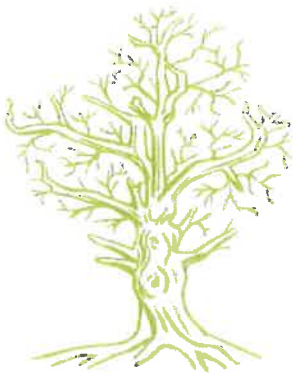
ARBORIA - INSPEKCJA I DIAGNOSTYKA DRZEW

MARZEC 2021

RAPORT Z DIAGNOSTYKI DRZEW

ZAWARTOŚĆ: DĄB SZYPUŁKOWY, RADZEWICE



ZAMAWIAJĄCY:	**Gmina Mosina**
WYKONAWCA BADAŃ I DOKUMENTACJI:	**Arboria - Anna Gnach, Kamil Witkoś - Gnach**
DATA:	**26 marca 2021**

ARBORIA - ANNA GNACH
BOŻKOWICE 34A, 59-830 OLSZYNA
BIURO@ARBORIA.NET.PL TEL. 534995087

SPIS TREŚCI

1. **Wstęp** 2
2. **Metodyka** 2
3. **Literatura** 4

1. WSTĘP

CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Celem opracowania jest przedstawienie raportu z badań diagnostycznych drzewa z zastosowaniem statycznej próby obciążeniowej. Oględziny i prace terenowe zostały przeprowadzone 3 marca 2021 r.

Do pomiarów wykorzystano dalmierz laserowy Forestry Pro, taśmę mierniczą z atestem, zestaw do próby obciążeniowej DynaTim Rinntech wraz z oprogramowaniem oraz klupę.

2. METODYKA

STATYCZNA PRÓBA OBCIĄŻENIOWA

Test obciążeniowy jest jedną z najbardziej zaawansowanych metod stosowanych w ocenie stabilności drzew. Badanie polega na symulacji obciążenia wiatrem oraz mierzeniu reakcji drzewa na powstałe siły. Dane mierzone przez czujniki dostarczają informacji na temat odporności pnia na złamanie i stabilności drzewa w gruncie. Metoda oraz formuły matematyczne do oceny danych pomiarowych zostały opracowane przez Wesollego[1]. Obciążenie zastępujące napór wiatru jest przenoszone w sposób kontrolowany do określonej granicy elastyczności drzewa za pomocą liny i urządzenia ciągnącego. Drzewo reaguje na siłę odkształceniami włókien skrajnych pnia (ściśnięciem lub wydłużeniem), które rejestrowane są cyfrowo za pomocą czujników (elastometry) z dokładnością do 0,001 mm. Jednocześnie następuje obciążenie podstawy pnia, którego pomiar odbywa się za pomocą czujników kąta przechylenia (inklinometry) z dokładnością do 0,001º. Badanie przy użyciu próby obciążeniowej dostarcza informacji dotyczących odporności pnia na złamanie i całego drzewa na wykrot jedynie dla miejsca objętego badaniem. Nie uwzględnia upadku poszczególnych konarów i innych części drzewa.

Na podstawie zebranych informacji obliczany jest współczynniki bezpieczeństwa pnia i systemu korzeniowego dla przyjętej wartości wiatru (zazwyczaj huraganowego wiatru - 33 m/s). Uzyskane wyniki pomiaru oraz podstawowe dane dendrometryczne drzewa są wprowadzane do programu kalkulacyjnego *DynaTim* i tam poddawane analizie. Dzięki ekstrapolacji zarejestrowanych danych oraz porównaniu z empirycznymi wartościami pomiaru można oszacować stabilność w gruncie i wytrzymałość drzewa na złamanie w przypadku dużego naporu wiatru (najczęściej o sile 12 Bft). Wynikiem jest wartość

[1] Wessolly, L., M. Erb 1998. Handbuch der Baumstatik und Baumkontrolle. Patzer Verlag: Berlin, Niemcy.

współczynnika bezpieczeństwa określająca wytrzymałość na złamanie oraz stabilność drzewa w warunkach panujących podczas orkanu.

W programie DynaTim podczas obliczania obciążenia wiatrem uwzględniane są czynniki specyficzne dla drzewa oraz czynniki topograficzne, takie jak: powierzchnia korony i jej główny punkt obciążenia wiatrem (ustalone za pomocą programu Rinntech ArWiLo), aerodynamiczne zachowanie drzewa (wartość współczynnika Cw), współczynnik terenowy (odzwierciedla warunki panujące w terenie, które hamują przepływ wiatru, np. nierówność podłoża), współczynnik porywistości (określa wpływ efektów potęgujących siłę wiatru oraz turbulencji np. obustronnie zabudowana ulica, tzw. efekt „dyszy"), ciśnienie atmosferyczne. Do badań użyto dedykowanego zestawu urządzeń pomiarowych oraz oprogramowania *DynaTim* marki Rinntech.

OCENA STATYKI

Wyliczenia są oparte na danych dotyczących wytrzymałości drewna danego gatunku na złamanie, które zostały odpowiednio zmodelowane, aby umożliwić obliczenie współczynnika bezpieczeństwa (safety factor - SF) badanego drzewa. Współczynnik bezpieczeństwa jest wartością określaną dla danego elementu konstrukcji/drzewa jako stosunek granicznej wartości naprężenia do rzeczywistej wartości naprężenia występującego w tym elemencie. Jako naprężenia graniczne przyjmuje się wytrzymałość na rozciąganie, granicę plastyczności lub wytrzymałość na zmęczenie. Współczynnik bezpieczeństwa o wartości 1 (100%) oznacza, że drzewo nie posiada rezerw bezpieczeństwa, na których może się opierać. Analizy wykonywane do oceny statyki drzew zazwyczaj stosują współczynnik bezpieczeństwa na poziomie 1,5 (150%). Drzewa o współczynniku bezpieczeństwa większym niż 1,5 są uważane za zdolne do wytrzymania tak ekstremalnych warunków wiatru. Drzewa o współczynniku bezpieczeństwa mniejszym niż 1,5 wymagają dalszych działań ograniczających ryzyko w ich otoczeniu. Metodyka oraz oprogramowanie do analizy danych zostały opracowane na podstawie wieloletnich badań wykonanych na tysiącach drzew. Taki margines bezpieczeństwa jest wystarczający w przypadku drzew, dlatego że w przeciwieństwie do struktur budowlanych, drzewa mogą utrzymać lub nawet wzmocnić rezerwy wytrzymałości naprężeń dzięki rocznym przyrostom drewna.

3. LITERATURA

Brudi, E., van Wassenaer, P. (202): Trees and statics: nondestructive failure analysis. In Smiley, E. T, & Coder, Kim (Hrsg.) 2002. Tree structure and mechanics conference proceedings. Champaign Il

Hirons A., Thomas P., (2018): Applied Tree Biology. Oxford: Wiley.

Koizumi, A., Hirai, T. (2006): Evaluation of section modulus for tree-stem cross sections of irregular shape. In: Journal of Wood Science 52 (3).

Lonsdale D., (2014): Principles of Trees Hazar Assessment and Management. Stonehouse: Arboricultural Association.

Lonsdale D., (ed.) (2013): Ancient and ocher veteran trees: further guidance on management. London: The Trees Council.

Niklas, K. J., Spatz, H.-Ch. (2010): Worldwide correlations of mechanical properties and green wood density. American Journal of Botany 97 (10): 1587–1594.

Schwarze F., Engels J., Mattheck C. (2004): Fungal Strategies of Wood Dechy in Trees. Berlin: Patzer-Verlag.

Spatz, H.-Ch. (1994): Ein Kommentar zur mechanischen Stabilität hohler Bäume. Das Gartenamt (2): 92—95.

Spatz, H.-Ch. (2013): Zur Stabilität hohler Bäume. In: Deutsche Akademie für Sachverständige Grün (Hrsg.): Tagungsband Gehölzsymposium 2013 Hannover. 224-232

Strouts R.G., Winter, T.G. (2014): Diagnosis of ill-health in trees. Stonehouse: Arboricultural Association.

Witkoś-Gnach, K., Tyszko-Chmielowiec, P. (eds.) (2014): Drzewa w krajobrazie. Podręcznik praktyka. Wrocław: Fundacja Ekorozwoju.

Witkoś-Gnach, K., Tyszko-Chmielowiec, P. (eds.) (2016): Drzewa w cyklu życia. Europejscy praktycy na rzecz arborystyki. Wrocław: Fundacja Ekorozwoju.

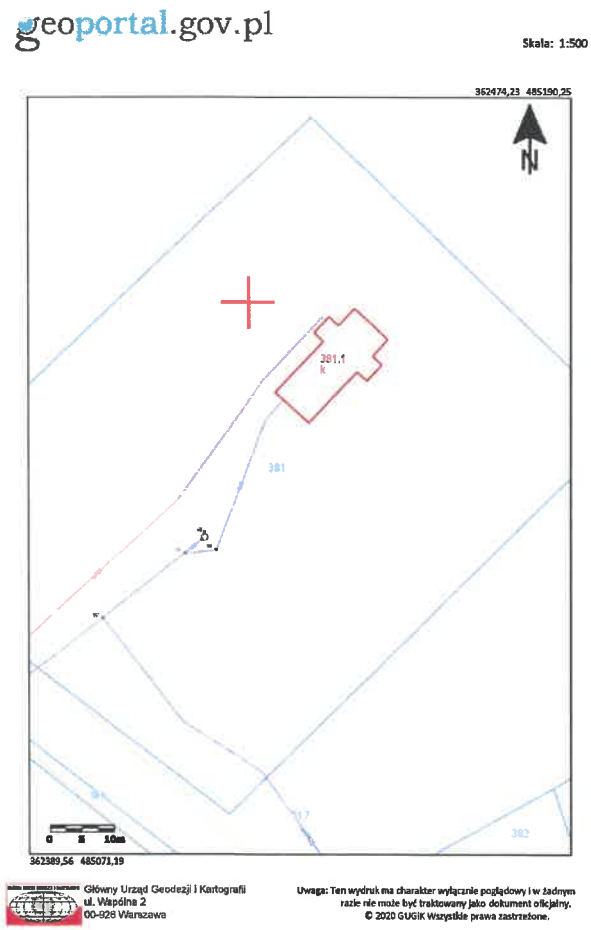
Wessolly, L., Erb, M. (2016): Manual of Trees Statics and Tree Inspection. Berlin: Patzer-Verlag.

ZAŁĄCZNIK NR 1 - RAPORT Z DIAGNOSTYKI DRZEWA

1. PODSTAWOWE DANE I PARAMETRY DRZEWA

NR	1	GATUNEK	**Dąb szypułkowy** ***Quercus robur***	WYSOKOŚĆ DRZEWA [m]	**28,2**	OBWÓD PNIA [cm]	**446**

LOKALIZACJA DRZEWA: DZIAŁKA NR EWID. 381, OBRĘB RADZEWICE



2. WNIOSKI I ZALECENIA

Przeprowadzone badanie diagnostyczne oraz stwierdzone cechy diagnostyczne znacząco wpływają na osłabienie stabilności drzewa. Jednak nie występują w zakresie, który kwalifikowałby drzewo do usunięcia. Drzewo posiada status pomnika przyrody oraz wykazuje dużą wartość przyrodniczą (siedlisko kozioroga dębosza), dendrologiczną i krajobrazową.

Drzewo posiada pęknięcie z dwóch stron rozwidlenia i należy podkreślić, że badanie diagnostyczne przy użyciu testu obciążeniowego sprawdza elastyczność drewna, jednak metodyka badania nie pozwala na sprawdzenie istoty pęknięć - ta kwestia pozostaje głównie w zakresie oceny wzrokowej.

Kondycja drzewa jest osłabiona i uwzględniając obecną witalność drzewa oraz uszkodzenia na pniu przewiduje się, że ogólna kondycja drzewa będzie ulegała dalszemu osłabieniu.

Próba obciążeniowa wykazała osłabienie stabilności drzewa. Stwierdzone osłabienie jest znaczące i wymaga dalszych działań w celu zachowania bezpieczeństwa w otoczeniu drzewa. Symulacja w programie DynaTim wskazuje, że redukcja korony i zmniejszenie jej powierzchni o ok. 9% (z wartości ok. 228 m^2 do ok. 207 m^2) pozwoli na zwiększenie współczynnika bezpieczeństwa dla inklinacji do poziomu SF=2,4 oraz dla elastyczności do poziomu SF=1,5. Ze względu na znaczne osłabienie wykonanie zabiegów ocenia się jako pilne, optymalnie powinny być przeprowadzone do czerwca-lipca 2021.

Poniżej zaprezentowano odpowiedzi i komentarze na kwestie wskazane przez zlecającego:

- PYTANIE: „określenie czy zasadnym jest wprowadzenie rozwiązań alternatywnych w stosunku do zdjęcia ochrony (pomnik przyrody), poprzez przeprowadzenie zabiegów obniżających koronę drzewa, zastosowanie wiązań sztywnych bądź elastycznych lub spięcie pnia. Wskazanie, czy zasadnym jest wygrodzenie terenu w obrębie pomnika przyrody"
  ODPOWIEDŹ: zasadne jest podjęcie wszelkich działań pozwalających na jak najdłuższe funkcjonowanie drzewa z uwzględnieniem oczekiwań dotyczących bezpieczeństwa. Próba obciążeniowa wykazała, że obecnie drzewo nie wykazuje wymaganej odporności na złamanie pnia w badanym odcinku i stanowi to podstawę do wykonania redukcji korony drzewa (szczegóły opisano wyżej). Wygrodzenie otoczenia drzewa w celu zmniejszenia stopnia użytkowania jest zasadne i zalecane.
  Poza osłabieniem pnia stwierdzono znaczne osłabienie w nasadzie głównych przewodników. Wykonanie redukcji korony od góry również wpłynie na zmniejszenie sił działających w rozwidleniu, jednak stopień osłabienia rozwidleń jest na tyle duży, ze warto wdrożyć dodatkowe działania zabezpieczające. Dlatego zalecane jest zamontowanie mechanicznych wzmocnień w koronie w jednym z poniższych wariantów:
  - WARIANT 1 - zastosowanie przewiertowego (stalowego) wiązania w pniu; należy wykonać co najmniej dwa wiązania jedno nad drugim, przy czym górne nie powinno być wyżej niż samo rozwidlenie. Rozwiązanie z zastosowaniem przewiertu wymaga wystarczająco grubej ścianki pnia, aby zapobiec zapadnięciu się ścianek i powstania dalszych uszkodzeń. Ze względu na rozległy ubytek w pniu (stwierdzono w ramach odrębnej opinii) zastosowanie wiązania przewiertowego.
  - WARIANT 2 - zastosowanie dwóch poziomów wiązań (syntetycznych) w koronie drzewa. Na wysokości ok. 1/4 od rozwidlenia należy zastosować wiązanie statyczne, które usztywni pęknięte rozwidlenie. Dodatkowo na wysokości ok. 2/3 od rozwidlenia należy zamontować wiązanie dynamiczne umożliwiające swobodny ruch korony drzewa. Należy stosować

jedynie atestowane zestawy wiązań, dopuszczone do stosowania na drzewa, montaż należy wykonać zgodnie z instrukcja i wytycznymi producenta.

- PYTANIE: „wskazanie czy konieczna jest redukcja korony i pozostawienie tzw. świadka."
  ODPOWIEDŹ: ocena diagnostyczna drzewa nie wykazała potrzeby wdrożenia tak daleko idących prac. Jednak przewiduje się, że w kolejnych latach kondycja drzewa będzie ulegała dalszemu osłabieniu stąd pozostawienie świadka jest zasadnym rozwiązaniem do wdrożenia w przyszłości, kiedy dojdzie do znacznego osłabienia stanu drzewa.

Dodatkowe zalecenia:

- Ze względu na występujące martwe konary i gałęzie zalecane jest wykonanie kontroli martwych części korony i ich usunięcie lub skrócenie. Susz konarowy na dębach szypułkowych może być trwały i przez lata spełniać istotną rolę przyrodniczą dlatego co do zasady powinien być kontrolowany i usuwany jedynie w razie potrzeby.
- Z uwagi na stwierdzenie cech wskazujących na osłabienie stabilności drzewa rekomendowana jest pełna kontrola wizualna conajmniej raz w roku. Po wystąpieniu gwałtownych zjawisk pogodowych zalecane jest wykonywanie przeglądu, w celu sprawdzenia czy na drzewie (lub w jego otoczeniu) doszło do znaczących zmian i weryfikacji występowania oczywistych cech diagnostycznych, wymagających bezzwłocznego działania. Ewentualne prace w kolejnych latach powinny wynikać z zaleceń w ramach corocznych przeglądów.

3. PARAMETRY I WYNIKI BADAŃ

OCENA STATYKI W PRÓBIE OBCIĄŻENIOWEJ

Próba obciążeniowa wykazała, że w momencie badania drzewo, przy obecnych parametrach, **spełnia wymagania modelu w zakresie stabilności drzewa w gruncie, jednak nie spełnia wymagań modelu w zakresie odporności na złamanie** w badanym odcinku.

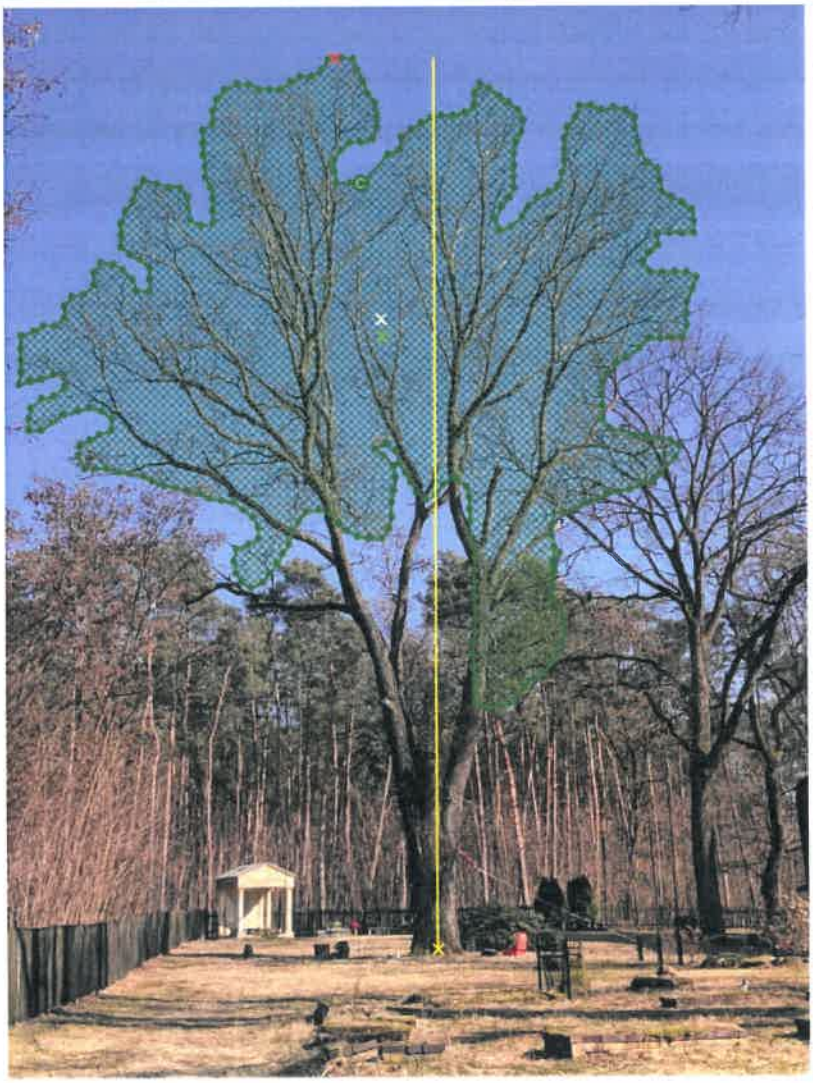
W badaniu uzyskano następujące wyniki:

- współczynnik bezpieczeństwa dla inklinacji świadczy o **wystarczającej stabilności drzewa w gruncie.** Uzyskano wartości na poziomie SF=2,0.
- Współczynnik bezpieczeństwa uzyskany dla elastometrów wynosi SF=1,2 przy zalecanym minimum SF=1,5 co oznacza **niewystarczającą odporność na złamanie pnia** w badanym odcinku.

WSPÓŁCZYNNIK BEZPIECZEŃSTWA DLA STABILNOŚCI DRZEWA W GRUNCIE	WSPÓŁCZYNNIK BEZPIECZEŃSTWA DLA ODPORNOŚCI PNIA NA ZŁAMANIE PNIA
SF=2,0	**SF=1,2**

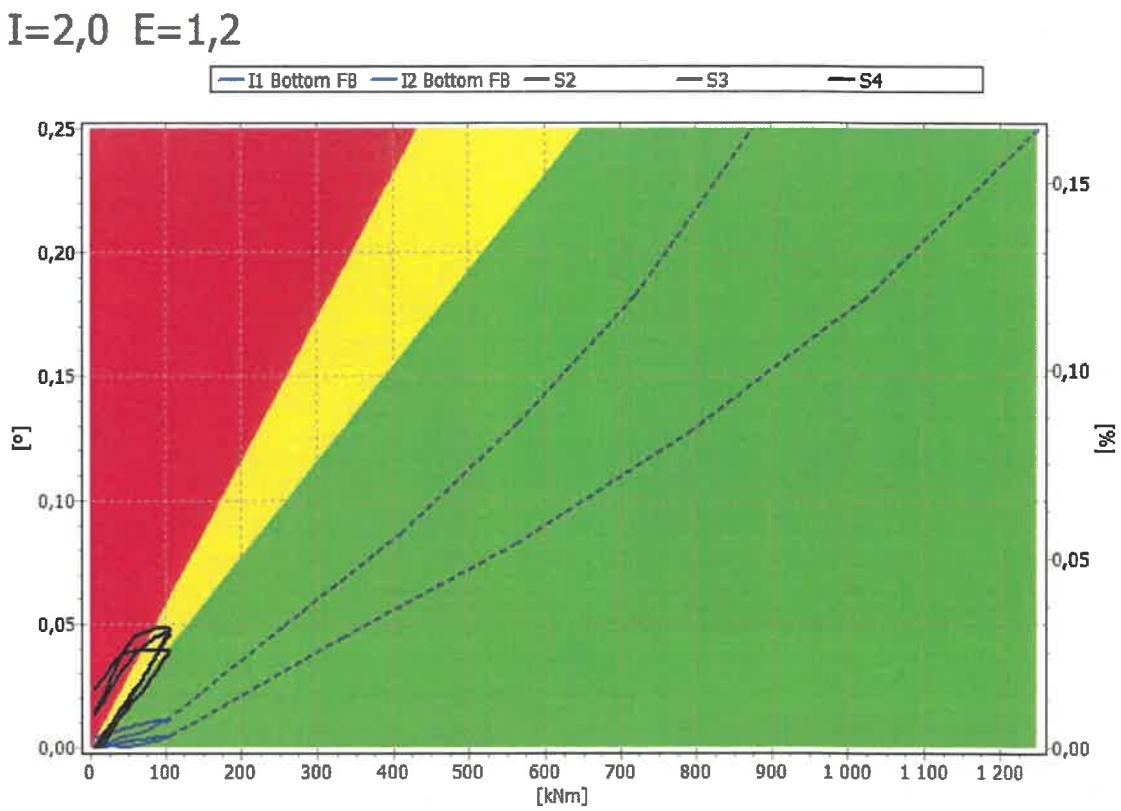
I. PRÓBA OBCIĄŻENIOWA

PARAMETRY KORONY DRZEWA ORAZ ANALIZA OBCIĄŻENIA WIATREM WYKONANA ZA POMOCĄ PROGRAMU ARWILO:		
Powierzchnia korony	228	[m²]
Wysokość środka korony	19,4	[m]
Wysokość głównego punktu naporu wiatru	19,9	[m]
Siła oddziałująca na koronę	54	[kN]
Moment zginający pień	1079	[kNm]
Moment skręcający	91	[kNm]



PARAMETRY BADANIA		DANE CZUJNIKÓW		
Wysokość drzewa [m]	28,2	Inklinacja - wysokość czujników [m]	I1	0,17
Wysokość punktu ciągnięcia [m]	4,6		I2	0,30
Odległość do punktu kotwienia [m]	14,5	Elastyczność - wysokość czujników [m]	E1	1,11
Kierunek ciągnięcia	90°E		E2	1,62
		Elastyczność - długość szpilki czujnika [mm]	E1	490
			E2	490

WYKRES 1.3. WSPÓŁCZYNNIK BEZPIECZEŃSTWA OZNACZONY KOLOROWYMI POLAMI: ZIELONE>1,5, ŻÓŁTE 1-1,5, CZERWONE <1. POMIAR INKLINACJI DRZEWA WSKAZUJĄ NIEBIESKIE LINIE, CZARNYMI OZNACZONO POMIAR ELASTYCZNOŚCI PNIA.

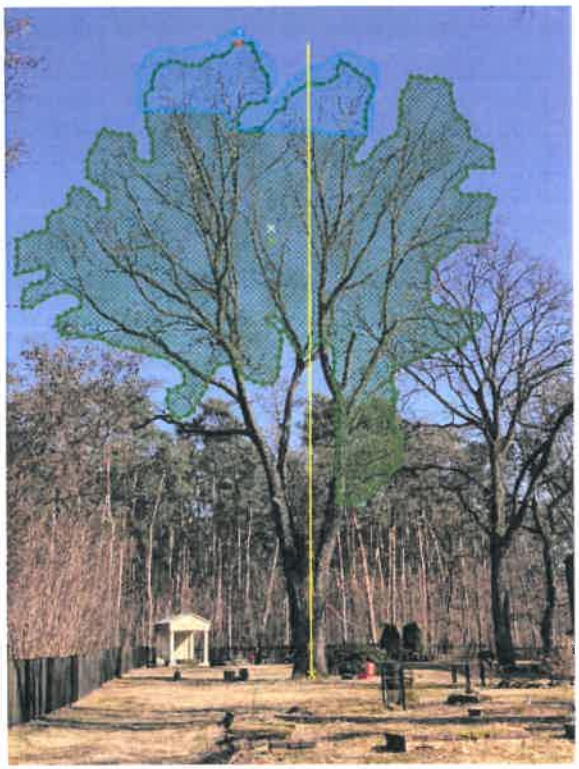


4. DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA

FOT. 1.1. TEST OBCIĄŻENIOWY. UMIEJSCOWIENIE CZUJNIKÓW

FOT. 1.2. TEST OBCIĄŻENIOWY WYKONANO Z ZASTOSOWANIEM 4 ELASTOMETRÓW I 2 INKLINOMETRÓW.

FOT. 1.3. W NASADZIE KORONY WIDOCZNE PĘKNIĘCIE. ZNAJDUJE SIĘ ONO POMIĘDZY JEDNYM Z GŁÓWNYCH PRZEWODNIKÓW, A TYLCEM PO UTRACONYM PRZEWODNIKU.



FOT. 1.4. KOLOREM NIEBIESKIM ZAZNACZONO POGLĄDOWY ZAKRES REDUKCJI KORONY (O 9%) WYMAGANY ZE WZGLĘDU NA OSŁABIENIE STABILNOŚCI DRZEWA.

FOT. 1.5. WIDOCZNE PĘKNIĘCIE POMIĘDZY PRZEWODNIKAMI.

FOT. 1.6. ZBLIŻENIE NA PĘKNIĘCIE W NASADZIE KORONY