

Tomografia drzew

Keywords: geometria analityczna, geometria płaszczyzny, czworokąt

Znajomość stanu zdrowotnego drzewa jest ważna, na przykład w parkach miejskich, gdzie bezpieczeństwo publiczne ma znaczenie. Inspekcje koncentrują się głównie na starszych drzewach, ponieważ istnieje większe prawdopodobieństwo, że są one niezdrowe. Pień uszkodzonego lub chorego drzewa może złamać się przy silnym wietrze, powodując obrażenia lub szkody materialne. Podobnie właściciele mniejszych nieruchomości mogą mieć stare drzewo w pobliżu swojego domu i nie chcą ryzykować jego upadku i uszkodzenia, na przykład dachu.

Stan zdrowia drzewa może zostać oceniony przez arborystę, który sprawdza, czy drzewo dobrze się rozwija, czy też zaczyna usychać. Arborysta szuka grzybów rozkładających drewno wokół pnia, a także obszarów, które są widocznie uszkodzone. Jego obserwacje mogą być poparte użyciem tomografu drzewa lub testu ciągnięcia. Na podstawie ustaleń arborysta może zasugerować różne środki bezpieczeństwa takie jak przycinanie gałęzi w koronie, aby zmniejszyć obciążenie pnia podczas silnych wiatrów.

Typowe nieinwazyjne metody oceny stanu drzewa obejmują test ciągnięcia i tomografię akustyczną przy użyciu tomografu. Stan zdrowia drzewa może zostać oceniony przez arborystę, który sprawdza, czy drzewo dobrze się rozwija, czy też zaczyna usychać.

Test ciągnięcia

Test ten polega na pomiarze reakcji drzewa, gdy jego pień jest lekko przechylony. W praktyce lina jest przywiązywana do pnia na pewnej wysokości i ciągnięta. Czujniki umieszczone u podstawy pnia rejestrują wynikową reakcję. Arborysta porównuje wyniki ze znanymi wzorcami reakcji dla różnych gatunków drzew, aby ocenić konkretny przypadek. Celem jest określenie stanu systemu korzeniowego drzewa i określenie, czy pień jest zagrożony złamaniem. Metoda ta jest stosunkowo kosztowna. Pomiar trwa dość długo, a także wymaga od wspinacza przywiązania liny do drzewa, a następnie jej usunięcia. Z tych powodów metoda ta jest obecnie rzadziej stosowana i została w dużej mierze zastąpiona przez tomografię drzew.

Tomografia drzew

Tomograf drzewa działa na zasadzie transmisji dźwięku. Czujniki z małymi są umieszczone wokół pnia na pewnej wysokości. Kolce są delikatnie wbijane przez korę do drewna. Są one zawsze wprowadzane do aktywnej tkanki drzewa, gdzie regeneracja jest szybka. W ten sposób drzewo nie jest uszkodzane przez procedurę.



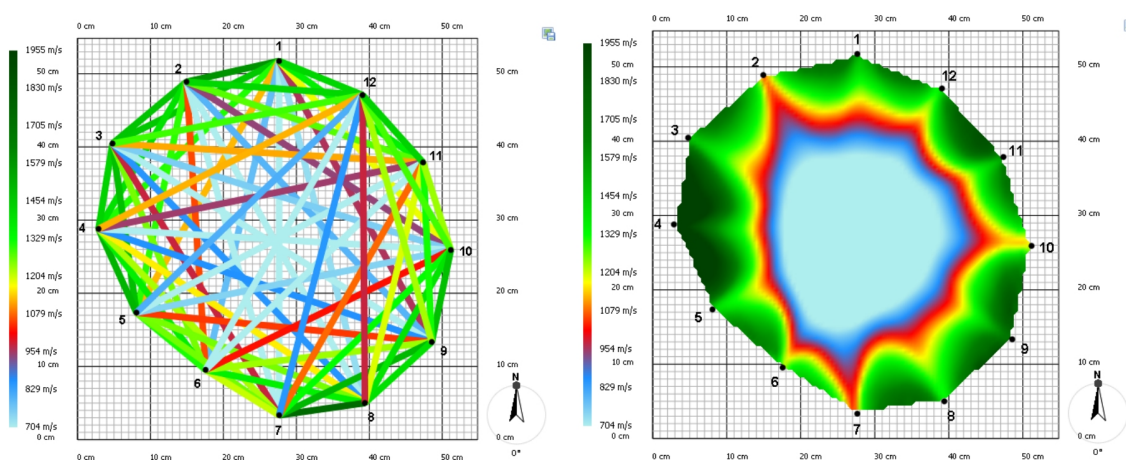
Rysunek 1: Tree assessment in the Valdštejn Lime Alley in Jičín – the longest lime tree avenue in Europe

Następnie arborysta delikatnie uderza w każdy czujnik małym młotkiem. W tym czasie system mierzy, jak szybko sygnał dźwiękowy przemieszcza się do innych czujników. Dźwięk przemieszcza się szybko przez zdrowe drewno, ale zwalnia, gdy przechodzi przez wewnętrzne wady. Porównując zmierzone wartości z danymi referencyjnymi, możliwe jest wczesne wykrycie problemów, takich jak ubytki wewnątrz drzewa.

Zmierzone prędkości transmisji dźwięku można wykorzystać do utworzenia tak zwanego wykresu prędkości (patrz rysunek 3). Kolor odcinków linii łączących poszczególne punkty jest ważny - wskazuje prędkość, z jaką sygnał dźwiękowy przemieszczał się z jednego punktu do drugiego. Następnie program komputerowy wykorzystuje te zmierzone prędkości do wygenerowania wyniku zwanego tomogramem. Jest to dwuwymiarowy obraz przedstawiający strefy o różnych właściwościach transmisji dźwięku.



Rysunek 2: Cross-section of the tree being measured



Rysunek 3: Velocity graph and resulting tomogram of a trunk with a cavity

Aby ocenić stan drzewa, arborysta nie mierzy tylko jednego przekroju, ale kilka - koncentrując się na widocznie uszkodzonych obszarach pnia. Na podstawie wszystkich zebranych informacji, arborysta tworzy

przegląd ogólnego stanu zdrowia drzewa.

Obecność ubytku w pniu nie musi oznaczać poważnego problemu, o ile zewnętrzna część pnia pozostaje zdrowa. Nie jest możliwe dokładne określenie ile zdrowego drewna musi otaczać ubytek - zależy to od rodzaju drewna, wieku drzewa i średnicy pnia. Zasada jest podobna do stalowej rury, która pozostaje mocna, nawet jeśli jest pusta, o ile materiał jest nienaruszony wokół zewnętrznej krawędzi. Istnieje kilka wytycznych. Jedna z nich mówi, że jest to dopuszczalne, jeśli jedna trzecia przekroju poprzecznego pnia jest zdrowa. Inna sugeruje, że w przypadku bardzo starych drzew, nawet 3-centymetrowy pierścień zdrowego drewna wokół obwodu może być wystarczający.

Tomograf drzewa może być wykorzystany do dość dokładnej oceny stanu systemu korzeniowego. Pomiar są wykonywane bezpośrednio na poziomie gruntu, a następnie w kilku wyższych punktach wzdłuż pnia. Jeśli wyniki pokazują, że zgnilizna rozprzestrzeniła się w górę od podstawy pnia, prawdopodobnie korzenie są również uszkodzone.

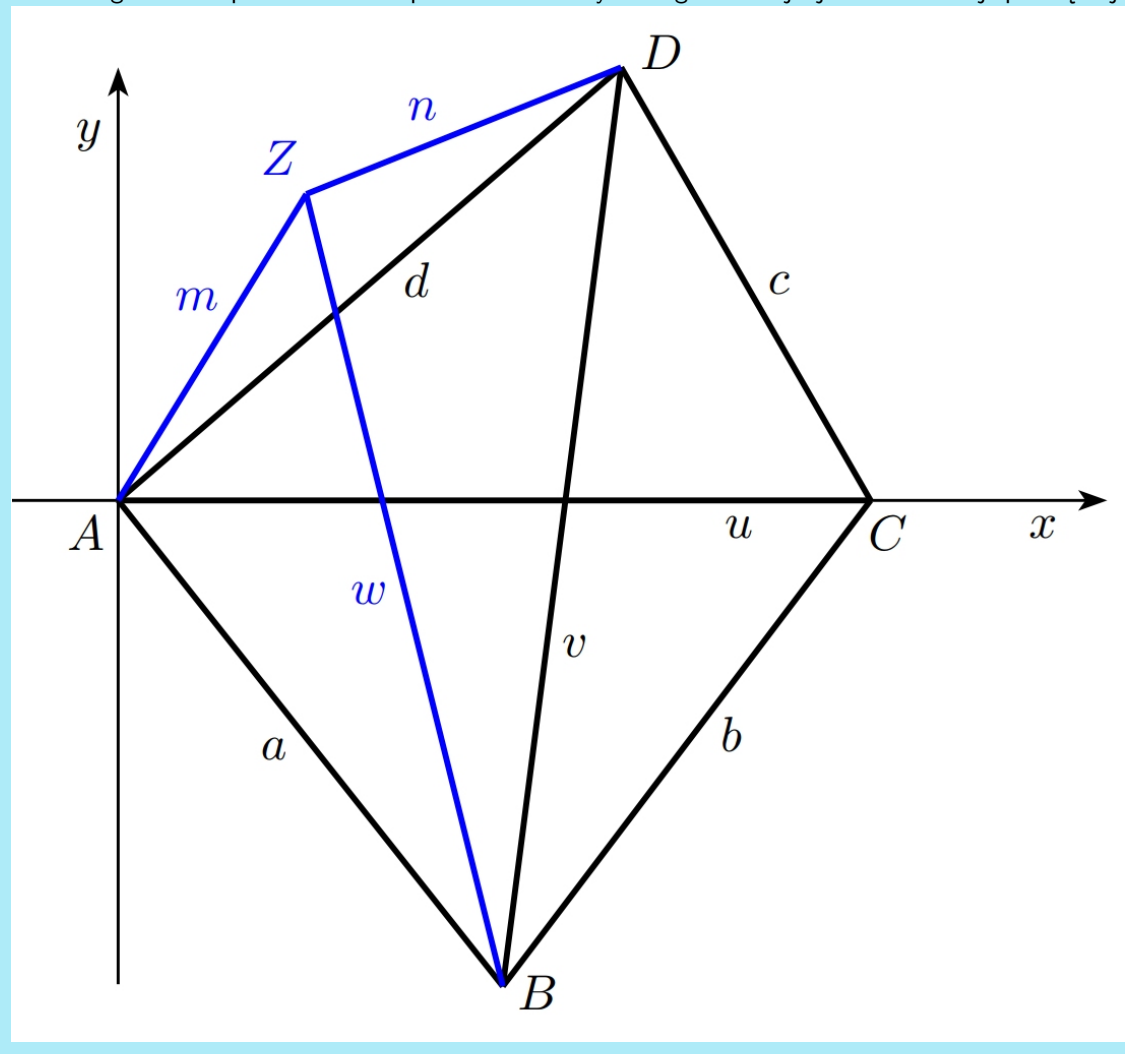
Nawet tomograf ma swoje ograniczenia. Pomiar nie są wykonywane zimą, gdy temperatury spadają poniżej zera, ponieważ zamrożony sok zmienia sposób, w jaki dźwięk przemieszcza się przez drewno, co może zniekształcić wyniki.

Aby skonstruować tomogram, należy znać odległości między wszystkimi używanymi czujnikami. Odległości te można zazwyczaj zmierzyć za pomocą suwmiarki. Jednak w przypadku bardzo starych i masywnych drzew użycie suwmiarki może być problematyczne - narzędzie może po prostu nie być wystarczająco długie. Co więc można zrobić, gdy nie jest możliwe zmierzenie wszystkich wymaganych odległości między czujnikami? Dla uproszczenia ograniczymy teraz problem do odległości między tylko czterema czujnikami.

Ćwiczenie 1. Rozważmy czworokąt foremny $ABCD$. W tym czworokącie, znamy długości wszystkich czterech boków a , b , c i d , jak również długość u jednej z przekątnych AC . Długość v drugiej przekątnej BD jest zbyt duża, aby można ją było zmierzyć za pomocą naszego urządzenia pomiarowego. Jak moglibyśmy skonstruować tę długość?

Ćwiczenie 2. Rozwiąż analitycznie problem z Ćwiczenia 1.

Ćwiczenie 3. Jakie komplikacje pojawiają się po dodaniu czujnika Z do konfiguracji? Po-
nownie, znamy odległości m i n od czujnika Z do czujników A i D , i chcemy okre-
ślić odległość od punktu Z do punktu B - czyli długość kolejnej niemierzalnej przekątnej.



Linki i literatura

Literatura

- iDNES.cz. *Speciální tomograf odhalí nemocný strom. Nejtěžší je vyhodnotit výsledky* [online]. Dostupné z https://www.idnes.cz/hobby/zahrada/stromovy-tomograf-mereni-zdravi-stromu.A190226_103850_hobby_zahrada_bma [cit. 21.,6.,2024].
- Thinktrees. *Interpreting Arbotom sonic tomography results – Example no.1* [online]. Dostupné na <https://thinktrees.co.uk/interpreting-arbotom-sonic-tomography-results-example-no-1/> [cit. 21.,6.,2024].

Źródło zdjęć

- Projekt DYNATREE - Dynamika drzew: Zrozumienie mechanicznej odpowiedzi na obciążenieŹródło zdjęć
- Projekt DYNATREE - Dynamika drzew: Zrozumienie mechanicznej odpowiedzi na obciążenie, <https://starfos.tacr.cz/cs/projekty/LL1909>.