

# A mágneses rezonancia tomográfia gyakorlati alkalmazásai lehetőségei a fűrésziparban.

## II. rész: nedvességtartalom és fahibák vizsgálata MR tomográfiával

Hargitai László, Gergely Lisette ✧

### Practical application of magnetic resonance tomography in wood processing. Part 2.: assessing moisture content and internal defects using MR

One of the most important factors in the sawmilling industry is wood quality, which is determined by the texture of wood. Optimal processing requires information of the internal defects to choose the best opening face and cutting pattern for the log. Nuclear Magnetic Resonance Tomography is a new non-destructive method to find internal defects and anomalies in wood. Generated MR-signal of the wood in the strong static magnetic field is captured and transformed by computer. The second part of our article demonstrates how this technique can be used for assessing wood moisture content and the inner structure of lumber.

#### A nedvességtartalom vizsgálata

A faanyagok nedvességtartalmának roncsolásmentes vizsgálatára idáig a legbiztosabbnak a röntgen sugár elnyelésén alapuló komputertomográfia bizonyult, de a módszer hiányossága, hogy nem tudja megkülönböztetni a faanyagban a kötött vizet a szabad víztől, így segítségével ezek mennyiségét nem lehet megállapítani.

Egy MR rétegfelvétel meg tudja mutatni a nedvesség eloszlás képét, ahol a fehér-fekete skálán a világosabb zónák a nedvesebb faanyag részek, a sötétebb zónák a szárazabb faanyag-részek. A kéreg, mivel általában jóval szárazabb mint a törzs többi része, nehezen vagy egyáltalán nem látható egy keresztmetszeti MR rétegfelvételen.

Az újonnan kifejlesztett MR vizsgálat alkalmas módszernek bizonyult a faanyag nedvességtartalmának mérésére és ezen belül a faanyagban levő kötött és szabad víz mennyiségének megállapítására (Guzenda és tsai. 2001). A szabad és kötött víz arányának ismerete fontos a faanyag hő- és nedvesség-gradienseinek modellezésénél is.

Egy zürichi kutatócsoport is sikeresen alkalmazta az általa kifejlesztett berendezést nedvességtartalom vesztés vizsgálatára különböző, a nedvességtartalom-változást gátló impregnáló, védő anyagok tanulmányozásánál (Kucera 1989). Tanulmányozni tudták a nedves-

ségtartalom áramlását lucfenyő faanyag három fő anatómiai iránya mentén. Mérhető volt külön-külön a korai és kései pászta nedvességtartalmának változása mesterséges szárítás folyamán. A jelenlegi kutatások célja az MR-jel intenzitása és a faanyag nedvességtartalma közötti korreláció megállapítása.

Guzenda és tsai. (2001), erdei fenyő (*Pinus sylvestris L.*) nedvességtartalmának mérésekor külön vizsgálták a geszt és a szíjács nedvességtartalmát és ezen belül a szabad és kötött víz arányát. A vizsgálatához 30 MHz erősségű MR spektrométert alkalmaztak. A 11x12x18 mm méretű próbatestek hosszanti anatómiai iránya párhuzamos elhelyezésű volt a spektrométer ciklikus mágneses mezejével. Rosttelítettség alatti nedvességtartalmú próbatesteknél egyetlen relaxációs időt mértek, a rosttelítettség feletti nedvességtartalmú anyagoknál a relaxációs idő esetében két komponenset figyeltek meg.

Az MR vizsgálatok is jól kimutatták, hogy a szárításkor fellépő nedvességtartalom-csökkenés a szíjácsot nagyobb mértékben befolyásolja, mint a gesztet.

Ugyanúgy, mint a komputertomográfia esetében a száraz faanyag vagy a fagyott rönk jellegzetességeinek kimutatása nehezebb az MR-jel gyengesége és az ebből adódó képfeldolgozási nehézségek miatt.

✧ Dr. habil Hargitai László, tszv. egyetemi tanár, Gergely Lisette doktorandusz hallgató, NyME Fűrészipari Tanszék

### **Fahibák vizsgálata**

A rejtett fahibák vizsgálata a faanyagokban, elsősorban a rönkökben viszonylag új tudományterület, de gyakorlati hasznosságához nem fér kétség. Ez sohasem válhatott volna valóra a komputertomográfia (CT) '70-es évektől kezdődő faipari gyakorlati alkalmazhatóságának vizsgálata nélkül. Tulajdonképpen a komputer-tomográfia segítségével sikerült lefektetni az MR vizsgálatok alapjait.

Wang és Chang 1983-ban vizsgálták a faanyagot MR alkalmazásával. A számítógépes képfeldolgozás fejlődésének köszönhetően Amerikában a kereskedelemben már 1984-ben megjelentek az első MR berendezések.

Az emlytett zürichi kutatócsoport a faanyag szerkezetre vonatkozó MR vizsgálatokat 3 fenyő és 77 lombos fafajon végezte el és módszerükkel azonosítani tudták a faanyagban az évgyűrűket, geszt/szijács határt, gyantajáratokat és gyantatáskákat, bélsugarakat, reakciófát, göcsöket, sebzéseket a fatestben, nedvességfoltokat és gombakárosításokat (Kucera 1989).

Wang és tsai. (1989) a felsorolt faanyagjellemzők azonosításán túl megállapították, hogy az évgyűrűszerkezeten belül, azon fafajoknál amelyeknél a korai és késői pászta határa elmosódik, a pászthatár megállapítására az MR vizsgálatokat nehezebb alkalmazni. Kísérletüknél egy Siemens 0,5 Tesla Magnetom szkennert használtak, amely egyszerre 15 kép szkennelésére alkalmas, egymástól 16 mm távolságra a faanyag hossz tengelye mentén. A szkennelés 7,5 percig tartott és a képképzés ugyancsak 7,5

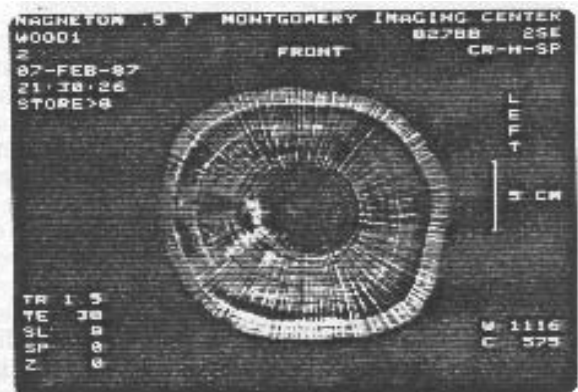
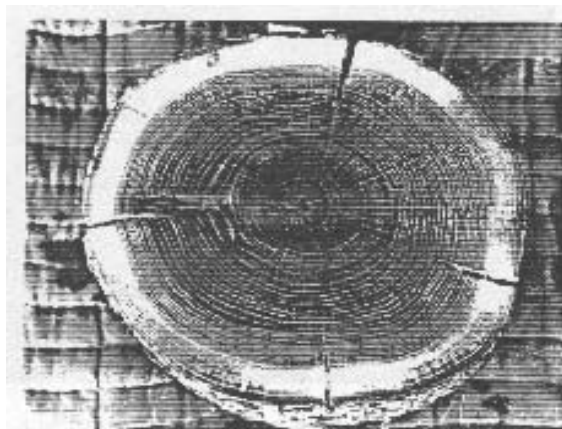
percet igényelt egy VAX 720-as számítógép igénybevételével. A vizsgálati síkok megválasztásával rétegfelvételek készítésére mindhárom anatómiai főirányban sikerült rekonstruálni a rönk térbeli szerkezetét a belső szerkezet láthatóvá tételére. Az **1. ábra** például a rönk keresztmetszet vizsgálatát szemlélteti.

### **A mágneses rezonancia fűrészipari alkalmazásának jövője**

Chang (1989) kiszámította, hogy az NMR spektroszkópia fűrészipari alkalmazása a termelősorban csak akkor lehetséges, ha megvalósítható a percenként egy kép vagy rönkönként két perc szkennelési sebesség. Jelenleg is folyamatban vannak kísérletek, egy automatizált rendszer megépítésére, amely a szkennelés, az adatfeldolgozás és a kiértékelés sebességét hivatott felgyorsítani.

Az eredmények pontos értelmezéséhez és gyakorlati felhasználhatósághoz szükséges, hogy a fűrésziparban alkalmazott rendszer rendelkezzen a legfontosabb fafajok szöveti jellemzőinek összehasonlító adataival (Wang és tsai. 1989). Jelenleg a mágneses rezonancia alkalmazására ilyen adatbázis nem áll a szakemberek rendelkezésére.

Az elmúlt évek folyamán Amerikában a kereskedelemben kapható MR berendezések ára lassan, de folyamatosan csökkent. Alkalmazása európai viszonylatban a kevésbé tökeerős, kisebb fűrészipari cégek számára azonban még mindig nem tekinthető gazdaságosnak.



1. ábra – Hengeres faanyag fényképe és NMR - rekonstruált képe radiális irányban (Wang, Chang, Olsen, 1989)

## Összefoglalás

A fűrészipari technológiákban a mágneses rezonancia széleskörű alkalmazáshoz a következő fejlesztések szükségesek:

- gyorsabb szkennelési sebesség;
- a berendezés alacsonyabb beszerzési ára és alacsony üzemeltetési költség megvalósítása;
- kis méret és kis tömeg;
- hordozható berendezések megépítése (mely elősegítené az élőfák roncsolásmentes vizsgálatát is).

Ismereteink szerint a roncsolásmentes faanyagvizsgálatokkal foglalkozó zürichi kutatócsoport az MR spektroszkópia jövőbeni gyakorlati alkalmazhatóságát a következő területeken tervezi vizsgálni:

- a fafajbiológiai kutatások területén (a fa életképességének vizsgálata a geszt/szíjács arány, valamint a szíjács nedvességtartalom-eloszlásának vizsgálatával; a nedvességtartalom-eloszlás vizsgálata az évgyűrűn belül a különböző fafajoknál; nedvességtartalom eloszlás vizsgálata a gyökerekben, ágakban, levelekben; edényben nevelt növények nedvességmozgásainak tanulmányozása, valamint napi és évi nedvességváltozás-ciklusaik megfigyelése és mérése);
- a faanyagtudomány területén (a nedvességtartalom egyenetlen megoszlásnak hatásai a faanyag mechanikai tulajdonságaira; nedvességtartalom változás és gombakárosítás között összefüggés vizsgálata);

- a faipari technológiák vonatkozásában (szárítási paraméterek változásának hatása a száradási repedések, sejtösszeroppanás és elszíneződések megjelenésére; nedvességtartalom-megoszlás változása a szárítás folyamán rosttelítettségi pont felett; vízben oldható favédőszerek faanyagban belüli eloszlása).

A röviden bemutatott MR tomográfiát, a ma még meglévő nehézségek és korlátok ellenére a faipar és ezen belül a fűrészipar számára is, ígéretes és hosszútávon gazdasági előnyökkel járó anyagvizsgálati módszernek kell tekinteni.

## Irodalomjegyzék

1. Chang, S. J. 1989: *An economic feasibility analysis of fast NMR scanner*. In: Proc. 3<sup>rd</sup> Intern. Conf. On Scanning Technology in Sawmilling. San Francisco, CA.
2. Chang, S. J., Olson, J. R., Wang, P. C. 1989: *NMR imaging of internal features in wood*. Forest Prod. J. 39(6):43-49.
3. Guzenda, R., Olek, W., Baranowska H. 2000: *Identification of Free and Bound Water Content in wood by means of NMR relaxometry*. In: 12<sup>th</sup> Int. Symp. on Nondestructive Testing of Wood. University of West Hungary, Sopron.
4. Kucera, L. J. 1989. *Current Use of the NMR Tomography on Wood at the Swiss Federal Institute of Technology: Overview and Outlook*. In: Proc. 7<sup>th</sup> Int. Symp. on Nondestructive Testing of Wood. Washington State University Pullman, Washington. pp. 209-219.
5. Wang, P. C., Chang, S. J., Olsen, J. R. 1989. *Scanning logs with an NMR scanner*. In: Proc. 7<sup>th</sup> Int. Symp. on Nondestructive Testing of Wood. Washington State University Pullman, Washington. pp. 209-219.

## LIGNO NOVUM – WOOD-TECH

Szakvásár Sopronban

**2002. szeptember 11-14.**

A napokban kapják kézhez az érdeklődők a faipari kiállítás jelentkezési anyagát, melyen az új időponton kívül az ideai változások más jele is látható. Az esztétikusabb és nagyobb területen felépülő „sátorvárosban” a kiállítók elhelyezése is jelentősen megváltozik. A „C” épület kiváltására tavaly felállított sátor idén nem lesz. Elsősorban a gépkereskedők igényeit szolgálja a 40 x 75 m méretű „G” sátor. A kisebb területet igénybe vevő kiállítók elhelyezésére a „D” és „F” sátrak állnak majd rendelkezésre. A koncentráltabb elhelyezés a kiállítók és látogatók számára is kedvezőbb lesz. Természetesen nemcsak ezzel, hanem több, egyéb változtatással is szeretnék a szervezők a rendezvény rangját emelni. Ezek közül legjelentősebb, hogy szélesedik az a szakmai kör, amely a rendezvény háttérét adó konferenciákat, előadásokat szervezi: a Magyar Bútor- és Faipari Szövetség, a Nyugat-Magyarországi Egyetem különböző karai és a FAGOSZ természetesen a régiekkel – OAFSZ, FATE, OEE – való együttműködés folytatása mellett. A szervezők bíznak abban, hogy a régi és új résztvevők ismét megtöltik a kiállítási területet, és látogatókban sem lesz hiány majd szeptember közepén. Minden érdeklődőt szeretettel vár a Ligno Novum – Wood-Tech rendezvényen a kiállítást szervező Program Kft.