

MOŻLIWOŚCI I OGRANICZENIA DIAGNOZOWANIA INSTRUMENTALNEGO W BADANIACH STATYKI DRZEW – CZĘŚĆ 1

Marzena Suchocka^{1*}, Marcin Kolasiński²

¹ Katedra Architektury Krajobrazu, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 161, 02-787 Warszawa

² Katedra Dendrologii, Sadownictwa i Szkółkarstwa, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

* Autor do korespondencji: marzena.suchocka@interia.pl

STRESZCZENIE

Wśród urzędników samorządów lokalnych odpowiedzialnych za zieleń, szerokiego grona społeczeństwa, a nawet wśród osób zawodowo zajmujących się drzewami, krąży często sprzeczne opinie na temat wykorzystania do ich diagnostyki nowoczesnych technologii. Znajomość możliwości ich stosowania ma kluczowe znaczenie w podejmowaniu decyzji dotyczących drzew dojrzałych i sędziwych. Praca powstała w oparciu o wieloletnie doświadczenie autorów w diagnostyce drzew. Została poparta przykładami z praktyki a także zaprezentowano badania i opinie najlepszych specjalistów w tej dziedzinie na świecie. Każde urządzenie ma swoje mocne i słabe strony. Umiejętność jego zastosowania bez właściwej interpretacji uzyskanych wyników może prowadzić do błędnych wniosków a tym samym podejmowanych decyzji. W artykule omówiono stosowanie prostych sprzętów diagnostycznych. Diagnostyka instrumentalna wspomaga prawidłową ocenę drzew lecz wymaga dużej wiedzy i doświadczenia w interpretacji uzyskanych wyników.

Słowa kluczowe: świder przyrostowy, sonda arborystyczna, młotek elektryczny, shigometr, rezystograf, VTA

OPPORTUNITIES AND LIMITATIONS OF INSTRUMENTAL DIAGNOSIS IN TREES STATICS ASSESSMENT – PART 1

ABSTRACT

Among the officials of local governments responsible for urban forest, a wide range of society, and even among people professionally dealing with trees, there are often conflicting opinions about the use of modern technology for their diagnosis. Knowledge of its applicability is crucial in making decisions about mature and aged trees. The work was based on many years of experience of the authors in the diagnosis of trees. It was supported by examples from practice and also presented research and opinions of the best specialists in this field in the world. Each device has its strengths and weaknesses. The ability to use it without proper interpretation of the obtained results may lead to wrong conclusions and thus the decisions made. The use of simple diagnostic equipment has been discussed. Instrumental diagnosis supports the correct assessment of trees, but requires a sufficient knowledge and experience in interpreting obtained results.

Keywords: incremental drill, arborist probe, electric hammer, shigometer, resistograph, VTA

WSTĘP

W diagnostyce drzew wykorzystuje się różne urządzenia – od bardzo prostych począwszy a na skomplikowanych kończąc [Hayes 2002]. Poniżej przedstawiono krótki opis tych urządzeń.

Świder przyrostowy zwany również świdrem Presslera to narzędzie służące do określania wie-

ku drzew oraz wielkości przyrostów rocznych, na podstawie wywierconej liczby słoii, stopnia zgnilizny czy łamliwości. Następnie pobrane próbki badane są przy użyciu fractometru. Mierzona jest np. wytrzymałość drewna na ściskanie, pomiar siły i kąta łamania drewna, wynik odczytuje się w MPa. Następnie zestawia się go z opracowaną przez autorów tabelą klasyfikacyjną [Mattheck

i in. 1995]. Obecnie specjaliści odchodzą od tej metody ze względu na dużą inwazyjność. Dodatkowym minusem są częste utrudnienia przy pobieraniu próbek materiału (klinowanie się narzędzia, miażdżenie lub zniekształcenie pobieranych próbek drewna) oraz dostęp do nowszych technologii. Jego atutem natomiast jest niski koszt urządzenia oraz pobierania próbki.

Sonda arborystyczna jest to podstawowe narzędzie używane przez arborystów służące do podstawowej diagnostyki drzew, wspomagające badania metod wizualnych. Sonda pozwala na orientacyjne zlokalizowanie przebiegu zgnilizny pnia czy korzeni, ułatwia podjęcie decyzji co do zakresu dalszych badań sprzętem specjalistycznym. Podczas badania doświadczony specjalista jest w stanie określić czy w korzeniach występuje biała zgnilizna. Skonstruowana jest z ona z długiego, wytrzymałego i giętkiego pręta lekko zaostrzonego na końcu, przymocowanego do drewnianej rączki (rys. 1).

Młotek elektryczny (Electronic Hammer) jest narzędziem, które pozwala na ocenę stanu zdrowotnego drzewa, pod kątem statyki pnia. Działanie urządzenia polega na pomiarze czasu rozprzestrzeniania się fali uderzeniowej generowanej przez uderzenie młotka w czujnik początkowy. Mierzony czas rozchodzenia fali porównuje się następnie z czasem rozchodzenia się fal w zdrowym drewnie [Wang i in. 2004].

Shigometr skonstruowany został przez Shigo A.L. w latach 70 XX w., pozwala on na dokonanie oceny żywotności, stopnia zgnilizny czy

kruchości drewna na podstawie analizy zmiany przewodności elektrycznej rejestrowanej jako zmienny opór. Próba polega na wbiciu w pień drzewa elektrod między którymi przepływa prąd zmienny, w zależności od stopnia zgnilizny drewna opór się zmienia, a jego zmiany rejestrowane są w urządzeniu, a następnie analizowane przez specjalistę. Shigometr może być stosowany do oceny rozległości ubytków wgłębnych, jednak stopniowo został zastąpiony przez narzędzie zwane Condiometr [Szewczyk 2012]

Rezystograf oporowy pozwala na badanie stanu drewna, nie tylko w odniesieniu do żywych drzew, ale również w przypadku drewna konstrukcyjnego i zabytkowego. Najważniejszą częścią urządzenia jest igła o grubości 3 mm, która wkręcana jest w drewno z prędkością 10–45 cm na minutę. Największa głębokość pomiaru wynosi 1000 mm. W przypadku stosowania rezystografu, wiertło o średnicy 1,5 mm, o wierchołku szerokości 3 mm, wwierca się ze stałą siłą w drewno, a opór rejestrowany jest na tzw. dendrogramie, stanowiącym taśmę, na której dokonywany jest wydruk wykresu zazwyczaj o długości do 50 cm, pokazujący w rzeczywistej skali, stopień degradacji drewna wewnątrz pnia drzewa. Dane z rezystografu opracowywane są w specjalistycznym oprogramowaniu i w połączeniu z wiedzą dotyczącą modelu CODIT, pozwalają na dokładną interpretację stopnia rozkładu drewna, lokalizacji i zasięgu rozkładu oraz obecności lub braku bariery kompartmentacyjnej [Johnstone i in. 2002, Shigo 1979].



Rys. 1. Sonda arborystyczna (fot. M. Suchocka)

MATERIAŁ I METODY

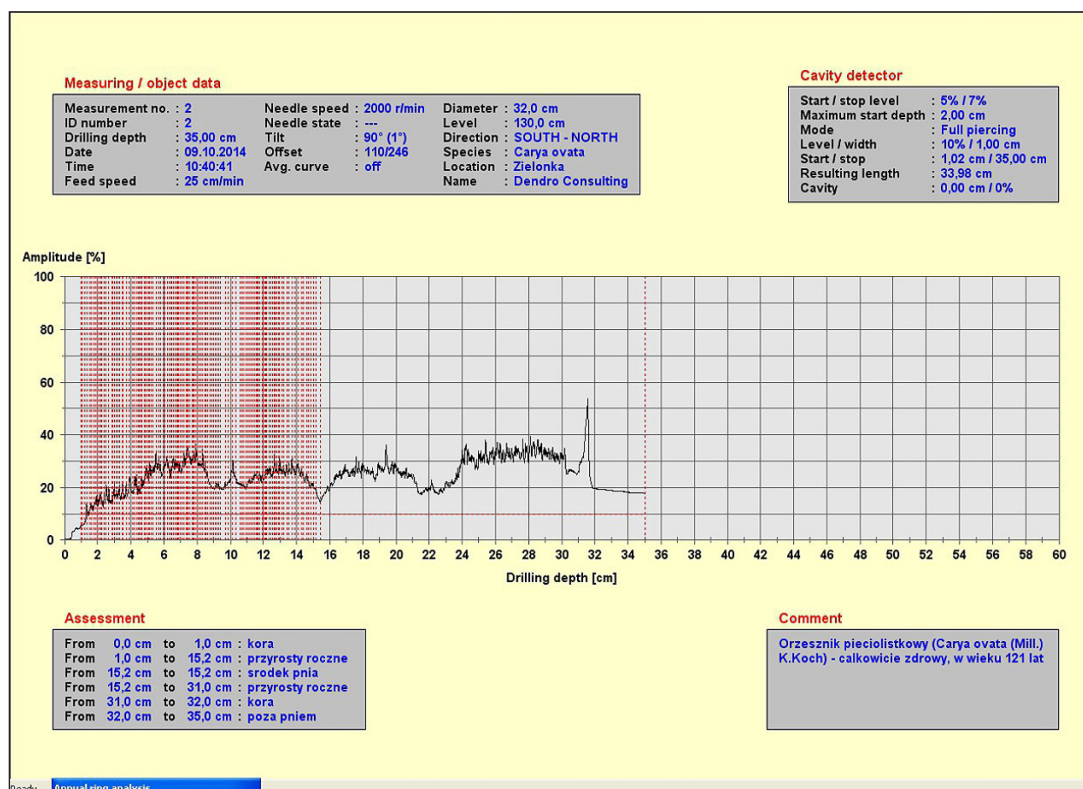
W artykule skupiono się na zagadnieniu w jakim stopniu narzędzia i metody diagnostyczne przydatne są do celów zarządzania drzewostanem miejskim. W tym celu przedstawiono sposoby oceny instrumentalnej stosowane jako narzędzia diagnostyczne wspomagające prawidłową ocenę statyki drzew. Przedstawiono ich zalety oraz ograniczenia. Wskazano na błędy w interpretacji współczynnika t/R w metodzie VTA. Dla wybranych metod zaprezentowano uzyskane wyniki w odniesieniu do realnych przypadków drzew i wykazano skutki prawidłowej i błędnej ich interpretacji.

WYNIKI

Na potrzeby metody VTA przeprowadzono wiele badań, które miały na celu określenie progów niebezpiecznej utraty wytrzymałości mechanicznej pnia drzewa [Niklas 1992]. Efektem tych badań jest próba określenia krytycznej wartości współczynnika t/R , to jest stosunku grubości zdrowego drewna (t) do promienia pnia drzewa (R), z wyłączeniem kory. Jak wynika z badań, stosunek t/R mniejszy niż 0,3 przy zamkniętych ubytkach, czyli takich gdzie rana została zalana

kallusem, dla drzew o pełnej koronie powoduje znaczące zwiększenie ryzyka złamania drzewa [Hayes 2002a, Kane i in. 2001]. Autorzy różnią się w ocenie progu krytycznego [Coder 1996, Smiley i Fredrich 1993, Matheck i Brelorer 1994 za Kane], jednak ogólnie utrata tkanek powyżej 30% wewnątrz pnia drzewa, uznawana była za zagrażającą, przy czym Smiley i Fredrich 1993, uważają nawet niższe wartości utraty tkanek, tj. w granicach 20 do 30% za zagrażające w przypadku występowania zgnilizny i dziupli. Coder [1996] natomiast stwierdza, iż należy zachować ostrożność w ocenie jego statyki od 20 do 42% utraty tkanek drzewa. Wszyscy wymienieni autorzy podkreślali wątpliwości dotyczące stosowania wskaźnika t/R do oceny prawdopodobieństwa złamania pnia.

Rezystograf. Pomiar polega na przekazywaniu przez czujniki oporu powstałego podczas nawiercania do urządzenia elektronicznego, dane są następnie przenoszone w formie wydruku na przenośnej drukarce dając obraz w rzeczywistej skali. Dodatkowym atutem jest zapisywanie danych o obrazie w pamięci urządzenia z możliwością eksportowania ich do innego komputera. Otrzymany obraz pozwala na analizę i ocenę stanu wypróchnienia drewna. Przy użyciu tego urządzenia możliwe jest także podanie dokładnego wieku drzewa (rys. 2).



Rys. 2. Badanie wieku orzesznika pięciolistkowego

Otwór tworzony przez wiertło zasklepiany jest upakowanymi wiórami. Udowodniono, że w zawiązku z podwyższoną temperaturą panującą w trakcie wiercenia nie jest możliwe przeniesienie patogenu (np. strzępek pasożytniczego grzyba) na inne drzewa [Schwarze i in. 1997]. W badaniach możliwości zainfekowania włóknouszka szczotkowego w przypadku odwiertu świdrem Presera, czy przy badaniach rezystografem nie stwierdzono infekcji grzybowej [Kersten i Schwarze 2008]. W bezpośrednim sąsiedztwie rany zaobserwowano wprawdzie przebarwienia, zakłada się jednak że prawdopodobnie zostały spowodowane zakłóceniami ruchu wody i tlenu. Mimo, iż w trakcie prowadzonych badań, w strefie przebarwień znajdowano strzępki patogenu przemieszczającego się z wewnętrznych zainfekowanych partiach pnia, jednakże stwierdzono, że strzępki znalezione wokół ran były gatunkiem grzybów zwanych pionierami, które są niezdolne do rozkładu ścian komórkowych [Kersten i Schwarze 2008, Schwarze 2008]. Strefa przebarwień jest odgradzana w takim przypadku na swej granicy barierą kompartmentacyjną. Badania brzozy, kasztanowca i lipy wykazały znacznie zwiększoną ilość substancji wysycających, takich jak fenole, w sąsiedztwie ran. Wysycenie substancjami towarzyszącymi czasowo zwalnia-

ło szybkość rozkładu perenchymy, która mogła dalej pracować nad zwiększaniem ilości substancji ochronnych w komórkach [Dujesiefken i in. 1999]. Z wymienionych powodów badanie rezystografem uważane jest za zabieg powodujący nieznaczny efekt kolateralny, czyli niekorzystny, przy wszystkich korzyściach płynących z zastosowania narzędzia. W metodzie VTA najczęściej używanym sprzętem pozwalającym na jednoznaczne określenie rozkładu wewnątrz pnia drzewa jest rezystograf [Denise i in. 2002].

DYSKUSJA

Która metoda jest najlepsza? Wydaje się, że istotą sprawy jest rozwiązanie problemu czyli diagnoza stanu drzewa. Przykładowo wiąz na rys. 3. i 4. jest drzewem z wieloma problemami. Wierzchołek korony drzewa jest osłabiony a konary powiązane. Nasada dwóch konkurencyjnych przewodników posiada rozległe pęknięcie. Pnie te są związane od wielu lat sztywnymi, przewiertowymi śrubami. Badanie jakim sprzętem w tym przypadku da najlepszy wynik? W przypadku licznych metalowych wiązań wewnątrz pnia drzewa nie jest możliwe zastosowanie testu obciążeniowego podobnie jak tomografu. Użycie tomografu



Rys. 3. Przerzedzona korona wiązu (fot. M. Suchocka)



Rys. 4. Nasada korony od strony północnej z pęknięciem w odziomku (fot. M. Suchocka)

uniemożliwia również budowa pnia – zrosnięte przewodniki z pęknięciem. Jedynym skutecznym urządzeniem w tym przypadku jest rezystograf – wynik badania to grubość ścianki zdrowego drewna, badanie za rok wykaże czy grubość ścianki się zmniejsza (grzyb rozkłada drewno) czy zwiększa (pień żywotnego drzewa przyrasta), co umożliwi postawienie diagnozy i decyzję dotyczącą zakresu zabiegów i przyszłości drzewa.

Jednak w przypadku stosowania rezystografu występował problem ze stosowaniem współczynnika t/R. Nie ma on zastosowania do drzew o średnicach pni większych niż 90 cm. W przypadku takich dużych drzew proporcja drzew stojących do złamanych jest w najlepszym wypadku 1:1. W związku z tym, że formuła stosuje się w zasadzie do uwarunkowań związanych z pustą kolumną, nie jest wiadomo, jakie wartości współczynnika t/R mogą mieć zastosowanie do innych części drzewa. Jak również wspomniano poza t/R należy uwzględnić inne uwarunkowania – wysokość drzewa, ekspozycja na wiatr, gatunek. Nie jest możliwe uwzględnienie uwarunkowań dotyczących tych zmiennych we współczynniku t/R [Bond 2006]. Wszystkie te czynniki spowodowały, że współczynnik t/R nie jest już obecnie stosowany w praktyce, szczególnie, że wyniki wskazujące na ryzyko w przypadku drzew o średnicy powyżej 90 cm, weryfikowane innymi metodami nie znajdowały potwierdzenia. Natomiast możliwość precyzyjnego sprawdzenia grubości ścianki zdrowego drewna z użyciem rezystografu jest bardzo istotna i często niezbędna dla potrzeb monitorowania statyki drzewa.

PODSUMOWANIE

Badanie instrumentalne drzew wspomaga proces oceny drzew pod kątem bezpieczeństwa. W wielu przypadkach istnieją jednak obiektywne przeciwskazania do przeprowadzania instrumentalnych metod oceny drzew. Interpretacji uzyskanych wyników w badaniach zaawansowanych powinni dokonywać fachowcy w tej dziedzinie.

Część metod badawczych służy do określenia aktualnego stanu drzewa (np. sonda arborystyczna), inne mogą być wykorzystywane do wieloletniego monitoringu pozwalającego na określenie poprawy lub pogorszenia statyki drzew (rezystograf). Zastosowanie jednej metody badań często jest niewystarczające dla pełnej diagnostyki drzew.

LITERATURA

1. Bond J. 2006. Foundations of tree risk analysis: Use of the t/R ratio to Evaluate Trunk Failure Potential 31, *Arborist News ISA* http://www.itreetools.org/academy_spring2007/AN_Inventory_PartI.pdf, [dostęp: 03.04.16].
2. Coder K.D. 1996. *Construction Damage Assessment Trees and Sites*. University of Georgia.
3. Dujesiefken D., Rhaesa A., Eckstein D., Stobbe H. 1999. Tree wound reactions of differently treated boreholes *Journal of Arboriculture*, 25(3), pp. 113.
4. Hayes E. 2002a. *Evaluating Tree Defects A Field Guide*. 2-nd ed. Safe trees, LLC Rochester, 24-29.
5. Hayes E. 2002. *Tree Risk Assessment & Tree Mechanics*, *Arborist News*, 11(6), 33-39.
6. Johnstone D.M., Ades P.K., Moore M.G., Ian W. 2002. Predicting Wood Decay in Eucalypts Using an Expert System and the IML-Resistograph Drill Smith. *Journal of Arboriculture*.
7. Kane B., Ryan D., Bloniarz D.V. 2001. Comparing formula that assess strength loss due to decay In trees. *Journal of Arboriculture*, 27(2), 78-84.
8. Kersten W., Schwarze F.W.M.R. 2008. Development of decay in the sapwood of trees wounded by the use of decaydetecting devices institut für angewandte baumpathologie, Freiburg, Germany.
9. Mattheck C.G., Breloer H., Bethge K.A., Albrecht W.A., Zipce A.W., 1995. Use of the Fractometer to determine the strength of wood with incipient decay. *Journal of Arboriculture*, 21, 105–112.
10. Niklas K. 1992. *Plant Biomechanics: An Engineering Approach to Plant Form and Function*. University of Chicago Press, Chicago, IL. pp. 622.
11. Schwarze F.W.M.R., Engels J., Mattheck C. 1997. *Fungal Strategies of Wood Decay in Trees*. Springer Verlag Berlin, Heilderberg.
12. Schwarze F.W.M.R. 2008. *Diagnosis and Prognosis of the Development of Wood Decay in Urban Trees*. ENSPEC Pty Ltd.
13. Shigo A. 1979. *Modern arboriculture: A systems approach to the care of trees and their associates*. Shigo and Trees Associates LLC., New Hampshire.
14. Smiley E.T., Fraedrich B.R., 1993. *Hazardous Tree Evaluation and Management*. Bartlett Tree Research Laboratories. Charlotte, NC., 36.
15. Wang Xiping, Divos F., Pilon C., Brashaw B.K., Ross R.J., Pellerin R.F. 2004. Assessment of decay in standing timber using stress wave timing nondestructive evaluation tools: a guide for use and interpretation. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-147. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.