



**Treewalker**  
profesionální arboristika

## Protokol měření tahovou zkouškou č. 2019/8/240

7. března 2019

**Lokalita:** Lázně Kysleka, Bílina

**Objednatel:** Město Bílina  
Břežanská 50/4  
418 31 Bílina  
IČ: 266230

**Zhotovitel:** Treewalker, s. r. o.  
Bystrá nad Jizerou 1  
513 01 Semily  
IČ: 274 99 511  
DIČ: CZ274 99 511  
www.treewalker.cz

**Zpracoval:** Arbonet, s.r.o.  
Ing. Marek Žďárský  
Ing. Pavel Wágner



**Protokol o tahové zkoušce č. 2019/8/240 přístrojem Picus TreeQinetic:**

**buk lesní *Fagus sylvatica* Linné inv. č. 240 rostoucí v lázeňském parku  
Bílina u lesní kavárny Kafáč na pozemku parc. č. 1941/3 v k. ú. Bílina**



## 1 Výchozí údaje

**Zadavatel:** Město Bílina, Břežanská 50/4, 418 01 Bílina, IČO: 00266230, DIČ: CZ00266230  
**Zhotovitel:** Arbonet, s.r.o., Dolská 2486/12, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice,  
IČO: 282 01 906, DIČ: CZ 28201906, e-mail: info@arbonet.cz, www.arbonet.cz  
**Datum měření:** 4. 3. 2019  
**Datum zpracování:** 7. 3. 2019

**Arbonet, s.r.o.**  
**znalecký ústav**  
Ochrana přírody a Zemědělství  
Dolská 2486/12, 193 00 Praha 9  
IČ: 28201906 DIČ: CZ28201906

.....  
Ing. Pavel Wágner, Ing. Marek Žďárský, Arbonet, s.r.o.

**Ing. Pavel Wágner** tel.: 603 816 296, e-mail: [pavel.wagner@arbonet.cz](mailto:pavel.wagner@arbonet.cz) - zahradní inženýr v oboru Zahradní a krajinářská architektura, ZF MZLU Brno), znalec v oboru Zemědělství, odvětví Ovocnářství a zahradnictví, specializace arboristika. Certifikovaný Evropský arborista - European Tree worker (ETW), autorizovaný zástupce pro profesní kvalifikace NSP: „Technik arborista“ a „Samostatný technik arborista“.

**Ing. Marek Žďárský** - tel.: 603 465 612, e-mail: [marek.zdarsky@arbonet.cz](mailto:marek.zdarsky@arbonet.cz), zahradní inženýr v oboru Zahradnická výroba ZF MZLU Brno), znalec v základních oborech Ochrana přírody a Zemědělství, specializace hodnocení stromů a dendrologie. Český certifikovaný arborista (ČCA) - Konzultant . Certifikovaný Evropský arborista - European Tree worker (ETW). Autorizovaný zástupce pro profesní kvalifikace NSP: „Technik arborista“ a „Samostatný technik arborista“  
Společnost Arbonet, s.r.o. je, rozhodnutím Ministerstva Spravedlnosti ČR, zapsána do I. oddílu seznamu znaleckých ústavů pro obor ochrana přírody a pro obor zemědělství, odvětví ovocnářství a zahradnictví, Čj. MSP-89/2015-OJ-SZN/9 (náhled na [www.justice.cz](http://www.justice.cz) záložka ostatní - znalecké ústavy)



## 2 Zjištění mechanické stability buku tahovou zkouškou

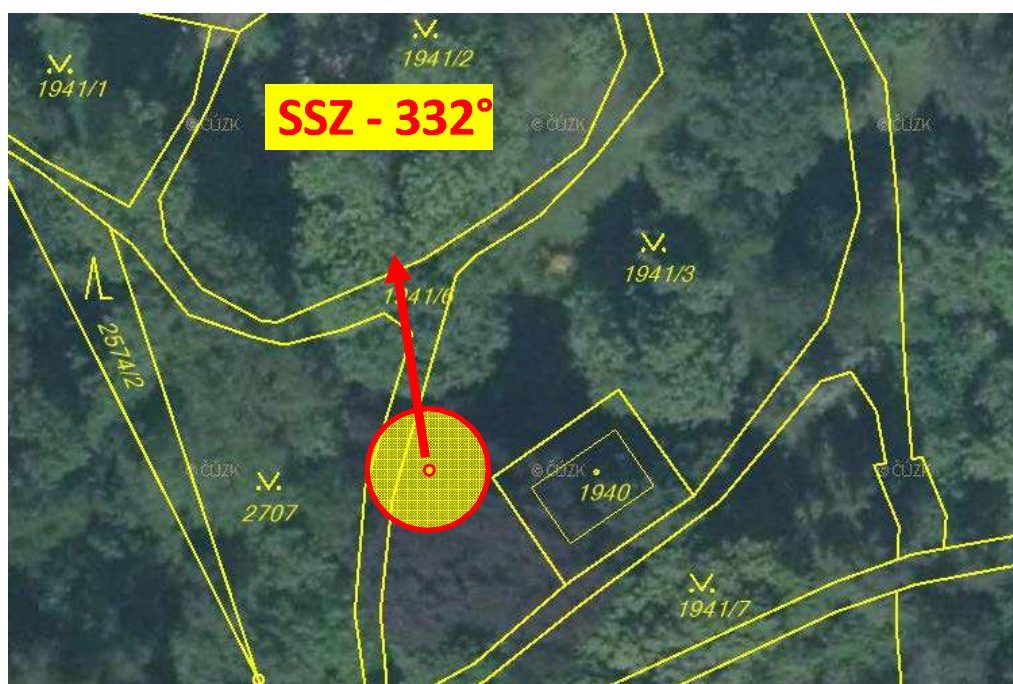
**Měření v terénu provedl a v programu ArboStat vyhodnotili:** ing. Pavel Wágner a ing. Marek Žďárský

**Větrná oblast v místě měření dle ČSN EN 1991- 1- 4:** 2 (výchozí základní rychlost větru  $v_{b,0} = 25,0$  m/s)

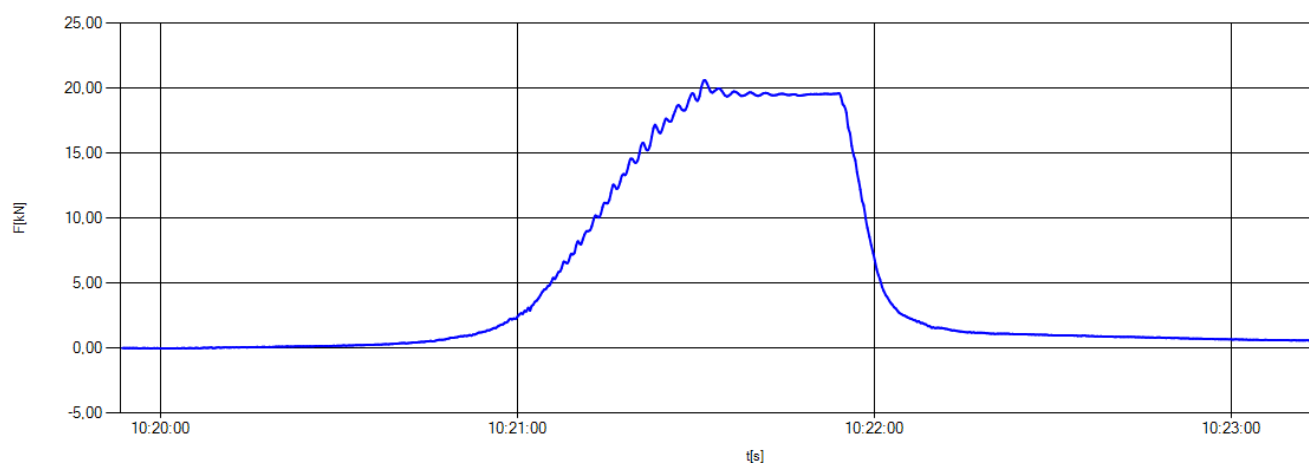
- Počet směrů zatížení lanem: 1
- Počet tahů lanem: 1

### 2.1 Měření buku v severoseverozápadním směru (azimut 332°)

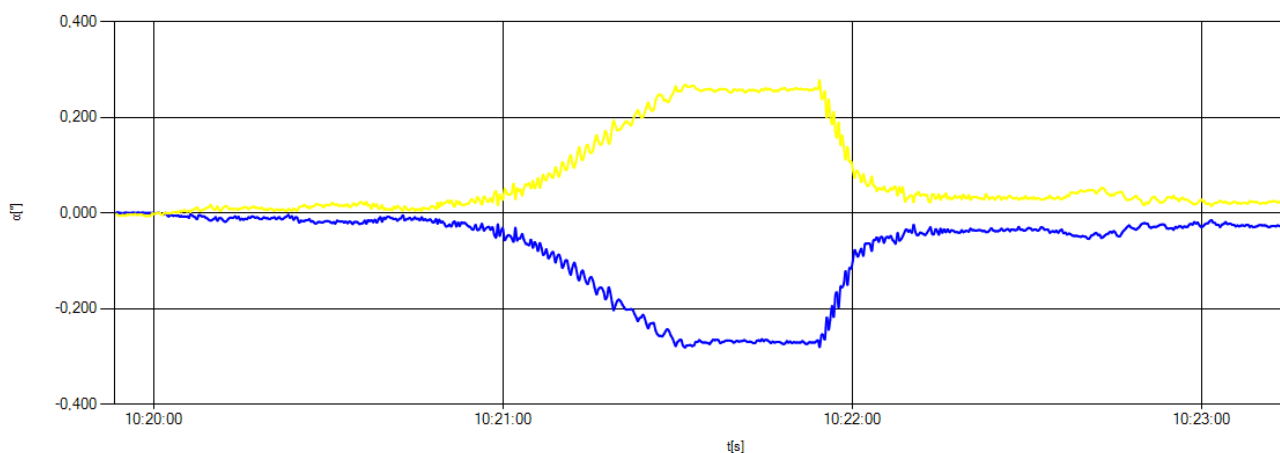
- Kotevní objekt: báze kmene javoru mléče inv. č. 256 vzdálená od měřeného buku 20,0 m (kotevní bod je na obrázku níže označen červenou šipkou)



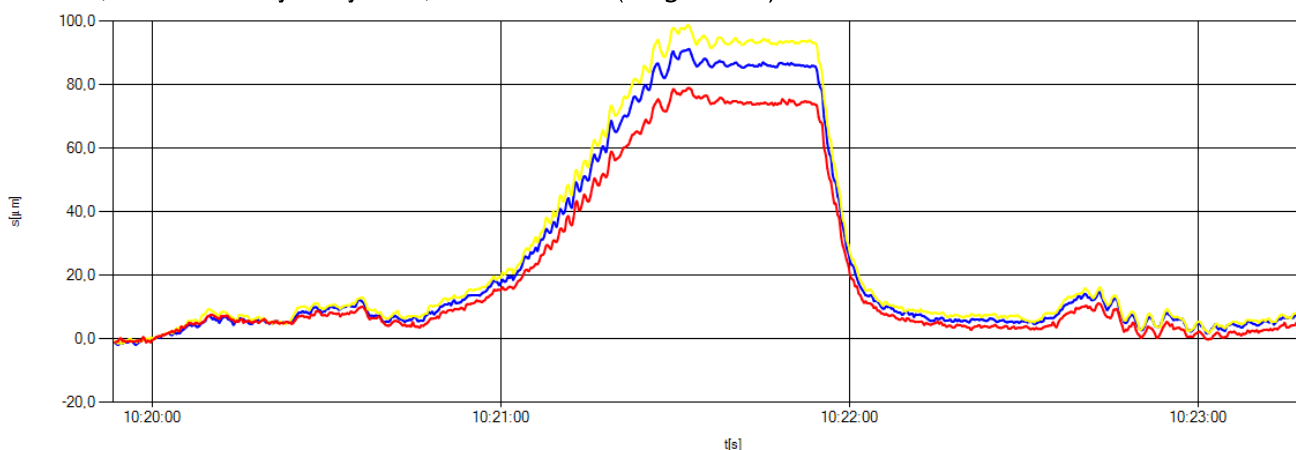
- Výška ukotvení lana: 5,9 m na kmeni měřeného buku
- Úhel tažného lana: 7,1°
- Max. zatížení stromu lanem: 20,3 kN (viz graf níže)



- Počet náklonoměrů: 2 – modrý ve výšce 0,01 m nad zemí na bázi kmene v úhlu 170° a žlutý ve výšce 0,01 m nad zemí na bázi kmene v úhlu 80° od směru zatížení lanem (viz graf níže)

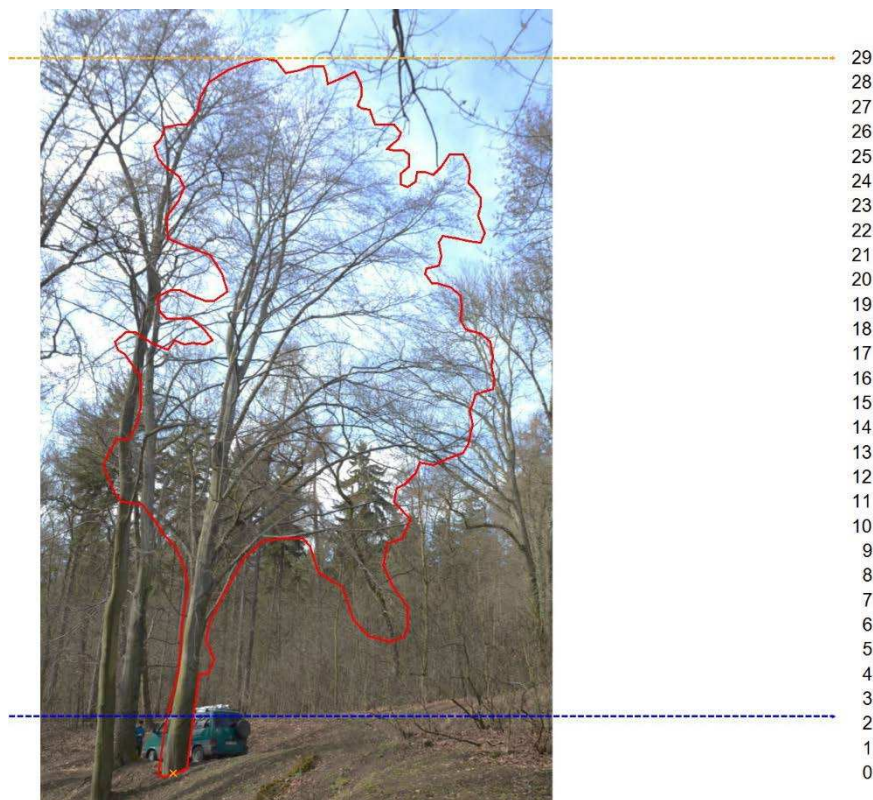


- Počet extenzometrů: 3 – všechny na tahové straně kmene, modrý ve výšce 0,35 m, žlutý ve výšce 0,75 m a červený ve výšce 1,10 m nad zemí (viz graf níže)



## 2.2 Analýza větrné zátěže buku s náporovou plochou koruny 238 m<sup>2</sup>

Analýza větrné zátěže 29 m vysokého buku dle ČSN EN 1991-1-4 provedená počítačovým programem ArboStat (ve verzi 2.2.013) vypočítala náporovou plochu jeho koruny na 238,0 m<sup>2</sup> (viz obrázek obrysu koruny na následující straně) a stanovila poměrně vysokou teoretickou hodnotu odolnosti stromu vůči zlomu kmene ve větrné oblasti II a v terénu kategorie III (předměstí) při výchozí základní rychlosti větru  $v_{b,0}$  25,0 m/s - základní hodnota stability buku je 1,2 (min. základní hodnota stability je přitom 1,0). Vypočtené zatížení báze kmene jedince u země (jehož těžiště se nachází v 18,1 m nad zemí a 5,18 m od středu báze kmene) ve výchozí základní rychlosti větru  $v_{b,0}$  25,0 m/s je 446 kNm (jedná se o ohybový moment kmene při průměrném tlaku laminárně proudícího větru na těžiště stromu 10,5 kN a faktoru vlivu turbulence 2,36 – výsledný tlak větru v těžišti buku je 10,5 kN \* 2,36 = 24,8 kN). Z této analýzy lze teoreticky usuzovat, že by buk se zdravým kmenem bez hnilob, otevřených dutin a defektů byl na daném stanovišti stabilním jedincem, který by silnému větru o výše uvedené rychlosti odolal. Větru o výše zmíněné rychlosti a tlaku by měla báze jeho kmene teoreticky odolat i v případě, že zbytková stěna její případné uzavřené dutiny ve kmeni bude 140 mm a uzavřená dutina či hniloba ve kmeni nepřesáhne 55% celkové plochy kmene (podrobně viz analýza větrné zátěže v příloze č. 2 tohoto protokolu). Nutno podotknout, že analýza větrné zátěže měřeného jedince je pouze teoretický matematický výpočet ohybového momentu na bázi kmene u země, který není schopen analyzovat odolnost stromu vůči vývratu a slouží pouze jako podklad pro následnou praktickou tahovou zkoušku. Proto je nutné věnovat mnohem větší pozornost výsledkům skutečné tahové zkoušky, provedené dne 4. 3. 2019 – viz následující kapitola.

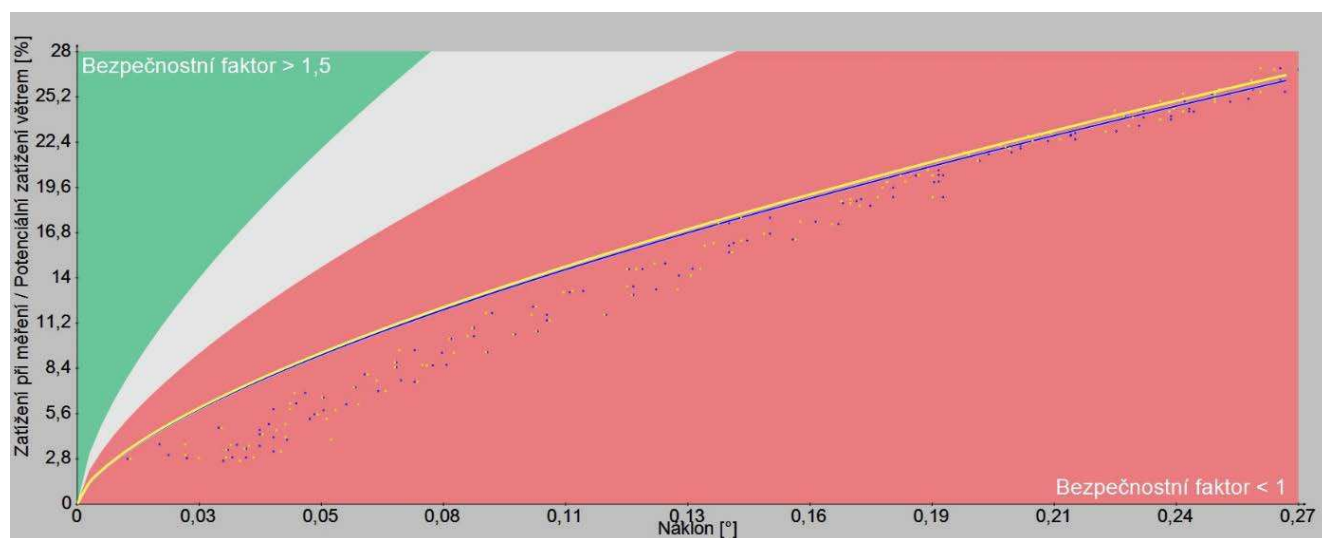


## 2.3 Vyhodnocení odolnosti buku vůči vývratu či zlomu kmene

Měření buku tahovou zkouškou provedené jedním tahem lana ze severoseverozápadního směru (s azimutem 332°) prokázalo, že skutečná odolnost měřeného jedince vůči zlomu kmene je vyšší než výše uvedený teoretický propočet jeho stability v rámci analýzy větrné zátěže (viz předchozí kapitola).

### 2.3.1 Odolnost buku vůči vývratu z kořenů

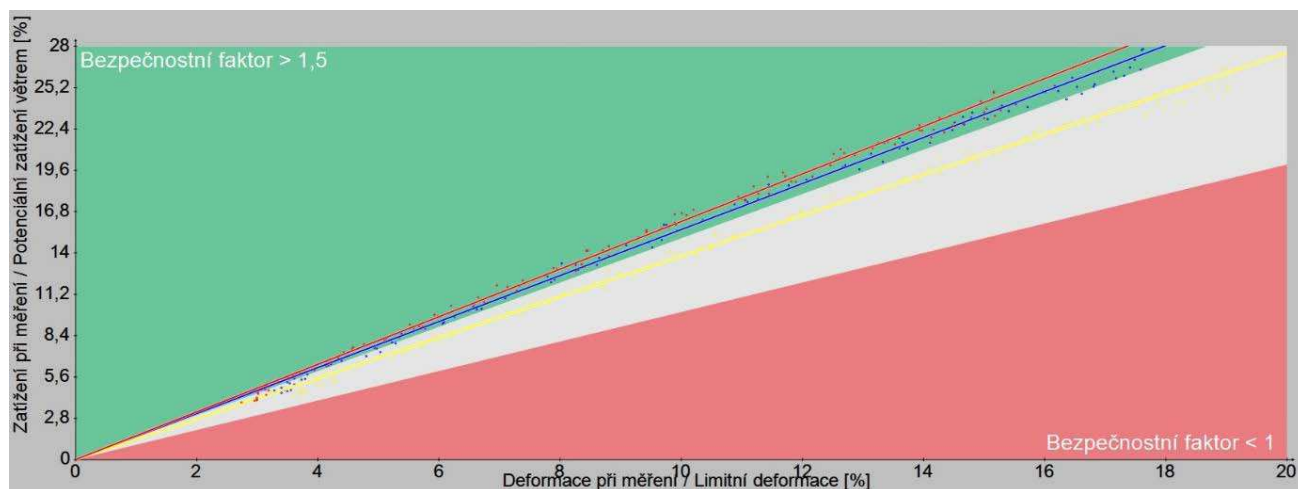
- bezpečnostní faktory vypočtené dle vývrátové křivky: **0,63 – 0,64** (stabilita stromu **63% - 64%**)
- nejnižší stabilita - modrý náklonoměr na bázi kmene u země v úhlu 170° od zatížení stromu lanem



**Při laminárním proudění větru o síle 25,0 m/s** (90 km/h) a při vzniklých větrných turbulencích o síle až 31,750 m/s (114 km/h) **je odolnost měřeného buku vůči vývratu z kořenů velmi nízká.**

### 2.3.2 Odolnost buku vůči zlomu kmene

- bezpečnostní faktory: **1,38 – 1,56 – 1,61** (stabilita stromu **138% - 156% - 161%**)
- nejnižší stabilita - žlutý snímač posunutí ve výšce 0,75 m nad zemí na tahové straně kmene



Při laminárním proudění větru o síle 25,0 m/s (90 km/h) a při vzniklých větrných turbulencích o síle až 31,750 m/s (114 km/h) je odolnost měřeného buku vůči zlomu kmene poměrně nízká.

### 3 Návrh pěstebních opatření (dle SPPK A01 001:2018 Hodnocení stavu stromů)

- Navržené pěstební opatření 1:**

**S-KPP** postupné kácení s překážkou v dopadové ploše  
**S-OF** odstranění pařezu frézováním

- Navržené náhradní pěstební opatření 2 jako alternativa k případnému nepovolenému kácení:**

**S-RS (33%)** Řez sesazovací (o 33 % ze současné velikosti stromu o výšce 29 m a náporové ploše koruny 238 m<sup>2</sup> na konečnou výšku po redukci max. 19 m a náporovou plochu koruny cca 160 m<sup>2</sup>)

- Stupeň naléhavosti** provedení výše navržených pěstebních opatření: **1 - realizovat v první etapě prací (ideálně co nejdříve po vydání povolení ke kácení, jež nabylo právní moci, nejpozději však do konce roku 2019)** - zásahy s vysokou prioritou, realizované jak pro zajištění provozní bezpečnosti stanoviště, tak i z pohledu udržení kontinuity pěstební péče

Náhradní pěstební opatření 2 je sice možné, avšak z pohledu aktuálního stavu stromu a jeho budoucího funkčního využití jej nelze doporučit jako rovnocennou alternativu ke kácení, a to zejména proto, že buk je jedinec, jehož schopnost kompartmentalizace a hojení řezných ran je velmi slabá, což z něj činí taxon, jenž se špatně vyrovnává s jakýmkoliv typem stabilizačního řezu. Aby byl buk dostatečně stabilní a neohrožoval své okolí vývratem, bylo by nutné jeho korunu výrazným způsobem snížit, a to technologií sesazovacího řezu S-RS až o cca 33% její současné velikosti. Takový zásah by mohl být oprávněně chápán jako poškození dřeviny dle zákona č. 114/1992 Sb. Standard péče o přírodu a krajinu SPPK A02 002:2018 Řez stromů připouští možnost sesazovacího řezu při zachování podmínky: druh s dobrou regenerační schopností koruny (topoly, vrby) a odpovídající vitality. Buk není ve Standardu uveden ve výčtu dřevin vhodných k sesazení, a proto jej doporučujeme pokácet. Kromě toho roste buk v porostním zápoji ostatních buku a jiných stromů a po sesazení by se stal podrostovým jedincem, jehož koruna by byla silně zastíněna korunami vyšších dřevin, která by díky nedostatku světla neobrazila sekundárními výmladky, i kdyby jeho schopnost regenerace (korunové výmladnosti) byla vysoká (což v žádném případě není typická vlastnost buku).



## Příloha č. 1 - stručný popis tahové zkoušky přístrojem Picus TreeQinetic®

Tahová zkouška, prováděná přístrojem TreeQinetic® německé firmy Argus electronic gmbh, je nedestruktivní a přesná přístrojová metoda měření odolnosti stromů vůči vývratu nebo zlomu kmene. Jediným mechanickým poškozením stromu, ke kterému při správném měření dochází, je poškození několika málo letokruhů dřeva pod kůrou kmene tenkými ostrými hřebíky, jež stabilizují ke kmeni a kořenovým náběhům citlivé měřicí přístroje.

Tahová zkouška TreeQinetic se skládá ze čtyř na sebe navzájem navazujících částí:

- terénního šetření
- vlastní tahové zkoušky
- zátěžové analýzy
- výpočtu odolnosti stromu proti vývratu či zlomu v měřených částech kmene či větví

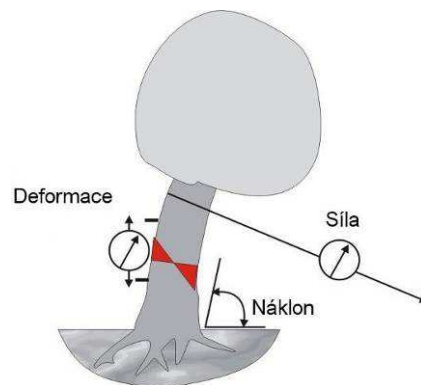


### 1 Terénní šetření

Před vlastní tahovou zkouškou provede odborník detailní průzkum stanoviště, na kterém se sledovaný strom nachází. Významné jsou zejména informace o stanovišti stromu, včetně nadmořské výšky, klimatických charakteristik (zejména směru, nárazovitosti a rychlosti větru a s ním spojeném větrném pásmu stanoviště dle ČSN EN 1991-1-4, v němž se strom nachází), drsnosti terénu, je-li strom soliterně rostoucí či v porostní skupině apod. Dále odborník provede detailní prohlídku stromu, při níž zaznamená veškeré důležité defekty stromu (tlaková větvení, přítomnost otevřených dutin a trhlin, řezné rány, trhliny kmene i větví apod.), případně zjistí přítomnost a lokalizaci dřevokazných hub a pěstební zásahy provedené v minulosti (řez, vazby aj.). Následně získá základní dendrometrické charakteristiky stromu a pořídí pro účely zátěžové analýzy a vyhodnocení stability stromu v programu ArboStat odpovídající fotodokumentaci.

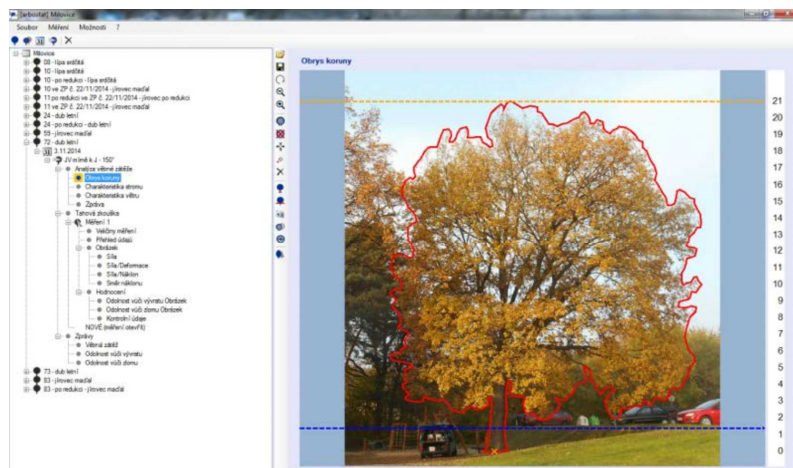
### 2 Vlastní tahová zkouška

Další část tahové zkoušky spočívá ve zjištění mechanického chování stromu. Strom je na velmi krátkou a pro měření nezbytně nutnou dobu uměle namáhán silou (pomocí lana a lanového navijáku), která je tak nízká, že nezpůsobí poškození měřeného stromu. Tato uměle vyvolaná síla je měřena pomocí snímače (digitálního siloměru) a je okamžitě převáděna do počítačového programu TreeQinetic Measure. Na stromě jsou na předem vybraných staticky důležitých místech (zpravidla nejvíce mechanicky namáhaných či staticky nejslabších) upevněny citlivé přístroje (zpravidla 2 náklonoměry a 3 snímače posunutí - extenzometry). Tyto přístroje snímají reakci stromu na uměle vyvolanou a pro strom minimální zátěž a údaje z měření, které zaznamenávají, jsou také průběžně přenášeny do počítačového programu



TreeQinetic Measure. Takto naměřená data jsou následně zpracována v softwarovém programu ArboStat, který umožňuje zjistit požadovanou stabilitu stromu (odolnost stromu vůči zlomu či vývratu).

Náklonoměry umístěné na bázi kmene u země snímají náklon báze kmene a kořenového talíře. Náklon báze kmene při měření nesmí přesáhnout hodnotu  $0,25^\circ$ . Snímače posunutí (obrázek vlevo) jsou umístěny na kmeni měřeného stromu pomocí dvou hřebů vzdálených od sebe 200 mm v různých výškách a měří tahem lana způsobené deformace obvodových dřevních vláken kmene. Max. deformace dřevních vláken při měření nesmí být větší než  $0,200 \text{ mm}$  ( $= 200 \text{ }\mu\text{m}$ ).



### 3 Zátěžová analýza

Při zátěžové analýze je pomocí speciálního softwarového programu ArboStat zjištěna skutečná náporová plocha stromu při větrné zátěži. Na základě zadaných údajů z terénního šetření (zejména fotografie a dendrometrických parametrů stromu) je programem vypočteno zatížení větrem, které na daném místě bude na náporovou plochu koruny stromu působit, a to s ohledem na jeho polohu, nadmořskou výšku, expozici a případné působení okolních objektů (včetně sousedních stromů). Vypočtené zatížení

stromu větrem je hodnota stanovená z výchozí základní rychlosti větru  $v_{b,0}$  konkrétní větrné oblasti ČR, na níž strom roste (definované normou ČSN EN 1991-1-4), dále z kategorie terénu dle téže normy a ovlivněná konkrétním faktorem blízkosti objektů a expozice koruny stromu na stanovišti. Výchozí základní rychlost větru  $v_{b,0}$  je dle české normy ČSN EN 1991-1-4 charakteristická desetiminutová střední rychlost větru nezávislá na směru větru a ročním období, měřená ve výšce 10 m nad zemí v kategorii terénu II. Jedná se o základní hodnotu rychlosti větru s roční pravděpodobností překročení 0,02 odpovídající střední době návratu 50 let.


Sílu, která je výsledkem působení rychlosti větru na náporovou plochu koruny stromu, lze vyjádřit pomocí následující rovnice:

$$F = 0,5 \times C_w \times A \times \rho \times v^2$$

kde je  $C_w$  ... koeficient aerodynamického odporu  
 $A$  ... náporová plocha stromu  
 $\rho$  ... hustota vzduchu  
 $V$  ... rychlost proudění



náklonoměr na bázi kmene

Analýza větrné zátěže dle ČSN EN 1991-1-4			
Strom č. 2624 ID šetřek není			
Projekt		Lokalita	
Název projektu	Dalovice park	zámecký park Dalovice	
Číslo projektu	2014-09-22	Dalovice, ČR	
Datum měření	22.9.2014	Nadmořská výška	400 m
Údaje o stromu		Použité materiálové konstanty	
Druh stromu	dub letní	pro druh	Quercus robur
Obvod kmene	515 cm	Zoráz	Stuttgart
Průměr kmene v 1 m výšce	156 cm	Mez úměrnosti v tlaku	28 MPa
Tloušťka kůry	166 cm	Modul pružnosti	9900 MPa
Výška stromu	22 m	Deformace na mezi úměrnosti	0,41 %
		Hustota čerstvého dřeva	1,03 g/cm³
Obrys stromu			
			
Směr zátěže Sever 350°			
Analýza náporové plochy koruny			
Báze koruny 10 m			
Efektivní výška 17,2 m			
Celková plocha 117 m²			
Excentricita koruny 1,29 m			
Použití strukturální parametry			
Kof. aerodyn. odporu 0,25			
Přirozená frekvence 0,7 Hz			
Tlumič delement 0,5			
Korekční faktor tvaru kmene 0,5			
Použití parametry stanoviště			
Větrná zóna D 2			
Větrná zóna stanovená 25 m/s			
Hustota vzduchu 1,25 kg/m³			
Kategorie terénu Předměstí			
Exponent profilu větru 0,22			
Faktor blízkosti objektů (pro korekci rychlosti větru) 1,2			
Faktor expozice koruny 1,00			
Zpráva			
Analýza větrné zátěže		Analýza zatížení stromu	
Průměrný tlak větru	11,2 kN	Hmotnost stromu	20,3 t
Faktor víru turbulence	2,53	Kritický rozsah dutin	95 %
Těžiště	14,1 m	Potenciální kritická tloušťka	4 cm
Torzní moment	37 kNm	Zbytkové síly kmene s uzavřenou dutinou	
Vypočtené zatížení větrem	401 kNm	Základní hodnota stability	22,8
Stabilita stromu a návrh péstebních opatření			
Stabilita dubu je vysoká, přestože je báze kmene silně napadena dřevokaznou houbou (nejspíše rezavcem kořenovým) - topografické vyšetření kmene prokázalo rozsáhlou hnilobu.			
Riziko vývratu stromu či zlomu ve kmene je nízké.			
Návrh PO: redukční řez koruny fyziologicky oslabeného dubu o 20% - olem je podpora vzniku koronových výmstů na bázi koruny a kmenových výmstů na kmene. Řez doporučujeme provést v souladu s SPFK A02 002: 2014 Řez stromů, nepozorují však do konce března 2015			

Hustota vzduchu závisí na nadmořské výšce, teplotě a barometrickém tlaku, který je na lokalitě, v níž strom roste, očekávan při silné vichřici, nicméně pro účely výpočtu větrné zátěže na strom je použita normou ČSN EN 1991-1-4 doporučená hodnota hustoty vzduchu  $1,25 \text{ kg.m}^{-3}$ . Výsledkem zátěžové analýzy je stanovení velikosti a charakteru větrné síly působící na měřený strom. Moderní zátěžová analýza stromu počítačového programu ArboStat respektuje doporučené postupy výpočtů větrné zátěže mezinárodního standardu ISO 4354:2009 a ČSN EN 1991-1-4.

**Analýza větrné zátěže dle ČSN EN 1991-1-4** (obrázek vlevo) je vždy prvním listem protokolu o měření tahovou zkouškou. Na tomto listu lze nalézt velké množství důležitých skutečností, zejména údaje o měřeném stromu a lokalitě, použité materiálové konstanty, směr umělé zátěže na měřený strom a výpočet náporové plochy stromu. Ve spodní části listu nalezneme Analýzu větrné zátěže s vypočteným zatížením kmene stromu větrem v kNm (tzv. ohybový moment kmene stromu) a Analýzu zatížení stromu se základní hodnotou stability měřeného stromu (číslo udávající teoretickou odolnost ideálního kmene stromu vůči zlomu – pokud je hodnota stability stromu nižší než 1, může být odolnost kmene vůči zlomu nízká). Pod těmito dvěma parametry nalezneme stručné zhodnocení skutečné stability měřeného stromu a návrh potřebných péstebních opatření (toto zhodnocení stability vychází z výsledků dalších listů protokolu – Vypočtené odolnosti vůči vývratu a Vypočtené odolnosti vůči zlomu z tahové zkoušky).



## 4 Vyhodnocení odolnosti měřeného stromu vůči zlomu či vývratu programem ArboStat

Pomocí počítačového programu ArboStat může zkušený uživatel vyhodnotit na základě získaných údajů z terénního šetření nejen větrnou zátěž na hodnocený strom (viz bod 3), ale po stažení údajů z tahové zkoušky z kompatibilního programu TreeQinetic Measure (viz bod 2) následně vyhodnotit současnou stabilitu měřeného stromu (odolnost stromu vůči zlomu či vývratu).

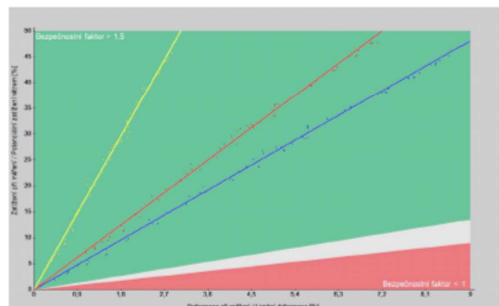
Výsledek vyhodnocení stability stromu v programu ArboStat je znázorněn na dvou samostatných listech protokolu v jednoduchých zelenošedočervených grafech. Ty jsou sestaveny na základě naměřených hodnot z tahové zkoušky a jednoduchým a přehledným způsobem zobrazují pravděpodobnost selhání stromu. Terénním měřením deformace kmene extenzometry (snímači posunutí) lze vypočítat pravděpodobnost selhání kmene stromu zlomem (v listu Vypočtená odolnost vůči vývratu z tahové zkoušky), měřením náklonu báze kmene náklonoměry pak získáváme data pro zjištění odolnosti stromu vůči vývratu (v listu Vypočtená odolnost vůči zlomu z tahové zkoušky).

Zobrazení stability stromu v grafu je jednoduché a přehledné: pokud se všechny naměřené údaje nalézají v zelené části grafu, stabilita stromu je dostatečná. To znamená, že bezpečnostní faktor stromu je vyšší než 1,5 (v procentickém vyjádření je jeho stabilita vyšší než 150%). U

### Vypočtená odolnost vůči zlomu z tahové zkoušky

Údaje o stromu			
Projekt	Dalovice park	Strom č.	2624
Druh stromu	dub letní	Datum	22.9.2014
Měřicí sestava			
Výška kotvení bodu	10,2 m	Měření č.	1
Úhel lana	26,5 °	Směr zátěže	Sever 350°

Grafické zobrazení (naměřená data a regresní přímka)



Měření deformací	v	90	91	92
Výška měřeného bodu	m	0,4	1,65	0,8
Místo měření		kmen tlak	kmen tlak	kmen tlak
Průměr kmene 1	cm	196	138	170
Průměr kmene 2	cm	194	173	170
Tloušťka borky	cm	5	5	5
Část zátěže	%	100	100	100
Odolnost vůči zlomu (odvozená ze směrnice přímky nejlepší lineární závislosti)				
Bezpečnostní faktor		5,34	16,47	6,95
Kontrolní údaje				
Koeficient determinace R²		0,9975	0,9936	0,9967
Zbytková tuhost	%	12,1	79	22,7
Potenc. rozsah dutiny	%	95,8	59,4	91,8
Tlakové napětí v % způsobené těmito parametry				
Hmotnost stromu	%	3,1	0,6	2,1
Zatížení při měření	%	45,4	45,9	49,5

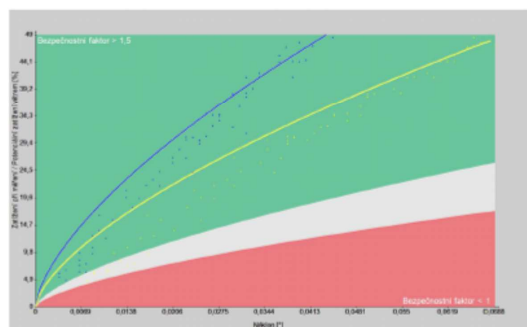
ARBONET, s.r.o., Dostál 2489/12, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice, www.arbonet.cz

© ArboStat

### Vypočtená odolnost vůči vývratu z tahové zkoušky

Údaje o stromu			
Projekt	Dalovice park	Strom č.	2624
Druh stromu	dub letní	Datum	22.9.2014
Měřicí sestava			
Výška kotvení bodu	10,2 m	Měření č.	1
Úhel lana	26,5 °	Směr zátěže	Sever 350°

Grafické zobrazení (naměřená data a regresní přímka)



Měření náklonu	80	81	
Místo měření	x	y	
Odolnost vůči vývratu vypočtená podle všeobecné vývrátové křivky			
Bezpečnostní faktor	3,82	2,79	
Kontrolní údaje			
Standardní odchylka	%	4,14	4,56
Zatížení při měření	%	48,7	48,7
Směr zatížení pro náklonoměr	x-Osa	y-Osa	
Obecné k tahové zkoušce			
Znalec (Odborník)	ing. Marek Žďárský		
Svědék / Pomocník	ing. Pavel Wágner		
Poznámky k měření			

ARBONET, s.r.o., Dostál 2489/12, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice, www.arbonet.cz

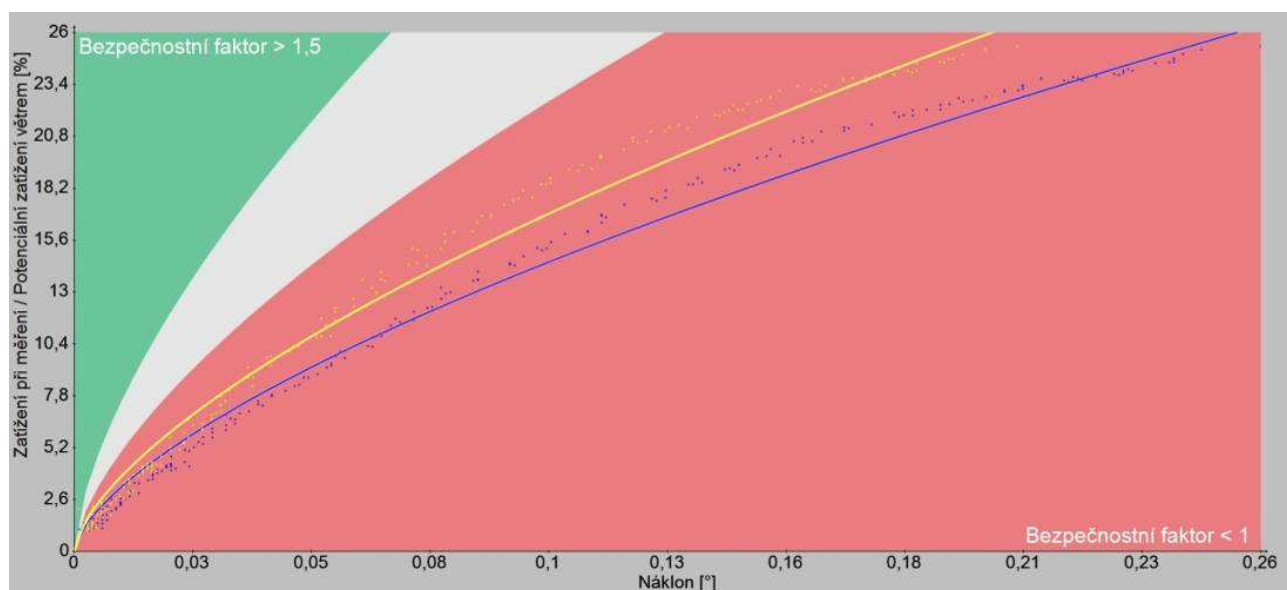
© ArboStat

měřeného stromu není nutné provádět žádná

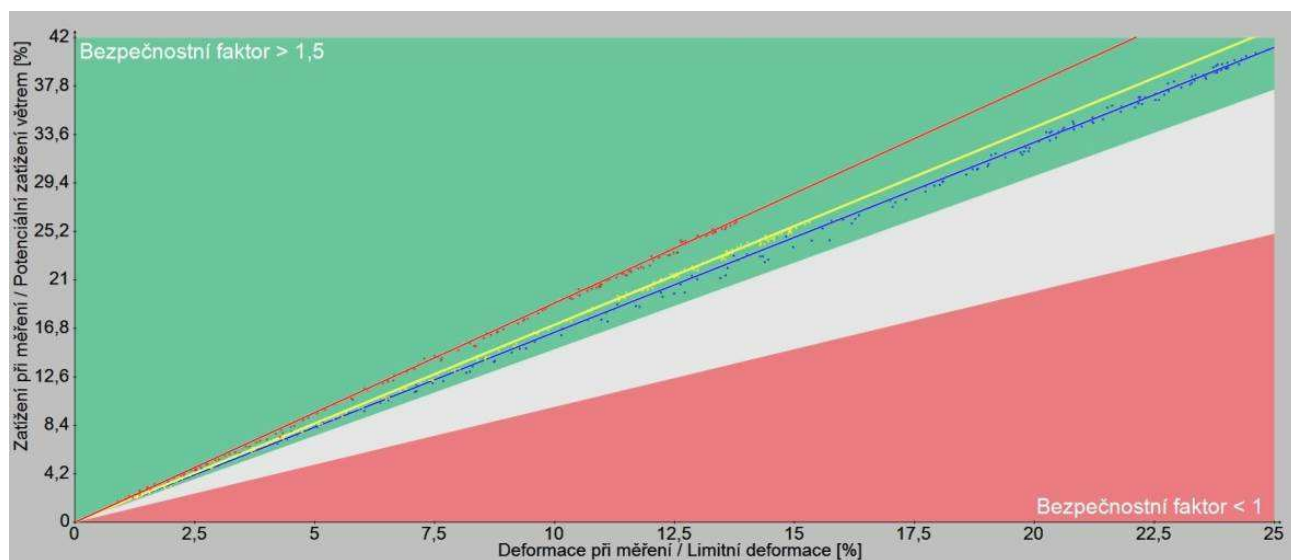
pěstební opatření nutná k posílení jeho stability (např. obvodový redukční řez, instalaci vazeb apod.). Pokud je bezpečnostní faktor nižší - mezi hodnotami 1-1,5 (stabilita stromu je mezi 100 – 150% a naměřené hodnoty se nacházejí v šedé části grafu), měřený strom je považován za staticky více či méně oslabený, přičemž je nezřídka nutné přijmout vhodné pěstební opatření – např. ošetření stromu obvodovým redukčním řezem, instalaci bezpečnostních vazeb nebo dokonce v některých případech zvážít i jeho pokácení. Vliv obvodového řezu na zvýšení stability stromu je možné opět pomocí programu ArboStat předem simulovat. Je-li bezpečnostní faktor stromu menší než 1 (stabilita stromu je nižší než 100% a naměřené hodnoty se nacházejí v červené části grafu), lze hovořit o stromu nestabilním s reálnou možností zlomu kmene (báze kmene) či dokonce možnosti vývratu - u takového jedince je často nutné doporučit jeho pokácení. U jedinců s bezpečnostním faktorem nižším než 0,5 můžeme mluvit jako o stromech již skutečně havarijních.

List protokolu Vypočtená odolnost vůči vývratu z tahové zkoušky nabízí na spodní straně v poznámce k měření informaci o kotvicím stromu, k němuž byl měřený jedinec uměle zatažen ocelovým lanem se siloměrem a též vzdálenost kotvicího stromu od měřeného jedince.

Zde jsou detailně znázorněny příklady grafů odolnosti měřeného stromu vůči vývratu a zlomu.



**Graf odolnosti stromu vůči vývratu** – dle tohoto grafu je strom nestabilní a může se vyvrátit



**Graf odolnosti stromu vůči zlomu kmene** – dle tohoto grafu je kmen stromu stabilní

## Příloha č. 2 – protokol z měření tahovou zkouškou

# Analýza větrné zátěže dle ČSN EN 1991-1-4



**Strom č.** 240  
**ID Štítek** není

## Projekt

Název projektu Bílina buk  
Číslo projektu 2019-08  
Datum měření 4.3.2019

## Lokalita

městský lázeňský park  
pozemek parc. č. 1941/3  
k. ú. Bílina,  
Nadmořská výška 227 m

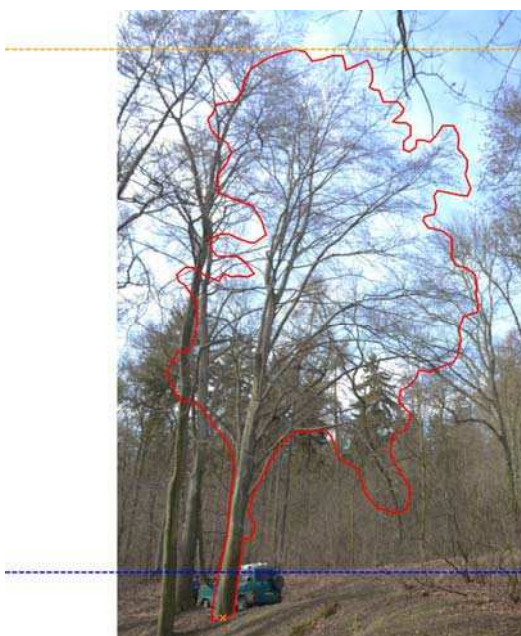
## Údaje o stromu

Druh stromu buk lesní  
Obvod kmene 217 cm  
Průměr kmene || 69 cm  
v 1 m výšky \_|\_ 66 cm  
Tloušťka borky 2 cm  
**Výška stromu** 29 m

## Použité materiálové konstanty

pro druh Fagus sylvatica  
Zdroj Stuttgart  
Mez úměrnosti v tlaku 22,5 MPa  
Modul pružnosti 8500 MPa  
Deformace na mezi úměrnosti 0,26 %  
Hustota čerstvého dřeva 1,05 g/cm<sup>3</sup>

## Obrys stromu



**Směr zátěže** 332° - SSZ

## Analýza náporové plochy koruny

Báze koruny 2,3 m  
Efektivní výška 18,3 m  
Celková plocha 238 m<sup>2</sup>  
Excentricita koruny 5,18 m

## Použité strukturální parametry

Koef. aerodyn. odporu 0,25  
Přirozená frekvence 0,5 Hz  
Tlumící dekrement 0,85  
Korekční faktor tvaru kmene 0,8

## Použité parametry stanoviště

Větrná oblast 2  
Větrnou oblastí stanovená  
rychlost větru 25 m/s  
Hustota vzduchu 1,25 kg/m<sup>3</sup>  
Kategorie terénu Předměstí  
Exponent profilu větru 0,22  
Faktor blízkosti objektů (pro korekci rychlosti větru) 1  
Faktor expozice koruny 0,60

## Zpráva

### Analýza větrné zátěže

Průměrný tlak větru 10,5 kN  
Faktor vlivu turbulence 2,36  
Těžiště 18,1 m  
Torzní moment 128 kNm

### Analýza zatížení stromu

Hmotnost stromu 7,7 t  
Kritický rozsah dutin 55 %  
Potenciální kritická tloušťka 14 cm  
zbytkové stěny kmene s uzavřenou dutinou

**Vypočtené zatížení větrem** 446 kNm

**Základní hodnota stability** 1,2

## Obecně

Poznámky



# Vypočtená odolnost vůči vývratu z tahové zkoušky



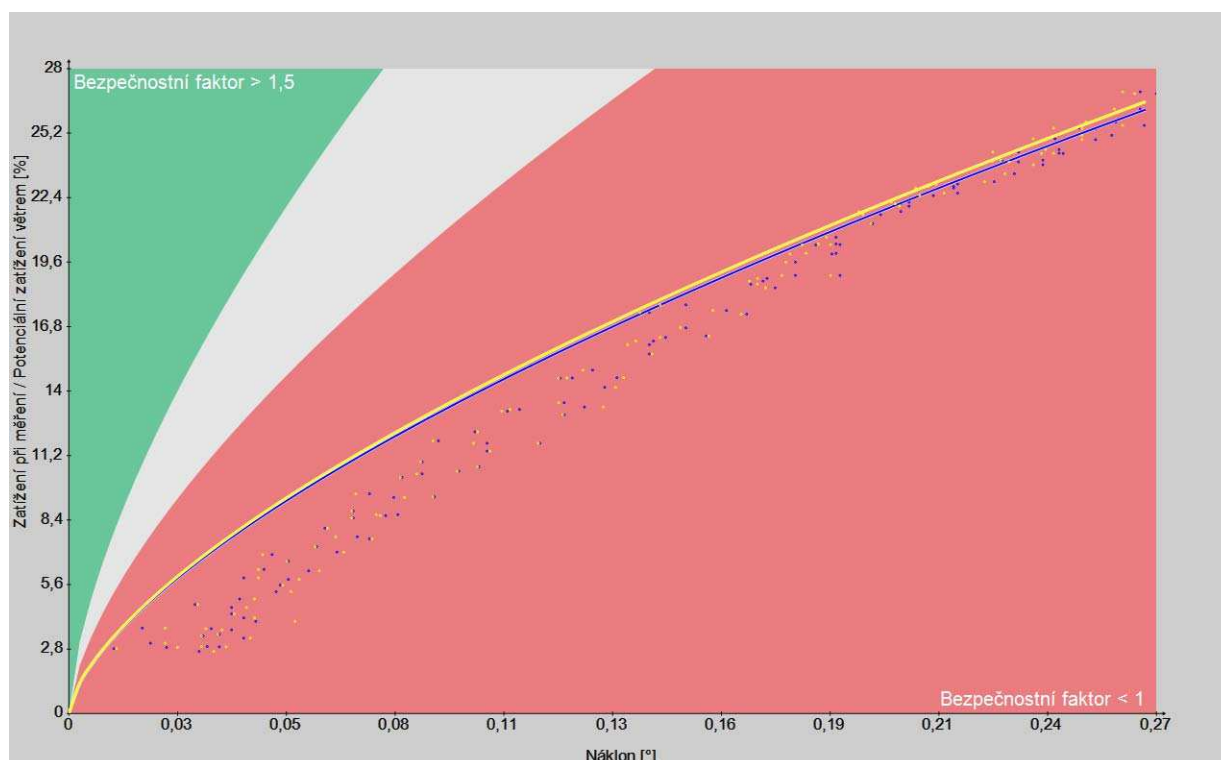
## Údaje o stromu

Projekt	Bílina buk	<b>Strom č.</b>	<b>240</b>
Druh stromu	buk lesní	Datum	4.3.2019

## Měřicí sestava

Výška kotevního bodu	5,9 m	<b>Měření č.</b>	<b>1</b>
Úhel lana	7,1 °	Směr zátěže	332° - SSZ

## Grafické zobrazení (naměřená data a regresní přímka náklonu)



## Měření náklonu

	80	81
Místo měření	Y 170°	X 80°

## Odolnost vůči vývratu vypočtená podle všeobecné vývratové křivky

Bezpečnostní faktor	<b>0,63</b>	<b>0,64</b>
---------------------	-------------	-------------

## Kontrolní údaje

	v		
Standardní odchylka	%	2,12	2,28
Zatížení při měření	%	27,1	27,1
Směr zatížení pro náklonoměr		y-Osa	x-Osa

## Obecně k tahové zkoušce

Znalec (Odborník)	ing. Marek Žďárský
Svědék / Pomocník	ing. Pavel Wágner
Poznámky k měření	kotevní bod: javor mléč inv. č. 256 vzdálenost od měřeného buku: 20,0 m

# Vypočtená odolnost vůči zlomu z tahové zkoušky



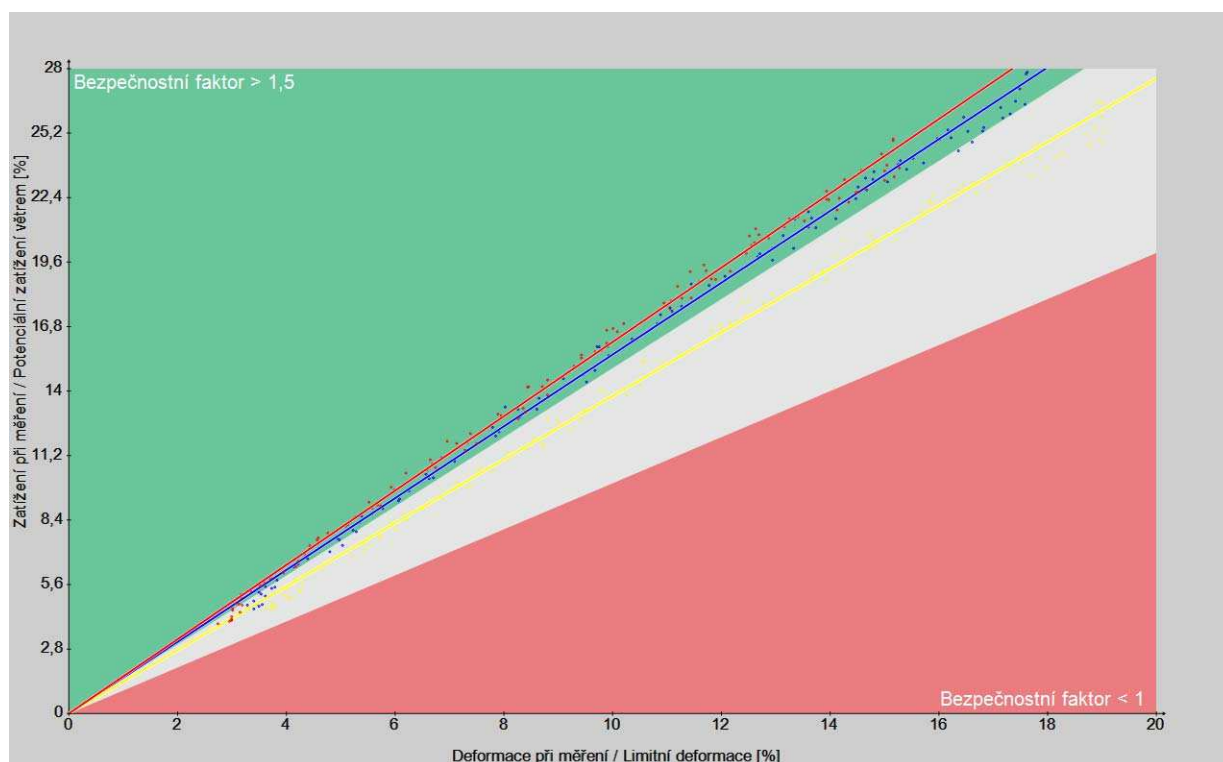
## Údaje o stromu

Projekt	Bílina buk	<b>Strom č.</b>	<b>240</b>
Druh stromu	buk lesní	Datum	4.3.2019

## Měřicí sestava

Výška kotevního bodu	5,9 m	<b>Měření č.</b>	<b>1</b>
Úhel lana	7,1 °	Směr zátěže	332° - SSZ

## Grafické zobrazení (naměřená data a regresní přímka)



## Měření deformací

	v	90	91	92
Výška měřeného bodu	<b>m</b>	<b>0,35</b>	<b>0,75</b>	<b>1,1</b>
Místo měření		kmen tah	kmen tah	kmen tah
Průměr kmene 1	cm	71	69	69
Průměr kmene 2	cm	66	66	65
Tloušťka borky	cm	2	2	2
Část zátěže	%	100	100	100

## Odolnost vůči zlomu (odvozená ze směrnice přímky nejlepší lineární závislosti)

Bezpečnostní faktor	<b>1,56</b>	<b>1,38</b>	<b>1,61</b>
---------------------	-------------	-------------	-------------

## Kontrolní údaje

Koeficient determinace $R^2$		0,9968	0,9963	0,9961
Zbytková tuhost	%	>100	>100	>100
Potenc. rozsah dutiny	%	0	0	0
Tlakové napětí v % způsobené těmito parametry				
Hmotnost stromu	%	1	1	1
Zatížení při měření	%	27,9	26,7	25