

Zhodnocení aktuálního stavu stromu a protokol č. 2019/03/02 o tomografickém vyšetření kmene přístrojem Fakopp 3D:

lípa srdčitá *Tilia cordata* Miller inv. č. 2 rostoucí v ulici Statenická u Pomníku Svobody na pozemku parc. č. 340/9 v k. ú. Statenice



1 Výchozí údaje

Zadavatel: Obec Statenice, Statenická 23, 252 62 Horoměřice, IČO: 00241679
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: 31. 1. 2019
Datum zpracování: 12. 2. 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 - 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, 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 záložka ostatní - znalecké ústavy)

2 Metodika hodnocení

Výsledkem terénní prohlídky a hodnocení stromu je v kapitole 3 v tabulkové podobě zpracovaný „**Protokol o hodnocení stromu**“.

Začlenění hodnoceného stromu do porostu rostlin, druhů zeleně a její přístupnosti pro veřejnost, jakož i forma výsadby stromu byla zhodnocena v souladu s Českou technickou normou **ČSN 83 9001 Sadovnictví a krajinářství – Terminologie – Základní odborné termíny a definice** (červen 1999).

Větrná oblast stanoviště, na němž hodnocený strom roste, jakož i výchozí základní rychlost větru $v_{b,0}$ a kategorie terénu jsou převzaty z České technické normy **ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem** (květen 2013).

Hodnocení stromu bylo provedeno ze země. Strom byl zhodnocen v souladu s pravidly a pokyny Standardu péče o přírodu a krajinu **SPPK A01 001:2018 Hodnocení stavu stromů** (schválený AOPK ČR v oficiální a konečné verzi dne 24. 9. 2018).

Hodnocení defektů a růstových charakteristik, jakož i detailní návrhy péstebních opatření nelze ve výše zmíněném Standardu SPPK A01 001:2018 nalézt. **Metodika hodnocení defektů Arbonet** (verze A1.01.15), stejně jako **Metodika návrhu péstebních opatření Arbonet** (verze A2.01.15) byla zpracována pro účely hodnocení stromu firmou Arbonet, s.r.o. (zpracovateli obou metodik společností jsou ing. Samuel Burian, ing. Luděk Praus, Ph.D., ing. Pavel Wágner a ing. Marek Žďárský).

Návrh péstebního zásahu vychází sloučením dvou odlišných metodik. První metodikou je Standard péče o přírodu a krajinu **SPPK A01 001:2018 Hodnocení stavu stromů** (dle kap. 6 a přílohy č. 9 je realizace zásahu označena předponou S-), druhou metodikou je **Metodika návrhu péstebních opatření Arbonet** (tyto zásahy nejsou součástí SPPK a nemají předponu S-).

Níže jsou vysvětleny některé zkratky v kapitole 3 v tabulkové podobě zpracovaném „**Protokolu o hodnocení stromu**“.

č. – inventární číslo (v konkrétních mapových podkladech) či pořadové číslo hodnoceného stromu

štítek – identifikační štítek stromu s nezaměnitelným číslem a popř. i čárovým kódem (RFID) umístěný na kmeni ve výšce cca 2 m nad zemí

kat. území – katastrální území pozemku, na němž strom roste

ZP – základní plocha dle SPPK A01 001:2018, na němž strom roste

SPPK – Standard péče o přírodu a krajinu vydaný a aktualizovaný Agenturou ochrany a přírody krajiny ČR (viz webové stránky <http://standards.nature.cz>)

Pro klasifikaci výsledků vizuálního hodnocení je většinou použita tři až šesti bodová stupnice. Rozsah bodového klasifikátoru je uveden u každé položky zvlášť v závorce (např. 1-5).



3 Protokol o hodnocení – karta stromu

	Lokalita stromu:		<u>ulice Statenická u Pomníku Svobody, pozemek parc. č. 340/9 v k. ú. Statenice</u>	
	Vědecký název:		<i>Tilia cordata</i> Miller	
	Český název:		lípa srdčitá	
	Evidenční č.:	2	Č. štítku:	není
	Hodnoceno dne:		31. 1. 2019	

Taxonomické a dendrometrické údaje stromu dle SPPK A01 001:2015

Výška stromu	12,00 m	Výška nasazení koruny	2,10 m
Výška koruny	9,90 m	Náporová plocha koruny	56,20 m ²
Obvod kmene v 1,3 m	2,25 m	Šířka koruny (S-J/ Z-V)	7,30 m 6,70 m

Lokalizace stromu a základní údaje o pozemku, na němž strom roste

Souřadnice WGS-84 (GPS):	50°08'32.87"N, 14°19'05.43"E		S-JTSK	Y	749273.93	X	1035943.45
Odkaz na polohu v mapě:	https://mapy.cz/s/3mOP6						
Parcelní číslo, kat. území:	340/9, Statenice						
Vlastník parcely a stromu:	OBEC STATENICE, Statenická 23, 252 62 Statenice						
Způsob využití:	Jiná plocha			Druh pozemku:	Ostatní plocha		
Způsob ochrany nemovitosti:	Žádné způsoby ochrany			Seznam BPEJ:	Nemá evidované BPEJ		
Větrná oblast (dle ČSN EN 1991-1-4)	II	Výchozí základní rychlost větru $v_{b,0}$:	25,0 m/s	Nadmořská výška:		261 m. n. m.	
Kategorie terénu (dle ČSN EN 1991-1-4)	III – předměstí, průmyslové a nákupní zóny, les, městský les a parky: oblasti rovnoměrně pokryté vegetací, pozemními stavbami nebo izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek						

Zařazení vegetačního prvku dle ČSN 83 9001

Druh zeleně (dle 11. kapitoly ČSN 83 9001)	11.1.2 menší parková úprava: objekt zeleně s výměrou obvykle do 0,5 ha ztvárněný zpravidla podle sadovnických zásad, který však nesplňuje některé parametry parku (např. parkové úpravy u objektů občanské vybavenosti, u administrativních budov, hotelů, v prolukách) 11.1.3 zeleň obytné zástavby: zeleň navazující na budovy určené zejména k bydlení, zpravidla ztvárněná podle sadovnických zásad (např. zeleň sídlištní, vnitrobloků, u rodinných domů)
Přístupnost zeleně (dle 12. kapitoly ČSN 83 9001)	12.1 obecní zeleň: zeleň v majetku obce (města, vesnice) 12.3 veřejná zeleň: starší název pro různé druhy zeleně volně přístupné veřejnosti bez ohledu na majetkové vztahy k pozemku 12.4.1 zeleň veřejnosti volně přístupná: zeleň přístupná veřejnosti bez omezení, např. zeleň na veřejném prostranství nebo na pozemku ve vlastnictví právnické nebo fyzické osoby, která k takovému způsobu využívání objektu zeleně dala souhlas
Forma výsadby stromu (dle 14. kapitoly ČSN 83 9001)	14.3.1 solitéra: osamoceně rostoucí dřevina, která má zpravidla dokonale vyvinutý habitus typický pro daný taxon; tvoří významný prvek kompozice

Hodnocení základní plochy stromu (ZP) dle SPPK A01 001:2018	
Intenzitní třída údržby ZP (1-4) (dle kap. 2.1.3)	2. Průměrné nároky na péči u všech ploch zeleně, pokud nejsou zařazeny do 1 třídy. Typicky zpravidla zahrnuje zeleň bydlení jako funkční typ zeleně s nejvyšším podílem v systémech zeleně sídel.
Sklonitost terénu ZP (1-3) (dle kap. 2.1.7)	1. rovina – sklon do 1:5
Hodnoty cíle pádu základní plochy stromu (ZP) dle SPPK A01 001:2018	
dle využití plochy v dopadové vzdálenosti stromu na ZP (1-6) (viz kap. 2.1.7)	1. konstantní využití plochy mezi 24 hod. a min. 2,5 hod/den
dle frekvence pohybu osob (1-6) (viz kap. 2.1.7)	2. chodci a cyklisté 8 -72 osob za hodinu
dle typu komunikace (1-6) (viz kap. 2.1.7)	2. silnice II. třídy a frekventované ulice v zastavěném území, parkoviště
dle hodnoty majetku (1-6) (viz kap. 2.1.7)	3. riziko vzniku škod na majetku mezi 54.000 Kč a 540.000 Kč
Kvalitativní atributy stromu dle kap. 5 SPPK A01 001:2015	
Fyziologické stáří (1-5) (dle kap. 5.1 a přílohy č. 4)	5 - senescentní strom strom vykazující známky senescence nejčastěji indikované následujícími parametry – obvodové odumírání koruny s nahrazováním asimilačního aparátu vývojem sekundárního obrostu níže v koruně, patrné známky osídlení dalšími organismy, podíl odumřelého a rozkládajícího se dřeva v koruně a častá přítomnost prvků se zvýšeným biologickým potenciálem
Vitalita (1-5) (dle kap. 5.3 a přílohy č. 5)	4 - zbytková (defoliace koruny významně nad 50 %; pouze některé části koruny vykazují živý asimilační aparát, většina koruny odumřelá)
Zdravotní stav – defekty a poškození (1-5) (dle kap. 5.4 a přílohy č. 6)	4 - silně narušený - souběh defektů či přítomnost poškození výrazně snižujících dožití hodnoceného jedince - rozsáhlé dutiny ve kmeni - symptomy infekce či rozsáhlého narušení mechanicky významného kořenového talíře - vyvinuté tlakové vidlice s prasklinami či se symptomy infekce dřevními houbami - odlomená podstatná část koruny - stromy se zásadně zhoršenou perspektivou v důsledku mechanických poškození - jedná se často o souběh více závažných defektů
Stabilita (1-5) (dle kap. 5.5 a přílohy č. 7)	4 - silně narušená - zjištěný souběh několika vyvinutých staticky významných defektů - nutná realizace speciálního stabilizačního zásahu s alternativou kácení stromu - stabilizační zásahy je nutné realizovat v takovém rozsahu, že sekundárně často negativně ovlivňují perspektivu jedince
Perspektiva (a-c) (dle kap. 5.7 a přílohy č. 8)	c) neperspektivní strom na stanovišti nevhodný, případně s velmi krátkou předpokládanou dobou ponechání (předržení)

Specializované průzkumy stromu dle kap. 8 SPPK A01 001:2018	
Sadovnická hodnota (1-5) (dle kap. 8.1 a přílohy č. 11)	5 - jedinec velmi málo hodnotný v důsledku stárší, chorob a škůdců nebo poškození je natolik snížena vitalita, že chybí předpoklady být jen krátkodobé existence. Do této kategorie jsou řazeny i exempláře, které je třeba okamžitě odstranit z bezpečnostních a fytopatologických důvodů (nebezpečné choroby).
Průzkum prokořenitelného prostoru (1-4) (dle kap. 8.2 a přílohy č. 14)	4 – extrémní růstové podmínky stromy rostoucí v místech, kde je z více než dvou stran limitovaný rozvoj kořenové soustavy popř. i nadzemních částí, a kde opakovaně dochází k činnostem přímo nebo nepřímo inhibujícím růst (působením chemických látek, solením, zhutňováním půdy, apod.). Půdní podmínky jsou zejména extrémně zhoršené, nepropustné povrchy zasahují až do bezprostřední blízkosti báze kmene, zhutnění či kontaminace půdy dosahují prokazatelně zásadních hodnot.
Prosychání koruny (jako projev či ukazatel vitality stromu dle Pejchal, M.: Arboristika I. VOŠZa Mělník 2008)	
Stupně prosychání v horní části zápojem neovlivněné koruny (1-5)	4 – odumírající koruna odumírají tlusté větve nad 50 mm, části kosterních větví či již i kosterní větve a tím i celé části koruny, redukce korunového pláště je větší než 50%, v případě že k odumírání dochází ve vrcholové části koruny, může být prosychání i menší než 50%
Poranění kořenových náběhů, kmene a kosterních větví v koruně (jako projev či ukazatel vitality stromu dle Pejchal, M.: Arboristika I. VOŠZa Mělník 2008)	
Stupně poranění lýka a dřeva dle plochy (obvodu) postižené partie stromu (1-5)	3 – poškození kůry, lýka a dřeva do 30% obvodu postižené partie stromu
Fázový model růstu výhonů (dle Rollof, A.: Baumkronen. Ulmer Stuttgart 2001, 164 s.)	
Stupně vitality dle architektury koruny (0-3) (popis fází dle Pejchal, M.: Arboristika I. VOŠZa Mělník 2008)	3 - fáze rezignace: vylamují se větší větve a odumírají celé partie koruny, včetně vrcholové, pokračuje prosvětlování zbylých částí. Koruna se rozpadá na izolované „dílků koruny“ a kostrovatí.
Větvení stonku a architektura koruny (dle Pejchal, M.: Arboristika I. VOŠZa Mělník 2008)	
Větvení hlavního stonku	Sympodium (vrcholíkovité větvení): pokračování mateřského stonku se stává stonek z postranního pupenu, jako důsledek zeslabené vrcholové dominance
Intenzita větvení	Celkový počet řádů os – 6 řádů - řád – kmen - řád – kosterní větve z kmene - řád – z kosterních větví větve dceřinné, z nich osy 3. řádu, 4. řádu atd. stromy v ČR mají zpravidla 4 – 7 řádů větví (nejvíce řádů větví, to je 9, má tis červený)
Korunová hierarchie	3 - polyarchická koruna (přeslenité větvení kmene): tvoří ji kolonie několika víceméně rovnocenných, navzájem si konkurujících hlavních os (tzv. kolonizovaná koruna či korunová kolonie – jedná se o jedince přeslenité se větvící z jednoho místa kmene v několik kosterních větví)
Výmladnost	2 – pařezová: výmladky vznikají převážně ze spících pupenů, které jsou nejčastěji koncentrovány na bázi kmene u země 3 – kmenová: výmladky vznikají na kmeni převážně ze spících pupenů, popř. z náhradních pupenů na okrajích řezných ran

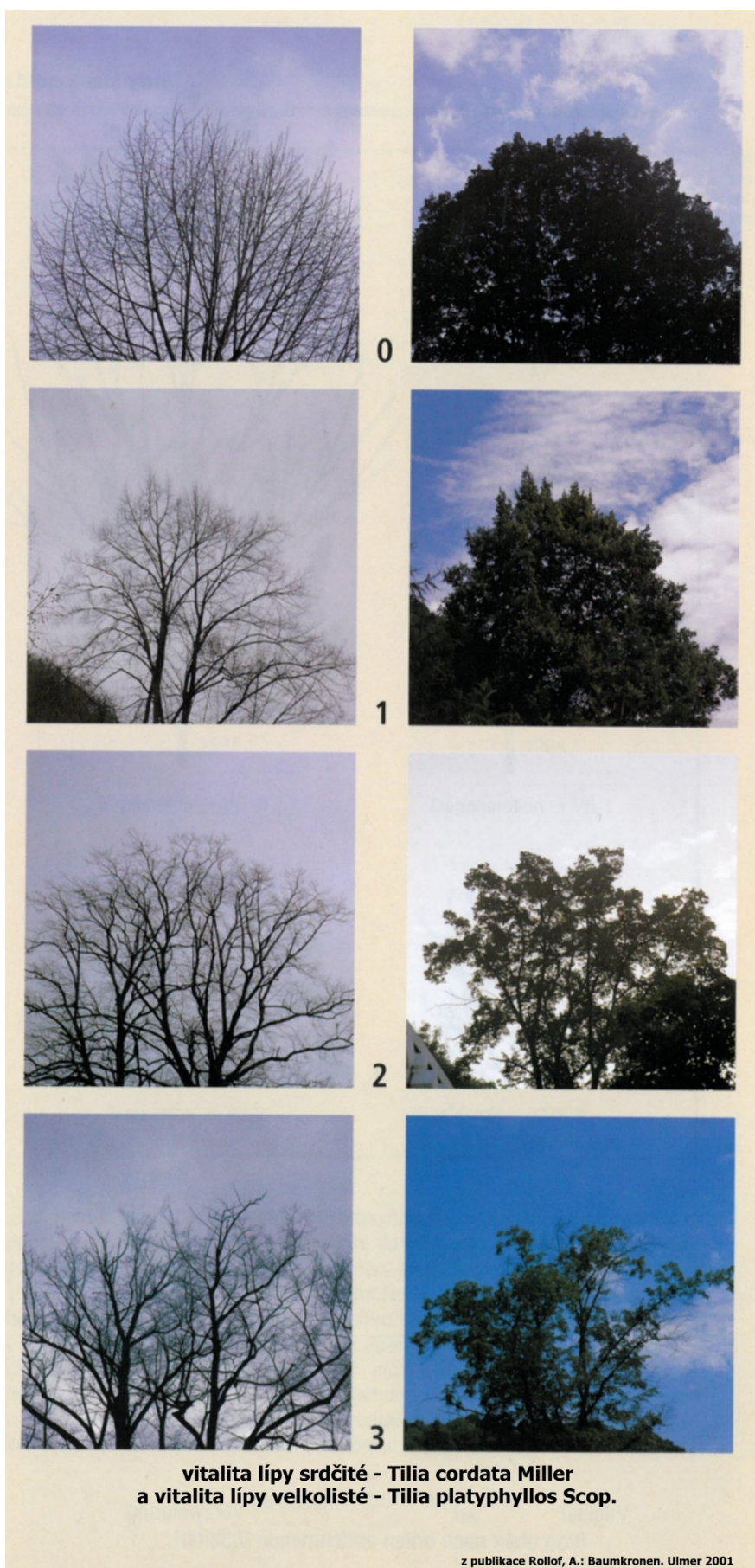
Symptomy a defekty stromu, okolnosti stanoviště dle metodiky Arbonet, s.r.o.

Kořeny a báze kmene	OKP omezený kořenový prostor KKP konflikt kořenů s překážkou ZPE zpevněná plocha o více jak 1/3 povrchu kořenové zóny VÝP Výkopová činnost v kořenové zóně předpokládaná (v minulosti) PKP poškození kořenů předpokládané HKP předpokládaná hniloba kořenů BZH bazální hniloba PBK poškození báze kmene PLO Viditelné plodnice či jiné makroskopicky dobře identifikovatelné znaky dřevokazné či jiné houby (nejspíše dřevomor kořenový v místě velkého řezného poranění směrem k plotu pomníku) VYB výmladky bazální
Kmen	VYM výmladky kmenové POK velká poranění kmene (kůry, kambia) SHK střední hniloba kmene (mezi 20% až 60% průřezu kmene) DUT otevřená dutina(y) ve kmeni VRP Velké rány či praskliny na kmeni NZR nezahojené rány po řezu či přirozeném zlomu větve
Koruna	KVI Kodominantní (tahové) větvení infikované NPP nízký provozní profil koruny NZR Viditelné nezahojené / nezavalené rány CHK Chybějící kosterní větve (odlomené, odřezané) PSV Vysoká pravděpodobnost pádu kosterní větve SKP sekundární koruna v přirozeném habitu SK5 sesazená koruna v minulosti o > 50% výšky PPV Předpoklad pádu větví či jejich částí VN korunová výmladnost nízká SVP Velké suché větve či pahýly (s průměrem u větvení nad 50 mm) HKV výrazná hniloba (či dokonce otevřené dutiny) v kosterních větvích OOK Odumírání od obvodu koruny PLO Viditelné plodnice či jiné makroskopicky dobře identifikovatelné znaky dřevokazné či jiné houby (klanolístka obecná na vrchní straně kosterních větví na vrcholu koruny)
Ostatní	ODS Odumírající/slábnuící strom SŠS Strom ve špatném stavu / kondici SEL možnost selhání stromu či jeho části STR Strom ve zjevné stresové reakci VLE vletové otvory
Pěstební cíl a návrh pěstebního zásahu	
Pěstební cíl	Pokácení provozně nebezpečného a na stanovišti neperspektivního jedince a jeho náhrada za strom nový a mladý, dlouhodobě perspektivní, vitální, zdravý a stabilní
Pěstební stav stromu (1-3) (dle metodiky Arbonet, s.r.o.)	3. stav neuspokojivý (špatný) - naplnění pěstebního cíle použitím standardních zásahů níže uvedených je prakticky velmi obtížné a v konečném výsledku velmi nejisté (mnohdy i prakticky nemožné) - strom na provedení zásah zareaguje s největší pravděpodobností postupným odumíráním koruny, snížením své vitality a perspektivy na stanovišti (pěstování takového jedince je často neefektivní – proto se často přistupuje k jeho pokácení a nikoli ošetření standardními zásahy)

Doporučení pokácení stromu (dle SPPK A02 005)	S-KPP postupné kácení s překážkou v dopadové ploše S-OF odstranění pařezu frézováním
Důvody kácení (dle metodiky Arbonet, s.r.o.)	OST <u>odumírající strom</u> – strom, jehož pěstební stav, vitalita a podíl nekromasy prakticky nedávají naději na perspektivní existenci jedince PBD <u>provozně bezpečnostní důvody</u> – strom svými vlastnostmi, stavem případně polohou ohrožuje přímo či nepřímo bezpečnost lidí a majetku ZD <u>zdravotní důvody</u> NEP <u>Neperspektivní strom</u> , - neperspektivní z hlediska možností dalšího pěstování, špatný pěstební stav, nízká životnost apod.
Řez stromu jako náhradní pěstební opatření ke kácení (dle SPPK A02 002)	S-RS (40%) Řez sesazovací (o 40 % ze současné velikosti stromu o výšce 12 m a náporové ploše koruny 56,2 m ² na konečnou výšku po redukci max. 7 m a náporovou plochu koruny cca 35 m ²)
Naléhavost zásahu (0-3) (dle kap. 6.2 a přílohy č. 10 SPPK A01 001:2015)	1 - realizovat v první etapě prací (ideálně do konce března 2019, 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

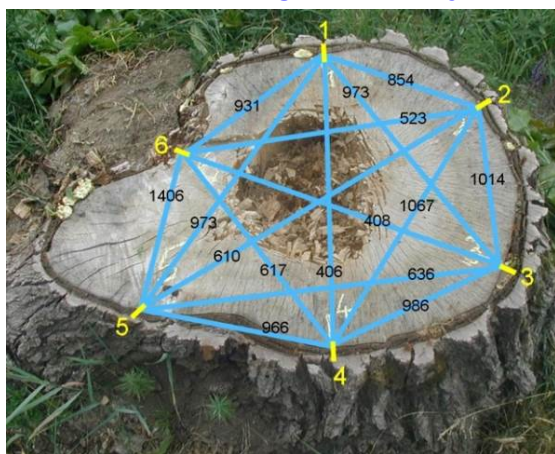


3.1 Fázový model růstu výhonů lípy – etalon



4 Přístrojové hodnocení dřeva kmene akustickým tomografem Fakopp 3D

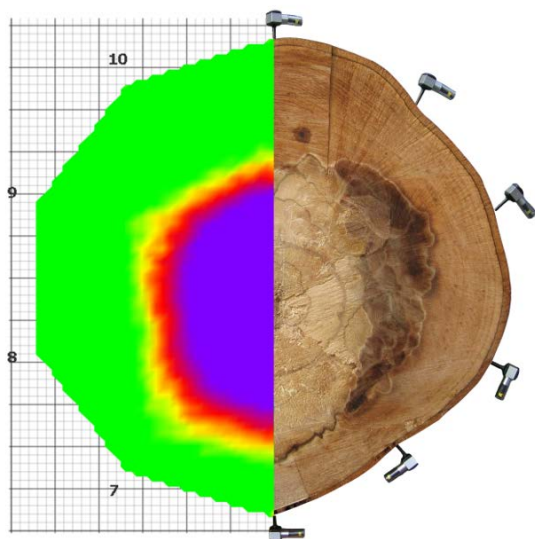
4.1 Princip tomografického vyšetření kmene



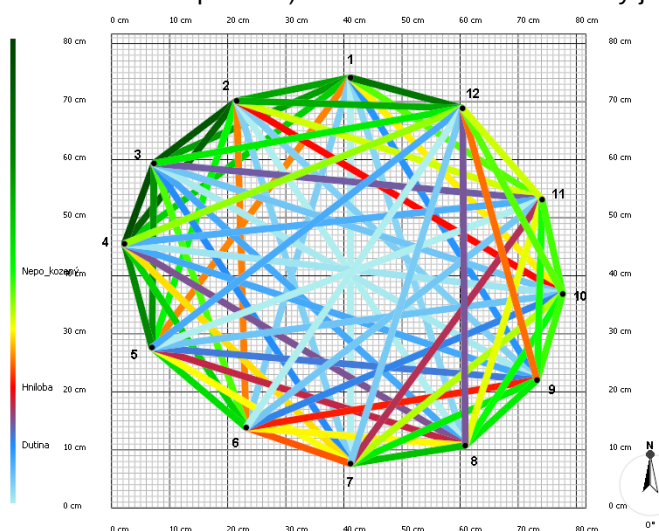
1600 (čímž dojde k přesnému vykreslení geometrie měřeného průřezu). Úderem kladívka do sondy je vyvolán zvukový impuls, který se šíří ve dřevě všemi směry a je zároveň snímán ostatními sondami na obvodu kmene či větve. Při výskytu překážky ve dřevě měřeného průřezu (dutina, hniloba, zarostlé objekty, praskliny či jiné defekty) musí signál tuto překážku obejít a tím se snižuje jeho výsledná rychlost (viz obrázek vlevo nahoře). Ta je navíc nepřímo úměrná hustotě a přímo úměrná tuhosti měřeného dřeva kmene či větve (vyjádřené modulem pružnosti), tudíž podstatné odchylky těchto dvou veličin od normálu působí změnu rychlosti (zpomalení) zvukového impulsu, na jejímž základě lze odhadovat stav dřeva měřené vrstvy.

Měření rychlosti zvuku ve dřevě a vyhodnocování výsledků probíhá v prostředí počítačového programu ArborSonic 3D (ve verzi 5.2.111), který vyhodnocuje získané údaje časů, z nichž následně sestavuje matici rychlostí zvuku.

Z této matice je konstruován **graf měření** (viz obrázek vpravo) a pak následně i výsledný



Akustický tomograf Fakopp 3D je přístroj měřící rychlost průchodu zvuku dřevem kmene (ideálně napříč jeho dřevními vlákny). Systém je sestaven ze vzájemně mezi sebou propojených piezosond (snímačů podobných ostrým hřebům) umístěných v jedné rovině kolem měřeného kmene či větve (počet sond lze libovolně měnit v závislosti na velikosti kmene – nicméně čím více sond je umístěno po obvodu kmene, tím přesnější měření je, stejně jako výsledný graf měření a tomogram). Sonda č. 1 je pokud možno vždy umístěna na severní straně kmene či větve (azimut 0°). Vzdálenost ostatních sond umístěných po obvodu měřené vrstvy od sondy 1 je před každým měřením s přesností na jednotky mm změřena digitální průměrkou ArborSonic Calliper



barevný obraz konkrétního průřezu měřené vrstvy – tzv. **tomogram** (viz obrázek vlevo). Poškození dřeva hnilobou je v tomogramech vykresleno pomocí barevné škály. Sytě zelená barva dřeva znázorňuje zdravou část průřezu kmene či větve, která je přístrojem vyhodnocena jako dostatečně pevná (odolná vůči zlomu a schopná přenášet napětí). Přechod barev od světlé zelené přes žlutou, oranžovou, červenou a fialovou znázorňuje stupeň rozkladu (nekonzistentnosti) dřeva, až k barvě modré, která indikuje přítomnost a rozsah dutiny, trhliny či hnilobou rozpadající se dřeva, které již není schopné přenosu jakéhokoli zatížení. V případě, že kmen či větev je měřena ve více než v jedné vrstvě, lze sestavit z měření i výsledný 3D tomogram, v němž jsou jednotlivé vrstvy měření sestaveny dle výšky měření nad sebou a lze tak poměrně snadno předvídat rozvoj hniloby nejen ve směru radiálním, ale i podélném.

Program ArborSonic 3D navíc počítačově vyhodnocuje pravděpodobnost zlomu v místě měření v závislosti na potenciálním zatížení stromu a jeho geometrii (viz obrázek vpravo nahoře).

Pravděpodobnost selhání je pak určena tzv. **bezpečnostním faktorem BF**, který je určován v procentech. Vzorec pro výpočet je následující:

$$BF = \text{pevnost} / \text{napětí}$$

kde **BF** je bezpečnostní faktor, **pevnost** je hodnota meze úměrnosti dřeva v tlaku ve směru vláken u čerstvého dřeva. **Napětí** je vypočteno ze zadané rychlosti větru a geometrie kmene podle vztahu:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{F \cdot L}{W} = \frac{0,5 \cdot A \cdot \rho \cdot C_w \cdot v^2 \cdot L}{W}$$

kde **M** je ohybový moment, **W** je průřezový modul (stanovený dle geometrie průřezu kmene v místě měření), **F** je síla větru určená dle vzorce pro výpočet odporu proudění kapalin, kde **A** je náporová plocha koruny, **ρ** je hustota vzduchu (1,295 kg·m⁻³), **C_w** je koeficient aerodynamického odporu koruny stromu, a **v** je rychlost proudění vzduchu, **L** je rameno síly, to je vzdálenost mezi hodnoceným průřezem a výškou těžiště stromu. Minimální hodnota bezpečnostního faktoru pro stabilní průřez měřeného kmene či větve je 150 %. Tento výpočet však neslouží jako definitivní a zcela přesný a nezpochybnitelný výsledek, ale pouze jako důležitý podklad k interpretaci celého měření. Jedná-li se např. o celistvý kmen bez prasklin a trhlín, mimo místa problematických tlakových či kodominantních větvení, lze dát výpočtům odolnosti kmene vůči zlomu zásadní význam. V některých případech se však těmito výpočty nelze řídit striktně a je nutná správná interpretace výsledků měření znalcem. Ne vždy, když ArborSonic 3D vyhodnotí bezpečnostní faktor měřené části kmene či větve jako vysoký (nad 150%), je skutečně strom v měřené vrstvě odolný vůči zlomu a naopak. Výsledky výpočtu BF nelze proto použít odděleně bez odborné interpretace a všech hodnocených souvislostí.

K vyhodnocení výsledků může posloužit i

tzv. **Schéma distribuce napětí průřezu** měřené

vrstvy (viz obrázek vpravo). Modrá plocha měřené

vrstvy je shodná se zelenou plochou v tomogramu a

znázorňuje zdravé dřevo schopné přenášet napětí

vzniklá ve stromě především větrnou zátěží, ale i

jinými vlivy (např. hmotností stromu). Červený obrys

znázorňuje distribuci napětí po obvodu zobrazeného

průřezu, která se mění v závislosti na velikosti

koruny, náklonu kmene a směru namáhání. Velikost

obrysu není přitom ve vztahu k velikosti

zobrazeného průřezu s modrou plochou. V místě,

kde je patrná velká vzdálenost obrysu od středu

měřené vrstvy, je část průřezu vystavena velkému

napětí (působí zde více síly, strom zde může

mechanicky selhat) a naopak. Tenká červená linka

vedoucí od středu měřené vrstvy k obvodu

červeného obrysu znázorňuje směr největšího namáhání

průřezu kmene či větve. Pokud je kmen či

větve stromu namáhána v tomto směru (buď díky převládajícímu směru větru či vlastní vahou stromu

s vychýleným těžištěm), lze hovořit, z hlediska stability měřené vrstvy, o jejím nejslabším místě. Tyto

skutečnosti je ale nutné hodnotit ve vztahu k vypočtenému BF – pokud je BF vyšší než 150%, ke zlomu

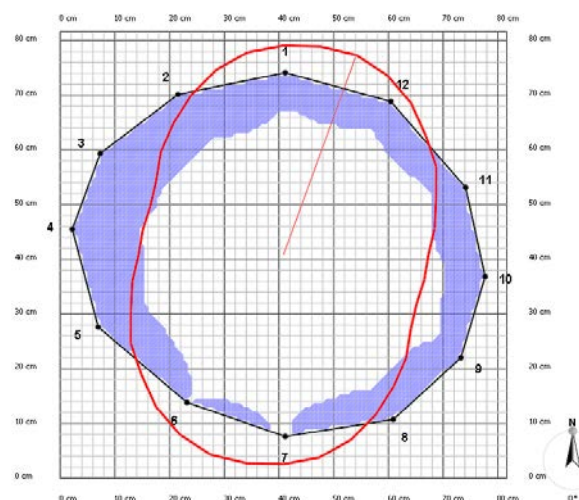
měřeného kmene či větve nejspíše nedojde, známe pouze nejslabší místo průřezu. Je –li ale BF nižší

než 150%, pak lze předpokládat, že ke zlomu kmene či větve dojde nejspíše v místě s největším

napětím distribuovaným na nejslabší místo zdravého průřezu. Na obrázku vpravo si lze všimnout, že

největší napětí při JJZ či SSV větru nastane mezi senzory 1 a 12, pokud bude BF nižší než 150%,

nejspíše dojde ke zlomu měřeného kmene či větve v tomto směru.



V kapitole 5 jsou uvedeny výsledky měření jednotlivých vrstev. U každé vrstvy měření se pod tabulkou matic rychlostí nalézá graf měření, 2D tomogram a schéma distribuce napětí. Tabulku naměřených matic rychlostí přenosu zvuku ve dřevě měřeného jedince lze porovnat s vědecky zjištěnými rychlostmi přenosu zvuku v kapitole 4.2.

4.2 Tabulka rychlostí šíření zvuku dřevem

Rychlost šíření zvuku v konkrétních druzích zdravého dřeva (dle různých autorů)

Druh stromu	Rychlost zvukové vlny napříč dřevními vlákny (m/s)		Čas transferu zvukové vlny napříč dřevními vlákny na vzdálenost 1 m (μs)	
	<i>Mattheck a Bethge 1993</i>	<i>Divos a Szalai 2002</i>	<i>Mattheck a Bethge 1993</i>	<i>Divos a Szalai 2002</i>
<i>Abies sp.</i>	910 - 1 166	1360	858 - 1 099	735
<i>Acer sp.</i>	1 006 - 1 600	1690	625 - 994	590
<i>Aesculus hippocastanum</i>	873 - 1 557		642 - 1 145	
<i>Betula sp. - bříza</i>	967 - 1 150		870 - 1 034	
<i>Fagus sylvatica</i>	1 206 - 1 412	1670	708 - 829	600
<i>Fraxinus sp.</i>	1 162 - 1 379		725 - 861	
<i>Larix sp.</i>	1 023 - 1 338	1490	747 - 978	673
<i>Picea sp. - smrk</i>	931 - 1 085	1410	922 - 1 074	709
<i>Pinus nigra</i>		1480		676
<i>Pinus sylvestris</i>		1470		679
<i>Platanus sp.</i>	950 - 1 033		968 - 1 053	
<i>Populus alba</i>	821 - 1 108	1140	903 - 1 218	876
<i>Populus nigra</i>	869 - 1 057	1140	946 - 1 151	876
<i>Populus tremula</i>	967 - 1 144	1140	874 - 1 034	876
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	905 - 1 323		756 - 1 105	
<i>Quercus sp.</i>	1 382 - 1 610	1620	621 - 724	617
<i>Robinia pseudoacacia</i>	934 - 1 463		684 - 1 071	
<i>Salix sp.</i>	912 - 1 333		750 - 1 096	
<i>Tilia sp.</i>	940 - 1 183	1690	845 - 1 064	590

5. Protokol o měření akustickým tomografem Fakopp 3D

5.1 Údaje o místě měření: vrstva 1 – báze kmene

- Výška měření nad zemí: 0,30 m
- Tvar měřeného místa: nepravidelný průřez
- Počet měřících piezosond: 14 ks

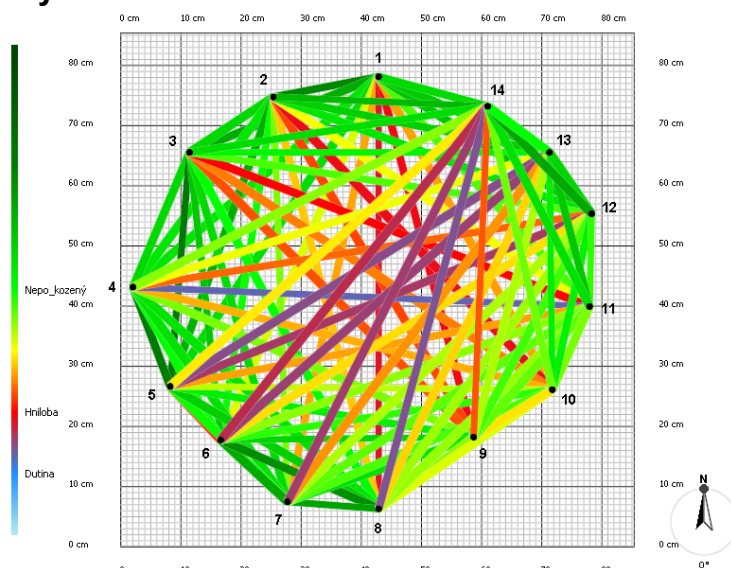
Foto vrstvy 1



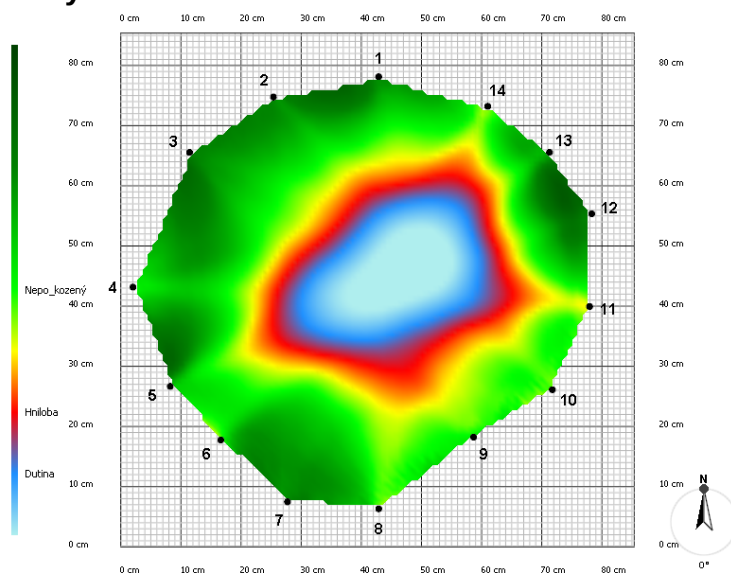
Vrstva 1 – matice rychlostí přenosu zvukových impulsů ve dřevě v m/s

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1		1710	1613	1463	1486	1257	1177	1044	1057	1172	1350	1547	1531	1492
2	1710		1501	1461	1602	1393	1319	1199	1113	1054	1241	1457	1523	1577
3	1613	1501		1498	1766	1541	1492	1399	1121	1150	1069	1352	1422	1485
4	1463	1461	1498		1758	1397	1472	1470	1321	1183	955	1135	1244	1311
5	1486	1602	1766	1758		1097	1393	1521	1437	1276	1173	1004	982	1222
6	1257	1393	1541	1397	1097		1614	1690	1508	1372	1308	1213	996	1019
7	1177	1319	1492	1472	1393	1614		1633	1475	1351	1339	1287	1164	1000
8	1044	1199	1399	1470	1521	1690	1633		1310	1257	1302	1297	1206	976
9	1057	1113	1121	1321	1437	1508	1475	1310		1218	1335	1357	1287	1124
10	1172	1054	1150	1183	1276	1372	1351	1257	1218		1321	1432	1442	1327
11	1350	1241	1069	955	1173	1308	1339	1302	1335	1321		1370	1541	1475
12	1547	1457	1352	1135	1004	1213	1287	1297	1357	1432	1370		1502	1625
13	1531	1523	1422	1244	982	996	1164	1206	1287	1442	1541	1502		1399
14	1492	1577	1485	1311	1222	1019	1000	976	1124	1327	1475	1625	1399	

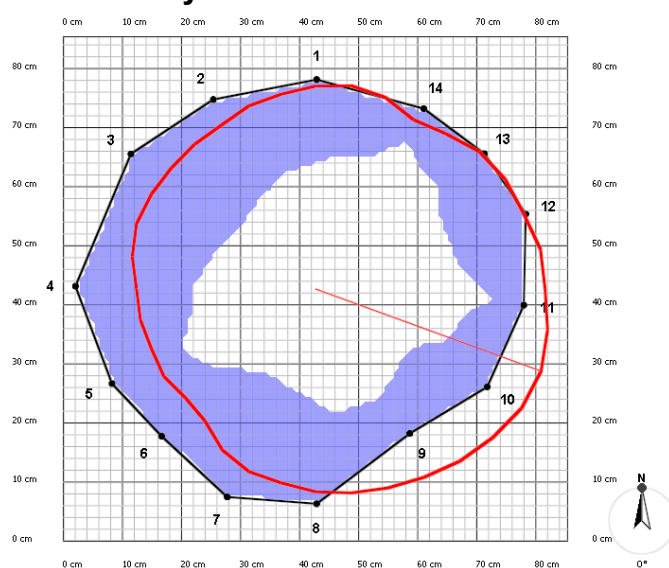
Graf měření vrstvy 1



2D tomogram vrstvy 1



Distribuce napětí průřezu vrstvy 1



5.2 Údaje o místě měření: vrstva 2 – kmen

- Výška měření nad zemí: 1,40 m
- Tvar měřeného místa: nepravidelný průřez
- Počet měřících piezosond: 12 ks

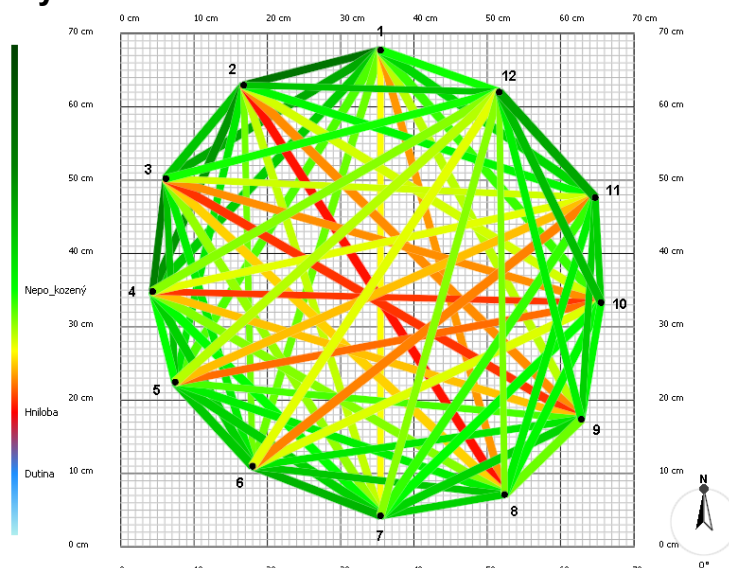
Foto vrstvy 2



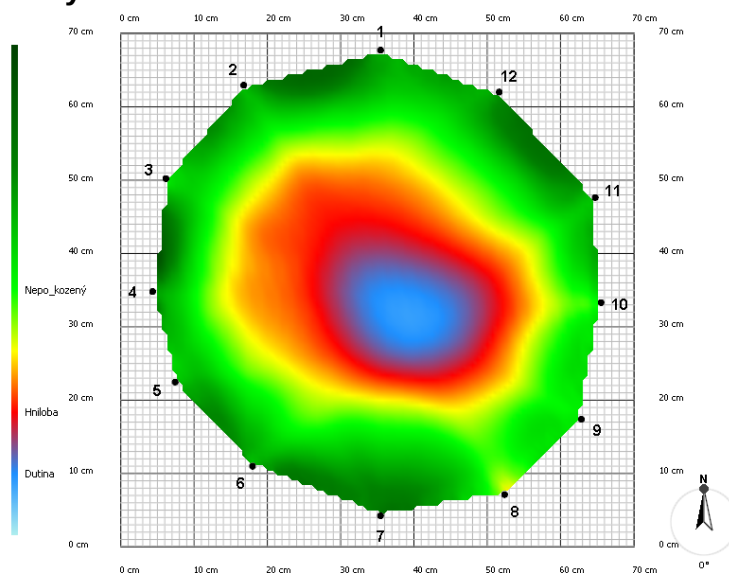
Vrstva 2 – matice rychlostí přenosu zvukových impulsů ve dřevě v m/s

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		1858	1680	1582	1390	1371	1269	1195	1316	1406	1547	1435
2	1858		1602	1738	1505	1367	1311	1103	1189	1299	1462	1604
3	1680	1602		1804	1616	1492	1342	1236	1127	1189	1302	1431
4	1582	1738	1804		1447	1571	1445	1354	1224	1129	1287	1351
5	1390	1505	1616	1447		1593	1568	1486	1395	1167	1223	1319
6	1371	1367	1492	1571	1593		1648	1596	1506	1291	1180	1287
7	1269	1311	1342	1445	1568	1648		1567	1558	1448	1409	1350
8	1195	1103	1236	1354	1486	1596	1567		1369	1457	1482	1360
9	1316	1189	1127	1224	1395	1506	1558	1369		1462	1572	1483
10	1406	1299	1189	1129	1167	1291	1448	1457	1462		1574	1625
11	1547	1462	1302	1287	1223	1180	1409	1482	1572	1574		1687
12	1435	1604	1431	1351	1319	1287	1350	1360	1483	1625	1687	

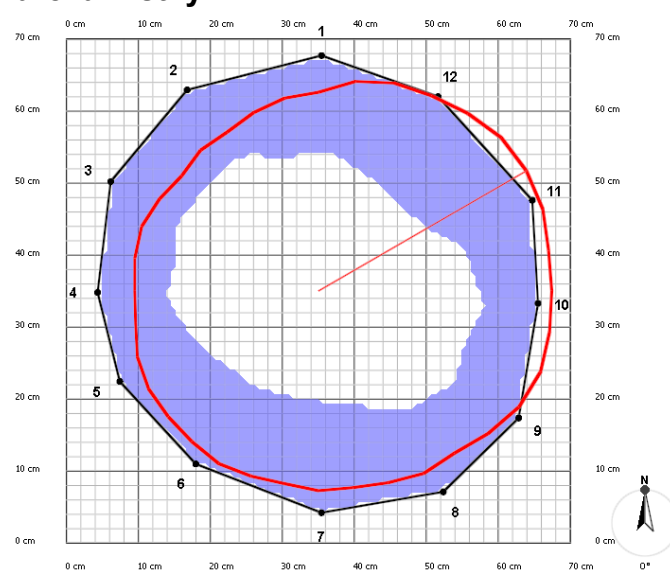
Graf měření vrstvy 2



2D tomogram vrstvy 2



Distribuce napětí průřezu vrstvy 2



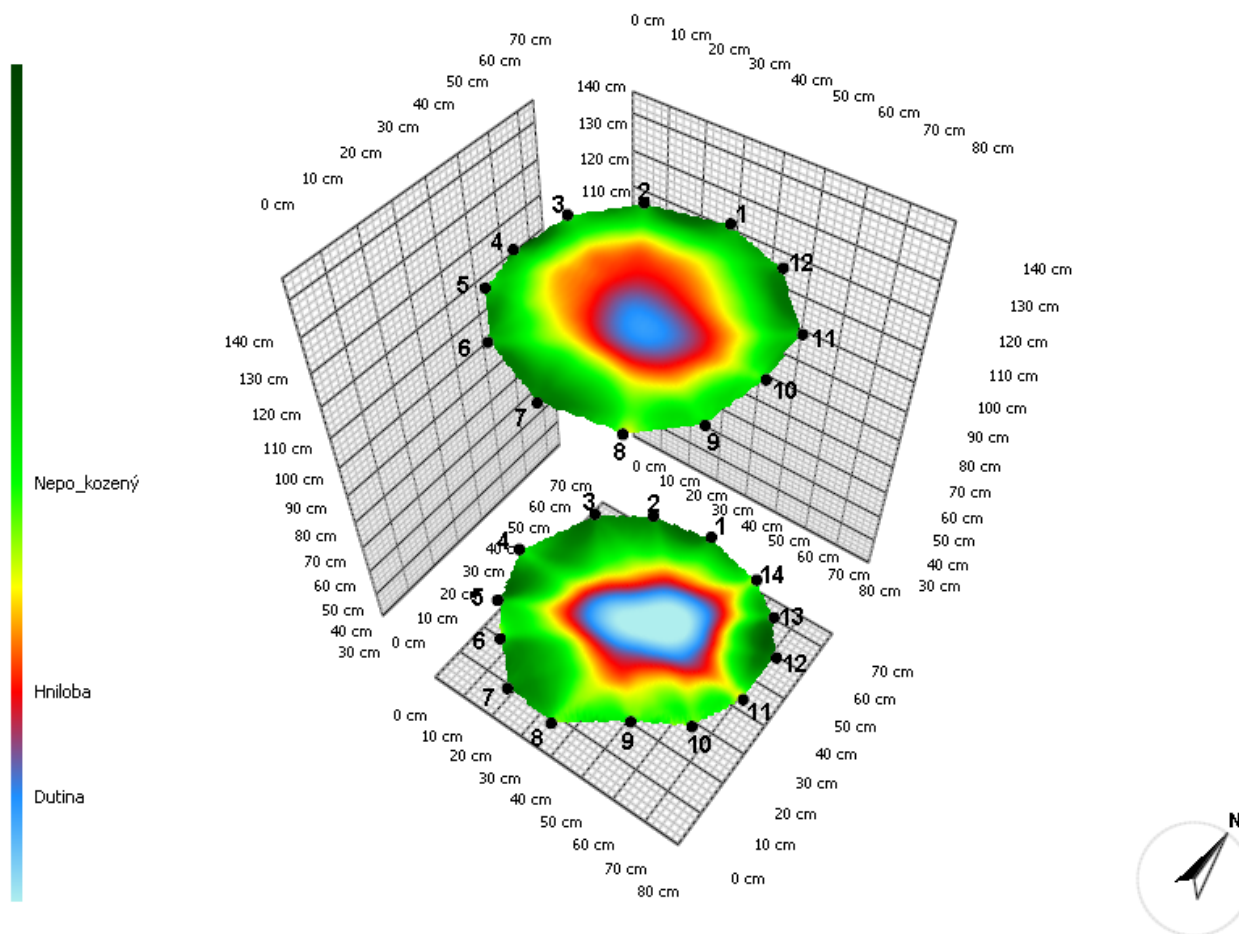
5.3 Údaje odolnosti stromu vůči zlomu v měřených místech vypočtené počítačovým programem ArborSonic 3D

<i>Tilia cordata – lípa srdčitá</i>	
Náporová plocha koruny	56,2 m ²
Výška stromu	12,0 m
Výška těžiště koruny (H)	6,9 m
Počet měřících senzorů	12 ks
Úhel náklonu kmene od země	90 °
Předpokládaná rychlost větru	33,0 m/s
Součinitel aerodynamického odporu	0,25
Mez úměrnosti dřeva v tlaku podél vláken (Stuttgartský katalog pevnosti)	20 MPa
Vypočtené zatížení stromu větrnou zátěží v těžišti koruny (Z)	9 755 N
Vypočtený ohybový moment báze kmene u země (H * Z)	673 095 Nm
Minimální bezpečnostní koeficient zlomu měřené části kmene	1053 %

Vrstva	Výška měření	% defektní plochy měřené vrstvy dřeva	Bezpečnostní koeficient *
Vrstva 1	0,30 m	35 %	1208 %
Vrstva 2	1,40 m	37 %	1053 %

* Bezpečnostní koeficient > 150% = odolnost měřené vrstvy vůči zlomu je vysoká
Bezpečnostní koeficient 100 až 150% = odolnost měřené vrstvy vůči zlomu je snižená
Bezpečnostní koeficient < 100% = odolnost měřené vrstvy vůči zlomu je nízká až riziková

3D tomogram měřených vrstev



5.4 Interpretace měření a výsledků vypočtených programem ArborSonic 3D

Náporová plocha koruny 12 m vysoké lípy srdčité vypočtená programem ArborSonic 3D je 56,2 m² (viz obrázek vpravo). Kmen stromu byl akustickým tomografem Fakopp 3D proměřen ve dvou vrstvách ve výšce 0,30 m a 1,40 m nad zemí.

V kapitole 4.2 lze nalézt referenční rychlosti zvukové vlny napříč dřevními vlákny lípy (v m/s) u zdravého a hnilobou či jinými významnými defekty nepoškozeného dřeva - pohybují se mezi 940 - 1690 m/s. Při pohledu na výslednou matici měření lze zjistit, že se na kmeni nalézají poměrně nízké rychlosti zvuku. Jedná se tedy o na bázi mechanicky silně poškozený a jádrovou hnilobou dřeva poměrně silně napadený průřez kmene.

Ve vrstvě kmene 1 na bázi kmene ve výšce 0,30 m nad zemí je nejnížší naměřená rychlost zvuku poměrně vysokých 955 m/s

mezi snímači 11 a 4 u poškozené báze kmene směrem k podezdívce pomníku, jehož dřevo již podléhá hnilobě a vytváří se zde pomalu otevřená dutina. Nejvyšší naměřená rychlost je vysokých 1766 m/s mezi snímači 5 a 3. Rozsah jádrové hniloby dřeva činí vysokých 35% z celého průřezu této vrstvy. Na základě výpočtu odolnosti kmene lípy vůči zlomu počítačovým programem ArborSonic 3D by ale ve vrstvě 1 nemělo zatím dojít při zatížení větrem o výsledné rychlosti 33,0 m/s ke zlomu báze, s čímž lze dle našeho názoru díky mohutnosti báze kmene a malé výšce lípy s malou náporovou plochou koruny plně souhlasit. Odolnost měřené báze kmene vůči zlomu je reprezentovaná dokonce velmi vysokým bezpečnostním faktorem BF = 1208%.

Ve vrstvě kmene 2 na kmeni ve výšce 1,40 m nad zemí pod poměrně malou otevřenou dutinou je nejnížší naměřená rychlost zvuku víceméně vysokých 1103 m/s mezi snímači 2 a 8. Nejvyšší naměřená rychlost je vysokých 1858 m/s mezi snímači 1 a 2. Rozsah hniloby dřeva činí dokonce 37% z celého průřezu této vrstvy. Jedná se dle našeho názoru stejně jako v případě báze kmene o jádrovou hnilobou dřeva poměrně silně poškozený průřez kmene. Na základě výpočtu odolnosti kmene lípy vůči zlomu počítačovým programem ArborSonic 3D by ale ani ve vrstvě 2 nemělo zatím dojít při zatížení větrem o výsledné rychlosti 33,0 m/s ke zlomu kmene, s čímž lze dle našeho názoru díky jeho mohutnosti a malé výšce lípy s malou náporovou plochou koruny plně souhlasit. Odolnost měřeného kmene vůči zlomu je opět reprezentovaná velmi vysokým bezpečnostním faktorem BF = 1053%.



6 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 (40%) Řez sesazovací (o 40 % ze současné velikosti stromu o výšce 12 m a náporové ploše koruny 56,2 m² na konečnou výšku po redukci max. 7 m a náporovou plochu koruny cca 35 m²)

- **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, to je v době vegetačního klidu do konce března 2019, 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 lípa je odumírající a neperspektivní jedinec se silně narušenou stabilitou a zdravotním stavem. Aby byla lípa dostatečně stabilní, bylo by nutné její korunu výrazným způsobem snížit, a to technologií sesazovacího řezu S-RS až o cca 40% její současné velikosti. Takový zásah by jednak zásadním způsobem prohloubil již stávající poranění a defekty, včetně snížení její estetické hodnoty, ale mohl by být také oprávněně chápán i 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. Lípa není ve Standardu uvedena ve výčtu dřevin vhodných k sesazení, a proto ji doporučujeme pokácet a vysadit na vhodnější místo k pomníku nový mladý, zdravý a vitální strom, v případě lípy doporučujeme zvážit výsadbu lípy velkolisté, jež lépe snáší sucho a ve starším věku je na podobných stanovištích vitálnější dřevinou.

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

Pavel Wágner

Marek Žďánský

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

