

# Drzewa w cyklu życia

Europejscy praktycy  
na rzecz arborystyki

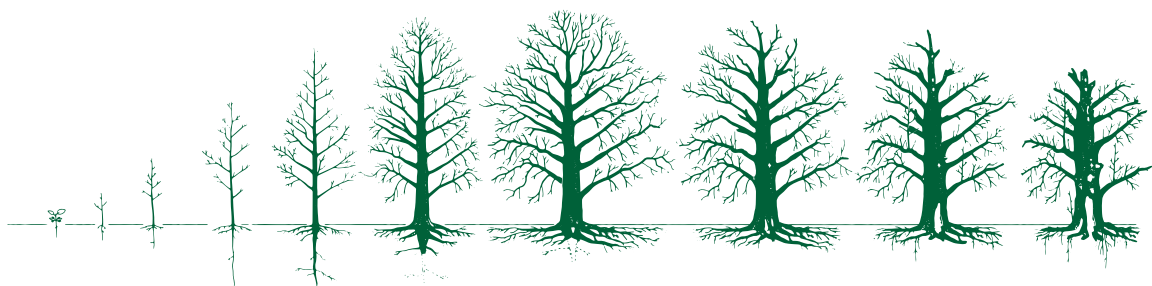


Dirk Dujesiefken, Neville Fay  
Jan-Willem de Groot, Nigel de Berker

Redakcja: Kamil Witkoś-Gnach, Piotr Tyszko-Chmielowiec

# Drzewa w cyklu życia

Europejscy praktycy  
na rzecz arborystyki



Dirk Dujesiefken, Neville Fay  
Jan-Willem de Groot, Nigel de Berker

Redakcja: Kamil Witkoś-Gnach, Piotr Tyszko-Chmielowiec

Witkoś-Gnach K., Tyszko-Chmielowiec P., (red.) 2016:  
*Drzewa w cyklu życia. Europejscy praktycy na rzecz arborystyki*. Fundacja EkoRozwoju, Wrocław, ss. 136

Copyright © Fundacja EkoRozwoju, Wrocław, 2016

Tytuł oryginału: *Trees – a Lifespan Approach. Contributions to arboriculture from European practitioners*

Autorzy: Nigel de Berker, Jan-Willem de Groot, Dirk Dujesiefken, Neville Fay

Redakcja: Kamil Witkoś-Gnach, Piotr Tyszko-Chmielowiec

Redakcja merytoryczna polskiego wydania: Piotr Tyszko-Chmielowiec

Tłumaczenie: Ewa Kochanowska

Współpraca translatorska i redakcyjna: Jerzy Stolarczyk, Beata Pachnowska, Arkadiusz Wierzba

Recenzja polskiego wydania: Urszula Zajączkowska, Marzena Suchocka

Ilustracje:

Boomadviesbureau De Groot: 23–40

Gunnar Kleist: 9–11, 15–17, 21, 48, 49, 53, 55, 57, 58, 62

Institut für Baumpflege Hamburg: 3–8, 12–14, 18–20, 41–47, 50–52, 54, 56, 59, 60–65

Neville Fay: 1,2, 69,70a, 70b, 71a, 71b, 72a, 72b, 73a, 73b, 74, 75, 76

Redakcja językowa i korekta: Dorota Szechińska

Opracowanie graficzne i skład: Bart-Studio, kontakt@bart-studio.pl

Druk: Pasaż Sp. z o.o., 30–363 Kraków, ul. Rydlówka 24

Wydrukowano na papierze Cocoon Silk, 100% Recycled

ISBN 978-83-63573-17-1



Książkę wydano w ramach projektu „Roads for Nature – campaign promoting trees in Poland’s rural landscapes, as habitats and ecological corridors”, finansowanego przez program LIFE+ Unii Europejskiej oraz Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej



[aleje.org.pl](http://aleje.org.pl)

Rodział I. Wprowadzenie.....	5
Przedmowa (Kamil Witkoś-Gnach, Piotr Tyszko-Chmielowiec).....	6
Wstęp (Neville Fay, Nigel de Berker) .....	9
Rodział II. Perspektywa cyklu życia drzewa.....	11
2.1. Arborystyka z perspektywy drzewa sędziwego (Neville Fay, Nigel de Berker).....	13
2.1.1. Rozwój nowoczesnej arborystyki – paradygmat utylitarny .....	13
2.1.2. Paradygmat drzewa sędziwego .....	14
2.1.3. Sędziwe drzewa, sędziwe gleby .....	15
2.1.4. Rozwój arborystyki konserwatorskiej .....	15
2.1.5. Zarządzanie ryzykiem związanym z drzewami – co jest rozsądne, a co bezpieczne? .....	16
2.1.6. Proces starzenia się: morfofizjologiczny model etapów życia drzewa .....	18
2.1.7. Dynamika stanów przejściowych w procesie starzenia się .....	21
2.1.8. Opieka na kolejnych etapach życia – młode drzewo .....	23
2.1.9. Opieka na kolejnych etapach życia – lekcja starego drzewa .....	25
2.2. Biologia i strategie przetrwania drzew (Dirk Dujesiefken) .....	31
2.2.1. Reakcja drzew na rany.....	31
2.2.2. Model CODIT .....	38
2.2.3. Reiteraty i „drugie życie” drzew .....	42
Rodział III. Opieka nad drzewami z perspektywy cyklu ich życia .....	51
3.1. Opieka nad młodymi drzewami (Jan-Willem de Groot) .....	53
3.1.1. Wprowadzenie .....	53
3.1.2. Krótka historia formowania drzew w Holandii .....	54
3.1.3. Zasady pielęgnacji młodych drzew .....	56
3.1.4. Przed cięciem – dobry początek to połowa roboty .....	66
3.1.5. Formowanie młodych drzew .....	69
3.1.6. Harmonogram formowania drzewa .....	74
3.1.7. Korzyści finansowe .....	74
3.1.8. Podsumowanie .....	80
3.2. Opieka nad drzewami dojrzałymi (Dirk Dujesiefken) .....	83
3.2.1. Wprowadzenie .....	83
3.2.2. Cięcia formujące .....	85
3.2.3. Stabilizacja korony drzewa .....	97
3.3. Sędziwe drzewa i ich znaczenie (Neville Fay, Nigel de Berker) .....	103
3.3.1. Wprowadzenie – ku arborystyce konserwatorskiej .....	103
3.3.2. Strategie przetrwania drzewa sędziwego .....	109
3.3.3. Konserwatorska opieka nad drzewami .....	121
3.3.4. Wnioski .....	128



I

# Wprowadzenie

# Przedmowa

Drodzy Czytelnicy,

na naszej drodze do poznania drzew spotkaliśmy ich znawców – ludzi pełnych pasji i chęci do dzielenia się swoimi doświadczeniami i wiedzą. Zainspirowali nas oni do stworzenia koncepcji publikacji, która mówiłaby o tym, jak drzewa rozwijają się w kolejnych fazach swojego życia. Każda z nich – młoda, dojrzała i sędziwa – wymaga innego podejścia do pielęgnacji. Zwróciliśmy się do fachowców z trzech krajów, w których wypracowano skuteczne zalecenia odnoszące się do opieki nad drzewami w tych trzech fazach.

Praktyczne i efektywne metody formowania młodych drzew zostały wypracowane w Holandii (Jan-Willem de Groot). Wszechstronne wytyczne i normy dotyczące utrzymania drzew dojrzałych, na podstawie licznych badań naukowych oraz praktyki gospodarowania drzewami, powstały w Niemczech (Dirk Dujesiefken). W Wielkiej Brytanii natomiast, w wyniku



długoletnich, bogatych oraz interdyscyplinarnych doświadczeń, wypracowano techniki opieki nad – choć wyjątkowo tam liczną, to jednak zagrożoną – populacją drzew sędziwych (Neville Fay, Nigel de Berker).

Kluczowym wydarzeniem w przygotowywaniu tej publikacji było seminarium, które odbyło się we wrześniu 2015 w Białowieży. Wydarzenie to zgromadziło ponad 30 uczestników z Polski, Czech, Niemiec, Holandii, Włoch, Rosji, Stanów Zjednoczonych oraz Wielkiej Brytanii. Starali się oni pogłębić wiedzę o drzewach, ich cyklu życia, fizjologii, morfologii, a także mogli doświadczyć ich obecności w miejscu, gdzie swobodnie rosną, dojrzewają i zamierają.

Książka ta jest wynikiem prawdziwie międzynarodowej współpracy, pozwalającej dzielić się doświadczeniem i praktycznymi umiejętnościami opieki nad drzewami. Znajomości, które powstały podczas naszej pracy, przekształciły się w przyjaźnie, a – jak mawia brytyjski znawca drzew i wnikliwy obserwator przyrody Ted Green – przyjaźń zawiązana pod drzewem trwa całe życie.







# Wstęp

Neville Fay i Nigel de Berker

Tradycyjna arborystyka powstała z połączenia kilku specjalności, wywodzących się głównie z leśnictwa, architektury krajobrazu i ogrodnictwa. Na arborystykę oddziałuje wiele dziedzin – od botaniki, dendrologii, fizjologii roślin po fitopatologię. Do dyscyplin pokrewnych, powiązanych z arborystyką, zalicza się mykologię, mikrobiologię, gleboznawstwo, lichenologię, ekologię, morfologię itd. Mimo że lista tych specjalizacji robi wrażenie, to jednak najwyraźniej mają one pewne trudności z porozumiewaniem się między sobą.

Drzewo sędziwe żyje nie tylko w przestrzeni jako element rozmaitych krajobrazów, ale i w czasie, i to w skali zasadniczo odmiennej od tej, którą znają ludzie. Gdy drzewo osiąga etap sędziwości, staje się bytem coraz bardziej złożonym, nie tylko jako osobnik, lecz także jako kolonia swych potencjalnych następców, którzy przechodzą przez wcześniejsze etapy rozwoju. W miarę upływu czasu drzewo sędziwe wraz ze swym glebowym środowiskiem staje się gospodarzem coraz bardziej złożonego, bogatego ekosystemu.

Badania nad sędziwymi drzewami i uznanie ich znaczenia torują drogę lepszemu rozumieniu procesów naturalnych, dostarczając materiału, który można i należy wykorzystywać w podejmowaniu decyzji dotyczących opieki nad drzewami na wszystkich etapach życia. Taka wiedza jest szczególnie ważna w opracowywaniu strategii przedłużających życie i wzbogacających wartość ekologiczną drzew. W ciągu ostatnich lat tego typu podejście wywiera coraz większy wpływ zarówno na główny nurt teorii, jak i praktykę, czego wyrazem jest „arborystyka konserwatorska” (*conservation arboriculture*).

Niniejsza książka ma na celu ożywić zwiazki i pobudzić obieg informacji między poszczególnymi dyscyplinami, by wzmocnić zintegrowane podejście do badań naukowych i praktyki oraz wykorzystać wspólnie zdobytą wiedzę. Na stronach publikacji zajmujemy się rozmaitymi aspektami życia drzew rozumianego jako całość. Szczególnie wnikliwie przyglądamy się etapowi sędziwości i naukom, jakie płyną dla nas z jego lepszego zrozumienia. Rozdział 2 rozważa, jak drzewa reagują na pewne typy uszkodzeń i jak zrozumienie charakteru tych reakcji można wykorzystać w zabiegach cięć, ze szczególnym uwzględnieniem drzew młodych i dojrzałych. Szczegółowej analizie poddano takie zagadnienia jak reakcja na zranienie, grodziowanie (model CODIT) i gatunkowe strategie przetrwania. Rozdział 3.1 rozpatruje wymagania dotyczące formowania młodego, miejskiego drzewa w ciągu pierwszych 25 lat po posadzeniu i kreśli ogólne zarysy metody kształtowania drzewek zwanej holenderską i jej szacunkowe koszty. Skupia się na długoterminowych korzyściach przeprowadzania często powtarzanych, umiarkowanych zabiegów na wczesnym etapie życia, co minimalizuje traumę związaną z cięciem i ustala wzorzec wzrostu dla konstrukcji korony na etapie dojrzałości, dostosowany do okoliczności, jakie mogą wystąpić w miejskim środowisku, a zwłaszcza do wymagań wobec drzew rosnących blisko budynków i dróg. Rozdział 3.2 rozważa praktyczne implikacje grodziowania (kompartymentalizacji) uszkodzeń przez drzewa i przedstawia wytyczne dotyczące stosownej opieki ze szczególnym uwzględnieniem cięcia drzew na etapie dojrzałości. Rozdział 3.3 analizuje „paradygmat drzewa sędziwego”, który obejmuje

wyjatkowe walory takiego drzewa zrodzone z oddziaływań pomiędzy nim a środowiskiem. Oddziaływania te w miarę upływu czasu doprowadzają do ukształtowania się drzewa jako ekosystemu, obejmującego także glebę sędziwą. Paradygmat uwzględnia proces starzenia się, grodziowanie, rozkład drewna i odnawianie się z perspektywy wykształconych strategii przetrwania, które wywierają wpływ nie tylko na opiekę nad sędziwymi drzewami, lecz również nad drzewami we wcześniejszych etapach życia.

II

# Perspektywa cyklu życia drzewa



## 2.1. Arborystyka z perspektywy drzewa sędziwego

Neville Fay, Nigel de Berker

### 2.1.1. Rozwój nowoczesnej arborystyki – paradygmat utylitarny

Na rozwój nowoczesnej arborystyki wpływa wiele czynników. Znakomita większość ludzi mieszka dziś w miastach (ONZ 2012), a ponieważ na zdrowie, samopoczucie, gospodarkę i bezpieczeństwo ich mieszkańców drzewa wpływają korzystnie (Konijnendijk *et al.* 2005; Alliance for Trees and the Community Forest 2011), trudno się dziwić, że główny nurt arborystycznej teorii i praktyki powstał, by rozwiązywać problemy w zarządzaniu miejskimi zadrzewieniami.

Ogrodnictwo i architektura krajobrazu – oparte na koncepcjach „projektu naturalnego”, formy i symetrii – pomogły sprecyzować obraz drzewa, jaki chcieliby uzyskać arborysty, żelazną, acz wprawną ręką kształtujący pokrój drzew. Przydomowa i komercyjna uprawa sadów owocowych pozwoliła dopracować arborystyczne metody rozmnażania, pielęgnacji i efektywnego zarządzania drzewami. Leśnictwo odegrało swoją rolę w stosowaniu modeli „szczytowej wartości użytkowej”, co w pewnym sensie doprowadziło do „projektowania” drzew pod kątem optymalnej produkcji na potrzeby przemysłu drzewnego. Te uwarunkowania mają wpływ na skłonność praktyków do zaakceptowania procesów rozkładu drewna oraz normalnej długości życia i fizycznej skali drzew, nad którymi sprawują opiekę. Do pewnego stopnia wytyczyły też one drogę, która wiedzie **w stronę przeciwną naturze**, podporządkowaną oczekiwaniom związanym z funkcjonalnością i projektowanym kształtem, które bardziej – być może – nadają się do stosowania wobec obiektów stworzonych przez człowieka, a nie przez naturę.

Powyższe determinanty w połączeniu z troską o bezpieczeństwo publiczne pchnęły arborystykę w kierunku generalnie faworyzującym **paradygmat utylitarny**, zgodnie z którym na drzewa patrzy się w kategoriach rachunkowych, takich jak „stopy zwrotu”, „wartość użytkowa” czy „okres użytkowania” (Vogt *et al.* 2015).

W typowym systemie gospodarowania drzewami miejskimi znaczna ich część umiera lub zostaje usunięta przed osiągnięciem pełnej dojrzałości. Niektóre amerykańskie szacunki sugerują, że „czas półtrwania” miejskich zadrzewień (maksymalny wiek, jaki może osiągnąć zgodnie z oczekiwaniami połowa zasadzonych drzew) wynosi przeciętnie 20 lat, przy spodziewanej średniej długości życia krótszej niż 30 lat (Roman, Scatena 2011). Szacunki te są zbliżone do wyników brytyjskich – większość drzew w angielskich miastach liczy sobie od 10 do 50 lat, jedynie 17% z nich dożyło wieku dojrzałego lub starszego (Britt, Johnson 2008), zaś tylko bardzo niewielu z nich udało się osiągnąć wiek sędziwy.

Konwencjonalne postrzeganie architektury drzewa opierało się na szczególnej estetyce, kształtowanej głównie według wczesnych faz jego rozwoju i czerpiącej z ograniczonego

słownika morfologicznego. Wzorec ten w niewielkim stopniu uwzględnia drzewa w późnych etapach życia i dlatego wykazuje braki, jeśli chodzi o morfologię w całym życiu drzewa. W rezultacie otrzymujemy model uproszczony biologicznie, nadmiernie uwypuklający zalety obustronnej symetrii i równowagi (np. korony drzewa). Komercyjne leśnictwo, które widzi wartość drzewa przede wszystkim w uzyskanym zeń drewnie, wywiera na ten model, z wszystkimi jego ograniczeniami, dodatkowy wpływ: uznaje za typ idealny drzewo wolne od rozkładu i „wad” morfologicznych.

W ostatnim czasie znaczny postęp techniczny przyczynił się do wzrostu efektywności i tempa przeprowadzania cięć oraz ułatwił dostęp do korony drzewa. Towarzyszył temu rozwój lokalnych i międzynarodowych standardów arborystycznych, które kładły nacisk na cięcia służące poprawie bezpieczeństwa i urody drzewa, wzmacniając raczej paradygmat utylitarny. Nie uwzględnia on w praktyce złożoności drzewa w wieku sędziwym.

Największa część z wydatków na usługi arborystyczne przypada na zapisaną w budżetach miejskich i budżecie publicznym opiekę nad drzewami miejskimi i ulicznymi. W rezultacie przez ostatnie dziesięciolecia badania arborystyczne i inwestycje w opiekę nad drzewami generalnie zmierzały w stronę lepszego rozumienia ich rozwoju w środowisku miejskim i skuteczniejszego gospodarowania nimi. Na badania drzew sędziwych i związanych z nimi ekosystemów przeznaczano minimalne środki, co właściwie nie powinno dziwić, biorąc pod uwagę, że większość drzew sędziwych rośnie poza miastami.

### 2.1.2. Paradygmat drzewa sędziwego

Ogólnie rzecz biorąc, badania w **arborystyce** w przeciwieństwie do rolnictwa, leśnictwa czy ogrodnictwa zostały nieco ograniczone i preferują badania *in vitro* i badania nad materiałem szkółkarskim i drzewami we wczesnych fazach rozwoju. Wyniki tych prac nie zawsze mogą być miarodajnie stosowane w odniesieniu do drzew w starszych klasach wiekowych, a ich ekstrapolacja nastrocza trudności, ponieważ takie drzewa wykazują o wiele wyższy poziom złożoności fizjologicznej i morfologicznej związany – na przykład – z wyższym stopniem autonomii gałęzi i rosnącą niezależnością jednostek funkcjonalnych. (zob. il. 2, także Lonsdale 2013).

Oprócz kilku wyjątków (np. Watson 2004; Čermák, Nadezhdina 2010) niewiele jest arborystycznych prac poświęconych w pełni dojrzałym drzewom, nie mówiąc już o drzewach sędziwych. Badania ich podziemnych części są niezwykle rzadkie. Zaskakujący wzrost biologicznej i mikrobiologicznej złożoności drzewa, jaki występuje u drzew starszych niż dojrzałe (zob. il. 1), który dotyczy tak drzewa sędziwego, jak i gleby sędziwej, stanowi ogromne wyzwanie dla naszej aktualnej wiedzy. Jest także wyzwaniem dla projektowania badań praktycznych nad systemem drzewa, korzeni i gleby, rozumianego jako jedna całość – „superorganizm” – organizm złożony ze wspólnie rozwijających się organizmów (Buchen 2010), analogiczny do raf koralowych i ekosystemu ludzkiego układu pokarmowego (Molloy 2006) [zob. dalszy podrozdział o glebie jako superorganizmie].

Zrozumienie wyjątkowego potencjału długowieczności wielu gatunków drzew oraz ich rosnącej w miarę upływu lat złożoności sugeruje konieczność stworzenia takiego modelu teoretycznego i sposobu gospodarowania, które ujmowałyby całe życie drzewa nie tylko

jako pojedynczego organizmu, lecz również ekosystemu. W takim ujęciu paradygmat drzewa sędziwego stanowi podstawę arborystyki konserwatorskiej w odróżnieniu od paradygmatu opartego na wartości użytkowej uzyskiwanej w krótkich okresach.

### 2.1.3. Sędziwe drzewa, sędziwe gleby

Wprowadzenie „paradygmatu drzewa sędziwego” wymaga zrozumienia sprzężeń zwrotnych, jakie występują między drzewem i otaczającą go glebą. Za młodu drzewo jest nowym elementem w środowisku glebowym. Na tym etapie gleba i drzewa są dwoma odrębnymi bytami. Gdy jednak przyjrzeć się drzewu sędziwemu, które przez całe życie rośnie osadzone w żywym środowisku glebowym, widać, że drzewo i gleba ewoluują wspólnie w nierozłącznie związaną jedną całość. Sędziwe drzewo, wznoszące się niczym „strażnik” nad zdobytym własnymi korzeniami terytorium, wytwarza ostatecznie glebę, którą możemy traktować jako „glebę sędziwą”. Obfituje ona w nisze ekologiczne, a czas jej powstawania jest wystarczająco długi, by zapewnić ciągłość rozwoju siedliska o potencjalnie wysokiej różnorodności biologicznej. Mimo wagi takich siedlisk stosunkowo niewiele wiemy o podziemnych ekosystemach i zbiorowiskach mikroorganizmów powiązanych z glebą drzewa sędziwego.

Za sprawą silnych wpływów arborystyki konserwatorskiej stało się jasne, że gospodarowanie drzewami-weteranami nie może już być dłużej ograniczane do ich części nadziemnej. Potrzebna jest szersza perspektywa, w której zarządzanie systemem korzeniowym i glebowym stanie się integralną częścią opieki nad drzewami sędziwymi i ich następcami. Wymaga to zrozumienia prawdopodobnego zasięgu – zarówno przestrzennego, jak i biologicznego – mikoryzosfery i innych elementów glebowego ekosystemu drzewa. Kluczowe czynniki, które należy uwzględnić w tych rozważaniach, to również zmiany użytkowania gruntów i ich skutki dla zdrowia i sposobu funkcjonowania środowiska korzeniowego.

### 2.1.4. Rozwój arborystyki konserwatorskiej

Celem arborystyki konserwatorskiej jest wspieranie drzewa w osiągnięciu długowieczności z korzyścią dla ekosystemu – zarówno w krajobrazach naturalnych, jak i antropogenicznych. Obserwując sędziwe drzewa, jesteśmy w stanie retrospektywnie zgłębiać tajemnicę ich biologii jako powiązanych wzajemnie organizmów, które przetrwały długie okresy życia, funkcjonując w obrębie ekosystemów. Drzewa sędziwe zwykle doświadczały zmian klimatycznych i innych szkodliwych oddziaływań, a jednak przeżywały także procesy odnowy i odmłodzenia – co inspiruje współczesną arborystykę. Liczące sobie setki lat sędziwe drzewa z ogromnymi wypróchnieniami musiały wykształcić strategie przetrwania, pozwalające znosić proces rozkładu i nawet czerpać zeń korzyści. Właściwa interpretacja tych procesów jest trudną rzeczą, gdy staramy się przewidzieć reakcję drzewa na uszkodzenia powodowane cięciami pielęgnacyjnymi.

Przykłady z rozmaitych miejsc w Wielkiej Brytanii dowodzą, że stare drzewa są podatne na zamieranie wskutek gwałtownych zmian, takich jak na przykład nadmierne, inwazyjne



cięcia. Fundamentalna zasada opieki nad starymi drzewami głosi, że wszelkie interwencje powinny być przeprowadzane ostrożnie, a zabiegi konserwatorskie dokonywane w sposób pozwalający zminimalizować ich negatywne konsekwencje. Obecnie cel ten osiąga się poprzez etapowanie zabiegów przeprowadzanych w długim czasie. Podejście to okazało się przełomowym krokiem w opiece nad drzewami-weteranami, pociągającym za sobą daleko idące konsekwencje dla rozwoju arborystyki.

Etap przejściowy między wiekiem dojrzałym a sędziwym drzewa, widoczny w wycofywaniu się (samoograniczaniu) korony, dał impuls do opracowania techniki znanej jako *retrenchment pruning* „cięcie wycofujące koronę”. Chodzi tu o zainicjowanie reakcji równoległego wycofywania się systemu korzeniowego, co wpływa na gospodarkę wodną i hormonalną drzewa. Techniki tej używa się w wypadku fizjologicznej zapaści, w zarządzaniu stresem spowodowanym suszą lub w przypadku zagrożenia uszkodzeniem biomechanicznym. Współdziała ona z mechanizmami odnowicielskimi drzewa i jest obecnie stosowana w opiece nie tylko nad starymi drzewami, lecz i innymi dojrzałymi drzewami o istotnym znaczeniu. W ostatnich dekadach w Wielkiej Brytanii nauczano techniki cięć wycofujących koronę jako techniki specjalistycznej, zaś w 2010 r. została ona oficjalnie włączona do brytyjskich norm arborystycznych (BSI 2010).

Wprawdzie badania empiryczne konkretnych przypadków potwierdzają hipotezę, że za pomocą ukierunkowanych technik cięcia można wpływać na dynamikę relacji między systemem korzeniowym a koroną drzewa, lecz dalsze badania są konieczne, by właściwie ocenić i zrozumieć zachodzące tu procesy.

### 2.1.5. Zarządzanie ryzykiem związanym z drzewami – co jest rozsądne, a co bezpieczne?

Specjaliści od oceny ryzyka ulegają wpływom zarówno racjonalnym, jak i emocjonalnym (afektywnym) (Slovic 2000). Arborysty (jako „specjaliści od zarządzania ryzykiem”<sup>1</sup>) nie są wolni od podobnych uwikłań (Bennett 2010).

Badania dowodzą, że roczny poziom ryzyka stwarzanego przez drzewa jest ogólnie rzecz biorąc „ekstremalnie niski” (HSE 2007; NTSG 2009) i że społeczeństwo zalicza je do normalnych, codziennych problemów. Dlatego też dobra praktyka wymaga, by skupiać się raczej na **realnym** ryzyku stwarzanym przez drzewa niż **ryzyku postrzeganym** oraz w rozsądny, zrównoważony i adekwatny sposób szacować zagrożenia i zarządzać nimi (NTSG 2011; ISA 2013).

Bez racjonalnego oszacowania **realnego** ryzyka arborysty są podatni na awersję do ryzyka. Przy braku silnego nurtu w branży optującego za adekwatnym i wyważonym zarządzaniem ryzykiem – skłonni są do uprawiania „arborystyki defensywnej” (Fay 2007), chcąc uniknąć pozwów sądowych. Skutkuje to czasem absurdalnie intensywnymi interwencjami. Tego typu zachowanie potencjalnie zagraża ważnym drzewom, w tym także drzewom sędziwym i we-

<sup>1</sup> Specjalista od ryzyka to ktoś, kto w takiej czy innej formie zarabia na utrzymanie, dokonując oceny ryzyka lub w inny sposób przyczyniając się do zarządzania nim, oraz może wpływać na oczekiwania i normy społeczne, świadomie lub nieświadomie oddziałując na postrzeganie ryzyka (Haythornthwaite 2008).

## 2.1. Arborystyka z perspektywy drzewa sędziwego



teranom (Ball, Watt 2013). Dwudziestowieczna arborystyka działała głównie pod wpływem modelu drzewa wyidealizowanego, co prowadziło do traktowania każdego odstępstwa od normy jako „wady” zagrażającej bezpieczeństwu. Jest to szczególnie widoczne w odniesieniu do ubytków i miejsc dotkniętych rozkładem, które jeszcze stosunkowo niedawno uznawano przeważnie za zagrożenie dla zdrowia, wytrzymałości i życia drzewa (Davis, Fay, Mynors 2000).

Bez wątpienia drzewo sędziwe nie mieści się w paradygmacie solidnego, wolnego od rozkładu drzewa. Butwiejące i długowieczne, na ogół nie stwarza jednak wysokiego ryzyka dla bezpieczeństwa publicznego. Koncentracja na jego wadach prowadzi raczej do podejmowania działań mających na celu zapobieganie możliwym **zagrożeniom** (skupienie uwagi na cechach mogących spowodować szkodę), niż do oceny **ryzyka** (ustalenia prawdopodobieństwa wystąpienia szkody) i reakcji na nie. Podejście nastawione na **niebezpieczeństwo** generalnie nie sprawdza się w przypadku drzew, a zwłaszcza drzew sędziwych.

Najnowsze postępy w ocenie i zarządzaniu ryzykiem związanym z drzewami wynikają z lepszego rozumienia podstawowych zasad biologii drzew (Lonsdale 1999; Rust 2016), innowacji w statyce drzew (Wessolly, Erb 2014) i biomechanice (Mattheck, Bethge, Weber 2015), jednak podstawy rozsądnego zarządzania ryzykiem związanym z drzewami nadal wymagają trzeźwej oceny filozofii ryzyka (Ball 2007) i wypracowania metod jego szacowania (Ellison 2005; ISA 2013).

### 2.1.6. Proces starzenia się: morfofizjologiczny model etapów życia drzewa

Cykl życia drzewa zwyczajowo postrzega się jako liniową sekwencję **od nasienia do starości**, przechodzącą przez kolejne etapy rozwoju – od **młodości** przez **wiek dojrzały** aż po **śmierć**. Liniowa perspektywa nie oddaje jednak w pełni niuansów złożonej i dynamicznej natury starzenia się drzew. Wszystkie morfologiczne etapy cechujące ten proces mogą z wyjątkiem najwcześniejszych etapów wzrostu siewek dotyczyć całego drzewa lub jego części i odnosić się do jednostek morfologicznych w układzie korzeniowym, pniu i koronie. W skrócie – w różnych momentach życia drzewa można odnaleźć powracające wcześniejsze etapy rozwojowe (il. 1).

Te morfofizjologiczne etapy procesu starzenia się charakteryzują się specyficznymi wzorcami wzrostu, na które wpływ ma gospodarka wodna, oddziaływania hormonalne, tropizmy i wykształcone cechy gatunków. Owe wzorce wzrostu zostały ujęte w ujednocionym modelu, który można wykorzystać do identyfikowania etapów rozwoju odpowiadających zmieniającej się morfologii roślin drzewiastych strefy umiarkowanej (Hallé 2004).

Przedstawione w niniejszej książce ujęcie drzewa w perspektywie całego jego życia wspiera się na dziesięcioetapowym modelu ontogenetycznego (osobniczego) rozwoju drzewa, bazującego na modelu stworzonym przez Rimbaulta (1995). Wykorzystując tenże model, można w celach diagnostycznych zidentyfikować anomalie w kolejności zjawisk. W książce opisujemy proces starzenia się za pomocą trzech ogólnych kategorii **faz** rozwojowych, a mianowicie **młodości** (etapy 1–4), **dojrzałości** (etapy 5–7) i **sędziwości** (etapy 8–10). Te fazy są istotne dla problematyki poszczególnych rozdziałów, odpowiednio 3.1, 3.2 i 3.3.

### Faza młodości (dojrzewania)

Opieka nad młodymi drzewami skupia się przede wszystkim na procesie ich dojrzewania. Ilustracja nr 2 ukazuje, w jaki sposób w trakcie fazy dojrzewania energia jest wydatkowana głównie na optymalizację masy liściowej, zewnętrznej powierzchni korony i wzrost pnia na wysokość kosztem jego przyrostu na grubość. Widać tu zarówno wpływ stosunków wodnych, jak i dominacji wierzchołkowej na strukturę drzewa. Początkowo system korzeniowy ma stosunkowo prosty kształt z pojawiającymi się dopiero korzeniami bocznymi, ograniczony przez dominację korzenia centralnego. Wraz z rozwojem korony i on zaczyna się stopniowo rozgałęziać, tworząc złożoną strukturę na kilku poziomach. Pod koniec etapu 4 wpływ dominacji wierzchołkowej w koronie zaczyna słabnąć, za to nasila się rozgałęzianie się i złożoność struktury konarów i gałęzi. W okresie przejściowym przed etapem wczesnej dojrzałości (etap 5) pojawiają się pierwsze oznaki autonomii gałęzi. Drzewo wchodzi też we wczesny etap naturalnego samooczyszczania się, głównie z pędów drugiego rzędu, wyrastających od spodu gałęzi.

Przechodzenie do kolejnych faz rozwojowych jest funkcją wewnętrznej hierarchii, która określa zasady kierujące organizacją i wzajemnymi relacjami między jednostkami architektonicznymi pnia i korony. Jednostki te są prostsze w fazie młodości drzewa (etapy 1–4). Ich złożoność i **kolonijność** (tzn. funkcjonowanie drzewa w pewnym sensie jako kolonii osobników) wzrasta w okresie dojrzałości i w późniejszych etapach rozwoju (od etapu 5).

### Faza dojrzałości

W trakcie środkowej fazy życia korona drzewa coraz bardziej się zaokrągla. Stopniowo traci witalność na swoich peryferiach. Wzmocniony zostaje wzrost powyżej osi poszczególnych gałęzi, a zahamowany rozrost poniżej. Samooczyszczanie dolnych i wewnętrznych części następuje wskutek ograniczania dostępu światła przez parasol korony. Pod wpływem zmian w równowadze hormonalnej i gospodarce węglowodanowej coraz wyraźniejsza staje się autonomia gałęzi i konkurencja między nimi.

Gdy nad ziemią zachodzą powyższe procesy, system korzeniowy rozwarstwia się i drewnieje, tworząc rusztowanie dla drugorzędowych i trzeciorzędowych korzeni bocznych (*radiating roots*) i drenujących (*sinker roots*), które eksplorują różne poziomy gleby. Elementy systemu korzeniowego o większej średnicy rozgałęziają się na coraz cieńsze korzenie, zdolne do zaspokojenia potrzeb fotosyntetyzującej korony. Przypadające na etapy wieku średniego obumieranie korzenia centralnego i innych pierwotnych elementów systemu korzeniowego zapoczątkowuje rozkład postępujący w górę ku podstawie pnia. Na architekturę systemu korzeniowego wpływa zachowanie korony, rozdzielanie zasobów oraz stosunki wodne. W fazie dojrzałej gospodarka wodna korony opiera się na autoregulacyjnym mechanizmie usuwania (poprzez kladoptozę – odrzucanie gałęzi) i uzupełniania małych i peryferyjnych jej elementów (Rust, Roloff, 2004; Rust *et al.* 2004; Roloff 2016) oraz innych dynamicznych procesach adaptacyjnych, zachodzących także równolegle w systemie korzeniowym. W drzewie pojmowanym jako całość poziomy nadmiarowości (redundancji), zmiany w morfologii i architekturze tak systemu korzeniowego, jak i korony wpływają na siebie i łączą się ze sobą.

### Faza sędziwa

Po przejściu pełnej dojrzałości drzewo wkracza we wczesną sędziwość, pierwszy z potencjalnej sekwencji trzech etapów sędziwości (il. 2, etap 8). W korzeniach, koronie i pniu powstają strefy degeneracji i obumierania, którym towarzyszą – w sprzyjających warunkach – procesy odmładzania i odtwarzania. Pod koniec etapu 9 gospodarka wodna i hormonalna drzewa stwarza warunki powodujące **naturalne wycofywanie się albo samoograniczenie (*retrenchment*) korzeni i korony**.

W okresie od wczesnego do środkowego etapu sędziwości (etapy 8 i 9) miejscowe obumieranie korzeni bocznych i odnowa korzeni wewnątrz systemu korzeniowego zachodzi cyklicznie, gdy wtórne korzenie drugiego, trzeciego i czwartego rzędu pojawiają się bliżej pnia, a następnie rozgałęziają, rozprzestrzeniają i eksplorują ryzosferę. Z nabiegów korzeniowych i głównych korzeni wyrastają korzenie przybyszowe, a zbiorowiska mikoryzowe się przemieszczają. W systemie korzeniowym i odziomku postępuje rozkład drewna przez grzyby, który stopniowo wchodzi w obszar twardzieli<sup>2</sup> lub fałszywej twardzieli<sup>3</sup>. W sposób naturalny dochodzi też do wypróchnień w konarach o większej średnicy oraz sporadycznych obumarć i złamań.

Obumieranie i utrata liści wraz z postępującą z wiekiem redukcją korony są zazwyczaj interpretowane jako oznaka wejścia na równię pochyłą, wiodącą od dojrzałości przez starość ku śmierci. Jednakże zjawisko starzenia się roślin i drzew zostało w ostatnich latach bardziej szczegółowo zbadane. Wyniki badań wskazują, że związany z wiekiem regres odzwierciedla wysoce złożony stan, który prowadzi w dwóch różnych kierunkach, i może oznaczać pozytywne lub negatywne konsekwencje dla drzewa. Jest on jednak podatny na fałszywe interpretacje, zwłaszcza, gdy drzewa obserwowane są w krótkoterminowej perspektywie ludzkiego życia (Thomas 2013).

Redukcja wysokości korony (zob. il. 70a i 70b na s. 116), jako element naturalnego jej wycofywania, skutkuje skróceniem szlaków transportowych asymilatów, wody i składników odżywczych, dzięki czemu poprawia się fizjologiczna efektywność zmniejszonej „docelowej” korony sędziwego drzewa. Wydajność ulistnienia w przekształconej sędziwej koronie wzrasta, gdy świeżo pobudzone do aktywności pączki śpiące i przybyszowe rozwijają się z pnia i głównych konarów (są one również zwane pąkami „drugiej szansy” lub „systemem ubezpieczenia na życie”).

Zabiegi pielęgnacyjne, oparte na obserwacji naturalnego wycofywania korony podczas przechodzenia do wczesnego etapu sędziwości (etap 8), można stosować w praktyce do sterowania procesem zamierania oraz zwiększania szans drzewa na długowieczność. Można z nich również korzystać, by zahamować fizjologiczne pogarszanie się stanu zdrowia drzewa na wszystkich etapach rozwoju.

W środkowym i późnym etapie sędziwości (etapy 9 i 10) (il. 70a i 70b) kurczenie się systemu korzeniowego oszczędza wodę i energię. Wypróchnienie u nasady pnia przesuwa się stopniowo ku górze i staje coraz bardziej widoczne. W środkowym etapie sędziwości słoje

<sup>2</sup> Twardziel jest wyraźnie wyróżniającym się martwym wnętrzem pnia otoczonym przez zewnętrzną tkankę przewodzącą wodę [biel – przyp. red.], która posiada mniej lub bardziej określony czas życia, występuje np. u dębów (*Quercus spp.*) i kasztana jadalnego (*Castanea sativa*).

<sup>3</sup> U drzew beztwardzielowych granica między stopniowo starzejącym się białym a przebarwionym, martwym drewnem wewnątrz pnia, tzw. fałszywą twardziela, nie jest wyraźna, np. u buka (*Fagus spp.*).

przyrostu rocznego tracą ciągłość na obwodzie, a w środkowym i późnym etapie sędziwości **wzrost reiteracyjny** (rozdział 2.2.3) wywiera silny wpływ na strukturę i hierarchię poszczególnych elementów architektury drzewa (Raimbault 1995; Hallé 1999).

Na etapie 10 drzewo **może** wejść w fazę terminalną, starczego obumierania. Starośći jednakże może przeciwdziałać **odmłodzenie**, proces, podczas którego zegar wieku zostaje „odwrócony” (Fortanier, Jonkers 1976; Del Tredici 2000). Długowieczność drzew zależy przede wszystkim od efektywności tworzących się kolumn przewodzących (patrz il. 72) i ich łączności z systemem korzeniowym. Na etapie 10 często tworzy się złożony układ niezależnych, lecz powiązanych ze sobą mini-drzew (odpowiadających pod względem rozwojowym etapom od 3 do 5) w obrębie organizmu rodzicielskiego. Są one zdolne do przejścia przez kilka lub wszystkie etapy cyklu rozwojowego, a także przechowania i przekazania dalej pałki genetycznej rodzica.

### 2.1.7. Dynamika stanów przejściowych w procesie starzenia się

Zwracamy uwagę na trzy ważne **stany przejściowe** w procesie starzenia się:

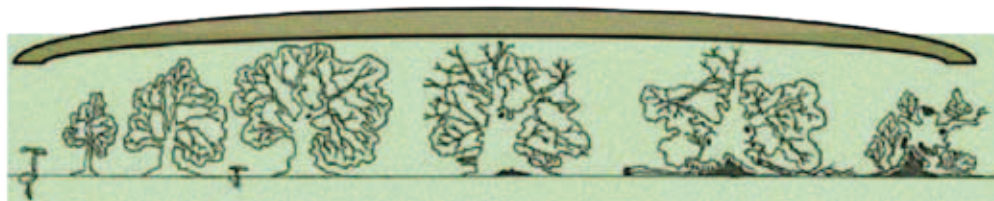
- pierwsza – między fazą wczesnego rozwoju a dojrzałością,
- druga – gdy drzewo przechodzi z dojrzałości w fazę sędziwą,
- trzeci – gdy drzewo w fazie sędziwej przechodzi od **starości** do **odmładzania** lub ostatecznie obumiera.

**Pierwszy stan przejściowy** występuje między 4. a 5. etapem morfofizjologicznym, gdy drzewo zmienia się z jednolitego organizmu o strukturze hierarchicznej, podporządkowanej dominacji wierzchołkowej, w bardziej złożony system konkurujących ze sobą jednostek morfologicznych. Nowy stan przejawia się również w tym, że korona nabiera właściwości kolonijnych, gdzie poszczególne elementy odtwarzają wcześniejsze fazy rozwoju i wywierają miejscowo wpływ na swoje systemy rozgałęzień. W miarę jak elementy te zyskują coraz większą autonomię, zaczynają stopniowo rywalizować o zasoby. Na etapie 6 tendencja do autonomizacji gałęzi staje się już bardzo wyraźna i utrwalają się wzorce wzrostu, które później będą wspierać wyodrębnianie się z pnia dalszych jednostek morfologicznych.

**Drugi stan przejściowy** zaczyna się, gdy drzewo osiąga pełnię dojrzałości (etap 7) i dochodzi do fizjologicznego punktu krytycznego. Intensyfikują się drugoplanowe procesy morfofizjologiczne, które rozwijały się w fazie dojrzałej, a obecnie prowadzą do wzrostu strukturalnej złożoności drzewa. Towarzyszy temu wzrost aktywności oraz zróżnicowania grzybów i populacji organizmów saproksylicznych. Wzrasta także wartość tak wzbogaczonego ekosystemu (il. 1). Faza przejściowa jest inicjowana pod koniec etapu 7, gdy zdolność systemu korzeniowego do dalszego wspierania rozrostu korony najpierw się zmniejsza, a potem zupełnie wyczerpuje. Hamuje to produktywność korony, a jej żywotność jest ograniczona w zewnętrznej jej strefie. Drzewo stopniowo rezygnuje z wyższej „dojrzałej korony przejściowej” na rzecz niższej i zredukowanej „korony docelowej”.

**Trzeci stan przejściowy**, chociaż do pewnego stopnia stanowi podstawę wszystkich faz rozwoju, staje się szczególnie istotny dla długowieczności drzewa w okresie starości (etapy 8–10). Odmładzanie dokonuje się poprzez wegetatywne mechanizmy biologiczne, które

## II. Perspektywa cyklu życia drzewa



A	B	C	D	E	F	G
<b>FAZA MŁODOŚCI</b>		<b>FAZA OD PEŁNEJ DO PÓŹNEJ DOJRZAŁOŚCI</b>			<b>FAZA SĘDZIWA</b>	
<b>ETAPY MORFOFIZJOLOGICZNE (Raimbault, 1995)</b>						
1–4		5–7		8	9	10
<b>Rozwój od nasiona do wczesnej dojrzałości</b> Dojrzałość osobnicza / dojrzałość płożowa		<b>Od dojrzałości pełnej do późnej</b> Ekspansja / konsolidacja		<b>Wczesna sędziwość</b> Odmłodzenie / zamieranie	<b>Środkowa sędziwość</b> Odmłodzenie / zamieranie	<b>Późna sędziwość</b> Odmłodzenie / kres życia
<b>A–C</b>		<b>C–D</b>		<b>D–E</b>		<b>F–G</b>
Zwiększa się bieżący przyrost roczny ( <i>current annual increment</i> , dalej: CAI) masy drewna. Szerokość słoików rośnie we wczesnych latach, potem się zmniejsza i pozostaje na mniej więcej stałym poziomie.		Ogólny trend CAI: ma skłonność do stałego przyrostu masy przy zmniejszającej się szerokości słoików.		Ogólny trend CAI: zaczyna się zmniejszać przyrost masy i szerokość słoików. Lokalny trend: w trakcie pomysłnej przebudowy korony CAI może zwiększać się miejscowo na pniu głównym i wokół różnicujących się kambialnych kolumn pnia.		Ogólny trend CAI: zmniejsza się przyrost masy i szerokość słoików. Słoje tracą ciągłość na obwodzie. Lokalny trend CAI: w warunkach sprzyjających odmłodzeniu występuje zwiększenie przyrostu w niektórych częściach pnia głównego, włączając indywidualne kolumny pnia, zwłaszcza te powiązane z silnym wzrostem reiteracyjnym.
Ubogie siedlisko, wysoka żywotność. Minimalna ilość tkanki niefunkcjonalnej.		Wzrost aż do maksymalnego rozmiaru korony, zasiedlanie przez grzyby, początek naturalnej utraty gałęzi, zwiększanie się udziału niefunkcjonalnej tkanki przewodzącej, aktywność grzybów pod ziemią inicjuje rozkład wnętrza pnia u podstawy.		Początek przebudowy korony; zmniejszanie się żywej korony, intensyfikacja wzrostu dolnej części korony, zwiększona aktywność grzybów – rozwój siedliska saproksylicznego wnętrza pnia i dużych konarów, połączenie się kolumn rozkładu, tworzenie kolumn kambialnych.		Zmniejszona żywotność, siedlisko saproksyliczne, zbiorowisko grzybów i innych organizmów przekształcające się w kierunku zbiorowiska destruentów; intensyfikacja rozkładu korzeni i recykling składników odżywczych. Drzewa mogą zamierać lub odmłdzać się wegetatywnie (wzrost odrodzeniowy).

II. 1: Etapy morfofizjologiczne

działają na zasadzie przeciwprądu wobec (i w obrębie) nurtu starzenia się (Thomas 2013). Z tego powodu starzenie się drzew można postrzegać jako rodzaj elastycznego procesu, który może trwać przez dziesiątki, a nawet setki lat. Starość może doprowadzić do śmiertelnej zapaści drzewa, może ono także pod wpływem i dzięki stymulacji procesów odmłodzenia przejść przemianę, po czym zacząć powtarzać wcześniejsze etapy rozwoju.

Wegetatywna zdolność odmładzania się jest nieodłącznym elementem wykształconych przez drzewa strategii przetrwania. Działa ona poprzez tkanki zarodkowe w merystemach pędu i korzenia, a także w śpiących pąkach i kambium. Drzewo dysponuje tą siłą przez całe życie, także w wieku sędziwym, i od niej zależy jego długowieczność oraz zdolność do samoodtwarzania się na poziomie całego organizmu.

Gdy drzewo się starzeje, charakterystyka uszkodzeń i rozkładu staje się bardziej złożona, znajdując odzwierciedlenie w dynamicznych procesach morfofizjologicznych i budowie anatomicznej jednostek funkcjonalnych w obrębie pnia.

W istocie rzeczy rozciągnięta w czasie reakcja na zranienie należy do strategii vegetatywnych, które mogą doprowadzić do „ponownych narodzin” drzewa. W fazie sędziwej vegetatywne strategie przetrwania stymulują proces odmładzania poprzez rozwój korzeni i pędów przybyszowych na butwiejących gałęziach i wypróchniałym pniu. Gdy przerosną one przez wewnętrzne warstwy próchna i osiągną gleby, będą mogły przedłużyć życie rodzica, przekształcając się w sprzyjających okolicznościach w jego następcę, niczym Feniks (Fay 2002). Powstające funkcjonalne kolumny naczyniowo-kambialne, przebiegające w obrębie bielu („vegetatywne wyodrębnianie się”) łączą poszczególne sektory korony z elementami systemu korzeniowego i w ten sposób wyłaniającym się z drzewa rodzicielskiego jednostkom funkcjonalnym torują drogę do pełnej niezależności (Lonsdale 2013b). W okresie, gdy młode, klonalne drzewo pozostaje związane z rodzicem, zachodzi między nimi wymiana fizjologiczna, a obie strony wzajemnie przyczyniają się do zachowania stabilności. W miarę upływu czasu, gdy stare drzewo stopniowo traci wytrzymałość struktury i żywotność, które to cechy przejmuje młody osobnik, rosną szanse na całkowitą separację vegetatywnego potomstwa, a jego niezależność jest faworyzowana.

### 2.1.8. Opieka na kolejnych etapach życia – młode drzewo

Celem niniejszej książki jest przekazanie dzisiejszemu pokoleniu arborystów wiedzy zdobytej dzięki badaniom drzew sędziwych i stosowaniu dobrych praktyk. Ważne jest, by praktycy dysponowali odpowiednimi wiadomościami i umiejętnościami, działając w perspektywie „czasu drzewa” (czwartego wymiaru), tak by mogli sadzić i pielęgnować drzewa z wiarą, że w przyszłości dorosną one do wieku sędziwego.

Gdy posługujemy się perspektywą drzewa sędziwego, przyszłość zaczyna się od młodego drzewka. Niewątpliwie takie dojrzewające drzewa są plastyczne pod względem fizjologicznym i mechanicznym i mają wysoki potencjał adaptacji do otoczenia. Na tym etapie są to jednak stosunkowo niewielkie, proste organizmy bez odpowiednio złożonej budowy i masy, które zapewniałyby im większe możliwości obronne wobec długoterminowych skutków uszkodzeń, w tym spowodowanych cięciem. Z drugiej jednak strony na tych wczesnych etapach drzewa mają wysoki potencjał całkowitego zaleczenia ran. Delikatne i praktyczne



## II. Perspektywa cyklu życia drzewa

### Faza młodości

Etapy życia 1–4

Dominacja wierzchołkowa

### Faza dojrzałości

Etapy życia 5–7

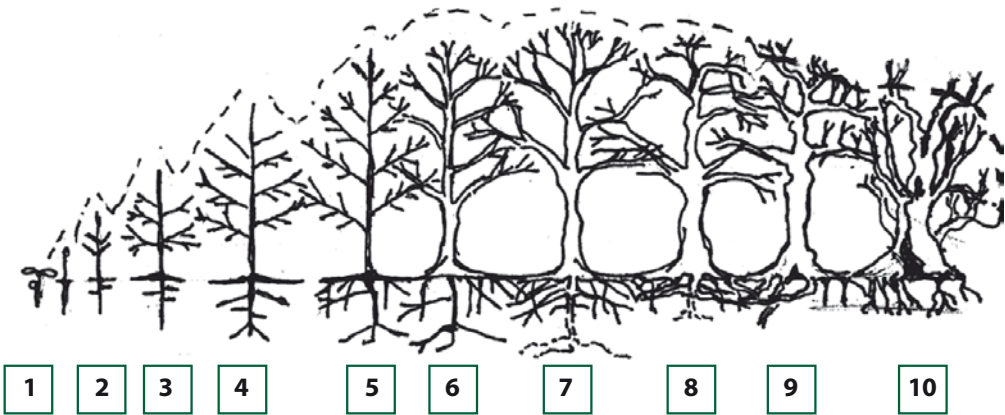
Dolne konary uwalniają się spod dominacji wierzchołkowej

### Faza sędziwości

Etapy życia 8–10

Wczesna, środkowa i późna sędziwość.

Wycofywanie się korony i korzeni, rozkład drewna, wypróchnienie, kolumny funkcjonalne i wzrost reiteracyjny



### Etapy rozwoju drzewa



**II. 2: Morfofizjologiczne etapy rozwoju:** etapy rozwojowe (a) części nadziemnej i systemu korzeniowego w miarę postępowania procesu starzenia się, współgrające z (b) siedliskiem rozkładającego się drewna (za: Raimbault 1995; Lonsdale 1999; Fay 2002)

metody cięć w fazie młodej i dojrzałej, oparte na zrozumieniu zdolności przystosowawczych młodego drzewa, pomagają wytworzyć takie cechy strukturalne, które będą służyły odporności drzewa w całym procesie jego starzenia się.

Nieplanowane interwencyjne cięcia dojrzałych drzew, które na wczesnym etapie nie były systematycznie i w sposób zgodny z ich naturą formowane, prowadzi zwykle do kosztownego kształtowania dojrzałej korony i zabiegów naprawczych motywowanych wymogami bezpieczeństwa, włączając w to korygowanie wadliwych i uszkodzonych konarów o dużej średnicy. W środowisku zurbanizowanym szczególnie ważna jest minimalizacja kosztownych interwencji wobec dojrzałych drzew.

W rozdziale 3.1 omawiamy holenderski model formowania młodego drzewa (de Groot *et al.* 2016). Jego celem jest stworzenie warunków, sprzyjających ukształtowaniu silnego, dojrzałego drzewa. Tak prowadzone drzewa mają też znaczne szanse na osiągnięcie fazy sędziwej. System ten uwzględnia model grodziowania CODIT (Shigo, Marx 1977) i zachęca do systematycznych, delikatnych cięć przez pierwsze 25 lat życia drzewa. Sugeruje też stosowanie wielokrotnych nawrotów, w ramach których przeprowadza się cięcia ograniczone do usuwania minimalnej ilości gałęzi o niewielkiej średnicy, co jest konieczne do osiągnięcia zamierzonego pokroju drzewa.

Mimo złożonego długiego czasu realizacji system ten jest opłacalny w porównaniu ze znacznie wyższymi kosztami, jakie w przeciwnym wypadku pociągną za sobą cięcia drzew w wieku dojrzałym.

Twórcy systemu holenderskiego twierdzą, że stosowanie go znacznie obniża odsetek strat wśród młodych drzew i minimalizuje liczbę nieudanych nasadzeń oraz koszty, które inaczej pojawiają się często w późniejszych etapach opieki nad drzewem. Podstawę systemu tworzą cięcia zaplanowane na 25 lat, które pozytywnie wpływają na dynamikę populacji drzew jako całości oraz zdolność drzewa do zachowania energii życiowej przez długie lata oraz jego trwałego funkcjonowania w środowisku.

### 2.1.9. Opieka na kolejnych etapach życia – lekcja starego drzewa

Drzewa wykształciły zdolność trwałego, wieloletniego wzrostu i to w takim stopniu, że poszczególne okazy niektórych gatunków są teoretycznie zdolne do rośnięcia w nieskończoność. Arborysty i zarządcy zieleni muszą więc zrozumieć naturę tych procesów, jeśli mają zapobiegać nieuzasadnionej utracie drzew sędziwych lub też drzew dojrzałych, które kiedyś zajmą ich miejsce.

Rozwój nowoczesnej arborystyki jest nieodłącznie związany z namysłem nad znaczeniem rozkładu drewna w drzewach. Dawniej uważano, że martwe drewno jest wylęgarnią organizmów patogennych (teoria *sugar stick*, Shigo 1989), zaliczając do nich grzyby, w których widziano zagrożenie zarówno dla zdrowia, jak i stabilności drzewa związane z postępującym rozkładem. Zgodnie z tą logiką usuwanie martwego drewna uznawano za dobroczynne działanie względem drzewa, bo zakładano, że ogranicza ono źródło pokarmu dla grzybów i w ten sposób pomaga opanować grzybową „infekcję” i rozkład (Shigo 1989).

Shigo i Marx (1977) w teorii **kompartmentalizacji** (grodziowania) **rozkładu przez drzewa** zaproponowali model wyjaśniający, w jaki sposób drzewa reagują na rany i jak sobie z nimi

radzą dzięki wykształconej ewolucyjnie, systematycznej reakcji. Teoria ta – w miarę rozpowszechniania się w literaturze arborystycznej – zyskała nazwę „modelu CODIT”. Stosunkowo niedawno koncepcje dotyczące relacji między drzewami a grzybami rozkładającymi drewno znowu stały się przedmiotem rozważań, co doprowadziło do przeorientowania modelu CODIT. Obecnie kładzie on nacisk raczej na **uszkodzenia** niż na rozkład (Dujesiefken *et al.* 2005; Dujesiefken & Liese 2015, patrz 2.2.2).

Zarówno oryginalna, jak i zrewidowana koncepcja CODIT przyjmuje, że drzewo jest z samej swej natury predysponowane do grodziowania, ponieważ wykorzystuje wcześniej istniejące trójwymiarowe anatomiczne układy przestrzenne w obrębie struktury drewna, wzmacniane przez zmiany fizjologiczne pojawiające się po zranieniu.

W fazie sędziwej – w miarę postępowania procesu starzenia się – drzewo staje się coraz bardziej złożonym organizmem i stopniowo zyskuje coraz szerszy zakres opcji i form grodziowania. Właściwe dla modelu CODIT reakcje na rany to jedna z możliwości, jednakże poszczególne konary dysponują wysokim stopniem autonomii. Korona nie funkcjonuje już jako forma jednostkowa, złożona z zależnych elementów strukturalnych, lecz raczej na wpół autonomiczne człony korony zaczynają funkcjonować w sposób przypominający zorganizowaną kolonię. Ponadto przybyszowe pędy reiteracyjne (patrz 2.2.3) są stopniowo wyodrębniane w obrębie konarów rodzicielskich, a ich szlaki naczyniowe torują sobie drogę od gałęzi do pnia. Szlaki te są wydzielane jako odrębne kolumny w bielu, by ostatecznie zintegrować się z elementami systemu korzeniowego.

W ciągu setek lat większość starych drzew przetrwała burze i powodowane przez nie zniszczenia, a część również przeprowadzane na nich cięcia. Rozkład drewna spowodowany innymi czynnikami niż uszkodzenie bywa widoczny i rozległy. Zaczyna się od korzeni i rozprzestrzenia wewnątrz drzewa. Fakt przetrwania drzew sędziwych wskazuje więc na istnienie wykształconych ewolucyjnie reakcji, dzięki którym rany i rozkład drewna są okiełznane do tego stopnia, że dobrostan całego organizmu nie jest zagrożony. Reakcje te wspierają i zwiększają szanse drzewa na długie życie.

Konserwatorska opieka nad drzewami wymaga zrozumienia zarówno modelu CODIT, jak i procesów rozkładu spowodowanych innymi czynnikami niż uszkodzenie. Jednakże musi ona, mając na względzie niedostatki wiedzy o relacjach między patogenem a gospodarzem, brać ogólnie pod uwagę wpływ czasu (kluczowego **czwartego wymiaru**), kształtującego drzewo sędziwe, oraz stosować techniki pracy na tyle delikatne, by uwzględniały „zegar biologiczny” i zdolność odmłodzeniową drzewa. Właściwy model rozumienia relacji między zranieniem, uszkodzeniem i rozkładem, uwzględniający perspektywę drzewa sędziwego, zakłada istnienie całego repertuaru dostępnych drzewu strategii kompartmentalizacyjnych, który w miarę jego starzenia się staje się coraz bardziej elastyczny, dynamiczny i widoczny.

Konwencjonalna arborystyka (pozostająca pod wpływem architektury krajobrazu i leśnictwa) prezentowała pogląd, że drzewa w momencie osiągnięcia pełnej dojrzałości realizują optimum swej użyteczności i osiągają szczytową wartość. Stąd też brało się przekonanie, że wartość drzew maleje pod koniec etapu ich dojrzałości (gdy zmniejszają się rozmiary korony i zwiększa ilość martwego oraz rozkładającego się drewna wraz z towarzyszącymi tym zjawiskom zagrożeniami).

Dzisiaj wiemy, że wbrew wcześniej wyznawanym modelom, proces starzenia się nie jest nieuniknionym poprzednikiem śmiertelnej zapaści. Dzięki coraz liczniejszym badaniom –

zwłaszcza nad długowiecznymi drzewami sędziwymi – zaczynamy rozumieć, że ta sekwencja wydarzeń nie jest nieuchronnie zaprogramowana i może być odwracalna.

Starość może być niewłaściwie interpretowana, zaś zamieraniu całego drzewa mogą być przypisywane fałszywe cechy. Dzięki odpowiedniemu wyszkoleniu i wiedzy technicznej oraz otwartemu umysłowi jesteśmy w stanie doprowadzić do regeneracji drzew, wykorzystując ich własne systemy odmłodzeniowe. Ta wiedza przekłada się na lepszą opiekę nad drzewami w młodszych klasach wiekowych. Uznanie, że drzewo jest zintegrowanym z korzeniami i glebą ekosystemem stanowi ogromne i fascynujące wyzwanie dla arborystyki konserwatorskiej oraz badań naukowych traktujących część nadziemną i podziemną drzewa jako zintegrowany system.

Refleksja nad paradygmatem drzewa sędziwego umożliwia nam wgląd w etap późnej sędziwości i **to, co dalej**. Spotkania z drzewami w takim wieku nie są czymś codziennym. Próby zrozumienia, czym jest drzewo sędziwe, wymagają innego typu wiedzy o statyce drzewa, biomechanice, przemianach energetycznych i procesach hydraulicznych. To z tych właśnie powodów czujemy rosnący podziw wobec cudu, jakim są drzewa. Wraz z wiekiem i złożonością ich budowy rośnie wpływ zasiedlających je gatunków i procesów rozkładu, które oddziałują na fizjologię drzewa i znajdują swój zewnętrzny wyraz w jego morfologii.

### Literatura:

- Alliance For Trees and the Community Forest (2011) *Benefits of Trees and the Urban Forest: A Research List*, www.ACTrees.org
- Ball, D.J. (2007) *The Evolution of Risk: Where not to go*. Treework Environmental Practice Seminar 8: The Future of Tree Risk Management (Part 2) – Exploring the context for non-defensive tree risk management, University of West of England, Bristol.
- Ball, D. J. & Watt, J. (2013) The risk to the public of tree fall. *Journal of Risk Research* **16**(2), 261–269.
- Britt, C. & Johnston, M. (2008) *Trees in Towns II: a new survey of urban trees in England and their condition and management*. UK Department for Communities and Local Government, London.
- BSI (1966) *Recommendations for Tree Work. British Standard 3998:1966*, British Standards Institution, London.
- BSI (2010) *Tree work – Recommendations. British Standard 3998:2010*, British Standards Institution, London.
- Buchen, L. (2010) The New Germ Theory, *Nature* **468**, 492–495.
- Čermák, J. & Nadezhdina, N. (2010) Field Studies of Whole-Tree Leaf and Root Distribution and Water Relations in Several European Forests, Forest Management and Water Cycles an Ecosystem Based Approach. *Ecological Studies* **212**, Springer.
- Davis, C., Fay, N. & Mynors, C. (2000) Veteran trees: A guide to risk and responsibility. English Nature.
- Del Tredici, P. (2000) *Ageing and rejuvenation in trees*. Arnoldia.
- Dujesiefken, D., Liese, W., Shortle, W. & Minocha, R. (2005) Response of beech and oaks to wounds made at different times of the year. *Eur. J. For. Res.* **124**, 113–117.
- Dujesiefken, D. & Liese, W. (2015) *The CODIT principle: implication for best practices*. International Society of Arboriculture.
- Ellison, M. (2005) Quantified Tree Risk Assessment Used in the Management of Amenity Trees. *Journal of Arboriculture* **31**(2), 57–65. International Society of Arboriculture.
- Fay, N. (2002) Environmental arboriculture, tree ecology and veteran tree management. *Arboricultural Journal* **26**(3), 213–238.
- Fay, N. (2007) Towards Reasonable Tree Risk Decision Making. *The Arboricultural Journal* **30**(2), 143–161.
- Fortanier, E.J. & Jonkers, H. (1976) Juvenility and maturity of plants as influenced by their ontogenetical and physiological ageing. *Acta Horticulturae* **56**.
- Hallé, F. (1999) *Ecology of reiteration in tropical trees, In: The Evolution of Plant Architecture*. (eds Kurmann & Hemsley). The Royal Botanic Gardens, Kew.
- Hallé, F. (2004) *Architectures de Plantes*. Hallé JPC Edition, Montpellier.
- Health & Safety Executive (HSE) (2007) Management of risks from falling trees, Sector Information Minute, SIM 01/2007/05. HSE Field Operations Directorate, Sudbury. International Society of Arboriculture (ISA) (2013) *Tree Risk Assessment Manual*.
- Konijnendijk, C.C. et al. (eds) (2005) *Urban Forests and Trees*. Springer, Heidelberg.

## 2.1. Arborystyka z perspektywy drzewa sędziwego

- Lonsdale, D. (1999) *Principles of tree hazard assessment and management*. Research for Amenity Trees No 7. Stationery Office, London.
- Lonsdale, D. (2013b) The recognition of functional units as an aid to tree management with particular reference to veteran trees. *Arboricultural Journal* **35**(4), 188–201.
- Mattheck, C., Bethge, K. & Weber, K. (2015) *The Body Language of Trees: Encyclopaedia of Visual Tree Assessment*. Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe.
- Molloy, S. (2006) Snapshot of a superorganism. *Nature Reviews Microbiology* **4**, 490–491
- National Tree Safety Group (NTSG) (2009) *The Public Perception of Risk*. Forestry Commission, Edinburgh.
- National Tree Safety Group (NTSG) (2011) *Commonsense Risk Management of Trees*. Forestry Commission.
- Raimbault, P. (1995) Physiological Diagnosis. Proceedings; *2nd European Congress in Arboriculture*, Versailles, Société Française d'Arboriculture.
- Roman, L. A. & Scatena, F.N. (2011) Street tree survival rates: Meta-analysis of previous studies and application to a field survey in Philadelphia, PA, USA. *Urban Forestry & Urban Greening*, **10**, 269–274.
- Rust S. & Roloff A. (2004) Acclimation of crown structure to drought in *Quercus robur* L. – intra- and inter-annual variation of abscission and traits of shed twigs. *Basic and Applied Ecology* **5**, 283–291.
- Rust S., Solger A. & Roloff A. (2004) Bottlenecks to water transport in *Quercus robur* L. the abscission zone and its physiological consequences. *Basic and Applied Ecology* **5**, 293–299.
- Shigo, A. (1989) *A New Tree Biology*. Shigo and Trees, Associates, USA.
- Shigo, A.L., Marx, H.G. & Carroll, D. (1977) *Compartmentalization of decay in trees*. USDA Forest Service, Agricultural Information Bulletin 405.
- Slovic, P. (2000) *The Perception of Risk*. London, Earthscan, 390–412.
- Thomas, H. (2013) Senescence, ageing and death of the whole plant. *New Phytologist* **197**, 696–711.
- United Nations (2012) *World Urbanization Prospects, 2011 Revision*. World Urbanization Prospects, Department of Economic and Social Affairs.
- Vogt, J.M., Hauer, R.J. & Fischer B.C. (2015) The costs of maintaining and not maintaining the urban forest: A review of the urban forestry and arboriculture literature. *Arboriculture & Urban Forestry*, **41**(6) 293–323.
- Watson G. (2004) How to promote and enhance root vitality on veteran trees: responses to natural and chemical products. *Proceedings of the International Congress*, University of Torino, Italy.
- Wessolly, L. & Erb, M. (2014) *Handbuch der Baumstatik und Baumkontrolle*. Patzer, Berlin–Hannover.



## 2.2. Biologia i strategie przetrwania drzew

Dirk Dujesiefken

Z uwagi na swoją długowieczność i osiągnięte rozmiary drzewa stanowią unikatowe organizmy na naszej planecie. Rosną w ogromnie zróżnicowanych, czasem wręcz ekstremalnych warunkach jak wilgotne tropiki, strefy półpustynne i zimne tereny górskie. Niektóre gatunki dorastają do ponad stu metrów, a pojedyncze okazy żyją nawet kilka tysięcy lat. Muszą radzić sobie nie tylko z ekstremalnymi warunkami pogodowymi i ranami powstałymi wskutek złamań gałęzi czy uderzeń pioruna, lecz także ze zmianami środowiskowymi i przemianami związanymi ze starzeniem się. Zmuszone do przetrwania w tak zróżnicowanych ekologicznie warunkach, drzewa wykształciły wiele odmiennych strategii, by poradzić sobie z uszkodzeniami i przetrwać.

Główne reakcje na zadaną ranę zachodzą w drewnie, prowadząc do kompartmentalizacji (grodziowania) uszkodzenia, oraz w kambium, które z kolei wytwarza kalus, a następnie drewno przyranne, zarastające uszkodzone miejsce aż do całkowitego zasklepienia. Inną strategią przetrwania jest rozwój nowych pędów lub przewodników bądź nawet całych systemów gałęzi drogą reiteracji (zob. rozdział 2.1).

### 2.2.1. Reakcja drzew na rany

#### Tkanka reagująca (*reacting tissue*)

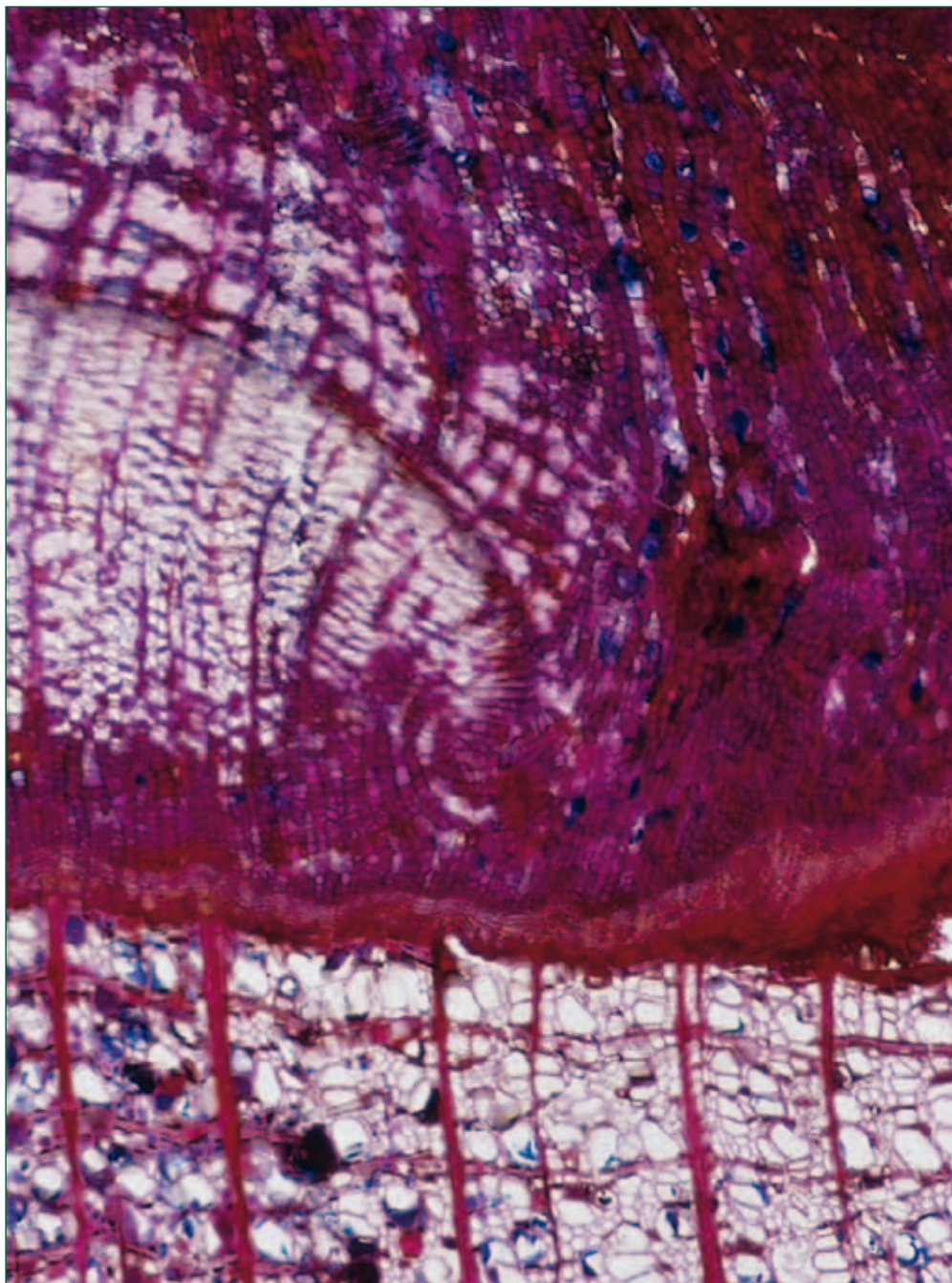
Gdy dochodzi do poważnego uszkodzenia wskutek zadanej rany (np. w wyniku cięć pielęgnacyjnych lub naruszenia korzeni), komórki sąsiadujące z raną reagują dwutorowo. Z jednej strony inicjują różne procesy fizjologiczne, takie jak aktywacja i transport substancji wzrostowych, tworzenie żywicy czy synteza substancji fenolowych, z drugiej natomiast same ulegają przekształceniu (Dujesiefken, Liese 2015). Zamierające tkanki drewna zmieniają kolor (przebarwiają się), później zaś drewno ulega rozkładowi.

W przypadku zranienia do czynnej obrony zdolne są wyłącznie żywe komórki będące częścią łyka, kambium i bielu. Tkanki te dysponują jednak różnymi wariantami reakcji. Na przykład: kora wewnętrzna przekształca komórki miękiszu i wytwarza z korka przyranego nową tkankę graniczną (*boundary tissue*). Kambium po zranieniu wytwarza całkowicie nową tkankę, tzn. kalus i strefę barierową (*barrier zone*) – złożoną z nadal żywych komórek kambium w pobliżu rany, natomiast w drewnie przekształcanie się i tworzenie nowych komórek jest już niemożliwe. Uszkodzoną tkankę można wyłącznie odseparować od zdrowej poprzez zamknięcie przewodzących wodę elementów i wysycenie komórek substancjami ochronnymi (*embedded substances*) (il. 3–5). W efekcie tkanka odrzucona przez drzewo zostaje odcięta od zdrowego, funkcjonalnego drewna, co prowadzi do kompartmentalizacji. Owa warstwa graniczna zwana jest również „strefą reakcji” (*reaction zone*).

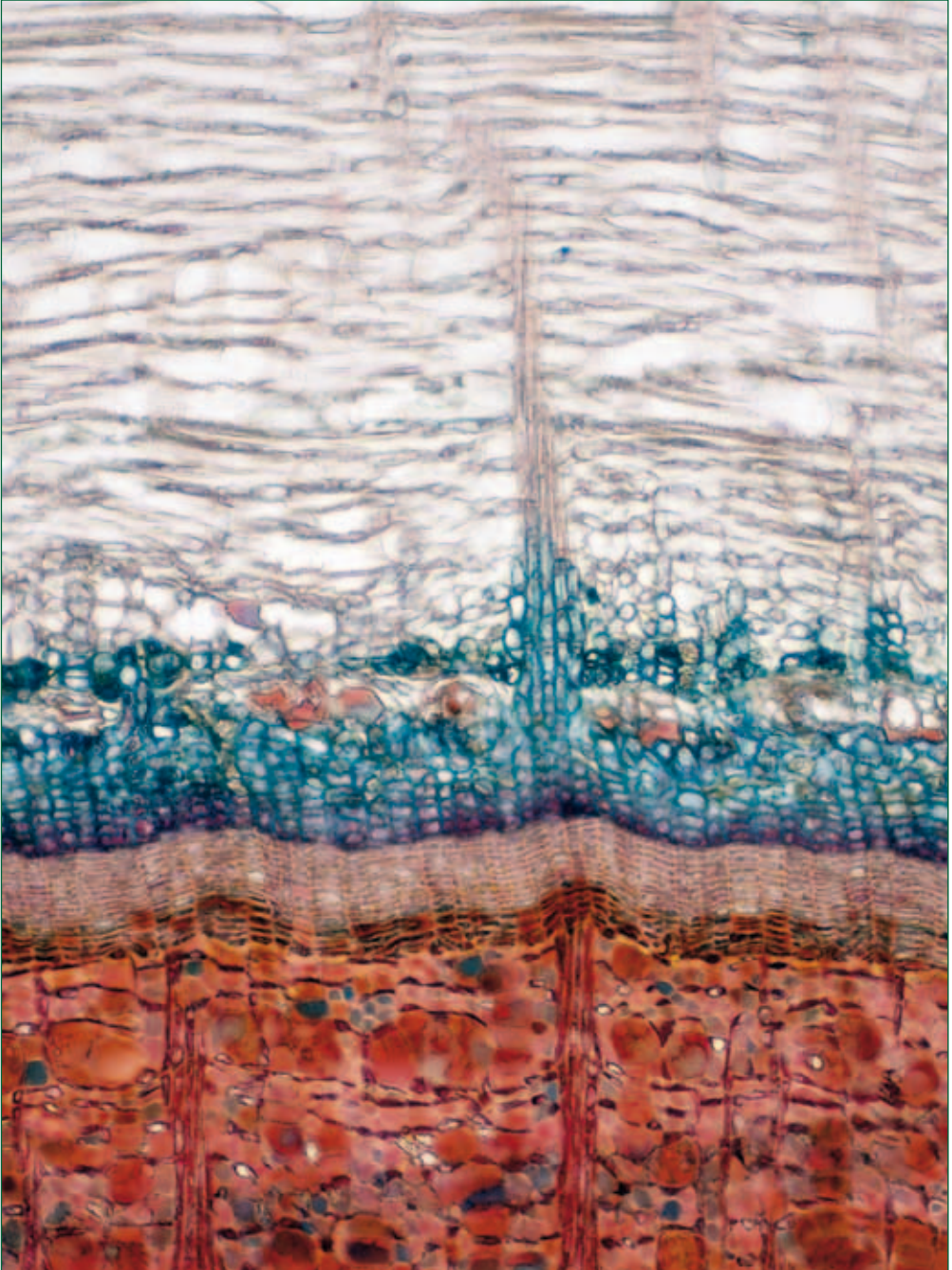




**II. 3:** Reakcje drewna na cięciu: kambium wytwarza całkowicie nową tkankę na brzegach rany, rozkład drewna jest grodziowany (oddzielany) przez warstwę graniczną



II. 4: Drewno przyranne z nowym drewnem pośrodku, nową korą na zewnątrz i strefą barierową między nowym i starym drewnem (na dole ilustracji)



**II. 5:** Kambium po zranieniu wytwarza nową tkankę w pobliżu rany: strefę barierową (komórki wybarwione na niebiesko); składa się ona wyłącznie z żywych komórek miękiszu

### Silnie i słabo grodziujące gatunki drzew

Doświadczenie od dawna uczy, że po zranieniu często dochodzi do rozległego rozkładu drewna. To niewątpliwie prawda w odniesieniu do np. topól i wierzb, ale sprawdza się już w mniejszym stopniu, gdy mowa o bukach i dębach szypułkowych (Lonsdale 1999, Gilman 2012). Jednakże można dokonać i odwrotnych obserwacji w zależności od lokalizacji, rozmiarów rany, wieku i żywotności drzewa. Badacze niejednokrotnie celowo uszkodzali drzewa (np. wierząc w nich dziury lub raniąc gałęzie), aby porównać reakcje u różnych gatunków i rodzajów drzew. Wyniki tych obserwacji w połączeniu z wiedzą praktyczną pozwoliły podzielić drzewa na dwie główne grupy ze względu na zdolność grodziowania (Dujesiefken, Liese 2015):

Do drzew słabo grodziujących zaliczają się m.in. jesion, brzoza, kasztanowiec, topola i wierzba, drzewa owocowe, świerk i choina. Brzozy, topole i wierzby, podobnie jak drzewa owocowe, reagują stosunkowo słabiej na zranienia w porównaniu z radzącymi sobie nieco lepiej jesionami.

Drzewa silnie grodziujące to z kolei m.in. buk, wiąz, głóg, iglicznia, grab, jawor, dąb szypułkowy, sosna i cis.

Każde uszkodzenie sięgające drewna, czyli np. powstałe w wyniku cięć pielęgnacyjnych lub przzerwania korzeni, uszkodza również kambium. Warstwa ta (wtórny merystem) zdolna jest do podziału, a następnie utworzenia nowej, zmodyfikowanej anatomicznie tkanki zarówno na skraju rany, jak i w jej bezpośrednim otoczeniu. Kalus najpierw rozwija się na skraju rany, po czym powstaje drewno przyranne. Tuż przy ranie kambium wytwarza nową warstwę żywych komórek – „strefę barierową” (*barrier zone*). Może ona bardzo skutecznie reagować na rozprzestrzeniające się mikroorganizmy.

### Reakcje na zranienie i postępowanie z raną

Specjalną formą reakcji na uszkodzenie, w przypadku niektórych komórek kambium, jest tworzenie kalusa powierzchniowego. Jeśli po zdarcia kory (np. w wyniku uderzenia pojazdu w drzewo) na powierzchni drewna nadal są obecne komórki zdolne do podziału, mogą one wytworzyć warstwę tkanki kalusowej na powierzchni rany (il. 6). Nowa tkanka, utworzona właśnie z tych komórek kalusa, posiada perydermę po stronie zewnętrznej i nowe kambium od wewnętrznej. Wszystkie drzewa liściaste potrafią tworzyć kalus powierzchniowy. Jeśli to nie jest możliwe, drewno obumiera, poczynając od powierzchni rany, i jest zasiedlane przez mikroorganizmy. Jednak gdy kalus powierzchniowy uformuje się, drewno znajdujące się pod spodem żyje nadal (il. 8; Dujesiefken *et al.* 2001, Stobbe *et al.* 2002b, Gaiser *et al.* 2006).

Warunkiem wstępnym powstania kalusa powierzchniowego jest to, by cienkościenne, zdolne do podziału komórki na powierzchni rany nie uległy wysuszeniu. Jeśli kora oderwała się od drewna, ale nie została usunięta, będzie je chronić i pozwoli na wytworzenie nowej warstwy komórkowej na powierzchni rany. W przypadku drzew liściastych można pobudzić drzewo do wytworzenia warstwy kalusowej na zranionej powierzchni, jeśli zabezpieczy się ją

## II. Perspektywa cyklu życia drzewa



**II. 6:** Na powierzchni rany, pośrodku, powstała częściowa warstwa kalusa powierzchniowego



**II. 7:** Drzewo można pobudzić do wytworzenia kalusa powierzchniowego, zabezpieczając ranę nieprzezroczystą, plastikową płachtą przed wysuszeniem i promieniowaniem ultrafioletowym



**II. 8:** Pod warstwą kalusa powierzchniowego znajduje się nadal żywe drewno, dlatego nie ulega ono przebarwieniu i rozkładowi

nieprzezroczystą, plastikową płachtą (il. 7) przed wysuszeniem i promieniowaniem ultrafioletowym. Wieloletnie badania dowodzą, że takie rozwiązanie powoduje zdecydowanie skuteczniejszą reakcję drzewa niż brak jakichkolwiek zabiegów lub pokrycie maścią ogrodniczą.

Przede wszystkim zaś zabieg ten intensywnie stymuluje tworzenie się kalusa powierzchniowego na świeżo uszkodzonym pniu (Dujesiefken *et al.* 2001, Stobbe *et al.* 2002a, Gaiser *et al.* 2006). To, czy utworzy się kalus i jak mocny będzie, zależy od tego, ile zdolnych do reakcji komórek nadal znajduje się na powierzchni rany i jak szybko po uszkodzeniu ją przykryto.

W epoce chirurgii drzew do sterylizacji i zabezpieczenia powierzchni drewna używano środków dezynfekujących i konserwujących. Substancje te jednak uszkadzały kambium i znacznie osłabiały proces grodziowania drewna. Nigdy ich nie testowano i nie zatwierdzono do leczenia ran drzew, a dziś używanie ich jest zabronione (Dujesiefken, Liese 2015).

Od połowy lat 80. kilka ośrodków prowadziło badania nad preparatami przyspieszającymi proces gojenia się ran. Polegały one na leczeniu ran umyślnie zadawanych drzewom rosnącym w alejach, parkach i lasach (Dujesiefken 1995). Żaden ze stosowanych związków nie był w stanie powstrzymać infekcji. Mimo pokrywania środkiem leczniczym drewno w rejonie rany było zasiedlane i rozkładane przez grzyby. Nawet dodatek środka grzybobójczego nie dawał trwałej ochrony przed infekcją. Jednakże testowane związki w pewien sposób wpływały korzystnie na mechanizmy obronne drzewa, ograniczając martwicę kambium i wzmacniając proces tworzenia się kalusa – w różnym stopniu i zależnie od pory roku oraz gatunku. Niemniej skuteczność testowanych opatrunków nie różni się zbytnio od siebie.

### Pora roku a reakcje na zranienie

Skuteczność reakcji drzew na zranienie (zwłaszcza gatunków liściastych) zależy również od pory roku, w której doszło do uszkodzenia. Reakcje na zranienie są uwarunkowane fizjologiczną aktywnością żywych komórek, która opiera się na zmagazynowanych przez drzewo substancjach zapasowych i zdolności do ich mobilizacji. Rodzaj, ilość i mobilność tych substancji podlega wyraźnym sezonowym zmianom, określanym przez cykl wzrostowy drzewa i temperaturę (Dujesiefken, Liese 2015). W efekcie w okresie wegetacji rany są grodziowane na mniejszej przestrzeni niż zimą. Oprócz pory roku ważne są też pogoda i temperatura w zimie. Towarzyszące zranieniu reakcje obronne tuż przed lub w trakcie mrozów nie są zwykle tak skuteczne jak te, które zachodzą w trakcie łagodniejszej zimy, nawet w tym samym miesiącu.

Reakcje kambium także się zmieniają w zależności od pory roku. Jeśli do zranienia dochodzi zimą, ulega ono wysuszeniu i tworzą się tak zwane martwice kambialne. Rozleglejsze martwice powstają w okresie spoczynku, często w październiku i listopadzie, a ich zasięg zależy od gatunku i warunków pogodowych. W okresie wegetacyjnym tworzą się jedynie niewielkie obszary martwicze, najmniejsze zaś powstają z ran zadanych wiosną. Z biologicznego punktu widzenia duże martwice kambialne są dla drzewa niekorzystne. Rana się powiększa, ponieważ kambium przy jej krawędzi obumiera, co oznacza, że pokrycie jej kalusem (a tym samym zasklepienie uszkodzenia) wymaga więcej czasu niż w przypadku martwicy kambialnej o mniejszym zasięgu. Badania nad wzrostem drewna przyrannego

u tych samych gatunków drzew, lecz w różnych porach roku, dowodzą, że wokół uszkodzeń powstałych wiosną tworzy się bardziej wytrzymałe drewno przyranne w porównaniu z ranami powstałymi w innym czasie.

### Podsumowanie i wnioski praktyczne

Konsekwencje dla arborystyki można podsumować następująco:

Drzewa doznają urazów w wyniku zabiegów pielęgnacyjnych takich jak cięcia. Reakcje obronne ograniczają ich negatywne skutki. Silny przyrost drewna przyranego, niewielkie obszary martwicze i skuteczne grodziowanie powinny stać się celem mądrze rozumianej arborystyki. Na reakcje obronne drzewa można wpływać poprzez odpowiedni dobór pory cięcia i rozmiaru ran.

W zimie drzewo reaguje znacznie słabiej niż w pozostałych porach roku. Najskuteczniejsze reakcje, jeśli chodzi o grodziowanie, zakres martwicy kambialnej i intensywność kalusowania, występują w okresie wegetacyjnym. Zasięg martwicy wywołanej uszkodzeniem jest najmniejszy w marcu i kwietniu, nowa tkanka na brzegach ran rozrasta się najszybciej między kwietniem a czerwcem, a grodziowanie przebiega najskuteczniej między majem a sierpniem w zależności od różnych czynników. Okres między wrześniem a lutym jest niekorzystny pod każdym względem.

Na podstawie tych obserwacji w niemieckich wytycznych ZTV-Baumpflege (2006) sformułowano następujące zalecenie: „W celu minimalizacji możliwych uszkodzeń drzewa oraz usprawnienia mechanizmu grodziowania i przyspieszenia tworzenia kalusa cięcia powinny być przeprowadzane wyłącznie w okresach wegetacyjnych”.

Istotny wpływ na praktykę opieki nad drzewami ma wielkość ran powstałych w wyniku cięć w koronie w powiązaniu ze zdolnością drzewa do grodziowania (słabszą lub silniejszą, zob. 2.2.1). W przypadku gatunków słabiej grodziujących cięcia w koronie powinny się ograniczać do gałęzi o średnicy do **5 cm**, a przy gatunkach silniej grodziujących do **10 cm**. Zalecenia te zostały włączone do niemieckich wytycznych w zakresie opieki nad drzewami (ZTV-Baumpflege 2006).

### 2.2.2. Model CODIT

Model reakcji drzew na uszkodzenie został po raz pierwszy opracowany przez Shigo i Marksa (1977). Model ten, znany pod nazwą CODIT, daje arborystom uproszczony opis struktury drzew i ich reakcji na rozkład. Drzewa przedstawiono w nim jako organizmy o budowie modułowej, które w przypadku zranienia lub rozkładu posiadają zdolność do tworzenia odizolowanych obszarów (*compartments*) (Shigo 1986). Początkowo skrót CODIT oznaczał jedynie „kompartmentalizację (grodziowanie) rozkładu u drzew” (ang. *Compartmentalization of Decay in Trees*). Model ten był przede wszystkim skoncentrowany na rozprzestrzenianiu się rozkładu w następstwie zranienia i wywołanym tym grodziowaniu. W modelu CODIT warstwy graniczne poszczególnych izolowanych obszarów określane są mianem „ścian” (*walls*). W zależności od ich położenia w drewnie warstwy graniczne (*boundary*

layers) oznaczono jako ściany o numerach: 1, 2 i 3. Ściana nr 4 to strefa barierowa (*barrier zone*)<sup>1</sup>.

Model ten wzbudził spore kontrowersje i zainicjował ożywioną dyskusję wśród ekspertów. Kluczową kwestią było pytanie, czy bezpośrednio po zranieniu drzewa nie reagują raczej na infiltrację powietrza (zapowietrzenie) niż na rozkład (Tyree, Sperry 1988; Liese, Dujesiefken 1989; Rayner 1993; Dujesiefken *et al.* 1997). To właśnie zator powietrzny (embolia) w tkankach transportujących wodę stanowi znaczącą zmianę bezpośrednio po zranieniu i wprowadza zaburzenie czynnościowe. Dopiero potem drzewo inicjuje proces grodziowania. W rezultacie skrót CODIT oznacza dziś „grodziowanie uszkodzeń u drzew” (ang. *Compartmentalization of Damage in Trees*). Koncepcja uszkodzenia jest szersza i obejmuje wszystkie zmiany będące następstwem zranienia – od zatoru powietrznego i zaburzenia czynnościowego aż po rozkład.

Dziś model CODIT rozumiany jest bardziej wszechstronnie jako schemat opisujący w ujęciu chronologicznym proces grodziowania uszkodzenia przez drzewa oraz przyrost drewna przyranego. Reakcje obronne mogą przybierać bardzo zróżnicowane formy w poszczególnych przypadkach. Jednak zawsze można rozpoznać tę samą zasadę – grodziowanie i zasklepienie uszkodzenia przebiega etapowo (il. 9 i 10; Dujesiefken, Liese 2015). Niezależnie od rodzaju zranienia przebarwione drewno jest zasiedlane przez mikroorganizmy, poczynając od powierzchni rany (Shigo 1975; Schwarze, Fink 1997; Kowol *et al.* 2001). Rozmnażają się one błyskawicznie w ograniczonej grodziami strefie przebarwionego drewna. Przy niewielkich, a tym samym mniej problematycznych zranieniach ich rozwój zazwyczaj skutecznie powstrzymuje warstwa graniczna. Jeśli ranę zarażnie drewno przyranne, rozkład zostanie zasklepiony. Gdy do tego dochodzi, grzyb zamiera (Balder 2007; Kehr 2007). Są jednak zranienia, które nie mogą być kompartmentalizowane w ograniczonej przestrzeni i zasklepienie przez drewno przyranne. Rozmiar rany ma tu szczególne znaczenie. Wpływ na ten proces mają także gatunek drzewa, rodzaj zranienia, pora roku, w której do niego doszło, oraz potraktowanie rany. Ponadto ogromne znaczenie ma sposób cięć przeprowadzanych w koronie. Arborystyczna praktyka musi zatem wykazywać się głęboką świadomością zasad rządzących reakcjami drzew na zranienie oraz rozmaitych wpływających na nie czynników.

Drzewa reagują na urazy etapowo. **Model CODIT** dzieli reakcje drzewa na cztery kolejne (choć częściowo także nakładające się na siebie) fazy:

### Faza 1: Infiltracja powietrza (zapowietrzenie)

W rezultacie tkanka najbliższa rany obumiera.

W konsekwencji:

- tkanka korowa wytwarza korek przyranny,
- kambium wytwarza kalus na brzegu rany i strefę barierową w pobliżu rany,
- drewno tworzy warstwę graniczną w procesie grodziowania i rozpoczyna się proces przebarwiania drewna w pobliżu rany.

<sup>1</sup> W języku polskim zaczęło się przyjmować określanie wszelkiego rodzaju barier tworzonych przez drzewo dla ograniczenia rozwoju mikroorganizmów jako grodzi. Terminologia w tym zakresie w piśmiennictwie angielskim nie jest spójna. W tekście zastosowano dosłowne tłumaczenie terminów. Redaktor proponuje jednak stosowanie dla *boundary layer* polskiego odpowiednika „warstwa grodziująca”, a dla *barrier zone* – „bariera grodziująca” [przyp. red.].



## II. Perspektywa cyklu życia drzewa

**II. 9:** Model CODIT ukazany na przykładzie małej rany, względnie u silnie grodziującego drzewa:



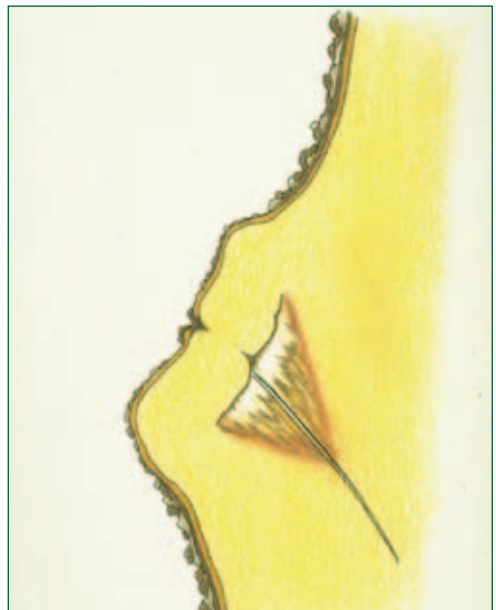
Faza 1: Infiltracja powietrza



Faza 2: Zasiedlenie przez mikroorganizmy (np. grzyby rozkładające drewno)



Faza 3: Rozprzestrzenianie się mikroorganizmów



Faza 4: Zasklepienie mikroorganizmów – co powoduje zamieranie grzybów

**II. 10:** Model CODIT ukazany na przykładzie dużej rany, względnie u słabo grodziującego drzewa:



Faza 1: Infiltracja powietrza



Faza 2: Zasiedlenie przez mikroorganizmy (np. grzyby rozkładające drewno)



Faza 3: Rozprzestrzenianie się mikroorganizmów



Faza 4: Rana pozostaje w fazie 3. Uszkodzenie nie zostało zasklepienie, a mikroorganizmy w drewnie pozostają aktywne, wskutek czego stanowią co najmniej utajone zagrożenie dla drzewa

### **Faza 2: Zasiedlenie przez mikroorganizmy**

- przez korę do perydermy przyrannej,
- przez drewno do warstwy granicznej.

Po późniejszym zasklepieniu rany z pierwotnej tkanki kalusowej wytwarza się drewno przyranne.

### **Faza 3: Rozprzestrzenianie się mikroorganizmów (np. grzybów rozkładających drewno)**

Warstwa graniczna może zostać naruszona, zwłaszcza w starszym drewnie.

W konsekwencji:

- drewno wytwarza nową warstwę graniczną,
- drewno wytwarza więcej substancji pomocniczych (np. fenoli) jako środków obronnych, jeśli mikroorganizmy dotarły do strefy barierowej,
- jednocześnie rozrasta się wciąż drewno przyranne, dążąc do pokrycia rany.

### **Faza 4: Zasklepienie uszkodzenia zasiedlonego przez mikroorganizmy**

Drewno przyranne zamyka ranę i zasklepia uszkodzone miejsce, co powoduje obumarcie grzybów. Dalsze rozprzestrzenianie się mikroorganizmów nie jest już możliwe.

## **Zasklepienie uszkodzenia jest elementem strategii przetrwania drzewa**

Jeśli rana nie może się zasklepić, szkodliwe organizmy pozostają aktywne i stanowią co najmniej utajone zagrożenie dla drzewa.

Jeśli nie dochodzi do fazy 4 (np. przy dużych uszkodzeniach lub u osłabionych i wolniej rosnących drzew), proces zatrzymuje się w fazie 3 i grzyby rozkładające drewno mogą się nadal rozprzestrzeniać. To samo dzieje się, gdy zasklepienie uszkodzenia ponownie się otworzy, np. na skutek pęknięcia pnia lub aktywności dzięciołów. Spowodowany nowym uszkodzeniem dopływ tlenu do zasklepionej już rany może doprowadzić do wtórnego zasiedlenia przez grzyby, umożliwiając im przerośnięcie warstwy granicznej. Całe drzewo może wówczas doznać rozległych uszkodzeń. Jeśli rana jest niewielka lub jej zarastanie jest wystarczająco szybkie, faza 3 jest krótka, a czasami w ogóle nie występuje (Dujesiefken, Liese 2015).

Z perspektywy praktycznej opieki nad drzewami rozważania te sprowadzają się do konkluzji, iż należy unikać rozległych interwencji w koronie, pniu i korzeniach. W zależności od gatunku drzewa wszelkie zabiegi powinny być tak przeprowadzane, by drzewo zawsze było w stanie zasklepić doznane rany.

### **2.2.3. Reiteraty i „drugie życie” drzew**

Reiteraty to rozwijające się nowe pędy lub przewodniki, a nawet całe układy gałęzi. Reiteracja oznacza proces, za pomocą którego drzewo powiela własną architekturę, tworząc nowe kopie swojej podstawowej jednostki morfologicznej (*architectural unit*). Jest to zatem specyficzny sposób rozgałęziania się, prowadzący do utworzenia na drzewie pierwotnym

„nowych drzew” z własnymi gałęziami, kwiatami i owocami. Starsze reiteraty mogą także mieć własny pień.

Reiteraty mogą odzwierciedlać:

1. zmiany w środowisku lub otoczeniu (reiteraty adaptacyjne),
2. nagle uszkodzenia (reiteraty pouszkodzeniowe lub traumatyczne), zwykle w wyniku poważnych urazów spowodowanych przez burzę lub utratę konaru na skutek rozkładu.

Reiteraty pouszkodzeniowe rozwijają się głównie z pąków śpiących lub (nowo utworzonych) pąków przybyszowych. Trwający latami proces reiteracji prowadzi do powstania mniejszych koron cząstkowych (*sub-crowns*), które wyglądają jak małe drzewka rosnące w koronie drzewa-matki (Pfisterer 1999; Roloff 2001, 2016).

Młode drzewa są w stanie bardzo elastycznie reagować na zmiany w środowisku lub otoczeniu, wypuszczając nowe pędy w koronie, na pniu i z systemu korzeniowego. Ale zdolność do tworzenia reiteratów zmienia się w miarę upływu lat. Starsze drzewa mają różne strategie przetrwania. Niektóre gatunki potrafią wypuszczać wiele nowych pędów nawet w podeszłym wieku, inne zaś nie są już wówczas w stanie aktywować pąków uspionych bądź przybyszowych. Nie dostaną już drugiej szansy i zamrą częściowo lub całkowicie, gdy tylko ujawnią się jakieś negatywne wpływy środowiska. Jak dotąd ten deficyt potencjału regeneracyjnego nie był w zasadzie dostrzegany, a jest on istotny dla lepszego rozumienia zachowań starszych drzew, które doznały uszkodzeń, i procesu ich powrotu do zdrowia. Poniżej opisano różnice w procesie reiteracji u starszych drzew z podziałem na typy. Wiedza



II. 11: Gatunki zaliczane do typu A są w stanie przeżyć wycinkę lub zamarcie korony bądź pnia. Po latach dawne drzewo może wyglądać jak krzak

## II. Perspektywa cyklu życia drzewa



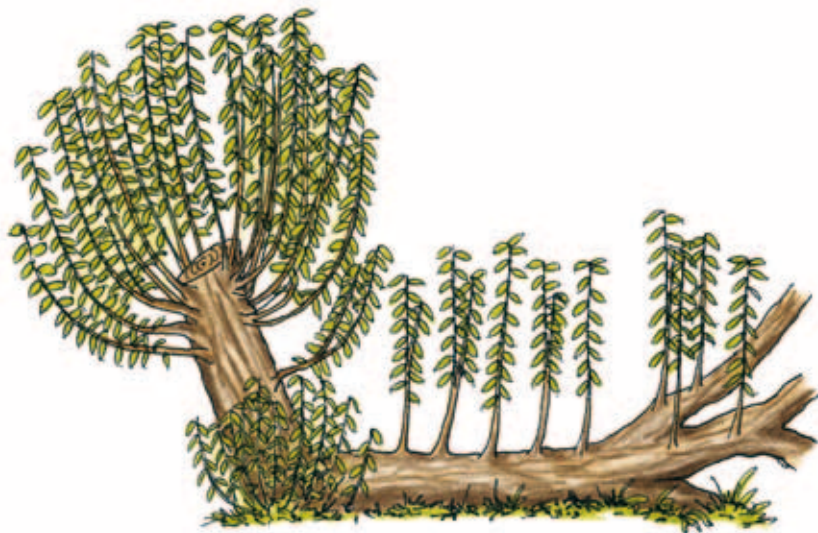
**II. 12:** Dawne drzewo jest martwe, ale ta lipa nadal żyje dzięki nowym pędom z podstawy pnia i teraz wygląda jak krzak



**II. 13:** Ta topola nie zamarła po wycince i wypuściła nowe pędy z pniaka (typ A)



**II. 14:** Wypuszczanie nowych pędów z systemu korzeniowego należy do strategii przetrwania niektórych gatunków jak wiąz, topola lub robinia (typ A)



Il. 15: Do typu B zaliczają się drzewa o największych zdolnościach przetrwania, mogące wytwarzać reiteraty w koronie, odziomku, z korzeni oraz z obłamanych części drzewa takich jak konary lub przewodniki. Typowe gatunki tej grupy to olchy, lipy i wierzby

na temat **różnych rodzajów reiteracji u starszych drzew** jest ważna, by odpowiednio zaplanować opiekę nad nimi.

Jednak drzewa większości gatunków potrafią także w starszym wieku reagować na drastyczne zmiany. Niektóre drzewa potrafią przeżyć wycinkę lub śmierć korony lub pnia spowodowaną przez chorobę (jak w przypadku holenderskiej choroby wiązów). Drzewo zniknęło, ale organizm nadal żyje dzięki nowym pędom z pniaka i korzeni (typ A, il. 11–14). Po latach dawne drzewo (np. olcha, wiąz, lipa) może wyglądać jak krzak lub też – jak w przypadku bożodrzewu, topoli białej lub robinii – z systemu korzeniowego może wyrosnąć gęsty zagajnik.

Największymi zdolnościami przetrwania dysponują drzewa, które potrafią wytwarzać reiteraty w koronie, odziomku, z korzeni, a także z obłamanych części jak pnie lub konary (**typ B**). Typowi przedstawiciele tej grupy to olchy, lipy, a także wierzby (il. 15). Te drzewa otrzymują nie tylko drugą, ale i trzecią, a może nawet czwartą szansę na przetrwanie.

Od dawna wiadomo z praktycznych doświadczeń, że drzewa niektórych gatunków tracą zdolność do reagowania reiteracją na nagłe uszkodzenie. Nie są one w stanie aktywować pączków śpiących lub przybyszowych np. na pniu lub z odziomka czy systemu korzeniowego. Tylko ich korona może reagować w rozmaity sposób (**typ C**). U drzew, które odniosły poważne uszkodzenie lub zamierają, górna korona rozpada się wskutek zamierania gałęzi. Jeśli zdołają przeżyć i wypuszczą nowe pędy w dolnej części korony, powstanie korona wtórna (**typ C1**, il. 16). Drzewo może przetrwać dzięki tej małej koronie. Typowymi przedstawicie-

## II. Perspektywa cyklu życia drzewa



**II. 16:** Reakcja starszego drzewa na drastyczne zmiany. W tym przypadku drzewo regeneruje się, wypuszczając nowe pędy w dolnej części korony (korona wtórna, typ C1)



**II. 17:** Regeneracja po nagłym uszkodzeniu korony spowodowanym przez burze, złamanie części korony lub ogławianie wcześniej żywotnego drzewa. Reiteracja prowadzi do powstania na drzewie koron cząstkowych (typ C2). Typowymi gatunkami w tej kategorii są lipy, platany, topole i wierzby



**II. 18:** Dwie wierzby, drzewo po prawej uległo oblamaniu, a później je ogłowiono



**II. 19:** Już kilka lat później widać, że ogłowione drzewa zareagowały przede wszystkim w górnej części korony, wypuszczając nowe pędy i tworząc korony cząstkowe (typ C2)

lami tego typu są dąb oraz robinia i wiąz. Innym rodzajem nagłego uszkodzenia korony jest poważny uraz spowodowany przez burze, ogławianie lub obłamanie części korony w wyniku rozkładu wcześniej żywego drzewa. Chodzi tu o utratę części lub całej korony. W takiej sytuacji drzewo reaguje przede wszystkim w górnej części korony, wypuszczając nowe pędy w pobliżu rany (**typ C2**, il. 17). Typowe jest również to, że platany, lipy, topole i wierzby są także zdolne do reagowania licznymi reiteracjami, które prowadzą do powstania na drzewie koron cząstkowych (il. 18 i 19). Gdy żywotne drzewa zostaną uszkodzone mechanicznie wskutek rozkładu, burzy lub nieprofesjonalnego cięcia pilarką, nowe pędy rekompensują straty w koronie. Po kilku latach drzewo jest w stanie osiągnąć taką samą wysokość, jaką miało przed uszkodzeniem.

Do **typu D** zaliczamy drzewa, które (niemal nigdy) nie dostaną drugiej szansy. Przykładem tego typu są starsze brzozy i klony (il. 20 i 21). Zagęszczenie gleby lub poważna utrata korzeni może prowadzić do gwałtownej śmierci starszych klonów. Brzozy stanowią inny przykład. Po letniej suszy się nie zregenerują. Nawet żywotne egzemplarze natychmiast po takim stresie zamierają. Giną wskutek gwałtownego uszkodzenia i nie są zdolne do wykorzystania ewentualnej szansy przetrwania.

Właściwa opieka nad drzewami wymaga wiedzy na temat reakcji na zranienia, modelu CODIT, reiteracji i możliwości ponownego wzrostu. Powinna ona stać się trwałym elementem systemu gospodarowania drzewami dojrzałymi i sędziwymi.





**II. 20:** Nagła śmierć klonu wskutek poważnego stresu. To drzewo nie potrafi zareagować, tworząc reiteraty, i dlatego nie ma szans na przetrwanie



**II. 21:** Drzewa typu D jak brzozy czy klony niemal nigdy nie dostaną drugiej szansy. Nawet żywotne osobniki zamierają bezpośrednio po doświadczeniu stresu środowiskowego. Nie mają lub prawie nie mają szansy na regenerację poprzez wytworzenie reiteratów

### Literatura:

- Balder, H. (2007) *Mehrfährige Untersuchungen zur Pathogenität des Brandkrustenpilzes an Winter-Linde bei konventionellen Baumschulgehölzen*. In: Dujesiefken, D.; Kockerbeck, P. (eds.): *Jahrbuch der Baumpflege* (2007). Braunschweig: Haymarket Media, 192–199.
- Bennett, L. (2010) *Trees and public liability – who really decides what is reasonably safe*. *Arboricultural Journal*, **33**, 141–164.
- Dujesiefken, D. (Hrsg.) (1995) *Wundbehandlung an Bäumen*. Mit Beiträgen von H. Balder, L. Dimitri, D. Dujesiefken, P. Grimm-Wetzell, T. Kowol, W. Liese, T. Maag, K. Schröder, E. Schmitz-Felten, G. Seehann, H. Strohm & S. Wiebe. Braunschweig: Verlag B. Thalacker.
- Dujesiefken, D. & Liese, W. (2015) *The CODIT Principle – Implications for Best Practices*. Champaign, Illinois / USA: International Society of Arboriculture.
- Dujesiefken, D., Ridder, H. W. & Habermehl, A. (1997) *Zum Einsatz der Computer-Tomografie zu Frage der Luftembolie bei verletzten Bäumen*. In: Dujesiefken, D., Kockerbeck, P. (eds.) *Jahrbuch der Baumpflege* (1997), 222–227. Braunschweig: Thalacker Medien.
- Dujesiefken, D., Stobbe, H. & Kowol, T. (2001) *Der Flächenkallus – eine Wundreaktion von Bäumen an Rücke- und Anfahrschäden*. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*. **120**, 80–89.
- Gaiser, O., Dujesiefken, D., Pelz, S. & Stobbe, H. (2006) *Untersuchungen zur Flächenkallus-Bildung an Nadelbäumen*. In: Dujesiefken, D. Kockerbeck, P. (eds.) *Jahrbuch der Baumpflege* (2006) 236–242. Braunschweig: Thalacker Medien.
- Gilman, E. F. (2012) *An Illustrated Guide to Pruning*. 3<sup>rd</sup> edn, Clifton Park, USA: Delmar Publishers.
- Haythornthwaite, R. (2008) *A government perspective – current thinking about risk regulation. Tree Management for Public Safety – Towards an Industry Statement*. London: *One Day Conference, National Tree Safety Group*.
- Kehr, R. (2007) *Langzeitversuche zur künstlichen Infektion von Winter-Linden mit Brandkrustenpilz in einem Waldbestand*. In: Dujesiefken, D., Kockerbeck, P. (eds.): *Jahrbuch der Baumpflege* (2007) 200–214. Braunschweig: Haymarket Media.
- Kowol, T., Kehr, R., Wohlers, A. & Dujesiefken, D. (2001) *Wundreaktionen und Pilzbefall im Holzkörper nach Resistograph- und Zuwachsbohrer-Einsatz zur Baumuntersuchung im Bereich von Fäulen*. In: Dujesiefken, D., Kockerbeck, P. (eds.) *Jahrbuch der Baumpflege* (2001) pp. 203–211. Braunschweig: Thalacker Medien.
- Liese, W. & Dujesiefken, D. (1989) *Wundreaktionen bei Bäumen. Tagungsbericht, 2. Symposium, Ausgewählte Probleme der Gehölzphysiologie – Gehölze, Mikroorganismen und Umwelt*, Tharandt, 13–16 Juni 1989, 75–80.
- Lonsdale, D. (1999) *Principles of Tree Hazard Assessment and Management*. London: Research for Amenity Trees No. 7.
- Pfisterer, J. (1999) *Gehölzschnitt nach den Gesetzen der Natur*. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- Rayner, A.D.M. (1993) *New avenues for understanding processes of tree decay*. *Arboricultural Journal*, **17**, 171–189.
- Roloff, A. (2001) *Baumkronen. Verständnis und praktische Bedeutung eines komplexen Naturphänomens*. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- Roloff, A. (Hrsg.) (2016) *Urban Tree Management for the Sustainable Development of Green Cities*. Dresden University of Technology, Tharandt, John Wiley & Sons, Ltd.

## II. Perspektywa cyklu życia drzewa

- Schwarze, F.W.M.R. & Fink, S. (1997) *Reaction zone penetration and prolonged persistence of xylem rays in London plane wood degraded by the basidiomycete Inonotus hispidus*. *Mycol. Research* **101**, 1207–1214.
- Shigo, A. L. (1975) *Microorganisms isolated from wounds inflicted on Red Maple, Paper Birch, American Beech and Red Oak in winter, summer and autumn*. *Phytopathology* **66**, 559–563.
- Shigo, A. L. & Marx, H. G. (1977) *Compartmentalization of decay in trees*. U.S.D.A. Forest. Serv. Agric. Bull. No. 405.
- Shigo, A. L. (1986) *A New Tree Biology*. Durham, New Hampshire: Shigo and Trees Assoc.
- Stobbe, H., Dujesiefken, D., Eckstein, D. & Schmitt, U. (2002a) *Behandlungsmöglichkeiten von frischen Anfahrsschäden*. In: Dujesiefken, D. Kockerbeck, P. (eds.) *Jahrbuch der Baumpflege* (2002) Braunschweig: Thalacker Medien, 43–55.
- Stobbe, H., Schmitt, U., Eckstein, D. & Dujesiefken, D. (2002b) *Developmental stages and fine structure of surface callus formed after debarking on living lime trees (Tilia sp.)*. *Annals of Botany* **9**, 773–782.
- Tyree, M. & Sperry, J. S. (1988) *Do woody plants operate near the point of catastrophic xylem dysfunction caused by dynamic water stress?* *Plant Physiology* **88**, 574–580.
- ZTV-Baumpflege (2006) *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Baumpflege = Additional Technical Contractual Terms and Guidelines for Tree Care*. 5. Edition, Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (FLL).

# III

## Opieka nad drzewami z perspektywy cyklu ich życia



## 3.1. Opieka nad młodymi drzewami

Jan-Willem de Groot

### 3.1.1. Wprowadzenie

Arborystyka przeobraziła się w profesjonalną branżę, dającą zatrudnienie tysiącom specjalistów od drzew. Jednym z ich głównych zadań jest formowanie drzew miejskich. Cięcia formujące są zasadniczo niezbędne, jednak obecna praktyka w tym zakresie często okazuje się zawodna. Znaczna część drzew przedwcześnie obumiera albo zostaje poważnie uszkodzona bądź cierpi wskutek innych problemów wynikających z zaniechania, opóźnienia lub niewłaściwego przeprowadzenia cięć w młodości.

Nie zdajemy sobie w wystarczającym stopniu sprawy, że długie życie miejskich drzew możliwe jest dzięki temu, że miały prawidłową opiekę od posadzenia. Obecność drzew w przestrzeni miasta staje się coraz bardziej potrzebna, często jednak brakuje wiedzy i wizji, jak dobrze nimi gospodarować. Coraz więcej drzew miejskich nie jest w stanie osiągnąć dojrzałości i wypełnić przeznaczonej im funkcji. Jednocześnie wiemy, że wraz ze wzrostem i dojrzewaniem drzewa przysparzają coraz więcej korzyści.

Na szczęście zdarza się również, że młode drzewa są efektywnie pielęgnowane. Zazwyczaj zabiegi pielęgnacyjne wykonywane są wtedy według ustalonego harmonogramu, obejmującego wcześniej opracowany cykl zabiegów. Udane nasadzenia dowodzą, że pierwsze 25 lat życia drzewa to – na ogół – okres kluczowy zarówno dla rozwoju jego prawidłowej struktury, jak i zapobiegania uszkodzeniom w późniejszym wieku. Cięcia formujące muszą być wykonywane w sposób efektywny i systematyczny, by ukształtować odpowiednią strukturę drzewa. Powinny być przeprowadzane przez specjalistów na podstawie przemyślanego planu, od najmłodszych lat życia drzewa, w regularnych odstępach. Cięcia – oprócz kształtowania właściwej struktury – mogą być również konieczne z uwagi na wymogi otoczenia. W miastach oznacza to na ogół konieczność uzyskania przestrzeni wolnej od gałęzi by zapewnić odpowiednią skrajnię dla ruchu. Cięcia powinny się rozpocząć we wczesnej fazie rozwoju drzewa, bo dzięki temu można w późniejszym okresie uniknąć poważnych interwencji i związanych z nimi negatywnych konsekwencji.

Objęcie pojedynczych drzew (lub ich grup) wcześniej ustalonym cyklem zabiegów formujących gwarantuje osiągnięcie założonych celów. Prawidłowe kształtowanie młodych drzew miejskich przyczynia się w znaczącym stopniu do ich długowieczności. Systematyczne stosowanie przemyślaných zabiegów pielęgnacyjnych, dokonywanych w krótkich odstępach, jest tańsze od ponoszenia kosztów wynikających z zaniedbań, zwłaszcza gdy drzewa obumierają lub łamią się i trzeba je zastąpić nowymi.

### 3.1.2. Krótka historia formowania drzew w Holandii

W stolicy Holandii, Amsterdamie, drzewa w alejach sadi się od ponad czterech stuleci. Systematyczne nasadzenia drzew zaczęto tam – jak wiadomo – prowadzić już w XVII w. Wzdłuż kanałów drzewa były sadzone w ustalonych odstępach równych dwóm „amsterdamskim prętom” – *Amsterdam roedes*, czyli co 7,36 m. W 1567 r. słynny historyk Lodovico Guicciardini nazwał Amsterdam Wenecją Północy (Guicciardini 1567). Tym, co różniło oba miasta, były właśnie drzewa. Tomaso Contarini, ambasador Wenecji, pisał w 1610 roku: „Powszechnym obyczajem mieszkańców Amsterdamu jest sadzenie wielkich drzew w równych rzędach po obu stronach kanałów, co bardzo dodaje miastu urody” (Bakker 1995).

Drzewa rosnące wzdłuż kanałów szybko stały się nieodzownym elementem zagospodarowania miasta. Oprócz kwestii estetycznych istniały także inne powody, dla których warto było je sadzić. Jednym z nich była stabilizacja brzegów, o co dbały systemy korzeniowe drzew. Wykorzystywano także drewno wiązów do produkcji mebli, chodaków czy konstruowania budowli, zaś wiązowe liście – na paszę. Coraz więcej drzew sadzono także na placach miejskich i targowiskach. Zgodnie ze statutem miasta celem tych zabiegów było uczynienie go wygodniejszym dla ludzi i zwierząt. Bydło potrzebowało cienia, który zapewniały korony drzew. Roztaczany przez nie chłód chronił jednocześnie sprzedawane towary przed zepsuciem. Już w XVII w. Holendrzy poważnie traktowali hasło „Miasto zdrowe dzięki drzewom”.

Także w XVII w. nie ustawano w wysiłkach nad utrzymaniem drzew w dobrym stanie. Obraz Jana van der Heydena *Kanał w Amsterdamie* przedstawia codzienny widok kanału



II. 22: *Kanał w Amsterdamie*, Jan van der Heyden (1637–1712), ok. 1670  
(źródło: <http://www.nga.gov/content/ngaweb/Collection/art-object-page.135093.html>)

### 3.1. Opieka nad młodymi drzewami

Herengracht około 1670 roku. Okazałym kamienicom towarzyszą równie okazałe drzewa. Już na pierwszy rzut oka widać, że były one formowane – korony lip rosnących wzdłuż kanału zostały podniesione o kilka metrów. Powody tej interwencji mogły być różne: zapewnienie skrajni dla ruchu ulicznego oraz przestrzeni handlowej pod drzewami, a także umożliwienie załadunku i rozładunku statków.

Dziś, czterysta lat później, w Amsterdamie rośnie ponad 350 tysięcy drzew. Tradycja ich sadzenia jest kultywowana na niemal każdej ulicy. Jednak tak jak w wielu innych miastach, tak i tutaj przestrzeń życiowa drzew się kurczy. Ich pielęgnacja wymaga dziś większej uwagi niż kiedykolwiek. Coraz ważniejsze staje się pozostawianie wolnej od gałęzi przestrzeni pod koronami drzew. Wynika to z odpowiedzialności właściciela drzewa za szkodę przez nie spowodowaną. Drzewa w środowisku miejskim nie powinny stanowić zagrożenia. Martwe lub niebezpieczne gałęzie muszą być usuwane z korony we właściwym czasie, jeśli chce się uniknąć oskarżeń o zaniedbanie. Upowszechnia się jednak świadomość, że właściwe utrzymanie drzew jest w stanie zmniejszyć groźbę ich przedwczesnego obumierania. Każde drzewo – czy to rosnące na ulicy, czy w parku, na placu czy w alei – odnosi korzyści z właściwych i, co najważniejsze, systematycznie prowadzonych zabiegów pielęgnacyjnych.

W ciągu ostatnich dziesięcioleci różne firmy i organizacje zajęły się udoskonalaniem planów cięć formujących, a także opracowały długoterminowe plany gospodarowania drzewostanem. Plany te uwzględniają miejsce nasadzenia, etap rozwoju oraz ostateczny rozmiar drzewa w wieku dojrzałym. Jednym z głównych twórców takich planów w Holandii był Pius Floris, który opracował model cięć pielęgnacyjnych wraz z ich harmonogramem. Jego wizja opierała się na założeniu, że uzyskanie zdrowych i dobrze funkcjonujących drzew zależy



II. 23: Kanał w Amsterdamie (Herengracht), 2016



od właściwej opieki nad nimi we wczesnych latach życia [przedstawiony w tym rozdziale system formowania drzew bywa w krajach europejskich nazywany holenderskim, *Dutch pruning system* – przyp. red.]. Fundamentem prawidłowego funkcjonowania drzewa, które nie stwarza zagrożeń dla otoczenia, są zaplanowane cięcia formujące, wykonywane regularnie w okresie młodości.

#### 3.1.3. Zasady pielęgnacji młodych drzew

##### Cele formowania młodych drzew

Lokalizacja drzewa w ogromnym stopniu wpływa na jego rozwój – zarówno w części nadziemnej, jak i podziemnej. Drzewa rosnące w lesie na skutek współzawodnictwa przyjmują zazwyczaj smukłą postać, natomiast ich wolnostojący krewni rozrastają się raczej wszerz niż wwyż. Warunki w mieście, określane przez jego mieszkańców i środowisko, decydują w znaczącym stopniu o możliwościach rozwoju drzew na ulicach. Naturalnym wzorcem wzrostu drzew jest utrzymywanie gałęzi jak najniżej i rozrost na szerokość. Wolnostojące drzewa w parku mogą sobie na to pozwolić, ale w przypadku drzew rosnących przy ulicy zazwyczaj trzeba zapewnić określonej wielkości przestrzeń wolną od gałęzi dla zachowania skrajni oraz spełnić wymogi związane z bezpieczeństwem publicznym.



II. 24: Młody wiąz w Amsterdamie (Holandia). W przypadku takiej lokalizacji trzeba podkrzesać koronę, aby zagwarantować skrajnię dla ruchu i spełnić wymogi bezpieczeństwa publicznego



**Il. 25:** Aby zapewnić skrajnię i spełnić wymogi dotyczące bezpieczeństwa, te młode dęby rosnące w Arnhem (Holandia) są regularnie formowane

Głównym celem cięć formujących jest kształtowanie drzew, które będą miały prawidłową strukturę i nie będą zagrażać bezpieczeństwu. W miastach szczególnie istotna jest więc stabilność struktury drzewa. Ważne jest również to, że upadek drzewa (lub jego części) może oznaczać jego utratę. Dlatego jednym z głównych celów pielęgnacji młodych drzew jest kształtowanie zdrowych egzemplarzy o trwałej strukturze. Ponadto zdarzają się także okoliczności, w których drzewa muszą dostosować się do warunków brzegowych narzuconych przez środowisko. Pod tym względem drzewa można podzielić na takie, które mogą rozwijać się swobodnie, oraz takie, które nie mają na to szans. W pierwszym przypadku, dotyczącym przede wszystkim drzew rosnących w parkach i lasach, mogą one utrzymywać nisko gałęzie i przyrastać na szerokość. Inaczej rzecz się ma w przypadku terenów miejskich, z którymi zwykle wiążą się wymogi zapewnienia przestrzeni wolnej od gałęzi przeznaczonej na skrajnię oraz spełnienia wymogów związanych z bezpieczeństwem.

#### **Struktura drzewa – kształtowanie drzew bezpiecznych dla otoczenia**

Na obszarach zamieszkiwanych przez ludzi wymaga się, aby drzewa w maksymalnym stopniu spełniały wymogi dotyczące bezpieczeństwa publicznego. Mimo że obecność drzew przynosi korzyści ogółowi, w wielu krajach prawną odpowiedzialność za szkody spowodowane przez drzewo ponosi jego właściciel. Nie ma co prawda drzew stuprocentowo

### III. Opieka nad drzewami z perspektywy cyklu ich życia



**II. 26:** Drzewa takie jak to, o słabej strukturze, są narażone na wysokie ryzyko upadku zarówno całości, jak i części drzewa



**II. 27:** Gdy dochodzi do złamania drzewa o słabej strukturze, bardzo często oznacza to jego całkowitą utratę

bezpiecznych dla otoczenia, lecz wiadomo, że osobniki o słabszej strukturze są bardziej narażone na złamanie w porównaniu z egzemplarzami o strukturze stabilnej. Mówiąc o drzewach, trzeba umieć odróżniać opisujące je terminy „struktura” i „pokrój”. „Pokrój” to obrys drzewa, będący wypadkową zewnętrznego kształtu korony i pnia, natomiast „struktura” to specyficzny układ pnia i gałęzi. Drzewa o identycznym pokroju mogą się różnić strukturą. Oprócz tego, że drzewa o słabszej strukturze mogą stwarzać zagrożenie dla bezpieczeństwa, złamanie drzewa może doprowadzić do jego śmierci. W takich sytuacjach wszystkie środki zainwestowane w nasadzenia i pielęgnację zostaną stracone.

Skoro wiadomo, że wady strukturalne mogą przyczynić się do uszkodzenia, a nawet utraty całego drzewa, trzeba wyodrębnić kluczowe czynniki odpowiedzialne za osłabienie jego struktury, a tym samym za zwiększenie ryzyka urazu. Rozpoznanie u młodych drzew cech, które w przyszłości mogłyby narazić otoczenie na niebezpieczeństwo, może pomóc w zapobieganiu nieprawidłowościom wzrostu. Do czterech najczęściej spotykanych wad należą: konkurujące przewodniki, zakorek, niezbalansowanie korony i wygonione konary.

#### Konkurujące przewodniki

Konkurujące przewodniki to dwa lub więcej pni wyrastających z tego samego miejsca i osiagających podobne rozmiary w miarę wzrostu drzewa. Oznacza to, że w procesie rozwoju żaden z nich nie dominuje, co prowadzi do utworzenia V-kształtnego rozwidlenia. Rozgałęzienia tego rodzaju są znacznie bardziej narażone na rozłamanie niż konary, które nie są współdominujące. Badania pokazują, że siła potrzebna do oderwania konaru od pnia



II. 28: Usunięcie grubych konarów z korony tymczasowej powoduje rozległe rany, które inicjują rozkład pnia

### III. Opieka nad drzewami z perspektywy cyklu ich życia

jest odwrotnie proporcjonalna do stosunku średnicy konaru do średnicy pnia. Innymi słowy, im mniejsza gałąź, tym silniej związana jest z pniem (MacDaniels 1932; Miller 1950; Gilman 2003). W rezultacie optymalny i pożądany stosunek średnicy konaru do pnia wynosi 0,65 lub mniej. Spełnienie tych warunków zapobiega wystąpieniu zjawiska konkurowania przewodników. Drzewa o stosunkowo cienkich gałęziach są zatem w mniejszym stopniu narażone na ich odłamanie. Co więcej, urazy będące następstwem rozłamania przewodników są znacznie poważniejsze i często powiązane z głębokim rozkładem pnia. Techniki cięć pozwalające na utrzymanie właściwej średnicy konarów mogą zapobiec rozwojowi konkurujących prze-



II. 29: Konkurujące przewodniki z zakorkiem. Słaba struktura tego drzewa doprowadzi do jego utraty

wodników. Stosunkowo cienka gałąź odłamuje się przy obrótcie i dlatego może być łatwiej usunięta bez trwałego uszkodzenia drzewa (Shigo 1985).

We wczesnej fazie rozwoju drzewa zaznacza się silna dominacja wierzchołkowa. W przypadku konkurujących przewodników ustępuje ona miejsca rywalizacji między nimi. Naszym celem powinno być zatem dążenie do uzyskania drzewa o zbalansowanej strukturze, której nie zaburza rywalizacja przewodników.

## Zakorek

Zakorek może rozwinąć się między dwoma przewodnikami, dwoma konarami lub pomiędzy pniem a konarem, gdy rozwidlenie ma kształt litery V. Kora „przyczepiona” przez drewno obu sąsiadujących części osłabia rozwidlenie, ponieważ uniemożliwia pełne zrośnięcie się dwóch przewodników. Zamiast wzmacniać wiązanie przez zazębiające się warstwy drewna, przewodniki, rosnąc, odpychają się od siebie i powstaje powiększające się pęknięcie (Gilman 2003).

## Niezbalansowanie korony

Z niezbalansowaną koroną mamy do czynienia, gdy jest ona wyraźnie asymetryczna lub gdy większość zielonej masy znajduje się na czubkach gałęzi. To ostatnie zjawisko jest efektem cięcia „na lwi ogon” albo nadmiernego podnoszenia korony – niewłaściwych praktyk pielęgnacyjnych, polegających na usuwaniu wszystkich żywych pędów z dolnych i wewnętrznych części konarów. Powoduje to, że drzewa stają się podatniejsze na uszkodzenia wyrządzone przez wiatr (Gilman 2003). Co więcej, intensywne cięcie we wnętrzu korony stymuluje wzrost pędów przybyszowych, które często są słabo związane z pniem i konarami. Ogólnie rzecz biorąc, konsekwencją niezbalansowania korony jest zwiększone ryzyko odłamywania się gałęzi.

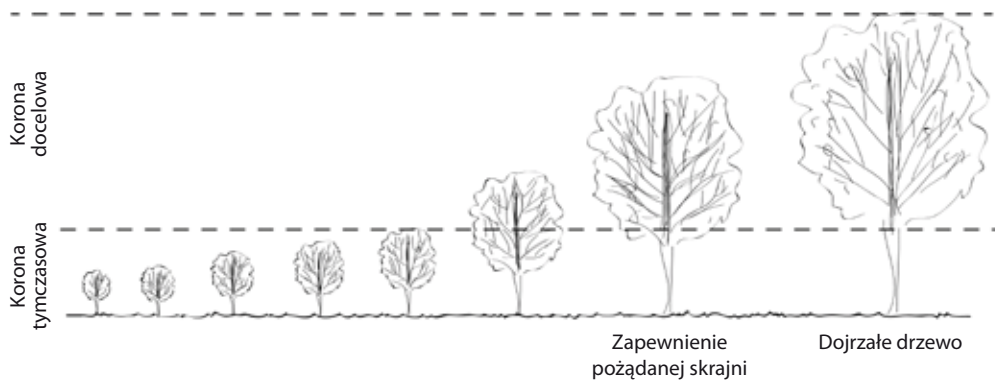
Zdarzają się wprawdzie przypadki, gdy niezbalansowana korona nie musi zwiastować problemów, a mechanizmy rozwojowe można wykorzystać, by dopomóc drzewu w procesie adaptacji i zapewnić mu bezpieczny wzrost w przyszłości. Jednakże znaczne niezbalansowanie korony może pociągać za sobą poważne zagrożenie dla prawidłowego rozwoju drzewa.

## Grube gałęzie w koronie tymczasowej

Miejskie drzewa są często ograniczane w swym naturalnym rozwoju przez wymaganą przepisami minimalną, pozbawioną gałęzi przestrzeń skrajni. W wypadku drzew, które muszą spełniać te wymogi, powinno się ustalić minimalną wysokość pnia wolnego od gałęzi, by można było zdecydować, które z nich należy usunąć. W tym kontekście mówimy o koronie „tymczasowej” i „docelowej”. Cięcie gałęzi tymczasowych powinno prowadzić do uformowania pozbawionego gałęzi pnia i osadzonej na nim docelowej korony.

W praktyce osoby przeprowadzające cięcia formujące często zaniedbują usuwania dolnych gałęzi korony tymczasowej. Nazbyt często stają się one przedmiotem zabiegów dopiero wtedy, gdy zdążą już potężnie urosnąć, obwisają lub przysparzają kłopotów w inny

### III. Opieka nad drzewami z perspektywy cyklu ich życia



II. 30: Reguły korony tymczasowej i docelowej



II. 31: Rozległe rany po cięciu, powstałe wskutek późnego usunięcia gałęzi z korony tymczasowej

sposób. Zbyt późne ich usuwanie powoduje u drzew rozległe rany, które mogą zapoczątkować rozkład drewna w pniu, zwłaszcza u podatnych na to gatunków. Inne wynikające stąd problemy mają charakter mechaniczny, jak na przykład skoncentrowanie masy na końcach gałęzi. Gałęzie korony tymczasowej są tymczasowe, więc tak czy owak trzeba będzie je w przyszłości usunąć, jeśli mają zostać spełnione wymogi dotyczące skrajni. W tej sytuacji najkorzystniejszym rozwiązaniem dla drzewa jest usunięcie ich wówczas, gdy są jeszcze stosunkowo cienkie, a rany po nich będą niewielkie. Co do zasady należy podczas każdego nawrotu cięć usuwać najpierw najgrubsze gałęzie.

## Czy trzeba zapewnić skrajnię?

By odpowiedzieć na to pytanie, trzeba wiedzieć, czy drzewo może rosnąć swobodnie bądź też, czy istnieją ograniczenia narzucone przez jego otoczenie. W przypadku drzewa rosnącego swobodnie, bez konieczności zachowania skrajni, gałęzie mogą się rozrastać do samej ziemi. Jednak naturalny rozwój drzew ulicznych jest zwykle ograniczony przez wymóg istnienia minimalnej przestrzeni pozbawionej gałęzi w celu zapewnienia skrajni [podobnie w przypadku sąsiedztwa budowli i urządzeń – przyp. red.]. Stąd też zanim zaczniemy zastanawiać się nad cięciem, powinniśmy najpierw zwizualizować sobie pożądany obraz konkretnego drzewa w danej lokalizacji. Na tej podstawie przechodzimy do ustalenia wymaganej skrajni.

Wytyczne odnośnie do wysokości skrajni zależą od lokalizacji. W Holandii minimalna wymagana wysokość skrajni, określona przez Rijkswaterstaat (Agencja ds. Infrastruktury

**Tabela 1:** W Polsce wymiary skrajni dla poszczególnych dróg zostały określone w rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (tekst jedn.: Dz. U. z 2016 r., poz. 124), za: <http://www.drogipubliczne.eu> [przyp. red.]

Klasa drogi	Wysokość skrajni w metrach	Wysokość skrajni w przypadku przebudowy lub remontu drogi
autostrady, ekspresowe, główne ruchu przyspieszonego	4,70	4,50
główne, zbiorcze	4,60	4,20
lokalne, dojazdowe	4,50	3,50
chodnik lub ścieżka rowerowa	2,50	2,20





**II. 32:** W tej sytuacji, w Holandii wysokość skrajni dla ruchu powinna wynosić minimum 4,20 m. Rzeczywista wysokość pozbawionego gałęzi pnia wynosi 5,00 m. Chodzi o to, by również w przyszłości, gdy gałęzie obwisną, została zachowana skrajnia o wysokości 4,20 m

### 3.1. Opieka nad młodymi drzewami

Drogowej i Wodnej), wynosi 2,50 m dla dróg pieszych i rowerowych, 4,20 m dla całego ruchu drogowego i ulicznego oraz 4,60 m dla autostrad.

Gdy tylko ustali się pożądany, docelowy pokrój danego drzewa, można przystąpić do określania minimalnej wysokości pozbawionego gałęzi pnia i wyznaczania gałęzi koniecznych do usunięcia. W tym momencie stanie się jasne, która część korony jest docelowa, a która tymczasowa.

Jednocześnie trzeba wziąć pod uwagę, że wysokość pozbawionego gałęzi pnia powinna być większa niż wymagana wysokość skrajni. Tę ostatnią ustala się w praktyce, uwzględniając potrzeby ruchu drogowego i pokrój gałęzi. To, jak mocno gałęzie będą obwisały, zależy głównie od gatunku, odmiany i pokroju drzewa, jednak w wielu przypadkach skrajnię o wysokości 4,20 m można zachować dopiero wówczas, gdy wysokość pozbawionego gałęzi pnia wynosi nawet 6 m.

Niemieckie badania wykazują, że dokonane zbyt późno cięcia formujące w celu uzyskania wolnego od gałęzi pnia powoduje rozległe rany i zwiększone ryzyko wewnętrznego rozkładu. Badania pokazują też, że większość ran po cięciu na pniu, którym towarzyszy wnikaający w pień rozkład, znajduje się na wysokości 3,80–4,70 m nad ziemią. Autorzy zakończyli prace wnioskiem, że wczesne cięcie cienkich gałęzi powinno zapobiegać powstawaniu takich problemów (Aepfelbach *et al.* 2008). Zgadza się to z wiedzą i praktycznymi doświadczeniami zdobytymi w trakcie udanych realizacji programów opieki nad młodymi drzewami.



**Il. 33:** W wielu wypadkach skrajnię o wysokości 4,20 m można zapewnić dopiero wówczas, gdy wysokość wolnego od gałęzi pnia będzie wynosić 6 m

### 3.1.4. Przed cięciem – dobry początek to połowa roboty

„Dobry początek to połowa roboty” – to holenderskie powiedzenie z pewnością ma zastosowanie w opiece nad drzewami. Dobry początek, o którym tu mowa, zakłada dobór drzew, dostarczenie ich na wyznaczone miejsce, przygotowanie stanowiska, posadzenie i późniejszą pielęgnację, a wszystkie te elementy mają kluczowe znaczenie dla pomyślnego rozwoju młodego drzewka. Mimo że niniejsza książka koncentruje się na opiece nad drzewami w okresie po ich posadzeniu, ten podrozdział poświęcony jest kilku zagadnieniom związanym z zakupem i sadzeniem drzew.

Zakup drzew muszą poprzedzać ustalenia dotyczące wyboru gatunku. Najlepiej zastosować zasadę „właściwe drzewo na właściwym miejscu”. Należy więc uwzględnić aktualne i przewidywane warunki środowiskowe na powierzchni ziemi i pod nią, specyficzne właściwości danego drzewa, takie jak pokrój, ostateczne rozmiary i wrażliwość na choroby oraz – ogólnie – jego wady.

Warunki środowiskowe na powierzchni gruntu to dostępna przestrzeń, funkcje i przeznaczenie otoczenia oraz położenie geograficzne stanowiska. Z kolei warunki siedliskowe pod powierzchnią gruntu odnoszą się do fizycznych i chemicznych właściwości gleby, dostępnej przestrzeni do rozrostu korzeni, stosunków wodnych oraz obecności przewodów i rur. Po przemyśleniu doboru gatunków drzew można przystąpić do dokonania zakupu.

#### Dobór drzewek

Nie da się kupić drzew z katalogu albo przez stronę internetową – wyboru należy dokonać w szkółce. Wybrane drzewka muszą zostać oznakowane, żeby mieć pewność, że dostarczone nam wskazane okazy. Wprawdzie taki dobór drzew może być kosztowny, ale zalety są oczywiste. Ogólne wymagania dotyczące drzew alejowych i parkowych muszą zostać spełnione. Ważne jest zwrócenie uwagi na występowanie słabych rozwidleń. Jeżeli tego rodzaju wada jest dostrzegalna już u młodego drzewka, to prawdopodobnie mamy do czynienia ze zjawiskiem uwarunkowanym genetycznie, które będzie dawało o sobie znać w ciągu całego życia drzewa.

#### Złożenie zamówienia

Złożone zamówienie na drzewa powinno zawierać co najmniej liczbę i wielkość zamówionych drzew oraz informację o tym, ile razy drzewa były szkółkowane. To ostatnie jest ważne, jeśli nie chcemy później mieć problemów z ich ukorzeniem. Przygotowanie brył korzeniowych pociąga za sobą zostawienie znacznej części korzeni (do 90%) w szkółce. Szkółkowanie w regularnych odstępach czasu zapewnia wytworzenie zwartej systemu korzeniowego z wieloma drobnymi korzonkami. Rozmiar drzewa wyznacza obwód pnia mierzony na wysokości 100 cm od szyi korzeniowej. Mniejsze drzewka wykorzystuje się często jako materiał do dalszej hodowli (6–8 cm) i do zadrzewień w otwartym krajobrazie (8–10 cm, 10–12 cm). Natomiast większe (16–18 cm, 18–20 cm) sadi się na terenach miejskich. W urzędzaniu prestiżowych przedsięwzięć deweloperskich i w miejskich parków preferowane są nawet jeszcze większe drzewa.

### 3.1. Opieka nad młodymi drzewami

**Tabela 2:** Kategorie obwodu pnia a wymagana liczba szkółkowań (Stadsbomen Vademecum 2B, IPC Groene Ruimte, Arnhem 2011)

Obwód pnia (cm)	Minimalna liczba szkółkowań
6–8	1x
8–10	1x
10–12	1x
12–14	2x
14–16	2x
16–18	3x
18–20	3x
20–25	3x
25–30	4x
30–35	4x
35–40	4x

#### Realizacja zamówienia, załadunek i transport

W okresie od zamówienia drzew do ich posadzenia należy się liczyć z istotnymi zagrożeniami. Czas między wykopaniem drzewa a ponownym posadzeniem powinien być jak najkrótszy, by zmniejszyć ryzyko przesuszenia rośliny. Z załadunkiem i rozładunkiem drzew wiążą się też niebezpieczeństwa, np. uszkodzenia pnia. Ostrożne podnoszenie drzewa i delikatny załadunek powinny je zminimalizować. O ile nie zastosuje się koniecznych zabezpieczeń, wiatr lub prądy powietrza mogą wysuszyć korzenie podczas transportu. Do tego momentu drzewa straciły już tyle korzeni, że każdy korzonek w bryle korzeniowej jest ważny, by umożliwić roślinie wzrost po posadzeniu.

#### Dostawa i akceptacja zamówienia

Kluczowe znaczenie przy każdej dostawie ma odbiór dokonany przez doświadczonego fachowca. W przypadku drzew wybranych w szkółce należy sprawdzić, czy dostarczono właściwe gatunki i czy nie zostały one uszkodzone w transporcie. Jeśli nie dokonano wcześniej wyboru drzew, to powinny one zostać zaakceptowane przez fachowca na miejscu sadzenia, stosownie do ogólnych standardów jakości.



II. 34: Zbyt głębokie sadzenie prowadzi często do utraty nowo posadzonych drzew

## Dół sadzeniowy i sadzenie drzewa

Kopanie dołu sadzeniowego nie wygląda na najtrudniejszą czynność w procesie uprawy drzewa, a jednak nie jest łatwe. Jeśli na tym etapie popełni się błędy, istnieje duże ryzyko, że nowo posadzone drzewo nie przyjmie się dobrze lub nawet zamrze.

Przede wszystkim dół sadzeniowy zawsze powinno się kopać, gdy jest sucho. Gdy gleba jest mokra, jej struktura zostanie zniszczona podczas kopania. Szerokość dołu sadzeniowego powinna być co najmniej dwa razy większa od szerokości bryły korzeniowej. Gleba wokół dołu sadzeniowego powinna być wruszona, by mogła wchłaniać w odpowiednich proporcjach powietrze i wilgoć. Dopiero gdy drzewo zostanie już ostrożnie umieszczone w dole sadzeniowym, należy usunąć metalową siatkę z bryły korzeniowej. Jednym z najczęstszych powodów zamierania młodych drzew jest zbyt głębokie sadzenie. Konieczna jest więc kontrola, jak głęboko pod powierzchnią ziemi znajduje się bryła korzeniowa. Ogólnie rzecz biorąc, arborysty zgadzają się co do tego, że lepiej posadzić drzewo zbyt płytko niż zbyt głęboko. Najlepiej posadzić je na tej samej głębokości, na jakiej rosło w szkółce.

### 3.1.5. Formowanie młodych drzew

Głównym celem formowania drzew jest zminimalizowanie ryzyka ich utraty. Uzyskuje się to poprzez ukształtowanie, utrzymanie lub przywrócenie im właściwej struktury. Konieczny jest harmonogram opieki nad drzewem przewidujący cykliczne cięcia wykonywane przez fachowców już od wczesnego etapu życia drzewa. Niewłaściwa struktura drzewa często jest przyczyną jego utraty. Można temu zapobiec, stosując dobre praktyki formowania młodego drzewka, co zapewnia mu długowieczność. Proponowany tutaj system formowania drzew obejmuje:

1. Ogólne zasady formowania młodych drzew.
2. Przeprowadzenie analizy stanu drzewa przed cięciem.
3. Cięcia!

#### Ogólne zasady cięcia młodych drzew

Przedstawiony tu system formowania młodych drzew opiera się na czterech podstawowych zasadach:

1. Nie usuwamy więcej niż 20% listowia w trakcie jednego nawrotu cięć.
2. Najpierw usuwamy gałęzie o największej średnicy.
3. Nie usuwamy gałęzi sąsiednich, przeciwległych lub położonych bezpośrednio powyżej i poniżej ciętych gałęzi.
4. Usuwamy tylko całe gałęzie.

#### **Pierwsza zasada – nie usuwamy więcej niż 20% listowia w trakcie jednego nawrotu cięć**

Cięcia częste, ale niewielkie – oto kluczowa cecha i podstawowa zasada, na której opiera się przedstawiony tu system formowania drzew. Podczas dowolnego cięcia nie powinno się przekraczać limitu 20% masy liści na danym drzewie, co obowiązuje także przy ustalaniu, ile gałęzi można usunąć za jednym razem. Stosunkowo niewielkie cięcia pociągają za sobą tylko nieliczne większe rany i niewielkie luki w koronie. Nie wywołują też reakcji wzrostowej (tworzenie pędów przybyszowych) – inaczej niż w wypadku silnego cięcia.

W przypadku młodych, zdrowych drzew podany limit można w pewnych sytuacjach podwyższyć do 25–30%.

#### **Druga zasada – najpierw usuwamy gałęzie o największej średnicy**

Usuwanie najgrubszych gałęzi w trakcie każdego nawrotu ma ten skutek, że w koronie tymczasowej nie rozrastają się one zbyt mocno. Zapobiega to dużym ranom, jakie powstają przy późniejszych cięciach. Najniższy konar w koronie docelowej u drzew ulicznych, dla których minimalna wysokość skrajni wynosi 4,20 m, znajduje się zwykle 5 do 6 m nad ziemią. Wszystkie gałęzie położone niżej powinno się usunąć w odpowiednim czasie, ponieważ zapobieganie rozrastaniu się gałęzi tymczasowych ma kluczowe znaczenie dla późniejszego stanu drzewa.

#### **Trzecia zasada – nie usuwamy gałęzi sąsiednich, przeciwległych lub położonych powyżej i poniżej ciętych gałęzi**

Tych gałęzi nie powinno się usuwać w tym samym czasie, bo doszłoby wówczas do zbyt gwałtownego zaburzenia transportu asymilatów w pniu. Jeśli osoba przeprowadzająca cięcie nie ma wyboru, gdyż doszło do utworzenia się kołnierza z okółka gałęzi, wówczas należy usunąć największą z nich lub najstabilniej umocowaną.

#### **Czwarta zasada – z reguły usuwamy tylko całe gałęzie**

Zasada ta stanowi, że usuwane są tylko całe gałęzie, odcinane tuż przy podstawie, możliwie jak najbliżej pnia [bez uszkodzenia obrączki, jeśli ta występuje – przyp. red.]. Obiektywnym powodem jest tu dążenie do maksymalnej efektywności cięcia. Gałęzie w koronie tymczasowej i tak trzeba usunąć, a taniej jest odciąć gałąź w trakcie jednego nawrotu. Wyjątki od tej zasady, gdy trzeba usunąć część gałęzi, pojawiają się przy realizacji podwójnego celu – ograniczaniu rozrostu jednej z nich przy równoczesnym pobudzaniu wzrostu drugiej. W miarę możliwości taką gałąź i tak należy w całości usunąć w kolejnym nawrocie.

### **Analiza stanu drzewa przed cięciem**

Opisywana koncepcja cięcia zakłada wykonywanie opisanych poniżej kolejnych kroków, przy czym cały czas należy przestrzegać przedstawionych już czterech podstawowych zasad. Przed rozpoczęciem cięcia konieczne jest przeprowadzenie analizy stanu drzewa. Najpierw trzeba uzyskać dobry obraz jego struktury, a najlepiej to zrobić, przypatrując mu się z pewnej odległości. Należy sobie zadać następujące pytania:

1. Która gałąź jest przewodnikiem dominującym?
2. Czy występują gałęzie stwarzające problemy?
3. Czy konieczne jest zapewnienie skrajni?

#### **Która gałąź jest przewodnikiem dominującym?**

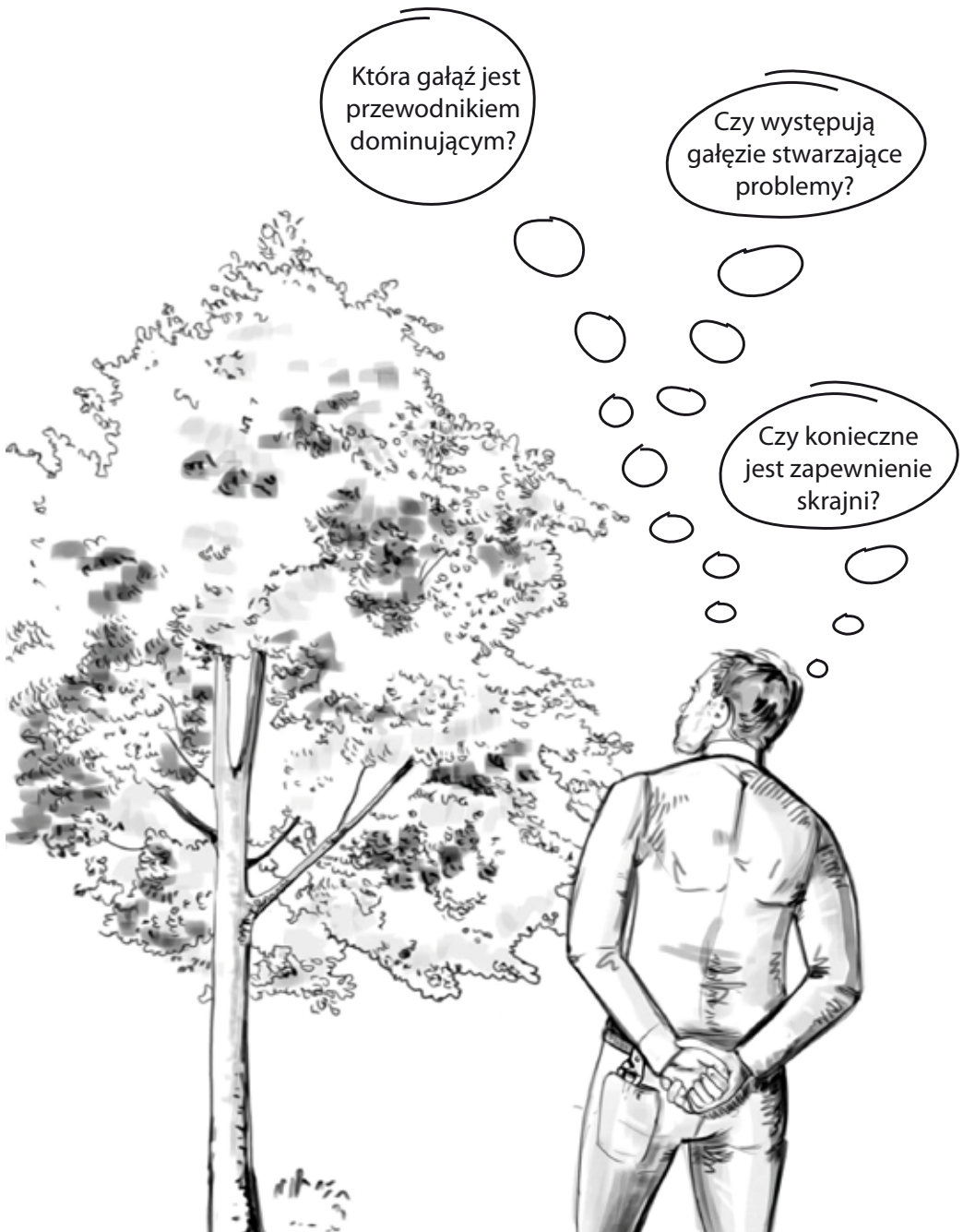
Pojedynczy, dominujący przewodnik ma istotne znaczenie dla mocnej struktury drzewa. Przede wszystkim należy ustalić, która gałąź jest przewodnikiem (krok pierwszy), choć to nie zawsze jest łatwe. Jeśli mamy do czynienia z drzewami z większą liczbą przewodników dominujących o takiej samej średnicy, wybieramy ten, który jest najbliżej środka korony.

#### **Czy występują gałęzie stwarzające problemy?**

Kolejnym krokiem jest identyfikacja gałęzi stwarzających lub zwiastujących problemy, np. tych z zakorkiem, przewodników konkurencyjnych, pędów przybyszowych i grubych gałęzi.

#### **Czy konieczne jest zapewnienie skrajni?**

Ostatnią kwestią jest ustalenie, czy konieczne jest zapewnienie skrajni. Określenie rozmiaru wolnej przestrzeni zależy od gatunku drzewa i jego lokalizacji. U nowo posadzonych drzew większa część korony jest tymczasowa, tzn. wszystkie jej gałęzie w końcu znikną. Wiele osób nie uświadamia sobie, że podczas wzrostu drzewa gałęzie pozostają na tej samej wysokości. Zawsze przed usunięciem którejkolwiek z nich należy się upewnić, gdzie kończy się korona tymczasowa, a zaczyna docelowa.



II. 35: Zanim przystąpimy do formowania drzewa, konieczne jest przeanalizowanie struktury drzewa



## Cięcie

Osoba formująca drzewo ustala najpierw, pamiętając o czterech wyżej opisanych podstawowych zasadach cięcia, ile i które gałęzie należy usunąć za jednym podejściem.

1. W pierwszym kroku należy usunąć przewodniki rywalizujące z przewodnikiem dominującym.
2. W drugim kroku należy usunąć lub przyciąć gałęzie stwarzające problemy.
3. Na zakończenie należy usunąć dolne gałęzie z wymaganej przestrzeni skrajni, która ma pozostać wolna od gałęzi.

Na ilustracjach widać przykłady cięcia formującego młode drzewa, które zapobiega powstawaniu problemów w ich dorosłym życiu.

## Narzędzia do formowania drzewek

Drzewo za młodu można przycinać, korzystając z minimalnej ilości narzędzi. Zwłaszcza w ciągu pierwszych piętnastu lat po posadzeniu wystarczą narzędzia ręczne. Wyżej rosące gałęzie można ciąć z niskiej drabiny lub podnośnika. Jeśli korzystamy z drabiny, powinniśmy uważać, by nie uszkodzić pnia, tzn. zadbać o osłonięcie najwyższego szczebla drabiny czymś miękkim – kawałkiem gumowej maty czy ręcznikiem. Szczególnie należy na to zwracać uwa-



II. 36a, b: Młode drzewo przed (po lewej) i po (po prawej) zabiegu



Il. 37a, b: Młode drzewo przed (po lewej) i po (po prawej) zabiegu

gę wiosną, gdy kora jest miękka, a ryzyko jej uszkodzenia wzrasta. Pracownik na drabinie lub podnośniku musi oczywiście przestrzegać zasad bezpieczeństwa.

Im bliżej gałęzi znajduje się osoba dokonująca cięcia, tym większe prawdopodobieństwo, że zdoła je pomyślnie przeprowadzić. Prawidłowa ocena osadzenia gałęzi przesądza o uzyskaniu prawidłowej rany po cięciu. Do formowania młodych drzew o wiele lepiej od pilarki spalinowej nadaje się piła ręczna, bo można pracować w wolniejszym tempie, zwracając uwagę na szczegóły. Jeden nieopatrzny ruch pilarką, a skutki dla młodego drzewa mogą być ogromne. Jednakże w miarę rozwoju drzewa rośnie średnica gałęzi, które należy usunąć, i w pewnym momencie użycie pilarki staje się nieodzowne. Nawet wtedy bardziej wskazany jest wybór drabiny w połączeniu z liną wspinaczkową i uprzążą. W ten sposób można zminimalizować rany po cięciu. Młode drzewa często przycina się piłą ręczną na wsięgniku – co jest wygodniejsze i szybsze od pracy z drabiny. Związane jest z tym jednak pewne ryzyko. Z poziomu ziemi ciężko dokonać prawidłowego umiejscowienia cięcia, a zwłaszcza ustalić jego optymalny kąt. Potrzebne są tu gruntowne umiejętności i siła mięśni, doświadczenie zaś uczy, że skutkiem zarówno zmęczenia, jak i lenistwa mogą być poważne uszkodzenia drzewka.

Korzystanie z podkrzesywarki spalinowej stanowi jeszcze większe zagrożenie dla młodych drzew, bo każdy popełniony błąd może okazać się dla nich fatalny. Ciężar piły powoduje, że niemal niemożliwe jest piłowanie pod właściwym kątem, dlatego też stanowczo odradzamy cięcie młodych drzew za pomocą tego narzędzia.

### 3.1.6. Harmonogram formowania drzewa

Harmonogram kształtowania młodych drzew określa odstępy między nawrotami cięć. Z wiedzy i doświadczenia wynika, że powinny one wynosić dwa do trzech lat. Faza młodości u drzewa trwa przeciętnie 25 lat i istotne jest, by w tym czasie przestrzegać harmonogramu cięć i przewidzianych odstępów między poszczególnymi zabiegami. W każdym razie nigdy nie powinno się zmieniać częstotliwości i długości odstępów, różnicując co najwyżej ilość gałęzi usuwanych podczas każdego cięcia. W przedstawianej koncepcji cięcia wyróżniamy Fazę A oraz B oraz ich opcjonalne wydłużenie.

Najpierw trwa piętnastoletni okres następujący po posadzeniu drzewa (fazy A1–A7). Cięcia przeprowadza się wówczas co dwa lata. Drugi okres (A8–A10) kończy się 25 lat po posadzeniu. Odstępy między cięciami wynoszą wtedy trzy lata. Chodzi tu o takie wykorzystanie mniej więcej dwudziestopięcioletniego okresu, by ustaliła się podstawowa struktura drzewa i pokrój, odpowiadające oczekiwanym funkcjom drzewa oraz wynikające z warunków ukształtowanych przez bezpośrednie otoczenie. Drzewa jednak nie rozwijają się w sposób linearny, dlatego cel ten można osiągnąć w krótszym lub dłuższym czasie. Z tego powodu harmonogram cięcia młodych drzew można rozszerzyć o jeden lub więcej nawrotów. Opieka nad drzewami nie kończy się, gdy minie ich młodość. Potem trzeba nadal o nie dbać, by zachować przewodnik dominujący, zapobiec rozrostowi gałęzi stwarzających problemy, a także rozrostowi tych części drzewa, które mogą wejść w kolizję z otoczeniem.

**Tabela 3:** Harmonogram cięć

0	Rok 1 – sadzenie	Faza przedwstępna
A-1	Rok 3	Faza I Cięcie co drugi rok
A-2	Rok 5	
A-3	Rok 7	
A-4	Rok 9	
A-5	Rok 11	
A-6	Rok 13	
A-7	Rok 15	
A-8	Rok 18	Faza II Cięcie co trzy lata
A-9	Rok 21	
A-10	Rok 24	
A-11	Rok 27	Opcjonalne wydłużenie harmonogramu cięć
A-12	Rok 30	
A-13	Rok 33	

### 3.1. Opieka nad młodymi drzewami



**II. 38:** Wynik formowania drzew według zalecanej metodyki – po zakończeniu fazy B



**II. 39:** Ostatecznym celem jest uzyskanie właśnie takich drzew – z wystarczającą skrajnią i zdrową strukturą

### III. Opieka nad drzewami z perspektywy cyklu ich życia

**Tabela 4:** Tabela pokazuje uproszczony, przykładowy harmonogram systematycznego formowania młodych drzew z już ustalonymi odstępami pomiędzy nawrotami. Opieka nad młodymi drzewami zaczyna się w momencie ich posadzenia i trwa na ogół przez kolejne 25 lat. W razie potrzeby harmonogram cięć można wydłużyć – na przykład w przypadku powolnego wzrostu drzew. Poniższa tabela ukazuje harmonogram cięć dla 15 młodych drzew. Drzewa włączane są do harmonogramu w roku posadzenia. Oznacza to, że w demonstrowanym przykładzie w roku 2016 trzeba będzie przeprowadzić zabiegi na siedmiu drzewach

Gatunek	Cięcia dokonane przed rokiem 2016															
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Dąb szypułkowy ( <i>Quercus robur</i> )																A-0
Dąb szypułkowy ( <i>Quercus robur</i> )																A-0
Dąb szypułkowy ( <i>Quercus robur</i> )										A-0		A-1		A-2		A-3
Dąb szypułkowy ( <i>Quercus robur</i> )									A-0		A-1		A-2		A-3	
Dąb szypułkowy ( <i>Quercus robur</i> )					A-0		A-1		A-2		A-3		A-4		A-5	
Dąb szypułkowy ( <i>Quercus robur</i> )									A-0		A-1		A-2		A-3	
Dąb szypułkowy ( <i>Quercus robur</i> )									A-0		A-1		A-2		A-3	
Buk zwyczajny ( <i>Fagus sylvatica</i> )	A-0		A-1		A-2		A-3		A-4		A-5		A-6		A-7	
Buk zwyczajny ( <i>Fagus sylvatica</i> )	A-0		A-1		A-2		A-3		A-4		A-5		A-6		A-7	
Dąb szypułkowy ( <i>Quercus robur</i> )				A-0		A-1		A-2		A-3		A-4		A-5		A-6
Dąb szypułkowy ( <i>Quercus robur</i> )				A-0		A-1		A-2		A-3		A-4		A-5		A-6
Dąb szypułkowy ( <i>Quercus robur</i> )				A-0		A-1		A-2		A-3		A-4		A-5		A-6
Buk zwyczajny ( <i>Fagus sylvatica</i> )													A-0		A-1	
Buk zwyczajny ( <i>Fagus sylvatica</i> )													A-0		A-1	
Buk zwyczajny ( <i>Fagus sylvatica</i> )													A-0		A-1	

### 3.1. Opieka nad młodymi drzewami

Cięcia do przeprowadzenia w roku 2016 zgodnie z harmonogramem																								
2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
	A-1		A-2		A-3		A-4		A-5		A-6		A-7			A-8			A-9			A-10		
	A-1		A-2		A-3		A-4		A-5		A-6		A-7			A-8			A-9			A-10		
	A-4		A-5		A-6		A-7			A-8			A-9			A-10								
A-4		A-5		A-6		A-7			A-8			A-9			A-10									
A-6		A-7			A-8			A-9			A-10													
A-4		A-5		A-6		A-7			A-8			A-9			A-10									
A-4		A-5		A-6		A-7			A-8			A-9			A-10									
	A-8			A-9			A-10																	
	A-8			A-9			A-10																	
	A-7			A-8			A-9			A-10														
	A-7			A-8			A-9			A-10														
	A-7			A-8			A-9			A-10														
A-2		A-3		A-4		A-5		A-6		A-7			A-8			A-9			A-10					
A-2		A-3		A-4		A-5		A-6		A-7			A-8			A-9			A-10					
A-2		A-3		A-4		A-5		A-6		A-7			A-8			A-9			A-10					

### 3.1.7. Korzyści finansowe

Powszechnie wysuwany argument przeciwko często powtarzanym cięciom są wysokie koszty ich przeprowadzania. Przedstawiony tu system formowania młodych drzew wraz z wymaganą częstotliwością zabiegów opracowano w celu zapobieżenia szkodom powodowanym przez zaniechanie lub opóźnianie koniecznych cięć. Jedynie dzięki przestrzeganiu ustalonego harmonogramu z określonymi warunkami brzegowymi i ustalonymi odstępami między nawrotami można w ciągu 25 lat uzyskać młode drzewo o dobrej strukturze.

W Holandii przeciętny łączny koszt cięcia młodego drzewa w ciągu pierwszych 25 lat życia wynosi 212,50 €. Średnio oznacza to 8,50 € na drzewo rocznie. Obliczenia te nie uwzględniają inflacji i zmian cen, a oparte są na cenach z 2016 r.

W porównaniu z kosztami wynikającymi z utraty drzewa, czyli usunięcia go i zasadzenia nowego, roczne koszty formowania młodego drzewa są stosunkowo niewysokie. Co więcej, jest rzeczą dyskusyjną, czy zmniejszenie częstotliwości cięć wpływa na ogólny spadek kosztów. Bezsporne pozostaje natomiast, że rzadsze cięcia pociągają za sobą większe rany i większe ryzyko uszkodzenia drzewa.

Przykładowo ocena drzewa z dużymi ranami po cięciu i objawami wewnętrznego rozkładu może sięgnąć ogółem dwukrotności łącznych kosztów cięcia młodego drzewa w ciągu 25 lat.



**II. 40:** Ten buk z wielką raną po cięciu i objawami wewnętrznego rozkładu w koronie tymczasowej jest poddawany analizie rezystografem. Cięcie w odpowiednim czasie zapobiegłoby tym problemom. Łączne koszty oceny ryzyka dla jednego drzewa, włączając sporządzenie raportu, mogą sięgnąć ogółem dwukrotności łącznych kosztów cięcia młodego drzewa w ciągu 25 lat!

### 3.1. Opieka nad młodymi drzewami

**Tabela 5:** Średnie koszty dla jednego drzewa na rok w ciągu pierwszych 25 lat

#### **Jednostka na dzień**

Zespół 2 pracowników do pracy przy drzewie wraz ze sprzętem	€ 800.00
Służby drogowe	€ 30.00
Usunięcie pozostałości po cięciu	€ 20.00
	€ 850.00

Średnia liczba drzew dziennie na zespół	40
Średnie koszty formowania jednego drzewa	€ 21.25

Liczba cięć jednego drzewa w ciągu pierwszych 25 lat	10
Średnie koszty łączne cięcia w ciągu pierwszych 25 lat	€ 212.50

Średnie koszty na jedno drzewo rocznie w ciągu pierwszych 25 lat	€ 8.50
--	--------



### 3.1.8. Podsumowanie

#### Zasady

1. Nie usuwamy więcej niż 20% listowia w trakcie jednego nawrotu.
2. Najpierw usuwamy gałęzie o największej średnicy.
3. Nie usuwamy gałęzi sąsiednich, przeciwległych lub położonych bezpośrednio powyżej i poniżej ciętych gałęzi.
4. Usuwamy co do zasady tylko całe gałęzie.

#### Analiza

1. Która gałąź jest przewodnikiem dominującym? 1. **A** jest przewodnikiem głównym.
2. Czy występują gałęzie stwarzające problemy? 2. **B** jest konkurentem przewodnika głównego.
3. Czy konieczne jest zapewnienie skrajni? 3. **C** jest konkurentem przewodnika głównego.
3. Skrajnia pionowa w tym miejscu wynosi 4,20 m.

#### Cięcie formujące

1. Usunąć konkurenta przewodnika głównego **B**.
2. Usunąć konkurenta przewodnika głównego **C**.
3. Usunąć gałąź dla zapewnienia skrajni **D**.



## Literatura

Aepfelbach, C.; Stufflein, J.; Dujesiefken, D.; Weihs, U., 2008: Untersuchungen zum Lichtraumprofilschnitt an Straßenbäumen. In: Dujesiefken, D.; Kockerbeck, P. (Hrsg.), 2008: Jahrbuch der Baumpflege 2008.

Bakker, B. 1995. De stadsuitleg van 1610 en het ideaal van de "volcomen stad". Meesterplan of mythe? In: Jaarboek Amstelodamum 87.

Dujesiefken, D., Weihs, U., Stufflein, J. & Aepfelbach, J. (2008) Untersuchungen zum Lichtraumprofilschnitt an Straßenbäumen. Jahrbuch der Baumpflege (2008)117–126.

Gilman, E.F. (2003) Branch to stem ratio affects strength of attachment. *Journal of Arboriculture* **29**, 291–294.

Gillman, E.F. (2012) *An illustrated guide to pruning*, 3<sup>rd</sup> edn. Delmar Cengage Learning, Albany, NY.

Guicciardini, L. 1567. Description of all the Low Countries.

MacDaniels, L.H. (1932) Factors affecting the breaking strength of apple tree crotches. Abstract, *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.* **29**, 44.

Miller V.J. (1958) Crotch influence on strength and breaking point of apple tree branches. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* **73**, 27–32.

Shigo, A.L. (1985) How tree branches are attached to trunks. *Can. J. Bot.* **63**, 1391–1401.

Stadsbomen Vademecum 2B, IPC Groene Ruimte, Arnhem 2011.



## 3.2. Opieka nad drzewami dojrzałymi

Dirk Dujesiefken

### 3.2.1. Wprowadzenie

W przeszłości gospodarka drzewami miała służyć doraźnym potrzebom człowieka. Mniej uwagi poświęcano skutkom, które takie podejście wywierało na strukturę, stabilność i zdrowie drzew. Jednakże właściwe prowadzenie drzew jest możliwe tylko wtedy, gdy dobrze pozna się ich biologię i zrozumie wzorce wzrostu. Początków arborystyki i wiedzy o metodach obchodzenia się ze starszymi drzewami trzeba szukać w pracy zarówno królewskich i magnackich ogrodników, jak i rolników oraz sadowników uprawiających i formujących drzewa owocowe. Leśnicy zawsze oczekiwali (i do tej pory oczekują) szybkiego wzrostu drzew o prostych pniach, dostarczających dobrego surowca drzewnego. Królewskie parki i lasy miały natomiast przede wszystkim dobrze spełniać funkcję terenów polowań. Rosnącymi tu drzewami gospodarowano inaczej. Tutaj arborysty rozpoczęli stosowanie nowych zabiegów polegających na obcinaniu dużych gałęzi równo przy pniu (il. 41), malowaniu ran i wypełnianiu ubytków. Był to początek tak zwanej „chirurgii drzew”. Metody takie zyskały popularność na całym świecie, np. w Niemczech były stosowane aż do lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych XX w.

Jednakże chirurgia drzew przeszła już dziś na całym świecie do historii, a za drzewa na terenach miejskich odpowiadają współcześni arborysty. Ich zadaniem nie jest dążenie do uzyskania materialnej korzyści z drzew, lecz dbanie o nie i utrzymywanie ich w dobrym zdrowiu. Zadomowione w miastach dojrzałe drzewa wymagają sporo troski. W większości przypadków przycina się je przede wszystkim po to, by zachować je w dobrym stanie oraz zapewnić bezpieczeństwo otoczeniu.

Cięcia w arborystyce (*pruning*) to usuwanie wybranych części roślin dla uzyskania konkretnych, wcześniej przyjętych celów. Głównym celem przeprowadzania cięć wielu miejskich drzew jest zapewnienie im długowieczności i stabilności, które może zagwarantować optymalna struktura pnia i korony. Słaba struktura i rozkład drewna, wynikające z rozległych ran i pęknięć w rozwidleniach i konarach, skracają drzewom życie (il. 42). Odpowiednie cięcia wymaga wiedzy o architekturze korony drzewa i sposobach odtwarzania koron u dojrzałych drzew. Regularna pielęgnacja może zapobiec przedwczesnemu ich zamieraniu i wydłużyć im życie. Dokonywanie korekt, zanim pojawią się problemy lub nawet wówczas, gdy już mamy do czynienia z wadami drzewa – od lekkich do umiarkowanych – jest rozwiązaniem opłacalnym, rekomendowanym opiekunom drzew.

W ciągu ostatnich trzydziestu lat ukazało się wiele szczegółowych badań dotyczących cięcia miejskich drzew liściastych, zwłaszcza rosnących wzdłuż ulic bądź dróg. Dzisiaj mamy już do dyspozycji kilka poradników o cięciu drzew i krzewów (np. Shigo 1989, Drénou 1999, Pfisterer 1999, Brown 2004, Gilman 2012), a także odpowiednie krajowe czy międzynarodowe standardy i regulacje (np. European Tree Pruning Guide 2005, British Standard



**II. 41:** W czasach stosowania chirurgii drzew przyjęte było obcinanie dużych konarów równo przy pniu. W rezultacie często powstawała rana o podługowatym, zaostrowym kształcie, która łatwo się powiększała i tworzyła drogę rozkładowi drewna



**II. 42:** Słaba struktura drzewa – w tym wypadku pęknięcie w rozwidleniu – skraca mu życie

BSI 3998:2010 i austriackie ÖNORM L 1122 2011). W Niemczech aktualny poziom opieki nad drzewami wyznacza norma „Dodatkowe techniczne warunki kontraktów i wytyczne pielęgnowania drzew” (ZTV-Baumpflege 2006). Przepisy te dotyczą wdrażania działań w takich dziedzinach jak profilaktyka, pielęgnacja, cięcie ze względów bezpieczeństwa i opieka paliatywna nad drzewami w miastach.

Chcąc uniknąć niepotrzebnych zabiegów, należy poddawać drzewa regularnej inspekcji dla sprawdzenia, czy nie są potrzebne odpowiednie działania. O ile to możliwe, ocena stanu drzew powinna być elementem kontroli bezpieczeństwa ruchu drogowego – por. „Wytyczne dot. inspekcji drzew” (Baumkontrollrichtlinien 2010). Przed zleceniem prac i rozpoczęciem zabiegów pielęgnacyjnych trzeba postawić jasną i jednoznaczną diagnozę. Konieczne są odpowiednie badania wstępne. Obejmują one ocenę żywotności drzewa i zachowania bezpieczeństwa w otoczeniu, a także kontrola pod kątem ewentualnego niepożądanego rozwoju korony i infekcji powodowanych przez grzyby lub inne organizmy oraz ich negatywnego wpływu na drzewo. Podstawową metodą diagnostyczną jest wzrokowa (wizualna) inspekcja przeprowadzona przez eksperta z odpowiednimi kwalifikacjami zawodowymi.

Inspektor musi rozumieć cele, techniki i ograniczenia procesu oceny ryzyka. Oko ludzkie jest najważniejszym instrumentem w diagnostyce (Baumgarten *et al.* 2014, il. 43). Większość wad można wykryć, przyglądając się drzewu: np. martwe gałęzie, pęknięcia,



**Il. 43:** Inspekcja drzew: najważniejszym instrumentem w diagnostyce jest ludzkie oko

wygonione konary narażone na złamanie bądź też owocniki niszczących drewno grzybów (Dujesiefken *et al.* 2014). Znaczenie może mieć także wiedza o wigorze drzewa i typach grzybów. Jednak w niektórych przypadkach zachodzi potrzeba użycia specjalistycznych narzędzi, by potwierdzić lub wykluczyć występowanie pewnych wad, zwłaszcza rozkładu drewna i wewnętrznych ubytków. W ciągu ostatnich 25 lat pojawiło się wiele nowych narzędzi o różnych zasadach działania – od prostych do bardzo wyrafinowanych. Metody diagnostyczne wykorzystują zjawiska odporności na fizyczną penetrację, przewodnictwa fal dźwiękowych i oporności elektrycznej drewna. Efektem intensywnej pracy naukowców w ostatnich latach jest rozwinięcie wytycznych co do dalszych badań nad zagrożeniami związanymi z drzewami (Matheny, Clark 1994; Wessolly, Erb 2014; Mattheck *et al.* 2015; Roloff 2015; Rust 2016).

### 3.2.2. Cięcia formujące

#### Przycinanie gałęzi i jego skutki

Zabiegiem najczęściej stosowanym przez arborystów jest przycinanie wybranych gałęzi, by zapewnić pomyślny rozwój zdrowym, estetycznie wyglądającym i niestwarzającym zagrożeń drzewom. Praca ta wymaga wiedzy o ich biologii, reakcji na rany i rozkładzie drewna. Konieczne cięcia powinny być dokonywane na jak najwcześniejszym etapie życia drzewa, by zminimalizować rozmiary ran. Zapobiega to uszkodzeniom wtórnym, takim jak rozkład drewna, i ogranicza konieczność późniejszych działań naprawczych. Jednak nawet poprawne umiejscowienie cięcia może doprowadzić do intensywnego przebarwienia i rozkładu drewna. Zgodnie z modelem CODIT (Dujesiefken, Liese 2015) czynnikami o decydującym znaczeniu są również średnica gałęzi i zdolność drzewa do kompartmentalizacji (grodzienia) ran.



**Il. 44:** Reakcje w obrębie rany po cięciu: starsza tkanka w centrum rany jest grodziowana o wiele słabiej niż tkanka na jej obrzeżu



**Il. 45:** Gdy strzępki grzybni przenikają przez warstwy graniczne [bariery kompartmentalizacyjne, grodzie – przyp. red.] i docierają do zdrowego i funkcjonalnego drewna, formuje się nowa warstwa graniczna

#### Różnice między gatunkami drzew

Kilka badań dotyczących kompartmentalizacji podobnych ran u różnych gatunków drzew wykazało znaczne różnice między nimi. Mówiąc najogólniej, zidentyfikowano dwie grupy, które różnią się efektywnością tego procesu. Do rodzajów słabo grodziujących zaliczają się kasztanowiec (*Aesculus*), brzoza (*Betula*), jabłoń (*Malus*), topola (*Populus*), śliwa (*Prunus*) i wierzba (*Salix*), natomiast drzewa silnie grodziujące należą do rodzajów takich jak grab (*Carpinus*), buk (*Fagus*), dąb (*Quercus*) i lipa (*Tilia*) (zob. rozdział 2.2).

Wraz ze zwiększającą się średnicą ciętych gałęzi, gwałtownie nasila się przebarwienie ran, później zaś rozkład. Zasadniczym powodem tego zjawiska jest najprawdopodobniej wiek zranionej tkanki. Małym ranom po cięciu towarzyszą uszkodzenia tylko młodszej tkanki, tzn. przyrostu z ostatnich kilku lat, zawierającego żywe komórki miękiszu i największy zapas energii. Większe cięcia ranią także tkankę w starszym centrum pnia, która nie jest w stanie równie skutecznie zareagować. Przebarwienie w środku rany sięga dalej w głąb pnia, a kompartmentalizacja starszej tkanki blisko rdzenia wydaje się słabsza niż reakcja tkanki młodszej (il. 44). Po kilku latach mikroorganizmy mogą przeniknąć do strefy reakcji tworzącej się natychmiast po zranieniu i w rezultacie pojawia się nowe przebarwienie wokół pierwotnie przebarwionego drewna (il. 45).

#### Kiedy ciąć?

Drzewa często przycina się zimą, ponieważ wady strukturalne i wady drewna są wówczas lepiej widoczne. Zachodzi też mniejsze ryzyko uszkodzenia roślinności rosnącej pod drzewem.

### 3.2. Opieka nad drzewami dojrzałymi

Również tradycja każe prace związane z pielęgnacją drzew wykonywać zimą, ponieważ występuje wówczas nadwyżka podaży pracy. Jednakże mechanizmy grodziowania u drzew zrzucających liście zależą od fizjologicznej aktywności komórek miękiszu oraz od dostępności zgromadzonych materiałów zapasowych. Z tych powodów pora roku wpływa na reakcje na rany u drzew. Nie dotyczy to wyłącznie rozprzestrzeniania się przebarwień w drewnie, lecz również obumierania kambium i powstawania kalusa na obrzeżach rany. By zminimalizować ewentualne uszkodzenia i wesprzeć procesy grodziowania i tworzenia się kalusa, cięcia powinny się przeprowadzać w trakcie sezonu wegetacyjnego (zob. także rozdział 2.2).

Nie powinno się ciąć drzew, które „płaczą” (np. brzozy, klonu i orzecha włoskiego), w okresie wysokiego ciśnienia w tkankach przewodzących. Jednak, choć wyciek soku z rany może wyglądać nieestetycznie, nie jest w zasadzie szkodliwy dla drzewa.

#### Maksymalny rozmiar rany, jaka może zostać pomyślnie zagojona dzięki kompartmentalizacji

Zgodnie z hamburską metodą cięcia drzew (*Hamburger Schnittmethode*) wszystkie rany po cięciu o średnicy mniejszej niż około 5 cm są skutecznie grodziowane (il. 46). Drzewa silnie grodziujące reagują podobnie na cięcia o średnicy do około 10 cm. U wszystkich



Il. 46: Przykład pomyślnego grodziowania po cięciu lipy



Il. 47: Słabe grodziowanie po cięciu kasztanowca. Pień uległ już przebarwieniu, które rozpoczęło się w miejscu rany

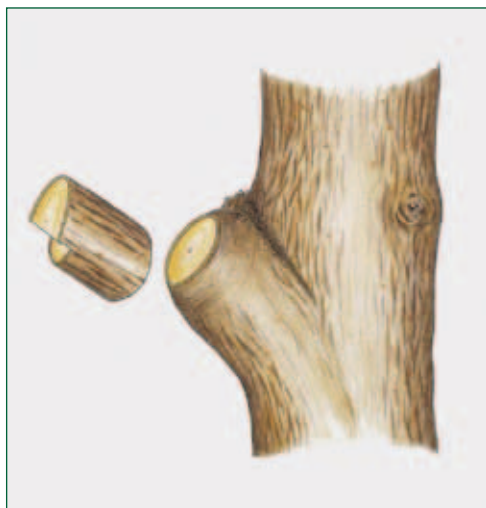


gatunków większe rany mogą prowadzić do rozległych przebarwień i rozkładu drewna w pniu (il. 47).

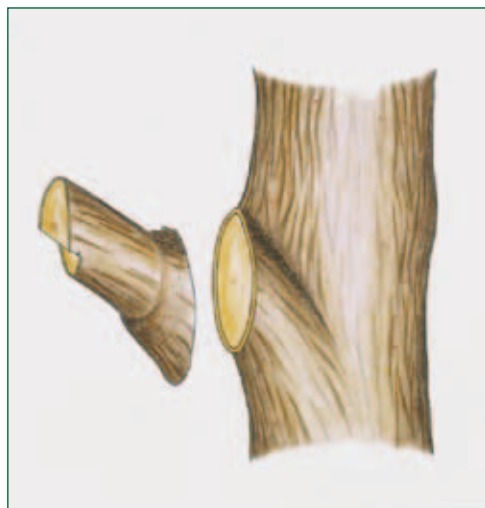
Generalnie można powiedzieć, że niezależnie od pory roku i gatunku drzewa radykalne cięcia, np. usunięcie dużej części korony lub całej korony, nie powinno być powszechnie stosowane. W miarę możliwości gałęzie o średnicy większej niż 5 cm u drzew słabo grodziujących lub 10 cm u drzew silnie grodziujących należy tylko – jeśli zachodzi taka konieczność – redukować, a nie całkowicie usuwać.

#### Właściwe umiejscowienie cięcia

Cięć powinno się dokonywać w taki sposób, by usuwać jedynie tkankę gałęzi, pozostawiając nienaruszoną tkankę pnia. W miejscu, gdzie gałąź wyrasta z pnia, tkanki gałęzi i pnia pozostają odseparowane, ale przylegają do siebie. Jeśli podczas zabiegu cięcia zostanie przecięta tylko tkanka gałęzi, rana będzie minimalna i szybciej się zamknie. Poniżej zamieszczamy krótki instruktaż właściwego cięcia stosownie do typu osadzenia gałęzi na pniu. Jest on oparty na hamburskiej metodzie cięcia drzew (Dujesiefken, Stobbe 2002). Niemal u każdego gatunku drzewa występują rozmaite typy związania gałęzi z pniem, dlatego niniejsze opracowanie ramowe jest przydatne w pielęgnacji drzew niezależnie od ich gatunku lub stanowiska bądź też przyczyny lub celu zabiegu.



**Il. 48:** Jeśli gałąź ma obrączkę, to cięcie należy poprowadzić na tyle daleko od pnia, by usunąć tylko tkankę gałęzi i pozostawić nienaruszoną obrączkę. Cięcie musi być również wykonane na zewnątrz od bruzdy korowej i – w zależności od kształtu obrączki – biec skośnie w dół



**Il. 49:** Cięcia wzdłuż pnia zrobione w obrębie obrączki lub bruzdy korowej oznaczają większe rany oraz silniejsze przebarwienia i rozkład drewna

### Jak ciąć gałęzie posiadające obrączkę?

Powoli rosnące gałęzie w dolnej części korony mają zwykle obrączkę u nasady. Zgrubienie to jest częścią pnia i musi przy nim pozostać. By znaleźć właściwe miejsce do ucięcia gałęzi, należy poszukać obrączki, która normalnie wyrasta u spodu nasady gałęzi. Od góry mamy zwykle do czynienia z bruzdą korową, która biegnie mniej więcej równolegle do kąta nachylenia gałęzi, wzdłuż pnia drzewa. Prawidłowe cięcie zaczyna się tuż przed bruzdą korową i idzie ukosem od pnia, przez co unika się uszkodzenia obrączki (il. 48). Cięcie należy zrobić jak najbliżej pnia, w rozwidleniu gałęzi, ale na zewnątrz bruzdy korowej, tak żeby nie uszkodzić tkanki pnia, a rana jak najszybciej mogła się zasklepić.

Jeśli cięcia dokonano zbyt daleko od pnia, pozostawiając kikut gałęzi, to jej tkanka zazwyczaj zamiera, a drewno przyranne wykształca się z tkanki pnia. Zarośnięcie rany opóźnia się, ponieważ drewno przyranne musi przerosnąć pozostawiony kikut.

Cięcia wzdłuż pnia wykonane w obrębie obrączki lub bruzdy korowej powodują większe rany (il. 49), silniejsze przebarwienia i rozkład drewna. Większa rana zarośnie później niż w wypadku prawidłowego cięcia. Z tego powodu cięcia wzdłuż pnia nie są korzystne dla drzew.

### Jak ciąć gałęzie bez obrączki?

Wiele gałęzi, zwłaszcza w górnej części korony, nie ma obrączki. Jeżeli gałąź bez obrączki tnie się ukośnie do pnia, to kambium przy dolnej krawędzi obumrze na odcinku kilku centymetrów (il. 52), dlatego też rana się powiększy, a na jej dolnym brzegu uformuje się niewielki,



**Il. 50:** Gałęzie bez obrączki u nasady często spotyka się w górnej części korony



**Il. 51:** Esowata strefa reakcji powstaje na gałęziach bez obrączki

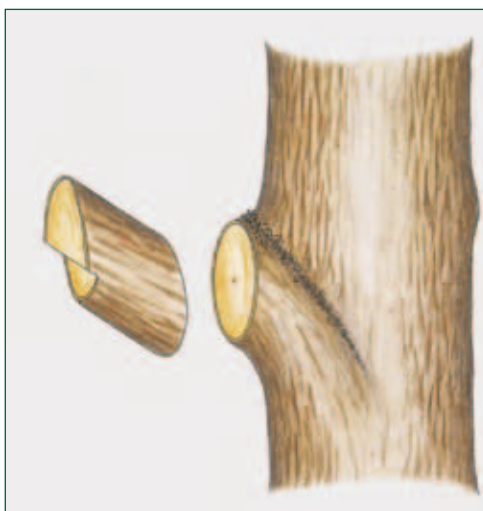
martwy kikut. Kalus tylko częściowo zarośnie powierzchnię cięcia, co spowolni zamknięcie się rany.

Gałęzie z obrączką zwykle wykształcają lejkowatą strefę reakcji w obrębie obrączki. Drewno przyranne wytwarza się na zewnętrznej krawędzi obrączki, gdzie strefa reakcji styka się z kambium. Na gałęziach bez obrączki jej zarys bywa rozmaity. Pojawia się kształt esowaty w miejsce lejkowatego (il. 51). Na wierzchniej stronie gałęzi strefa reakcji formuje się przy bruździe korowej, podobnie jak w wypadku kikutów gałęzi z obrączką, jednakże na spodniej stronie obszar reakcji sytuuje się bliżej pnia.

Punkty, w których strefa reakcji styka się z kambium u góry i u dołu nasady gałęzi (il. 52 i 53), sugerują miejsce cięcia – gałęzie z obrączką powinno się usuwać przed zgrubieniem u nasady gałęzi (przeważnie ukośnie względem pnia macierzystego), natomiast gałęzie bez obrączki powinno się ciąć także przed bruźdą korową, jednak bardziej równoległe względem pnia, by uniknąć wytworzenia się martwego kikuta przy dolnym brzegu rany. Nie jest to cięcie wzdłuż pnia, jako że bruźda korowa zostaje przy pniu, a cięcie prowadzi się przed nią. Rana jest więc o wiele mniejsza niż w przypadku cięcia wzdłuż pnia i ma owalny kształt. Mimo że początkowa powierzchnia cięcia może być nieco większa niż tam, gdzie gałęzie są cięte przed obrączką, rana ostatecznie będzie mniejsza, dzięki ograniczeniu obumierania miejsca cięcia. Kambium przy brzegach rany jest odżywiane asymilatami i dlatego, począwszy od brzegów, rana może zarastać. Opisane cięcie daje szanse na najmniejszą ranę i najlepsze jej zagojenie.



**Il. 52:** Gdy gałąź bez obrączki jest cięta tak samo jak gałąź z obrączką, czyli pod kątem – dolny brzeg rany obumiera. Częściowo może się wytworzyć martwy kikut, co opóźnia kalusowanie rany. W efekcie rana dłużej pozostaje w fazie trzeciej



**Il. 53:** Jeśli nie ma wyraźnej obrączki, cięcie trzeba prowadzić przed bruźdą korową, lecz równoległe do pnia, inaczej niż w wypadku cięcia na czop, prowadzonego pod kątem. Zapobiega to zarówno powstawaniu martwego obszaru na dolnym brzegu rany, do którego nie docierają składniki odżywcze, jak też ogólnie obumieraniu tkanki w tym rejonie

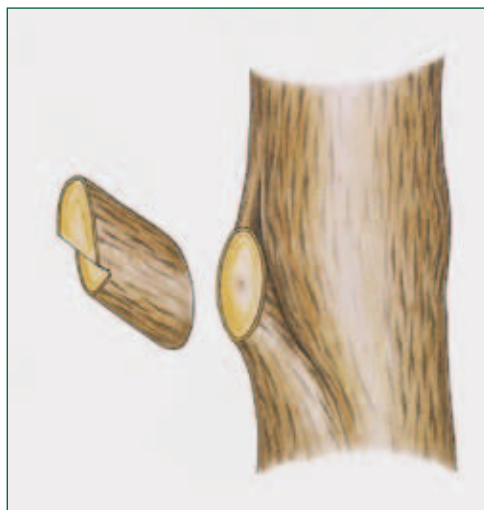
#### Jak ciąć gałęzie z zakorkiem?

Zakorek występuje niemal u wszystkich gatunków, jednak bardzo często pojawia się u buków i robinii. To jedna z najpowszechniejszych wad strukturalnych drzew. Na ogół pojawia się w gałęziach bez obrączki, w rozwidleniach w kształcie litery V oraz pomiędzy konkurującymi przewodnikami (il. 54). Do powstania zakorka dochodzi wówczas, gdy kora wewnętrzna i zewnętrzna wytwarza się pomiędzy gałęzią a pniem. Gałęzie usytuowane względem siebie pod kątem ostrym mają szczególną skłonność do zakorka, bo w pewnym momencie dochodzi między nimi do rywalizacji o przestrzeń, gdyż co roku przyrastają na grubość. Kambium wrasta w zagłębienie między gałęziami, następnie wrasta też bruzda korowa, formując przypominającą usta podwójną bruzdę. Gałęzie z zakorkiem między nimi są słabiej połączone z pniem i zwykle nie mają widocznej obrączki. Powinno się je usuwać jeszcze w szkółce bądź w trakcie cięcia formującego, gdy drzewo jest młode (il. 55).

Efektom cięć poprowadzonych zbyt blisko pnia jest zwykle rana w kształcie serca. Mimo poprawnego cięcia często nie dochodzi do wytworzenia się drewna przyranego na górnym brzegu rany, ponieważ zakorek blokuje dostarczanie składników odżywczych do tego obszaru. Zanim podejmie się decyzję o jakichkolwiek zabiegach pielęgnacyjnych na grubszych konarach, należy się zastanowić, czy przyjętego celu nie dałoby się osiągnąć innym sposobem, np. poprzez zredukowanie korony lub założenie w niej wiązania, co pozwoliłoby zapobiec całkowitemu usunięciu gałęzi.



**Il. 54:** Wiele gałęzi bez obrączki tworzy rozwidlenie z zakorkiem



**Il. 55:** Jeśli zakorek występuje pomiędzy gałęzią a pniem, to cięcie trzeba poprowadzić jak najbliżej pnia, jednak nie uszkadzając jego tkanki powyżej nasady gałęzi

#### Jak ciąć konkurujące przewodniki?

Konkurujące przewodniki (gałęzie współdominujące) występują u wszystkich gatunków drzew, jednak najczęściej na jesionach i klonach (il. 56). Cięcie nie przysparza problemów, jeżeli gałąź do usunięcia jest nieduża (do 5 cm średnicy). Odnosi się to także do większych gałęzi (do 10 cm), jeżeli drzewo należy do gatunku silnie grodziującego (zob. 3.2.2). W obu przypadkach cięcie trzeba wykonać przed bruzdą korową (il. 57). Jeśli usuwa się duże gałęzie (konary) lub wręcz przewodniki współdominujące, to drzewo traci znaczną część objętości korony. Co więcej, dochodzi do obumierania kambium (podobnie jak kory i drewna), a ryzyko złamania zwiększa się poniżej rany po cięciu z uwagi na wdzierający się rozkład. W takich wypadkach należy rozważyć możliwość redukcji korony jako alternatywy całkowitego usunięcia gałęzi lub przewodnika współdominującego. Innym sposobem uniknięcia ryzyka wiążącego się z obcięciem rozwidlonych gałęzi jest zamocowanie systemu zabezpieczenia korony (zob. 3.2.3).

#### Jak wykonać cięcie redukcyjne?

Za pomocą cięcia redukcyjnego skracają się długość gałęzi lub usuwa część korony, wycinając skrajną jej część aż do żywej gałęzi bocznej o takiej samej lub mniejszej średnicy. Gałęzie,



**Il. 56:** Gałęzie lub przewodniki współdominujące występują u wszystkich gatunków drzew



**Il. 57:** Usunięcie jednego lub obu konkurujących przewodników jest zawsze poważną interwencją i pociąga za sobą znaczną utratę objętości korony i rozmiar zadanej rany. Grubsze gałęzie (przekraczające 5–10 cm średnicy) powinny się raczej redukować niż całkowicie usuwać. Jeśli jednak gałąź trzeba całkowicie usunąć, to cięcie należy prowadzić przed bruzdą korową. Przy dużych cięciach często dochodzi do powstania przy dolnym brzegu rany martwego obszaru, do którego nie docierają składniki odżywcze

które mają zostać skrócone, trzeba ciąć ukośnie, przed bruzdą korową, w rejonie pozostającej bocznej gałęzi (il. 58). W miarę możliwości nie powinno się w ogóle ciąć grubszych gałęzi (powyżej 10 cm średnicy). Jeśli już nie da się tego uniknąć, na dolnym brzegu rany rozwinię się martwica kambialna i może dojść do rozkładu drewna, tak jak po przeprowadzeniu dużych cięć usuwających części drzewa.

Jeśli cięcie przeprowadzono w większej odległości od bruzdy korowej, wytworzy się martwy kikut, jak po cięciach ogławiających. Cięcia ogławiające skraca długość gałęzi, nie uwzględniając umiejscowienia pobliskich gałęzi bocznych. Zazwyczaj rezultatem cięcia między węzłami są martwe kikuty, a pobliskie pąki nie rozwijają się. Nie zaleca się cięcia ogławiającego starszych drzew, ponieważ prowadzi ono do rozkładu drewna i pęknięć w ciętej gałęzi lub pniu, niszczy ich strukturę i stymuluje nietypowy dla drzewa wzrost pionowych gałęzi przybyszowych (reiteratów).

### Jak ciąć martwe gałęzie?

Martwe gałęzie mają zwykle u podstawy – przypominające obrączkę – zgrubienie z żywej tkanki, wytworzone przez pień (il. 59). Pień zapewnia też odżywianie tej – ułożonej w kształt pierścienia – tkance. Otacza ona martwe drewno, które zostało skolonizowane przez rozmaite grzyby rozkładające drewno (il. 60). Rozkład jest szczególnie intensywny u podstawy



**Il. 58:** Jeśli trzeba skrócić grube gałęzie, muszą być one cięte ukośnie, przed bruzdą korową, w obszarze pozostających gałęzi bocznych. Gałęzi o średnicy powyżej 5–10 cm nie powinno się ciąć, ponieważ przy dolnym brzegu rany powstaje wtedy martwy obszar, do którego nie docierają składniki odżywcze

### III. Opieka nad drzewami z perspektywy cyklu ich życia

gałęzi, co prowadzi do powstania punktu złamania blisko pnia (il. 61). Jednak w efekcie tego procesu, zwanego w leśnictwie samooczyszczaniem się pnia z gałęzi, rozkład zazwyczaj nie przenika przez warstwę graniczną w głąb pnia. Gdy gałąź się odłamie, przebarwienia – przyjmujące często kształt stożka – i rozkładające się drewno zarastają.

Tak jak obrączek nie powinno się przecinać podczas cięcia gałęzi, tak też powinno się zostawiać nietknięte zgrubienie z żywej tkanki u podstawy martwych gałęzi (il. 62). Rozkładają-



**Il. 59:** Martwa gałąź z wytworzonym u jej nasady przez pień obrzmieniem z żywej tkanki, przypominającym obrączkę



**Il. 60:** Grzyby rozkładające drewno przygotowują punkt złamania blisko pnia



**Il. 61:** Rana po odłamaniu martwej gałęzi



**Il. 62:** Usunięcie martwych gałęzi powinno oznaczać usunięcie wyłącznie martwego drewna. Wyrażna obrączka na pniu ma pozostać nienaruszona, a rozkładającego się drewna nie wolno pokrywać żadnym opatrunkiem

ce się drewno – inaczej niż w wypadku żywych gałęzi – jest zwykle nadal obecne pośrodku powierzchni cięcia po usunięciu martwej gałęzi. Nie powinno się przykrywać rozkładającej się tkanki jakimkolwiek opatrunkiem, nie należy więc po usunięciu martwej gałęzi stosować maści ogrodniczej.

Niedostateczne grodziowanie w pniu obserwuje się zazwyczaj tylko w wypadku martwych gałęzi o dużej średnicy oraz chorych drzew. Nie da się wówczas znaleźć ani widocznej obrączki, ani zgrubienia u podstawy gałęzi. Ze względów bezpieczeństwa zawsze należy monitorować rany po usunięciu martwych gałęzi, zwłaszcza u drzew na terenach miejskich.

### Typy cięcia (metody) dla drzew dojrzałych

Na terenach miejskich dojrzałe drzewa przycina się przede wszystkim po to, by zapewnić bezpieczeństwo, zachować skrajnię, utrzymywać je w dobrym zdrowiu, jak też ze względów estetycznych. Cele te oznaczają różne strategie cięcia dla drzew na każdym etapie życia i każdej wielkości. Drzewa są również przycinane dla uzyskania efektów dekoracyjnych. Ich korony można kształtować na wiele sposobów. Drzewa rozmaicie reagują na ten typ cięcia, a wyboru właściwych rodzajów lub gatunków, które tolerują metody cięcia dekoracyjnego, powinno się dokonać po starannym namyśle. Takie cięcia dekoracyjne jak strzyżenie, ogłowienie lub formowanie szpalerowe powinno się rozpoczynać, gdy drzewo jest młode.

Niniejszy rozdział opisuje metody cięcia drzew dojrzałych. W niemieckiej normie (ZTV-Baumpflege 2006) dla starszych drzew przewidziano głównie podkrzesywanie (podnoszenie podstawy korony), usuwanie martwego drewna, pielęgnację oraz redukcję korony.

### Podkrzesywanie

Jedynym celem podkrzesywania jest zapewnienie wymaganej skrajni poprzez podniesienie podstawy korony (il. 63). By to osiągnąć, należy rozpocząć cięcie drzewa na etapie młodzieńszym (zob. też 3.1). U drzew, które będą wymagały w przyszłości cięcia w celu zapewnienia skrajni, należy podjąć działania prewencyjne, by zapobiec rozrastaniu się gałęzi na grubość większą niż 5cm.

Wysokość podstawy korony zależy od gatunku, formy, otoczenia i sposobu użytkowania gruntów w okolicy. Należy wziąć ją pod uwagę, określając wysokość najniższych gałęzi w celu uzyskania i utrzymania koniecznej skrajni. Przykładowo, jeśli wymagana wysokość pnia wynosi 4,50 m, to należy ją osiągnąć po czterech lub pięciu nawrotach cięć. Trzeba je przeprowadzać w regularnych odstępach dwóch do trzech lat.

### Usuwanie martwego drewna

Jedynym celem usuwania martwego drewna jest zapewnienie bezpieczeństwa publicznego. W takim przypadku powinno się zwykle usuwać wyłącznie martwe i złamane gałęzie o średnicy większej niż 3 cm.





**Il. 63:** Skrajnia drogi w Holandii. Praca nad podniesieniem korony rozpoczęła się tu na młodzieńczym etapie życia drzewa

#### Pielęgnacja korony

Celem czyszczenia korony jest utrzymanie drzewa w dobrym zdrowiu. Ważne jest także, by nie stwarzało ono zagrożenia dla bezpieczeństwa (il. 64). Pielęgnacja korony polega na usuwaniu martwych, zamierających, chorych, krzyżujących się, obwisłych i słabo umocowanych gałęzi, a jej celem jest zapobieżenie niepożądanemu rozwojowi korony, np. wykształceniu się konkurujących przewodników. Drzewa rosnące przy drodze muszą zachować wolną przestrzeń skrajni. Przeprowadzając cięcia, należy zatem uwzględniać wymogi miejsca, na którym są posadzone, oraz ich rolę w kształtowaniu otoczenia.

#### Redukcja korony

Redukcja korony służy zmniejszeniu wielkości całej korony – jej wysokości i/lub szerokości – zgodnie z wymogami bezpieczeństwa i/lub warunkami otoczenia. Za pomocą cięcia redukcyjnego usuwa się część korony lub skracia długość gałęzi, odcinając ją przy żywej gałęzi bocznej o takiej samej lub mniejszej średnicy (il. 65). W czasie cięcia redukcyjnego średnica pozostawionej gałęzi powinna wynosić co najmniej 1/3 gałęzi usuwanej. W miarę możliwości pozostała korona powinna zachować swój pokrój bądź przynajmniej być zdolna do odtworzenia go dzięki wypuszczeniu nowych pędów. Nie powinno się usuwać więcej niż 20% całego ulistnienia w jednym nawrocie.



**Il. 64:** Dojrzałe drzewo po zabiegach pielęgnacyjnych w koronie. Wszystkie martwe, zamierające, chore, krzyżujące się, obwisłe i słabo umocowane gałęzie zostały usunięte



**Il. 65:** Dojrzałe drzewo po redukcji korony. Została ona obniżona poprzez usunięcie jej górnej części aż do żywej gałęzi bocznej o mniejszej średnicy

### 3.2.3. Stabilizacja korony drzewa

Wiązania i klamry należy mocować tylko wówczas, gdy wykryto istotne wady drzewa i stwierdzono ryzyko jego utraty (Smiley, Lilly 2014). Należy się zastanowić, czy zamocowanie wiązań będzie korzystniejsze dla zdrowia i bezpieczeństwa drzewa niż przeprowadzenie cięć, z którymi wiążą się uszkodzenia, długoterminowa reakcja drzewa i konieczność przeprowadzania stałych zabiegów pielęgnacyjnych. Trzeba rozważyć, czy da się osiągnąć pożądane rezultaty poprzez cięcie korony czy zainstalowanie systemu stabilizującego koronę bądź poprzez połączenie obu tych działań. Poniżej opisano wady i zalety takich rozwiązań zgodnie z niemiecką normą (ZTV-Baumpflege 2006).

#### Zalety (przykłady)

##### **Cięcie**

- brak sztucznych systemów na drzewie;
- brak ograniczeń naturalnego ruchu drzewa;
- możliwość równoczesnego prowadzenia innych cięć w obrębie korony.

#### **Wiązania**

- zachowanie pokroju korony i uniknięcie utraty jej objętości;
- brak wpływu na naturalny bilans energetyczny;
- unieruchomienie gałęzi podatnych na złamanie;
- brak konieczności lub zminimalizowanie cięcia.

#### Wady (przykłady)

#### **Cięcie**

- rany po cięciu;
- możliwość ograniczenia żywotności drzewa;
- zmiana pokroju;
- konieczność przeprowadzania zabiegów pielęgnacyjnych związanych ze zmianami rozwojowymi drzewa.

#### **Wiązania**

- możliwość ograniczenia naturalnego ruchu;
- sztuczny system na drzewie;
- konieczność przeprowadzania w przyszłości konserwacji wiązań;
- konieczność regularnej kontroli i utrzymania;
- możliwość założenia systemu zależy od obecności stabilnych pni i gałęzi.

#### Przykładowe sytuacje, kiedy cięcie jest korzystniejsze od zastosowania wiązań:

- Ogólnie, w przypadku młodszych i dojrzałych drzew.
- Kiedy cięcie nie pociąga za sobą znacznych zranień oraz
  - pokrój/wygląd drzewa nie ulega zasadniczej zmianie;
  - nie można mocować wiązań ze względów estetycznych;
  - konieczne jest korekcyjne cięcie korony;
  - bieżąca kontrola i utrzymanie wiązań są nieopłacalne z punktu widzenia kosztów.
- Jeżeli nie ma odpowiednich konarów/pni do zabezpieczenia zagrożonych konarów lub jeżeli zagrożone są konary/pnie wspierające (np. wskutek ubytków).

#### Przykładowe sytuacje, kiedy wiązania są korzystniejsze od cięcia:

- Jeżeli należy zachować pokrój/wygląd drzewa.
- Gdy zachodzi znaczne ryzyko rozkładu drewna w ranach po cięciu i/lub znaczny spadek żywotności, zwłaszcza u starszych drzew.
- Jeżeli gatunek jest znany z niskich zdolności do grodziowania.
- Jeżeli drzewo może źle zareagować na wymagane cięcie (np. może utracić konary, jest podatne na oparzenia słoneczne, ma mniejszą zdolność do wytworzenia po cięciu nowych pędów, czyli reiteratów).
- Jeżeli wskutek cięcia bieżąca kontrola i pielęgnacja stają się zbyt kosztowne (zmiana pokroju, wytworzenie wtórnej korony).
- Gdy zachodzi wysokie ryzyko utraty drzewa (np. pęknięte rozwidlenia).

### Przykłady połączonego cięcia i wiązania:

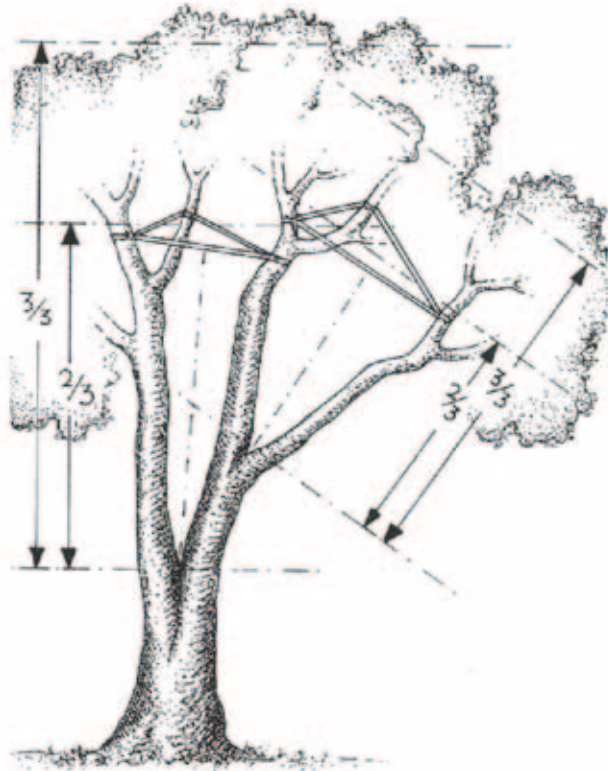
- Gdy korzyści płynące z zastosowania obu środków przeważają nad wadami takiego rozwiązania.

Wysokość, na której trzeba zainstalować wiązania, zależy od rodzaju zagrożenia (np. pęknięcie rozwidlenia, ubytek w konarze). Zwykle mocuje się je na jednym poziomie, lecz w pewnych warunkach mogą być założone na dwóch. System wiązań zmniejsza siły działające w koronie, wykorzystując efekt dźwigni gałęzi. Jeśli nie można zamocować systemu na  $\frac{2}{3}$  całkowitej długości konaru/pnia, należy użyć mocniejszych lin (il. 66).

System wiązań można zamocować

- w celu zabezpieczenia pojedynczych konarów/pni (pojedynczy system zabezpieczenia, il. 67);
- w celu zabezpieczenia kilku konarów/pni (il. 68);
- w wyjątkowych wypadkach – łącząc z sąsiednimi drzewami.

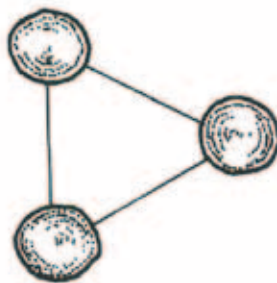
Sprężystość systemu wiązań zależy od rodzaju materiału, z którego wykonane są liny, i jego wytrzymałości na zerwanie. Elastyczność wiązań zależy głównie od długości połączenia. Można ją dodatkowo zwiększyć, mocując elementy amortyzujące. Wpływ amortyzatora



**Il. 66:** Wysokość mocowania dla jednopoziomowego systemu zabezpieczenia przed złamaniem (ZTV-Baumpflege 2006)



**II. 67:** Wiązanie proste między dwoma konarami/pniami. Nie przeszkadza ono w kołysaniu się na boki zabezpieczonych części korony (ZTV-Baumpflege 2006)



**II. 68:** Jeśli trzeba połączyć trzy konary/pnie, to należy zamocować wiązanie w trójkąt, by ograniczyć odchylenie się na wszystkie strony (ZTV-Baumpflege 2006)

na wydłużenie jest niezależny od całkowitej długości połączenia. W sytuacjach, gdy wiązanie pozwala na nadmierny ruch zabezpieczanych konarów, może dojść do ich uszkodzenia, zanim lina zostanie obciążona. Długie połączenia linowe wymagają większej sztywności. Wymagana wytrzymałość wiązania zależy od średnicy konaru/gałęzi mierzonej w czasie instalacji na poziomie zabezpieczanego rozwidlenia. Podane w poniższej tabeli wartości obciążeń niszczących dla dynamicznych systemów wiązań opierają się na doświadczeniu zdobytym w ciągu lat praktyki. Są to minimalne wartości dla każdego elementu zamocowanego w danym systemie zabezpieczającym koronę.

Elementy wiązania wykonane z włókien syntetycznych – w zależności od producenta – mogą mieć zróżnicowane własności fizyczne i czas użytkowania. Z tego powodu niektóre z nich mogą się nie nadawać do przenoszenia dużych, stałych obciążeń.

Pętle mocujące należy wykonać i założyć w taki sposób, aby:

- trwale zapobiec uszkodzeniu liny i drzewa wskutek przetarcia, zaciśnięcia i zesłiznięcia się liny (np. używając ochronnej osłony);
- umożliwić poprawianie ułożenia pętli, by dostosować ją do dalszego wzrostu drzewa i zapobiec zaciśnięciu się liny na pniu.

Jeśli system zabezpieczający zakładany jest latem, należy mocować liny, nie napinając ich, ale też zwracając uwagę, by nie obwisały. Jeśli system zabezpieczający zakładany jest zimą, liny muszą lekko obwisać w środku połączeń, by zapobiec stałemu obciążeniu wiązania, gdy drzewo będzie całkowicie pokryte liśćmi.

### 3.2. Opieka nad drzewami dojrzałymi

**Tabela 6:** Wartości doświadczalne dotyczące wymiarów dynamicznych systemów wiązań (za ZTV-Baumpflege 2006)

<b>Średnica konaru/gałęzi mierzona w czasie instalacji przy nasadzie konaru/gałęzi</b>	<b>Minimalna wytrzymałość systemu dla określonego czasu użytkowania, system należy zamocować na min. 2/3 długości konaru/gałęzi (tony)</b>
40 cm (do 15")	2,0 t
40–60 cm (15–24")	4,0 t
60–80 cm (24–32")	8,0 t
80 cm (powyżej 32") specjalne środki w zależności od danego przypadku	

## Literatura

Baumgarten, H., Doobe, G., Dujesiefken, D., Jaskula, P., Kowol, T. & Wohlers, A. (2014) Kommunale Baumkontrolle zur Verkehrssicherheit. Der Leitfaden für den Baumkontrolleur auf der Basis der Hamburger Baumkontrolle, 4th edn, Braunschweig: Haymarket Media.

Baumkontrollrichtlinien (2010) Richtlinien für Regelkontrollen zur Überprüfung der Verkehrssicherheit von Bäumen. Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (FLL).

British Standard BS 3998 (2010) Tree work – Recommendations.

Brown, G. E. (2004) The pruning of trees, shrubs and conifers. 2nd edn, revised and enlarged by Tony Kirkham. Portland/Oregon: Timber Press.

Drenou, C. (1999) La taille des arbres d'ornement. Du pourquoi au comment. Paris: Institut pour le Développement Forestier.

Dujesiefken, D. & Liese, W. (2015) The CODIT Principle – Implications for Best Practices. Champaign, Illinois / USA: International Society of Arboriculture.

Dujesiefken, D., Jaskula, P., Kowol, T. & Wohlers, A. (2014) Baumkontrolle unter Berücksichtigung der Baumart. Bildatlas der typischen Schadsymptome und Auffälligkeiten, 4th edn, Braunschweig: Haymarket Media.

Dujesiefken, D. & Stobbe, H. (2002) *The Hamburg Tree Pruning System – A Guideline for proper pruning*. Jena: *Urban Forestry Urban Greening* **1**, 75–82.

European Tree Pruning Guide (2005) 2nd edn, Wrecclesham, UK: European Arboricultural Council.

Gilman, E. F. (2012) *An Illustrated Guide to Pruning*, 3rd edn, Clifton Park, USA: Delmar Publishers.

Mattheck, C., Bethge, K. & Weber, K. (2015) *The Body Language of Trees*. Karlsruhe: Publ. KIT.

Matheny, N. P. & Clark, J. R. (1994) *A Photographic Guide to the Evaluation of Hazard Trees in Urban Areas*, 2<sup>nd</sup> edn, Savoy, Illinois, USA: Int. Society of Arboriculture.

ÖNORM L 1122 (2010) Baumkontrolle und Baumpflege, Austrian Standards.

Pfisterer, J. (1999) *Gehölzschnitt nach den Gesetzen der Natur*. Stuttgart: Eugen Ulmer.

Roloff, A. (ed.) (2015) *Handbuch Baumdiagnostik. Baum-Körpersprache und Baum-Beurteilung*. Stuttgart: Eugen Ulmer.

Rust, S. (2016) Tree inventory, risk assessment and management. In: Roloff, A. (ed.) (2016) *Urban Tree Management*, WILEY Blackwell, 111–134.

Shigo, A. L. (1989) *Tree Pruning. A Worldwide Photo Guide*. Durham, New Hampshire, USA: Shigo and Trees, Assoc.

Smiley, E. T. & Lilly, S. (2014) *Tree Support Systems: Cabling, Bracing, Guying, and Propping*, 3rd edn, Champaign, Illinois, USA: Int. Society of Arboriculture.

Wessolly, L. & Erb, M. (2014) *Handbuch der Baumstatik und Baumkontrolle*. Berlin – Hannover: Patzer.

ZTV-Baumpflege (2006) *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Baumpflege = Additional Technical Contractual Terms and Guidelines for Tree Care*. 5th edn, Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (FLL).

## 3.3. Sędziwe drzewa i ich znaczenie

Neville Fay, Nigel de Berker

*Dziesięć tysięcy stuletnich dębów nie zastąpi jednego pięćsetletniego.*  
(Rackham 1986)

### 3.3.1. Wprowadzenie – ku arborystyce konserwatorskiej

W Wielkiej Brytanii zainteresowanie sędziwymi drzewami datuje się od niedawna. W ciągu ostatniego dwudziestolecia badania poświęcone drzewom sędziwym – jako zwycięzcom w wyścigu przetrwania, ich siedliskom, ekosystemom i modelom strukturalnym przekształciły się w samodzielną dyscyplinę.

Na terenie Wielkiej Brytanii znajduje się największe skupisko sędziwych drzew w północnej Europie. Jednakże ten stan rzeczy nie jest trwały. Różne badania z ostatnich lat wykazują wysokie tempo strat powodowane przez wiele czynników takich jak zaniedbania, błędna polityka i niewłaściwa opieka nad drzewami (Read 2000; Fay, Rose 2004; Bengtsson, Fay 2009; Bengtsson, Bengtsson 2011). Choć więc drzew sędziwych jest tu dużo, to są one, wraz ze swoimi częstokroć rzadkimi siedliskami, zagrożone, gdyż wymierają w tempie szybszym od tempa naturalnego odtwarzania (il. 69).

W ciągu ostatnich lat specjaliści zajmujący się ochroną drzew i ochroną przyrody połączyli siły, by wypracować wielodyscyplinarne podejście do badań nad sędziwymi drzewami i gospodarką nimi. W latach dziewięćdziesiątych XX w. troska wywołana nieuzasadnionymi stratami sędziwych drzew w Wielkiej Brytanii doprowadziła do powstania Forum Sędziwych Drzew (Ancient Tree Forum), czyli – od angielskiego skrótu – ATF. ATF stoi na stanowisku, że nie wolno dopuścić do utraty choćby jednego sędziwego drzewa, jeśli można temu zapobiec. To skłoniło organizacje pozarządowe i wolontariuszy uczestniczących w projektach nauki obywatelskiej do zaangażowania się w zbieranie danych dotyczących wartości, kondycji i rozmieszczenia drzew sędziwych na terenie Wielkiej Brytanii. Zebrane dane przyczyniły się do udoskonalenia opieki nad drzewami i stały się w ostatnich latach podstawą szeregu ważnych publikacji określających zasady i wytyczne dla nowych praktyk (Fay, de Berker 1997; Davis *et al.* 2000; National Tree Safety Group 2011; Lonsdale 2013b).

Definicja arborystyki zmieniała się w miarę upływu czasu i zapewne ciągle jeszcze ewoluje. Sięgający czasów przedśredniowiecznych łaciński termin *arborator* odnosił się zasadniczo do sadownika, natomiast „arborystyka” oznaczała rozległą dziedzinę, która obejmowała gospodarowanie drzewami głównie dla celów produkcji drzewnej i sadowniczej. Wyraźne zręby osobnej dyscypliny zajmującej się uprawą drzew zarysowały się dopiero w połowie XIX w. wraz z rozwojem miejskich parków i sadzeniem drzew ulicznych. Gdy owe dziewiętnastowieczne nasadzenia miejskie zaczęły osiągać wiek dojrzały, dbałość o ich ogólny dobrostan stawała się w coraz większym stopniu zadaniem miast. Do jego wykonania niezbędny



był szereg profesjonalnych umiejętności w dziedzinie opieki nad drzewami, które różniły się od dotychczasowych doświadczeń leśników i ogrodników (Le Sueur 1949; Johnston 2015).

Znana nam dzisiaj arborystyka, w której centrum zainteresowania znajdują się drzewa ozdobne (*amenity trees*), jest młodą dyscypliną. Brytyjskie Towarzystwo Arborystyczne (UK Arboricultural Association) powstało w 1964 r.<sup>1</sup>. W 1966 r. pojawiła się pierwsza brytyjska norma arborystyczna – British Standard BSI 3998:2010 „Recommendations for Tree Work” („Rekomendacje dotyczące pracy przy drzewach”), która stanowiła praktyczny przewodnik po procedurach związanych z opieką nad drzewami. Większość materiałów źródłowych dotyczących wszystkich tych działań odnosi się do drzew od etapu szkółki po wiek dojrzały.

Badania nad drzewami sędziwymi zmieniły arborystykę i nadały jej współczesny kształt. Koncentrują się one na cyklu życiowym i historii naturalnej drzewa, co obejmuje o wiele szerszy zakres uwarunkowań niż ten, na którym opierał się poprzedni, tradycyjny paradygmat arborystyczny. W nowym kontekście uwzględnia się procesy naturalne przebiegające w dłuższych okresach, a także otoczenie drzewa, w tym florę i faunę.

Wnioski z obserwacji drzew sędziwych i procesów naturalnych sugerują, że istnieje perspektywa pozwalająca badać i analizować drzewa w każdym wieku. Takie podejście w połączeniu z dążeniem do naśladowania procesów naturalnych przyczyniło się do rozwoju **arborystyki konserwatorskiej** jako dyscypliny wywierającej znaczący wpływ na główny nurt teorii i praktyki na całym świecie.

Jeszcze niedawno tradycyjna arborystyka prezentowała pogląd, że martwe drewno jest szkodliwe dla drzewa rodzicielskiego, świadcząc o jego obumieraniu, osłabieniu i obecności zagrożeń. Stanowisko to znajdowało odzwierciedlenie w praktyce zawodowej do lat pięćdziesiątych XX w.

Podejście „sanitarne” zakładało usuwanie martwego drewna oraz oczyszczanie ubytków i usuwanie zgnilizny. Praktyczne wytyczne, jakie znalazły się w pierwotnej arborystycznej normie brytyjskiej z 1966 r., obejmowały stosowanie maści do zabezpieczania ran, wypełnianie dziupli betonem, borowanie i osuszanie ubytków oraz zagłębień ze zbierającą się wodą. Uprzedzenia względem martwego drewna nie znikły od razu i kolejna norma brytyjska (z 1989 r.) nadal zalecała usuwanie martwego, zamierającego i chorego drewna.

Rozkład drewna od dawna interesował przyrodników, m.in. entomologów i mykologów, a zainicjowane przez Forum Sędziwych Drzew badania nad drzewami sędziwymi zakwestionowały praktyki akceptowane do tej pory. To zaś pociągnęło za sobą ponowną całościową analizę metody chirurgii drzew w opiece nad drzewami i w rezultacie w aktualnej normie brytyjskiej doszło do zmiany paradygmatu. Dzisiejsze praktyczne wytyczne uznają zasadniczą doniosłość martwego i rozkładającego się drewna oraz nieocenioną wartość sędziwych drzew (BSI 2010; BSI 2012; ATF 2014), jak również znaczenie opracowywania innowacyjnych praktyk pod patronatem arborystyki konserwatorskiej.

<sup>1</sup> Założony w 1925 r. UK Institute of Chartered Foresters (ICF) w 2008 r. również rozszerzył kategorię licencjonowanego specjalisty o zawodowych specjalistów od drzew, zdobywających kwalifikacje jako licencjonowani arborysty.

## Drzewa sędziwe i drzewa-weterani – ile znaczą i dlaczego są tak wrażliwe

Drzewa sędziwe i pozostałe drzewa-weterani zawdzięczają, ogólnie rzecz biorąc, swą szczególną pozycję zainteresowaniu, jakie z biologicznej, estetycznej i kulturowej perspektywy budzi ich wiek, rozmiary lub kondycja (Read 2000). Z biologicznego punktu widzenia fundamentalne znaczenie ma siedlisko powstające wskutek starzenia się i rozkładu drzewa (il. 69). Terminów „drzewo sędziwe” i „drzewo-weteran” często używa się wymiennie, jednakże istnieje między nimi istotna różnica. Drugie z tych pojęć odwołuje się do metafory opartej na obrazie drzewa jako wiarusa naznaczonego śladami bitew. Ukazuje ona jego stan, uwzględniając pewne oznaki sędziwości, które mogą się pojawić niezależnie od wieku wskutek odniesionych ran i naturalnych procesów rozkładu. Słowo „sędziwe” opisuje zaś pewien etap życia. Tak więc wszystkie drzewa sędziwe są weteranami, natomiast nie wszystkie drzewa-weterani są sędziwe.

Drzewa-weteranów można również opisać jako „drzewa-arki” (od biblijnej arki Noego), a określenie to wskazuje, że mogą one pełnić rolę unikatowych okrętów z bezcennym ładunkiem zasiedlających je gatunków, który niosą przez czas i przestrzeń, zapewniają *refugia* (schronienia) gatunkom potencjalnie rzadkim i zagrożonym<sup>2</sup>. Nie da się wprawdzie odtworzyć drzewa sędziwego (ze względu na czas niezbędny do osiągnięcia sędziwości), można jednakże stworzyć warunki, które przyspieszą powstawanie siedlisk typowych dla drzew-weteranów, pełniących rolę arki.

Termin „sędziwy” wywodzi się zaś z arborystycznej klasyfikacji wieku drzew, opisującej dany etap życia w procesie starzenia się. Drzewo sędziwe to takie drzewo, które jak na swój gatunek jest stare i odznacza się dużym obwodem pnia (Lonsdale 2013)<sup>3</sup>. Faza sędziwa obejmuje etapy wczesnej, środkowej i późnej sędziwości, scharakteryzowane w modelu morfofizjologicznym (zob. rozdział 2.1, il. 1 i 2) jako etapy życia 8–10. Proces starzenia się jest funkcją czasu. Im bardziej drzewo zwiększa swe rozmiary i stopień złożoności, tym większy jest jego potencjał do wytworzenia siedliska saproksylicznego (rozkładającego się drewna). Sama tylko wielkość drzewa nie świadczy jeszcze o jego sędziwości. W zależności od gatunku i warunków wzrostu mogą zachodzić tu znaczne różnice.

Sędziwych drzew jest bardzo niewiele w porównaniu z obfitością drzew w innych klasach wiekowych. Z definicji są one w swych gatunkach prawdziwymi zwycięzcami w wyścigu o przetrwanie. Niektóre wyjątkowe drzewa mogą żyć nawet tysiące lat i przekazywać gen długowieczności. Z racji swej rzadkości i ciągłości trwania w tym samym siedlisku pełnią one szczególną rolę w europejskim krajobrazie kulturowym, a jako **zworniki ekosystemu**<sup>4</sup> mają wyjątkowo wysoką wartość przyrodniczą. Biorąc pod uwagę, że w ciągu całego życia

<sup>2</sup> Ponad 2000 gatunków bezkręgowców (6% brytyjskiej fauny bezkręgowców) jest zależne od siedlisk drzew sędziwych (Alexander 2012).

<sup>3</sup> W wielu sytuacjach największe drzewa nie są wcale najstarsze. Na stanowiskach leśnych najwyższe drzewa mogą po prostu rosnąć w najlepszych warunkach bytowych, podczas gdy znajdujące się nieopodal mniejsze, starsze drzewa mogą być lepiej przystosowane do osiągnięcia zaawansowanego wieku. Podobnie drzewa rosnące w warunkach ekstremalnych (np. na klifowych urwiskach) lub długotrwałego, typowego dla danego środowiska deficytu wodnego (np. w warunkach pustynnych czy tundrowych) mogą dożywać wyjątkowo sędziwych lat, pozostając jednocześnie małąkimi drzewkami.

<sup>4</sup> Zaproprowane przez redakcję polskiego wydania pojęcie „zwornik ekosystemu” oznacza kluczowy element ekosystemu – analogicznie do gatunku kluczowego, którego strata oznacza załamanie całego siedliska w połączeniu z poważnym uszczerbkiem dla powiązanego z nim ekosystemu i bioróżnorodności [przyj. red.].

są gospodarzami dla tysięcy – niejednokrotnie rzadkich – gatunków je zasiedlających, utrata takich drzew pociąga za sobą dramatyczne skutki dla powiązanych ekosystemów. W Wielkiej Brytanii znaleziono dziesiątki tysięcy drzew sędziwych, jednakże tempo ich zamierania i strat jest tak wielkie, że zagraża istnieniu i zapowiada dezintegrację cennych siedlisk o ogromnej różnorodności biologicznej (Fay, de Berker 1997; Fay 2002).

Mimo że martwe oraz rozkładające się drewno są typowe dla drzewa-weterana, to jednak samo ich występowanie nie przesądza jeszcze o tym, by uznać uszkodzone dojrzałe drzewo za okazowy egzemplarz weterana. Jednakże rozmiar odpowiednich zjawisk, ich liczebność i zakres występowania zwiększają się w miarę upływu czasu i oznaczają wykształcanie się cennego siedliska saproksylicznego. Siedlisko weterana jest więc funkcją fizjologicznych skutków uszkodzenia, zacienienia, suszy i burz. Może wystąpić „przedwcześnie” w drzewie niesędziwym, które naśladuje własności swego starszego odpowiednika.

Organizm drzewa-weterana staje się zapisem życiowego doświadczenia drzewa uwidocznionym w jego „mowie ciała” – tym samym jego morfologia jest zapisem jego fizjologicznej historii (Arber 1950; Del Tredici 2000; Mattheck, Bethge, Weber 2015). Gdy uważnie przyjrzymy się morfologii drzewa, zyskamy wgląd w jego historię i kolejne odwzorowania wzrostu odpowiadające etapom życia danego osobnika (ontogenezie). Wraz z nabywaniem doświadczenia wypracowujemy wzorzec i narzędzie diagnostyczne, które umożliwiają interpretację zaburzeń fizjologicznych (Raimbault 1995).

## Czwarty wymiar – test czasu

Funkcja czasu jest zasadniczym czynnikiem w ewolucji i rozwoju drzewa, w kształtowaniu siedlisk saproksylicznych i dynamicznych interakcji ze środowiskiem naturalnym. Różnorodność gatunków wymaga zachowania ciągłości siedliska. By było jak najdoskonalsze, ekosystem drzewa (drzewo, jego otoczenie i ekosystem gleby, którego częścią są korzenie) musi być wystarczająco stabilny, żeby podtrzymać zdolność gatunków do utrzymywania wzajemnych powiązań.

Im dłużej drzewo lub grupa drzew rośnie na danym stanowisku, tym bardziej wzrasta prawdopodobieństwo nie tylko większej różnorodności gatunków, lecz także zasiedlenia rozkładającego się drewna przez rzadkie gatunki. Rozwój takich różnorodnych i rzadkich siedlisk zależy bezpośrednio od ciągłości egzystencji drzew sędziwych lub drzew-weteranów pełniących funkcję arki, dlatego też wrażliwość i podatność na choroby sędziwych drzew na stanowiskach o długiej ciągłości podnoszą ich wartość przyrodniczą<sup>5</sup>. Sprawia ona, że niezwykle ważne staje się zadbanie o zapewnienie im długiego życia za pomocą instrumentarium arborystyki konserwatorskiej.

Uznanie żywotnej wagi czasu, **czwartego wymiaru** egzystencji drzewa, pomaga przezwyciężyć ograniczenia narzucone przez statyczne, jednorazowe obserwacje (podobne do

<sup>5</sup> Brytyjska Lista Wskaźników Spójności Ekologicznej (UK Index of Ecological Continuity – IEC) (Alexander 2004) została opracowana jako sposób klasyfikacji stanowisk z uwagi na ich znaczenie przyrodnicze na podstawie oceny populacji chrząszczy (uwzględniając raczej względy ekologiczne niż czynnik rzadkości). Stanowiska saproksyliczne, legitymujące się największą ciągłością populacji zawierających drzewa od młodych po sędziwe, stanowią najbardziej prawdopodobne środowiska dla bogatych gatunkowo zbiorowisk.

pojedynczej fotografii) lub przez założenie, że przebieg procesu starzenia się może mieć tylko jeden kierunek. Czwarty wymiar odśladania również przyptywy i odpływy stresu oraz reakcji nań. W miarę upływu czasu pozornie traumatyczne wydarzenia mogą zyskać walor odmładzający, przeobrażający i sprzyjać długowieczności. Jednak zjawiska, które na pierwszy rzut oka wydają się świadectwem słabości lub pogorszenia zdrowia, mogą być fazą przejścia, nowego wzrostu, poprzedzającą wykształcenie adaptacji, które docelowo uczynią drzewo organizmem wytrzymałym mechanicznie i funkcjonalnym fizjologicznie.

Poczucie przyptywów i odpływów w czwartym wymiarze egzystencji drzewa pozwala na uzyskanie odpowiedniej perspektywy procesów i skali czasu, w jakiej istnieje drzewo. Pozostają one poza naszą codzienną – zwykłą i zawodową – percepcją, a trud wyobraźni niezbędny do uświadomienia sobie takich procesów może kojarzyć się z wysiłkiem pojęciowym, jaki musieli podjąć pierwsi nowożytni przyrodoznawcy, by zaakceptować rzeczywistość czasu geologicznego.

### Ukryta natura gleby drzewa sędziwego – konsekwencje dla arborystyki konserwatorskiej

Nad ziemią widzimy zaledwie ułamek całego organizmu drzewa. Część ukryta pod ziemią obejmuje również bezlik żyjących w glebie i korzeniach mikroorganizmów takich jak grzyby, bakterie, pierwotniaki, nicienie i stawonogi. Drzewo, otaczająca je glebowa sieć pokarmowa i żyjąca gleba tworzą razem jednostkę funkcjonalną.

U stóp drzewa sędziwego rozciąga się sędziwy system glebowy, ściśle połączony i zintegrowany z korzeniami drzewa oraz populacjami mikroflory i mikrofauny. Te mikrobiologiczne populacje współdziałają synergicznie niekiedy od całych stuleci czy tysiącleci i są tym bardziej stabilne i mniej zaburzone, im są bliżej drzewa sędziwego. W krajobrazach, gdzie drzewa sędziwe funkcjonują wśród drzew-weteranów i młodszych, ich połączone organizmy i gleba są splecione tak potężnymi sieciami mikoryzowymi, że po ich rozplątaniu 1 cm<sup>3</sup> wierzchniej warstwy gleby zawierałby strzępki grzybni rozciągające się na długość 8 km (Stamets 2005).

Dla drzew bakterie i grzyby, zwłaszcza mikoryzy o charakterze mutualistycznym, stanowią kluczowe czynniki w ekologii gleby. Wraz z mikroorganizmami nieprzynoszącymi korzyści stale „komunikują się” one z drzewem za pomocą sygnałów chemicznych. Korzenie nie są ani statyczne, ani bierno. Pod starzejącym się drzewem pokolenia korzeni-eksploratorów pozostają w bliskim kontakcie z mikroorganizmami i glebą, tworząc razem **ryzosferę**. Korzenie za pomocą swych koniuszków bezustannie eksplorują i penetrują otoczenie, wydzielają cukry, białka, komórki graniczne i inne substancje chemiczne, wchodzą we wzajemne reakcje z glebą-żywicielem i populacjami mikrobiologicznymi.

W aktywności korzeni (sterowanej przez obszar przejściowy za stożkiem wzrostu) odzwierciedla się zachowanie sensoryczne, które jest odpowiedzią na pozytywne bodźce. Ryzosfera jest przestrzenią intensywnej wymiany chemicznej pomiędzy korzeniami danego drzewa a innymi drzewami, jego grzybowymi partnerami i pozostałymi mikroorganizmami w otoczeniu (Baluška 2009). Gleba ryzosferowa może zawierać takie ilości mikroorganizmów, że w 1 g gleby żyje w przybliżeniu 10<sup>6</sup> grzybów, 10<sup>7</sup> promieniowców, 10<sup>9</sup> bakterii i 10<sup>3</sup> pierwotniaków. To do stu razy więcej mikroorganizmów niż poza tą strefą. Stanowi to „**efekt ryzosfery**” (Dix, Webster 1995). Wydzieliny korzeniowe sygnalizują, przyciągają, odpychają



Il. 69: Obraz drzewa sędziwego z ranami, oznakami rozkładu, wypróchniałym pniem i konarami, obłamany gałęziami, zniszczoną korą, owocnikami grzybów. Te rany oraz siedliska **saproksyliczne** są cechami **drzewa-weterana**. Jest jeszcze wiele innych, niedostrzegalnych siedlisk zarówno wewnątrz drzewa, jak i poniżej powierzchni ziemi

i regulują populacje mikrobiologiczne, które mają fundamentalne znaczenie dla ich wzrostu, zdrowia i żywotności (Whitfield 2007; McNear 2013; Viera *et al.* 2016). Wysięki te inicjują także związki mikoryzowe, „zarządzają” korzeniozercami (nicieniami) i regulują stosunki wodne. Wydzielina korzeniowa wyewoluowała w celu sterowania biologicznymi zależnościami za pomocą naśladownictwa sygnałów chemicznych, co przyciąga mikroorganizmy mutualistyczne (Badri, Vivanco 2009). Wysięki zawierają dużo węglowodanów i wiążą się z komórkami granicznymi złączanymi w delikatnej warstwie śluzu, która stymuluje bakterie do migracji i szukania pożywienia w strefie okalającej powierzchnię korzeni. W trakcie konsumpcji, trawienia i wydalania mikroorganizmów przez inne organizmy glebowej sieci pokarmowej uwalniają się składniki odżywcze, które następnie ulegają dalszemu przetworzeniu. Około 10–20% asymilatów fotosyntezy trafia do ryzosfery i ta danina podkreśla wartość, jaką mają dla drzewa wydzieliny korzeniowe (Walker *et al.* 2003).

Przyjmując holistyczny punkt widzenia, drzewo sędziwe wraz z sędziwą glebą oraz wszystkimi zawartymi w nich organizmami można uznać za „superorganizm”<sup>6</sup>, w którym wszystkie oddziałujące na siebie elementy funkcjonują jako całość (Molloy 2006; Buchen 2010), tak że skutki lokalnych oddziaływań wpływają na siebie na poziomie międzygatunkowym i pociągają za sobą subtelne zmiany systemowe dla dobra całości. Brak jest wprawdzie szeroko zakrojonej i dogłębnie analizującej temat literatury, a także badań doświadczalnych nad procesami zachodzącymi w ekosystemie pod powierzchnią gleby w ogólności (a z uwzględnieniem drzew dojrzałych i starszych niż dojrzałe w szczególności), jednak pojawiają się już studia prowadzone w perspektywie całości drzewa (Čermák *et al.* 2010), jak i doświadczenia obejmujące wzbogacanie gleby w przypadku drzew sędziwych wykazujących oznaki stresu. Badania wskazują na praktyczne metody odtwarzania ekologicznej funkcji i stanu gleby poprzez naśladowanie jej bardziej naturalnego i ewolucyjnie zaawansowanego stanu.

Nasza wiedza o tym, czym jest naturalny system korzeniowo-glebowy, pozostanie nikłą, jeśli nasze doświadczenie ograniczymy do faz wzrostu poprzedzających etap sędziwości. Strefa korzeniowa drzewa sędziwego powinna otrzymać status podobny do statusu rezerwatu glebowego – to w ogromnej mierze nieudokumentowany ekosystem, który ciągle czeka na zbadanie.

### 3.3.2. Strategie przetrwania drzewa sędziwego

#### Reakcja na rany i pierwotna teoria kompartmentalizacji (CODIT)

Model CODIT został pierwotnie skonstruowany, by wyjaśnić sposób, w jaki drzewa reagują na rany i uszkodzenia poprzez kompartmentalizację [tj. tworzenie izolowanych obszarów w tkankach drzewa, inaczej grodziowanie – zob. przyp. red. w rozdziale 2.2.2]. Występuje ona w pobliżu miejsca zranienia i uszkodzenia, a jej znaczenie zmienia się w zależności od etapu życia drzewa. Opisująca kompartmentalizację koncepcja CODIT obejmuje wykształcone przez drzewa reakcje na zranienie. Od kiedy pojawiła się ona w nowoczesnej arborystyce w pięknie zilustrowanej przez Carrola rozprawie Shigo i Marksa (Shigo, Marx 1977), nie przestaje inspirować praktyków. Koncepcja ta bazuje na wcześniejszej pracy Heptinga (1935), który zaobserwował, że mechanizmy działające w drzewie ograniczają rozkład drewna do tych tkanek, które już istnieją w momencie uszkodzenia.

CODIT wyznacza trzy obszary kompartmentalizacji, które nakładają się na strukturę normalnej anatomii drewna: **osiowy**, **radialny** i **styczny**. Razem tworzą **strefę reakcji** (Shigo, Marx 1977), a autorzy określają je mianem **ścian** (*walls*) nr 1–3 (bądź ogólniej **warstw gra-**

---

<sup>6</sup> W pewnych warunkach skupiska oddziałujących na siebie organizmów są czymś więcej niż tylko sumą ich elementów i można je traktować jako **zintegrowany superorganizm**, tzn. reprezentują one wysoki poziom wykształconego w drodze wspólnej ewolucji międzygatunkowego mutualizmu i wzajemnych antagonizmów (Seal, Tschinkel, 2007).

**nicznych**) (Dujesiefken, Liese 2015). Drzewo po zranieniu potrafi wykorzystać owe naturalne granice w istniejącym już drewnie – jako wykształconą strategię minimalizacji strat – żeby zachować życiowe funkcje przewodzące. Taki trójwymiarowy system ochronny w połączeniu z innymi właściwościami drewna hamuje rozmnażanie się mikroorganizmów i postępujący rozkład. Po zranieniu strefa reakcji zostaje wzmocniona chemicznymi inhibitorami, a dodatkowe wsparcie mogą stanowić wcistki (tylozy) w naczyniach przewodzących (Dujesiefken, Liese 2015).

Jakościowo i biologicznie różna od strefy reakcji jest **strefa barierowa – ściana nr 4**, czyli czwarty i najmocniejszy element CODIT. Strefa barierowa nie istnieje przed zranieniem, gdyż jest reakcją kambium na zadaną ranę, wskutek czego wytwarza się od nowa warstwa zmodyfikowanych komórek ochronnych pomiędzy tkanką już istniejącego drewna a nowym drewnem, które powstaje po uszkodzeniu. Fundamentalne znaczenie ma fakt, że strefa barierowa zawiera chemicznie zmodyfikowane, skorkowaciałe, wzbogacone w ligninę komórki, odporne na działalność mikroorganizmów. Nowa tkanka powstała poza strefą barierową jest w stanie zarosnąć ranę (jako drewno przyranne). Cechą charakterystyczną strefy barierowej (ściany nr 4) jest to, że **chroni drzewo przed utratą wody i dostępem powietrza** (Biggs 1986), a są to kluczowe czynniki dla funkcjonowania układu naczyniowego.

W miarę postępowania procesu starzenia się pierwotne ściany (grodzie) nr 1–4 coraz bardziej się oddalają od zewnętrznego żywego drewna. Wprawdzie wraz z upływem czasu rozkład drewna może naruszyć ciągłość strefy barierowej (ściany nr 4), jednak – ogólnie rzecz biorąc – udaje się jej przetrwać jako nietknięta, mniej lub bardziej odporna **warstwa demarkacyjna** (dostrzegana często po pocięciu drzewa). Stanowi ona widome świadectwo narastania tkanki zewnętrznej, począwszy od miejsca zranienia, i może również wspierać odnowę kolumn funkcjonalnych [tj. występujących w drzewie sędziwym wyodrębnionych pasów kambium i wytwarzanego przez nie drewna i łyka – przyp. red.].

## Rozkład drewna a uszkodzenie drzewa

Gdy rozpatrujemy drzewo w perspektywie całego jego cyklu życiowego, ważną rzeczą jest odróżnianie uszkodzenia drzewa od rozkładu drewna. W takim ujęciu „rana” jest synonimem „uszkodzenia”, jednakże „uszkodzenie” nie jest synonimem „rozkładu”. Model pierwotny skupiał się na strategii przetrwania drzewa, podporządkowanej zasadzie kompartmentalizacji w celu zapobieżenia „infekcji” mikroorganizmami i w rezultacie rozkładowi drewna. Nowsze badania pokazują, że podstawowa strategia drzewa polega na odcięciu dostępu powietrza od funkcjonalnej tkanki (a nie na skupianiu się przede wszystkim na zapobieżeniu rozkładowi jako takiemu).

Reakcje na uszkodzenie są skorelowane z zachodzącymi w drzewie procesami, które stanowią odpowiedź na utratę bądź przerwanie żywej tkanki. Model CODIT został rozbudowany od czasu ukazania się pierwszych studiów (Hepting 1935; Shigo, Marx 1977; Shigo 1984; Shigo 1989) i nie koncentruje się już tylko na rozkładzie drewna. Uznaje się natomiast, że reakcje drzewa na zranienie są wywołane przez uszkodzenie żywego, przewodzącego (funkcjonalnego) bielu, a ich celem jest przede wszystkim ochrona żywej kory wewnętrznej, kambium i komórek przewodzących wodę w bielu, bo to one się liczą w aktywnej obronie (Dujesiefken, Liese 2015).

Zabezpieczenie wydajności transportu wody jest cechą wspólną strategii kompartmentalizacji, skoncentrowanych na odcinaniu dostępu powietrza do tkanki naczyniowej (Pearce 2000; Dujesiefken *et al.* 2005; Dujesiefken, Liese 2015). Gdy do pierwotnej teorii CODIT wprowadzono w późniejszym czasie poprawki, powstała **hipoteza odcięcia dostępu powietrza**, strategia przetrwania zapobiegająca zatorom powietrznym, które po uszkodzeniu drzewa mogłyby udaremnić przewodzenie wody, co jest kluczowe dla jego zdrowia i prowadzenia fotosyntezy (Tyree, Ewers 1991; Tyree, Cochard 1996; Dujesiefken, Liese 2015).

Hipoteza odcięcia dostępu powietrza jest zgodna z badaniami, które potwierdzają obecność zbiorowisk grzybów endofitycznych w wilgotnym bielu niezależnie od faktu zranienia (Rayner, Boddy 1988; Rayner 1996). Endofity te są zazwyczaj nieaktywne i przy normalnej odporności na suszę duże ich populacje współegzystują z drzewem, podobnie, jak inne mikroorganizmy, bez szkody dla fizjologii drzewa. Z tej perspektywy drzewo jest więc złożonym ekosystemem, niezależnie od swych kolonijnych właściwości morfofizjologicznych. Wprawdzie relacje pomiędzy drzewem a powiązаныmi z nim zbiorowiskami mikroorganizmów mogą w długich okresach pozostawać stabilne, jednakże są podatne na dynamiczne zmiany za sprawą wpływów środowiska (Rayner 1993). Endofity i drzewo oddziałują na siebie hydrodynamicznie, ponadto te pierwsze zależne są od warunków tlenowych. W takim ujęciu drzewo nie jest jednym z przeciwstawnych elementów w relacji ofiara – agresor (Shigo, Marx, 1977). Wysuwa się raczej tezę, że jest ono produktem koewolucji z organizmami zasiedlającymi, włączając tu endofity, grzyby rozkładające drewno i grzyby mikoryzowe. Spośród ogromnej liczby gatunków grzybów zaledwie kilka to silne patogeny, uszkadzające żywą tkankę<sup>7</sup>.

## Reakcje kompartmentalizacji w różnych fazach życia

Sędziwe drzewo postrzegamy jako organizm, który z natury rzeczy dysponuje szeregiem wykształconych form kompartmentalizacji (grodziowania). Badania nad reakcjami na zranienia skupiały się głównie na drzewach młodych i dojrzałych. Stosunkowo niewiele jest badań rejestrujących postępy mechanizmu CODIT i innych procesów związanych z rozkładem drewna po osiągnięciu przez drzewo apogeum dojrzałości. Zauważalna w europejskim krajobrazie obfitość wypróchnień w starych, zdrowych drzewach, w których rozkład ten postępował przez wieki, a nie zawsze był efektem fizycznego zranienia, sugeruje, że oprócz wywołanej uszkodzeniem kompartmentalizacji toczą się w nich procesy związane z wiekiem. We wnętrzu sędziwych drzew rozkład drewna postępuje stopniowo, poczynając od korzeni przez podstawę pnia ku górze i w starych konarach od szczytu w dół. Procesy rozkładu na etapie sędziwości są raczej ukierunkowane odśrodkowo (od wnętrza ku zewnątrz) niż dośrodkowo (od zewnątrz ku wnętrzu), te ostatnie są bardziej charakterystyczne dla modelu CODIT, dobrze wyjaśniającego zjawiska zachodzące w młodszym drzewie.

W fazie młodocianego rozwoju (etapy 1–5), kiedy drzewo funkcjonuje jak jednorodny organizm, zagrażający fragmentowi drzewa rozkład wywołany uszkodzeniem może poten-

<sup>7</sup> W tym znaczeniu organizmy rozkładające drewno nie są tak silnymi patogenami jak aktywne i silne patogeny atakujące funkcje życiowe bielu w rodzaju *Ophiostoma novo-ulmi* (czynnik holenderskiej choroby wiązów), *Heterobasidion annosum* (huba korzeniowa) oraz – w określonych warunkach – niektórych gatunków *Armillaria* (opieńka).





cialnie zagrozić przetrwaniu całego organizmu. Pojęcie zranienia obejmuje także traumę spowodowaną cięciem, dlatego minimalizacja jego skutków w celu wsparcia naturalnej zdolności drzewa do grodziowania jest kluczowym aspektem w opiece nad drzewami, a sposób przeprowadzania zabiegów musi ograniczać skutki zranienia.

U młodszych drzew – z uwagi na rozmiar rany i szybkość reakcji wzrostowej – możemy obserwować model CODIT w działaniu. U dojrzałych drzew jest to trudniejsze i opieramy się tu na kilku stosunkowo krótkoterminowych – w porównaniu z długością życia drzewa – badaniach oraz na próbach prognozowania wyników za pomocą znanych przykładów działania CODIT u młodszych drzew. Proces starzenia się wyraża czas, czwarty wymiar drzewa, który dalece przekracza ludzką skalę poznania. Oznacza to, że obserwacja naturalnych zdarzeń powiązanych z modelem CODIT jest nieuchronnie oparta na retrospekcji. Realia sędziwego drzewa podważają założenie, że kompartmentalizacja ma zasadnicze znaczenie dla pohamowania rozkładu drewna bądź że rozległy jego rozkład z definicji śmiertelnie osłabia strukturę drzewa jako całości. Sędziwe drzewa dostarczają obficie dowodów, że rozkład drewna ich dotyczy, co widać po dużych, starych dziuplach i wypróchnieniach, w tym powstałych wskutek dawnych uszkodzeń, z którymi drzewa sobie poradziły i wpisały w historię swego życia. Reakcja z modelu CODIT pełni rolę przejściową i służy **opóźnieniu** zmian w drewnie wywołanych przez grzyby. Hamowanie procesów rozkładu i drążenia drewna pozwala zatem zyskać czas na biomechaniczną adaptację nowej, zewnętrznej żywej tkanki, powstającej dzięki kambium. Ta **strategia opóźniania** umożliwia drzewu dokonanie adaptacji przyrostów do wypróchnień i ogólnych zmian morfofizjologicznych, które są nieodłącznie związane z procesem starzenia się i widoczne w mowie ciała sędziwych drzew.

W posiadających znaczenie formacyjnej fazach młodszej i dojrzałej (etapy życia 1–7) zewnętrzne zranienia i uszkodzenia stwarzają warunki, w których rozkład drewna posuwa się od zewnątrz ku wnętrzu; to proces rozkładu postępujący **dośrodkowo**, opisany przez Dujesiefkena i Liesego (2015). Najpopularniejszą przyczyną znacznego rozkładu drewna i wypróchnień u starszych drzew (od mniej więcej etapu 7) nie jest wcale uszkodzenie fizyczne. Zamieranie i śmierć korzeni głębokich toruje drogę **wycofywaniu się (samooграниczaniu) systemu korzeniowego (root retrenchment)**, co zapoczątkowuje i zbiega się w czasie z **wycofywaniem się korony (crown retrenchment)**. W ten sposób drzewo dokonuje redukcji zarówno na poziomie korzeni, jak i korony, by w sile wieku przeformować się i wkroczyć w dalsze stadia rozwoju.

Wraz ze śmiercią dużych elementów podstawowego systemu korzeniowego pojawia się rozkład drewna. Zwykle postępuje on od dołu ku górze jednej lub kilku wewnętrznych kolumn, które wznoszą się w martwym drewnie we wnętrzu pnia. Tutaj opór przeciwko rozkładowi drewna jest jedynie bierny, co determinuje głównie anatomia i pierwotne chemiczne własności drewna.

Rozkład podstawy pnia, który wywołuje związane z wiekiem zamieranie korzeni, nie ma przyczyn **traumatycznych** (zranienie). Powodem jest działalność grzybów, która wprawdzie jest powściągana przez niesprzyjające jej środowisko twardzieli (albo twardzieli fałszywej), jednakże postępuje **odśrodkowo** (od wnętrza ku zewnątrz), póki nie napotka wilgotnego, ubogiego w tlen środowiska żywego bielu.

System obronny drzewa jest bardziej złożony, niż mogłoby się to na pozór wydawać. Wzajemne oddziaływania pomiędzy grzybami oraz pomiędzy grzybami a drzewem powodują reakcje, które moglibyśmy uznać za należące do repertuaru obronnego drzewa. Nie

możemy być jednak pewni, że to, co postrzegamy w tym kontekście jako reakcję drzewa, może być przypisane jedynie działaniu drzewa.

Czynnik czasu (czwarty wymiar arborystyki) ma fundamentalne znaczenie dla procesów rozkładu drewna i „autorecyklingu”. Dzięki nim powstaje gleba, na której rosną sędziwe drzewa (**środowisko gleby sędziwej**). W takim znaczeniu drzewo sędziwe funkcjonuje równocześnie jako beneficjent i obrońca środowiska glebowego. Procesy rozkładu sprzyjają odmładzaniu drzewa, a jednocześnie wzbogacają ekosystem.

Jak już wcześniej wskazywano, zachodzące w drzewie sędziwym oddziaływania pomiędzy grzybem a gospodarzem są obserwowane zwykle w ramach modelu CODIT długo po wystąpieniu pierwotnego zranienia, gdy ściana nr 4 zostaje przerwana wskutek starzenia się i rozkładu drewna. Drzewo może reagować, wytwarzając wtórną strefę barierową, która służy do ponownego uszczelnienia i ochrony transportu wody w żywym bielu oraz utrzymania nienaruszalności naczyń (Dujesiefken, Liese 2015). Proces ten może być w miarę potrzeby powtarzany. Podany przykład wypróchniałych drzew sędziwych, w których grzyby rozkładające drewno docierają w końcu do wewnętrznej granicy bielu i natrafiają na opór, jest analogiczny do opisanego uprzednio oddziaływania pomiędzy grzybem a gospodarzem wskutek przerwania ściany nr 4.

Gdy grzyby rozłożą już wszelkie elementy pnia poza białem, powstaje podłoże dla mikroorganizmów i makrofauny, które żyją, umierają i są włączane w obieg materii w obrębie drzewa. Ostatecznie w gnijącym wnętrzu pnia i konarów sędziwego drzewa powstaje – przypominające glebę – wilgotne, pełne grzybów mikoryzowych, próchnicze siedlisko, które po uzyskaniu odpowiednich rozmiarów ułatwi rozwój wewnętrznych korzeni przybyszowych. Te z kolei wnikną w głąb i rozrosną się w ulegającym rozkładowi środowisku. Korzenie przybyszowe wyszukują i przetwarzają uwolnione wskutek procesów rozkładu składniki odżywcze, uprzednio zawarte w organizmie drzewa. Korzenie te wydzielają związki chemiczne, które wchodzi w reakcje z bakteriami i grzybami oraz sprzyjają powstawaniu warunków nie tylko wspierających jego wzrost, ale i samo drzewo w obliczu stresu i zagrożeń biotycznych. Faworyzują one również dobroczynne gatunki grzybów, a hamują rozrost szkodliwych.

Długą drogę, jaka wiedzie od młodego i solidnego do sędziwego i wypróchniałego pnia, znaczy wiele pokoleń grzybowych zbiorowisk zasiedlających drzewo jako gospodarza. Na przekroju ściętych drzew widoczne są czarne linie oddzielające strefy drewna (tzw. *spalted wood*, cenione przez stolarzy) i powłoki pseudosklerotyczne (*pseudosclerotial sheets*) – rodzaj grzybowych barier, prowadzących aktywną działalność jeszcze długo po śmierci drzewa. Dowody te potwierdzają obecność terytorialnych granic wyznaczanych przez zbiorowiska grzybów. Kontrolują one nasycenie tkanek wodą i bronią przyległych obszarów drewna przed rywalizującymi z nimi grzybami. Zbiorowiska antagonistyczne dążą do oddzielania się od sąsiednich populacji (Schwarze 2008). W tym znaczeniu same grzyby mogą być czynnikiem wywołującym kompartmentalizację i być może nie potrzebują aktywnego udziału drzewa w procesie powstrzymywania rozrostu grzybów (Rayner 1993; Rayner 1996).

W odróżnieniu od traumatycznego zranienia (które pociąga za sobą dośrodkowy rozkład drewna) rozkład odśrodkowy nie inicjuje zazwyczaj powstawania kalusa, a przynajmniej do czasu, póki wewnętrzny rozkład nie będzie tak zaawansowany, że spowoduje reakcję kambium wokół nowo rozrastających się wiązek przewodzących w obrębie funkcjonalnego bielu. W starym pniu kalus może pojawiać się wraz z adaptacyjnym przyrostem drewna jako (wtórna) biomechaniczna reakcja na mikroszczeliny i inne miejscowe zmiany, prowadzące do wydzielania się funkcjonalnych kolumn przewodzących w obrębie bielu. Być może najsil-

niejszy wpływ na powstawanie zróżnicowanych funkcjonalnych kanałów przewodzących ma wymóg sprawności hydraulicznej i zdolność skutecznego grodziowania pionowego. U starych drzew nadziemne reiteraty (patrz 2.2.3) wykorzystują pobliskie kanały w obrębie symplastu, biegnące w dół pnia, a mimo że początkowo są zależne od drzewa rodzicielskiego, to jednak można je uważać za półpasożyty do momentu, gdy osiągną samodzielność, zyskując autonomiczny system korzeniowy (Lonsdale 2013b). Takie związane z wiekiem rozdzielanie tkanek różni się swym zasięgiem od kompartmentalizacji opisanej w modelu CODIT i jest wykształconą strategią przetrwania, a nie reakcją na uszkodzenie.

Biorąc pod uwagę złożoność drzewa sędziwego, przetrwanie **drzewa jako kolonii** nie zależy od poszczególnych składników. W toku odmładzania wraz z pojawianiem się jednorodnych elementów, które stają się niezależne jako młode drzewa, kompartmentalizacja ponownie zaczyna odgrywać większą rolę w indywidualnym przetrwaniu, a model CODIT znów nabiera znaczenia wraz z pojawianiem się ran i uszkodzeń – a tajemnica, jak zwykle, tkwi w kambium.

## Proces starzenia się i wzorce rocznego przyrostu

Dynamiczna relacja pomiędzy drzewem a jego otoczeniem, które rozrasta się przez dziesiątki lub setki lat, znajduje zapis w odkładającej się rok po roku tkance drzewnej. Zróżnicowany charakter rocznego przyrostu drzewa widoczny w słojach oraz jego związek z klimatem i warunkami wodnymi odnotował już w XVI w. Leonardo da Vinci. Fakt, że drzewa rejestrują wpływy środowiska w swej anatomii, stanowi podstawę nie tylko morfologii drzewa, lecz również **dendrochronologii**, która tłumaczy wzorce rocznego przyrostu słoików na język „**zegara naturalnego**” (Baillie 1995) i może być wykorzystywana w badaniach nad wzorcami przyrostu zarówno poszczególnych drzew, jak i ich grup<sup>8</sup>.

Przyrost w danym roku w historii drzewa to bieżący przyrost roczny (od angielskiego terminu *Current Annual Increment* – *CAI*), który drzewo wytwarza w określonym roku w części nadziemnej i podziemnej. W odniesieniu do pojedynczego drzewa wskaźnik *CAI* standardowo reprezentuje szerokość rocznego słoja na pniu głównym i tam też jest mierzony. Wartość *CAI* zmienia się z roku na rok w zależności od warunków pogodowych i innych. Pogoda, warunki wodne, świetlne i glebowe w połączeniu z wpływem etapu życia, na jakim znajduje się drzewo, stanowią czynniki, od których zależy wielkość słoików rocznych.

W miarę postępowania procesu starzenia się *CAI* ogólnie odzwierciedla wzorce typowe dla poszczególnych etapów życia – młodości, dojrzałości i sędziwości (zob. rozdział 2.1, il. 1 i 2). U młodego, dojrzewającego drzewa corocznie rejestrowany przyrost nowego drewna jest mniej więcej stały. W fazie dojrzałości, gdy objętość korony ulega jedynie niewielkim zmianom, a objętość nowego drewna pozostaje ta sama, szerokość słoików się zmniejsza, ponieważ odkładają się one na obwodzie stale rozrastającego się drzewa.

Wraz z nadejściem fazy sędziwości (etap 8) wskaźnik *CAI* zmniejsza się, jeśli idzie o przyrost masy drewna i szerokość słoików. Po udanym wycofaniu korony *CAI* może zwiększyć

<sup>8</sup> W ostatnich dekadach stosowano dendrochronologię do datowania zabytków, opisywania przebiegu zmian klimatycznych i prognozowania ich, odtwarzania przemian w środowisku i nawet rekonstrukcji przebiegu rzek (Grissino-Mayer 2007; Berger 2011).

się w poszczególnych fragmentach głównego pnia i wokół rozwijających się kolumn funkcjonalnych, gdy coraz bardziej się one wyodrębniają wokół próchniejącego wnętrza pnia. W miarę jak ten wzorzec jest kontynuowany, słoje zaczynają wykazywać nieciągłości obwodu. Wskaźnik *CAI* może wzrastać miejscowo, jako że proces odmładzania sprzyja odrodzeniu kambium i powstawaniu nowych, oddzielnych kolumn w pniu połączonych z reiteratami wyrastającymi z korony i pnia. W fazie sędziwości (etapy 8–10) coraz bardziej może dominować proces starzenia się z tendencją do przyspieszonego obumierania, co znajduje odbicie w zmniejszającym się *CAI*. Jednak jeśli tylko przeciwstawna tendencja odnowicielska jest dostatecznie silna, żywotne reiteraty i indywidualne kolumny mogą nadal się rozwijać, czy to jako niezależne jednostki klonalne, obdarzone potencjałem „feniksowym” (samoodrodzeniowym), czy też jako wkład w rozwój drzewa rodzicielskiego.

#### Wycofywanie korony i starzenie się

Uważa się, że naturalne wycofywanie (*natural retrenchment*) korony związane jest z niezdolnością systemu korzeniowego do dalszego „finansowania” jej rozrostu, ponieważ osiągnął on już limit życia wyznaczany przez historię osobniczą i właściwości gatunkowe. Naturalne granice ciągłego wzrostu drzewa wyznaczają prawa fizyki i biologii, które determinują funkcjonalny zakres wydajności energetycznej organizmu. Po przekroczeniu szczytowego punktu dojrzałości owe naturalne determinanty zapoczątkowują wycofywanie (samoograniczanie) organów drzewa, jako że korzenie i korona nakładają na siebie wzajem ograniczenia regulacyjne, które zmniejszają tempo wzrostu powyżej i poniżej powierzchni ziemi. W dłuższym okresie towarzyszy temu rosnący poziom redundancji, pozbywanie się niektórych części przez drzewo i gromadzenie martwego i rozkładającego się drewna w połącze-



Il. 70a, 70b: Naturalna redukcja korony: a) przydrożny dąb szypułkowy, b) kasztan jadalny



**Il. 71a, 71b:** Wycofanie (obniżenie) koron dojrzałych dębów spowodowane uszkodzeniem korzeni

niu ze stopniowym zamieraniem. Ogółem proces ten nosi nazwę naturalnego wycofywania (il. 70a i 70b).

Procesy przyspieszające naturalne, związane z wiekiem wycofywanie zaczynają przeważać w późniejszych stadiach pełnej dojrzałości, kiedy nowy biel coraz cieńszą warstwą znaczy coroczne przyrosty rozrastającego się organizmu drzewa. Zmniejsza to wydajność magazynowania i dostarczania asymilatów fotosyntezy do korony, pnia i korzeni, a także ogranicza zdolność drzewa do utrzymywania uprzedniego tempa wzrostu. Wraz z wymienionymi zmianami w fazie dojrzałej wzrasta opór hydrauliczny na skutek zwiększających się wysokości drzewa oraz złożoności drewna i łyka (Tyree, Ewers 1991; Rust, Hüttl 1999; Mencuccini *et al.* 2005). Wszystkie te ograniczenia łącznie składają się na moment krytyczny, który można dostrzec w kurczeniu się korony i wynikających z tego skutków poniżej powierzchni ziemi. W porównaniu ze starzeniem się zwierząt starzenie się komórek w „roślinie będącej drzewem” nie jest uważane za znaczący aspekt naturalnego, związanego z wiekiem obumierania korony (Thomas 2013).

Skrócenie i ogólne uproszczenie dróg transportu wody, składników pokarmowych i produktów fotosyntezy (Mencuccini *et al.* 2007) pozwala stopniowo przywrócić równowagę hydrauliczną i energetyczną (Clair-Maczulajtyś *et al.* 1999) powyżej i poniżej powierzchni ziemi. Gdy zmieniają się warunki świetlne w koronie, wewnętrzny jej rozrost stymulowany jest przez pojawienie się generacji nowych pędów, włączając w to reiteraty.

Związane z wiekiem wycofywanie korony jest naturalnie łagodne, jednakże stan ten może być błędnie diagnozowany jako symptom nieodwracalnie złego stanu zdrowia. Pamiętać jednak należy, że udane naturalne wycofanie korony sprzyja odporności i długowieczności, a ten etap wzrostu może być najdłuższy z etapów życia drzewa (Read 2000; Lonsdale 2013b).



II. 72a, 72b: Systemy kolonijne w fazie półautonomicznej:

A) Sędziwe drzewo oliwne z Krety z widocznymi złożonymi, splecionymi ze sobą na kształt warkoczy wiązkami przewodzącymi, łączącymi w funkcjonalne jednostki korzenie i koronę;  
B) Buk (*Fagus sylvatica*) tworzący kolumny kambialne od korzeni do pnia. Wyłaniające się kolumny kambialne są młodsze i podporządkowane drzewu rodzicielskiemu. Kolumny zapewniają wsparcie strukturalne i pozostają pod wpływem grzybów rozkładających drewno

Naturalne wycofanie korony można przeważnie dostrzec wyłącznie *post factum*. Przemiana dokonuje się stopniowo i powoli w ciągu długich okresów „**czasu drzewa**” i z tego powodu nie jest łatwa do zaobserwowania w „**czasie ludzkim**”. Jednak z drugiej strony **stresowe wycofywanie korony** jest łatwiejsze do zauważenia, ponieważ obejmuje znaczące części korony stosunkowo szybko i to w warunkach stresu takich jak susza albo uszkodzenie korzeni. Symptomy te można zaobserwować na dowolnym etapie życia (il. 71a i 71b). Stresowe wycofywanie korony naśladuje przyspieszenie zegara biologicznego (Del Tredici 2000) i można je uznać za **naśladownictwo** naturalnego samoograniczania. Zmiany wywołane stresem znajdują swój wyraz w morfologii (architekturze) korony i układzie struktury gałęzi. Łatwiej można je interpretować w klasach wiekowych poprzedzających sędziwość.

Naturalne wycofywanie korony prowadzi do wytworzenia korony o zmniejszonej wysokości, początkowo również ze zmniejszoną masą listowia, co prowadzi do rosnącej morfofizjologicznej złożoności starzejącego się całego organizmu drzewa. Na tym etapie nie jest ono już formą o pojedynczym pniu z jednorodną koroną, lecz przybiera coraz bardziej rozproszoną postać „kolonii”, w czym kryje się potencjał ekstremalnej długowieczności. Te – pobudzone przez wypróchnienia i oddziaływania grzybów – procesy nasilają się za sprawą różnicowania się pnia w funkcjonalne połączenia naczyniowe (kolumny kambialne), zdolne do wytworzenia pojedynczych powiązań między fragmentami zredukowanej korony i systemu korzeniowego. Rozkład drewna i wypróchnienia właściwe dla etapu sędziwego dodatkowo poprawiają odporność drzewa do tego stopnia, że przechodzi ono przemianę od litej formy do lekkiej, ażurowej struktury wzmocnionej przez biomechaniczne adaptacje. Wycofanie korony przyczynia się zatem do poprawy współczynników bezpieczeństwa statycznego wskutek redukcji masy korony, skrócenia ramienia dźwigni i zmniejszenia obciążeń mechanicznych.

## Modularne starzenie się – reiteraty i inne formy drzewa kolonijnego

Wprawdzie drzewa jawią się nam jako pojedyncze rośliny, jednakże ich struktury są utworzone jako populacje powtarzalnych, homologicznych jednostek – **fitomerów** (Thomas 2016). Relacje między poszczególnymi jednostkami są złożone i niekoniecznie stałe, ponieważ zachodzą na zmiennych poziomach, a ich rozpiętość sięga od wzajemnego wsparcia po rywalizację w zależności od warunków wzrostu i etapu życia. W pewnym sensie wszystkie fitomery, które są wyposażone w zdolność samoreplikacji, stanowią formy **reiteracji** lub **wzrostu reiteracyjnego**. Reiteracja ma kluczowe znaczenie dla potencjału odmłodzeniowego drzew i występuje nie tylko w koronie i na pniu, lecz również w systemie korzeniowym (patrz też 2.2.3).

W pełni rozwinięty **reiterat** jest, patrząc od strony strukturalnej i biologicznej, całkowicie nowym drzewem – z pniem, liśćmi i potencjałem kwitnienia, rosnącym na roślinie rodzicielskiej i dzielącym z nią program genetyczny (Oldeman 1974).

**Reiteraty całkowite** wiernie odwziewiedlają pierwotną postać młodego drzewa, a tam, gdzie są fizjologicznie zaadaptowane i warunki na to pozwalają, mogą odtworzyć rodzica jako jego klonalni następcy (Hallé 1999; Hallé, 2001). Reiteraty, które powtarzają gatunkowy wzorzec wzrostu, nie będąc repliką drzewa rodzicielskiego w stanie młodzieńczym, są **reiteratami częściowymi**. Dorosłe drzewo zawiera tysiące częściowych reiteratów i stosunkowo niewiele reiteratów całkowitych. Częściowe reiteraty nie realizują morfologicznego projektu rodzica, lecz zasadniczo obsługują fizjologiczne funkcje drzewa.

Formy ulistnienia u większości gatunków drzew mają rozpoznawalne utajone własności reiteracyjne, które normalnie nie rozwijają się poza poszczególne etapy. Częściowe reiteraty, rozwijające się stopniowo, bez traumatycznej przyczyny, poza stan odpowiadający typowemu schematowi rozgałęziania się młodych pędów, charakterystycznemu dla danego gatunku, nazywa się **reiteratami adaptacyjnymi**. Rozwijają się one w reakcji na zmiany spowodowane grawitacją i światłem, a cechuje je obecność rozgałęzień trzeciego i czwartego rzędu, które z morfofizjologicznego punktu widzenia przyjmują rolę pnia, korzystając początkowo z wiązek naczyniowych pnia rodzicielskiego.

Do chwili osiągnięcia pełnej dojrzałości pojawi się prawdopodobnie szereg sekwencji reiteracyjnych. Podczas 9. i 10. etapu sędziwości reiteraty adaptacyjne, które pojawiły się wskutek naturalnej redukcji korony, przekształcają się najprawdopodobniej w reiteraty całkowite, wytworzone w większości ze śpiących pąków na górnej powierzchni gałęzi. Te właśnie reiteraty stanowią podstawę odnowionej konstrukcji korony.

W ten sposób dzięki procesowi iteracji drzewo replikuje swą konstrukcję za pomocą nowych kopii podstawowego schematu morfologicznego. Wprawdzie reiteraty wyłaniają się z gałęzi, jednak funkcjonują one w rzeczywistości jako kompletne minidrzewa, rosnące na drzewie rodzicielskim niczym na „symulowanym gruncie”. Reiteraty według Hallégo (2007) nie tylko obejmują pień, gałęzie i koronę, lecz również zawierają prototypowe organy korzeniowe, które współpracują z układem naczyniowym gałęzi rodzicielskich.

Obfitość merystemów w dojrzałym drzewie ma źródło w mnogości częściowych reiteratów. Stanowią one potężne rezerwy zasobów dla nowych przyrostów potrzebnych do zrekompensowania uszkodzeń, zamierania i starzenia się poszczególnych części drzewa oraz do zapewnienia długiego życia całemu organizmowi.

Obok stopniowych reiteratów adaptacyjnych mogą pojawiać się inne, które stanowią reakcję na zranienie lub inne typy uszkodzeń i są określane mianem **reiteratów pouszko-**



**dzeniowych lub traumatycznych** (*traumatic reiterations*). Ich zadaniem jest odtworzenie formy młodego drzewa rodzicielskiego. Przykładami reiteratów pouszkodzeniowych może być rozwój gałęzi przybyszowych, powstających w reakcji na zniszczenia spowodowane burzą, cięciem i ogławianiem. Biorąc pod uwagę fakt, że rywalizują one ze sobą, oznacza to, że są narażone na wysokie straty początkowe, co w rezultacie wyłania kilku dominujących sukcesorów zdolnych do osiągnięcia pełnego potencjału reiteracyjnego.

Drzewa są roślinami kolonijnymi, które dysponują zdolnością wytwarzania replik, przez co na etapie dojrzałości gromadzą nowe jednostki morfologiczne (architektoniczne) na jednostkach już istniejących, tworząc kolonię (na podobieństwo rafy koralowej). Pewne typy jednostek są rzeczywiście reiteracyjne w tym znaczeniu, że są w rezultacie młodymi drzewami klonalnymi, rosnącymi na starym drzewie. Jednostki reiteracyjne odtwarzają rodzica z okresu, gdy był młodym drzewem o pojedynczej architekturze monopodialnej (jednoosiowej).

Reiteraty całkowite ze śpiących pąków dążą do usamodzielnienia się dzięki systemom prakorzeni (protokorzeni) z istniejącym układem naczyniowym. Potencjalnie wytworzą one szlaki naczyniowe odrębnych korzeni, które mogą ostatecznie zapewnić autonomię reiteratu. W pewnym sensie jednostki te – póki nie nastąpi całkowite ich zjednoczenie z niezależnym systemem korzeniowym – mogą być paradoksalnie postrzegane jako pasożyty na drzewie rodzicielskim (z rozmowy z Hallém, 2016).

## Reiteracja odrodzeniowa

Reiteracja odrodzeniowa („feniksowa”) jest dla drzewa ważną strategią przetrwania, która odzwierciedla wykształconą zdolność drzewa rodzicielskiego do regeneracji wegetatywnej. Może ona wystąpić wskutek traumatycznego uszkodzenia, po którym odłamany fragment



**II. 73a, 73b:** Wykształcone wegetatywne strategie przetrwania – strategię odrodzeniową:

A) Lipa drobnolistna (*Tilia cordata*) w Buckinghamshire, Wielka Brytania, niegdyś głowiona, z korzeniem przybyszowym, który wyrósł z głowy przez wypróchniały pień do ziemi. Korzeń ten jest teraz funkcjonalny i strukturalnie samowystarczalny. Pierwotny pień zdążył już ulec rozkładowi i odpaść;

B) Odrodzeniowe tworzenie odkładów przez pień powalonego buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica*) w La Tillaie, Fontainebleau, Francja

wypuszcza korzenie (rozmnażanie się przez odkłady) (il. 73a) lub wskutek reiteracji adaptacyjnej poprzez wypuszczanie korzeni przybyszowych, włączywszy tu ich przerastanie przez stary pień do podłoża (Fay, de Berker 1997) (il. 5 i 6a). Ta ostatnia może się pojawić we wzbogaconym podłożu sędziwego wypróchniałego pnia bądź jako część wyodrębniających się kolumn funkcjonalnych bielu (Lonsdale 2013b).

#### 3.3.3. Konserwatorska opieka nad drzewami

##### Zasady konserwatorskiej opieki nad drzewami

Fundamentalna zasada w konserwatorskiej opiece nad drzewami (*conservation tree management*) brzmi następująco: **nie należy dopuścić do utraty choćby jednego sędziwego drzewa lub drzewa-weterana, jeżeli można temu zapobiec**. Ponadto Forum Sędziwych Drzew w Wielkiej Brytanii uważa, że obecni opiekunowie drzew sędziwych mają obowiązek chronić je dla przyszłych pokoleń (Lonsdale 2013b).

Pogląd ten można uzasadnić faktem, że drzewa sędziwe wraz ze związaną z nimi bioróżnorodnością są z natury rzeczy cenne i niezastąpione. Ponadto nawet w miejscach, gdzie się liczne, giną one w tempie przewyższającym możliwości naturalnego odtwarzania ich stanu.



**Il. 74:** Sędziwe drzewo, ukazujące efekty przebiegających w długim okresie wegetacyjnych reakcji na zranienie i rozkład drewna, w tym procesów wywołanych mechanizmem CODIT, traumatyczną reiteracją wskutek ogłowienia i późniejszą odrodzeniową regeneracją systemu korzeniowego i pnia.

Ogłowiona korona sędziwego grabu pospolitego (*Carpinus betulus*) wraz z reiteratami traumatycznymi. W odpowiedzi na cięcie, rozkład drewna oraz późniejsze przerwanie strefy reakcji (ściany nr 1–3) kambium wytworzyło powietrzne korzenie przybyszowe, które przez dziesięciolecia przerastały rozkładający się pień, odżywiając koronę. Korzenie przybyszowe dotarły do podłoża i utworzyły autonomiczny system korzeniowy.

Starzejące się korzenie przybyszowe pozrastały się w wiązki nad powierzchnią ziemi, tworząc w obrębie sędziwej powłoki kolumny przewodzące, które mogą odtwarzać funkcję pnia rodzicielskiego. Powstały następnie system korzeniowy i zregenerowane części nadziemne dysponują odrodzieńczym potencjałem

Konserwatorska opieka nad drzewami przybiera wiele form. Mieści się tu bieżące gospodarowanie drzewami i ich otoczeniem oraz przywracanie do dobrej formy (*restoring*) podupadających na zdrowiu i obumierających drzew oraz ich siedlisk. Przywracanie do zdrowia poszczególnych drzew sędziwych po przebytej traumie, wypadku i zamieraniu wymaga zastosowania technik, które mają na celu przywrócenie funkcjonalnej równowagi między fizjologią a strukturą drzewa, kluczowej dla zachowania siedliska starego drzewa. Opieka nad drzewami powinna więc dążyć do zapobieżenia ich utracie oraz tworzyć przyszłe drzewa-weteranów i siedliska pomostowe.

Nowoczesna arborystyka podkreśla zwykle wagę kształtowania korony w kontekście użyteczności i bezpieczeństwa (Gilman 2012), natomiast arborystyka konserwatorska, uważając drzewo za ekosystem, stara się w opiece nad koroną, systemem korzeniowo-glebowym i towarzyszącą im bioróżnorodnością uwzględniać dynamiczne oddziaływania pomiędzy drzewem a otaczającym je siedliskiem (Lonsdale 2013b).

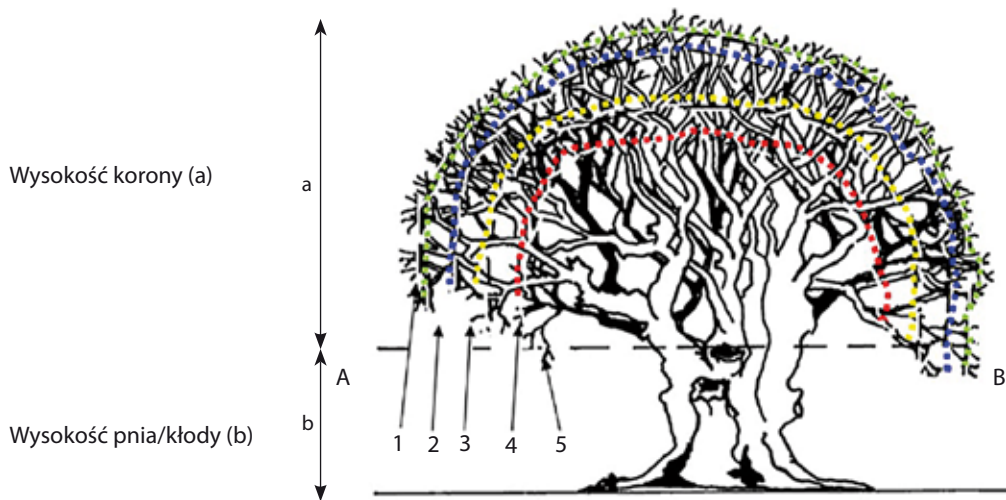
Konserwatorska opieka nad drzewami musi ocenić stan konkretnego drzewa i populacji. Wymaga to zazwyczaj specjalistycznego wykształcenia, by można było dostrzec ich słabe punkty i priorytety dla zabiegów. Ważną rzeczą jest ocena ryzyka, jakie płynie dla drzewa z uszkodzenia jego struktury lub fizjologicznego zamierania. Dodatkowo istotną rzeczą jest ocena jakości związanego z drzewem siedliska pod kątem opieki nad drzewem, by móc w pełni owo siedlisko uwzględnić w dalszych działaniach (Fay, de Berker 1997). Na podstawie takich ocen można opracować **plany opieki dla drzewa** (POD), stanowiące wytyczne długoterminowej strategii konserwatorskiej. System oceny punktowej żywotności drzewa może być również wykorzystany pomocniczo we wdrażaniu POD do definiowania celów konserwatorskich, określania priorytetów terapii i ustalania kolejnych etapów interwencji (il. 75 i 76) (Lonsdale 2013b).

## Cięcia wycofujące koronę

Cięcie wycofujące koronę (*retrenchment pruning*) jest techniką stosowaną w przywracaniu do zdrowia drzew-weteranów. Została ona opracowana i przetestowana w Wielkiej Brytanii w ciągu ostatnich dziesięcioleci i zaadaptowana przez arborystów konserwatorskich w innych krajach Europy, jak również w Kanadzie, Australii i Stanach Zjednoczonych. Technika ta naśladuje proces naturalnego wycofywania (samoograniczania) korony, gdy ta stopniowo się kurczy wraz z wkraczaniem drzewa w etap sędziwości. Teoretycznie zakłada się, że – mimo iż nie dowiedziono tego do tej pory – naśladuje ona sposób, w jaki system korzeniowy i system korony oddziałują na siebie w procesie starzenia się. Dzięki stosowaniu pewnych technik cięcia korony wywiera się w założeniu wpływ na wzrost korzeni, mając nadzieję na przywrócenie fizjologicznej równowagi zarówno nad, jak i pod powierzchnią ziemi.

Cięcia wycofujące koronę są dzisiaj ujęte w systemie norm brytyjskich (UK British Standard) (BSI 2010). W dokumencie tym zdefiniowano je jako „rozłożoną na etapy formę redukcji korony w celu naśladowania naturalnego procesu, w którym korona obumierającego drzewa zachowuje swą ogólną integralność biomechaniczną, zmniejszając się wskutek sukcesywnej utraty drobnych gałęzi i rozwoju dolnej korony (naturalne wycofywanie korony). Ta naturalna utrata gałęzi o niskiej żywotności poprawia stosunek pomiędzy masą dynamiczną (biologicznie aktywną) a statyczną (nieaktywną), w ten sposób pomagając drzewu jako całości zachować funkcje fizjologiczne

### 3.3. Sędziwe drzewa i ich znaczenie



Neville Fay (2008) Treework Environmental Practice

<b>Stosunek</b> Wysokość korony (a) : Wysokość pnia (b)	<b>Łączna liczba lat na przeprowadzenie redukcji</b>	<b>Liczba etapów potrzebnych do przeprowadzenia redukcji (wraz z etapem pierwszym)</b>	<b>Okres między etapami (liczba lat)*</b>
<b>4:1</b>	36	6	6
<b>3:1</b>	25	5	5
<b>2:1</b>	20	5	4
<b>1:1</b>	16	4	4

#### Przykład drzewa ze stosunkiem korony do pnia 1:3

<b>Etap 1</b> (rok 1)	<b>Etap interwencji</b>	Zazwyczaj obejmuje delikatne cięcia (<10%), redukcję niedawnych przyrostów (stopień zależy od aktualnej żywotności drzewa)
<b>Etap 2, 3 i 4</b> (5, 10, 15 lat)	<b>Etapy pośrednie</b>	Zazwyczaj następują pięć lat później, po kolei (poprzedzane ponowną inspekcją, łagodzone w zależności od oznak żywotności)
<b>Etap 5</b> (20 lat)	<b>Etap końcowy</b>	Poprzedzany ponowną inspekcją i przeprowadzany w celu osiągnięcia pożądanej wysokości (zakłada się, że następuje pięć lat po etapie 4)

\* Może on zostać skrócony lub wydłużony w zależności od żywotności drzewa i jego reakcji na interwencję oraz późniejsze etapy terapii.

**II. 75:** Przykład modelowych wytycznych dla rozłożonego na etapy cięcia redukcyjnego na podstawie planu opieki dla poszczególnego drzewa (POD)

w dobrym stanie". Norma brytyjska uznaje, że ponieważ stare drzewa są wrażliwe na zmiany, to wymagają one starannie przemyślanych, zaplanowanych i delikatnych terapii, które czasem mogą trwać o wiele dłużej od tych stosowanych konwencjonalnie – „Dalsze zabiegi powinny odbywać się tylko wówczas, gdy świeżo wypuszczone gałęzie, kwalifikujące się do zostawienia, naleyście się wzmocniły. Po finalnym etapie progresywnej redukcji cykliczne cięcie nowych odrostów powinno być kontynuowane, by uniknąć nadmiernego obciążenia starych, wypróchniałych konarów. Jeśli trzeba pobudzić dolną koronę do zagęszczenia, należy stymulować rozwój pędów ze śpiących i/lub przybyszowych pąków, pozostawiając tylce przy cięciu gałęzi (...)" (BSI 2010, Aneks C.2).

## Decyzje w sprawie odmłodzenia drzewa

Chcąc zrobić dobry użytek z tych technik, arborysty muszą dobrze się znać na sędziwych drzewach i rozumieć toczące się w nich procesy odmłodzeniowe, a zwłaszcza dynamikę wzrostu wegetatywnego i strategie pobudzania tych procesów (Hallé *et al.* 1978, Hallé 2001). Decyzja o rozpoczęciu cięcia wycofującego koronę zasadza się na przekonaniu, że starzenie się nie jest u drzew procesem jednokierunkowym i może dotyczyć różnych ich części w różnym tempie (Del Tredici 2007). O wyborze drzew odpowiednich do poddania terapii, jak również o typie i zakresie cięć decyduje stan morfofizjologiczny danego drzewa, a także ocena jego tolerancji na zmiany i ocena długookresowych perspektyw przebudowy konstrukcji korony. Ta ostatnia obejmuje strategie opieki nad jednostkami reiteracyjnymi (Raimbault 1995, zob. też rozdział 2.1. il. 2), włączając w to odrosty odrodzeniowe (feniksowe) (Fay 2002). Do ważnych czynników, które należy uwzględnić przy ocenie prawdopodobnej tolerancji drzewa na interwencję, należą światło- lub ceniolubność, układ rozgałęzień, skłonności do tworzenia pędów przybyszowych.

Obserwacja pozwala arborysty odróżnić procesy naturalne od tych wywołanych stresem i określić podstawę działania. Strategie regeneracji drzewa mogą wymagać, by najpierw skoncentrować działania zaradcze na glebie i systemie korzeniowym. W innych przypadkach działania takie skupiają się na odmłodzeniu korony poprzez cięcie wycofujące koronę bądź w skrajnych przypadkach na poważniejszej interwencji w celu zapobieżenia obłamaniu się konarów lub upadku całego drzewa.

**Arborysty muszą sobie zdawać sprawę, że zaobserwowanie naturalnego wycofywania korony niekoniecznie oznacza pogorszenie się kondycji lub zdrowia drzewa.** Ponadto ewentualne pogorszenie obserwowane u drzew starszych niż dojrzałe nie jest bezwzględnie nieodwracalne. Przed zastosowaniem technik konserwatorskich należy zdobyć umiejętność rozróżniania między wycofaniem korony z przyczyn naturalnych, związanych z wiekiem, a tym wywołanym stresem (np. przez uszkodzenie korzeni, nadmierne cięcia lub inne szkody). Ważną rzeczą jest też prawidłowe „odczytywanie” skłonności drzewa do samooczyszczania się z gałęzi. Chodzi tutaj o wielkość tych części, których drzewo pozbywa się poprzez naturalne oczyszczanie się i kladoptozę (odrzuwanie pędów) (Rust, Roloff 2002).

Celem cięcia wycofującego koronę jest uzyskanie zredukowanej korony na przestrzeni długiego czasu za pomocą technik uwzględniających procesy odmłodzeniowe drzewa przy jednoczesnej minimalizacji stresu. Terapia jest **podzielona na etapy**. Cięcia w drobnych dawkach, „strzyżące” (tj. zwykle mniej niż 10% masy liściowej) zazwyczaj przeprowadza się na pędach małej średnicy (tzn. 25–50 mm), na przyroście peryferyjnym, by pobudzić rozwój gałęzi

przybyszowych we wnętrzu korony i innych, mogących w przyszłości utworzyć nową koronę. Pracę wykonuje się zasadniczo za pomocą ręcznych narzędzi, przeważnie z podnośnika.

Dalszy program prac zakłada kolejne nawroty zabiegów oparte na ocenie reakcji drzewa. Zabiegi te muszą uwzględniać opiekę nad szlakami przewodzącymi i wybranymi reiteratami. Konieczne może być również mozaikowe przerzedzanie korony na jej peryferiach, jeśli w rezultacie wcześniejszego cięcia nastąpił intensywny rozrost nowych pędów na końcach gałęzi – co ogranicza dostęp światła i osłabia rozbudowę wnętrza korony.

Stare, wypróchniałe drzewa z licznymi mechanicznymi defektami i stare, zapuszczone [od dawna nie przycinane – przyp. red.] drzewa głowiaste, którym grozi upadek, wymagają zabiegów w pierwszym rzędzie. Tam, gdzie stabilność drzewa już jest silnie nadwerżona, redukcja musi być dostatecznie duża, by obniżyć środek ciężkości i skrócić ramię dźwigni do akceptowalnego poziomu, co w takich wypadkach oznacza, że redukcja prawdopodobnie przekroczy zakres wytycznych dotyczących cięcia wycofującego koronę.

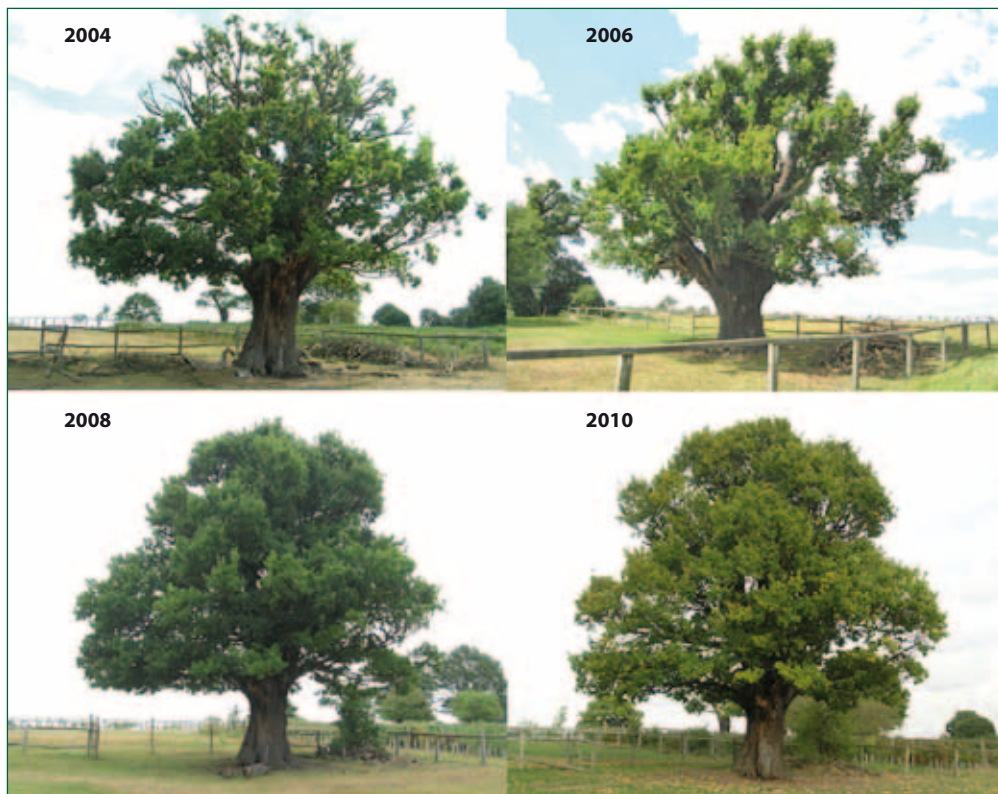
## Konserwatorska opieka nad glebą

Gdy drzewa wykazują oznaki **niskiej żywotności**, cięcie należy odłożyć do momentu, w którym przeprowadzona zostanie ocena otoczenia korzeniowo-glebowego, a jego stan się poprawi. Gleba powinna zostać oceniona pod kątem jej struktury, napowietrzenia i w miarę możliwości biologii i chemii, by ustalić działania zaradcze i punkt odniesienia, względem którego będą monitorowane zmiany. Środki poprawy zagęszczonej gleby obejmują ściółkowanie zrębkami drzewnymi i regenerację gleby.

System korzeniowy na etapie sędziwości jest wysoce zróżnicowany ze względu na zmiany, które zaszły w przeszłości poniżej powierzchni ziemi, i miejscowe warunki wpływające na śmiertelność korzeni i ich odnawianie. Na cykle wycofywania się i rozszerzania systemu korzeniowego wpływ mają zmienne warunki. Kurczące się i rozszerzające strefy korzeniowe są zwykle rozmieszczone nierównomiernie i nieregularnie, czasami wykazują intensywny rozrost w pobliżu pnia, a bardziej odległe korzenie eksplorują rejony poza zasięgiem korony.

Sędziwe drzewo jest wrażliwe na zmiany, dlatego też środowisko korzeniowe powinno być chronione przed zaburzeniami. Najlepsza praktyczna wskazówka, jakiej można udzielić odnośnie do ochrony drzew sędziwych jest taka, że w miarę możliwości należy zachować strefę ochronną rozciągającą się wokół pnia. Jej promień równa się piętnastokrotnej średnicy pnia (pierśnicy) lub 5 m poza granicę korony w zależności od tego, która z odległości jest większa. Jako że nie zawsze można utworzyć taki obszar izolacji, należy zasięgnąć porady eksperta od drzew sędziwych, by ocenić potencjalnie szkodliwe oddziaływania i uzyskać zalecenia jak dbać o żywotność drzewa (Read 2000; Lonsdale 2013b).

W miejscach, gdzie drzewa sędziwe wykazują anormalne oznaki stresu, przyczyn obumierania można szukać w pogorszeniu się warunków glebowych wskutek niskiej porowatości gleby, co wpływa na stopień napowietrzenia, oznacza gorszy drenaż, a w wypadkach skrajnych zaleganie wody. Wymienione czynniki rzutują na biologię gleby, tak zmieniając mikrobiologiczną równowagę, że jej korzystne oddziaływanie nabiera cech patogennych, a zatem pogarsza warunki oddychania korzeni i innych ich funkcji (Popoola, Fox 2003; Roberts *et al.* 2006).



**Il. 76:** Sędziwy głowiony dąb szypułkowy (*Quercus robur*) w Richmond Park National Nature Reserve, w Londynie, ujęty w *Millennium Oak Study* autorstwa Treework Environmental Practice. To jeden z 835 dębów-weteranów, któremu – jak stwierdzono – w wysokim stopniu zagraża zawalenie się. Zdjęcia ilustrują cięcie redukcyjne i późniejszy monitoring. Kolejny etap terapii przypada na lata 2016–17. Zabiegom w koronie powinna towarzyszyć opieka nad obszarem zajmowanym przez system glebowo-korzeniowy

Ściółkowanie zrębkami drzewnymi należy do ogólnie skutecznych zabiegów, stosowanych od paru lat na stanowiskach drzew-weteranów w Wielkiej Brytanii (Himelick, Watson 1990; Lonsdale 2013b). Specyfikacje zrębków drzewnych zalecają, by normalnie rozrzucać je na grubość 100 mm, rozkładając w postaci litej warstwy okrywowej, promieniowymi pasami od pnia lub w formie mozaiki w zasięgu korony drzewa. Należy przy tym unikać kontaktu z pniem i co roku uzupełniać zrębki, by zachować grubość okrywy. Powinny one w miarę możliwości pochodzić z drzew podobnych gatunków co drzewo poddawane zabiegowi.

### Tworzenie siedlisk, weteranizacja i gospodarowanie martwym drewnem

Zdarzenia naturalne, włączając tu burze i susze, mogą stworzyć siedlisko saproksyliczne, podobnie jak czyni to chirurgia drzew. Pradawna praktyka ogławiania jest powszechnie sto-

#### Dąb Arthura Clougha

1910

1920

1950

1981

2009



#### Il. 77: Dąb Arthura Clougha: stuletni starzec

Trudno wprost uwierzyć, że to jedno i to samo drzewo. Jesteśmy mocno ograniczeni w naszym rozumieniu „czasu drzewa”. Prawdopodobnie większość z nas nie przewidziała ani następnego etapu wzrostu dębu, ani też jego reakcji odmłodzeniowej. Obserwacja procesu starzenia się pomaga nam zrozumieć zjawisko zegara biologicznego i sposoby na jego odwrócenie dzięki próbom wydłużenia życia drzewa.

Podziękowania za powyższe zdjęcia kierujemy do Philipa Stewarta, Boars Hill

sowanym zabiegiem przyspieszającym powstanie siedliska i weteranizację drzewa, a czasem może zwiększyć ona jego szanse na długie życie. Tworzenie siedlisk rozkładającego się drewna w drzewach poprzez umyślne ich uszkodzanie sprzeciwia się samej istocie arborystyki użytkowej. Jednakże praktyka ta może okazać się niezastąpiona, jeśli istnieje konieczność tworzenia drzew-ark z uwagi na konieczność odtworzenia ciągłości siedliska saproksylicznego. Metody weteranizacji obejmują naśladowanie procesów naturalnych uszkodzeń, które wywołują rozkład drewna, jak np. naturalne złamanie, cięcie „w koronę” (*coronet cutting*) i inne techniki zadawania uszkodzeń (ATF VETree 2014), w celu stworzenia **siedliska pomostowego**. Takie strategie zakładają selekcjonowanie młodych drzew, z których pewne okazy mogą być specjalnie sadzone jako kandydaci do „złożenia w ofierze”, inne zaś mogą być wybierane z istniejącego zasobu pod kątem ich przydatności w długim okresie do tworzenia siedliska pomostowego. Analizy populacji pod tym kątem pomagają zaplanować nasadzenia drzew sukcesorów dla zagwarantowania istnienia w przyszłości sędziwych drzew.

Norma brytyjska UK British Standard dotycząca prac przy drzewach (BSI 2010) uznaje wartość martwego drewna jako siedliska i wyjaśnia, że „należy unikać możliwej do uniknięcia utraty siedlisk martwego drewna przy sporządzaniu specyfikacji cięcia lub innych prac przy drzewie, zwłaszcza jeśli drzewo to jest zasiedlone przez gatunki prawnie chronione”. Norma zaleca również, by nie usuwać automatycznie martwych konarów i martwych drzew, lecz raczej dokonywać ich oceny i otaczać taką opieką, żeby spełniały wymogi zachowania poziomu rozsądnie akceptowalnego ryzyka dla ludzi i mienia.



## Uwagi odnośnie do drzew sędziwych i zarządzania bezpieczeństwem

Przesadne reakcje na „wady” dostrzegane u drzew-weteranów doprowadziły – z uwagi na niechęć do podejmowania ryzyka – do utraty wielu niezastąpionych sędziwych okazów i otaczających je siedlisk w imię swoiście rozumianego dochowywania należytej staranności. Drzewa sędziwe i drzewa-arki powinny być poddawane inspekcji pozbawionej uprzedzeń, a przeprowadzanej z taką samą starannością, z jaką czyni się to w odniesieniu do dowolnej innej klasy drzew. Prawdą jest, że drzewa-weterani nie pasują do idealnej wizji solidnego drzewa użytkowego, dlatego też ich cechy muszą być oceniane w przemyślany sposób i należy je odróżnić od zagrożeń, jakie mogą powodować. Ma to fundamentalne znaczenie, jako że to właśnie ryzyko wymaga rozsądnego zarządzania, nie zaś zagrożenie jako takie (Davis, Fay, Mynors 2000). Podejmowanie takich decyzji wymaga oceny **realnego ryzyka** stwarzanego przez drzewa i stosownej reakcji na nie (National Tree Safety Group, 2011).

Jakość i wartości siedliska drzewa muszą być uwzględniane w zarządzaniu ryzykiem. Stąd też konieczne jest dokonanie oceny w celu określenia takiego typu i poziomu zarządzania ryzykiem, które pozwoli na utrzymanie tego ostatniego na zadowalającym poziomie. Ryzyko nie musi być całkowicie wyeliminowane, wystarczy gdy będzie pod racjonalną kontrolą. Tak więc powinno się rozeznać możliwości jego redukcji w otoczeniu drzewa, na przykład poprzez usunięcie zagrożonego obiektu poza zasięg upadku drzewa, zanim zacznie się rozważać środki, jakie mogą zmniejszyć jego wartość przyrodniczą.

### 3.3.4. Wnioski

Stadia rozwojowe, przez które przechodzi drzewo w trakcie procesu starzenia się, od fazy przedjuwenilnej do późnej sędziwości, są – ogólnie rzecz biorąc – słabo rozumiane nawet wśród arborystów, co doprowadziło do utraty wielkiej liczby drzew sędziwych i innych drzew-weteranów. Część problemu wywodzi się z niezgodności pomiędzy „**czasem ludzkim**” a „**czasem drzewa**” i – patrząc wstecz – prowadzi do pochopnych decyzji i interwencji opartych na błędnym nierzadko przewidywaniu reakcji drzewa. Ilustracja nr 9 ukazuje unikalną sekwencję wzrostu i wycofania korony na przestrzeni stulecia – stosunkowo krótki okres, jeśli mierzyć go na skali drzewnego czasu. Zaszły radykalne zmiany w dynamice wzrostu i gdyby w tym czasie dokonano interwencji, naturalne sposoby kompensacji uległyby zaburzeniu, a my nie mielibyśmy pojęcia, co się stało. Powinniśmy pamiętać, że wiek ogromnej liczby sędziwych drzew dalece przekracza wiek drzewa podanego tu jako przykład.

Trudno znaleźć przykłady paradygmatu drzewa sędziwego w nienaturalnych warunkach, zwłaszcza w środowisku zurbanizowanym, gdzie większość arborystów nabyła swe umiejętności i doświadczenie. W takich warunkach normę arborystyczną determinuje współczesny model kosztów i korzyści, w większości obliczony dla krótkiego okresu i oparty na koncepcji „użytecznego życia” drzewa, napędzanej w głównej mierze przez wymogi dotyczące bezpieczeństwa i wizualnej urody. W rezultacie wartość siedliska drzewa i różnorodnych organizmów w nim żyjących do niedawna jeszcze stosunkowo niewiele w świetle tej koncepcji znaczyła. Jednak dzisiaj wiemy z badań nad drzewami sędziwymi, że wartość owej

### 3.3. Sędziwe drzewa i ich znaczenie

bioróżnorodności i ekosystemu wzrasta wraz z wiekiem drzewa oraz że zagrożenia dla bezpieczeństwa są często źle rozumiane i wyolbrzymiane.

Arborystyka konserwatorska wykracza poza koncepcję użytecznego życia drzewa. Wzbogacona o wgląd w życie drzewa sędziwego umożliwia skorzystanie z archiwum zgromadzonych przez drzewo doświadczeń i pomaga wnikać w funkcjonowanie drzewa na przestrzeni całego życia. W ten sposób paradygmat drzewa sędziwego ma znaczący wpływ na koncepcję wartości użytkowej. Stwarza szansę, że przyszłe planowanie opieki nad drzewami będzie nie tylko korzystać z pogłębionego zrozumienia etapów młodości i dojrzałości w ich życiu, lecz również opracowywać modele, które zagwarantują, że z dzisiejszych populacji młodych drzew wyłonią się kiedyś drzewa sędziwe.

#### Literatura:

- Alexander, K.N.A. (2004) *Revision of the Index of Ecological Continuity as used for saproxylic beetles*. English Nature Research Report ENRR574, Natural England.
- ATF (Ancient Tree Forum) (2014) Ancient tree guides in <http://www.ancient-tree-forum.org.uk/ancient-tree-forum/>.
- ATF VETree (2014) *Practical management of veteran trees* in <http://www.ancienttreeforum.co.uk/resources/videos/veteran-tree-management/>
- Baillie, M. G. L. (1995) *A Slice through Time*. Batsford, London.
- Baluška, F. et al. (2009) The 'root-brain' hypothesis of Charles and Francis Darwin, *Plant Signaling & Behavior* **4**:12, 1121–1127; December 2009; © 2009 Landes Bioscience.
- Badri, D.V. & Vivanco, J.M. (2009) Regulation and function of root exudates. *Plant Cell Environ.* **32**(6) 666–81.
- Bengtsson, V. & Bengtsson, O. (2011) *Burnham Beeches population analysis*, City of London.
- Berger, W.H. (2011) Discovery of the 5.7-Year Douglass Cycle: A Pioneer's Quest for Solar Cycles in Tree-Ring Records, *The Open Geography Journal*, **4**, 131–140.
- BSI (1989) *British Standard Recommendations for Tree Work. British Standard 3998:1989*. British Standards Institution, London.
- BSI (2010) *Tree work – Recommendations. British Standard 3998:2010*. British Standards Institution, London.
- BSI (2012) *Trees in relation to design, demolition and construction – Recommendations. British Standard 5837:2012*. British Standards Institution, London.
- Buchen, L. (2010) The New Germ Theory, *Nature* **468**, 492–495.
- Čermák, J. & Nadezhdina, N. (2010) Field Studies of Whole-Tree Leaf and Root Distribution and Water Relations in Several European Forests, *Forest Management and Water Cycles an Ecosystem Based Approach. Ecological Studies* **212**, Springer.
- Clair-Maczulajtys D., Le Disquet I. & Bory G. (1999) Pruning stress: changes in the tree physiology and their effects on the tree health. *Acta Horticulture* **496**: International Symposium on Urban Tree Health.
- Davis, C., Fay, N. & Mynors, C. (2000) *Veteran trees: A guide to risk and responsibility*. English Nature.
- Del Tredici, P. (2000) *Ageing and rejuvenation in trees*. Arnoldia.
- Dix, N.J. & Webster, J. (1995) *Fungal Ecology*. Chapman and Hall.
- Dujesiefken, D., Liese, W., Shortle, W. & Minocha, R. (2005) Response of beech and oaks to wounds made at different times of the year. *Eur. J. For. Res.* **124**, 113–117.
- Dujesiefken, D. & Liese, W. (2015) *The CODIT principle: implication for best practices*. International Society of Arboriculture.
- Fay, N. (2002) Environmental arboriculture, tree ecology and veteran tree management. *Arboricultural Journal* **26**(3) 213–238.

### 3.3. Sędziwe drzewa i ich znaczenie

- Fay, N. & Rose, B. (2004) *Survey methods & development of innovative arboricultural techniques*. The Trees of History, Proceedings of the International Congress; University of Torino, Italy.
- Fay, N. & de Berker, N. (1997) *The Specialist Survey Method*. Veteran Trees Initiative, Natural England, Peterborough.
- Fay, N. & de Berker, N. (2000) *Richmond Park: Millennium veteran oak tree survey*. Treework Environmental Practice.
- Gilman, E. F. (2012) *Illustrated guide to pruning*. Cengage, US.
- Grissino-Mayer, H. D. (2007) *Principles of Dendrochronology*. Ultimate Tree-Ring Web Pages. <http://web.utk.edu/~grissino/principles.htm>.
- Hallé, F. (1999) *Ecology of reiteration in tropical trees*, in: *The Evolution of Plant Architecture*. Kurmann and Hemsley (eds) The Royal Botanic Gardens Kew.
- Hallé, F. (2001) Branching in plants. In: *Branching in Nature*. Fleury *et al.* (eds) EDP Sciences and Springer Verlag, Berlin.
- Hallé, F. (2007) *Reiteration, the key concept*. Treework Environmental Practice Seminar 12: Tree Morphology (Part 2) – Theory & practice diagnostics and management. University of West of England, Bristol.
- Hallé, F., Oldeman, R.A.A. & Tomlinson, P.B. (1978) *Tropical Trees and Forests: an architectural analysis*. Springer Verlag, Berlin.
- Hepting, G.H. (1935) Decay following fire in young Mississippi delta hardwoods. *U.S. Dep. Agric. Tech. Bull.* No. 494.
- Himelick E. & Watson G. (1990) Reduction of oak chlorosis with wood chip mulch treatments. *Journal of Arboriculture*, **16**(10) 275–278.
- Johnston, M. (2015) *Trees in Towns and Cities: A History of British Urban Arboriculture*. Oxbow Books, UK.
- Le Sueur, A.D.C. (1949) *The Care and Repair of Ornamental Trees*, Country Life, London.
- Lonsdale, D. (ed) (2013a) *Ancient and other veteran trees: further guidance on management*. The Tree Council.
- Lonsdale, D. (2013b) The recognition of functional units as an aid to tree management with particular reference to veteran trees, *Arboricultural Journal* **35**(4), 188–201.
- Mattheck, C., Bethge, K., Weber, K. (2015) *The Body Language of Trees: Encyclopaedia of Visual Tree Assessment*. Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe.
- McNear Jr. D.H. (2013) The Rhizosphere: Roots, Soil and Everything *In Between*. *Nature Education Knowledge* **4**(3) 1.
- Mencuccini M, *et al.* (2005) Size-mediated ageing reduces vigour in trees. *Ecology Letters*; **8**:1183–1190.
- Mencuccini M, *et al.* (2007) Evidence for age- and size-mediated controls of tree growth from grafting studies. *Tree Physiology*, **27** 463–473.
- Molloy, S. (2006) Snapshot of a superorganism, *Nature Reviews Microbiology* **4**, 490–491.
- National Tree Safety Group (NTSG) (2011) *Commonsense Risk Management of Trees*, Forestry Commission.
- Oldeman, R.A.A. *L'Architecture de la Forêt Guyanaise*. Mémoire ORSTOM no 73, Paris, 1974.
- Pearce, R.B. (2000) Decay development and its restriction in trees. *Journal of Arboriculture* **26**(1) 1–10.

- Popoola, T.O.S. & Fox, R.T.V. (2003) Effect of water stress on infection by species of honey fungus (*Armillaria mellea* and *A. gallica*). *Arboricultural Journal* **27**, 139–154.
- Raimbault, P. (1995) Physiological Diagnosis. Proceedings; *2nd European Congress in Arboriculture*, Versailles, Société Française d'Arboriculture.
- Rackham, O. (1986) *The History of the Countryside*, Dent, London
- Rayner, A.D.M. (1993) New avenues for understanding processes of tree decay, *Arboricultural Journal*, **17** 171–189.
- Rayner, A.D.M. (1996) The Tree as a Fungal Community. In: Read, H. (ed) (1996) *Pollard and Veteran Tree Management* II Corporation of London.
- Rayner, A.D.M. & Boddy, L. (1988) *Fungal Decomposition of Wood: its Biology and Ecology*. John Wiley, Chichester.
- Read, H. (2000) *Veteran trees: A guide to good management*. English Nature.
- Roberts J., Jackson N. & Smith M. (2006) *Tree roots in the built environment*. TSO.
- Rust S. & Hüttl R.F. (1999) The effect of shoot architecture on hydraulic conductance in beech (*Fagus sylvatica* L.). *Trees*, **14** 39–42.
- Rust, S. & Roloff, A. (2002) Reduced photosynthesis in old oak (*Quercus robur*): the impact of crown and hydraulic architecture, *Tree Physiology* **22** 597–601, Heron Publishing, Canada.
- Seal, J.N. & Tschinkel, W.R. (2007) Co-evolution and the superorganism: switching cultivars does not alter the performance of fungus-gardening ant colonies. *Funct. Ecol.* **21** 988–997.
- Shigo, A. (1989) *A New Tree Biology*, Shigo and Trees, Associates, USA.
- Shigo, A.L. (1984) *Compartmentalization: a conceptual framework for understanding how trees grow and defend Themselves*. *Ann. Rev. Phytopathol.* **22** 189–214.
- Shigo, A.L., Marx, H.G. & Carroll, D. (1977) *Compartmentalization of decay in trees*. USDA Forest Service, Agricultural Information Bulletin 405.
- Schwarze, F.W.M.R. (2008) *Diagnosis and prognosis of the development of wood decay in urban trees*. ENSPEC Australia.
- Stamets, P. (2005) *Mycelium running; how mushrooms can save the world*. Random House, NY.
- Thomas, H. (2013) Senescence, ageing and death of the whole plant. *New Phytologist* **197** 696–711.
- Thomas, H. (2016) *Plant Ageing*. Treework Environmental Practice Seminar 21: Transformational Nature. Jodrell Laboratory, Royal Botanic Gardens Kew, London.
- Tyree, M.T. & Ewers, F.W. (1991) The hydraulic architecture of trees and other woody plants, *New Phytologist*, **119** 345–360.
- Tyree, M.T. & Cochard, H. (1996) Summer and winter embolism in oak: impact on water relations. *Ann. Sci. Forest*, **53** 173–180.
- Vieria, P., Gagliano, M. & Ryan, J. (ed.) (2016) *The Green Thread: Dialogues with the Vegetal World*, Lanham, MD. Lexington Books.
- Walker, T.S. *et al.* (2003) Root Exudation and Rhizosphere Biology, *Plant Physiology*, **132** 44–51.
- Whitfield, J. (2007) Fungal roles in soil ecology: Underground networking, *Nature* **449** 136–138.





## Nigel de Berker, B.A. (Hons), N.D.Arb. F.Arbor.A.

Od wczesnych lat siedemdziesiątych XX w. życie Nigela de Berkera jest związane z drzewami. Będąc młodym człowiekiem, pracował najpierw w Royal Parks, National Trust i Royal Botanic Gardens, a następnie podjął samodzielną działalność jako praktyk i konsultant w dziedzinie arborystyki, specjalizując się w opiece nad drzewami-weteranami i drzewami sędziwymi.

Wraz ze swym przyjacielem i kolegą po fachu Nevillem Fayem poświęcił wiele lat na lepsze zrozumienie procesów zachodzących w drzewach, zwłaszcza w fazie sędziwej. Był również współtwórcą wytycznych dotyczących badania, bezpieczeństwa i ochrony drzew. Od 1989 r. jest członkiem Arboricultural Association.



## Prof. Dirk Dujesiefken

Dirk Dujesiefken legitymuje się tytułem „Diplom-Holzwirt” (specjalista dyplomowany w dziedzinie gospodarki i przemysłu drzewnego), w latach 1980–1991 pracował jako asystent w Katedrze Biologii Drewna Uniwersytetu w Hamburgu (obecnie: Centrum Gospodarki i Przemysłu Drzewnego). W 1990 r. założył Institut für Baumpflege Hamburg, gdzie do tej pory pracuje. Jest ekspertem w dziedzinie biologii drewna i opieki nad drzewami, a ponadto organizatorem Deutsche Baumpflegetag (Niemieckie Targi Arborystyczne) w Augsburgu. Wykłada w Wyższej Szkole Nauki i Sztuk Stosowanych (HAWK) w Getyndze (Niemcy), na Szwedzkim Uniwersytecie Nauk Rolniczych (SLU) w Alnarp (Szwecja) i na Uniwersytecie Przyrodniczym (BOKU) w Wiedniu (Austria). Głównym przedmiotem jego badań jest biologia drzew i ich reakcje na zranienia. Jest autorem kilku książek. Wraz z prof. dr. Walterem Liese napisał książkę „The CODIT Principle – Implications for Best Practices”, opublikowaną przez International Society of Arboriculture (ISA) w Champaign, Illinois, USA w 2015 r.



## Jan-Willem de Groot

Jan-Willem de Groot (1975) urodził się w Ede i jest właścicielem Boomadviesbureau De Groot w Veenendaal w Holandii. Już od dziecka żywo interesował się przyrodą, a zwłaszcza drzewami i ptakami, w czym wspierał go ojciec. W 1996 r. ukończył zarządzanie zasobami leśnymi i przyrodniczymi w Helicon w Rheden. Po stażu w Pius Floris Boomverzorging Veenendaal podjął pracę jako rzeczoznawca European Tree Worker. W ciągu kolejnych dziesięciu lat uczył się profesjonalnej opieki nad drzewami, by wreszcie zostać konsultantem ds. arborystyki. W 2005 r. Jan-Willem de Groot założył Boomadviesbureau De Groot. Firma oferuje profesjonalne i niezależne usługi konsultanckie w dziedzinie arborystyki. De Groot jest organizatorem Nederlandse Boominfodag (Holenderskie Targi Arborystyczne) w Wyższej Szkole Nauk Stosowanych Van Hall Larenstein w Velp. W 2011 r. napisał artykuł na temat koncepcji cięcia młodych drzew ulicznych w Holandii. Został on opublikowany w Niemczech w „Jahrbuch der Baumpflege 2011” i wygłoszony podczas Deutsche Baumpflegetag 2011 w Augsburgu oraz na międzynarodowej konferencji ISA w 2013 r. w Toronto.



## Neville Fay MA (Hons), MICFor, MArborA, FLS, FRGS, FRSA

Neville Fay jest licencjonowanym arborystą w Institute of Chartered Foresters oraz głównym konsultantem w Treework Environmental Practice, jednej z najważniejszych interdyscyplinarnych firm konsultingowych w Wielkiej Brytanii. Jest biegłym sądowym w sprawach z zakresu ochrony środowiska i wypadków. Wraz z Nigelem de Berkerem opracował Specialist Survey Method (normę krajową dotyczącą inwentaryzacji drzew-weteranów). Badał naukowo proces starzenia się drzew i zarządzał populacjami drzew sędziwych oraz drzew-weteranów. Podejmował pionierskie przedsięwzięcia, tym.in. badania nad glebą i systemem korzeniowym w kontekście zdrowia drzewa.

Neville Fay był przewodniczącym Ancient Tree Forum i założycielem charytatywnej Tree Aid. Przewodniczył National Tree Safety Group. Jest profesjonalnym członkiem Arboricultural Association, a w 2009 r. otrzymał przyznawaną przez to stowarzyszenie nagrodę Award for Services to Arboriculture. Jest członkiem Linnean Society i Royal Geographical Society. Występuje z wykładami w wielu krajach i jest autorem publikacji z zakresu arborystyki konserwatorskiej, zarządzania drzewami i drzewami sędziwymi oraz bezpieczeństwa i porządku publicznego. Jest współautorem wytycznych dotyczących dobrych praktyk w arborystyce – „Tree Surveys: a guide to good practice”. Prowadzi „Innovations in Arboriculture” („Innowacje w arborystyce”) – seminarium, badania naukowe i cykl edukacyjny inspirowany wiedzą o drzewach i ekologii.



## dr inż. Piotr Tyszko-Chmielowiec

Założyciel i dyrektor Instytutu Drzewa, inicjator i lider programu ochrony drzew „Drogi dla Natury” prowadzonego przez Fundację EkoRozwoju we Wrocławiu. Współautor i redaktor publikacji na temat gospodarowania drzewami w przestrzeni publicznej i ich ochrony. Absolwent Wydziału Leśnego SGGW i Wydziału Leśnego Virginia Tech w Blacksburgu (Virginia, USA). Posiada uprawnienia: FLL-Zertifizierter Baumkontrolleur oraz Professional Tree Inspection (Arboricultural Association). Przez wiele lat wiceprezes Fundacji EkoRozwoju. Ma także doświadczenie w pracy na rzecz ochrony przyrody, rozwoju obszarów wiejskich, współpracy międzynarodowej i pomocy rozwojowej oraz zagospodarowania odpadów.



## Kamil Witkoś-Gnach BSc (Hons), MArborA

Kamil Witkoś-Gnach jest absolwentem leśnictwa na uniwersytecie w Aberdeen. Po ukończeniu studiów pracował w Białowieckim Parku Narodowym. Od 2012 r. współpracownik Fundacji EkoRozwoju, zaangażowany głównie w program „Drogi dla Natury”. Jest współzałożycielem i wykładowcą Instytutu Drzewa. Autor i redaktor artykułów i publikacji na temat diagnostyki i opieki nad drzewami. Jest członkiem Polskiego Towarzystwa Dendrologicznego, Arboricultural Association oraz International Society of Arboriculture.



