

Tomografía de árbol

Keywords: geometría analítica, planimetría, cuadrilátero

Es importante conocer la salud del árbol, por ejemplo en los parques urbanos para la seguridad del público. Se revisan sobre todo los árboles viejos, que tienen más probabilidades de no estar sanos. El tronco de un árbol dañado o enfermo puede quebrarse con los fuertes vientos y causar lesiones o daños materiales a alguien. Del mismo modo, los propietarios de propiedades más pequeñas suelen tener un árbol viejo cerca de su casa y no quieren arriesgarse a que al caer dañe, por ejemplo, el tejado.

La salud del árbol puede ser evaluada por un arboricultor que comprueba si el árbol está prosperando o empieza a marchitarse. Busca hongos destructores de la madera alrededor de la circunferencia del árbol, así como lugares en los que esté visiblemente dañado. Puede complementar su observación con una tomografía del árbol o una prueba de tracción. A continuación, puede sugerir diversas medidas para mejorar la seguridad. Por ejemplo, podar las ramas de la copa del árbol para que no ejerzan demasiada tensión sobre el tronco en caso de vientos fuertes, etc.

Los métodos más utilizados para la evaluación no invasiva de la salud de los árboles son las pruebas de tracción y la tomografía acústica mediante un tomógrafo de árboles.

Prueba de tracción

Esta prueba consiste en medir la respuesta del árbol a la desviación de su tronco. En la práctica, se ata una cuerda a cierta altura del tronco y se tira de ella. En la base del tronco se colocan sensores que miden la respuesta resultante. El arboricultor dispone de muchos modelos de cómo debería comportarse un árbol, y los resultados de las mediciones se utilizan para comparar un caso concreto con el modelo que mejor se ajuste. El resultado es determinar en qué estado se encuentra el sistema radicular del árbol y si éste puede romperse por el tronco. Este método es bastante caro. Se tarda un tiempo relativamente largo en medirlo y requiere un trepador de árboles que suba al árbol y le ate una cuerda, y luego lo baje de nuevo cuando se haya completado la medición. Por lo tanto, últimamente este método ya no se utiliza mucho, en su lugar es mejor utilizar un tomógrafo de árboles.

Tomógrafo de árboles

El tomógrafo de árboles funciona según el principio de transmisión del sonido. Los sensores se colocan a cierta altura a lo largo de la circunferencia del tronco del árbol en clavos. Las púas atraviesan la corteza del árbol hasta llegar a la madera. Se colocan siempre en el tejido vegetal activo. Aquí el árbol puede regenerarse muy rápidamente, por lo que estos clavos no lo dañarán en modo alguno.



Figura 1: Medición de los árboles de la avenida Valdštejnská de Jičín, la avenida de tilos más larga de Europa

A continuación, el arboricultor golpea uno a uno los sensores individuales con un martillo. Al hacerlo, se mide la velocidad a la que la señal sonora llega a los demás sensores. El sonido viaja rápidamente a través de la madera sana, mientras que en el caso de defectos internos su transmisión se ralentiza. Comparando el valor medido con un valor de referencia, es posible detectar, por ejemplo, una cavidad en la madera en una fase temprana de su desarrollo.

A partir de las velocidades de transmisión del sonido medidas, puede construirse el denominado gráfico de velocidad (véase la figura 3). El color de las líneas que conectan los puntos individuales es importante. Indica la velocidad a la que la señal sonora ha viajado de un punto a otro. A continuación, el programa informático utiliza las velocidades medidas para construir el tomograma resultante. Se trata de una imagen bidimensional, que muestra zonas con diferentes características de transmisión del sonido.



Figura 2: Corte transversal medido

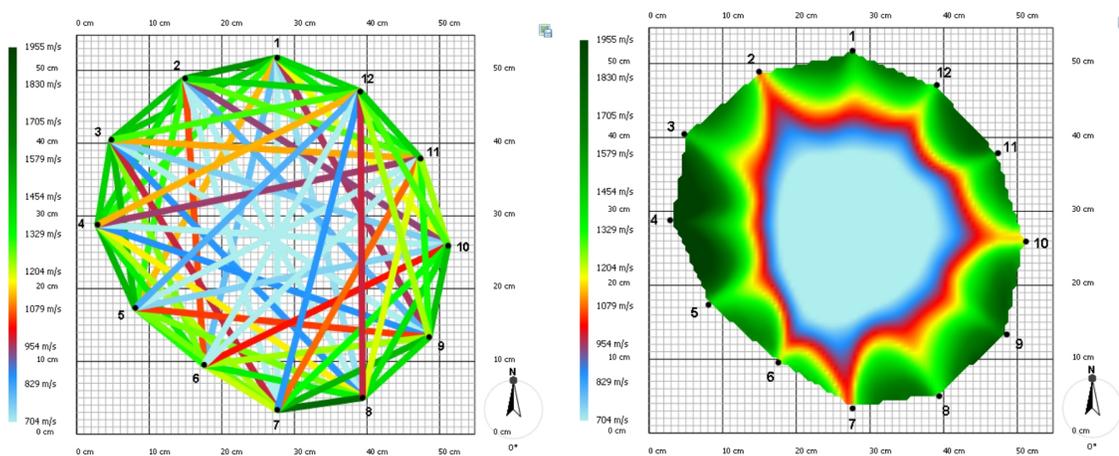


Figura 3: Gráfico de velocidad y tomograma resultante del tronco con la cavidad

Para evaluar el estado de un árbol, el arboricultor no examina sólo un corte transversal, sino varios, centrándose en las zonas visiblemente dañadas del tronco. A partir de toda la información obtenida en,

se hace una idea general de la salud del árbol.

Si se encuentra una cavidad en el tronco, es posible que aún no sea un problema importante si la circunferencia exterior del tronco está sana. Es imposible decir con exactitud cuánta madera sana debe haber alrededor de la circunferencia. Esto depende de la especie de madera, la edad del árbol y su diámetro. El principio es el mismo que para el tubo de acero. También es fuerte, incluso si la varilla es hueca y el material es sólo la circunferencia. Aquí hay algunas reglas. Una de ellas dice, que está bien si un tercio sano de la sección transversal del tronco del árbol. Otra regla dice que para árboles muy viejos es suficiente si sólo hay una capa de tres centímetros de madera sana alrededor de la circunferencia.

El tomógrafo de árboles puede utilizarse para determinar con bastante precisión el estado del sistema radicular. Las mediciones se realizan a ras de suelo y después se pueden consultar a varias alturas. Si los resultados del programa muestran que la podredumbre se está extendiendo por el tronco de abajo arriba, es probable que las raíces tampoco estén en buen estado.

Incluso el tomógrafo tiene sus limitaciones. Las mediciones no se realizan en invierno cuando hace mucho frío, porque el sonido se propaga de forma diferente a través de la linfa congelada y el resultado podría estar distorsionado.

Para construir un tomograma, es necesario conocer las distancias entre todos los sensores utilizados. Esta distancia puede medirse utilizando una escala móvil. Sin embargo, en el caso de los árboles muy viejos y macizos, el calibre puede ser un problema: simplemente no tiene el alcance necesario. Entonces, ¿qué hacer si no puede medir todas las distancias necesarias entre sensores? Para simplificar, limitamos el problema a las distancias entre los 4 sensores.

Tarea 1. Consideremos el cuadrilátero genérico $ABCD$. En este cuadrilátero conocemos las longitudes de los 4 lados a , b , c , d y la longitud u de una diagonal AC . La longitud v de la diagonal BD ya es demasiado grande y no se puede medir con nuestra regla. ¿Cómo podríamos obtener esta longitud?

Tarea 2. Resolver analíticamente el problema de la Tarea 1.

Tarea 3. ¿Cómo se complica la situación si añadimos otro sensor Z ? De nuevo, conocemos las distancias m , n del sensor Z a los sensores A y D y queremos determinar la distancia del punto Z al punto B , es decir, la longitud de la diagonal adicional que no es mensurable.

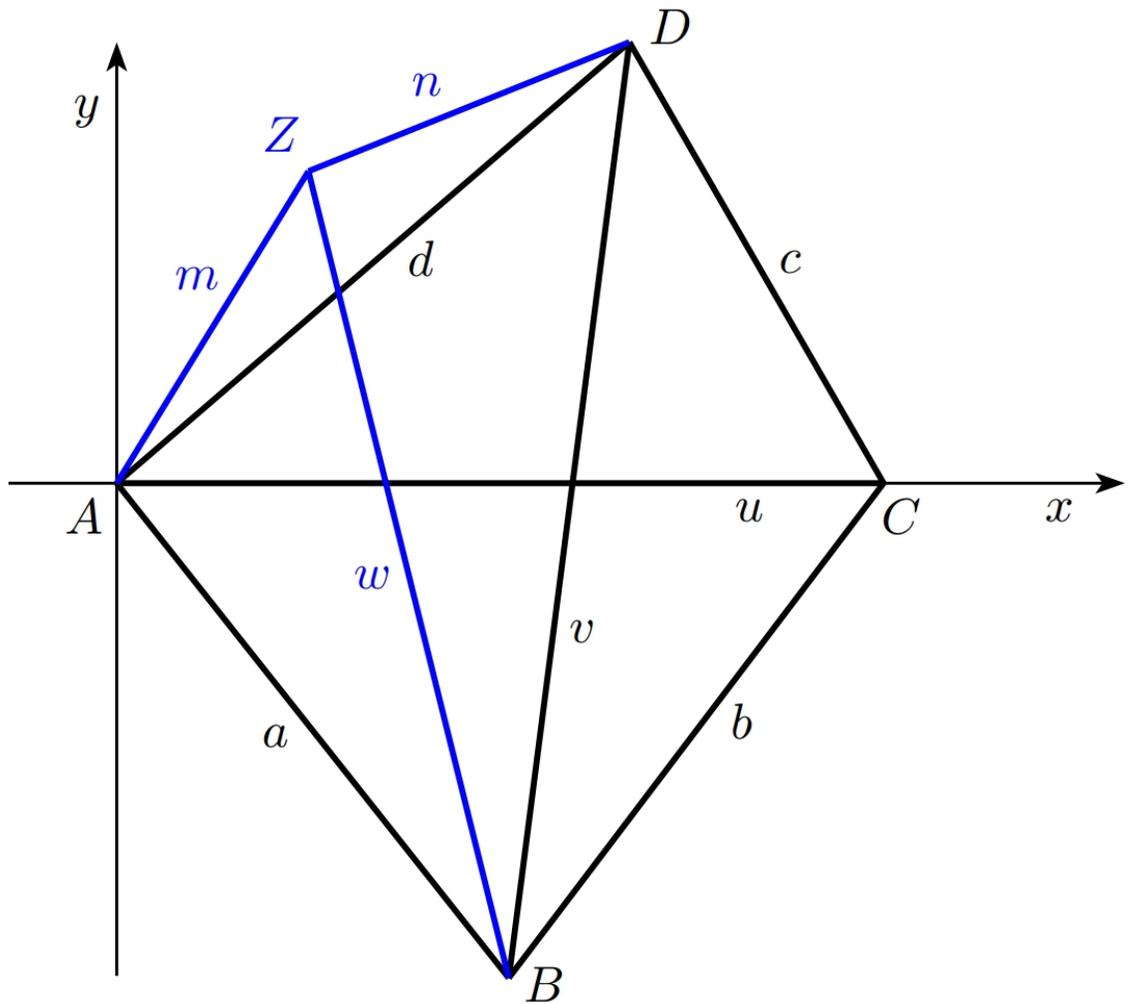


Figura 4: Instrucciones de la tercera tarea

Referencias y bibliografía

Bibliografía

- 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 z <https://thinktrees.co.uk/interpreting-arbotom-sonic-tomography-results-example-no-1/> [cit. 21.,6.,2024].

Fuente de las imágenes

- Projekt DYNATREE – Tree Dynamics: Understanding of Mechanical Response to Loading, <https://starfos.tacr.cz/cs/projekty/LL1909>.