

Czynniki biotyczne powodujące zaburzenia w ekosystemach leśnych.

**zwierzęta kręgowce** – ssaki i ptaki – skala zaburzeń od pojedynczego drzewa (np. ogryzanie kory przez żubry) po wielkoobszarowe (jak wycinanie drzew przez bobry i zalewanie obszarów, niszczenie przez kormorany, etc.);

**zwierzęta bezkręgowce** – zwłaszcza owady, szczególnie te wykazujące tendencję do masowych pojawień:

foliofagi – atakujące drzewa bez względu na ich stan fizjologiczny, prowadzące do osłabienia, ale z reguły nie powodujące obumierania;

kambiofagi – związane z reguły z drzewami fizjologicznie osłabionymi, powodujące obumieranie, np. kornik drukarz – atakuje świerki, a u nas na dużych obszarach są one osłabione bo żyją nie do końca we właściwych sobie warunkach fizjologicznych.

Zasiedlanie drzew przez kornika drukarza:

1. samiec wyszukuje osłabione drzewa na podstawie składu chemicznego żywicy;
2. po znalezieniu odpowiedniego drzewa rozpoczyna przygotowanie komory kopulacyjnej i produkuje feromon agregacyjny – przywabiający innych samców (pojedynczy zwykle nie jest w stanie sobie poradzić z drzewem które ma system obronny);
3. po opanowaniu drzewa przez większą liczbę samców rozpoczynają one produkcję i wydzielanie feromonu płciowego – przywabiającego samice;
4. zapłodnione samice wygryzają korytarz macierzysty, wzdłuż włókien łyka i składają wzdłuż niego jaja, w tzw. niszach jajowych;
5. wylęgają się larwy i zaczynają żerowanie w poprzek włókien łyka – śmierć drzewa.

Przykładowa historia 6 gradacji lasu świerkowego w Puszczy na przestrzeni lat 1951-2004: kolejno gradacje wywołane suszą, melioracjami Puszczy, huraganem i suszą, okiścią i silnym wiatrem, huraganami zimowymi, upałami w lecie. Wycinano tysiące m<sup>3</sup> posuszu świerkowego.

**grzyby bakterie i inne czynniki chorobotwórcze** – skala zaburzeń od pojedynczego drzewa po wielkoobszarowe, np. *Phytophthora* powoduje wymieranie całych połaci drzewostanów, zwłaszcza na terenach podmokłych. W Europie jest ich kilka gatunków, wyspecjalizowane dla kilku gatunków drzew. Najbardziej problemowa jest *P. cinnamomi* atakująca dęby. Bardzo zjadliwe i też już obecne w Polsce są *P. cambivora* i *P. citricola* atakujące buki. Zarażone drzewa mają nekrotyczne plamy pod korą i giną.

Szacuje się że około ¼ biomasy drzewostanów obumiera w wyniku zburzeń.

### Odpowiedź składników ekosystemu na zaburzenia

Typ I – dokładne dopasowanie - przekroczenie wartości progowej powoduje że gatunek przestaje występować, np. mamy drzewostan zwarty w którym występują gatunki silnie cienioznośne. Gradacja kornika, dopływ światła do dna lasu, gatunki cienioznośne zanikają.

**Wartość progowa bodźca** to graniczna wartość czynnika której przekroczenie powoduje reakcję układu poddanego jego działaniu. Mogą to być skutki odwracalne lub nie.

Typ II – gatunek zawsze występuje poniżej wartości progowej, np. tam gdzie jest zwarty drzewostan gatunek będzie zawsze występował, a po przekroczeniu pewnej ilości światła gatunek będzie miejscami występował a miejscami nie.

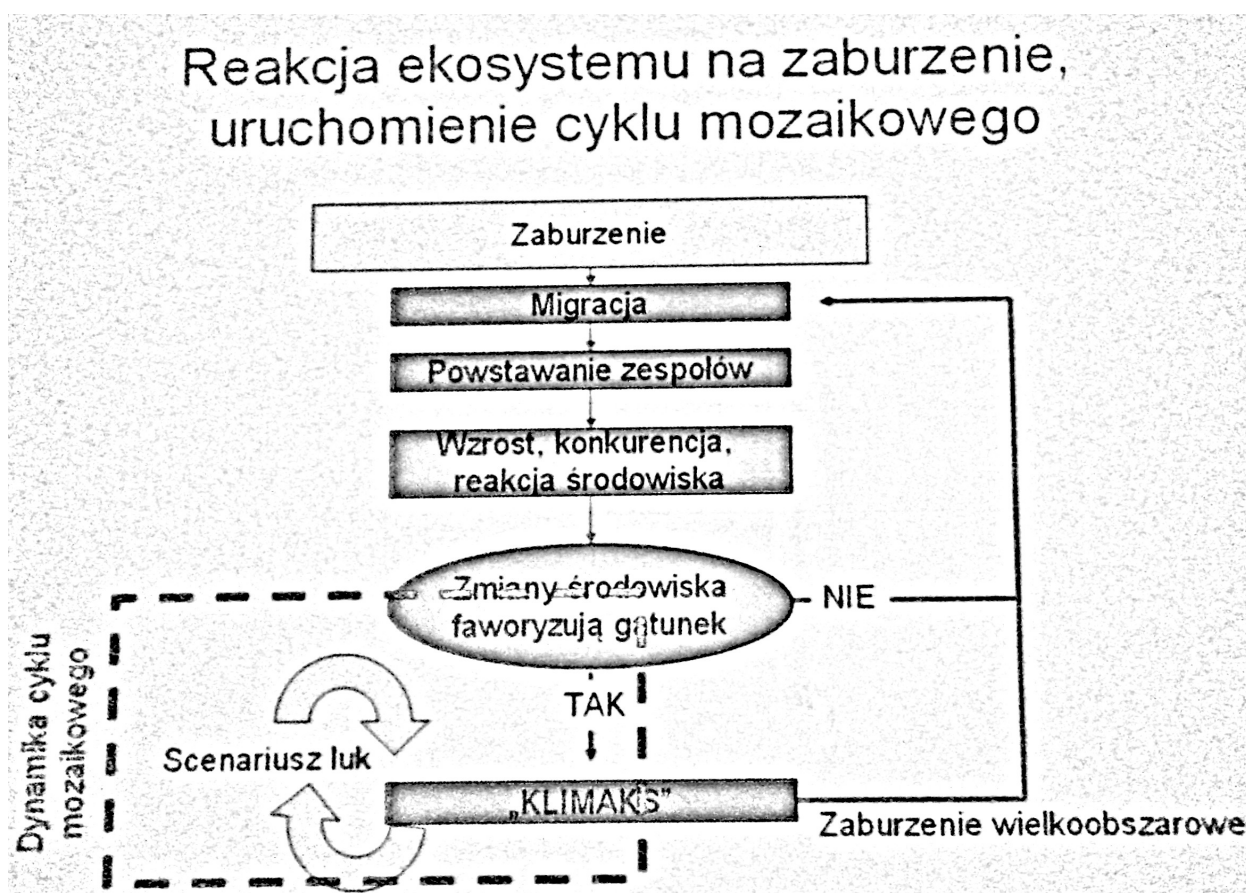
Typ III – jakieś gatunki zawsze zanikają powyżej wartości progowej, np. jeżeli jest zwarty

drzewostan, to gdzieś tam gatunek występuje, a jeżeli przekroczy się wartość progową światła to tam zanika.

Przypuszcza się, że wpływ zaburzeń na różnorodność ekosystemów leśnych jest przynajmniej zbliżony do ekosystemów innych. Na przykładzie kserotermicznych muraw: najwyższa różnorodność jest przy średniej częstotliwości, intensywności i skali zaburzeń, oraz średnim czasie od ostatniego zaburzenia. Żle jeśli zaburzeń nie ma lub są za często.

Schemat – cykl sukcesyjno-zaburzeniowy dla tajgi syberyjskiej (u nas pewnie podobny kiedyś w lasach iglastych): po całkowitym zniszczeniu np. w pożarze, teren jest najpierw zasiedlany przez gatunki pionierskie, później pod nimi odnawiają się gatunki docelowe, cienioznośne, drzewostan przejściowy, powstaje las mieszany wchodzący w cykl wiatrowalowo-opadowy (na Syberii ma ten cykl około 150 lat), odnawiają się tam gatunki cienioznośne. Co jakiś czas następuje znowu pożar.

Inaczej funkcjonują drzewostany liściaste – zgodnie z dynamiką cyklu mozaikowego



Jak to działa? Każde zaburzenie powoduje migracje organizmów lub ich zanikanie na danym terenie. Jeżeli teren jest otwarty i organizmy migrują do obszaru zaburzonego to tworzą się tam zespoły organizmów, które w wyniku wzrostu i konkurencji wywołują reakcję środowiska, zmieniają jego warunki. Zmiany środowiska mogą faworyzować jakieś gatunki lub nie – te muszą wyemigrować. Na jakiś czas powstaje sytuacja klimaksowa. Z tej równowagi ekosystem może być wytrącony przez zaburzenie wielkoobszarowe (cykl od początku) lub poprzez powstawanie niewielkich luk w drzewostanie które pojawiają się i zanikają.

Dynamika cyklu rozwojowego obejmuje wszystkie fazy lasu od pionierskiej do rozpadu.

### Założenia teorii dynamiki cyklu mozaikowego

1. ekosystem składa się z mozaiki różniących się między sobą fragmentów – różnią się składem gatunkowym, wiekiem, zagęszczeniem drzew;
2. każdy fragment przechodzi ten sam cykl rozwojowy;
3. nie ma koordynacji między cyklami rozwojowymi poszczególnych fragmentów – w każdej z faz może nastąpić powrót do fazy regeneracji.

Powstawanie luk jeśli są odpowiednio duże pozwala na występowanie w lesie gatunkom wczesnosukcesyjnym.

Cechy zapewniające trwanie w lesie naturalnym gatunkom wczesnosukcesyjnym:

- małe nasiona przystosowane do anemochorycznego rozprzestrzeniania się,
- szybki przyrost na wysokość,
- wysokie tempo fotosyntezy,
- wczesne i obfite owocowanie (brak lat nasiennych),
- głęboki system korzeniowy pozwalający na korzystanie z głębokiej wody gruntowej i głęboko zalegających składników mineralnych,
- odporność na stres wywołany czynnikami mikroklimatycznymi (wysoka amplituda temperatur, przymrozki w okresie wegetacyjnym, brak wody lub jej nadmiar).

Dynamika cyklu mozaikowego jest bardzo ważna, bo prawdopodobnie około 30% gatunków fauny nie jest zdolna do dalekich migracji (z jednej wielkoobszarowej powierzchni do innej, tylko między niezbyt odległymi lukami), nie może się więc rozwijać i trwać bez cyklu mozaikowego. Dotyczy też roślin o specyficznych wymaganiach środowiskowych. Uzależnione od tego cyklu są np. płazy, gady, mięczaki lądowe, część owadów, leśne rośliny światłoządne.

### Gatunki charakterystyczne dla faz **otwartych przestrzeni/pionierskiej/regeneracji**

ssaki: sarna, normiki, nietoperze, lisy

ptaki: dzierzba gąsiorek, lerka

gady: jaszczurka zwinka i żyworódka, żmija

płazy: żaba trawna

bezkęgowce: motyle, żądłowki

roślinność: trawy, zioła, drzewa gatunków światłoządnych, siewki drzew gatunków „klimaksowych”.

### Gatunki charakterystyczne dla fazy **dojrzewania**

ssaki: jeleń

ptaki: brak charakterystycznych

gady: brak

płazy: rzekotka (w lasach liściastych)

bezkęgowce: brak charakterystycznych

roślinność: drzewa gatunków „klimaksowych”, roślinność leśna typowa dla danego siedliska.

### Gatunki charakterystyczne dla fazy **optymalnej**

ssaki: jeleń

ptaki: jarząbek

gady: brak charakterystycznych

płazy: rzekotka (w lasach liściastych)

roślinność: drzewa gatunków „klimaksowych”, roślinność leśna typowa dla danego siedliska.

### Gatunki charakterystyczne dla fazy **starzenia się**

ssaki: jeleni

ptaki: dzięcioł zielonosiwy, dzięcioł średni, dzięcioł czarny, dzięciołek, jarząbek, bocian czarny, raniuszek, muchówka białoszyja

gady: padalec, żmija

bezkęgowce: dominacja kambiofagów

roślinność: drzewa gatunków „klimaksowych”, roślinność leśna typowa dla danego siedliska.

### Gatunki charakterystyczne dla fazy **rozpadu**

ssaki: nietoperze, jeleni

ptaki: dzięcioł trójpalczasty, dzięcioł biało-grzbiety, dzięcioł zielonosiwy, muchołówka mała, bocian czarny, jarząbek, lelek kozodój

gady: padalec, żmija, jaszczurka zwinka

płazy: rzekotka, ropucha szara, żaba trawna

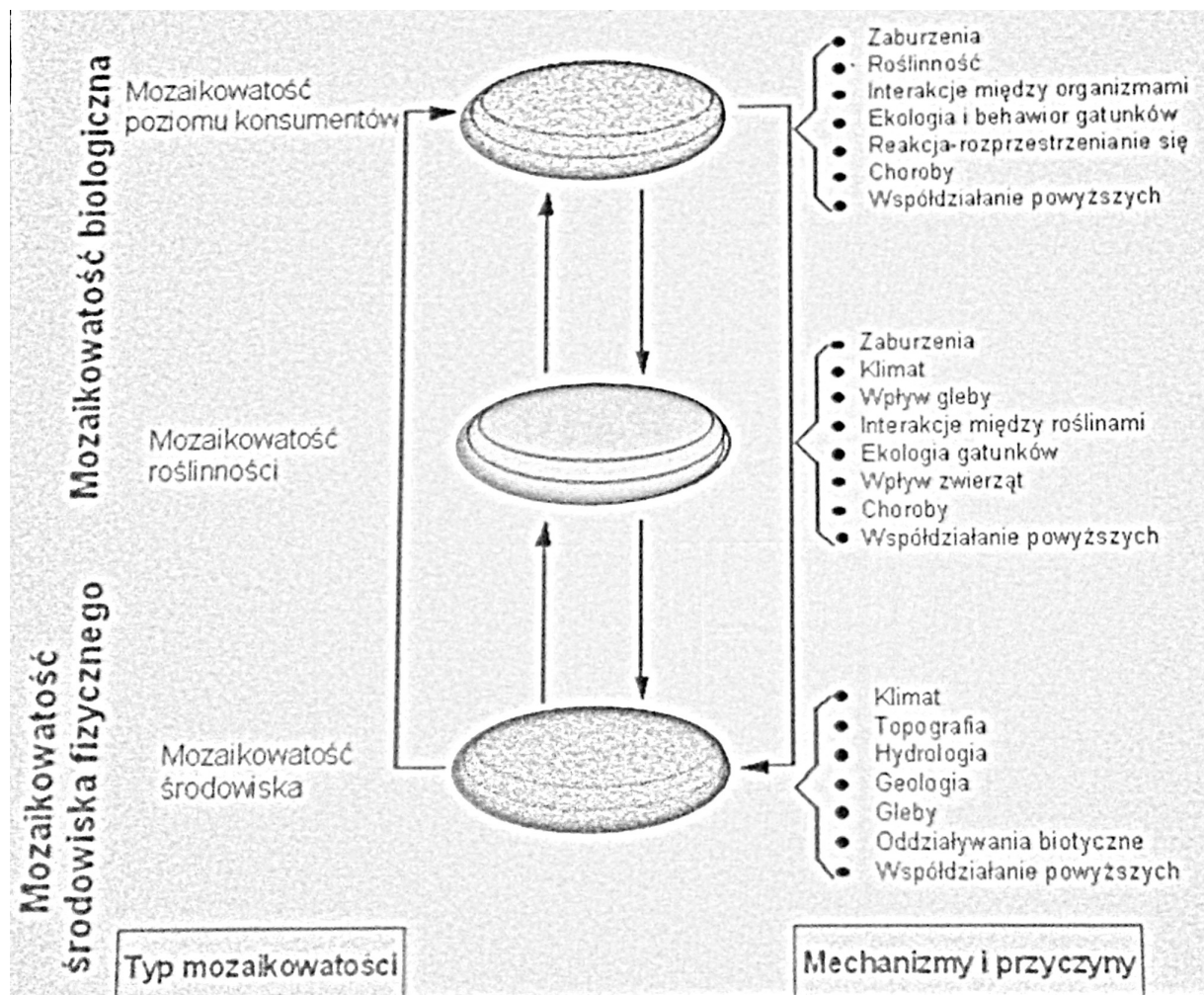
bezkęgowce: dominacja kambiofagów, ksylofagów o ksylobiontów (wykorzystują drzewa jako miejsca schronienia, polowania etc.), pojawiają się motyle

roślinność: drzewa gatunków „klimaksowych”, roślinność leśna typowa dla danego siedliska, płaty roślinności zielonej, grupy odnowienia drzew gatunków światłożądnych.

Animacja, jak gatunki światłożądne funkcjonują w dynamice cyklu mozaikowego – z reguły spotyka się je w fazie przestrzeni otwartych albo w fazie pionierskiej, ewentualnie wcześniej już w fazie rozpadu.

Teoria dynamiki cyklu mozaikowego opisuje zmiany strukturalne zachodzące w czasie i przestrzeni w drzewostanie.

Nie należy tej dynamiki (która jest dynamicznym procesem) mylić ze zjawiskiem statycznej mozaikowości (heterogeniczności) ekosystemu, czyli różnorodności zwierząt, roślinności, gleb!



## Martwe drewno w lesie – charakterystyka, klasyfikacja, rola ekologiczna, ilość

**drewno** - to złożona tkanka roślin naczyniowych, zbudowana z naczyń i cewek przewodzących wodę i sole mineralne oraz z elementów wzmacniających (włókna drzewne, cewki włókniste) i spichrzowych (mięksisz drzewny). Z chemicznego punktu widzenia drewno jest konglomeratem celulozy (40-60%), hemiceluloz (23-35%), ligniny (21-30%) i innych substancji.

**Martwe drewno** – jest pojęciem używanym w środowiskach przyrodniczych, zwłaszcza ochroniarskich na określenie obumarłych zdrewniałych części roślin drzewiastych i krzewiastych (lub całych takich roślin) w różnych stadiach ich rozkładu.

### Przyczyny pojawiania się martwego drewna w lesie naturalnym:

Konkurencja między drzewami

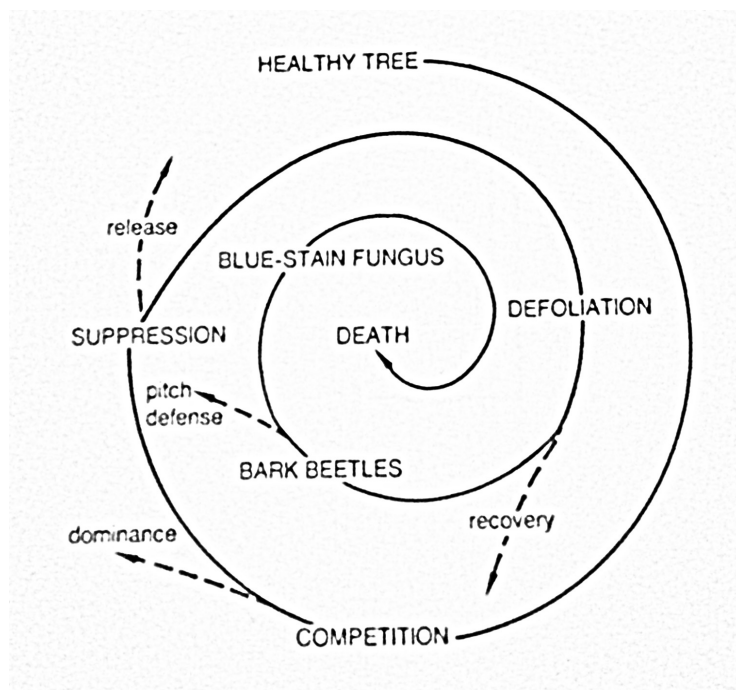
- obumieranie pojedynczych drzew, zwłaszcza młodszych klas wieku w wyniku przegranej konkurencji o światło;
- obumieranie najniższych ocienionych gałęzi drzew;
- obumieranie pojedynczych drzew w wyniku osiągnięcia biologicznego kresu życia.

Zaburzenia i zdarzenia losowe

- masowe lub pojedyncze obumieranie drzew w wyniku działania czynników biotycznych: chorób grzybowych, ataków owadów, uszkodzeń przez zwierzęta kręgowce;
- obumieranie drzew lub ich części w wyniku działania czynników abiotycznych: wiatru, śniegu, ognia, wyładowań atmosferycznych, osunięć gruntu, etc;

- uszkodzenia drzew prowadzące do powstania dziupli

Przykładowa „spirala śmierci” drzewa:



W naszej strefie klimatycznej drewno rozkłada się 10-100 lat.

Szybkość rozkładu drewna zależy od

- gatunku drzewa: dąb, sosna – wolno (garbniki, żywice, mające działanie przeciwwgrzybiczne), osika, grab, świerk – szybko.
- stopnia stykania się z gruntem,
- wilgotności gruntu (w miarę wzrostu wilgotności rozkład przyspiesza do ponownego momentu, powyżej już jest coraz wolniejszy – bo jest za mało tlenu),
- ocienienia.

#### Klasyfikacja jakościowa martwego drewna:

1. ze względu na rozmiary (w grubszym końcu):
  - a) wielkowymiarowe (>40cm średnicy)
  - b) średniowymiarowe (7-40cm)
  - c) drobnica (max. 7cm)

Średnica powyżej 40cm dla kłód to wielkość progowa, w naszym klimacie, dla zasiedlania drewna przez ksylofagiczne owady, wiele rzadkich, związanych z rozkładającym się drewnem gatunków owadów nie zasiedla drzew cieńszych.

Drobnica poniżej 5-7cm jest masowo pozostawiana w lesie jako odpady zrębowe, zapewniając przetrwanie gatunkom nie wymagającym drewna średnio- lub wielkowymiarowego.

2. ze względu na udział w całości rośliny:
  - a) martwe konary i wierzchołki żywych drzew
  - b) martwice boczne
  - c) dziuple żywych drzew
  - d) całe drzewa

3. ze względu na położenie w przestrzeni:
  - a) drzewa stojące
  - b) drzewa zawieszony
  - c) drzewa leżące
4. ze względu na stopień rozkładu
  - a) faza kolonizacyjna
  - b) faza dekompozycyjna (wyraźny rozkład drewna i zmienia się jego struktura i skład chemiczny)
  - c) faza humifikacyjna (martwego drewna trudno się już dopatrzeć, jest jak pył)
5. ze względu na gatunek drzewa

Skład gatunkowy drewna jak się okazuje niekoniecznie odpowiada składowi gatunkowemu drzewostanu. np. grabu może być dużo, a mało martwych drzew bo dopiero kolonizuje, a sosny dużo bo jest tam od dawna, świerka natomiast bo jest atakowany przez kornika.

#### **Główne czynniki kształtujące skład gatunkowy martwego drewna:**

- skład gatunkowy drzewostanu,
- struktura wiekowa występujących gatunków drzew,
- długowieczność,
- cechy biologiczne różnicujące sposób zamierania drzew (stojące, złomy, wywroty),
- szybkość rozkładu drewna poszczególnych gatunków drzew.

**Klasy rozkładu drzew leżących** (dla stojących są trochę inne, bo zachodzi on trochę inaczej, i nazywa się je stadiami: stadium 1 – drzewo żywe, stadium 2 – drzewo zamierające, pojedyncze martwe gałęzie, żółknięcie liści, stadium 3 – drzewo martwe, ale ma większość gałęzi i kory, stadium 4 – odpadająca kora, drobniejsze gałęzie opadają, stadium 5 – pień bez gałęzi i kory, stadium 6 – złom, w wyniku procesów rozkładu osłabia się kłoda i łamie się, stadium 7 – drzewo rozłożone, stadium 8 – leżący materiał z ewentualnie dłuższym pozostającym pniakiem.)

#### Klasa 1

kora - nienaruszona  
 gałęzie cieńsze niż 3cm - obecne  
 struktura drewna - nienaruszona  
 kształt przekroju – okrągły  
 kolor drewna - naturalny  
 stopień oparcia o ziemię – mały (zawieszona na gałęziach)

#### Klasa 2

kora – częściowo odpada  
 gałęzie cieńsze niż 3cm - brak  
 struktura drewna - nienaruszona  
 kształt przekroju - okrągły  
 kolor drewna - naturalny  
 stopień oparcia o ziemię – zwiększa się (powoli osiada)

#### Klasa 3

kora - fragmenty  
 gałęzie cieńsze niż 3cm - brak  
 struktura drewna – miejscami nadal nienaruszona  
 kształt przekroju - okrągły

kolor drewna – naturalny, wyblakły, lub brązowo czerwony  
stopień oparcia o ziemię – prawie całkowicie spoczywa na ziemi

#### Klasa 4

kora - brak

gałęzie cieńsze niż 3cm - brak

struktura drewna – słabo widoczna

kształt przekroju – owalny do okrągłego

kolor drewna – jasnobrązowy, żółtawy lub brązowo-czerwony (kolor zwykle od grzybów zasiedlających)

stopień oparcia o ziemię – na całej długości

#### Klasa 5

kora - brak

gałęzie cieńsze niż 3cm - brak

struktura drewna - niewidoczna

kształt przekroju – owalny lub bezkształtny

kolor drewna – wyblakły, jasnożółtawy, szarawy

stopień oparcia o ziemię – na całej długości