
Ekspertyza w zakresie oceny statyki i bezpieczeństwa w otoczeniu drzew

Przedmiot opracowania:

2 lipy drobnolistne - nr ew. 4/13 i 5/13
Stare Kawkowo
Aleja Klonowa (Gamerki Wielkie-Jonkowo)

Zleceniodawca:

Stowarzyszenie Ekologiczno-Artystyczne Ręką Dzieło
Godki 21, 11-042 Jonkowo
(działające na zlecenie Fundacji ekologicznej Arka)

Grudzień 2015

Wykonawca: EKO-TREK Jerzy Stolarczyk
Żmigród (55-140), Jamnik 1



Spis treści

1. Wstęp	3
2. Przedmiot badania	3
3. Wykonawca badania	3
4. Metodyka badania.....	4
5. Lipa drobnolistna nr ew. 4/13	6
5.1. Lipa nr ew. 4/13. Parametry drzewa i wybrane informacje istotne dla jego stanu	6
5.2. Lipa nr ew. 4/13. Wyniki próby obciążeniowej	7
5.3. Lipa nr ew. 4/13. Podsumowanie.....	8
6. Lipa drobnolistna nr ew. 5/13	9
6.1. Lipa nr 5/13. Parametry drzewa i wybrane informacje istotne dla jego stanu	9
6.2. Lipa nr 5/13. Wyniki badania wnętrza pnia tomografem sonicznym.....	10
6.3. Lipa nr 5/13. Wyniki próby obciążeniowej	11
6.4. Lipa nr 5/13. Podsumowanie.....	13

1. Wstęp

Niniejsza ekspertyza powstała dla Stowarzyszenia Ekologiczno- Artystycznego Ekologiczno-Artystyczne Ręką Dzieło z siedzibą w miejscowości Godki 21, 11-042 Jonkowo działającego na zlecenie Fundacji ekologicznej Arka) zgodnie z umową nr 1/2015 z dnia 24.09.2015r z aneksem z dnia 25.09.2015. Wykonawcą jest Jerzy Stolarczyk prowadzący firmę pod nazwą EKO-TREK z siedzibą w miejscowości Jamnik 1, 55-140 Żmigród (do 19. 10.2015 mający siedzibę we Wrocławiu (50-244), pl. św. Macieja 5a)

2. Przedmiot badania

Ekspertyza dendrologiczna obejmuje specjalistyczną diagnostykę statyki dwu drzew rosnących w miejscowości Stare Kawkowo i będących częścią Alei Klonowej Gamerki Wielkie Jonkowo stanowiącej przedmiot działań ww. umowy.

1. lipy drobnolistnej (*Tilia cordata* Mill.) nr ew. 4/13 oraz

2. lipy drobnolistnej (*Tilia cordata* Mill.) nr ew. 5/13.

Niniejsza ekspertyza jest uzupełnieniem oceny prowadzonej metodą wizualną przed dr inż. Marzenę Suchocką w ramach działań na rzecz Alei Klonowej i stanowi uzupełnienie oceny przedmiotowych drzew w zakresie oceny statyki.

Czas wykonania wizji lokalnej i pomiarów w terenie: listopad - grudzień 2015.

Zakres wykonanych prac:

- badanie statyki drzewa metodą obciążeniową (tensometryczną) – stabilności w gruncie oraz odporności pnia na złamanie.
- w przypadku lipy także badanie wnętrza pnia tomografem sonicznym

Ekspertyza zawiera:

- opis metodyki badania,
- opis badanego drzewa oraz jego cech istotnych dla oceny statyki,
- przedstawienie wyników pomiarów tomograficznych i tensometrycznych w formie opisowej i graficznej wraz z podsumowaniem.

3. Wykonawca badania

Jerzy Stolarczyk– członek Grupy Niezależnych Ekspertów Drzew (Independent Tree Expert Group), technik leśnictwa (absolwent Technikum Leśnego w Miliczu), inspektor nadzoru w specjalności leczenie i pielęgnacja drzew (NOT SITO nr 46/87).

Materiał zdjęciowy użyty w niniejszej ekspertyzie wykonał autor opracowania.

Dane kontaktowe: Jerzy Stolarczyk EKO-TREK, js@eko-trek.pl, tel. +48 501 715 081. www.eko-trek.pl.

4. Metodyka badania

Zastosowano następujące metody oceny i pomiaru drzew:

a. Pomiar podstawowych parametrów drzewa zgodnie ze standardami.

- Pomiar obwodu wykonano atestowaną taśmą mierniczą na wysokości 130 cm (oraz 100 cm).
- Wysokość drzewa zmierzona została za pomocą wysokościomierza Nikon Forestry Pro i/lub atestowaną taśmą mierniczą.

b. Próbę tensometryczną (obciążeniową) wg metodologii TSE (Tree Stability Evaluation) grupy ITEG (Independent Tree Expert Group) – ocena podatności pnia na złamanie oraz stabilności w gruncie.

Próba obciążeniowa pozwala zarówno na pomiar wytrzymałości na złamanie, jak również na ocenę stabilności w gruncie, gwarantując jednoznaczną, ugruntowaną i racjonalną ocenę statyki drzew. Wysoka miarodajność próby ciągnięcia w porównaniu z innymi metodami została potwierdzona już wielokrotnie, m.in. w badaniach prowadzonych przez grupę roboczą zajmującą się urządzeniami badawczymi związku Fachverband Geprüfter Baumpfleger e.V. pod kierownictwem Bodo Siegerta.

Badania w zakresie statyki drzew przeprowadzane przy zastosowaniu prób ciągnięcia opierają się na metodach obciążeniowych opracowanych przez dr. inż. Lothara Wessolly'ego i Güntera Sinna. Polegają na pomiarze obciążenia pnia oraz siły zaczepienia drzewa w gruncie w wyniku symulacji naporu wiatru. Obciążenie zastępujące napór wiatru jest przenoszone w sposób kontrolowany, stopniowo, do określonej granicy na pień drzewa za pomocą liny 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 (przechyłomierze/ inklinometry) z dokładnością do 0,01°.

Uzyskane wyniki pomiaru oraz podstawowe dane dotyczące drzewa są wprowadzane do specjalistycznego programu kalkulacyjnego TSE i tam poddawane analizie. Dzięki ekstrapolacji zarejestrowanych danych oraz porównaniu z empirycznymi wartościami pomiaru (rozciągliwością świeżo ściętego drewna, naturalnego zachowania się drzew podczas wywracania) można oszacować stabilność w gruncie i wytrzymałość drzewa na złamanie w przypadku dużego naporu wiatru (najczęściej o sile 12Bft). Wynikiem jest wartość bezpieczeństwa określająca wytrzymałość na złamanie oraz stabilność drzewa w warunkach panujących podczas orkanu.

W programie TSE podczas obliczania oczekiwanego obciążenia wiatrem uwzględniane są czynniki specyficzne dla drzewa oraz czynniki topograficzne, takie jak:

- powierzchnia korony i jej główny punkt obciążenia wiatrem (ustalone za pomocą odpowiednich programów komputerowych, np. Rinntech ArWiLo),
- aerodynamiczne zachowanie drzewa (wartość współczynnika C_w),
- współczynnik częstotliwości (częstotliwość własna, uwzględnia podatność drzewa na drgania),
- 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. (por: <http://iteg-network.com/pl/>)

Badanie metodą obciążeniową dostarcza wyników pozwalających na obliczenie:

- realnej wytrzymałości na złamanie dla obciążenia wiatrem o sile 12Bft
- realnej aktualnej stabilności w gruncie dla obciążenia wiatrem o sile 12Bft (

W niniejszej ekspertyzie użyto urządzenia oraz oprogramowania TSE marki ITEG.

c._Pomiar poziomu rozkładu w pniu wykonany tomografem sonicznym

- Tomograf dźwiękowy pozwala określić poziom i zasięg rozkładu drewna poprzez kontrolę prędkości przesyłu dźwięku pomiędzy czujnikami umieszczanymi na pniu i porównanie uzyskanych wyników z prędkością dźwięku w zdrowym drewnie drzewa badanego gatunku.
- W niniejszej ekspertyzie użyto urządzenia oraz oprogramowania ArborSonic 3D (producent FAKOPP Enterprises).

5. Lipa drobnolistna nr ew. 4/13

5.1. Lipa nr ew. 4/13. Parametry drzewa i wybrane informacje istotne dla jego stanu

ID/ Lokalizacja	Nr ewid. 4/13 (wg inwentaryzacji drogowej), Stare Kawkowo	
Rodzaj/ gatunek	Lipa drobnolistna (<i>Tilia cordata</i>)	
Podstawowe parametry drzewa:	Wysokość:	18,00 m
	Obwód (na wys. 130 cm):	316,00 cm
	Obwód (na wys. 100 cm):	318,00 cm
Obiekty w zasięgu drzewa:	• Ciąg komunikacyjny – ruch pieszy i kołowy • Ogrodzenie, linie napowietrzne	



Fot. 5-1 Lipa 4/13 – widok całego drzewa oraz najbliższego otoczenia



Fot. 5-2. Lipa nr 4/13. Rozwidlenie z ubytkiem po utraconym 3 przewodniku, drzewo utraciło także 4 przewodnik.



Fot. 5-3. Lipa nr 4/13 podstawa pnia z zamontowanymi czujnikami

5.2. Lipa nr ew. 4/13. Wyniki próby obciążeniowej

5.2.1. Rozmieszczenie czujników i zastosowane obciążenie



Fot. 5-4. i 5-5. Lipa nr 4/13 w trakcie badania metodą obciążeniową. Miejsce montażu czujników

Elastometry (czujniki rozciągania/ ściskania) umieszczono w dolnej części pnia.

Inklinometry (przechyłomierze) umieszczono zgodnie z metodyką badania u podstawy pnia.

Od strony ściskanej:

- Elastometr nr S1 (dł. 295 mm umieszczony na wys. 88 cm)
- Elastometr nr S2 (dł. 300 mm umieszczony na wys. 26 cm)
- Inklinometr nr C1

Od strony rozciąganej:

- Elastometr nr S3 (dł. 290 mm umieszczony na wys. 160 cm)
- Elastometr nr S4 (dł. 390 mm umieszczony na wys. 46 cm)
- Inklinometr nr C2

Obciążenie przyłożono na wysokości 3,9 m. Kierunek ciągnięcia 296°NW . W kalkulacjach wyników wykorzystano dane obliczone w programie ArWilo.

5.2.2 Obliczenia w programie ArWilo:

Program pozwala na oszacowanie powierzchni korony oraz podstawowych parametrów istotnych dla zachowania się drzewa podczas wiatru.

Powierzchnię korony wyliczono na podstawie fotografii drzewa oraz pomiaru jego wysokości.

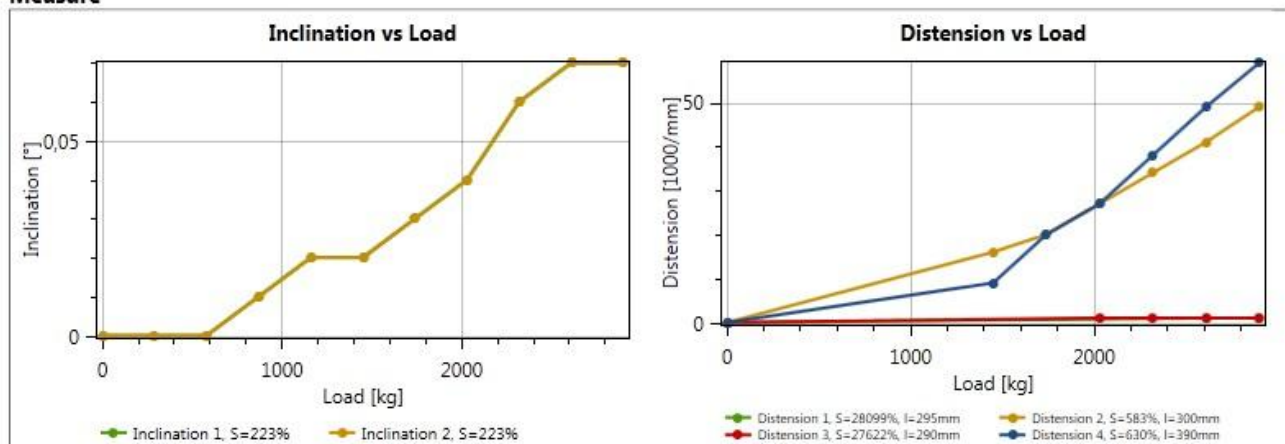
- Powierzchnia korony = $119,0 \text{ m}^2$
- Główny punkt naporu wiatru na wysokości = 10,9 m

5.2.3. Wyniki obliczeń w programie TSE:

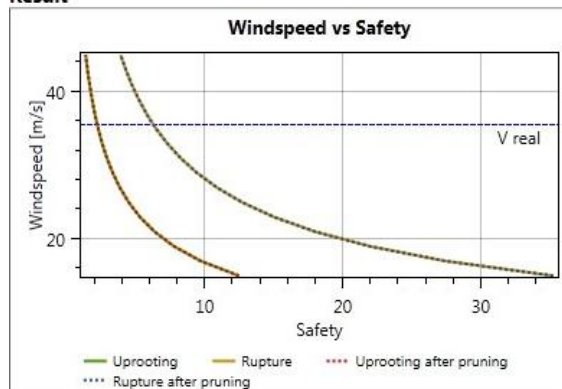
- Przykładano obciążenie w kolejnych krokach co 0,3 t notując wskazania czujników. Obciążenie przerwano na 3,0 t ze względu na osiągnięcie odpowiedniej siły symulowanego wiatru.
- W kalkulacjach uwzględniono uwarunkowania lokalizacji przedmiotowego drzewa (teren wolny pagórkowaty) oraz przyjęto współczynnik porywistości na poziomie 1,2. W rezultacie uzyskano symulację wiatru o prędkości 35,49 m/s (odpowiadającą 12 Bft).
- Po odjęciu obciążenia wszystkie czujniki powróciły do wartości wyjściowych.

	Location:	Free landscape hilly	Tree height:	18 m
	Terrain exponent:	0,17	D trunk:	101 cm
	Height laminar wind layer:	290 m	Crown area:	119 m ²
	Species:	Tilia cordata	Windspeed force center:	35,49 m/s
	Yield strength u. comp.:	2 kN/cm ²	Wind gust factor:	1,2
	Elasticity limit:	0,24 %	Tree swinging factor:	1,4
	Drag coefficient:	0,25	Air pressure:	1000 mb
	Force center:	10,9 m	Air temperature:	5 °C
	Height dummy load:	3,5 m	Air density:	1,25 kg/m ³
	Anchor point distance:	13 m	Bending moment:	250,89 kNm
	Anchor height correction:	0 m	Crown area a. pruning:	119 m ²
			Force center a. pruning:	10,9 m

Measure



Result



Przy efektywnej sile wiatru 35,49 m/s drzewo jest odporne na wywrot na poziomie 223% i na złamanie pnia na poziomie co najmniej 583%.

Rys. 5-1 Lipa nr 4/13 Raport z badania

5.3. Lipa nr ew. 4/13. Podsumowanie

Próba obciążeniowa wykazała, że w momencie badania drzewo JEST wystarczająco stabilne w gruncie, także jego odporność na złamanie jest wystarczająca.

- O wystarczającej stabilności drzewa w gruncie świadczą wskazania obu inklinometrów - na poziomie 223% (przy przyjmowanym jako bezpieczny poziomie 150%).
- Wskazania elastometrów są zróżnicowane – niemniej nawet w najbliższym miejscu wskazanie czujnika (583%), świadczy o wystarczającej odporności na złamanie pnia w badanym odcinku.

WSKAZANIA DLA DALSZYCH DZIAŁAŃ: wykonać wiązania zabezpieczające pozostałe przewodniki przed rozłamaniem.

6. Lipa drobnolistna nr ew. 5/13

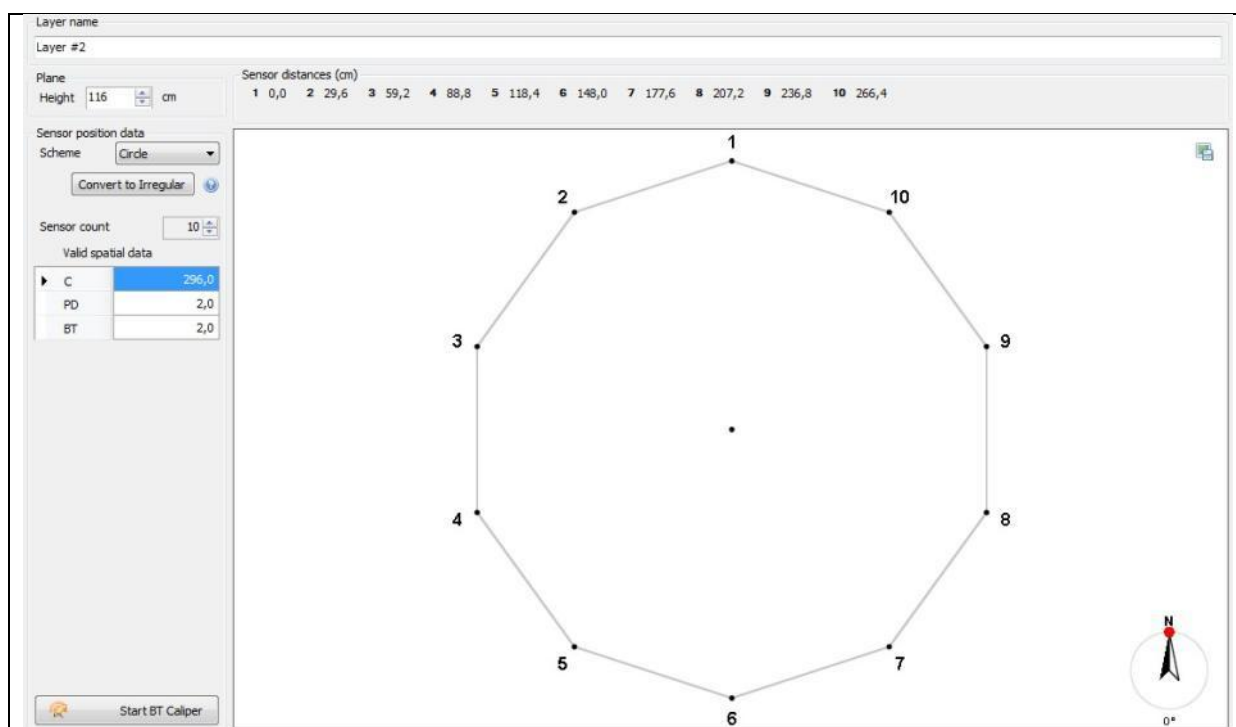
6.1. Lipa nr 5/13. Parametry drzewa i wybrane informacje istotne dla jego stanu

ID/ Lokalizacja	Nr ewid. 5/13 (wg inwentaryzacji drogowej), Stare Kawkowo	
Rodzaj/ gatunek	Lipa drobnolistna (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	
Podstawowe parametry drzewa:	Wysokość:	18,00
	Obwód (na wys. 130 cm):	298,00
Obiekty w zasięgu drzewa:	• Ciąg komunikacyjny – ruch pieszy i kołowy • Ogrodzenie • Budynki mieszkalne i gospodarcze	



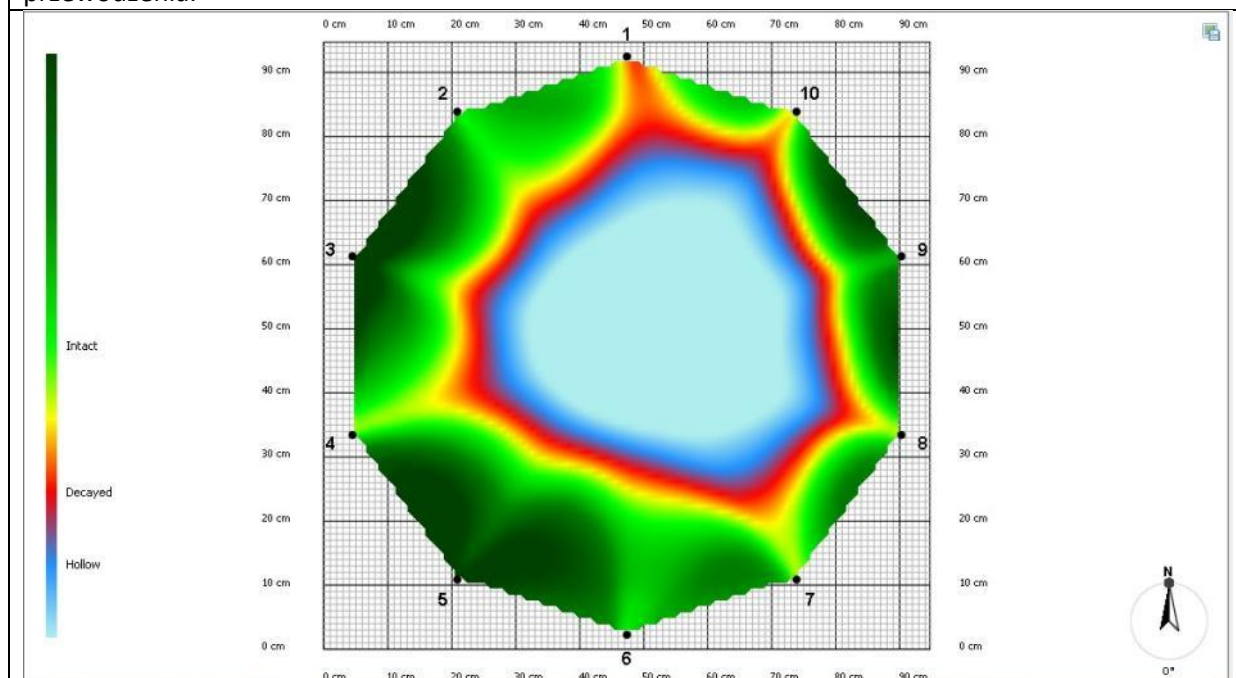
Fot. 6-1 Lipa nr 5/13 Widok drzewa i otoczenia. Widoczne pochylenie w kierunku ogrodzenia i budynków

6.2. Lipa nr 5/13. Wyniki badania wnętrza pnia tomografem sonicznym



Rys. 6-1. Lipa nr 5/13 Rozmieszczenie czujników w badaniu tomografem sonicznym na wys. 116 cm

Na poniższym tomogramie powstałym w badaniu tomografem sonicznym ArborSonic 3D - kolor niebieski oznacza ubytek, czerwony - rozkład, zielony - drewno zdrowe lub zachowujące zdolność przewodzenia.



Rys. 6-2 Lipa nr 5/13 Obraz ubytku w badaniu tomografem sonicznym na wys.116cm

Podsumowanie badania: Badanie tomografem sonicznym wykazało istnienie ubytku w centralnej pnia z przesunięciem w kierunku południowo-wschodnim. Pozostała ścianka drewna wytrzymałego mechanicznie jest jednak znacznej grubości.

6.3. Lipa nr 5/13. Wyniki próby obciążeniowej

6.3.1. Rozmieszczenie czujników i zastosowane obciążenie

Elastometry (czujniki rozciągania/ ściskania) umieszczono w dolnej części pnia. Inklinometry (przechyłomierze) umieszczono zgodnie z metodyką badania u podstawy pnia. Obciążenie przyłożono na wysokości 7 m. Kierunek ciągnięcia 73°E. W kalkulacjach wyników wykorzystano dane obliczone w programie ArWilo.



Fot. 6-3 i 6-4 Lipa 5/13 Próba obciążeniowa - miejsce montażu czujników

Od strony ściskanej:

- Elastometr nr S1 (dł. 500 mm umieszczony na wys. 241cm)
- Elastometr nr S2 (dł. 390 mm umieszczony na wys. 157 cm)
- Elastometr nr S3 (dł. 390 mm umieszczony na wys. 75 cm)
- Inklinometr nr C1

Od strony rozciąganej:

- Elastometr nr S4 (dł. 285 mm umieszczony na wys. 163 cm)
- Elastometr nr S5 (dł. 385 mm umieszczony na wys. 147 cm)
- Inklinometr nr C2

6.3.2. Obliczenia w programie ArWilo:

Program pozwala na oszacowanie powierzchni korony oraz podstawowych parametrów istotnych dla zachowania się drzewa podczas wiatru.

Powierzchnię korony wyliczono na podstawie fotografii drzewa oraz pomiaru jego wysokości.

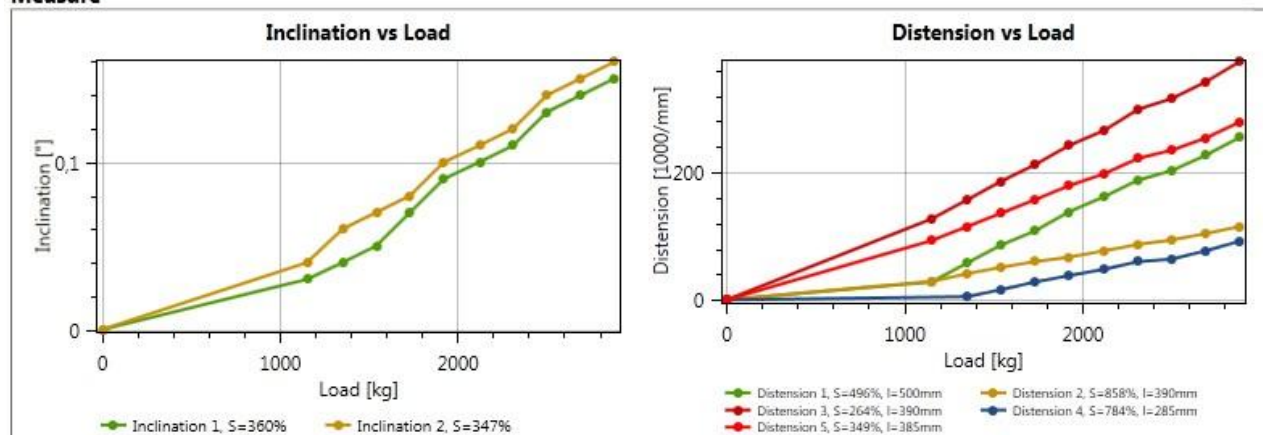
- Powierzchnia korony = 83 m²
- Główny punkt naporu wiatru na wysokości = 11,6m

6.3.3. Wyniki obliczeń w programie TSE:

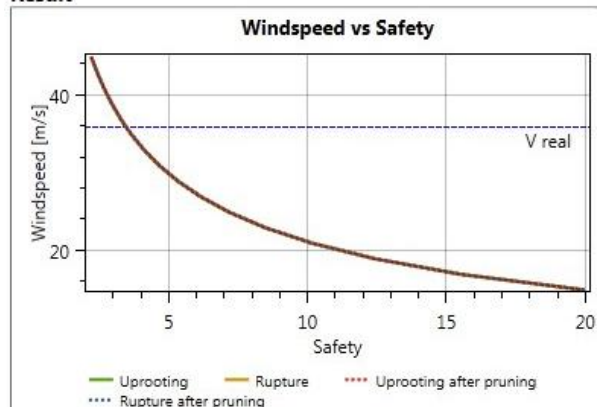
- Przykładano obciążenie od 0,2 do 3,0 t, w kolejnych krokach co 0,2 t notując wskazania czujników. Obciążenie przerwano na 3,0 t ze względu na osiągnięcie odpowiedniej siły symulowanego wiatru.
- W kalkulacjach uwzględniono uwarunkowania lokalizacji przedmiotowego drzewa (teren wolny pagórkowaty) oraz przyjęto współczynnik porywistości na poziomie 1,2. W rezultacie uzyskano symulację wiatru o prędkości 35,87 m/s (odpowiadającą 12 Bft).

	Location:	Free landscape hilly	Tree height:	18 m
	Terrain exponent:	0,17	D trunk:	95 cm
	Height laminar wind layer:	290 m	Crown area:	83 m ²
	Species:	Tilia cordata	Windspeed force center:	35,87 m/s
	Yield strength u. comp.:	2 kN/cm ²	Wind gust factor:	1,2
	Elasticity limit:	0,24 %	Tree swinging factor:	1,4
	Drag coefficient:	0,25	Air pressure:	1000 mb
	Force center:	11,6 m	Air temperature:	9 °C
	Height dummy load:	7 m	Air density:	1,23 kg/m ³
	Anchor point distance:	24,5 m	Bending moment:	187,52 kNm
	Anchor height correction:	0 m	Crown area a. pruning:	83 m ²
			Force center a. pruning:	11,6 m

Measure



Result



Przy efektywnej sile wiatru 35,87 m/s drzewo jest odporne na wywrot na poziomie 347% i na złamanie pnia na poziomie co najmniej 264%.

Rys. 6-4 Lipa nr 5/13 – Raport w TSE

6.4. Lipa nr 5/13. Podsumowanie

Próba obciążeniowa wykazała, że w momencie badania drzewo **JEST wystarczająco stabilne w gruncie, także jego odporność na złamanie jest wystarczająca.**

- O **wystarczającej stabilności drzewa w gruncie** świadczą wskazania obu inklinometrów - **na poziomie co najmniej 347%** (przy przyjmowanym jako bezpieczny poziomie 150%).
- Wskazania elastometrów są zróżnicowane –niemniej nawet w najsłabszym miejscu wskazanie czujnika (264%), świadczy o **wystarczającej odporności na złamanie pnia** w badanym odcinku.

WSKAZANIA DLA DALSZYCH DZIAŁAŃ: drzewo jest cenne krajobrazowo i przyrodniczo (bartne) warte zatem utrzymania. Mimo braku zagrożenia dla otoczenia obecnie obecność jemioli może powodować osłabienie i zwiększenie podatności na wyłamanie konarów. Należy zatem dążyć do wzmocnienia drzewa przy jednoczesnym obniżeniu drzewa i przebudowie kształtu korony.

W tym celu należy wykonać w części wierzchołkowej cięcia pobudzające wzrost wtórnej korony w dolnej jej części. Po pozytywnej reakcji drzewa należy obniżyć koronę, docelowo o ok. 3,5-4m.

Przy wykonywaniu prac należy uwzględnić obecność pszczół.