

Pollarding formy głowiaste

"Utrzymanie
wymuszonych form
architektonicznych drzew"

Autor opracowania – Andrzej Cichoń



Fot. Mateusz Kąźmierczak

Opracowanie jest wyjaśnieniem, i propozycją „wyjścia ewakuacyjnego”, jako alternatywy dla wycinki lub niszczenia drzew rosnących w "ciężkich" warunkach (pod liniami, w zwartej zabudowie uniemożliwiającej rozwój, itp.). A także wskazówką jak prowadzić (ciąć) podobne drzewa z już zawiązanymi "głowami".



Modrzew europejski (*Larix decidua* Mill.)



Fakt, iż w naszym kraju technika prowadzenia drzew w formach głowiastych jest mało popularna, przekłada się na znacznie ograniczony dostęp do informacji na temat jej poprawnego stosowania, co z kolei bardzo często prowadzi do sytuacji w której ogłowienie drzew, wyjaśniane jest jako „utrzymanie formowanej korony drzewa”.

Pochodzenie terminu „pollarding”

W naszym rodzimym nazewnictwie funkcjonuje termin „formy głowiaste”. Wziął się on najprawdopodobniej od określenia „wierzby głowiaste” często mylnie interpretowanego jako odrębny gatunek drzewa.

Pochodzące z języka angielskiego słowo „poll” to pierwotnie nazwa czubka głowy, a „to poll” to czasownik oznaczający „przyciąć włosy”. Zastosowanie to zostało rozszerzone na podobne traktowanie gałęzi drzew i rogów zwierząt.

(źródło Wikipedia)



Pollarding - odmładzanie drzew ?

Jak powszechnie wiadomo, każde cięcie w koronie drzewa ma znaczący wpływ na jego kondycję, zdolności obronne, wzrost, poziom ryzyka w otoczeniu.

Warunkowane jest to koniecznością deponowania przez drzewo rezerw w różnych partiach pnia, korzeni i korony.

Aktywowane są one w sytuacjach stresowych – susza, uszkodzenia mechaniczne (w tym cięcia), wpływ czynników chorobotwórczych (grzyby, owady, wirusy), czynniki środowiskowe, a ich magazynowanie odbywa się po okresie intensywnego wzrostu rośliny, czyli mniej więcej w pierwszej połowie okresu wegetacyjnego.



Lipa drobnolistna (*Tilia cordata* Mill.)

Żeby zrozumieć dlaczego drzewa prowadzone w ten sposób "nie cierpią", należy zacząć od podstaw.

Meritum pojęcia procesów zachodzących w drzewach prowadzonych w formach głowiastych, jest poznanie ich wyjściowej strategii rozwoju i szerokiej gamy wykształconych przez nie na drodze ewolucji, zdolności adaptacyjnych, pozwalających roślinie na minimalizację „szoku” związanego z nagłym usunięciem całej struktury gałęzi wytwarzających liście o zdolnościach asymilacyjnych.



Alzacja Fot. Ewa Charciarek

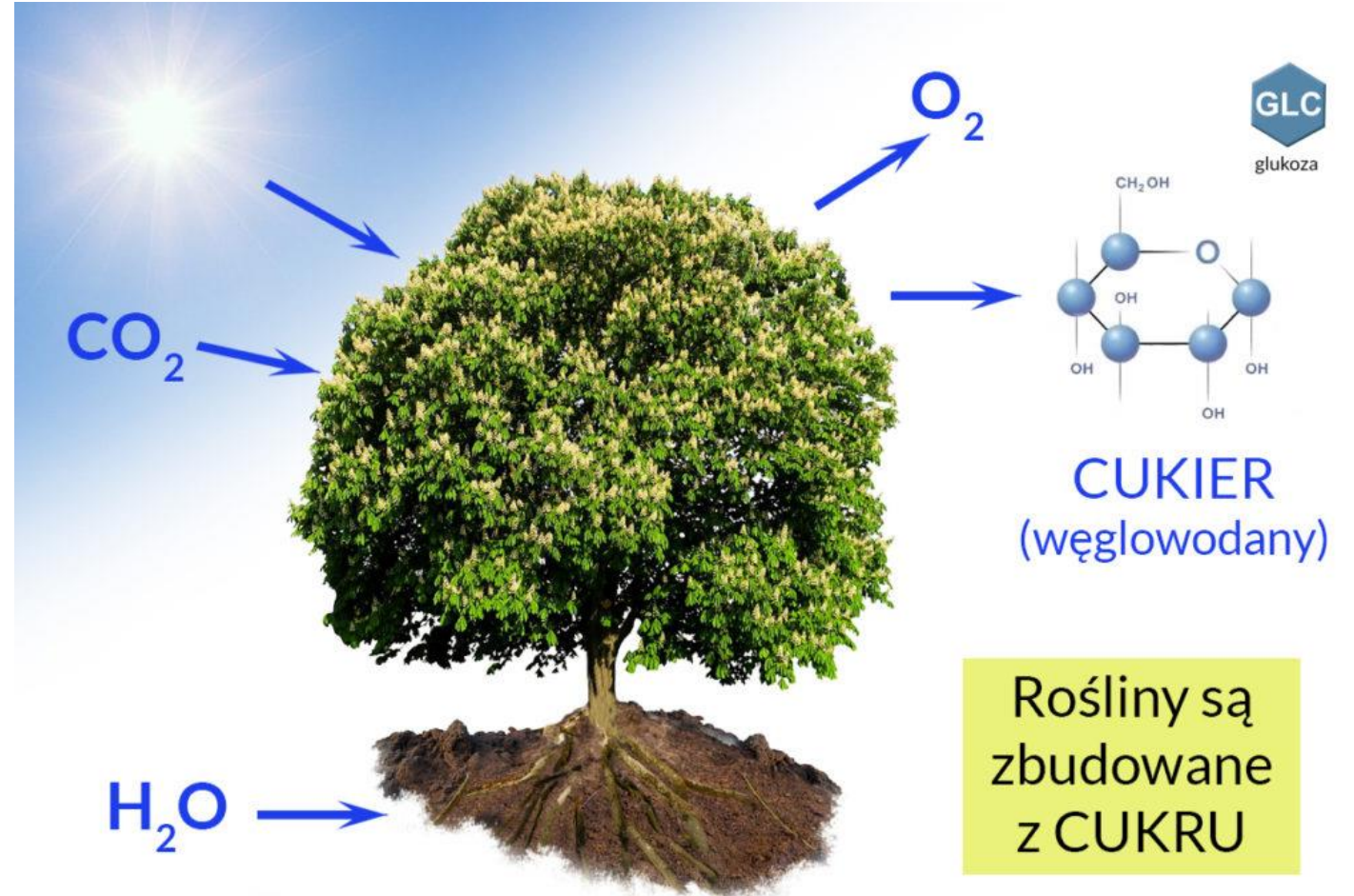


Wierzba (*Salix* sp.) Arboretum Wojsławice

Rezerwy energetyczne

Drzewa są uzależnione od cukru

Cukry wytwarzane podczas okresu wegetacyjnego stanowiące podstawę gospodarki energetycznej drzewa, są głównym elementem jego strategii wzrostu, ochrony i przetrwania. Są one także niezbędne roślinie do tworzenia symbioz mykorytycznych z grzybami, które przyczyniają się do zwiększenia chłonności korzeni włośnikowych drzewa i zaopatrują je w związki mineralne, głównie fosforowe i azotowe oraz hormony (auksyny, gibereliny i cytokininy) regulujące jego wzrost i rozwój.



Największe stężenie cukrów pochodzących z rezerw zgromadzonych przez drzewo w latach wcześniejszych, odnotowywane jest w aktywowanych na skutek nagłych ogłowień pędach regeneracyjnych, charakteryzujących się szybkim i intensywnym wzrostem.

Każda znaczna ingerencja w struktury pnia, korony i strefy korzeniowej oznacza dla drzewa utratę rezerw, i przyczynia się do zmniejszenia jego odporności na wpływ czynników zewnętrznych.

Dystrybucja cukrów polega na ich transporcie z organów produkcyjnych (liście) do tkanek w organach które ich aktualnie potrzebują, i finalnie, do miejsc ich magazynowania (w omawianym przypadku ich częściowe składowanie przypada tkankom przyrastającym na tworzących się głowach).



Buk pospolity (*Fagus sylvatica* L.)

Ogólnie rzecz biorąc, transfer ten odpowiada prawu bliskości: cukry są wykorzystywane przez części roślin znajdujące się najbliżej ich miejsca produkcji (np. młoda łodyga z której wyrastają liście) a ich nadmiar odprowadzany jest z sokiem do innych partii rośliny, i magazynowany w przyrastających tkankach jako rezerwy.



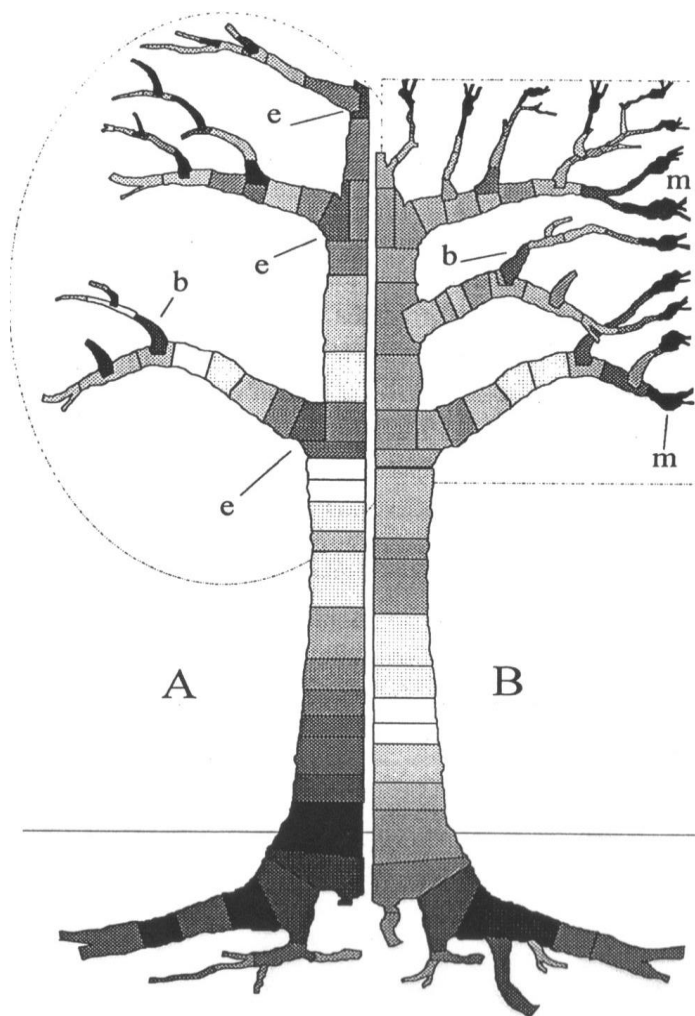
Z tego wnioskujemy, że obronna i strukturalna integralność drzewa jest maksymalizowana przy użyciu tej techniki przycinania, pod warunkiem, że cięcia są wykonywane, gdy biologiczna reaktywność drzewa na zmiany środowiskowe jest wystarczająco wysoka i stymuluje ważną reakcję obronną (Coder, 1996).

Przycięte w ten sposób drzewa stale się odmładzają, tworząc młodą koronę, która nadal wytwarza nową energię na wierzchu dojrzałego pnia, co spowalnia normalny proces starzenia się rośliny.

(za - Arboricoltura Urbana-Arbiculture and Urban Forestry di Francesco Ferrini)



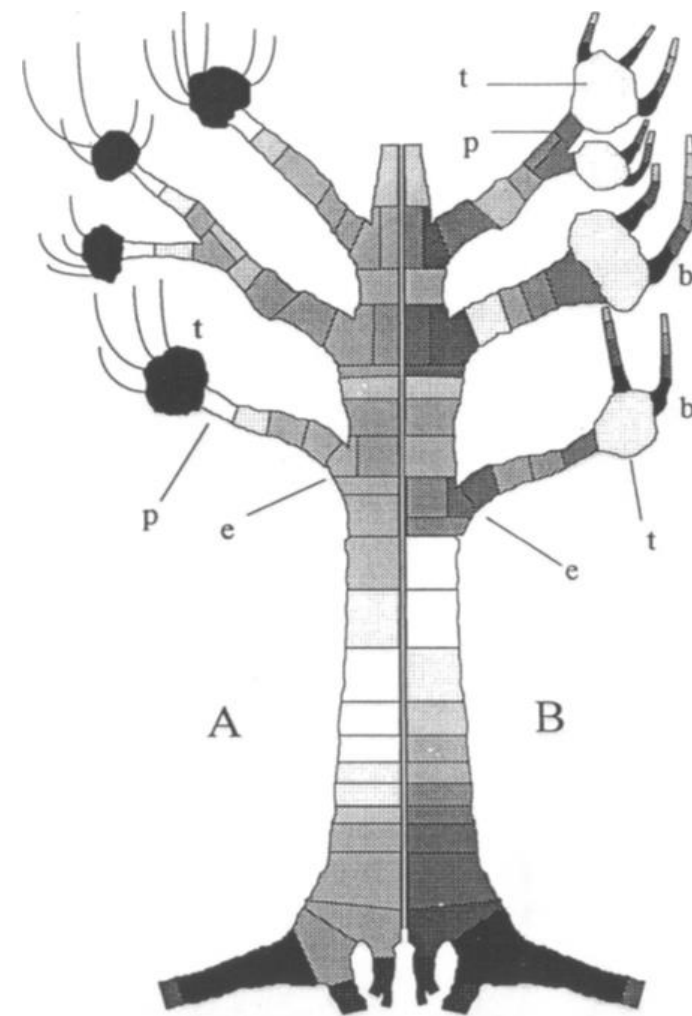
Fot. Mateusz Kaźmierczak Sztokholm



Barwy czarne, odcienie szarego i białe powierzchnie obrazują koncentrację magazynowania rezerw. Gdzie czarne ■ to przedział pomiędzy 100 a 50 % a białe □ pomiędzy 0 – 15 %

„L'arbre et les opérations de taille” (G.Bory, G. Hebert, D. Clair-Maczulajtys) © G.Bory

Mapy porównawcze rozmieszczenia skrobi w przypadku drzewa pielęgnowanego metodą klasyczną *Platanus acerifolia* (A) i regularnie utrzymywanego metodą cięcia na palmetę (B), b: podstawy gałęzi o średnicy 5-10 cm, e: podstawy konarów; m: formujące się głowy i pozostawione po cięciu gałęzie i tylce. Wg. Haddada i in. (1994), Bory i Clair-Maczulajtys (1996).



Barwy czarne, odcienie szarego i białe powierzchnie obrazują koncentrację magazynowania rezerw. Gdzie czarne ■ to przedział pomiędzy 100 a 50 % a białe □ pomiędzy 0 – 15 %

„L'arbre et les opérations de taille” (G.Bory, G. Hebert, D. Clair-Maczulajtys) © G.Bory

Mapy porównawcze rozmieszczenia skrobi u *Platanus acerifolia* utrzymywanego przez regularne przycinanie głów (A) i w przypadku kiedy zaprzestano tej regularnej pielęgnacji (B), b: podstawy gałęzi wykształconych na głowach przy których zaprzestano pielęgnacji, e: podstawy gałęzi lub konarów, p: gałąź nośna głowy, t: głowa. Na podstawie Clair-Maczulajtys i Bory (1988) oraz Bory i Clair-Maczulajtys (1992).

Prace badawcze

Badania przeprowadzone przez Edwarda F. Gillmana i Garrego W. Knoxa opublikowane na łamach „Journal of Arboriculture” w styczniu 2005 r, dowodzą cyt. „Pollarding wydaje się być lepszą metodą niż ogławianie dla utrzymania drzewa na tej samej wysokości przez wiele lat z minimalnymi defektami wewnątrz drewna i niewielką ilością obumierających gałęzi w jego koronie” (tłumaczenie własne)

Gilman and Knox: „Pruning Type Affects Decay and Structure” (Journal of Arboriculture 2005)

Table 1. Diameter of pruning cuts, length of barrier zone, and decay column length in longitudinal section behind heading cuts made through 2- to 3-year-old and 4- to 5-year-old wood 4 years after original heading cut. (Means are based on three stems on three trees in each treatment.)

Pruning treatment	Mean diameter of original heading cut (mm)	Mean length of barrier zone (mm)	Mean decay/discoloration column length (mm)
Headed 2- to 3-year-old wood (pollard)	18 (0.7 in.) b ^y	18 (0.7 in.) b	8 (0.3 in.) b
Headed 4- to 5-year-old wood (topped)	27 (1.1 in.) c	736 (29.0 in.) c	58 (2.3 in.) c
Not pruned	0 a	0 a	0 a

^aDistance in longitudinal section from heading cut to end of decay or discoloration, whichever is longer.

^yMeans in a column are statistically different at $P < 0.01$.

©2005 International Society of Arboriculture

Przedmiotem eksperymentu były nowo posadzone drzewa gatunku *Lagerstroemia* × 'Natchez' których część poddana została zabiegom **ogławiania** a część **głowienia**. Wszystkie drzewa rosły na podłożu o tych samych właściwościach i poddawane były tym samym działaniom pielęgnacyjnym (nawożenie, nawadnianie).

Lagerstroemia charakteryzuje się dużą zawartością suberyn – kwasów organicznych które są głównym składnikiem barier ochronnych drzew klasyfikowanych jako dobrze kompartmentalizujące.

Uważa się że substancje te posiadają właściwości hydrofobowe i grzybo/oporne (Pearce 1990) a uwalniane są one na skutek uszkodzeń powstających na poziomie kambium.



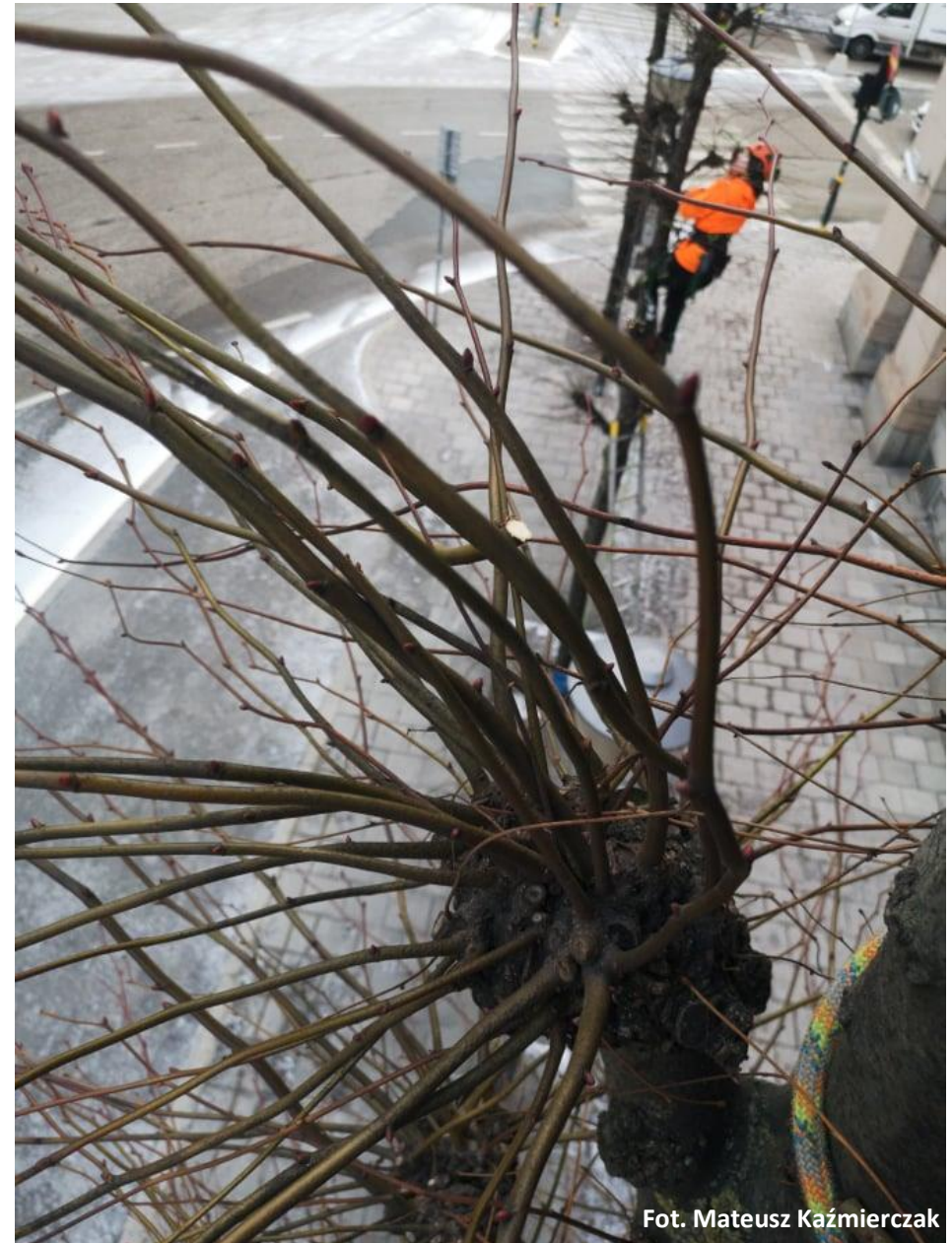
©2005 International Society of Arboriculture

Figure 1. The first (1), second (2), and third year (3) pruning cuts are clearly visible on topped trees (upper left). Pollard heads were prominent after the fourth year of removing sprouts back to the same position (lower left). Decay is clearly visible on topped trees behind the original heading cut made in 1998 (upper right); the barrier zone can be seen streaking back behind the heading cut (three small arrows). Small pockets of decay were restricted to the base of all sprouts in the pollard heads (middle right); arrows indicate protection zones that retarded decay. Sprouts that remained small compared to the largest sprout formed a visible collar (lower right).

Drzewa poddane zabiegom **ogławiania** wykazały duże tendencje do znacznego zagęszczenia odtwarzanych koron, mniejszą skuteczność barier ochronnych i bardziej zaawansowany rozkład w miejscu cięcia. Drzewa poddane zabiegom **głowienia** (pollarding), wykazały z kolei skuteczne tworzenie barier ochronnych ograniczających wzdłużne rozprzestrzenianie się rozkładu, który pojawiał się jedynie w małym obszarze w okolicach wykonanych cięć. Wnętrze „głów” pozostało nienaruszone bez żadnych oznak deprecjacji drewna.



Formy głowiaste - Lipa (*Tilia* sp.)



Fot. Mateusz Kaźmierczak

Te misternie formowane "głowy" charakteryzują się znaczną gęstością przyrastających tkanek i dużym wysyceniem fenoli oraz garbników.



Analogicznie do zdjęcia z eksperymentu – ciemne miejsca na zdjęciach to zakorki i małe ogniska rozkładu ograniczone do podstawy usuniętych pędów. Drzewo skutecznie izoluje zranienia i przeznaczają znacznie mniej energii na ich zabezpieczenie niż w przypadku nagłych ogłowień.



Fot. Mateusz Kaźmierczak

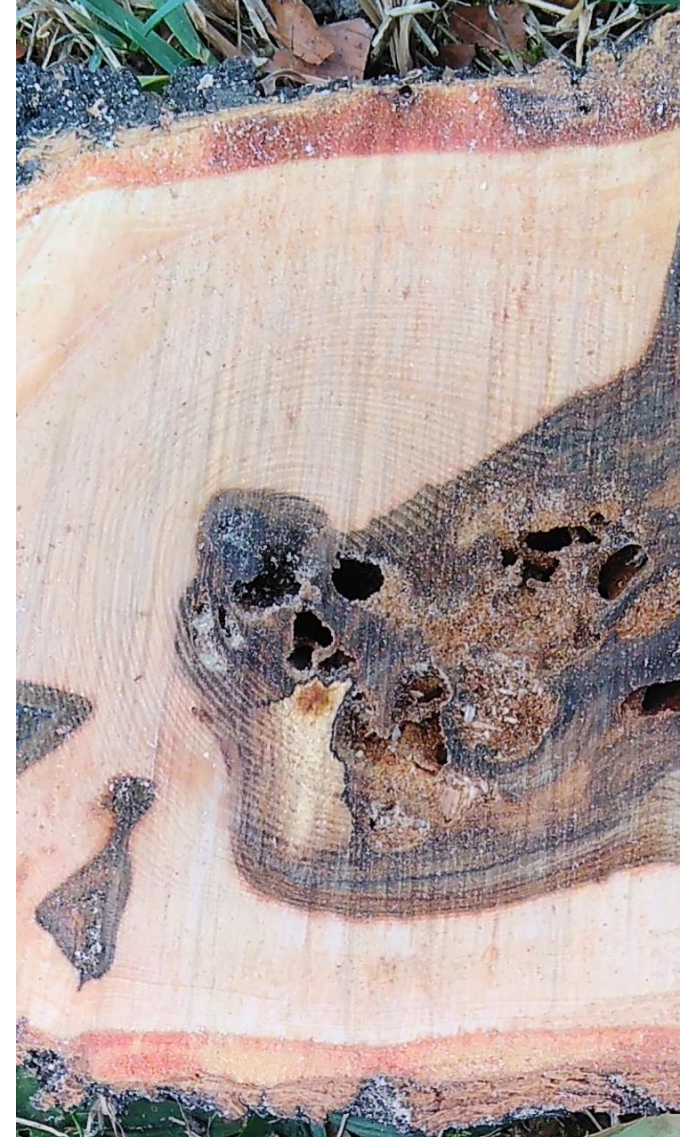
Co ciekawe, bardzo podobne procesy zachodzą w przypadkach reakcji drzew na cykliczne i trwające wiele lat infekcje patogenów grzybowych, bakteryjnych i wirusowych które nie obejmują swoim zasięgiem większych przestrzeni. Drzewa bardzo często reagują na nie aktywacją paków śpiących i poszerzonym przyrostem słoja rocznego. Tkanki drzewne w takich miejscach mają zwartą i ścisłą kompozycję.

Ich struktura wewnętrzna jest znacznie zbliżona do posiadających bardzo podobną genezę powstania "czarcich mioteł" tworzących się na brzożach, a będących wynikiem cyklicznych mikro uszkodzeń tkanek i ich ciągłej regeneracji, powodowanych przez grzyba pod nazwą *Taphrina betulina*.



Czarcie miotły (*Taphrina betulina* Rostr.) – **Brzoza omszona** (*Betula pubescens* Ehrh.)

Całkiem podobnie
wyglądają zrakowacenia
na gałęziach
i konarach jesionu,
powodowane tym
razem przez rak
bakteryjny jesionu
(*Pseudomonas
savastanoi* pv. *fraxini*
Janse.).



Rak bakteryjny jesionu (*Pseudomonas savastanoi* pv. *fraxini* Janse.) Jesion wyniosły (*Fraxinus excelsior* L.)

Czy też wieloletnie deformacje tkanek nazywane czeczotą.

W żadnym z powyższych przykładów nie napotkamy znaczących oznak deprecjacji tkanek drzewnych, a symbiozy tych selektywnych patogenów z rośliną mogą trwać lata, dziesiątki lat i setki.



Brzoza brodawkowata (*Betula pendula* Roth)

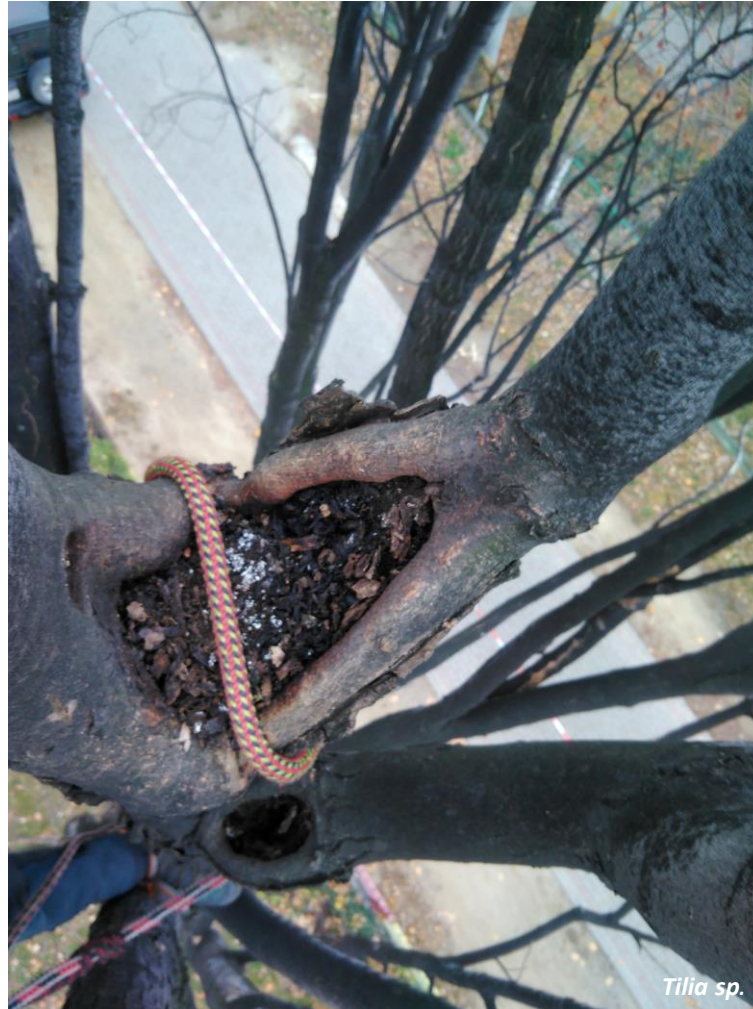


**Podstawowe różnice pomiędzy ogławianiem
a głowieniem drzew**

Ogławianie vs głowienie

Ogławianie drzew

- duże średnice cięć
- zaburzenie procesów fizjologicznych drzewa, co często przyczynia się do jego obumarcia
- duże ryzyko dostępu patogenów grzybowych i bakteryjnych do wnętrza pnia i nasad przyszłej korony drzewa
- nagłe usunięcie rezerw energetycznych magazynowanych w celu wzrostu, ochrony i przetrwania
- zaburzenie korelacji korona drzewa / strefa korzeniowa – część korzeni obumiera
- negatywny wpływ na estetykę otoczenia



Głowanie drzew

- małe średnice cięć
- minimalne ryzyko zaburzenia procesów fizjologicznych drzewa – cukry i substancje zapasowe magazynowane są częściowo w corocznie przyrastających tkankach tworzących „głowy”
- minimalne ryzyko dostępu patogenów grzybowych do zdrowych tkanek drzewa w miejscu wykonywanych cięć
- praktycznie brak wpływu na stan i stabilność strefy korzeniowej – obumarciu mogą ulegać nowo wytworzone korzenie żywicielskie/włośnikowe
- mały wpływ na estetykę otoczenia - poprzez utrzymanie formowanej korony, drzewa te tworzą stałe formy architektoniczne wkomponowane w otoczenie
- uniknięcie konfliktów z infrastrukturą przy jednoczesnym zachowaniu drzew



Wierzba (*Salix* sp.)

Formy głowiaste/użytkowe nie powinny być wynikiem **ogławiania** dojrzałych i sędziwych drzew (z nielicznymi przypadkami wierzb).

Ich osiągnięcie i późniejsza kultywacja polega na prowadzeniu drzew od młodości, i tylko dzięki temu cięcia te nie wiążą się dla rośliny z dużą stratą rezerw energii, powstawaniem w krótkim czasie znacznych ubytków i co często ma miejsce – obumarciem.



Tilia sp.



Jesion wyniosły (*Fraxinus excelsior* L.)

Uzyskanie tych form jest możliwe poprzez cięcia na młodych sadzonkach lub samosiewach prowadzonych w przedziałach 1-3 letnich, po utworzeniu się „głowy” odstępy w interwencjach u drzew starszych mogą być bardziej rozłożone w czasie.

Zalecanym jest nie przekraczanie 7 letnich odstępów pomiędzy kolejnymi turnusami ciec, jednak częstsze cięcia są mniejszym wydatkiem energetycznym i mniej obciążają procesy biologiczne zachodzące w drzewie, unikamy w ten sposób również dużych powierzchni ran, których drzewo nie jest w stanie skutecznie wyizolować.





Platan klonolistny (*Platanus acerifolia*) Fot. Katarzyna Snuszka - Luboń

Korzyści i straty

Co zyskujemy;

- unikanie kolizji z budynkami (elewacje) i infrastrukturą techniczną
- analogicznie do rozmiarów korony, system korzeniowy jest mniej ekspansywny (mniejsze uszkodzenia sieci infrastruktury podziemnej)
- takie drzewa wzbudzają mniejsze obawy społeczeństwa związane z ich wykrotem czy uszkodzeniem mienia spowodowanego oberwaniem się żywej, lub obumarłej części korony

Teoretycznie, powyższe powinno przekładać się na zmniejszenie ilości argumentów za ich wycinką.

Co tracimy;

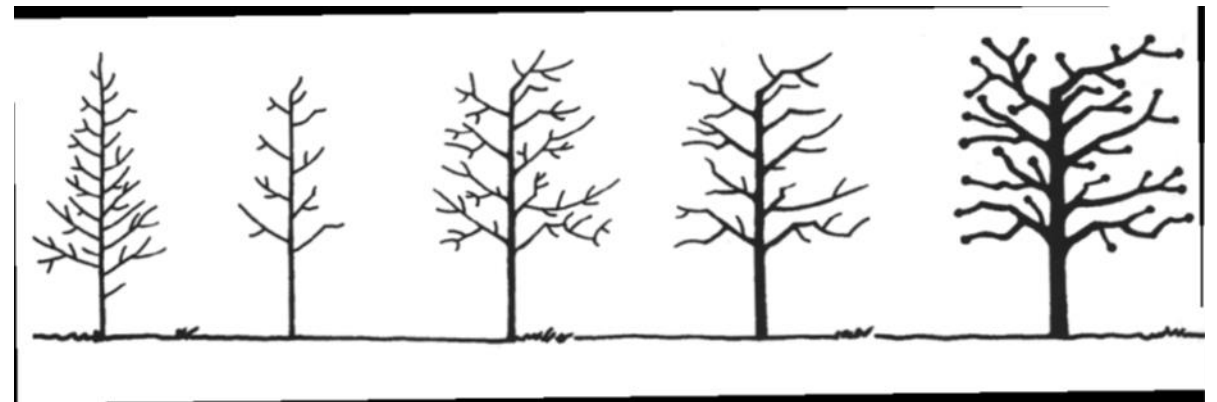
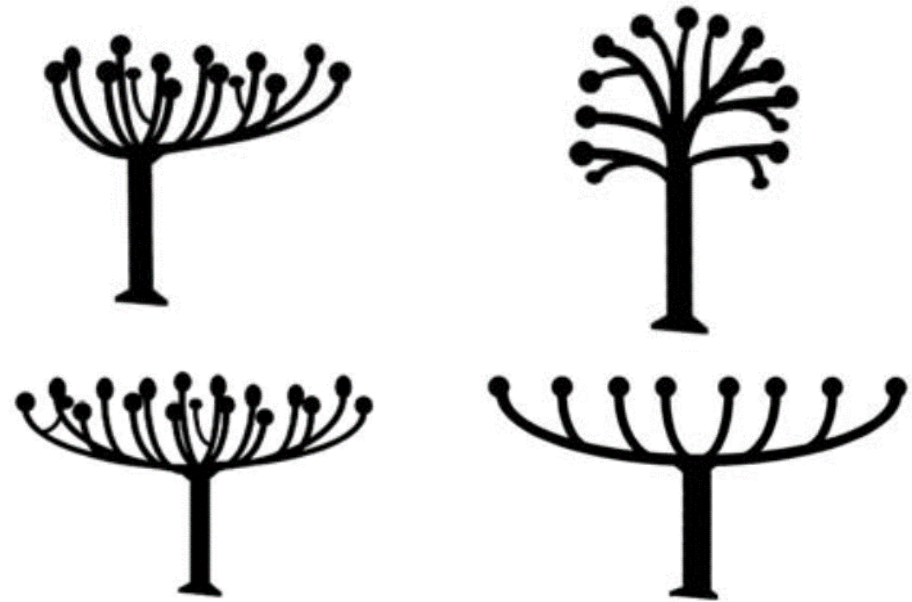
- znacznie zmniejszony poziom bioróżnorodności w terenie zurbanizowanym (z wyłączeniem wierzb głowiastych w krajobrazie wiejskim)
- wrażenia wizualne związane naturalnym pokrojem drzewa

Utrzymanie wymuszonych form architektonicznych koron drzew miejskich

„Têtes de chat” (kocie łby), „Têtes de saule” (wierzbowe głowy), „Marotte” (laska błazna, kaduceusz)

Technika ta polega na cyklicznie powtarzanych w odstępach 1-3 letnich cieniach, pozwalających na utrzymanie drzewa o określonych gabarytach.

„Blizny” o małych średnicach w miejscach wykonywanych ciec zrastają się ze sobą, tworząc zwięzłą i gęstą strukturalnie masę o kształcie „głów”, w których magazynowana jest duża część zapasów energetycznych drzewa w postaci cukrów-skrobi.



„La taille des arbres d'ornement” - CH.DRENOU - I.D.F. - 1999

Ze względu na docelowe rozmiary „głów” zwieńczających konary i ich zwiększający się z upływem lat ciężar, zaleca się wyprowadzenie jak największej ich ilości, jednak odległości pomiędzy nasadami konarów nie powinny być mniejsze niż 30 i nie większe niż 50 cm.



Platan klonolistny (*Platanus acerifolia*) Pszczyna / Szymon Pastuszka

Nie wszystkie drzewa wytrzymają podobny sposób ich prowadzenia. Najbardziej podatne gatunki to platan, lipa, kasztanowiec, leszczyna turecka, robinia, grusza, oraz grab, klon polny i wierzba.

Terminy cięć - poza okresem wegetacji (gdy drzewa nie mają liści) i poza okresem mrozów.

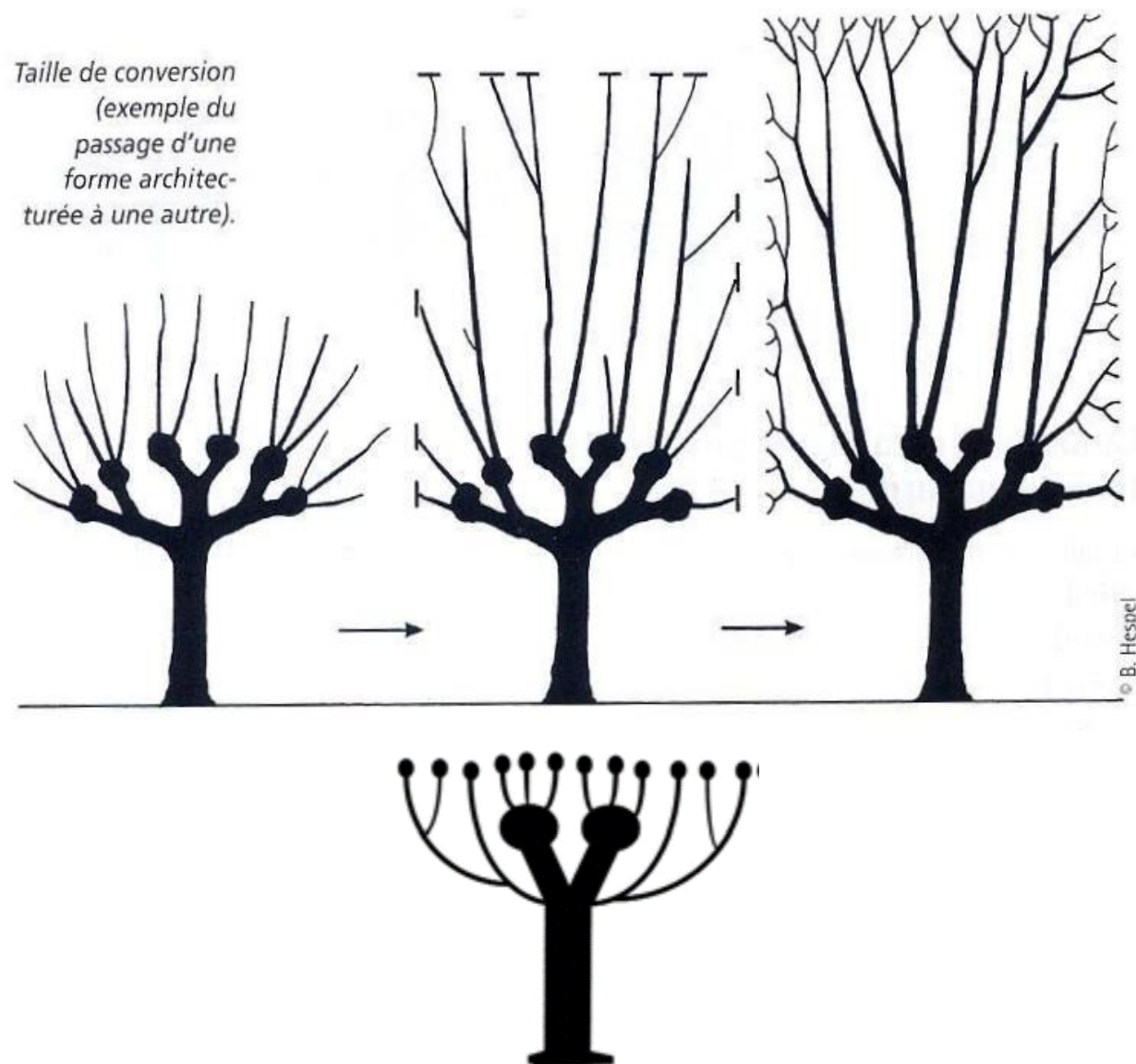
(za Ch. Drenou „La taille des arbres d’ornement – 2 edition CNPF 2021).



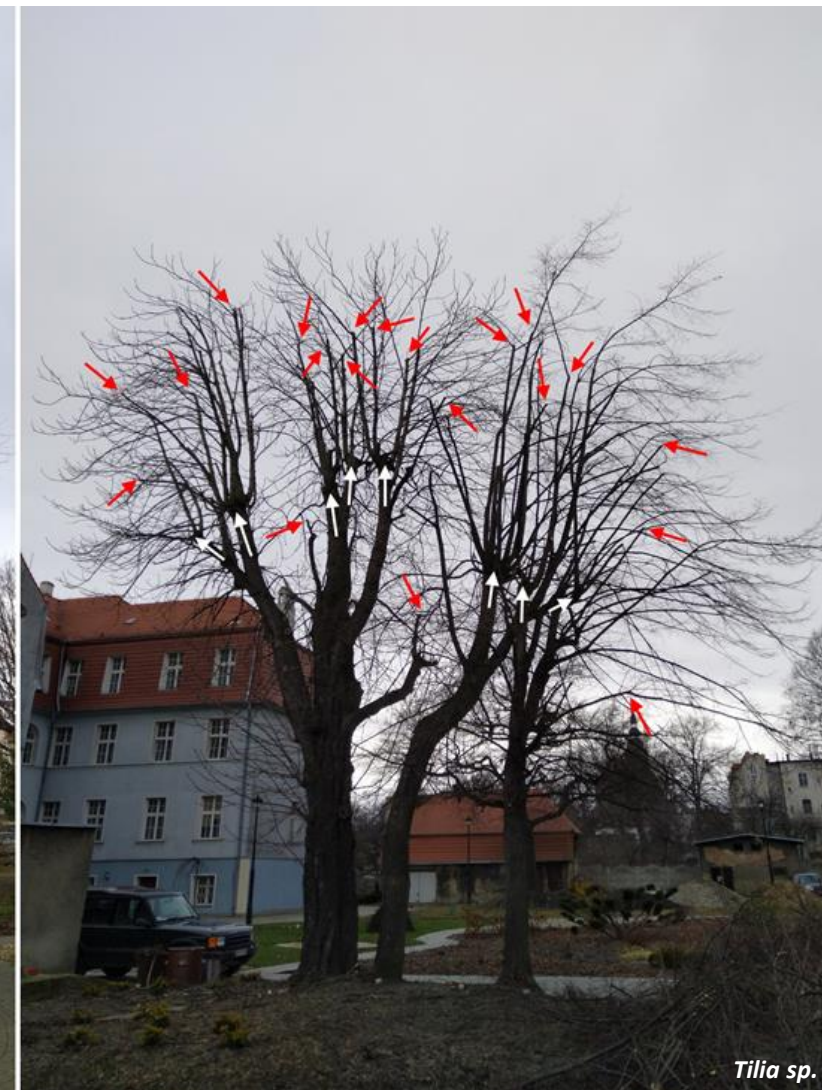
Cięcia rekonstrukcyjne – konwersja, odtworzenie korony

Ten rodzaj cięć ma zastosowanie w przypadkach kiedy nie dopilnowano przez dłuższy okres lub całkowicie zaprzestano cięć na drzewach prowadzonych do tej pory techniką „pollard”.

W przypadkach kiedy źle formowane drzewa mają zbyt mało kocich głów w stosunku do pnia (zbyt małe zapasy energii), formowane „głowy” stały się zbyt ciężkie i grożą obłamaniem ze względu na defekty pnia i konarów, lub część z formowanych głów obumarło z przyczyn niezależnych od wykonywanych zabiegów (np. antropopresja).



Ale też, w przypadkach drzew drastycznie ogłowionych przed laty i odtwarzających korony których nasady są niestabilne a miejsca ich wzrostu ulegają postępującemu rozkładowi.



Tilia sp.

**„Arbre têtard”
(głowa kijanki) – formy głowiaste,
użytkowe**

**Formy krajobrazowe, przyrodnicze, o znaczeniu
kulturowym.**

Technika polega na prowadzeniu pni drzew o niskiej wysokości, na poziomie który miał uniemożliwić zgrzyzanie odrostów przez wypasane bydło, a jednocześnie wystarczająco nisko, aby umożliwić sprawny zbiór materiału.

W przeszłości podobne drzewa były „uprawiane” w celach użytkowych, obecnie stanowią one część dziedzictwa kulturowego i mają duże znaczenie przyrodnicze.



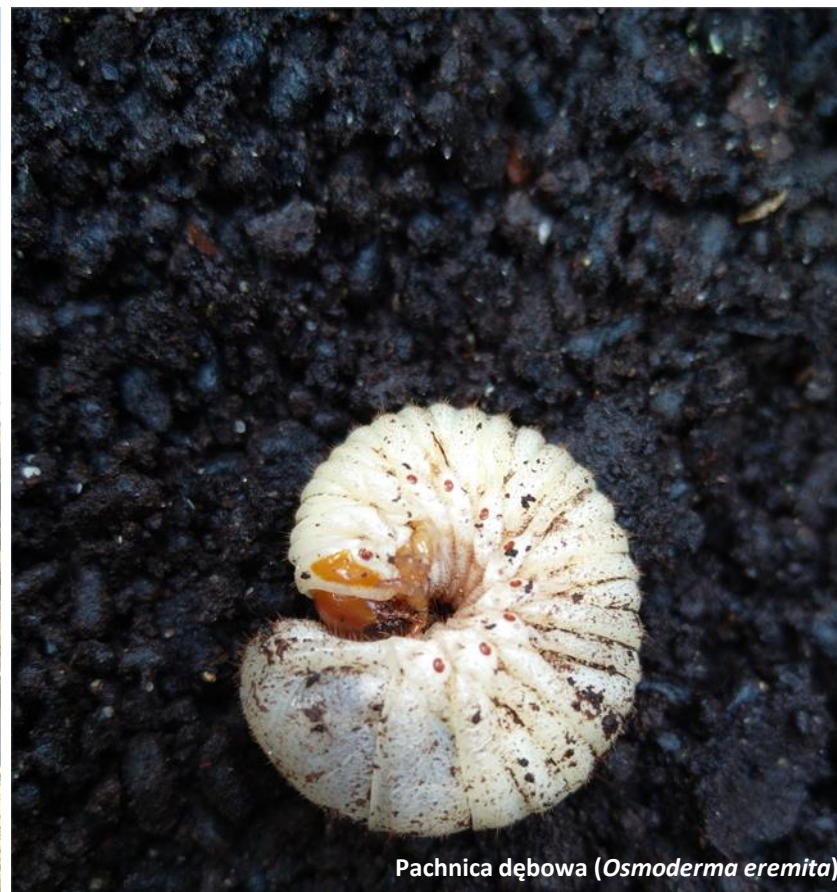
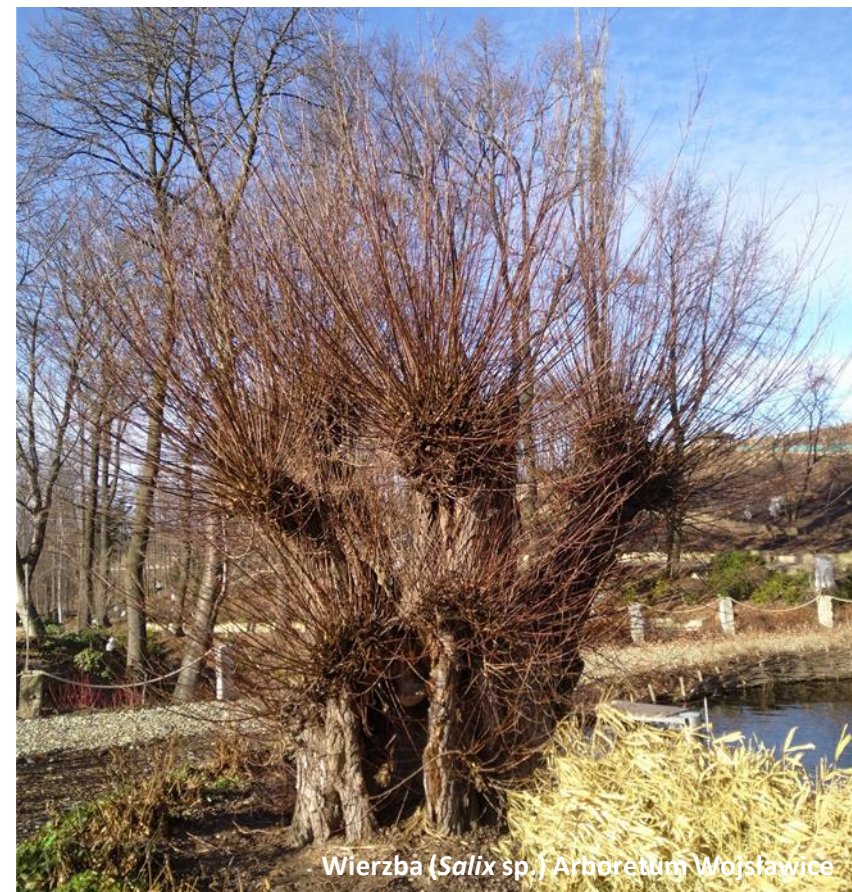
Wierzba (*Salix* sp.) Arboretum Wojstawice

Gatunkami najczęściej prowadzonymi w ten sposób są wierzby, topole, olchy, jesiony, kasztany, graby, dęby, wiązy, buki, morwy, klony, płatany, ostrokrzewy, a czasem sosny zwyczajne.

Terminy cięć – cięcia najlepiej prowadzić poza sezonem wegetacyjnym (od listopada do lutego)

(za Ch. Drenou „La taille des arbres d’ornement – 2 edition CNPF 2021).





Znaczenie przyrodnicze

Rola jaką spełniają wierzby głowiaste dla bioróżnorodności jest nie do przecenienia. Stare, wypróchniałe pełne zakamarków i szczelin pnie, stanowią idealne schronienie dla wielu gatunków ptaków i innych zwierząt związanych z krajobrazem wiejskim, a próchnowiska w ich wnętrzu powstające dzięki aktywnie rozkładającym tkanki drzewne grzybom, są bardzo często zasiedlane przez owady ściśle związane z dziuplastymi drzewami.

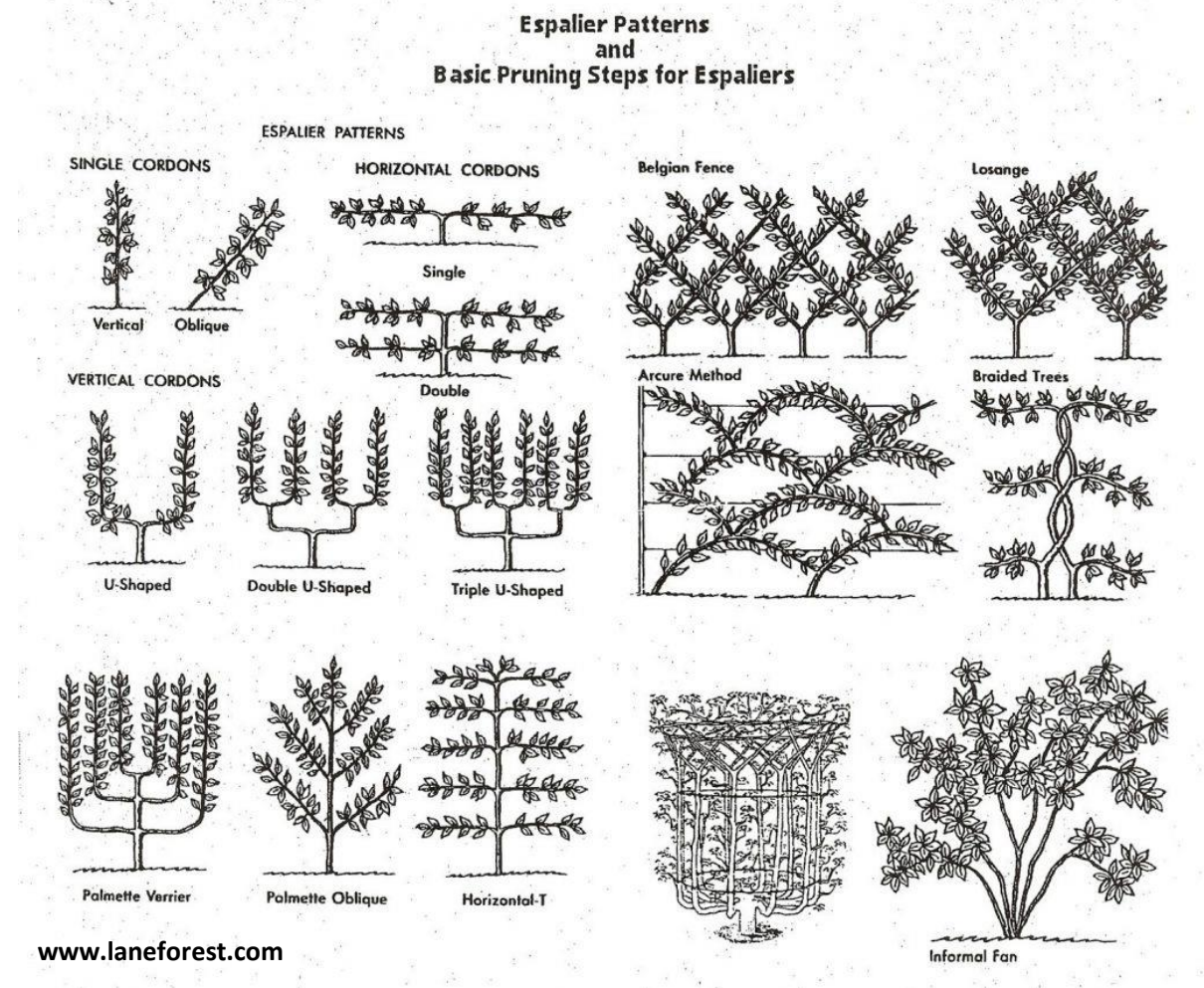
Zaprzestanie ich głowienia, najczęściej wiąże się z utratą całokształtu ożywionych i nieożywionych składników przyrody, które są ściśle ze sobą powiązane.

Formy głowiaste ozdobne „espalier” „palisse” „tonnelle”, Palmety

Szpalerowe formy ogrodowe, mające często zastosowanie w architekturze miejskiej.

Technika prowadzenia polega na formowaniu młodych drzewek na stelazach, altanach i palisadach.

Gatunkami najczęściej prowadzonymi w ten sposób są lipy, graby, dęby, wiązy, buki, morwy, klony, platany, ostrokrzewy, drzewa owocowe i wiele innych.





Opactwo Benedyktynów w Lubiniu
Grusza (*Pyrus sp.*)



Platan klonolistny (*Platanus acerifolia*) Arboretum Wojślawice



Celem zabiegów jest uzyskanie optymalnego kompromisu pomiędzy uniknięciem kolizji a zachowaniem drzew.



Platan klonolistny (*Platanus acerifolia*) Fot. Katarzyna - Snuszka Luboń

Ceną kompromisu, jest regularna, profesjonalna pielęgnacja drzew



Platan klonolistny (*Platanus acerifolia*) Fot. Leszek Kwiasowski - Luboń 36



Platan klonolistny (*Platanus acerifolia*) Fot. Katarzyna Snuszka - Luboń

Techniki cięć, narzędzia

Konieczność uzyskania gładkich i precyzyjnych cięć umiejscowionych jak najbliżej nasad usuwanych pędów, determinuje rodzaj narzędzi użytych do ich przeprowadzenia.

Do prac utrzymujących wymuszone formy architektoniczne drzew miejskich, wysoce zalecane jest użycie narzędzi ręcznych takich jak;

- sekatory
- sekatory pneumatyczne
- piłki ręczne



Autor - Alfred Tritschler, 1930

Pędy przy wzroście generują nasadę która wskazuje miejsce ich usunięcia

Niedopuszczalnym jest użycie narzędzi spalinowych (pił spalinowych, nożyc do żywopłotu, itp.), które powodują poszarpanie brzegów powstałych „ran”, zwiększając tym samym ich powierzchnię i utrudniając prawidłowe zarastanie tkanką przyranną.

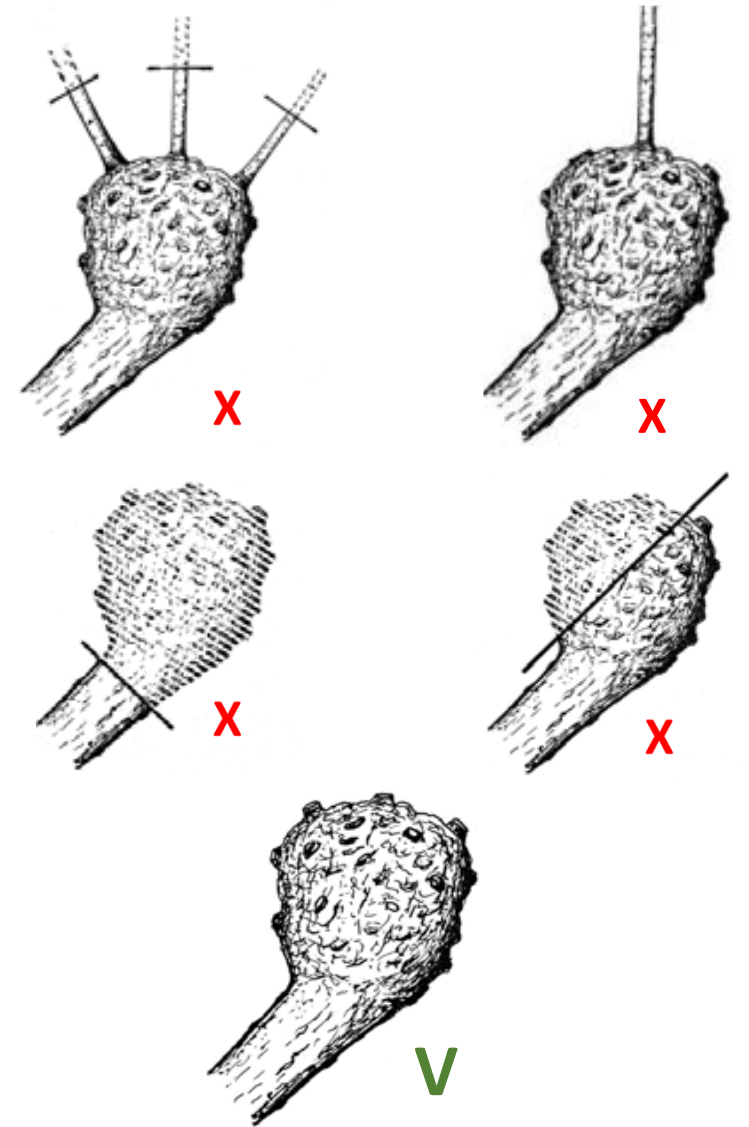
W nielicznych przypadkach (wierzby głowiaste) gdzie średnice cięć mogą przekraczać 10 cm, dopuszczalnym jest użycie pilarki spalinowej o małym profilu ogniw tnących, zaopatrzonej w prowadnicę przeznaczoną do precyzyjnych cięć typu „carving”.



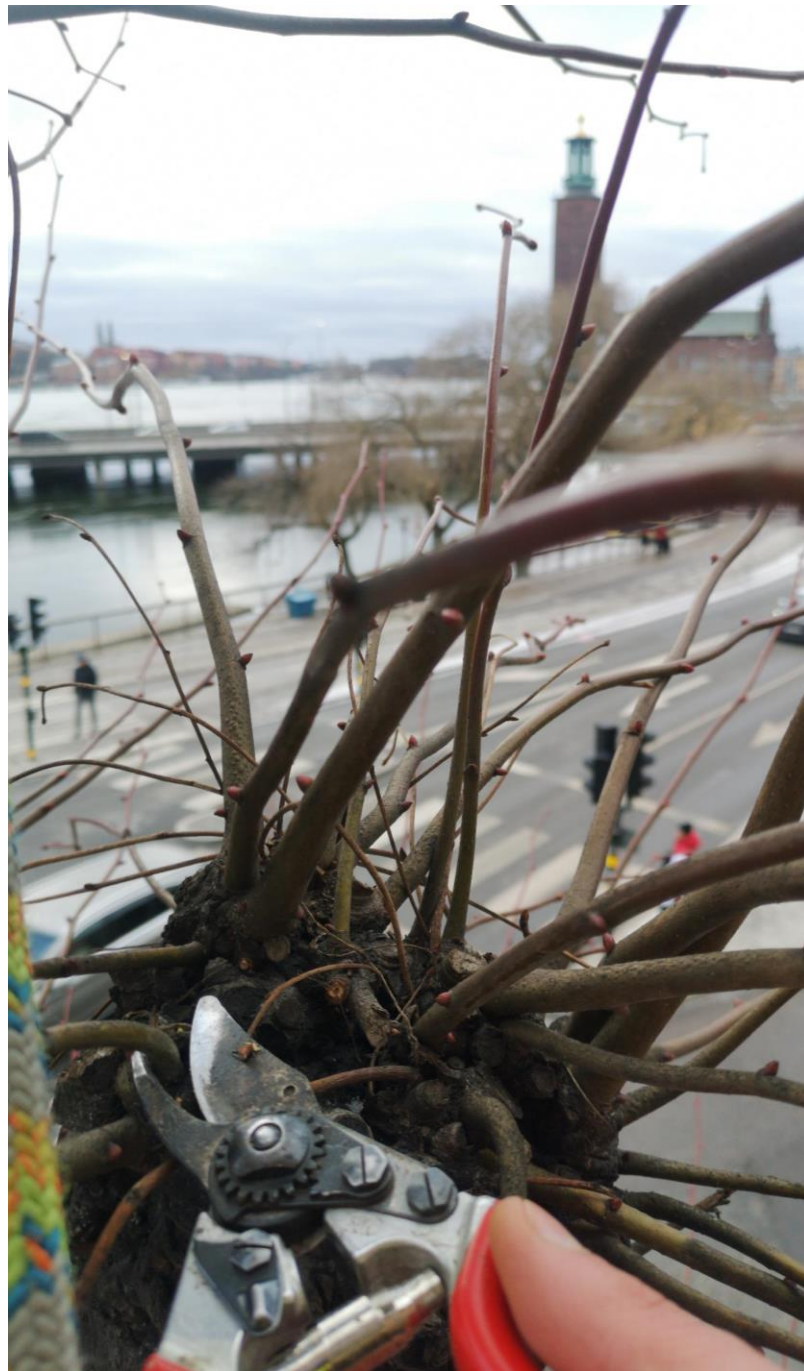


Fot. Mateusz Kaźmierczak

Białe strzałki wskazują nasady pędów nad którymi powinno zostać wykonane cięcie. Strzałki czerwone wskazują „tylce” pozostałe po ostatnim, nieprecyzyjnie umiejscowionym cięciu.



„Soins” Augustin Bonnardot 2001 / „La taille des arbres d’ornement” - CH.DRENOU - I.D.F. - 1999



Fot. Mateusz Kaźmierczak Sztokholm

W celu zminimalizowania ryzyka przenoszenia chorób grzybowych i wirusowych, wysoce zalecana jest każdorazowa dezynfekcja użytych narzędzi.



Literatura

- „Soins” Augustin Bonnardot 2001 / „La taille des arbres d’ornement” CH.DRENOU - I.D.F. – 1999
- „La taille des arbres d’ornement” CH.DRENOU - I.D.F. – 1999
- Ch. Drenou „La taille des arbres d’ornement – 2 edition CNPF 2021
- Arboricoltura Urbana-Arbicoltura and Urban Forestry di Francesco Ferrini
- „L’arbre et les opérations de taille” (G.Bory, G. Hebert, D. Clair-Maczulajtys) 1997
- Gilman and Knox: „Pruning Type Affects Decay and Structure” (Journal of Arboriculture 2005)
- International Society of Arboriculture
- Wikipedia

Zdjęcia i grafiki

- Katarzyna Snuszka
- Ewa Charciarek
- Mateusz Kaźmierczak
- Leszek Kwiasowski
- Szymon Pastuszka
- Alfred Tritschler, 1930 (via internet)
- www.laneforest.com
- www.ryhenka.com

*Pozostałe, przekazane w poniższym opracowaniu zdjęcia oraz przypisy stanowią własność prywatną i intelektualną autora. Mogą być one wykorzystywane w dowolny sposób w celach edukacyjnych (nie komercyjnych) z podaniem źródła i autora.



Fot. Mateusz Kaźmierczak