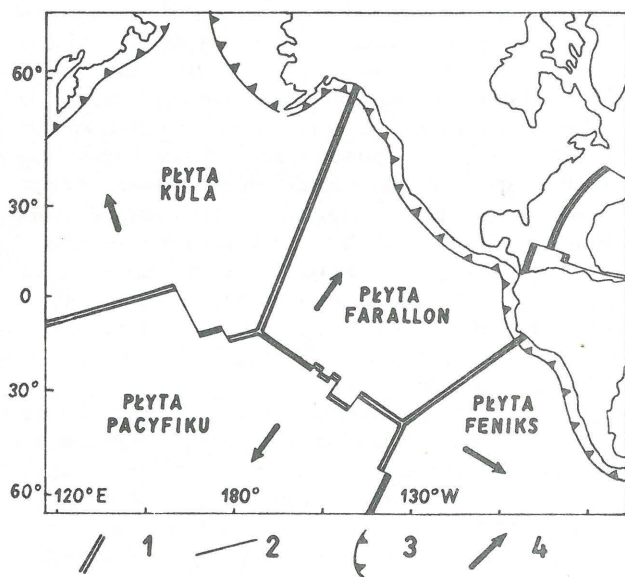
Fig. 1. Submarine rises and plateaus of various origin, Pacific Plate (after 5, modified)

1 – submarine plateaus, extinct ridges and arcs, island chains and clusters, 2 – subduction zones, 3 – mid-oceanic ridges, 4 – transform faults, 5 – present directions of plate movements (selected rises and plateaus mentioned in the text: 1 – Emperor Chain, 2 – Hawaii, 3 – Ontong-Java, 4 – Palau-Kyushu, 5 – Shatsky)

Istotnie, koncepcja terranów powstała w trakcie badań Kordyliarów Ameryki Północnej, jakkolwiek stworzono ją nie drogą przedstawionego wyżej rozumowania, lecz na drodze indukcyjnej – w wyniku obserwacji budowy geologicznej tego pasma. Jeszcze w początkach lat sześćdziesiątych W.P. Irwin (*vide* 26) zauważył w górach Klamath północnej Kalifornii istnienie kilku łukowatych pasm, które później nazwał terranami. Każde z nich odznaczało się specyficzną historią rozwoju geologicznego, drastycznie różniącą się od historii pasm sąsiednich. Z czasem koncepcję terranów rozszerzono na Kordyliery kanadyjskie i Alaskę. Jednoczesne badania zespołów fauny (np. 21, 30) udowodniły, że niektóre terrany, leżące obecnie na wysokich szerokościach geograficznych, pochodzą z odległych podrównikowych okolic. Stąd wniosek, że odbyły one długą wędrówkę, zanim uległy akrecji do kontynentu. Wniosek ten potwierdziły liczne badania paleomagnetyczne (np. 1, 4, 14, 16, 25, 28), które również wykryły fakt skomplikowanej rotacji wielu terranów wokół osi pionowej. Wynika z tych badań, że np. Wrangellia (ryc. 3) była przemieszczona na odległość do 6000 km, a jej fragmenty w ostatnich stadiach transportu podlegały rotacji prawoskrętnej do 70°. Szybkość tej wędrówki (kilka cm na rok) była tego rzędu, co współczesne prędkości ruchu płyt. Ta sama Wrangellia jest klasycznym przykładem zgodności danych paleomagnetycznych, paleobiogeograficznych i paleoklimatycznych w kwestii jej podrównikowego pochodzenia.

Obecnie przyjmuje się, że niemal całe Kordyliery północnoamerykańskie są zlepkiem ponad stu terranów, ciągnącym się pasem szerokości ok. 500 km wzdłuż wybrzeży Pacyfiku (ryc. 3). Powstał on w wyniku tektoniki kołażu w okresie od 200 do 50 Ma temu. Warto jednak dodać, że jeden z terranów pokazanych na ryc. 3 (Yakutat) jest jeszcze obecnie w trakcie akrecji. Leży on na styku uskoku transformacyjnego z aleucką strefą subdukcji,

ale po jej oceanicznej stronie. W tym zespole terranów (ryc. 3) można znaleźć przykłady różnych środowisk tectofacjalnych (6, 17): od ryftowego (terran Chulitna – trias) przez dystalne szelfowe (terrany Nixon Fork i Roberts Mts), skłón i podnóże kontynentalne (terran Pingston), wyspy, grzbiety i plateaus śródoceaniczne (Wrangellia – trias), andezytowe łuki wyspowe (Wrangellia – karbon; młodsze odcinki profilu Yukon-Tanana; górny karbon i perm Stikine), środowisko uskoku transformacyjnych (Salinia – późna kreda) aż po baseny oceaniczne (Cache

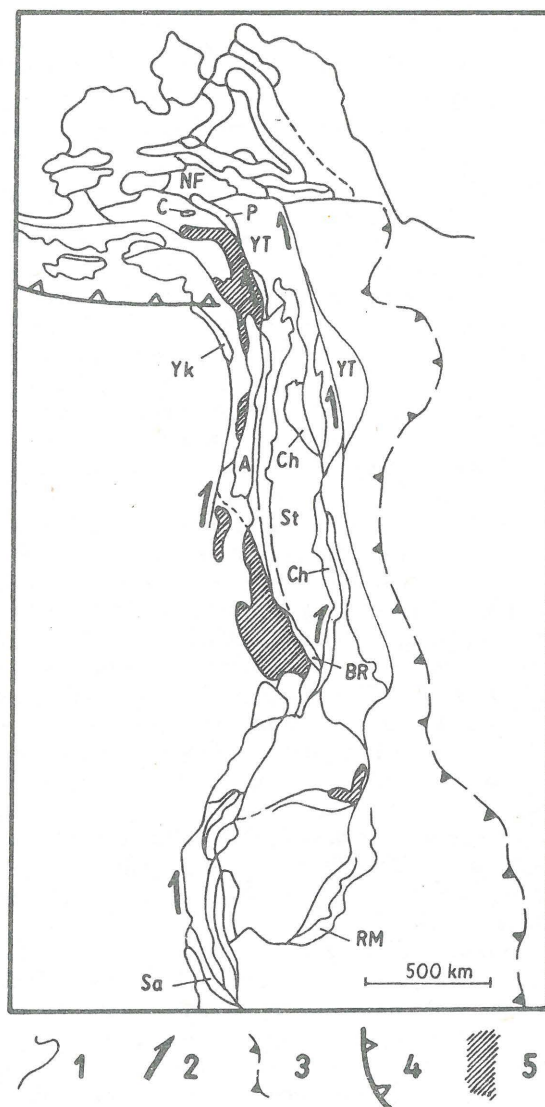


Ryc. 2. Przypuszczalna konfiguracja płyt na Pacyfiku we wczesniej kredzie (wg 20, nieco zmodyfikowane)

1 – grzbiety śródoceaniczne, 2 – uskoki transformacyjne, 3 – strefy subdukcji, 4 – kierunki ruchu płyt

Fig. 2. Possible plate configuration of the Pacific in the Early Cretaceous (after 20, slightly modified)

1 – mid-oceanic ridges, 2 – transform faults, 3 – subduction zones, 4 – directions of plate movements



Ryc. 3. Główne terrany Kordyliarów Ameryki Północnej (wg 6, 23, 29)

1 – granice terranów, 2 – kierunki głównych ruchów przesuwających, 3 – wschodnia granica deformacji mezo-kenozoicznych, 4 – aleucka strefa subdukcji, 5 – terran Wrangellia. Inne terrany: A – Alexander, BR – Bridge River, Ch – Cache Creek, C – Chulitna, NF – Nixon Fork, P – Pingston, RM – Robert Mountains, Sa – Salinia, St – Stikine, Yk – Yakutat, YT – Yukon – Tanana

Fig. 3. Major terranes of the North American Cordillera (after 6, 23, 29)

1 – terrane boundaries, 2 – direction of major strike-slip movements, 3 – eastern limit of Mesozoic–Cenozoic deformation, 4 – Aleutian subduction zone, 5 – Wrangellia terrane. Other terranes: see Polish explanations

Creek – młodszy paleozoik i starszy mezozoik, Chulitna – dewon, Bridge River – starszy mezozoik).

Pierwsze zarysy nowego podejścia interpretacyjnego, akcentujące allochtonizm znacznej części pasma, pojawiły się w 1972 r. (22), jednak usystematyzowanie pojęć – związanych z koncepcją terranów, ich genezą i metodami badań – przyniosła późne lata siedemdziesiąte i wczesne osiemdziesiąte (6, 26).

Wysunięcie koncepcji terranów w Kordylierach północnoamerykańskich pociągnęło za sobą podobne interpretacje innych górów, np. Appalachów (19,32), kaledonidów irlandzko-szkockich (15), czy też całego pasma kaledońsko-appalachskiego (31). W Appalachach początkowa adaptacja do koncepcji terranów niewiele odbiegała od poprzedniego podziału na kilka głównych stref tektonofacyjnych (Piedmont, Dunnage, Gander, Avalon i Meguma), później strefy te potraktowano jako superterrany (terrany złożone), a liczba terranów zwiększyła się do kilkudziesięciu.

Czymże w końcu jest terran? Najprostsze definicje (6, 19, 26, 32) głoszą, iż jest to jednostka tektoniczna orogenu o wewnętrznie jednorodnej geologii, wyrażonej profilem stratygraficznym, składem i paleobiogeograficznym pochodzeniem fauny, stylem tektonicznym, cechami petrologicznymi skał magmowych, stopniem i rodzajem metamorfizmu, typem złóż mineralnych, a wreszcie danymi paleomagnetycznymi; wszystkie te właściwości danego terranu są zdecydowanie inne niż analogiczne właściwości terranów sąsiednich lub sąsiedniego kratonu. Różnice te nie mogą być wytłumaczone ani normalnymi zmianami facji, ani gradacją stylów strukturalnych lub stopnia metamorfizmu. Granice między terranami albo między terranami i kratonem są z reguły strukturalnie ostre, wyznaczają je głęboko zakorzenione uskoki lub strefy uskokowe, najczęściej o charakterze przesuwczym, bądź strefy szwów ofiolitowych lub metamorfizmu wysokociśnieniowego, bądź też strefy melanżu tektonicznego.

Terrany, jako fragmenty zazwyczaj odkorzenione od swego podłoża dzięki różnicy między kruchymi właściwościami górnej części litosfery a podatnymi – jej części dolnej, na ogół odróżnia się od mikroplit, które odznaczają się pełnym profilem litosfery. Jednak mikroplity – jak zobaczymy później – biorą również udział w procesach tektoniki kołażu.

Terrany mają na ogół odległe pochodzenie śródoceaniczne, niekiedy jednak są to fragmenty kratonu, oderwane od niego w procesie skośnej subdukcji, przemieszczone na różne, ale czasem niewielkie odległości i ponownie doń przyłączone. Zwłaszcza przy nierównym brzegu kontynentu mogą być od niego odrywane drzazgi skorupy kontynentalnej, które włączają się do wędrówki terranów pochodzenia oceanicznego. Odspojenie może nastąpić albo przez ryftowanie, albo wzdłuż uskoku przesuwczego (transformacyjnego), tak jak to się dzieje obecnie w okolicy Zatoki Kalifornijskiej i uskoku św. Andrzeja (San Andreas). Przy niezmiennym układzie ruchu, obszary leżące na zachód od nich, powinny za kilkadziesiąt mln lat dotrzeć do Alaski.

Niekiedy terrany śródoceaniczne w czasie swej długiej wędrówki, zanim zostaną spojone z kratonem, łączą się po dwa lub więcej (amalgamacja terranów), tworząc tzw. terrany złożone (composite terranes, superterrane). Przykładem może tu być późnojurańska amalgamacja terranów Alexander i Wrangellia (ryc. 3), które wspólnie dostarczyły materiału do osadów fliszowych wczesnej kredy i po dalszej wędrówce uległy kolizji z kontynentem na przełomie wczesnej i późnej kredy (23).

Dolną granicę wieku ostatecznego połączenia terranu z kontynentem wyznacza wiek najmłodszych skał jego profilu geologicznego. Czas akrecji można często zidentyfikować, określając wiek deformacji tektonicznych na obrzeżu terranu, które są związane z akrecyjną kolizją. Deformacjom tym mogą towarzyszyć procesy metamorficzne lub magmowe, które jednak zazwyczaj trwają dłużej niż sam proces kolizji. Górną granicę wieku akrecji wyznacza wiek najstarszych skał, przykrywających przekraczając sąsiadujące ze sobą terrany albo terran i pobliski kraton (overlap assemblages). Określa go także wiek ciał plutonicznych i wiek regionalnego metamorfizmu, obejmujących sąsiadujące terrany, jak również wiek skał okrucowych występujących na danym terenie, a zawierających egzotyki skał znamiennych dla drugiego terranu albo dla kratonu (sedimentological linkage, provenancial linkage). Przykładem pierwszego kryterium mogą być plutony: nadbrzeżny i Omineca w Brytyjskiej Kolumbii, spajające ze sobą złożone terrany tego obszaru. Przykładem kryterium drugiego – basen Bowser rozwinęty na terenie Stikine, a zawierający materiał z erozji terranu Cache Creek (23).

Historia przemieszczeń i ostatecznego przyrośnięcia terranów, rozgrywająca się w ciągu długiego czasu w szerokiej strefie kolizji wielkich płyt, bywa bardzo skomplikowana. Kinematyka tych procesów zależy m.in. od konfiguracji strefy kontaktu między płytami, następnie od kąta, pod jakim zachodzi skośna kolizja, od bezwzględnej szybkości płyty subdukowanej i stosunku między prędkościami obu płyt, a ogólniej – od stanu naprężeń na granicach płyt. W tych okolicznościach dochodzi do częstych zmian reżimu tektonicznego. Obok dominującego śródoceanicznego transpresji (skośnej kompresji) mogą lokalnie powstawać warunki transtensyjne (skośnej tensji), sprzyjające otwieraniu małych basenów, nawet o skorupie oceanicznej, które następnie zwierają się w lokalnych strefach subdukcji. Są to wszystko procesy efemeryczne; od momentu utworzenia sekwencji ofiolitowej do jej obdukcji po zamknięciu basenu może upłynąć zaledwie kilka milionów lat. Obserwuje się odwrócenia kierunku nachylenia stref subdukcji lub jej przeskoków w nowe położenie. Zamaranie subdukcji może spowodować przyrost terranu. W łukach wyspowych, uczestniczących w tektonice kołażu zaobserwowano jednak (18), że akrecja terranu może nastąpić po prostu w wyniku wstrzymania ruchu przesuwczego. Kiedy indziej przewaga naprężeń kompresyjnych powoduje, że terrany zostają nasunięte na autochton miogeoklinalny, a następnie – erozyjnie izolowane – tkwią na nim, jako czapki tektoniczne (allochtony takoniskie w Appalachach – 32).

Najogólniej rzecz traktując – terrany w strefie kolizyjnej znajdują się w strefie oddziaływania złożonego systemu uskoków, przeważnie przesuwczych, równoległych, skośnych, a czasem nawet poprzecznych do rozciągłości strefy. Są one wzdłuż niej wleczone, nieraz na długich odcinkach, podlegają rotacji, rozdrobnieniu i plastycznym odkształceniom. Jednocześnie z ostatecznym przyrostem jednych terranów może zachodzić rozdrobnienie i dyspersja innych. W zespole przemieszczanych terranów ruch jednego z nich może być zwolniony lub całkiem wstrzymany, wtedy może on być dogoniony lub nawet przegoniony przez inny terran, i to zarówno po stronie oceanicznej, jak i po stronie kontynentu. Nazwane jest to tasowaniem przesuwczym (strike-slip shuffling – 15). Z drugiej strony terrany w czasie tej wędrówki mogą być silnie deformowane, tektonicznie erodowane, rozciągane wzdłuż kierunku ruchu, a nawet rozrywane lub całkiem niszczone. Ten pro-

ces jest zwany zdzieraniem przesuwczym (strike-slip stripping – 15). Dobrym przykładem jest tu ponownie Wrangelia, rozwleczone na przestrzeni blisko 2400 km (ryc. 3). Jeśli na drodze spychanych terranów znajdzie się wklęsłe wygięcie krawędzi kontynentalnej, to zostaną one tam stłoczone i gromadzą się na kształt kier lodowych w zakułu rzeki. Tak stało się na Alasce, która prawie w całości jest zbudowana z terranów (ryc. 3).

Dotychczas mowa była o procesach kolizyjnych płyty oceanicznej z kontynentalną. Można sobie jednak wyobrazić sytuację, w której do brzegu kontynentu dociera drugi kontynent, po całkowitej subdukcji płyty oceanicznej, która leżała między nimi. Już dawniej J.F. Dewey i K. Burke (9) zwrócili uwagę na komplikacje (diachronizm tektonofacji i deformacji), jakie powstają przy zderzeniu takich dwóch kontynentów nawet przy kolizji czołowej, jeśli mają one nierówne brzegi. Komplikacje te potęgują się w przypadku kolizji skośnej, tym bardziej że wzdłuż brzegów obydwu kontynentów mogą istnieć nagromadzenia terranów, powstałe w rezultacie wcześniejszych subdukcji skorupy oceanicznej. Dochodzimy tu do problemu orogenów przesuwczych (strike-slip orogens – 2, 3). Jednostki tektoniczne niższego rzędu niż kratony, które znalazły się w strefie zderzenia tych kratonów, obejmują w tym przypadku nie tylko terrany w ścisłym rozumieniu tego terminu, ale i mikroplasty, czyli elementy o pełnym profilu litosfery. Nie wydaje się jednak, aby w mechanizmie powstawania takich górotworów, do których można za-

liczyć europejskie hercynidy i alpdy, miały istnieć istotne różnice w stosunku do orogenów typu kordylierowego.

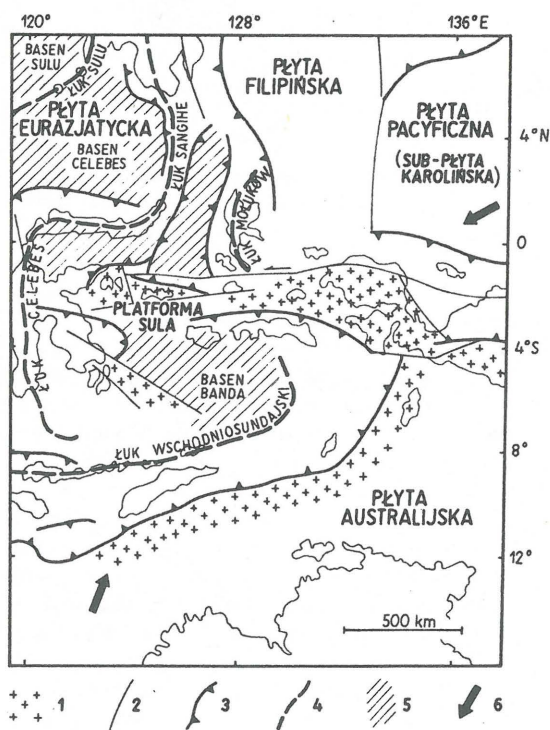
Jako aktualistyczny przykład kolażu we współczesnym obrazie tektonicznym globu jest przywoływany rejon archipelagów Sundajskiego i Filipińskiego (18, 27). Zauważmy, że ten sam obszar był uważany za współczesny przykład geosynkliny. Jest to złożony zespół (ryc. 4) powyginanych w różnych kierunkach łuków wyspowych, małych basenów oceanicznych, pryzm akrecyjnych, odłamków skorupy kontynentalnej. Położony on jest przy krawędzi płyty eurazjatyckiej, a poddany kompresji, na ogół prostopadłej, od strony płyty australijskiej oraz silnie wyrażonej transpresji od strony płyty pacyficznej i filipińskiej. Zarejestrowano paleomagnetycznie znaczne rotacje poszczególnych fragmentów, lokalną subdukcję i obdukcję ofiolitów na obrzeżach małych basenów, obecność fliszowych kompleksów kolizyjnych o ogromnej kubaturze. Oddziaływanie skośnej kolizji jest dobrze widoczne w postaci tektonicznego transportu ułamków skorupy kontynentalnej, oddzieranych od krawędzi płyty australijskiej na zachodnich rubieżach Nowej Gwinei i spychanych na odległość setek km ku zachodowi (platforma Sula, ryc. 4). W przyszłości cały obszar sundajsko-filipiński, zgniatany między kratonami Australii i południowo-wschodniej Azji, utworzyć powinien typowe nagromadzenie terranów.

Konstrukcje przyszłościowe są w ogóle bardzo frapujące. Spójrzmy, jak można sobie wyobrazić sytuację na północno-zachodnim Pacyfiku w ciągu najbliższych kilkunastu mln lat, zakładając współcześnie obserwowany kierunek ruchu płyt (ryc. 5). Transportowane wraz z płytą pacyficzną (w kierunku rowów: japońskiego i kurylskiego) podmorskie Góry Cesarskie oraz wzniesienia Szackiego i Hessa zrosną się z czasem – jako terrany różnej genezy – z Kamczatką i Wyspami Japońskimi, powiększając kontynent azjatycki, a strefa subdukcji przesunie się na ich zewnętrzną, odoceaniczną stronę.

Tak przedstawia się – w telegraficznym skrócie – koncepcja terranów i jej geologiczne konsekwencje w regionalnym wymiarze. Ma ona jednak także **implikacje szersze, globalne i ogólnoteoretyczne**.

Po pierwsze, rozrost kontynentów na krawędziach konsumpcyjnych płyt, w pasmach o tak dużej szerokości i tak zmiennych wzdłuż rozciągłości, jak Kordyliery północnoamerykańskie, jest znacznie prostszy do wytłumaczenia na drodze epizodycznego przyrostu stosunkowo niewielkich terranów, aniżeli na drodze ciągłego oddziaływania subdukcji płyty oceanicznej pod kontynentalną. Przy subdukcji prostej rozrost kontynentu następuje przez zdzieranie osadów z płyty oceanicznej, a głównie przez jej przetapianie w głębi i wywołany tym potężny plutonizm i wulkanizm oraz późniejszą erozję ciał magmowych i akumulację osadów wulkanoklastycznych. Cały ten proces zakłada strefowość paleogeograficzną: rów oceaniczny – basen przedłukowy – łuk wulkaniczny – baseny załukowe i marginalne. Tymczasem rzeczywistość pasm kordylierowych pokazuje, że jednostki tektoniczne sąsiadujące ze sobą nie były paleogeograficznie związane.

Po drugie, co wynika z poprzedniego wniosku, mogą w ogóle nie istnieć orogeny typu kordylierowego (andyjskiego) w dawnym sensie (7), generowane głównie procesami termicznymi we wspomnianej przed chwilą strefie subdukcji płyty oceanicznej pod kontynentalną. Wszystkie orogeny mogą być efektem kolizji, tyle że albo wielkich mas kontynentalnych (typ himalajski) albo mniejszych odłamków skorupy różnego typu czyli terranów (typ kordylierowy w nowym sensie). Z trzech modeli, proponowanych poprzednio (7) najbliższy temu typowi jest model kolizji



Ryc. 4. Szkic tektoniczny wschodniej Indonezji (wg 27, nieco zmodyfikowane)

1 – skorupa kontynentalna, 2 – uskoki, 3 – nasunięcia, 4 – łuki wyspowe, 5 – małe baseny o skorupie oceanicznej, 6 – kierunki ruchu płyt

Fig. 4. Tectonic sketch of eastern Indonesia (after 27, slightly modified)

1 – continental crust, 2 – faults, 3 – thrusts, 4 – island arcs, 5 – small basins with oceanic crust, 6 – direction of plate movements

Ryc. 5. Szkice możliwych zdarzeń w przyszłości, północno-wschodni Pacyfik (wg 5)

1 – strefa subdukcji, 2 – łańcuchy wulkaniczne (ślad wędrówki plamy gorąca): a – podmorskie Góry Cesarskie, b – Hawaje, 3 – podmorskie plateau: c – Hessa, d – Szackiego

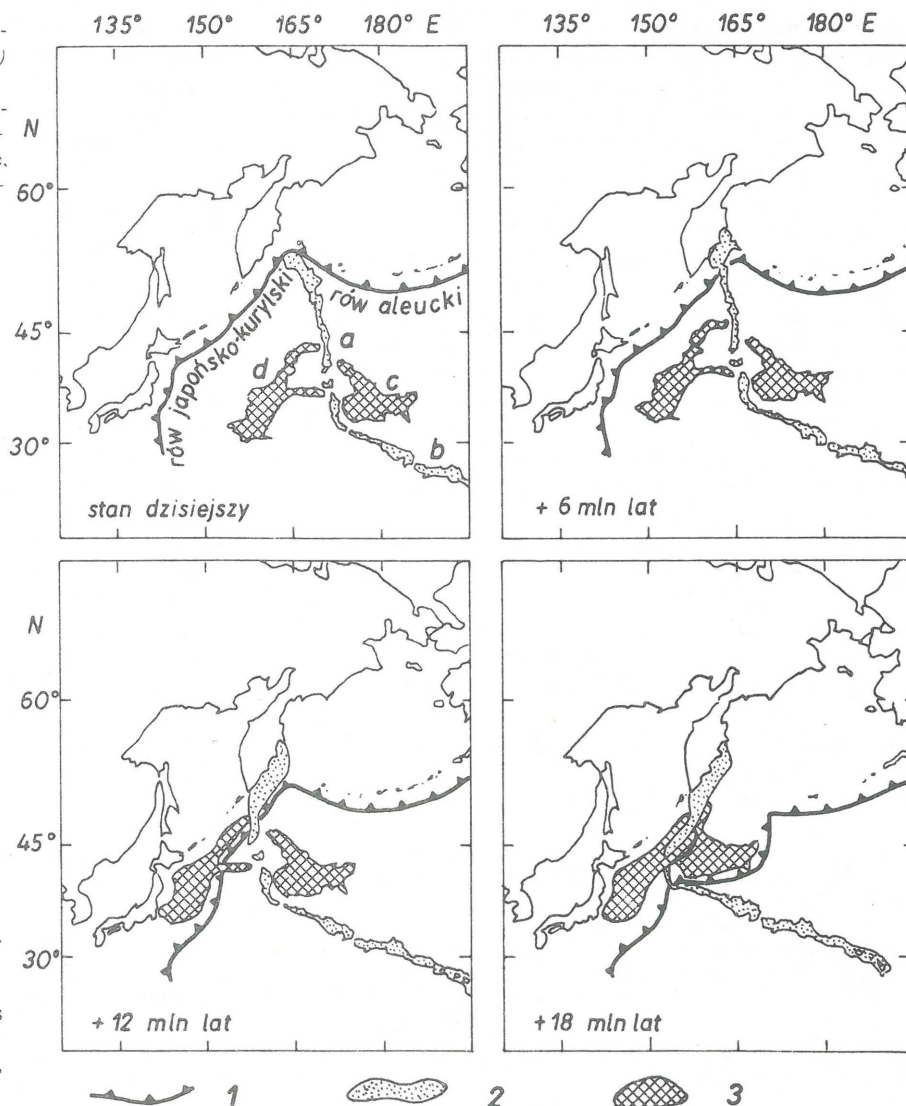


Fig. 5. Sketches of possible future events, northeastern Pacific (after 5)

1 – subduction zone, 2 – volcanic chains (hot-spot track): a – Emperor Chain, b – Hawaii, 3 – submarine plateaus: c – Hess, d – Shatsky

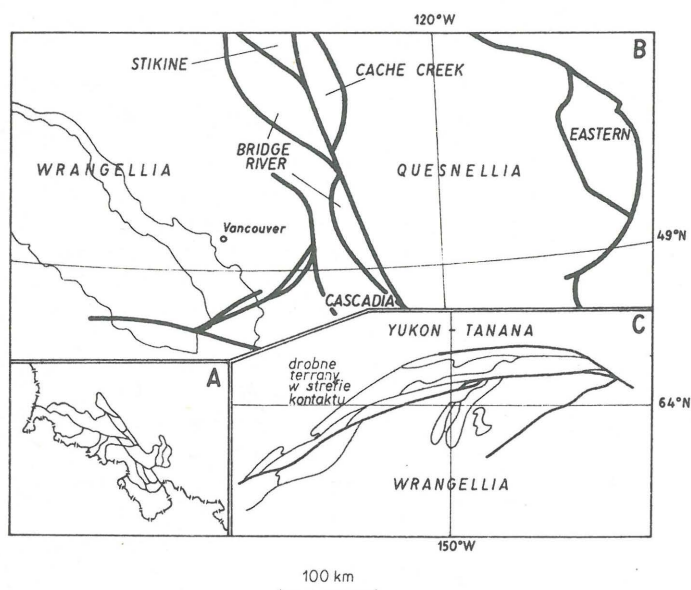
kontynentu z łukiem wyspowym. Kluczowa w tym aspekcie jest sytuacja w Andach, również uważanych za tektonotyp orogenów kordylierowych w starym znaczeniu. Są one jeszcze zbyt słabo zbadane, aby móc rozstrzygnąć, czy są one również efektem tektoniki kolażu, choć przesłanki po temu istnieją (*vide* 5). Jeśli tak się okaże, pojęcie orogenów termicznych będzie wymagać przynajmniej redefinicji.

Po trzecie, znacznie straciło na precyzji, jeśli nie w ogóle na znaczeniu, pojęcie eugeosynkliny. W dawniejszych ujęciach, adaptujących to pojęcie do teorii tektoniki płyt (8), było ono kojarzone głównie ze strefą podłoża kontynentalnego, małych basenów oceanicznych (marginalnych) i łuków wyspowych. Obecnie musiałoby ono obejmować całość przestrzeni oceanicznych z ich niezmiernym bogactwem form morfotektonicznych – załączków przyszłych terranów.

Szukając na terenie Polski obszarów, które mogłyby być rezultatem tektoniki kolażu, natykamy się przede wszystkim na Sudety, dawno już zresztą nazywane orogemem mozaikowym. Ostatnio sygnalizuje się taką możliwość ich interpretacji (13), choć jednocześnie podnoszone są głosy sprzeciwu i wysuwane inne koncepcje (10, 11). Trzeba przyznać, że duże różnice między równowiekowymi profilami w sąsiadujących ze sobą jednostkach tektonicznych Sudetów, zróżnicowanie stopnia metamorfizmu i trendów strukturalnych, ostre rozgraniczenie tych jednostek

przez głęboko zakorzenione strefy dyslokacyjne, obecność rozdrobnionych sekwencji ofiolitowych lub paraofiolitowych, a także późnohercejskich plutonów, intrudujących w strefach granicznych jednostek – wszystko to stwarza interesujące podstawy do sprawdzania modelu terranowego. Brakuje bardzo badań paleomagnetycznych, które są dopiero w zarodku. Mogą one mieć zresztą ograniczone znaczenie z uwagi na domniemany subrównoleżnikowy kierunek transportu tektonicznego (a więc niemożność śledzenia zmian paleoszerokości geograficznej): górotwór miałby powstawać w wielkiej strefie megaprzesuwu destralnego przy transporcie terranów z południa i wschodu (por. 2). Trzeba przy tym być świadomym problemu skali (ryc. 6), gdyż jednostki tektoniczne Sudetów mają niewielkie rozmiary – takie elementy zwie się niekiedy mikroterranami albo subterranami.

Wszelkie domniemywanie terranów pod pokrywą osadową musi być nacechowane niezmierną ostrożnością, uwzględniającą wszystkie niedostatki rozpoznania geofizyczno-wiertniczego, jego fragmentaryczność, brak możliwości zastosowania badań paleomagnetycznych, ukierunkowanych pomiarów strukturalnych itp. Należy pamiętać, jak wiele niejasności istnieje jeszcze w całkowicie odkrytych obszarach tektoniki terranowej. Warto więc zakończyć te uwagi paroma cytataми z przeglądu problematyki terranów (26, str. 112). Oto one: „Wyróżnienie terranu nie wynika z jego zgodności lub niezgodności z modelem,



Ryc. 6. Porównanie rozmiarów jednostek tektonicznych Sudetów (A) z terranami południowej Brytyjskiej Kolumbii (B – wg 23) i środkowej Alaski (C – after 17)

Fig. 6. Comparison of dimensions of the tectonic units in the Sudetes (A) with the terranes of southern British Columbia (B – after 23) and central Alaska (C – after 17)

lecz z odrębności jego stratygrafii i geologicznej historii”. I nieco dalej: „...kluczem do analizy terranów jest rozróżnienie między odmiennymi zespołami litologicznymi, które są powiązane w czasie i przestrzeni, a jednostkami litofacjalnymi, które są niepowiązane genetycznie i przez to odzwierciedlają sąsiedztwo dwóch lub więcej allochtonicznych terranów”.

LITERATURA

- Alvarez W., Kent D.V. et al. – Franciscan complex limestone deposited at 17° south paleolatitude. *Geol. Soc. Am. Bull.* 1980 vol. 91.
- Badham J.P.N. – Strike-slip orogens – an explanation for the Hercynides. *J. geol. Soc. London* 1982 vol. 139 pt. 4.
- Badham J.P.N., Halls C. – Microplate tectonics, oblique collisions, and evolution of the Hercynian orogenic systems. *Geology* 1975 vol. 3 no. 7.
- Beck M.E. Jr. – Paleomagnetic record of plate-margin tectonic processes along the western edge of North America. *J. geoph. Res.* 1980 vol. 85 no. B12.
- Ben-Avraham Z., Nur A. et al. – Continental accretion from oceanic plateaus to allochthonous terranes. *Science* 1981 vol. 213 no. 1.
- Coney P.J., Jones D.L., Monger J.W.H. – Cordilleran suspect terranes. *Nature* 1980 vol. 288 no. 5782.
- Dewey J.F., Bird J.M. – Mountain belts and the new global tectonics. *J. geoph. Res.* 1970 vol. 75 nr 14.
- Dewey J.F., Bird J.M. – Plate tectonics and geosynclines. *Tectonophysics* 1970 vol. 10 nr 5/6.
- Dewey J.F., Burke K. – Hot spots and continental break-up; implications for collisional orogeny. *Geology* 1974 vol. 2 nr 2.
- Don J. – Model ekspansyjnego rozwoju Sudetów Zachodnich w paleozoiku (propozycja). *Prz. Geol.* 1985 nr 3.
- Don J. – Cykl kaledońsko-waryscyjski w Sudetach. *Historia ruchów tektonicznych na ziemiach polskich (streszcz. referatu).* Wrocław 1986.
- Fitch T.J. – Plate convergence, transcurrent faults, and internal deformation adjacent to southeast Asia and the western Pacific. *J. geoph. Res.* 1972 vol. 77 no. 23.
- Grocholski A. – Fragments of oceanic crust in the Variscan basement of south-western Poland. *Prz. Geol.* 1987 nr 5.
- Hillhouse J.W.H., Foster H.L., Chapman R.M. – Paleomagnetism and Mesozoic tectonics of the Seven Devils volcanic arc in northeastern Oregon. *J. geoph. Res.* 1982 vol. 87 no. B5.
- Hutton D.H.W. – Strike-slip terranes and a model for the evolution of the British and Irish Caledonides. *Geol. Mag.* 1987 vol. 124 no. 5.
- Jones D.L., Silberling N.J., Hillhouse J.W. – Wrangellia: a displaced terrane in north-western North America. *Can. J. Earth Sc.* 1977 vol. 14.
- Jones D.L., Silberling N.J. et al. – Character, distribution and tectonic significance of accretionary terranes in the Central Alaska Range. *J. geoph. Res.* 1982 vol. 87 no. B5.
- Karig D.E., Sarewitz D.R., Haack G.D. – Role of strike-slip faulting in the evolution of allochthonous terranes in the Philippines. *Geology* 1986 vol. 14 no. 10.
- Keppie J.D. – The Appalachian collage. The Caledonide Orogen, Scandinavia and related areas. Wiley, New York 1985.
- Larson R.L., Pitman W.C. III – World-wide correlation of Mesozoic magnetic anomalies and its implications. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 1972 vol. 83 no. 12.
- Monger J.W.H., Ross C.A. – Distribution of fusulinaceans in the western Canadian Cordillera. *Can. J. Earth Sc.* 1971 vol. 8.
- Monger J.W.H., Souther J.G., Gabrielse H. – Evolution of the Canadian Cordillera: a plate-tectonic model. *Am. J. Sc.* 1972 vol. 72 no. 7.
- Monger J.W.H., Price R.A., Tempelman-Kluit D.J. – Tectonic accretion and the origin of the two major metamorphic and plutonic belts in the Canadian Cordillera. *Geology* 1982 vol. 10 no. 2.
- Nur A., Ben-Avraham Z. – Oceanic plateaus, the fragmentation of continents, and mountain building. *J. geoph. Res.* 1982 vol. 87 no. B5.
- Packer D.R., Stone D.B. – An Alaskan Jurassic paleomagnetic pole and the Alaskan orocline. *Nature* 1972 vol. 237 no. 5350.
- Schermer E.R., Howell D.G., Jones D.L. – The origin of allochthonous terranes: perspectives on the growth and shaping of continents. *Ann. Rev. Earth. Planet. Sc.* 1984 vol. 12.
- Silver E.A., Smith R.B. – Comparison of terrane accretion in modern Southeast Asia and the Mesozoic North American Cordillera. *Geology* 1983 vol. 11 no. 4.
- Stone D.B., Panuska B.C., Packer D.R. – Paleolatitudes versus time for southern Alaska. *J. geoph. Res.* 1982 vol. 87 no. 4.
- Stone D.B., Wallace W.K. – A geological framework of Alaska. *Episodes* 1987 vol. 10 no. 4.
- Tozer E.T. – Marine Triassic faunas of North America: their significance in assessing plate and

- terrane movements. Geol. Rundsch. 1982 Bd. 71 H. 2.
31. Williams H. — Miogeoclinal and suspect terranes of the Caledonian—Appalachian Orogen: tectonic patterns in the North Atlantic region. Can. J. Earth. Sc. 1984 vol. 21.
32. Williams H., Hatcher R. D. Jr. — Appalachian suspect terranes. Geol. Soc. Amer. Mem. 1983 vol. 158.

SUMMARY

This is a review paper concerning the problems of tectonostratigraphic terranes. Their definition is given, their origin as the analogues of modern oceanic plateaus, ridges and arcs, their basic features, methods of recognition, as well as the geological implications of the collage tectonics are shortly discussed. Being the outgrowth of plate tectonics, the idea of terranes changed fundamentally the concept of continental accretion and the subdivision of orogens into principal types. Cordilleran orogen in a new sense is no longer a result of the head-on subduction and collision. It is a cluster of terranes assembled in a complicated conditions of transpressional, strike-slip and tensional stresses. The connection between both the concept of terranes and of strike-slip orogenes is stressed, and the problem of microplate incorporation in the terrane tectonics is mentioned. In Poland, the collage interpretation of the Sudetes Mts. is claimed to be probable and should be tested. The subsurface identification of terranes

is severely constrained by many methodological deficiencies, and should be treated with extreme caution.

Translated by the author

РЕЗЮМЕ

В статье представлен обзор проблемы тектоностратиграфических терранов, дано их определение, рассмотрено вкратце происхождение, как аналогов современных срединно-океанических поднятий, хребтов и дуг. Описаны их основные черты, методы изучения и геологические последствия тектоники коллажа. Идея терранов, как производная тектоники плит, коренным образом изменила концепцию наращивания континентов и подразделение орогенов на главные типы. Кордильерный ороген в новом понимании не является результатом фронтальной субдукции и столкновения. Он представляет группу терранов, сформировавшихся в сложных условиях напряжений разного типа. Отмечается связь между идеями терранов и сдвиговых орогенов, проблема включения микроплит в тектонику терранов. Высказывается предположение о формировании Судет в результате тектоники коллажа, что требует более детального рассмотрения. Определение терранов под платформенным чехлом в значительной степени ограничено из-за ряда методологических недостатков и требует очень внимательного подхода.