



---

## PROTOKOL TSE

*Tree Stability Evaluation*

*Posúdenie prevádzkovej bezpečnosti a statických pomerov stromu Tilia cordata Mill. (Lipa malolistá) prístrojovým vyšetrením stability - tzv. ťahovou skúškou - TSE (Tree Stability Evaluation)*

### **Základné údaje :**

Lokalita	Areál cintorína v Novom Meste nad Váhom
Objednávateľ	Mesto Nové Mesto nad Váhom; Čsl. armády 1; 915 32 Nové Mesto n.V.
Termín realizácie	Šetrenie a merania boli realizované dňa 30.05.2014
Termín spracovania	2.6.2014

### **Dokumentácia :**

- Objednávka č. : 2014096
- Cenová ponuka firmy Sagarmatha Co. z 27.5.2014

### **Realizácia prístrojových meraní a softwarové analýzy :**

Ing. Marcel Trnovský; Sagarmatha Co.  
Certified arborist ETW/EAC  
Člen rady ISA Slovensko

0902/20-40-30  
arborista@arborista.sk

**Asistent a svedok :** Jarmír Černo

# 1. METODIKA

## PRINCÍP PRÍSTROJOVÉHO MERANIA- TSE ( špecifikácia)

Metóda prístrojového hodnotenia stability stromu TSE vychádza z princípu tzv. ťahovej skúšky (Lothar Wessoly).

Pri ťahovej skúške simulujeme zataženie stromu vetrom. Pomocou špeciálneho navijaka a neprietážneho statického lana Dyneema strom postupne zatažujeme na určité momenty sily (meriame pomocou **dynamometra**). Meracie prístroje s vysokou rozlišovacou schopnosťou (rozlíšenie: 1/1000 mm; 1/100°) zaznamenávajú **predĺženie** krajných vlákien kmeňa (**elastometre**) a **naklonenie** päty kmeňa (**inklinometre**). Zátťažové sily sú aplikované tak, aby reálne namáhanie nebolo pre strom limitné alebo deštruktívne. Maximálne zataženie v ťahu predstavuje asi 40% zátáže vetrom pri mohutnej víchrici. Štruktúry dreva sa zatažujú maximálne na 40% ich výpočtovej pevnosti (pri väčšine meraní stačí nižšia záťaž). Táto skúšobná metóda preto patrí k nedeštruktívnym technickým skúškam. Základom bázy údajov sú Štuttgartský katalóg pevnosti, meteorologická báza údajov (napr. DAVENPORT, RUCK, SHMÚ), nastavovacie údaje z DIN 1055 a zovšeobecnená krivka náklonu (WESSOLLY).

Výstupom skúšky je vyjadrenie odolnosti stromu proti vývratu a zlomu v percentách, pričom hodnota 100 % znamená, že daný strom by vydržal nápor vetra s rýchlosťou cca 30,5 m/s (110km/hod) - čo je podľa Beaufortovej stupnice sily vetra tzv. **mohutná víchrica**.

Minimálnou požadovanou hodnotou vzhľadom na presnosť merania je pre stabilný strom **150%** v každom z parametrov. Stromy s nameranou nižšou hodnotou stability považujeme za nestabilné, pričom je nutný stabilizačný zásah alebo asanácia stromu. Pri našom meraní používame 5 elastometrov (zaznamenávajú rozťažnosť a stlačiteľnosť pletív) a 2 inklinometre (zaznamenávajú náklon). Pre určenie hodnoty stability sa uvažuje vždy s najhorším nameraným výsledkom z jednotlivých prístrojov.

### SOFTWARE :

Namerané hodnoty z jednotlivých prístrojov a meraní (elastometrov, inklinometrov, dendro parametre a ostatné potrebné veličiny) analyzujeme pomocou dvoch špecializovaných programov: ARWILO (Frank Rinn - RINNTECH) a TSE (TreeStabilityEvaluation - ITEG)



**Detail elastometra**

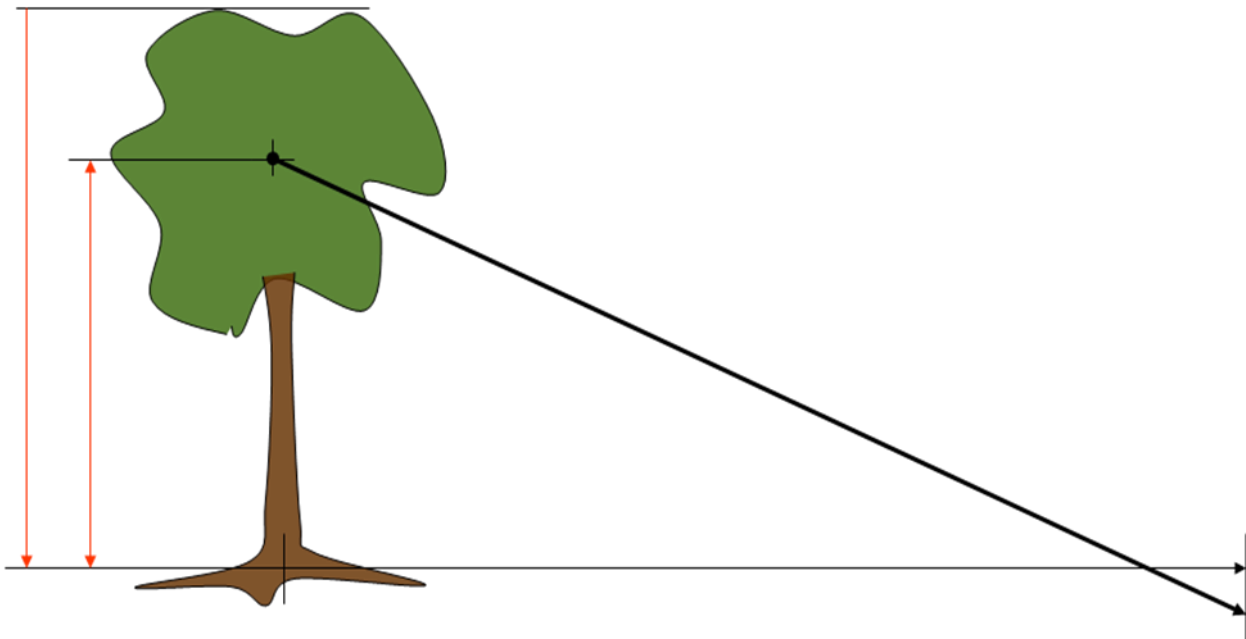


**Inklinometer**

- 2 -

## ILUSTROVANÝ POPIS metódy TSE

### 1. Umiestnenie ťažného lana, zber základných údajov



Lano umiestňujeme na stabilné miesto centrálnemu kmeňa alebo na najpevnejší kmeň nad primárnym vetvením vo zvolenej výške, tak aby sme pri ťahu zabezpečili požadovanú reakciu stromu. Aby nedošlo k poškodeniu kôry a vodivých pletív stromu, inštalujeme v mieste ukotvenia široký kmeňový pás s vysokou nosnosťou. Ťažný navijak kotvíme o pevný kotviaci bod (iný strom, nákladné auto etc.). Pri inštalácii lana na strom používame nedeštrukčné stromolezecké techniky.

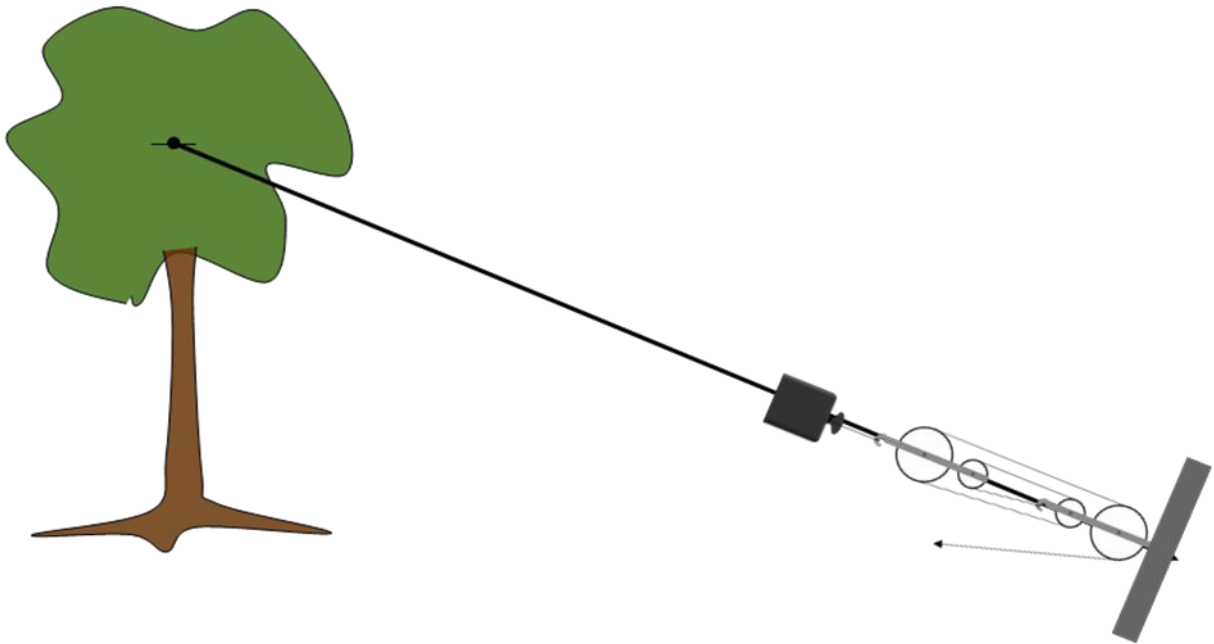


Kotvenie o radlicu zhrňača (1. smer ťahu)



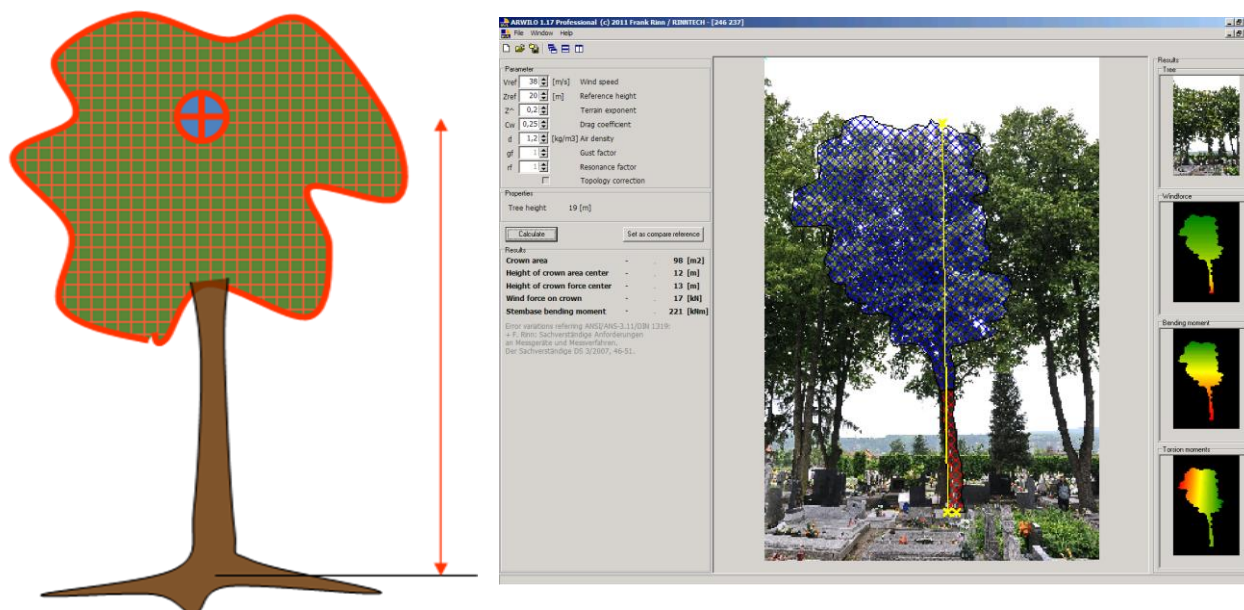
Kotvenie o strom (2. smer ťahu)

2. *Umiestnenie ťažného zariadenia (navijaka) a dynamometra (meranie síl ťahu)*



*DYNAMOMETER - meranie jednotlivých síl ťahu (simulovaná pomerná záťaž vetrom)*

3. **Určenie náporovej plochy, ťažiska koruny stromu a výpočet teoretickej sily pôsobiacej na strom pri zaťažení vetrom s danou rýchlosťou (pomocou špeciálneho programu ARWILLO - WindLoadAnalysis)**



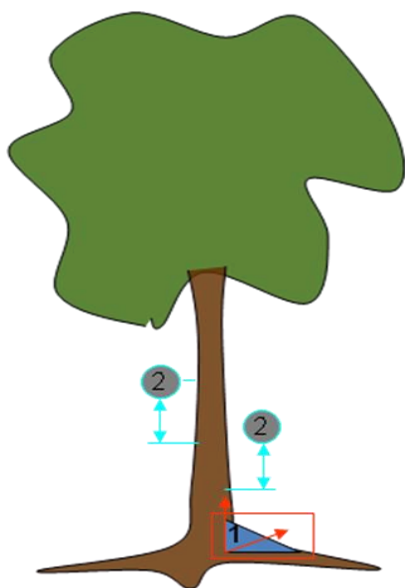
**ArWilo**

Záťažová analýza - pomocou špeciálneho softwaru (Arwilo) je na základe digitálnej fotografie, parametrov stromu a parametrov prostredia zistená skutočná náporová plocha, ťažisko koruny. Následne je vyčíslená sila, ktorá vznikne pri prúdení vetra s rýchlosťou 30,5 m/s na túto plochu (pomocou Newtonovej rovnice pre prúdenie kvapalín  $F=0,5 \cdot C_w \cdot A \cdot \rho \cdot v^2$ , kde  $C_w$  je koeficient aerodynamického odporu,  $A$  je náporová plocha,  $P$  hustota vzduchu a  $v$  rýchlosť prúdenia. Výsledkom je kvantifikácia teoretickej sily pôsobiacej na strom pri danej rýchlosti vetra.

Výstupné údaje a parametre :

- náporová plocha koruny
- výška centra koruny
- výška ťažiska pôsobiacej výslednej sily na plochu koruny pri veternom zaťažení
- celková sila pôsobiaca na danú plochu koruny pri rýchlosti vetra mohutnej víchrice (30,5m/s)
- celkový moment zaťaženia bázy kmeňa pri danom vetre

#### 4. Umiestnenie meracích senzorov na kmeň stromu

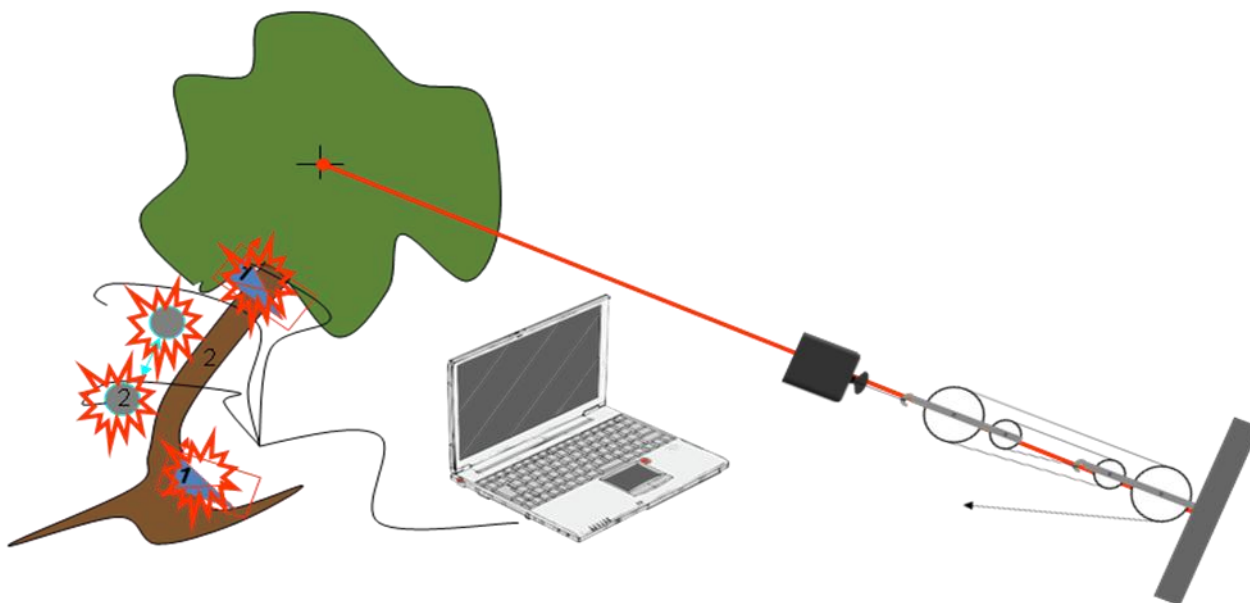


1. senzory merania uhla náklonu koreňového koláča (INKLINOMETRE)
2. senzory merania rozťažnosti drevných vlákien (ELASTOMETRE)



Pri každom meraní inštalujeme 5 elastometrov a 2 inklinometre

## 5. Postupné zaťažovanie stromu pomernými silami a zber údajov z prístrojov



Získané údaje z prístrojov (rozťahovanie a stláčanie drevných vlákien a náklon koreňového taniera) pre jednotlivé sily ťahu vkladáme do programu v PC.

## 6. Výpočet a analýza údajov pomocou špeciálneho softvéru TSE

Výpočet stability stromu :

**Odolnosť proti zlomu** vychádza zo záznamu namáhania drevných vlákien (merané elastometrom). Výpočtom sa kvantifikuje parameter tuhosti kmeňa (modul pružnosti). Podľa hodnoty deformácie pri porušení (tabuľka) sa vypočíta pôsobiace napätie. Výsledky sa porovnávajú s pevnosťou materiálu (maximálne hraničné predĺženie dreva rôznych druhov stromov je známe (Štuttgardský katalóg pevnosti/Wessolly) . Výsledkom je percentuálna hodnota bezpečnosti, ktorá udáva pomer medzi skutočnými a potrebnými rozmermi.

Podobne je vypočítaná **odolnosť proti vyvráteniu** - porovnaním zistenej reakcie stromu s priebehom tzv. všeobecnej klopnej krivky tzv. normované správanie náklonu koreňovej platne pri silovom pôsobení (Wessolly, Erb,1998).

### Zadávané údaje :

- referenčné hodnoty o strome (podľa taxónu) : Stuttgardský katalóg
- koeficient aerodynamického odporu
- topografické, geografické a atmosférické faktory prostredia
- poryvový faktor (možné zvýšenie sily vetra v dôsledku turbulencií)
- frekvenčný faktor (možné znásobenie sily vetra v dôsledku kmitania stromu)
- údaje zo záťažovej analýzy - náporová plocha koruny v zaťažovanom smere; ťažisko koruny
- výška a dĺžka kotviaceho systému (uhol ťahu)
- záťažové kroky (sily ťahu v jednotlivých krokoch)
- uhol náklonu k jednotlivým silám (údaje z inklinometrov)
- rozťahovanie vlákien k jednotlivým silám (údaje z elastometrov)

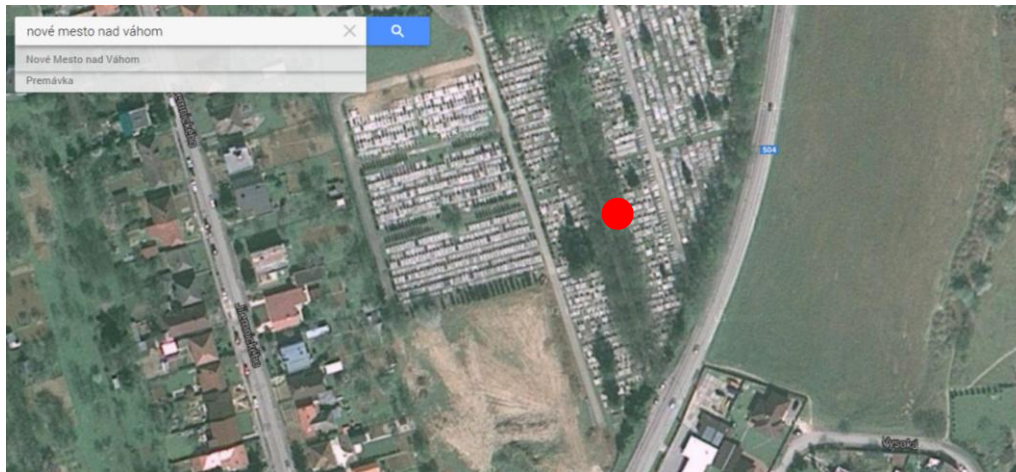
Výpočet :

- hypotetické sily pôsobiace na strom
- hodnoty stability : odolnosť voči zlomu + odolnosť voči vývratu

## 2. MIESTNY NÁLEZ - Vizuálne hodnotenie

### LOKALITA:

Posudzovaný strom rastie ako súčasť lipovej aleje v areáli cintorína v Novom Meste nad Váhom, v blízkosti južného vchodu - jedná sa o 9. strom po pravej (východnej) strane chodníka.



### STANOVIŠTE:

V tesnej blízkosti bázy kmeňa sa na jeho východnej strane nachádza hrobové miesto s betónovým základom. Časť kmeňa bola v minulosti odrezaná a pri výkope bola prerušená a odstránená aj časť koreňového systému. Vzniknuté devastačné poranenie kmeňa pri rekonštrukcii telesa náhrobku a jeho základov iniciovalo intenzívny rozklad vodivých aj nosných pletív kmeňa s následným vznikom hlbokaj otvorenej dutiny centrálnego kmeňa. Chýbajú koreňové nábehy na celej V strane, cca 1/3 priemetu koreňového taniera.





#### KORUNA :

Koruna stromu rastie jednostranne asymetricky v dôsledku kompetície v aleji. Väčšina hmoty smeruje JV smerom, kostrové vetvy sú naklonené a oblúkovite previsnuté (habituálny defekt). Systematické vyvetvovanie stromu a posúvanie ťažiska má negatívny vplyv na statiku stromu.

#### FYZIOLOGICKÁ VITALITA :

Celková fyziologická vitalita stromu je mierne znížená (Kolařík, 2005). Strom zatiaľ z hľadiska dynamiky obranných procesov vykazuje aktivitu - tvorbu ranového dreva aj sekundárnych pletív po rezoch. Rozkladné procesy vo vnútorných neaktívnych pletivách kmeňa však strom nedokáže pri danom rozsahu nijakým spôsobom zabrzdiť alebo zastaviť.

#### BIOMECHANICKÁ VITALITA :

Primárny vplyv na biomechanickú vitalitu stromu má otvorený rozsiahly defekt kmeňa - otvorená dutina, s intenzívnym rozkladom vnútorných pletív. Defekt postihuje veľkú časť vnútorného dreveného valca. Poranenie má rozmery 60x60 cm, otvor do dutiny siaha asi do polovice výšky reznej rany. Napriek tvorbe kalusového pletiva po obvode rany je statika stromu výrazne negatívne ovplyvnená najmä absenciou stabilizačných koreňov v danom mieste. Stromu v podstate chýbajú oporné korene na tlakovej strane a celá hmotnosť "visí" na protiahlých ťahových koreňoch. Statické pomery oslabuje aj architektúra koruny - asymetria a preťaženie v jednom smere. Pri zatažení vetrom vzniká silné torzné aj ohybové namáhanie.

Objektívne zistenie stupňa rozkladu vnútorných pletív a hrúbky zostatkovej steny kmeňa by bolo možné vyšetrením pomocou Resistographu, ako doplnujúci údaj k ťahovej skúške (čo ale nebolo predmetom objednávky). Absencia týchto vyšetrení však nemá vplyv na výsledok ťahovej skúšky. Ťahová skúška je jedinou metódou prístrojového vyšetrenia stability stromu, ktorá interpretuje aj odolnosť koreňového systému stromu.

#### OSTATNÉ DEFEKTY :

V spodnej časti koruny boli v nedávnej minulosti odstránené kostrové vetvy (technologicky chybným rezom). V mieste primárneho vetvenia je prítomný anatomický defekt (tzv. tlakové vetvenie), ktoré je zo statického hľadiska nestabilné.

Kmeň má veľmi nepravidelný tvar s evidentným zhrubnutím pod primárnym vetvením, ppod. v dôsledku dávnejších poranení alebo rezov v spodnej časti.



## **Parazitické huby :**

Dôležitý vplyv na statické pomery nosných pletív kmeňa a na celkovú prognózu stromu má prítomnosť parazitických hubových patogénov v mieste defektu kmeňa - v dutine. Je zrejmé, že vnútorné pletivá v dutine sú infikované viacerými druhmi drevorozkladných húb.

Z charakteru hniloby na odobratých vzorkách rozloženého pletiva z dutiny sa dá predpokladať aj výskyt parazitickej huby **Ustulina deusta** (*Hypoxylon deustum*) - Uhliarik pálený .

ostré čierne línie



Vytvára tvrdú hnilobu s extrémne krehkým lomom s čiernymi líniami. Výrazne negatívne ovplyvňuje mechanické vlastnosti dreva a tým celkové statické pomery stromu. Vzniká extrémne riziko zlomenia kmeňa.

Vzhľadom na neprítomnosť plodníc by bola k presnej identifikácii hubových parazitov nutná mikroskopická fytopatologická analýza.

**Prítomnosť mravcov v dutine :** viaže sa na prítomnosť niektorých húb, mravce žijú s hubami v symbióze, v mechanicky narušenom dreve si tvoria hniezda a chodbičky

## **Základné identifikačné údaje :**

Taxonomické určenie : *Tilia cordata* Mill. (lipa malolistá)

Základné dendrometrické údaje o strome :

priemer kmeňa v 0,2 m :	86,3 cm
priemer kmeňa v 1 m :	60,5 cm
priemer kmeňa v 1,3 m :	58,9 cm

Rozmery poranenia kmeňa : 60 x60 cm

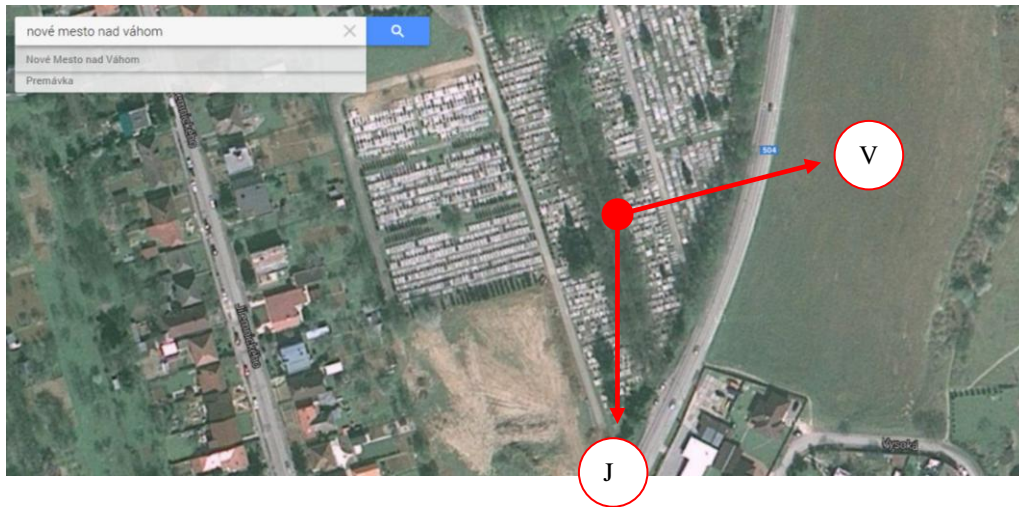
Otvor dutiny : cca polovica plochy rany  
Celkový objem dutiny : nemeraný (možnosť zistiť pomocou pulznej tomografie)

výška stromu :	19 m
plocha koruny v 1. smere ťahu :	87 m <sup>2</sup>
plocha koruny v 2. smere ťahu :	98 m <sup>2</sup>

**Podmienky ochrany :** V zmysle Zákona 543/2002 Z.z. ; nejedná sa o chránený strom

### 3. PROTOKOL TSE : ANALÝZA

Smer ťahových skúšok - merania v 2 smeroch



#### 1. meranie

umiestnenie senzorov - 1. meranie : smer ťahu V (východ)

3 x elastometer na ťahovej strane v smere záťaže  
2 x elastometer na tlakovej strane v smere záťaže  
2 x inklinometer na koreňových nábehoch

výška ukotvenia ťažného lana : 6,3 m  
dĺžka ťažného systému : 26,2 m  
kotviaci bod : nakladač s radlicou

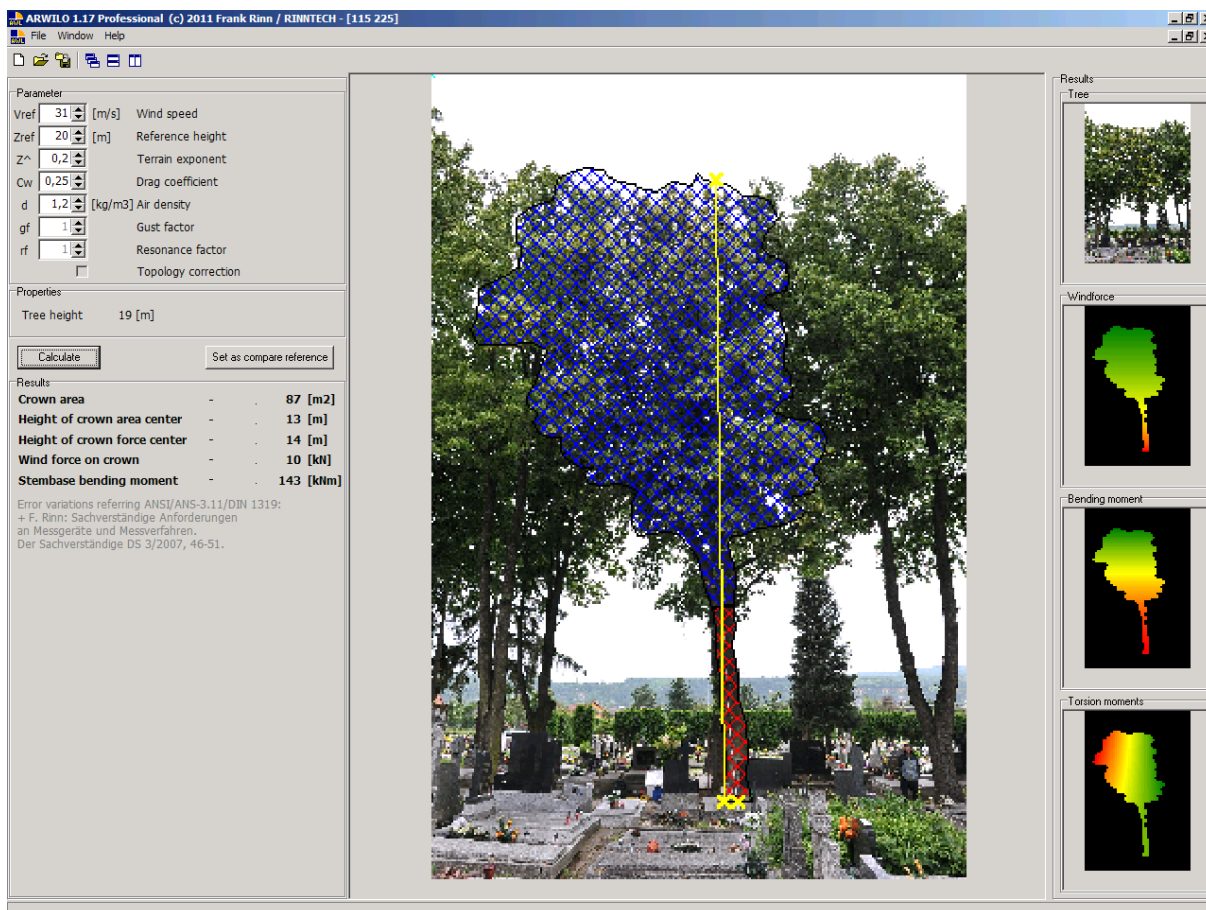
záťažové sily (v kg) : 250;300;400;500;700



# VÝSLEDKY :

(interpretácia dát z prístrojových meraní a analýzy)

**Arwilo** - záťažová analýza na základe digitálnej fotografie - smer ťahu V



Rýchlosť vetra : 31 m/s

Koeficient aerodynamického odporu : 0,25

Plocha koruny : 87 m<sup>2</sup>

Výška centra koruny : 13 m

Výška bodu výsledného silového vektora pôsobiaceho na korunu : 14 m

Výsledná sila pôsobiaca na korunu : 10 kN

Moment sily pôsobiaci na bázu kmeňa : 143 kNm

Factor description		Values		Small city	Tilia cordata
Gust factor		1,3		Terrain exponent	0,2
Frequency factor		1,2		Height terrain barrier	305 m
Crown area		87 m <sup>2</sup>		Air pressure	990 mb
Anchor point distance		26,2 m		Temperature	11 °C
Set height		0,2	1	Force centre height	14 m
D trunk		86,3	60,5	58,9	
D rot		0	0		
Pulling force		0,25	0,3	0,4	0,5
Inclination		0,05	0,07	0,09	0,1
Percentage of breakdown	<input type="checkbox"/> editable	13,9	17,1	20,1	21,6
SNr. 1	SL 367 mm	max. distension	0,060	0,067	0,070
SNr. 2	SL 378 mm	max. distension	0,055	0,080	0,093
SNr. 3	SL 290 mm	max. distension	0,119	0,134	0,183
SNr. 4	SL 291 mm	max. distension	0,012	0,012	0,015
SNr. 5	SL 307 mm	max. distension	0,010	0,010	0,011
SNr. 6	SL mm	max. distension	0	0	0
SNr. 7	SL mm	max. distension	0	0	0
SNr. 8	SL mm	max. distension	0	0	0

Interim values		Load crown	1,062 ton	10,42 kN
Air density		1,213 kg/m <sup>3</sup>	Theoretically moment dummy load anchor point	2,361 ton
			Theoretically moment trunk base	14,87 ton
				145,9 kNm

Interim values		Complies wind strength Bft.: mohutná výhrica 11				
V <sub>real</sub> 1	805,1	V <sub>real</sub> 2	31,08 m/s			
Real force pulling	0,243	0,291	0,388	0,486	0,680	
Theoretically falling force dummy load point	1,748	1,705	1,934	2,250	2,959	
Theoretically falling moment trunk base	11,01	10,74	12,18	14,17	18,64	

Opti. SA Ergebnis:	8,60540	3,14731	2,97276		
Security uprooting	0,74051	0,72232	0,81935	0,95306	1,25307
Brake Security SNr. 1	1,51103	1,62379	2,07227	2,45032	1,92313
Brake Security SNr. 2	1,69780	1,40068	1,60652	1,84909	1,85434
Brake Security SNr. 3	0,60201	0,4155	0,62636	0,62842	0,63079
Brake Security SNr. 4	5,00060	7,18872	7,66797	8,45732	3,14506
Brake Security SNr. 5	7,58397	9,10077	11,0312	12,6399	16,3347
Brake Security SNr. 6					
Brake Security SNr. 7					
Brake Security SNr. 8					

**predpokladaná sila vetra :**

**31,08 m/s**

**nameraná odolnosť proti zlomu  
(najhorší výsledok elastometrov) :**

**60 %**

**nameraná odolnosť proti vývratu  
(najhorší výsledok inklinometrov) :**

**72 %**

Najmenšiu odolnosť pri 1. meraní vo východnom smere nameral elastometer č. 3 (na ťahovej strane v mieste dutiny a rozkladných procesov)

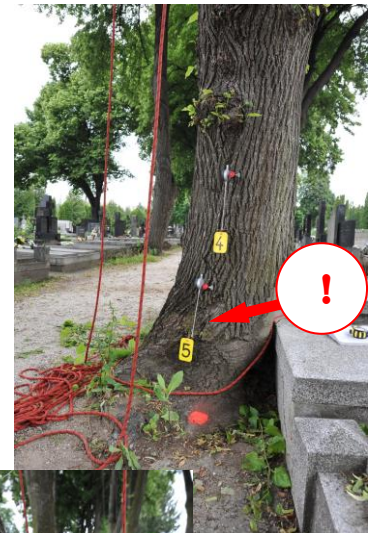


## 2. meranie

umiestnenie senzorov - 2. meranie : smer ťahu J (juh)

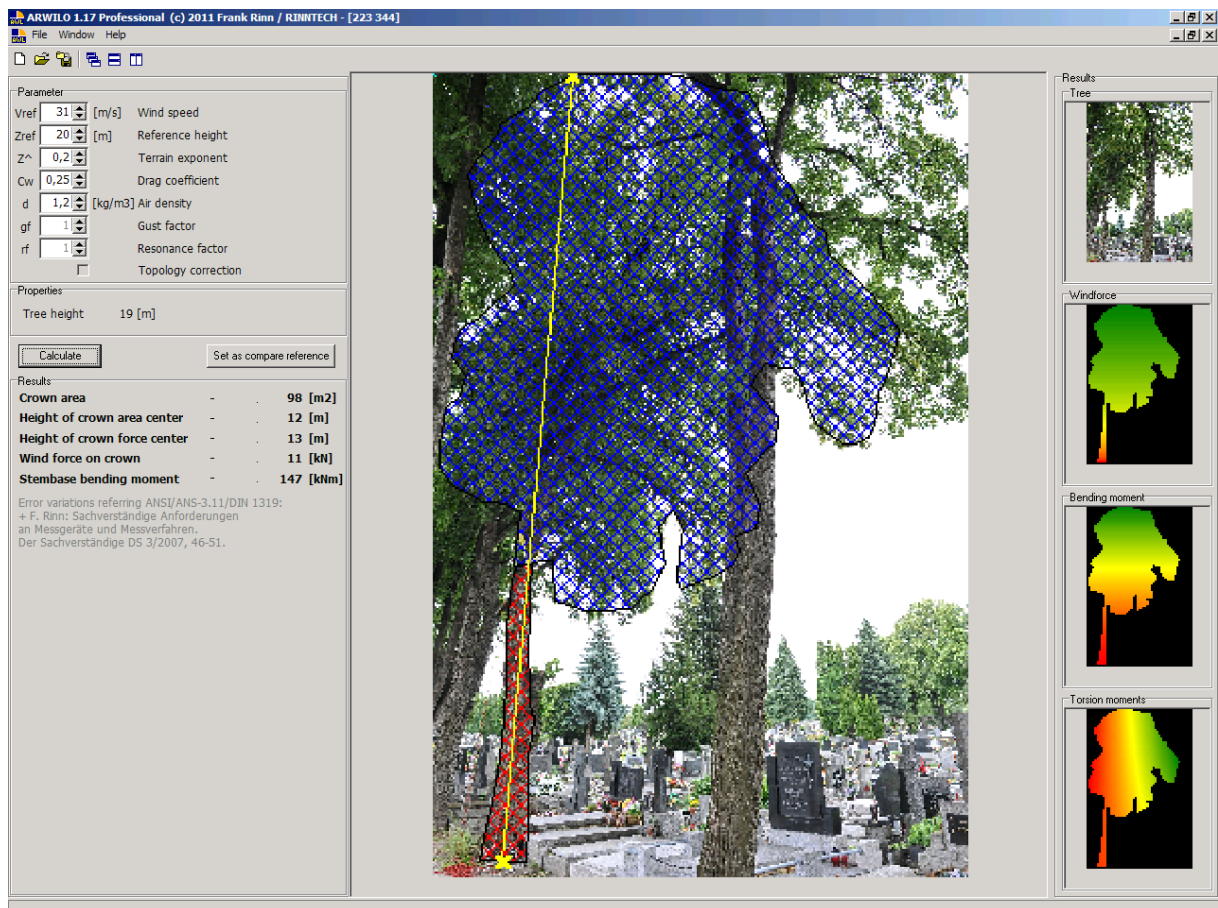
3 x elastometer na ťahovej strane v smere záťaže  
2 x elastometer na tlakovej strane v smere záťaže  
2 x inklinometer na koreňových nábehoch

výška ukotvenia ťažného lana : 6,2 m  
dĺžka ťažného systému : 18,4 m



Kotviaci bod : báza kmeňa inej alejovej lipy

# Arwilo - zátťažová analýza na základe digitálnej fotografie - smer ťahu J



Rýchlosť vetra :	31 m/s
Koeficient aerodynamického odporu :	0,25
Plocha koruny :	98 m <sup>2</sup>
Výška centra koruny :	12 m
Výška bodu výsledného silového vektora pôsobiaceho na korunu :	13 m
Výsledná sila pôsobiaca na korunu :	11 kN
Moment sily pôsobiaci na bázu kmeňa :	147 kNm



Factor description	Values	Small city	Tilia cordata
Gust factor	1,3	Terrain exponent	0,2
Frequency factor	1,2	Height terrain barrier	305 m
Crown area	98 m <sup>2</sup>	Air pressure	990 mb
Anchor point distance	17,3 m	Temperature	11 °C
Set height	0,2	Force centre height	13 m
D trunk	86,3	Drag coefficient	0,25
D rot	0		
Pulling force	0,2		
Inclination	0,01		
Percentage of breakdown	5,5		
SNr. 1	SL 383 mm	max. distension	0,03
SNr. 2	SL 398 mm	max. distension	0,045
SNr. 3	SL 295 mm	max. distension	0,056
SNr. 4	SL 291 mm	max. distension	0,056
SNr. 5	SL 280 mm	max. distension	0,044
SNr. 6	SL mm	max. distension	0
SNr. 7	SL mm	max. distension	0
SNr. 8	SL mm	max. distension	0

Interim values	
Load crown	1,162 ton / 11,39 kN
Theoretically moment dummy load anchor point	2,436 ton / 23,90 kNm
Theoretically moment trunk base	15,10 ton / 148,1 kNm

Interim values	
V <sub>real</sub> 1	781,5
V <sub>real</sub> 2	30,62 m/s
Complies wind strength Bft.:	
Real force pulling	0,188 / 0,508 / 0,658 / 0,753 / 0,941
Theoretically falling force dummy load point	3,423 / 6,777 / 6,275 / 5,417 / 5,061
Theoretically falling moment trunk base	21,22 / 42,02 / 38,91 / 33,59 / 31,37

Opti. SA Ergebnis:	8,48413	3,11795	2,95083					
Security uprooting	1,40489	2,78169	2,57564	2,22357	2,07713			
Brake Security SNr. 1	2,36753	1,55910	1,77565	1,80958	2,02931			
Brake Security SNr. 2	1,64017	2,14280	2,74816	3,14075	3,88461			
Brake Security SNr. 3	0,97690	0,92317	1,01847	1,02255	1,13030			
Brake Security SNr. 4	0,96365	1,03337	0,99935	0,99474	1,12426			
Brake Security SNr. 5	1,18011	0,64906	0,7310	0,67000	0,73967			
Brake Security SNr. 6								
Brake Security SNr. 7								
Brake Security SNr. 8								

predpokladaná sila vetra :

30,62 m/s

nameraná odolnosť proti zlomu  
(najhorší výsledok elastometrov) :

65 %

nameraná odolnosť proti vývratu  
(najhorší výsledok inklinometrov) :

140 %

Najmenšiu odolnosť pri 2. meraní v južnom smere nameral elastometer č. 5 (na tlakovej strane v mieste dutiny a rozkladných procesov)

2. najhorší bol elastometer č. 3 na ťahovej strane (tiež v mieste dutiny)





## 4. ZÁVER :

### Výsledky meraní (TSE) :

#### 1. meranie

**predpokladaná sila vetra :** (mohutná víchrica) 31,08 m/s

nameraná odolnosť proti zlomu  
(najhorší výsledok elastometrov) : **60 % !!**

nameraná odolnosť proti vývratu  
(najhorší výsledok inklinometrov) : **72 % !!**

#### 2. meranie

**predpokladaná sila vetra :** (mohutná víchrica) 30,62 m/s

nameraná odolnosť proti zlomu  
(najhorší výsledok elastometrov) : **65 % !!**

nameraná odolnosť proti vývratu  
(najhorší výsledok inklinometrov) : **140 % !!**

**Minimálna požadovaná hodnota : 150 %**

## Interpretácia výsledkov prístrojových meraní (TSE) :

Ak by strom nemal žiadne poškodenie (bez defektov), bola by odolnosť kmeňa proti zlomeniu vzhľadom na parametre kmeňa a koreňových nábehov až 850 % tesne nad bázou, a cca 300 % vo výške 1m (údaje z programu TSE).

Kvôli odbúravaní dreva patogénnym rozkladom, a kvôli infikovaniu agresívnymi hubovými parazitmi a zlým mechanickým vlastnostiam dreva je ale skutočná stabilita proti zlomu podľa výsledkov nameraných hodnôt z elastometrov iba 60 - 65 %, čo je **kritická hodnota**. Namerané hodnoty inklinácií ukazujú na to, že stabilita proti vývratu je v smere kde chýbajú korene iba 72 , v kolmom smere zhruba 140 % , čo možno taktiež považovať za **kriticky zníženú** stabilitu proti vývratu (minimálna požadovaná hodnota všetkých meraní je 150 %).

Z výsledkov analýzy a meraní teda vyplýva, že strom **nie je dostatočne stabilný** pri súčasnom objeme koruny, defektoch a parametroch kmeňa pre hypotetický vietor 30,5 m/s.

Takto zlý výsledok stability môže súvisieť aj so stanovišťom stromu - jedná sa o alejový strom, ktorý rastie v kompetícii a zápoji susedných stromov v stromoradiach, čím je vystavovaný menším veterným záťažiam (využíva menej adaptačných stabilizačných mechanizmov).

**Namerané výsledky ukazujú na fatálne poškodenie a extrémnu nestabilitu nosných pletív kmeňa.**

## Analýza výsledkov a možnosti riešenia :

Z výsledkov ťahovej skúšky vyplýva, že predmetný strom v oboch smeroch ťahu (východ, juh) vykazuje extrémne zníženú stabilitu proti zlomu aj vývratu. Namerané hodnoty sú až trojnásobne menšie oproti požadovanej minimálnej hodnote. Vzhľadom na skutočnosť, že strom rastie na extrémne frekventovanom stanovišti v intraviláne mesta, dá sa považovať za **kriticky prevádzkovo rizikový**.

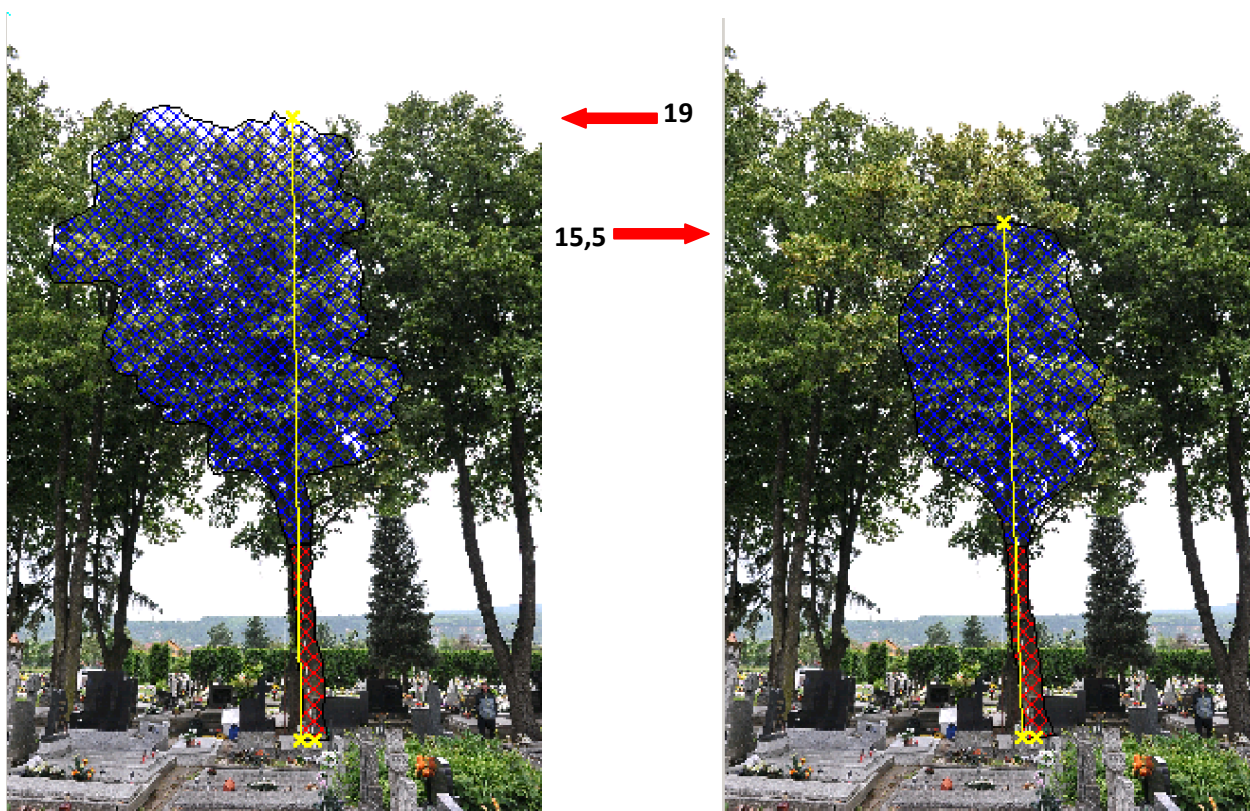
Statické pomery stromu je možné zlepšiť stabilizačnou redukciou koruny, čo by v danom prípade predstavovalo redukciiu až o cca 50% - jedná sa teda o zásadný zásah do architektúry stromu. Z nameraných výsledkov vyplýva nutnosť zmenšenia náporovej plochy koruny na cca 45 m<sup>2</sup> (z pôvodných 98m<sup>2</sup> a 87m<sup>2</sup> v smeroch ťahu).

Z týchto dôvodov je možné aj vzhľadom na celkovú perspektívu stromu a jeho stanovište zvážiť aj jeho **úplné odstránenie (asanáciu)**. Narušenie kontinuity aleje by nebolo v tomto prípade zásadné, pretože koruny susedných stromov korunu hodnoteného stromu presahujú a relatívne rýchlo by sa zapojili.

## UPOZORNENIE :

Namerané výsledky sa vzťahujú výlučne k predmetnému stromu. Stabilita každého stromu v aleji závisí od mnohých faktorov a vzťahov (viď. analýza), preto sa namerané výsledky ani návrhy riešení nevzťahujú na žiaden iný strom v stromoradiach.

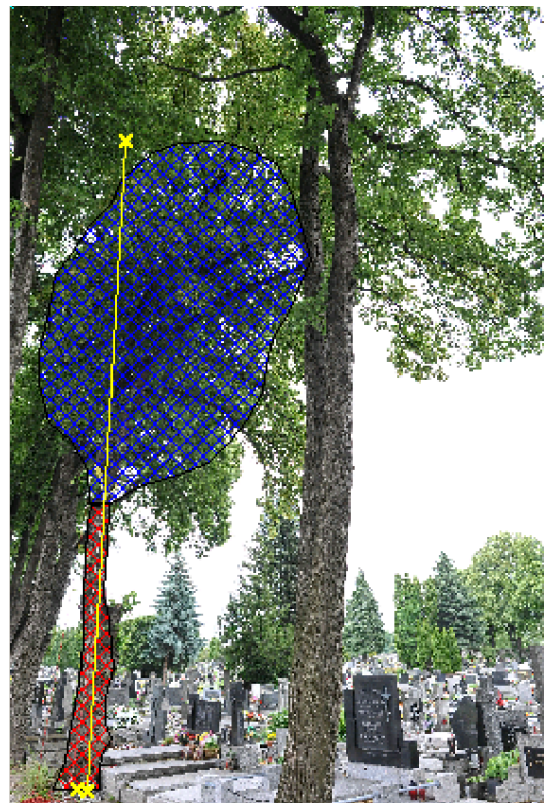
Rozsah redukcie potrebnej k dosiahnutiu min. hodnôt stability :





← 19

15,5 →



### Prognóza :

Zásadný vplyv na celkovú perspektívu stromu má rozsiahla otvorená dutina na báze kmeňa - s progresívnym rozkladom . Pravdepodobný mechanizmus vzniku defektu je mechanické poškodenie pri rekonštrukcii hrobového miesta - strom pravdepodobne svojim rastom v minulosti poškodil základy pomníka, pretože báza kmeňa koliduje s hranicou hrobového miesta. Takúto rozsiahlu ranu strom nie je schopný efektívne odizolovať a patogénny rozklad postihuje všetky pletivové štruktúry od kôry po xylém, prebieha rozklad jak celulózy tak lignínu. Biomechanické pomery zhoršuje lokalizácia poranenia - od bázy kmeňa (v styku s pôdnym krytom). Vo vnútorných štruktúrach rozklad zasahuje ďalej vo vertikálnom aj horizontálnom smere. Zhoršenie statiky sa strom snaží kompenzovať tvorbou ranového a reakčného dreva v zostávajúcich funkčných častiach kmeňa. Viditeľný je rast kalusových valov (rast kalusového ranového dreva však je iba časť celého procesu hojenia, hlavné mechanizmy hojenia prebiehajú vo vnútri kmeňa). Hranica reakčnej zóny vo vnútri kmeňa sa však evidentne posúva v neprospech stromu a tento proces je v tejto fáze už nezastaviteľný a ireverzibilný. Intenzitu rozkladných procesov je ťažké odhadnúť.

V prípade ponechania stromu na stanovišti je nutné realizovať adekvátnu redukciu koruny v čo najskoršom termíne.

V tomto prípade treba počítať s periodickým opakovaním zásahu v intervaloch cca 4- 5 rokov, pretože strom bude intenzívne tvoriť sekundárnu korunu z nových proventálnych výhonkov, ktorá postupne nahradí pôvodnú korunu a strom sa v dôsledku hmotnosti , plochy a výšky novej koruny stane znovu nestabilným.

## Návrh riešení na ostatných stromoch aleje :

V prípade lipovej aleje na cintoríne v Novom Meste nad Váhom ako celku, odporúčam v prvej etape odborne zhodnotiť stav jednotlivých stromov jednoduchou vizuálnou metódou s návrhom adekvátneho stabilizačného zásahu na všetkých stromoch. Stromy v aleji majú rôzne biomechanické defekty, s rôznym vplyvom na celkovú prevádzkovú bezpečnosť. Väčšinu statických a biomechanických defektov a problémov prevádzkovej bezpečnosti je možné pri súčasných arboristických technológiách vyriešiť bez nutnosti asanácie stromov. Najčastejšími zásahmi sú bezpečnostný rez celého objemu koruny, stabilizačná obvodová redukcia korún (pri zachovaní prirodzenej architektúry a habitu) a inštalácia bezpečnostných viazaní z moderných a lacných certifikovaných materiálov.

### Liberácia :

Pri arboristických prácach (v rámci tohto protokolu) nebol poškodený žiadny verejný ani súkromný majetok a neboli zranené žiadne osoby, pracovný priestor bol riadne označený. Všetky zásahy a diagnostika boli zrealizované odborne, uvedené výsledky interpretujú namerané údaje z prístrojov pri terénnom meraní. Pri vyšetreniach a meraniach nedošlo k ireverzibilnému poškodeniu ošetrovaného stromu. Ťahovou skúškou zisťujeme percentuálnu statickú odolnosť stromu voči zlomu približne v miestach umiestnenia senzorov a odolnosť voči vývratu. Bezpečnosť vyšších nadzemných korunových štruktúr stromu a dynamické faktory pôsobiace na ostatné časti kmeňa a koruny nie je možné nijako predvídať.

Proces hodnotenia a prístrojových meraní je zdokumentovaný fotograficky, DVD s dokumentačnými fotkami archivujeme.

Z vyššie uvedených dôvodov naša firma nezodpovedá za prípadné škody na majetku, zdraví či živote súvisiace s predmetným stromom, ktoré by mohli vzniknúť cudzím zavinením alebo vplyvom iných biotických alebo abiotických faktorov po odovzdaní výsledkov diagnostiky v budúcnosti (napr. v dôsledku víchrice, námrazy, snehu, blesku, antropického vplyvu alebo statického zlyhania stromu alebo jeho častí vplyvom patogénneho rozkladu a podobne).

V Bánovciach nad Bebravou dňa 2.6. 2014

[www.osetrovanie-stromov.sk](http://www.osetrovanie-stromov.sk)  
mobil : 0902-20-40-30  
mail : arborista@arborista.sk



member :



Ing. Marcel Trnovský  
člen rady ISA Slovensko

Referencie : [WWW.OSETROVANIE-STROMOV.SK](http://WWW.OSETROVANIE-STROMOV.SK)



Držiteľ Certifikátu EURÓPSKY ARBORISTA  
Certified EuropeanTreeWorker - ETW

Prevzal dňa : .....