



PRODUKTY WIETRZENIA I ICH WYKORZYSTANIE

Bazując na zdobytych wcześniej wiadomościach o wietrzeniu, erozji i sedymentacji, a także roli wody w tych procesach i jej migracji w gruncie, można bacniejszą uwagę zwrócić na zewnętrzną warstwę powierzchni Ziemi. W znacznej mierze warstwę tę tworzą produkty wietrzenia różnych skał, które od najdawniejszych czasów były na rozmaite sposoby, w mniejszym lub większym stopniu, wykorzystywane przez ludzi. Najbardziej zewnętrzną część, czyli glebę, wykorzystywana była i jest w celach uprawnych i hodowlanych. Głębsze partie niektórych zwierzelin wydobywa się jako surowiec do bezpośredniego użytku albo do dalszego przerobu.

Wiele skał masywnych, ulegając wietrzeniu, rozpada się na duże bloki, tworzące z czasem trudne do wykorzystania i zagospodarowania pola blokowe i gołoborza. Szczególny rodzaj bloków rozwija się w klimacie ciepłym na płaskowyżach granitowych. Wietrzenie, postępujące wzdłuż typowych dla tej skały powierzchni ciosowych i atakujące ostre krawędzie oraz naroża, prowadzi do oddzielania się od monolitu i wyraźnego zaokrąglania poszczególnych bloków.

Szczególnie operatywna w takich warunkach eksfoliacja sprawia, że w efekcie końcowym powierzchnie takich płaskowyży pokryte są niezliczoną ilością form kulistych, niekiedy dość okazałych rozmiarów.

W bardziej typowych przypadkach, po rozpuszczeniu i odprowadzeniu przez wodę niektórych składników, na miejscu pozostaje (podobnie jak w przypadku osadów jaskiniowych) osad rezydualny, tzw. eluwium (łac. *eluvium* = zalanie). Najczęściej spotykanym osadem tego typu są gliny zwietrzelinowe.

Należy pamiętać, że podczas procesu wietrzenia niektóre minerały ulegają rozkładowi, a część uwolnionych pierwiastków tworzy nowe minerały, zaś część w postaci roztworów zostaje odprowadzona ze zwietrzliny. Najłatwiej woda usuwa węglany i siarczany, a z pierwiastków wapń i sód (nieco trudniej magnez i potas). Na miejscu najczęściej pozostaje krzemionka, nierozpuszczalne minerały ilaste i limonit, a z pierwiastków żelazo oraz glin. Dzięki takim reakcjom, rezydua zwietrzelinowe mają zawsze inny skład chemiczny niż skała macierzysta i zawsze wyższy stosunek potasu do sodu. Na skałach bogatych w glin przy odpowiedniej ilości kwasu węglowego (powstającego m. in. podczas rozkładu związków humusowych), w warunkach ciepłego klimatu tworzą się pokrywy białego kaolinu (chiń. *Kao-ling*, nazwa góry zbudowanej z tego minerału). Gdy jednak substancji humusowych jest wiele, a brak odpowiedniej ilości CO₂, wówczas utlenione związki żelaza pozostają na miejscu. Woda opadowa powoduje wówczas wypłukanie strefy zewnętrznej i powstanie wylugowanej ze związków humusowych jasno szaro zabarwionej bielicy, a pod nią wzbogaconej w glinę, krzemionkę i związki żelaza, brunatno zabarwionej warstwy orsztynu (niem. *Orstein*). Operując terminologią geologiczną, bielica jest typowym eluwium, natomiast orsztyń stanowi illuwium (łac. *illuo* = obmywam, płuczę).

W warunkach klimatu tropikalnego bardzo powoli przebiegające wietrzenie chemiczne prowadzi do szybkiego rozkładu materii roślinnej, ługowania substancji rozpuszczalnych, odprowadzenia krzemionki i tworzenia się na skałach czerwono lub żółto zabarwionych powłok zbudowanych z mieszaniny wodorotlenków glinu i żelaza, zwanych laterytem (łac. *later* = cegła). Jest to utwór nieprzepuszczalny i mało plastyczny o strukturze gruzełkowej, stosowany w niektórych krajach do produkcji cegieł. Swoistą odmianą laterytu jest terra rosa (wł. *terra rosa* = ziemia czerwona), złożona z nieprzepuszczalnych wodorotlenków glinu i wodorotlenków żelaza, a tworząca się na wapieniach i dolomitach. Z laterytem ściśle związane są też boksyty (fr. *bauxite*, od nazwy miejscowości Baux), będące w zasadzie kopalnym laterytem (obecnie mieszaniną wodzionów glinu), a zarazem jedynym surowcem do produkcji aluminium.

Rodzaj zwietrzliny zależy od sposobu wietrzenia, a zaistnienie odpowiedniego wariantu warunkują temperatura, wilgotność, ilość opadów i wiatr, czyli podstawowe czynniki składające się na klimat.

W strefie klimatu polarnego powietrze jest suche, w związku z czym dominuje tam wietrzenie mechaniczne, związane z działaniem lodu. Inne warunki panują w suchym powietrzu klimatu pustynnego, gdzie największą rolę odgrywa nasłonecznienie, powodujące rozpad skał na skutek zmian rozszerzalności cieplnej, a także działalność soli transportowanych przez wodę kapilarną. W obu wspomnianych strefach klimatycznych pokrywy zwietrzelinowe prowadzą się głównie do powstania blokowisk i nagromadzeń ostrokrawędzistych okruchów. W chłodnym i wilgotnym klimacie umiarkowanym działa zarówno wietrzenie mechaniczne jak i chemiczne, w związku z czym zwietrzeliny są tu bardzo zróżnicowane i rozwinięte na dużą skalę. W strefach klimatu tropikalnego, gdzie gorące powietrze zawiera dużo wilgoci, znaczną przewagę uzyskuje wietrzenie chemiczne. W takich warunkach typowym produktem wietrzenia są przede wszystkim lateryty, terra rosa i kaoliny. Należy też pamiętać, że w strefach klimatu wilgotnego wietrzenie przebiega znacznie szybciej niż w strefach klimatu suchego.

Najwyższa warstwa zalegającej zwietrzeliny ulega stałemu działaniu warunków atmosferycznych i przemianom wywołanym przez aktywność życiową organizmów. Tę właśnie warstwę zwietrzeliny, zbudowaną głównie z substancji humusowych i koloidalnych cząstek ilastych, nazywamy glebą.

Skoro rodzaje wietrzenia i zwietrzelin zależą od klimatu, zatem związek gleb z klimatem jest także niewątpliwy. Tworzenie się gleb jest uwarunkowane rodzajem podłoża i klimatem. Największą wartość mają gliny i ropy, gorszą piaskowce i wapienie. Na skałach krystalicznych gleby rozwijają się niezwykle powoli. W strefie klimatu tropikalnego gleby powstają wielokrotnie szybciej niż w klimacie umiarkowanym, a zwłaszcza suchym. Klimat warunkuje zatem nie tylko rodzaj tworzących się gleb, ale też prędkość ich powstawania. Najważniejszymi czynnikami klimatycznymi rozwoju gleb są temperatura i ilość opadów. W rejonach, gdzie wahania poziomu wód gruntowych są znaczne, strefa wietrzenia sięga głębiej. Z drugiej strony, jest rzeczą oczywistą, że taką samą wartość wilgotności gruntu wywoła znacznie większa ilość opadów w strefach suchych niż w strefach wilgotnych. Decydujący wpływ na aktywność wietrzenia chemicznego, a tym samym na procesy ługowania pewnych substancji w glebie ma zatem temperatura.

W zależności od warunków klimatycznych i istniejącego podłoża, skład chemiczny gleb wykazuje duże zróżnicowanie. W warunkach ciepłego i wilgotnego klimatu tropikalnego tworzą się ubogie gleby laterytowe i terra rosa, a w umiarkowanym klimacie wilgotnym – gleby bielcowe. Najbardziej urodzajne są, rozwijające się na bazie lessów strefy średnio wilgotnego klimatu kontynentalnego, bogate w próchnicę ciemno zabarwione czarnoziemy. Gleby klimatu suchego są bogate w silnie ługujące sole i dzięki temu nie zawierają próchnicy. W skrajnie przeciwnych warunkach nadmiaru wilgoci tworzą się gleby torfiaste, rozwijające się nawet bezpośrednio na skalnym podłożu.

Europę obejmują trzy strefy klimatyczne gleb. Na północy rozciąga się obszar występowania jasnych gleb bielcowych, w części środkowej dominują żółto brunatne gleby z niewielką ilością humusu i wodorotlenków żelaza oraz lokalnie (na wschodzie) czarnoziemy. Na południu kontynentu najbardziej typowe są ubogie w humus i bogate w związki żelaza gleby żółte i czerwone pochodzenia laterytowego.

W warunkach naszego kraju najczęściej występującym typem gleby są bielice o bardzo charakterystycznej trójdzielnej budowie: u góry - ciemno zabarwiony poziom próchniczny, pod nim - wylugowany i odbarwiony poziom wymywania, w głębi - jaskrawo zabarwiony i wzbogacony w wypłukane wyżej substancje poziom wmywania. W glebie może się też zaznaczać niebiesko zabarwiony poziom, bogaty w niedotlenione związki żelaza. Jest to tzw. poziom glejowy (gr. *glia* = klej), wskazujący górną granicę wznoszenia się poziomu wód gruntowych.

Niebieskawe zabarwienie jest też charakterystyczne dla tzw. gruntów wysadzinowych, zawierających pewną ilość frakcji ilastej i pylastej. Grunty takie w warunkach zimowych stają się przyczyną wielu kłopotów wywołanych zamrażaniem wody. W utworach gruboziarnistych powierzchnia właściwa ziaren jest mniejsza niż w osadach drobnoziarnistych. Proporcjonalnie mniejsza jest też ogólna ilość wody zaabsorbowanej przez grunty gruboziarniste. Przy zimowym spadku temperatury w glebie, na granicy przemarzania tworzą się soczewki lodowe, rosnące na skutek kapilarnego podsiąkania wody z głębszych poziomów. Soczewki takie w utworach gruboziarnistych mają możliwość wzrostu we wszystkich kierunkach. W osadach drobnoziarnistych, a zwłaszcza z domieszkami ilastymi, soczewki lodowe odpychają się od niżej leżących drobnych cząstek i rosną ku górze, powodując powstawanie bardzo kłopotliwych lub wręcz niebezpiecznych wysadzin.

W przypadku planowanych prac budowlanych, a także przy projektowaniu i modelowaniu szaty roślinnej bardzo ważna jest ocena jakości i struktury gruntu. W budownictwie - inaczej niż w geologii - tę część skorupy ziemskiej, która może współdziałać z obiektem budowlanym albo też stanowić jego część, określa się mianem gruntu budowlanego. Stosowana jest też odpowiednia klasyfikacja gruntów, uwzględniająca ich najważniejsze cechy, mające znaczenie przy projektowaniu i wykonywaniu prac związanych z budownictwem naziemnym, podziemnym i wodnym. Prowadzone na mniejszą skalę prace przy tworzeniu obiektów zielonych, powinny również uwzględniać tę klasyfikację, by wykonawcy robót ziemnych mogli znaleźć wspólny język z projektantami i konsultantami.

W najogólniejszym zarysie i w bardzo dużym skrócie klasyfikacja ta dzieli grunty na dwie zasadnicze grupy:

- grunty antropogeniczne, czyli utworzone przez człowieka z produktów jego działalności;
- grunty naturalne, czyli powstałe na skutek procesów geologicznych.

Grunty antropogeniczne (gr. *anthropos* = człowiek + *génos* = urodzenie) mogą składać się z odpadów komunalnych i przemysłowych (z dodatkiem śmieci, żużli, gruzu, itp.) uformowanych w nieregularne wysypiska, z czasem porośnięte nieregularnie roślinnością. Są to tzw. nasypy niekontrolowane. Inną formą są nasypy budowlane, uformowane w sposób celowy z jednorodnego materiału jako regularne bryły geometryczne (wały, nasypy kolejowe i drogowe, itp.) z dość jednolitą szatą roślinną. Obie grupy gruntów antropogenicznych należą do większego typu gruntów nasypowych, do którego zalicza się też część gruntów naturalnych (piaski, żwiry, itp.), przetransportowanych i usypanych przez człowieka. Do tej grupy należą także kopalniane hałdy, na których składowane są nie tylko skały płonne czy nadkład, ale też odpady poprodukcyjne. Termin „odpad” należy traktować z dużą ostrożnością, ponieważ to, co aktualnie uznawane jest za odpad, w przyszłości, względnie przy użyciu innych metod czy technologii może stanowić bardzo cenny surowiec.

Obok nasypowych, drugą grupą gruntów naturalnych są tzw. grunty rodzime, czyli powstałe na skutek omówionych wcześniej procesów geologicznych (wietrzenie, erozja, transport, sedymentacja) w tym miejscu, na którym znajdują się dzisiaj. Mogą to być zatem grunty organiczne (próchnica, namuły, gytia, torf, węgiel brunatny), albo znacznie częściej spotykane grunty mineralne. W tym drugim przypadku wydzieliła się kolejne dwie duże grupy. Grunty mineralne skaliste to w geologicznym języku skały lite, które w zależności od pochodzenia i składu mineralnego mają różne cechy fizyczne i chemiczne, są w różnym stopniu spękane i charakteryzują się różną porowatością i nasiąkliwością. Grunty mineralne nieskaliste w nomenklaturze geologicznej są skałami luźnymi, czyli nieskonsolidowanymi. W zależności od wielkości cząstek (frakcji) takiego utworu, wyróżnia się grunty kamieniste (zwietrzeliny, rumosz, otoczaki), gruboziarniste (żwiry, pospółki), drobnoziarniste niespoiste (piaski) i drobnoziarniste spoiste (gliny, pyły, ły).

Powierzchniowa część lądowej skorupy ziemskiej - zwana w technice gruntem - nie jest nigdzie tworem jednorodnym i jej cechy zmieniają się zarówno w skali poziomej jak i pionowej. Zmianę składu chemicznego i cech fizycznych gruntu można ujawnić laboratoryjnymi badaniami odpowiednio pobranych próbek. Nigdy jednak nie można mieć pewności, że dokładna (w miarę możliwości) siatka punktów pomiarowych nie ominęła lokalnych, ale ważnych miejsc występowania gruntu o odmiennych cechach albo też niewidocznych na powierzchni cieków wodnych. Istnieje jednak metoda zapobiegająca popełnianiu takich przeoczeń, wykorzystująca powszechnie dostępne i bardzo czułe „wskaźniki”. Są nimi rośliny, a dokładniej szata roślinna, bardzo plastycznie ukazująca obraz różnic fizyko-chemicznych podłoża.

Obserwacja szaty roślinnej okazuje się przydatna pod wieloma względami. Przy użyciu tej metody można dokładnie określić:

- budowę geologiczną podłoża,
- granice jednostek geomorfologicznych,
- charakter i zmianę jakości gruntu,
- rodzaj zwietrzliny w podłożu,
- lokalizację wód gruntowych,
- stan środowiska przyrodniczego.

Rozpoznanie budowy podłoża obejmuje różne odcinki skali pionowej, zależnie od rodzaju obserwowanych roślin, a właściwie głębokości, do jakiej sięgają ich korzenie. Najpłytszą warstwę, sięgającą zaledwie kilku centymetrów, charakteryzują mchy i porosty, nieco głębiej (0,2-0,3 m) sięgają rośliny zielne, jeszcze głębiej (0,5-0,7 m) krzewy, a najgłębiej drzewa.

Wszystkie rośliny wykazują pewien zakres tolerancji odnośnie warunków środowiskowych, czyli dostępności światła i wody oraz jakości podłoża. Najlepszymi „wskaźnikami” środowiskowymi są jednak te gatunki roślin, które dopuszczają możliwie najmniejszy zakres owej tolerancji. Rośliny takie, w miejscach gdzie brakuje jakiegoś istotnego czynnika albo reagują zauważalną zmianą wyglądu zewnętrznego albo tam po prostu nie występują. Definitywnie negatywny wynik obserwacji jest również bardzo ważny: brak szaty roślinnej wskazuje na nieodpowiednie dla życia owych gatunków warunki geochemiczne, albo na aktywnie działające procesy geologiczne (denudacja, erozja, itp.).

Bazując na systematyce botanicznej, rośliny wskaźnikowe można zaseregować do dwu grup określających warunki gruntowe podłoża, czyli określające omówione wcześniej rodzaje gruntów albo też warunki wodne podłoża, czyli podłoże suche, wilgotne, z wodą podziemną stojącą, względnie płynącą. Uwzględniając jednak trudności w precyzyjnej identyfikacji roślin przez osoby niebędące botanikami, opracowany został uproszczony klucz umożliwiający prawidłowe określenie roślin wskaźnikowych oraz odpowiednią interpretację warunków gruntowych i wodnych.

Podane powyżej informacje dotyczą możliwości wykorzystania roślin jako wskaźników odpowiednich warunków środowiskowych. Można jednak zależność tę wykorzystać także w odwrotnym kierunku. W architektonicznych planach zagospodarowania przestrzennego, projekt terenów zielonych musi uwzględniać powyższą zależność. Projektując parki, ogrody, alpinaria, otwarte przestrzenie zboczy i dolin górskich itp., trzeba wziąć pod uwagę wymagania środowiskowe roślin i przygotować zespół roślinny odpowiedni dla odpowiedniego podłoża. Inne bowiem gatunki rosną na terenach suchych, a inne na podmokłych, inne w miejscach zacienionych niż na stanowiskach słonecznych, inne na porowatych skałach wapiennych, a jeszcze inne na pozbawionych wapnia nienasiąkliwych kwarcytach.

Aby jednak sprostac temu zadaniu trzeba umiec najogolniej okreslic rodzaj podloza (skały, zwietrzliny, gleby) wzgledem planowanej szaty roslinnej. Niewatpliwie pomocna w tym wzgledzie bedzie konsultacja z botanikiem i z geologiem.

Wiedza w zakresie doboru odpowiednich roslin do odpowiedniego podloza ma aspekt nie tylko estetyczny, dekoracyjny, ale tez praktyczny, niejednokrotnie gwarantujacy bezpieczenstwo ludzi. W rozdziale omawiajacych powierzchniowe ruchy masowe wykazano, jak niebezpieczne moga byc ruchy materii skalnej zachodzace na zboczach, czyli tzw. osuwiska. Projektujac zagospodarowanie zboczy naturalnych czy tez nasypow i zwalowisk wykonanych przez ludzi, trzeba wziac pod uwage koniecznosc zabezpieczenia ich stabilnosci, m. in. przez odpowiedni dobór roslinnosci. Nalezny jednoczesnie pamietac, ze wzrost lasu na zboczach powoduje narastajace powoli obciazenie gruntu, co przy niebagatelnej roli wiatru, moze zamiast zapewnienia stabilnosci stac sie nawet przyczyna powstania osuwiska. Warto tez bacznie obserwowac inwentarz roslinny na danym obszarze. Jesli pewnego roku, w jakimś miejscu interesujacego nas zbocza pojawia sie rosliny zielne, wskazujace obecnośc wody przemieszczajacej sie na granicy warstwy przepuszczalnej i nieprzepuszczalnej, moze to byc ostrzezeniem, ze teren jest zagrozony powstaniem osuwiska.

Projektujac zagospodarowanie zbocza, trzeba wziac pod uwage, ze jego statecznosc bedzie zapewniona tylko wtedy, gdy do nasadzen zostana uzyte odpowiednie gatunki roslin. Tylko takie bowiem gwarantuja zachowanie nalezytych ukkladow wytrzymałościowych w strefie podloza „uzbrojonej” korzeniami oraz glębiej, gdzie „nieuzbrojony” grunt wykazuje zupełnie inne warunki wilgotnościowe. Takze i w tym aspekcie istnieja szczegolowe materialy pomocnicze, ulatwiajace dobór właściwych drzew do konkretnego srodowiska. W najogolniejszych zarysach mozna przyjac, ze na suche gleby wapienne zalecane sa niektore gatunki jesionu, sosny i dereń właściwy, podczas gdy na stanowiska wilgotne najbardziej nadaje sie olsza, topola i wierzba. Na glebach ubogich powinno sie sadzic lipy, graby, leszczyny i bez, zaś na terenach otwartych drzewa odznaczajace sie szybkim wzrostem, czyli brzozy, topole, jarzab i sosny.

W przypadku obsadzania zbocza nalezy takze wziac pod uwage fakt, ze po większych opadach deszczu moze nastepowac grawitacyjne splukiwanie materialu i przenoszenie go na teren płaski rozciągajacy sie u podnoza. Wlasnie tutaj, czyli u podnoza zbocza, nalezy posiac trawe, która skutecznie zatrzyma wymywany material oraz posadzic szybko rosnaće topole, doskonale wzmacniajace strefę graniczną. Wyzej, w zaleznosci od skladu podloza, inne drzewa przeznacza sie na stanowiska naslonecznione (grochodrzew, olsza, topola), a inne na miejsca zacienione (klon, buk, brzoza), inne wreszcie na najgorsze warunki siedliskowe panujace w górnej części zbocza. Tutaj, zaleznie od ekspozycji slonecznej i charakteru podloza, nalezy stosowac całkiem różne gatunki drzew niz te u podnoza i w srodkowej części zbocza.