

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Využití odporového stromového tomografu při posuzování bezpečnosti
vybraných stromů v lokalitě Praha-Suchdol**

Diplomová práce

Autor: Bc. Zdeněk Link

Vedoucí práce: Ing. Martin Baláš, Ph.D.

2019

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Zdeněk Link

Lesní inženýrství

Název práce

Využití odporového stromového tomografu při posuzování bezpečnosti vybraných stromů v lokalitě Praha-Suchdol

Název anglicky

Use of electrical resistance tomography to assess the safety of the selected trees in Praha-Suchdol locality

Cíle práce

Posoudit vliv termínu snímkování na schopnost odporové stromové tomografie správně detekovat hniloby u stojících stromů různých druhů dřevin.

Metodika

Vypracujte literární rozbor na téma využití stromové tomografie při posuzování zdravotního stavu stromů v městském prostředí. Zaměřte se na typ stromového tomografu pracujícího na principu měření elektrického odporu.

V praktické části vyberte vhodné stromy ve veřejném prostoru v městské části Praha-Suchdol. Předpokládaný rozsah je celkem cca 30 stromů (pokud možno 3 různých druhů, např. lípa či javor) s výčetním obvodem cca 100 cm a více. Do studie zahrňte stromy v různém zdravotním stavu. Přednostně vybírejte jedince, u kterých lze podle vnějších znaků očekávat výskyt rozsáhlejší hniloby, avšak její rozsah není zvenjšku dostatečně přesně patrný.

Pomocí odporového stromového tomografu pořídte u každého vybraného stromu snímky stavu kmene v

alespoň jednom řezu, a to ve třech termínech během roku (konec jara, vrcholné léto, konec podzimu). Výsledky porovnejte se skutečným rozsahem hniloby, pokud jej lze zjistit. Porovnejte podobu tomografických snímků pořízených v různých termínech, diskutujte případné rozdíly mezi jednotlivými snímky a popište případné odlišnosti mezi jednotlivými druhy dřevin. Zjištěné skutečnosti porovnejte s dostupnými informacemi z literárních zdrojů. Vyvodte závěry pro praxi.

Pozn.: Výsledky práce budou zahrnuty do probíhající dendrologické revize v dané lokalitě.

Doporučený rozsah práce

cca 50 stran, grafické přílohy dle potřeby

Klíčová slova

odporový stromový tomograf, arboristika, hniloby kmene, Praha-Suchdol

Doporučené zdroje informací

BRAZEEN, J., MARRAR, E., GÖCKEL, VANWASSENAER, P. (2011): Non-destructive assessment of internal decay in three hardwood species of northeastern North America using sonic and electrical impedance tomography. *Forestry*, 84: 1: 33–39.

GÖCKE, L., RUST, S., WEIHS, U., GÜNTHER, T., RÜCKER, C. (2008): Combining sonic and electrical impedance tomography for the nondestructive testing of trees. *Western Arborist*, 34: 1: 1–11.

GUYOTA, OSTERGAARD, K. T., LENKOPANEM, FAN, J., LOCKINGTON, D. A. (2013): Using electrical resistivity tomography to differentiate sapwood from heartwood: application to conifers. *Tree Physiology*, 33: 2: 187–194.

NICOLOTTIG, SOCCOL, V., MARTINIS, R., GODIO, A., SAMBUELLI, L. (2003): Application and comparison of three tomographic techniques for detection of decay in trees. *Journal of Arboriculture*, 29: 2: 66–78.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Martin Baláš, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 3. 5. 2018

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 2. 2019

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

Abstrakt

Cílem této práce je posoudit vliv termínu snímkování na schopnost odporové stromové tomografie správně detekovat hniloby u stojících stromů různých druhů dřevin. Měření probíhalo ve 3 termínech. V každém termínu byly u vybraných jedinců vytvořeny 2 řezy. Pro tyto řezy byly nejprve v prvním měření vytvořeny reálné tvary kmene ve vybrané výšce. Tyto tvary se poté nadále používaly i v dalších měřeních. První bod byl zaznamenán pro zachování stejné orientace snímku i v dalších termínech měření. Poté byl vytvořen snímek odporovým stromovým tomografem. Počet sond pro měření byl ve většině případů volen na plný počet, tedy 24. U jedinců malých rozměrů byl volen poloviční počet, tzn. 12 bodů. Na základě měření byly získané snímky v každém řezu porovnávány. Při porovnávání byly také uvažovány anatomické vlastnosti dřeviny daného jedince. Výstupem této práce jsou snímky jednotlivých řezů ve 3 obdobích, které jsou navzájem porovnávány vzhledem k době pořízení. Tyto snímky byly vytvořeny za pomoci přístroje Picus treetronic a vyhodnoceny v programu Picus 3.

Klíčová slova: odporový stromový tomograf, arboristika, hniloby kmene, Praha-Suchdol

Abstract

The goal of the diploma thesis is to assess the impact of the work on the ability to detect electrical resistance tomography right in standing trees of different species. Measurement were placed in three terms. In each term were from selected trees created two cuts. In first term were created tree shapes of each cut in selected height. These shapes were also used in second and third term of measuring. The first point was marked for right place in next measurements. Then was taken cut with electric impedance tomograph. In the most of measurments was chosen full number of clips (24). For small-size individuals was chosen only 12 clips. Outputs of measurment were compared

in each cut. Outputs of this diploma thesis are pictures of cuts in 3 terms measurement which are compared. These cuts were created by apparatus Picus tree-tronic and evaluated in the Picus 3 programme.

Keywords: Electrical resistance tomography, arboriculture, rot tree, Prague-Suchdol

"Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Využití odporového stromového tomografu při posuzování bezpečnosti vybraných stromů v lokalitě Praha-Suchdol vypracoval samostatně pod vedením Ing. Martina Baláše, Ph.D., a použil pouze prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby."

V Praze dne 19.04. 2019

Bc. Zdeněk Link

Tímto způsobem bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Martinu Balášovi, Ph.D., za podnětné rady a připomínky a dále Bc. Martinu Škodovi za spolupráci při měření. V neposlední řadě bych rád poděkoval celé své rodině, a také mé přítelkyni za plnou podporu, jak ve studiu, tak i při psaní diplomové práce.

Obsah

1. Úvod	16
2. Místo konání práce.....	16
3. Literární rešerše	17
3.1. Městská část.....	17
3.2. Zeleň.....	17
3.3. Povýsadbová péče	18
3.4. Defektní větvení stromu.....	19
3.5. Technika vedení řezu.....	19
3.6. Provozní bezpečnost	20
3.7. Statické zajištění (vázání) stromu.....	20
3.8. Hniloby kmene	22
3.9. Zkoumané dřeviny.....	22
3.10. Nedestruktivní metody posuzování zdravotního stavu	24
3.11. Stromový tomograf	27
4. Metodika	33
4.1. Výběr zkoumaných jedinců	33
4.2. Období a počet opakování měření.....	34
4.3. Volba výšky řezu.....	38
4.4. Vytvoření geometrie kmene	38
4.5. Měření EIT	40
5. Výsledky měření.....	43
6. Diskuse	83
7. Závěr.....	85
8. Zdroje	89

Seznam tabulek, grafů a obrázků

Tabulky

Tabulka č. 1: Údaje o zkoumaných jedincích

Grafy

Graf č. 1: Průměrné denní teploty v období 1. série měření.

Graf č. 2: Denní úhrn srážek v období 1. série měření

Graf č. 3: Průměrné denní teploty v období 2. série měření.

Graf č. 4: Denní úhrn srážek v období 2. série měření

Graf č. 5: Průměrné denní teploty v období 3. série měření.

Graf č. 6: Denní úhrn srážek v období 2. série měření

Obrázky

Obr. č. 1: Sonický tomograf

Obr. č. 2: Odporový stromový tomograf (ERT)

Obr. č. 3: Vkládání parametrů kmene a počtu bodů měření

Obr. č. 4: Tabulka záznamu měření geometrie kmene

Obr. č. 5: Tabulka měření ERT včetně nastavení napětí

Obr. č. 6: Lípa inv. č. 1 v ulici K Horoměřicům

Obr. č. 7: Tomogram LP1. Datum měření 29.6.2018

Obr. č. 8: Tomogram LP1. Datum měření 11.9.2018

Obr. č. 9: Tomogram LP1. Datum měření 26.11.2018

Obr. č. 10: Tomogram LP1. Datum měření 29.6.2018

Obr. č. 11: Tomogram LP1. Datum měření 11.9.2018

Obr. č. 12: Tomogram LP1. Datum měření 26.11.2018

Obr. č. 13: Lípa inv. č. 5 v ulici K Horoměřicům

Obr. č. 14: Tomogram LP5. Datum měření 29.6.2018

Obr. č. 15: Tomogram LP5. Datum měření 11.9.2018

Obr. č. 16: Tomogram LP5. Datum měření 26.11.2018

Obr. č. 17: Tomogram LP5. Datum měření 29.6.2018

Obr. č. 18: Tomogram LP5. Datum měření 11.9.2018

Obr. č. 19: Tomogram LP5. Datum měření 26.11.2018

Obr. č. 20: Lípa inv. č. 7 v ulici K Horoměřicům

Obr. č. 21: Tomogram LP7. Datum měření 29.6.2018

Obr. č. 22: Tomogram LP7. Datum měření 12.9.2018

Obr. č. 23: Tomogram LP7. Datum měření 26.11.2018

Obr. č. 24: Tomogram LP7. Datum měření 2.7.2018

Obr. č. 25: Tomogram LP7. Datum měření 12.9.2018

Obr. č. 26: Tomogram LP7. Datum měření 26.11.2018

Obr. č. 27: Sonický tomogram LP7. Datum měření 2.7.2018

Obr. č. 28: Lípa inv. č. 31 v ulici K Horoměřicům

Obr. č. 29: Tomogram LP31. Datum měření 2.7.2018

Obr. č. 30: Tomogram LP31. Datum měření 12.9.2018

Obr. č. 31: Tomogram LP31. Datum měření 28.11.2018

Obr. č. 32: Tomogram LP31. Datum měření 2.7.2018

Obr. č.33: Tomogram LP31. Datum měření 12.9.2018

Obr. č. 34: Tomogram LP31. Datum měření 28.11.2018

Obr. č. 35: Sonický tomogram LP31. Datum měření 2.7.2018

Obr. č. 36: Lípa inv. č. 39 v ulici K Horoměřicům

Obr. č. 37: Tomogram LP39. Datum měření 2.7.2018

Obr. č. 38: Tomogram LP39. Datum měření 12.9.2018

Obr. č. 39: Tomogram LP39. Datum měření 28.11.2018

Obr. č. 40: Tomogram LP39. Datum měření 2.7.2018

Obr. č. 41: Tomogram LP39. Datum měření 12.9.2018

Obr. č. 42: Tomogram LP39. Datum měření 28.11.2018

Obr. č. 43: Lípa inv. č. 41 v ulici K Horoměřicům

Obr. č. 44: Tomogram LP41. Datum měření 2.7.2018

Obr. č. 45: Tomogram LP41. Datum měření 12.9.2018

Obr. č. 46: Tomogram LP41. Datum měření 28.11.2018

Obr. č. 47: Tomogram LP41. Datum měření 2.7.2018

Obr. č. 48: Tomogram LP41. Datum měření 12.9.2018

Obr. č. 49: Tomogram LP41. Datum měření 28.11.2018

Obr. č. 50: Jasan inv. č.252 na Výhledském náměstí.

Obr. č. 51: Tomogram JS252. Datum měření 2.7.2018

Obr. č. 52: Tomogram JS252. Datum měření 13.9.2018

Obr. č. 53: Tomogram JS252. Datum měření 28.11.2018

Obr. č. 54: Tomogram JS252. Datum měření 2.7.2018

Obr. č. 55: Tomogram JS252. Datum měření 13.9.2018

Obr. č. 56: Tomogram JS252. Datum měření 28.11.2018

Obr. č. 57: Jasan inv. č.256 na Výhledském náměstí.

Obr. č. 58: Tomogram JS256. Datum měření 2.7.2018

Obr. č. 59: Tomogram JS256. Datum měření 13.9.2018

Obr. č. 60: Tomogram JS256. Datum měření 28.11.2018

Obr. č. 61: Tomogram JS256. Datum měření 2.7.2018

Obr. č. 62: Tomogram JS256. Datum měření 13.9.2018

Obr. č. 63: Tomogram JS256. Datum měření 28.11.2018

Obr. č. 64: Otevřená rána na kmeni nad bodem 23.

Obr. č. 65: Jasan inv. č.260 na Výhledském náměstí.

Obr. č. 66: Tomogram JS260. Datum měření 3.7.2018

Obr. č. 67: Tomogram JS260. Datum měření 13.9.2018

Obr. č. 68: Tomogram JS260. Datum měření 28.11.2018

Obr. č. 69: Tomogram JS260. Datum měření 3.7.2018

Obr. č. 70: Tomogram JS260. Datum měření 13.9.2018

Obr. č. 71: Tomogram JS260. Datum měření 28.11.2018

Obr. č. 72: Jasan inv. č.262 na Výhledském náměstí.

Obr. č. 73: Tomogram JS262. Datum měření 3.7.2018

Obr. č. 74: Tomogram JS262. Datum měření 13.9.2018

Obr. č. 75: Tomogram JS262. Datum měření 28.11.2018

Obr. č. 76: Tomogram JS262. Datum měření 3.7.2018

Obr. č. 77: Tomogram JS262. Datum měření 13.9.2018

Obr. č. 78: Tomogram JS262. Datum měření 28.11.2018

Obr. č. 79: Jasan inv. č.263 na Výhledském náměstí.

Obr. č. 80: Tomogram JS263. Datum měření 3.7.2018

Obr. č. 81: Tomogram JS263. Datum měření 13.9.2018

Obr. č. 82: Tomogram JS263. Datum měření 28.11.2018

Obr. č. 83: Tomogram JS263. Datum měření 3.7.2018

Obr. č. 84: Tomogram JS263. Datum měření 13.9.2018

Obr. č. 85: Tomogram JS263. Datum měření 29.11.2018

Obr. č. 86: Javor inv. č. 129 v ulici Olšová

Obr. č. 87: Tomogram JV129. Datum měření 28.6.2018

Obr. č. 88: Tomogram JV129. Datum měření 12.9.2018

Obr. č. 89: Tomogram JV129. Datum měření 26.11.2018

Obr. č. 90: Tomogram JV129. Datum měření 28.6.2018

Obr. č. 91: Tomogram JV129. Datum měření 12.9.2018

Obr. č. 92: Tomogram JV129. Datum měření 26.11.2018

Obr. č. 93: Javor inv. č. 130 v ulici Olšová

Obr. č. 94: Tomogram JV130. Datum měření 2.7.2018

Obr. č. 95: Tomogram JV130. Datum měření 12.9.2018

Obr. č. 96: Tomogram JV130. Datum měření 26.11.2018

Obr. č. 97: Tomogram JV130. Datum měření 2.7.2018

Obr. č. 98: Tomogram JV130. Datum měření 12.9.2018

Obr. č. 99: Tomogram JV130. Datum měření 26.11.2018

Obr. č. 100: Javor inv. č. 1494 v ulici K Drsnici

Obr. č. 101: Tomogram JV1494. Datum měření 4.7.2018

Obr. č. 102: Tomogram JV1494. Datum měření 14.9.2018

Obr. č. 103: Tomogram JV1494. Datum měření 30.11.2018

Obr. č. 104: Sonický tomogram JV1494. Datum měření 30.11.2018

Obr. č. 105: Tomogram JV1494. Datum měření 4.7.2018

Obr. č. 106: Tomogram JV1494. Datum měření 14.9.2018

Obr. č. 107: Tomogram JV1494. Datum měření 30.11.2018

Obr. č. 108: Javor inv. č. 1541 v ulici K Drsnici

Obr. č. 109: Tomogram JV1541. Datum měření 4.7.2018

Obr. č. 110: Tomogram JV1541. Datum měření 14.9.2018

Obr. č. 111: Tomogram JV1541. Datum měření 30.11.2018

Obr. č. 112: Tomogram JV1541. Datum měření 4.7.2018

Obr. č. 113: Tomogram JV1541. Datum měření 14.9.2018

Obr. č. 114: Tomogram JV1541. Datum měření 30.11.2018

Obr. č. 115: Sonický tomogram JV1541. Datum měření 30.11.2018

Obr. č. 116: Javor inv. č. 1545 v ulici K Drsnici

Obr. č. 117: Tomogram JV1545. Datum měření 4.7.2018

Obr. č. 118: Tomogram JV1545. Datum měření 14.9.2018

Obr. č. 119: Tomogram JV1545. Datum měření 30.11.2018

Obr. č. 120: Sonický tomogram JV1545. Datum měření 30.11.2018

Obr. č. 121: Tomogram JV1545. Datum měření 4.7.2018

Obr. č. 122: Tomogram JV1545. Datum měření 14.9.2018

Obr. č. 123: Tomogram JV1545. Datum měření 30.11.2018

Obr. č. 124: Javor inv. č. 1550 v ulici K Drsnici

Obr. č. 125: Tomogram JV1550. Datum měření 4.7.2018

Obr. č. 126: Tomogram JV1550. Datum měření 14.9.2018

Obr. č. 127: Tomogram JV1550. Datum měření 30.11.2018

Obr. č. 128: Tomogram JV1550. Datum měření 4.7.2018

Obr. č. 129: Tomogram JV1550. Datum měření 14.9.2018

Obr. č. 130: Tomogram JV1550. Datum měření 30.11.2018

Obr. č. 131: Ořešák inv. č. 1423 v ulici V Údolí.

Obr. č. 132: Tomogram OR1423. Datum měření 3.7.2018

Obr. č. 133: Tomogram OR1423. Datum měření 13.9.2018

Obr. č. 134: Tomogram OR1423. Datum měření 29.11.2018

Obr. č. 135: Tomogram OR1423. Datum měření 4.7.2018

Obr. č. 136: Tomogram OR1423. Datum měření 13.9.2018

Obr. č. 137: Tomogram OR1423. Datum měření 29.11.2018

Obr. č. 138: Ořešák inv. č. 1422 v ulici V Údolí.

Obr. č. 139: Tomogram OR1422. Datum měření 4.7.2018

Obr. č. 140: Tomogram OR1422. Datum měření 13.9.2018

Obr. č. 141: Tomogram OR1422. Datum měření 29.11.2018

Obr. č. 142: Tomogram OR1422. Datum měření 4.7.2018

Obr. č. 143: Tomogram OR1422. Datum měření 13.9.2018

Obr. č. 144: Tomogram OR1422. Datum měření 29.11.2018

Obr. č. 145: Sonický tomogram OR1422. Datum měření 29.11.2018

Obr. č. 146: Ořešák inv. č. 1184 v ulici V Ořeší.

Obr. č. 147: Tomogram OR1184. Datum měření 4.7.2018

Obr. č. 148: Tomogram OR1184. Datum měření 13.9.2018

Obr. č. 149: Tomogram OR1184. Datum měření 29.11.2018

Obr. č. 150: Tomogram OR1184. Datum měření 4.7.2018

Obr. č. 151: Tomogram OR1184. Datum měření 13.9.2018

Obr. č. 152: Tomogram OR1184. Datum měření 29.11.2018

Obr. č. 153: Ořešák inv. č. 1191 v ulici V Ořeší.

Obr. č. 154: Tomogram OR1191. Datum měření 4.7.2018

Obr. č. 155: Tomogram OR1191. Datum měření 13.9.2018

Obr. č. 156: Tomogram OR1191. Datum měření 29.11.2018

Obr. č. 157: Tomogram OR1191. Datum měření 4.7.2018

Obr. č. 158: Tomogram OR1191. Datum měření 13.9.2018

Obr. č. 159: Tomogram OR1191. Datum měření 29.11.2018

Obr. č. 160: Sonický tomogram OR1191. Datum měření 29.11.2018

1. Úvod

Téma „Využití odporového stromového tomografu při posuzování bezpečnosti vybraných stromů v lokalitě Praha-Suchdol“ jsem si vybral hned z několika důvodů. Jedním z nich je, že lesnická fakulta s úřadem městské části úzce spolupracuje, tudíž jsme se setkali s kladnou reakcí pro konání výzkumu. S tímto souvisí také fakt, že zjištěné výsledky lze reálně využít jako vodítko k posouzení stavu zkoumaných jedinců. Dalším důvodem je můj zájem o tuto techniku posuzování stromů. Zároveň se jedná o rozvíjející vědní obor, ve kterém je stále mnoho neprozkoumaných věcí. V neposlední řadě zde byla nedávno provedena celková inventarizace zeleně, která dala základ pro výběr zkoumaných jedinců.

Stav stromů je v poslední době velmi diskutované téma. Je zde vyvíjen velký tlak ze strany občanů městské části, kteří mají velmi často odlišné názory. Proto je třeba podporovat městskou zeleň ve všech formách, ale zároveň sledovat stav stromů z hlediska provozní bezpečnosti. K posouzení vnitřních defektů stromu nám v dnešní době slouží právě stromový tomograf, jehož jedné části (elektrickému odporovému tomografu) se budeme věnovat v této práci.

2. Místo konání práce

Městská část Praha–Suchdol se nachází na severozápadní části Hlavního města Prahy ve stejnojmenném kraji.

Původně se jedná o obec založenou v 10. století rodem Přemyslovců. Od roku 1968 je součástí Prahy. K městské části Praha–Suchdol byla v roce 1990 připojena i část Sedlec. Spodní část Sedlce (tzv. Dolní Sedlec) byla však v roce 2004 po petici občanů přiřazena pod městskou část Praha 6.

Výměra katastrálního území městské části je 5,12 km² a počet obyvatel 7151 (31.12.2017).

Vybavenost městské části je velmi dobrá. K úřadu městské části patří také městská policie, dále pošta, místní veřejná knihovna, divadlo ANPU, a v neposlední řadě také základní škola Mikoláše Alše. Dále zde můžeme nalézt nespočet obchodů, restaurací, lékáren, dětských hřišť apod.

Zajímavostí v městské části je velvyslanectví Palestiny, a hlavně zde sídlí Česká zemědělská univerzita v Praze.

Městská část disponuje velkým množstvím ploch se zelení, od trávníků a záhonků, až po vzrostlé aleje stromů. Pro tyto účely má také svoje zaměstnance. Z přírodních památek stojí za zmínku Přírodní park Sedlecké skály.

3. Literární rešerše

3.1. Městská část

Městská část je dle zákona č.131/2000 Sb. samosprávným celkem Hlavního města Prahy. Je spravována voleným zastupitelstvem městské části. Dalšími orgány jsou rada městské části, starosta městské části, dále úřad a zvláštní orgány městské části. (Zákony pro lidi, © AION CS, s.r.o. 2010-2019)

Každá městská část má vlastní rozpočet a za podmínek stanovených zákonem s ním hospodaří.

3.2. Zeleň

Jedná se o segment složený z prvků vzniklých přirozeně či uměle, s jednoznačně vymezeným územím. Tento segment je založen podle krajínotvorných nebo architektonických zásad. V krajině jde o plochy s převládající travnatou plochou, stromy či keři, a to často ve spojení s vodními plochami. Ve městech tuto formu zastupují parky, zahrady, aleje a tak podobně (Principy a pravidla územního plánování, ©2016).

Zeleň dělíme na 2 základní kategorie, a to zeleň krajinnou a sídelní.

3.2.1. Zeleň sídelní

Jsou to útvary vytvořené člověkem a jejich hlavním posláním je zlepšování životního prostředí v urbanizovaných oblastech. Tyto útvary plní současně i funkci rekreační. Sídelní zeleň bývá většinou navržena zahradním architektem, poté je dle projektu založena, dopěstována a zároveň trvale udržována (Principy a pravidla územního plánování, ©2016).

3.2.2. Zeleň krajinná

Oproti sídelní zeleni je krajinná zeleň zpravidla přirozeně vzniklá, v některých případech i reliktní. Má krajinnou a půdoochrannou funkci. Míra zásahů člověka je zde minimální. Může se jednat o zbytky původní krajiny obklopené rozšiřujícím se městem nebo o plochy, které nebylo možné zastavět. Ve venkovském prostředí jde hlavně o plochy, které nebylo možné zemědělsky využívat, proto tak byly ponechány. I krajinná zeleň však může být uměle založena. V tomto případě se jedná například o tzv. větrolamy, což mohou být linie podél cest a v okolí božích muk nebo křížků. Dalším typem je zeleň, která nebyla založená člověkem, ale daná forma je na jeho činnosti závislá. Jde např. o doprovodné porosty kolem cest či liniové porosty různé funkce (Principy a pravidla územního plánování, ©2016).

3.3. Povýsadbová péče

Jedná se o péči bezprostředně po vysazení stromu na stálé stanoviště, která by měla trvat nejméně 3 roky po výsadbě. Tato doba je přímo odvislá od velikosti stromu a jeho stanoviště (Čermáková a kol., 2002).

Povýsadbová péče se skládá z několika činností, a to zejména pravidelné zálivky po dobu nejméně jeden rok od výsadby a péče o kořenovou mísu (mulčování povrchu, atd.). Dále je důležité provádění

výchovného řezu, kontroly kotvení v pravidelných intervalech, a v neposlední řadě důsledná kontrola a prevence proti chorobám a škůdcům (Čermáková a kol., 2002).

3.4. Defektní větvení stromu

I v dnešní době je mnoho případů nedůsledné či opomenuté výsadbové péče. Neprováděním potřebného výchovného řezu může dojít ke vzniku různých defektů, jako například vznik kodominantního větvení, které je jakýmsi prvním stadiem vzniku tlakového větvení.

Tlakové větvení je typ defektu, kdy v místě větvního nasazení z důvodu nedostatku místa dochází ke špatnému vytlačování lýka do korního hřebínku. Lýko poté vrůstá mezi dřevo kmene a dřevo větve, což vede k tvorbě tzv. uší, které vyrůstají kolem větví. Výsledkem je netrvanlivé spojení mezi větví a kmenem, což tvoří riziko rozlomení celého větvení ve vyšším věku, a tím vznik velkých otevřených ran na kmeni stromu. Jediný možný způsob prevence, je důsledná péče o daného jedince již v mladém věku (Kolařík a kol., 2003).

V dnešní době evidujeme 3 možnosti vzniku tlakového větvení:

- 1) Genetická výbava jedince – záleží na taxonu stromu
- 2) Nedostatek místa v oblasti větvení – nejčastěji druhotným tloušťnutím větví s neomezeným prostorem pro růst (solitérní stromy)
- 3) Potlačení apikální kontroly – vzniká vlivem odstranění terminálního výhonu, a tím narušení tvorby fytohormonů.

3.5. Technika vedení řezu

Pro správné provedení řezu je nutné znát typy technik jeho vedení, abychom předešli vzniku defektů a zároveň nezpůsobili horší stav jedince, než byl před provedením tohoto řezu. Řez můžeme provést následujícími technikami:

“Lízanec“

Jde o zástupce špatně provedených řezů. Tento řez zasahuje až za větvní límeček, a někdy dokonce i za korní hřebínek. Takto provedený řez zraňuje značným způsobem i dřevo mateřské větve, kterou hodláme zachovat. Vzniklá rána tohoto charakteru je poté vystavena tlaku patogenů, a strom se nedokáže aktivně bránit. Tato technika je chápána jako chybný zásah (Čermáková a kol., 2002).

“Věšák“

Vznikne ponecháním části dceřiné větve na kmeni po řezu, čímž způsobí nemožnost efektivního zavalování rány hojivými pletivy stromu. Zbývající část větve poté funguje jako vstupní brána pro patogeny (Kolařík a kol., 2003).

“Řez na větvní límeček“

Jedná se o jediný vhodný způsob řezu ze zde uvedených typů, a současně je také doporučován. Tento řez respektuje přirozenou stavbu stromu tím, že je proveden přesně v místě nasazení dceřiné větve, a zároveň ponechává korní hřebínek na mateřské větvi (Kolařík a kol., 2003).

3.6. Provozní bezpečnost

Jedná se o případ, kdy za normálních podmínek vylučujících orkány apod. neohrožuje své bezprostřední okolí pádem částí koruny (suché nebo vyhnilé větve) ani pádem kmene jako takového (Čermáková a kol., 2002).

3.7. Statické zajištění (vázání) stromu

Jde o všechny zásahy, sloužící jako podpora a z odolnění celého stromu či jeho částí proti rozpadu. Jeho nasazení probíhá až ve chvíli zjištění narušení jeho provozní bezpečnosti (Čermáková a kol., 2002).

Statické zajištění koruny je možno rozdělit na destruktivní, které způsobuje stromu mechanické poškození, zároveň snižuje

jeho perspektivu a je možným vstupem patogenu (vrtané vázání, kovové obruče, jařmové vázání), a na nedestruktivní, které jak primárně, tak ani sekundárně nezpůsobuje žádná zásadní mechanická poškození, nainstalujeme-li ho však správně (Čermáková a kol., 2002).

Dále můžeme statické zajištění rozdělit na předepjaté a nepředepjaté. Předepjaté vázání se využívá při zjištění viditelného statického oslabení principem přenášení tahové síly na biomechanicky stabilizované části koruny. Naopak nepředepjaté vázání ponechává koruně stromu volnost a slouží jen jako záchytný element v případě rozlomení staticky oslabených částí koruny (např. tlakovým větvením) (Čermáková a kol., 2002).

Jako poslední možné dělení zde máme vázání rigidní a flexibilní. Vázání rigidní neumožňuje po instalaci do koruny stromu pohyb jeho částí nebo jej výrazně omezuje. Naopak flexibilní vázání pohyb částí nijak neomezuje, čímž dává určitý prostor stromu reagovat na podmínky daného stanoviště, a také dává možnost danému jedinci k působení vnitřních sil na adaptaci i částečnou nápravu narušené provozní bezpečnosti (Čermáková a kol., 2002).

V současné době jsou velmi často používány vazby vyrobené ze syntetických materiálů. Za technologicky nejpokročilejší je považován systém COBRA, který zastupuje typ nedestruktivní vazby dostupný ve 3 variantách (mini, standard a plus), s účinným zatížením od 0,6 do 4,4 tuny. Důmyslně vymyšlený pás v místě fixace ke kmeni či větvi umožňuje rozvrstvení tlaku na větší plochu. Výhodou tohoto systému je také schopnost automaticky se přizpůsobit rozšiřujícímu se průměru kmene. Výrobce dále uvádí, že lano ročně ztrácí přibližně 2 % své nosnosti, přičemž maximální doba užívání na daném jedinci by měla být cca 10–15 let (Kolařík a kol., 2003).

3.8. Hniloby kmene

Vznik hniloby je chápán jako rozklad dřeva houbami či jinými mikroorganismy, který vede ke snížení jeho tvrdosti, značné ztrátě jeho hmotnosti i pevnosti. Velmi často také dochází ke změně textury a barvy dřeva. Hniloba vzniká vylučováním látek hyfami hub, které rozkládají buněčné stěny dřeva. Nákaza vniká do dřeva pomocí vstupních bran, jako jsou například odřené pařezové náběhy nebo jiná poranění na větvích či kmeni stromu (Lexikon vad dřeva ČZU, ©2010).

Napadení dřevokaznou houbou se může projevit více způsoby. Jedná se jak o vnější projevy (změny růstu, nádory, tloustnutí báze kmene), tak i o ty vnitřní. Vnitřními projevy hniloby mohou být jednak změna zbarvení, tak i poškození struktury, které má často fatální důsledky (Lexikon vad dřeva ČZU, ©2010).

Podle barvy rozeznáváme 3 typy hnilob. Jedná se o hnilobu bílou, která napadá celulózu, hemicelulózu a lignin, a zároveň zesvětluje barvu dřeva. Dalším typem je hniloba hnědá, po jejímž napadení dřevo získá tmavošedé nebo hnědé až červené zbarvení a je tvořena houbami napadajícími celulózu a hemicelulózu, které zanechávají kostkovité zbytky. Posledním typem je hniloba pestrá, která způsobuje tmavohnědé zbarvení dřeva s bílými celulózovými skvrnami (Lexikon vad dřeva ČZU, ©2010).

3.9. Zkoumané dřeviny

V této práci byly zkoumány 4 dřeviny v celkovém počtu 21 ks. Tyto dřeviny byly vybrány zejména z důvodu hojného výskytu na území prováděného výzkumu.

3.9.1. Lípa velkolistá (*Tilia platyphyllos*)

Jedná se až o 40 metrů vysoký, listnatý opadavý strom z čeledi *Malvaceae*. Kůra je v mládí hladká a šedá, ve stáří rozbrázděná. Listy

má střídavé, řapíkaté, srdčité a pilovité. Jsou 7 až 12 cm dlouhé a na svrchní straně krabaté (Úradníček a kol., 2009).

Tato dřevina nemá barevně odlišené jádro. Je žlutobílé barvy, beze skvrn či barevných záběhů. Letokruhy, dřeňové paprsky ani póry nejsou zřetelné. Dřevo je měkké a lehké s hmotností kolem 410 kg/m³ a je homogenní. Jedním z charakteristických znaků lípy je vysoký obsah vody, a tím i zvýšená vodivost kmene (Musil, 2005).

3.9.2. Javor mléč (*Acer platanoides*)

Jde o statný listnatý strom dorůstající se výšky až 30 metrů a obvodu kmene až 300 cm, patřící do čeledi *Aceraceae*. Borka je tmavošedého odstínu a je neodlupčivá. Listy jsou dlouze řapíkaté a 10–15 cm dlouhé (Zlatohlávek, 2009).

Dřevo javoru patří do skupiny listnatých, konkrétně roztroušeně pórovitých. Jedná se o bělové dřevo s nepravým jádrem. To obsahuje velmi úzké dřeňové paprsky. Barva dřeva je žlutá až hnědobílá a letokruhy jsou poměrně zřetelné. Dobře se opracovává, což je výhodou zejména v nábytkářství (Zlatohlávek, 2009).

3.9.3. Jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*)

Listnatý, opadavý, až 40 metrů vysoký strom s kmenem průměru až 1 m. Patří do čeledi *Oleaceae*. Borka je v mládí hladká, ve stáří podélně brázditá, zprvu šedá, později až šedočerná. Listy jsou vstřícné, lichozpeřené se 7–15 lístky, které jsou podlouhle vejčité (Úradníček a kol., 2009).

Strom s velmi dobře rozeznatelnou hranicí dřevo/běl. Dřevo má širokou světle žlutou běl a šedohnědé jádro. Cévy jarního dřeva jsou výrazné a na podélném řezu tvoří viditelné rýhy. Jedná se o tvrdé, pevné a velmi pružné dřevo. Z tohoto důvodu se často používá jako materiál na násady a topůrka (Musil, 2005).

3.9.4. Ořešák královský (*Juglans regia*)

Jedná se o listnatý, opadavý strom s maximální výškou 25 metrů. Má šedivou borku, v mládí hladkou, avšak ve stáří hluboce rozpraskanou. Má střídavé lichozpeřené listy s 5–6 lístky (Musil, 2005).

Ořešák má dřevo s širší šedou bělí, s šedohnědým, někdy až tmavohnědým jádrem, které má výrazné barevné pruhy. Má roztroušené póry četné středové paprsky a široké letokruhy. Dřevo je středně tvrdé a husté s homogenní strukturou. Svoji vysokou kvalitou a kresbou je oblíbený v nábytkářství a výrobě pažeb na pušky (Musil, 2005).

3.10. Nedestruktivní metody posuzování zdravotního stavu

Vizuální

Základní metodou je vizuální kontrola a posouzení stavu stromů. Vzhledem k její jednoduchosti a nenáročnosti se jedná o nejvyužívanější metodu v celé České republice. Sestává se z komplexní prohlídky jedince z hlediska defektů jako například poškození borky stromu či trhlin na kmene (mechanické nebo i mrazové). Takovéto otevřené rány tvoří vstupní bránu pro houbové patogeny (Zahradník, 2005). Dále věnujeme pozornost výskytu plodnic dřevokazných hub jak na jedinci samotném, tak i v okolí kmene v oblasti kořenového systému. Pozor dáváme i na případné zvedání kořenového koláče, které nám indikuje vyvrácení posuzovaného stromu.

Metoda zvukové odezvy “Sounding“

Jedná se o jednoduchý mechanický test prováděný za pomoci kladívka či jiného podobného předmětu. Často je tato kontrola spojena s vizuálním posouzením jedince. Metoda je založena na zvukové odezvě dřeva při poklepu na jeho povrch. Poškozené oblasti mají často dutý či tupý zvuk. Tím se liší od ostatních částí kmene, a zároveň mohou

nasvědčovat vnitřnímu rozkladu. Pro posouzení možného defektu je v dané sekci posléze využita některá z moderních technologií (Ross, 2002).

Jako možná nevýhoda této metody je odlišný zvukový projev různých taxonů dřevin. Nezaškolená obsluha či obsluha zaškolená na jiné dřevině může mít mylné stanovisko o stavu jedince (Ross, 2002).

Tahové zkoušky

Jedná se o technický postup pro určení provozní bezpečnosti stromu. Je založena na porovnávání pokusně zjištěné reakce stromu při určitém zatížení a možného zatížení (Kolařík a kol., 2010).

Jedna z možných metod je Static Integrated Method (SIM) publikována autory Sinnem a Wessolym (1987,1988, 1989) pro stanovení statických poměrů stromu jako celku. Sestává se ze 3 částí, a to zátěžové analýzy, vlastní tahové zkoušky a výpočtu bezpečnosti (Kolařík a kol., 2010).

V současné době je v České republice nejhojněji využívána tato metoda ve variantě zpracované na Lesnické a dřevařské fakultě Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity V Brně. Tato varianta využívá kromě přesnější analýzy získaných hodnot také přímé propojení přístrojů s počítačem, což je její velká výhoda (Kolařík a kol., 2010).

Piezoelektrický efekt

Piezoelektrický jev je brán jako náboj, který se akumuluje v daném materiálu při jeho mechanickém namáhání neboli deformaci. Piezoelektrický jev tedy znamená jakousi elektrickou odpověď na tlak a jeho přímým důsledkem je piezoelektrický efekt (Ross, 2002).

Piezoelektrický efekt je chápán jako lineární elektromechanické interakce mezi mechanickou a elektrickou částí v krystalických materiálech. Jedná se o reverzibilní proces v těchto materiálech

vykazující přímý piezoelektrický efekt (interní výroba elektrického náboje, vyplývající z použité mechanické síly) (Ross, 2002).

Piezoelektrický efekt našel užitečné uplatnění například k výrobě a detekci zvuku, tvorbě vysokého napětí, elektronické frekvenci generace, a také velmi jemných zaměření (Ross, 2002).

Impulzní kladivo

Jde o nejstarší přístroj na bázi šíření zvukových vln. Zvukové vlny jsou generovány úderem kladívka do jedné strany kmene a na straně druhé jsou zachycovány senzorem. Sondy jsou speciálním vrutem zašroubované do povrchu kmene tak, aby měly kontakt s dřevní částí kmene. Srovnáním dosažené rychlosti a průměrem kmene s referenční rychlostí určíme případné odchylky od normálního stavu kmene, tedy dutiny, trhliny či rozsah hniloby. Kvantifikace rozsahu defektu je však velmi obtížná. Jedinou šancí je opakování měření v různých směrech a pokusit se ohraničit daný defekt. Na rozdíl od ultrazvukových přístrojů však není omezen průměrem kmene (Kolařík a kol., 2010).

Ultrazvuk

Jedná se o přístroj na bázi vytváření a šíření ultrazvukových vln o frekvenci 20 kHz a více. Výsledky ultrazvukových snímků závisí na frekvenci ultrazvukových vln. Když jejich frekvence stoupá, vlnová délka se zkracuje. Obecně vzato, velikost vnitřních defektů, které jsou viditelné přístrojem závisí na použité frekvenci ultrazvukových vln. Platí zde nepřímá úměra; čím bude frekvence ultrazvukových vln vyšší, tím menší defekt bude schopen přístroj odhalit (Ross, 2002).

Při přípravě ultrasonického testu musí být dodrženo několik faktorů. Patří mezi ně znalost energie a frekvence vysílaných vln, přijímač a spojovací prvek mezi přístrojem a přijímačem vln (může být kontaktní či nekontaktní). Tyto faktory musí být stanoveny v jediném celku

pro každé měření, neboť kterýkoliv faktor samostatně dokáže výrazně ovlivnit všechny ostatní (Ross, 2002).

Posledním představitelem nedestruktivních technologií je stromový tomograf. Zároveň se jedná o nejnovější a nesofistikovanější přístroj pro zjišťování zdravotního stavu stromů. Vzhledem k důležitosti pro tuto práci je zařazen do speciální kapitoly 3.11.

3.11. Stromový tomograf

Technologie stromového tomografu je moderní nedestruktivní přístup založený na využití elektronických přístrojů pro odhalení defektů stromů. Tato technologie umožňuje arboristům vidět „virtuální obraz vnitřku kmene“, což přispěje k odhalení hnilob kmene, případně jejich lokalizaci. Tento stav můžeme sledovat vždy pouze v oblasti měření, tedy v daném řezu kmene. Můžeme ho také používat pro zkoumání dalších defektů stromu (dutiny apod.), které mohou ohrožovat jeho provozní bezpečnost. Výstup ze stromového tomografu sám o sobě přímo neříká, jestli je daný jedinec zdravý či ne, tím méně nepřináší přímé rozhodnutí, zda strom skácet, či ponechat. Tomograf však dokáže poskytnout důležité informace, které mohou výrazně přispět ke kvalifikovanému posouzení stavu stromu.

Jako předobraz a analogii stromové tomografie jako nedestruktivní metody zjišťování stavu stromů lze uvést zavedení rentgenových přístrojů v lékařství, jejichž rozvoj nastal v první polovině 20. století. Rozvoj přístrojového testování stavu stromů v oblasti městského lesnictví přišel až v 70. letech 20. století, kdy se začaly rozvíjet počítačové technologie. Tento rozvoj trvá dodnes. Pojetí stromového tomografu v dnešní podobě se datuje na přelomu tisíciletí, tedy v letech 1998–1999. Představen byl na konferenci Non-destructive testing of wood 2000 (Göcke, 2008).

Při dodržení pracovního postupu je poškození stromu minimální, neboť jde pouze o zavedení sond skrze borku na kraj lýka pro dosažení optimálních výsledků. Stromový tomograf sestává ze dvou nezávislých přístrojů – akustického a elektrického tomografu. Snímkování lze provádět pouze jednou z metod, ale většinou bývá vhodnější provést snímek daného místa oběma metodami. Časová náročnost provedení jednoho řezu oběma metodami je zhruba 1 hodina.

3.11.1. Akustický (sonický) tomograf (Sonic tomograph – SoT)

Sonický tomograf pracuje na principu měření rychlosti průchodu zvukových vln kmenem, což souvisí s rozdíly tvrdosti dřevní substance jednotlivých druhů dřevin, a také přímo závisí na modulu pružnosti. Zdravé dřevo vykazuje vyšší hustotu, zatímco hnilobou napadené dřevo se vyznačuje nehomogenní strukturou. Místa s dutinami vykazují extrémně nízkou hustotu, neboť jsou vyplněny vzduchem (Ellis a kol., 2013).

Zvukové vlny jsou vytvářeny poklepem na jeden bod speciálním kladívkem. Tyto body jsou vytvořeny hřebíčky, které jsou zavedeny skrze borku na kraj dřeva. Na každém bodě je umístěna sonda. Body jsou umístěny rovnoměrně po kmeni tak, aby co nejlépe zachytily geometrii kmene. Začínáme od bodu 1 odpojením měřicí sondy a následně připojením kladívkové sondy. Poklepem na kladívkovou sondu speciálním kladívkem generujeme zvukové vlny. Na ostatních bodech jsou sondy, které zachycují časovou osu průchodu signálu ke každému bodu. Pro správné zaznamenání přístroj vyžaduje minimálně 3 správné poklepy. Tyto poklepy musí mít odchylku rychlosti zvuku, která je pro daný bod nižší než 10 % (Ellis a kol., 2013). Poté odpojíme kladívkovou sondu a následně opět připojíme měřicí sondu na hřebík. Měření analogicky opakujeme i v následujících bodech. V našem případě jsme pracovali vždy

s plným počtem sond, tedy 12. Na základě těchto dat program zpracuje mapu rozložení rychlostí zvuku v řezu kmenem stromu neboli tomogram. Rychlost zvuku závisí na každé dřevině a také na fyzickém stavu daného jedince.

Jako každý přístroj má i sonický tomograf jisté limity pro svoje využití, které se dají částečně kompenzovat použitím druhé metody (elektrického tomografu-ERT). Jedna z hlavních jsou například trhliny kmene, které mají sice na ERT také vliv, ale v menším rozsahu. Tyto trhliny mohou způsobovat tzv. "akustické stíny", které snižují přesnost přenosu na tomogramu mezi jednotlivými trhlínami.



Obr. č. 1: Sonický tomograf. autor: autor práce, 2018

Při stromové tomografii je důležitá interpretace výsledků. Sonický tomograf sice ukáže škálu hustoty daného objektu, ale už neřekne jde-li o reakční dřevo, rozkládající se dřevo či dutinu. Tato interpretace závisí zcela na tréninku a zkušenostech operátora přístroje. Jako poslední nevýhodou oproti jiným nedestruktivním metodám je možné srovnání například s přístrojem PUNDIT (Proceq group, Schwerzenbach. Switzerland), oproti kterému u přístroje Picus 3 Tomograph (Argus electronic gmbh, Rostock. Německo) nelze volit frekvenci měření, což může vést k nepřesnostem (Johnstone, 2010). Avšak při použití s Picus Tretronic lze naopak dosáhnout lepších výsledků.

Výhody sonického tomografu spočívají v relativní jednoduchosti obsluhy přístroje, avšak po správném zaškolení jeho obsluhy. Je třeba dodržovat přesně daný metodický postup měření a dbát důležitých zásad jako je například správné umístění měřicích bodů či vytvoření přesné geometrie kmene. V neposlední řadě je důležitá posloupnost a koordinace jednotlivých po sobě jdoucích kroků. Propracovaný software nám usnadňuje práci, a zároveň je jeho obsluha do jisté míry intuitivní. Výstupy ve formě tomogramu jsou čitelné díky barevnému kódování programu Picus, což usnadňuje interpretaci výsledků a je názorné a zároveň poutavé i pro laickou veřejnost.

Výhodou tomografu Picus oproti jiným přístrojům je, že dobře funguje nezávisle na úrovni okolního hluku (Argus electronic, 2013). Tento fakt oceníme zejména ve větších městech respektive u silnic, železnic, apod. Přístroj Picus tyto okolní zvuky dokáže velmi dobře eliminovat. Funkce sonického tomografu je prakticky nezávislá na tloušťce měřeného stromu. Nejmenší doporučená tloušťka je zhruba 20 cm, maximální tloušťka je omezena prakticky jen délkou kabelů. Tyto senzory je velmi snadné připevnit k měřicímu bodu (hřebíku), neboť jsou magnetické. Jelikož jsou velmi malé, je možné je dobře umístit blízko k zemi či naopak do korun stromů. Sonický tomograf PiCUS lze s výhodou používat v součinnosti s přístrojem Picus treeTronic, který nám sdělí nejen odlišné spektrum informací, ale také vyplní případné nedokonalosti přístroje Picus 3 (Argus electronic, 2013). Zároveň má velmi podobné výhody (použití v rušných městech atd.).

3.11.2. Odporový stromový tomograf (ERT)



Obr. č. 2: Odporový stromový tomograf (ERT).

autor: Bc. Martin Škoda, 2018

V praxi to znamená, že doprostřed každé mezery se zatluče další hřebík. Na každý původně vytvořený bod (1–12) připadají 2 elektrody ERT, jedna označená červeně a druhá černě pro lepší orientaci a snadnější kontrolu správného zapojení (Martin et al., 2009). Vzdálenosti mezi jednotlivými body by neměly být kratší než 1 cm a zároveň delší nežli 20–25 cm (Göcke, 2011). Po připojení všech elektrod nastavíme parametry měření v programu Picus 3.0. V tomto případě se jedná zejména o zvolení velikosti měřicího napětí. Pro tyto účely slouží 12 úrovní rozsahu napětí. Standardně volíme kanál 8, v případě, že je hodnota mimo přípustnou mez (značeno červeně), zkusíme zvolit nižší, případně vyšší kanál podle meze, kterou dosahují hodnoty. Tyto meze jsou stanoveny od 0,001–0,013 A pro elektrický proud a 0,005–2,4 V pro napětí (Göcke, 2011). V průběhu měření je zakázáno dotýkat se kmene stromu či součástí přístroje, neboť mohou hodnoty dosahovat až 100 voltů. Výsledkem

Odporový stromový tomograf (ERT – Electrical Resistance Tomograph) pracuje na základě měření elektrického odporu mezi jednotlivými měřicími body, za účelem zkoumání stavu daného stromu.

Měření ERT se zpravidla provádí až po měření sonickým tomografem. Využívá již vytvořené geometrie pro sonický tomograf, přičemž pro dosažení vyššího rozlišení se tyto body zdvojnásobují.

měření je plošný obraz rozložení elektrického odporu v měřené oblasti. U této metody je velká proměnlivost ve vlastnostech kmene. Chemické vlastnosti dokáží vysoce ovlivnit výsledek. Například obsah vody v jádře/běli, struktura buněk, koncentrace iontů a další. Ovlivnění obsahem vody u stromů v zavlažované a nezavlažované oblasti se ve své práci zajímá například Elliot (Elliot a kol., 2016). V těchto vlastnostech spočívá rozdíl od sonického tomografu, a zároveň také jeho možná výhoda. Například nízký elektrický odpor v zájmové oblasti, který je nejasný v sonickém tomogramu, značí, že zde není dutina, ale materiál, tedy dřevo – protože vzduch v dutině má vysoký elektrický odpor (Ellis a kol., 2013). Z hlediska změny obsahu vlhkosti či iontové zásoby dokáže odporový stromový tomograf odhalit hniloby kmene již v počáteční fázi. Tomuto tématu se věnuje například Brazee (Brazee a kol., 2011). Autorem věnujícím se výzkumu rozměrů jádra a běle je například Guyot (Guyot, 2013). Jedná se pak zejména o situaci, kdy sonický tomograf ještě vidí kmen beze změn, ale odporový tomograf již počáteční fázi tvrdé hniloby kmene. Začínající hniloba totiž v dané oblasti zvyšuje vlhkost (vodivost) kmene, a tím snižuje odpor pro průchod elektrického proudu. Odlišné hodnoty vodivosti se na tomogramu někdy zobrazí v obvodové části kmene. Tyto údaje neznamenaají reálnou změnu el. odporu, tj. poškození dřeva. Jedná se zpravidla o nesrovnalosti vzniklé nepřesným změřením geometrie kmene (vzdáleností mezi jednotlivými body) (Göcke, 2010). Jedním z možných autorů článků o ERT je například Guyot, který se věnuje zejména kapitole rozeznání běle od jádra kmene (Guyot, 2013).

4. Metodika

Měření odporovým stromovým tomografem probíhalo na území městské části Praha-Suchdol, která disponuje velkým množstvím stromové zeleně. Tento výzkum navazuje na dobrou spolupráci městské části a fakulty v oblasti arboristiky. Zároveň budou výsledky sloužit jednak k výzkumu stromové tomografie na FLD ČZU, tak v praxi pro posouzení dalších zásahů u zkoumaných jedinců.

K výzkumu byla použita soustava přístrojů Picus vyrobené firmou Argus electronic gmbh ve městě Rostock (Německo). Jedná se o elektronickou průměrku Picus caliper určenou pro vytvoření přesné geometrie kmene, dále sonického tomografu Picus 3 a v neposlední řadě odporového stromového tomografu Picus TreeTronic. Všechny tyto přístroje vlastní Česká zemědělská univerzita v Praze.

Výhodou sady přístrojů od stejného výrobce je, že výsledky z každého přístroje zvláště se zpracovávají vždy ve stejném programu. Tento program je označen jako PicusQ73EXPT (zkráceně Picus).

4.1. Výběr zkoumaných jedinců

Výběr jedinců pro tuto práci proběhl na jaře roku 2018. Byly vybrány 4 dřeviny z celkem 5 taxonů. Jedná se o lípu srdčitou (*Tilia cordata*), lípu velkolistou (*Tilia platyphyllos*), javor mléč (*Acer platanoides*) a ořešák královský (*Juglans regia*). Důvodem výběru těchto dřevin je jejich hojný výskyt v dané lokalitě.

Základním parametrem byla snaha vybrat jedince v celé škále zdravotního stavu tak, aby bylo zastoupeno co nejvíce kategorií. V tomto výběru byly využity výstupy diplomové práce Bc. Davida Nováka z FŽP ČZU v Praze na téma „Dendrologický průzkum zeleně v intravilánu Prahy 6–Suchdol“ z roku 2018.

4.2. Období a počet opakování měření

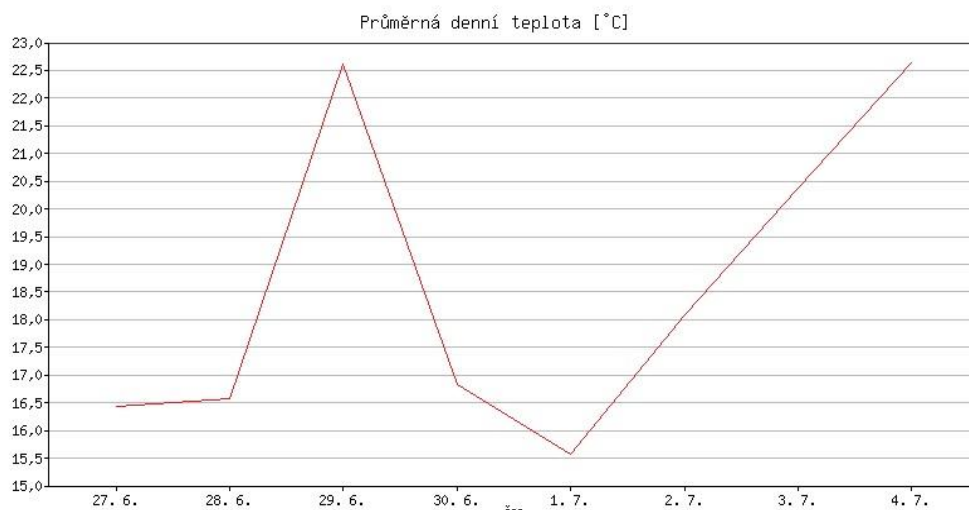
Měření probíhalo celkem ve 3 termínech, a to časně léto, pozdní léto a podzim po opadu listů. Během prvního termínu probíhalo měření dle následujících posloupností. Nejprve byla zvolena výška řezu, následně byla vytvořena geometrie kmene a dále následovalo měření nejprve sonickým a poté i elektrickým tomografem. V druhém a třetím termínu byla využita již vytvořená geometrie.

Pro zpřesnění podmínek při měření byla využita data z meteorologické stanice FAPPZ ČZU v Praze. Tato meteorologická stanice se nachází v západní části areálu ČZU, poblíž budovy SIC. Nadmořská výška činí přibližně 280 m, souřadnice GPS: N 50°08', E14°22'. Průměrná roční teplota vzduchu se pohybuje kolem 9 °C, průměrný roční úhrn srážek kolem 500 mm, příslušné časové pásmo SEČ (GMT + 1hod). (Meteorologická stanice ČZU v Praze, 2019)

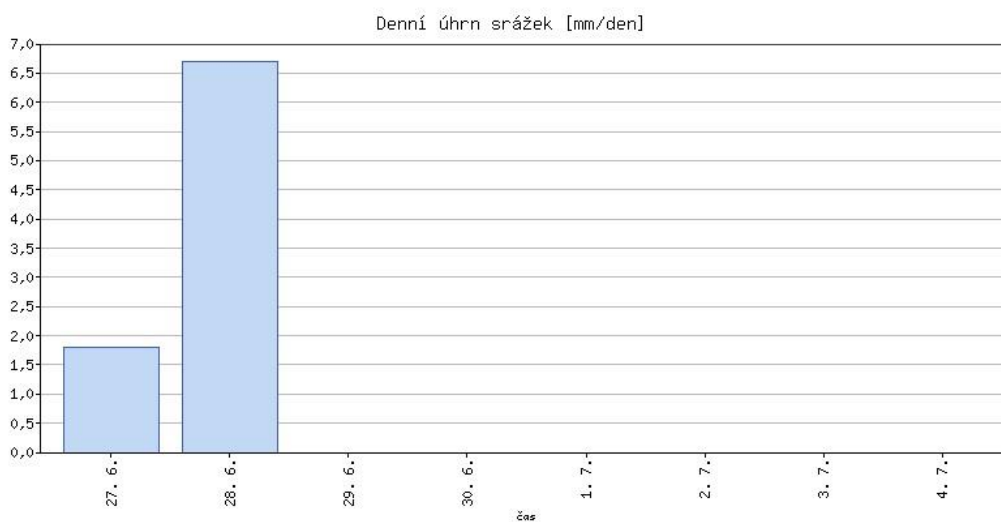
4.2.1. Časně léto

Měření probíhalo v termínu 27.6. až 4.7.2018. V době mezi 29.6. a 2.7. probíhala provozní pauza. Dne 28.6.2018 byla práce kvůli silnému dešti po změření několika řezů přerušena (viz graf č. 2). Takto silný déšť by mohl mít vliv na měření. U jedinců se silnou redukcí koruny či dokonce tvorbou sekundární koruny ve tvaru „U“ by mohl mít značný vliv na výsledky měření. U elektrického tomografu by mohlo mít vliv také stékání vody po kmeni při dešti a částečně i po jeho ustání.

Průměrná teplota se v těchto dnech pohybovala od 15,6 °C do 22,6 °C s maximálními denními teplotami až kolem 30 °C.



Graf č. 1: Průměrné denní teploty v období 1. série měření. Zdroj: Meteorologická stanice ČZU v Praze, 2019.

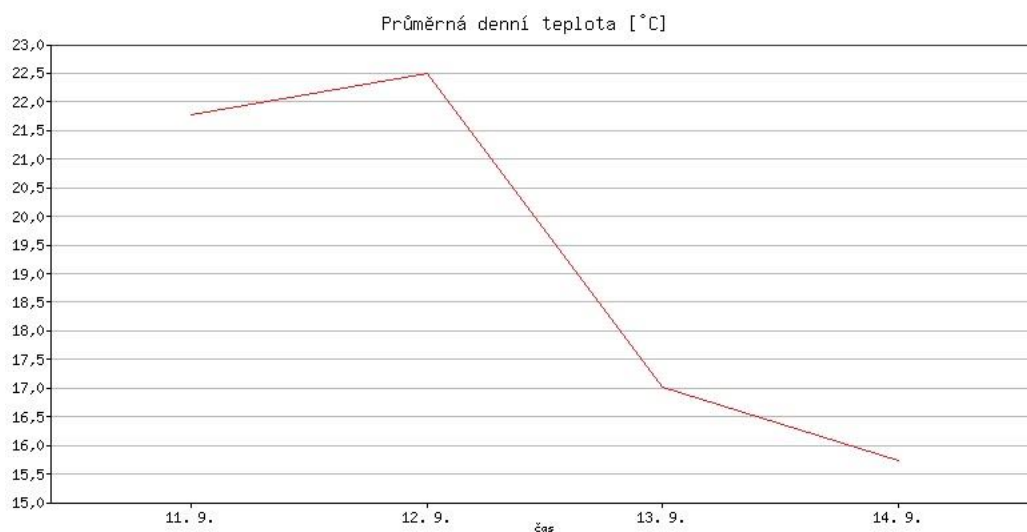


Graf č.2: Denní úhrn srážek v období 1. série měření. Zdroj: Meteorologická stanice ČZU v Praze, 2019

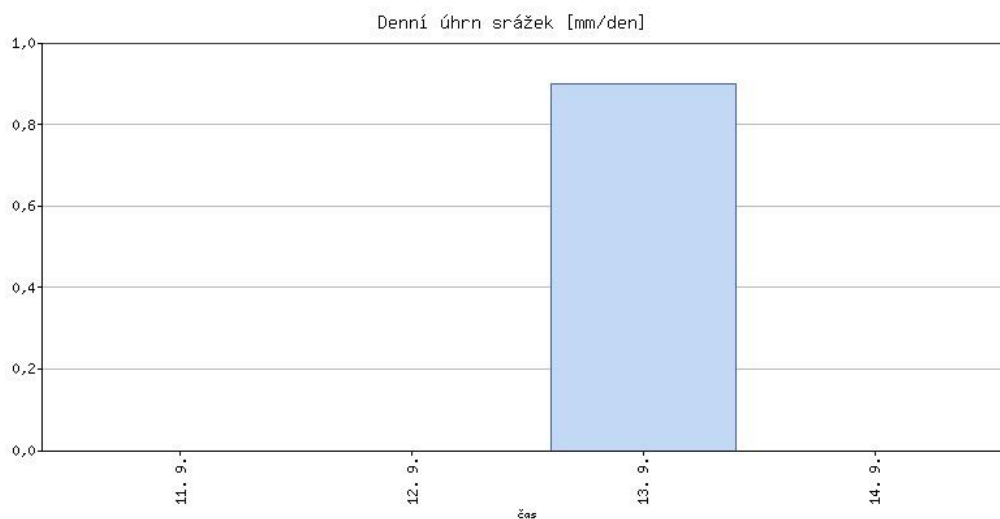
4.2.2. Pozdní léto

Toto měření probíhalo ve dnech 11.9. až 14.9.2018. Z hlediska srážek byla v oblasti měření jen jedna krátká přeháňka se srážkovým úhrnem kolem 0,9 mm. Takto malé množství vody nemá vliv na měření z hlediska toku vody po kmeni ani na změnu vnitřních vlastností kmene.

Průměrná teplota se v těchto dnech pohybovala od 15,7 °C do 22,5 °C s klesající tendencí.



Graf č.3: Průměrné denní teploty v období 2. série měření. Zdroj: Meteorologická stanice ČZU v Praze, 2019

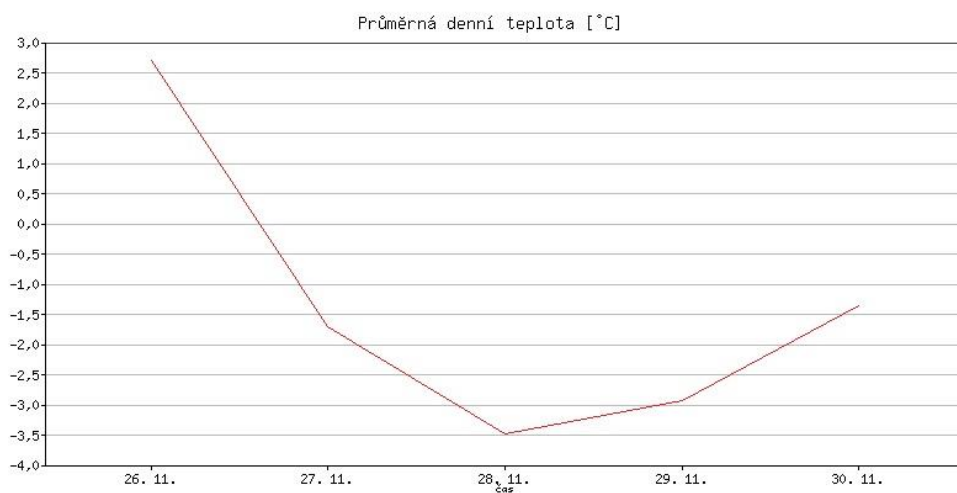


Graf č.4: Denní úhrn srážek v období 2. série měření. Zdroj: Meteorologická stanice ČZU v Praze, 2019

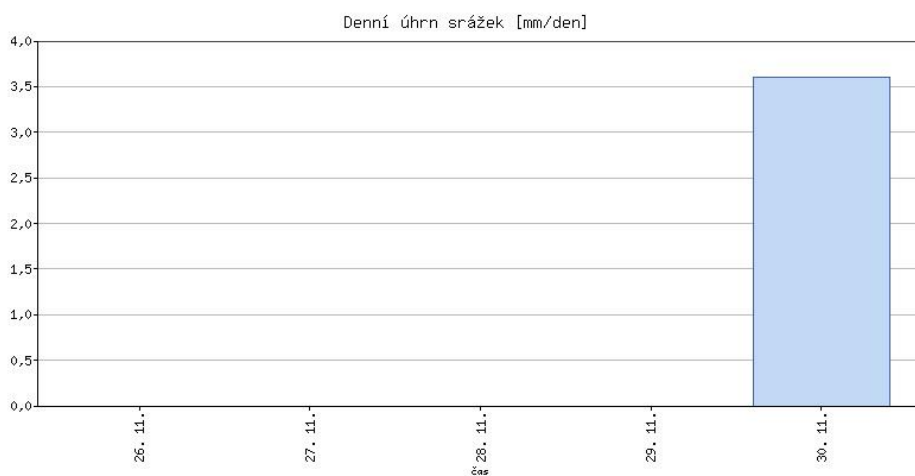
4.2.3. Podzim po opadu listí

Tento termín byl zvolen až po úplném opadu listí všech zkoumaných jedinců. Konal se mezi dny 26.11. až 30.11.2018. Toto období už bylo značně chladnější než předchozí 2, což je výhodné pro zkoumání a hodnocení rozdílů v jednotlivých obdobích. Průměrná teplota se pohybovala od +2,7 °C do -3,5 °C.

Jediné významné srážky v této době byly 30.11.2018, a to až ve večerních hodinách. Touto dobou už byla 3. série měření již dokončena, tudíž neměl déšť žádný vliv.



Graf č.5: Průměrné denní teploty v Období 3. série měření. Zdroj: Meteorologická stanice ČZU v Praze, 2019



Graf č.6: Denní úhrn srážek v období 3. série měření. Zdroj: Meteorologická stanice ČZU v Praze, 2019

4.3. Volba výšky řezu

Volba výšky řezu je velmi důležitá fáze měření. Je důležité ji zvolit správně a je třeba k tomu mít značné zkušenosti s biologickými procesy patogenů vyskytujících se na dřevině daného druhu.

V praxi sledujeme známky vnitřních defektů, jako je například růst plodnic dřevokazných hub, výskyt trhlin na kmeni či kosterních větvích a výskyt dutin. Dalšími neméně důležitými znaky může být například poškozená borka kmene či větví. Na základě těchto údajů zvolíme podle pravděpodobného výskytu patogenu výšku prováděného řezu (Göcke, 2011).

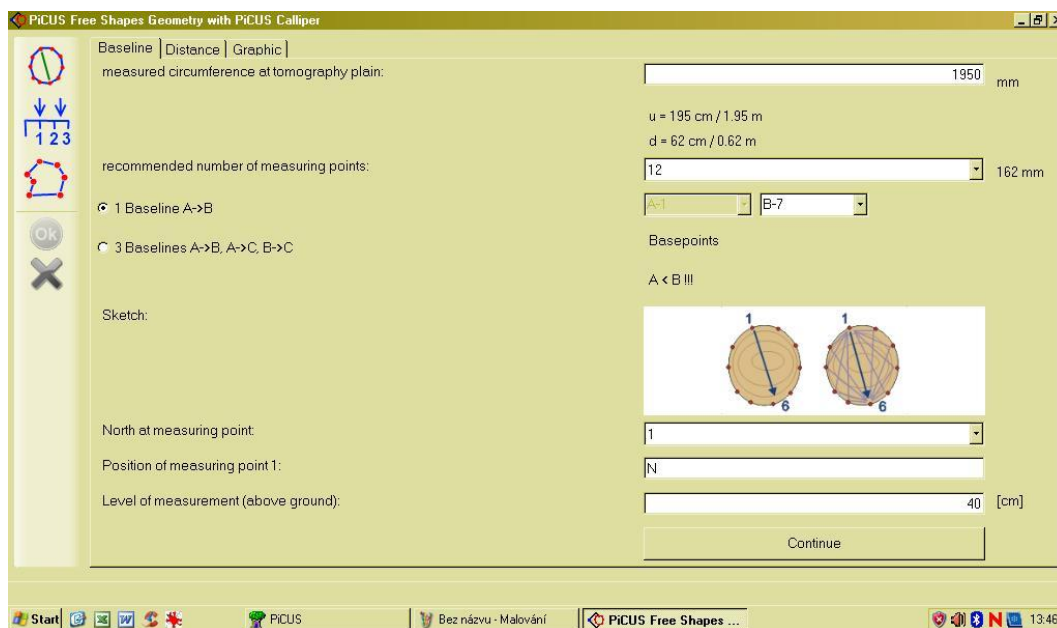
Spodní řez vedeme zpravidla co nejnižší u paty kmene, pokud nám to podmínky dovolí. Velké množství dřevokazných hub napadá kmen stromu odspoda a míří směrem ke koruně. Některé houby se však „specializují“ na oblast kořenů a spodní část kmene. Jedná se například o kořenovník vrstevnatý (*Heterobasidion annosum*) či václavku (*Armillaria spp.*) apod.

4.4. Vytvoření geometrie kmene

Geometrie kmene byla měřena pomocí elektronické průměrky Picus caliper, která je součástí sestavy přístrojů stromového tomografu.

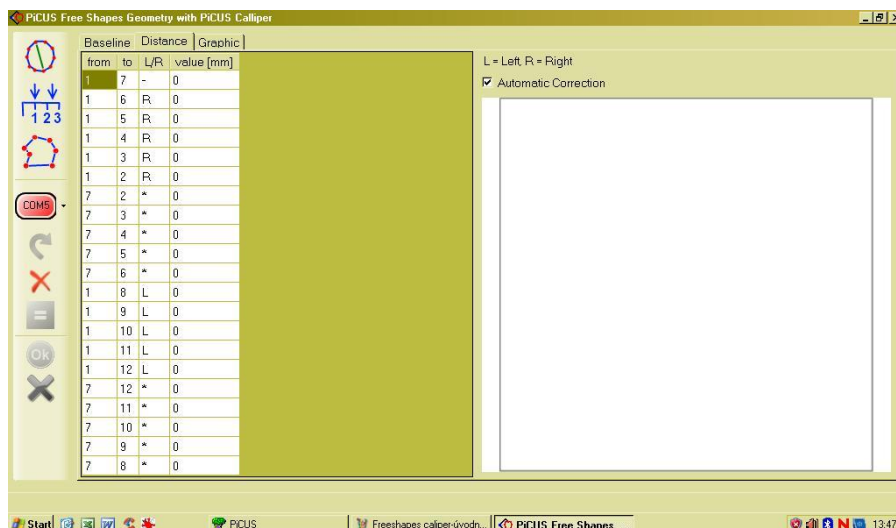
Jako první si označíme místo řezu stahovací páskou, na kterou budeme později i zavěšovat přístroje. Nad touto páskou budeme umísťovat hřebíky pro sondy. Hřebík pro první bod umístíme směrem na sever. Pomocí pásma, které je součástí sady, změříme obvod kmene a ten si zadáme do softwaru. Zároveň si kmen rozdělíme tak, aby byly všechny hřebíky pokud možno stejně daleko. Dbáme však taky na to, abychom co nejvíce vystihli skutečný tvar kmene. Následně zavěsíme na hřebíky čísla bodů jdoucí od 1 do 12 proti směru hodinových ručiček. Nakonec změříme výšku řezu nad zemí.

V programu Picus zvolíme v záložce File -> New -> Sonic Tomogram (SoT). Dále už jen zvolíme umístění stromu (pro naše měření urban tree). Dále pokračujeme lištou Measurement -> Free shapes caliper. Zde vyplníme hodnoty obvodu kmene (v mm), výšku řezu (v cm) a počet bodů přenastavíme na 12 (viz obr. 3).



Obr.č.3: Vkládání parametrů kmene a počtu bodů měření. Zdroj: autor práce, 2019

Nyní se nám zobrazí tabulka měření geometrie (viz obr. č. 4) a přichází na řadu elektronická průměrka. Tu zapneme zmáčknutím 3 × levého tlačítka na průměrce (funkce bluetooth). Následně průměrku najdeme v zařízeních bluetooth na našem počítači a spojíme je. Jako poslední krok je propojení programu a průměrky pomocí tlačítka COM v programu. Nyní už se nám na průměrce objeví přesný postup měření. Po dokončení měření necháme spočítat a následně potvrdíme tlačítkem ok. Výslednou geometrii kmene uložíme ve File -> Save geometry data as do připraveného adresáře s příponou .geo .



Obr. č. 4: Tabulka záznamu měření geometrie kmene. Zdroj: autor práce, 2019

Vytvoření vlastní geometrie je velmi důležitý krok. Program Picus sice nabízí několik již vytvořených geometrií, ale pouze v omezeném množství (kruh, elipsa, ...). Tyto tvary však velmi často nereflektují různé deformace kmene, což může mít značný vliv na výsledky měření.

Po vytvoření geometrie obvykle následuje nejprve měření sonickým tomografem. Jelikož není sonický tomograf součástí této práce, postup měření zde není uveden.

4.5. Měření EIT

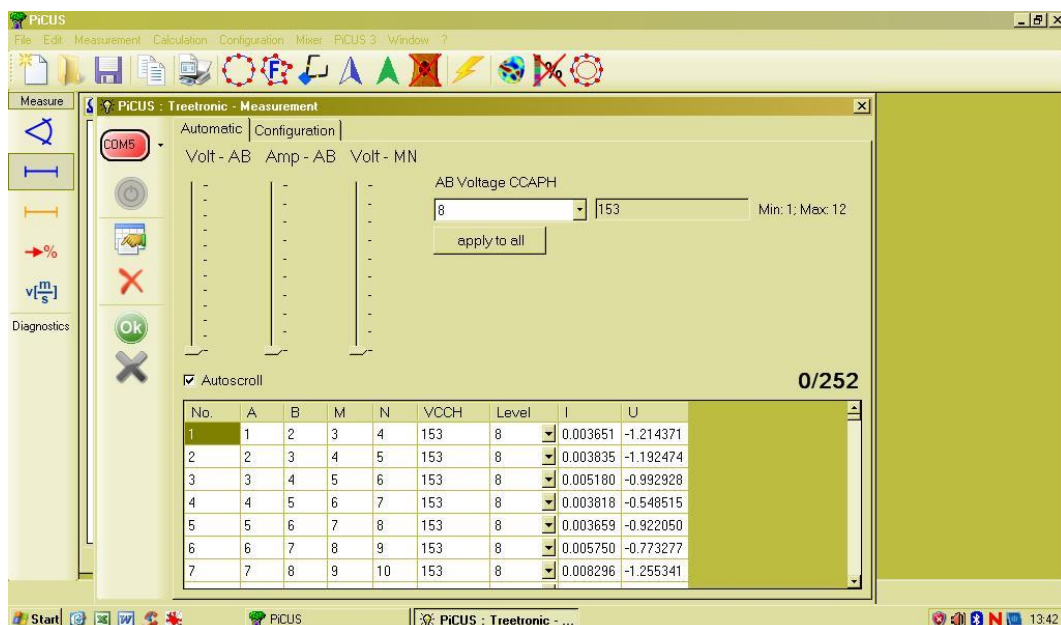
K měření odporovým stromovým tomografem byl využit již zmíněný přístroj Picus Treetric ze sady přístrojů vyrobených firmou Argus electronic gmbh, Rostock (Německo).

Jako první zdvojnásobíme počet bodů řezu, tzn. že doprostřed každé mezery vložíme další hřebík. Pro tomogramy v této práci bylo tedy použito všech 24 konektorů, což je maximální počet tohoto zařízení. Výjimku tvořili pouze 2 jedinci. Jedná se o javory č. 1 a 2, které měly malou tloušťku kmene, proto u nich bylo použito pouze 12 konektorů. Následně zavěsíme přístroj na již připevněnou pásku ke stromu přibližně k bodu 1, abychom měli jednodušší manipulaci s kabely přístroje.

Poté připojíme všechny kabely na dané hřebíky (1–24 proti směru hodinových ručiček). Jako poslední připojíme jednotku s kabely umístěnou na kmeni stromu k řídicí jednotce se zdrojem napájení pomocí speciálního kabelu. Tato řídicí jednotka je umístěna v přenosném kufru přístroje.

Nyní přejdeme opět k programu Picus. V záložce File -> New otevřeme okno a zvolíme Electric Resistance Tomogram (ERT), a také zaškrtneme položku „from file“. Tímto se nám otevře okno k nahrání již dříve vytvořené geometrie kmene. Poté vybereme záložku Measurement -> Tree geometry a v ní 2 × MP, čímž se nám zdvojnásobí počet měřících bodů. Po tomto kroku klikneme znovu na záložku Measurement -> Electric impedance measurement. Určíme adresář pro umístění souboru a uložíme.

V této chvíli se nám objeví tabulka, kde nastavíme hodnoty elektrického napětí (viz obr. č. 5). Pro naše měření byla použita hodnota 8. Tuto hodnotu potvrdíme pro všechny měřící cykly tlačítkem Apply to all.



Obr. č. 5: Tabulka měření ERT včetně nastavení napětí. Zdroj: autor práce, 2019

Po tomto kroku zapneme přístroj a zároveň ho propojíme s počítačem přes bluetooth (v našem případě kanálu COM5).

V případě úspěšného spojení tlačítko COM5 zezelená. Poté můžeme zahájit měření stiskem příslušného tlačítka. Samotné měření pak již probíhá automaticky.

Po úspěšném dokončení potvrdíme měření tlačítkem OK. Následně stisknutím tlačítka Calculate (obrázek palety barev) spustíme vyhodnocení měření a po jeho dokončení uložíme v liště File obrázek i soubor samotný. Tímto je měření hotové a následuje interpretace výsledků.

Pro správnou interpretaci výsledků je žádoucí měřit oběma přístroji (SoT i EIT) a výsledky porovnávat (Göcke, 2010).

5. Výsledky měření

Tato kapitola se věnuje vyhodnocení výsledků a případné diskuzní srovnání s kontrolním řezem ze sonického tomografu. V prvním měření byla měřena i geometrie stromu a v dalších měření byla využita již vytvořená geometrie a doba měření se úměrně zkrátila.

Údaje o zkoumaných jedincích						
Strom	obvod v 1,3m(cm)	výška stromu (m)	obvod kmene v místě řezu (cm)		Výška měření od paty stromu (cm)	
			řez 1 (dole)	řez 2	řez 1	řez 2
LP 1	153	11	186	204	70	180
LP 5	205	14	193	227	75	165
LP 7	223	11	210	327	65	180
LP 31	240	12	224	302	50	150
LP 39	242	15	256	250	50	175
LP 41	173	11	172	222	60	190
JV 1494	142	7	195	200	40	190
JV 1541	156	6	156	175	50	170
JV 1545	123	7	126	120	40	190
JV 1550	132	6	132	136	40	170
JV 129	161	13	172	155	50	190
JV 130	145	13	157	145	50	170
JS 260	224	11	250	251	40	195
JS 256	193	11	186	210	60	130
JS 252	180	11	182	210	50	190
JS 262	225	12	220	250	50	180
JS 263	155	11	162	180	50	180
OR 1423	215	12	220	250	55	170
OR 1422	235	13	220	280	50	180
OR 1184	166	6	166	190	50	160
OR 1191	255	13	252	300	50	160

Tabulka č.1: Údaje o zkoumaných jedincích. Zdroj: označení jedinců, data z 2. a 3. sloupce byly převzaty z diplomové práce Bc. Davida Nováka.

LP 1

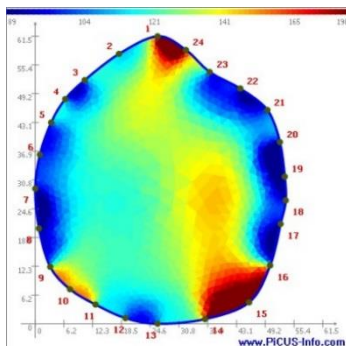


Obr. č. 6: Lípa inv. č. 1 v ulici K Horoměřicům.

Autor: autor práce, 2019

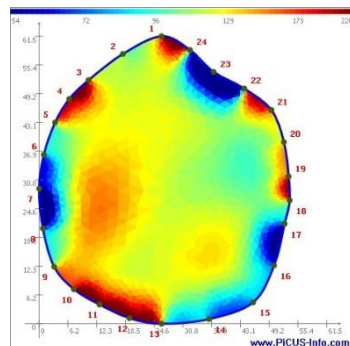
Jedná se o lípu velkolistou nacházející se na rohu křižovatky ulice Vysokoškolská a ulice K Horoměřicům. U tohoto jedince byl v historii prováděn tzv. řez na hlavu. V dnešní době nebyl tento řez dlouho proveden, proto je zde již došlo k růstu sekundární koruny. Z hlediska zdravotního stavu se zdá být v pořádku.

LP 1 dolní řez



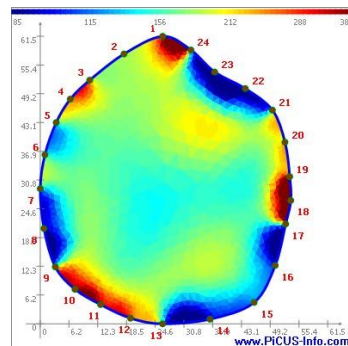
Obr. č. 7: Tomogram LP1.

Datum měření 27.6.2018



Obr. č. 8: Tomogram LP1.

Datum měření 11.9.2018

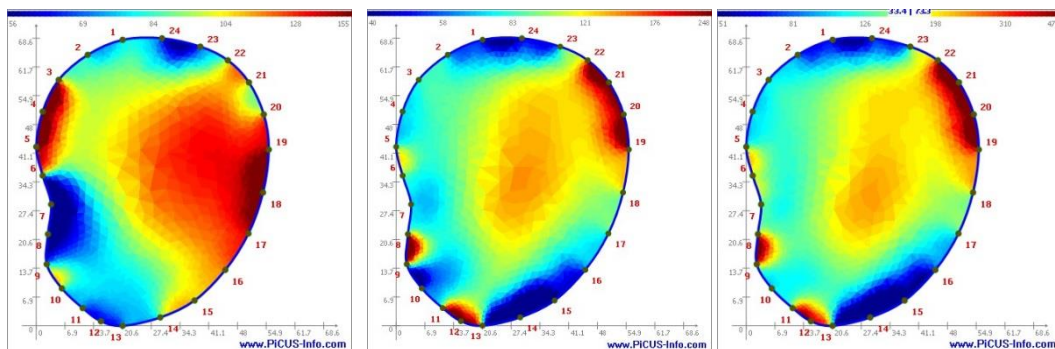


Obr. č. 9: Tomogram LP1.

Datum měření 26.11.2018

Výsledky řezu lípy inv. č.1 v dolní části vykazují v jednotlivých obdobích drobné odlišnosti. Je zde patrná změna barevné relativní škály elektrického odporu. Pravděpodobně se jedná o svalcové dřevo kmene, které s průběhem roku mění svoji vlhkost.

LP 1 horní řez



Obr. č. 10: Tomogram LP1.

Datum měření 27.6.2018

Obr. č. 11: Tomogram LP1.

Datum měření 11.9.2018

Obr. č. 12: Tomogram LP1.

Datum měření 26.11.2018

Tomogramy horního řezu lípy inv. č. 1 z druhého a třetího termínu měření jsou prakticky totožné. Tomogram z prvního měření zobrazuje oblast s vyšším elektrickým odporem, která je na znázorněna červenou barvou. Vzhledem ke tvaru a velikosti v porovnání k celkové geometrii kmene se s nejvyšší pravděpodobností jedná o svalcové dřevo s hojným výskytem právě u lip. Lípa inv. č. 1 se v tomto řezu jeví jako zdravý jedinec.

LP 5

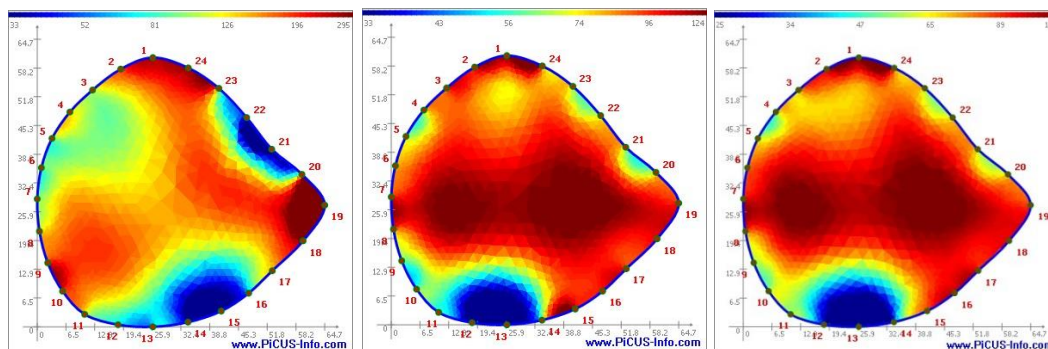


Obr. č. 13: Lípa inv. č. 5 v ulici K Horoměřicům.

Autor: autor práce, 2019.

Další jedinec lípy velkolisté se nachází se v ulici K Horoměřicům. Stejně jako u lípy č.1 byl i tento exemplář udržován řezem na hlavu. Tento řez nebyl delší dobu proveden, tudíž je zde silně rozvinutá sekundární koruna. Řez byl navíc proveden dosti neodborným způsobem. Kromě těchto faktů nevykazuje tento jedinec nějaká vážná poškození.

LP 5 dolní řez



Obr. č. 14: Tomogram LP5.

Datum měření 29.6.2018

Obr. č. 15: Tomogram LP5.

Datum měření 11.9.2018

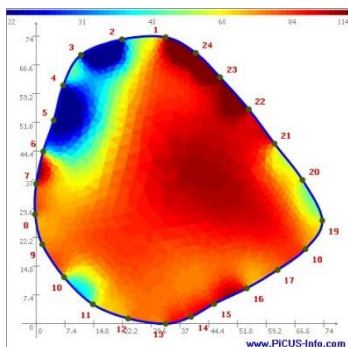
Obr. č. 16: Tomogram LP5.

Datum měření 26.11.2018

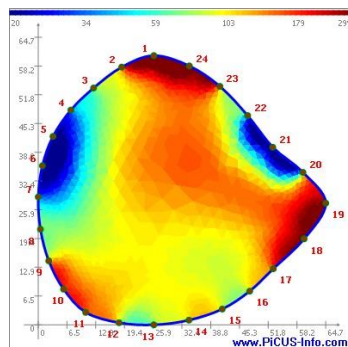
Dolní řez lípy inv. č. 5 vykazuje ve všech snímcích stejný charakter. V období prvního měření můžeme zaznamenat vyšší vodivost kmene. Tu způsobuje zejména vyšší obsah vody uvnitř kmene. V dalších měřeních se obsah vody v kmeni snížil. Ve všech měřeních se v dolní části řezu (mezi body 11–15, resp. 16) vyskytuje oblast s vysokou vodivostí. Tato oblast je viditelná i zvnějšku kmene a odpovídá toku mízy po kmeni. Jedná se o drobné poškození kmene, které sonický tomograf nezaznamená, neboť zde nedochází ke změně charakteru dřeva. V tomto případě se jedná o jistou výhodu oproti sonickému tomografu. V případě velmi deštivého počasí, kdy dochází ke stoku srážkové vody po kmeni, však může docházet k probíjení el. proudu po obvodu kmene a zkreslení výsledku měření (Göcke, 2010).

Vzhledem k charakteru snímků lze předpokládat, že jde o zdravého jedince, což potvrzuje i měření sonickým tomografem. Případně se může jednat o počínající tvrdou hnilobu kmene, která ještě není pro sonický tomograf viditelná.

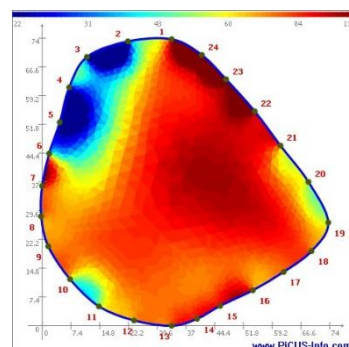
LP 5 horní řez



Obr. č. 17: Tomogram LP5.
Datum měření 29.6.2018



Obr. č. 18: Tomogram LP5.
Datum měření 11.9.2018



Obr. č. 19: Tomogram LP5.
Datum měření 26.11.2018

Výsledky měření horního řezu se vyznačují podobným charakterem struktury jádra kmene. Snímky z 1. a 3. měření lze označit za téměř totožné. Na těchto snímcích je jádro kmene vyznačeno rudým středem s červenými okraji. Okrajové části kmene značí "bulky na kmeni", které jsou znázorněny buď rudou barvou, jenž jsou zaschlé, či tmavě modrou, které jsou porostlé výmladky. V případě 2. měření se pravděpodobně projevil vliv koruny tvaru "U", ve kterém se zadržuje srážková voda a tím dochází ke zvýšení obsahu vody v jádru kmene, což potvrzují i data z meteorologické stanice ČZU z týdne před počátkem 2. série měření.

LP 7



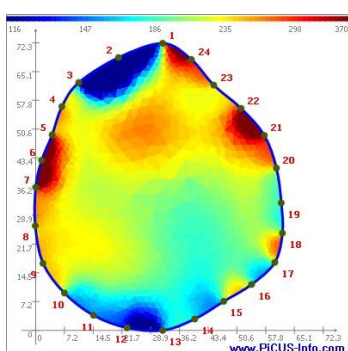
Obr. č. 20: Lípa inv. č. 7 v ulici
K Horoměřicím. Autor: autor práce. 2019

Tento jedinec je posledním zástupcem lípy velkolisté v této práci. Nachází se také v ulici K Horoměřicím. Můžeme na něm pozorovat všechny znaky jako u lípy č. 5 (historicky řez na hlavu, rozsáhlá sekundární koruna). Tento řez nebyl proveden odborně, což dokazuje na horní části kmene vzniklé koryto ve tvaru „U“. Na vršku kmene se poté hromadí voda a různé

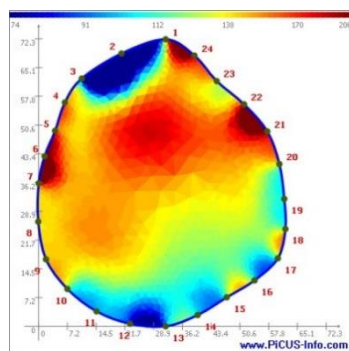
částice (listy, drobné větvičky). Tento fakt můžeme zaznamenat v místech mezi větvemi nacházejícími se dolní části sekundární koruny. Dochází zde k toku vody po kmeni, což můžeme sledovat i v sušších obdobích z důvodu výskytu mechu v těchto místech.

Z hlediska zdravotního stavu nevykazuje jedinec žádné vnější známky poškození, pouze má v horní části více zbytnělý kmen z důvodu růstu sekundární koruny.

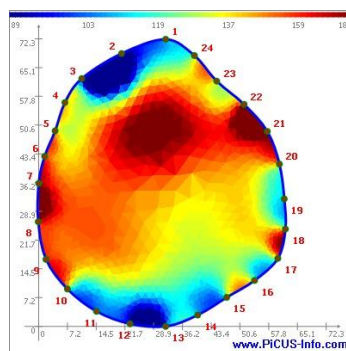
LP 7 dolní řez



Obr. č. 21: Tomogram LP7.
Datum měření 29.6.2018



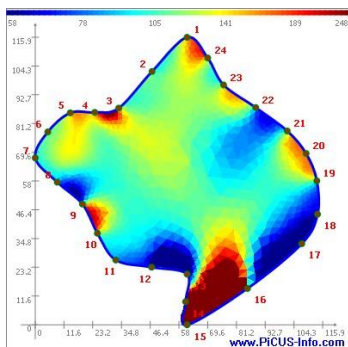
Obr. č. 22: Tomogram LP7.
Datum měření 12.9.2018



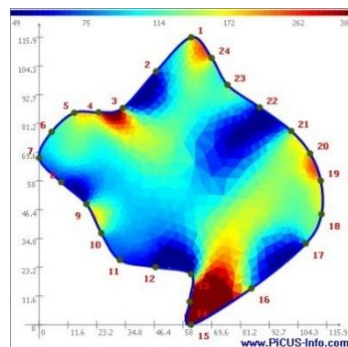
Obr. č. 23: Tomogram LP7.
Datum měření 26.11.2018

Výsledky měření dolního řezu lípy inv. č. 7 vykazují opět velmi podobný charakter. Na těchto snímcích můžeme sledovat postupné vysychání jádra kmene v průběhu roku. Tmavě modré oblasti po krajích kmene značí soustředování nasycenosti vláken k místům, která jsou porostlá výmladky. Kruh nacházející se v horní části snímků, postupně se zbarvující, značí už dříve zmíněný střed jádra kmene, které během sledovaného období zřejmě postupně vysychalo. Se vší pravděpodobností v tomto řezu nevykazuje zkoumaný jedinec žádný defekt.

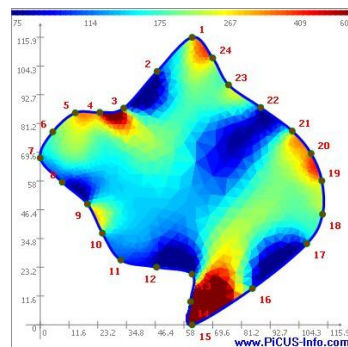
LP 7 horní řez



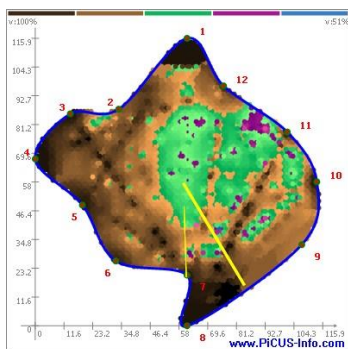
Obr. č. 24: Tomogram LP7.
Datum měření 2.7.2018



Obr. č. 25: Tomogram LP7.
Datum měření 12.9.2018



Obr. č. 26: Tomogram LP7.
Datum měření 26.11.



Obr. č. 27: Sonický tomogram LP7.
Datum měření 2.7.2018.
Zdroj: Martin Škoda

Výsledky měření horního řezu se vyznačují značnou nepravidelností geometrie kmene. Je zde možno spatřit velký rozdíl ve vlhkosti kmene oproti dolnímu řezu. Naopak v průběhu roku nevykazují výsledky takových rozdílů. Tento jev by mohl být způsoben výskytem měkké hniloby uvnitř kmene.

Toto tvrzení je podpořeno také srovnávacím snímkem ze sonického tomografu z 2.7.2018. V oblasti pravého horního rohu můžeme sledovat zvýšení elektrické vodivosti kmene, značící rozšiřující se měkkou hnilobu. Rudá skvrna může být způsobena chybou měření geometrie v daném místě.

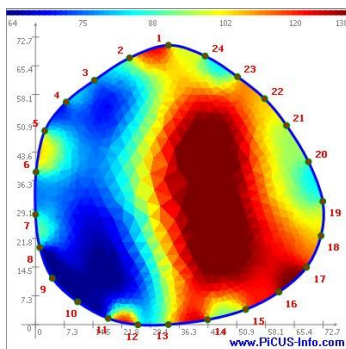
LP 31



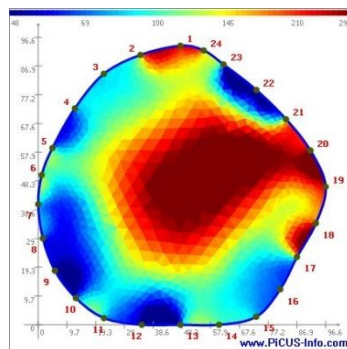
Obr. č. 28: Lípa inv. č. 31 v ulici K Horoměřicům. Autor: autor práce,

Další jedinec z ulice K Horoměřicům. Tentokrát se jedná o lípu srdčitou, taktéž s řezem na hlavu, provedeným v minulosti. Oproti ostatním jedincům jsou však už na první pohled zřejmé menší dutiny, a také jedna trhlina na kmeni v místech horního řezu. Také při poklepu na kmen je již slyšet mírné dunění. Celkový stav je již zhoršený.

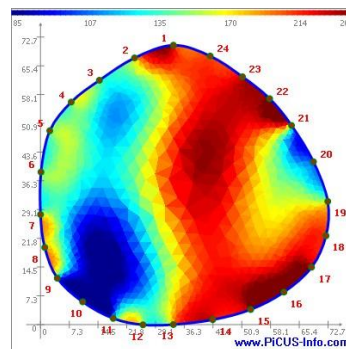
LP 31 dolní řez



Obr. č. 29: Tomogram LP31.
Datum měření 2.7.2018



Obr. č. 30: Tomogram LP31.
Datum měření 12.9.2018

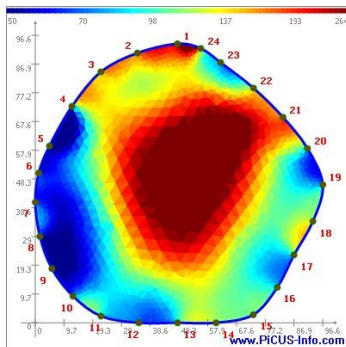


Obr. č. 31: Tomogram LP31.
Datum měření 28.11.2018

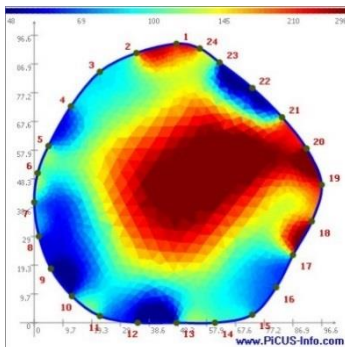
Výsledky dolního řezu lípy inv. č. 31 vykazují značné odlišnosti. Vodivost kmene má v průběhu roku snižující se tendenci. Oblast s vysokým elektrickým odporem (červená) má ve všech měřeních obdobný průběh. Jedná se zejména o její horní část. Ta by mohla značit dutinu menšího rozsahu a okolní mrtvé dřevo. Tento stav je dobře viditelný i na sonickém snímku. Naopak levá část snímku pravděpodobně ukazuje na možnou akumulaci vody do rozvíjející se měkké hniloby.

Tato hniloba postupně s vegetačním obdobím ztrácí svoji vlhkost, a proto se v posledním měření ukazuje v menším rozsahu.

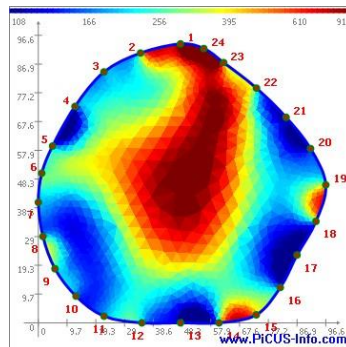
LP 31 horní řez



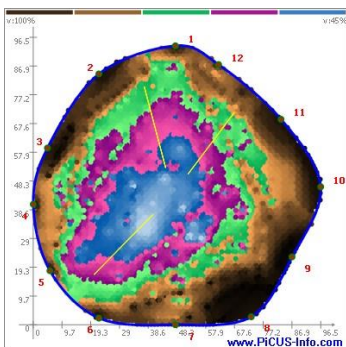
Obr. č. 32: Tomogram LP31.
Datum měření 2.7.2018



Obr. č. 33: Tomogram LP31.
Datum měření 12.9.2018



Obr. č. 34: Tomogram LP31.
Datum měření 28.11.2018



Obr. č. 35: Sonický tomogram LP31. Datum měření 2.7.2018.
Zdroj: Martin Škoda

Výstupy z horního řezu značí rozsáhlou oblast mrtvého dřeva uvnitř stromu či dokonce dutinu (červená oblast) a okolní oblast suchého dřeva (žlutá oblast). Je možné, že suché dřevo přechází až do světle modré oblasti. V průběhu roku zde nedochází k zásadním změnám, pouze jde o drobné zmenšení červené oblasti. Tento jev nám značí, že dutina nemusí být

takového rozsahu, ale v jejím okolí se bude vyskytovat rozsáhlejší měkká hniloba s rozšiřujícím se charakterem. Výstup ze sonického tomografu tento fakt potvrzuje. Tento strom je pravděpodobně na hranici své životnosti.

LP 39

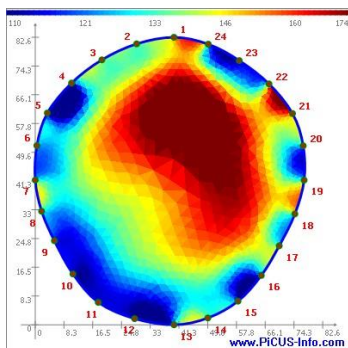


Obr. č. 36: Lípa inv. Č. 39 v ulici K Horoměřicům.

Autor: autor práce, 2019

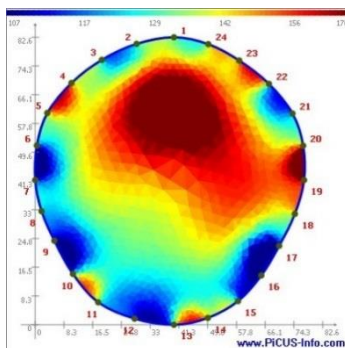
Jedná se o dalšího jedince lípy srdčité. Zároveň se jedná o jediného jedince lípy, který neprodělal žádné zásadní řezy deformující jeho primární korunu. Na stromu jsou pouze známky zdravotního řezu v minulosti. Z hlediska zdravotního stavu vypadá bez poškození, pouze má 1 velké tlakové větvení rostoucí už z výšky cca 3 metrů nad zemí.

LP 39 dolní řez



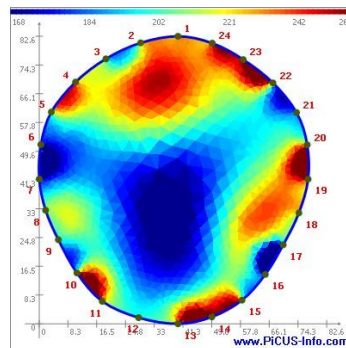
Obr. č. 37: Tomogram LP39.

Datum měření 2.7.2018



Obr. č. 38: Tomogram LP39.

Datum měření 12.9.2018



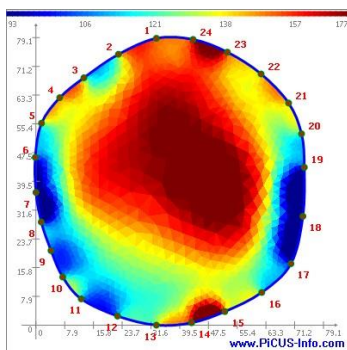
Obr. č. 39: Tomogram LP39.

Datum měření 28.11.2018

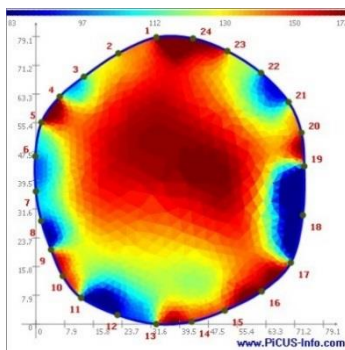
Výsledky měření dolního řezu lípy inv. č. 39 vykazují v průběhu roku jisté odlišnosti. Snímky z prvního a druhého měření jsou velmi podobné, avšak ve třetím měření byl výsledek značně odlišný. Ve vegetační době vykazovaly výsledky měření sušší oblast jádra kmene (značeno červenou a žlutou) a naopak vlhčí oblast běle. Tvar jádra celkem odpovídá tvaru kmene, proto není důvod k žádným pochybnostem. Na výsledku třetího měření se pravděpodobně projevuje vliv mrazu na průběh měření. Můžeme zde vidět oblast vlhčího

jádra kmene oproti jeho běli. Tento jev mohl být zapříčiněn nasáknutím jádra kmene vodou a jeho následným zmrznutím, anebo naopak zmrznutím běle kmene. Výsledkem tohoto jevu je probíjení v okrajových částech kmene, což způsobuje zkreslení obrazu jádra kmene.

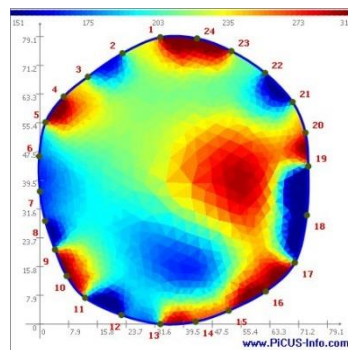
LP 39 horní řez



Obr. č. 40: Tomogram LP39.
Datum měření 2.7.2018



Obr. č. 41: Tomogram LP39.
Datum měření 12.9.2018



Obr. č. 42: Tomogram LP39.
Datum měření 28.11.2018

Výstupy horního řezu značí podobné výsledky jako u dolního řezu. Je zde patrné suché jádro a vlhčí běl. Ve 3. měření jde pravděpodobně o vyšší obsah vody ve kmeni či o jeho zmrznutí. Náznaky protáhlého tvaru jádra mezi body 4–5 a body 16–17 by mohly naznačovat postupné odumírání dřeva v rovině pod trhlinou tlakového větvení.

LP 41

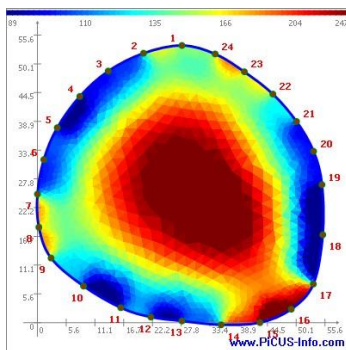


Obr. č. 43: Lípa inv. Č. 41 v ulici K Horoměřicům.

Autor: autor práce, 2019.

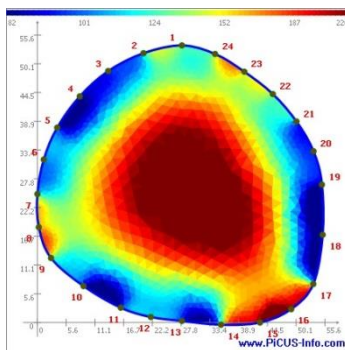
Poslední zástupce druhu, a zároveň poslední sledovaný jedinec v ulici K Horoměřicům je lípa srdčitá inv. č. 41. Jde o dalšího jedince s historicky prováděným řezem na hlavu. V dnešní době má v oblasti horního řezu dutinu neznámých rozměrů s viditelným malým otvorem.

LP 41 dolní řez



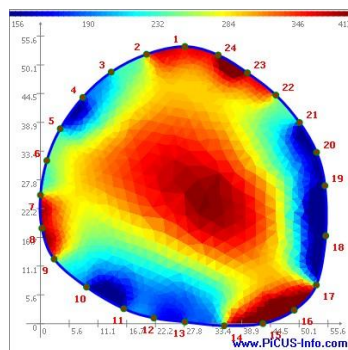
Obr. č. 44: Tomogram LP41.

Datum měření 2.7.2018



Obr. č. 45: Tomogram LP41.

Datum měření 12.9.2018

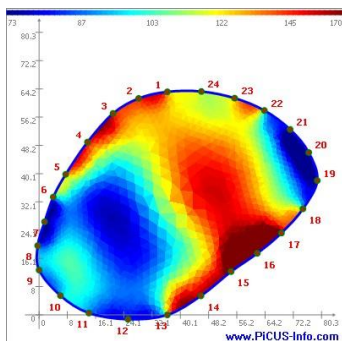


Obr. č. 46: Tomogram LP41.

Datum měření 28.11.2018

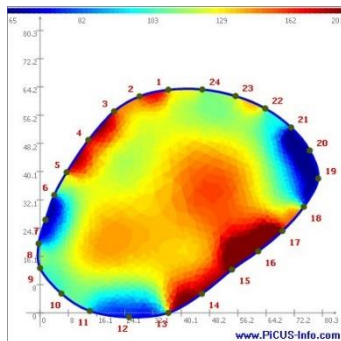
Výsledky měření lípy inv. č. 41 v dolní oblasti jsou navzájem velmi podobné, a zároveň neznají značné výkyvy ani defekty. Jedná se zde o ukázkový příklad suchého jádra a vlhké, široké běli. V zimním období měl kmen pravděpodobně vyšší vlhkost či byl výsledek mírně ovlivněn mrazovými podmínkami.

LP 41 horní řez



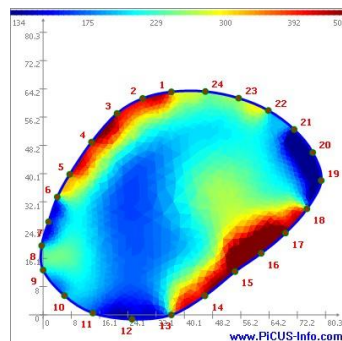
Obr. č. 47: Tomogram LP41.

Datum měření 2.7.2018



Obr. č. 48: Tomogram LP41.

Datum měření 12.9.2018



Obr. č. 49: Tomogram LP41.

Datum měření 12.9.2018

Výstupy z horního řezu vykazují značné rozdíly. Na 1. snímku můžeme vidět pruh suchého dřeva jdoucí v rovině od bodu 2 do bodu 16. Tento směr je možné na reálném kmenu nalézt pomocí drobné trhliny na kmenu. V oblasti levého dolního rohu (značeno modře) dochází pravděpodobně k rozvoji hub měkkého charakteru.

Na druhém snímku je patrný úbytek vlhkosti ve vnitřní části kmene, obzvláště v oblasti výskytu hub. Tento jev znamená pravděpodobně snížení aktivity růstu hub na konci letního období.

Na třetím snímku můžeme spatřit opětovný nárůst vlhkosti kmene, a tím zvýšení jeho vodivosti. Tento jev je podle všeho umocněn mrazovými podmínkami v daném období.

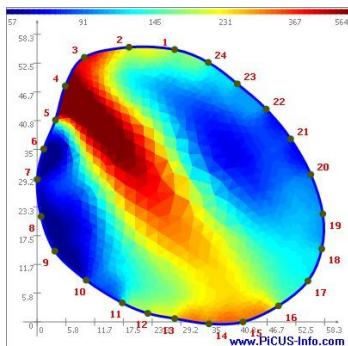
JS 252



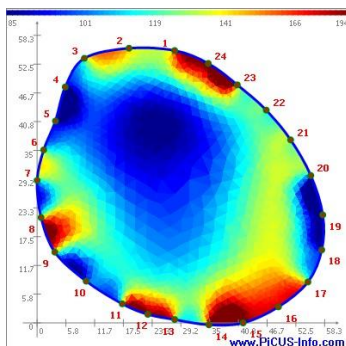
Obr. č. 50: Jasan Inv.č. 252 na Výhledském náměstí. Autor: autor práce, 2019.

Jedinec jasanu ztepilého nacházející se na Výhledském náměstí u okraje dětského hřiště. Byl v minulosti pěstován řezem na hlavu, který nebyl proveden odborně a šetrně. V současné době jeví známky prosychání vnitřních větví. Jedna z příčin tohoto stavu by mohla být voda zdržující se ve středu kmene, a tím možný vznik hniloby.

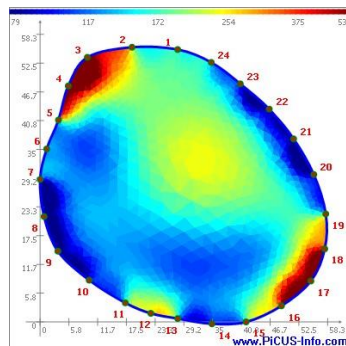
JS 252 dolní řez



Obr. č. 51: Tomogram JS252.
Datum měření 2.7.2018



Obr. č. 52: Tomogram JS252.
Datum měření 13.9.2018



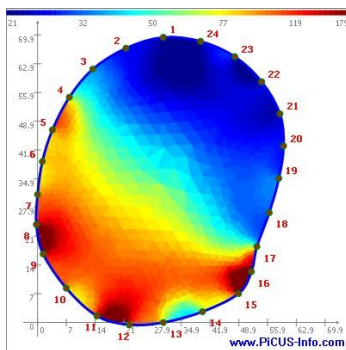
Obr. č. 53: Tomogram JS 252.
Datum měření 28.11.2018

Výsledky měření jasanu inv. č. 252 značí výrazné odlišnosti. První měření se při porovnání s ostatními výstupy jeví jako chyba měření. Jedná se o případ, kdy od bodu 4 vyběhá pruh přes celý strom jdoucí od červené až po žlutou. Tento jev nejčastěji způsobí špatně zatlučený hřebík, respektive hřebík, který je zatlučený pouze do borky stromu.

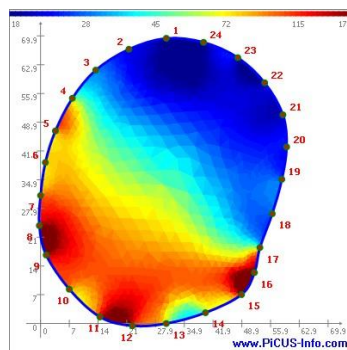
Druhé měření značí výskyt jádra kmene s vysokou elektrickou vodivostí a sušší běl s nižší el. vodivostí. Tento jev je podle všeho

umocněn zadržováním vody ve středu kmene, a tím silné nasycení středu jádra vodou. Ve 3. měření není tento jev až tak patrný, ale i přesto vykazuje podobné hodnoty. Modrý pruh v dolní části snímku by mohl značit výskyt tvrdé hniloby, případně nepravého jádra kmene.

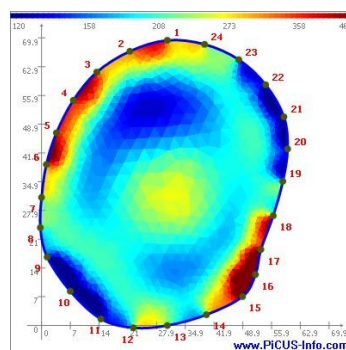
JS 252 horní řez



Obr. č. 54: Tomogram JS252.
Datum měření 2.7.2018



Obr. č. 55: Tomogram JS252.
Datum měření 13.9.2018



Obr. č. 56: Tomogram JS252.
Datum měření 28.11.2018

Výstupy z horního řezu jsou velmi podobné v období prvního a druhého měření. Tyto snímky značí v horní části vysoce vodivou hnilobu, a to nejspíše měkkého charakteru. Této domněnce nahrává i sekundární koruna tvaru “U” s odumírajícími vnitřními větvemi. Na 3. snímku nevykazuje oblast s vysokou vodivostí takového rozsahu jako na snímcích č. 54 a 55. Tento jev může být zapříčiněn mrazem, který způsobil částečnou homogenizaci jádra kmene.

JS 256

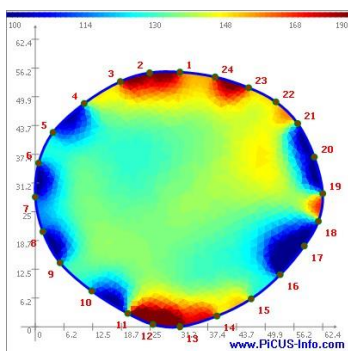


Obr. č. 57: Jasan inv. Č. 256 na Výhledském náměstí. Autor: autor práce, 2019.

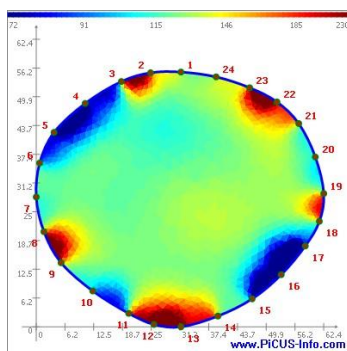
Tento jasan ztepilý se nachází na Výhledském náměstí, konkrétně za prodejnou potravin. V minulosti na něm nebyly prováděny žádné zásadní řezy či jiné zásahy. V oblasti horního řezu je vidět plocha mrtvého dřeva oválného tvaru, která pravděpodobně vznikla odstraněním větve. Tato větev vzhledem k výšce nasazení na kmeni mohla vadit okolní dopravě apod. Mrtvé dřevo při poklepu vykazuje známky výskytu drobné dutiny za ním.

Kromě tohoto drobného defektu nevykazuje jedinec žádné známky poškození či zhoršený zdravotní stav.

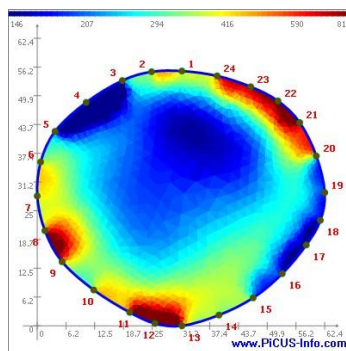
JS 256 dolní řez



Obr. č. 58: Tomogram JS256.
Datum měření 2.7. 2018



Obr. č. 59: Tomogram JS256.
Datum měření 13.9.2018

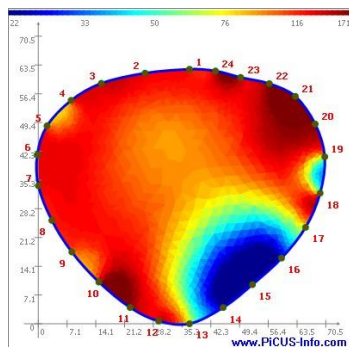


Obr. č. 60: Tomogram JS256.
Datum měření 28.11.2018

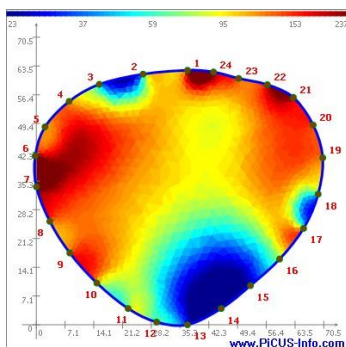
Výsledky měření dolního řezu jasanu inv. č. 256 nevykazují žádné zásadní defekty či odlišnosti. Snímky z prvního a druhého termínu měření spolu značně korelují a jsou takřka homogenní. U 3. měření se

pravděpodobně vlivem vyšší vlhkosti a mrazu vykreslilo nepravé jádro stromu.

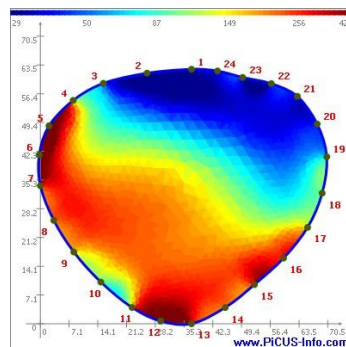
JS 256 horní řez



Obr. č. 61: Tomogram JS256.
Datum měření 2.7. 2018



Obr. č. 62: Tomogram JS256.
Datum měření 13.9.2018



Obr. č. 63: Tomogram JS256.
Datum měření 28.11.2018



Obr. č. 64: Otevřená rána
na kmeni nad bodem 23.
Zdroj: autor práce, 2019.

Výstupy z horního řezu tohoto jasanu vykazují odlišnosti v průběhu roku a mají rostoucí tendenci elektrické vodivosti kmene. U prvního snímku je vodivost nejnižší a v celém kmeni takřka stejná. Výjimkou je bulka na kmeni v oblasti mezi body 14–16. Tato bulka obrůstá výmladky, které v dané oblasti zvyšují obsah vody, a tím i její vodivost. Na dalším snímku je tento stav velmi podobný, je zde však už vyšší vodivost i ve zbytku kmene. Ve 3. řezu se tato

situace změnila. Modře vyznačená bulka na kmeni se v posledním řezu nevykreslila, neboť dané místo ztratilo svoji vysokou vodivost po opadu listů. Modrá oblast v horní části snímku pravděpodobně vznikla vtokem srážkové vody do nitra dutiny (viz obr. č. 64), kde se nasákla do mrtvého dřeva kolem dutiny a následným zmrznutím se tedy vykreslila možná tvrdá hniloba kmene. Jedná se však jen o hypotézu, která nemusí reflektovat skutečný stav.

JS 260

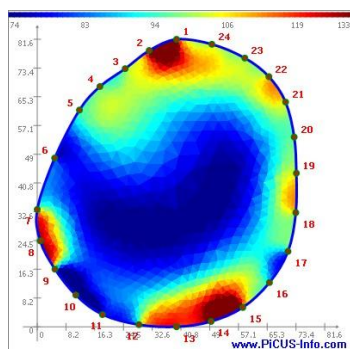


Obr. č. 65: Jasan inv. Č. 260 na Výhledském náměstí. Autor: autor práce, 2019.

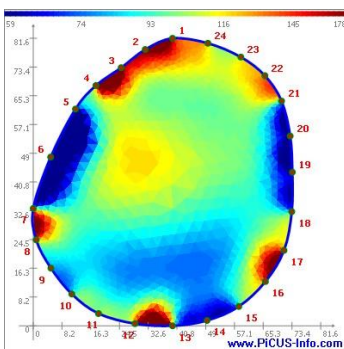
Tento jasan ztepilý se taktéž nachází na Výhledském náměstí za prodejnou potravin. Z hlediska rozměrů nebylo do jeho vzrůstu nijak zasahováno. Jeho kmen je však nezvykle zkroucený zhruba metr do strany, a pak roste zase rovně vzhůru. Zřejmě strom v minulosti přišel o vrchol, jehož funkci posléze převzala boční větev. Výsledkem je bajonetovitý tvar kmene. V místě vyklonění je

možno spatřit náznaky možného zásahu. Pokud zde byla nějaká rána, je zarostlá až na drobný otvor velikosti propisovací tužky. Nicméně z tohoto otvoru vylézají mravenci, což by mohlo značit výskyt mrtvého či napadeného dřeva, a tím pádem budoucí možný vznik rozsáhlejší dutiny uvnitř kmene. Kromě tohoto poznatku nevykazuje jedinec znaky poškození.

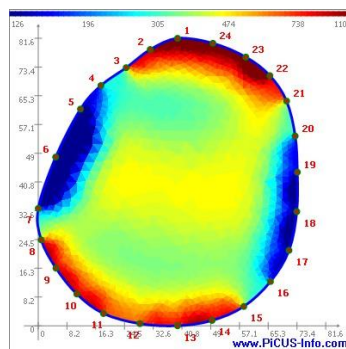
JS 260 dolní řez



Obr. č. 66: Tomogram JS260.
Datum měření 3.7.2018



Obr. č. 67: Tomogram JS260.
Datum měření 13.9.2018

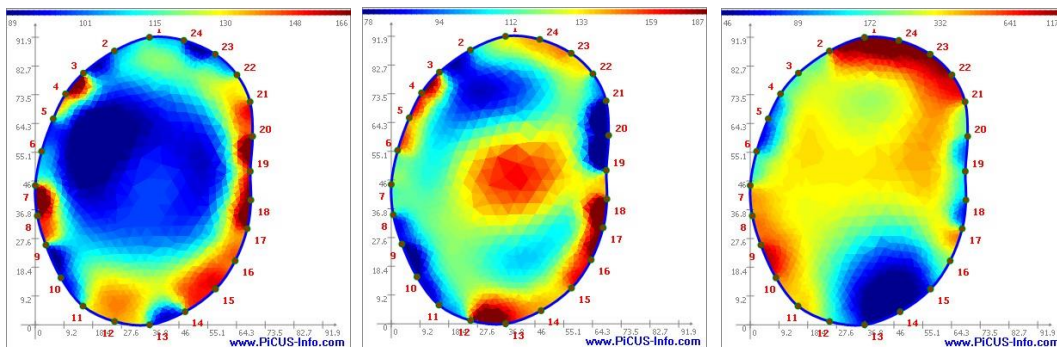


Obr. č. 68: Tomogram JS260.
Datum měření 28.11.2018

Výsledky měření dolního řezu jasanu inv. č. 260 neznají zhoršený stav daného jedince. V průběhu roku však lze sledovat postupné

vysychání jádra stromu. V prvním řezu je patrné nepravé jádro zkoumaného jedince, které s průběhem roku přestává být vidět. Bělová část kmene si v průběhu roku zachovává přibližně stejnou el. vodivost.

JS 260 horní řez



Obr. č. 69: Tomogram JS260.

Datum měření 3.7.2018

Obr. č. 70: Tomogram JS260.

Datum měření 13.9.2018

Obr. č. 71: Tomogram JS260.

Datum měření 28.11.2018

Výstupy měření horního řezu značí obdobný průběh jako u dolního řezu, tzn. postupné vysychání jádra kmene. Na prvním snímku můžeme vidět ve středové části modře zbarvené nepravé jádro kmene kruhovitěho tvaru. V dolní části se nachází oranžová skvrna, značící malou dutinku do kmene, kterou je možné vidět i na reálném stromu.

Na druhém snímku vidíme značnou změnu vodivosti kmene. Nepravé jádro zde již není viditelné. Oblast mezi body 12 a 13 reflektuje velikost drobné dutiny na kmeni. V této dutině bylo možné spatřit v letních měsících mravence. Je možné, že se tyto mravenci živí tvrdou suchou hnilobou, která se pravděpodobně vyskytuje ve středu kmene (oranžová barva). Modrá barva v horní části by mohla znamenat mokrou hnilobu tvrdého typu.

V třetím měření již má jádro nejnižší vodivost, naopak v oblasti dutiny se nachází oblast s vysokou vodivostí. Ta by mohla znamenat defekt tvrdého typu, který se pravděpodobně ukázal díky mrazovým teplotám.

JS 262



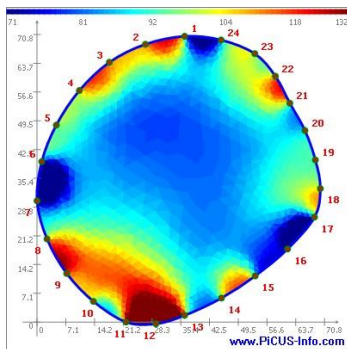
Obr. č. 72: Jasan inv. č. 262 na Výhledském náměstí. Autor: autor práce, 2019.

Jedná se o jasan ztepilý nacházející se na okraji Výhledského náměstí, vedle jednosměrné silnice vedoucí z ulice Kamýcká, která je vzdálena jen několik metrů. Zároveň je v blízkosti jednoho ze vstupů do místní prodejny potravin.

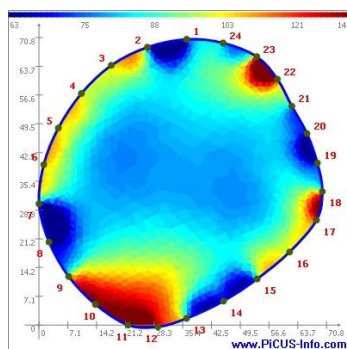
Tento jasan nevykazuje známky silnějších zásahů. Koruna nebyla nijak usměrňována, proto dosahuje velkého vzrůstu. V oblasti horního řezu se nachází otevřená rána s menší dutinou

mezi body 7 a 8 (resp. 13–15). V této dutině je možno v letních měsících pozorovat výskyt mravenců.

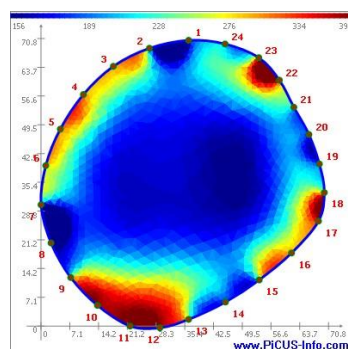
JS 262 dolní řez



Obr. č. 73: Tomogram JS262.
Datum měření 3.7.2018



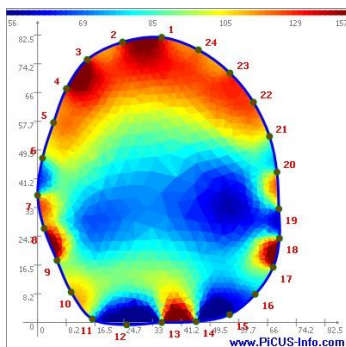
Obr. č. 74: Tomogram JS262.
Datum měření 13.9.2018



Obr. č. 75: Tomogram JS262.
Datum měření 29.11.2018

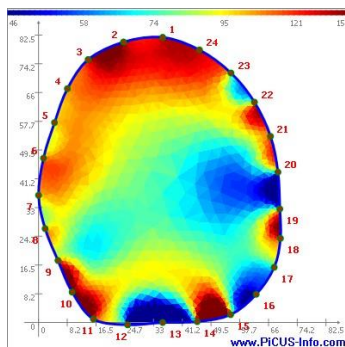
Výsledky měření dolního řezu jasanu inv. č. 262 nevykazují žádné zásadní rozdíly. V průběhu roku se mírně zvyšuje vodivost kmene, zejména pak jeho jádra. V levé dolní části (značené červeně) se vyskytují zaschlé bulky na kmeni. V období 3. měření se více vykreslilo jádro kmene a vykazuje vyšší vodivost. Tento jev byl pravděpodobně opět zapříčiněn zmrznutím kmene.

JS 262 horní řez



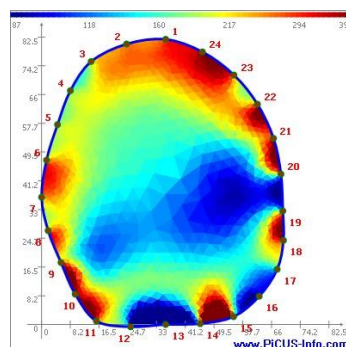
Obr. č. 76: Tomogram JS262.

Datum měření 3.7.2018



Obr. č. 77: Tomogram JS262.

Datum měření 13.9.2018



Obr. č. 78: Tomogram JS262.

Datum měření 29.11.2018

Výstupy měření horního řezu jsou navzájem velmi podobné. Všechny snímky ukazují kolem bodu 14 oblast suchého dřeva. Tato oblast je viditelná i zvnějšku stromu a jedná se o dutinu, ze které v letních měsících vylézají mravenci. Modrá oblast ve středu kmene vykazuje drobné proměnlivosti. Se vši pravděpodobností se jedná o měkkou hnilobu neurčeného rozsahu s rozšiřující se tendencí. Tento fakt potvrzuje i měření sonickým tomografem.

JS 263

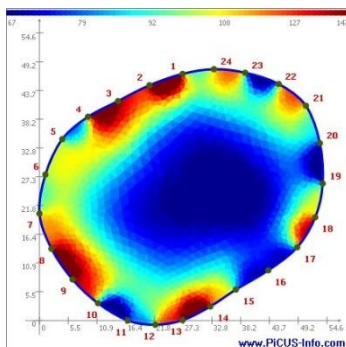


Obr. č. 79: Jasan inv. č. 263 na Výhledském náměstí. Autor: autor práce. 2019.

Tento exemplář je posledním jedincem jasanu ztepilého na této lokalitě, a také v této práci. Nachází se u druhého vstupu do prodejny potravin a je na krajnici jednosměrné ulice vedoucí na ulici Kamýcká.

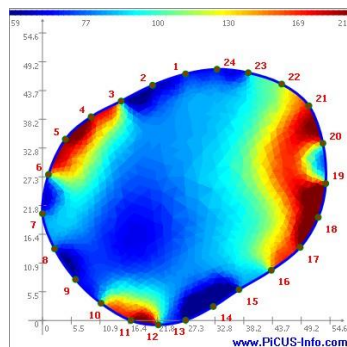
Z hlediska zdravotního stavu nevykazuje tento jedinec žádné defekty. Je přirozeného věku bez známek silnějších zásahů.

JS 263 dolní řez



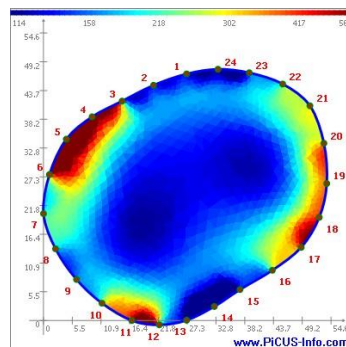
Obr. č. 80: Tomogram JS263.

Datum měření 3.7.2018



Obr. č. 81: Tomogram JS 263.

Datum měření 13.9.2018

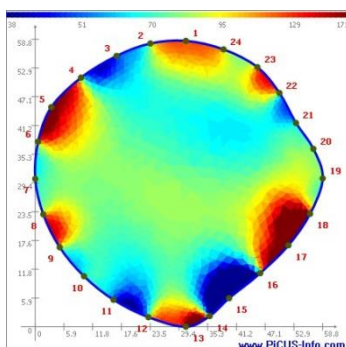


Obr. č. 82: Tomogram JS263.

Datum měření 28.11.2018

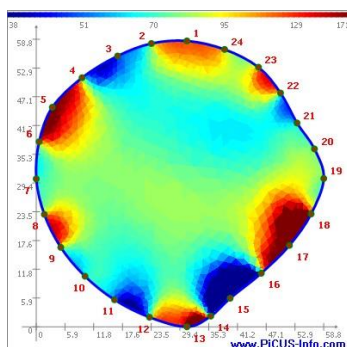
Výsledky měření dolního řezu jasanu inv. č. 263 nevykazují v průběhu roku žádné zásadní změny. Na snímku prvního měření je možné vidět jádro kmene s vysokou vodivostí (modrá). Okolo jsou vidět drobné bulky na kmeni, některé obrostlé výmladky (zejména modrá barva po okrajích řezu v pravé části). V období druhého měření již byly tyto výmladky odřezány, proto vidíme v této části značný úbytek el. vodivosti kmene. Tento jev je pravděpodobně dán vysycháním ran po odřezaných výmladcích. Ve 3. měření se modrá oblast celkově rozšířila, patrně vlivem vyššího obsahu vody a také mrazu.

JS 263 horní řez



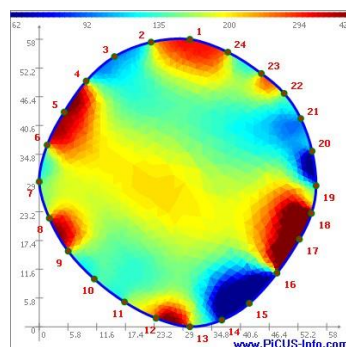
Obr. č. 83: Tomogram JS263.

Datum měření 3.7.2018



Obr. č. 84: Tomogram JS263.

Datum měření 13.9.2018



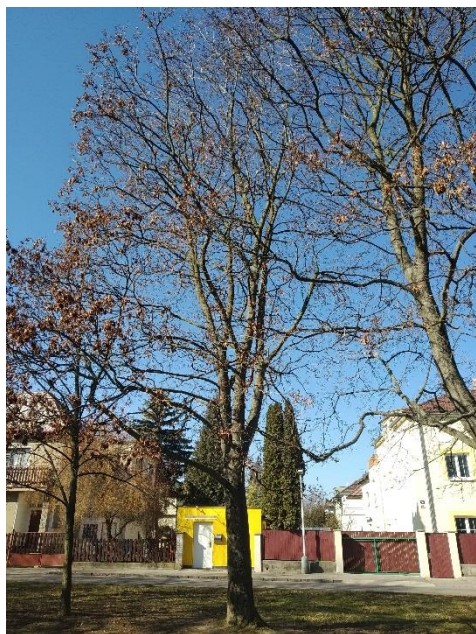
Obr. č. 85: Tomogram JS263.

Datum měření 29.11.2018

Výstupy měření horního řezu jasanu vykazují mírné vysychání jádra v průběhu roku. Po okrajích můžeme sledovat bulky na kmeni. Červenou barvou jsou zastoupeny ty zaschlé a modrou barvou ty

obrostlé výmladky. Tento jev je způsoben akumulací vody v místech zelených výmladkových větví na kmeni.

JV 129

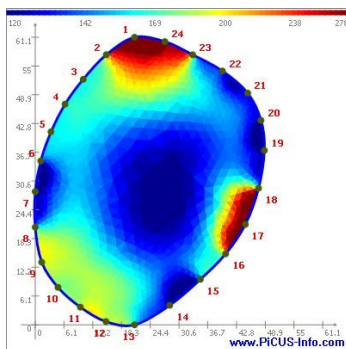


Jedná se o javor mléč nacházející se v malém parčíku mezi ulicí Olšová a hlavní příjezdovou cestou do ČZU v Praze. Tento jedinec má vykloněnou korunu a nesouměrný excentrický kmen. Kromě těchto defektů však vykazuje velmi dobrý stav.

Obr. č. 86: Javor inv. č. 129 v ulici Olšová.

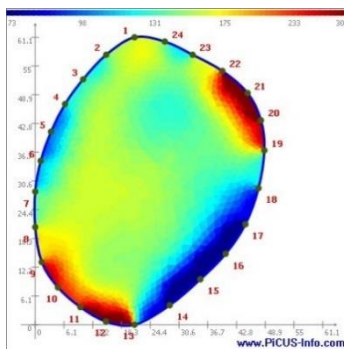
Autor: autor práce, 2019.

JV 129 dolní řez



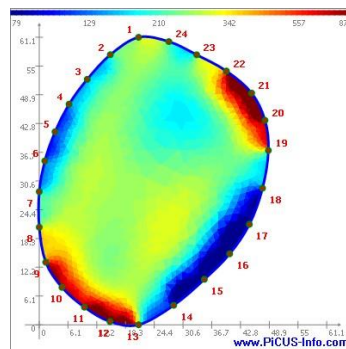
Obr. č. 87: Tomogram JV129.

Datum měření 28.6.2018



Obr. č. 88: Tomogram JV129.

Datum měření 12.9.2018



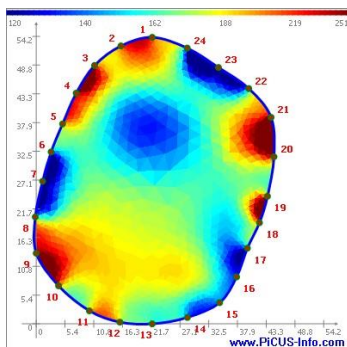
Obr. č. 89: Tomogram JV129.

Datum měření 26.11.2018

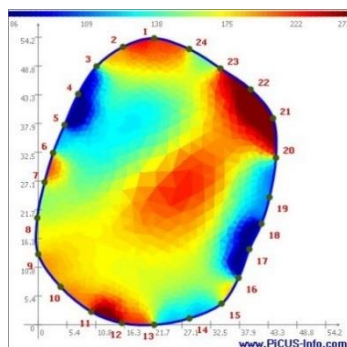
Výsledky měření dolního řezu javoru inv. č. 129 ukazují odlišnosti v prvním měření. Na prvním snímku můžeme vidět jádro s vysokou elektrickou vodivostí. Tento jev mohl být umocněn měřením za deštivého počasí v den měření i den před ním (viz kapitola 4.2.1.), což mělo pravděpodobně značný vliv na výsledek měření. Další snímky vykazují

odlišný charakter, avšak jsou si navzájem velmi podobné, proto je těmto snímkům předkládána vyšší váha. Snímky neznačí defekty velkého rozsahu, pouze v horních částech snímků značí ve světle modré oblasti výskyt excentrického jádra či počínající tvrdou hnilobu kmene.

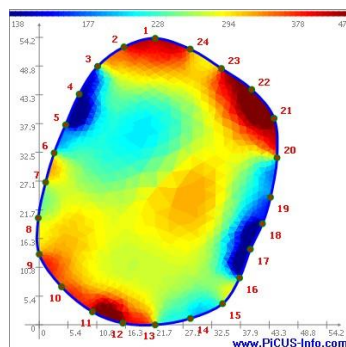
JV 129 horní řez



Obr. č. 90: Tomogram JV130.
Datum měření 28.6.2018



Obr. č. 91: Tomogram JV130.
Datum měření 12.9.2018



Obr. č. 92: Tomogram JV130.
Datum měření 26.11.2018

Výstupy měření horního řezu javoru vykazují drobné odlišnosti. V průběhu roku je pro ně specifické postupné vysychání kmene stromu. V prvním měření můžeme opět vidět vliv deště na výsledek měření, avšak v menším rozsahu než u dolního měření. Modrá oblast v horní části snímku pravděpodobně značí výskyt excentrického jádra či tvrdou hnilobu. Na dalších snímcích se toto tvrzení potvrzuje, avšak v menším rozsahu (značeno světle modrou barvou). Drobná vada kmene této velikosti nijak neohrožuje stabilitu daného jedince.

JV 130

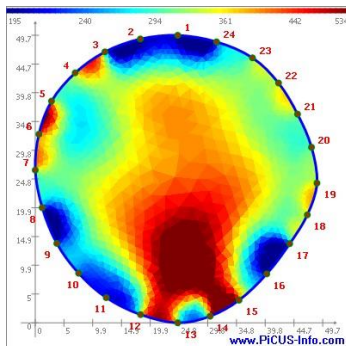


Tento jedinec se nachází vedle javoru 129. Také se jedná o javor mláč. Má rozsáhlé tlakové větvení, které však nevykazuje známky poškození.

Obr. č. 93: Javor inv. č. 130 v ulici Olšová.

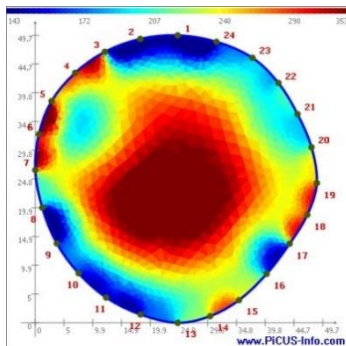
Autor: autor práce, 2019.

JV 130 dolní řez



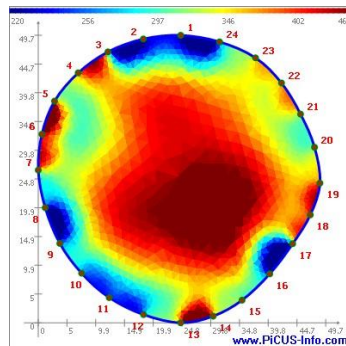
Obr. č. 94: Tomogram JV130.

Datum měření 2.7.2018



Obr. č. 95: Tomogram JV130.

Datum měření 12.9.2018



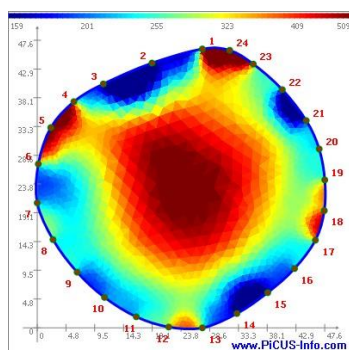
Obr. č. 96: Tomogram JV130.

Datum měření 26.11.2018

Výsledky měření dolního řezu javoru inv. č. 130 nevykazují žádné zásadní odlišnosti. V levé horní části snímků (zejména u prvního měření) lze vysledovat nepravidelnost v rozložení vodivosti (oblast s vyšší vodivostí). Asymetrické rozložení vodivosti v kmeni, kdy hranice oblastí s různou vodivostí neodpovídají tvaru povrchu kmene, zpravidla signalizuje nějaký typ defektu. To by mohlo naznačovat možný výskyt tvrdé hniloby v horní části řezu. Vzhledem k malému rozsahu

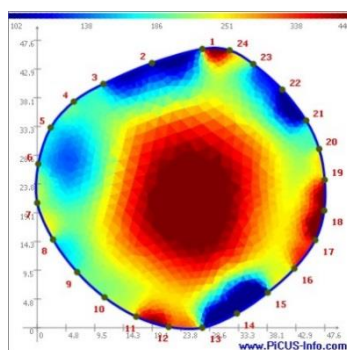
však potenciální defekt neovlivňuje stabilitu stromu. V tomto případě se také může jednat o vliv tlakového větvení. V dalších měřeních se možný defekt ukázal jako méně výrazný a tvar jádra kmene (červená) již lépe reflektuje geometrii kmene zkoumaného jedince. Celkově strom se jeví jako zdravý.

JV 130 horní řez



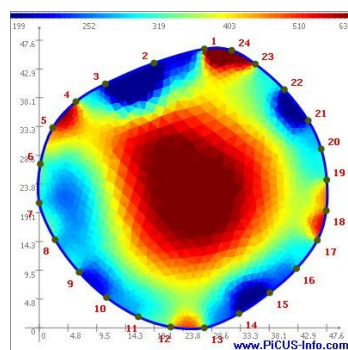
Obr. č. 97: Tomogram JV130.

Datum měření 2.7.2018



Obr. č. 98: Tomogram JV130.

Datum měření 12.9.2018



Obr. č. 99: Tomogram JV130.

Datum měření 26.11.2018

Výstupy měření horního řezu jsou velmi podobné. V průběhu roku se snímky nevyznačují žádnými zásadními změnami a červená barva dokonale vykresluje tvar jádra kmene s nízkou elektrickou vodivostí oproti vysoce vodivé bělové části. Podle výsledků tohoto řezu se jedná o zdravý strom.

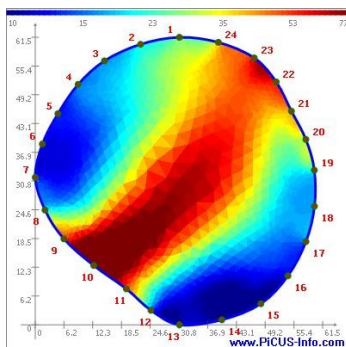
JV 1494



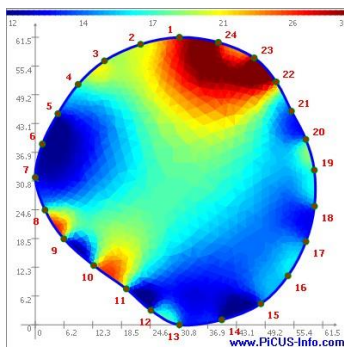
Tento javor mlč se nachází v ulici K Drsnici. Jedná se o seřezávaného jedince ve velmi špatném zdravotním stavu. Na západní straně směrem k chodníku je vidět mrtvé dřevo bez borky a na severní straně několik plodnic hub. Pravděpodobně se jedná o plodnice troudnatce kopytovitého (*Fomes fomentarius*)

Obr. č. 100: Javor č. 1494 v ulici K Drsnici. Autor: autor práce, 2019.

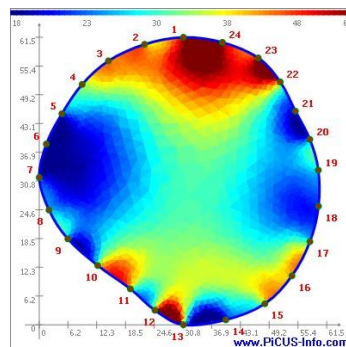
JV 1494 dolní řez



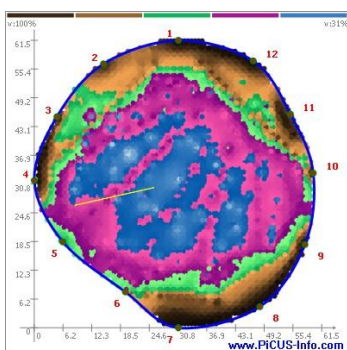
Obr. č. 101: Tomogram JV1494. Datum měření 4.7.2018



Obr. č. 102: Tomogram JV1494. Datum měření 14.9.2018



Obr. č. 103: Tomogram JV1494. Datum měření 30.11.2018



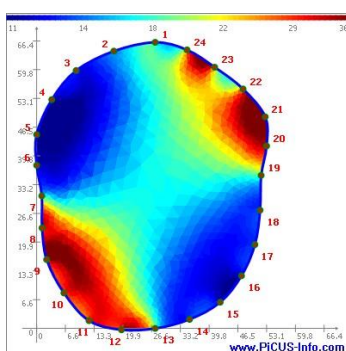
Obr. č. 104: Sonický tomogram JV1494. Datum měření 30.11.2018. Zdroj: Martin Škoda

Výsledky měření dolního řezu javoru inv. č. 1494 by mohly na prvním snímku naznačovat možnou chybu měření. Tomu však tak není, neboť defekt ve stejné rovině značí i ostatní snímky. Při osobní prohlídce stromu však zjistíme, že v oblasti bodů 9–11 chybí borka i lýko kmene a je zde pouze suché dřevo. Tmavě modré oblasti vykazují na všech

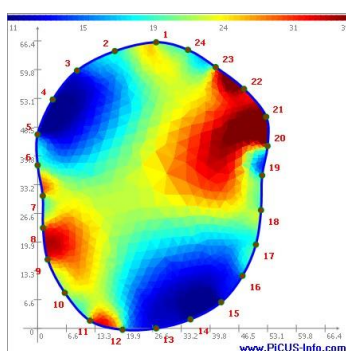
řezech obdobný tvar i rozsah. Pravděpodobně se jedná o rozšiřující se

hniloby měkkého typu. Červená oblast na prvním snímku by mohla značit suché či mrtvé dřevo. Toto dřevo však mohlo být v dalších měřeních místem rozvoje hniloby, což by vysvětlovalo změnu barvy na světle modrou. Toto tvrzení potvrzuje i výstup ze sonického tomografu, které značí rozsáhlé poškození kmene. Dle těchto výstupů lze s nejvyšší pravděpodobností určit, že se jedná o dožívajícího jedince se sníženou provozní bezpečností, a nejasnou budoucností.

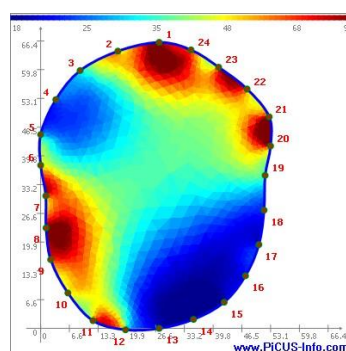
JV 1494 horní řez



Obr. č. 105: Tomogram JV1494.
Datum měření 4.7.2018



Obr. č. 106: Tomogram JV1494.
Datum měření 14.9.2018



Obr. č. 107: Tomogram JV1494.
Datum měření 30.11.2018

Výstupy z měření horního řezu javoru značí nerovnoměrné rozložení vodivosti kmene. Ve všech řezech je možné vidět oblasti s vysokou vodivostí jdoucí mezi body 3–5 a mezi body 13–19. Směrem od těchto bodů se pravděpodobně šíří hniloba měkké povahy v rovině ke středu kmene. Do druhého měření je možné spatřit také náznaky rozšiřování hniloby kolem bodu 1. Právě v místě tohoto bodu byla v termínu druhého měření odstraněna plodnice houby. Z tohoto důvodu se pravděpodobně v dané oblasti ve třetím řezu objevil pokles vodivosti kmene. Při srovnání s výstupem ze sonického tomografu (obr. 104), který v dolní části kmene vidí rozsáhlou hnilobu a kolem bodu 1 hnilobu rozvíjející, můžeme toto tvrzení potvrdit. I podle horního řezu se jedná o jedince v pokročilém stadiu napadení dřevokaznou houbou.

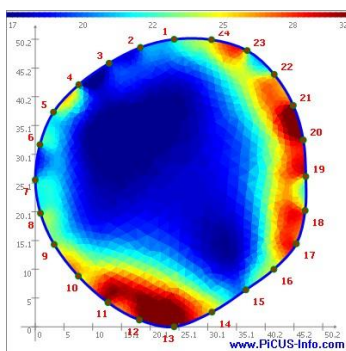
JV 1541



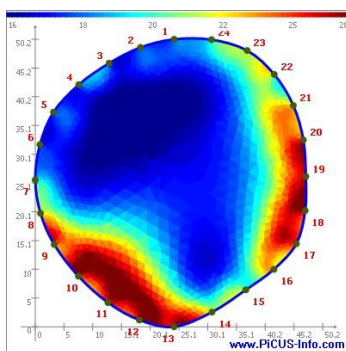
Jedná se o jedince patřícího do taxonu javor mléč. Nachází se v ulici K Drsnici. Strom se z hlediska zdravotního stavu jeví jako jedinec v dobrém stavu, ačkoliv byl v minulosti obhospodařován řezem na hlavu. V oblasti horního řezu má menší dutinu, viz obr. č. 108.

Obr. č. 108: Javor č. 1541 v ulici K Drsnici. Autor: autor práce, 2019.

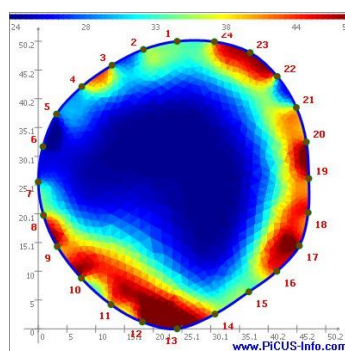
JV 1541 dolní řez



Obr. č. 109: Tomogram JV1541.
Datum měření 4.7.2018



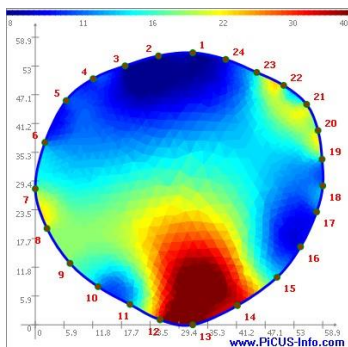
Obr. č. 110: Tomogram JV1541.
Datum měření 14.9.2018



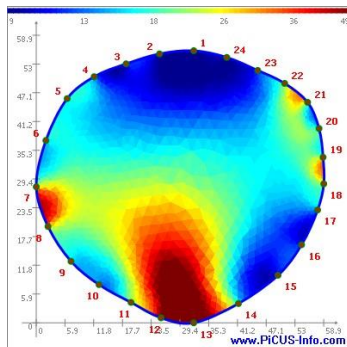
Obr. č. 111: Tomogram JV1541.
Datum měření 30.11.2018

Výsledky měření javoru inv. č. 1541 nevykazují v průběhu roku významné proměnlivosti. Oblast s vysokou elektrickou vodivostí (tmavě modrá) vybíhá nepravidelně k povrchu kmene, což značí, že se nejedná o jádro kmene, ale spíše o měkkou hnilobu či o dutinu menšího rozsahu s mokrým shnilým dřevem po jejich okrajích. Takováto dutina by se tedy na výstupu z EIT jevila jako místo vyplněné dřevem, což může zkreslit výsledek. Stejný výsledek (rozsáhlá hniloba) vychází i z výstupu sonického tomografu.

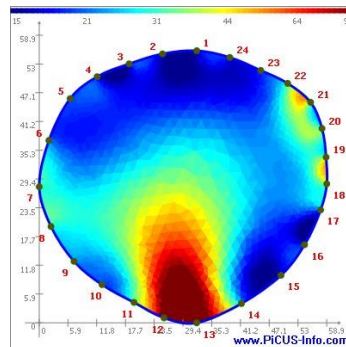
JV 1541 horní řez



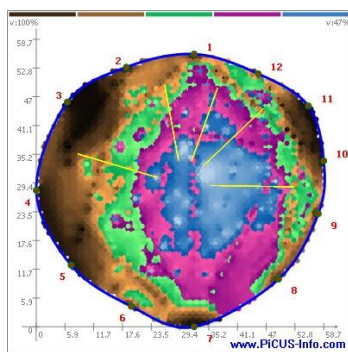
Obr. č. 112: Tomogram JV1541.
Datum měření 4.7.2018



Obr. č. 113: Tomogram JV1541.
Datum měření 14.9.2018



Obr. č. 114: Tomogram JV1541.
Datum měření 30.11.2018



Obr. č. 115: Sonický tomogram
JV1541. Datum měření 30.11.2018.
Zdroj: Martin Škoda

Výstupy z měření horního řezu javoru opět nevykazují v průběhu roku značné odlišnosti. V oblasti bodu 13 je červeně vyznačená oblast, která reflektuje dutinu ve kmeni. Tato dutina je orientována na jižní stranu, a proto je nejspíš i okolní dřevo suchého charakteru. V okolí dutiny se také bude pravděpodobně vyskytovat oblast se tvrdou hnilobou. Tmavě modrá oblast v horní

části snímků by mohla znamenat rozvoj hniloby kmene. Při srovnání s výstupem ze sonického tomografu můžeme potvrdit rozvoj hniloby směrem k horní části snímku (viz obr. č. 115).

JV 1545

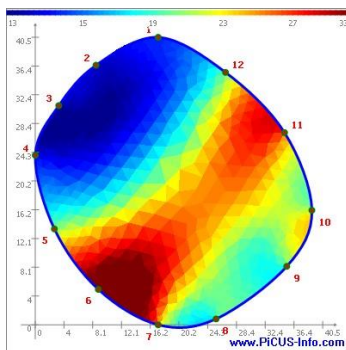


Obr. č.116: Javor č. 1545 v ulici K Drsnici.

Autor: autor práce, 2019.

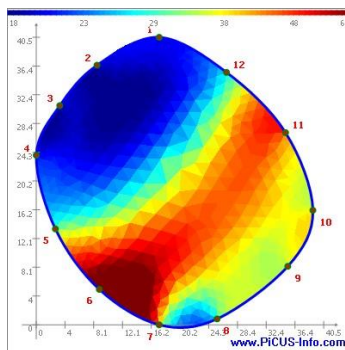
Tento jedinec javoru mléče se nachází taktéž v ulici K Drsnici, konkrétně na rohu křižovatky s ulicí Novosuchdolská. Je menších rozměrů a v minulosti byl pravidelně seřezáván tzv. “na babku“. V oblasti horního řezu má drobnou dutinku, pravděpodobně se jedná o pozůstatek po odříznuté větvi.

JV 1545 dolní řez



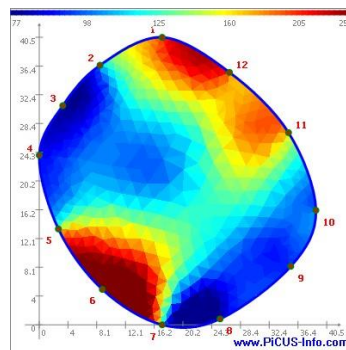
Obr. č. 117: Tomogram JV1545.

Datum měření 4.7.2018



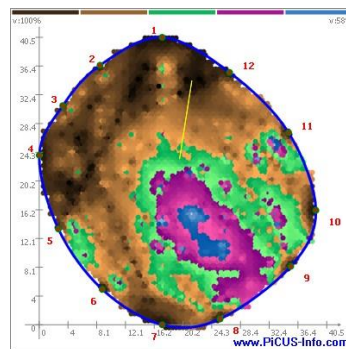
Obr. č. 118: Tomogram JV1545.

Datum měření 14.9.2018



Obr. č. 119: Tomogram JV1545.

Datum měření 30.11.2018



Obr. č. 120: Sonický tomogram JV1545. Datum měření

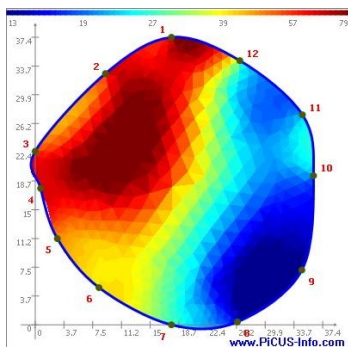
30.11.2018. Zdroj: Martin Škoda

Výsledky měření dolního řezu javoru inv. č. 1545 jsou si velmi podobné. Linie jdoucí od bodu 6 mezi body 11 a 12 značí oblast mrtvého dřeva. Tento jev není tak patrný v posledním měření, kde se středová část kmene pravděpodobně nasákla vodou a přímým důsledkem je zvýšení elektrické vodivosti kmene v dané oblasti. Tento defekt

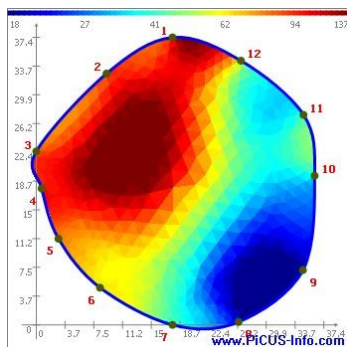
pravděpodobně zasahuje do pravé dolní části řezu (viditelné na druhém

snímku). Kontrolní výstup ze sonického tomografu tento defekt zachycuje také.

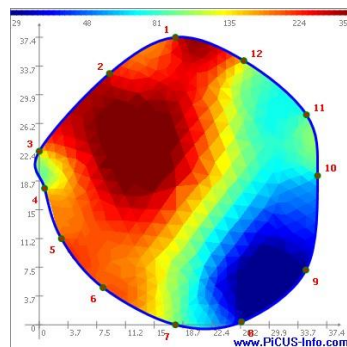
JV 1545 horní řez



Obr. č. 121: Tomogram JV1545.
Datum měření 4.7.2018



Obr. č. 122: Tomogram JV1545.
Datum měření 14.9.2018



Obr. č. 123: Tomogram JV1545.
Datum měření 30.11.2018

Výstupy z horního řezu javoru pořízené v průběhu roku jsou prakticky totožné. V červeně vyznačené oblasti můžeme vidět drobnou dutinu a kolem ní oblast mrtvého dřeva s vysokým elektrickým odporem. Naopak modrá oblast by mohla značit počínající tvrdou hnilobu kmene, kterou sonický tomograf ještě není schopen detekovat, vzhledem ke stejné zvukové odezvě, jako má okolní zdravé dřevo.

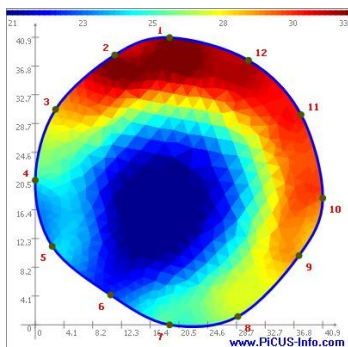
JV 1550



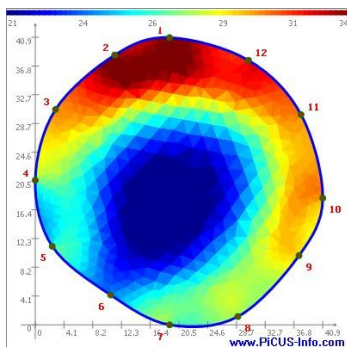
Obr. č. 124: Javor č. 1550 v ulici K Drsnici.
Autor: autor práce, 2019.

Poslední měřený jedinec javoru mléče a zároveň poslední jedinec nacházející se v ulici K Drsnici. V horní části kmene má dutinu s ptačím hnízdem uvnitř.

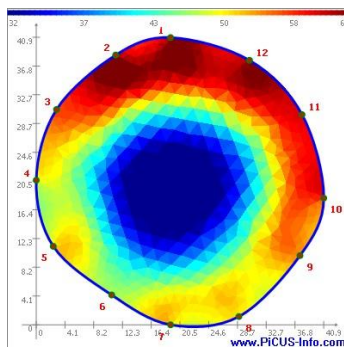
JV 1550 dolní řez



Obr. č. 125: Tomogram JV1550.
Datum měření 4.7.2018



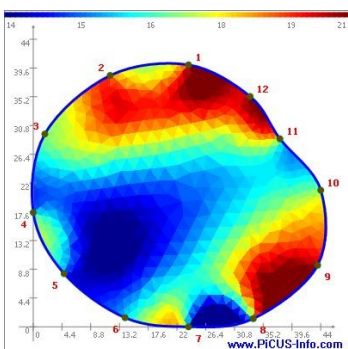
Obr. č. 126: Tomogram JV1550.
Datum měření 14.9.2018



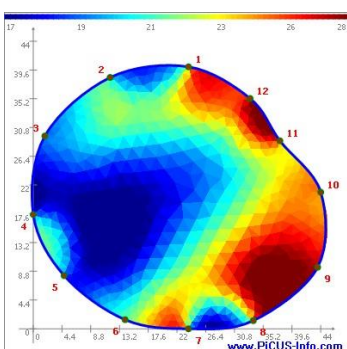
Obr. č. 127: Tomogram JV1550.
Datum měření 30.11.2018

Výsledky měření dolního řezu javoru inv. č. 1550 nevykazují v průběhu roku takřka žádné proměnlivosti. V prvním měření můžeme spatřit vybíhání tmavě modré oblasti k bodu 6. Tento jev je patrný i při druhém měření, avšak již ne v takovém rozsahu. Vzhledem k tomuto zjištění se pravděpodobně jedná o tvrdou hnilobu kmene v počáteční fázi. Při tomto stadiu hniloby je již možné spatřit náznaky defektu i na sonickém tomografu, avšak pouze v podobě drobné odchylky.

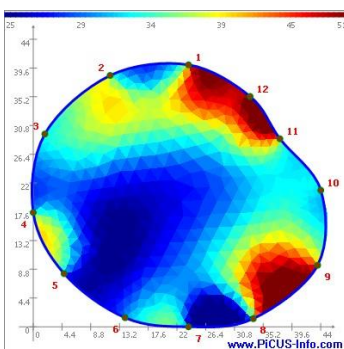
JV 1550 horní řez



Obr. č. 128: Tomogram JV1550.
Datum měření 4.7.2018



Obr. č. 129: Tomogram JV1550.
Datum měření 14.9.2018



Obr. č. 130: Tomogram JV1550.
Datum měření 30.11.2018

Výsledky měření horního řezu javoru jsou velmi podobné a v průběhu roku dochází k mírnému rozšiřování tmavě modré oblasti. Vzhledem k nepravidelnému tvaru a mírnému rozšiřování se jedná o aktivní vývoj tvrdé hniloby kmene. V tomto případě se již jedná o hnilobu dobře viditelnou i pro sonický tomograf.

OR 1423

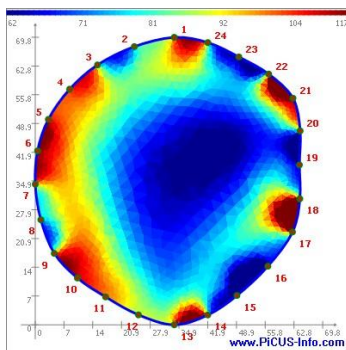


Obr. č. 131: Ořech č.1423 v ulici V Údolí.

Autor: autor práce, 2019.

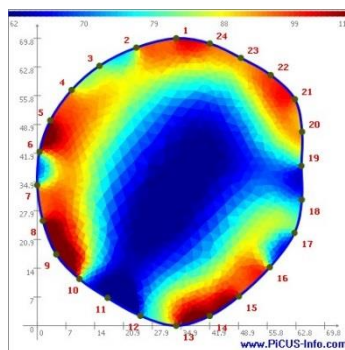
Jedná se o jedince ořešáku královského nacházejícího se v ulici V Údolí. Nejeví známky silnějších řezů a jeho koruna nebyla nijak redukována. V dolní části má několik vazeb koruny. Ve vyšších partiích koruny jsou viditelné malé plodnice hub nezjištěného taxonu.

OR 1423 dolní řez



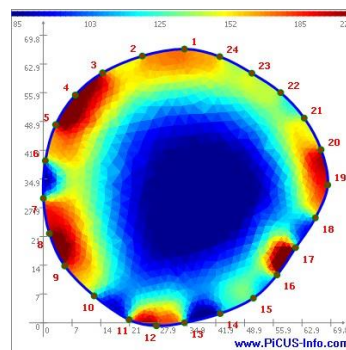
Obr. č. 132: Tomogram OR1423.

Datum měření 3.7.2018



Obr. č. 133: Tomogram OR1423.

Datum měření 13.9.2018

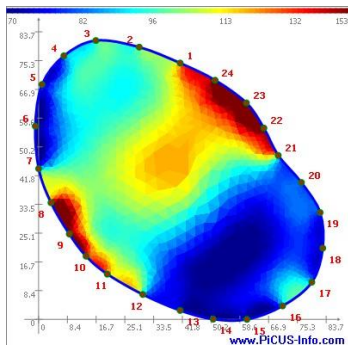


Obr. č. 134: Tomogram OR1423.

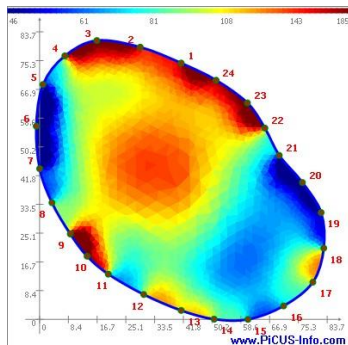
Datum měření 29.11.2018

Výsledky měření dolního řezu ořešáku inv. č. 1423 vykazují drobné odlišnosti. Jedná se o změny vlhkosti, a tím i elektrické vodivosti kmene. Oblasti s modrým zbarvením reflektují vodou nasycené jádro kmene s vysokou elektrickou vodivostí a nízkým el. odporem a běl kmene, která má naopak nižší el. vodivost a vyšší el. odpor. Tento řez vykazuje stav zdravého jedince.

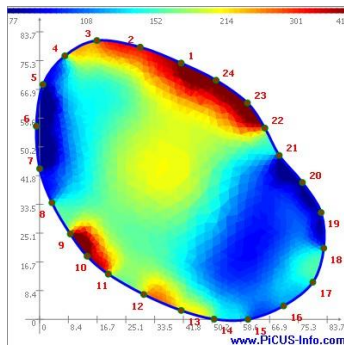
OR 1423 horní řez



Obr. č. 135: Tomogram OR1423.
Datum měření 4.7.2018



Obr. č. 136: Tomogram OR1423.
Datum měření 13.9.2018



Obr. č. 137: Tomogram OR1423.
Datum měření 29.11.2018

Výstupy horního řezu ořešáku se vyznačují relativně vysokou proměnlivostí. Na všech snímcích je možné spatřit oranžovo červenou skvrnu, která se nachází v horní části řezu. Pravděpodobně se jedná o tmavou hnilobu způsobenou celulózovorními houbami, které dřevo kostičkovitě rozkládají. Zatím je tato hniloba ve stadiu tvrdé hniloby. Toto tvrzení dokládá vyšší el. vodivost kmene v daném místě v termínu třetího měření, a zároveň kontrolní měření sonickým tomografem, které značí pouze počáteční hnilobu kmene.

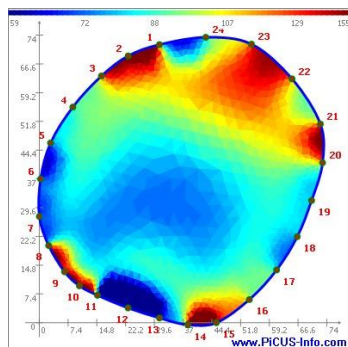
OR 1422



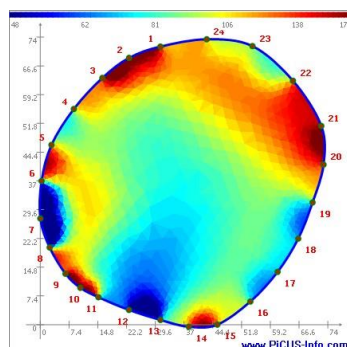
Obr. č. 138: Ořech č. 1422 v ulici V Údolí.
Autor: autor práce, 2019.

Další z exemplářů ořešáku královského nacházející se vedle ořešáku číslo 1423. V dolní části kmene má velké tlakové větvení, které je jištěno vazbou umístěnou v horní části koruny. Jsou zde patrné známky ořezu silnějších větví koruny.

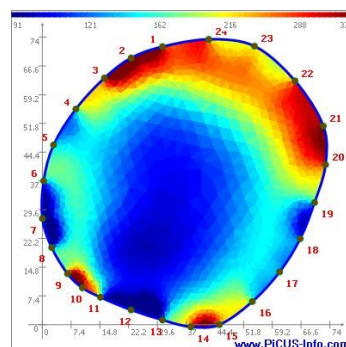
OR 1422 dolní řez



Obr. č. 139: Tomogram OR1422.
Datum měření 4.7.2018



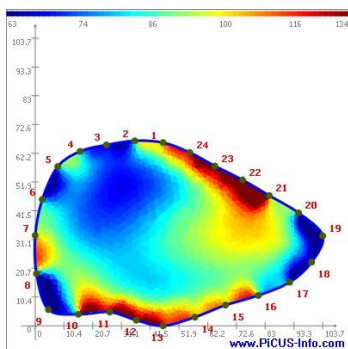
Obr. č. 140: Tomogram OR1422.
Datum měření 13.9.2018



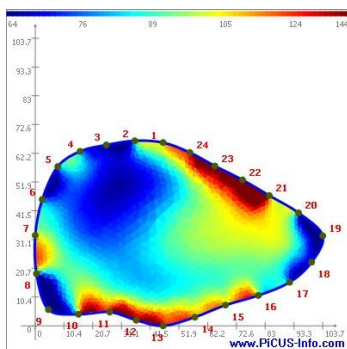
Obr. č. 141: Tomogram OR1422.
Datum měření 29.11.2018

Výsledky měření dolního řezu ořešáku inv. č. 1422 vykazují v průběhu roku jisté odlišnosti. V období prvního měření můžeme ve středu modré oblasti v dolní části snímku vidět oblast s pravděpodobným výskytem začínající tvrdé hniloby kmene. Sonický tomograf v tomto místě také značí počínající defekt, avšak jen na hranici detekovatelnosti. V dalším měření se tato oblast mírně zmenšila, pravděpodobně snížením obsahu vody ve kmeni stromu, což způsobuje snížení el. vodivosti dané oblasti. Ve třetím měření je možné vidět naopak velký nárůst el. vodivosti, který bude pravděpodobně způsoben vysokým obsahem vody v jádru kmene a jeho následným zmrznutím. Tento řez tedy s nejvyšší pravděpodobností nereflektuje rozšíření hniloby kmene.

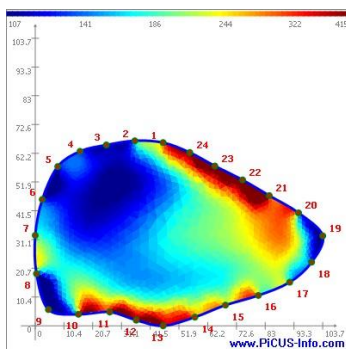
OR 1422 horní řez



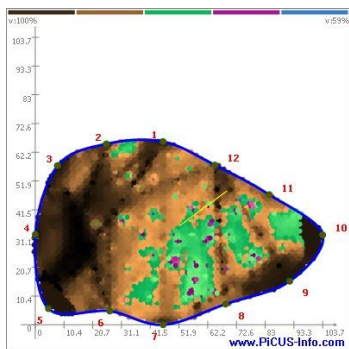
Obr. č. 142: Tomogram OR1422.
Datum měření 4.7.2018



Obr. č. 143: Tomogram OR1422.
Datum měření 13.9.2018



Obr. č. 144: Tomogram OR1422.
Datum měření 29.11.2018



Obr. č. 145: Sonický tomogram OR1422. Datum měření 29.11.2018
Zdroj: Martin Škoda

Výstupy z měření horního řezu ořešáku v průběhu roku jsou téměř totožné. Všechny řezy nasvědčují možnému výskytu hniloby v levé horní části snímku (tmavě modrá). Na kontrolním výstupu ze sonického tomografu také můžeme vidět náznaky defektu stromu, avšak v jiné části kmene. Tento jev je pravděpodobně způsoben značnou asymetrií kmene zkoumaného jedince.

V tomto případě je tedy vhodnější interpretace elektrického odporového tomografu oproti tomu sonickému, který nám spíše jen potvrdí výskyt defektu uvnitř stromu jako takového. Tento defekt zatím jednoznačně neovlivňuje statiku daného jedince.

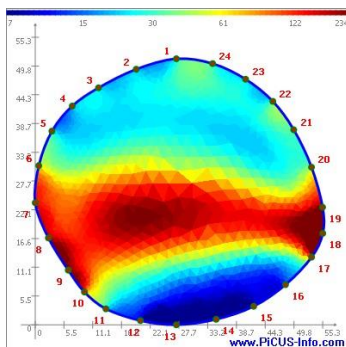
OR 1184



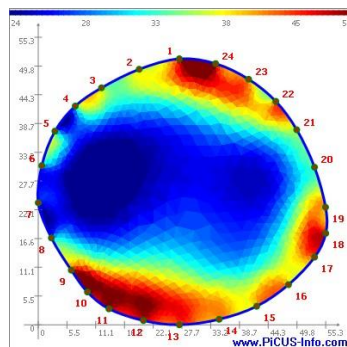
Obr. č. 146: Ořech č. 1184 v ulici V Ořeší.
Autor: autor práce, 2019.

Jedná se o jedince nacházejícího se na kraji ulice V Ořeší. Jedinec má silně redukovanou korunu s ustupujícím charakterem. Na horní části kmene je viditelný pozůstatek po odstranění primární koruny. V tomto místě se také nachází rozsáhlá dutina. V minulosti byl také významně porušen kořenový systém stromu v důsledku budování opěrné zdi (ústní sdělení od místních pamětníků) a nedávného budování místní kanalizace na druhé straně, které se v této lokalitě uskutečnilo v loňském roce.

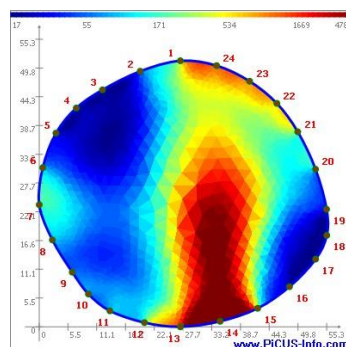
OR 1184 dolní řez



Obr. č. 147: Tomogram OR1184.
Datum měření 4.7.2018



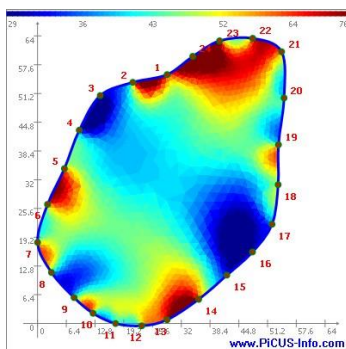
Obr. č. 148: Tomogram OR1184.
Datum měření 13.9.2018



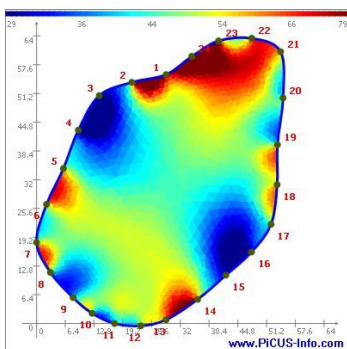
Obr. č. 149: Tomogram OR1184.
Datum měření 29.11.2018

Výsledky měření dolního řezu ořešáku inv. č. 1184 vykazují značné odlišnosti. V prvním termínu měření můžeme vidět dutinu menšího rozsahu (rudá barva uprostřed snímku) a mrtvé dřevo v okolí dutiny znázorněné červenou a oranžovou barvou. Na druhém snímku můžeme pozorovat silně vodou nasycené okolí dutiny (tmavě modrá) a okolní mrtvé dřevo také silně nasycené vodou, což způsobuje vysokou el. vodivost této oblasti. Dutina se v tomto případě jeví jako vodivá pravděpodobně následkem zkreslení vodou silně nasyceného okraje této dutiny. Toto tvrzení je v souladu s vydatnými srážkami cca 1 týden před termínem měření. Na snímku 3. termínu měření je možné vidět pravděpodobnou chybu měření, z důvodu špatně zatlučeného hřebíku č. 14.

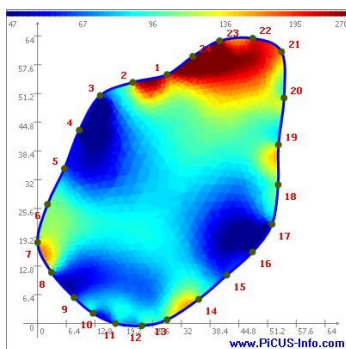
OR 1184 horní řez



Obr. č. 150: Tomogram OR1184.
Datum měření 4.7.2018



Obr. č. 151: Tomogram OR1184.
Datum měření 13.9.2018



Obr. č. 152: Tomogram OR1184.
Datum měření 29.11.2018

Výstupy z měření horního řezu ořešáku jsou dosti podobné. Ve všech termínech měření značí výskyt měkké hniloby kmene v oblasti s vysokou el. vodivostí (značeno modrou barvou). Tento trend je mírně zesílen v období 3. měření, a to pravděpodobně vlivem mrazu. Příčinou tohoto stavu je dutina po kosterní větvi, a následný vtok srážek touto dutinou, kterou se dostávají až do oblasti dolního řezu.

OR 1191

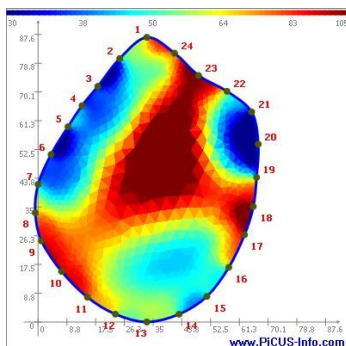


Další jedinec z ulice V Ořeší. Má plnou primární korunu s patrnými známkami prosychání. Na kmeni je možné spatřit plodnice hub a ze severní strany ronící trhlinu.

Obr. č. 153: Ořech č. 1191 v ulici V Ořeší.

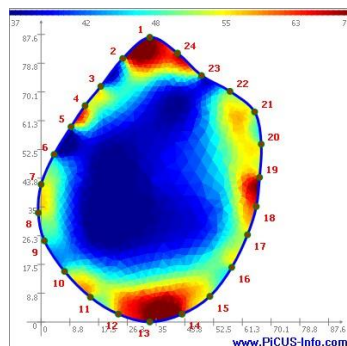
Autor: autor práce, 2019.

OR 1191 dolní řez



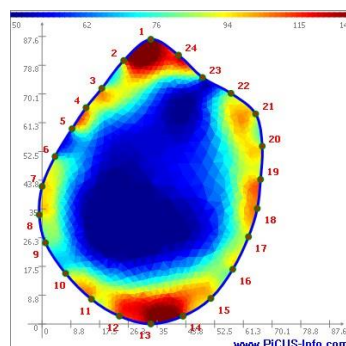
Obr. č. 154: Tomogram OR1191.

Datum měření 4.7.2018



Obr. č. 155: Tomogram OR1191.

Datum měření 13.9.2018

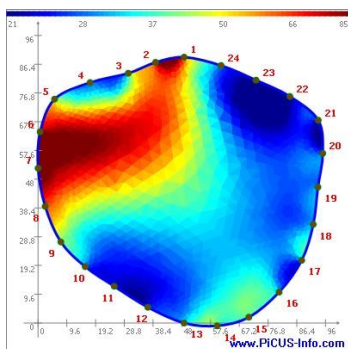


Obr. č. 156: Tomogram OR1191.

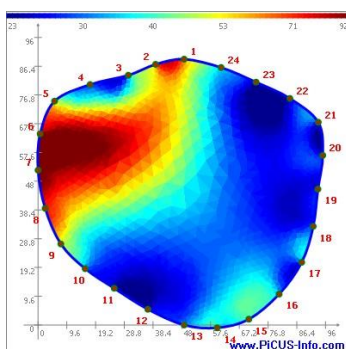
Datum měření 29.11.2018

Výsledky měření dolního řezu ořešáku inv. č. 1191 se od sebe v průběhu roku významně liší. V období 1. měření zobrazuje tomogram pravděpodobně vyschlou tvrdou hnilobu kmene (vyznačeno rudou, červenou a žlutou barvou). Ve 2. a 3. měření se tato hniloba pravděpodobně nasákla vodou, a tím zvýšila el. vodivost kmene v dané oblasti. Tento jev může také souviset s aktivním rozvojem hniloby.

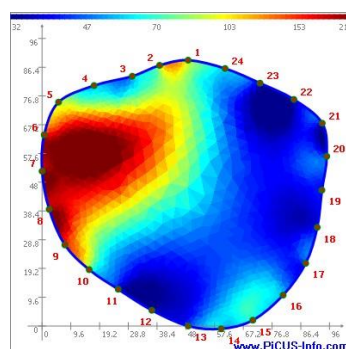
OR 1191 horní řez



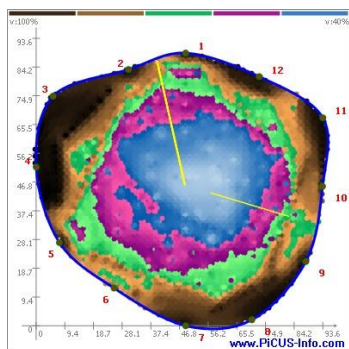
Obr. č. 157: Tomogram OR1191.
Datum měření 4.7.2018



Obr. č. 158: Tomogram OR 1191.
Datum měření 13.9.2018



Obr. č. 159: Tomogram OR1191.
Datum měření 29.11.2018



Obr. č. 160: Sonický tomogram
OR1191. Datum měření 29.11.2018.
Zdroj: Martin Škoda

Výstupy z měření horního řezu ořešáku pořízené během sledovaného období jsou prakticky totožné. Ve všech měření značí stejný defekt. S nejvyšší pravděpodobností se jedná o rozšiřující se hnilobu z pravé strany zastoupenou modrou barvou. Srovnávací výstup ze sonického tomografu potvrzuje rozsáhlý defekt uvnitř kmene.

6. Diskuse

Tato kapitola je věnována diskuzi a porovnání zjištěných výsledků vlivu počasí a povětrnostních vlivů obecně, na výsledek měření ERT. Jelikož je stromová tomografie jako vědní obor stále v rozvoji, není možné srovnat výsledky se stejnými dřevinami jako v této práci, téměř ani s lokalitami v České republice. Pro toto srovnání je zapotřebí dalšího výzkumu po celé České republice pro získání potřebných dat.

Jedním z vědců zabývajících se elektrickým stromovým tomografem je T. Martin. Ten ve své práci z roku (2013) uvádí, že odporová stromová tomografie má potenciál cenného vědeckého nástroje. Uvádí však také, že je třeba pro standartní využívání této metody využít více přístrojů (v našem případě v tandemu se sonickým tomografem). Dále uvádí, že je však třeba dalšího výzkumu pro softwarové zvládnutí anizotropie dřeva, a odlišnosti jeho vlastností u různých taxonů dřevin.

Jedná se o práci, ve které T. Martin zkoumal 3 jedince dubu letního (*Quercus robur*), z toho 1 zdravého jedince a 2 jedince napadené sírovcem žlutooranžovým (*Laetiporus sulfureus*). Jeho výzkum probíhal ve 2 termínech, a to v létě a zimě. Výsledky zdravého dubu ukazují v létě vnější prsteneček běle charakterizovaný nízkou vodivostí, pravděpodobně v důsledku více vody a živin, které vedou k běli. Naopak sousední kruh o vysoké vodivosti značí suché jádro kmene. Jak také uvádí, tento stav je zejména pro dub charakteristický.

Výstupem zimního měření ukázal, že je možno sledovat sezónní vliv na měrný odpor zejména v bělové části kmene. Tento stav může být způsoben 1. vlivem teploty nebo za 2. měnícím se režimu dopravy vody v kmeni. Naopak vnitřní oblast zůstává poměrně stejná, pouze je zde drobný vliv venkovní teploty na měrný odpor. Oba jedinci infikované

houbou vykazují postupné zvyšování el. vodivosti kmene, tedy snižování měrného odporu v místě napadení houbou. Zároveň se ztrácí symetrický obraz vnitřku kmene a vznikají nepravidelné útvary.

Výsledky této práce zcela odpovídají výzkumu provedeným v našich podmínkách.

Podobnou studii jako T. Martin prováděl i S. Hagrey a publikoval ji v roce 2006. Ten se však věnoval více dřevinám, a oproti studii T. Martina zjistil v zimním období nárůst odporu uvnitř kmene. Z jeho další studie z roku 2007 však vyplývá tvrzení, že dle jeho výsledků ERT v případě běle silně nasycené vodou, nevidí defekty uvnitř jádra kmene. Toto tvrzení se však v naší práci neukázalo jako průkazné.

Jako zástupce prací z České republiky je například práce Humplíka a jeho kolegy Čermáka, která byla provedena nedaleko Brna a publikována v roce 2016. Tato práce byla založena na studiu smrku ztepilého (*Picea abies*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Výsledkem studia vnitřních poměrů bylo zvyšování měrného odporu směrem k jádru kmene. Místa napadená hnilobou vykazují opačnou tendenci, tzn. zvyšování el. vodivosti. Tento fakt opět potvrzuje výsledky naší práce, avšak práce Humplíka a Čermáka nebyla provedena ve více termínech, tudíž postrádá porovnání mezi jednotlivými obdobími. Tento nedostatek však kompenzuje kontrolními řezy a jejich porovnání s naměřenými snímky. Tyto snímky se s kontrolními řezy ve většině případů shodují.

Jako poslední srovnání v této práci je výzkum kolegů D. Biekera a S. Rusta publikované roku 2010. Ti sice ve své práci také uvádějí zvyšující se tendenci měrného el. odporu směrem ke středu jádra, avšak úplně z jiných důvodů. Příčinou tohoto trendu podle nich není vlhkost kmene ani hustota dřeva. Rozdíl, který určuje hranici mezi bělím a jádrem kmene je podle nich dán poklesem pH a zároveň klesající úrovní draslíku a hořčíku. Nakonec však dodávají, že pro prokazatelné používání této metody je zapotřebí dalšího výzkumu.

7. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo posoudit vliv termínu snímkování na schopnost odporového stromového tomografu správně detekovat hniloby, a i jiné defekty u stojících stromů více druhů dřevin. Tyto rozdíly byly zároveň přiřazovány k vlivům rozkladné činnosti hub. Diplomová práce se skládá ze 3 částí, a to z literární rešerše, výsledků a diskuze.

Cílem této diplomové práce bylo posoudit vliv termínu snímkování na schopnost odporového stromového tomografu správně detekovat hniloby, a i jiné defekty u stojících stromů více dřevin. Tato práce měla 3 části. První částí byla literární rešerše zahrnující celou škálu problematiky od rozdělení zeleně, přes hniloby kmene, až po podrobný popis všech částí stromového tomografu. V druhé části byl zejména popis výsledků a porovnání s výstupy ze sonického tomografu. Ve výsledcích byly vyhodnoceny jednak odlišnosti jednotlivých snímků, ale i jejich vazba na zjištěné defekty či hniloby. Ve třetí části pak byly shrnuté výsledky porovnány s vědeckými pracemi různých odborníků.

Při měření odporovým stromovým tomografem je třeba dbát na vizuální kontrolu kmene. Tento přístroj oproti sonickému tomografu zaznamenává například stok srážkové vody po kmeni či ronící trhliny. V těchto místech je poté na tomografickém snímku zaznamenána oblast s vysokou el. vodivostí, což by mohlo způsobit zkreslení obrazu zbytku kmene.

Dále je velice důležité sledovat počasí na dané lokalitě, a zároveň při vyhodnocování výsledků brát ohledy na jeho průběh. Měření ERT v deštivý den prokázalo vliv dešťových srážek na výsledný tomogram. Je však třeba zohlednit i dlouhodobý charakter srážek. V případě tvoření žlabů zejména u sekundárních korun, může dojít k nasáknutí většího

množství vody do kmene stromu, což způsobí vykreslení zvýšené vodivosti v zasažené oblasti.

Měření probíhalo celkem ve 3 termínech, a to časně léto, pozdní léto a podzim po opadu listí. Bylo měřeno celkem 21 jedinců, přičemž každý jedinec byl měřen ve dvou řezech. 1. řez byl co nejnižší u země a 2. řez byl situován do horní části kmene. Z celkového počtu 21 stromů se jednalo o 6 lip, 5 jasanů, 6 javorů a 4 ořešáky. Pro pochopení a správnou interpretaci snímků je žádoucí srovnání každého snímku z ERT s výstupem ze sonického tomografu. Na základě této zásady byly všechny vytvořené snímky srovnány s kontrolními výstupy ze sonického tomografu měřenými pro paralelní diplomovou práci. Kontrolní snímky byly v některých případech použity i v této práci, zejména z důvodu lepší interpretace výsledků či jako utvrzení dané teorie.

Shrnutí podle dřevin

Pro lepší orientaci byly výsledky odchylek měření shrnuty podle jednotlivých dřevin.

Lípa

V průběhu roku dochází u všech jedinců vykazujících velmi dobrý zdravotní stav k postupnému vysychání jádra kmene. V některých případech však dochází k odlišné tendenci vývoje vlhkosti u dolního a horního řezu zkoumaného jedince. Řezy s pravděpodobností výskytu hniloby značí opačný trend vývoje obsahu vlhkosti. V ojedinělých případech došlo k ovlivnění mrazem, a to v místech se slabším krytem okolní vegetace či jde pouze o jedince na exponovaném stanovišti (hlavně u LP39 a LP41).

Jasan

Většina jedinců má vysychavou tendenci u jádra kmene, ačkoliv v některých případech jen v malé míře. Vyšší vlhkosti se stoupajícím charakterem jeví jedinci zejména při výskytu aktivního rozvoje hniloby či ovlivnění mrazem (zejména JS262). V případě ovlivnění mrazem se ukazuje, že v některých případech může dojít k vykreslení nepravého jádra kmene vlivem jeho vysoké vlhkosti v zimním období, umocněné mrazovými podmínkami (případ JS256).

Javor

Jedná se o velmi podobný případ jako u jasanu. U zdravých jedinců dochází k drobnému vysychání jádra kmene v průběhu roku. U jedinců značících hnilobu kmene je tato tendence opět opačná a vlhkost jádra stromu se postupně zvyšuje, hlavně vlivem vývoje aktivních hnilob. Je zde možné ovlivnění mrazem, avšak v míře, ve které tento vliv nelze potvrdit ani vyvrátit.

Ořešák

Výsledky měření ukazují u této dřeviny rostoucí tendenci vlhkosti kmene. Tento jev však nelze s přesností určit, neboť všichni jedinci vykazují menší či větší defekt uvnitř kmene. Z tohoto hodnocení nejvíce vybočuje OR1184, který má v horní části kmene otevřenou dutinu, do které se soustřeďuje srážková voda.

Celkové shrnutí

Odporový a sonický tomograf pracují na zcela jiném principu, proto zachycují jiné druhy defektů. Nelze proto jednoznačně stanovit, která z metod má větší schopnost. Sonický tomograf je schopen velmi dobře odhalit hnilobu v pokročilém stadiu (měkkou), ale zachycení tvrdé hniloby může být problematické. Naproti tomu odporový tomograf je schopen odhalit hnilobu i v počátečním stadiu, a to podle hromadění vody a iontů (a z toho vyplývající zvýšené vodivosti) ve dřevě, které začínají

působit hnilobné procesy. Zpravidla je ovšem značně problematické odlišit obraz reálného defektu od přirozeného rozložení vlhkosti (tj. i vodivosti) v kmeni, které se může zásadně lišit podle druhu dřeviny a také podle roční doby, resp. průběhu počasí v daném období, kdy lze např. vysledovat vliv dlouhodobého sucha. Z výsledků této diplomové práce dále vyplývá, že u některých stromů se podoba tomogramů pořízených s odstupem několika měsíců prakticky neliší. To platí zejména u zdravých stromů. U stromů s defektem však mohou být odlišnosti zásadní a pravděpodobně souvisejí zejména se zatékáním srážkové vody dovnitř kmene. Interpretace snímků musí tyto okolnosti respektovat.

Celkově diplomová práce prokázala dobrou schopnost elektrického stromového tomografu k odhalení přítomnosti a rozsahu defektů v kmeni stromu. Pro kvalifikované posouzení stavu stromu je každopádně vhodné pořídít snímky jak elektrickým, tak sonickým tomografem, a tyto snímky vyhodnocovat společně.

8. Zdroje

- ARGUS ELECTRONIC, 2013. PiCUS Tree Inspection Equipment. Argus Electronic GmbH, 23 p. Dostupné na: <<http://www.argus-electronic.de/en/tree-inspection/support/pdf-archive/picus-tree-inspection-equipment-at-a-glance-english>>, [cit. 20-03-2019].
- BIEKER, D., RUST, S. Electric resistivity tomography shows radial variation of electrolytes in *Quercus robur*. Can J For Res, 2010. 40:1189–1193
- BRAZEE, N. J., MARRA, R. E., GOECKE, L. & VAN WASSENAER, P. Non-destructive assessment of internal decay in three hardwood species of northeastern North America using sonic and electrical impedance tomography. Forestry, 2011. 84(1), 33-39. dostupné na: <https://doi.org/10.1093/forestry/cpq040>
- ČERMÁKOVÁ, V. a KOLAŘÍK, J. *Péče o stromy v Praze*. Rosice: SCHOLA ARBORICULTURA s.r.o., 2002. 59s.
- ČZU v PRAZE. Lexikon vad dřeva. [online]. Praha: ČZU. [cit.2019-04-16]. Dostupné z:http://r.fld.czu.cz/vyzkum/multimedia/lexikon_vad/hniloba.htm?fbclid=IwAR3Y8tydQcegk0polE78qDro8KCba8byGKxTJfRhZ8WGWqCV18C00qNc06A
- ELLIOTT, M. L., BROCHAT, T. K. & GÖCKE, L. Preliminary Evaluation of Electrical Resistance Tomography for Imaging Palm Trunks. Arboriculture & Urban Forestry, 2016. 42(2), 111-119.
- ELLIS, D. & ELLIS, D. Practical Use of Tomography as a part of Tree Risk Evaluation, 1-4. Dostupné na: papers3://publication/uuid/5CE94F40-F647-465E-AFAB-3D8A49801F09
- GÖCKE, L., RUST, S., WEIHS, U., GU"NTHER, T, RU"CKER C Combining sonic and electrical impedance tomography for the

- nondestructive testing of trees: western Arborist, Spring, Berlin, 2008. p 11
- GÖCKE, L. The PiCUS: Treetric®. Rostock: Argus electronic GMBH, 2011. 35p
 - GÖCKE, L. PiCUS OilPalmTronic: Electrical Impedance Tomograph for trees. Rostock: Argus electronic gmbh. 2010-12-13. 25 s.
 - GÖCKE, L. PiCUS Sonic Tomograph: Manual, program version Q72. Rostock: Argus electronic gmbh. 2012-11-27. 88 s.
 - GUYOT, A., OSTERGAARD, K. T., LENKOPANE, M., FAN, J. & LOCKINGTON, D. A. Using electrical resistivity tomography to differentiate sapwood from heartwood: Application to conifers. *Tree Psychology*, 2013. 33(2), 187-194. dostupné na: <https://academic.oup.com/treephys/article/33/2/187/1683969>
 - HAGREY, S. Electrical resistivity imaging of tree trunks: Near Surface Geophysics ,2006. 179–187
 - HAGREY S Geophysical imaging of root-zone, trunk and moisture heterogeneity, 2007 *J Exp Bot* 58:839–854
 - HUMPLÍK, P., ČERMÁK, P. & ŽID, T. Electrical impedance tomography for decay diagnostics of Norway spruce (*Picea abies*): Possibilities and opportunities. *Silva Fennica*, 50(1), 2016. 1–13. <https://doi.org/10.14214/sf.1341>
 - JOHNSTONE, D., MOORE, G., TAUSZ, M. & NICOLAS, M. The measurement of wood decay in landscape trees *Arboriculture & Urban Forestry* [online]. 2010, 36 (3), 121-127
 - KOLAŘÍK, J. a kol. *Arboristika V.: Pro celoživotní vzdělávání v arboristice*. Mělník: Vyšší odborná škola zahradnická a střední zahradnická škola Mělník, 2008. 210s.
 - KOLAŘÍK, J. a kolektiv. *Péče o dřeviny rostoucí mimo les: 1.díl*. 2.dopl.vyd. Vlašim: Český svaz ochránců přírody, 2003. 287s. ISBN 80-86327-36-1.
 - KOLAŘÍK J. a kolektiv. *Péče o dřeviny rostoucí mimo les: 2.díl*.

- 3.dopl.vyd. Vlašim: Český svaz ochránců přírody, 2010. 696s. ISBN 978-80-86327-85-3.
- MARTIN, T. Anwendung des komplexen elektrischen Widerstandsverfahrens an Eichen (*Quercus spp.*): PhD thesis, Technische Universität Clausthal, Germany, 2009
 - MARTIN, T.& Günther, T. Complex resistivity tomography (CRT) for fungus detection on standing oak trees. European Journal of Forest Research, 2013. 132(5–6), 765–776. Dostupné z : <https://doi.org/10.1007/s10342-013-0711-4>
 - METEOROLOGICKÁ STANICE ČESKÉ ZEMĚDĚLSKÉ UNIVERZITY V PRAZE. [online]. © 2019 [cit.2019-03-05] Dostupné z: <http://meteostanice.agrobiologie.cz/index.php>
 - MUSIL, I. et Möllerová, Jana. Listnaté dřeviny. (Lesnická dendrologie 2.) Česká zemědělská univerzita, Praha, 2005. 216s. ISBN 80-213-1367-6
 - NOVÁK, D. Dendrologický průzkum zeleně v intravilánu Prahy 6–Suchdol. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2018. 102s.
 - PEŠKOVÁ, V. a ČÍŽKOVÁ, D. *Lesnická fytopatologie*. 1.vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2015. 109s. ISBN 97880-213-2603-3.
 - ROSS, R., J. Nondestructing Evaluation of Wood Second edition. 2015. 176p
 - Sun, W.Q., 1992: *Quantifying species diversity of streetside trees in our cities*. J. Arboric, 18: 91 93
 - UUR. [online]. ©2016. Principy a pravidla územního plánování. [cit. 4.2.2019]. Dostupné z WWW:< <https://www.uur.cz/images/5publikacni-cinnost-a-knihovna/internetove-prezentace/principy-apravidla-uzemniho-planovani/kapitolaC/C5-2013.pdf>>
 - ÚRADNÍČEK, L. a kol. Dřeviny České republiky. Druhé vydání. Kostelec nad Černými lesy. Nakladatelství Lesnická práce, s.r.o., 2009. 367s. ISBN 978-80-87154-62-5
 - ZAHRADNÍK, P. a kol. Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty. První vydání. Kostelec nad Černými lesy Nakladatelství Lesnická práce, s.r.o., 2014. 376s. ISBN 978-80-7458-057-4

- ZÁKONY PRO LIDI. [online]. © AION CS, s.r.o. 2010-2019 [cit.2019-02-13]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-131>
- ZLATOHLÁVEK M.. Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva. Brno: Lesnická a dřevařská fakulta MZLU Brno. 2009. 68s.