

BÜKK FAANYAG IMPEDANCIA TOMOGRÁFOS VIZSGÁLATA

Szakálosné Mátyás Katalin – Gubányi Gabriella

Abstract: A bükk álgesztesedését vizsgáló számos külföldi és hazai szerző, sok esetben eltérően vélekedik a kiváltó és befolyásoló tényezők tekintetében, azonban az bizonyos, hogy a megváltozott klimatikus jellemzők, hidrológiai viszonyok, hőmérsékletingadozások elősegítik a faanyag minőségének, szerkezetének, összetételének átalakulását. A '90-es évektől napjainkig sokféle próbálkozás történt a fahiba kimutatására lábbon álló fák esetében. Kutatásunk célja volt – alapozva arra a tényre, hogy vezetőképességbeli különbség áll fenn az egészséges és a rendellenes farész között – az impedancia tomográf alkalmazásának gyakorlati vizsgálata és elemzése, az álgeszt detektálásának lehetőségeként. Megállapításra került, hogy amennyiben az álgesztesedés tényének a feltárását szeretnénk még élő, lábbonálló faegyedek esetében meghatározni és a gesztesedés mértékét megállapítani, úgy a módszer alkalmazható.

Abstract: Many foreign and domestic authors have different opinions on the causes of red heart in beech, but it is certain that the changed climatic characteristics, hydrological conditions, and temperature fluctuations promote the transformation of the quality and structure of the wood. From the 1990s to the present, many attempts have been made to detect wood defects in standing trees. The aim of our research was to examine and analyze the application of the impedance tomograph, as a possibility to determine the false heartwood. We found that the method can be used to detect false heartwood in beech tree.

Kulcsszavak: bükk álgeszt, roncsolásmentes vizsgálat, impedancia tomográf

Keywords: red heart in beech, non-destructive testing, impedance tomograph

1. Bevezetés

Magyarország erdeinek egyik őshonos, igen jelentős kemény lombos fafaja a bükk (*Fagus sylvatica*), amely fontos gazdasági értékkel is rendelkezik. A bükk faanyagának előnyös tulajdonságai közé tartozik a jó hasíthatósága, esztergálhatósága, szépen gyalulható, fényezhető, illetve pácolható, felfűrészelve nem szálkásodik, kopásálló. Az időjárás hatásaival szemben csekély ellenállást mutat. Faanyaga könnyen lesz a gomba-és rovarkárosítók áldozata, különösen olyan helyeken, ahol nagy a hőmérsékleti ingadozás és magas a levegő páratartalma. További kedvezőtlen tulajdonsága a vetemedésre és a repedésre való hajlam (Bondor, 1986). A fakultatív gesztképzők közé tartozik, viszont az élő faanyag szín és szerkezeti változása, fapiaci értékét jelentősen (akár 30%-kal is) csökkentheti (Molnár, 2000).

A bükkfa álgesztesedése közel másfél évszázada az erdészeti- és faanyagtudomány egyik legjelentősebb kutatási területe. A fahiba megjelenésének sokfélesége vezetett a terminológia kialakításához. Az álgeszt különböző megjelenési formáinak rendszerezéséhez az a tény is hozzájárult, hogy a bükkfa esetében nemcsak a fakultatív gesztesedésre találunk példát, hanem az abnormális, patológikus álgeszt-képződésre is. A lábbon álló, élő faegyedben az álgeszt megjelenésének és terjedésének vizsgálata új távlatokat nyit meg a nagy gazdasági jelentőségű fahiba kezelhetőségében (Biró, 2004).

Az élő fán alkalmazott roncsolásmentes faanyagvizsgálatok szélesebb körű alkalmazásával és további fejlesztésével közelebb juthatunk az álgesztesedés feltárásához, a kiváltó tényezők ok-okozati összefüggéseinek megértéséhez, ezáltal közvetett úton hatással lehetünk a bükk és egyéb, álgesztesedésre hajlamos fafaj értékkihozatalának javítására, valamint a jövőbeli kutatások irányvonalainak kijelölésére.

A kiváltó tényezők tekintetében az eddig elvégzett hazai és külföldi kutatások eredményeiben legalább annyi hasonlóságot találunk, mint ellentmondást, egyes kutatók okként, mások viszont csupán befolyásoló faktorként jelölik meg ezeket. A jelenségre vonatkozó szakirodalom tanulmányozása során sok esetben nem kísérletekkel alátámasztott eredményekkel találkozhatunk, hanem csak a szakemberek egyéni véleményüket ismertetik. Azonban ezek a megállapítások a mai napig kétséget kizáróan nem bizonyítottak. Biró (2004) szerint az álgesztesedés a korral összefüggő, normális folyamat. A jelenség kialakulása során megnövekedett kálium-és kalcium koncentráció tapasztalható, ebből következően nagyobb elektromos vezetőképesség lép fel. Az álgesztes faanyag feszültség- és ellenállásértékei akár egyharmada is lehetnek az egészséges faanyagénak (Göncz, 2018). Ez a tény alapozza meg a méréseinket is, amelyek során a vizsgálandó fatörzsbe elektromos áramot vezetünk, majd a felületen mérhető feszültség és áramerősség értékekből lehet következtetni a belső vezetőképesség eloszlásra.

Az elektromos impedancia tomográfia során a fatörzsön elhelyezett elektródákon keresztülhaladó elektromos áram által generált elektromos tér alakulása vizsgálható. „A kialakult elektromos potenciálértékek a fennmaradó elektródákon kerülnek mérésre, majd inverz algoritmus segítségével állítható vissza az ismeretlen vezetőképesség-ellenállás eloszlás. A vizsgálat során minden érzékelő gerjesztésre és mérésre kerül” (Göncz, 2018). Az elektromos mező eloszlása mutatja a tartományon belüli anyageloszlást. A folyamat minden szomszédos érzékelőn megismétlődik, míg egy teljes fordulatot nem tesz az elektromos mező. „Az áram változása a mért rendszerrel szinkronban van és az Ohm-törvénnyel írható le” (Göncz, 2018). A mért fajlagos ellenállás értékekhez a tomográf segítségével színek rendelhetőek, a keresztmetszetet háromszögeléssel különböző színű síkidomokra bontja, amely vizuálisan is jól szemlélteti az eltéréseket.

2. Anyag és módszer

A mérések elvégzéséhez az ArborElectro GeoPic-32, kereskedelmi forgalomban is kapható, impedancia tomográfot használtuk, mivel a fatest belsejének vezetőképességi viszonyai az álgesztes farészben jelentős eltéréseket mutatnak. Az eltérő elektromos eloszlásokból következtetéseket lehet levonni a még lábon álló faanyag várható minőségére vonatkozóan. A műszer könnyen mobilizálható.

A mérés alapjául a fatörzs kerülete mentén elhelyezett szenzorok szolgálnak. A vizsgálatok során a 24 (illetve kontrollként 16) elektródás kiosztást használtuk. Az elektromos áramot mindig két elektródán keresztül vezetjük be a faanyagba. A kialakuló elektromos mező az ellenállás-eloszlás függvénye. A mérés mindig két elektródán történik, a legnagyobb feszültségkülönbségekre alapozva (Göncz, 2018).

A kiértékelés után kapott impedancia-tartományt öt szakaszra bontja a műszer, illetve jelzi a szakaszok határainál mérhető impedancia értékeket. Az egyes szakaszokon belül 13 színárnyalat különíthető el, valamint összesen 65 színárnyalat jelöli a teljes tartományt. A mérés végén az adatok mentésre kerülnek, illetve az értékeléshez lekérhető az ún. impedancia tomogram vagyis „ellenállástérkép”. Az elektródák száma meghatározza a felbontást. Minél több szenzort alkalmazunk a mérés során, annál pontosabb eredményt kapunk. A használt mértékegység az Ohm*m összefüggésből, az Ωm .

A Soproni-hegység 187/E erdőrésztében zajlottak a mérések. A fakitermelést megelőzően, majd a döntött törzseken egyaránt. A kitermelésre kijelölt faegyedek közül a vizsgálat szempontjából legalkalmasabb törzsek kerültek kiválasztásra, 50 db. Előnyben részesültek a külső alaki hibás, például villás törzsű, illetve az ún. „kínai bajuszt viselő” törzsek, mivel ezek esetében a kutatási tapasztalatok alapján nagyobb valószínűséggel fordul elő álgesztésedés.

Miután megmértük a törzsek kerületét, betápláltuk azt a műszer programjába, amely ezután automatikusan meghatározta az elektródák egymástól mért távolságát. Az érzékelők a fa törzsén a kerület mentén kerültek elhelyezésre (1. ábra), zárt geometriával, így körrel modellezhető a mérés.

1. ábra: ArborElectro GeoPic-32 műszer elhelyezése a fatörzsön



Forrás: Gubányi (2021)

Elektródaként szegeket használtunk, amelyek a mérések során fokozatosan elhasználódtak, így cserére szorultak. A mérővezetékeket krokodil-csipeszekkel rögzítettük a szegekhez, egy mérővezetéken 8 db volt található. A mérések során nem a maximálisan támogatott 32, hanem 24 elektródával végeztük a méréseket, elsősorban a folyamat felgyorsítása miatt. Az elektródáknak érintkezni kellett a fatesttel, ezért a kérgeen teljesen át kellett hatolniuk. Bükk esetében 2 cm-nél vastagabb kéreggel nem kellett számolnunk. Ezután következett a mérőműszer

csatlakoztatása a mérővezetékekhez, illetve a mérőműszer és a számítógép között Bluetooth-kapcsolat létrehozása a mérés lefolytatásához. A mérés az indítás után automatikusan ment végbe. A teljes időtartam a faegyed megjelölésétől a műszer lebontásáig és elcsomagolásáig összesen 20-25 perc volt.

A fakitermelés során a mintatörzsek kidöntését és feldarabolását követően vált láthatóvá a vágásfelületen, hogy a mérés által detektált törzselváltozás valójában előfordul-e és milyen méretekkel, alakokkal rendelkezik.

3. Eredmények és értékelésük

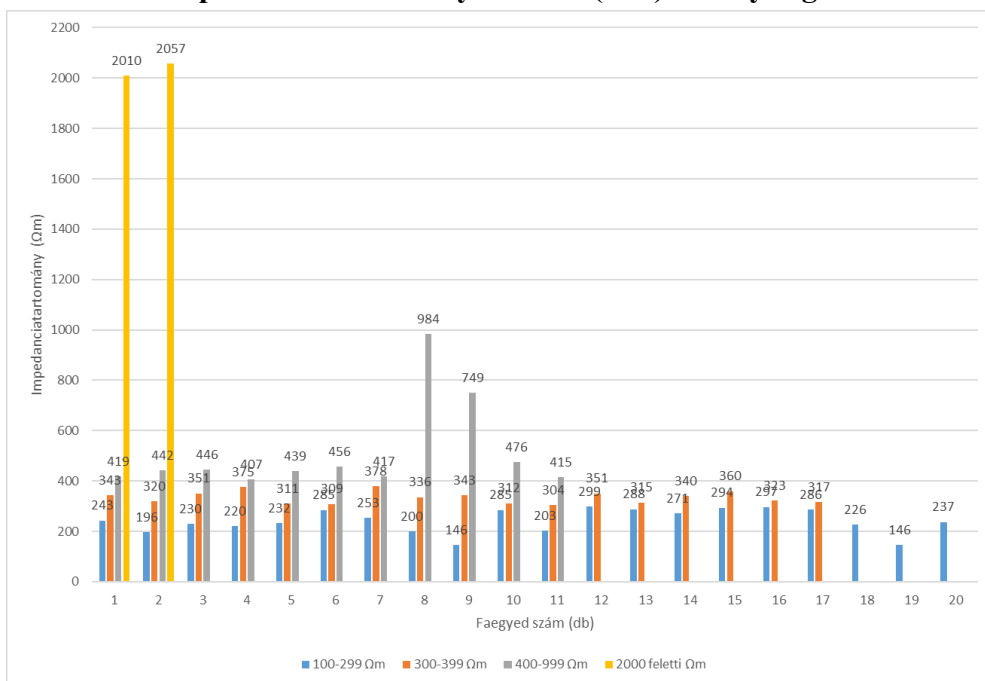
Az 50 faegyed esetében megállapított impedancia tartományok (legnagyobb és legkisebb ellenállásérték közti eltérés) mennyiségi eloszlásának vizsgálata mutatja (2. ábra), hogy 4 érték kivételével 500 Ω m alatt találhatók.

A kiugró értékek a 16 érzékelő felhasználásával végzett mérések eredményei, így igazolni látszik az a feltevés, hogy a minimum 24 szenzoros kiosztás javasolt az álgesztesedés detektálására, mivel az ennél kevesebb érzékelő alkalmazása, ugyan a mérései folyamatot némileg gyorsítja, azonban az eredmények pontatlanabbak lesznek.

Négy mérési tartomány került elkülönítésre:

- 100-299 Ω m tartomány (kék oszlop): 20 db faegyed
- 300-399 Ω m tartomány (barna oszlop): 17db faegyed
- 400-999 Ω m tartomány (szürke oszlop): 11 db faegyed
- 2000 Ω m feletti (sárga oszlop): 2 db faegyed

2. ábra: Impedancia tartomány értékek (Ω m) mennyiségi eloszlása

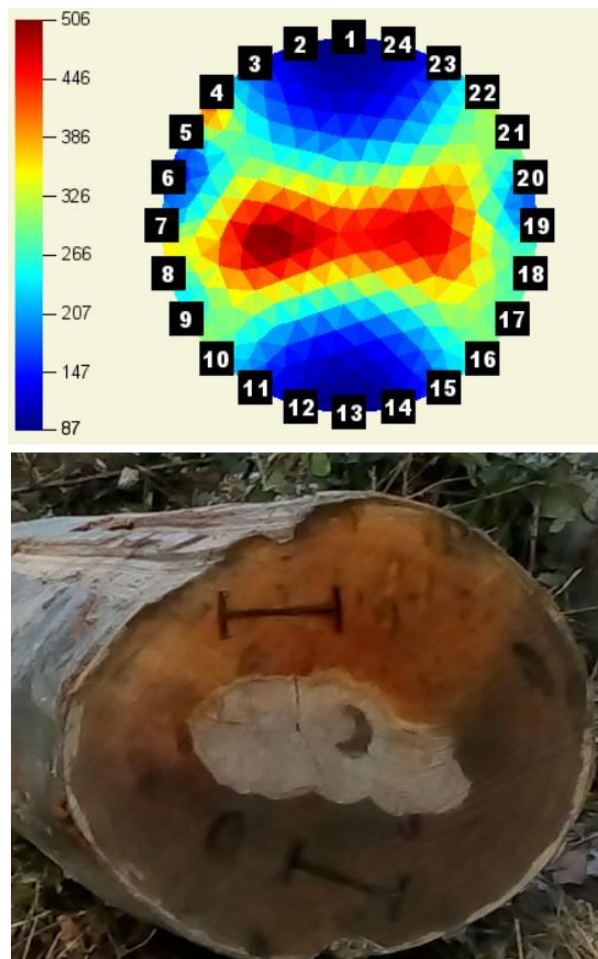


Forrás: Gubányi (2021)

Az első tartományba eső törzsek közül 13 db álgesztes, 7 db csak minimálisan, a 300-399 Ω m tartományban szintén 13 db álgesztes és 4 db esetében mondhatni hogy szinte egészségesnek látszik, a harmadik tartományban pedig 7 db álgesztes és 2 db minimálisan. A 16 szenzorral mért adatokat nem vettük figyelembe. Az egyes mérési tartományokba tartozó egyedek és az álgesztesedés mértéke között ezalaprán nem állapítható meg kapcsolat.

Az impedancia tomogramok értékelése során viszont látható, hogy a vezetőképesség eltérésekből származó mintázatok nagyon szembeütően ábrázolják a faanyag álgesztes részeit (3. ábra). A tomográfia számszerűsíthető paraméterei és az álgesztesedés mértéke között tehát nem tapasztalható összefüggés, viszont a vizsgálat az adott mérési ponton alkalmas az álgeszt képi megjelenítésére, annak kimutatására.

3. ábra: Impedancia tomogramon és a vágáslapon látható álgesztesedés bükk esetén



Forrás: Gubányi (2021)

A 3. ábrán jól látható a keresztmetszetről készült fotón és a tomogramon is megfigyelhető álgeszt megléte. Az alacsony ellenállású rész sötétkék (legisebb érték: 87 Ω m) valamint a magas ellenállású sötétvörös (legnagyobb érték: 506 Ω m). A nem álgesztes farész impedanciataromány nagysága 179 Ω m, az álgesztes farészé pedig 240 Ω m volt.

4. Következtetések

Az impedancia tomográfia részletes információkat adhat a fatörzsben lévő állapotokról, tehát alkalmas az álgeszt kimutatására, azonban bizonyos hátrányairól is említést kell tenni. A kutatások és vizsgálatok tervezése során számolni kell azzal, hogy nagyszámú érzékelőt és kifinomult áramkört igényel, amelyek megdrágítják és lelassítják a kivitelezést. Az eddigi kutatási tapasztalatok alapján az álgeszt alakja a törzs mentén folyamatosan változik, ezért, a méréseket egy fa esetében több magasságban is el kell végezni.

Véleményünk szerint egy kitermelés előtt álló erdőrészlet teljes, törzsenkénti impedancia tomográfus felvételezése, a termelés során való nyomon követése, jó összehasonlító alapot nyújthatna, azonban egy teljes erdőrészlet ilyen módon való felmérése és értékelése, a tapasztalatok alapján, rendkívül idő-és munkaerő-igényes, ezért az ilyenfajta vizsgálatoknak pl. parkokban, lehetne létjogosultsága.

Köszönetnyilvánítás

Jelen publikáció a „GINOP-2.3.3-15-2016-00039 – Fás biomassa termesztési feltételeinek vizsgálata” című projekt támogatásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

- Biró B. (2004): *A bükk álgesztosedés vizsgálata a Somogyi Erdészeti és Faipari Részvénytársaság Erdőállományaiban*. Doktori értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron.
- Bondor A. (1986): *A bükk*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Göncz B. (2018): *Bükk álgeszt kimutatása elektromos mérés segítségével*. Doktori értekezés, Soproni Egyetem, Sopron.
- Gubányi G. (2021): *Bükk álgeszt roncsolásmentes faanyagvizsgálata a TAEG Zrt. Soproni Erdészet hegyvidéki területén*. Diplomamunka, Sopron.
- Molnár S. (szerk.) (2000): *Faipari Kézikönyv*. I. Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron.