

TEMPO DEKOMPOZYCJI ŚCIOŁKI LEŚNEJ ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM FRAKCJI ZDREWNIAŁEJ

Alicja Breymeyer

WSTĘP

Leśne Kompleksy Promocyjne jako lasy równocześnie chronione i użytkowane muszą mieć szczególnie troskliwie wypracowaną taktykę w stosunku do ilości i jakości pozostawionego w nich martwego drewna. Tymczasem stosunkowo mało uwagi poświęca się temu, co dzieje się na dnie tych lasów, choć jest to największy magazyn materii organicznej w tych ekosystemach. W szczególności charakterystyczne dla starszych lasów jest nagromadzenie na ich dnie resztek drewna, tj. fragmentów martwych gałęzi i pni o różnych rozmiarach. Takie nagromadzenie martwego drewna tworzy różnorodność środowisk życia dla grzybów, owadów, większych zwierząt i roślin. Wykazano, że ta rozkładająca się materia organiczna ma znaczenie dla produktywności stanowiska, aktywności zwierząt, wysiewania się drzew i jest magazynem węgla, wody i składników odżywczych (Harmon et al. 1986). W miarę rozkładania się resztki drzewne wbudowywane są w ściółkę i glebę; uważa się, że poprawiają one wilgotność gleby w miesiącach suchych i są odporne na niszczenie przez ogień (Page-Dumroese et al. 1991). W tym stadium drewno jest często całkowicie pokryte przez ściółkę lecz nie jest jeszcze uznawane za składnik gleby, choć może ono stanowić ponad 50% jej powierzchniowej materii organicznej w niektórych starych lasach amerykańskich (Page-Dumroese et al. 1991). Tak więc martwe drewno to doskonale widoczna cecha starodrzewi odróżniająca stare i chronione lasy od stanowisk gdzie prowadzi się gospodarkę drzewną. Poszczególne typy lasów różnią się pod względem ilości, rodzaju i rozmieszczenia martwego drewna; wydaje się niewątpliwe, że wskaźnik ten musi być użyty przy rozpoznaniu możliwości odbudowy i utrzymania starodrzewi, a także w „ekologicznej” hodowli lasu.

Tempo rozkładu resztek drewna jest funkcją aktywności bezkręgowców, kolonizacji drewna przez grzyby (tzw. zespoły białej i brunatnej zgnilizny) i klimatu (mikroklimatu) powierzchni gleby (Larsen et al. 1980; Swift and Boddy 1984; Edmonds 1991, Breymeyer et al. 1998). Niektóre grzyby rozkładają celulozę, lecz nie ligninę, podczas gdy tzw. biała zgnilizna usuwa zarówno celulozę jak i ligninę. Uważa się, że biała zgnilizna kontroluje głównie rozkład dużych fragmentów drewna w lasach liściastych, natomiast drugi zespół - zgnilizna brunatna - jest ważny w rozkładzie dębu, orzecha amerykańskiego (hikory) oraz gatunków iglastych (Larsen et al. 1980). Drewno zawierające duże ilości ligniny może pozostawać w glebie przez stulecia (McFee and Stone 1966; Harvey et al. 1981), zmienia to charakterystyki tej gleby na długie okresy czasu.

MATERIAŁY WYKORZYSTANE W OPRACOWANIU

Dekompozycja ściółki leśnej na wybranych powierzchniach LKP oceniana była na podstawie wyników następujących badań:

- I. Pomiary tempa dekompozycji ściółki na wytypowanych do badań stanowiskach w 4 LKP (Bory Białowieskie, Bory Tucholskie, Bory Lubuskie, Lasy Puszczy Bukowej i Goleniowskiej). Przygotowano 340 prób „ściółki standardowej”, tj. igieł sosnowych pochodzących z jednego miejsca. Próby te wyłożono w czasie pierwszej ekspedycji w 2000 r. i zebrano po rocznej inkubacji na stanowiskach w 2001 roku.
- II. Pomiary tempa opadu i dekompozycji zdrewniałych frakcji ściółki wykonywane przez autorkę na 9 stanowiskach lasu sosnowego rozmieszczonych wzdłuż transektu równoleżnikowego 52°N od granicy niemieckiej do białoruskiej (ryc. 1). Badania te prowadzono w latach 1994-96, oceniano roczny opad ściółki i jej dekompozycję, łącznie zebrano około 500 porcji opadu organicznego, z którego następnie przygotowano i analizowano ponad 800 naważonych prób różnych frakcji ściółki, w tym ponad 300 prób frakcji zdrewniałej (por. Breymeyer 1997, 1998).
- III. Pomiary tempa dekompozycji celulozy eksponowanej na powierzchni ziemi i w profilach glebowych na 4 stanowiskach lasu chronionego i użytkowanego w Puszczy Białowieskiej. Badania prowadzono w latach 1997-2001 (por. Skłodowska-Curie Raport z Programu).

WYNIKI BADAŃ

POMIARY DEKOMPOZYCJI ŚCIÓŁKI STANDARD W 4 LKP

Badania te traktowano jako wstępne rozpoznanie aktywności mikrobiologicznej w wybranych w 4 LKP stanowiskach; aktualnie metodą tą ocenione zostało już około 40 stanowisk polskich (badania własne), kilkaset w Europie (badania własne i innych autorów w europejskim programie FERN). Wyniki uzyskane dla badanych w 4 LKP powierzchni przedstawiono w tab. 1-4. Tempo rozkładu ściółki jest podobne na 3 stanowiskach i wynosi nieco ponad 30% rocznie (32, 33, 37%). Podobne wartości uzyskiwaliśmy w badaniach na transektach przecinających Europę Centralną równoleżnikowo i południkowo, a także w programie pan-europejskim FERN. Natomiast niespodziewanie wysokie tempo dekompozycji zarejestrowaliśmy w LKP Puszcza Białowieska w najchłodniejszym dotychczas regionie Polski, w Browsku. Zmniejszenie się masy igieł o ponad 50% w ciągu roku to tempo dekompozycji nie spotykane dotychczas w Polsce dla ściótek iglastych. Warto może przytoczyć pewne informacje o ociepleniu w tym regionie – ryc. 2. Szczególnie wyraźnie cieplejsze zimy w ostatnich dekadach mogą stymulować rozkład ściółki w Browsku.

Niestety, zniszczone zostało stanowisko lasu liściastego w ciepłym regionie Polski (Puszcza Bukowa); przewidywano, że będzie to las o bardzo szybkiej dekompozycji ściółki, na podstawie 20 ocalałych prób nie można tego stwierdzić.

OPAD I DEKOMPOZYCJA DREWNA W LASACH SOSNOWYCH NA TRANSEKCIE W-E

Pomiary opadu i dekompozycji ściółek z 8 stanowisk borowych na transekcji W-E chcę potraktować jako materiał porównawczy przedstawiający zmienność tych wskaźników funkcjonowania ekosystemów na obszarze Polski niżowej. Badania na transektach prowadzone były w celu prześledzenia wpływu zmian klimatu i zanieczyszczeń na strukturę i funkcjonowanie borów (Breymeyer, Roo-Zielińska 1998; Breymeyer 1997; Breymeyer, Degórski, Reed 1997; Roo-Zielińska, Solon 1997). Zarówno analizy klimatyczne jak i nasze wieloletnie badania na transektach w tej części Europy wskazują na dużą rolę kontynentalnych cech klimatu z równoczesnym ochładzaniem przy przesuwaniu się na wschód.

Tak więc traktujemy wyniki z transektu W-E jako rodzaj wzoru zmienności tempa badanych procesów w borach sosnowych. Skrócony wyciąg ze zbioru uzyskanych pomiarów z lat 1994, 1995 i 1996 przedstawia tab. 5.

ROZKŁAD CELULOZY NA 4 STANOWISKACH LASU REZERWATOWEGO I UŻYTKOWANEGO W BIAŁOWIEŻY

Założono, że rozkład martwego drewna może być dobrze symulowany przez rozkład czystej celulozy. Celuloza jest głównym materiałem budującym komórki roślin. W martwych szczątkach drewna leżących na dnie lasu, wymywanych przez deszcze i śnieg, celuloza jest ważną, wolno znikającą frakcją, której udział będzie wzrastał z wiekiem szczątków.

Badania dekompozycji celulozy prowadzone były w Białowieży, w Parku Narodowym i w sąsiednim lesie zagospodarowanym. Program oceny ilości i roli szczątków drewna w bilansie OM realizowany był w ciągu trzech lat; pomiary dekompozycji są częścią tego programu.

Wybrane zostały cztery stanowiska leśne. Dwa stanowiska w lesie grondowym (*Tilio-Carpinetum*) i dwa stanowiska w lesie sosnowym mieszanym (*Quercu-Pinetum*). W każdym typie lasu jedno stanowisko było pod ochroną i jedno zagospodarowane. Wszystkie stanowiska zaklasyfikowano jako stare lasy, wiek drzewostanu w Parku Narodowym oceniono na ponad 100 lat, a w lesie zagospodarowanym od 80 do 100 lat.

Podczas dwu lat badań terenowych (5 ekspedycji do Białowieży) wyłożono w lesie 370 sączków na czterech stanowiskach.

Zastosowano następujące sposoby ekspozycji sączków:

1. Sączki rozmieszczone w profilu glebowym. Przygotowano paski z siatki nylonowej długie na 50 cm, zawierające po pięć woreczków z sączkami; paski te wsuwano ostrożnie do gleby, do 50 cm głębokości. Ten rodzaj prób symulował rozkład szczątków drewnianych na różnych głębokościach w profilu glebowym. Na każdym stanowisku zakopano pięć 50 cm pasków (25 sączków).

2. Sączki na powierzchni gleby. Na każdym stanowisku rozkładano na powierzchni gleby 20 sączków celulozowych zakładając, że znajdują się one w tej samej sytuacji jak kawałki drewna, które spadły właśnie na dno lasu.
3. Sączki umieszczone w leżących już martwych pniach drzew; były one rozmieszczone następująco:
 - a. W 1998 r. wybrano kilka częściowo zagrzebanych martwych pni leżących na dnie lasu. W pniach tych zrobiono nacięcia, w których założono sączki celulozowe w siatkach.
 - b. W 1999 r. leżące martwe pnie dzielono na sektory: sektor I - koniec pnia już zagrzebany w ziemi z widocznym, rozsypującym się martwym drewnem. Sektor II - częściowo rozłożony fragment pnia pozostający w kontakcie z glebą. Sektor III – najmniej rozłożony twardy fragment pnia. Takie “mini” transekty były zakładane na tych pniach, gdzie zróżnicowanie stopnia rozkładu było wyraźne, np. na pniach nisko złamanych drzew, które pozostały w lekko skośnej pozycji z jednym końcem zanurzonym w glebie (sektor I). Rozkład celulozy w profilu glebowym przedstawiono na ryc. 3 i tab. 6. Dekompozycję celulozy w martwych, leżących pniach drzew o różnym stopniu rozkładu ukazano na ryc. 4, 5.

Podsumowując eksperyment z dekompozycją celulozy stwierdzić można, że:

- Sączki celulozowe eksponowane na powierzchni gleby dekomponują się raczej wolno (stanowiska iglaste do 0,5%, stanowiska liściaste 1% dziennie).
- Nie stwierdzono wyraźnych powtarzających się różnic pomiędzy tempem rozkładu celulozy w dwu rodzajach lasu: żyźniejsze stanowiska lasu grądowego nie charakteryzują się wyraźnie szybszym tempem dekompozycji. Wyniki te potraktować należy jako dowód na wyrównywanie się późnych stadiów dekompozycji ściółek leśnych, które mogły różnić się w stadiach początkowych, kiedy materiał zawierał różne, łatwo rozkładalne komponenty. Dziadowiec (1987) badając dekompozycję ściółek w Białowieży znalazła wyraźne różnice pomiędzy różnymi lasami. W podsumowaniu autorka ta pisze: ”czas potrzebny na rozkład 95% materiału inicjalnego wynosił 3-5 lat dla grądu i 10-14 lat dla lasu mieszanego sosnowego”. Rozkład celulozy nie odpowiada tak wyraźnie na możliwy większy potencjał biotyczny stanowiska grądowego.
- Niespodziewanie wysokie tempo dekompozycji celulozy zanotowano w różnych rodzajach martwego drewna. Aktywność mikrobiologiczna musi być wysoka w tych biotopach. Jeśli czysta celuloza znika do 2% dziennie, to rozkład martwego drewna może być szybkim procesem. Harmon i Hua (1991) oceniali udział szczątków drewna w całym detritusie nadziemnym (zaliczali do niego ściółkę i większe fragmenty martwego drewna) w starych lasach; stwierdzili, że w lesie liściastym drewno stanowi 39-56%, a w lesie iglastym 74-81%. Autorzy sugerują, że uwalnianie składników odżywczych z fragmentów martwego drewna jest szybsze na początku: grzyby przekazują składniki

odżywcze bezpośrednio do ściółki, a fragmenty phloemu rozkładają się w tempie podobnym do ściółki iglastej. W ten sposób 10-20% składników odżywczych jest uwolnione szybko, a później następuje powolna dekompozycja drewna, w którym pozostają głównie celuloza i lignina. Szczegółowe badania zawartości i zmienności składników odżywczych w starodrzewiu 40-50 lat (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) prowadzili Means, MacMillan i Cromack (1992). Autorzy opisują ubytki celulozy i ligniny z rozkładającego się drewna. W późniejszych stadiach rozkładu pozostałe celuloza i lignina zachowują się podobnie, ale notowano także czasem wymienianie się tych związków. Degradacja celulozy zastępowana jest przez rozkład ligniny w zależności od rodzaju działających mikroorganizmów (white rots versus brown rots). Schowalter (1992) badając dekompozycję różnych substratów w pniach dębowych stwierdza, że drewno przewodzące, ubogie w składniki odżywcze lecz bogate w celulozę rozkłada się powoli. Jednak podsumowując swe badania autor stwierdza, że dekompozycja całych pni była zaskakująco szybka podczas pierwszego roku badań.

- Celuloza jest rozkładana w całym badanym przez nas profilu glebowym tj. do głębokości 50 cm. Na wszystkich stanowiskach najbardziej aktywnym poziomem jest górna warstwa gleby 0-10 cm; jednak na dwóch stanowiskach w Parku Narodowym różnica między tą aktywną warstwą i poziomami niższymi jest mała. Nie stwierdzono regularnego obniżania się aktywności mikrobiologicznej wraz z przesuwaniem się w dół profilu glebowego.

KONKLUZJE I DISKUSJA WYNIKÓW

Inkubowane na stanowiskach borowych w 3 LKP ściółki rozkładają się w podobnym tempie (32-36% rocznie) jak na transekcie przecinającym Polskę wzdłuż równoleżnika 52°N. W LKP Białowieża tempo dekompozycji jest wyższe (ponad 50%), co można łączyć z wyraźnym ociepleniem zim na wschodzie Polski (ryc. 6).

Zdrewniałe frakcje ściółki inkubowane na transekcie na powierzchni ziemi rozkładają się w tempie 13% rocznie (średnie z 8 stanowisk i 3 lat, jeśli brać pod uwagę pełną zmienność między stanowiskami, to waha się ona od 8 do 18%). Można przypuszczać, że podobnie rozkłada się frakcja zdrewniała w lasach LKP.

Doświadczenie w Białowieskim Parku Narodowym z rozkładem celulozy wskazuje, że rozkład frakcji zdrewniałej w miarę przesuwania się w głąb profilu glebowego przyspieszany jest wielokrotnie w porównaniu z powierzchnią ziemi (najbardziej, 5 razy w warstwie górnych 10 cm). Wskazuje też, że celuloza inkubowana w leżących pniach rozkłada się wyraźnie (2-3 razy) szybciej niż na powierzchni gleby.

Przyjmujemy, że leżące na powierzchni badanych w LKP stanowisk drobne drewno (I i II klasa wielkości według klasyfikacji przyjętej przez Wolskiego w tym Raporcie) rozkłada się z szybkością od 13% rocznie. Następnie, po zagłębieniu się w glebie na 10 cm drewno to

rozkłada się z szybkością około 5 razy większą; jeśli fragmenty martwego drewna opadną jeszcze niżej, to ich ostateczny rozkład postępuje także szybko. Podobnie przyspieszeniu ulega dekompozycja drzewa złożonego na dnie lasu w dużej masie – duże, rozkładające się pnie.

Następnym, trudnym zagadnieniem którym należałoby się zająć po zestawieniu naszych materiałów byłaby próba bilansowania materii organicznej (lub C) przynajmniej w jej głównych sektorach. Trwają przygotowania do takiego opracowania. W tym Raporcie możemy tylko dodać, że przedstawione wyniki dot. opadu i dekompozycji ściółek borowych mieszczą się w rozpiętościach pomiarów podawanych w literaturze (Cannel and Co 1992, Andersson and Co 1980, Berg 1981) i używanych do konstrukcji budżetów węgla w tomie wydanym przez SCOPE (Breymer and Co 1996). Oznaczone są także zawartości węgla organicznego (49-52% suchej masy) i frakcji mineralnej (1,6-2,6%) w zdrewniałych frakcjach ściółki. Wstępne oszacowanie akumulacji i przepływów węgla organicznego w ekosystemach borowych na transektach (Vucetich and Co 2000) sugeruje, że ekosystemy te należy zakwalifikować raczej jako „source”, a nie „sink” dla węgla atmosferycznego. Opracowanie to nie uwzględnia jednak roli martwego drewna w tych ekosystemach.

LITERATURA

- Breymer A., Berg B., Gower S.T., Johnson D., 1995, *Carbon budget: temperate coniferous forests* (w:) Breymer A., Hall D.O., Melillo J.M., Agren G.I. (red.), *Global change effects on forests and grasslands*. John Wiley & Sons, s. 41-67.
- Breymer A., 1997a, *Transect studies of pine forests along parallel 52°N, 12-32°E and along a pollution gradient in central Europe: General assumptions, climatic conditions and pollution deposition*. Environmental Pollution, 98, 3, s. 335-345.
- Breymer A., Degórski M., Reed D., 1997b, *Decomposition of pine-litter organic matter and chemical properties of upper soil layers: transect studies*. Environmental Pollution, 98, 3, s. 361-367.
- Breymer A., Roo-Zielińska E. (red.), 1998, *Bory sosnowe w gradiencie kontynentalizmu i zanieczyszczeń w Europie Środkowej-badania geoekologiczne*. Dok. Geogr., 13, s. 216.
- Breymer A., Mroz G., Reed D., Degórski M., 1998, *Warunkowanie tempa dekompozycji ściółki sosnowej przez zmieniający się klimat i skład chemiczny substratu. Badania na transektach* (w:) Breymer A., Roo-Zielińska E. (red.), *Bory sosnowe w gradiencie kontynentalizmu i zanieczyszczeń w Europie Środkowej - badania geoekologiczne*. Dok. Geogr., 13, s. 187-205.
- Dziadowiec H., 1987, *The decomposition of plant litter fall in an oak-limnden-hornbeam forest and an oak-pine forest of the Bialowieza National Park*. Acta Societatis Botanicorum Poloniae, 56, 1, s. 169-185.
- Edmonds R.L., 1981, *Organic matter decomposition in western United States forests* (w:) *Management and productivity of western montane forest soils*. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT-280, s. 118-128.
- Faliński J.B., 1986, *Vegetation dynamics in lowland primeval forests*, Geobotany, 8, s. 1-537.
- Harmon M.E., Franklin J.F., Swanson F.J., Sollins P., Gregory S.V., Lattin J.D., Anderson N.H., Cline S.P., Aumen N.G., Sedell J.R., Lienkaemper G.W., Cromack K. Jr., Cummins K.W., 1986, *Ecology of coarse wood debris in temperate ecosystems*. Adv. Ecol. Res., 15, s. 133-302.

- Harmon M.E., Chen H., 1991, *Coarse woody debris dynamics in two old-growth ecosystems*. BioScience, 41, 9, s. 604-610.
- Larsen M. J., Harvey A.E., Jurgensen M.F., 1980, *Residue decay processes and associated environmental functions in northern Rocky Mountain Forests* (w:) *Environmental consequence of timber harvesting in Rocky Mountain Coniferous Forests*. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT-90, s. 157-194.
- Means J.E., MacMillan P.C., Cromack K. Jr., 1992, *Biomass and nutrient content of Douglas-fir logs and other detrital pools in an old-growth forest, Oregon*, Can. J. For. Res., 22, s. 1536-1546.
- Page-Dumroese D.S., Harvey A.E., Jurgensen M.F., Graham R.T., 1991, *Organic matter function in the inland Northwest forest soil system* (w:) *Management and productivity of western montane forest soils*. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT- 280, s. 95-100.
- Raport 2001 z tematu pt. *Martwe drewno i jego funkcje ekologiczne w lasach zagospodarowanych i rezerwatach wybranych LKP*.
- Roo-Zielińska E., Solon J., 1997, *Effect of geographical location on species composition, vegetation structure, diversity and phytoindicative characteristics in pine forests*, Environmental Pollution, 98, 3, s. 347-360.
- Skłodowska-Curie M. II Fundusz, Raport 2001 z programu pt. *Modele akumulacji i znikania martwego drewna na dnie starych lasów chronionych i zagospodarowanych w Białowieży i w Hiawatha National Forest (Michigan) – badania porównawcze*.
- Swift M.J., Boddy L., 1984, *Animal-microbial interactions in wood decomposition* (w:) Andersen J.M, Raynerd A.D.M., Walton D.W.H. (eds.), *Invertebrate-microbe Interactions*. Cambridge University Press, Cambridge, s. 89-131.
- Vucetich J.A., Reed D.D., Breymeyer A., Degórski M., Mroz G.D., Solon J., Roo-Zielińska E., Noble R., 2000, *Carbon pools and ecosystem properties along a latitudinal gradient in Northern Scots pin (Pinus silvestris) forests*. Forest ecology and management, 136, s. 135-145.

Tab. 1. Dekompozycja igieł na powierzchni badawczej Ciemny Las, LKP Bory Lubuskie w okresie V.2000-V.2001 r. (igły sosnowe standard zebrane w marcu 2000 r. w Kampinoskim Parku Narodowym). Eksponowano 60 jednogramowych prób, w paskach po 10 prób wielkości 10 x 10 cm.

	proby 1-10	proby 11-20	proby 21-30	próby 31-40	próby 41-50	próby 51-60	Średnia 60 prób	Odchylenie stand.
Średnia waga zebrana	0,63	0,68	0,66	0,70	0,67	0,65	0,67	0,02
Odchylenie stand.	0,02	0,06	0,04	0,04	0,03	0,05	0,04	
Dekompozycja (%)	36,70	32,40	33,80	29,90	33,50	34,70	33,50	2,28

Tab. 2. Dekompozycja igieł na powierzchni badawczej Świt, LKP Bory Tucholskie w okresie V.2000-V.2001 r. (igły sosnowe standard zebrane w marcu 2000 r. w Kampinoskim Parku Narodowym). Eksponowano 60 jednogramowych prób, w paskach po 10 woreczków wielkości 10 x 10 cm.

	proby 1-10	proby 11-20	proby 21-30	próby 31-40	próby 41-50	próby 51-60	Średnia 60 prób	Odchylenie stand.
Średnia waga zebrana	0,67	0,76	0,61	0,64	0,64	0,74	0,68	0,06
Odchylenie stand.	0,04	0,05	0,03	0,05	0,07	0,05	0,05	0,01
Dekompozycja (%)	33,20	24,40	38,90	36,50	36,00	25,60	32,43	6,05

Tab. 3. Dekompozycja igieł na powierzchni badawczej Browek, LKP Puszcza Białowieska w okresie IX.2000-IX.2001. (igły sosnowe standard zebrane w sierpniu 2000 r. w Kampinoskim Parku Narodowym). Eksponowano 60 jednogramowych prób, w paskach po 10 prób wielkości 10 x 10 cm.

	próby 1-10	próby 11-20	próby 21-30	próby 31-40	próby 41-50	próby 51-60	Średnia 60 prób	Odchylenie stand.
Średnia waga zebrana	0,50	0,48	0,47	0,47	0,51	0,45	0,48	0,02
Odchylenie stand.	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,05	0,03	0,01
Dekompozycja (%)	50,5	51,6	53,4	52,7	48,6	55,4	52,03	2,37

Tab 4 . Dekompozycja igieł na powierzchni badawczej Buczyzna Źródłiskowa, LKP Puszcza Bukowa w okresie V.2000-V.2001 r. (igły sosnowe standard zebrane w marcu 2000 r. w Kampinoskim Parku Narodowym). Eksponowano 20 jednogramowych prób, w paskach po 10 prób wielkości 10 x 10 cm.

	proby 1-10	proby 11-20	Średnia 20 prób	Odchylenie stand.
Średnia waga zebrana	0,63	0,61	0,62	0,02
Odchylenie stand.	0,05	0,05	0,05	0,00
Dekompozycja (%)	36,70	38,90	37,80	1,56

Tab 5. Opad i dekompozycja drewna w lasach sosnowych i mieszanych na trasce W-Z przecinającym Polskę wzdłuż równoleżnika 52°N

Rok	Stanowisko	Roczny opad drewna w g/m ²	Dekompozycja drewna w g/m ²	Akumulacja drewna w g/m ²
1994	K092	192,87	30,86	162,01
	K098	149,63	23,94	125,69
	K061	171,70	22,32	149,38
	K023	198,37	25,79	172,58
	K055	226,97	29,51	197,46
	K117	308,85	43,24	265,61
	K126	235,08	30,56	204,52
	K011	251,41	37,71	213,70
	\bar{x}	216,86	30,49	186,37
STD	50,10 = 23,10%	7,05 = 23,11%	43,61 = 23,40%	
1995	K092	115,01	13,80	101,21
	K098	122,67	18,40	104,27
	K061	192,75	26,99	165,77
	K023	198,79	19,88	178,91
	K055	101,74	13,23	88,51
	K117	102,21	10,22	91,99
	K126	166,23	13,30	152,93
	K011	94,64	13,25	81,39
	\bar{x}	136,76	16,13	120,62
STD	42,62 = 31,17%	5,27 = 33,31%	38,75 = 32,13%	
1996	K092	123,06	18,46	104,60
	K098	179,86	17,99	161,87
	K061	135,65	23,06	112,59
	K023	229,16	29,79	199,37
	K055	129,41	14,23	115,17
	K117	145,74	26,23	119,51
	K126	159,02	20,67	138,34
	K011	192,32	34,62	157,70
	\bar{x}	161,78	23,13	138,65
STD	36,44 = 22,52%	6,76 = 29,20%	32,39 = 23,36%	

\bar{x} z 3 lat	172,18	23,26
Średni % roczny ubytek drewna (1994-1996)	13,5%	

Uwaga: Corocznie zbierane jako opad organiczny fragmenty drewna i szyszki eksponowane były następnie w woreczkach z siatki nylonowej na rozkład (1 rok). W sumie zebrano 260 prób opadu organicznego (próby koliste o powierzchni 0,1 m²) oraz wyłożono 240 prób na dekompozycję (woreczki ściółkowe 10 x 10 cm).

Gałązki, które zbierano na powierzchniach opadowych, a następnie eksponowano na stanowiskach do dekompozycji, zaliczyć można do klas wielkości I (<0,6 cm) i II (0,6-2,5 cm) według używanej w niniejszym raporcie klasyfikacji Wolskiego.

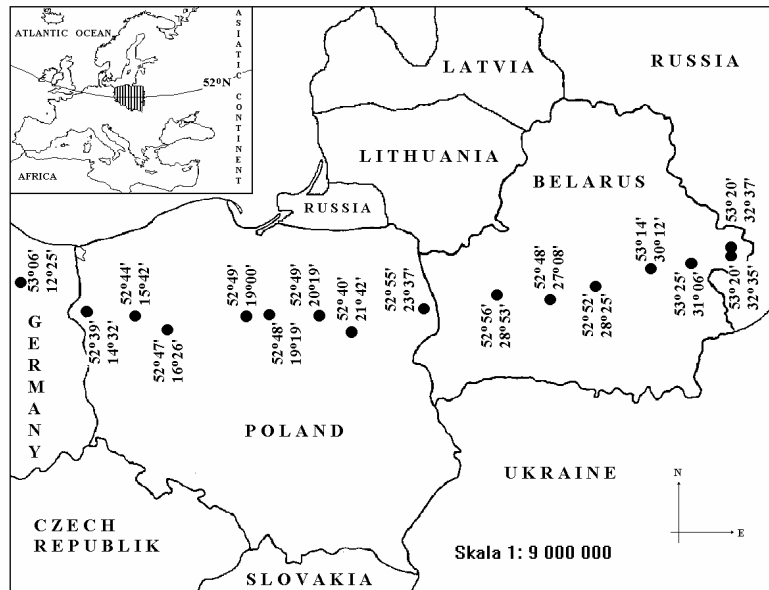
W przeliczeniu na hektary byłyby to wartości następujące:

średni roczny opad drewna (1994-1996) = 1721 kg/ha;

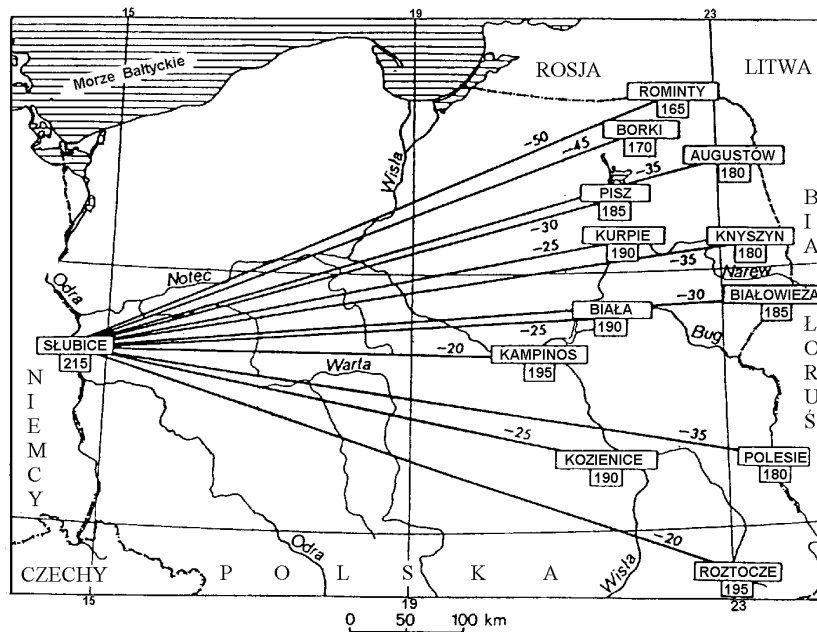
średnia roczna dekompozycja powierzchniowa drewna (1994-96) = 232 kg/ha

Tab. 6. Wskaźnik tempa dekompozycji celulozy w profilu glebowym lasów iglastych. Tempo dekompozycji na powierzchni ziemi oznaczono "1", 5 kolejnych poziomów w głąb profilu glebowego obliczono jako odchylenia od "1".

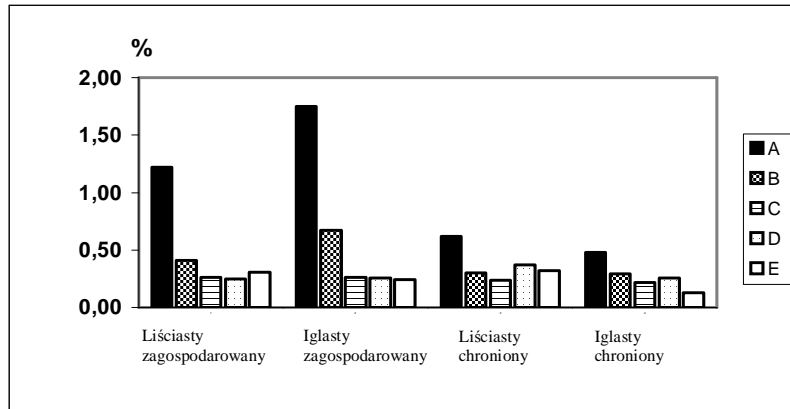
Powierzchnia gleby		1	0,21%
Warstwy w profilu glebowym:	A - (0-10 cm)	"5,3"	1,12%
	B - (10-20 cm)	"2,3"	0,48%
	C - (20-30 cm)	"1,1"	0,24%
	D - (30-40 cm)	"1,2"	0,26%
	E - (40-50 cm)	"0,9"	0,19%



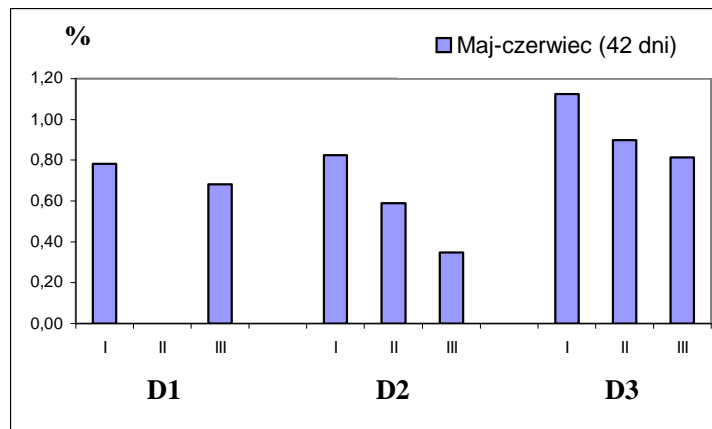
Ryc. 1. Położenie stanowisk na transekcie W-Z.



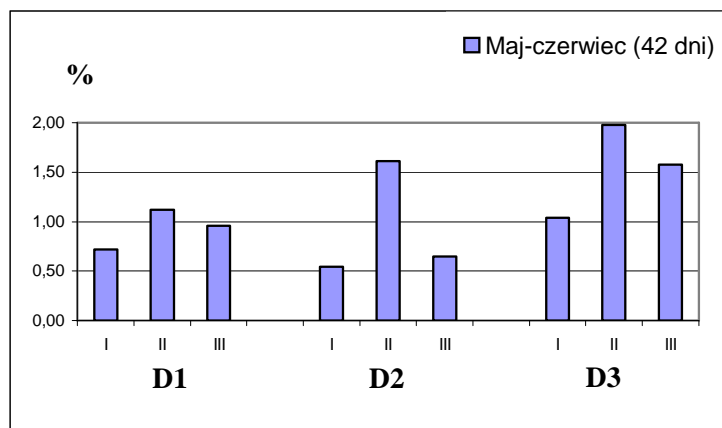
Ryc. 2. Długość okresu wegetacyjnego w dniach w lasach. Cyfry zamieszczone na liniach pokazują różnicę między najcieplejszym miejscem w Polsce (Słubice) a wybranymi kompleksami leśnymi (wg Falińskiego 1986).



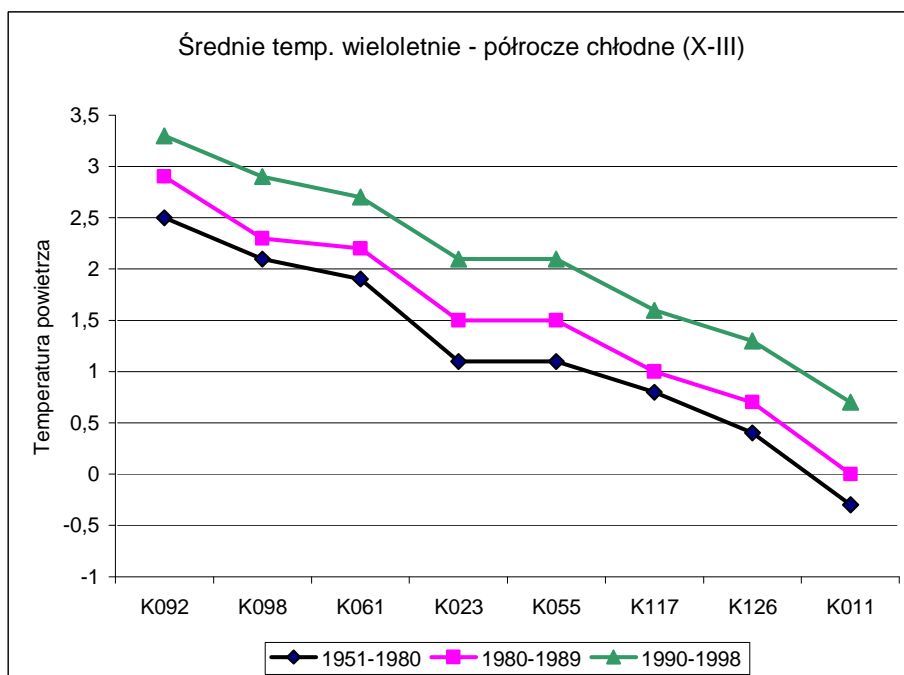
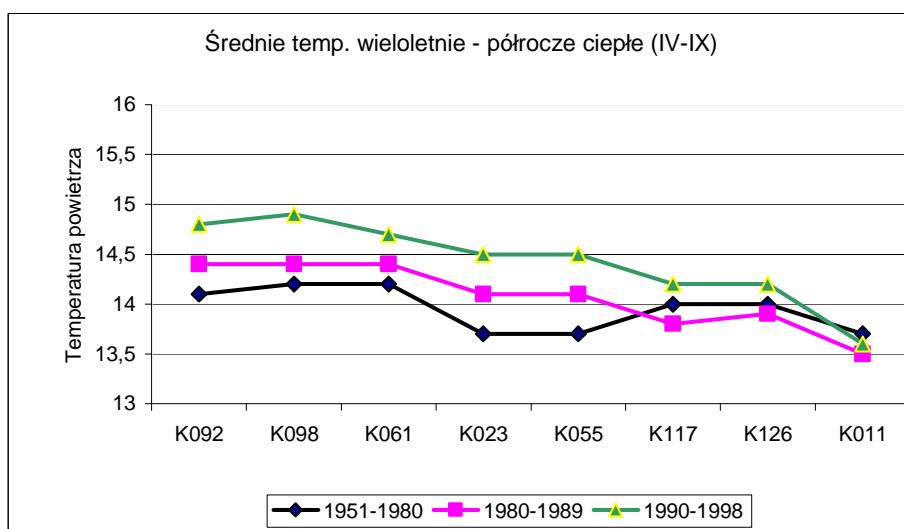
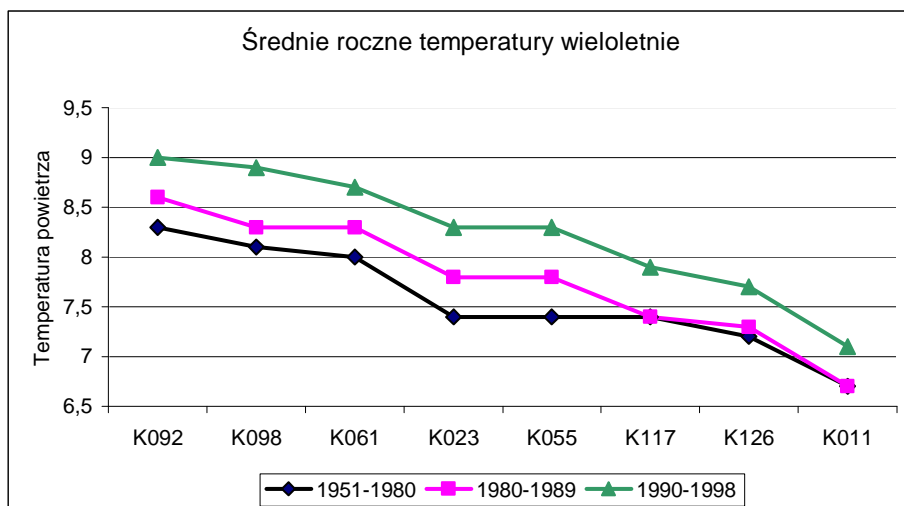
Ryc. 3. Rozkład celulozy (% dziennie) w warstwach gleby: A (0-10 cm), B (10-20 cm), C (20-30 cm), D (30-40 cm), E (40-50 cm). Białowieża 1998, 30 dni ekspozycji, 200 prób w profilu glebowym oraz 80 prób na powierzchni gleby.



Ryc. 4. Dekompozycja celulozy w różnych sektorach martwych, leżących pni (% dziennie). Białowieża 1999, las mieszany sosnowy. I sektor: mieszanina gleby i martwego drewna; II sektor: częściowo rozłożone drewno; III sektor: twarde drewno, D1, D2, D3 – martwe pnie 1, 2, 3.



Ryc. 5. Dekompozycja celulozy w różnych sektorach martwych, leżących pni (% dziennie). Białowieża 1999, las gronowy.



Ryc. 6. Transekt kontynentalny W-E (52°N, 12-32°E)