RAPORT Z BADANIA DRZEWA
(test obciążeniowy – DynaRoot/Tree, tomograf akustyczny)

Warszawa, 12.10.2026 r.

VERDA
Pracownia Diagnostyki Przyrodniczej Sp. z o.o.
ul. Brzezińska 23H, 03-075 Warszawa
e-mail: biuro@verda.waw.pl
tel. 501 223 960

Autorzy opracowania:
Krzysztof Górnicki
- Certyfikowany Inspektor Drzew – **CID/587/2022**
- Certyfikowany Inspektor Nadzoru Robót Arborystycznych i Ogrodniczych – **CINRAiO/10/2024** MTUiOD

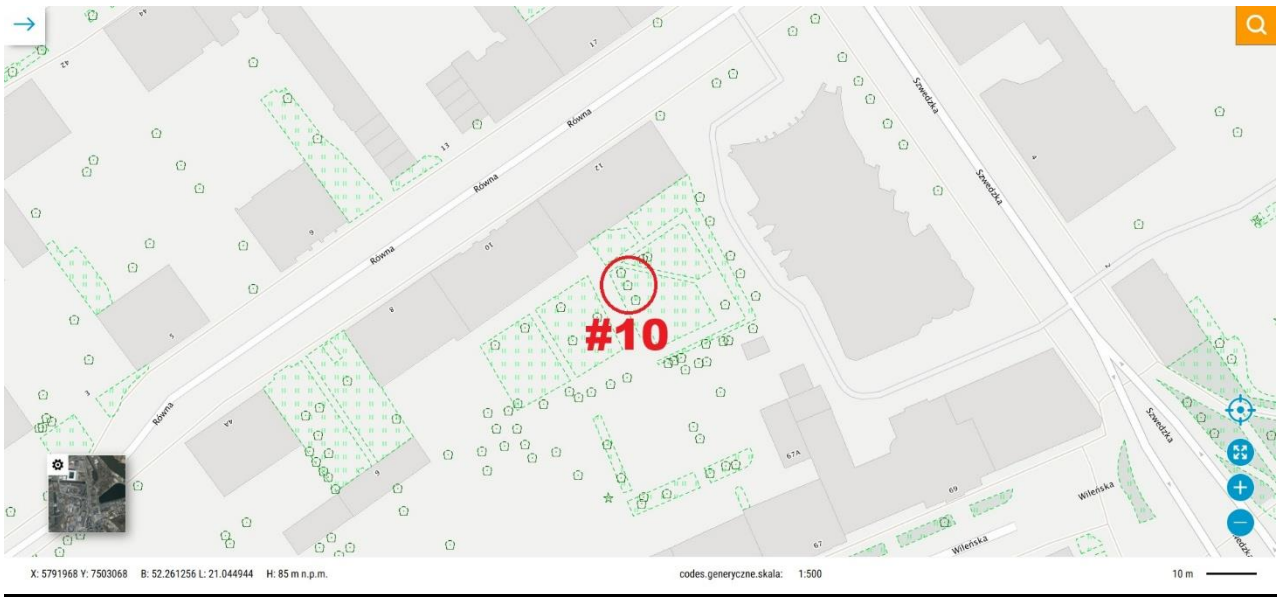
Maciej Górnicki

PODSTAWA OPRACOWANIA:

Podstawę opracowania stanowi zlecenie wykonania 36 ekspertyz dendrologicznych drzew rosnących na terenie Dzielnicy Praga-Północ m.st. Warszawy, będącym w administrowaniu Zarządu Praskich Terenów Publicznych.
Niniejsza ekspertyza dendrologiczna ma na celu określenie stanu zachowania drzewa **#10**, **robinii białej (Robinia peudoacacia)** rosnącego przy ul. Równej 12, Dzielnica Praga-Północ m. st. Warszawy.

OPIS TERENU ORAZ LOKALIZACJA DRZEW:

Drzewo rośnie na dz. ew. nr 88 z obrębu 4-13-05 położonej w Warszawie, Dzielnica Praga-Północ, przy ul. Równej 12. Zleceniodawca wskazał lokalizację drzewa w terenie.



*Rysunek **1**: Lokalizacja drzewa*

METODYKA – dynamiczny test DynaTree

Badania drzewa przeprowadzono w warunkach atmosferycznych, umożliwiających wykonanie testu

dynamicznego tj. przy wietrze, którego prędkość przekraczała 25 km/h. Poprzedzono je szczegółowym przeglądem mającym za zadanie zidentyfikowanie uszkodzeń, pęknięć oraz ewentualnych wad konstrukcyjnych korzeni, pnia, konarów i gałęzi, zmian próchniczych, zgnilizn czy obecności owadów lub grzybów mających wpływ na stan zachowania drzewa i przebieg badania.
Przynależność gatunkową drzew określono w oparciu o posiadaną przez autorów opracowania wiedzę i doświadczenie, a także na podstawie fachowej literatury dendrologicznej (Seneta, Dolatowski 2012, Białobok 1955).
Test obciążeniowy przeprowadzono przy pomocy skalibrowanego (zgodnie ze standardami ISO 376-2011) sprzętu diagnostycznego firmy Fakopp Enterprise Bt.
Z przeglądu została sporządzona uzupełniająca dokumentacja fotograficzna.

Metodyka instrumentalnej oceny statyki drzewa – dynamiczny test DynaTree
Ocena statyki drzewa została wykonana z zastosowaniem systemu DynaTree firmy Fakopp, służącego do dynamicznej analizy reakcji drzewa na naturalne oddziaływanie wiatru. Metoda umożliwia ocenę właściwości biomechanicznych drzewa poprzez rejestrację i analizę jego rzeczywistych drgań oraz ruchów w warunkach terenowych, bez konieczności sztucznego obciążania korony.
System DynaTree wykorzystuje zestaw precyzyjnych czujników, w tym:

- inklinometrów mierzących wychylenia odziomkowe pnia,
- anemometru mierzącego prędkość oraz charakterystykę wiatru,
- opcjonalnie tensometrów analizujących odkształcenia drewna.

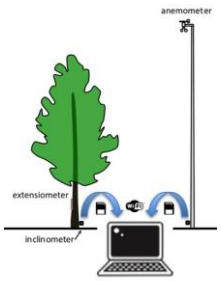
Metoda opiera się na analizie dynamicznej odpowiedzi drzewa na podmuchy wiatru, w szczególności:

- częstotliwości drgań własnych,
- amplitudy wychyleń,
- tłumienia drgań,
- współpracy korony, pnia oraz systemu korzeniowego podczas obciążenia dynamicznego.

Uzyskane dane pozwalają na ocenę:

- stabilności drzewa w gruncie,
- sztywności i elastyczności konstrukcji drzewa,
- efektywności tłumienia drgań przez koronę i system korzeniowy,
- potencjalnych nieprawidłowości biomechanicznych mogących świadczyć o osłabieniu struktury drzewa lub pogorszeniu stabilności w gruncie.

Metoda DynaTree bazuje na założeniach biomechaniki drzew rozwijanych m.in. przez Lothar Wessolly, Claus Mattheck oraz współczesnych opracowaniach arborystycznych dotyczących dynamicznej odpowiedzi drzew na obciążenia wiatrowe.
Analiza uwzględnia gatunek drzewa, jego architekturę, parametry geometryczne, warunki siedliskowe oraz obecność defektów strukturalnych.
Badanie ma charakter nieinwazyjny i odzwierciedla rzeczywiste zachowanie drzewa podczas naturalnych warunków atmosferycznych, dzięki czemu stanowi cenne narzędzie wspomagające ocenę ryzyka oraz planowanie działań arborystycznych i monitoringowych.



*Rysunek **2**: Schemat wykonania testu dynamicznego przy pomocy zestawu pomiarowego firmy Fakopp Enterprise Bt*

METODYKA – tomografia soniczna

Celem zebrania danych do wykonania ekspertyzy stanu zachowania drzewa przeprowadzono oględziny drzewa

z powierzchni gruntu oraz z drabiny dostępowej. Prace terenowe przeprowadzono w ciągu dnia, w stabilnych warunkach atmosferycznych, niewpływających na ocenę stanu drzewa.

1. Podstawową diagnostykę przeprowadzono przy użyciu młotka arborystycznego i metalowej sondy diagnostycznej.
2. Pomiary obwodu wykonano za pomocą wzorcowanej taśmy mierniczej 5 m, z dokładnością do 1 cm, na wysokości 130 cm od poziomu gruntu, a zasięgi korony mierzono od pnia drzewa do zakończenia najdalej wysuniętej gałęzi w danym kierunku.
3. Pomiar wysokości wykonano wysokościomierzem HAGLÖF ECII.
4. Określenia przynależności gatunkowej dokonano w oparciu o posiadaną wiedzę o doświadczenie autorów opracowania oraz dendrologiczną literaturę fachową (Dendrologia; Seneta, Dolatowski 2021 r.)
5. Dokumentacja fotograficzna została wykonana aparatem fotograficznym Samsung Galaxy S23+ o rozdzielczości 200 MPx
6. Przy określeniu lokalizacji i orientacji geograficznej zastosowano międzynarodowe symbole róży wiatrów z podziałem na 8 kierunków (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW).

Badanie stanu drzewa przy pomocy tomografii sonicznej przeprowadzono przy pomocy skalibrowanego (zgodnie ze standardami ISO 376-2011) sprzętu diagnostycznego firmy Fakopp Enterprise Bt.

Przed przystąpieniem do badań przeprowadzono ocenę wizualną drzewa (VTA), ukierunkowaną na identyfikację miejsc potencjalnego osłabienia strukturalnego (ubytki wgłębne, pęknięcia, zrakowacenia, obecność owocników grzybów, deformacje pnia), które stanowiły podstawę do wyboru wysokości pomiaru.

Założenia metody

Tomografia soniczna jest nieinwazyjną metodą diagnostyczną służącą do oceny stanu wewnętrznej struktury pnia drzewa. Opiera się na analizie prędkości propagacji fal dźwiękowych w drewnie. Fale rozchodzą się szybciej w drewnie zdrowym i zwartym, natomiast ulegają spowolnieniu w strefach rozkładu, ubytków lub zaburzonej ciągłości struktury.

Metoda umożliwia pośrednią identyfikację:

- stref degradacji drewna (zgnilizny, wypróchnienia),
- pustek wewnętrznych,
- zaburzeń ciągłości tkanek przewodzących i wzmacniających.

Przebieg badania

Specjalistyczny tomograf soniczny, składaj się z zestawu czujników (sond), młotka impulsowego oraz jednostki rejestrującej z oprogramowaniem analitycznym. Na obwodzie pnia, w wybranym przekroju pomiarowym, rozmieszcza się równomiernie od kilku do kilkunastu czujników (w zależności od średnicy pnia i oczekiwanej rozdzielczości). Czujniki wprowadza się w drewno (na niewielką głębokość), zapewniając prawidłowy kontakt pomiarowy. Następnie generowane są impulsy mechaniczne (uderzenia młotkiem) w poszczególne punkty pomiarowe, rejestrując jednocześnie czasy przejścia fal pomiędzy poszczególnymi czujnikami. Na podstawie uzyskanych danych oprogramowanie oblicza rozkład prędkości propagacji fal w badanym przekroju i tworzy dwuwymiarowy obraz tomograficzny.

Interpretacja wyników

Wyniki prezentowane są w postaci kolorowej mapy rozkładu prędkości fal (tomogramu):

- wysokie prędkości (barwy: zielona i ciemno-zielona) – drewno o dobrej integralności strukturalnej,
- obniżone prędkości (barwy: żółcie, pomarańcze) – strefy osłabienia lub wczesnej degradacji,
- niskie prędkości (barwy: czerwienie, błękity w zależności od skali) – obszary rozkładu, ubytki lub pustki.

Interpretacja obrazu tomograficznego uwzględnia:

- geometrię przekroju pnia,

- relację stref zdegradowanych do stref drewna funkcjonalnego,
- potencjalną grubość ściany nośnej (t/R),
- wyniki oceny wizualnej oraz inne metody diagnostyczne.

Oprogramowanie ArborSonic 3D wylicza stopień prawdopodobieństwa złamania pniu (współczynnik bezpieczeństwa) w miejscu pomiaru. Program wylicza współczynnik bezpieczeństwa dla każdego przebadanego przekroju poprzecznego pnia. Współczynnik bezpieczeństwa w tomografii akustycznej wyliczany jest w procentach. Im wyższy procent tym mniejsze zagrożenie. Powyżej 150% zagrożenie złamaniem jest niskie, pomiędzy 100% a 150% zagrożenie jest umiarkowane, pomiędzy 100% a 50% zagrożenie jest wysokie, poniżej 50% zagrożenie jest ekstremalne.

Uwagi metodyczne i ograniczenia

Tomografia soniczna jest metodą pośrednią, a uzyskany obraz stanowi model matematyczny rozkładu prędkości fal, a nie bezpośrednie odwzorowanie struktury drewna. W związku z tym:

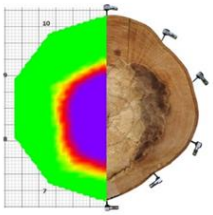
- wynik zależy od poprawności rozmieszczenia czujników i jakości kontaktu z drewnem,
- na prędkość fal wpływają również czynniki fizyczne (np. wilgotność, temperatura, anizotropia drewna),
- metoda ogranicza się do analizy pojedynczego przekroju (badanie ma charakter lokalny),
- interpretacja wymaga doświadczenia oraz korelacji z innymi metodami (np. rezystografia, test obciążeniowy).

Tomografię należy traktować jako element kompleksowej diagnostyki drzewa, wspierający ocenę jego statyki i bezpieczeństwa, a nie jako samodzielną podstawę do podejmowania decyzji o usunięciu drzewa.

Dokładność pomiaru czasu	± 2 mikrosekundy
Czujnik	Czujnik piezoelektryczny SD02 niskoszumowy
Liczba czujników	Od 8 do 32
Wielkość wzmacniacza	127 x 58 x 25 mm
Pobór energii	240 mW
Zasilanie	Standardowy akumulator 9 V
Czas pracy ciągłej*	Ok. 2 godz.
Walizka ochronna	Peli Case 1500EU
Waga całkowita**	6 kg
Złącze PC	RS232 przez kabel lub Bluetooth
Czas transmisji danych na 1 uderzenie czujnika	Poniżej 1 s
Całkowity czas pomiaru 1 drzewa***	20 min
Zakres temperatury roboczej	0-40 °C

*z 1 baterią
**bez PC, z walizką, młotkami i 10 czujnikami
***1 warstwa, z montażem, rejestracją geometrii, ostukiwaniem i demontażem, z użyciem 10 czujników

Rysunek 3 Charakterystyka badania tomograficznego



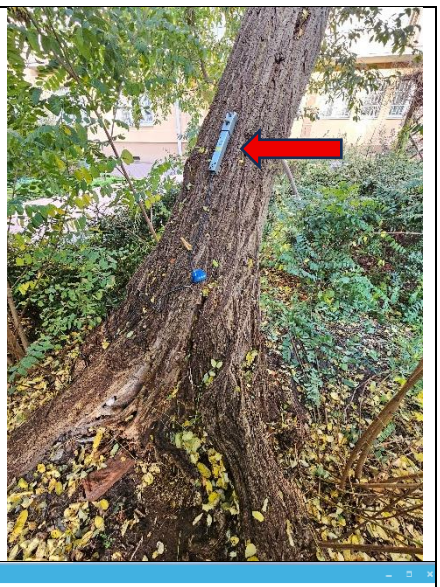
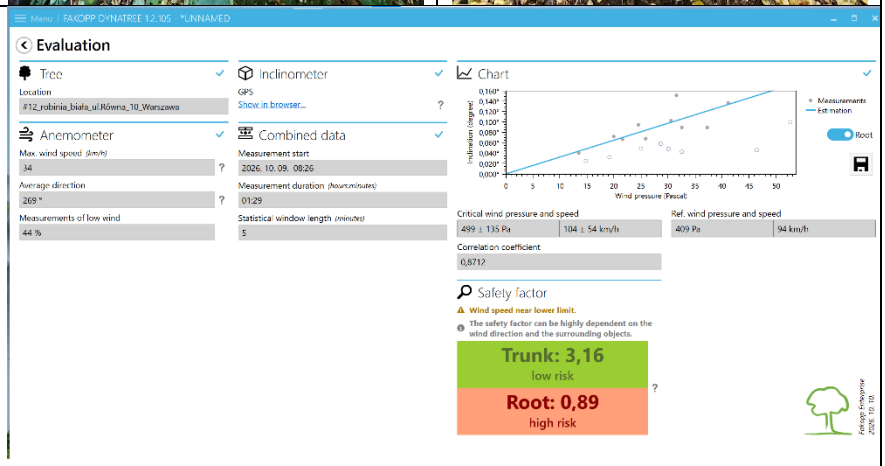
Rysunek 4 Wizualizacja badania

Wyniki testu dla drzewa nr 10

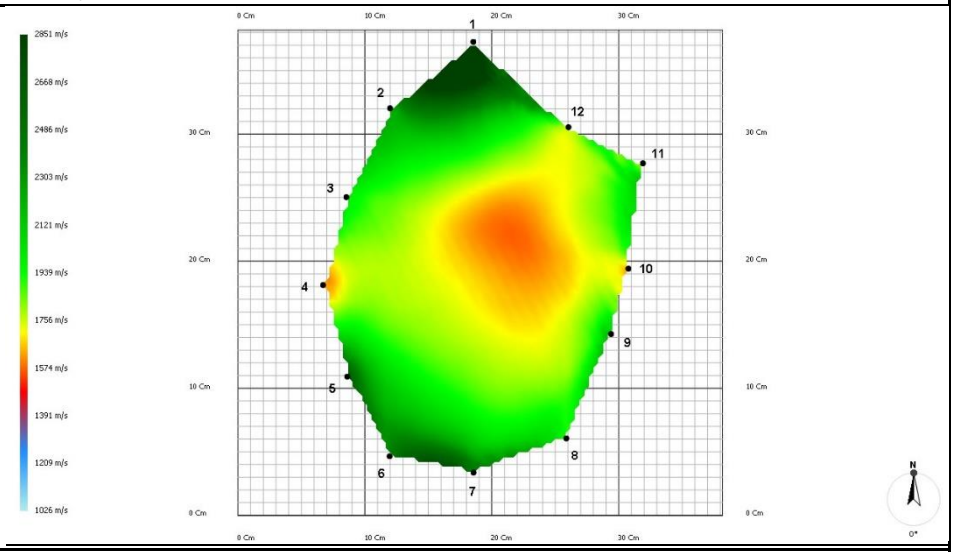
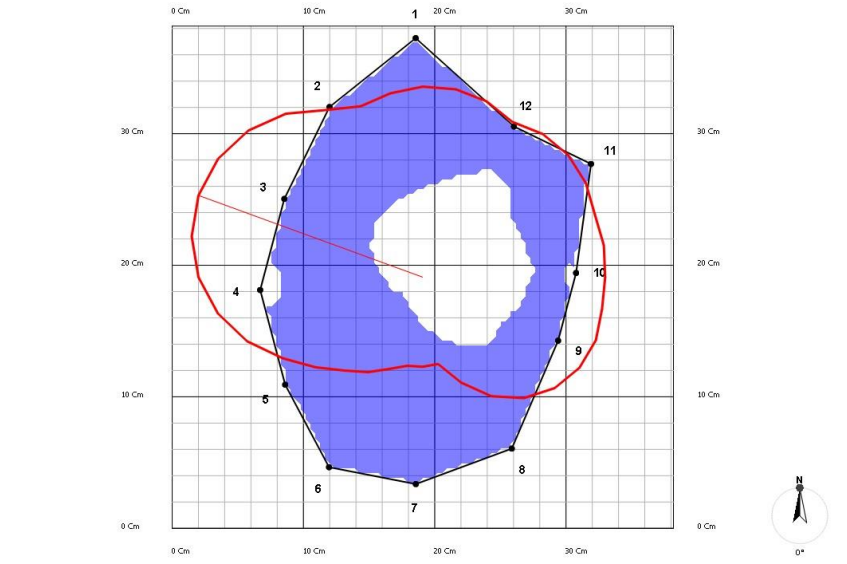
PODSTAWOWE DANE									Nr BOŚ:	Brak
Lokalizacja:	Dz. ew. nr 88; obręb 4-13-05 Warszawa, ul. Równa 12								**Współrzędne drzewa:**	**52.260763, 21.045275**
									Współrzędne anemometru:	**52.2603755;21.0439461**
Dzielnica:	Warszawa – Praga Północ								**Stan drzewa:**	**Drzewo wysokiego ryzyka***
Gatunek:	robinia biała (Robinia pseudoacacia)								**Faza rozwoju:**	Drzewo dojrzałe
Obwód na wys. 130 cm [cm]:	130								**Faza witalności wg Roloffa:**	**2**
Odczyn gleby (Ph):	7								**Wysokość [m]:**	**13,5**
Wymiary korony [m]:	**N**	**7,5**	**E**	**2,5**	**S**	**3,5**	**W**	**2,5**		
Powierzchnia korony [m²]:	**101,8**									

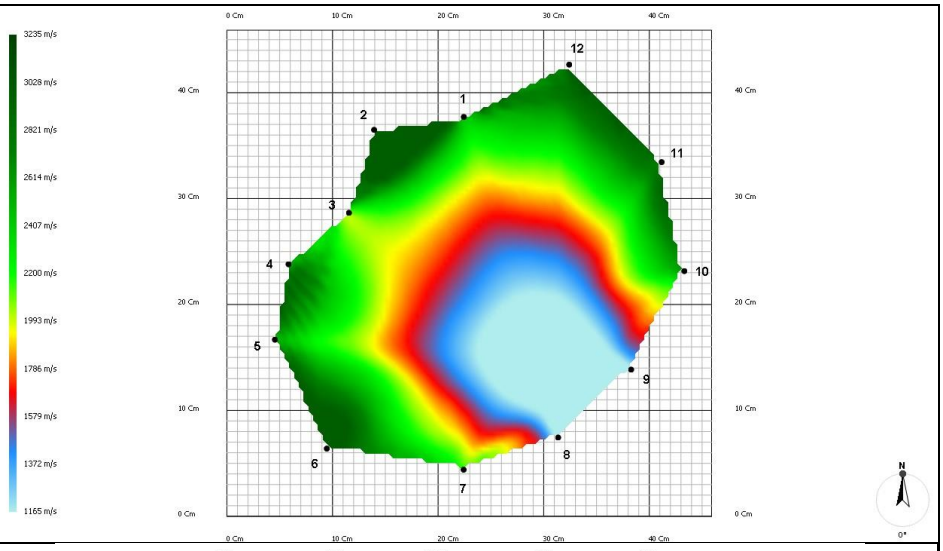
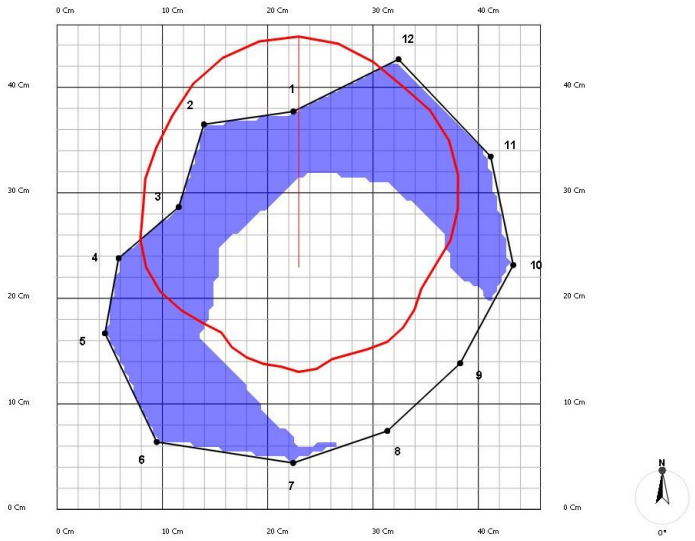
OTOCZENIE	
Opis otoczenia (obiekty w zasięgu drzewa, kolizje z otoczeniem):	Drzewo rośnie na wewnętrznym dziedzińcu nieruchomości przy ul. Równej 12, na terenie urządzonej zieleni towarzyszącej zabudowie wielorodzinnej. Drzewo znajduje się przy głównej drodze wewnętrznej prowadzącej od bramy wjazdowej do wiaty śmietnikowej, w odległości ok. 1,60 m od jej krawędzi. Droga posiada nawierzchnię z kostki betonowej, ograniczoną obrzeżem chodnikowym. Warunki siedliskowe stosunkowo dobre, ze względu na przewagę powierzchni biologicznie czynnej w obrębie systemu korzeniowego. Jedynie od strony zachodniej występuje nawierzchnia utwardzona.
Opis użytkowania otoczenia:	Użytkowanie terenu niskie. W zasięgu potencjalnego upadku drzewa znajdują się budynek wielorodzinny z balkonami urządzona zieleń przydomowa, ogródki przydomowe, alejki wewnętrzne oraz drewniane donice z uprawami użytkowane przez mieszkańców. Drzewo jest osłonięte od wiatru.
OPIS STANU ZACHOWANIA DRZEWA	
Korona:	Korona asymetryczna, wtórna, po licznych cięciach redukcyjnych, z licznymi pędami traumatycznymi wyrastającymi okółkowo z miejsc po amputacjach. Rany po cięciach słabo zabliźnione. Korona witalna, kondycja zła. Dwa konary głównego przewodnika, rozwijające się w kierunku budynku, były wielokrotnie redukowane w celu zachowania względnej stabilności drzewa.
Nasada korony:	Nasada korony znajduje się na wysokości ok. 2,30 m, gdzie z pochylonego pnia wyrasta pęd, który obecnie równoważy asymetryczny układ korony.
Pień:	Pień silnie pochylony w kierunku północnym pod kątem ok. 35°. Niewykluczone, że w przeszłości drzewo uległo częściowemu wykrotowi. Od strony północnej, od poziomu gruntu do wysokości ok. 85 cm, występuje stary ubytek z rozkładem drewna, przechodzący w ubytek kominowy sięgający nasady korony.
Odziomek i system korzeniowy:	Korzenie zakryte, niewidoczne ze względu na zagospodarowanie terenu zielenią. Odziomek silnie uszkodzony. Nabiegi korzeniowe wykształcone głównie po stronie przeciwnej do kierunku pochylenia pnia, z uszkodzeniami mechanicznymi, martwicą oraz licznymi, intensywnie rozwijającymi się pędami odroślowymi. Od strony zachodniej, pomiędzy dwoma nabiegami korzeniowymi, występuje owocnik grzyba pasożytniczego żółciaka siarkowego. Ogólny stan zachowania drzewa zły, ze względu na rozległe uszkodzenia i ubytki w części odziomkowej.
Chronione gatunki fauny i flory:	Organizmów i siedlisk gatunków objętych ochroną nie zaobserwowano.

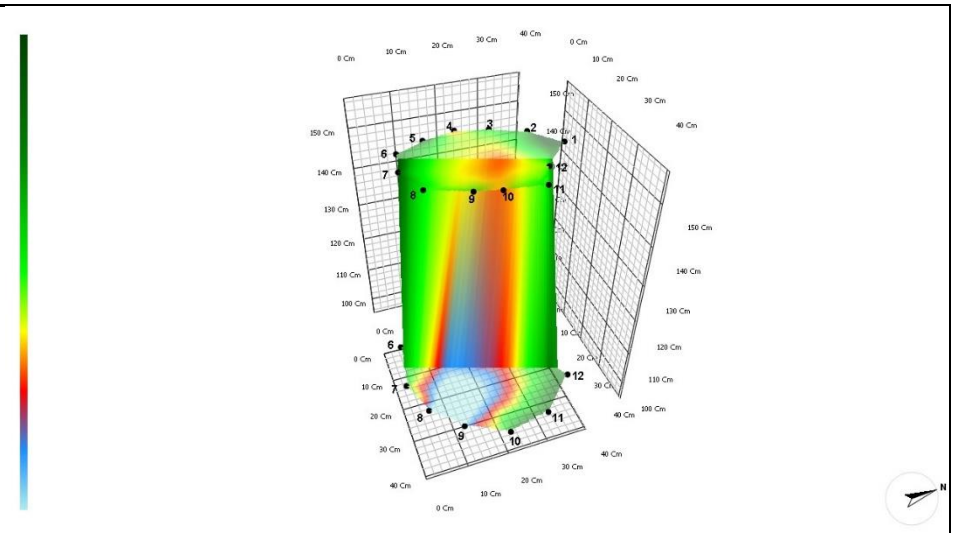
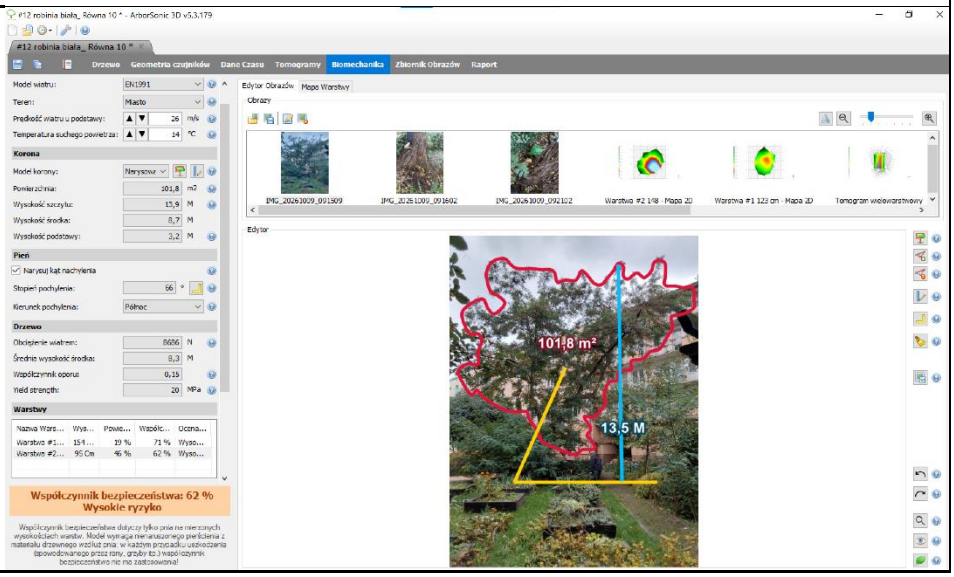
BADANIE TENSOMETRYCZNE	
Data wykonania badania:	**09.10.2026 r.**
Kierunki zamontowania inklinometru i ekstensometru:	**Inklinometr – 300^{o} (NW); Ekstensometr - 152^{0} (SE)**

Miejsce zamontowania inklinometru i ekstensometru:	 
<u>Zestaw pomiarowy 1:</u> **Wynik badania dla inklinometru (współczynnik bezpieczeństwa):** **SF 0,89 = 89%** **Wynik badania dla ekstensometru (współczynnik bezpieczeństwa):** **SF 3,16 = 316%**	 **Inklinometr:** SF 0,89 (współczynnik bezpieczeństwa dla stabilności drzewa w gruncie **poniżej normy: wysokie** ryzyko wykrotu przy prędkości wiatru 94 km/h). **Ekstensometr:** SF 3,16 (współczynnik bezpieczeństwa dla odporności pnia drzewa na złamanie **w normie: niskie** ryzyko złamania przy prędkości wiatru 94 km/h).
Graficzne przedstawienie siły i kierunku wiatru oraz reakcji drzewa na te czynniki podczas próby obciążeniowej dla inklinometru i ekstensometru:	

BADANIE TOMOGRAFICZNE nr 1	
Data wykonania badania:	**09.10.2026 r.**
Wysokość wykonania	**154**

tomogramu [cm]:	
Obwód pnia/konaru w miejscu wykonania tomogramu [cm]:	**123**
Wynik badania (poziom bezpieczeństwa %):	**SF = 71%** **współczynnik bezpieczeństwa poniżej wartości referencyjnej:** w miejscu badania ryzyko złamania się drzewa jest **wysokie** dla wiatru o prędkości 94 km/h.
Tomogram:	
Kierunek występowania największych naprężeń:	
BADANIE TOMOGRAFICZNE nr 2	
Wysokość wykonania tomogramu [cm]:	**95**
Obwód pnia/konaru w miejscu wykonania tomogramu [cm]:	**148**
Wynik badania (poziom bezpieczeństwa %):	**SF = 62%** **współczynnik bezpieczeństwa poniżej wartości referencyjnej**: w miejscu badania rezerwa odporności pnia na złamanie jest niewystarczająca dla wiatru o prędkości 94 km/h.

Tomogram:	
Kierunek występowania największych naprężeń:	
PODSUMOWANIE	
Uwagi do badań:	1) Badanie tomograficzne poprzedzono diagnostyką podstawową przy wykorzystaniu sondy arborystycznej i młotka diagnostycznego. 2) Badanie tomograficzne wykazało, że: • na wysokości 154 cm od gruntu powierzchnia pnia objęta rozkładem stanowi **19%** powierzchni przekroju pnia. • na wysokości 95 cm od gruntu powierzchnia pnia objęta rozkładem stanowi **46%** powierzchni przekroju pnia.

Tomogram wielowarstwowy:	
Biomechanika	

SPOSÓB INTERPRETACJI WYNIKÓW				
SF – współczynnik bezpieczeństwa	Poniżej 0,5 (50%)	0,5 – 1,0 (50% - 100%)	1,0 -1,5 (100% - 150%)	Powyżej 1,5 (150%)
OCENA RYZYKA	EKSTREMALNE	WYSOKIE	UMIARKOWANE	NISKIE

Podsumowanie:

Lp.	Nr	Rodzaj/ gatunek	Obwód pnia [cm] w pierśnicy	Wynik
1	#10	robinia biała (Robinia pseudoacacia)	130	**Badanie tensometryczne:** • **Stabilność drzewa w gruncie poniżej wartości referencyjnej (SF 0,89).** **Odporność badanego odcinka pnia na złamanie powyżej wartości referencyjnej (SF 3,16).** **Badanie tomograficzne:**

				• **SF badanych przekrojów pnia poniżej wartości referencyjnej (SF 0,71 oraz 0,62).** **Wyniki dla wiatru o prędkości 94 km/h.**
	Wnioski, uwagi i zalecenia			
2	**1. Wyniki próby obciążeniowej** Badanie dynamiczne DynaTree wykazało SF stabilności w gruncie 0,89 i SF odporności badanego odcinka pnia na złamanie 3,16, dla referencyjnej prędkości wiatru 94 km/h. Stabilność w gruncie nie osiąga przyjętego poziomu SF > 1,5. Korzystny wynik pomiaru odkształceń pnia nie zastępuje oceny stabilności ani odporności innych przekrojów pnia. Maksymalny wiatr podczas pomiaru wyniósł 34 km/h, a średni kierunek 269° (W). Kierunkowy charakter badania i osłonięcie dziedzińca ograniczają odnoszenie wyników do wszystkich kierunków oddziaływania wiatru. **2. Wyniki tomografii** W przekroju na wysokości 154 cm, o obwodzie 123 cm, modelowy udział obszaru oznaczonego jako rozkład wynosi około 19%, a SF badanego przekroju 71% (0,71). Na wysokości 95 cm, przy obwodzie 148 cm, udział ten wynosi około 46%, a SF 62% (0,62) dla prędkości wiatru 26 m/s. Oba wyniki wskazują na niewystarczającą rezerwę odporności badanych przekrojów na złamanie. Ubytek kominowy i uszkodzenia odziomka należy uwzględniać łącznie z wynikami tomografii. **3. Zagrożenie dla ludzi i mienia** Drzewo stwarza zagrożenie dla ludzi i mienia ze względu na niewystarczającą stabilność w gruncie, osłabienie przekrojów pnia, silne pochylenie i rozległe uszkodzenia odziomka. Potencjalne skutki obejmują wywrócenie drzewa lub złamanie pnia w kierunku alejek, ogródków, tarasów i budynku. Witalna korona nie kompensuje osłabienia mechanicznego. Obecność owocnika przy odziomku wskazuje na aktywność grzyba rozkładającego drewno. **4. Użytkowanie otoczenia i klasa ryzyka** Przyjmuje się niskie użytkowanie otoczenia (N), zgodnie z opisem dziedzińca i załącznikiem 6 Standardu przeglądów i analiz dendrologicznych w m.st. Warszawie z 2025 r. Utrzymuje się klasę wysokiego ryzyka (3), uwzględniając łączne występowanie rozległych uszkodzeń odziomka i nabiegów korzeniowych, ubytku kominowego, niewystarczającej stabilności w gruncie oraz niskiej odporności badanych przekrojów pnia na złamanie. **5. Zalecane prace i zakres redukcji** **Zaleca się usunięcie drzewa i zastąpienie go nowym nasadzeniem**. Korona była wielokrotnie redukowana i jest w znacznej części zbudowana z pędów odroślowych przy słabo zarastających ranach. Kolejna silna redukcja ograniczyłaby aparat asymilacyjny i zdolność odbudowy korony, nie usuwając przyczyny osłabienia odziomka oraz dolnych części pnia. Łączne wyniki badań i stan struktur nośnych nie dają podstaw do zalecenia redukcji jako trwałego sposobu zachowania drzewa. Do czasu wykonania prac ograniczyć w miarę możliwości dostęp do strefy potencjalnego upadku.			

*Zgodnie ze Standardami przeglądów i analiz dendrologicznych m. st. Warszawy (załącznik do zarządzenia nr 688/2025 Prezydenta m. st. Warszawy z 25.04.2025)

Uwaga:

Współczynniki bezpieczeństwa drzewa obliczono dla prędkości wiatru 26 m/s (93,6 km/h), tj. wartości wyższej niż podstawowa prędkość referencyjna wiatru (22 m/s) przyjmowana dla warunków Polski centralnej według PN-EN 1991-1-4. Przyjęcie wyższej wartości ma charakter konserwatywny i wynika z zasady przezorności, która powinna być stosowana w diagnostyce drzew miejskich. Uwzględnia ono rosnące znaczenie gwałtownych zjawisk pogodowych, w tym silnych porywów wiatru, a także specyfikę terenów zurbanizowanych, gdzie drzewa często rosną w warunkach ograniczonej przestrzeni korzeniowej, w sąsiedztwie infrastruktury oraz w miejscach intensywnie użytkowanych przez

ludzi.
Wynik badania należy traktować jako teoretyczną ocenę bezpieczeństwa drzewa przy przyjętym podwyższonym obciążeniu wiatrem, z zastrzeżeniem, że rzeczywista stabilność drzewa może ulec zmianie pod wpływem warunków atmosferycznych, stanu gruntu, uszkodzeń mechanicznych, rozwoju procesów chorobowych lub późniejszych ingerencji w otoczeniu drzewa. Wyniki odnoszą się wyłącznie do stanu zachowania drzewa oraz warunków środowiskowych istniejących w dniu wykonania badania. Zarządca nieruchomości, na której rosną drzewa powinien dokonywać systematycznych przeglądów drzew, odnotowując ewentualne zmiany w stanie zachowania i podejmując niezbędne działania w celu zminimalizowania ryzyka spowodowanego obecnością drzew.

DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA badania z dnia 09.10.2026 r.



