

c.d. Martwe drewno.

Dlaczego martwe drewno jest tak istotne w ekosystemie leśnym?

1.) Ponieważ tworzy bardzo zróżnicowane nisze ekologiczne i jest substratem dla licznych gatunków organizmów, zwiększając różnorodność biologiczną lasu (co, przynajmniej wg niektórych, zwiększa stabilność ekosystemu). Martwe drewno jest siedliskiem **dynamicznym**, ciągle zmieniającym swe właściwości w czasie. Inaczej niż gleba, która w ramach kilku lat nie zmienia drastycznie swoich właściwości.

2.) Ponieważ usunięcie martwego drewna z ekosystemu prowadzi do znacznego zubożenia jego różnorodności biologicznej, a to... „Zubożenie różnorodności biologicznej, spowodowane w sposób naturalny lub będące wynikiem działalności człowieka, oznacza w efekcie zniszczenie jednego z podstawowych składników ludzkiej egzystencji...” (Leakey, Lewin, 1999)

Substraty związane z martwym drewnem są bardzo niejednorodne:

kora:

między korą a drewnem: **łyko** i **kambium** (miazga) – tkanki bardzo bogate w cukry proste i białka, i to od nich się zaczyna zasiedlanie martwego drewna;

rdzeń i **promienie rdzeniowe**, wewnątrz pnia, również bardzo bogate w substancje zapasowe; samo drewno też nie jest jednorodne, zwykle wytwarzane są przez drzewo dwa rodzaje drewna, tzw:

biel i **twardziel** – różnią się tym, że w bielu komórki są zwykle jeszcze żywe, twardziel jest martwa i często nasączona garbnikami i innymi substancjami „odstraszającymi”.

Nisze ekologiczne związane z martwym drewnem

Zewnętrzna powierzchnia martwego drewna, potraktowanego jako gładki wałek, stanowi do 65m² dodatkowej powierzchni na każde 100m² dna lasu. Zróżnicowanie środowiska: na górze kłody jest strefa intensywnie nasłoneczniana, zwiększone parowanie i wiatr. Po bokach, przy ziemi: strefa cienia, spokoju, podwyższonej wilgotności, osłona przed drapieżnikami.

Ponadto są mikronisze w załamaniach kory. Selekcja nasion: mniejsze nasiona są zatrzymywane na korze, większe spadają na ziemię.

Dziupla – specyficzna nisza ekologiczna życia organizmów. Powstaje gdy uszkodzona zostanie kora i następuje infekcja drewna przez grzyby saprofityczne, powodujące zgniliznę drewna. W takim przeżartym drewnie rozwijają się specyficzne gatunki owadów wymagające mikroklimatu dziupli (a więc relikty lasu naturalnego, z reguły rzadkie). Na dno dziupli w wyniku działalności owadów spadają okruchy drewna, odchody, wylinki, martwe owady, i powstaje specyficzny substrat o stałej i wysokiej wilgotności, niezbędny do rozwoju pewnych owadów np. kruszczyc i niektórych sprzątek.

Proces rozkładu martwego drewna jest bardzo powolny ponieważ:

- zawiera ono bardzo dużo trudno trawiących się polisacharydów (celuloza, hemiceluloza), a bardzo mało składników odżywczych (np. azotu zaledwie 0,03-0,1% wagi, a w liściach 1-5%),
- polisacharydy są bardzo trwałymi substancjami z chemicznego punktu widzenia, tylko wyspecjalizowane gatunki grzybów są w stanie je trawić,
- drzewo ma stosunek powierzchni do masy korzystniejszy niż np. liście (im grubsza kłoda tym korzystniejszy), co ogranicza wpływ fizycznych warunków środowiska (woda,

temperatura).

Zmiany w składzie chemicznym martwej materii organicznej: wykres. Wniosek – większość drewna się rozkłada, poza ligninami, które bardzo długo stanowią znaczny udział.

Dwie grupy organizmów mają decydujący wpływ na przyspieszenie rozkładu drewna:

- **owady** drążące korytarze w drewnie (mechaniczne rozdrabnianie struktury drewna, otwieranie dostępu do wnętrza drewna innym organizmom poprzez drążenie korytarzy, „celowe” infekowanie drzewa grzybnia lub zarodnikami grzybów)
- **grzyby** powodujące zgniliznę drewna (chemiczny rozkład drewna).

Fazy zasiedlania drzewa przez owady (fazy sukcesyjne entomofauny na martwym drewnie):

1. Gatunki o krótkim cyklu rozwoju osobniczego (od kilku tygodni do kilku miesięcy), żerujące głównie w łyku i kambium (*Scolytidae* - kornikowate i *Cerambycidae* - kózkowate)
2. Gatunki o dłuższym cyklu rozwoju osobniczego (kilka miesięcy do kilku lat), żerujące w fazie początkowej w łyku i kambium, a następnie w wierzchniej (bielastej) części kłody (*Cerambycidae* i *Buprestidae* - bogatkowate)
3. Gatunki rozwijające się wewnątrz drewna, często o cyklach rozwojowych trwających kilka a nawet kilkanaście lat (*Cerambycidae*, *Lymexylonidae* - drwionkowate)
4. Gatunki rozwijające się pod osłoną spróchniałego drewna, nie żywiące się martwym drewnem (*Formicidae* - mrówki, *Elateridae* - sprężaki, *Carabidae* - biegacze i in.)

Rola mikroorganizmów i grzybów w rozkładzie martwego drewna:

Bakterie powodują rozkład ścian komórkowych drewna, ale ich znaczenie jest ograniczone, gdyż wymagają zanurzenia drewna w wodzie.

Grzyby z klasy *Basidiomycetes* odpowiadają za dekompozycję większości drewna w lesie, **jeśli** wilgotność drewna >20%.

Fazy zasiedlania drewna przez grzyby (fazy sukcesyjne fungii na martwym drewnie):

1. Pleśnie i sinizny – gatunki rozwijające się na zawartości żywych komórek drzewnych oraz łatwo przyswajalnych substancjach odżywczych (cukry proste, białka) występujących w łyku; nie powodują zmian w strukturze i mechanicznej wytrzymałości drewna.
2. Gatunki grzybów z klasy *Basidiomycetes*, wytwarzające wyspecjalizowane enzymy rozkładające celulozę (celulaza), hemicelulozę (celulaza) i ligninę (ok. 12 różnych enzymów, w tym deoksygenazy, karbohydrazy i ligninazy), które powodują:
 - zgniliznę brunatną (następuje rozkład wyłącznie celulozy, dzięki czemu ujawnia się brunatny kolor ligniny), typową głównie dla gatunków iglastych;
 - zgniliznę białą (następuje rozkład ligniny, potem celulozy, po czym pozostaje silnie rozłożona substancja organiczna o białawym zabarwieniu);
 - zgniliznę miękką, zwaną też białą jamkowatą lub pstrą – zachodzi tylko w bardzo wilgotnym środowisku, w którym rozkładowi ulegają wszystkie składniki drewna;

Drogi infekcji (inokulacji) drewna przez grzyby:

- anemochoryczna i hydrochoryczna (wymaga bezpośredniego dostępu zarodnika do tkanek, które mogą być przez grzyb rozkładane);
- zoochoryczna (zarodniki lub strzępki grzybni są przenoszone na ciele owadów drążących chodniki w drewnie);
- aktywna (grzybnia rozrasta się w glebie lub po jej powierzchni i napotkawszy niezasiedlony fragment drewna wrasta do jego wnętrza; proces zasiedlania nowego substratu jest wspomagany przez wytworzenie pomiędzy oboma kawałkami substratu zgrubiałego sznura

grzybni, przez który jest transportowana woda i substancje mineralne – co powoduje że ilość azotu może paradoksalnie nie spadać a rosnać w martwym drewnie).

Zasiedlanie martwego drewna:

migracja → kolonizacja (sukces rozprzestrzeniania + odpowiednie podłoże) → rozwój populacji (główne czynniki warunkujące powodzenie: właściwy gatunek drzewa, odpowiednia faza rozkładu i średnica martwego drewna) - rozmnażanie na nowym siedlisku + dobre wykorzystanie zasobów → wymarcie ALBO utrzymanie się populacji.

Proces zasiedlania martwego drewna ma charakter **sukcesji ekologicznej** (w skali pojedynczego drzewa).

Sukcesja jest uporządkowanym w czasie i przestrzeni naturalnym następstwem gatunków i zespołów ekologicznych.

Zespół ekologiczny jest to ogół organizmów żyjących w określonym miejscu i czasie i powiązanych zależnościami pokarmowymi, środowiskowymi itp.

Stadia sukcesyjne rozkładającego się drzewa (na przykładzie sosny).

Bezkęgowce	Mszaki i wątrobowce	Grzyby
Klasa 1		
Kornikowate (<i>Scolytidea</i>) Kózkowate (<i>Ceramycidea</i>)	Nadal dominują gatunki epifityczne, rosnące na drzewie za życia	Głównie gat. pasożytnicze i saprofityczne specyficzne dla żywych drzew stojących pojawiają się tzw. saprotrofy pierwotne (np. gruzłek cynobrowy).
Klasa 2		
Bogatkowate (<i>Buprestidea</i>) Kózkowate (<i>Cerambycidea</i>)	Meszki i płożiki (<i>Lophocolea bidentata</i>)	Pojawiają się gatunki posiadające zdolność rozkładu celulozy i ligniny, ale nie penetrujące drewna w całym przekroju (np. prószek brudzący).
Klasa 3		
Mrówkowate (<i>Formicidae</i>) Sprężykowate (<i>Elateridae</i>)	Łuskolist (<i>Lophozia</i>), Skapanka (<i>Cephalozia</i>), Płożik różnolistny, Georgia jasna	Dominacja gatunków rozkładających celulozę i ligninę, penetrujących cały przekrój kłody.
Klasa 4		
Kusakowate (<i>Staphylinidae</i>) Biegaczowate (<i>Carabidae</i>)	Gatunki epiksyliczne wycofują się, wchodzi gatunki naziemne (płonnik <i>Polytrichum sp.</i>)	
Klasa 5		
Pierścienice (<i>Annelida</i>) Wije (<i>Myriapoda</i>)	Tylko gatunki naziemne.	Pojawiają się gatunki, które rosną także na ściółce leśnej (np. goryczak żółciowy – <i>Tylopilus felleus</i>).

Ekologiczna rola martwego drewna:

Gatunki żyjące bezpośrednio na martwym drewnie stanowią tylko część złożonego zespołu organizmów związanych z tym siedliskiem.

Zwierzęta kręgowce:

Ryby – znaczenie martwego drewna dla większości gatunków nieistotne lub marginalne, dla niektórych gatunków istotne, ale zawsze wyłącznie w przypadku występowania martwego drewna w wodzie [przykład: występowanie pstrąga w ciekach wodnych – zawsze większe, gdy w wodzie obecne martwe drewno]

Gady – również jako miejsce wygrzewania się i polowania na owady

Ssaki – znaczenie martwego drewna znaczne:

- miejsce schronienia (nietoperki, drobne gryzonie, ale także borsuk)
- miejsce poszukiwania żeru (zarówno roślinożercy jak i drapieżniki)
- miejsce wyprowadzania młodych (jenot albo ekhm.. rys)

Ptaki – znaczenie martwego drewna znaczne:

- miejsce schronienia i gniazdowania (38 gatunków na 177 gniazdujących w Puszczy Białowieskiej)
- miejsce poszukiwania żeru (zarówno na powierzchni jak i wewnątrz)

Sposoby żerowania dzięcioła dużego (Wielka Brytania) – duży udział „wykuwanie owadów ze stojących martwych drzew” w jego diecie.

Preferencje dzięciołów (zielony, duży, białogrzbity, trójpalczasty, czarny) do miejsc żerowania – w różnym stopniu są zależne od martwego drewna.

Istnieje też związek między ilością martwego drewna w lesie a zagęszczeniem dzięciołów w lesie (więcej drewna → więcej dzięciołów).

Pole przekroju pierśnicowego – suma przekrojów pni drzew na wysokości 1.30m na jednostkę powierzchni.

Zwierzęta bezkręgowce - każda faza rozkładu, każdy gatunek drzewa, każdy typ martwego drewna ma swoje dla siebie zgrupowania owadów. Stwierdzono ok. 900 gatunków bezkręgowców rozwijających się tylko i wyłącznie w lub na martwym drewnie. Przeszukanie kilku martwych kłód leżących na dnie lasu pozwoliło zidentyfikować ponad 230 gat. żyjących w nich owadów. Kawalek konaru długości 2m i średnicy 5cm może być domem dla do 50 gatunków owadów.

Są grzyby **obligatoryjnie** wymagające żywego drzewa (pasożyty) np. czyreń ogniowy; **pasożyty fakultatywne**, po obumarciu drzewa mają już zasiedlone martwe drewno, np. opieńka, hubiak pospolity; **saprofity** – wyłącznie na martwym drewnie – pniarki, soplówka koralowa.

Duże znaczenie ma ilość martwego drewna – np. w Finlandii rzadkie grzyby występują tylko gdy martwego drewna jest ponad 100m³/ha.

Statystyki z Puszczy Białowieskiej

Dotychczas stwierdzono obecność 1577 gatunków Macromycetes. Gatunki specjalnej troski – łącznie 567, w tym:

30 gat. chronionych

9 gatunków uznanych za wymarłe na terenie Polski 9,

150 gatunków zagrożonych wymarciem 150,

ok. 170 gatunków wyłącznych (występujących w Polsce wyłącznie w Puszczy Białowieskiej)

Grzyby lichenizujące (Puszcza Białowieska)

Obecnie z PB jest wykazane ponad 400 gatunków porostów.

296 gatunków należy do epifitów (na drzewach) i episkyli (na drewnie)

147 gatunków jest zagrożonych w skali kraju

59 gatunków należy do kategorii reliktyw puszczańskich.

Rośliny naczyniowe - dla nich martwe drewno jest bardzo ważne z punktu widzenia możliwości odnowienia się w lesie.

Kłody-piastunki - na glebach podmokłych, na martwych kłodach mogą rozwijać się młode drzewka, bez zagrożenia zalaniem.

Bardzo ważna dla zasiedlania martwych kłód jest zoochoria – 40% gatunków zasiedlających kłody są zoochoryczne, z czego 20% - przez mrówki.