

# Využití přístrojových metod k hodnocení stability stromů

# Dvě části přednášky

- 1) rozdělení přístrojových metod a princip jejich fungování
- 2) možnosti použití přístrojových metod

# ÚVOD

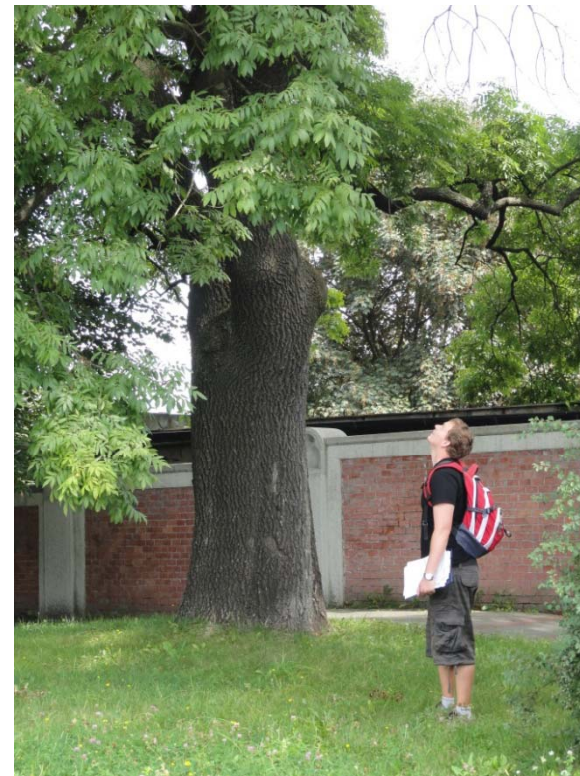
- Hodnocení zdravotního stavu stromů, jejich stability a provozní bezpečnosti patří mezi základní činnosti v oblasti péče o dřeviny.





# Úvod

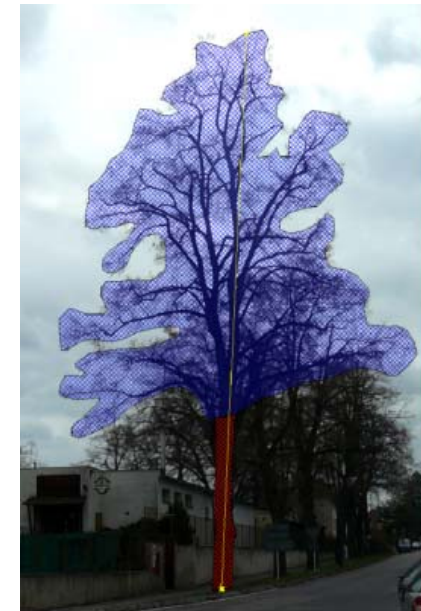
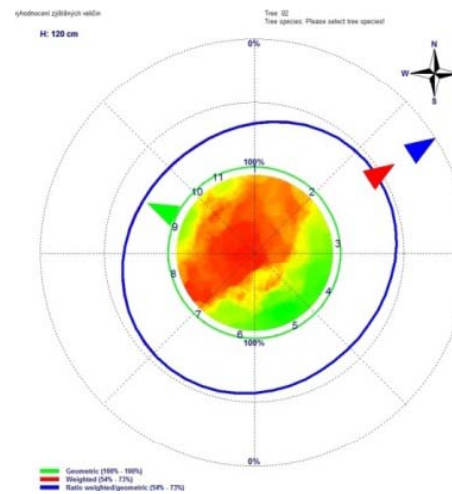
- Hlavní předpoklad pro zdárný výkon této péče je znalost a rozpoznání běžných typů defektů, poškození, symptomů možného selhání stromů, stejně jako posouzení reakce stromu na tyto podmínky.
- Nejčastěji používané vizuální metody jsou ve většině případů dostačující





# ÚVOD

- V některých případech však nelze vizuálně zhodnotit rozsah a závažnost veškerých defektů
- Při využití diagnostických přístrojů lze zjistit  
    exaktní údaje o rozsahu těchto poškození  
    následnou interpretací lze stanovit i jejich vliv na stabilitu daného stromu



# Selhání stromu

V obecné rovině se hodnocení (vizuální či přístrojové) vztahuje na dva základní případy možného selhání stromu.

selhání kořenového systému stromu (**vývrat stromu**)

**zlom** či vylomení/ukroucení kmene (event. jiné nosné části stromu)















# ROZDĚLENÍ PŘÍSTROJOVÝCH METOD

- Velmi obecně (PEJCHAL, 1997) na:
- DIAGNOSTICKÉ NÁSTROJE      A      DIAGNOSTICKÉ PŘÍSTROJE



# DIAGNOSTICKÉ NÁSTROJE

- Spíše zpřesnění vizuálních metod hodnocení.
- Snadná dostupnost i použití.
- Nevýhodou je nižší vypovídající schopnost (v některých případech) či jejich omezené použití.

## NEJČASTĚJŠÍ DIAGNOSTICKÉ NÁSTROJE:

- ARBORISTICKÉ KLADÍVKO
- PŘÍRŮSTOVÝ NEBOZEZ
- DALŠÍ NÁSTROJE (NAPŘ. DRÁTY ČI ŠPICE )

# DIAGNOSTICKÉ PŘÍSTROJE

Mezi nejčastěji používané přístroje a metody patří:

**PENETROMETRY**

**AKUSTICKÉ TOMOGRAFY**

**TAHOVÉ ZKOUŠKY (SIM)**

**ELEKTRICKÉ IMPEDANČNÍ TOMOGRAFY**

**SPECIÁLNÍ RADARY**

**OSTATNÍ**

# Penetrometry

- Přístroje měřící odpor, který klade dřevo proti pronikajícímu vrtáku malého průměru
- Měřením je zjištěn příkon nutný k provrtání dřeva, z něhož lze stanovit jeho hustotu
- Výstupem z hodnocení je lokální (bodová, resp. liniová) detekce dutiny, trhliny či hniloby





# Penetrometry - měření





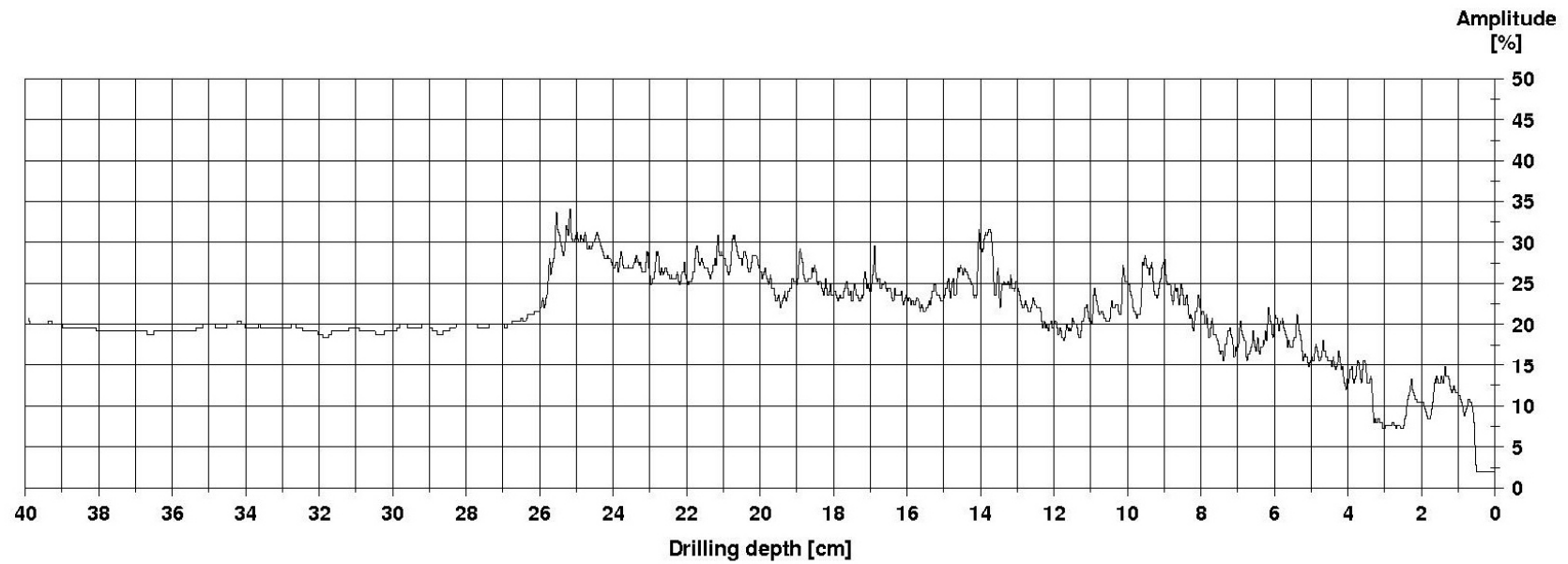




# Penetrometry – měření + výstup

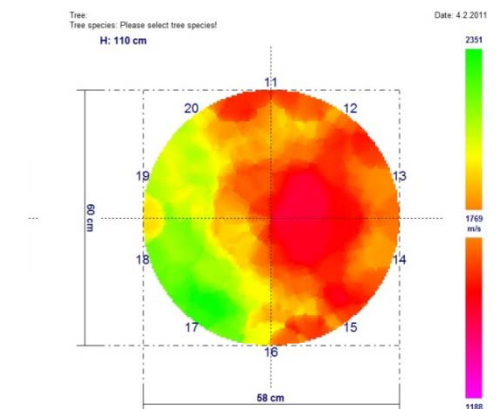


# Penetrometry - výstup



# AKUSTICKÉ TOMOGRAFY

- Přístroje měří akustické vlastností dřeva.
- Po obvodu kmene se umístí kombinované senzory.
- Poklepem do jednotlivých senzorů je vyslán akustický signál (zvuková vlna).
- Rychlost průchodu této vlny kmenem je poté snímána ostatními senzory.
- Pokud se ve kmeni nacházejí hniloby, dutiny, trhliny apod. je rychlost akustického signálu zpomalena.
- Softwarové zpracování vytvoří na základě interpolace rychlosti průchodu akustického signálu mezi jednotlivými senzory 2D i 3D model hodnocené partie kmene.

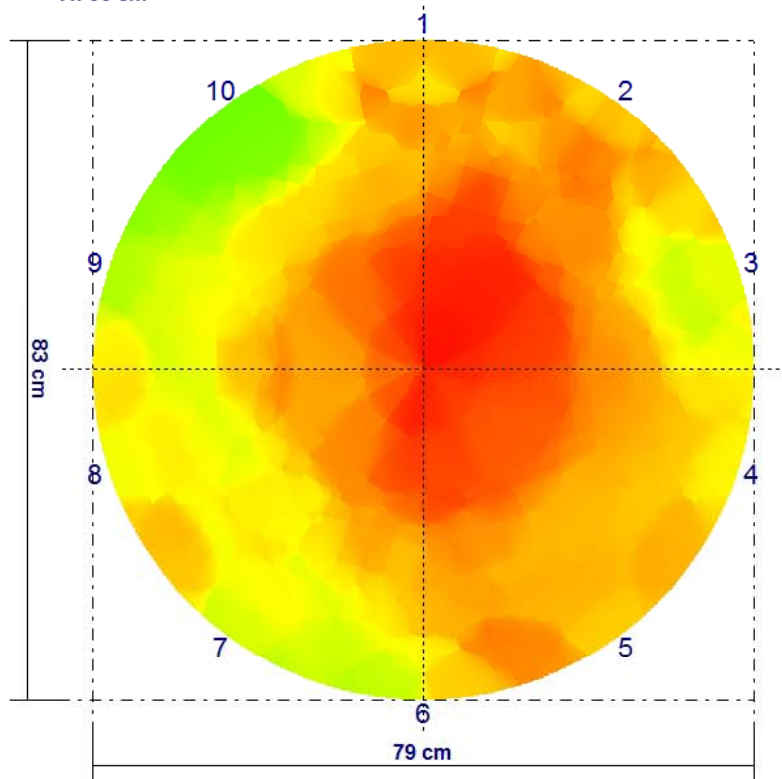




# AKUSTICKÉ TOMOGRAFY

Project:  
Location:

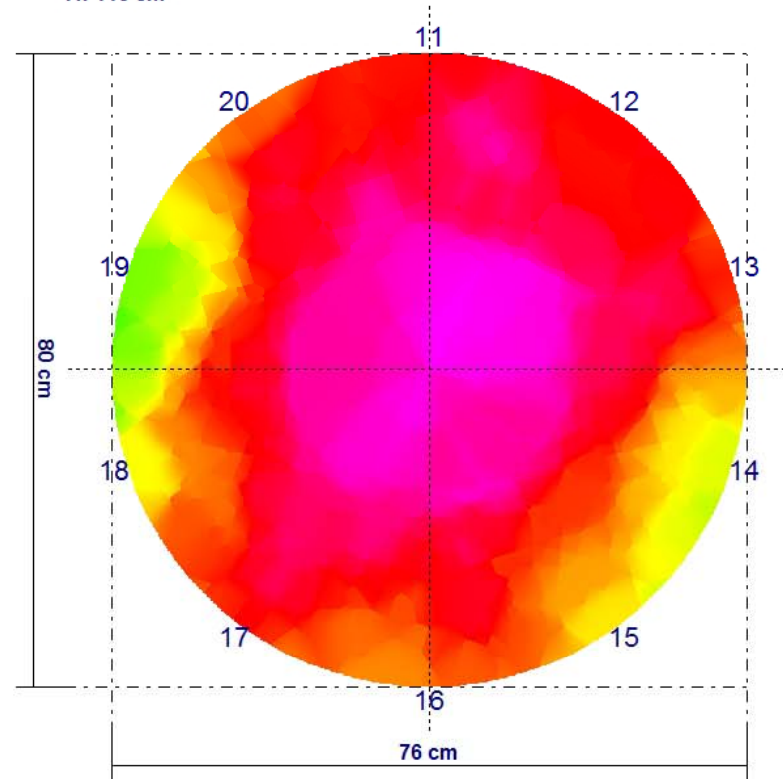
H: 30 cm



Tree:  
Tree species: Aesculus

H: 115 cm

Date: 3.2.2011



2388

1497

m/s

606

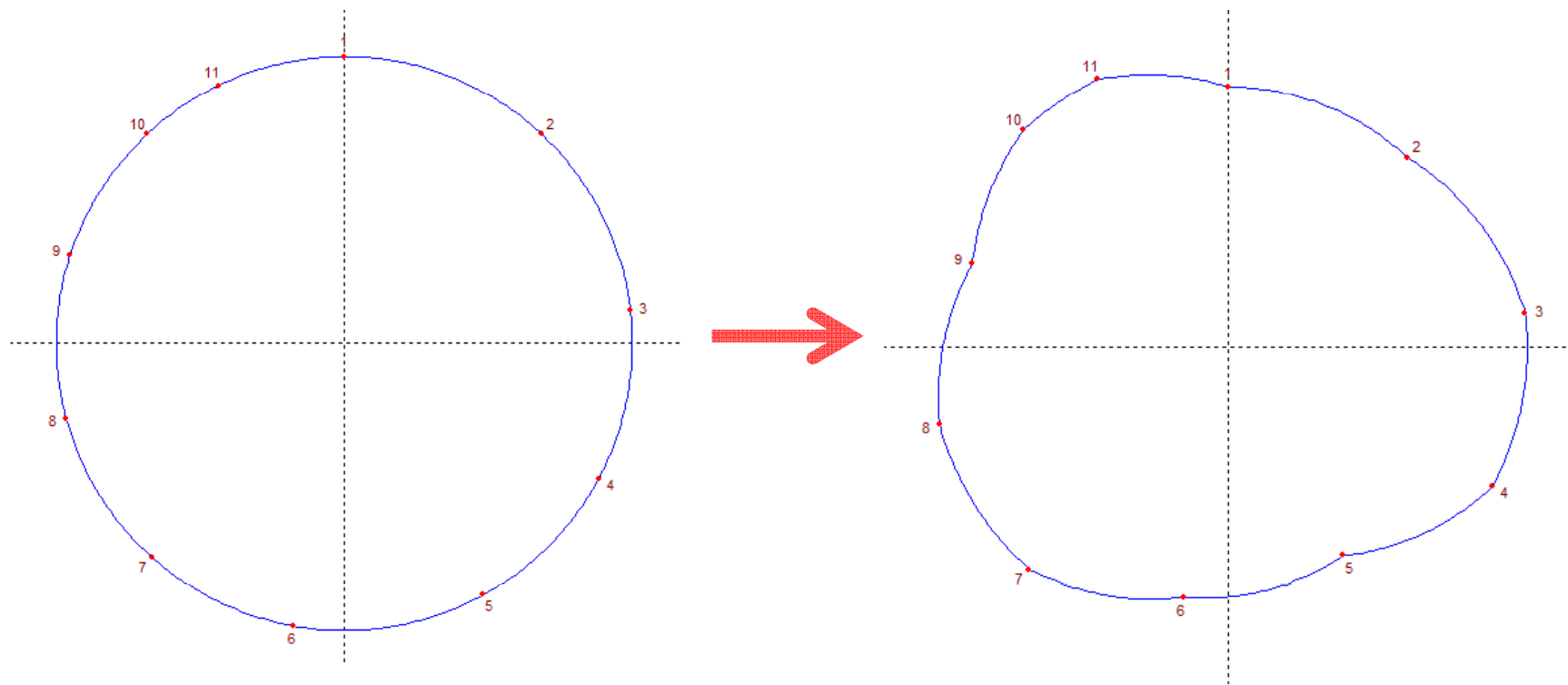




# Měření - příprava



# PC (skutečný tvar kmene)





# Měření - příprava







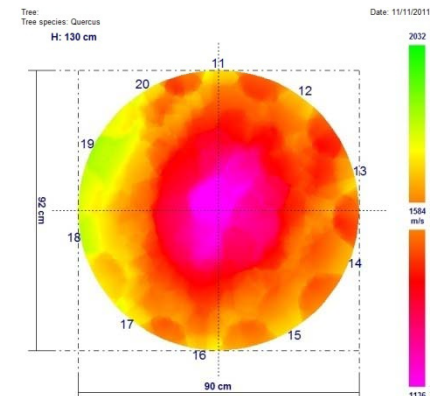
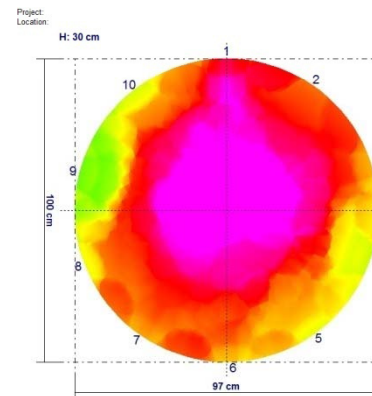
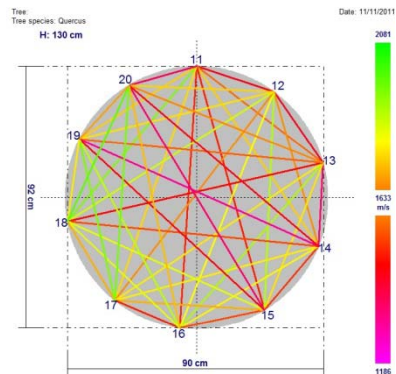
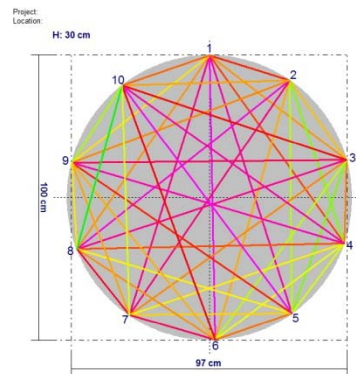






# Zpracování a evaluace naměřených dat

Velocities (m/s):																				
sensors	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		606	1125	1208	1066	1114	1155	1291	1256	1039	1135	1356	1164	937	988	990	1139	1161	1309	1423
2	1030		1162	1382	1457	1457	1338	1075	1276	1193	1312	1179	1902	1285	1090	1118	1070	1470	943	1265
3	1187	807		1107	1296	1419	1401	1285	1220	1145	1201	1446	1472	1405	1346	1041	1055	1005	999	1186
4	1201	895	1030		1024	1230	1355	1343	1245	1114	1120	1329	1989	1422	2003	1796	1181	997	982	1104
5	1118	541	1377	1240		1091	1227	1354	1295	1076	932	1245	1318	1283	1170	1471	1310	1191	1006	983
6	1176	487	1386	1280	986		933	1174	1301	1200	1145	1223	1198	1286	1370	1494	1314	1199	1170	1231
7	1066	474	1311	1319	1110	899		969	1191	1244	929	1258	984	926	1255	1388	1366	1285	1151	1159
8	1206	437	1128	1265	1169	1153	947		1187	1415	1096	1199	986	954	1143	1320	1423	1157	1344	1286
9	1229	479	1076	1167	1126	1258	1191	1134		1191	1164	1177	977	945	994	1241	1329	1534	1458	1430
10	1087	460	1166	1128	1174	1274	1412	1485	1281		1339	1256	1120	979	994	1185	1202	1420	1566	1505
11	1161	753	1192	1153	968	1158	1206	1211	1242	1399		1015	1171	1372	1354	1479	1508	1434	1214	957
12	1345	904	1422	1302	1183	1218	1663	1247	1194	1203	977		1011	1208	1491	1603	1588	1463	1345	1231
13	1139	740	1055	1378	1230	1193	1020	1029	991	930	1070	981		942	1281	1469	1456	1316	1183	1219
14	957	666	1368	1432	1357	1971	1211	1020	1010	983	1217	1193	948		1072	1299	1347	1354	1248	1275
15	986	608	1244	1451	1087	1388	1271	980	1006	982	1204	1387	1241	982		1049	1196	1229	1198	1254
16	1023	499	1100	1796	1399	1508	1858	1681	1574	1051	1422	1586	1497	1288	1090		1051	1228	1389	1457
17	1033	956	1075	1200	1256	1888	1395	1445	2049	1181	1497	1631	1538	1382	1224	1000		1073	1335	1502
18	1010	570	1029	1022	1216	1812	1918	1160	2312	2151	1495	1568	1464	1390	1436	1320	1179		1213	1430
19	1240	663	1012	1003	1008	1145	1925	1409	1536	1500	1239	1315	1369	1284	1306	1470	1427	1223		1156
20	1474	873	971	997	995	1683	1743	1280	1972	1446	939	1249	1285	1198	1359	1480	1538	1419	1125	



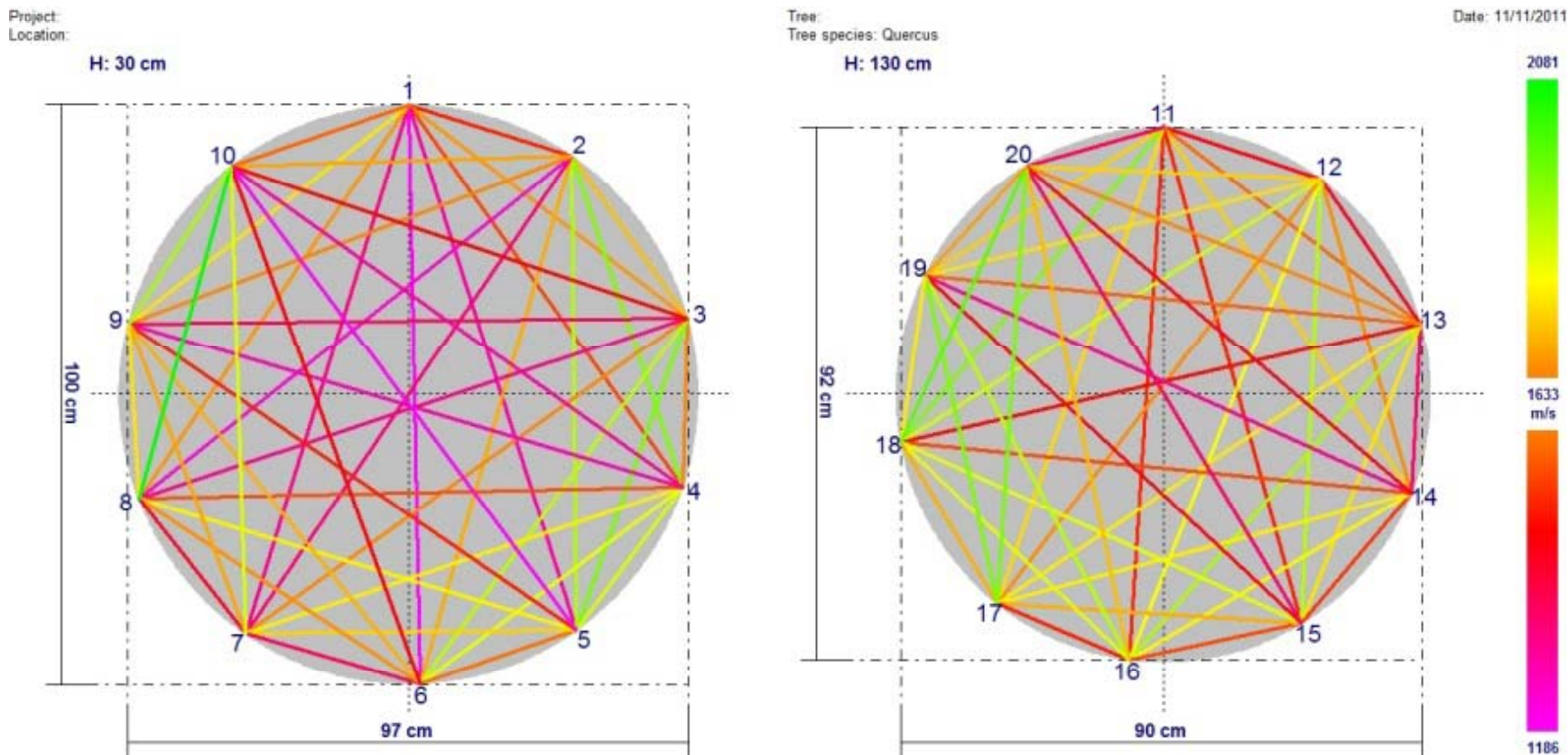
# Zpracování a evaluace naměřených dat

Rychlosti ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) od vyslání impulsů k zachycení impulsů jednotlivými senzory										
Číslo senzoru	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	399	366	474	558	636	722	590	386	202	178
2	235		204	308	386	445	551	824	556	364
3	367	339		183	282	359	485	1294	771	521
4	485	494	192		187	282	414	1053	809	633
5	541	555	270	157		175	332	645	794	693
6	677	680	349	261	178		230	556	783	854
7	784	823	507	421	351	240		277	620	1047
8	594	1195	1019	840	664	544	279		203	437
9	410	949	859	871	880	825	554	222		250
10	214	625	540	648	743	797	762	448	242	

záznam měření rychlostí ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ), rychlosti jsou vypočítány ze vzdáleností jednotlivých senzorů a dob běhu jednotlivých impulsů



# Zpracování a evaluace naměřených dat



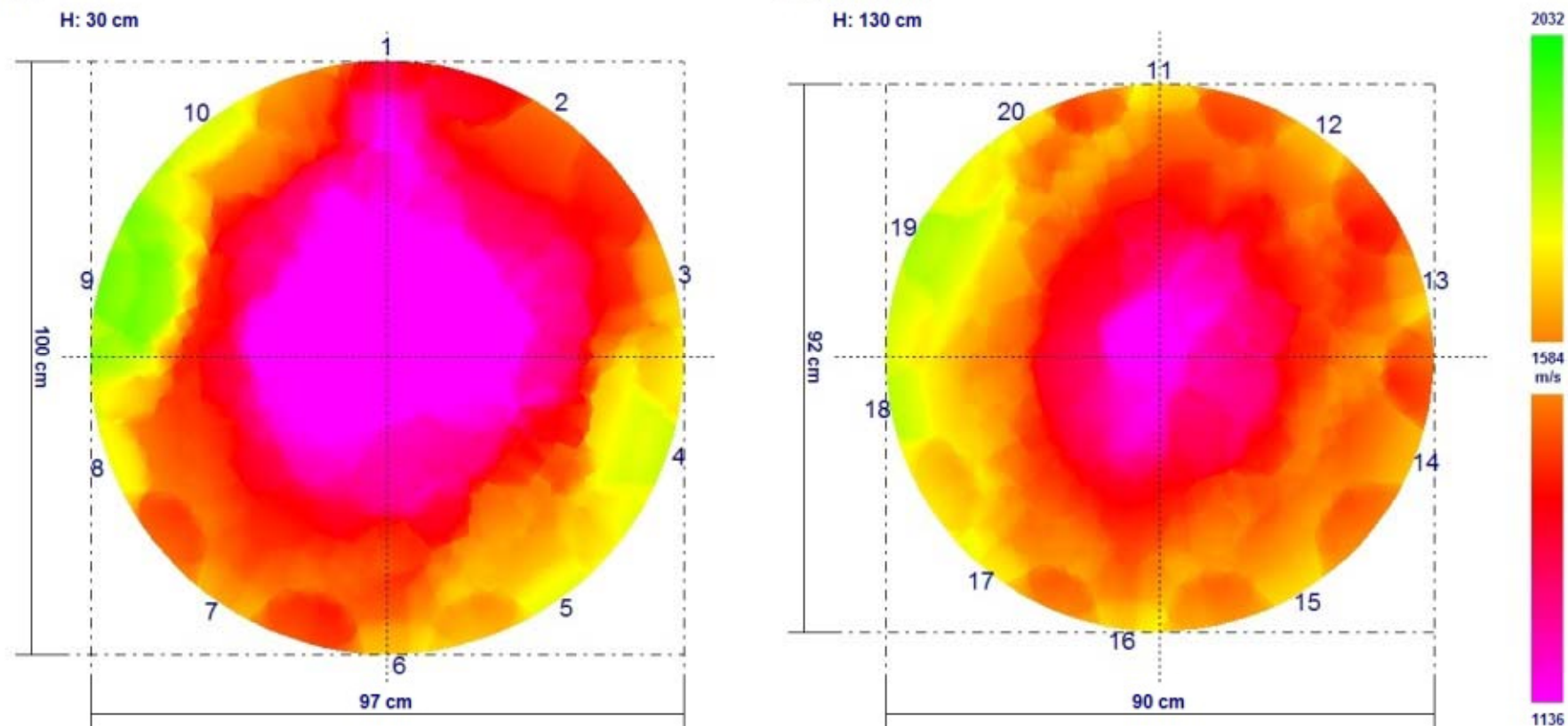
impulsní rychlosti mezi senzory převedené do barevného grafického znázornění

# Zpracování a evaluace naměřených dat

Project:  
Location:

Tree:  
Tree species: Quercus

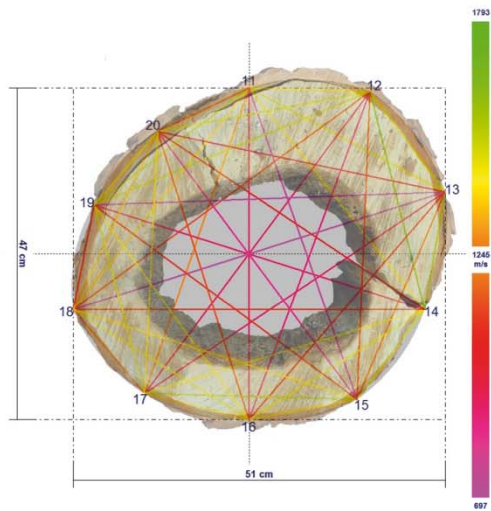
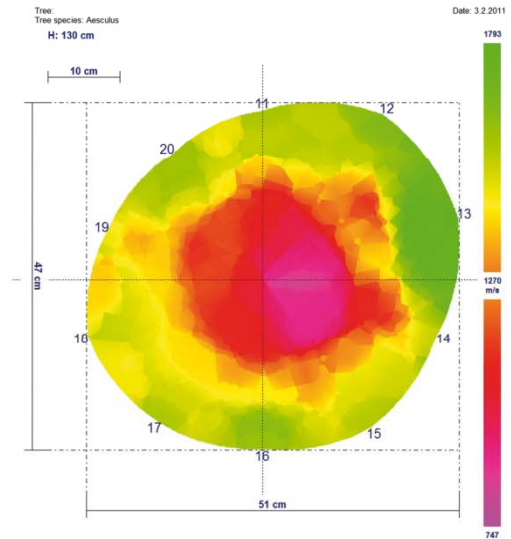
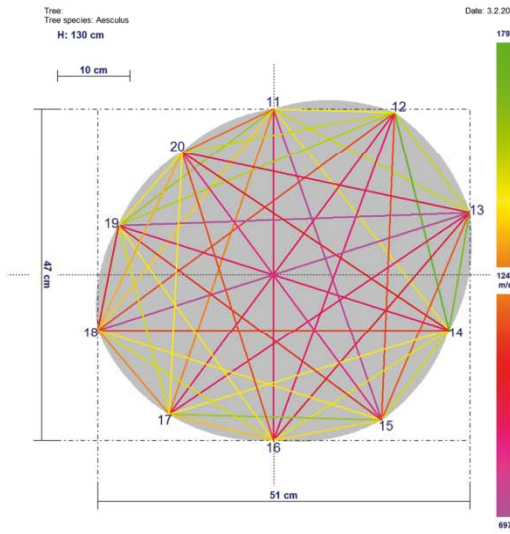
Date: 11/11/2011



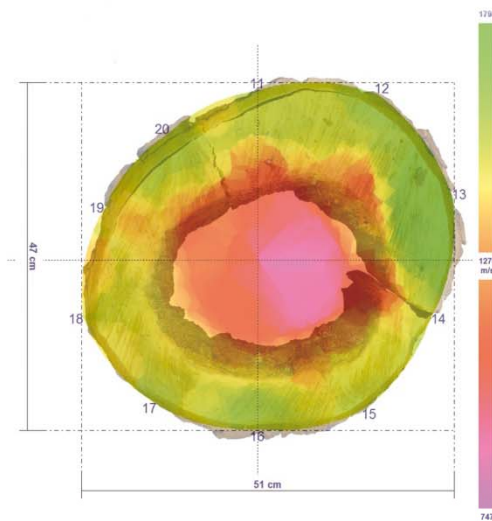
plošný graf (2D model hodnocené partie kmene)



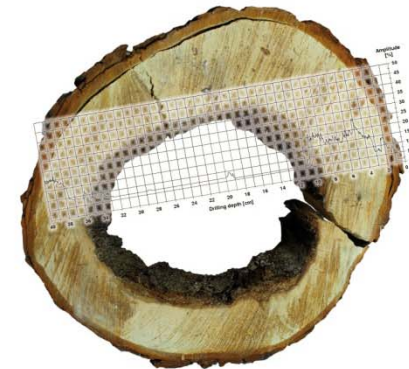
# Evaluace a konfrontace naměřených dat



Cross-section of tree + Arbotom LINES™



Cross-section of tree + Arbotom 20™



Cross-section of tree + Resistograph IML-RESI B™

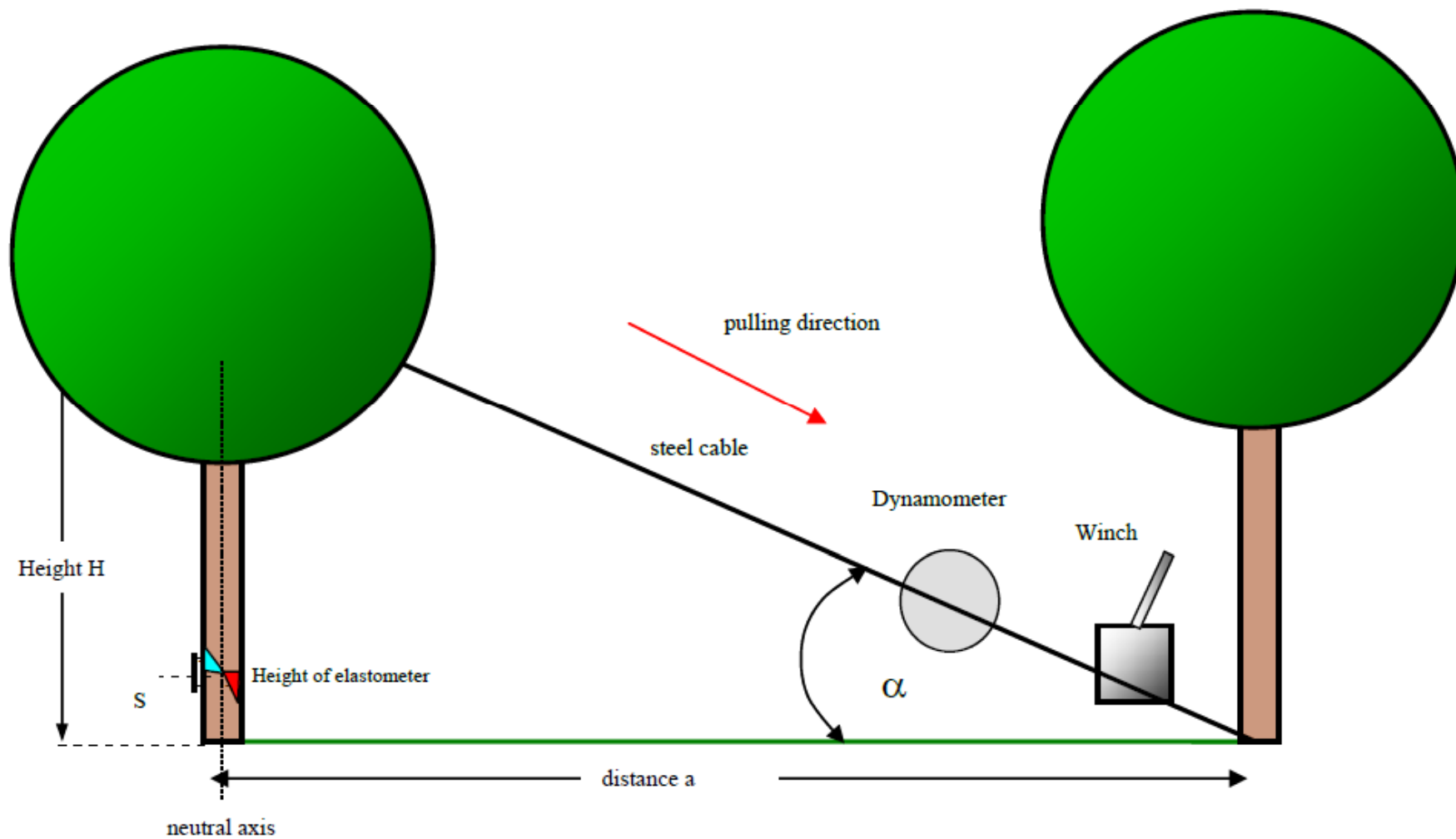
(ŠTEFL, LATTENBERG, SALANCI, 2012, 2013)

# UMĚLÉ ZATÍŽENÍ STROMU -TAHOVÉ ZKOUŠKY

- umělé zatížení (namáhání) stromu a měření jeho reakce na toto zatížení
- měřeny probíhající změny, tedy:
  - destrukce dřevních vláken (odolnost proti zlomu)
  - nebo náklon báze kmene (odolnost proti vývratu)
- následujícím softwarovým zpracováním se předvídá chování těchto hodnocených parametrů při zatížení (rychlosti větru  $32\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )
- porovnáním takto vypočtených údajů s tabulkovými hodnotami (tzv. Stuttgartský katalog –zlom, a s tzv. vývratovou křivkou -vývrat) je stanovena odolnost stromu vůči výše zmíněným způsobům selhání



# UMĚLÉ ZATÍŽENÍ STROMU -TAHOVÉ ZKOUŠKY



(BRUDI, WASSENAER, 2001)

# SPECIÁLNÍ RADARY

- hodnocení kmenů i kořenových systémů stromů
- nejčastěji tzv. ground penetrating radar



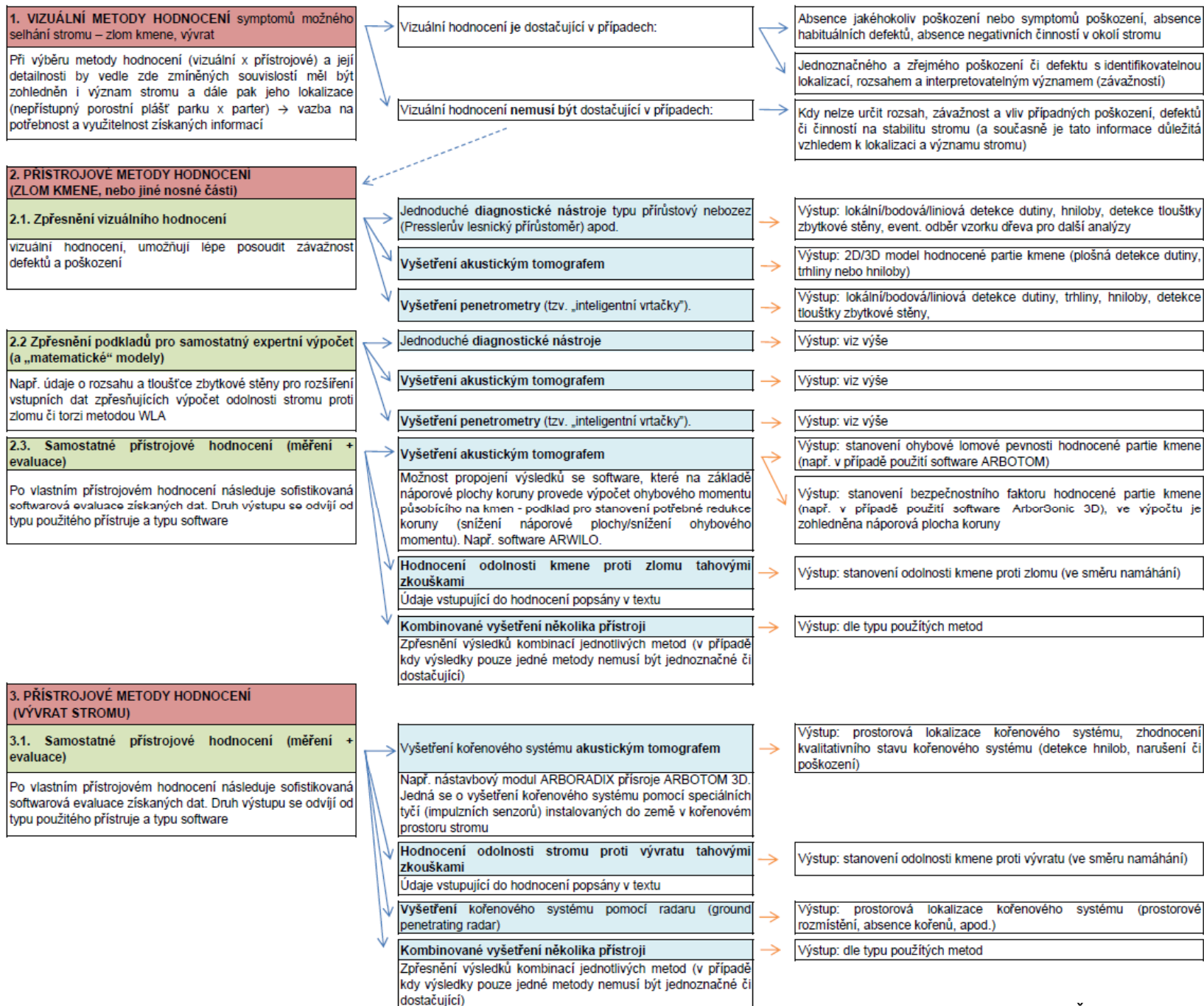
# Využití přístrojových metod - Přehled možností

aneb,

Kdy použít a kdy ne?

Jaký typ metody použít?

Vypovídající hodnota jednotlivých metod?





# Vizuální hodnocení je dostačující v případech

- Absence jakéhokoliv poškození nebo symptomů poškození
- absence habituálních defektů
- absence negativních činností v okolí stromu



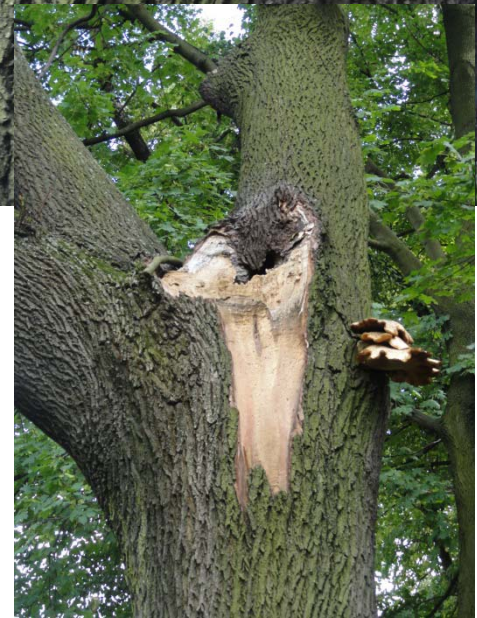


# Vizuální hodnocení je dostačující v případech

- Jednoznačného a zřejmého poškození či defektu s identifikovatelnou lokalizací, rozsahem a interpretovatelným významem (závažností)









# Vizuální hodnocení nemusí být dostačující v případech:

- kdy nelze určit rozsah, **závažnost a vliv** případných poškození, defektů či činností na stabilitu stromu
- a současně je tato informace důležitá vzhledem k **lokalizaci a významu stromu**





# PŘÍSTROJOVÉ METODY HODNOCENÍ

- ZLOM KMENE, nebo jiné nosné části
- VÝVRAT STROMU

# Ukázky hodnocení



# Závěr

- Přístrojové metody se stávají užitečným nástrojem v případech, kdy nelze stanovit stabilitu stromů metodami vizuálními.
- Předložený přehled ukazuje jejich variabilitu a rozsah možných výstupů.
- Data získaná z přístrojového hodnocení by však neměly být jediným zdrojem informací pro rozhodování o další existenci stromu – to je možné až na základě zasazení interpretovaných výstupů hodnocení do kontextu dalších souvislostí:
  - okolí stromu a jeho stanovištních podmínek,
  - provozu a využití konkrétní lokality,
  - fyziologické vitality stromu,
  - druhově podmíněných vlastnostem,
  - pěstebního a kompozičního cíle a dalších.
- Používání výstupů z přístrojového hodnocení bez propojení s předcházejícím by bylo hrubou odbornou chybou.

# POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA

- ŠTEFL, L., LATTENBERG, L., SALANCI, J. Využití přístrojových metod k hodnocení zdravotního stavu stromů. *Zahradnictví*. 2013. sv. XII, č. 1, s. 42--44. ISSN 1213-7596
- ŠTEFL, L. Přístrojové metody hodnocení stability stromů -- přehled možností. *Zahrada, park, krajina*. 2013. sv. XXIII, č. 2, s. 24--27. ISSN 1211-1678.
- ŠTEFL, L., LATTENBERG, L., SALANCI, J. *Interní grantová agentura ZF MENDELU -Závěrečná zpráva k projektu Využití přístrojových metod k hodnocení zdravotního stavu stromů, Registrační číslo 11/2011/591*. 2012. Nepublikováno.
- ŠTEFL, L. Přístrojové metody hodnocení stability stromů. *Inspirace*. 2013. č. 4, s. 14--15.
- PEJCHAL, M. Posuzování biomechanických vlastností stromů jako součást péče o ně I. část. *Zahrada-park-krajina*, 1997, č. 1, s.6-9.
- PEJCHAL, M. Posuzování biomechanických vlastností stromů jako součást péče o ně II. část. *Zahrada-park-krajina*, 1997, č. 2, s.4-6.
- PEJCHAL, M., LEDERER, J. Provozní bezpečnost stromů. *Zahrada-park-krajina*, 1999, mimořádné číslo. s.22-25.
- PRAUS, L. Mechanická stabilita stromů a metody jejího zjišťování. In *Plošné poškození lesů způsobené povětrnostními vlivy*. Kostelec nad Černými lesy: Česká lesnická společnost, 2006, s. 33--41. ISBN 80-02-01838-9.
- KOLAŘÍK, J. a kol. *Péče o dřeviny rostoucí mimo les : 2. díl*. Metodika Českého svazu ochránců přírody č. 6. Vlašim: ČSOP, 3 doplněné vydání. 2010. 696 s.. ISBN 978-80-86327-85-3.
- BRAZEE, N.J. et al. Nondestructive assessment of internal decay in three hardwood species of northeastern North America using sonic and electrical impedance tomography. *Forestry*, 2011, 84 (1), pp. 33--39.
- BRUDI, E, WASSENAER, P.V. Trees and statics: non-destructive failure analysis. In SMILEY, E.T., CODER, K.D. (Eds.) *Tree Structure and Mechanics Conference Proceedings: How Trees Stand Up and Fall Down, 2001, Savannah, Georgia*. International Society of Arboriculture, 2001, pp 53--70.
- BUTNOR, J.R., et al. Detecting defects in conifers with ground penetrating radar: applications and challenges. *Forest Pathology*, 2009, 39, 2009, pp. 309--322
- NICOLOTTI et al. Application and comparison of three tomographic techniques for the detection of decay in trees. *Journal of Arboriculture*, 2003, 29(2), pp. 66--78
- PRAUS, L. Přístrojové metody zjišťování stability stromů. *Zahradnictví*, 2010, 7, pp. 42-45.
- RINN, F., Statische Hinweise im Schall-Tomogramm von Bäumen. *Stadt und Grün*, 2004, 7(4), pp. 41-45.
- WANG et al. *Acoustic tomography for decay detection in red oak trees - Research Paper FPL-RP-642*. Madison, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2007. 7 p.
- WASSENAER, P.V., RICHARDSON, M. A review of tree risk assessment using minimally invasive technologies and two case studies. *Arboricultural Journal*, 2009, 32(4), pp. 275--292
- Stránky: [www.resistograph.ru](http://www.resistograph.ru), [www.treemaintenance.co.uk](http://www.treemaintenance.co.uk), [www.arbtalk.co.uk](http://www.arbtalk.co.uk), [www.fakopp.com](http://www.fakopp.com), [www.ufis.ca](http://www.ufis.ca), [www.sv-siegert.de](http://www.sv-siegert.de), [www.treeradar.com](http://www.treeradar.com), [www.wla.cz](http://www.wla.cz), [www.rinntech.de](http://www.rinntech.de), [www.gruenbau-bauroth.de](http://www.gruenbau-bauroth.de),