Waldemar Miazga
GREENLINE Projektowanie i Urządzanie Ogrodów
24-100 Puławy ul. Piłsudskiego 5
www.greenline.net.pl

Czasem zajmujemy się rzeczami zupełnie pozbawionymi sensu.
Ich bezużyteczność jest wprost porażająca ale nigdy nie wiadomo czy coś z tego nie przyda nam się w dalszej wędrówce.

Analiza dendrochronologiczna – idea czy metoda ?

Streszczenie

Rozpatruje się tutaj postulowaną powszechnie wśród konserwatorów zabytków zajmujących się założeniami ogrodowymi możliwość określania wieku drzewa na podstawie jednego z parametrów dendrometrycznych – obwodu pnia na wysokości 1,3m. Określanie wieku drzew jest w chwili obecnej jednym z zagadnień rozpatrywanych w projektach gospodarki drzewostanem dla założeń ogrodowych wpisanych do rejestru zabytków. Przedstawiony został sposób w jaki powszechnie rozwiązywany jest ten problem.
Proponuje się wprowadzenie zmian do sposobu określania wieku drzew.
Przedstawiony jest, w zarysie, sposób wykonania analizy dendrochronologicznej stosowany w firmie Greenline.

Wstęp

W badaniach ogrodów historycznych stosuje się różne metody bezpośrednie.
Metodą o najważniejszym znaczeniu wobec powszechnej skromności źródeł historycznych jak pisze prof. Longin Majdecki w książce „ Ochrona i konserwacja zabytkowych założeń ogrodowych" jest **metoda dendrochronologiczna** .
Metoda prof. L. Majdeckiego składa się z dwóch etapów . Etap pierwszy to badania wieku poszczególnych egzemplarzy drzew wchodzących w skład całego założenia ogrodowego.
Etap drugi, wykonywany jest na podstawie badań etapu pierwszego i pozwala na analizę całych założeń ogrodowych lub ich fragmentów.
Od staranności wykonania badań etapu pierwszego zależy to czy, przy stosowaniu tej metody, uda się określić kiedy ogród został stworzony i prześledzić etapy jego rozwoju co w konsekwencji może rzutować na decyzje o charakterze rekonstrukcji ogrodu podejmowane przez konserwatorów.
Badanie wieku pojedyńczych drzew można wykonać licząc na przekroju ściętego drzewa poszczególne słoje przyrostów rocznych co zdarza się niezmiernie rzadko jako , że nikt nie wycina wiekowych drzew po to aby dowiedzieć się ile mają lat.
Naturalne upadki drzew są związane zazwyczaj z drzewami, których pnie są w bardzo złym stanie co zwykle jest przyczyną zniszczenia drzewa i uniemożliwia dokładne datowanie.
W przypadku drzew uschniętych i stojących mamy do czynienia z wieloletnim procesem zamierania, który bardzo zmienia układ przyrostów rocznych ale pozwala na dokładne datowanie drzewa i przy pewnych założeniach na ekstrapolowanie wyników.
Bardzo rzadko mamy do czynienia z dokumentacją realizacyjną , która pozwala na określenie czasu sadzenia drzew.
Czasami udzielane jest zezwolenie na wykonanie badania inwazyjnego za pomocą świdra przyrostowego ale jego wyniki są niepewne ponieważ w parkach zwykle nie ma drzew o przekroju kołowym i w związku z tym nie wiadomo gdzie położony jest środek pnia badanego drzewa. Na podstawie badania przyrostów za pomocą tego urządzenia nie można ekstrapolować wyników na

pozostałe drzewa.
Najczęściej jednak badanie dendrochronologiczne sprowadza się do wykorzystania jednego z dwóch rodzajów pomocniczych tabel wiekowych.
Zwykle projektanci nie wykonują żadnych badań terenowych, których celem byłoby stworzenie krzywych wzrostu drzew ale korzystają z ogólnie dostępnej tabeli pochodzącej z zasobów SGGW w Warszawie, prezentowanej tam w trakcie nauki studentów w celach poglądowych a wykonanej na podstawie 3-5 pomiarów obwodów dla drzew o niewiadomej lokalizacji. Tabela ta została opracowana przez prof. dr Longina Majdeckiego dla ilustracji jego metody analizy założeń ogrodowych. Według korzystających z niej projektantów można oszacować dzięki niej wiek drzewa z dokładnością ok. 20 lat co jest niestety niezgodne z prawdą. Oceny wieku drzew wykonane na podstawie tej tabeli, rosnących obok siebie i wsadzonych w tym samym czasie, mogą się różnić nawet o 100% lub więcej.
Głoszenie tezy o dużej precyzji datowania przy pomocy tej tabeli, co dziwne, stoi w sprzeczności z ogólnym przekonaniem, że dendrochronologia jest raczej sztuką niż nauką.
W zaleceniach konserwatorskich czasami zdarza się wskazanie na tę tabelę jako główne źródło przy sporządzaniu analizy dendrochronologicznej.
Niestety, korzystanie z ogólnie dostępnej , uproszczonej tabeli wiekowej, która w zasadzie jest ilustracją metody a nie prawdziwym narzędziem do badań populacyjnych całkowicie wypaczyło sens i znaczenie dendrochronologicznej metody badań ogrodów prof. L. Majdeckiego.
Tabele wiekowe sporządzone przez leśników są co prawda dokładniejsze ale nie dotyczą drzew parkowych. Leśnicy są perfekcjonistami jeśli chodzi o kształt drzew. Ich drzewa są okrągłe. Wszystkie odbiegające od wzorca są w procesie produkcji leśnej eliminowane. W ogrodach natomiast nie stawia się na standaryzację ale na różnorodność więc bardzo rzadko zdarza się , żeby drzewa parkowe miały okrągłe pnie.
Tabele wiekowe to najbardziej racjonalne narzędzie do określania wieku drzew bo zazwyczaj spisy drzew składają się z setek i tysięcy egzemplarzy.

Bezpośrednim narzędziem wykorzystywanym przy analizie dendrochronologicznej jest wykres „obwód-wiek”, który wykonuje się na podstawie tabel wiekowych odpowiednio dla każdego z gatunków drzew.
Dobrze byłoby zatem żeby wykresy „obwód-wiek”, które są podstawą datowania drzew były jak najbardziej zbliżone do średnich wartości właściwych dla populacji drzew rosnących na badanym terenie.
Jest to jednak zadanie karkołomne bo drzewa jak wszystkie układy biologiczne poddawane są działaniu wielu czynników modyfikujących proces wzrostu.
Wpływu czynników genetycznych i paragenetycznych na przebieg wykresu „obwód-wiek” nie można wyeliminować ale są one decydujące dla drzew młodych a badane drzewa parkowe są drzewami dojrzałymi lub starymi, o w zasadzie wyrównanych cechach gatunkowych co w pewnym stopniu pozwala pominąć oddziaływanie genetyki na przebieg wykresu w ramach jednego gatunku.
Zależność między obwodem drzewa i jego wiekiem w głównej mierze modyfikują czynniki egzogenne takie jak; klimat w sensie ogólnym i lokalnym, warunki glebowe, gęstość populacji, stan zdrowotny drzewa, historia uszkodzeń mechanicznych lub wykonywanych zabiegów pielęgnacyjnych, kształt korony i zjawisko wielopniowości.
Czynniki egzogenne można podzielić na te, które wpływają na całą populację drzew oraz na takie , które oddziałują na każde drzewo z osobna w trochę inny sposób.
Działanie wszystkich tych czynników prowadzi do określonej dystrybucji masy drzewnej w pniach, innej dla każdego z badanych drzew.
Tutaj będzie się rozpatrywać jedynie zagadnienie płaskie czyli dystrybucję masy w danym przekroju pnia lub konara.
Nie będzie się rozpatrywać rozkładu wytworzonej masy drzewnej w osi pionowej. Jest to oczywiście także ważne zagadnienie o dużym wpływie na wiarygodność wykresu „obwód-wiek” ale niestety przekraczające nasze dzisiejsze możliwości rejestracji obrazu i jego obróbki.

I. Czynniki wpływające na ilość masy wytwarzanej przez drzewo oddziałujące na całą populację.

1. Warunki klimatyczne i glebowe są czynnikami o charakterze ogólnym i wpływają na wzrost całej populacji drzew na danym terenie. Przy badaniu krzywej wzrostu nie powodują znacznych odchyleń od średniej dla danego terenu ponieważ nie generują w pniu drzewa szczególnego rozkładu naprężeń mechanicznych (poza zjawiskiem „przeważających wiatrów") i mogą być brane pod uwagę jako główny, stały czynnik dla miejscowej populacji.

2. Gęstość populacji warunkująca dostęp do światła to drugi z czynników wpływający na ocenę wieku drzewa. Może ograniczać ilość wytwarzanej przez drzewo biomasy oraz zmieniać sposób jej dystrybucji poprzez optymalizację kształtu pnia. Dostęp do światłą na przestrzeni lat ulega ciągłej zmianie i jest trudny do oszacowania bez oryginalnego materiału porównawczego. Z gęstością populacji związany jest też stan fitosanitarny drzew.

II. Czynniki wpływające na ilość i dystrybucję masy wytwarzanej przez drzewo na przekroju pnia lub kanara .

1. Okres rozwojowy drzewa .

Wydaje się, że głównym czynnikiem wzrostu w pierwszym okresie życia drzewa jest konkurencja o światło. Okres młodociany w życiu drzew tego samego gatunku trwa mniej więcej tak samo długo a kształt krzywej względnego przyrostu pola przekroju poprzecznego pnia lub konara jest nieustalony chociaż zawsze jest to krzywa malejąca. Okres ten cechuje niezbyt duża dynamika przyrostu masy, zależna od ekspozycji na światło bo z zasady faza młodociana rozwoju przebiega pod koronami lub we wnętrzu koron innych starszych drzew. Po okresie młodocianym przyrosty drewna zaczynają wykazywać charakterystyczne dla gatunku i obszaru prawidłowości.

Drzewa w okresie młodocianym nie nadają się do analizy dendrochronologicznej bo w tym okresie rozwój drzew przebiega w sposób niedający się uśrednić zależnie od indywidualnych cech i szybko zmieniających się warunków świetlnych bezpośredniego otoczenia.

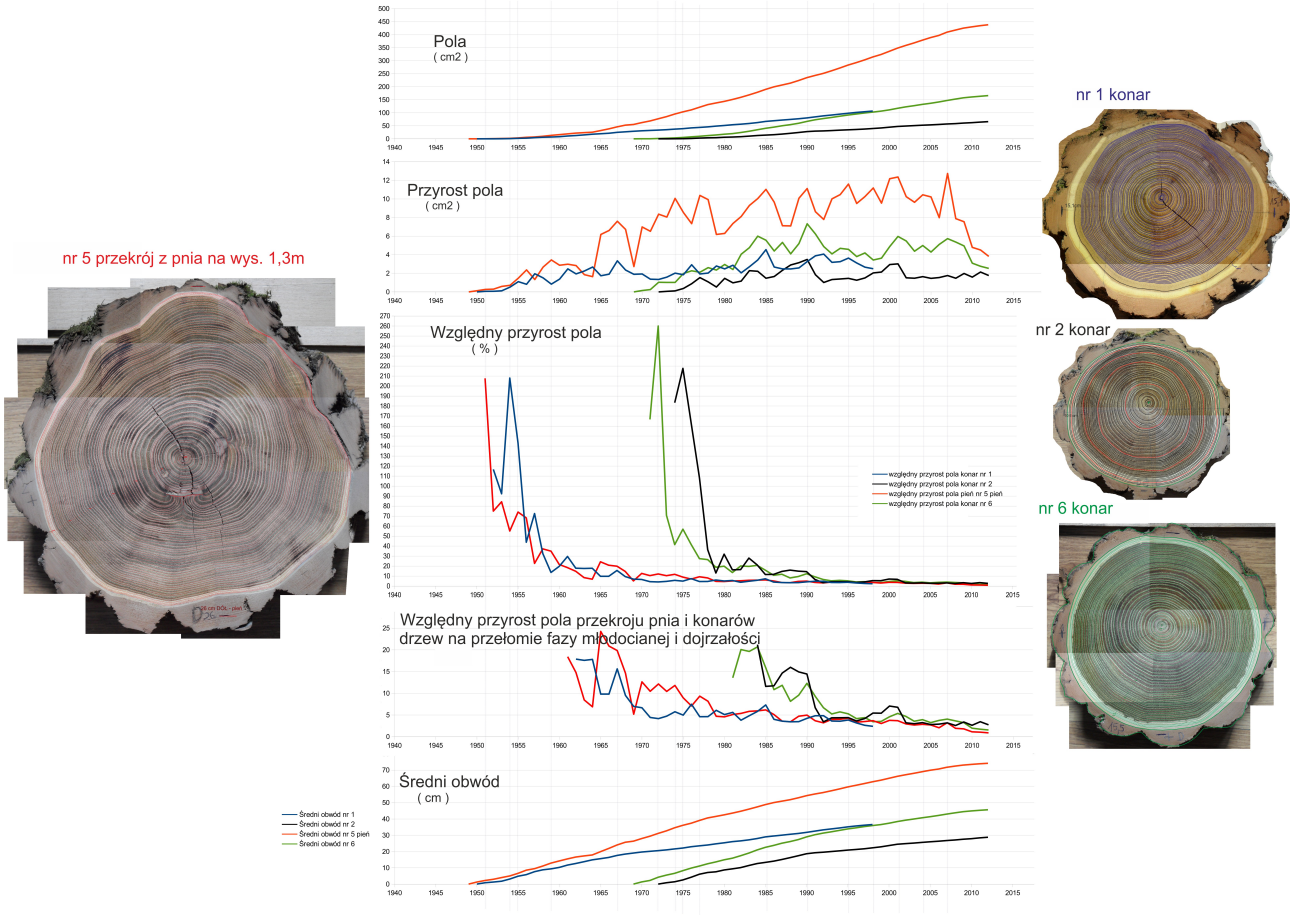
Faza dojrzałości i starości przebiega zwykle przy dobrej lub ustalonej ekspozycji na światło , przy stałej w pewnych ramach wielkości korony i przestrzeni zajmowanej przez drzewo w drzewostanie. Przyrosty masy są w zasadzie ustalone i zależą głównie od fluktuacji klimatu i zasobności środowiska. W okresie dojrzewania i w jego trakcie w drzewie narasta stopniowo ilość uszkodzeń i wyłączeń poszczególnych struktur gromadzących energię. W rezultacie w okresie starości prowadzi to do ciągłego zmniejszania się bilansu energetycznego drzewa co na wykresie widoczne jest jako zmniejszanie się nachylenia krzywych przyrostu pola przekroju poprzecznego pnia lub konara. Okres starości w takim rozumieniu nie jest związany z wiekiem ale raczej ze stanem energetycznym drzewa i malejącym stosunkiem symplastu do apoplastu.

Drzewa w okresie senilnym także nie nadają się do analizy dendrochronologicznej bo w tym okresie ilość uszkodzeń pnia i konarów oraz wpływ tych uszkodzeń na tempo wzrostu jest niemożliwe do oszacowania zwłaszcza dla bardzo starych i uszkodzonych drzew.

Poniższy przykład analizy wykonany został w 2012 r. dla gatunku *Robinia pseudoacacia* pochodzącego z Turowic koła Jasieńca w powiecie grójeckim. Każda z 4 próbek pochodzi z innego drzewa i pobrana była w czasie planowych prac pielęgnacyjnych drzewostanu parku.

Przestawione poniżej wykresy pokazują , że próba wykorzystania materiału pochodzącego z drzew tego samego gatunku i żyjących w identycznych warunkach środowiskowych do wnioskowania na podstawie obwodów o wieku innych drzew jest skazana na niepowodzenie.

Dopiero na poziomie badania względnych przyrostów pola przekroju poprzecznego występuje zgodność wykresów. Niestety, aby na tej podstawie ustalić wiek każdego z drzew należałoby określić dla każdego drzewa z osobna określić warunki brzegowe. To wiązałoby się z koniecznością pobrania próbki z tego drzewa czego właśnie próbuje się tutaj uniknąć.



2. Wysokość, objętość i rodzaj korony potencjalnie zdolnej do asymilacji, rozwiniętej ponad badanym przekrojem ma bardzo duży wpływ na przebieg całego wykresu „obwód-wiek”. Nieuwzględnienie wielkości i rodzaju korony drzewa jest jedną z głównych przyczyn błędnej oceny wieku.

Istnieje silny związek z wysokością na jakiej rozwija się korona. Drzewa z wysoko osadzoną koroną o dużej smukłości odkładają więcej drewna w wyższych partiach pnia co zmniejsza szacunek ich wieku w stosunku do drzew pochodzących z tego samego okresu ale o niżej osadzonej koronie.

Korony zajmujące więcej miejsca w przestrzeni produkują także więcej cukrów niż korony mniejsze.

Korony wieloprzewodnikowe należą do największych. Pnie na których są osadzone zawsze mają większe wymiary niż pnie drzew jednoprzewodnikowych, w tym samym wieku.

W przypadku szacowania wieku takich drzew błąd szacunku może wynieść nawet 50% czyniąc cała pracę bezsensowną.

Fotografia przedstawia *Quercus robur* z cmentarza w Łuszczowie z koroną trójprzewodnikową od wysokości 1.4m. Zgodnie z inwentaryzacją drzewo jest jednopniowe i szacowany według inwentaryzacji jego wiek to 310 lat. Wiadomo jednak z innych źródeł, że drzewo ma mniej niż 150 lat.

Fotografia przedstawia *Quercus robur* rosnący w Hniszowie znany wszystkim pod imieniem Bolko. Jest to dąb, którym opiekujemy się od 80-tych lat ubiegłego wieku. Jego wiek oceniany był przez różnych ekspertów na 450 - 1000 lat bo obwód pnia tego dęba to prawie 900cm.
Badania bezpośrednie wieku pierwszorzędowych konarów, które wyłamały się, wykonywane przez nas na przestrzeni 30 lat wskazują, że rzeczywisty wiek drzewa to maksimum 350 lat.
Błąd polegający na nieuwzględnieniu wpływu korony na wielkość obwodu drzewa w pierśnicy zawsze jest popełniany gdy ocena wieku drzewa wykonywana jest „zza biurka ” na podstawie inwentaryzacji drzewostanu.

3. Rozkład naprężeń mechanicznych w pniu lub konarze

Ogólnie naprężenia w pniu można podzielić na cztery rodzaje ;

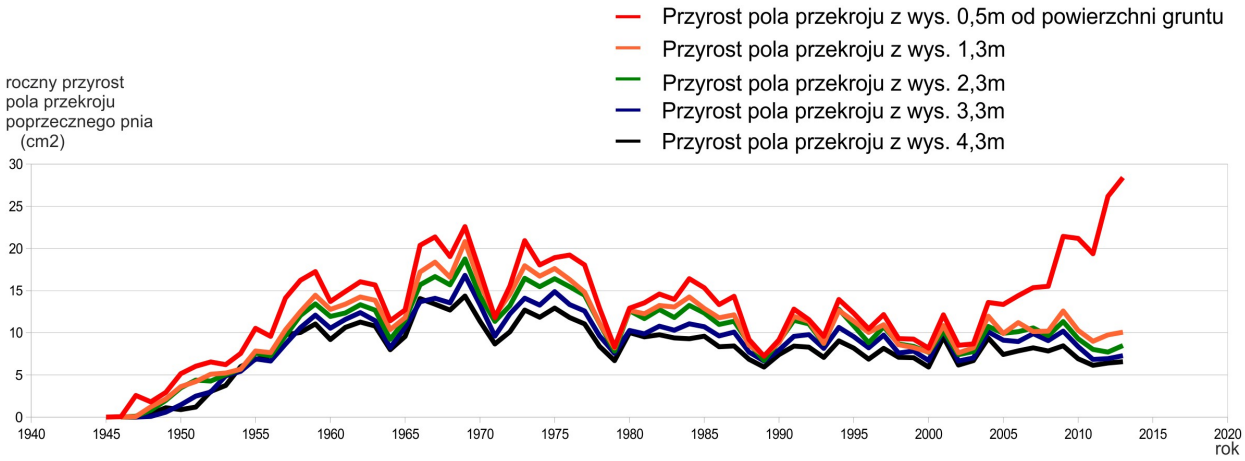
- naprężenia wolnozmienne, o stałym lub zmiennym rozkładzie, od pola grawitacyjnego
- naprężenia wolnozmienne o kołowo-symetrycznym rozkładzie od różnic wielkości komórek drzewo młodego i starego
- naprężenia okołodobowe powodowane przez zmiany zawartości wody w komórkach pnia, dzięki temu pulsowaniu zachodzi przyrost wtórny drewna prof. Kojs
- naprężenia szybkozmienne powodowane przez siły masowe (wiatr, deszcz, śnieg)

Za deformację kołowego przekroju pnia, mającą wpływ na wykres „obwód – wiek" odpowiada pierwszy rodzaj naprężeń oraz ostatni rodzaj wtedy kiedy w działaniu wiatru można doszukać się stałej tendencji mającej określoną średnią wartość mogącą spowodować taką reakcję drzewa jaka występuje przy działaniu obciążenia stałego.
Deformację przekroju drzewa wywołuje stabilny w pewnym okresie , układ naprężeń.
Odchylanie się drzew od pionu wywołuje zginanie i skręcanie ich pni przez siłę ciężkości.
Zbyt duża gęstość drzew rosnących na określonym obszarze jest główną przyczyną odchylania się od pionu w poszukiwaniu dostępu do światła. Drzewa pochylają się też po burzach lub rosną na stokach gdzie występuje zjawisko spełzania wierzchniej warstwy gleby. Mówimy wtedy, że drzewo znajduje się w stanie nierównowagi statycznej.
Drzewo dostosowuje się do warunków stałego działania naprężeń na co najmniej trzech poziomach reakcji; poprzez optymalizację kształtu pnia, dostosowywanie rozkładu różnych komórek tworzących drewno i zmianę budowy ścian komórkowych.
Gęstość populacji i ukształtowanie powierzchni ziemi warunkuje też układ prądów powietrznych. Wiejące z jednego kierunku wiatry (u nas zachodnie), mimo , że są w zasadzie obciążeniem szybkozmiennym to powodują optymalizację kształtu pnia tak jak byłyby obciążeniem stałym. Być może reakcja drzewa odpowiada średniej wartości obciążenia takim przeważającym wiatrem.
Nawet leśnicy, którzy są mistrzami w produkcji idealnie okrągłych drzew zalecają na wietrznych siedliskach lub na skarpach pomiar pierśnicy w dwóch prostopadłych kierunkach i wyciągnięcie średniej.
Drzewo dostosowuje się do układu obciążeń poprzez zmianę rozkładu materiału i stąd drzewa prawie nigdy nie są okrągłe więc pomiar obwodu pnia prawie zawsze obarczony jest błędem systemowym.

4. Istnienie zgnilizn drewna i choroby kory

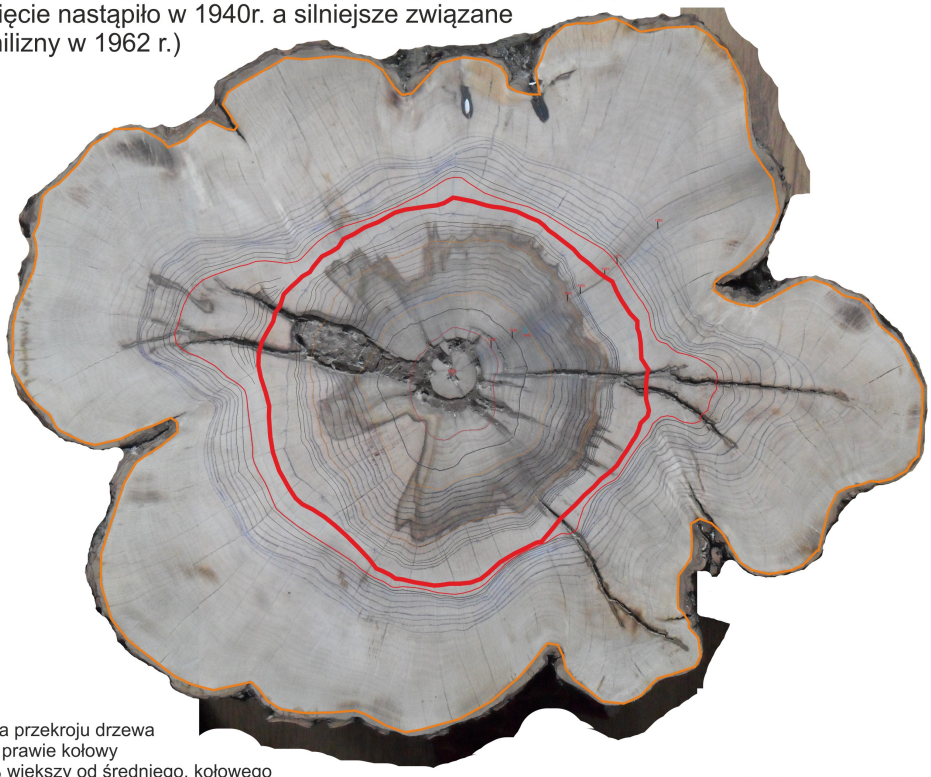
Silną reakcję drzewa polegającą na zmianie kształtu pnia i dystrybucji masy wywołuje powstanie w pniu zgnilizny lub mechaniczne uszkodzenie jego tkanek na wysokości badanego przekroju lub powyżej.
Przedstawiamy tutaj badanie kilku przekrojów dęba czerwonego *Quercus rubra* (z okolic Puław), którego podstawa pnia została zaatakowana przez grzyby. Pomimo braku wyraźnych oznak zgnilizny w przekroju pobranym z wys.0,5m, takich jak zmiana własności mechanicznych drewna, drzewo zareagowało na infekcję zwiększając tempo odkładania drewna na wysokości infekcji. W najsłabszym potencjalnie miejscu, jak przewiduje drzewo na podstawie nie znanych nam jeszcze przesłanek, pień wzmacnia się przez przyrastanie na grubość i już w pierwszych latach infekcji przyrost pola jest 2,5 raza większy niż w przekrojach pnia niezainfekowanych.
Taka reakcja drzewa na infekcje grzybowe całkowicie zmienia rozkład drewna w pniu i w zasadzie eliminuje wszystkie drzewa z widocznymi defektami budowy pnia z procesu oceny wieku na podstawie wzorcowych wykresów „obwód-wiek".

Quercus rubra
Puławy 1946 - 2013
Drzewo o wys. 12m
Korona rozwinięta od wys. 6-7m
Usunięte z powodu rozwijającej się zgnilizny podstawy pnia



O ile zmiana kształtu wynikająca ze zmian oświetlenia korony lub pochylania się drzewa trwa dziesięciolecia to zmiana kształtu pnia drzewa na wysokości zranienia lub infekcji widoczna jest już w następnym sezonie wegetacyjnym i nie jest związana początkowo z istotną zmianą rozkładu lub poziomu naprężeń . Jeśli uszkodzenie znajduje się powyżej miejsca, w którym oceniamy wiek drzewa to mamy do czynienia wtedy ze zjawiskiem tzw. „cienia asymilatów” co uwidacznia się ma przekroju w postaci zdrobnienia przyrostów rocznych po tej stronie pnia po której nastąpiło uszkodzenie. Wpływa to znacznie na ocenę wieku drzewa.

Wpływ pęknięcia wzdłużnego na deformację przekroju poprzecznego pnia na wysokości 1,3m
(pierwsze pęknięcie nastąpiło w 1940r. a silniejsze związane
z rozwojem zgnilizny w 1962 r.)



Stopień zniekształcenia przekroju drzewa
1909 - 1919 - przekrój prawie kołowy
do 1940 - obwód 2-3% większy od średniego, kołowego
od 1962 do 1980 - obwódy 3 - 15% wieksze od średniego, kołowego
po 1980 stopień zniekształcenia przekroju wzrasta - brak danych

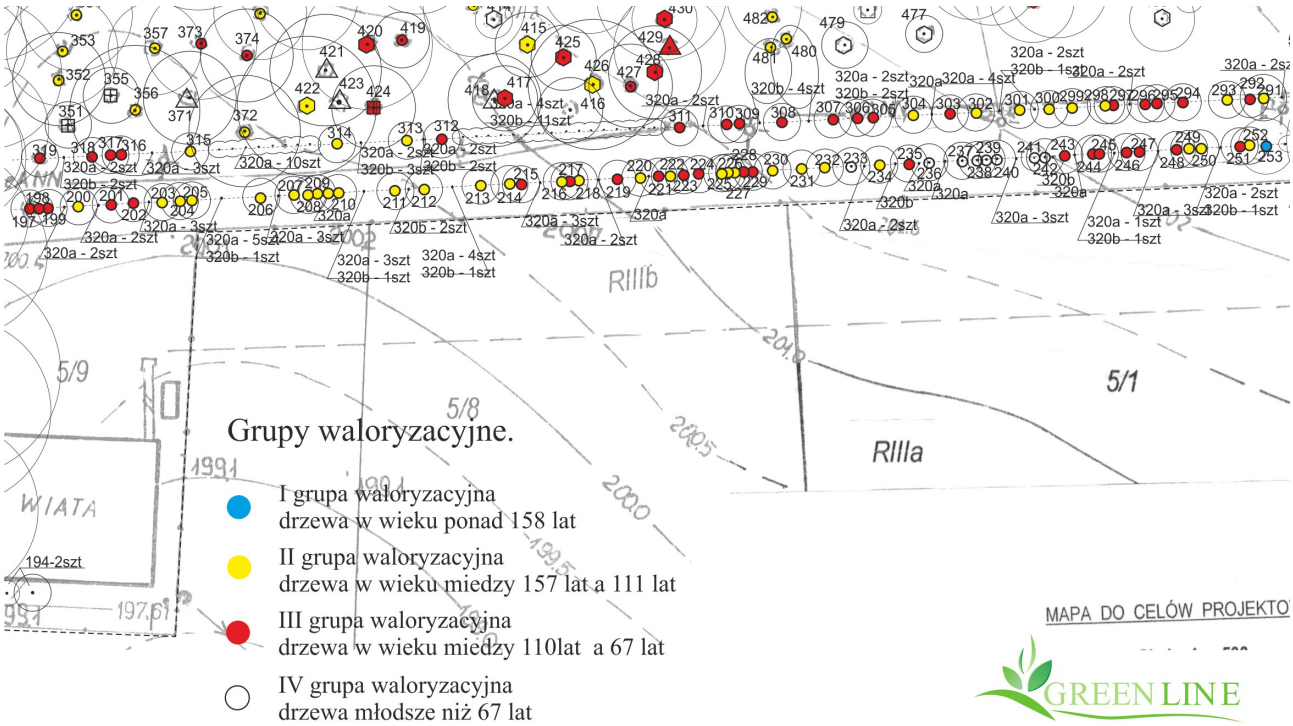
Carpinus betulus 2012
Kraczewice

Drzewa uszkodzone lub widocznie chore nie nadają się do analizy dendrochronologicznej bo wpływ tych uszkodzeń na tempo wzrostu jest niemożliwy do oszacowania.

5. Historia wykonywanych zabiegów pielęgnacyjnych.

Trudność określenia wieku drzewa poddawanego wcześniej zabiegom ogrodniczym polega głównie na tym, że większość zabiegów wiąże się z redukcją aparatu asymilacyjnego i w związku z tym różnymi zaburzeniami w przyroście masy oraz jej rozkładzie na długości pnia. Jak trudne jest to zdanie przedstawia wykonana przez nas analiza dendrochronologiczna szpaleru grabowego w zabytkowym parku w Kraczewicach koło Poniatowej.

Przedziały wiekowe określono zgodnie z ustaleniami innych analiz historycznych a wiek drzew określano na podstawie wykresu sporządzonego w oparciu o próbki pobrane na terenie parku w ramach poprzednich prac konserwatorskich.



Mimo tego, że do określania wieku drzew użyto wykresu sporządzonego na podstawie materiału bardzo dobrej jakości pochodzącego z tego samego siedliska to rozrzut wieku drzew należących do szpaleru wyniósł ponad 100 lat.

Opis metody oceny wieku wybranych drzew stosowanej przez firmę Greenline.

Proponowany tutaj sposób wykonania analizy dendrochronologicznej **składa się z dwóch części składowych.**

Pierwsza część polega na wykonaniu dostatecznie reprezentatywnego dla badanego obszaru (park, ogród) i gatunku drzewa wykresu wzorcowego zależności obwodu od wieku drzewa .
Przy dostatecznie małych obszarach można przyjąć z dużą dokładnością , że na każde drzewo rosnące w parku lub ogrodzie oddziałuje ten sam układ warunków klimatycznych.
Dla wykonania wykresu wzorcowego zależności „obwód-wiek" może być wykorzystane jedynie drewno pochodzące z typowego dla gatunku drzewa, wolnego od chorób i uszkodzeń, mającego żywy ostatni przyrost lub jego fragment rok pobrania próbki.
Inaczej niż dotąd to robiono nie badamy sekwencji przyrostów rocznych lub sekwencji obwodów ale badaniu poddajemy sekwencję pól powierzchni przekroju w każdym kolejnym roku życia drzewa.

Pomiar pól przekroju wymaga ;
a) pozyskania materiału pozbawionego wad , pęknięć i dostatecznie starego, który może pochodzić wyłącznie z prac uzgodnionych z właścicielem obiektu i konserwatorem zabytków
b) wykonania obróbki mechanicznej powierzchni przekroju
c) wykonania dokładnych zdjęć pozbawionych obwodowych zniekształceń i zachowujących odpowiednią skalę wymiarową
d) obróbki komputerowej zdjęć pozwalającej na pomiar pól

Przekrój, który ma posłużyć do budowy wzorcowego wykresu musi spełniać kilka warunków;
1. Zakłada się, że badany przekrój drzewa nie ma poważnych uszkodzeń (pęknięć) i nie rozwija się

w nim zgnilizna.
2. Zakłada się, że badany przekrój nie znajduje się poniżej miejsca poważnie uszkodzonego powodującego tzw.”cień asymilatów”.
3. Zakłada się, że drzewo na danym poziomie przekroju pnia dysponuje określoną (stałą w danym roku) ilością budulca z którego może powstać słój przyrostu rocznego. To jak ten materiał zostanie rozłożony na obwodzie pnia, jak będzie dystrybucja masy drewna, zależy od stabilnego układu naprężeń działających w tym przekroju.
4. Zakłada się, że korona drzewa nie była i nie jest znacznie zacieniana przez inne drzewa i nie nosi śladów znacznych ubytków masy.
5. Zakłada się , że grubość kory zmienia się w sposób liniowy wraz z wiekiem drzewa. Po wykonaniu wykresu dla słoi przyrostu rocznego drewna należy dodać do wykresu odpowiadającą mu pod względem wieku wielkość odpowiadającą przyrostowi grubości kory.
6. W celu oszacowania procentowego wpływu niezbyt rozległych wad budowy lub wpływu zacienienia korony można wykonać dodatkowe badania próbek pochodzących z drzew mających takie wady i rosnących pod okapem.

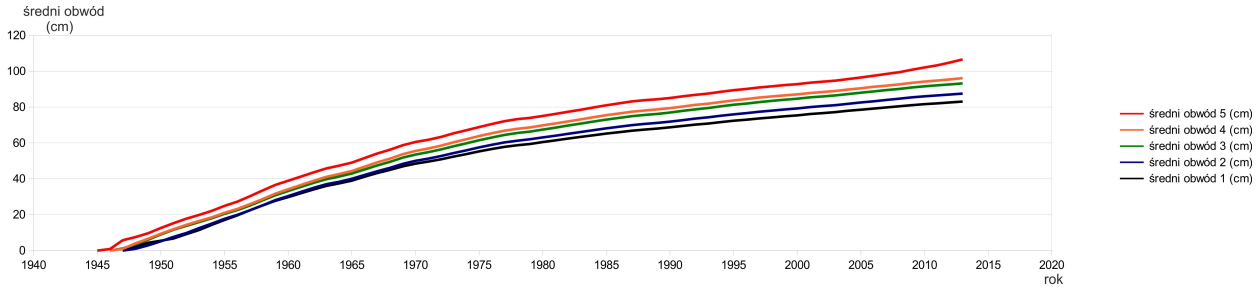
Wykonanie wykresu wzorcowego zależności „obwód-wiek” wymaga wyeliminowania wpływu naprężeń mechanicznych na kształt przekroju pnia drzewa i dystrybucję masy wytwarzanej przez drzewo na przekroju pnia lub kanara.
Każde z drzew inaczej reaguje na obciążenie, które dla każdego z drzew jest inne. Stąd wynikają różnice w poziomie naprężeń każdego z pni w drzewostanie i różnice w dostosowywaniu się do nich każdego z drzew.
Kierunek zmian naprężeń w pniu lub też inaczej optymalizacja kształtu pnia jest zawsze taka żeby drzewo, dysponując określoną ilością materiału budującego tkanki, było jak najwyższe i wygrało z innymi w wyścigu o słońce i przestrzeń życiową.
Gdyby na drzewo nie działał układ naprężeń pochodzących od momentu gnącego i skręcającego to drzewo nie optymalizowałoby kształtu swojego przekroju i pnie byłyby idealnie okrągłe. Już w XVIII wieku szwajcarski matematyk Leonhard Euler rozwiązał zadanie rachunku wariacyjnego i dowiódł, że krzywą zamknięta o najmniejszej długości ograniczającą zarazem największe pole jest okrąg.
Sposób wykonania wykresu polega ma obliczeniu pól przyrostów rocznych w rzeczywistym przekroju pnia i przeliczeniu ich na pola przyrostów rocznych drzewa idealnego, czyli doskonale okrągłego.
Wyeliminowanie wpływu naprężeń na wykres pozwala na stosowanie wykresu do porównywania obwodów i wieku drzew w sposób przybliżony dla wieloletniego układu warunków klimatycznych na terenie makroregionów lub z większą dokładnością dla miejscowego klimatu i warunków glebowych panujących na terenie danego parku.
Eliminację wpływu uszkodzeń mechanicznych , zgnilizn i innych wad na przebieg wykresu „obwód-wiek” uzyskuje się automatycznie poprzez wybór odpowiedniego miejsca w jakim wykonuje się pomiar obwodu.

Druga część metody polega na sporządzeniu, odrębnie dla celów dendrochronometrii, tabeli zawierającej następujące dane dendrometryczne;

- numer inwentarzowy
- określenie gatunku
- pomiar średnicy z podaniem wysokości, na której został wykonany
- uwagi dotyczące obecności ran, zgnilizn i zacienienia korony przez otoczenie (okoliczności zmniejszające pochylenie krzywej”obwód-wiek” na wykresie). Wiek drzew mających duże ubytki wgłębne, zniszczoną lub silnie zdeformowaną koronę nie powinien być określany co należy tutaj zaznaczyć.
- szacowany wiek drzewa na podstawie wykresu wzorcowego dla właściwego gatunku z

uwzględnieniem uwag o ile drzewo spełnia ogólne kryteria

Zalecenia dotyczące wykonywania pomiarów drzew.
Pomiary obwodów drzew powinny być wykonywane poza miejscami uszkodzeń lub zgnilizn pnia. Oznacza to, że pomiar obwodu drzewa może być wykonywany powyżej pierśnicy drzewa co do tej pory było kanonem. Odejście od konieczności mierzenia obwodu na wysokości pierśnicy pozwala także na uniknięcie bardzo poważnego błędu przy datowaniu drzew polegającego na powszechnym nieuwzględnianiu wieloprzewodnikowej budowy drzewa co zawsze prowadziło do fałszywych ocen i przesadzonych znacznie wyników (np. tysiącletnie dęby, lipy z czasów Kochanowskiego itd.).
Dzięki wykonywaniu pomiarów powyżej pierśnicy uniknąć można części pnia pokrytego spękaną korą co dodatkowo zwiększa przypadkowość odczytów obwodów.
Jednak należy pamiętać , że pomiar obwodu nie powinien być wykonywany powyżej wys. 2m .
Jak wcześniej wykazano bezpośredni pomiar obwodów na rosnących drzewach prowadzi do znacznych odchyleń w konstruowaniu wykresu wzorcowego dlatego też dla określenia średniego obwodu dokonuje się pomiaru pól przekroju poprzecznego pnia lub konara. Na podstawie znajomości pól słojów przyrostów rocznych obliczone zostają średnie obwody odpowiadające przyrostom rocznym.
Jest to pewne uproszczenie bo drzewo odkłada drewno różnie na różnych wysokościach pnia. Czynnikiem modyfikującym jest też wysokość na jakiej rozwinięta jest korona.
Badania wykonane dla 5 przekroi (wykonanych na wysokościach 0.8m,1.3m,2.3,3.3,4.3m) pnia jednego drzewa *Quercus rubra* (okolice Puław), którego pień pochylony był od poziomu na 53 st wykazały, że uśrednione obwody zależności „obwód-wiek” różnią i nie wynika to tylko z różnego wieku drewna na różnych wysokościach. Pole naprężeń powoduje różnice w ilości odkładanego drewna w kierunku osiowym co powoduje zmianę nachylenia krzywych na wykresie wraz ze wzrostem wysokości przekroju.



Dla przekroju pobranego z wysokości 1.3m sporządzony został wykres zależności „obwód-wiek”.
Badanie przekrojów z rożnych wysokości pnia wykazało, że szacowanie wieku na podstawie średniego obwodu z wysokości 2m wykazało niewielki błąd niedoszacowania ok. 2% a szacowanie wieku na podstawie średniego obwodu z wysokości 0.5m wykazało duży błąd przeszacowania ok. 21%.
Różnica w szacowaniu wieku na podstawie wykresu sporządzonego dla przekroju z wys. 1.3m i przekroju pobranego z wysokości 4m wynosi 15 lat mimo, że w rzeczywistości oba przekroje dzieli okres 6 lat. Należy dążyć aby pomiary odbywały się na wysokości maksymalnie zbliżonej do wysokości 1.3m.
Jeśli pomiar z jakichś względów nie może być prawidłowo wykonany w okolicach wysokości 1.3 - 2m to należy uznać, że nie można ustalić wieku drzewa w rozsądnych granicach.

Podsumowanie.

Prezentowane badania wykonywane przez firmę nie zawierają skomplikowanych procedur statystycznych, niedostosowanych naszym zdaniem do potrzeb dendrochronologii a zwłaszcza do prób tworzenia uogólnionych zależności dendrochronologicznych. Statystyczna ocena błędu pomiaru lub łańcucha pomiarowego w przypadku przekrojów drzew jest niecelowa ponieważ już sam podmiot badań, przekrój jest niedookreślony. Aby nie zaciemniać zbytnio toku rozumowania całkowicie pominięto tutaj zjawisko paczenia się przekrojów przy zginaniu i skręcaniu. W ogólności można powiedzieć, że skręcanie lub zginanie drzewa powoduje takie coroczne zmiany przekroju pnia lub konara, które wykluczają porównywanie tych samych zespołów komórek drzewa na przestrzeni lat.
Określenie wieku drzew z dokładnością do 20-30 lat jest warunkiem wykorzystania badań do analizy dendrochronologicznej ponieważ istotne zmiany stylowe ogrodów następowały w takich przedziałach czasu.
Określanie wieku drzew z mniejszą dokładnością jest niecelowe bo nie zmienia naszej wiedzy o kompozycji parkowej w aspekcie historycznym.
Dotychczasowy sposób oceny wieku drzewa, „zza biurka ” na podstawie inwentaryzacji drzewostanu nie daje żadnej szansy na zbliżenie się do tej granicy.
Osiągnięcie wyższej dokładności oceny wiąże się z koniecznością terenowych lustracji badanych drzewostanów, rezygnacji z wykorzystania tabel inwentarzowych w badaniach dendrochronologicznych jako jedynego źródła wiedzy o drzewostanie i sporządzania każdorazowo nowych krzywych wzorcowych zależności „obwód-wiek” właściwych dla gatunku i obszaru.
Zastosowanie bardziej dokładnych metod badania wieku drzew jest możliwe po wykonaniu badań bezpośrednich pni i konarów różnych gatunków drzew występujących w parku.
Na podstawie wykonanego wykresu wzorcowego dla danego gatunku można ocenić wiek tylko tych drzew, które nie mają widocznych oznak poważnych, przeszłych uszkodzeń, chorób lub wad budowy. Nie można też w ten sposób określić wieku drzew znajdujących się pod stałą presją koron otaczającego drzewostanu z wyjątkiem gatunków tolerujących zacienienie koron.
Zakładamy, że nie ma sensu szacowanie wieku drzew na podstawie tabel wiekowych nie spełniających powyższych kryteriów bo możliwy błąd może wynieść nawet kilkadziesiąt lat co czyni bezużyteczną analizę zmian stylowych z przedziałami zmienności wynoszącymi kilka dziesięcioleci.
Uzyskanie odczytu wieku z wzorcowego wykresu „obwód-wiek” powinno zostać poddane dalszej analizie uwzględniającej specyficzne warunki życia drzewa takie jak wielkość korony, wzrost pod osłoną innych koron , obecność lub brak śladów zniszczeć korony lub pnia, istnienie lub brak zgnilizn drewna i stan fitosanitarny korony. Fakt braku możliwości datowania drzewa zostaje odnotowany w tabeli dendrochronologicznej.
W szerszym sensie tworzenie bardziej realistycznych niż obecnie analiz dendrochronologicznych wymaga zmiany stanowiska osób oceniających zawartość merytoryczną projektów rewaloryzacji historycznych obiektów ogrodowych.
Jest to związane ze zmianą dotychczas obowiązującej praktyki ochrony i pielęgnacji drzew parkowych stosowanej przez służbę ochrony zabytków polegającej uzależnieniu programu gospodarki drzewostanem od wykonania analizy dendrochronologicznej.
Przy określaniu zakresu zabiegów w drzewostanie jednym z czynników wpływających na zakres zalecanych zabiegów jest oczywiście wiek drzewa ale jest to raczej informacja uzupełniająca.
Porządkowanie drzewostanu na podstawie projektu gospodarki drzewostanem nie jest w żaden sposób uwarunkowane istnieniem bardziej zaawansowanych analiz niż te dotyczące biologicznych aspektów istnienia drzewa.
Kolejność zatem musi być odwrotna.
Najpierw należy wykonać plan gospodarki drzewostanem, bez wykonywania analizy dendrochronologicznej, zebrać materiał do badań, w trakcie wykonywania zabiegów w koronach drzew a dopiero na końcu możliwa będzie analiza w oparciu o rzeczywisty materiał. Na etapie

wykonywania programu gospodarki drzewostanem należałoby się zatem powstrzymać od usuwania drzew nie zagrażających bezpieczeństwu ludzi i mienia.
Trzeba mieć także świadomość faktu , że analiza dendrochronologiczna może być wykonana z dokładnością mieszczącą się w sensownych granicach jedynie dla niewielkiego odsetka drzew parkowych (szacunkowo 10-20%) co w rezultacie bardzo ograniczy sporządzanie, tak szerokich jak dotąd, analiz stylowych kompozycji parkowych.
Twierdzenie, że możliwe jest ustalenie wieku drzewa na podstawie pomiaru jego zewnętrznych parametrów dendrometrycznych jest nieuprawnione. Gdyby każdorazowo nie uwzględniało się kontekstu historycznego, budowy i uwarunkowań środowiskowych to określenie wieku drzewa z rozsądną dokładnością w ogóle nie byłoby możliwe.
Sporządzanie bardziej dokładnych analiz dendrochronologicznych mógłby wspomóc powrót do starego pomysłu tzw. „księgi ogrodu" gdzie właściciele parków lub ogrodów zbieraliby np. dokumentację fotograficzną, cyfrową po wykonanych zabiegach lub wycinkach możliwą do wykorzystania w następnych latach.
Należy badać dalej możliwość wykorzystania próbek pobranych z konarów drzewa do ustalania historii wzrostu drzewa, nietożsamej z wiekiem drzewa, bo ten materiał jest dostępny bez poważnego uszczerbku dla kondycji samego badanego drzewa.
Określenie wieku drzewa na podstawie tabel wiekowych i danych dendrometrycznych , przed jego ścięciem, z dokładnością uzasadniającą wykorzystanie wyników w dokładnej analizie stylowej jest fikcją.
Analiza dendrochronologiczna – idea czy metoda ?