

FAKOPP Microsecond Timer használati útmutató



Fakopp Kft
2026-03-25

Bevezetés

A Microsecond Timer (Mikroszekundumos óra) egy roncsolásmentes favizsgáló eszköz. A fa szerkezeti szilárdságát hivatott megállapítani a hanghullám terjedési idejét mérve két érzékelő között. A mért terjedési sebességből lehet következtetni a faanyag állapotára. A referenciához képest mért alacsony sebesség korhadás, gomba vagy szerkezeti károsodásra utal.

Tartozékok

- Microsecond Timer
- Táska
- Acél kalapács 100g
- Gumi kalapács
- Start & Stop SD02 érzékelők
- 9V-os elem és elemtöltő
- Használati útmutató

Technikai leírás

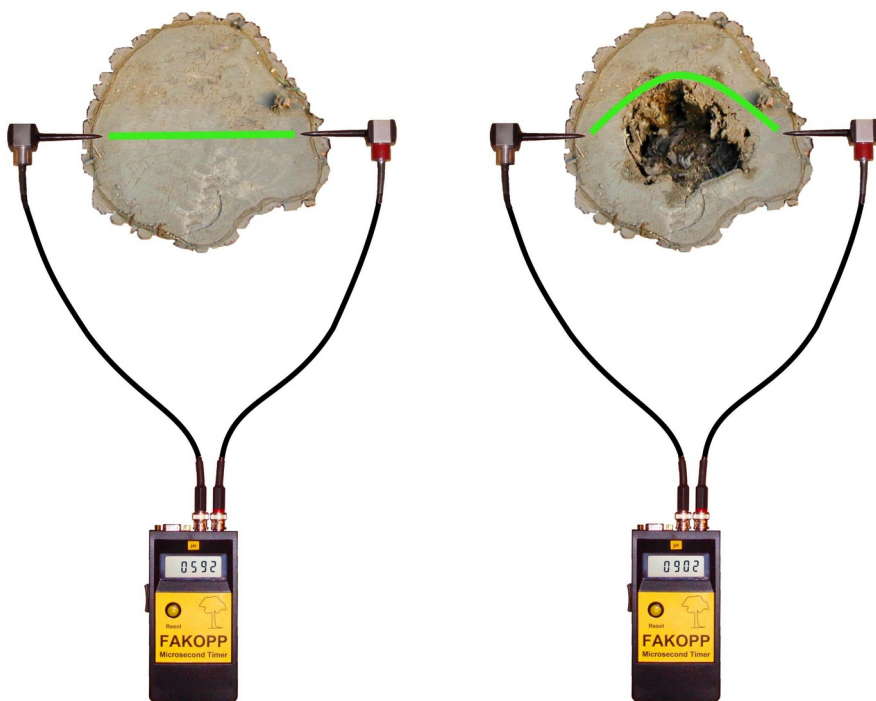
Kijelző egység mérete	29 mm x 80 mm x 156 mm
Tömeg	220 g
Elem	9V
Energiafogyasztás RESET előtt	15 mW
Energiafogyasztás RESET után	50 mW
Kijelző egység anyaga	műanyag, nem vízálló
Kijelző	LCD, 4 számjegyű
Szórás	$\pm 1 \mu\text{s}$
Érzékelők	nagy érzékenységű SD02 érzékelők
Működési hőmérséklet	-10°C .. 40°C

Működési elv

A Microsecond Timer a hanghullám terjedésének idejét méri két érzékelő között. A mért idő és az érzékelők közti távolság alapján meghatározhatjuk a hang terjedési sebességét a faanyagban. Minden fafajra jellemző egy referencia sebesség, mely egészséges faanyagra vonatkozik. A referencia és a mért sebesség összehasonlításával információt kapunk a fa állapotáról a mért területre vonatkozóan. A hang gyorsabban terjed ép faanyagban, így a referencia értékhez képest nagyobb terjedési időt fogunk mérni egy olyan fában, ahol a két érzékelő közti terület sérült faanyagot rejt.

A start érzékelőt (pirossal jelölve) kalapáccsal ütjük meg, ezzel mechanikai hullámot keltve a fa belsejében. Amint a hullám megérkezik a stop érzékelőhöz, a kijelzőn megjelenik a

mikroszekundumban mért idő: ennyi időbe telt, míg a start érzékelőtől eljutott a hullám a stop érzékelőig. A mechanikai hullámok sebessége a rostirányra merőlegesen általában 1100-2000 m/s között van, a fafajtól függően.



Általános megjegyzések

- A fák vizsgálatakor az érzékelő tűskéjének át kell ütnie a kérget.
- Mindkét érzékelő legyen szilárdan a faanyagban. Csak így biztosíthatunk megfelelő csatolást a hanghullám számára.
- Az érzékelőket a gumikalapács segítségével üssük bele a faanyagba.
- Az érzékelőket a tűske irányába üssük meg, ne oldalról.
- A méréshez a START szenzorra mérjünk ütést laza csuklóval az acélkalapáccsal úgy, hogy a kalapács visszapattanjon az érzékelő fejről.

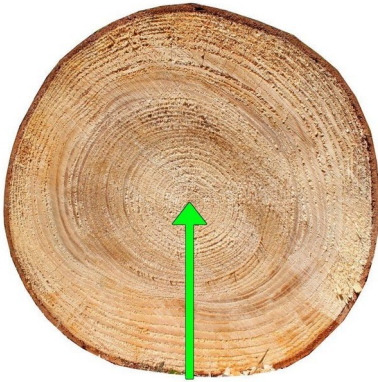
Jellemző radiális (sugárirányú) sebességek

Faj	Radiális sebesség [m/s]
Betula pendula	1650
Picea abies	1550
Abies alba	1400
Abies firma	1450
Pinus sylvestris	1500
Picea mariana	1550
Larix decidua	1700
Quercus robur	1800
Fagus sylvatica	1650
Tilia cordata	1600
Acer pseudoplatanus	1900
Robinia pseudoacacia	2000

Ez a táblázat részlet a Függelékben található Radiális Sebesség táblázatból. További fafajokért lapozzon a Függelékhez.

A radiális sebesség az a paraméter, amely érzékeny a belső hibákra. Ha a mért sebesség alacsonyabb a referencia sebességnél (egészséges faanyagban mért sebesség), levonhatjuk a következtetést, hogy a faanyagban hiba van. A mért és a referencia sebesség közti különbség a hibás terület méretét jelzi.

Radiális és tangenciális sebességek



**Radiális
irány**



**Tangenciális
irány**

A fa egészségének vizsgálatához a sebességet radiális irányban mérjük. Fontos lehet azonban, hogy van egy kis különbség a radiális (sugárirányú) és tangenciális (érintő irányú) sebességek között. Alapvetően a tangenciális sebesség 5-15% -kal kisebb, mint a radiális.

Nedvességtartalom és radiális sebesség

Egészséges fában a nedvességtartalom mindig a rosttelítettségi pont fölött van (több mint 30-40% nedvességtartalom fajtától függően). Ha azonban a rosttelítettségi pont alatt van a fa nedvességtartalma, a mért sebességek jelentősen magasabbak lesznek.

A hőmérséklet hatása a sebességre

A 0-40°C-os tartományban minden egyes 1°C-os hőmérséklet-növekedéssel a mért sebesség körülbelül 3 m/s-os csökkenést

mutat. Ez olyan apró eltérés, hogy az értékeléskor nem kell számításba vennünk.

Azonban 0°C alatt, ha fagyott fát vizsgálunk, jelentősen megugrik a mért sebesség, mivel a megfagyott víz nagyon jól vezeti a mechanikai hullámokat. Ennek fényében nem tanácsoljuk a fagyott fák vizsgálatát a Microsecond Timerrel.

Manuális és automata mód

- Manuális mód: Manuális mód használatával az elem tovább kitart. A RESET gombot azonban minden egyes ütés előtt meg kell nyomnunk. Ha olyan környezetben végzünk mérést, ahol a külső zajok triggerként beindíthatják a start érzékelőt, a manuális mód használatát javasoljuk.
- Automata módban a start érzékelőre mért minden ütés egyből megjelenik a kijelzőn.
- 2023. május előtt kiszállított eszközöknél: bekapcsoláskor a RESET gomb nyomva tartásával lépünk az automata módba.
- 2023. május után kiszállított eszközöknél az automata mód az alapértelmezett.

A kiértékelés lépései

1. Szúrja be az érzékelőket a fába, úgy, hogy a tűskék egymással szembe nézzenek (sugárirányban).
2. A gumialapáccsal üssük be az érzékelőket a faanyagba.
Figyelem: ne üssük meg a kábelt!
3. Bizonyosodjunk meg arról, hogy az érzékelők szilárdan ülnek a faanyagban.
4. Kapcsoljuk be az eszközt (ON).

5. Üssük meg a START érzékelőt az acélkalapáccsal.
6. Ne kapkodjunk. Az ütések között várjunk 1-2 másodpercet.
7. Amennyiben a mérés értéke nem éri el a 200 mikroszekundumot, használjuk a time correction (idő korrekció) értékét, melyet a használati útmutató utolsó oldalán, a kalibrációs oldalon találunk.
8. A sebesség meghatározásához osszuk el a két érzékelő közti távolságot a mért idővel, és szorozzuk meg 10000-rel:

$$\text{Sebesség [m/s]} = \text{távolság [cm]} / \text{idő [\mu\text{s}]} * 10000$$

Példa a sebesség számításra

Idő	650 μs
Távolság	80 cm
Sebesség	80 / 650 * 10000 = 1230 m/s

Relatív sebességcsökkenés (RVD) számítása

A relatív sebességcsökkenés arányát az alábbi képlettel számíthatjuk ki.

$$\text{Relative Velocity Decrease [\%]} = \left(\frac{V_{ref} - V_{meas}}{V_{ref}} \right) \cdot 100$$

V_{ref} a referencia sebesség (= radiális sebesség egészséges fa esetében), a V_{meas} pedig a mért sebesség.

Az RVD értéke megadja, hogy hány százalékkal csökkent a radiális sebesség egy egészséges fához képest. Például, ha az RVD=30%, abban az esetben 30%-kal csökkent a sebesség a mért fában egy egészségeshez képest. Minél nagyobb százalék az RVD, annál rosszabb állapotban van a mért fa.

Példa RVD számítására

Fafaj	Európai vörösfenyő (Larix decidua)
Referencia sebesség	1700 m/s
Mért sebesség	1000 m/s
RVD	$((1700 - 1000) / (1700)) * 100 = 41\%$

Relatív sebességcsökkenés és a korhadtt terület arányának becslése

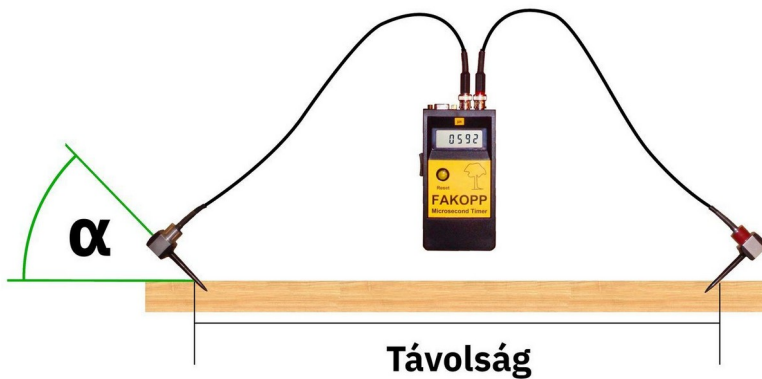
Relatív sebességcsökkenés [%]	Becsült korhadtt terület [%]
0	0
5	0
10	0
15	0-10
20	10-20
25	10-20
30	20-30
40	20-40
50	30-50
>50	>50

Az RVD és a korhadtt terület aránya között nagyjából lineáris kapcsolat áll fenn. Ha kiszámoltuk az RVD-t, a fenti táblázat segítségével meghatározhatjuk a becült korhadtt terület arányát is. A pontosabb eredmény érdekében javasolt két mérést végezni, egymásra merőleges irányban. Ha ennél is precízebb eredmény a cél, javasoljuk az ArborSonic3D akusztikus tomográf használatát.

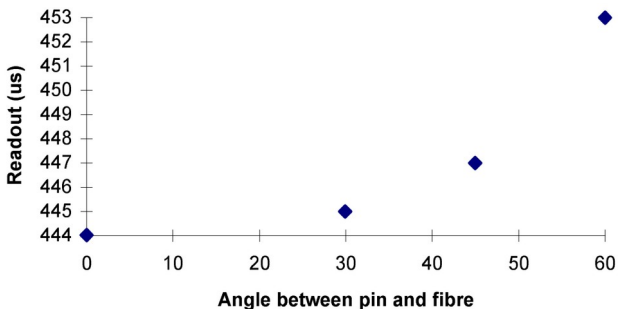
Mérés rostirányban

Rostirányú mérésekkel általában a faanyag rugalmassági moduluszának (MOE) kiszámítása a cél. Rostirányú mérések esetében sokkal magasabb sebesség értékeket fogunk kapni, mintha sugárirányban mérünk. Száraz faanyag rostirányú mérésekor a jellemző sebesség 4000 és 7000 m/s között van.

Az alábbi kép szerint üssük be az érzékelőket.



A tűske dőlésszöge kis mértékben, de befolyásolja a tranzit időt. A dőlésszög lehetőleg 30° - 60° között legyen, de a 60° -ot ne haladja meg. 60° fölött az eredmény nem megbízható.



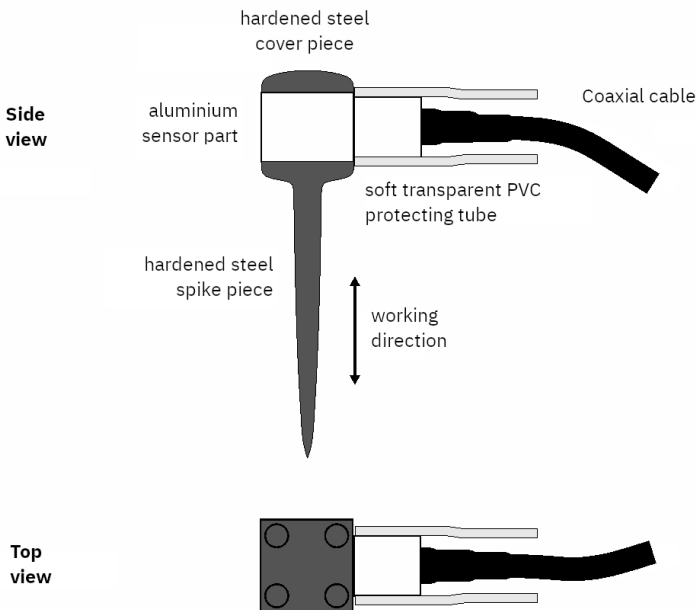
Rugalmassági modulusz mérése (MOE)

$$MOE = \rho \cdot v^2$$

A fenti képlet alapján számoljuk ki az MOE-t. A ρ a faanyag sűrűsége, a v pedig a mért sebesség.

SD02 szenzor

SD 02 vibration sensor



SD02 Műszaki adatok

Tömeg	Érzékelő rész	22 g
	Egész	62 g
Méretek	Hossz	99 mm
	Szélesség (a kábel irányába)	40mm (+50mm törésgátló)
	Szélesség (a kábelre merőlegesen)	20mm
Érzékenység (160Hz)	Töltés érzékenység, érzékelő	1.35 pC / m / s ² typ.
	Erőhatás érzékenység, egész	23 pC / N
Rezonancia frekvencia	Érzékelő	23 kHz typ.
	Egész	Akusztikus csatolástól függ
Kapacitás	Kábel nélkül	260 pF ±5%
	Csak kábel	100 pF/m ±5%
Polaritás	Pozitív	
Maximális ütésállóság	Munkairányban	10000 m/s ²
	Keresztirányban	3000 m/s ²
Hőmérséklet	Érzékelő működése	-30°C .. 70°C

Gyakori hibák

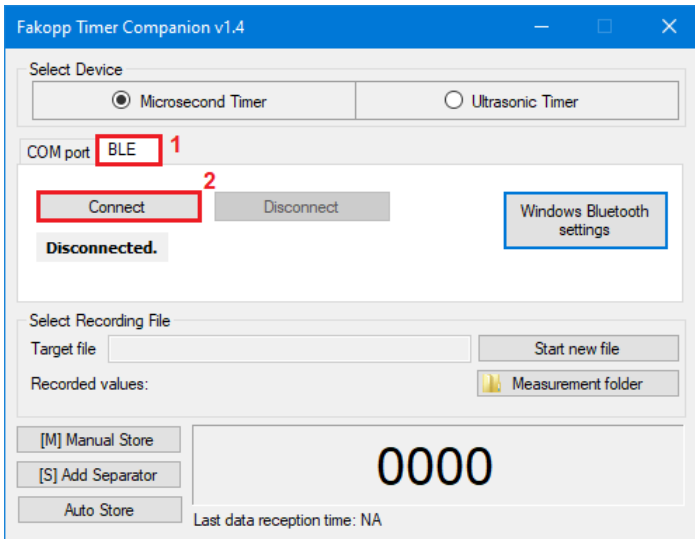
Jelenség	Lehetséges okok	Megoldás
Üres kijelző	Alacsony telepfeszültség	Elemcsere
	Kapcsoló rossz állapotban	Kapcsoljuk ki és be az eszközt
	Elemtartó kontakthiba	Vegyük ki az elemet és csatlakoztassuk újra
Túl magas időszórás	Felcserélt START és STOP szenzorok	Győződjön meg róla, hogy a START szenzor a megfelelő helyre csatlakozik
	STOP szenzoron rossz akusztikus csatolás	Verje beljebb az érzékelőt a faanyagba
	Rossz ütések	Hagyja a kalapácsot visszapattanni az érzékelőről
	Túl gyenge ütések	Üsse az érzékelőt erősebben, de laza csuklóval, hogy a kalapács vissza tudjon pattanni az ütés után

2023. májusi frissítés

Automatikus / manuális mód kiválasztása megváltozott 2023 májusától. 2023 májusa után szállított eszközökben az automatikus mód az alapértelmezett a készülék bekapcsolásakor. Manuális módba úgy kapcsolható az eszköz, ha bekapcsoláskor a RESET gombot lenyomva tartjuk.

BLE (Bluetooth Low Energy)

A BLE jelzéssel ellátott eszközökben Bluetooth Low Energy modul van. Az Android szoftverben ezek a modulok MSTIMER néven jelennek meg a Bluetooth listában. A PC-s szoftverben (Microsecond Timer Companion), a kapcsolódáshoz a “BLE” fület kell kiválasztani a “COM” helyett:



Függelék: Referencia sebességek

Faj	Radiális sebesség [m/s]
<i>Abies alba</i>	1400
<i>Abies firma</i>	1450
<i>Abies nordmanniana</i>	1400
<i>Acer campestre</i>	1925
<i>Acer negundo</i>	1800
<i>Acer platanoides</i>	1900
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1900
<i>Acer saccharum</i>	1900
<i>Aesculus hippocastanum</i>	1650
<i>Ailanthus altissima</i>	1700
<i>Alnus glutinosa</i>	1600
<i>Alnus incana</i>	1600
<i>Prunus amygdalus</i>	1700
<i>Betula pendula</i>	1650
<i>Broussonetia papyrifera</i>	1800
<i>Calocedrus decurrens</i>	1900
<i>Carpinus betulus</i>	1900
<i>Castanea sativa</i>	1400
<i>Catalpa bignonioides</i>	1550
<i>Celtis australis</i>	1750
<i>Celtis occidentalis</i>	1700
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	1650

Faj	Radiális sebesség [m/s]
Cladrastis lutea	1600
Corylus colurna	1700
Elaeagnus angustifolia	1650
Fagus sylvatica	1650
Fraxinus excelsior	1925
Fraxinus pennsylvanica	1750
Ginkgo biloba	1675
Gleditsia triacanthos	1850
Juglans nigra	1600
Juglans regia	1650
Koelreuteria paniculata	1650
Larix decidua	1700
Liriodendron tulipifera	1650
Maclura pomifera	1500
Morus alba	1800
Paulownia tomentosa	1250
Phellodendron	1600
Picea abies	1550
Picea pungens	1575
Pinus nigra	1600
Pinus ponderosa	1525
Pinus strobus	1600
Pinus wallichiana	1600
Pinus sylvestris	1500

Faj	Radiális sebesség [m/s]
Platanus acerifolia	1650
Populus adenopoda	1500
Populus alba	1400
Populus canescens	1400
Populus euramericana	1400
Populus nigra	1400
Populus nigra 'Italica'	1150
Populus simonii	1400
Prunus avium	1800
Pseudotsuga menziesii	1400
Pyrus pyraeaster	1750
Quercus cerris	1800
Quercus petraea	1800
Quercus robur	1800
Quercus robur 'Fastigiata'	1600
Quercus rubra	1650
Robinia pseudoacacia	2000
Salix babylonica	1550
Sophora japonica	1950
Tilia cordata	1600
Tilia platyphyllos	1550
Tilia tomentosa	1600
Ulmus minor	1800