



# 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 baczniejszą 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 płaskowyzdy 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 zwietrzeliny. 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 CO<sub>2</sub>, 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 zwietrzeliny 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 żółtobrunatne 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 wydziela 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 (zwiętrzeliny, 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 najogólniej okreslic rodzaj podłoża (skały, zwietrzliny, gleby) względem planowanej szaty roślinnej. Niewątpliwie pomocna w tym względzie będzie konsultacja z botanikiem i z geologiem.

Wiedza w zakresie doboru odpowiednich roślin do odpowiedniego podłoża ma aspekt nie tylko estetyczny, dekoracyjny, ale też praktyczny, niejednokrotnie gwarantujący bezpieczeństwo ludzi. W rozdziale omawiającym powierzchniowe ruchy masowe wykazano, jak niebezpieczne mogą być ruchy materii skalnej zachodzące na zboczach, czyli tzw. osuwiska. Projektując zagospodarowanie zboczy naturalnych czy też nasypów i zwałowisk wykonanych przez ludzi, trzeba wziąć pod uwagę konieczność zabezpieczenia ich stabilności, m. in. przez odpowiedni dobór roślinności. Należy jednocześnie pamiętać, że wzrost lasu na zboczach powoduje narastające powoli obciążenie gruntu, co przy niebagatelnej roli wiatru, może zamiast zapewnienia stabilności stać się nawet przyczyną powstania osuwiska. Warto też bacznie obserwować inwentarz roślinny na danym obszarze. Jeśli pewnego roku, w jakimś miejscu interesującego nas zbocza pojawiają się rośliny zielne, wskazujące obecność wody przemieszczającej się na granicy warstwy przepuszczalnej i nieprzepuszczalnej, może to być ostrzeżeniem, że teren jest zagrożony powstaniem osuwiska.

Projektując zagospodarowanie zbocza, trzeba wziąć pod uwagę, że jego stateczność będzie zapewniona tylko wtedy, gdy do nasadzeń zostaną użyte odpowiednie gatunki roślin. Tylko takie bowiem gwarantują zachowanie należytych układów wytrzymałościowych w strefie podłoża „uzbrojonej” korzeniami oraz głębiej, gdzie „nieuzbrojony” grunt wykazuje zupełnie inne warunki wilgotnościowe. Także i w tym aspekcie istnieją szczegółowe materiały pomocnicze, ułatwiające dobór właściwych drzew do konkretnego środowiska. W najogólniejszych zarysach można przyjąć, że na suche gleby wapienne zalecane są niektóre gatunki jesionu, sosny i dereń właściwy, podczas gdy na stanowiska wilgotne najbardziej nadaje się olsza, topola i wierzba. Na glebach ubogich powinno się sadzić lipy, graby, leszczyny i bez, zaś na terenach otwartych drzewa odznaczające się szybkim wzrostem, czyli brzozy, topole, jarzab i sosny.

W przypadku obsadzania zbocza należy także wziąć pod uwagę fakt, że po większych opadach deszczu może następować grawitacyjne spłukiwanie materiału i przenoszenie go na teren płaski rozciągający się u podnóża. Właśnie tutaj, czyli u podnóża zbocza, należy posiać trawę, która skutecznie zatrzyma wymywany materiał oraz posadzić szybko rosące topole, doskonale wzmacniające strefę graniczną. Wyżej, w zależności od składu podłoża, inne drzewa przeznacza się na stanowiska nasłonecznione (grochodrzew, olsza, topola), a inne na miejsca zacienione (klon, buk, brzoza), inne wreszcie na najgorsze warunki siedliskowe panujące w górnej części zbocza. Tutaj, zależnie od ekspozycji słonecznej i charakteru podłoża, należy stosować całkiem różne gatunki drzew niż te u podnóża i w środkowej części zbocza.