

A vágásirány befolyásoló hatása a száradás mértékére

Szabó Márk, Takáts Péter^{*}

The influence of cutting direction on drying rate

The purpose of the research described in the article was to assess the effect of annual ring orientation on the rate of drying. Capacitive and resistance type moisture meters were used to assess the moisture content of lumber during drying. The experiments were designed to provide information on the general progress of the drying process and on moisture distribution along the length and depth. Significant differences were found between the specimens with horizontal and vertical ring orientations, the drying rate of the former being slower above and faster below the fibre saturation point. Moisture content curves converge at the fibre saturation point. Moisture distribution curves further refine the description of the drying process.

Key words: Ring orientation, Lumber drying, Moisture distribution, Fibre saturation point,

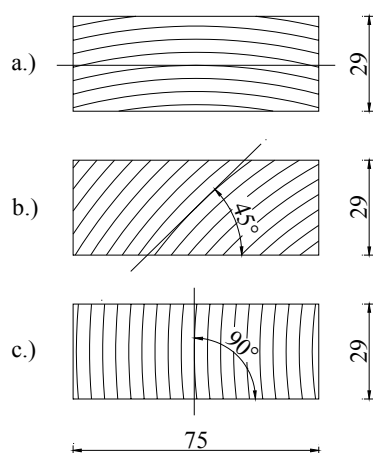
Bevezetés

A bemutatásra kerülő mérésorozatotban nemes tölgyfa anyagból készült nyersmértű bútortárgyak alkatrészek száradásának időbeni lefolyását vizsgáltuk. A méréseket többféle szempontból végeztük el. A vizsgálatok során elsődleges feladatunk a különböző vágásirányú, úgynevezett fekvő, álló és ferde évgyűrűs alkatrészek száradásának mérése volt. A méréseket egyrészt a faanyag hossza mentén átlagos nedvességtartalmi értékeket adó, ún. kapacitás elvén működő felületi nedvességmérő műszerrel végeztük, másrészt pedig a faanyag keresztmetszetén belüli nedvességeloszlást is vizsgáltuk elektromos ellenállás elvén működő beütös nedvességmérővel. A vizsgálatok további részét képezi a kétféle mérési eljárás eredményeinek összehasonlítása. A különböző irodalmak a faanyagra vonatkozóan általában 20-35%-os

átlagos rosttelítettségi határértéket adnak meg. A gyakorlatban különböző fafajták esetén ezek az értékek egészen eltérőek lehetnek, így méréseink során a tölgyfa rosttelítettségi határállapotának meghatározására is kitértünk.

A kutatómunka leírása

A méréseinket a soproni Asamer & Horváth Kft. Mühlböck típusú konvekciós szárítójában végeztük. A teljes szárítási folyamat 31 napig tartott. A vizsgálatok során 29 mm vastag, 75 mm széles és 700 mm hosszú tölgyfa bútoralkatrész frízek száradását mértük. A mérési feladatok elvégzéséhez a szárításra kerülő rakatokból szemrevételezéssel válogattuk ki a különböző évgyűrűállásoknak megfelelő mintadarabokat. Az egyes darabok kiválasztásának alapját a frízek bütüfelületein látható évgyűrűszerkezet adta, ahol azt vizsgáltuk, hogy az adott keresztmetszet közepén az évgyűrűk képzeletbeli érintője milyen szöget zár be a keresztmetszet hosszabbik élével. A leírtaknak megfelelően a fekvő évgyűrűs mintatestek kiválasztásának szempontja az volt, hogy az évgyűrűszerkezet, ill. a keresztmetszet közepén elhelyezkedő évgyűrűkhöz húzott érintő közelítőleg párhuzamos legyen a bütüfelület hosszabbik élével, míg az álló évgyűrűs darabokat úgy választottuk meg, hogy az évgyűrűk merőlegesek legyenek az említett élvonalra. A ferde évgyűrűs elrendezés a fekvő és az álló évgyűrűszerkezet közötti átmenetet képezi, így ezeknél a mintatesteknél a kiválasztás szempontja az



1. ábra – A jellegzetes vágásirányok: a.) fekvő, b.) ferde, c.) álló évgyűrűs kialakítás

^{*} Szabó Márk okl. faipari mérnök, Dr. habil. Takáts Péter CSc. egy. docens., NyME Fa- és Papírtechnológiai Intézet

1. táblázat – A különböző vágásirányoknak megfelelő csoportok és elemeik tényleges évgyűrűállásai fokban kifejezve

A minta sorszáma	Fekvő	Ferde	Álló
1	15,2	53,5	60,6
2	15,4	34,8	78,4
3	16,8	41,5	84,8
4	4,1	49,3	90,0
5	23,6	48,1	81,1
6	13,4	38,8	67,9
7	6,0	37,6	65,8
8	12,5	51,1	70,7
9	0,0	51,5	81,7
10	22,3	47,4	85,8
11	15,2	48,7	90,0
12	4,6	39,1	77,8

volt, hogy az évgyűrűk, illetve azok érintői a téglalap alapú keresztmetszet élfelületeivel közelítőleg 45°-os szöget zárjanak be. Az **1. ábra** az egyes csoportokra jellemző évgyűrűállásokat mutatja. A kategorizálást bizonyos „tűréssel” végeztük, hiszen nem mi készítettük el a próbatesteket, hanem már egy meglévő rakatból válogattuk ki őket, így megelégedtünk azzal is, ha az adott évgyűrűállást megközelítően reprezentáló mintadarabokat találtunk a szárítóba bekészített máglyák hozzáférhető részein. Az egyes mintadarabok bütüfelületein megmértük az adott keresztmetszetre jellemző évgyűrűállásokat is, a szögértékeket a **1. táblázat** tartalmazza.

A szárítást megelőzően a különböző évgyűrűállású csoportok minden egyes darabját megszámoztuk 1-től 12-ig. A szárítókamrában egy kis konzolt képeztünk ki a szárítandó mintadaraboknak, amelyen soronként 2 db 1,5 cm vastag és 2,5 cm széles hézagléc beiktatásával építettük fel a szárítandó rakatot. A rakatban felülről lefelé csökkenő számozással helyezkedtek el az egyes oszlopokban a különböző évgyűrűállásoknak megfelelő alkatrészek. A rakat egyik bütü- és élfelülete a máglyákkal volt határos, míg a többi felületét szabad levegő érte. A rakat külső részén a légmozgáshoz legközelebb a ferde évgyűrűs, a rakat közepében a fekvő évgyűrűs, míg a rakat legbelső oldalán az álló évgyűrűs darabok helyezkedtek el. A mérések során ügyeltünk arra, hogy miután elvégeztük a vizsgálatokat, az egyes mintadarabok ugyanabba a helyzetbe kerüljenek vissza, mint a mérést megelőzően. Így tekintettel voltunk arra

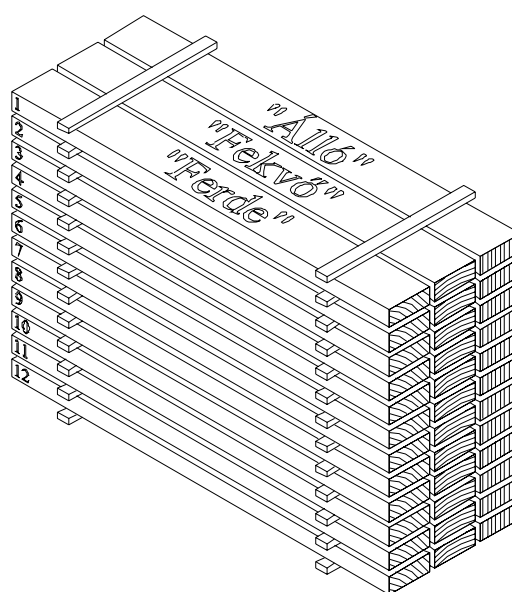
is, hogy a rakatban elfoglalt helyzet is befolyásolhatja a száradást. A mérésekhez kialakított rakat nézeti rajzát a **2. ábra** mutatja.

A méréseket téli időszakban, 2003. február 23-tól március 31-ig, a szárítási folyamat végéig heti két alkalommal végeztük. Az egyes alkalmak során megbontottuk a rakatot és sorban elvégeztük mindkét mérőműszerrel a méréseket. Az elektromos ellenállás elvén működő nedvességmérő berendezést technikai okokból csak a száradás megkezdése után egy héttel tudtuk alkalmazni, így az erre az időtartamra vonatkozó adatok hiányosak, viszont a kapacitás elvén működő nedvességmérővel a szárítás menetét végig követni tudtuk.

A mérések leírása

A kapacitás elvén működő nedvességmérő

A mintadarabok hosszirányú nedvességleadásának vizsgálatához egy MERLIN típusú kapacitás elvén működő kézi nedvességmérő műszert alkalmaztunk. A nedvességmérő alkalmazásának feltétele a mérési mélység, a fafaj és az adott fafajhoz tartozó sűrűségérték beállítása volt. A készülék csak 25 mm-es mélységig tudott mérni így ezt a maximális értéket állítottuk be. A mérendő fafajnak megfelelően a sűrűséget 750 kg/m³-re állítottuk. A mérések alkalmával minden egyes évgyűrűálláshoz tartozó csoportban megmértük a mintatestek nedvesegtartalmát az alkatrészek hossza mentén öt



2. ábra – A mérésekhez kialakított rakat

helyen. A mintatestek közepén, a két végén és még két közbenső ponton mértük a nedvességtartalmukat. A mérőműszert a használat során a mérendő helyen az alkatrész lapfelületéhez nyomtuk. Ezután a nedvességtartalmi értékek közvetlenül leolvashatók voltak a digitális kijelzőről.

Az elektromos ellenállás elvén működő nedvességmérő

Az elektromos ellenállás mérésének elvén alapuló, beütős kézi mérőműszert a próbatestek középső keresztmetszeteiben kialakuló nedvességprofilok feltérképezésére használtuk. A méréshez egy nagy érzékenységű, széles nedvességtartomány mérésére alkalmas GAN HT 85-T kézi mérőműszert használtunk. A mérőberendezés további jellemzője, hogy fafaj- és hőmérsékletkorrekció figyelembe vételére is alkalmas. A méréshez olyan tűskét választottunk, melyeket egészen a keresztmetszet közepéig is be lehetett szúrni, így ott is mérni tudtuk a nedvességet. Erre a célra a 20 mm hosszú tűskék bizonyultak megfelelőnek, melyek így a rögzítőcsavarok méreteivel együtt 16 mm mélységig voltak képesek mérni a nedvességet, ami a vizsgált mintadarabok vastagságának kicsivel több mint a fele.

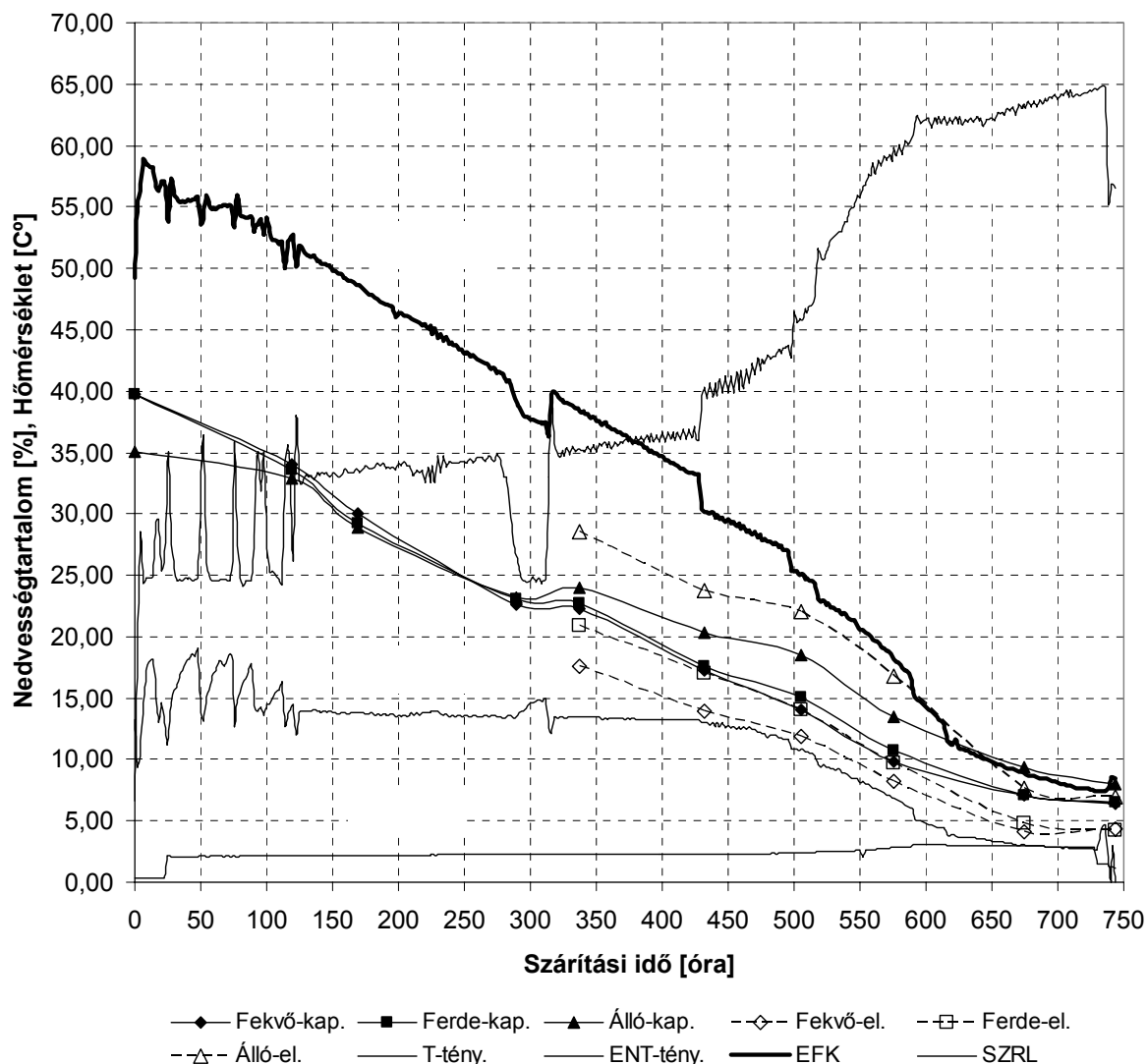
A beütős, elektromos ellenállás elvén működő nedvességmérőt jelen esetben azért tudtuk alkalmazni a nedvességtartalom időbeni és mélységi változásának méréséhez, mert az idő múlásával a nedvességtartalom csökkent, vagyis száradásról volt szó. A módszer nem alkalmazható abban az esetben, ha pl. a fa nedvesedését próbáljuk mérni a külső rétegekből befelé haladva, mert ekkor csak a külső rétegek nedvességtartalmát fogjuk tudni mérni, hiszen ott a nagyobb nedvességtartalom miatt kisebb lesz az elektromos ellenállás, és a mérőműszer minden pozícióban az itt mért értéket fogja mutatni. A száradás során a faanyag belsejébe haladva nő a nedvességtartalom, ami azt jelenti, hogy a belső rétegek elektromos ellenállása kisebb lesz, vagyis a műszer tűskéi ill. elektródáinak csúcsai a nedvesebb rétegeken keresztül fogják vezetni az áramot, tehát a műszer ezekben a rétegekben mért adatokat mutatja.

A mérés idő- és munkaigényessége miatt minden évgyűrűcsoportból csak öt-öt mintadarabon végeztük el a méréseket a rakatban elfoglalt helyük szerint 7-től 11-ig terjedő sorszámozással. Mivel az elektromos ellenállás függ a vezető közeg hőmérsékletétől is, így a mérések megkezdése előtt a műszeren a szárítókamrából kikerült próbatest hőmérsékletét be kellett állítani, amit valamivel a kamra léghőmérsékleti értéke alatt vettünk fel. A mérés során első lépésben a tűskét kézi erővel nyomtuk a fafelülethez és így a felületi nedvességtartalmat olvastuk le a mérőműszerről. A további mérések során a mérőtűskét fokozatosan eltérő nagyságú ütések hatására különböző mélységekbe ütöttük be a fába és regisztráltuk az ott mért nedvességértékeket, valamint tolómérő segítségével az elért mélységet. A mérőműszer használata során ügyelni kellett arra, hogy a tűskék merőlegesen álljanak a faanyag lapfelületére, mert csak így tudtuk helyesen lemérni a behatolás mélységét. A mérés jellege ugyan nem tette lehetővé, hogy a különböző próbatesteken azonos mélységekben mérjük a nedvességtartalmakat, de a megfelelően sűrű mintavételezéssel – átlagosan 10-20 különböző mélységekben végzett mérés – így is elegendő számú adathoz jutottunk a nedvességtartalom vastagság szerinti változását illetően. A száradás folyamán a különböző időpontokban kialakuló keresztmetszeti nedvességviszonyok vizsgálatahoz az elektródákat az előző mérési helytől 1-1,5 cm távolságra ütöttük be.

A mérés eredményeinek feldolgozása

A nedvességtartalom változásának mérése a szárítási folyamat során

Az adatok kiértékelésénél első lépésben a száradási folyamat teljes menetéről próbáltunk képet alkotni. A különböző évgyűrűállású próbatestek időben lezajló száradási folyamatának szemléltetéséhez a kapacitás elvén működő mérőműszerrel a próbatestek közepén mért nedvességtartalmi adatokat átlagoltuk, adott évgyűrű-kategórián és mérési időponton belül mind a 12 darab próbatest esetében. Ezt követően a beütős elektromos nedvességmérő adatait is átlagoltuk azonos időpontokhoz és évgyűrűállásokhoz tartozóan egyrészt az adott keresztmetszeten belül, másrészt pedig az egyes próba-



testek között. Az átlagolt eredményeket a **3. ábra** mutatja grafikon formájában. A grafikonon a szárítóberendezés által regisztrált jellemző adatokat is feltüntettük. Az általunk végzett mérések átlagadatait az egyes pontokat összekötő görbített vonalak jelölik. A folytonos vonalak a kapacitás elvén működő mérőműszer adatpontjait interpolálják, míg a szaggatott vonalak az elektromos ellenállás elvén működő mérőberendezéssel mért pontthalmazokon haladnak át különböző évgyűrűállásoknak megfelelően. Az utóbbi görbe a már említett technikai nehézségekből adódóan hiányos, de a jelenség végső folyamatát így is megfelelően ábrázolja.

A mérés során a szárítóberendezést üzemeltető kazán a hőszabályozó berendezés elégtelen működése következtében meghibásodott,

így a szárító kétnapi leállásra kényszerült. Ez a leállás a hőmérsékleti grafikonról megállapítható, de amint látszik, az automatika gyorsan korrigálta ezt a kiesést.

A száradás során kialakított léghőmérséklet adatokról a „T-tény.” függvény tájékoztat. A szárítókamrában kialakult légállapotoknak megfelelően az egyensúlyi nedvességtartalmat is folyamatosan mérték cellulóz lapocskák segítségével, elektromos ellenállás elvén működő mérőműszerekkel.

A pillanatnyi egyensúlyi nedvességtartalmi értékek alakulását az „ENT-tény.” függvény mutatja. A szárítási folyamatot irányító automatika a tényleges fanedvességi adatokat a szárítókamra több pontján elhelyezett csavaros mérőszondából gyűjtötte össze. A kamrában ily

módon összesen 10 helyen mérték az egyensúlyi nedvességtartalmakat, melyek átlagát a grafikonon „EFK”, az úgynevezett végnedvesség vezetési érték jelöli.

Az automatika a tényleges és szükséges egyensúlyi nedvességtartalmi adatok hányadosaként képzett szárítási lépcső, vagy más néven szárítási tényező – a grafikonon „SZRL”-lel jelölve – alapján szabályozza a szárítás menetét. A száradás alakulását a szárító levegő paraméterei határozzák meg. Ennek megfelelően az automatika a fűtőkazán hőmérsékletét, a ventilátorok fordulatszámát, a légszappantyúk állását, valamint a légnedvesítő berendezések működtetését végzi.

A kapacitás elvén működő nedvességmérő átlagolt adatait szemlélve megállapítható, hogy a száradás kezdeti szakaszában az álló évgyűrűs próbatestek a két másik irányhoz képest sokkal gyorsabban száradnak és a ferde évgyűrűs mintadarabok száradása a leglassúbb, bár ez nem sokkal tér el a fekvő évgyűrűs darabok adataitól. A száradás előrehaladtával a különböző évgyűrűállású próbatestek közötti nedvességtartalmi különbségek csökkennek, mígnem egy ponton a különböző száradási görbék metszik egymást. Esetünkben ez a metszéspont megközelítőleg a száradási folyamat 250. órájában, 25%-os nedvességtartalmi értéknél található. Az irodalmi adatok alapján (Takáts 2000a) elmondható, hogy az említett pont az adott fafajra, jelen esetben a tölgyfára vonatkozó rosttelítettségi határállapotot jelöli.

A rosttelítettségi határállapot alatt a száradási görbék menetében egyértelmű változás figyelhető meg. Míg a rosttelítettségi határállapot felett az álló évgyűrűs mintadarabok száradtak a leggyorsabban, addig a rosttelítettségi határállapot alatt éppen a jelenség fordítottja játszódik le, vagyis az álló évgyűrűs mintadarabok száradnak a leglassabban, ami azt jelenti, hogy ugyanazon légparaméterek mellett sokkal tovább tartják magukban a nedvességet. A száradás sebessége a rosttelítettségi határállapot alatt a fekvő évgyűrűs mintadarabok esetében válik a legintenzívebbé míg a ferde évgyűrűs próbatestek száradása a két évgyűrűállásnak megfelelő érték között játszódik le, és inkább közel esik a fekvő évgyűrűs próbatestek száradásához.

A száradási folyamat második fázisát már a beütös nedvességmérővel is nyomon tudtuk követni. Ebben az esetben is ugyanaz a jelenség figyelhető meg, vagyis a fekvő évgyűrűs próbatestek száradnak a leggyorsabban, míg az állóak a leglassabban.

Mindkét mérési eljárás esetében megfigyelhető az is, hogy a fekvő és ferde évgyűrűs próbatestek száradási görbéi jóval közelebb esnek egymáshoz, mint a ferde és álló évgyűrűs próbatestek ugyanezen függvényei. A jelenségből arra lehet következtetni, hogy az évgyűrűk állása a mintadarabok adott geometriai feltételei mellett nem lineáris mértékben befolyásolja a száradás menetét. A két különböző mérésből származó grafikonokat szemlélve az említett nemlinearitás a beütös nedvességmérő eredményeinél még fokozottabban jelentkezik és ott mintegy felnagyítódnak az évgyűrűállások különbözőségéből adódó eltérések a kapacitás elvén működő nedvességmérővel mért adatokhoz képest.

A két mérési eljárás összehasonlítása az említett grafikonok segítségével történhet. Ezek alapján elmondható, hogy jelentős, akár 5%-os nedvességtartalom különbségek is adódhatnak az évgyűrűállás befolyásoló hatása következtében.

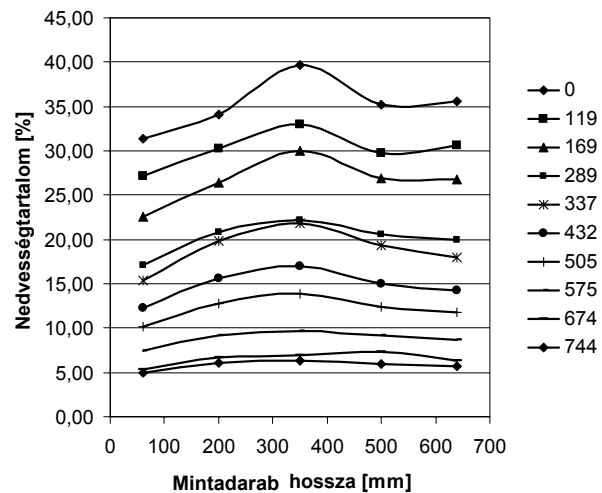
A különböző évgyűrűállású mintatestek száradását a kísérleti rakaton belül elfoglalt helyzet is befolyásolhatta. Figyelembe véve viszont azt a tényt, hogy a fekvő évgyűrűs próbatestek a mérés során a rakat középső oszlopában helyezkedtek el és ennek ellenére mégis gyorsabban száradtak, mint a rakat szélén a légmozgáshoz közelebb eső ferde évgyűrűs alkatrészek, így arra a megállapításra jutottunk, hogy a rakatelrendezés – legalábbis a vizsgált jelenség szemléltetésének szempontjából – elhanyagolható mértékben befolyásolta a száradás mértékét. Előfordulhat, hogy mivel az álló évgyűrűs darabok voltak a rakat legbelső oldalán, ez közrejátszott abban, hogy ezek lassabban száradtak. Ennél biztosabbat azonban csak további mérések elvégzése után mondhatnánk.

A nedvességtartalom változása a mintadarabok hossza mentén

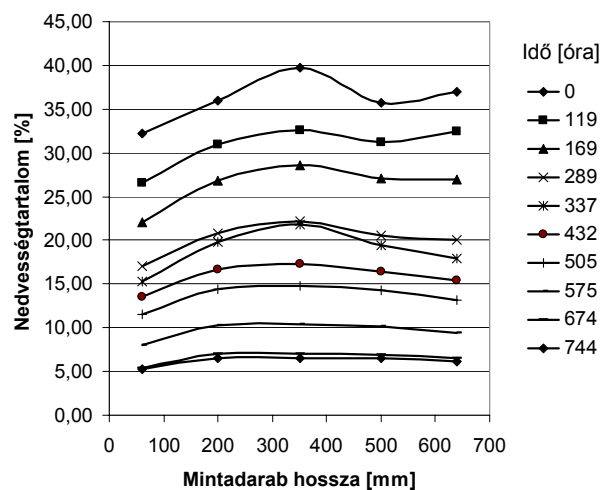
A mérési adatok kiértékelésének további részeként próbatestek hossza mentén kialakuló nedvességeloszlást vizsgáltuk, a kapacitás elvén működő nedvességmérővel végzett mérés adatai alapján. Ez esetben is átlagoltuk az adatokat, egyrészt a különböző szálirányokhoz tartózan, másrészt pedig az egyes mérési helyeknek megfelelően. Az átlagértékek számításánál csak az 1-től 7-ig terjedő sorszámú mintatesteket vettük figyelembe, mert ezek közepe nem károsodott a beütős nedvességmérő tűskéi által és így nem változtak meg az ott kialakuló nedvességviszonyok. A mintadarabok hossza mentén mért átlagolt nedvességtartalmi értékeket a szárítás különböző időpontjaiban a **4-6. ábrák** grafikonjai mutatják. Felhívjuk a figyelmet arra, hogy a méréseket nem szabályos időközönként végeztük, így az időparamétert tekintve a grafikonok alakulása nem ekvidisztáns.

A nedvesség hosszirányú változását ábrázoló grafikonokon első ránézésre a legszembetűnőbb az, hogy a maximumok évgyűrűállástól függetlenül eltolódtak a mintadarabok egyik vége felé. A hosszanti nedvességprofil eltolódásának oka minden bizonnyal az, hogy a rakat egyik végét máglya határolta, míg a másik vége szabadon állt így ott a bütüfelületekről gyorsabban el tudott párologni a nedvesség. Mivel a faanyag rostirányban sokkal intenzívebben képes a nedvességet szállítani, mint a másik két anatómiai főirányban, így jelen esetben nem volt elhanyagolható a rakatot, és annak is főként a bütürészét határoló felületek hatása. A grafikonokról egyértelműen megállapítható, hogy a szabad bütüfelületek a 0 hossz koordináta felől helyezkedtek el, hiszen egyrészt ebbe az irányba tolódott el a nedvességprofil csúcsa, másrészt pedig az adott nedvességprofilon belül ott a legalacsonyabbak a nedvességtartalmi értékek.

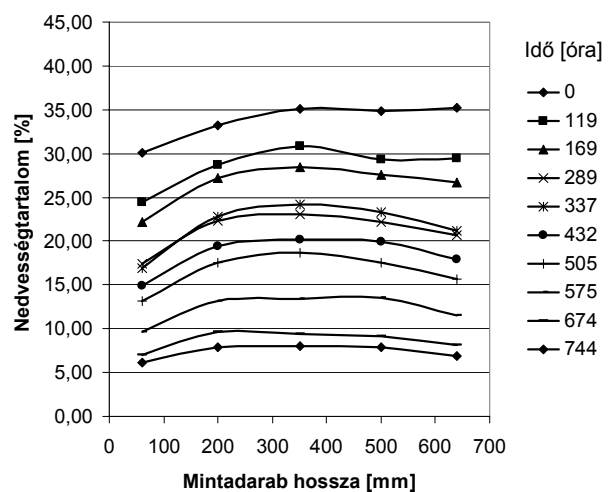
A grafikonokat tovább szemlélve ugyancsak találkozunk azzal a jelenséggel, miszerint a rosttelítettségi határ felett az álló évgyűrűs mintadarabok száradása a leggyorsabb, míg a fekvőké a leglassabb. A rosttelítettségi határ alatt itt is megfigyelhető a jelenség fordítottja, vagyis az álló évgyűrűs próbatestek száradása lelassul, míg a fekvőké felgyorsul. A grafikonok



4. ábra – Fekvő évgyűrűs mintadarabok hosszirányú száradása



5. ábra - Ferde évgyűrűs mintadarabok hosszirányú száradása



6. ábra - Álló évgyűrűs mintadarabok hosszirányú száradása

oldalán vannak feltüntetve a mérési időpontok órában kifejezve.

A rosttelítettségi határállapotban, a 250. órában ugyan nem készült mérés, de ehhez az értékhez közeli időpontban felvett nedvességprofilok esetében (pl. a 289. órában) megfigyelhető, hogy a váltás időpontjában a nedvességtartalmi csúcsok közel azonos szinten helyezkednek el a különböző évgyűrűállású mintatestek esetében. Érdekes módon a fekvő és ferde évgyűrű elrendezésekhez tartozó mérési adatok között most sincs nagy különbség, míg az álló évgyűrűs mérések adatai a másik két évgyűrűállásnál mért és kiátlagolt értékektől jelentősen eltérnek. A különböző évgyűrűállásokhoz tartozó grafikonokon megfigyelhető az is, hogy a grafikonok a fekvő évgyűrűktől az állók felé haladva egyre jobban tompulnak. A jelenséget magyarázhatja az, hogy az álló évgyűrűs szerkezetnél a keresztirányú nedvességáramlás sokkal korlátozottabb, így a nedvesség arra kényszerül, hogy végig a fríz hossza mentén a kisebb ellenállás irányába, vagyis rostirányba távozzon, melyhez viszont az egész keresztmetszetet ki kell használnia.

A nedvességtartalom változása a mintadarabok vastagságában

A mérési eredmények elemzésének legutolsó és legérdekesebb része az elektromos ellenállás elvén működő nedvességmérővel mért adatok kiértékelése. A mélységi mérésre a mintadarabok közepén a vastagságban kialakuló nedvességtartalom-eloszlási görbék meghatározásához volt szükség.

A méréseket technikai okokból csak a szárítási folyamat megkezdése után egy héttel tudtuk elkezdni, így a kezdeti adatok hiányoznak. A mérés során nem volt lehetőségünk előre pontosan meghatározott mélységekben végezni a nedvességmérést, így arra törekedtünk, hogy kellő számú mérési pontot vegyünk fel az adott keresztmetszetekben. A mélységi mérés adatait a kiértékelés során mélységi csoportokra osztottuk, vagyis kijelöltünk bizonyos mélységtartományokat és az egyes tartományokba eső nedvességtartalmi értékeket átlagoltuk szintén a különböző évgyűrűállásoknak megfelelő csoportokon belül, különböző mérési időpontokhoz tartozóan. A fél keresztmetszetet vizsgáltuk

csak, hiszen a nedvességeloszlás elméletileg szimmetrikus. Ezt a fél keresztmetszetet osztottuk fel 5 egységre, melyeknek így 3 mm vastag tartományok, vagy sávok feleltek meg. Az egyes mélységi csoportokba eső adatok átlagértékeit a vastagsági csoport közepén tüntettük fel, ezért nincs a grafikonokon végig, a keresztmetszet széléig kifutó görbeszakasz. A fél keresztmetszetben különböző időpontokban és különböző évgyűrűállásokhoz tartozóan kialakuló nedvességprofilokat az **7-9. ábrák** mutatják. Az ábrák jobb oldalán találhatóak az egyes görbékhez tartozó időpont adatok.

A grafikonokat összehasonlítva most már egyértelműen megállapítható az évgyűrűállás befolyásoló szerepe a száradás sebességének mértékére és az, hogy az álló évgyűrűs anyagok száradnak a leglassabban. A grafikonokon ez esetben nem tapasztalhatók az egyensúlyi nedvességtartalom átlépésére utaló jelek, holott elvileg még a határállapot közelében történt az első két mérés. A fekvő évgyűrűállásból az álló évgyűrű felé haladva fokozatosan nő az adott keresztmetszetben a nedvességtartalom adott időponthoz és mélységhez tartozóan. A grafikonok utolsó két nedvességprofilján megfigyelhető a szárítás kiegyenlítő szakasza, mely során a faanyagban többé-kevésbé egyenletes nedvességeloszlás alakul ki a vastagság mentén.

Összefoglalás, következtetések

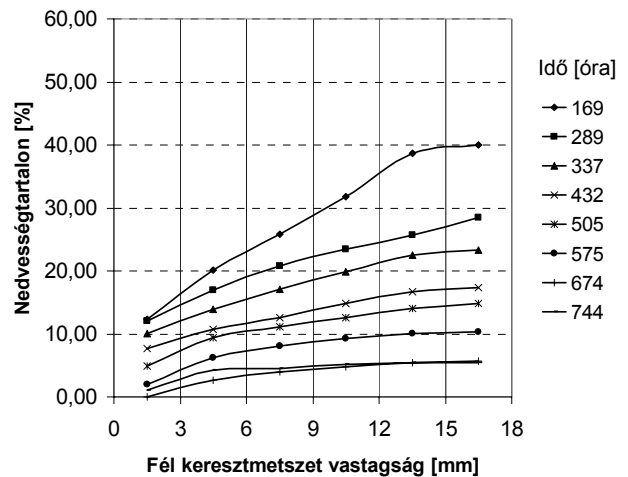
A mérések során elsődlegesen azt vizsgáltuk, hogy a különböző vágásirányok illetve évgyűrűállások (fekvő (0°), ferde (45°) és álló (90°)) a tölgyfa frízek és általában a faanyag száradását mennyire befolyásolják. A mérések eredményeiből egyértelműen az derül ki, hogy a vágásirány jelentős befolyásoló hatással bír a száradás menetére.

A száradás kezdeti szakaszában az álló évgyűrűs faanyagok száradnak a leggyorsabban, míg a fekvő és ferde évgyűrűs anyagok lassabban. A szárítás előrehaladtával az idő függvényében csökkennek a különböző évgyűrűállású faanyagok nedvességtartalmi értékei közötti különbségek, mígnem közel azonos időpontban eléri a rosttelítettségi határállapotot. Tölgyfa esetében éppen a különböző vágásirányú próbatestek száradásának vizsgálatával sikerült

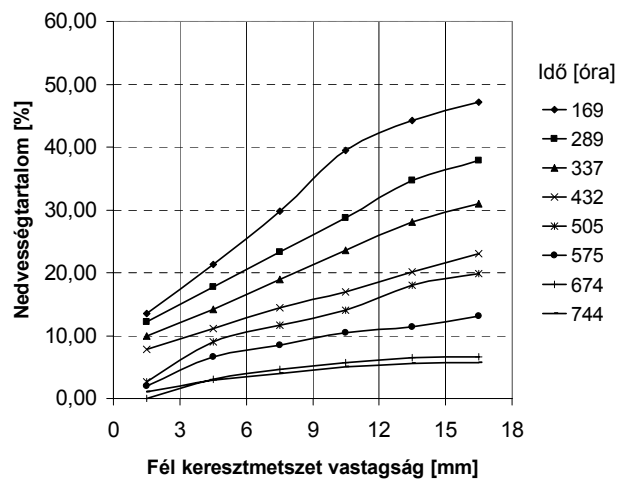
a rosttelítettségi határállapotot megállapítani, melynek értéke a vizsgált tölgyfa esetében megközelítőleg 25%. A rosttelítettségi határállapot egy fordulópont a különböző vágásirányú faanyagok száradásának menetét tekintve, mert ezen a ponton túl a kezdetben gyorsan száradó álló évgyűrűs mintadarabok száradása jelentős mértékben lelassul a fekvő és a ferde évgyűrűs faanyagokéhoz képest, és a leggyorsabban a fekvő évgyűrűs darabok száradnak tovább. A ferde évgyűrűs anyagok száradásának menete a fekvő évgyűrűs anyagokéhoz hasonló, annál viszont lassúbb.

A különböző irányokhoz tartozó eltérő száradási sebességekre legkézenfekvőbb magyarázatot a bélsugarak állása adja. A bélsugarak szerepe az élő fában a rostirányra merőleges, sugárirányú tápanyag- és nedvességszállítás. A tölgyfában elég nagy bélsugarak találhatóak, és ezek a faanyag feldolgozása után továbbra is ellátják funkciójukat, vagyis a belső rétegekből képesek a nedvességet a kapilláris erők vagy a páradiffúzió révén a parciális gőznyomás-különbségek hatására a külső rétegekbe továbbítani, vagy éppen fordítva. A fekvő és álló évgyűrűs anyagok nagyon eltérő száradási sebességének magyarázata abban rejlik, hogy a fekvő évgyűrűs anyagoknál az évgyűrűkre merőleges bélsugarak a lapfelületen futnak ki, így ott jóval nagyobb felületen képes a bélsugarakon keresztül elpárologni a nedvesség, mint az álló évgyűrűs anyagok esetében, ahol is a bélsugarak az élfelületen végződnek, ami jóval kisebb a lapfelületeknél. A farostok és rosttracheidák nem tesznek lehetővé nagyfokú rostra merőleges páradiffúziót, így szerepük a bélsugarakhoz képest a vizsgált jelenséget illetően elhanyagolható, mert inkább a rostirányú transzportfolyamatokban játsszák a fő szerepet (Molnár 1999).

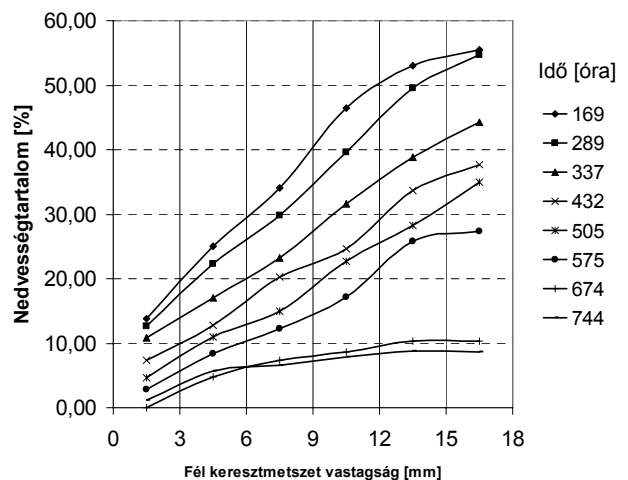
A különböző mérőműszerek alkalmazása során különbségek adódtak. A mért nedvességtartalmak átlagértékeit tekintve a kapacitás elvén működő műszerhez képest az elektromos ellenállás elvén működő készülék az álló évgyűrűs darabok esetében nagyobb, a fekvő évgyűrűs anyagok esetében pedig kisebb nedvességtartalmakat mért. A ferde évgyűrűs anyagok nedvességtartalmára megközelítőleg azonos értékeket ad mindkét műszer. A leírtak



7. ábra - Nedvességprofilok alakulása a fekvő évgyűrűs próbatestek keresztmetszetében



8. ábra - Nedvességprofilok alakulása a ferde évgyűrűs próbatestek keresztmetszetében



9. ábra - Nedvességprofilok alakulása az álló évgyűrűs próbatestek keresztmetszetében

alapján megállapítható, hogy az évgyűrűállás még a mérőberendezések mért adatait is befolyásolja, így a mérések kiértékelésénél ez is fontos szempont.

Köszönetnyilvánítások

Ezúton mondunk köszönetet Horváth Lászlónak, az Asamer & Horváth Kft. igazgatójának azért, hogy biztosította a mérések elvégzéséhez szükséges berendezéseket és az alapanyagokat. Megköszönjük Polgár Rudolfnak, a Nyugat-Magyarországi Egyetem Matematika Intézetében dolgozó tanársegédnek a

mintavételezésre és az adatok kiértékelésére vonatkozó elméletekben nyújtott segítségét.

Irodalomjegyzék:

1. Takáts P. 2000a. *Szárítás és gőzölés*. Egyetemi jegyzet, NyME Sopron
2. Takáts P. 2000b. *A faanyag hidrotermikus kezelése*. In: Molnár S. szerk. *Faipari kézikönyv I. Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron* 204-260. old.
3. Vanek, M. 1997. *Holztrocknung*. Studienblätter zur Vorlesung, Universität für Bodenkultur, Wien
4. Molnár S. 1999. *Faanyagismeret*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó.

Néhány nyárfajta faanyag-tulajdonságának összefoglaló jellegű ismertetése. III. rész

Babos Károly, Zsombor Ferenc *

Various properties of some poplar variants' xylem. Part 3.

The investigation of certain anatomical, physical and mechanical parameters of *Populus x euramericana* variants, described in earlier publications, has continued. This paper presents results concerning four new poplar variants, grown at various sites. From many respects, new variants proved to be superior to the I-214 variant used as control, under the given site conditions.

Key words: Poplar variants, Anatomical characteristics, Physical and mechanical characteristics

Bevezetés

A nyárfajták faanyagának, faminőségének vizsgálatát – kisebb-nagyobb megszakításokkal – folyamatosan végezzük, és a vizsgálatok eredményeit közzé tesszük. Az előző két részben (Babos és Zsombor 2002, 2003) közölt adatokat a 2002-ben – részben új termőhelyről származó fajták mintatörzsein – végzett vizsgálatok (Babos 2002) alapján kívánjuk kiegészíteni. A vizsgált tulajdonságok és a vizsgálati módszerek a korábbi cikkekben leírtakkal azonosak voltak.

Adott termőhelyről és erdőrészből 4 db mintatörzset választottunk ki fajtánként. A mintatörzsek mellmagasságától felfelé kivágott 1,5 méter hosszú törzs-rönkminta adta a vizsgálatokhoz szükséges próbatesteket.

A vizsgált nyárfajták

1. csoport:

Populus x euramericana 'Agathe F' (OP-229)
Populus x euramericana 'I-214' (kontroll)

A fenti fajták mintatörzsei kocsánytalan tölgyes-cseres klímában levő termőhelyről származtak, a Balkány 25A erdőrészből, amely középmély termőrétegű, állandó vízhatású, humuszos homok által letemetett réti talaj. Az állomány kora 21 év volt.

2. csoport:

Populus x euramericana 'Aprólevelű'
(fajtajelöltként 'Parvifol' vagy 'TPC 3'
néven volt ismert)
Populus x euramericana 'I-214' (kontroll)

* Dr Babos Károly CSc. egy. docens, ELTE Növénysszervezettani Tanszék, Dr. Zsombor Ferenc osztályvezető, OMMI Erdészeti Osztály