

Morfogeneza struktur glebowych w świetle fizyki procesów termodynamicznych i autofalowych

Władysław Chizniak
Politechnika Białostocka

Recenzent: Zdzisław Harabin
Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN Zabrze

1. Wstęp

Gleba jako twór przyrody ciekawie ilustruje fenomenalne przejście fazowe: od lito-, hydro-, atmosfery - do biosfery i dlatego może być trafnie opisana również przez fizykę systemów otwartych, nie równoważonych. Od lat 50-tych nauka udowodniła możliwość takich ocen różnych procesów i zjawisk przyrodniczych znanych jako: efekt Bernara, pierścienie Lieseganga, reakcja Bielousowa - Żabotyńskiego (B-Ż), promieniowanie laserowe, fibrylacja serca, morfogeneza. Wszystko to można oceniać z jednakowych podejść fizycznych. Gleby również potrzebują rozwiązywania fizycznego własnych problemów morfogenetycznych. Jednak sukcesy idące w tym kierunku są jeszcze bardzo skromne. Prawdopodobnie jest to związane z brakiem konkretnych i przekonujących przykładów w tej dziedzinie z zakresu fizyki procesów autofalowych oraz z brakiem prób opisania językiem fizyki głównych zjawisk strukturotwórczych glebowych takich jak: formowanie układów ziarnistych, ułożenie poziomów genetycznych gleb wg charakterystycznych pasów, czy innych. Tymczasem elementarne rozmyślenia z współuczestnictwem termodynamiki pozwalają zrozumieć dlaczego struktura gleby wzbogacająca się w substancję organiczną powinna być ziarnista, a jej profil porowaty. Można także przez fizykę znaleźć odpowiedzi na problemy ułożenia gleb w areale, kontury o różnej konfiguracji. W związku z tym c e l e m pracy jest:

- a) udowodnić możliwość opisu procesów tworzenia struktur ziarnistych, kuli-
stych i innych glebowych przez prawa termodynamiki,
- b) reprezentować, ocenić przyrodniczo i objaśnić przykłady ułożenia gruntów,
torfów, gleb w struktury pierścieniowe i spiralne poprzez prawo synergetyczne,

- c) zwrócić uwagę na niezbedność dalszych badań procesów geoenergetycznych w stosunku do gleboznawstwa.

2. Metoda opisu procesów strukturotwórczych za pomocą entropii

Dla rozwiązywania pierwszego zadania skorzystam z wyliczenia entropii - integralnej funkcji termodynamicznej, pozwalającej określić stan systemu w wyniku przemian energetycznych. Najlepsza metoda wyliczenia wartości entropii dla komórek żywych podana została przez biofizyka M. Volkensztejn [Volkensztejn, 1986]. W tej metodzie zamiast słowa „komórka” postawimy słowo „cząstka glebowa” i wykorzystamy niektóre fragmenty objaśnień wraz z własnym dopełnieniem. Przed rozpoczęciem obliczeń entropii omówimy ogólne jej pojęcia i możliwość wykorzystania w procesach strukturotwórczych.

Dla różnej materialnej substancji mogą być odnalezione konkretne wartości składu, właściwości, stanu. Przy tym stan strukturalny systemu najbardziej zrozumiale opisuje się przez charakterystyki geometryczne (ziarnisty, kulisty, pryzmatyczny, owalny, spiralny) i fizyczne (płynny, twardy, porowaty, amorficzny, krystaliczny itp.) niż przez chemiczne albo mechaniczne. Na wszystkich etatach rozpoznania stanów strukturalnych systemu oraz ich przekształceń mogą być przyłączone ekwiwalenty maso-energetyczne jako powszechne. Dlatego że przejście od jednego stanu systemu do drugiego połączone jest ze zmianami temperatury, przekształceniem ciepła i energii. Energia, to jest integral ruch równań mechaniki (Helmholtz), a ciepło – to jest ruchoma siła w zmienionym rodzaju (Karno).

Jednak pojecie ciepło (Q) albo pracy (W) nie może charakteryzować stan systemu: to jest tylko forma przekazania energii od jednego ciała do drugiego. Nie można także mówić o ilości energii albo pracy w ciałach. Przecież przejście ciała ze stanu 1 do 2 jest możliwe tylko przez łańcuch kolejnych przemian energii – wewnętrznej (E), wolnej (H), przez zmiany potencjału termodynamicznego (G), przez możliwe przejścia fazowe z wyrównywaniem entalpii itd. W całym ten proces może zostać opisany przez funkcję integralną.

Jednak integrowanie dyferencjału energii (dQ) także nie jest możliwe, ponieważ on nie jest pełny. Także nie jest dokładne określony integral: $\int_2^1 dQ$, który zależy od ciągu integrowania (2→1). Tylko poza podzielenia energii do temperatury (dQ/T) ten dyferencjał zamienia się na pełny i wtedy integrowanie jest możliwe – od stanu: S(V₁, T₁) do stanu: S(V₂, T₂), gdy: S – entropia.

W dalszym integrowaniu funkcji dQ/T mamy: $\Delta S = S(V_2, T_2) - S(V_1, T_1) = \int_2^1 dQ/T$; Wartość 1/T - to mnożnik integrowany temperaturowy, a integralna funkcja dQ/T bardzo dobrze charakteryzuje zmiany energetyczne w systemach, ich stan - tj. ich entropię (S). Jednostki przy obliczeniach: Erg/K, albo Dj/K.

Wyliczymy ilość entropii (S) ciała przy zmianach temperatury. Jeżeli:

$$dS = dQ/T = dF/T + p dV/T = C_v dT/T + R dV/V;$$

to po integrowaniu: $S = R \ln V + C_v \ln T + a$; przy: a - *const* dokładności określania entropii, C_v - pojemność cieplna. Przy zmianach: $V_1 T_1 \rightarrow V_2 T_2$ entropia zmienia się:

$$\Delta S = R \ln(V_2/V_1) + C_v \ln(T_2/T_1);$$

Ta suma logarytmiczna jest dodatnia, a entropia przy podwyższeniu temperatury T_1 do T_2 wzrasta: $\Delta S > 0$.

Nie trudno pokazać, że entropia także wzrasta wraz z wymieszaniem substancji materialnych, w systemie izolowanym (bardzo rzadki system), która nie wymienia się z otoczeniem ani przez energię ani przez substancję, w systemie zamkniętym, który ulegają wymianie przez energię ale nie przez substancje. Entropia także wzrasta w systemach otwartych, którymi są systemy przyrodnicze. Maksymalna ilość entropii odpowiada równowadze energetycznej systemu, co oznacza jej śmierć. To jest wniosek ogólnie fizyczny i przyrodniczy: wszystko, co teraz rusza się - w przyszłości wstrzyma się, struktury działające zostaną zniszczone, struktury amorficzne – staną się twardymi bez żadnych wskaźników życiowych. Przyszłość naszej Ziemi wg entropii nie jest obiecująca.

Jednak w systemach otwartych są obecne siły antyentropijne i procesy podtrzymujące strukturalność. Na przykładzie gleby omówimy powstawanie struktur ziarnistych w glebie za pomocą tego samego języka termodynamicznego. Przed rozpoczęciem obliczeń entropii w strukturach glebowych omówimy niektóre warunki wstępne:

- w glebie zachodzą procesy chemiczne, fizyczne i biologiczne oraz tworzy się entropia o określonej szybkości ($\Delta_i S$, znak dodatni),
- gleby nie posiadają błon adiabatycznych, natomiast są systemami otwartymi; entropia gleb stale się zmienia ($\Delta_e S$, znak dodatni i ujemny) i jej maksimum przypada na stan równowagi,
- najlepszą jednostką strukturalną gleby jest ziarno o kształcie kuli,
- ziarna glebowe są zlepione w bryły jako agregaty mineralno – organiczne; w trakcie procesów glebotwórczych mogą one przyjmować różne ilości energii biologicznej, tj. mogą rosnąć, dzielić się, zmieniać się,
- bryła rozpada się na 2 grupy agregatów: ziarnistych i pryzmatycznych.

Wymiary kuli - agregatu: A – objętość, B – powierzchnia, R – promień. Bilans entropii wyraża się wzorem: $\Delta S = \Delta_i S + \Delta_e S$, gdzie: Δ_i – zmiana entropii wewnętrznej agregatu (znak jest zawsze dodatni); Δ_e - zmiana entropii zewnętrznej (znak może być dodatni lub ujemny). Produkcja entropii wewnątrz

kuli - agregatu ($\Delta_i S$) jest wprost proporcjonalna do jej objętości - $4/3\pi R^3$, wycofywanie się entropii z agregatu ($\Delta_e S$) jest proporcjonalne do jej powierzchni - $4\pi R^2$. Wtedy: $\Delta S = A \cdot 4/3\pi R^3 - B \cdot 4\pi R^2$. W trakcie wpływu procesów przyrodniczych energia organiczna w agregacie zwiększa się, co powoduje zmiany w rozmiarach promieni (R).

Przy: $R = 3B/A$ ustala się w agregacie glebowym stan stacjonarny: $\Delta S = 0$ (najmniejsza zdolność strukturotwórcza).

Przy: $R < 3B/A$, $\Delta S < 0$ bilans wytworzenia i wycofania entropii jest ujemny i agregat ma zdolność do dalszych zmian strukturalnych.

Przy $R > 3B/A$, $\Delta S > 0$ w agregacie kumuluje się substancja z nadmiarem entropii. W tej sytuacji małe fluktuacje w jego komórkach strukturalnych rosą do poziomów makroskopowych i następuje przejście fazowe - podzielenie całego agregatu na 2 części, co wiąże się z wytworzeniem nowej przestrzeni wewnątrz – agregatowej do wymiany skumulowanej energii.

Przy tej samej objętości (A) dwóch nowych półkul ich sumaryczna powierzchnia wzrasta. Promieni nowych agregatów równają się: $r_1 = R / \sqrt[3]{2}$, dlatego że: $R^3 = 2r_1^3$, mamy: $\Delta S = A \cdot 8/3\pi r_1^3 - 2B \cdot 4\pi r_1^2$ i przy $R = 3B/A$ ($r_1 = 3B/A \cdot \sqrt[3]{2}$) i otrzymamy: $\Delta S = 36\pi \cdot B^3/A^2 \cdot (1 - \sqrt[3]{2}) < 0$, tj. stosunek ilości entropii oddanej otoczeniu do wytworzonej entropii ($|\Delta_e S| / \Delta_i S = \sqrt[3]{2}$) jest wyższy 1,26 razy co świadczy o aktywnym rozwoju dalszych procesów strukturotwórczych.

W przypadku nieobecności nowych źródeł energii dalsze wycofanie się entropii z agregatu powoduje powstawanie coraz mniejszych ziaren glebowych aż do pyłu i piasku nie posiadających żadnych właściwości produkcyjnych. Przy obecności źródeł energii – zamiast bryły powstaje skupienie ziaren, mających najlepsze właściwości wodno - fizyczne i produkcyjne. Wtedy gleba ma najlepszą porowatość: 55-60% i wartość gęstości objętościowej zawiera się w przedziale: 1,00-1,20 g/cm³. Tym procesom ujemnym przeciwdziała substancja organiczna gleby oraz nawozy organiczne i ich energia, produkująca nowe fluktuacji już w agregatach wtórnych, wpływająca korzystnie na ich nowy podział do powstawania struktury ziarnistej.

Liczba „1,26” także świadczy o tym, że procesy ogólne strukturotwórcze glebowe są bardzo aktywne w $(365/1,26 = 290)$ dni ciągu 8-9 miesięcy okresu wegetacyjnego. Podobny przebieg agregacji gleby nie jest krystalizacją, która jest procesem równoważonym. Przypomina on proces reduplikacji komórki żywej albo proces podwojenia makromolekuł DNA i jako proces nierównoważony może być zakwalifikowany jako autokatalityczny.

W agregatach poziomu B (iluwalnego) wyliczenie entropii opiera się na innych wymiarach objętości (A), powierzchni (B), promienia (R) agregatów podstawowych i wtórnych oraz na ich innym kształcie geometrycznym (przy-

zma). Ten poziom jest mniej zasobny w próchnicę niż poziom A. Ilość substancji organicznej w agregatach - pryzmach jest mniejsza. Z tego powodu miejsca dzielenia się agregatów i powstawania por są rzadkie, a agregacja jest grubsza. Warunki tworzenia i wycofania się entropii:

($|\Delta_e S| / |\Delta_i S| \geq 0$) w przypadku agregatów - pryzm będą odpowiadali gorszemu stanowi strukturalnemu gleb. Jeszcze gorzej wskaźniki strukturalności poziomów głębokich C-D gleb, które najczęściej przedstawione przez gliny oraz piaski o różnym stopniu krystalizacji i gliniastości.

Np., masa gliny z warstwami piasków w stanie uwilgotnienia umiarkowanego rozpada się na duże bryły i agregaty w granicach między warstwami piasku. W podobny ale mniej grubszy sposób wyróżnia się agregacja masy piasków, mających warstwy pseudofibrów żelazowych. Powstawanie granic agregacji w pseudofibrach wiąże się z przejściem Fe^{2+} do Fe^{3+} w warunkach redukcyjnych i różnymi liczbami koordynacyjnymi (odpowiednio: 0,80 i 0,67 - lit.: Vozbucka, 1968).

Drugi rodzaj strukturyzacji glin związany jest z obecnością w kaolinitu polimeru glinowego typu dimer $[Al_2(OH)_2(H_2O)_8]^{4+}$, tworzący w wyniku połączenia się dwóch jonów $[Al(OH)(H_2O)_5]^{2+}$ (Chemia rolna, 1996). W tych związkach polimerowych znajduje się do 5-8 grup hydrofilowych OH i H_2O , który mają wpływ na zdolność plastycznego odkształcenia glin z prawdopodobnym wg entropii kształtem łańcuchu jako spirala. W stanie bez wodnym na podstawie dehydratacji Al- polimerów żadna struktura glin nie jest wyraźna.

Trzecia możliwość powstawania struktur w glinach wiązana jest z obecnością resztek miki, mających zdolność tworzenia struktur płaskich cienkich, co jest widoczne na próbach wysuszonych. Wszystkie struktury skały macierzystej gleb są mało wyraziste.

Generalnie różnica strukturalna w poziomach - ABC gleby pasuje do różnej zawatości próchnicy, która jest jednym z głównych czynników morfogenezy profilowej. Drugi przykład morfogenezy – ułożenie poziomów A-B gleb wg charakterystycznych pasów, arealów w przestrzeni geograficznej, a kolejny – trwałość agregatów strukturalnych.

Wyliczeniem wartości entropii można wyjaśnić ogólne procesy strukturyzacji gleb ale bez odpowiedzi na pytanie „w jaki sposób”. Przecież zostały nie spełnione inne warunki energetyczne: usuwanie się entropii z systemu glebowego, nie określony jest wkład energii wolnej i siły ruchomej, nie oznaczone są morfogeny, krytyczny przedział zawartości substancji organicznej dla strukturyzacji i inne czynniki.

Wg tychże reguł termodynamicznych ruchomą siłę procesu tworzenia entropii określa się z rejestracji różnicy temperatur. Przypomnijmy, że różnica temperatur razem z napięciem powierzchniowym była wyróżniona w systemach kolo-

dalnych Bernara. Przecież, tylko różnice tworzą efekty, które w swojej kolejności stają się różnicami dla tworzenia innych efektów. Tak samo w glebie: najlepszy jej stan strukturalny ustanawia się przy różnicy temperatur powietrza (15-20°) i gleby (7-10°) w przedziale: +5... +13°C. Wtedy rozpoczynają swoje funkcjonowanie procesy mikrobiologiczne, reakcje biochemiczne i procesy strukturotwórcze z wytworzeniem różnych ziaren, pryzm, gruzełek, płytek, słupków, skorupiek, orzeszków glebowych. Przy braku różnic temperatur powietrza i gleby wyróżnienie jakiegokolwiek struktury jest problematycznym. Zimą warstwa powierzchniowa gleb z największą zawartością próchnicy przedstawia sobą bryłę bez strukturalną. To znaczy, że źródłem energetycznym do podtrzymywania wszystkich procesów strukturyzacji jest z reguły energia słoneczna.

Morfogenami (wg A. Turinga – *angielski informatyk*), jako elementami odpowiedzialnymi za procesy agregacji w glebach są swoiste substancje próchnicowe (kwasy huminowe, fulwowe, huminy) oraz woski i smoły. Kiedyś na podstawie tych „klejów” oraz metody strukturyzacji i granulowania gleb w Moskiewskim Uniwersytecie była opracowana specjalna maszyna do wytwarzania agregatów ziarnistych i gruzełkowatych glebowych o bardzo dobrym efekcie agronomicznym [Zonn S., Travleev A., 1989].

Niezbędna zawartość substancji organicznej do rozpoczęcia tworzenia się agregatów glebowych – ziarnistych albo gruzełkowatych wynosi 3%. Wiadomo, że w glebach nie przekształconych antropogenicznie zawartość próchnicy może wynosić od 1 do 10% (do 30% - w glebach pobagiennych). Przy włączeniu tych gleb do użytków ornych zawartość próchnicy zmniejsza się ze stabilizacją na poziomie 3%. W glebach o zawartości próchnicy poniżej niż 3% trudno odnaleźć struktury ziarniste, wyżej niż 3% - więcej prawdopodobieństwa ich formowania.

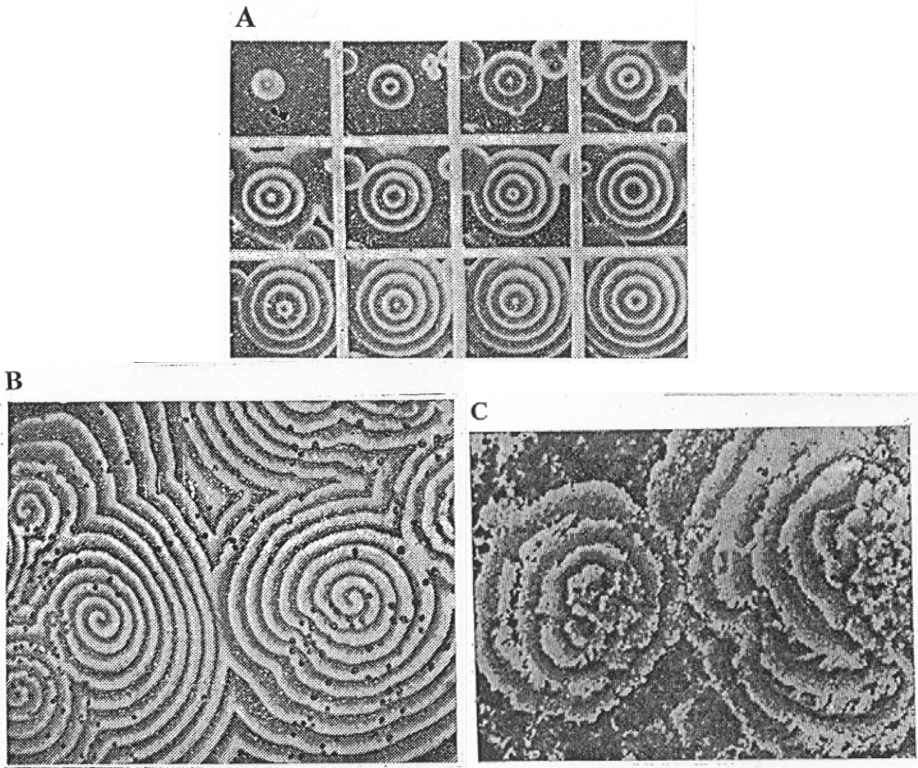
Rośliny siedlisk naturalnych mogą zabezpieczyć dodatni bilans próchnicy i formowanie układów ziarnistych albo gruzełkowatych gleb. Na użytkach ornych otrzymanie tego bilansu jest problemem, którego rozwiązywanie zależy od wkładu dodatkowej energii (np., nawozy organiczne).

Jeżeli wg zawartości próchnicy można przewidywać powstawanie w profilu gleby agregatów strukturalnych o określonym kształcie, to na tej podstawie nie jest możliwe prognozowanie form ich rozmieszczenia w przestrzeni przyrodniczej: dyskretnie, nie przerwane, pasami, plamami itp. Na ten przestrzenny charakter morfogenezy gleb ma wpływ nie tylko ich nierównowaga energetyczna wewnętrzna, tj. różne zaopatrzenie gleb w substancję organiczną, różne właściwości mineralne czy wodne gleb, ale także działalność różnych ziemskich pól energetycznych. Ten stan strukturalności gleb dodatkowo może być wyjaśnionym przez geofizyką, geotektoniką oraz przez fizyką systemów otwartych nie równoważonych.

3. Przykłady morfogenezy strukturalnej gleb – gruntów pod wpływem procesów autofalowych

Sumaryczna geoenergia ziemi składa się z energii tektonicznej, magnetycznej, promieniowania, energii efuzji gazowych ziemi i innych źródeł. Istotnym jest to, że pod stałym wpływem tych pól i ich różnej aktywności energetycznej w skorupie ziemskiej (i pokrywie glebowej) może powstać różna wyrazistość procesów strukturyzacji substancji geologicznej, gruntowej, glebowej. Te źródła geoenergetyczne także tworzą entropię, usuwaniem której podtrzymuje się ruch wszystkich procesów przyrodniczych na kule ziemskiej. Sposoby usuwania „geoentropii” mogą wyglądać albo jako intensywny lokalny wybuch energii albo jako jej słabe i stałe „wydychanie” na szerokim obszarze. Wpływem fizyki tej aktywności mogą zostać objaśnione lokalizacja opadów atmosferycznych albo ich intensywność, lokalizacja różnych klęsk klimatycznych - miejsc powodzi, suszy, ekstremalnych temperatur. Kanały wyjścia tej energii tworzą linie rozłamów tektonicznych oraz rysunek tzw. struktur pierścieniowych o kształcie koła, owalów, spirale. Geografia i przyroda aktywności tych struktur kontrowersyjna i do końca nie jest poznana. Wiadomo, że struktury spiralne są rzadkie, nawet unikalne. Odnalezienie przykładów podobnych struktur w sieci rzecznej, glebach, reliefie, układach geologicznych związane jest z otrzymaniem dużej ilości informacji przyrodniczej. Zostało ustalonym, że obecna struktura ziemska składa się ze zbiorów podobnych struktur tektonicznych liniowych oraz pierścieniowych o różnych wymiarach i modyfikacjach.

W latach 60-ch uwagę gleboznawców i geologów zwróciły doświadczenia Żabotyńskiego i Zaikina z reakcjami periodycznymi (jak w przypadku reakcji B- \dot{Z}) w cienkich rurkach i cienkich warstwach roztworów przy braku konwekcji (reakcja \dot{Z} -Z). Była także obserwowana periodyczna zmiana koloru roztworów, ale z bardzo interesującymi zjawiskami falowymi. Na zdjęciu (Rys. 1-A) został przedstawiony proces powstawania i rozwoju podobnych fal koncentrycznych. Przy tym, w doświadczeniu z cienkimi rurkami (systemami jednowymiarowymi) najpierw obserwowano centrum zmiany barwy, potem od tego centrum rozeszła się fala pierścieniowa ze zmienioną barwą. W doświadczeniu z cienkimi warstwami roztworów (systemami dwuwymiarowymi) wokół wlotu rurek tworzyły się charakterystyczne fale spiralne (rewerberacyjne). Podobne fale spiralne mogą także powstać przy przecięciu się fal koncentrycznych z powodu przeszkody (sąsiednia fala koncentryczna, twardy przedmiot i inne).



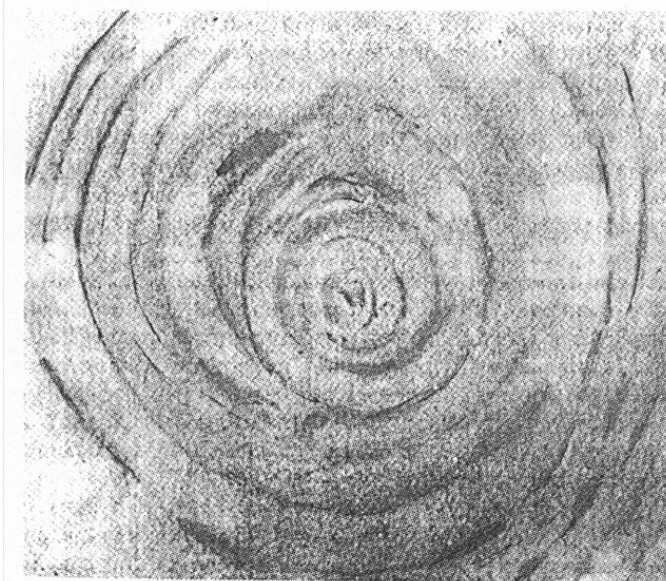
Rys. 1. Przykłady powstawania struktur pierścieniowych (A) i spiralnych w reakcjach chemicznych oraz procesach biologicznych (C, - porostnica *Parmelia centrifuga*, - wg Volkensztejna, 1986)

Fig. 2. Examples of ring (A) and spiral structures generation during chemical and biological processes (C - liverwort *Parmelia centrifuga*, according to Volkensztejn, 1986)

Na Rys. 1-B został przedstawiony rodzaj rewerberatora chemicznego, a na Rys. 1-C, rewerberatora biologicznego (grzyb *Parmelia centrifuga*). Podobieństwo tych zdjęć świadczy o tym, że procesy falowe w systemach chemicznych i biologicznych mają jednakowe podstawy fizyczne. Należy zwrócić uwagę na większą grubość końcowych przyrostów grzyba i fal koncentrycznych chemicznych w porównaniu z początkującymi.

Istotę energetyczną tych procesów falowych wyjaśnili geolodzy, którzy od dawna badają problemy poszukiwania surowców naturalnych oraz zjawiska rozłamowo-tektoniczne z wiązaniem ze strukturami pierścieniowymi. Na rys. 2 został przedstawiony rodzaj struktur spiralnej w warstwach osadowych powierzchniowych Centralnego Kazachstanu, który świadczy o tym, że w pokła-

dach geologicznych są obecne także widoczne ślady zjawisk falowych. Geolodzy twierdzą, że fale pierścieniowe są starsze niż spiralne, odzwierciedlają większą kumulację energii przyrodniczej, ale tylko na kręgach końcowych. Fala spiralna jest młodsza, ma większe zasoby energii na wszystkich swoich zwojach [Stepanov I., 1983]. Z ocen doświadczalnych (Rys. 1-ABC) wynika, że końcowy przyrosty grzyba kumulują więcej związków biochemicznych o skomplikowanym składzie (więcej MC), co może być spowodowano zmieniającym się polem bioenergetycznym.



Rys. 2. Struktura spiralna wyróżniana w skałach osadowych (Fragment zdjęcia z samolotu. Skala 1:60000. Centralny Kazachstan, wg Stepanowa, 1983)

Fig. 2. Spiral structure distinguished in sedimentary rocks (Part of plane photo. Scale 1:60000. Middle Kazakhstan, according to Stepanov, 1983)

Przegląd literatury geologicznej [Tektonika, 1994] świadczy, że struktury pierścieniowe nie są rzadkie. Tworzą one linię brzegową kontynentów, np., brzegowa linia morska Polski utworzyła się pod wpływem 11 struktur pierścieniowych, Litwy - 10, Włoch - 21. Najwyraźniejsze kształty struktur pierścieniowych na powierzchni i profilu ziemi można zaobserwować w rejonach wysokiej aktywności tektonicznej (Rumunia, Mołdawia, Macedonia). Tutaj w strefach podobnych struktur powstają, jako indykatory aktywności procesów geoenergetycznych charakterystyczne wskaźniki zasolenia i zakwaszenia gleb, wyraziste kształty ich arealów, rzadkie gleby – rarytety typu *Vertisol*, przejawy osuwiskowe, wąwozowe i erozyjne (głębsze szczeliny). W rejonach tektoniczne

spokojnych (Polska) ich działalność i aktywność wyraża się w współdziałaniu ze zjawiskami klimatycznymi, w regulacji częstości powstawania mokradeł, w funkcjonowaniu źródeł wód pitnych, mineralnych i termalnych. Wyliczone promienia struktur pierścieniowych: 3400 – 2100 – 1300 km, najczęściej: 800 – 500 – 300 – 200 – 100 km i wg obliczeń statystycznych one układają się w rząd tzw. liczb Fibonacciego ze stałą $k = 1,618$ (wg Stepanova, 1983). Wg naszych obliczeń: $k \approx 1,00-1,71$ ($n = 17$).

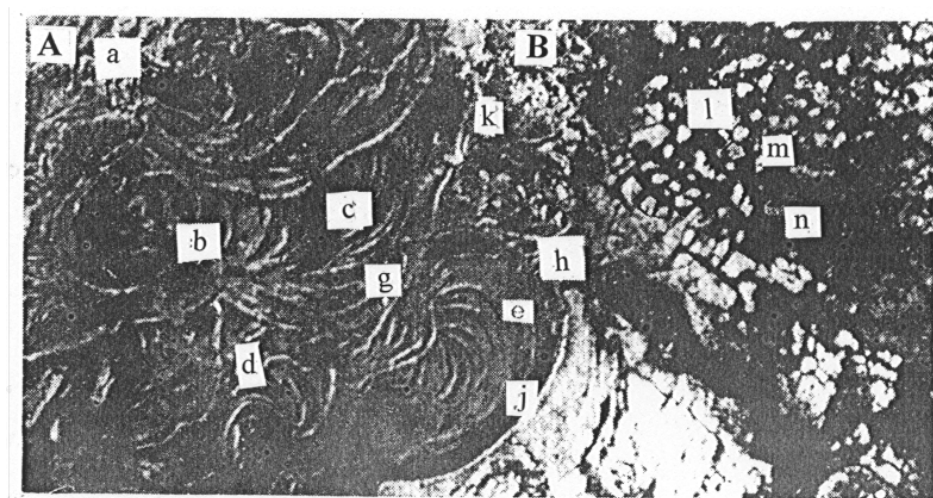
Nateżenie pól ziemskich energetycznych może ujawnić się nie tylko na powierzchni, ale także w profilu pokładów geologicznych. W latach 1976-1978 geolog W. Bruchanov przy badaniach polnych w basenie węglowym w Jakucku (Rosja) na niewielkiej głębokości od powierzchni (7-10 m) oznaczył uwarstwienia węgla o silnym przeobrażeniu (drobna regularna agregacja). Pokłady te wg zdjęć satelitarnych zajmowały strefy kontaktowe struktur pierścieniowych i spiralnych [Stepanov I., 1983]. Prawdopodobnie tylko silne impulsy energii geotektonicznej mogły spowodować podobne transformacje węgla.

Układy pierścieniowe i spiralne były odnalezione także w środowisku hydrobiotycznym (Stewart, 2001). Mechanizm spiralnego wzrostu kryształów bardzo dokładnie został przebadany w doświadczeniach Franka (wg Geguzyna, 1987). Kształt spiralny można obserwować w rysunku sieci wód powierzchniowych. Np., na terenie naszego kraju, na Mazurach, w spirale rewerberacji układają się jeziora: Bielskie – Pamer – Dobrzyń – Mieszówka – Orzysz; jeziora w Suwalskim PN; jeziora między Wigierskim PN a granicą z Litwą; jeziora między Druskienniki - Sejny na Litwie [Mapa Krajoznawcza, skala 1:300000, 1997]. W charakterystycznych spiralach widoczna jest sieć rzeczna na Mazowszu (Ostrów Mazowiecki – Zambrów – Wysokie Mazowieckie) oraz w Małopolsce (Jasło- Rzeszów – Jarosław – Mosticka – Chyrów).

Prezentacja efektów autofalowych z zakresu chemii, biologii, geologii, pozwala wyszukiwać analogie w gleboznawstwie. Np. cienkie kapilary w reakcjach Ż-Z są analogami porów glebowych, a cienkie warstwy roztworów - to analogia poziomów genetycznych glebowych. Jeżeli siła procesów falowych może być odzwierciedlona w profilu i powierzchni geologicznej, to oczywiście te same procesy mogą przejawiać się w profilu i powierzchni gleb.

Przykładów rewerberacji w pokrywie powierzchniowej gleb mniej niż w geologii z powodu trudności zdobycia źródeł kartograficznych. Na zdjęciu lotniczym (Rys. 3) przedstawiony został teren doliny rzecznej z glebami - mady i glebami torfowymi strefy Europy Północnej. Na tym rysunku wyraźnie widoczne są ślady struktur spiranych w pokrywie torfowej. Podobna siła strukturyzacji fal spiralnych na Wyspach Brytyjskich w miejscowości Saffron Walden hrabstwa Essex została wyróżniona w największym labiryncie torfowym świata, na podstawie pewnych ocen pochodzący sprzed 800 lat. Na powierzchni

tego torfowiska znajduje się rysunek spiralny (Rys. 6). Droga wewnętrzna ma prawie dwa kilometry długości. Podobne rodzaje torfowisk są we Włoszech i Francji.



Rys. 3. Struktury spiralne wyróżnione na powierzchni gleb torfowych (A) i mad rzecznych (B): a, b, c, d, e, g – struktury spiralne na torfowiskach; j – starorzecze; h – dorzecze; k – zbocze 1-iej tarasy; L, m, n – struktury kołowe na glebach – madach. (Fragmenty zdjęcia z samolotu. Skala 1:60000. Rosja PŁn.- Zach., – wg Stepanowa, 1983)

Fig. 3. Spiral structures distinguished on the face of peat soils (A) and river alluvial soils (B): a, b, c, d, e, g – spiral structures on peat bogs; j – meander scroll; h – river basin; k – slope of 1st terrace; l, m, n – ring structures on alluvial soils. (Parts of plane photo. Scale 1:60000. NW Russia, according to Stepanow, 1983)

W Polsce torfowiska nie były przebadane pod tym kątem, ale bardzo dokładnie zostały oznaczone na mapach przez Jasnowskiego [1975 - cyt. wg R. Bednarek, Z. Prusinkiewicza, 1997]. Udała się próba wpisania lokalizacji tych torfowisk w 46 struktur pierścieniowych (Rys.4). Ten fakt zasługuje na dalsze badania w związku z osobną właściwością odcinków torfowisk, znajdujących się w punktach kontaktowych pierścieniowych. W podobnych miejscach można znaleźć obiekty o wyjątkowo cennych wartościach przyrodniczych, np.– źródła wód mineralnych (Litwa), pokłady ropy naftowej, gazu i ich pochodnych (Zachodnia Ukraina; Estonia), piękny krajobrazy.

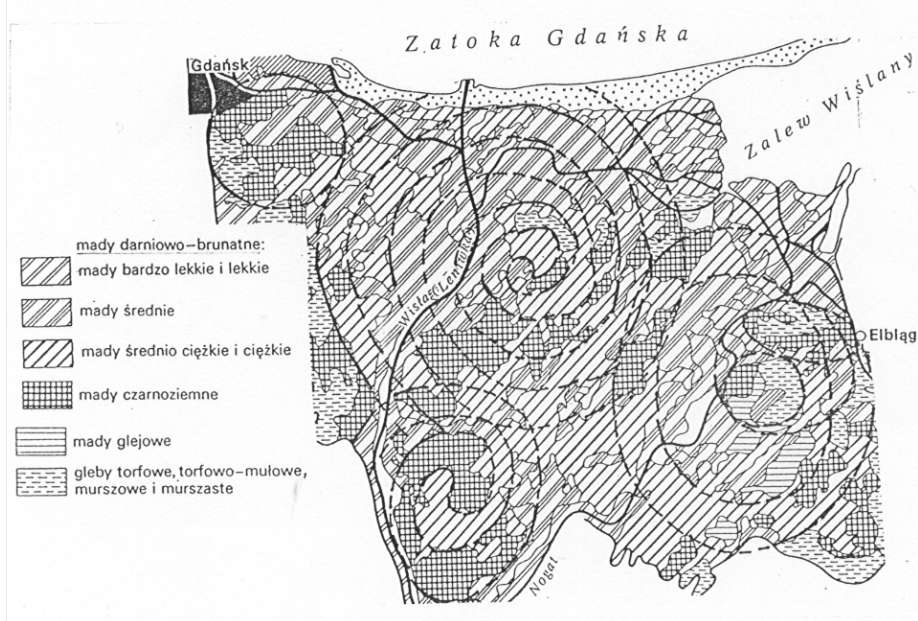
W różne struktury spiralne i pierścieniowe układają się także areale gleb mineralnych i organicznych na takich terenach jak: Ostrołęka - Łomża - Białystok - Suwałki; Biała Podlaska, Częstochowa, Koszalin, Tarnobrzeg - Rze-

szów [wg Mapy glebowej o skali 1:2000000, 1995]. Na Rys. 5 została przedstawiona mapa gleb Żuław Wiślanych [autorze: R. Bednarek i Z. Prusinkiewicz, 1997]. Analiza ułożeń arealów glebowych na tym terenie wg struktur pierścieniowych i spiralnych wskazuje na obecność w rejonie dolnej Wisły centrów przewidywanej aktywności geoenergetycznej, choć nie wiadomy jej geofizyczne cechy. Ta udana próba kartograficzna zgadza się z oceną jakości gleb Żuław Wiślanych wypowiedzaną przez rolników i naukowców. Przypomnijmy, że nie wszystkie gleby – mady dolin rzecznych ulegają ułożeniu w podobne charakterystyczne struktury oraz nie wszystkie gleby - mady są wydajne nawet poza melioracji. Wyjątkowo, gleby - mady Żuław Wiślanych zawsze były i są obecnie spichlerzem kraju [H.Uggla, 1979]. Stanowią one naturalne bogactwo jako najlepsze gleby orne i użytki zielone Polski, dające także obecne najwyższe plony z ha.



Rys. 4. Mapa rozmieszczenia większych torfowisk niskich (o powierzchni ponad 200 ha) na terenie Polski (wg Jasnowskiego, 1975) z ich ułożeniem w struktury pierścieniowe

Fig. 4. Map of bigger peat bogs (above 200 ha) allocation in Poland (according to Jasnowski, 1975) and their arrangement in ring structures



Rys. 5. Mapa gleb Żuław Wiślanych (wg Bednarek, Prusinkiewicz, 1997) z przejawami układów arealów glebowych w struktury spiralne

Fig. 5. Map of Żuławy Wiślane soils (according to Bednarek, Prusinkiewicz, 1997) with symptoms of soil acreages arrangements in spiral structures



Rys. 6. Wzór utworzony na torfowisku w miejscowości Saffron Walden w Wielkiej Brytanii (foto – z prasy, 1999)

Fig. 6. Pattern created on the peat bog in Saffron Walden, Great Britain (press photo, 1999)

Jeżeli zwykłą analizą kartograficzną można ustalić układ arealów gleb na podstawie geometrii spirali na jakimś terenie, to znaczy że badany zespół gleb może być albo wyjątkowo urodzajnym albo mieć unikalne wartości przyrodnicze. Analiza ta może być przydatna do określania wartości i oceny przyrodniczej innych różnych obiektów naturalnych - lasów, źródeł wód przyrodniczych, torfowisk, krajobrazów chronionych.

4. Wnioski (przedmiot rozmyślań hipotetycznych):

Przed nami mapa różnych ułożeń gleb i substancji przyrodniczej w pierścieni i spirale rewerberacji. Bardzo kuszące jest prognozowanie kolejności ich aktywności, a przez nią klęsk klimatycznych, żywiołowych oraz suszy, powodzi, trzęsienia ziemi. Okazuje się, że rozwiązanie problemów prognozy aktywności tych rzeczywistych zjawisk przyrodniczych jest możliwe, jeżeli zwracać uwagę na „zwierciadło krajobrazu”- gleby: osobność ich struktury, formy granic i arealów, właściwości oraz na aktywność funkcjonowania takich tworów przyrodniczych jak mokradła, torfowiska, solonczaki, na szczególność geografie źródeł wód powierzchniowych, podziemnych i ich skład chemiczny.

W gleboznawstwie za mało było prób wiązania procesów glebotwórczych, z termodynamicznymi, geotektonicznymi, synergetycznymi. Okazuje się, że niektóre kroki w tym kierunku mogą być obiecujące. Np., w świetle teorii procesów fizycznych otwartych nie równoważonych i działań pól energetycznych Ziemi bardzo dobrze zapowiada się geneza niektórych rodzajów struktur geograficznych gleb. To znaczy, że przyczyny określonego ułożenia gleb w pokrywie ziemskiej oraz uruchomienia konkretnych procesów glebowych należy powiązać nie tylko ze znanymi w gleboznawstwie czynnikami glebotwórczości - klimatem, reliefem, skalą macierzystą, ale także z czynnikami geologicznymi i procesami geofizycznymi ziemnymi. W stosunku do gleb ujawnienie aktywności tych procesów możliwe jest poprzez np., zwykły monitoring wskaźników kwasowości gleb w poziomach C-D głębokich na podstawie wykrywania obniżen pH. Tutaj tym czynnikiem aktywności geoenergetycznej może być energia efuzji gazowej ziemi tj. - wydychanie z głębokich warstw geologicznych mieszanek gazowych (CO_2 , CO , H_2S , SO_2 , SO_3 , NH_4Cl , N , H , CH_4 , HCl), mających ogromną energię fizyko-chemiczną i morfogenetyczną, której jakość i stężenie w warstwach przypowierzchniowych na razie trudno ujawnić. Nie mniej informacji może dostarczyć skład geoenergii ziemnej, w szczególności jej składniki geomagnetyczne i promieniowanie, z którym najczęściej wiąże się anomalie przyrodnicze w biosferze. Prawdopodobne te rodzaje energii mogą mieć istotny wpływ na mikroklimat gleb, na zmiany w pokrywie glebowej i w jej strukturze, na wskaźniki żyznościowe.

Jeżeli geoenergetyka wiąże się z powstawaniem struktur pierścieniowych jako indykatorów powierzchniowych wypłukania tej energii i bardzo ściśle połączona jest z glebotwórczością, to na przeanalizowanie zasługuje cała geografia gleb, metody badań polnych i kartograficznych glebowych oraz opracowywanie wszelkich map tematycznych - pH, kwasowości, próchnicy, uziarnienia i innych. Wpływ geoenergetyki na rozmieszczenie gleb w przestrzeni przyrodniczej może znacznie zmienić rysunek arealów glebowych i treść map. Warto przeanalizować także wpływ zjawiska rewerberacji nie tylko na szeroko pojętą geografii gleb i innych obiektów przyrodniczych ale i na metody poszukiwania bogactw naturalnych.

Literatura

1. **Bednarek R., Prusinkiewicz Z.:** *Mapa gleb Żuław Wiślanych, Wysoczyzny Kujawskiej Kotliny Toruńskiej.* (W) Bednarek R., Prusinkiewicz Z., 1997. Geografia gleb, Wyd. PWN; Warszawa, 1997
2. *Chemia rolna, Przewodnik do ćwiczeń.* Pod redakcją naukową prof. dr hab. Leszka Kuszelewskiego. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa, 1996
3. **Dadlez, R., Jaroszewski. W.:** *Tektonika.* Wyd. PWN, Warszawa, 1994
4. **Dobrzański B., Konecka-Betley K., Kuźnicki, F., Zawadzki S.:** *Mapa gleb Polski,* skala 1:2000000. (W:) Dobrzański B., Zawadzki S., Gleboznawstwo. Wyd. PWRiL; Warszawa, 1995
5. **Geguzyn J. E.:** *Żywy kryształ.* Wyd. 2-e poprawione. Wyd. Nauka, Moskwa, 1987
6. **Jasnowski M.:** *Mapa torfowisk o powierzchni do 200 ha.* (W:) 1975
7. **Bednarek R., Prusinkiewicz Z.:** *Geografia gleb,* Wyd. PWN; Warszawa, 1997r,
8. *Mapa krajobrazowa - Mazury Wschodnie, Podlasie, Mazowsze Wschodnie,* skala 1:300000, Wyd. PPWK im. Eugeniusza Romera, Warszawa- Wrocław, 1997
9. **Stepanov I. N.:** *Struktura komórkowa powierzchni ziemi. Ujawnienie na mapach topograficznych i zdjęć z samolotów form ciał glebowo - geomorfologicznych.* Informator metodyczny. Wyd. IGF AN ZRSR; Moskwa – Puszczyño, 1983
10. **Stewart Ian:** *Spiralne śluzowce.* Świat Nauki, Styczeń, Warszawa, 2001
11. **Ugglä H.:** *Gleboznawstwo rolnicze.* Wyd. PWN, Warszawa, 1979
12. **Volkensztejn M. V.:** *Entropia i informacja.* Ser. PNTP. Wyd. Nauka, Moskwa 1986
13. **Vozbucka A. E.:** *Chemia gleby.* Podręcznik dla studentów uniwersytetów. Wyd. III-e poprawione. Wyższa Szkoła, Moskwa, 1968
14. **Zonn S.V., Trawleev A.P.:** *Aspekty geografo-genetyczne glebotwórczości, ewolucji i ochrony gleb.* Wyd. Naukowa Dumka, Kijów, 1989

Morphogenesis of Soil Structures in the Light of Physics of Thermodynamic and Synergetic Processes

Abstract

The article aims to describe the process of soil's structure rise using the thermodynamic language and explain in it how the special soil's structures areas are influencing ring geotectonic structures.

Soil as a nature creation illustrates in an interesting way phenomenal phase transition: from litho-, hydro-, atmosphere - to biosphere and that's why it may be aptly described also by physics of open systems, not balanced.

The aim of this paper is to:

- d) prove possibility of description, using thermodynamics, of creation processes of grain, sphere and other soil structures,
- e) represent, naturally evaluate and explain examples of soils, peat soils arrangement in ring and spiral structures using synergetic law,
- f) draw attention to essentiality of further research on geoenergetic processes with reference to pedology.

In soil science there was to little attempts to connect soil creation processes with thermodynamic, geotectonic and synergetic processes. It turns out, that some steps in this direction may be very promising, e.g. in the light of theory of open not balanced physical processes and effects of Earth's energetic fields origin of some soil's geographic structure is looking very promising. It means, that reasons of specific soils arrangement in the Earth's surface as well as activation of specific soil processes should be connected not only with known in soil science soil creation factors - climate, topographic profile, parent scale, but also with geological factors earth geophysical processes.

If geoenergetics is connected with creation of ring structures as surface indicators of washing out this energy and is tightly connected with soil creation, then, whole soils geography, field and cartographic soil research methods and drawing up any thematic maps – pH, acidity, humus, graining and others should be re-analysed. Influence of geoenergetics on allocations of soils in the natural space may significantly change shape of soils' acreage and contents of maps. It is worth to analyse thoroughly influence of reverberation phenomena not only on widely comprehend soils other natural objects geography but also on methods of natural resources search.