

EFVL	NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM ERDÉSZETI ÉS FAIPARI VIZSGÁLÓLABORATÓRIUMA <i>Ipari Alapanyag és Termék Laboratórium (C)</i> Akkreditációs szám: NAT-1-1521/2007	VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV	Jegyzőkönyv száma: C-J-2011/07-01 Lap/oldal: 1/9
-------------	--	--	---

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM ERDÉSZETI ÉS FAIPARI VIZSGÁLÓLABORATÓRIUMA <i>Laboratórium igazgató: Dr. Varga Mihály</i>
<i>Nemzeti Akkreditáló Testület regisztrációs száma: NAT-1-1521/2007</i>
H-9400 Sopron, Bajcsy-Zs. E. út 4. (Pf.: 132) Tel: +36 (99) 518-100 Fax: +36 (99) 518-103

<i>Jegyzőkönyv száma:</i>	C-J-2011/07-01
<i>A megbízó:</i>	SZOLVEGY Kft.
<i>A megbízás száma és kelte:</i>	2011/7 2011. április 29.
<i>Vizsgálati adatlap száma:</i>	C-V-2011/07-02
<i>A vizsgálat megnevezése:</i>	Ragasztási hibák okainak feltárása
<i>A vizsgálatot végző személy(ek):</i>	Dr. Fehér Sándor Komán Szabolcs
<i>A vizsgálati eredmények hatálya:</i>	A vizsgálati eredmények kizárólagosan a vizsgált mintákra vonatkoznak.
<i>Jegyzőkönyv kelte:</i>	Sopron, 2011. június 10.

A vizsgálati jegyzőkönyv tartalmát a EFVL írásbeli engedélye nélkül csak teljes terjedelemben szabad másolni.

Megbízó:	SZOLVEGY Kft. 5000 Szolnok, Téglagyári út 8.	
A megbízás száma és kelte:	2011/7 2011. április 29.	
A vizsgálat megnevezése:	Ragasztási hibák okainak feltárása	
Alkalmazott szabvány:	MSZ EN 204:2001	
A mintavétel módja:		
A vizsgált minta leírása és azonosítása:		
Fafaj:		
A vizsgált minta átlagos nedvességtartalma [%]:		
A vizsgálat helyszíne:		
A vizsgálat időpontja:	2011. május 2.	
A vizsgálat körülményei:	Hőmérséklet: 20 °C Relatív páratartalom:65..%	
A vizsgálatot végző személy(ek):	Dr. Fehér Sándor Komán Szabolcs	
Mellékletek:	Azonosítószám:	Oldalszám: 9
Vizsgálati eszközök: 1. Nedvességmérő (Gann Hydromette HT 95) 2. Tolómérő (Helios) 3.	Megjegyzés:	
A vizsgálati jegyzőkönyv csak a vizsgálat eredményét tartalmazó melléklettel (mellékletekkel) együtt érvényes!		
..... Vizsgáló EFVL C	P. H. Komán Szabolcs Vizsgáló EFVL C
.....	 Dr. Fehér Sándor Kijelölt vizsgáló EFVL C
Jelen vannak:	
.....	

1. Előzmények

Kültéri fedett teraszok építéséhez szükséges tömbösített oszlopok gyártását október-március közti időszakban, időnyellegűen is végzik. A gyártás során néhány kisebb ragasztási problémától eltekintve nem voltak nehézségek a jelen gyártási eljárással. Az idei szezonban azonban több tételben is jelentősen megnövekedtek a ragasztott felületek elvállásából adódó problémák. A ragasztáshoz egykomponensű D4-es vízállósági fokozatú diszperziós ragasztóanyagot használnak. Jelen munkában a felmerülő hibák okait illetve azok megoldásait tárjuk fel.

2. Kültéri teraszelemek ragasztási problémáinak elemzése

A vizsgálat során először megtekintettük az alkalmazott technológiát illetve a problémás termékeket. A tömbösített oszlopelemeknél a ragasztási síkokban az összeragasztott elemek megnyíltak, illetve teljesen elváltak egymástól. Az elvált részek ragasztási felületén a ragasztóanyag fehér, porszerű állapotban volt megtalálható. A védőszer nyomai az oszlopok felületén kívül a teljes ragasztási síkban (zöld elszíneződés) is megtalálható a széthasadt elemeknél, pedig a kezelés során csak kis mélységig ivódhatna a szerkezeti elemekbe. (1. ábra).



1. ábra A ragasztási síkban a ragasztó kifehéredett, ill. látható a beszivárgott védőszer

A felmerülő probléma a begyűjtött adatok alapján egyértelműen a ragasztási film alacsony hőmérsékletének következménye, a ragasztóanyag nem érte el a minimális

filmképzési hőmérsékletet, ennek bizonyítéka a felületen a ragasztó anyag fehér porszerű állaga. A hibás ragasztásra utal az is, hogy a védőszer nyomai a ragasztási síkban is megtalálhatóak voltak, ebből arra lehet következtetni, hogy azok már a telítés előtt megnyíltak.

3. Ragasztáskor felmerülő problémák háttere

A PVAC alapú diszperziós ragasztók olyan ragasztóanyagok, amelyekben az alapanyag folyékony halmazállapotú, és ebben egy szilárd halmazállapotú finoman szétosztott anyag van diszpergált állapotban. A ragasztó kikeményedése során a diszperz rendszerből a nedvesség szivárgás vagy párolgás útján távozik el, melynek hatására a diszpergált szemcsék összefolynak és ez a homogén filmréteg adja a kötést. Ez egy irreverzibilis (vissza nem fordítható) folyamat. Amennyiben a kötési folyamat nem zajlik le teljesen akkor a ragasztó nem fogja biztosítani a kívánt ragasztási kötést. A ragasztó kikeményedése csak optimális körülmények közt játszódik le.

A ragasztóanyag fontos tulajdonságait a technikai adatlapon tüntetik fel. Ezek közül a legfontosabbak a következők:

1. Az egyik fontos paraméter a ragasztáshoz szükséges minimális hőmérséklet. A PVAC alapú diszperziós ragasztók esetén a folyékony összetevő a víz, így ezen ragasztók 0°C alatt megfagynak és a ragasztóanyag tönkremegy. A ragasztási film kikeményedéséhez ezért 0°C-nál magasabb hőmérsékletre van szükség. A PVAC alapú diszperziós ragasztók egyik fontos paramétere a **minimális filmképzési hőmérséklet** (MFT). Ez az a legalacsonyabb hőmérséklet, amelyen a ragasztóanyag még folytonos filmet képez. Ez alatti hőmérsékleten nincsen filmképzés; a száradás eredménye fehér színű laza, tapadás nélküli porszerűen leváló réteg lesz, ezért szokták ezt „fehéredési pontnak” is hívni. Ezt az értéket a ragasztók technikai adatlapján mindig feltüntetik, értéke 5°C körül van. A következő okok vezethetnek ahhoz, hogy a ragasztófilm nem éri el a szükséges hőmérsékletet:

- a. a ragasztóanyag hőmérséklete nincs a minimális filmképzési hőmérséklet felett. Ennek oka lehet a ragasztóanyag nem megfelelő helyen való tárolása. A helyiség nem fűtött vagy a műszak végeztével illetve a hétvégén annyira lehül a hőmérséklet, hogy az újbóli munkakezdetkor a ragasztóanyag még nem melegedik fel kellőképpen.
- b. a ragasztandó faanyag hőmérséklete túl alacsony. Ennek oka lehet, hogy a szabadban vagy a raktárban tárolt faanyag az üzembe kerüléstől a feldolgozásig nem melegszik fel teljes keresztmetszetben a minimális filmképzési hőmérséklet fölé. Az így összeragasztott részeknél - mivel még nem melegedtek át teljes keresztmetszetükben - a ragasztási sík közepe „visszahül” a minimális filmképzési hőmérséklet alá. Annak ellenére, hogy a széleken jó lesz a kötés, belül csak egy fehér porszerű réteg fog kialakulni és a ragasztási réteg szétválak.
- c. a ragasztási helyiség alacsony hőmérséklete.

Probléma okainak megszüntetése:

- A ragasztóanyagra vonatkozóan megállapítható, hogy a ragasztóanyagot fűtött helyen kell tárolni, meg kell akadályozni a ragasztóanyag lehülését.
- A faanyagra vonatkozóan megállapítható, hogy a faanyagot a ragasztás előtt fel kell melegíteni, az anyagnak teljes keresztmetszetében meg kell haladni a minimális

filmképzési hőmérsékletet. A rakatokat célszerű a ragasztás előtt több nappal a fűtött műhelybe betárolni, a rakatokat szét kell rakni úgy, hogy a külső hőmérséklet a lehető legnagyobb felületen érje a faanyagot. Amennyiben a rakatokat nem bontjuk szét akkor a belső részen lévő deszkák pallók nem fognak felmelegedni.

- A ragasztási helyiségre vonatkozóan megállapítható, hogy a műhelyt a ragasztáshoz szükséges optimális szintre kell felfűteni.

2. A ragasztás minőségét befolyásoló további fontos paraméterek. Az alkalmazott PVAC alapú diszperziós ragasztóanyag kötése a víz elpárolgásával vagy a munkadarabokba való diffúziójával történik meg. A víznek a ragasztóanyagból való eltávozása tehát kétféleképpen történhet:

- a víz elpárolgása. A ragasztóanyagok felhasználási paramétereit a gyártók általában 20 °C hőmérséklet és 50-60 % relatív páratartalomra vonatkozva adják meg. Ebből az következik, hogy ha a felhasználási körülmények ettől eltérnek, akkor a ragasztóanyagok felhasználási paramétereit (nyitott idő, présidő, pihentetési idő, stb.) is megváltoznak. Amennyiben az optimális értékektől nagy mértékben eltérünk akkor ezen időértékek megváltoznak. Ha a hőmérsékletet megnöveljük a ragasztó gyorsabban szárad, a technológiai idők csökkennek, ha a hőmérsékletet csökkentjük, akkor a technológiai idők nőnek. Hasonló a páratartalom változásának hatása is. Ha a páratartalmat csökkentjük (a ragasztó gyorsabban szárad) akkor a technológiai idők csökkennek, ha a páratartalmat növeljük akkor a technológiai idők nőnek. Ezek a jelenségek különösen a téli és nyári időszakban okozhatnak gondot. Fontos tudni, hogy a diszperziós ragasztóanyagok teljes kikeményedéséhez és a teljes vízállóság kialakulásához 20 °C hőmérsékleten 7 nap szükséges, ez különösen fontos akkor, ha a technológiai folyamatban vizes bázisú felületkezelő anyagot alkalmaznak (visszaoldja a ragasztóanyagot, ha nem alakult ki a végleges kötés).
- b. a víz faanyagba történő diffúziója. A faanyag nedvességtartalmától függően a ragasztóból eltávozó víz egy szárazabb fába gyorsabban, míg a nedvesebbe lassabban tud beszívódni, így befolyásolva a kikeményedéshez szükséges időt. Amennyiben túl száraz a faanyag, akkor a felületre felhordott ragasztóanyagot beszívja a mélyebb rétegekbe, ilyen esetekben túl kevés ragasztó marad a ragasztás síkjában és nem lesz megfelelő a ragasztási kötés. Amennyiben túl magas a faanyag nedvességtartalma akkor a ragasztóréteg nehezen tud kiszáradni, így nagymértékben megnövekednek a technológiai idők (présidő, pihentetési idő), szélsőséges esetben nem is indul meg a kikeményedés.

Probléma okainak megszüntetése:

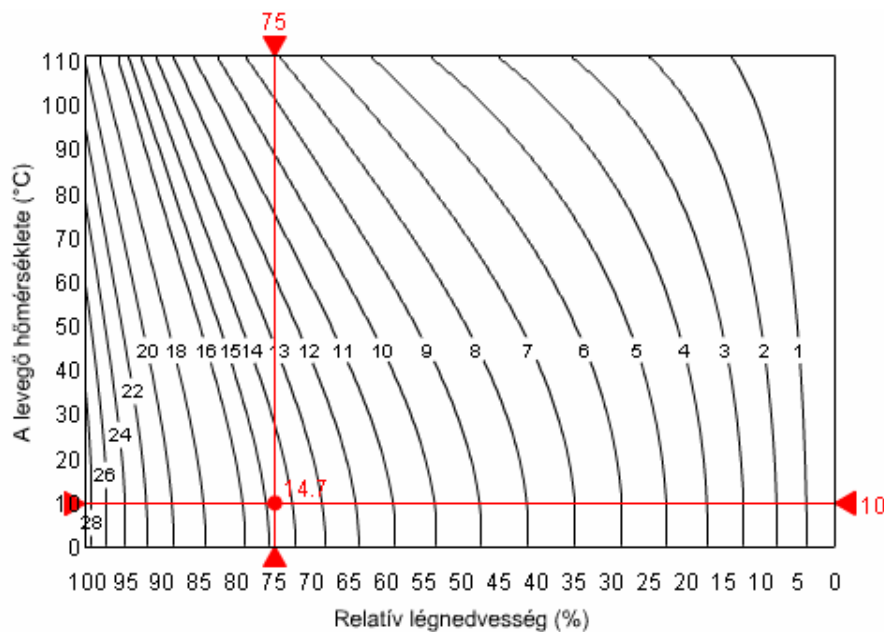
A külső környezeti paraméterek (hőmérséklet, páratartalom) változásával összhangban a technológiai idők változtatása is szükséges. Különös figyelmet kell erre fordítani pl. évszakok változásakor, fűtési szezonban, stb.

A felmerülő hibák okainak feltárása szempontjából fontos tényező a hiba keletkezése és a ragasztás közben eltelt idő. Bizonyos esetekben már a ragasztás közben vagy közvetlenül utána jelentkezhetnek a minőségi problémák. A napokkal, hetekkel később jelentkező problémáknál már nagy szerepet kaphat a ragasztáshoz használt alapanyag is. Ez leginkább

akkor fordulhat elő, amikor a ragasztás nem teljesen tökéletes. A faanyagban lejátszódó – elsősorban a külső környezeti paraméterek változásából eredő – változások hatására, olyan feszültségek keletkeznek, amelyek a nem tökéletes ragasztás tönkremeneteléhez már elegendőek.

Jelen esetben a faanyag - és ezáltal a ragasztás - szempontjából legfontosabb tényező a nedvességtartalom változása illetve a faanyag szöveti szerkezete.

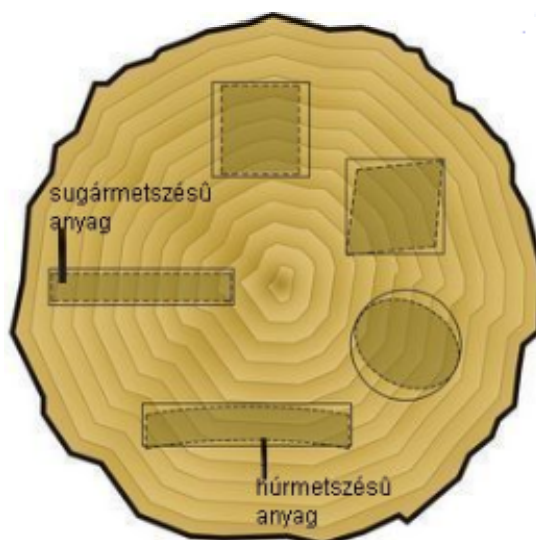
Nagyon fontos a faanyag nedvességtartalma, amely nagymértékben befolyásolja a megmunkálhatóságot, ragaszthatóságot. A faanyag élő állapotban nagy mennyiségű vizet tartalmaz melyet a felhasználás előtt el kell távolítani az anyagból. Ezt szárítási folyamattal lehet elérni. A szárítás után a faanyag a későbbi külső körülményeknek megfelelően fogja változtatni a nedvességtartalmát, az adott klímának megfelelő egyensúlyi fanedvesség eléréséig. Ez azt jelenti, hogy egy adott hőmérséklethez és relatív páratartalomhoz egy meghatározott fanedvesség kapcsolódik (2. ábra). Így különböző mértékben kell leszárítani egy kültérbe és beltérbe szánt faanyagot. A beltérbe szánt faanyagokat 10-12%-ra, a kültérbe szánt faanyagokat 12-16%-ra célszerű leszárítani.



2. ábra Egyensúlyi fanedvesség leolvasható a grafikonról

A szárításnál célszerű olyan egyensúlyi nedvességtartalmat elérni, amely közel azonos a felhasználásnál jelentkező egyensúlyi nedvesség tartalommal, mivel így energiát takaríthatunk meg és minimalizáljuk a kialakított termék későbbi méret és alak változásait.

A faanyag nedvességtartalom változásának a zsugorodási-dagadási jelenséggel összefüggő méret- és alakváltozás szempontjából van kiemelkedő jelentősége. Ezen változások hatására a ragasztás nagyobb igénybevételnek van kitéve. A különböző anatómiai irányokban kivágott darabok a nedvességtartalom változásának hatására más-más módon és mértékben változtatják meg méretüket. A faanyag anatómiai szerkezetéből adódóan a húr, sugár és rostirány között jelentős méretváltozási különbségek vannak, ebből következően nedvességtartalom változáskor torzulnak a kialakított szerkezetek (3. ábra).

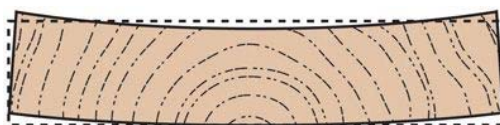


3. ábra A faanyag száradásakor fellépő méret és alakváltozások

A lucfenyő 1%-os nedvességtartalom változására jutó méretváltozás értékei a következők:

- Rostirányban: ~0,01%
- Sugárirányban: ~0,12%
- Húrirányban: ~0,26%
- Térfogati: ~0,40%

A cégnél használt lucfenyő alapanyag húrirányú méretváltozása az fenti értékekből láthatóan közel kétszerese a sugárirányúnak, ezért a nedvességtartalom változáskor nagy mértékű alakváltozás várható, tehát fontos, hogy a megfelelő nedvességtartalomra történjen a szárítás. A húrirányban metszett anyagok száradásakor úgy görbülnek meg, mintha az évgűrűk ki akarnának egyenesedni (4. ábra).



4. ábra Húrirányban metszett faanyag alakváltozása száradásakor

A cégnél megvizsgált ragasztások esetében ennek az ellentétével is találkoztunk. Néhány esetben az évgűrűk nem kiegyenesedni akartak, hanem meggörbültek (5. ábra). Ennek oka, hogy a faanyag nedvességtartalma a szerkezet megmunkálásakor alacsonyabb volt, mint a későbbi nedvességtartalom. Ezt méréseink is igazolták, mivel az anyagot a szárításkor 12% körülire szárítják le, de a vizsgált anyagok nedvességtartalma 16-18% között mozgott, tehát ez volt az egyensúlyi fanedvesség.



5. ábra Vetemedés a faanyagon



6. ábra Nem megfelelő ragasztási sík

Fontos még a ragasztott szerkezeteknél, hogy az összeragasztásra kerülő két elem nedvességtartalma ne térjen el egymástól, mivel ha összeragasztás után egyenlítődik ki a nedvességtartalom, akkor a ragasztott szerkezet deformálódik, görbül (bimetáliként viselkedik). Hasonlóképpen kerülendő, hogy a sugármetszésű és húrmetszésű anyagokat ragasszuk össze (6. ábra), mivel ezek méretváltozásai között kétszeres különbség van és szintén a ragasztott szerkezet deformációjához vezet.

4. A vizsgálatok összegzése

A cégnél tett látogatás alkalmával megvizsgált ragasztott elemek hibájának elsősorban a ragasztóanyag minimális filmképzési hőmérséklet alatt történő felhasználását lehet megjelölni. Ennek a problémának a jövőbeni elkerülésére a faanyag hosszabb ideig tartó átmelegítését javasoljuk, így a teljes keresztmetszetben megfelelő hőmérsékletű faanyagok ragasztásakor jó minőségű ragasztást érhetünk el. Ez az alapanyagok fűtött helyiségben való hosszabb tárolásával viszonylag könnyen kivitelezhető.

A másik probléma az alapanyagok nedvességtartalmához köthető. A faanyag „mozgása” elsősorban akkor fog ragasztási elválásokhoz vezetni, ha a ragasztás nem teljesen tökéletes. Elsődlegesen meg kellene állapítani a beépítési helyre jellemző egyensúlyi fanedvesség értékét. A faanyagot erre az egyensúlyi fanedvességre célszerű leszáritani, illetve a gyártási technológiai folyamat során ezen egyensúlyi fanedvességet kell tartani, így csökkenthető a legkisebb mértékűre a szerkezeti elemek utólagos méret- és alakváltozásai, így nem keletkezik jelentős mértékű feszültség a ragasztás síkjában. Az üzemben lévő egyensúlyi fanedvesség értékét egy hordozható páratartalom és hőmérsékletmérő berendezéssel (típustól függően pár 10.000 Ft) könnyen megmérhetjük és ezen értékekből diagram alapján leolvasható az egyensúlyi fanedvesség.

A nedvességtartalommal kapcsolatban problémát okozhat, ha különböző nedvességű elemek kerülnek egymással összeragasztásra. A nedvességtartalmak különbözősége más-más zsugorodási-dagadási értékeket produkál, ami szintén feszültséget visz be a ragasztott szerkezetbe. Ugyanilyen feszültség keletkezhet, ha nem megfelelően vannak összeforgatva az elemek, mivel a húr és sugárirányú alakváltozások sem azonosak a fa esetében. A nedvességtartalom ellenőrzésére léteznek felületre helyezhető nedvességmérő berendezések, melyek a faanyag roncsolása nélkül képesek meghatározni a nedvességtartalmat, így a gyártási folyamatban is egyszerűen és gyorsan ellenőrizhetőek az egymáshoz ragasztandó faanyagok nedvességtartalma.

A ragasztás után szükséges megvárni a ragasztás megfelelő kikeményedését a következő technológiai lépések előtt. Különösen fontos tudni, hogy a diszperziós ragasztóanyagok teljes kikeményedéséhez és a teljes vízállóság kialakulásához 20 °C hőmérsékleten 7 nap szükséges, ez különösen fontos akkor, ha a technológiai folyamatban vizes bázisú felületkezelő anyagot alkalmaznak.

A fentiekben részletesen elemzett hibák illetve azok okainak ismertetése alapján a következő paraméterek megfelelő határértékek közé történő beállítása javasolt:

- az üzemcsarnok megfelelő hőmérsékletének, relatív páratartalmának folyamatos biztosítása
- a ragasztóanyag folyamatosan a megfelelő hőmérsékleten tárolása
- a faanyag megfelelő nedvességtartalomra történő szárítása
- a faanyag hőmérsékletének teljes keresztmetszetben meg kell haladnia a minimális filmképzési hőmérsékletet
- az összeragasztandó elemeket anatómia irány szerint össze kell forgatni

Sopron, 2011. június 10.

.....
Dr. Fehér Sándor
egyetemi docens
NyME EFVL