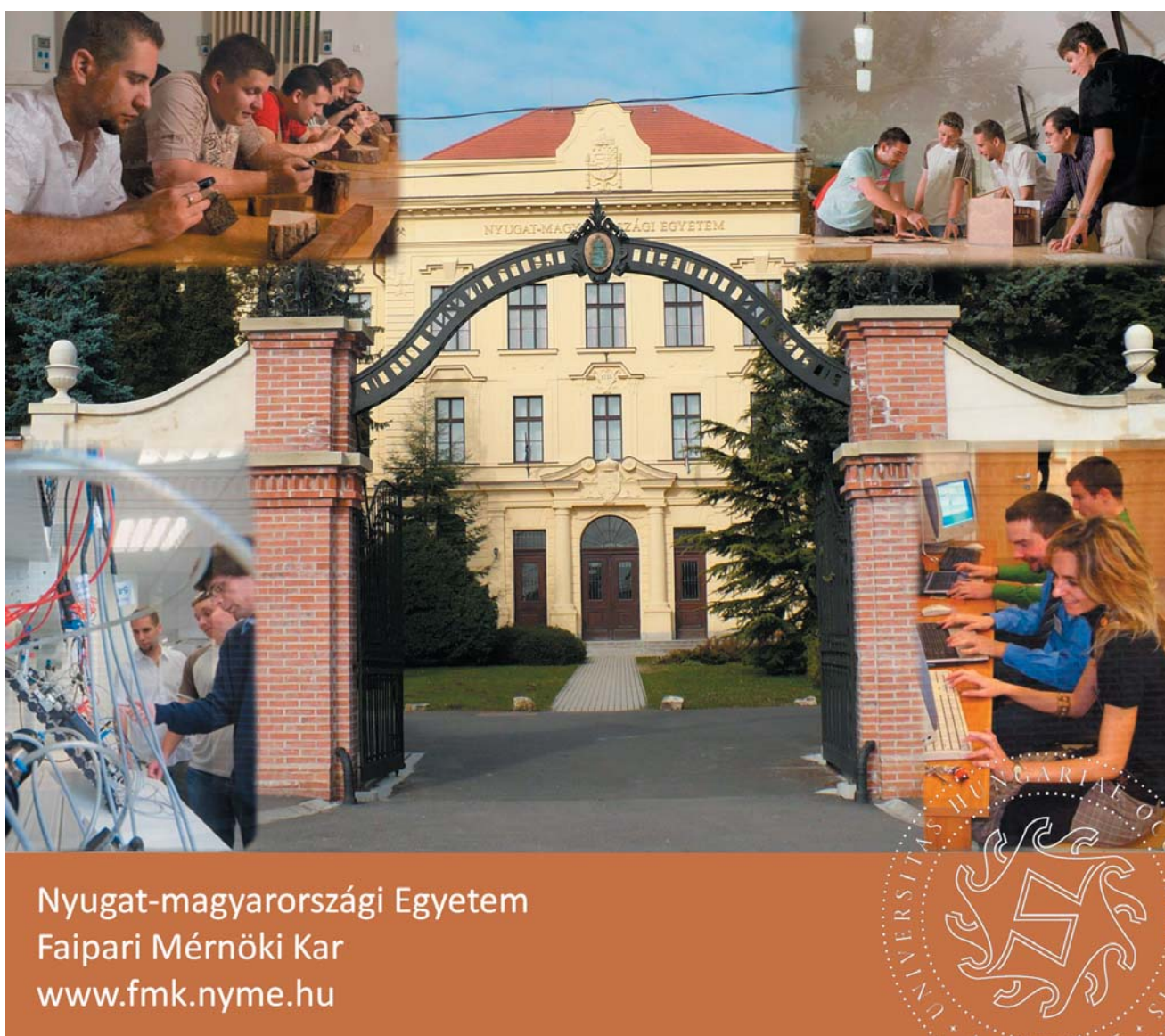


GÉP

A GÉPIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET MŰSZAKI FOLYÓIRATA



Nyugat-magyarországi Egyetem
Faipari Mérnöki Kar
www.fmk.nyme.hu

A Nyugat-magyarországi Egyetem
Faipari Mérnöki Karának különkiadása

2010/01.

56 oldal
LXI. évfolyam

*SZERETNÉD KIÉLNI A KREATIVITÁSOD?
SZERETNÉL JÓ SZAKMÁT, BIZTOS ELHELYEZKEDÉST?
SZERETNÉL CSODÁLATOS, ZÖLD KÖRNYEZETBEN TANULNI?
SZERETNÉL A TERMÉSZETTEL HARMÓNIÁBAN ÉLNI ÉS ALKOTNI?
SZERETNÉL RÉSZESE LENNI AZ ORSZÁG LEGSZEBB, LEGRÉGIBB DIÁKHAGYOMÁNYAINAK?*

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM

FAIPARI MÉRNÖKI KAR

A TERMÉSZETES KREATIVITÁS

MŰSZAKI KÉPZÉS:



FAIPARI MÉRNÖK BSC
IPARI TERMÉK- ÉS FORMATERVEZŐ MÉRNÖK BSC
MECHATRONIKAI MÉRNÖK BSC
FAIPARI TERMELÉSSZERVEZŐ FSZ
MECHATRONIKAI MÉRNÖKASSZISZTENS FSZ

INFORMATIKAI KÉPZÉS:



GAZDASÁGINFORMATIKUS BSC

MŰVÉSZETI KÉPZÉS:



ÉPÍTŐMŰVÉSZET BA
FORMATERVEZÉS BA
TERVEZŐGRAFIKA BA

MESTERKÉPZÉS:



FAIPARI MÉRNÖK MSC
IPARI TERMÉK- ÉS FORMATERVEZŐ MÉRNÖK MSC
KÖNNYŰIPARI MÉRNÖK MSC
GAZDASÁGINFORMATIKUS MSC
ÉPÍTŐMŰVÉSZET MA
FORMATERVEZÉS MA
TERVEZŐGRAFIKA MA

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ:

WWW.FMK.NYME.HU

NYME FAIPARI MÉRNÖKI KAR • SOPRON, BAJCSY-ZS. U. 4.
TEL: 06 99 518-101 • FAX: 06 99 518-259

GÉP

A GÉPIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET

műszaki, vállalkozási, befektetési, értékesítési, kutatás-fejlesztési, piaci információs folyóirata

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Dr. Döbröczöni Ádám
elnök

Dr. Kálmán András
főszerkesztő
Dr. Péter József
Dr. Szabó Szilárd
főszerkesztő-helyettesek

Dr. Barkóczi István
Bányai Zoltán
Dr. Beke János
Dr. Bercsey Tibor
Dr. Bukoveczky György
Dr. Czitán Gábor
Dr. Danyi József
Dr. Dudás Illés
Dr. Gáti József
Dr. Horváth Sándor
Dr. Illés Béla
Dr. Jármái Károly
Kármán Antal
Dr. Kulcsár Béla
Dr. Kalmár Ferenc
Dr. Orbán Ferenc
Dr. Pálincás István
Dr. Patkó Gyula
Dr. Péter László
Dr. Penninger Antal
Dr. Rittinger János
Dr. Szabó István
Dr. Szántó Jenő
Dr. Tímár Imre
Dr. Tóth László
Dr. Varga Emilné Dr. Szűcs Edit

Szerkesztésben közreműködött:
Dr. Varga Mihály



TISZTELT OLVASÓ!

A „Gép” című folyóirat jelen számában a Nyugat-magyarországi Egyetem Faipari Mérnöki Kara mutatkozik be. A NymE történelmét az 1735-ben alapított selmebányai Bányatisztképző Iskola alapításáig vezeti vissza. A folyamatos fejlődést és bővülést az 1919-es kényszerű Sopronba költözés követte, majd 1957-ben elkezdődött az önálló faipari mérnökképzés, 1962-ben pedig létrejött az FMK is. Mára a FMK a határmenti régió színes képzési profilú, műszaki súlypontú központjává vált. Szakjai között található műszaki, informatikai és alkalmazott (ipar)művészeti képzések is. A korábbi egyetemi képzésekre alapozottan 2010-ben valamennyi szak nemcsak alap-, hanem mesterszinten is indul. Egyetlen kivételt jelent az ez év őszétől kezdve Zalaegerszegen induló, BME-től átvett, a faipar rohamos gépészeti fejlődésére alapozott mechatronikai alapképzés. A képzési szerkezetet teljessé teszi az 1992-től működő Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák Doktori Iskola, amely hosszú ideje és hosszú távon biztosítja a Kar oktatói utánpótlását.

A színes képzési profil következménye a sok kis szak, ami hátrányokkal és előnyökkel is jár. Meghatározó előnye, hogy mind az oktatásban, mind pedig a kutatásokban, innovációban széleskörű együttműködési lehetőséget teremt hallgatóink és oktatóink számára is. A lehetőségeket a Kar sikeresen használja ki, hiszen ipari innovációs és pályázati tevékenysége a költségvetési támogatással gyakorlatilag azonos nagyságú saját bevételt teremt. A folyóiratban megjelenő cikkek ezt a változatos világot jelzik. A cikkek többsége közvetlenül kapcsolódik a Kar természetes anyagához, a fához, ugyanakkor az energetikai, faszervezeti, terméktervezési, infokommunikációs vagy formatervezési példák megmutatják a már eddig is kihasznált, és a példákön is túlmutató lehetőségeket.

Remélem, hogy ez a bemutatkozás érdekes és változatos képet nyújt a Tisztelt Olvasó számára.


Dr. Jereb László
dékán

A szerkesztésért felelős: dr. Kálmán András. A szerkesztőség címe: 3529 Miskolc, Budai József u. 46.

Telefon/fax: (46) 325-504, 20/9358-812 E-mail: kaestsa@t-online.hu

Kiadja a Gépipari Tudományos Egyesület, 1027 Budapest, Fő u. 68. Levélcím: 1371 Bp. Pf.: 433.

Telefon: 202-0656, fax: 202-0252, e-mail: ficze.gte@mtesz.hu, internet: www.gte.mtesz.hu

A GÉP internetcíme: <http://gep-ujtag.fw.hu>

Kereskedelmi és Hitelbank: 10200830-32310236-00000000

Felelős kiadó: DR. IGAZ JENŐ ügyvezető igazgató.

Gazdász Nyomda Kft. 3534 Miskolc, Szervezet u. 67. Tel.: (46) 379-530 E-mail: gazdasz@chello.hu Felelős vezető: Vesza József

Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Rt. Hírlap Üzletága 1008 Budapest, Orczy tér 1.

Előfizethető valamennyi postán, kézbesítőkénél, e-mailen: hirlapelofizetes@posta.hu, faxon: 303-3440. További információ: 06 80/444-444

Egy szám ára: 1000 Ft + áfa. Dupla szám ára: 2000 Ft + áfa.

Előfizetés negyedévre: 3000 Ft + áfa, fél évre: 6000 Ft + áfa, egy évre: 12 000 Ft + áfa.

Külföldön terjeszti a Kultúra Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat,

H-1389 Budapest, Pf. 149. és a Magyar Média, H-1392 Budapest, Pf. 272.

Előfizethető még közvetlenül a szerkesztőségben is.

INDEX: 25 343 ISSN 0016-8572

A megjelent cikkek lektoráltak.

TARTALOM

1. Gépészeti és Mechatronikai Intézet

Intézetigazgató: Dr. Varga Mihály egyetemi tanár

A Gépészeti és Mechatronikai Intézet jogelődjét 1959-ben alapította Szabó Dénes professzor. Az intézet a hazai műszaki felsőoktatási intézményekkel és az iparral kiváló kapcsolatokat ápol. Az intézet munkáját több jól felszerelt laboratórium segíti.

2. Csanády E.; Németh Sz.; Bakki-Nagy S. I.; Tatai S.:

Munkadarabok merev és rugalmas vákuum lefogásának vizsgálata a faiparban

A cikk CNC faipari megmunkáló központokban vizsgálja a munkadarabok eltérő lefogásának következményeit. Összehasonlítják a munkadarabon forgácsolás közben fellépő erőhatásokat és rezgéseket az iparban alkalmazott vákuumos és a kedvezőbb merev lefogás között.

3. Műszaki Mechanika és Tartószerkezetek Intézet

Megbízott intézetigazgató: Dr. Tolvaj László egyetemi tanár

Az első önálló Mechanika Tanszék 1962-ben alapult meg az Erdészeti és Faipari Egyetemen. Az intézetben folyó kutatások elsősorban a faanyagok és a fából készült szerkezetek mechanikai vizsgálatával foglalkoznak. A kutató munkát több laboratórium segíti.

4. Kánnár A.:

A terhelési előtörténet vizsgálata a lucfenyő akusztikus emissziós tönkremeneteli folyamataival kapcsolatban

A faanyagot feldolgozása során jelentős hőhatás éri és nedveségtartalma drasztikusan változik. A cikk azt vizsgálja, hogy a kezelések során bekövetkező károsodások hatására hogyan változnak meg a feldolgozott lucfenyő emissziós tulajdonságai.

5. Fizika és Elektrotechnika Intézet

Intézetigazgató: Dr. Papp György egyetemi tanár

Az intézet története 1765-ig nyúlik vissza. A legutolsó 2006-os átszervezésig az intézetben több nemzetközileg ismert tudós dolgozott. Az első magyarországi részecskegyorsító építését pl. a tanszék egyik professzora, Simonyi Károly irányította.

6. Tolvaj L.; Barta E.; Preklet E.; Papp Gy.:

A faanyag fotodegradációjának vizsgálata infravörös spektroszkópiás módszerrel

A cikk a faanyagok különböző UV sugárzók és a napsugárzás hatására bekövetkező fotodegradációjával foglalkozik. A faanyag felületén a degradáció során végbemenő kémiai változásokat infravörös spektroszkópiás módszerrel vizsgálja.

7. Informatikai és Gazdasági Intézet

Intézetigazgató: Dr. Jeréb László egyetemi tanár

A Nyugat-magyarországi Egyetemen az első informatikai tanszékét 2002-ben alapították. Az Informatikai Tanszék 2003-ban önálló intézeti rangot kapott. Mai formáját 2007-ben nyerte el, amikor a Faipari Vállalkozási és Marketing Tanszékkel egyesült.

8. Bacsárdi L.; Horváth Á.:

Mobil ad hoc hálózatok az alkalmazott informatikában

Szerzők egy rövid áttekintést adtak az ad hoc hálózatok tipikus felépítéséről, alkalmazásuk legfontosabb kérdéseiről. Bemutatják azt a négyrétegű architektúrát, amely segít a különböző helyekről származó információkhoz hozzájutni és a begyűjtött információkat feldolgozni és megjeleníteni.

9. Faanyagtudományi Intézet

Intézetigazgató: Dr. Molnár Sándor egyetemi tanár

A Faanyagtudományi Intézet jogelődjét 1923-ban alapították. Az Intézet kutató munkája szakmailag átfogja a fabiológia, fafizika, famechanika, faanyagvédelem és a fahasznosítás különböző területeit. Az intézethez négy, jól felszerelt laboratórium tartozik.

10. Komán Sz.; Molnár S.; Fehér S.; Ábrahám J.; Tóth B.:

Nyár és akác ültetvények fontosabb energetikai jellemzőinek vizsgálata

Az elmúlt időszakban egyre nagyobb figyelmet szentelnek a megújuló energiaforrásokat hasznosító technológiák fejlesztésének. Szerzők kutatásai a Magyarországon őshonos, gyorsan növő fafajok energetikai jellemzőinek meghatározására irányulnak.

11. Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet

Intézetigazgató: Dr. Dénes Levente egyetemi docens

Az intézetet 1995-ben hozták létre. A tudományos kutatómunka a korábbi évtizedekben fa épületszerkezeti elemek és gyártástechnológiájuk fejlesztésére irányult. Ez a terület később a termékergonomiával, minőségbiztosítással termékek tulajdonságtervezésével bővült.

12. Dénes L.; Kovács Zs.; Láng E.:

Új fakompozitok furnérhulladékból

Az újonnan kifejlesztett kompozit termék a késelt furnér ollózási hulladéknak növelt értékű hasznosítását teszi lehetővé. A kísérlettervezéses eljárás jól hasznosítható eredményeket adott a tényezők kevés beállítással történő vizsgálatával. A legfontosabb befolyásoló tényezőnek a lapvastagság, az orientáció és a nyomás bizonyult.

13. Fa- és Papíripari Technológiák Intézet

Intézetvezető: Dr. Takács Péter egyetemi tanár

A Fa- és Papíripari Technológiák Intézetet 1988-ban hozták létre. Az Intézet a fa feldarabolásának, aprításának, nemesítésének technológiáját fejleszti és oktatja. Fő tevékenységük az új típusú fa-kompozitok fejlesztése.

14. Bejő L.; Takács P.:

Kisméretű bükk rétegeltlemezek vetemedésének okai és a vetemedés csökkentésének lehetőségei

A kisméretű bükk furnérokból készült rétegelt lemezek vetemedése komoly problémát jelent azok értékesíthetősége és felhasználása szempontjából. A cikk a vetemedést befolyásoló tényezők vizsgálatát, valamint a vetemedés csökkentésére irányuló kutatás eredményeit ismerteti.

15. Építéstani Intézet

Intézetvezető: Dr. Szabó Péter egyetemi docens

Az intézet több jegyzetet és szakkönyvet állított össze és jelentetett meg. Ezek közül a legjelentősebb a több mint száz éve kiadott (1898) első magyar nyelvű épületszerkezettani tankönyv. Az oktatás és kutatás mellett nagyon fontosnak tartják fakonstrukciók tervezését és kivitelezésének irányítását.

16. Szabó P.:

Tetőfelületek szoláris tájolása

A napelemek a tetősíkokon kívül függőleges falfelületeken is elhelyezhetők. Szerző megállapítása szerint a déli tájolás nem mindig tekinthető optimálisnak. A nyári időszakban a függőleges napelemekre több napenergia érkezik keleti és nyugati tájolás esetén, mint déli tájoláskor.

17. Alkalmazott Művészeti Intézet

Intézetvezető: Dr. Mészáros György egyetemi docens

Az Alkalmazott Művészeti Intézet 15 éves soproni hagyománnyal rendelkezik. Az Intézet büszke fiatal hallgatóira, akik közül már hárman kapták meg a Junior Prima építészeti díjat.

18. Faipari Tanüzem

Tanüzemvezető: Tóth György

A Tanüzemet 1978-ban adták át. Az itt folyó gyakorlati oktatás során a hallgatók négy lépcsőben gyakorolják a fontosabb asztalosipari termékek – bútorok, ajtók, ablakok – elkészítését.

GÉPÉSZETI ÉS MECHATRONIKAI INTÉZET

A Gépészeti és Mechatronikai Intézet jogelődjét a Faipari Géptani Tanszék 1959. május 1-én alapította dr. Szabó Dénes professzor. A Tanszéknek kezdettől fogva feladata volt a faipari mérnökképzésben a műszaki alapoó és szakmai tárgyak oktatása. Az elmúlt 50 évben végzett magas szintű oktató, kutató munka nagyban hozzájárult ahhoz, hogy a végzett faipari mérnökök meghatározó szereplői legyenek a magyar faipar fejlődésének. A hazai műszaki felsőoktatási intézményekkel és az iparral ápolta szakmai kapcsolat nagyban hozzájárult a tanszék folyamatos fejlődéséhez. Tananyagfejlesztések, szervezeti korszerűsítések, eszköz- és laborfejlesztések egy minden elemében korszerű intézet létrejöttét eredményezték. Jelenleg az intézet a faipari mérnökképzésben, az ipari termék és formatervező mérnökképzésben, a gazdasági informatikai képzésben, a mechatronikai mérnökképzésben és a mechatronikai mérnökasszisztens képzésben vesz részt.



Intézetigazgató:

Prof. dr. Varga Mihály
egyetemi tanár

Oktatott tárgyak: Gépészeti alapismeretek, Pneumatikus szállítás-Légtechnika, Anyag-ismeret, Mechatronika alapjai, Anyagmozgatás és logisztika, (BSc), Logisztika (BSc, MSc), Faiparban alkalmazott légtechnikai berendezések elmélete (PhD). Kutatási területek: por-forgács halmazok mechanikája, faiparban alkalmazott légtechnikai berendezések elmélete, fejlesztése különös tekintettel az energiafelhasználás csökkentésére, CNC gépek munkahelyi porexpozíciójának csökkentése, szerszám ventiláció és elszívási hatékonyság.

AZ INTÉZET OKTATÓI

Dr. Csanády Etele egyetemi docens

Oktatott tárgyak: Általános géptan, Faipari gépek, CAD-CAM-CNC technika, Mechanizmusok és elemek, Gépészeti informatika, Integrált gyártórendszerek (BSc), Ipari mérés technika, Faforgácsoláselemélet (MSc), Faipari gépek és anyagmozgató berendezések mérés technikai kérdései,

CNC megmunkáló központok, ipari robotok mechanikai viselkedése és programozástani kérdései (PhD) Kutatási terület: faforgácsoló szerszámok hőterhelése, CNC megmunkáló központok munkadarab lefogása, faforgácsoló szerszámok forgácsolási paramétereinek vizsgálata.

Dr. Magoss Endre egyetemi docens

Oktatott tárgyak: A CAD alapjai, Műszaki ábrázolás, Gépészeti informatika, Faipari gépek, Üzemfenntartás (BSc). Kutatási terület: természetes faanyag felületi érdességének vizsgálata, faipari gépek rezgésanalízise, faipari gépek biztonságtechnikája, rugalmas por-forgács-elszívó hálózatok, por-forgács leválasztó berendezések.

Dr. Németh Gábor egyetemi adjunktus

Oktatott tárgyak: Gépelemek, Faenergetika, Hulladékgazdálkodás és környezetvédelem, Ipari folyamatok környezeti hatásai (BSc). Kutatási terület: faipari hulladékgazdálkodás, faipari anyagmozgatás és légtechnika, CNC gépek por-forgács elszívása, faenergetika.

Tatai Sándor egyetemi adjunktus

Oktatott tárgyak: Gépelemek, Mérés-irányítástechnika, Szabályozástechnika, Csomagoló gépek, Mérés- és műszertechika, Mechatronika alapjai, Mechatronika, Hajtástechnika (BSc) Gépszerkezetek, Automatika, Gépelemek 2 (MSc) Kutatási terület: gépek automatizálása

Németh Szabolcs egyetemi adjunktus

Oktatott tárgyak: Szerszámkarbantartás és gazdálkodás, Munkavédelem-biztonságtechnika, Biztonságtechnika és tűzvédelem (BSc). Kutatási terület: CNC gépek munkadarab megfogásának problémái, szerszámfejlesztés, szerszámtechnika.

Kocsis Zoltán egyetemi tanársegéd

Oktatott tárgyak: Gépelemek, Gépészeti alapismeretek, Faipari gépek, Szerszámkarbantartás és gazdálkodás, Logisztika. Kutatási terület: forgómozgású faipari gépek elszívófejjeinek áramlástanai vizsgálata.

Reisz Lajos doktorandusz

Kutatási terület: Online felületi érdességmérés, háromdimenziós modellezés, automatizálás.

Az intézet oktató és kutató tevékenységét az alábbi korszerűen felszerelt laboratóriumok segítik:

KÍSÉRLETI FORGÁCSOLÓ ÉS GÉPDIAGNOSZTIKAI LABOR

A laborban forgácsolóerő, forgácsolási geometria, felületi érdesség, nagysebességű képelemzés, teljesítmény, rezgésviszonyok, hőterhelés, többdimenziós elmozdulás-mérések és gép-diagnosztikai vizsgálatok folynak. Műszerek: hagyományos vivőfrekvenciás mérőerősítő, A/D plotter, digitális oszcilloszkóp, alap-mérőműszerek, gyorskamera és National Instrument mérőrendszer áll rendelkezésre.



Metallográfiai és szerszámtechnika labor

A laboratóriumban elsősorban a faiparban alkalmazott gyorsacélból, szerszámacélból, keményfémlapkákból, gyémántból készült szerszámok vizsgálatát végezzük: geometriai, anyagkeménységi, felületi érdességi, hőkezelési stb. szempontból. Eszközök: kiegyensúlyozó-berendezés, keménységmérő, mikro-keménységmérő, optikai mérőmikroszkóp, mélyhúzó-berendezés, hőkezelőkemence és a digitális három-dimenziós mérőmikroszkóp.



Mechatronika labor (FESTO)

A laboratórium jelenlegi felszereltségével a mechatronika alapozás céljait szolgálja. Pneumatika, elektropneumatika, proporcionál hidraulika, szenzorika, PLC oktatásához szükséges tanulói munkahelyekkel rendelkezik. A kapcsolásokat számítógépes szimulációs programok segítségével tudjuk ellenőrizni. A számítógépes szimulált működés és mérés technikai célokra LabView alapon működő eszközök, érzékelők, jeladók állnak rendelkezésre.

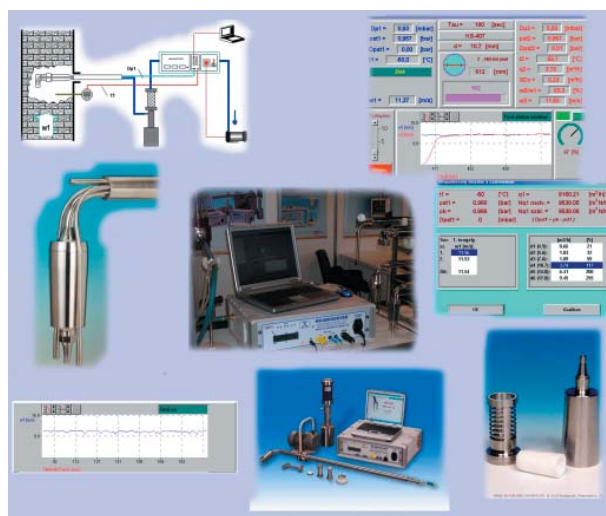
A szokásos alap mechatronikai területeken kívül terapi buszrendszerek, elektromos hajtástechnikai alapok és folyamatszabályozás oktatásához szükséges eszközök



is találhatóak a laborban. A labor a FESTO hivatalos F:A:C:T akkreditált oktatóhelye lett, első felsőoktatási intézményként az országban. Ebben az évben beszerzésre kerül még egy laboratóriumi gyártórendszer, 2 db CNC megmunkáló központtal és 6D-s ipari robottal, tanulói munkahelyekkel. Az iCIM rendszer a termelés-szervezés, alkalmazott ipari informatika oktatási céljait is szolgálja.

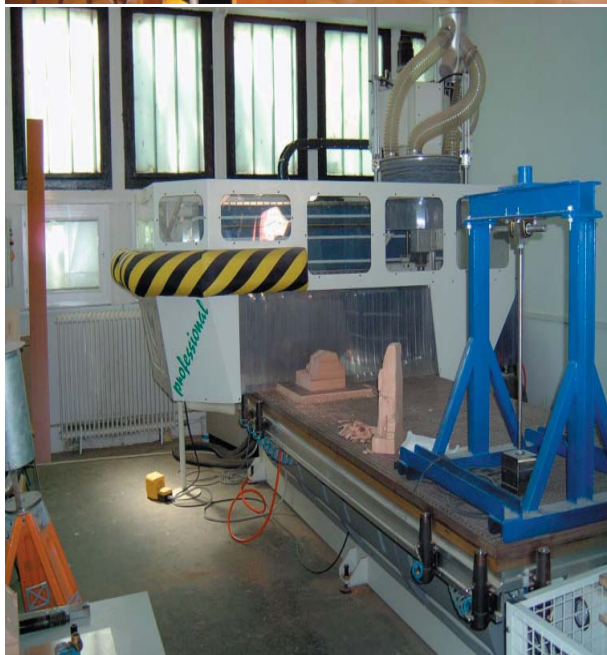
Légtechnika és energetika labor

A légtechnikai oktatás és kutatás alapjait egy kísérleti lég-technikai rendszer képezi, melyhez párosul egy KS-404 poremissziós mérőkör és néhány egyéb légsebesség, térfogatáram méréshez kapcsolódó műszer. A légtechnikai rendszer megfelelő állapotot képezi az oktatás és az ipar számára a por-forgács leválasztás hatékonyságát alapvetően befolyásoló szűrők anyagainak bevizsgálására mely segítségével a leválasztási hatékonyság megadható egyes anyagok esetén. Jelenleg energetikai laboratórium kialakítás alatt van. Beszerzéseink között szerepel



többek között biomassza tüzelésű kazán és faelgázosító kazán, füstgáz mérő- és analizáló berendezés, valamint a meglévő brikettáló mellé egy pelletáló berendezés.

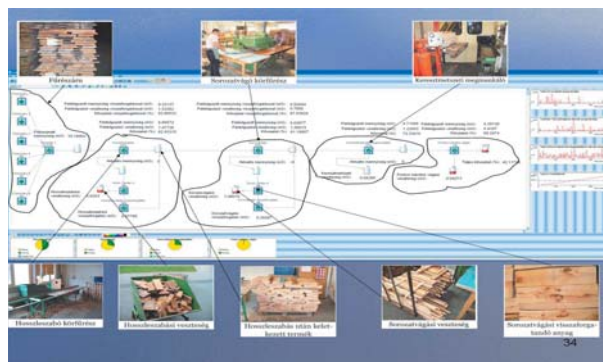
CAD-CAM-CNC labor



CAD oktatás folyik a számítógépes laborban, AutoCAD és Inventor bázison, CAM-CNC oktatása folyik AlphaCAM és MasterCAM programokon, 5D szabadságfokig. Alkalmazott és oktatásra kerülő megmunkálóközpontok: Reichenbacher Ranc05 AMW 2,5 D, Uniteam Professional 5D.

Anyagszállítás és logisztika laboratórium

A műszaki mérnökképzésben a mechanikus anyagszállító berendezések és azok gépelemeinek oktatását, az anyagmozgatási folyamatok tervezését, valamint a korszerű logisztika elméleti és gyakorlati képzését szolgálja a labor. A logisztika oktatásához teljesen új szoft-



ver áll rendelkezésre, mely a SIMUL8 folyamat-szimulációs program.

Akkreditált munka- és környezetbiztonsági labor

Az egyetemünkön működő NAT-1-1521/2007. sz. akkreditált laboratóriumban Intézetünk is szerepet vállal. Műszerezettségünknek megfelelően az alábbi tevékenységeket végezzük:



Faipari munkaeszközök munkabiztonsági vizsgálata; Ipari létesítmények zajkibocsátását (környezeti zajmérés); Dolgozót érő zajterhelés vizsgálata; A munkahelyi léteret szennyező fapor és egyéb faalapú porok mintavétele és gravimetriás vizsgálata; Megvilágításmérés; Helyhez kötött légszennyező források szilárd (nem toxikus) légszennyező anyag emisszió értékének mérése (KS-404 poremissziós mérőkör segítségével)

MUNKADARABOK MEREV ÉS RUGALMAS VÁKUUM LEFOGÁSÁNAK VIZSGÁLATA A FAIPARBAN

INVESTIGATION OF DYNAMIC BEHAVIOUR OF RIGID AND SEMI ELASTIC VACUUM CLAMPING IN THE WOOD INDUSTRY

Csanády Etele*; Németh Szabolcs**, Imre Sándor***, Bakki-Nagy****; Tatai Sándor*****

ABSTRACT

The 3-dimensional cutting force and the biaxial vibration measurement parallel with it provide an opportunity to the processing parameters' better setting on the CNC computer controlled machine centres and to a comparison of various clampings. When the work pieces are vacuum clamped, a vibrational system is generated because of the rubber seal. The vacuum clamping constitutes the vibrational system. The force, which generates the vibration, is a plain force which is generated by the cutting tool during the cutting. The investigated tool performs diversely at different revolutions. If the work piece is excited at its natural frequency or its multiple by the tool edges then the feed per tooth on the cutting edges can vary considerably. The surface roughness measurements proved this result. For the industry, it is recommended to choose the suitable revolution in favour of the good surface roughness and also for vacuum clamping, it is recommended to choose the most suitable rubber profile.

Keywords: vibration, excitation, natural frequency, rigid, elastic

BEVEZETÉS

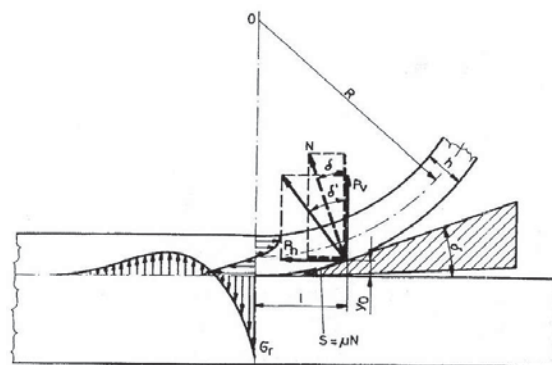
A faiparban a munkadarabok forgácsolása vagy előtolás közben történik az úgynevezett áteresztő gépeknél, vagy rögzített helyzetben, mint például a CNC megmunkáló központokon. Egy összefüggőbb kutatási munka témaként CNC megmunkáló központokon vizsgáltuk a munkadarab lefogásának dinamikai, kinematikai és felületi érdekességet befolyásoló viszonyait. Jellemzően a faipari CNC megmunkáló központokon a vákuumos lefogást alkalmazzák. A vákuumos lefogás nem tekinthető merev lefogásnak és a jellemzően nagy forgácsolási és magas előtolási sebességek komoly erőhatásoknak teszik ki a munkadarabot. Kedvezőtlen forgácsolási paramétereknél, illetve helytelenül ala-

csony vákuumértéknél (0.7 bar alatt) a lefogott elemek elmozdulhatnak, a termék selejtes lesz. Korábbi kutatásaink során vizsgáltuk vákuumos lefogásnál az elmozdításhoz szükséges vízszintes elhúzó erő nagyságát, a munkadarab függőleges irányú leszakításához szükséges erőt adott vákuumértékek esetén. Kimutattuk a gumi tömítőcsík sűrűlódási viszonyokat befolyásoló hatását, meghatároztuk a ténylegesen működő vákuumfelület nagyságát, valamint szimuláltuk a forgácsolás közbeni szerszámél által kifejtett ütő dinamikus erőhatásokat a munkadarabon. Jelen kutatásunkban egy National Instrument és LabView mérőrendszerrel, valamint háromirányú erőmérő cellával és rezgés jeladókkal hasonlítottuk össze forgácsolás közben a munkadarabon fellépő erő- és rezgéskülönbségeket merev lefogás és az iparban alkalmazott vákuumos lefogás közt.

ELMÉLETI ALAPOK. A FA FORGÁCSOLÁSA KÖZBEN FELLÉPŐ ERŐHATÁSOK

Ahhoz, hogy az elvégzett komplex mérési sorozatokból adódó új eredményeket megértsük, néhány alapvető törvényszerűséget meg kell ismerni a faanyag forgácsolásakor. Faanyag megmunkálásakor teljesen más viszonyok alakulnak ki, mint fémek esetében.

A fellépő forgácsoló erő vízszintes és függőleges összetevőinek meghatározásához feltételezzük, hogy a forgács a kés felületén egy R sugáron deformálódik, amit egy sor gyakorlati megfigyelés támasztott alá.



1. ábra: Forgács erő és deformáció viszonyok (3)

* egyetemi docens, NymE Gépészeti és Mechatronikai Intézet

** egyetemi adjunktus, NymE Gépészeti és Mechatronikai Intézet

***** egyetemi adjunktus, NymE Gépészeti és Mechatronikai Intézet

Az 1. ábra a forgács erő- és deformáció viszonyait mutatja. A szerszámnak a homlokfelületére hat egy N normális erő, ami komponenseire bontható. Mivel a forgács a szerszám homlokfelületén csúszik, ezért $S = \mu N$ súrlódó erő is keletkezik, ami szintén szétbontható komponenseire. Ha a komponenseket összegezzük, akkor a kapott eredő erő a mozgás irányába előre hajlik és a függőlegessel bezárt szöge az alábbiak szerint alakul:

$$P_h = N \cdot \sin \delta + \mu \cdot N \cdot \cos \delta$$

$$P_v = N \cdot \cos \delta + \mu \cdot N \cdot \sin \delta$$

amelyből:

$$\tan \delta' = \frac{P_h}{P_v} = \frac{\tan \delta + \mu}{1 - \mu \cdot \tan \delta}$$

A forgácsoló erő komponenseinek meghatározásához a nyomatékok egyensúlyából kell kiindulni. Ha a semleges szál közepén fekszik, akkor a relatív nyúlás és az ellenállás-nyomaték kifejezései a következők:

$$\varepsilon = \frac{r - R}{R} = \frac{h}{2R} \quad \text{és} \quad W = \frac{b^2}{6}$$

Viszont a semleges szál eltolódásakor az értékek módosulnak, számítások szerint a következőképp:

$$\varepsilon \cong \frac{h}{5R} \quad \text{és} \quad W \cong \frac{b^2}{0}$$

Az egyensúlyi egyenlet így a következőképp írható fel:

$$P_v \cdot l + P_h \cdot y_0 = \sigma_h \cdot W = E \cdot \frac{h}{5 \cdot R} \cdot \frac{b^2}{0}$$

ahol:

b – a forgács szélessége.

$$l \cong R \cdot \sin \delta \quad \text{és} \quad y_0 \cong R \cdot (1 - \cos \delta)$$

$$P_v = \frac{1}{f(\mu, \delta)} \cdot \frac{E \cdot b}{\Theta} \cdot \left(\frac{h}{R}\right)^2 \cdot h \quad (3)$$

ahol:

$$f(\mu, \delta) = \sin \delta \cdot (1 - \mu \cdot \tan \delta) + (\sin \delta + x_0 / R) \cdot \tan \delta \cdot (\tan \delta + \mu)$$

és x_0 - a geometriai előhasadás

A vízszintes erőkomponens a forgácsolóerő, a következő egyenletből számítható:

$$P_h = \frac{\tan \delta'}{f(\mu, \delta)} \cdot \frac{E \cdot b}{\Theta} \cdot \left(\frac{h}{R}\right)^2 \cdot h \quad (3)$$

mely egyenlet a forgács deformációjára fordított erőt adja. De a valóságban a lekerekített élre is hat erő, amelynek a fa nyomószilárdságát kell legyőznie.

$$P'_h = s \cdot b \cdot \sigma_y$$

ahol: $s \cong 2\rho$ - az él vastagsága

σ_y - fa nyomószilárdsága.

Az egységnyi hosszra vonatkoztatott forgácsolóerő kifejezése így:

$$P_h = 2\rho \cdot \sigma_y + \frac{\tan \delta'}{f(\mu, \delta)} \cdot \frac{E \cdot b}{\Theta} \cdot \left(\frac{h}{R}\right)^2 \cdot h$$

A forgácsolás irányától függően ez az erő vagy valamelyik komponense határozza meg a vákuummal lefogott munkadarab általunk vizsgált dinamikai és kinematikai viszonyait. A rugalmas lefogórendszer viselkedésének meghatározásához minden forgácsolási paramétercsoportnál párhuzamosan vizsgáltuk a merev lefogással rögzített munkadarab viselkedését is.

A MÉRŐRENDSZER FELÉPÍTÉSE

Mérőrendszerünk felépítéskor kettős célt tűztünk ki: egyidejűleg mértük a fellépő erőket és rezgéseket a munkadarabon.

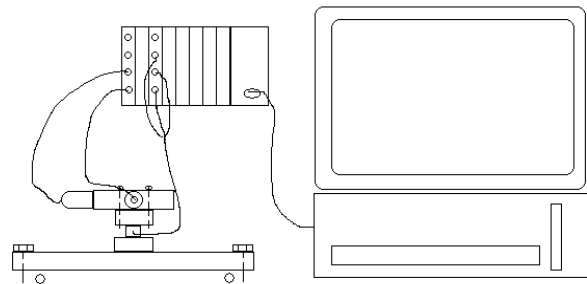
A forgácsoláskor fellépő rezgéseket vízszintes síkban x és y irányban mértük IPC 608A11 típusú piezoelektromos rezgés jeladóval, amelynek főbb műszaki paraméterei az alábbiak voltak:

- Méréshatár: 50 g

- Rezgés frekvencia: 0,5-10 kHz

Dinamikus erőhatások mérésére PCB piezoelektromos háromirányú erőmérő cellát alkalmaztunk, melynek segítségével egyszerre tudtunk mérni dinamikus és kvázi-stacioner erőértékeket. Az erőmérő cella maximális terhelhetősége x -y irányban 3200 N és z irányban pedig 1700 N volt.

Az ismertett rezgés- és erőmérő szenzorokat NI 9233 típusú adatgyűjtő kártyákhoz csatlakoztattuk, amely a mérési adatokat gyűjtötte és a számítógépnek továbbította USB porton keresztül. Az adatokat a számítógép egy erre alkalmas szoftver (LabVIEW) segítségével dolgozta fel.



2. ábra: Számítógépes adatgyűjtő rendszer mérésvázlata

A 2. ábrán látható adatgyűjtő rendszer az alábbi két jellemző paraméterrel rendelkezik:

- Mintavételezés: 5 millió minta/másodperc kártyánként

- Órajel maximális frekvenciája: 0-20 MHz

A National Instruments mérőrendszer rugalmas felhasználói programokat és moduláris, többfunkciós hardver-

ket használ PC-hez kapcsolódva. Virtuális műszereket alkalmaz, amely a LabVIEW grafikus programozható fejlesztői környezet segítségével építhető fel. Ezen alkalmazásokon keresztül valós jelek mérése, azok szimulálása, megjelenítése, rögzítése, kiértékelése, valamint a kapott eredmények megjelenítése és továbbítása oldható meg. A LabVIEW program által felkínált blokkdiagram segítségével felépítettük grafikus elemekkel virtuálisan is a mérőrendszerünket. Beépítettük a szükséges függvényeket, aritmetikai és logikai műveleteket, valamint az egyéb szükséges objektumokat. A mérőkör felépítését huzalozással fejeztük be, amely az adatáramlás útvonalát jelölte ki.

Méréseinknél az alábbi határparamétereket szabtuk az egyes fizikai mennyiségek számára: vízszintes időtengely tartomány 0-0,2 sec, erő tartomány -3000 N – (+) 3000 N, rezgésyorsulás tartomány pedig -50 – (+) 50g közé lettek állítva. Mérőrendszerünket úgy parametrizáltuk, hogy egyidejűleg nagysebességgel tudtuk rögzíteni az erőjeleket x, y, z irányban, valamint a rezgéseket x és y irányban. A 3. ábra mutatja a forgácsolásra kerülő munkadarabot, valamint a beépített jeladókat. A méréseket egy 5D szabadságfokú CNC megmunkálóközponton végeztük. A forgácsoláshoz egyenes, cserélhető kétélű keményfémlepkás marószerszámot használtunk.

Az elvégzett mérési feladatok az alábbiak voltak:

- A vákuumos és merev lefogás esetén ébredő erők és rezgések meghatározása.
- Vákuumos lefogás során két különböző profilú gumi-tömítés (O és U) erő- és rezgéstani viselkedésnek összehasonlítása.



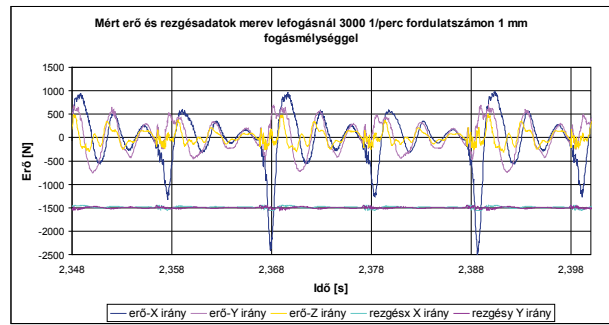
3. ábra: Rezgémérő műszer munkadarabra rögzítése

A kísérleteket 20 mm vastag egy oldalán laminált MDF lapon végeztük el. Minden esetben X irányban forgácsolunk kétélű szerszámmal és ellenirányú marást alkalmaztunk.

Az összehasonlító vizsgálatoknál a 3000, 4500, 6000, 9000, 12000 (1/min) fordulatszámokkal és négy különböző fogásmélységgel (0,5, 1,0, 1,5, 2,0 mm) végeztük a marást, állandó 5 m/perces előtolás mellett.

MÉRÉSI EREDMÉNYEK

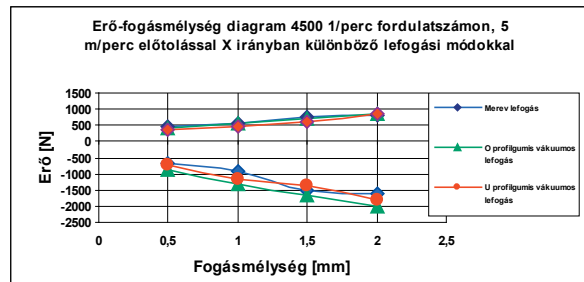
A mérési eredmények értékelését Microsoft Excel programmal végeztük. A méréskor automatikusan elmentett fájlokat importáltuk a táblázatkezelőbe.



4. ábra: X, Y, Z irányban kirajzolt grafikon részlet

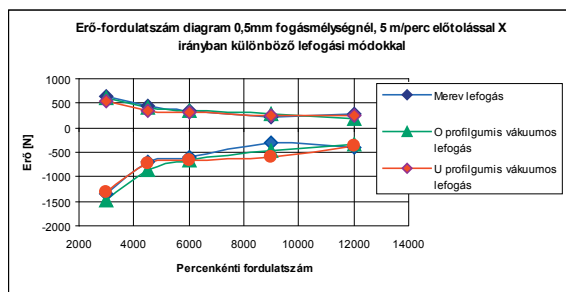
A 4. ábrán berajzolt függőleges osztások a szerszám fél fordulatát jelentik, ugyanitt függőlegesen letolva ábrázoltuk a rezgésyorsulásokat is.

A 4. ábrán jól látható, hogy bármely él forgácsolás kezdésekor megjelenik egy X és Y erőcsúcs. Ez megfelel az ellenirányú maráskor várható viszonyoknak. Alacsonyabb fordulatszámokon a forgácsoló munkadarab lengeni kezd és csillapított harmonikus rezgőmozgáshoz hasonlóan viselkedik. A teljes csillapodásra nincs idő, mivel a második él is fogásba lép és erőhatásával megváltoztatja a lengést. A rezgésgörbén ez jól látszik. Az 5. ábrán az állandó fordulatszámokon kialakult X irányú erőket láthatjuk, mereven lefogott, valamint O és U keresztmetszetű tömítés használatakor a fogásmélység függvényében vákuumlefogásnál.



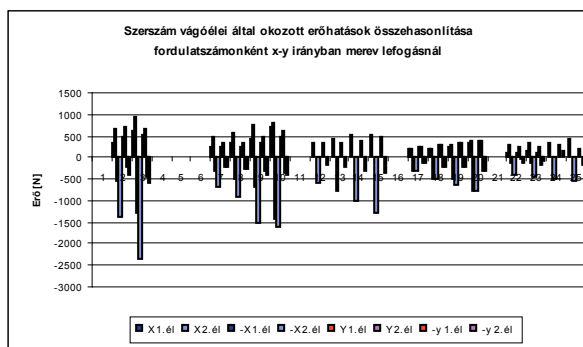
5. ábra: Erő-fogásmélység viszony állandó fordulatszám-nál és előtolásnál

A 6. ábrán az állandó fogásmélységen kialakult X irányú erőket láthatjuk, mereven lefogott, valamint O és U keresztmetszetű tömítés használatakor a fordulatszám függvényében vákuumlefogásnál.

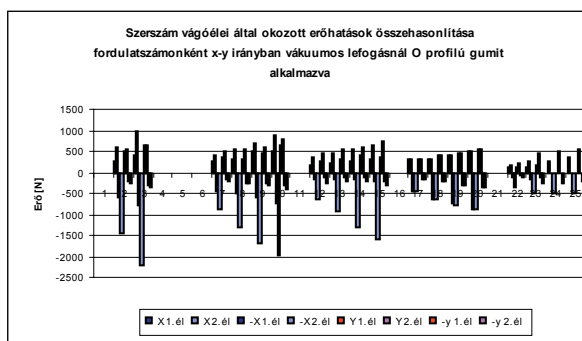


6. ábra: Erő-fordulatszám viszony állandó fogásmélységnél és előtolásnál

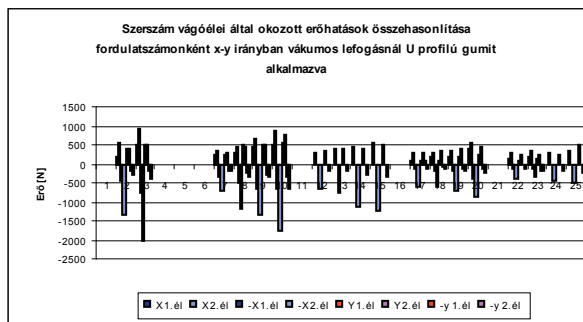
A méréseket összefoglalva a 7-8-9. ábrákon ábrázoltuk. A diagramokon az oszlop csoportok fordulatszámokhoz tartoznak, az oszloppárok pedig a két forgácsoló élet jelentik külön-külön. A pozitív és negatív erőcsúcsok külön kerültek felhordásra.



7. ábra: Munkadarab erőviszonyai változó paraméterek mellett merev lefogásnál



8. ábra: Munkadarab erőviszonyai változó paraméterek mellett O profilú vákuumtömítés esetén

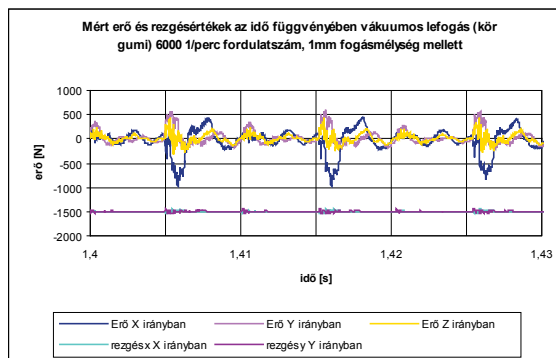


9. ábra: Munkadarab erőviszonyai változó paraméterek mellett U profilú vákuumtömítés esetén

A diagramokról jól látható, hogy 3000 és 4500 1/min fordulatszámánál mindkét keményfémlepkára forgácsol, bár vannak eltérések az egyes erő nagyságok között. Merev lefogásnál az eltérések kisebbek, mint vákuumos lefogás esetén. Ennek az az oka, hogy merev lefogás esetén minden él fogásmélysége ugyanakkora. Ha a munkadarab lengést végez, akkor a lengéskitérés növelheti vagy csökkentheti a fogásmélységet. A két gumiprofil összehasonlítva azt

mondhatjuk, hogy az U profil kedvezőbb eredményeket ad, mert ez közelíti jobban a merev lefogást. Alacsony fordulatszám tartományban (3000 – 4500 1/min) a merev lefogás adja a legjobb eredményt.

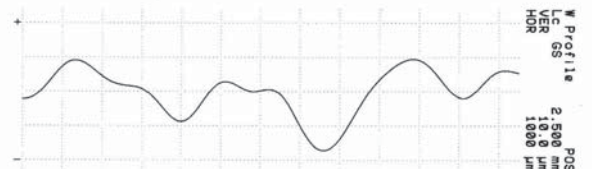
6000 1/perc fordulatszám esetén a második forgácsolóél által keltett erőjel nagyon csekély. Nagyobb fogásvételnél alig láthatóan, de már kapunk értékelhető erőértékeket. Ezek mértéke, az első él által kifejtett erő értékének 5-15%-a. Vagyis a lengéskitérés csökkenti az egyik él fogásmélységét.



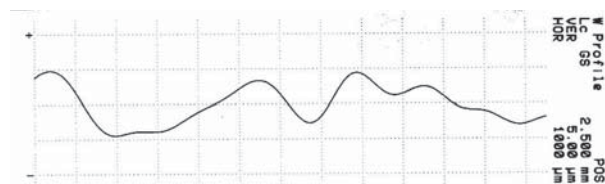
10. ábra: Erő-idő diagram

A 10. ábra bizonyítja, hogy a második él is forgácsol, csak kis mértékben. (a rezgés jeladó érzékelnek).

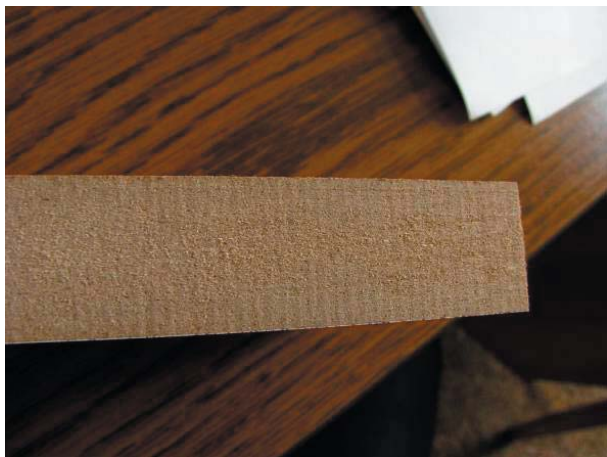
Az ismertetett eredmények azt bizonyítják, hogy egy lengőrendszer alakult ki, amely az élek fogásmélységét változtatja és a felületi érdességet kedvezőtlen irányba befolyásolja. A végzett felületi érdességvizsgálat a 11., 12. ábra is ezt bizonyítja.



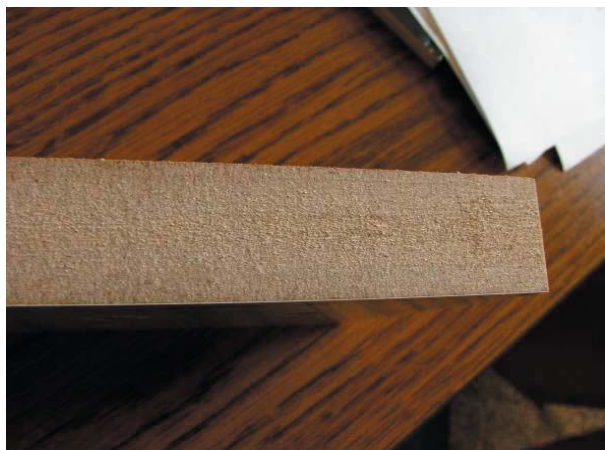
11. ábra: Felületi érdesség 6000/min fordulatszámánál, 5 m/min előtolási sebességnél



12. ábra: Felületi érdesség 9000/min fordulatszámánál, 5 m/min előtolási sebességnél



13. ábra: Marás 6000 1/perc fordulatszámon



14. ábra: Marás 9000 1/perc fordulatszámon

A felületi érdességet összehasonlítva azt kapjuk, hogy 6000 1/perc fordulatszámon végzett marás hullámmélységei eléri a $\pm 20 \mu\text{m}$ -t, 9000 1/perc fordulatszámon pedig csak $\pm 5 \mu\text{m}$ -t. Ez alapján megállapítható, hogy 9000 1/perc fordulatszámon, még 2 mm fogásmélységgel is sokkal jobb minőségű felületet nyerünk, mint a 6000 1/perc fordulatszámon 1mm fogásmélység esetén.

EREDMÉNYEK

A mérési eredményeket figyelembe véve, a merev lefogás adja a legkisebb lengéseket és az O profilú vákuumos gumitömítés a legnagyobbakat. Az *erő-idő diagramok* vizsgálatakor kiderült, hogy a 6000 és 12000 1/perc fordulatszámok esetén a lengőrendszer megakadályozza a második él, elsővel azonos mértékű forgácsoló hatását. Ezen jelenség magyarázata, hogy a forgácsleválasztáskor a munkadarab

400 Hz-es frekvenciával kezd lengeni. A lengés vákuumos lefogásnál nagyobb mértékű, köszönhetően a rugalmas alátámasztásnak, de szintén 400 Hz körüli. 6000 1/perc fordulatszámú kétélű szerszám éleinek forgácsolási frekvenciája 200 Hz, ennek a frekvenciának egész számú többszöröse a munkadarab önlengése. 9000 1/perc fordulatszám esetén a forgácsolás frekvenciája 300 Hz, aminek 400 Hz nem egész számú többszöröse. A fentiekből következik, hogy a szerszám 6000 és 12000 1/perc fordulatszámokon gerjesztheti a munkadarabot. A kialakuló lengés frekvenciája miatt kritikus fordulatszámokon a második él csak kismértékben forgácsol. A megmunkált felületi minőség javítása érdekében tehát el kell hangolni a szerszámélek forgácsolási frekvenciáját a munkadarab önlengés frekvenciájától más fordulatszámot kell alkalmazni.

ÖSSZEFOGLALÁS

A végzett mérések bizonyították, hogy vákuumos munkadarab lefogásnál fontos szerepet játszik a tömítőgumi profilja. Az erő- és rezgésmérések bizonyították, hogy a szerszám forgácsolási frekvenciáját el kell hangolni a munkadarab rugalmas lefogás miatti önlengés frekvenciájától. A felületi érdesség javítása érdekében tehát megmunkáláskor más fordulatszámot célszerű alkalmazni.

SUMMARY

The measurements have shown that the rubber profile has very important role when vacuum clamping is used. The force and acceleration measurements have shown that the frequency of the cutting must be mistuned with the natural frequency of the work piece.

It is recommended to choose the suitable revolution in favour of the good surface roughness.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] BOROS I.: Villamos mérések a gépészetben. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978.
- [2] CSÁKI F.: Irányítástechnikai kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1997.
- [3] SITKEI GY. (szerk.): A faipari műveletek elmélete. Szaktudás Kiadó, Budapest, 1994.
- [4] National Instruments Corporation: Getting started with LabVIEW, 2000.
- [5] National Instruments Corporation: LabVIEW Tutorial, 2000

MŰSZAKI MECHANIKA ÉS TARTÓSZERKEZETEK INTÉZET

INSTITUTE OF APPLIED MECHANICS AND STRUCTURES

A Selmecbányai Akadémián a mechanika tárgyak oktatása valamilyen természettudományi tanszéken (általában matematika) történt. Sopronban 1962-ben a kétkarú Erdészeti és Faipari Egyetem megalakulásával, a Faipari Mérnöki Karon önálló Mechanika Tanszék létesült, mely – a többi alaptudományi tanszékhez hasonlóan – a tárgy gondozásával járó feladatokat mindkét karon ellátta. A két kar kialakulásával az erdőmérnökképzés profilja szűkebb lett, a faipari területen viszont jelentős bővülés mutatkozott, főképpen a bútortudományi és építőipari terület felsőszintű oktatásának a bevezetésével. A Mechanika feladatai a két karon különváltak, az erdőmérnökképzés tanterve szerint az erdészeti gépészeti, szállítási és anyagmozgatási, vízgazdálkodási és anyagismereti tárgyakat kellett a mechanikai tananyag megalapozni, a faipari mérnökképzés tantervének megfelelően pedig a faipari gépészeti, szállítástani, belső anyagmozgatási, mechanikai megmunkálással foglalkozó, továbbá a különböző faipari szerkezetek tervezésével, gyártásával kapcsolatos és a faanyag vizsgálatával összefüggő stúdiumok előkészítését kellett megfelelő szinten biztosítani. Emiatt a faipari mérnökképzésben – gépészeti és faszervezeti igényeknek megfelelően – új mechanika tananyag kialakítása vált szükségessé. Ebben az ipari igényeket figyelembe véve a merev és rugalmas testek statikája mellett nagyobb hangsúlyt kaptak a kinematika, a kinetika, a mechanizmusok kinematikája, a lengésstan és ezek faipari alkalmazásaival, valamint a faszervezeti elemek méretezésével kapcsolatos ismeretek.

A Mechanika Tanszék vezetésére 1962-ben dr. Rónai Ferenc kapott megbízást, a tanszéket 1991-ig irányította. ezután professor emeritusként segíti az Intézet munkáját.

1991-től-2009-ig a Tanszék vezetője dr. Szalai József egyetemi docens, aki egyetemi doktori címet 1981-ben, kandidátusi fokozatot 1986-ban, habilitációt 1994-ben szerzett. 2009. novemberétől az intézet vezetését **dr. Tolvaj László DSc.** egyetemi tanár látja el megbízott intézetigazgatóként.

Kutatásaink a fémek és műanyagok mellett, elsősorban a faanyag, a fából készült szerkezetek mechanikai vizsgálatával foglalkoznak, ezek mechanikai viselkedésének előrejelzéséhez kapcsolódnak. E kutatásokat az alábbi laboratóriumok segítik:

Mechanikai anyagvizsgáló laboratórium, Próbatest-készítő műhely, Feszültségoptikai laboratórium, Reológiai laboratórium, Tartószerkezet laboratórium

AZ INTÉZET DOLGOZÓI



Dr. Tolvaj László DSc. egyetemi tanár, megbízott intézetigazgató, Oktatott tárgyak: Faanyagok fizikai tulajdonságai (BSc), Dinamika (MSc), Mérnöki fizika (MSc) Technológiai mérések 1-2 (MSc), Fa- és faalapú anyagok fizikai tulajdonságai (PhD). Kutatás terület: A faanyagok fotodegradációja. A faanyagok színének módosítása gőzöléssel. A termikus kezelés hatása a faanyag mechanikai tulajdonságaira.

Dr. habil. Szalai József CSc. ny. egyetemi tanár, okleveles faipari mérnök, az MTA Szilárd Testek Mechanikája Bizottság meghívott tagja.

Oktatott tárgyak: Sztatika, Elemi szilárdságtan, Szilárdságtan, Mozgástan, Kinematika, Kinetika, A faanyag és faalapú anyagok anizotrop rugalmasság- és szilárdságtana, A szilárdságtan kísérleti módszerei, A faanyag anyagszerkezetének következményei a faipari technológiákban.

Kutatás: a faanyag reológiai viselkedése, rétegelt-ragasztott fatartók gyártási és klimatikus sajátfeszültségei, a faanyag anizotrop tönkremeneteli elméleteinek kritikai elemzése, a természetes faanyag technikai szilárdságainak kísérleti meghatározása, faszervezeti elemek erőtanai méretezésének alapelvei, a rétegbevonatos optikai feszültségvizsgálat alkalmazása faanyagon, mechanika a faiparban.

Dr. Fodor Tamás egyetemi docens CsS, okleveles faipari mérnök, Mérnök-matematikai szakmérnök

Oktatott tárgyak: Sztatika, Elemi szilárdságtan, Szilárdságtan, Mechanizmusok, Kinematika, Kinetika, Lengésstan, Véges-elem módszer, A faanyag viszko-elasztikus anyagmodellje, A véges-elem módszer alkalmazása a faiparban.

Kutatás: a faanyag reológiai viselkedése, a faanyag viszko-elasztikus tulajdonságai, viszko-elasztikus faszervezetek erőtanai viselkedése, szerkezetek dinamikus vizsgálata, faszervezetek erőtanai méretezése.

Dr. Kánnár Antal egyetemi docens PhD, okleveles faipari mérnök.

Oktatott tárgyak: Sztatika, Elemi szilárdságtan, Szilárdságtan, Mozgástan, Kinematika, Kinetika, A faanyag tönkremeneteli folyamatai.

Kutatás: a faanyag tönkremeneteli folyamatai, a faanyag mechanikai tulajdonságainak vizsgálata akusztikus emissziós analízissel, réteges szerkezetek klimatikus sajátfeszültségei.

Baróti Enikő egyetemi adjunktus, okleveles faipari mérnök, okleveles mérnök-tanár, mentálhigiénés szakember.

Oktatott tárgyak: Sztatika, Elemi szilárdságtan, Rugalmasságtan.

Kutatás: a faanyag szilárdsági viselkedésének kísérleti vizsgálata, a faanyag nedvesség- és hőmérsékletvezetési jellemzőinek meghatározása, higro- és termoelasztikus feszültségek meghatározása, klimatikus hatások véges-elemes vizsgálata, hatékony energiafelhasználású faszervezetű épületek tervezése.

Karácsony Zsolt egyetemi tanársegéd, okl. faipari mérnök, energetikai szakmérnök

Oktatott tárgyak: Sztatika, Elemi szilárdságtan

Kutatás: a természetes faanyag nyíró-rugalmassági modulusainak kísérleti meghatározása indirekt módszerekkel.

Csikós Szabolcs intézeti mérnök, gépészmérnök, faipari mérnök.

Mechanikai vizsgálatok kivitelezése, műszerek, berendezések karbantartása.

Garab József nappali doktorandusz

Kutatási téma: A faanyag anizotrop tönkremeneteli elméleteinek kísérleti adatokon nyugvó összehasonlítása.

Intézetünk honlapja: mechanika.fmk.nyme.hu

A TERHELÉSI ELŐTÖRTÉNET VIZSGÁLATA A LUCFENYŐ AKUSZTIKUS EMISSZIÓS TÖNKREME- NETELI FOLYAMATAIVAL KAPCSOLATBAN

PRELOAD HISTORY EXPERIMENTS IN SPRUCE WOOD BY ACOUSTIC EMISSION TESTING

Dr. Kánnár Antal*

ABSTRACT

It is well known in the field of metal research that if the metal is loaded with a certain force then the load is taken away, in the next loading period the material does not show acoustic activity, while the stress reaches the maximum of the last load. This is called Kaiser effect.

The question is whether the wood shows this effect or not? The examination consisted of short term experiments – also with changed moisture content and temperature - and longer term experiments. The second loading period followed the previous one directly in short term experiments and in 1 or 2 months in the case of longer term tests. The tested species was Scots pine. The investigation proved that Scots pine shows the Kaiser effect during short term experiments. However the more time elapses till the second loading period the less the effect can be observed. Also the significant change in moisture content and temperature results in disappearing of the Kaiser effect. The results help us to understand the special behaviour of wood, namely, it gives a possible answer why the wood does not show the Kaiser effect in the first loading period while living trees endure loads of wind and snow up to the 50-60% of its ultimate strength.

BEVEZETÉS

A természetes fa élete során a különböző klimatikus hatások következtében számos igénybevételnek van kitéve. Ilyen, a fa mechanikai tulajdonságait befolyásoló tulajdonságok a szélterhelés és hó terhelés. Ezek a faanyag törőszilárdságának 60-70%-t is kitehetik, így a fában különböző tönkremeneteleket, rostszakadásokat, repedéseket hozhatnak létre.

A feldolgozott faanyag nagy része aztán mesterséges szárítás után kerül a felhasználási területére. A feldolgozás majd az azt követő szárítás során drasztikus nedvességtartalom változás következik be és jelentős hő terhelés éri a faanyagot. Felmerül a kérdés, hogy ezen keze-

lések ill. a fát korábban ért hatások során bekövetkezett tönkremenetelek valamint a fát korábban ért terhelések, hogyan hatnak a fa akusztikus emissziós tulajdonságaira (továbbiakban AE).

A vizsgálatokhoz Kaiser [1.] megfigyeléseit vettük alapul, aki azt tapasztalta, hogy egyes fémek egy előterhelést követő második terhelési ciklusban nem válnak akusztikusan aktívvá mindaddig míg az újabb terhelés el nem éri a korábbi terhelés maximumát. A jelenséget Kaiser effektusnak nevezzük.

Felmerült a kérdés vajon a fa mutatja-e az effektust és a jelenség milyen módon függ a két terhelési ciklus között eltelt időtől ill. a fát ért kezeléstől.

VIZSGÁLATOK

A kísérletek során húzóvizsgálatokat végeztünk, miközben mértük a faanyag akusztikus aktivitását. Az AE vizsgálatok során a faanyag ultrahangtartományban mérhető, tönkremeneteli folyamataiból származó rugalmas hullámokat, mint hangjeleket mérjük. Ezek fizikai és statisztikai jellemzőiből lehet a vizsgált anyag egyes anyagszerkezeti, mechanikai jellemzőire következtetni. Faanyag esetén az AE forrásai repedés keletkezés, terjedés, rostköteg szakadás. A vizsgálatokat 4 csatornás DEFECTOPHONE AE mérőrendszerrel végeztük, az alkalmazott piezoelektromos érzékelők rezonanciafrekvenciája 150 KHz volt.

Jelen kutatásban minden vizsgálat két ciklusban történt. Első ciklusban egy előterhelést adtunk a próbatestnek. Ennek mértékét úgy választottuk meg, hogy közelítőleg 20-25 akusztikus eseményt eredményezzen. Ezen eseményszám- mely előkísérletek alapján határoztunk meg - megválasztása biztosította, hogy a faanyagba keletkező tönkremenetelek a vizsgálat értékelhetőségét biztosítsák, jelentős szilárdságcsökkenést azonban ne okozzanak.

A második terhelés ciklus az elsőt sorozatonként eltérő idő elteltével követte és a próbatestet törésig terhelte.

A vizsgálatokat lucfenyő fafajon végeztük el, melyek átlagos nedvességtartalma 12% volt.

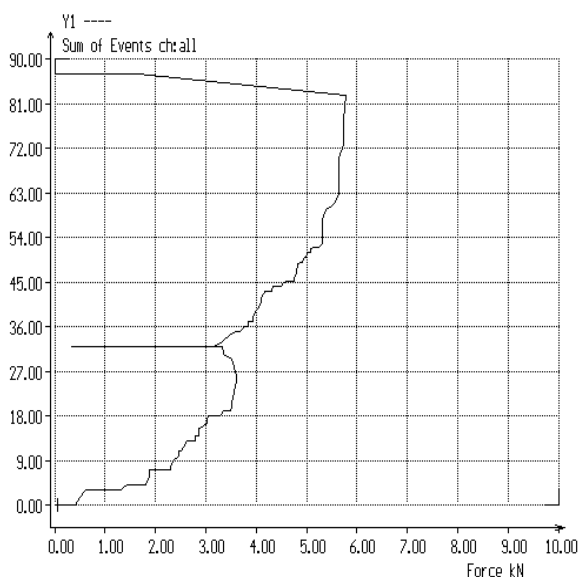
* egyetemi docens, NymE FMK Műszaki Mechanika és Tartószerkezetek Intézet

Az egyes mintasorozatok vizsgálatát a következő feltételek mellett végeztük el:

- I. sorozat; a törőterhelés az előterhelést közvetlenül követte
- II. sorozat; a törőterhelés az előterhelést 15 napra követte
- III. sorozat ; a törőterhelés az előterhelést 1 hónapra követte
- IV. sorozat; a törőterhelés az előterhelést 2 hónapra követte
- V. sorozat; a törőterhelés az előterhelést 24 óra áztatás, 48 óra 90°C-os szárítás majd klimatizálás után követte a két terhelési ciklus között 15 nap telt el.

Az effektus vizsgálatához az eseményösszeg görbéket vettük fel terhelőerő függvényében.

Az I-es mintasorozatban a törőterhelés az előterhelést követő tehermentesítést azonnal követte. Egy a vizsgálat során kapott görbét az 1. ábra mutat, az eredmények összefoglalását az 1. táblázat adja meg.



1. ábra Kaiser effektus a 8-as minta esetén

1. táblázat Kaiser effektus vizsgálat eredményei lucfenyő fajfa esetén az előterhelést azonnal követő törés esetén

Minta s. sz.	Előterhelés maximuma kN	Eseményszám előterhelésnél	Eseményszám előterhelés értékénél 2. terhelési ciklusban	Eseményösszeg a törés során	Kaiser effektus igen + / nem -
	5,2	20	1	31	+
	5,5	21	3	320	+
	5,1	26	0	128	+
	2,52	21	6	240	+
	4,72	20	4	147	+
	3,65	58	4	323	+
	7,2	52	18	530	+
	3,6	32	3	88	+
	3,7	35	11	171	+
	7,6	21	4	340	+
	4,2	26	11	93	+
	6,9	23	7	72	+
	8,1	35	15	2280	+
	6,8	31	131	440	-
	6,41	27	2	144	+
	4,45	20	5	61	+
	9,0	28	6	52	+
	4,85	20	9	202	+
	4,28	21	2	70	+
	5,51	21	8	112	+

20 mintából 19 mutatja, 1 nem mutatja a Kaiser effektust. Az effektus fennállását akkor fogadtuk el, ha a második terhelési ciklusban az előterhelésig kevesebb mint 50% eseményt kaptunk az előterhelési eseményszámhoz képest. Ezen értékelési módot az indokolja, hogy néhány esemény bekövetkezése még nem utal jelentős tönkremeneteli folyamatra az előterhelési szint alatt.

Az értékelhető minták 95 %-a mutatja a Kaiser effektust. A második terhelési ciklusban az előterhelésig kapott jelek száma, a törésig kapott eseményszám 0-10% között van. A faanyag tehát jelen kísérleti körülmények között „emlékszik az őt a törés előtt közvetlenül ért terhelés maximumára,

azaz addig a terhelési szintig újabb jelentős tönkremenetel nem jön létre benne. Ez azt is jelenti, hogy a fában az előterhelés során keletkezett tönkremenetek az újabb terhelési ciklusban nem akusztikus források, azaz nem képződnek ill. a beállított zajszűrési küszöb alatt maradnak a belőlük származó esetleges sűrűlódásos jellegű események.

A további vizsgálatok ezután arra irányultak, hogy a fa ezen tulajdonsága az időben hogyan változik. A II. mintasorozatot az előterhelést 15 nap múlva követő törésnek vetettük alá.

Az előterhelés ill. törés során kapott eredményeket a II. táblázatban foglaltam össze.

II. táblázat Kaiser effektus vizsgálat eredményei lucfenyő fafaj esetén ha a törés az előterhelést 15 napra követte

Minta s. sz.	Előterhelés maximuma kN	Eseményszám előterhelésnél	Eseményszám előterhelés értékénél 2. terhelési ciklusban	Eseményösszeg a törés során	Kaiser effektus igen + / nem -
1.	4,66	23	5	813	+
2.	3,84	23	23	24	-
3.	5,07	30	21	2704	-
4.	4,17	27	228	1488	-
5.	4,90	26	26	1257	-
6.	3,68	43	14	1077	+
7.	4,41	25	4	717	+
8.	4,17	31	9	1043	+
9.	3,43	29	8	542	+
10.	4,16	30	10	1427	+
11.	3,84	26	7	206	+
12.	4,0	29	6	524	+
13.	1,47	96	27	140	+
14.	3,51	26	32	176	-
15.	2,53	29	12	991	+
16.	4,57	24	175	415	-
17.	3,19	35	1	1333	+
18.	5,14	26	3	1107	+
19.	4,98	20	14	100	-
20.	2,94	74	52	192	-

A vizsgált 20 próbatestből 12 mutatta a Kaiser effektust, azaz a minták 60%-a. A vizsgálat alapján kiderült, hogy 15 nap után a minták 40%-a jelentős akusztikus aktivitást mutat az előterhelési szintig.

Ez azt jelenti, hogy új tönkremenetek keletkeztek az anyagban vagy a meglévő tönkremeneteli felületek egymáson elmozdulva súrlódásos típusú jeleket hoznak

létre. Az akusztikus események mért és számolt jellemzőinek vizsgálatából következtethetünk a létrejött AE események jellegére. A feltevésünk az volt, hogy ha az események sűrűdésos jellegűek azok energiája a kis energiájú eseménygyakoriságot növeli. Ha rostszakadás és repedésterjedés okozza az AE aktivitást akkor ez nagy energiájú jelek gyakoriságának növekedését okoz-

III. táblázat Kaiser effektus vizsgálat eredményei lucfenyő fafaj esetén ha a törés az előterhelést 1 hónapra követte

Minta s. sz.	Előterhelés maximuma kN	Eseményszám előterhelésnél	Eseményszám előterhelés értékénél 2. terhelési ciklusban	Eseményösszeg a törés során	Kaiser effektus igen + / nem -
1.	6,2	28	0	67	+
2.	4,16	28	0	200	+
3.	5,96	23	15	162	-
4.	5,8	24	8	156	+
5.	4,57	23	6	58	+
6.	3,51	25	9	86	+
7.	3,26	23	3	172	+
8.	5,22	31	5	112	+
9.	7,51	33	100	195	-
10.	2,77	58	14	65	+
11.	5,22	41	27	83	-
12.	5,22	23	6	64	+
13.	2,69	33	12	159	+
14.	6,21	127	287	410	-
15.	5,71	25	0	261	+
16.	6,53	21	17	450	-
17.	7,35	23	35	381	-
18.	4,33	27	0	170	+
19.	4,41	25	25	95	-
20.	5,23	23	26	254	-

IV. táblázat Kaiser effektus vizsgálat eredményei lucfenyő faján esetén ha a törés az előterhelést 2 hónapra követte

Minta s. sz.	Előterhelés maximuma kN	Eseményszám előterhelésnél	Eseményszám előterhelés értékénél 2. terhelési ciklusban	Eseményösszeg a törés során	Kaiser effektus igen + / nem -
1.	7,27	28	141	212	-
2.	7,43	22	41	117	-
3.	4,41	27	36	129	-
4.	5,55	23	15	167	-
5.	7,02	21	53	975	-
6.	1,79	66	116	143	-
7.	4,73	23	35	169	-
8.	3,10	25	0	158	+
9.	6,86	25	52	2133	-
10.	5,47	35	29	200	-
11.	2,85	23	3	310	+
12.	7,27	34	48	78	-
13.	7,43	24	92	391	-
14.	6,94	25	42	664	-
15.	6,00	27	11	392	+
16.	6,2	52	36	235	-
17.	5,31	29	12	122	+
18.	2,77	27	22	101	-
19.	6,21	26	0	36	+
20.	6,69	23	21	249	-

za. A vizsgálatok az előterhelés és második terhelési ciklus eseményenergia eloszlás függvényei között jelentős különbséget nem mutattak ki. Ez azt jelenti, hogy a második terhelési ciklus előterhelési szint alatt detektált eseményei nem súrlódásos jellegűek, hanem újonnan kialakult tönkremeneteli folyamatokból származnak. Másrészt a második terhelési ciklusban- ahol egy tönkremenetelket tartalmazó anyagot terhelünk- némileg eltérő feszültség szint alakul ki a szerkezet egyes pontjaiban és kritikus feszültség és tönkremenetel helyei is mások lesznek. Természetesen ez nem jelenti azt, hogy a korábban létrejött repedések nem lehetnek kiinduló pontjai az újabb tönkremenetelnek, csupán azt mutatja, hogy az újabb jelek újabb repedésterjedésemből és rostszakadásokból származnak, melyek energiaszintje hasonló az előterhelés eseményeinek energiájához.

A III. sorozat esetén az előterhelést a törés 1 hónapra követte. Az eredményeket a III. táblázat mutatja.

A vizsgált 20 mintából 12 esetben mutatja a faanyag a Kaiser effektust. A mintának tehát a 60%-a mutatja a Kaiser effektust, hasonlóan az előző sorozathoz.

Az eredmények arra utalnak, hogy egy hónap után a kialakuló feszültség állapot és a lejátszódó tönkremeneteli folyamatok hasonlóak a 15 napos terhelési ciklusban kialakultakhoz. Az energia-eloszlás vizsgálatok is ugyanezen hasonlóságot erősítették meg.

A IV. mintasorozat esetén a törés az előterhelést 2 hónapra követte. Az eredményeket a IV. táblázat mutatja.

20 mintából 5 mutatta az effektust és 15 minta nem mutatta a Kaiser effektust.

Az értékelt minták 75%-a nem mutatta az effektust.

2 hónap elteltével tehát a minták döntő többsége

nem jelzi a korábban elszenvedett terhelések hatását az akusztikus aktivitásában. Az előterhelésnél akusztikusan aktívabbnak mutatkozik a 15-ből 10 minta / ugyanez 1 hónapnál 8-ból 4 aktívabb/. 2 hónap elteltével tehát valószínűleg az előterhelés során létrejött tönkremenetel egyrészt a terhelést felvevő keresztmetszet lecsökkenésében játszanak szerepet másrészt a tönkremenetel kiinduló pontjaivá válnak. Így a több tönkremenetel tartalmazó anyagban több tönkremenetel jön létre az előterhelés értékéig. A vizsgálatok szerint tehát míg az előterhelést azonnal ill. 1 hónapra követő törésnél az előterhelés az akusztikus aktivitást csökkentő tényezőként játszik szerepet, addig 2 hónap múltán mint aktivitást növelő tényező mutatkozik.

Az V. mintasorozaton a nedvességtartalom és hőmérséklet együttes hatását vizsgáltuk, mintegy modellezve ezzel az élőnedves állapotból (nedvességtartalom > 30%) szárítással felhasználási állapotba (~10% nedvességtartalom) kerülő faanyag klimatikus igénybevételeit.

A kísérletek során a 10% nedvességtartalmú faanyagot előterheltük megelőző kísérletekkel megegyező módon. Ezt követően 24 óra áztatásnak lettek a minták kitéve. Ezzel az élőnedves állapot nedvességtartalmát érték el. Az áztatást 48 óra 90°C-on végrehajtott szárítási folyamat követte. A kiszáritott mintákat ezután klimatizáltuk a kiinduló 10% nedvességtartalomra és törésig terheltük. A második terhelési ciklus az első 15 napra követte. Az eredményeket a V. táblázatban foglaltam össze.

20 mintából 15 nem mutatja, 5 mutatja a Kaiser effektust. A minták 75%-a nem mutatja a Kaiser effektust az áztatás és klimatizálás után. A 15-ből 11 az előterhelés-

V. táblázat Kaiser effektus vizsgálat eredményei lucfenyő fajaj esetén ha a törés az előterhelést 24 óra áztatás 48 óra szárítás majd 12 nap klimatizálás után követte

Minta s. sz.	Előterhelés maximuma kN	Eseményszám előterhelésnél	Eseményszám előterhelés értékénél 2. terhelési ciklusban	Eseményösszeg a törés során	Kaiser effektus igen + / nem -
	6,2	31	24	159	-
	3,92	23	21	91	-
	7,67	23	25	223	-
	4,0	26	4	1151	+
	6,86	25	25	87	-
	6,61	46	62	105	-
	2,94	55	48	728	-
	6,2	34	65	495	-
	5,63	29	84	154	-
	8,98	38	137	152	-
	5,06	25	86	268	-
	7,43	19	110	110	-
	5,39	27	37	71	-
	5,63	24	6	751	+
	4,82	22	6	32	+
	4,98	36	16	33	+
	6,29	25	36	354	-
	8,17	28	239	323	-
	7,1	46	152	190	-
	2,94	25	2	94	+

nél nagyobb akusztikus aktivitást mutat.

A vizsgálatok tanulsága szerint tehát a klimatikus körülményekben bekövetkező drasztikus változás jelentős mértékben befolyásolja a második terhelési ciklus akusztikus aktivitását.

A faanyagot ért a korábbi terhelések ill. a hatásukra bekövetkezett mikro- tönkremenetek hatása mint akusztikus aktivitást növelő tényező jelenik meg az akusztikus emissziós tulajdonságokban.

Az V. sorozaton is elvégeztük az előterhelés és törés azonos terhelési szintig kapott eseményeinek energia eloszlás vizsgálatát. A vizsgálat eredménye azt mutatta, hogy a töréskor kapott események energiája az előterhelés eseményeinek energia tartományába esik és az adott próbatestre jellemző értéket ad. Ez fennáll azokban az esetekben is amikor a törés során lényegesen magasabb eseményszámot detektáltunk mint az előterhelés során. A törés során kapott események tehát az előterhelés tönkremeneteleihez hasonló fizikai paraméterekkel rendelkeznek. A törés során előterhelési szintig kapott nagyobb eseményszámok azzal magyarázhatók, hogy a tönkremeneteket tartalmazó anyagban kialakuló feszültségállapot kedvezőbb a tönkremenetel szempontjából, így a több tönkremenetel miatt nagyobb eseményszámot kapunk.

ÖSSZEFOGLALÁS

A Kaiser effektussal kapcsolatos vizsgálataink eredményei alapján a következőket mondhatjuk:

- Az előterhelést közvetlenül a tehermentesítés után követő törés esetén az értékelhető minták 92.8%-a mutatja a Kaiser effektust. A faanyag tehát ezen kísérleti körülmények között „emlékszik az őt a törés előtt közvetlenül ért terhelés maximumára, azaz benne előterhelési szintig újabb tönkremenetel nem jön létre.
- Az előterhelést 15 napra és 1 hónapra követő törés esetén az értékelhető minták 60%-a mutatja a Kaiser effektust. A vizsgálatok szerint tehát 1 hónap elteltével a minták 40%-a a korábbi előterhelés ellenére akusztikusan aktív lesz az előterhelési szint alatt. Az események energia-eloszlás vizsgálatai alapján kijelenthetjük, hogy az előterhelési szint alatt kapott újabb események nem súrlódásos jellegűek, hanem újabb törések, repedésterjedések eseményei.
- Az előterhelést 2 hónapra követő törés esetén az értékelhető minták 75%-a nem mutatta az effektust. 2 hónap elteltével tehát a minták döntő többsége nem jelzi a korábban elszorított terhelések hatását az akusztikus aktivitásában.
- Az áztatott majd szárított és klimatizált minták esetén az értékelhető minták 75%-a nem mutatja a Kaiser Effektust az áztatás és klimatizálás után. A vizsgálatok tanulsága szerint tehát a klimatikus körülményekben bekövetkező drasztikus változás jelentős mértékben befolyásolja a második terhelési ciklus akusztikus aktivitását, a faanyagot ért a korábbi terhelések hatása nem mutatkozik meg az akusztikus emissziós tulajdonságokban.

Mindezek alapján elmondhatjuk, hogy a fát élő állapotban ért terhelés szintjének Kaiser effektus jellemző ha-

tásával nem kell számolnunk a feldolgozott faanyag AE vizsgálataiban. A korábbi terhelések által okozott tönkremenetek elsősorban mint újabb tönkremenetek forrásai, az AE aktivitást növelő hatásként jelentkeznek.

CONCLUSIONS

– The investigation related to the Kaiser effect of wood showed, that **90% of Scots fir specimens showed the effect, if the second loading cycle immediately followed the previous load.** Very few events take place up to the previous load level in the second loading period, the previous load appears as decreasing factor of acoustic activity in this case. Furthermore it results too, that friction type events do not take place or they are under the threshold level in the second loading cycle. The surfaces of damages are not sources of acoustic emission.

– The examination of time dependency of Kaiser effect showed that **15 days and 1 month after the previous load as well 60% of specimens showed the effect,** it means that 40% of specimens showed acoustic activity under the maximum of previous load. The comparison of differential distribution of energy of acoustic events showed that the energy distribution is characteristic of the specimen, so the events during the fracture have similar distribution like the events during the first loading period under the previous load level. It results firstly, the events up to the previous load level during the second loading cycle accrued from new damaging places; there are no friction type events. The newer events accrue from newer crack propagation and newer fibre breaks whose energy level is similar to the energy of events obtained in the first loading cycle.

– **2 months after the previous load 75% of the samples does not show the Kaiser effect** during the fracture. It is probable that a new strength state come into being and the accrued damages during the previous load on one hand decrease the stressed cross-section on the other hand become origin for newer damages. So more events come into being in the more damaged material up to the previous load level. The examination of distribution of energy showed the same as in the former series, namely in the second loading period new damages take place.

– The investigation of **affect of moisture content and temperature showed that 75% of the samples does not show the effect.** Similarly to the former series the majority of samples are acoustically more active in the second loading cycle. The experiments presented that a considerable change in moisture content and temperature festinate the changes in the microstructure, so the specimens become acoustically active under the previous load level. The existing damages in wood appear as increasing affect of acoustic activity under the presented conditions. The investigation has proved that the more time elapses between the first and second loading cycle the less observable the Kaiser effect is. The damages in the first loading cycle become origin of newer damages in the second loading cycle, therefore the previous load appears as increasing factor of acoustic activity. Also a considerable change in moisture content and temperature affect the disappearing of Kaiser effect. The examination of energy distribution of events proved that friction type events of fracture surfaces did not take place or remain under the threshold level. From the investigation it can be concluded that the endured load of trees does not occur Kaiser effect type phenomenon during the acoustic emission testing of wood.

REFERENCES

- [1] KAISER, J. 1953. Untersuchungen über das Auftreten Gerauschen beim Zugversuch. Ph.D. Thesis, München, Technische Hochschule
- [2] KÁNNÁR, A. 1999. Acoustic emission research in relation to the damage process of wood. Proceedings of COST Action E8 Workshop Damage in wood Bordeaux 27-28 may 1999
- [3] KÁNNÁR, A. 2004. Az akusztikus emissziós kísérleti technika alkalmazhatóságának vizsgálata a faanyag mechanikai tulajdonságainak megítélésére PhD. értekezés; NYME-MMTI. 169 o.
- [4] KÁNNÁR A. 2009.: Testing of the fracture nature of wood using acoustic emission technology;
- [5] DANUBIA-ADRIA 26th Symposium on Advances in Experimental Mechanics September 23-26, 2009. Proceedings 99-100.
- [6] PELLIONISZ, P. 1992. Akusztikus Emissziós szerkezetvizsgálatok GTE.Bp.1992.

FIZIKA ÉS ELEKTROTECHNIKA INTÉZET

PHYSICS AND ELECTRONICS INSTITUTE

A mai Fizika és Elektrotechnika Intézet elődjének tekinthető matematika-fizika-mechanika tanszék az Akadémia második tanszékeként 1765-ben kezdte meg működését Nikolaus Poda vezetésével. 1809-ben a logikát, matematikát és fizikát magába foglaló „filozófiai kurzus” keretein belül már tizennyolc fizikával kapcsolatos témakört oktattak, melyek között már ott találjuk az elektromosságot, mágnességet, galvanizmust is. 1904-ben az oktatást átszervezték, s hozták létre a Fizika-Elektrotechnika Tanszékét, mely nevét 1949-ig meg is őrizte. A selmeci időszak kiemelkedő fizikusai között meg kell említeni: Christian Dopplert aki 1847-ben professzori kinevezést nyert a selmebányai Bányászati és Erdészeti Akadémia matematika-fizika-mechanika tanszékére; Boleman Gézát, akinek munkássága már átnyúlik a soproni időszakra is és 1904-47-ig vezette a tanszékét. (1917-ben megjelent Elektrotechnika című tankönyve a magyar műszaki szakirodalom egyik úttörő munkája. Boleman Géza emlékét ma szobor őrzi az egyetem botanikus kertjében.); Kármán Tódort, aki 1912 őszétől az alkalmazott matematika tanszék vezető tanára volt. 1949-ben a tanszék kettévált Fizika Tanszékre és Elektrotechnika Tanszékre. Az előbbinek vezetője Kovács István lett (Kovács István fő kutatási területe az elméleti molekulaszpektroszkópia volt. A kétatomos molekulák elméleti modellezésével, illetve a finomszerkezeti mérések interpretálásával foglalkozott. A kétatomos molekulák színképeinek tanulmányozásáról megjelent angol nyelvű monográfiája nemzetközileg elismert alapmű.), míg az utóbbinak Simonyi Károly (A Tanszék történetének jelentős alakja volt Simonyi Károly. Az ő irányításával építették meg azt a Van de Graaf rendszerű részecskegyorsítót, amelynek segít- ségével 1951. december 23-án Magyarországon elsőként végeztek atommag-reakciót mesterségesen gyorsított részecskékkel (protonokkal). Ez a kísérlet megalapozta hazánkban a gyorsítókkal végzett magfizikai kutatásokat. A gyorsító 1952-ben Simonyi professzorral együtt a KFKI-ba került, ahol évekig használták még.). A Fizika Tanszéken Kovács Istvánt Kántás Károly követte, aki 1951-ben megszervezte a Geofizika Tanszékét, így lett a Fizika Tanszékből 1951-59 között Fizika-Geofizika Tanszék, melynek 1951-56-ig vezetője is, őt Csókás János követte, aki 1956-59-ig volt vezető. Simonyi Károly távozását követően, az Elektrotechnika Tanszék vezetője Vörös Imre lett, aki 1959-ig vezette a tanszékét. 1959-ben a két tanszék egyesült, és újra Fizika-Elektrotechnika Tanszék lett a neve, vezetője Barta Ernő, aki 1963-ig vezette a tanszékét. Barta Ernőt Béli Ferenc követte, aki 1986-ig volt vezető. 1986-1991-ig Molnár Sándor, Bálint József és Szabó József váltották egymást a vezetésben, míg 1991-ben Papp György lett a tanszékvezető. A Fizika –Elektrotechnika Tanszék 1999-ben Fizika Intézet, majd 2006-ban Fizika és Elektrotechnika Intézet lett.



Papp György intézetigazgató egyetemi tanár. Oktatott tárgyak: Fizika (BSc), Mérnöki fizika (BSc), Fizika (MSc), Modern fizika (MSc), Alkalmazott anyagtan (PhD), Elméleti szilárdtestfizika (SZTE), Elméleti mag és részecskefizika (SZTE), Hőtan, anyagtan (BSc). Kutatási terület: Félvezető heteroátmenetek elektronszerkezetének elméleti vizsgálata, félvezető nanostruktúrák transzporttulajdonságai, spintronika, alacsony dimenziós elektrongáz inhomogén elektromos és mágneses mezőben, UV-lézer faanyag kölcsönhatás.

Borza Sándor egyetemi tanársegéd. Oktatott tárgyak: Fizika (BSc), Elektronika (BSc), Elektrotechnika (BSc). Kutatási terület: Mágneses anyagokkal szennyezett félvezető transzport tulajdonságai.

Barta Edit egyetemi docens. Oktatott tárgyak: Mérnöki fizika (BSc), Elektronika (BSc), Elektrotechnika (BSc). Kutatási terület: A faanyagok fotodegradációja. Az UV tartományban sugárzó lézerek faanyagra gyakorolt hatása infravörös spektroszkópiás módszerekkel. Nagyfeszültségű elektromos távvezetékek környezetében kialakuló elektromos és mágneses terek jellemzőinek mérése.

Mentes Gyula egyetemi tanár. Oktatott tárgyak: Elektrotechnika I., Elektrotechnika II., Elektrotechnika (BSc), Elektronika (BSc), Elektronika (MSc), Számítógéparchitektúrák (BSc), Geodinamika (BSc), Méréselmélet (PhD), Környezeti mozgások mérése (PhD). Kutatási terület: Globális és lokális geodinamika: a szilárd Föld árapályának tanulmányozása, a Pannon-medence recens tektonikai mozgásainak vizsgálata extenzometerekkel, földcsuszamlások mozgási viszonyainak átfogó (geodéziai, geofizikai, geológiai, hidrológiai, stb.) tanulmányozása, objektumok mozgásának, deformációjának monitorozása, talaj-mozgások és épületmozgások kapcsolatának vizsgálata. Nagypontosságú, geodéziai és geodinamikai mérőműszerek, mérési módszerek fejlesztése.

Preklet Edina egyetemi adjunktus. Oktatott tárgyak: Mérnöki fizika (BSc), Elektronika (BSc), Elektrotechnika (BSc). Kutatási terület: A faanyagok UV-lézerek okozta fotodegradációja.

Tolvaj László egyetemi tanár. Oktatott tárgyak: Faanyagok fizikai tulajdonságai (BSc), Mérnöki fizika (BSc), Mérnöki fizika (MSc) Technológiai mérések 1-2 (MSc), Fa- és faalapú anyagok fizikai tulajdonságai (PhD). Kutatási terület: A faanyagok fotodegradációja. Különböző fényforrások használata és a mérési módszerek pontosítása. A faanyagok színének módosítása gőzöléssel. Fontosabb fafajok gőzölési tulajdonságai mészeres szín-méréssel.

Nagy István műszaki szakoktató.

Takács Henrietta intézeti adminisztrátor

A FAANYAG FOTODEGRADÁCIÓJÁNAK VIZSGÁLATA INFRAVÖRÖS SPEKTROSKÓPIÁS MÓDSZERREL

INFRADED SPECTROSCOPIC STUDY OF PHOTODEGRADATION OF WOOD

Tolvaj László*, Barta Edit**, Preklet Edina***, Papp György****

ABSTRACT

The photodegradation of wood caused by different kind of UV-radiators and by radiation of sun were studied with infrared spectroscopic methods. The degradation caused chemical changes at the surface of wood were analyzed by the difference spectrum. The effects of different kind of UV-radiators were compared, too.

BEVEZETÉS

A szabadban, az időjárás hatásának kitett faanyagokat sok komponensből összetett degradációs folyamat-láncolat éri. Ezen hatások közül a napsugárzás, annak is az UV tartománya okozza a primer károsítást. Ezt követi az esővíz illetve a levegő páratartalmának hatása, mely kimossa a degradációs termékeket a felszínről. Ezzel teret nyit a napsugárzás károsító hatásának a következő rétegben. Ezen két folyamat megkönnyíti a faanyagot lebontó gombák behatolását is. Mindezek hatására a faanyag elveszíti kellemes színét és elsűrűsödik. Megnövekszik a felületi érdesség, de a felületi réteg szilárdsága is jelentősen csökken. Ezen folyamatok összességét degradációs folyamatoknak, míg a csak fény hatására létrejövő leomlást fotodegradációnak nevezi a szakirodalom.

Az intézetünkben több éve folyó széleskörű fotodegradációs vizsgálatok ([1], [2], [3], [4]) eredményeinek egy részét szeretnénk most közzétenni e lap hasábjain.

VIZSGÁLATI MÓDSZER

A napsugárzás degradációs hatásának reprodukálható vizsgálata a szabadba kitett próbatesteken sok nehézséggel jár, hiszen a sugárzás intenzitása és hullámhosszának összetétele, spektruma egy földi nap folyamán

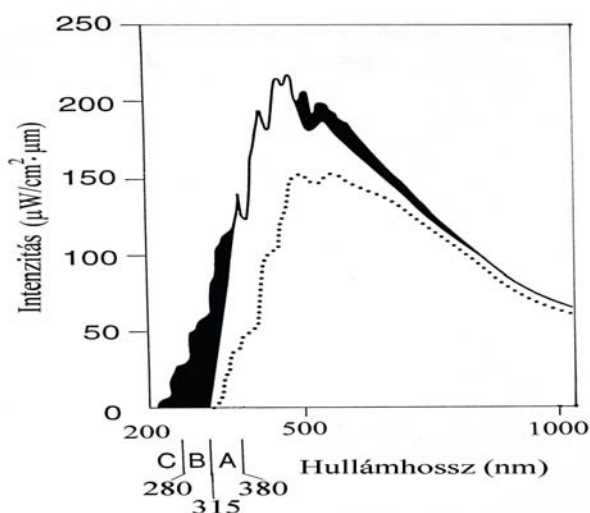
*egyetemi tanár, NymE Fizika és Elektrotechnika Intézet. tolla@fmk.nyme.hu

**egyetemi docens, NymE Fizika és Elektrotechnika Intézet. ebarta@fmk.nyme.hu

***egyetemi adjunktus, NymE Fizika és Elektrotechnika Intézet. edina@fmk.nyme.hu

****intézetigazgató egyetemi tanár, NymE Fizika és Elektrotechnika Intézet. gypapp@fmk.nyme.hu

folyamatosan változik, de a Nap állásának változásával, éves periódussal szintén változik. A fenti paramétereket jelentősen befolyásolja a levegő páratartalma is. Napjainkban a Föld ózonrétege vastagságának a csökkenése is módosítja a szabadban lévő faanyagokat érő sugárzást, melyet a Nap szinképe szemléltet (1. ábra). Ráadásul az ózonréteg vékonyodásával az UV sugárzás intenzitása erősödik, és megjelenik az UV-B tartomány, erősebb degradáló képességgel. A fenti problémákra tekintettel a fotodegradációs vizsgálatokat rendszerint mesterséges fényforrásokkal végzik el. Itt a körülmények jól ismételhetők, és a paraméterek állandó értéken tarthatók.



1. ábra A Nap emissziós szinképe. A fekete tartományokat az ózonréteg kiszűri. A pontozott vonal a talajszinten mérhető intenzitás-eloszlást reprezentálja ([5])

A próbatestek besugárzásához az alább felsorolt fényforrásokat használtuk. Egy XENOTEST 150S típusú öregítő szekrény, melynél a sugárforrás fényteltjesítménysűrűsége a behelyezett minták síkjában 1250 W/m² volt (szűrő nélkül). A minták egy ultraibolya szűrő mögött foglaltak helyet. Tekintetbe véve a lámpa emissziós szinképet és a szűrő áteresztő képességét, a mintákat 300 nm és 380 nm közötti hullámhosszú ultraibolya fény érte. A minták felszíni hőmérséklete a kezelés során 40°C körüli érték volt, melyet termoelemmel mértünk, rögtön a sugárforrás kikapcsolása után. Szintén xenon lámpával

működött az SX-75: Suga Test Instrument is, melynek az emissziója a 300-400 nm tartományban 180 W/m² volt. Itt nem volt lehetőség a látható fénytartomány kiszűrésére. A kamrában mért „fekete panel” hőmérséklet 63°C volt, és a relatív páratartalmat 50%-ra állítottuk be. Alkalmaztunk higanygőz lámpákat is. Az egyik 300 W elektromos teljesítményű volt. A besugárzandó próbatestek a lámpától 20 centiméterre helyezkedtek el a laboratórium légtérben. A másik esetben a HAL 800NL típusú lámpa egy a Nippon Denchi Co. Ltd. által gyártott, KBP 659 típusú kamrában helyezkedett el, melyet ipari méretű faszerkezetek besugárzására terveztek. A higanygőz lámpa fénytelsítménye 320 W volt, és a próbatestek 64 centiméterre helyezkedtek el tőle. A hűtött kamrában az áramló levegő hőmérséklete 26°C volt.

A fent jellemzett fényforrások esetében csak a gyártók által megadott emissziós adatokra támaszkodhattunk. Ezek viszont nem tették lehetővé az általuk kibocsátott ultraibolya fény intenzitásának és hullámhossz összetételének az összehasonlítását. Ezért ultraibolya fényt kibocsátó lézereket is használtunk sugárforrásként. A lézerek alkalmazásának nagy előnye, hogy csak egy jól definiált hullámhosszon sugároznak, és az intenzitásuk pontosan mérhető. Az alkalmazott lézerek adatait az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat Az alkalmazott lézerek adatai

Lézer típusa	Hullámhossz (nm)	Impulzus energia (mJoule)	Impulzus idő (ns)	Impulzus frekvencia (Hz)	Σ Energia (Joule)	Teljesítmény sűrűség (W/m ²)
ArF	193	10	20	10	15	4.4 10 ⁹
KrF	248,5	20	15	10	100	1.2 10 ¹⁰
XeCl	308	20	20	10	100	8.8 10 ⁹
Nitrogén	337	2,8	15	30	100	1.6 10 ⁹
Rodamin	581	4	15	10	100	2.4 10 ⁹

A nagy teljesítmény-sűrűségű lézersugár nem alkalmas közvetlenül a faanyag besugárzására, mivel nagyon kis felületre koncentrálódik és képes a felület elpárologtatására. Ezért a lézersugarat szórólencsével széttartóvá tettük. A mintának a lencsétől való távolításával tudtuk csökkenteni és beállítani a felületi teljesítmény-sűrűséget, illetve az impulzusenergiát. Az 1. táblázatban szereplő „Σ Energia” a kezelés során a minta felületére jutó összes energiát jelöli.

A napsugárzásnak kitett mintákkal is végeztünk vizsgálatokat. A próbatesteket Takayamában (Japán, földrajzi szélesség: 39° 9,3 perc, tengerszint feletti magasság: 560 méter) helyeztük a szabadba. Az egyik sorozatot a magas páratartalmú kora nyári időszakban (2003. május 5. és augusztus 19. között, max. relatív páratartalom: 80%, és

a hőmérséklet 16-41 °C között változott) helyeztük ki. A másik sorozatra ezek az adatok: 2003. szeptember 17-december 5., 71%, 5-38°C voltak. A minták csak napsütéses időben voltak kitéve a tartóállványra, mely dél felé nézett és a vízszintessel 30°-os szöveget zárt be. A besugárzások között a mintákat a laboratóriumban, teljes sötétségben tároltuk. Az első sorozat esetében a minták 200 óras, a másodikban 120 óras besugárzást kaptak.

Az infravörös színek felvétele az egyik leggyakrabban alkalmazott módszer a fotodegradáció által létrehozott kémiai változások követésére. A mai modern technika lehetővé teszi a rendkívül fényszegény diffúz módon reflektált fény detektálását. A számítógépek segítségével azonnal megkaphatjuk a mért adatokból a Kubelka-Munk függvényt, melyet a továbbiakban abszorpciós színeként kezelünk. A diffúz reflexiós színek a faanyag felületének éppen azon rétegéről adja az információt, melyben a fotodegradáció történt.

A faanyag fő alkotó vegyületeinek, a cellulóznak, poliózoknak és a ligninnek a szerkezete nagyon összetett. Ezért nem meglepő, hogy a faanyag infravörös színe egymásra rakódott sávok sokaságából áll. Különösen igaz ez az 1000-1800 cm⁻¹ tartományra, melyet találó elnevezéssel ujjenyomat tartománynak nevezünk. A kémikusok szorgalmas munkával meghatározták az egyes elnyelési sávokhoz tartozó kémiai csoportokat ([6], [7], [8], [9]), melyeket a 2. táblázatban adunk közre. Az egyes sávok helye a különböző fafajoknál kis mértékben eltér egymástól. Ha változás történik a kémiai szerkezetben, akkor a megfelelő sávok intenzitása növekszik vagy csökken annak megfelelően, hogy az ott abszorbeáló kémiai csoportok száma növekedett vagy csökkent a változás során.

2. táblázat Az abszorpciós sávok azonosító adatai akác faanyag esetében

Hullám-szám (cm ⁻¹)	Abszorpciós hely
3499	OH nyújtás
2937	CH,CH ₂ nyújtás (aszimmetrikus)
2908	CH,CH ₂ nyújtás (szimmetrikus)
1749	CO nyújtás a nemkonjugált keton-, acetyl-, carboxilcsoportoknál
1665	H ₂ O,CO nyújtás a konjugált rendszerekben
1599	aromás vázrezgés
1507	aromás vázrezgés
1465	C-H deformáció (aszimmetrikus)
1428	C-H deformáció (aszimmetrikus)
1380	C-H deformáció (szimmetrikus)
1337	C-H deformáció,C-OH nyújtás
1273	C _{aryl} -O, guajcil gyűrűrezgés CO nyújtással
1172	C-O-C nyújtás (aszimmetrikus)
1137	C-O-C nyújtás (szimmetrikus), aromás C-H
994	C _{alkil} -O
900	C-H cellulóz deformációk

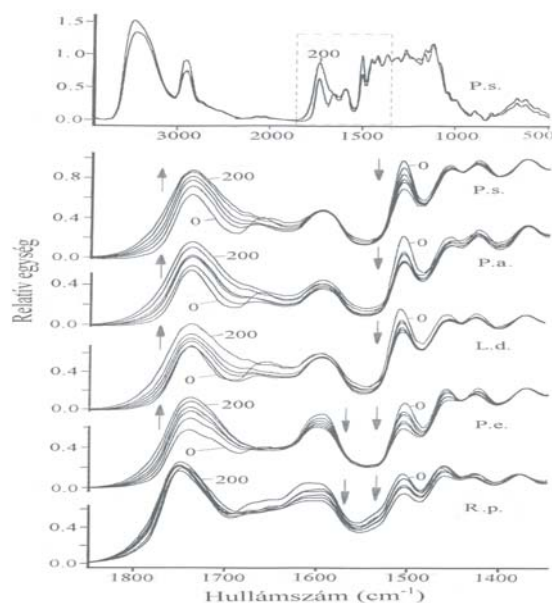
Kutatásainkat megelőzően a szakirodalomban az egyes sávok változásait a színeképek egyszerű összehasonlításával állapították meg. Intézetünk kidolgozott és az utóbbi tíz évben sikeresen alkalmazott egy új módszert, mely a változások pontosabb detektálását teszi lehetővé: a különbségi színekép készítését. A különbségi színekép felvétele nagyobb odafigyelést igényel ugyan, de sokkal több információt hordoz, mint a kezelt és a kezeletlen minták színeképeinek az egymásra illesztésével történő összehasonlítás. A felvett, nyers színeképeket a három pontos alapvonal korrekció után az összehasonlítás érdekében az 1380 cm^{-1} körüli maximumnál egységnyire normáltuk. Ezt a cellulóz C-H csoportjához tartozó sávot gyakran használják, mint belső vonatkoztatási sáv, mert centrális helyzetű, kellően intenzív és a tapasztalatok szerint stabil a fénybesugárással szemben. Ezek után a kezelt és a kezeletlen minta színeképét egymásból kivonva kaptuk a különbségi színeképet. A különbségi színeképen jelentkező pozitív csúcsok jelzik az intenzitásnövekedést, a negatívok pedig a csökkenést.

A fotodegradációs vizsgálatokba a fafajok széles skáláját vontuk be. Homogén, a felszínén csak egyféle pásztát tartalmazó, 12 mm átmérőjű és 1,5 mm vastag korongokat vágunk ki a faanyagokból. A próbatetek méretét az infravörös spektrofotométerek mintatartójának befogadó képessége szabta meg.

EREDMÉNYEK

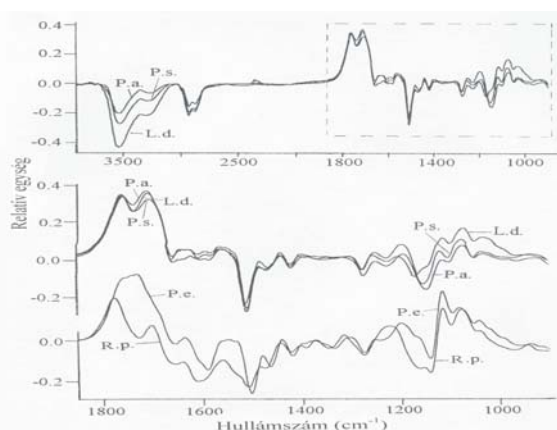
A 300 W elektromos teljesítményű higanygőz lámpával történő besugárzás hatására létrejövő színeképváltozást részletesen mutatja a 2. ábra alsó 5 részábrája erdei fenyő, lucfenyő, vörösfenyő, nyár és akác szíjácsának korai pásztája esetében, az $1400\text{--}1800\text{ cm}^{-1}$ hullámszám tartományra vonatkozóan.

Az egyik változás a lignin aromás gyűrűjének degradációjából következő abszorpció-csökkenés az 1510 cm^{-1} hullámszám környezetében. A lombhullató fafajoknál az 1600 cm^{-1} környéki csökkenést ugyanez a kémiai változás okozza. A másik változás a színeképben a nemkonjugált helyzetű karbonil csoportok széles sávjában történő abszorpció-növekedés az 1745 cm^{-1} körüli maximummal. Első ránézésre azt mondhatjuk (2. ábra), hogy ez az egész sáv folyamatosan növekszik a besugárzás során. Nagyon alaposan megvizsgálva a változásokat azt látjuk, hogy a maximum két oldalán legalább olyan mértékű a változás, mint a maximumnál. A szakirodalomban nagyon sok publikáció foglalkozik ennek a sávnak a változásával, de szinte mindegyik csak a maximum körüli változást említi, nem foglalkoznak a két oldalsó változással ([10], [11], [12], [13], [14], [15]).



2. ábra Fönt: Erdi fenyő infravörös színeképe besugárzás előtt (0) és 200 órás ultraibolya besugárzás után. Alatta: A kinagyított részek a 0; 10; 25; 50; 100; és 200 órás besugárzások utáni színeképekkel együtt erdei fenyő (Ps), lucfenyő (Pa), vörösfenyő (Ld), nyár (Pe) és akác (Rp) esetében.

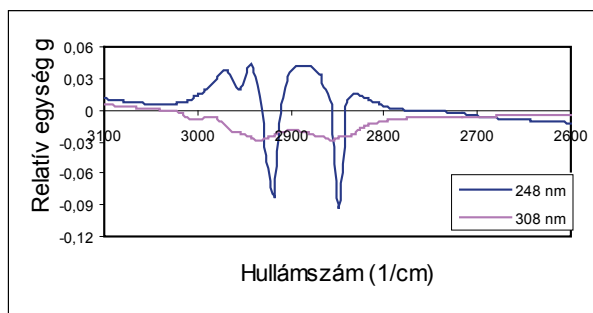
Elkészítve a 2. ábrán látható változásokat szemléltető különbségi színeképeket (3. ábra), máris látjuk a módszer egyik nagy előnyét. A nagyon sok sáv közül csak azok jelennek meg, amelyekben változás történt. Így az egyes sávok valódi helye is jobban látható. A 3. ábra felső harmadában a túlelű faanyagok 200 órás besugárzás hatására bekövetkező abszorpció-változását látjuk a vizsgált teljes hullámszám tartományban. Az ujjlenyomat tartományban, az extrém összetettség ellenére, jól kirajzolódnak a változások. (Az ábra alsó része ezeket kinagyítva mutatja a lombhullató fafajokra is.) Elvileg ezeket a változásokat kellene látnunk a 2. ábrán is. A két ábra összehasonlítása jól szemlélteti a különbségi színekép előnyeit.



3. ábra A 2. ábra adataiból készült különbségi színeképek (kezelt – kezeletlen) 200 órás higanygőzlámpás besugárzás esetén.

A hidroxilcsoportok széles sávában $3100\text{--}3600\text{ cm}^{-1}$ között két sáv csökkenését is megfigyelhetjük. A 2. ábráról viszont nem lehet megállapítani, hogy két sáv intenzitása is csökkent. A következő változás a metilcsoportok sávjában látható 2940 cm^{-1} hullámszám környékén. Ezt a sávot azok a publikációk, amelyeknél xenonlámpát alkalmaztak fényforrásként, stabilnak írták le a fotodegradációval szemben ([16]). A higanygőzlámpás és a lézeres besugárással végzett kísérleteinkben itt csökkenés tapasztalható ([17], [2], [3], [4]). A változás a besugárzó fény hullámhosszától is függ: a lézerral végzett kísérletekben azt tapasztaltuk, hogy a 248 nm -es hullámhosszú fényrel történő besugárásnál jelentős abszorpció-csökkenés van 2850 és 2920 cm^{-1} -nél, ugyanakkor ha a besugárást 308 nm -es hullámhosszon végezzük, akkor alig történik változás ebben a tartományban (4. ábra). A jelenség azzal magyarázható, hogy a 308 nm -es hullámhosszú fény fotonjainak energiája nem elegendő, hogy a metilcsoportok kötését felszakítsák, de 248 nm -es fényenél ez már megtörténik. A xenonlámpa gyakorlatilag nem bocsát ki 300 nm -nél rövidebb hullámhosszú fotonokat, míg a higanygőzlámpának vannak emissziós sávjai egészen 240 nm -ig.

A nem konjugált karbonilcsoportok sávjában ($1690\text{--}1800\text{ cm}^{-1}$) a fenyőféléknél két jól elkülönülő sáv növekedését figyelhetjük meg 1710 és 1760 cm^{-1} környékén.



4. ábra Az erdeifenyő szijácsa, korai pástájának különbségi szinképe 248 és 308 nm -es hullámhosszú lézerral történt, 100 Joule -os besugárzás után.

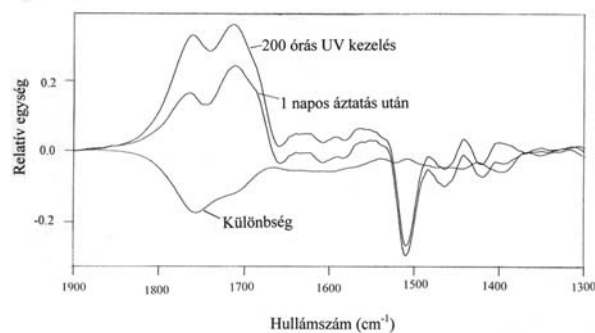
A különbségi szinkép jól mutatja, hogy a valódi növekedés nem az 1745 cm^{-1} -nél történik, amint azt a publikációk többsége említi ([10], [11], [12], [13], [14], [15]). A nyár faanyagánál ez a két sáv közelebb kerül egymáshoz, de a jelenlétük itt is nyilvánvaló. Az akác esetében az 1710 cm^{-1} -nél lévő sáv lényegesen gyengébb, mint a másik, ezért az elkülönülésük jól érzékelhető. Ez a jelleg érvényes a többi kemény lombos fafajra is. A karbonil sávban végbemenő változások jól példázzák, hogy a különbségi szinképek mennyivel több információt hordoznak, mint a kezelt és a kezeletlen minták szinképeinek az egymásra illesztésével történő összehasonlítás.

A karbonil sávban tapasztalt változások kis mértékben eltérnek egymástól, attól függően, hogy milyen fényforrást használunk a besugáráshoz. Higanygőz lámpával és lézerral rövidebb idő alatt jelentősen nagyobb változás

érhető el, mint xenonlámpával vagy természetes napsugárással. Különbség tapasztalható a xenonlámpás és a napsugárzásos hatás között is rövid idejű besugárzás esetén. Hosszabb idő elteltével a különbségek elmosódnak.

Az 1510 cm^{-1} -nél lévő abszorpció-csökkenést a 2. és 3. ábráról is problémamentesen leolvashatjuk, hiszen ez valóban egyetlen sáv változását reprezentálja. Az 1280 cm^{-1} környékén lévő abszorpció-csökkenés együtt jelentkezik az 1510 cm^{-1} -nél lévővel és a guajacil gyűrű abszorpciójaként azonosítható. Az $1100\text{--}1200\text{ cm}^{-1}$ tartományban abszorpció-csökkenés és növekedés egyaránt megfigyelhető, ami az éter kötések felszakadásával és más pozícióban lévők felépülésével magyarázható.

A szabad ég alatt lévő faszervezetek esetében az esővíz hatásával is számolni kell. Ennek imitálására a 200 órás fénybesugárásnak kitett próbatesteket 24 óráig desztillált vízben áztattuk. Vákuumszáritás után felvettük a diffúz reflexiós, infravörös szinképeket. A különbségi szinképeket a 5. ábra mutatja, demonstrálva a degradációs termékek kimosódását. A fotodegradáció során keletkezett, nem konjugált karbonilcsoportokat a víz részben kimosza. A 1760 cm^{-1} -nél abszorbeálókiból több kimosódik, mint az 1710 cm^{-1} -nél abszorbeálókiból. Ugyanez látható a kimosódást megadó (negatív) különbségi szinképen is, amelyik csak a kimosódás hatására bekövetkező változásokat szemlélteti. Ez a függvény bizonyítja, hogy a nem degradálódott lignint a víz érintetlenül hagyja, hiszen 1510 cm^{-1} -nél nem történt változás. Az UV kezelés okozta különbségi szinképen egy váll látható 1685 cm^{-1} környékén. Ez a váll markánsabbá válik a vizes kioldás után. Ennek alapján fel kell tételeznünk, hogy a fotodegradáció egy eddig nem említett további sáv abszorpciójának növekedését eredményezi 1685 cm^{-1} környékén. Az is látszik, hogy a vízzel történő kimosás ezt a fotodegradációs terméket érintetlenül hagyja.



5. ábra A lucfenyő korai pástájának különbségi szinképei 200 órás UV kezelés és az azt követő 24 órás áztatás után

ÖSSZEFOGLALÁS

A különbségi szinkép segítségével feltártuk, hogy a fotodegradáció hatására létrejövő nem konjugált helyzetű karbonilcsoportok 1745 cm^{-1} hullámszám környéki

abszorpciónövekedése legalább két sávból tevődik össze. Eleinte az 1710 cm⁻¹ körüli sáv növekszik erőteljesebben, de a besugárzási idő növelésével azt megelőzi az 1760 cm⁻¹ hullámszám körüli sáv növekedése.

Feltártuk, hogy a víz kimossa a faanyag felszínéről a fotodegradáció során keletkezett karbonilcsoportokat tartalmazó vegyületek egy részét. Az 1760 cm⁻¹ hullámszám környékén abszorbeáló nagyobb mértékben kioldhatók, mint az 1710 cm⁻¹ környékén abszorbeáló.

A minták besugárzásához használt különböző fényforrások eltérő változásokat hoznak létre a színekében. Az általunk használt fényforrások közül a xenonlámpa színe áll legközelebb a napéhoz. Lényeges eltérés a napsugárzáshoz képest, hogy a föld felszínét elérő napsugárzás színe jobban benyúlik az ultraibolya tartományba, mint a xenonlámpáé. Ezzel összhangban megállapíthatjuk, hogy a xenonlámpás besugárzás csak hosszú idejű (60 óránál hosszabb) kezeléssel tudja imitálni a napsugárzást.

A higanygőz lámpák hátrányos tulajdonsága, hogy az UV-B mellett az UV-C tartományban olyan hullámhosszakon is sugároznak, melyek nem találhatók meg a napsugárzásban. Ebben a tartományban kibocsátott fotonok energiája olyan nagy, hogy képesek folszakítani a faanyagban lévő összes kémiai kötést ([18]). Ezért a higanygőzlámpa nem alkalmas a napsugárzás imitálására, de a vele végzett kísérletek segítséget nyújtanak a fotodegradációs folyamatok jobb megértéséhez, és hozzájárulnak a mérés technika finomításához.

Hasonló mondható el az UV tartományban sugárzó lézerekről is [19], [20], [21]: a napsugárzás imitálására nem alkalmasak, a besugárzás adatait viszont minden más fényforráshoz képest sokkal pontosabban tudjuk mérni. Ezért jól használhatók a fotodegradáció jelenségeinek megértéséhez.

SUMMARY

In conclusion we have shown that the use of difference spectrum to give the changing in the infrared spectrum is more precise than the simple comparisons of spectra. It was concluded that the xenon lamp is able to imitate the radiation of sun but only with long term radiation. The reason is, that less energy is radiated by the xenon lamp in the UV range as the energy radiated by sun. The mercury vapor lamps and the lasers radiate in those wavelength range too, which can not be found in the sun radiation, so they can destroy those chemical bonds which are resistant against the sun radiation. So, they are not proper to imitate the effect of sun, but they can help the understanding of the process of photodegradation and to make finer the measurement techniques.

- [1] TOLVAJ L.: A diffúz reflexiós spektroszkópia alkalmazása a faanyagok felületén fény- és termikus hatásra bekövetkező változások vizsgálatakor. Kandidátusi értekezés, MTA 1993.
- [2] BARTA E.: A faanyag ultraibolya lézerfényvel előidézett fotodegradációjának infravörös spektroszkópiás vizsgálata. Doktori (Ph.D.) értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron 2002
- [3] TOLVAJ L.: Lombos fafajok gőzöléssel történő faanyagramesítés és a faanyagok fotodegradációja. Akadémiai doktori értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron 2005.
- [4] PREKLET E.: A faanyag fotodegradációjának vizsgálata különböző hullámhosszú ultraibolya és látható lézerfényvel történő besugárzás esetén. Doktori (Ph.D.) értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron 2006.
- [5] HÄCKEL, H.: (1999) Meteorologie (4. Auflage). Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- [6] HERGERT, H. L. (1971) Infrared spectra *In: Lignins, Occurrence, Formation, Structure and Formation*, Eds. Sarkanen, K. V. and C. H. Ludvig, Wiley-Interscience New York 267-298.
- [7] FENGEL, D., M. LUDWIG (1991) Möglichkeiten und Grenzen der FTIR-Spektroskopie bei der Charakterisierung von Cellulose. *Das Papier* **45**, 45-51.
- [8] COLLIER, W. E., T. P. SHULTZ and V. F. KALASINSKY (1992) Infrared study of lignin: reexamination of aryl-alkyl ether C-O stretching peak assignment. *Holzforschung* **46**, 523-528.
- [9] FAIX, O. and J. H. BÖTTCHER (1992) The influence of particle size and concentration in transmission and diffuse reflectance spectroscopy of wood. *Holz Roh- Werkstoff* **50**, 221-226.
- [10] NÉMETH K. and O. FAIX (1994) Beobachtung der Photodegradation des Holzes durch quantitative DRIFT-Spektroskopie. *Holz als Roh- und Werkstoff* **52**, 261-266.
- [11] HORN, B. A., J. QIU, N. L. OWEN, W. C. FEIST (1994) FT-IR Studies of Weathering Effects in Western Redcedar and Southern Pine. *Applied Spectroscopy* **48**, 662-668.
- [12] PANDEY, K. K. and K. S. THEAGARAJAN (1997) Analysis of wood surfaces and ground wood by diffuse reflectance (DRIFT) and photoacoustic (PAS) Fourier transform infrared spectroscopic techniques. *Holz als Roh und Werkstoff* **55**, 383-390
- [13] PANDEY, K. K. and D. P. KHALI (1998) Accelerated Weathering of Wood Surfaces Modified by Chromium Trioxide. *Holzforschung* **52**, 467-471.
- [14] KATAOKA, Y. and M. KIGUCHI (2001) Depth profiling of photo-induced degradation in wood by FT-IR microspectroscopy. *J. Wood Sci.* **47**, 325-327.
- [15] SUDIYANI, Y., Y. IMAMURA, S. DOI, S. YAMAUCHI (2003) Infrared spectroscopic investigations of weathering effects on the surface of tropical wood. *Journal of Wood Sciences* **49**, 86-92.
- [16] FORSSKÄHL, I. and J. JANSON (1992) Sequential treatment of mechanical and chemimechanical pulps with light and heat. Part 2. FTIR and UV-VIS absorption-scattering spectra. *Nordic Polp Paper Res. J.* **7**, 48-54.
- [17] TOLVAJ L., O. FAIX (1995) Artificial Ageing of Wood Monitored by DRIFT Spectroscopy and CIE L*a*b* Color Measurements. I. Effect of UV Light *Holzforschung* **49** (5) 397-404
- [18] HON, D. N. S. (1991) Photochemistry of wood. In: Hon DNS, Shiraishi N (eds) *Wood and cellulosic chemistry*. Marcel Dekker, New York, pp 525-555
- [19] BARTA E., L. TOLVAJ, G. PAPP, T. NAGY, S. SZATMÁRI, O. BERKESI (1998) Wood degradation caused by UV-laser of 248 nm wavelength. *Holz als Roh- und Werkstoff* **56**, 318.
- [20] PAPP G., E. PREKLET, B. KOŠÍKOVÁ, E. BARTA, L. TOLVAJ, J. BOHUS, S. SZATMÁRI, O. BERKESI (2004) Effect of UV laser radiation with different wavelengths on the spectrum of lignin extracted from hard wood materials. *Journal of Photochemistry & Photobiology, A: Chemistry* **163**, 187-192.
- [21] PAPP G., E. BARTA, E. PREKLET, L. TOLVAJ, O. BERKESI, T. NAGY, S. SZATMARI (2005) Changes in DRIFT spectra of wood irradiated by UV laser as a function of energy. *Journal of Photochemistry & Photobiology, A: Chemistry* **173**, 137-142.

INFORMATIKAI ÉS GAZDASÁGI INTÉZET

INSTITUT OF INFORMATICS AND ECONOMICS

A Nyugat-magyarországi Egyetem Faipari Mérnöki Karán 2002-ben indult el a gazdaságinformatikus képzés. A képzés közvetlen gondozója először a Gépészeti Intézet 2002. augusztus 1-én létrehozott Információ Technológiai Tanszéke volt Jereb László vezetésével. A tanszék 2003. július 1-én önálló intézeti rangot kapott, Informatikai Intézet néven. Az intézet mai szervezeti formáját 2007. január 1-én nyerte el, az Informatikai Intézet és a Faipari Vállalkozási és Marketing Tanszék integrációja révén.



Dr. Jereb László DSc, intézetigazgató egyetemi tanár. Oktatott tárgyak: Programozási alapok (BSc), Teljesítményelemzés (BSc), Tömegkiszolgálás (MSc). Kutatási terület: Telekommunikációs hálózatok tervezése, Teljesítményelemzés, Rendszer megbízhatóság.

Pakainé Dr. Kovács Judit CSc, egyetemi docens. Oktatott tárgyak: Marketing (BSc), Marketing kommunikáció (BSc), Újtermék marketing (BSc), Marketing tervezés (MSc), Ipari marketing (MSc), Marketing mérnököknek (MSc). Kutatási terület: Regionális identitásvizsgálat, Fogyasztói szokások vizsgálata az FMCG piacon, Médiapiaci elemzések, Bútoripari marketing vizsgálatok, Fa-PR kutatások.

Dr. Szabó László CSc, egyetemi docens. Oktatott tárgyak: Diszkrét matematika (BSc), Adatbázis (BSc), Optimalizálási algoritmusok (BSc), Algoritmuselemzés (BSc), Adat- és tudásbázis rendszerek (MSc), Algoritmuselemzés (MSc). Kutatási terület: Algoritmuselemzés, Diszkrét matematika, Konvex geometria.

Dr. Farkas Károly PhD egyetemi docens. Oktatott tárgyak: Operációs rendszerek (BSc), Számítógép hálózatok (BSc). Kutatási terület: Mobil ad hoc hálózatok, Szenzorhálózatok, Szolgáltatások támogatása mobil hálózatokban.

Dr. Kalmár János CSc, egyetemi docens. Oktatott tárgyak: Számítógépes alkalmazások (BSc), Lineáris algebra (BSc), Térinformatika (MSc). Kutatási terület: Digitális felületmodell, Fotogrammetria, Robusztus becslések, Digitális képfeldolgozás.

Dr. Takách Géza PhD, egyetemi docens. Oktatott tárgyak: Diszkrét matematika (BSc), Programozási alapok (BSc), Webes rendszerek programozása (BSc), Szoftvertechnikák és architektúrák (BSc), Web 2.0 portálok (MSc). Kutatási terület: Webalkalmazások fejlesztése, Modell alapú alkalmazás generálás.

Bednár Éva egyetemi adjunktus. Oktatott tárgyak: Fogyasztói magatartás (BSc), Közgazdaságtan (BSc), Marketing (BSc), Stratégiai Menedzsment (BSc), Vállalatgazdaságtan (BSc), Üzleti tervezés (MSc), Fogyasztói magatartás (MSc). Kutatási terület: Fogyasztói magatartás vizsgálatok a bútorpiacon, Bormarketing kutatások, Regionális identitásvizsgálat, Bútoripari marketing vizsgálatok, Fa-PR kutatások.

Dr. Dóry István CSc, egyetemi adjunktus. Oktatott tárgyak: Fenntartható fejlődés (BSc), Programozási alapok (BSc). Kutatási terület: Tömegkiszolgálási rendszerek modellezése, Fenntartható fejlődés, Alternatív, megújuló energiás elektromos el-látórendszerek.

Dr. Koloszar József PhD, egyetemi adjunktus. Oktatott tárgyak: Információs rendszerek biztonsága (BSc), Szoftvertechnológiai alapok (BSc), Számítógépes grafika (MSc). Kutatási terület: Orvosi vizualizáció, Számítógéppel támogatott orvosi diagnosztika, 3D grafika és szimuláció.

Dr. Molnár István egyetemi adjunktus. Oktatott tárgyak: Integrált menedzsment (BSc), Kommunikáció (BSc), Vállalatgazdaságtan (BSc), Vezetés és szervezés (BSc), Vezetés módszertan (BSc), Változás és válságmenedzsment (BSc), Innováció menedzsment, (BSc), Projektmenedzsment (BSc), Menedzsment (MSc), Szolgáltatásmenedzsment (MSc). Kutatási terület: Humán menedzsment kutatások, Bútoripari marketing vizsgálatok, Fa-PR kutatások.

Soós Sándor egyetemi adjunktus. Oktatott tárgyak: Programozási alapok (BSc), Programtervezés (BSc), Szoftvermenedzsment (BSc). Kutatási terület: Szoftvertechnológiák, Informatikai rendszerek teljesítménymodellezése, Virtualizáció.

Takács Alexandra egyetemi adjunktus. Oktatott tárgyak: Értékesítési technikák (BSc), Humán menedzsment (BSc), Vállalatgazdaságtan (BSc), Vezetés és szervezés (BSc), Környezetvédelem – Ökomarketing (MSc), Kommunikációs tréning (MSc). Kutatási terület: Bútoripari marketing, Környezettudatos lakossági attitűd alakításának lehetőségei, Fa-PR kutatások.

Bacsárdi László egyetemi tanársegéd. Oktatott tárgyak: Hálózati alkalmazások és szolgáltatások (MSc), Informatikai rendszerek szolgáltatásbiztonsága (MSc). Kutatási terület: Kvantuminformatika és kommunikáció, Kvantum informatika alkalmazása az úrtávközlésben, Információterjedés elosztott hálózatokban.

Bencsik Gergely egyetemi tanársegéd. Oktatott tárgyak: Elektronikus szolgáltató rendszerek (BSc), Vállalatirányítási rendszerek (BSc). Kutatási terület: Adatbányászat, Döntéstámogató rendszerek, Vállalati folyamatok modellezése.

Boros János PhD hallgató. Kutatási terület: Webalkalmazások fejlesztése, Drupal portál környezet, CRUD technológia, Fotoanalízis.

Dávid Viktória PhD hallgató. Kutatási terület: Könnyűszerkezetes építési módok piacának vizsgálata, Fa-PR kutatások

Edelényi Márton PhD hallgató. Kutatási terület: Adatbáziskezelés, Adatbányászat és alkalmazási lehetőségei az erdészeti és faipari területeken.

Gludovátz Attila PhD hallgató. Kutatási terület: Vezetői döntéstámogató, Adatbányászati alkalmazások, Üzleti intelligencia rendszerek, Vállalatirányítási rendszerek alkalmazása, Termelésinformatikai algoritmusok osztályozása.

Horváth Ádám PhD hallgató. Kutatási terület: Ad hoc hálózatok, Szenzorhálózatok biztonsága, Teljesítményelemzés.

Rács Ágnes intézeti munkatárs.

Szalai László intézeti mérnök.

Szöke Diána oktatási előadó

MOBIL AD HOC HÁLÓZATOK AZ ALKALMAZOTT INFORMATIKÁBAN

MOBILE AD HOC NETWORKS IN THE APPLIED INFORMATICS

Bacsárdi László*, Horváth Ádám**

ABSTRACT

Mobile communications gain more and more importance in recent years and the increased usage requires more sophisticated services. There are situations where no central coordinator can be implemented, and the self-organizing solutions get a key role in the network. In these cases the mobile nodes must form an autonomous network, communicating by using only wireless methods, without any centralized intelligence and management. In this paper we introduce the mobile ad hoc networks and give some examples how they could be used in the applied informatics.

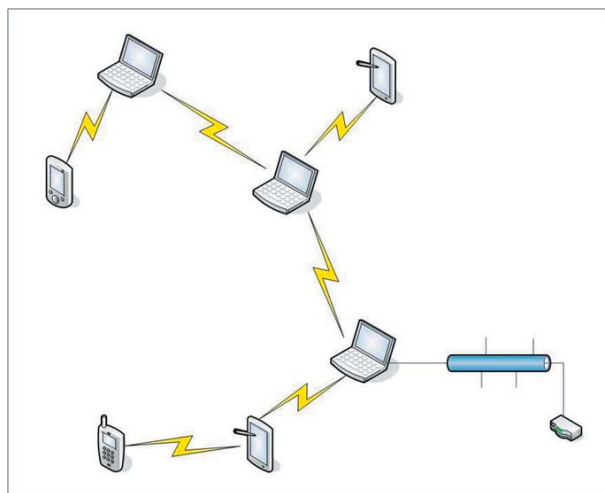
1. BEVEZETÉS

Az internet korában az információáramlás gyorsasága új távlatokat nyitott a kommunikáció terén. Emellett megjelentek új kommunikációs paradigmák is, melyek nem az internet kiváltására, hanem annak kiegészítésére kínálnak lehetőséget.

Beszélhetünk olyan hálózatokról, amelyek felállításához nem szükséges egy előre kiépített infrastruktúra, létrehozható egy vonaton, egy üzemen belül vagy akár egy erdő közepén is, az eszközök ugyanis vezeték nélküli kapcsolat segítségével közvetlen összeköttetéseket létesítenek egymással (azzal, hogy a vezeték nélküli kapcsolat konkrétan milyen jellegű interfészen – pl. wifi, Bluetooth – valósul meg, most nem foglalkozunk). Az ilyen jellegű hálózatokat nevezzük mobil ad hoc hálózatoknak (angolul MANET, Mobile Ad Hoc Network), amelyekhez tetszés szerint csatlakozhatnak új eszközök, és amelyekből tetszés szerint távozhatnak már bennlévő eszközök.

Maga az ad hoc kifejezés latin eredetű, és az informatikában akkor használjuk egy hálózatra, ha központi vezérlés nélküli megoldásokról beszélünk, amelyek legtöbbször ideiglenes jelleggel jönnek létre. Az ilyen típusú hálózat konkrét felépítése általában előre nem ismert, és a

hálózatnak – önszerveződő módon – alkalmazkodnia kell a környezet változásaihoz. Jellemző még az eszközök sokfélesége is: egy okostelefon vagy egy PDA ugyanúgy a hálózat részét képezheti, mint egy laptop. A hálózatban – kiépített infrastruktúra hiányában – az útvonalválasztást is a végponti eszközök végzik. Az ad hoc hálózat egy hozzáférési pont segítségével akár az internettel is összekapcsolható, ekkor a hozzáférési pont több hálózati interfésszel is rendelkezik, és átjáróként is funkcionál.



1. ábra – Az ad hoc hálózat általános felépítése

Az 1. ábrán egy ad hoc hálózat sémája látható. A különböző eszközök vezeték nélküli interfészen keresztül kommunikálnak, egyes eszközök útvonalválasztóként is működnek, egy eszközön keresztül pedig az Internet is elérhető.

Az ad hoc hálózatok a kutatók számára érdekes terület, mivel a kiépített infrastruktúra hiánya sok olyan problémát felvet, amelyekkel a hagyományos közegben nem találkozunk. Az ad hoc hálózatok biztonsága manapság az egyik leggyakrabban vizsgált terület [1], de számos cikk foglalkozik az ad hoc hálózatok hatékony működésével [2], vagy az energiafogyasztás minimalizálásával [3]. Kutatások folynak arról is, hogyan terjed az információ ad hoc hálózatokban [4], hogyan lehet ad hoc hálózati alapokra kereskedelmi célú rendszereket építeni [5], hogyan lehet egy keretrendszer alkalmazásával az ad hoc hálózati alkalmazások használatát megkönnyíteni [6], il-

*egyetemi tanársegéd, NymE FMK Informatikai és Gazdasági Intézet, e-mail: bacsardi@inf.nyme.hu

**PhD hallgató, NymE FMK Informatikai és Gazdasági Intézet, e-mail: horvath@inf.nyme.hu

letve hogyan segíthetik a mobil ad hoc hálózatok egyes alkalmazások terjedését [7].

2. ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEK

Az ad hoc hálózatok segítségével hatékonyabbá és egyszerűbbé tehetjük a mindennapi életünket. Mivel – eltérően a hagyományos vezetékes vagy vezeték nélküli hálózatoktól – nincs szükség a használatához egy előre telepített infrastruktúra kiépítésére, így potenciális alkalmazása számos területen felmerül. A továbbiakban a mobil ad hoc hálózatokra, a MANET-ekre koncentrálnak. Ezeket használhatjuk a hadászatban akár ellenséges területen, akár infrastrukturális szempontból különlegesnek tekinthető helyen (pl. sivatag) is könnyen felállítható, így a különböző egységek tudnak kommunikálni egymással (hang mellett képeket, videót és egyéb adatokat is meg tudnak osztani egymással). A hadászaton kívül ennek a technológiának létjogosultsága lehet az űrutatásban is, mert hatékonyan segítheti egy-egy távoli égitest felszínén az ott zajló kommunikációt.

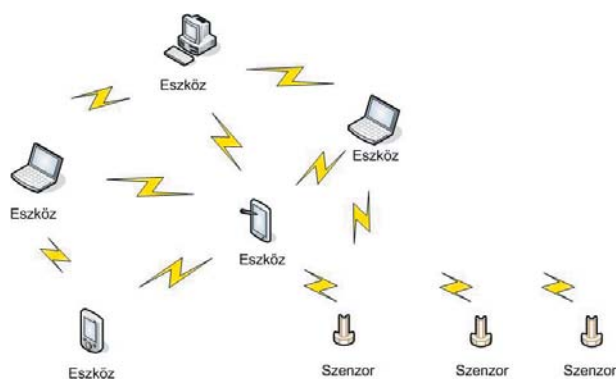
Szenzorhálózatokkal összekapcsolva nyomon követhetők egy erdő vadjai, fontos információt szolgáltatva az erdőgazdaságok számára. De megoldást jelent a faipar számára is, alkalmazásával könnyen monitorozható egy üzemben a zajszint vagy a levegő minősége. Ad hoc hálózatok révén a gépészettel összefüggő adatok is könnyedén megoszthatóak különböző típusú eszközök között.

Egy-egy technika/technológia elterjedésében az ipari/kereskedelmi felhasználás mellett a hétköznapi embereknek szánt alkalmazások is jelentős szerepet kaphatnak. Az ad hoc hálózatok a közeljövőben a többfelhasználós hálózati alkalmazások (pl. játékok) egy új területévé válhatnak. Ennek előmozdítására született a SIRAMON keretrendszer [6], amely az ad hoc hálózati szolgáltatások használatához szükséges funkciókat integrálja. Felderíti a környezetünkben fellelhető eszközöket, kereshetünk azokon szolgáltatásokat, letölthetjük, telepíthetjük, majd használhatjuk is őket. A Nyugat-magyarországi Egyetem Informatikai és Gazdasági Intézetében hallgatóink több platformra is (Linux, Windows, Windows Mobile) implementálták a keretrendszert.

A fent említettekén kívül további területeken is létjogosultsága lehet az ilyen jellegű hálózatoknak. A városokban egyre több szenzor és különböző kisebb-nagyobb olyan digitális eszköz van, amelyek figyelik a környezetet és különböző szolgáltatásokat állítanak elő. Ezek az eszközök egyrészt adatokat gyűjtenek, másrészt információt szolgáltatnak a legkülönbözőbb területeken. Például aktuális helyzettel és helymeghatározással kapcsolatos adatok, forgalominformáció, légszennyezési mérési adatok, kulturális intézmények programjai és egyéb események stb.). Mindezek számos mobil eszközzel (mobiltelefon, PDA, laptop, digitális fényképezőgépek, zenelejátszók stb.) egészülnek ki. Az ad hoc hálózatok révén különböző típusú információkat oszthatunk meg hatékonyan egy

városon belül, például turistáknak szólókat (étteremértékelésektől kezdve közlekedési információkig), vagy akár katasztrófavédelmi utasításokat valamilyen katasztrófa esetén. [8]

A 2. ábrán szenzorok egy lehetséges kapcsolatát illusztráljuk egy, a legkülönbözőbb elemekből álló ad hoc hálózattal. A szenzoroktól származó mérési eredmények vagy önálló mérési adatként, vagy valamilyen szintű feldolgozási/aggregációs folyamat eredményeként terjedhetnek el az ad hoc hálózatban



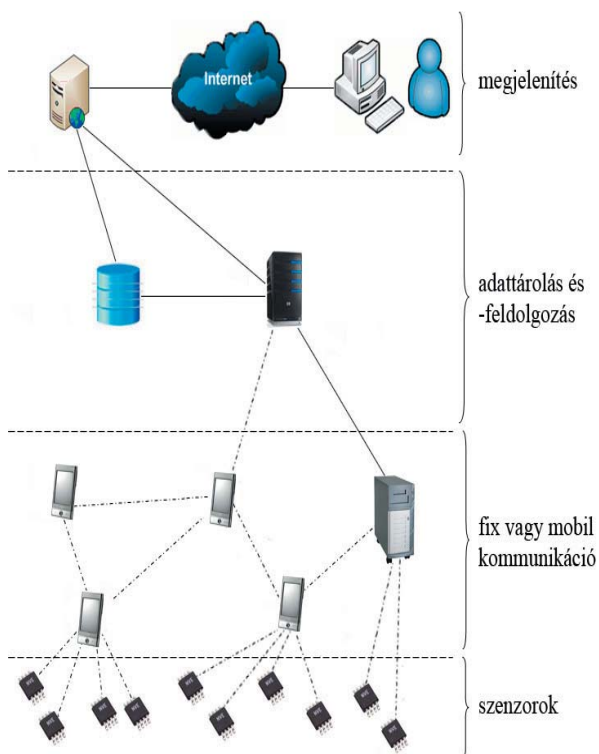
2. ábra – Szenzorok és ad hoc környezet

3. NÉGYRÉTEGŰ ARCHITEKTÚRA

Az ad hoc hálózatok komplex rendszerek részeként is használhatók. Intézetünkben kidolgoztunk egy négyrétegű modellt, melyben a szenzoros méréseket ad hoc hálózaton keresztül juttatjuk el az adattárolási- és feldolgozási réteghez, majd onnan fix infrastruktúra használatával a megjelenítési réteghez, mely biztosítja a mérések webes elérését.

A 3. ábrán a négyrétegű architektúra modellje látható. Az alsó réteget szenzorok alkotják, melyek különböző fizikai jellemzőket (szénmonoxid mennyisége, nitrogéndioxid koncentrációja, zajszint, légnyomás stb.) mérnek. A szenzorok vezeték nélküli interfészen keresztül kommunikálnak az ad hoc hálózat eszközeivel, melyek vezetékes vagy vezeték nélküli interfészen juttatják el az adatokat az adattárolási- és feldolgozási réteghez. Az adattárolási- és feldolgozási réteg adatbázisba írja a mérési eredményeket, amelyen adatbányászati eszközökkel további vizsgálatokat végezhetünk. Új adatok érkezésekor az adattárolási- és feldolgozási réteg értesíti a megjelenítési rétegben lévő webszervert, amely az webes megjelenítésért felel. Így az interneten böngészve bárholnan követni tudjuk a legfrissebb mérési eredményeinket.

A négyrétegű architektúra flexibilis, lehetőségünk van a modellt az adott feladathoz igazítani. Egy szénmonoxid-koncentrációt mérő rendszer esetében például nem feltétlen szükséges a mérési adatokat a weben keresztül elérhetővé tenni, ha a feladata egy adott határérték átlépésekor történő riasztás. Így ebben a környezetben a megjelenítési réteget el is hagyhatjuk.



3. ábra – A négyrétegű architektúra modellje

A modell számos területen jól használható. Segítségével kiterjedt üzemek, raktárak anyagforgalmát, környezeti és munkavédelmi paramétereit monitorozhatjuk; biztonsági, vagyonvédelmi, tűzjelzési és előrejelzési szolgáltatásokat működtethetünk; terepi kutatások adatgyűjtési folyamatát támogathatjuk.

Intézetünkben elkészült a fenti modell demó verziója, amelyben a szenzor réteg mérései helyett szimulált adatokat használunk. Egy külön erre a célra szolgáló számítógépen egy alkalmazás a gépen lévő, XML formátumú (eXtensible Markup Language, kiterjeszhető jelölő nyelv) adatokat periodikusan szolgáltatja, mintha szenzorral mértük volna őket. A hálózati rétegben mobil eszközök találhatók, melyek a szenzorgép kommunikációs sugarán belülről begyűjtik az adatokat. Hasonlóan, ha az adattárolási- és feldolgozási réteg azon számítógépének közelébe érnek, amely az adatok átvételéért felel, vezeték nélküli kapcsolaton elküldik az adatokat. Ebben a rétegben történik az adatok adatbázisba írása is, valamint a megjelenítési réteg értesítése a friss adatok beérkezéséről. A megjelenítési réteg a GPS koordinátákat is tartalmazó adatokat egy webportálon teszi elérhetővé, és biztosít térképes, illetve táblázatos megjelenítési formát is.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Cikkünkben egy rövid áttekintést adtunk az ad hoc hálózatok tipikus felépítéséről, kutatásának legfontosabb kérdéseiről. Nem törekedve a teljességre bemutattunk néhány érdekes alkalmazási területet, majd ismertettük

azt a négyrétegű architektúrát, amely intézetünkben került kialakításra. Ezen architektúra segítségével hatékony választ tudunk kínálni számos olyan alkalmazási kérdésre, amely azt vizsgálja, hogyan tudunk különböző, nehezen megközelíthető helyekről származó információt összegyűjteni, feldolgozni és megjeleníteni.

CONCLUSION

In this paper we presented a brief overview about the typical architecture of the ad hoc networks and some of the most important application scenarios. We presented a four-layer-architecture developed in our institute, which can help us to gain and collect information from different sources, process the information with different methods and present it.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] L. BUTTYÁN AND J.-P. HUBAUX, Report on a Working Session on Security in Wireless Ad Hoc Networks, ACM Mobile Computing and Communications Review (MC2R), Vol. 7 No. 1, March 2003.
- [2] V. SIMON, L. BACSÁRDI, M. BÉRCES, E. VARGA, T. CSVORICS, S. SZABÓ, S. IMRE, Overhead Reducing Information Dissemination Strategies for Opportunistic Communications, IFIP/IEEE MWCN 2007. Cork, Ireland, pp. 171-175.
- [3] L. M. FEENEY, M. NILSON, Investigating the energy consumption of a wireless network interface in an ad hoc networking environment, INFOCOM 2001. Twentieth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies, Vol. 3, pp. 1548-1557, 2001.
- [4] C. ANAGNOSTOPOULOS, D. KOTSAKOS, G. ALYFANTIS, C. KASSAPOGLOU-FAIST, S. HADJIETHYMIADES, O. SEKKAS, D. PIGUET, Probabilistic information dissemination for MANETs: the ipac approach. In 20th Tyrrhenian Workshop on Digital Communications, Italy, September 2009.
- [5] HUANG, E., HU, W., CROWCROFT, J., WASSELL, I.: Towards Commercial Mobile Ad Hoc Network Applications: A Radio Dispatch System. Proceedings of the 9th annual international conference on Mobile computing and networking, San Diego, CA, USA, 2003.
- [6] B. PLATTNER K. FARKAS. Supporting real-time applications in mobile mesh networks. In Proceedings of the MeshNets 2005. Workshop, Budapest, Hungary, July 2005.
- [7] Á. HORVÁTH, Modeling Opportunistic Application Spreading, MobiOpp'10, Pisa, Italy, February 2010 (accepted)
- [8] Bacsárdi L., Varga E. S., SIMON V. - Biológiai inspirált önszerveződő hálózatok, Híradástechnika, Vol. LXIV. 2009/3-4., pp13-19, ISSN 0018-2028

FAANYAGTUDOMÁNYI INTÉZET

INSTITUTE OF WOOD SCIENCE



Gombaállósági vizsgálat előkészítése



Konvekciós szárítókamra



Száraz termikus hőkezelő berendezés



Hitachi Pásztázó Elektronmikroszkóp



Bükkábrányi ősfalelet

Az Intézet jogelődje Fatechnológia Tanszék néven az Erdőmérnöki Kar keretei között 1923-ban alakult meg. Első vezetője Krippel Móricz professzor volt, aki egyúttal vezette az Erdőhasználati Tanszékét is. A Tanszék első önálló tanára Vitéz Török Béla volt, majd Pallay Nándor erdőmérnök is a tanszékre került. Nemzetközileg is elismert keménység vizsgálati módszert dolgoztak ki, amely Krippel-Pallay módszerként ismert. A Fatechnológiai Tanszék későbbi vezetői közül Pallay Nándor, Kovács Illés, Hargitai László tevékenysége emelkedik ki. A tanszék oktatási profilját a Faanyagismerettan és a Fűrészipari technológia alkották. 1988-ban a Tanszékből kivált a Fűrészipari Technológia Tanszék, így megalakult az önálló Faanyagismerettani Tanszék. Az 1990-es években jelentős fejlesztések történtek korszerű anyagvizsgáló berendezések és faanatómiai, faanyagvédelmi labor létesült. 1998-tól a Tanszék a fejlesztések eredményeképpen a Faanyagtudományi Intézetként működik.

Az Intézet oktató munkája során gondozza a Faanatómia, Fafizika, Fahasznosítás, Faanyagvédelem, Erdő- és fagazdasági ismeretek című tárgyakat a faipari mérnök alapképzésben (BSc). A mesterképzés (MSc) és Doktori Iskola keretében olyan speciális tárgyakat oktatnak, mint a Fa-víz kapcsolatok, Faanyagok módifikálása, Trópusi faanyagismerettan, Alkalmazott faanatómia, Fahibák fakárosodások, Rostmorfológia.

Az Intézet részt vesz az erdő- és vadgazda mérnök és alkalmazott művészhallgatók képzésében is, ahol a Faipari anyagismerettan illetve Műszaki ismeretek című tárgyakat gondozza.

Az Intézet kutató munkája szakmailag átfogja a fabiológia, fafizika, famechanika, faanyagvédelem és a fahasznosítás különböző területeit. Alaputatási szinten (OTKA kutatások) foglalkoznak a fajtanemesítés, a fatermesztés faminőségre gyakorolt hatásaival; a hőkezelés során bekövetkező fizikai-mechanikai elváltozásokkal. Érdekeség képpen megemlíthjük, hogy a bükkábrányi ősfalelet kutatása során megállapították, hogy a feltételezett mocsárciprus mellett a tengerparti mamutfenyő jelenléte is azonosítható.

Az alkalmazott kutatások igen széles skálán mozognak, így új faanyagkezelési, modifikálási módszerek (száraz termikus kezelés, olajban való kezelés, acetilezés stb.) kerültek kidolgozásra és részben ipari bevezetésre. Az innovációs megbízások keretében a faanyag belső feszültségeivel, deformációival, repedéseivel, biotikus és abiotikus degradációival összefüggő feladatokat oldanak meg. Szolgáltatásként végzik az Akkreditált vizsgáló laboratórium keretei között a vasúti talpfák minősítését, a különböző anyag- és termék vizsgálatokat.

Az Intézet jelentős kutató-fejlesztő munkát végez a Nemzeti Kutatás Fejlesztési Programokhoz (pld. Erdő-fa, Faforrás projektek) és az Erdő- és Fahasznosítási Regionális Egyetemi Tudásközpont működéséhez kapcsolódva.

Az Intézet a következő laboratóriumokkal rendelkezik:

Faanatómiai laboratórium: Hitachi SEM mikroszkóp, Sztereo- és Fénymikroszkópos technika

Fafizikai- és mechanikai laboratórium: Instron és Tinius Olsen gyártmányú univerzális anyagvizsgáló gépek, öregítő és egyéb klímakezelési szekrények stb.

Fanemesítő laboratórium: száraz termikus kezelő, olajos főzőberendezés, konvekciós szárítókamra

Faanyagvédelmi laboratórium: autokláv, vákuumszáritó (Memmert), Lamináris box (Kojair)

A fenti kutatási területeken az Intézet a rendelkezésre álló jól felszerelt laboratóriumokkal segíti a faipar fejlődését.

NYÁR ÉS AKÁC ÜLTETVÉNYEK FONTOSABB ENERGETIKAI JELLEMZŐINEK VIZSGÁLATA

INVESTIGATION OF SIGNIFICANT ENERGETIC CHARACTERISTICS OF LOCUST AND POPLAR PLANTATIONS

Komán Szabolcs*, Molnár Sándor**, Fehér Sándor***,
Ábrahám József****, Tóth Béla*****

ABSTRACT

Gradual depletion of fossil energy sources and the increasing energy demand make alternative energy sources – including energy utilization of biomass – becoming more and more considerable.

*Optimal utilization of renewable energy sources, like energy forests, energetic forest plantations, etc. became topical by now. Objectives of our researches are set towards this, specially considering determination of wood-energetic properties of quickly growing species, such as Black locust (*Robinia pseudoacacia*) and different kinds of Poplars, 'Pannonia', 'I-214' (*Populus x euroamericana* cv. *Pannonia* and *I-214*)*

Our analyses covered determination of heating value, ash content, considering potential age-groups from the aspect of utilization.

1. BEVEZETÉS

Napjainkban egyre inkább központi kérdéssé válik a természeti erőforrások felhasználása. A fejlődés üteme és iránya nem tartható tovább, egy fenntartható pályára kell átállni, amihez elengedhetetlenek a megújuló energiaforrások [1-2]. Az utóbbi évtizedekben egyre több jel utal arra, hogy az emberiség a környezetet szennyező és energia pazarló életmódja hosszú távon a fosszilis erőforrások (szén, kőolaj, földgáz) kimerüléséhez, ökológiai és ökonomiai katasztrófához fog vezetni [3]. Miközben az egyre inkább fenyegető globális problémák – túlnépesedés, klímaváltozás (a légköri szén-dioxid szint növekedése) stb. – még mindig megoldásra várnak. Ennek megfelelően az elmúlt időszakban fokozottan előtérbe kerültek a megújuló energiaforrásokat hasznosító technológiák fejlesztése, ill.

*intézeti mérnök, NymE Faanyagtud. Intézet. komansz@fmk.nyme.hu
**egyetemi tanár, NymE Faanyagtud. Intézet. smolnar@fmk.nyme.hu
***egyetemi docens, NymE Faanyagtud. Intézet. fesa@fmk.nyme.hu
****intézeti munkatárs, NymE Faanyagtud. Intézet. abrahamj@fmk.nyme.hu
*****ügyvezető igazgató, 2 E.K.F.M. Kft., e-mail: central@ekfm.hu

az azokkal kapcsolatos kutatások. Különösen szükséges ez Magyarországon, mivel nálunk az energetikai növénytermesztésnek számos akadálya van [4].

A biológiai eredetű megújuló energiaforrások egyik csoportját az energiaerdők és az energetikai faültetvények képezik [5]. Az energiaerdők speciális céllal létesített, vastagabb tűzifát biztosító erdők, míg az energetikai faültetvények vékony faanyagot adó, rövid vágásfordulójú faültetvények. Különösen a gyorsan növő fafajok (nyár, fűz, akác) jöhetnek szóba az energetikai faültetvényeknél [6-8]. Ennek több oka is van, pl. a nagy szárazanyag termelés és a jó sarjadzó képesség.

A különböző fafajok energianyeres célú felhasználását azok fűtőértéke, hamutartalma, égés jellemzői, a kibocsátott égéstermékek, valamint a hamutartalom kémiai összetevői jelentősen meghatározzák. Az egyes fajok energetikai jellemzőire viszont az adott faj genetikai tulajdonságai, szöveti szerkezete, fizikai és kémiai jellemzői, ill. az állomány kora lehetnek hatással. A fa, mint tüzelőanyag szempontjából a fa tulajdonságai közül négy összetevő az, amely az energetikai hasznosítás tekintetében meghatározó, a fajlagos tömeg, a fűtőérték, a nedvességtartalom és a hamutartalom, hamuösszetétel [9].

Ennek megfelelően e kutatás célja a különböző korú (termesztési célú), energiatermelésre alkalmas fafajokból álló állományok energetikai jellemzőinek meghatározása, továbbá az egyes paraméterek összefüggéseinek kimutatása. A kutatási célok közül kiemeljük, hogy különösen fontosnak tartottuk a kor szerepének tisztázását, mivel a vékonyabb, juvenilis faanyagok még kevésbé gesztessednek és anatómiai szerkezetük sem stabilizálódott. Ugyancsak szükségesnek ítéljük a jelentős arányú (12-20%) kéreg energetikai szerepének korrekt tisztázását.

2. VIZSGÁLATI ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatok alapanyagát olyan fafajok képezték, amelyek a hazai termőhelyeken potenciális szerepet kaphatnak az energiaerdők és energetikai faültetvények telepítésénél (1. táblázat).

1. táblázat A vizsgált fajok, fajták korosztétele

Fafaj / Fajta	Korosztályok			
	I.	II.	III.	IV.
'Pannonia' nyár (<i>Populus euramericana</i> cv. 'Pannonia')	4	6	10	19
'I-214' olasz nyár (<i>Populus euramericana</i> cv. 'I-214')	-	7	10	19
Fehér akác (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	5	10	17	26

A nemesnyár fajták (*Populus* spp.) és az akác (*Robinia pseudoacacia*) mellett megfelelő vízellátás esetén a fűzek is kimagasló produktívot biztosíthatnak. A I-II. korosztály az energetikai ültetvényeket (sűrű hálózat), a III. az energiaerdőket, a IV. pedig az ipari fa célú erdőket modellezi (az utóbbi esetben is a kitermelt faanyag minimum 50%-a tűzifa).

A vizsgálatokhoz véletlenszerű mintavételi eljárással fajtánként és korosztályonként 6-6 db átlagos méretű törzset választottunk ki a különböző korú állományokból. A mintatörzsek származási helye a Kisalföldi Erdőgazdaság Dél-hansági Erdészete, ahol az egyes fajták korosztályonként átlagos termőképességű területekről kerültek kiválasztásra. Minden egyes törzs mellmagassági átmérőjénél történtek a korong kivágások, amelyekből egyrészt forgácsolással állítottuk elő az energetikai mérésekhez a mintákat, másrészt fűrészeléssel sűrűségvizsgálati próbatesteket készítettünk.

A vizsgálatok a különböző korosztályú nyárfajták és az akác fűtőértékére és hamutartalmára terjedtek ki, figyelembe véve a faanyag fő részeit. Így meghatározásra kerültek külön-külön a geszt, a szijács, a kéreg és a három fő farész együttes jellemzői. A három fafajra és korosztályra meghatároztuk az átlagos faanyagsűrűségeket is (MSZ EN 6786-3).

3. VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

Az energetikai hasznosítás szempontjából a faanyag sűrűségének két okból van jelentősége:

- **egyrészt** a faanyag bázis (biológiai) sűrűségének (ρ_b) ismerete közvetlenül lehetővé teszi az adott térfogatú faanyag száraz tömegének meghatározását:

$$\rho_b = \frac{m_0}{V_{max}} \cdot [t/m^3]; \text{ ebből következik: } m_0 = V_{max} \cdot \rho_b;$$

ahol m_0 az abszolút száraz ($u=0\%$) fatömeg [t]; V_{max} az élőnedves, vagy minimum rosttelítettségi határt ($u \sim 30\%$) elérő nedvességű, maximális térfogatú faanyag [m^3].

Tehát ρ_b ismeretében meghatározhatjuk a faállományok, ültetvények szárazanyag produktívóját, illetve a szál-

lított energiafa „atrotonnás” átvételénél visszaszámítható a nedves térfogat. A gyakorlati szakemberek a bázissűrűséget „atrotonna/ m^3 ” tényezőként használják.

- **másrészt** a faanyag abszolút száraz sűrűségének ismerete lehetővé teszi a fűtőérték fatérfogatra történő átszámítását. E jellemző meghatározása elősegíti a tüzelőberendezés és az anyagmozgatási rendszer megfelelő kialakítását. A fafajonkénti és korosztályonkénti sűrűségértékeket a 2. táblázatban összegeztük.

2. táblázat Sűrűségi jellemzők [kg/m³]

Fafaj/fajta, korosztály	Sűrűség				
	Abszolút száraz	Légszáraz (u=12%)		Bázis	
		átlag	szórás [%]		
'Pannonia'	I.	422	457	3,8	376
	II.	423	448	8,4	369
	III.	415	439	4,1	361
	IV.	443	469	7,2	386
'I-214'	I.	-	-	-	-
	II.	342	362	6,9	298
	III.	322	340	2,9	280
	IV.	369	390	10,0	321
Akác	I.	531	570	3,7	462
	II.	586	612	7,3	496
	III.	623	651	8,2	528
	IV.	724	757	9,5	614

A vizsgálati eredmények igazolták, hogy

- a vékony sejtfa nyáraknál az ültetvény kora nincs számottevő hatással a faanyag sűrűségére;
- az egyes nyárfajták között azonban 20-30% különbség is előfordul;
- a gyűrűslikacsú akácnál jelentős a juvenilis hatás, a fiatalabb ültetvények átlagosan alacsonyabb sűrűséggel rendelkeznek.

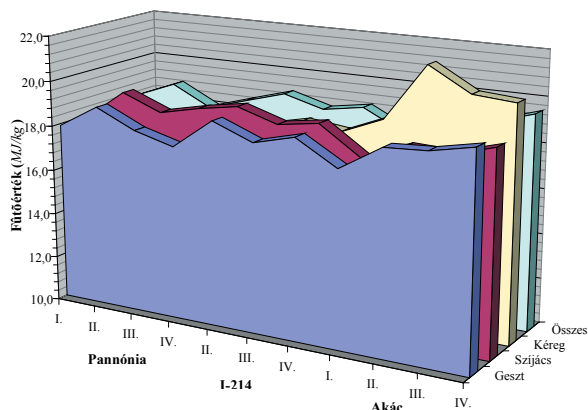
A fűtőérték abszolút száraz értékben faanyag tömegéhez viszonyított vizsgálata kimutatta, hogy a három fafaj/fajta között az egész mintára vonatkoztatva lényeges eltérések nincsenek (3. táblázat). A korosztályok tekintetében a fiatalabbak hasonló eredményeket produkáltak, mint az idősebbek. A geszt eredményei kisebb eltéréseket adtak az egyes fajták között, s ugyanez mondható el a korosztályokról is. Az eredmények egyértelműen igazolták, hogy a gesztesedés nincs érdemi hatással a fűtőértékre.

A nyár kéreg fűtőértéke valamivel elmarad a fatestétől (1-5%), ezzel szemben azonban az akácé 1-10%-kal meghaladja azt. Korábbi vizsgálatok az akác kérgére és fatestére hasonló fűtőértéket mutattak ki [10]. Az akác kérgének fűtőértéke messze kimagaslik a két nemesnyár klón mellett (1. ábra), különösen igaz ez a II. korosztálynál (21,46 MJ/kg). Az akác és nyár fafajok közötti jelentős (10-18%) fűtőérték eltérések azt igazolják, hogy az egyes fafajok kéregjellemzői között nagyobb különbségek lehetnek, mint a fatestek között.

3. táblázat Farészek fűtőértéke ($u=0\%$)

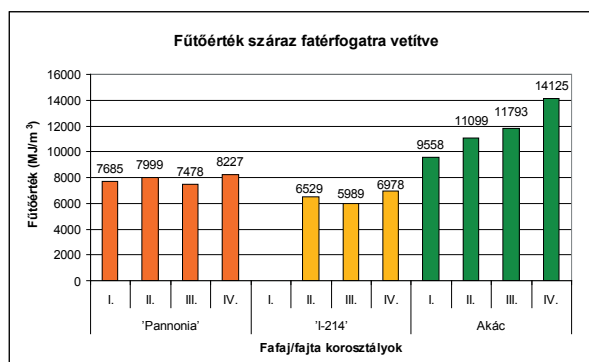
Fafaj / Fajta, Korosztály	Fűtőérték (MJ/kg)				
	Geszt	Szijaács	Kéreg	Összes	
'Pannónia'	I.	17,92		17,86	18,21
	II.	18,96	19,24	17,92	18,91
	III.	18,15	18,55	17,68	18,02
	IV.	17,68	18,95	18,09	18,57
'I-214'	I.	-			
	II.	19,04	19,26	18,03	19,09
	III.	18,34	18,71	18,44	18,60
	IV.	18,82	18,99	18,23	18,91
Akác	I.	17,76		19,00	18,00
	II.	18,89	18,49	21,46	18,94
	III.	19,00	18,41	20,49	18,93
	IV.	19,39	18,96	20,36	19,51

A fűtőérték vizsgálat eredménye a nyáraknál nagyobb értéket (7-13%), míg az akác esetében meggyezőt mutatott a szakirodalmi adatokkal [6] [11]. Az egyes farészek hasonló eltéréseket mutatnak, kivétel az akác kérgé, amely korosztálytól függően igen jelentősen is (~15%) meghaladhatja az irodalmi értékeket. A fenti pozitív eltérések elsősorban az anyagsűrűség, valamint a termőhelyi viszonyok eltéréseiből adódhatnak. Mindezekből pedig következik, hogy akár a nyár, akár az akác esetében a klón, a fajta is meghatározza a fűtőértéket, ha nem is nagymértékben, de befolyásoló hatással lehet rá.



1. ábra A fűtőérték vizsgálat eredményei

A logisztikai, anyagmozgatási és előkészítési feladatok, valamint a tüzelőberendezések kialakítása egyaránt igénylik, hogy ismereteink legyenek a fatérfogatra eső fűtőérték-jellemzőkről. A száraz fatérfogatra vetített fűtőérték az abszolút száraz sűrűség alapján határozható meg, amelynek értékeit a 2. ábra mutatja be.



2. ábra Fűtőérték jellemzők száraz fatérfogatra vetítve [MJ/m³]

Megállapítható, hogy a térfogatra számított fűtőértéket a faanyag sűrűsége jelentősen befolyásolja, ilyen szempontból az akác lényegesen (25-100%) kedvezőbb a nyáraknál. Figyelemreméltó azonban a két legelterjedtebb nyárfajta közötti 15-20%-os különbség is. A korosztály szerepe a nyáraknál kevésbé jelentős, az akácnál azonban a legidősebb korosztály esetében már lényeges eltérés mutatható ki.

A hamutartalom vizsgálatok a legfiatalabb korosztályok nem kerültek vizsgálat alá. A nyáraknál a II. korosztály jelentéktelen gesztesedése miatt pedig nem tudunk elegendő hamut biztosítani. Ugyanez vonatkozik a keskeny akác szijaácsra is (4. táblázat).

4. táblázat Farészek hamutartalma

Fafaj / Fajta, Korosztály	Hamutartalom (%)				
	Geszt	Szijaács	Kéreg	Összes	
	I.	-			
	II.	-	0,36	4,00	0,80
	III.	1,20	0,32	5,20	1,50
	IV.	0,78	0,48	4,60	1,80
'I-214'	I.	-			
	II.	-	0,40	4,60	1,60
	III.	1,20	0,38	4,30	1,40
	IV.	1,20	0,43	4,70	1,40
Akác	I.	-			
	II.	0,43	-	3,90	0,92
	III.	0,24	-	4,30	1,10
	IV.	0,20	-	4,20	0,71

A fatest részei közül a szijaácsnak kedvezőbb a hamutartalma, mivel a gesztesedés 3-4-szeres értékre növelheti azt meg. A kéreg hamutartalma 4-20-szor haladja meg a fatestét, tehát a nagy kéreghányad jelentősen befolyásolja a tüzelő berendezés kialakítását (hamutárolás, eltávolítás). Az akác eredményeit összevetve a nyárfajták eredményeivel, kitűnik, hogy az akác kedvezőbb hamutartalommal rendelkezik. Különösen igaz ez a geszt részre (0,20-0,43%), de a kéreg égetésének salakanyag tar-

talma is valamivel jobb eredményeket mutat (3,9-4,3%), mint a nyáaraké (4,0-5,2%).

A hamutartalom mennyiségét összevetve az irodalmi adatokkal [12] kitűnik, hogy a nyáaknál korosztálytól függően azok mintegy 10-50%-al elmaradnak az irodalomban megadottaktól. Az akácnál is közel hasonló mértékű és tendenciájú különbség látható. A mérési eredmények mintegy 50%-al alacsonyabb értéket adtak, mint a szakirodalmi adatok. Az 4. táblázat alapján jól látható, hogy az adatok ilyen mértékű eltérését a farészek közötti különbségek adják. Az akácnál a geszt hamutartalma nagyon minimális, mintegy fél százalék maximum. Ezzel szemben a kéreg hamutartalma többszöröse a gesztnek illetve a farészeket magába foglaló összes mintának.

A hamutartalom mennyiségének eltérését az irodalmi adatoktól, ebben az esetben is a genetikai tulajdonságok, valamint a termőhelyi adottságok befolyásolhatják.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A különböző nyárfajták és akác korosztályonkénti faenergetikai vizsgálata során összefoglalóan a következő megállapítások tehetők:

Sűrűség

- A faanyag kora a vékony sejtfalú, alacsony sűrűségű fáknál (pl. nyár) nincs lényegi hatással a sűrűségre.
- A vastag sejtfalú, nagy sűrűségű fáknál (pl. akác) fiatalabb korban (juvenilisfa) a faanyag sűrűsége lényegesen kisebb.

Fűtőérték

- A száraz tömegre vetített fűtőértékben a vizsgált nyárfajták között gyakorlatilag lényeges különbség nem mutatható ki, a kor befolyásoló hatása is elhanyagolható (2-5%). Az akác esetében ez az eltérés már nagyobb (~9%).
- A kéreg fűtőértéke az akácnál jobb, mint a nyáaknál. A fa részeit vizsgálva a nyáak esetében a kéreg általában a geszthez és a szíjácshoz hasonló fűtőértékkel rendelkezik, míg az akácnál jelentősen meghaladta a fatestét.
- A vizsgálatok eredménye arra utal, hogy a térfogatra vetített fűtőértékre a fafaj, fajta mellett a kor és a termőhely is hatással lehet. A nagy sűrűségű fák (pl. akác) előnyösebbek.

Hamutartalom

- A kéreg hamutartalma 5-20-szorosa a többi farész hamutartalmának. A nyáaknál a fiatalabb korosztály hamutartalma kisebb, míg a gesztesedett nagyobb korúaknál több hamu marad vissza.
- A hamu mennyiségét a faj, a fajta és a termőhelyi tényezők jelentősen meghatározzák.
- A nagy hamutartalom miatt a kéreghányadék figyelembe kell venni a tüzelőberendezések kialakításánál (pl. pernyeeltávolítás, tárolás).

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatómunka az NKTH Jedlik Ányos „Faforrás” projekt kereteiben valósult meg.

IRODALOM

- [1] EICHHORN, H. (1999): Landtechnik. Landwirtschaftliches Lehrbuch. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart
- [2] SZENDREI, J. (2005): A biomassza energetikai hasznosítása. Agrártudományi Közlemények, 2005/16. Különszám
- [3] BAI, A. (2002): A biomassza felhasználása. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
- [4] KACZ, K. – NEMÉNYI, M. (1998): Megújuló energiaforrások. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
- [5] MONOKI, Á. (2006): <http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/megujulo/Biomassza/Biomassza.html>
- [6] MAROSVÖLGYI, B. (2002): A potenciális energiaforrások. In: Bai, A. (szerk.): A biomassza felhasználása. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
- [7] FÜHRER, E.–RÉDEI, K.–TÓTH, B. (2003): Ültetvényyszerű fatermesztés I. Mezőgazda Kiadó-ERTI, Budapest
- [8] D. MURACH, D. – KNUR, L. – MURN, Y. – WALOTEK, P. – BILKE, G. – MUCHIN, A. – GRUNDMANN, P. – EBERTS, J. – SCHNEIDER, U. (2007): Wood – raw material of the future. Sustainable Neighbourhood from Lisbon to Leipzig through Research (L2L), 8 – 10 May 2007, Leipzig
- [9] TÓTH, B. – MOLNÁR, S. – FEHÉR, S. (2007): Az energetikai faültetvény létesítésének hasznosításának összefüggései. II. Ökoenergetikai és X. Biomassza Konferencia, Sopron. 2007. febr. 28 - márc. 1.
- [10] NÉMETH, K. – MOLNÁR, S. (1983): Az akácfa égésmelegének és fűtőértékének vizsgálata. Budapest, Faipar, 3.
- [11] MOLNÁR, S. (2004): Faanyagismeret. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 245-250.
- [12] MAROSVÖLGYI, B. (1996): Az energetikai ültetvények létesítése és hasznosítása. In: Körmenyi, P. – Pecznik, P. (szerk.): Megújuló energiaforrások hasznosítása. FM Műszaki Intézet, Gödöllő, GATE, 49–55.

TERMÉKTERVEZÉSI ÉS GYÁRTÁSTECHNOLÓGIAI INTÉZET

INSTITUTE OF PRODUCT DESIGN AND TECHNOLOGY

Az intézet jogelődje a Bútor- és Épületasztalosipari Tanszék volt, amit a kar 1995-ben alakított át a jelenlegi intézetté. A jogelőd tanszék szerepe a faipari mérnökök képzésében két diszciplinakör művelése volt: a faipari termékek (bútorok, ajtók, ablakok, falépcsők, falburkolatok) szerkezetének ismerete, valamint e termékek előállításának technológiái.

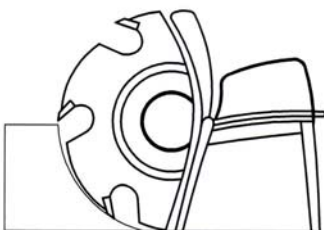
Emellett a tanszék szervezetébe tartozott a Faipari tanműhely, az itt folyó gyakorlati tantárgyakat a tanszék gondozta.

Az új, szakirányos tanterv 1994-ben történt bevezetése nyomán alakult át a tanszék megváltozott névvel intézetté. A terméktervezési szakirány, majd a 2006-ban indított ipari termék- és formatervező mérnöki szak felelős intézeteként feladataink újabb tárgyakkal és kutatási területekkel bővültek. Tantárgyainkat az alaptárgyi képzésben (matematika, fizika, ábrázoló geometria, kémia,) valamint mérnöki alapképzésben (mechanika, hőtan, áramlásan, gépészeti alapok, informatika, gazdaságtan) adott ismeretekre alapozzuk. Az informatikai eszközök, elsősorban műszaki tervezői szoftvereket széles körét (AUTOCAD, 2D-CAD, ANSYS, SOLIDWORKS, PROLIGNUM, STATISTICA, stb) alkalmazzuk a képzésben.

A tudományos kutatómunka a korábbi évtizedekben fa épületszerkezeti elemek fejlesztésére, ajtók, ablakok fejlesztésére, technológiai (mechanikai megmunkálás, ragasztás, felületkezelés) fejlesztésre irányult. A terméktervezési szakirány kapcsán a termék ergonómia, minőségbiztosítás, termékek tulajdonságtervezése kerültek előtérbe, mint újabb kutatási területek. Az intézet tíz oktatójának fele rendelkezik tudományos fokozattal, hárman pedig folytatják felkészülésüket a fokozatszerzésre. Az intézethez tartozik jelenleg két nappali státuszú doktorandusz is, akik kiveszik részüket mind az oktatási, mind a kutatási feladatokból.

Az intézet megalakulása óta több jelentős európai uniós valamint amerikai - magyar projektben vett részt partnerként, ezek új, piacképes termékek kifejlesztésére, bútorigipari informatikai alkalmazások fejlesztésére, illetve fa ablakszerkezetek teljesítményjellemzőinek tervezésére irányultak. Hazai projektek keretében országunk faanyagkészletének növelt értékű bútorigipari hasznosításán dolgozunk.

Az Intézetben oktatott tárgyak, tárgycsoportok: Termékek műszaki tervezése, mechanikai megmunkálás,



minőségbiztosítás, minőségtervezés, terméktervezés módszertana, termék szimuláció, ergonómia, ragasztás és felületkezelés, bútor és asztalosipari szerkezetek, ökodesign, számítógépes tervezés, minőségirányítás, integrált terméktervezés.

KUTATÁSI TERÜLETEK

Termékek tulajdonságtervezése, a minőség tervezése, kompozitok tervezése, faalapú teherhordó szerkezetek, bútorok szilárdsági tervezése (diszciplináris kutatás), ajtók- ablakok teljesítményjellemzői (FP6 program keretében). faanyagok bútorigipari hasznosítása, faanyagok felületi struktúrája, faanyag növelt teljesítményképességű ragasztása, ragasztási, felületkezelési technológiák fejlesztése, faanyagok színkorrigáló kezelése, környezetbarát felületkezelések teljesítményképesség fokozása, a bútortervezés számítógépes támogatásának fejlesztése, faanyagok mechanikai megmunkálásának pontossága és tűréstervezése, bútorok számítógépes méretezése, ablakok hőtechnikai fejlesztése, bútorok környezettudatos tervezése, életciklus elemzés a faiparban

ablakok teljesítményjellemzőinek becslése és tervezése, bútorszerkezeti kötések szilárdsági tervezése.

AZ INTÉZET MUNKATÁRSAI



Dr. Dénes Levente egyetemi docens, intézetigazgató

Dr. Kovács Zsolt CSc. egyetemi tanár

Dr. Láng Elemér PhD egyetemi tanár

Dr. Csiha Csilla PhD egyetemi docens

Horváth Péter György egyetemi adjunktus

Krisch János egyetemi tanársegéd

Papp Tibor egyetemi tanársegéd

Szemerey Tamás intézeti főmunkatárs

Elek László intézeti munkatárs

Lakatos Ágnes intézeti munkatárs

Bencsik Balázs doktorandusz

Varga Norbert doktorandusz

ÚJ FAKOMPOZITOK FURNÉRHULLADÉKBÓL

INNOVATIVE WOOD COMPOSITES FROM VENEER RESIDUES

Dr. Dénes Levente, Dr. Kovács Zsolt**, Dr. Láng Elemér****

ABSTRACT

This paper describes the use of sliced veneer waste as base material for producing new types of engineered wood products. We worked out two models for predicting the strength and stiffness of such composites. The first one calculates the properties of the composite from the random values of orthotropic particle properties and their geometry on the basis of the theory for built-up sections. The distribution of the orthotropic strength properties of raw material has been determined on solid wood samples as well as on veneers of several domestic timber species. Functions describing the orthotropic behaviour have been derived and fit, using the Ashkenazi strength criteria, four-dimension tensor transformation and the modified Hankinson formula. The effects of glue penetration, compression and heat on strength properties and density of wood particles have been identified. The second model is a response surface. The study resulted in four characteristic structural composites and a novel lay-up/resin application technology. The superior mechanical properties achieved and the vast availability of high quality raw materials clearly indicate the possibility of a better utilization of wood resources

1. BEVEZETÉS

Felmérések és becslések (UNECE 2003) szerint a 2000-es évek elején Európában évente mintegy 800.000 m³ keményfa furnért állítottak elő. Figyelembe véve a furnérhasítás és valamint méretre vágás jellemző kihozatali értékeit, a feldolgozott rönktérfogatnak mintegy 21–30%-a ollózási eselékke alakul. Minthogy a kemény lombosok rönkminősége csökkenő tendenciát mutat, ez a hányad várhatóan nőni fog a jövőben.

Ma ez a magas értékű másodnyersanyag legnagyobb részét hőenergia forrásként hasznosul, mégpedig általában kis hatásfokkal. Ritkábban előfordul a forgácslap alapanyagként való további feldolgozása aprítás útján, jóllehet az alapanyag minőségi jellemzői szerkezeti célú hasznosításra alkalmas új termék előállítását is lehetővé tennék.

**egyetemi docens, NymE Faipari Mérnöki Kar Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet*

***egyetemi tanár, NymE Faipari Mérnöki Kar Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet*

****egyetemi tanár, NymE Faipari Mérnöki Kar Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet*

2. CÉLKITŰZÉSEK

Az utóbbi évtizedekben a tervezett fatermékek népszerűségének folyamatos növekedését tapasztalhatjuk. Ide tartozik az irányított forgácslap (oriented strand board, OSB), rétegelt furnérfa (laminated veneer lumber, LVL), hosszú forgács alapú termékek (parallel strand lumber, PSL, laminated strand lumber, LSL). Keresettségüknek két oka van: (1) mechanikai tulajdonságaik nagyobb terhelhetőséget tesznek lehetővé, ezáltal alkalmazásuk gazdaságosabb; (2) a hatékonyabb feldolgozási technológia nagyobb anyagkihozattal jár.

Kutatásunk célja tervezett tulajdonságú fatermékek kifejlesztése szerkezeti célokra a hazai kemény lombos fafajok ortotrop mechanikai tulajdonságainak alapján. Tervezett tulajdonságú új termék alatt azt értjük, hogy a termék tulajdonságait képesek vagyunk előre jelezni a felhasznált alapanyag jellemzői és a technológiai paraméterek alapján, illetve képesek vagyunk ezeket a bemeneti jellemzőket a kompozit termék elérendő tulajdonságainak megfelelően megválasztani. Ebből adódóan a célkitűzések magukba foglalták a kompozit fatermék szilárdsági és merevségi tulajdonságainak előrejelzésére alkalmas modell kidolgozását is. Két különböző típusú modellel kísérleteztünk. Az első a kompozit termék tulajdonságait az ortotrop farészecskék véletlenszerűen ingadozó tulajdonságaiból és geometriájukból vezeti le. A másik, teljesen sztochasztikus modell előállításához a tervezett kísérletek technikáját használtuk. Cikkünkben az első típusú modellezés kapcsán csak az alapanyagok ortotrop tulajdonságainak előrejelzésére irányuló vizsgálatokat és eredményeiket szemléltetjük, a második, sztochasztikus megközelítést átfogóan bemutatjuk.

3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK:

A szerkezeti célokra alkalmas, faalapanyagú kompozit anyagok tulajdonságainak előrejelzése szükségessé teszi az alkotó részecskék mechanikai tulajdonságainak ismeretét. Az alapanyag ortotrop szilárdsági jellemzőit és azok eloszlását hazai kemény lombos fafajokból készített tömörfa és furnér próbatesteken határoztuk meg. Több fafajon nagyszámú vizsgálatot végeztünk, hogy matematikai modellel képesek legyünk előre becsülni az irányfüggő szilárdsági és mechanikai tulajdonságokat. Egyebek között vizsgáltuk a csertölgyet (*Quercus cerris*), nyárfát (*Populus x. Euramericana* cv. Pannonia) is. Megállapítottuk a vizsgált tulajdonságok eloszlásjellemzőit is, az eredményeket más publikációkban közöltük (Láng 2002, Láng 2003).

A technológiai behatásoknak alávetett alapanyag tulajdonságainak megváltozását bükkből (*Fagus silvatica*) és hegyjuharból (*Acer pseudoplatanus* L.) készült hasított furnér próbatesteken vizsgáltuk. A kompozit gyártási technológia hatásait úgy vizsgáltuk, hogy az egyes furnérretegekre megfelelő mennyiségű ragasztóanyagot hordtunk fel, majd azokat hőprésben, nyomás alkalmazásával keményítettük ki. Az ortotróp dinamikus rugalmassági modulus értékeit ultrahangos technikával határoztuk meg. Ezeknek a kísérleteknek és eredményeiknek részletes leírása a hivatkozott irodalomban megtalálható (Kovács 2002, Dénes 2002).

A tervezett tulajdonságú termékek kifejlesztésének alternatív módszereként tervezett kísérleteket alkalmaztunk. Ezen belül a válaszfelület módszert választottuk.

A kompozit alapanyagként azt az eselék anyagot használtuk fel, ami az akár száraz, akár nedves hasított furnér lapok méretre történő ollózásakor képződik. A Magyarországon színfurnérként elterjedten alkalmazott két fajtát, a bükköt és a hegyi juhart választottuk. A kísérletekhez a furnér eselék anyagból azonos szélességű csíkokat vágunk. Ezekből a keskeny csíkokból, miután azokat fenolformaldehid alapú ragasztóanyaggal vontuk be, irányított, egymást keresztező elrendezésű rétegeket alakítottunk ki. Az így kialakított paplanokat hőprésbe helyeztük ahol a ragasztó kikeményedése és a paplan megszilárdulása magas hőmérsékleten és nyomáson ment végbe.

A kompozit lapokat a felépítésük és gyártási paramétereik optimalizálása céljára felállított kísérlettervnek megfelelően állítottuk elő. Kísérleteinkhez hét befolyásoló tényezőt vontuk be a vizsgálatokba, mindegyiket két szinten való beállítással, amit az 1. tábla összegez.

A szükséges beállítások számának redukálására részleges faktoros kísérleti tervet állítottunk fel, mely összesen 16 beállítást tartalmazott.

1. táblázat. A tervezett kísérlet faktorai és beállítási szintjei

	Faktorok	Alacsony szint	Magas szint
A	Fafaj	bükk	juhar
B	Csíkszélesség	15mm	35mm
C	Átlapolás	0%	50%
D	Lapvastagság	35 réteg 15-18mm	75 réteg 35-40mm
E	Orientáció szöge	15°	30°
F	Présnyomás	2,16 MPa	3,14 MPa
G	Préshőmérséklet	130 °C	160 °C

A felállított terv egy teljes négyfaktoros tervből indul ki, amelyben a háromfaktoros kölcsönhatások helyén vontunk be újabb faktorokat. Emiatt a fő faktorhatások keverednek háromfaktoros és magasabb rendű kölcsönhatásokkal, valamint a kétfaktoros kölcsönhatások egymás közötti keveredése lép fel. A terv így egy negyedrendű feloldóképességű, 2IV 7-3 részleges faktoros terv.

A tizenhat kísérleti beállítás mindegyikére véletlen sorrendben három – három ismétlést végeztünk, így összesen 48 panelt készítettünk. Megjelenésre az előállított anyag erősnak tűnik, az alkotó fafaj jellegeit hordozza. Az előállított lapokat próbatestekké vágunk fel különböző vizsgálata elvégzésére.

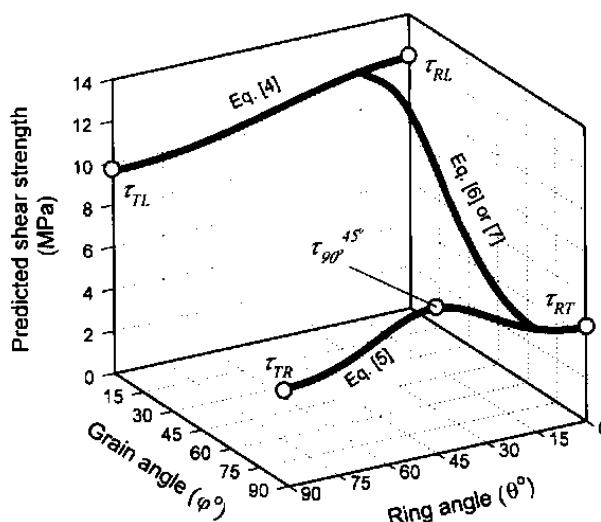
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1. Az alkotó anyagok tulajdonságainak előrejelzése

A tömörfa próbatestek vizsgálatával célunk megbízható modell felállítása volt az ortotróp szilárdsági és rugalmassági tulajdonságoknak a rostirány és évgyűrű-elhelyezkedési szög függvényében való előrejelzésére. A kipróbált modellek közül a Szalai által kifejtett négydimenziós tenzorelmélettel (Szalai 1994) kombinált, változó kitevőjű, tapasztalati két-dimenziós Hankinson – formula (Hankinson 1921) bizonyult az ortotróp szilárdsági tulajdonságok legjobb előrejelzőjének. Példaképpen a nyírószilárdságra ez a kombinációs modell röviden az alábbi formában írható fel

$$\tau_{\varphi,\theta} = \frac{\tau_{0^\circ,\theta} \cdot \tau_{\theta^\circ,0}}{\tau_{0^\circ,\theta} \cdot \sin^n \varphi + \tau_{\theta^\circ,0} \cdot \cos^n \varphi} \quad (1)$$

Az 1. ábra ennek a modellnek a szemléltetése. A fenti egyenlet az ábrán jelölt (7) görbe, míg a (4) és (5) görbék egyenletei a tenzorelmélet szerinti, 0 fokos, illetve 90 fokos rostiránynak megfelelő egyenletek.



1. ábra. Az előrejelzés elve a kombinált modell esetében

Az alapanyag tulajdonságoknak a technológiai hatások következtében történő megváltozását a változó kitevőjű két-dimenziós Hankinson – formulával modelleztük, amit a mért adatokra a rostirány függvényében illesztettünk. A ragasztás és azt követő hőpréselés a furnércsíkok látszólagos rugalmassági modulusának a rostirány függvényében közel lineáris változását eredményezte.

4.2. A tervezett kísérletek eredményeinek elemzése

A kísérleti eredményeket regresszió számítással és varianciaanalízissel dolgoztuk fel. Jelen cikkben a hajlítószilárdságra és hajlító rugalmassági tényezőre nyert eredményeket mutatjuk be. A 2. ábra a hét befolyásoló tényező hatásábráit mutatja a hajlító rugalmassági modulusra. Látható, hogy a panel síkjával párhuzamos síkú hajlítás esetében négy faktorhatás adódott szignifikánsnak: fafaj, lap-

vastagság, orientáció és nyomás. Az alábbi lineáris modell írja le a vizsgált tulajdonságot a négy befolyásoló tényező függvényében. Ha a faktorokat az optimális szintjükre állítjuk be, a rugalmassági modulus mintegy 40%-kal halad meg a valamennyi kísérleti eredmény átlagát:

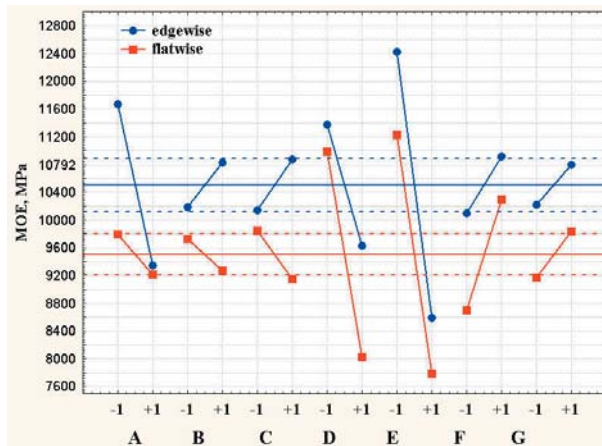
$$yE = 10506,3 - 1164,2A - 873,2D - 1915,9E + 412,7F \quad (2)$$

$$yE_{opt} = 14872,3 \text{ MPa} \quad (41,5\% \text{ növekedés}) \quad (3)$$

A lap síkjára merőleges hajlítás esetében a szignifikáns tényezők sora kiegészült egy ötödikkal, a szomszédos rétegek furnérsíkjainak átlapolási hosszával. A faktorokat az optimális szintjükre beállítva, a rugalmassági modulus mintegy 50%-kal haladja meg a valamennyi kísérleti eredmény átlagát:

$$yF = 9501,6 - 350,8C - 1478,9D - 1720,8E + 795,3F + 334,8G \quad (4)$$

$$yF_{opt} = 14182,2 \text{ MPa} \quad (49,3\% \text{ növekedés}) \quad (5)$$



2. ábra. A faktorok hatásdiagramjai a rugalmassági tényező esetében. Pontok: lap síkjával párhuzamosan; négyzetek: lap síkjára merőlegesen. A szaggatott vonalak a ± 2 standard hibának megfelelő intervallumot jelentik.

A lap síkjával párhuzamos hajlítás esetében a furnérsík szélesség kivételével valamennyi faktor hatása jelentősnek bizonyult. A regressziós modell alapján ez a szilárdsági jellemző 48%-kal növelhető az összes beállítás átlagához képest.

Ezzel szemben a lap síkjára merőleges hajlítás esetében csak három tényező, a vastagság, orientáció és nyomás jelentős hatása. Ennek a három tényezőnek az optimális szintre állítása közel 70%-os szilárdságnövekedést eredményez.

5. KÖVETKEZTETÉSEK, ÖSSZEFOGLALÁS

A kutatás legfontosabb eredményei az alábbiakban foglalhatók össze:

Az újonnan kifejlesztett kompozit termék a késelt furnér ollózási hulladékának növelt értékű hasznosítását teszi lehetővé. A kísérlettervezési eljárás jól hasznosítható eredményeket adott nagyobb számú befolyásoló tényező viszonylag kevés beállítással történő vizsgálatával. A ru-

galmassági jellemzőket befolyásoló legfontosabb tényezők a lapvastagság, a furnérsíkok orientációja és a préselési nyomás. A kísérleti tervben előálló keveredési rendszer miatt az elsőrendű kölcsönhatásokat nem lehetett egymástól függetlenül kiértékelni. A kísérleti adatok függetlenek, állandó varianciával, a meghatározott regressziós modellek érvényesek és adekvátak.

6. CONCLUSIONS, SUMMARY

The most important achievements of the research can be summarised as follows:

The newly developed composite presents the most valuable utilization of the sliced veneer waste. The experimental design method gives valuable results even when investigating several factors' effect with few runs. The most important factors which influence the elastic properties of the composite are thickness, orientation and pressure. The given confounding system didn't permit to assess the first order interactions independently. The data are independent and have a constant variance so the presented regression model is appropriate

REFERENCES

- [1.] DÉNES L., KOVÁCS ZS., BÁLINT ZS., LÁNG E. 2002: Színfurnérok rugalmasságának anizotrópiája. II. rész. Faipar 2002. szeptember. pp. 21-24
- [2.] HANKINSON, R. L. 1921: Investigation of crushing strength of spruce at varying angles of grain. Air Service Information Circular No. 259, U. S. Air Service, 1921.
- [3.] KOVÁCS ZS., DÉNES L., BÁLINT ZS., LÁNG E. 2002: Színfurnérok rugalmasságának anizotrópiája. I. rész. Faipar 2002. április. pp. 3-7.
- [4.] LANG E. M., LANG, E. M., L. BEJO, J. SZALAI, ZS. KOVACS AND B. ANDERSON 2002: Orthotropic Strength and Elasticity of Hardwoods in relation to Composite Manufacture. Part II.: Orthotropy of Compression Strength and MOE. Wood and Fiber Science, 34(2), 2002, pp 350-365.
- [5.] LANG E. M. BEJO L., F. DIVOS, ZS. KOVACS AND R. B. ANDERSON 2003: Orthotropic Strength and Elasticity of Hardwoods in relation to Composite Manufacture. Part III: Orthotropic Elasticity of Structura Veneers. Wood and Fiber Science, 35(2), April 2003, pp 308-320.
- [6.] SZALAI J. 1994: Anisotropic strength and elasticity of wood and wood based composites. Private ed. Sopron, Hungary (in Hungarian).
- [7.] UNECE Timber Committee statement on forest products markets in 2002 and 2003

FA- ÉS PAPÍRIPARI TECHNOLÓGIÁK INTÉZET

INSTITUTE OF WOOD AND PAPER TECHNOLOGY

A Fa- és Papíripari Technológiák Intézet 1988. július 1-jén alakult a Falemezipari, a Fűrészipari és a Papír- és Cellulózipari Tanszékekből. Az intézet első igazgatója dr. Cziráki József egyetemi tanár volt, a faipari kutatás és oktatás hazai úttörője, a Faipari Mérnöki Kar egyik alapítója, a faipar első akadémiai doktora. 1988-tól haláláig, 1992-ig állt az intézet élén, irányítva az oktató- és kutatómunkát. 1992-től dr. Hargitai László egyetemi tanár, 1997-től dr. Winkler András egyetemi tanár irányította az intézet munkáját. Dr. Takáts Péter egyetemi tanár 2007-től vezeti az intézetet, egyben egyetemünk oktatási rektor helyettese. Az intézet alakulása után a „D” épületben, elsősorban annak újonnan épített tetőterében kapott helyet.

Az Intézet sokszínűségét mutatja, hogy a fafeldolgozás teljes technológiáját felöleli. A rönkök felfűrészelésétől, rétegelt ragasztott tartók, falemezek, szerves és szervesetlen kötésű forgács és rostlapok, idomtestek gyártását, egészen a cellulóz és papír előállításáig. Röviden a fa feldarabolásának, aprításának, ezáltal történő nemesítésének kutatjuk, fejlesztjük és oktatjuk a technológiáját. Ebbe a tevékenységbe beletartoznak az új típusú kompozitok fejlesztése. Különleges terület a fajták, sportszer és hangszer készítés technológiája. A fenti területek műveléséhez jól felszerelt laboratóriumokkal rendelkezünk, illetve az intézetünk működteti a FAIMEI Anyag- és Termékvizsgáló Laboratóriumot is. A kémia, és a roncsolásmentes faanyagvizsgáló labor a „D” épületben, a papír- és nyomdaipari technológiai labor, a „G” épületben, a lemez és farost labor az „M” épületben, és a FAIMEI anyagvizsgáló laboratóriumok pedig a „GT” épületben találhatók. További információ az intézetünkről a <http://falemez.fmk.nyme.hu/index.php?id=3511> honlapon található.

A Fa- és Papíripari Technológiák Intézet ellátja az ún. elsődleges faipar és papír-, csomagoló-, nyomdaipar oktatási, nevelési és kutatási feladatait, a Faipari Mérnöki Kar egyik alapintézete. A Faipari Mérnök Kar vezetésében is közreműködik az intézet: dr. Alpár Tibor gazdasági, dr. Bejő László oktatási dékán helyettesként is tevékenykednek.

INTÉZETVEZETŐ

Prof. Dr. Takáts Péter, CSc., oktatási rektorhelyettes

Oktatott tárgyak: Szárítás és gőzölés, kompozitok, szárítás (BSc.), kompozitok (BSc.), faanyagok hidrotermikus



kezelése (MSc.), szervesetlen kötésű kompozitok (MSc.), hidrotermikus kezelés és szárítás (PhD.), Gipszkötésű lignocellulóz rendszerek (PhD.), Farostalapú kompozitok (PhD.)

Kutatási területek: Egynyári növények hulladékanyagának hasznosítása a lapgyártásban, gipszkötésű síkprésselt kompozitok másodnyersanyag bázison, hulladékpapír hasznosítása biokompozitokban, cementkötésű kompozitok, rostalapú alacsony sűrűségű gipszkötésű formatek (stukkók, díszítő elemek), rosthátárfelületi jelenségek vizsgálata szervesetlen kötésű kompozitoknál, faanyagok szárítási és gőzölési technológiája, menetrendek, fanyagok hidrotermikus kezelése.

AZ INTÉZET OKTATÓI

Dr. Alpár Tibor PhD. egyetemi docens, dékán helyettes

Oktatott tárgyak: Farostlemezyártás, Falemezek, Mérnöki szoftverek készítése (BSc), Wood based composites (MSc), Hidraulikus kötőanyagok kötésmechanizmusa faalapú rendszerekben (PhD).

Kutatási terület: Ásványi kötésű faalapú kompozitok, kötésgyorsítás cementkötésű forgácslapok gyártásánál, cementkötésű forgácslapok gyártása CO₂ injektálással, széndioxidos kikeményítésű és hidratációs cementkötésű forgácslapok termoanalitikai vizsgálata (DSC, TG), széndioxidos kikeményítésű és hidratációs cementkötésű forgácslapok porozítás vizsgálata, tűzálló cementkötésű forgácslapok kifejlesztése

Faanyag újrahasonosítás: forgácslapok, farostlemezek újrahasonosítása aprítással, forgácslapok, farostlemezek újrahasonosítása autoklávus kezeléssel, impregnált dekorpapír újrahasonosítása forgácslapgyártásban, forgácslapok újrahasonosítása rostlemez gyártásban, farost-polipropilén kompozit formatek, hulladék bázisú fa-műanyag kompozit szigetelő lemezek. Egyéb: óriásfű, farost kompozitok, faanyag felületi érdességének vizsgálata.

Dr. Bejő László PhD egyetemi docens, dékán helyettes

Oktatott tárgyak: Furnér- és rétegeltlemez gyártás, Faipari Félkésztermékek, Fa épületelemek gyártása.(BSc, MSc). Tudományos munka formai és tartalmi követelményei, és Rétegelt-ragasztott faszerkezetek (PhD).

Kutatási területek: Faalapú kompozit termékek, Roncsolásmentes faanyagvizsgálat, Szimulációs modellezés a faiparban, Teherviselő faszerkezetek.

Dr. Csóka Levente PhD egyetemi docens

Oktatott tárgyak: Mechanikai papírfeldolgozás, Ve-

gyi papírfeldolgozás, Papír és csomagolóipari ismeretek (BSc, MSc).

Kutatási terület: nagyteljesítményű ultrahang alkalmazása a papíriparban, újrahasonosított rostok nanotechnológiás módosítása, végelem módszer a reaktor tervezésben, molekula dinamika.

Dr. Divós Ferenc CSc egyetemi tanár

Oktatott tárgyak: Műszaki Áramlás, Hőtranszport és termodinamika, Környezetfizika, Roncsolásmentes faanyagvizsgálat, Színtechnika, Anyagvizsgálat (BSc, MSc).

Kutatási területek: Roncsolásmentes faanyagvizsgálat: akusztikus tomográfia, faanyag szilárdságszerinti osztályozása, élő fák stabilitása.

Dr. Gerencsér Kinga egyetemi docens

Oktatott tárgyak: Fűrészipari technológiák, Fafeldolgozás, Fűrészipari termelési folyamatok, Fajátékgyártás, Sportszer- és hangszergyártás (BSc, MSc).

Kutatási terület, Anyagtakarékos és környezetbarát vágási technológiák kidolgozása, a fűrészüzemi tevékenység hatékonyság-növelésének lehetőségei, optimális fűrészelési paraméterek meghatározása, új módszer kidolgozása fülledékeny faanyagok tárolására.

Markó Gábor okl. faipari mérnök, egyetemi tanársegéd

Oktatott tárgyak: Akusztika (BSc, MSc).

Kutatási területe: Szálerősítésű fa kompozitok, fa alapú kompozitok akusztikai alkalmazása.



KISMÉRETŰ BÜKK RÉTEGELTLEMEZEK VETEMEDÉSÉNEK OKAI, ÉS A VETEMEDÉS CSÖKKENTÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI

CAUSES OF WARPAGE IN SMALL BEECH PLYWOOD PANELS AND POSSIBILITIES FOR WARPAGE REDUCTION

Dr. Bejő László*, Dr. Takáts Péter**

ABSTRACT

Causes of warpage in small beech plywood panels, and mitigation thereof

The warping of small plywood panels is a serious problem in terms of their marketability and utilization. This article reports the results of an investigation concerning the influencing factors of warpage, and its possible prevention in small beech plywood panels. First, the effect of clamping down the panels at different pressure levels after pressing, was examined. After that, the effect of five influencing factors (press temperature, density, grain orientation, average thickness and thickness variation) was investigated, using a 25 factorial experimental design. There was no statistical evidence of any improvement due to clamping the panels after pressing. Increasing the pressure causes minimal decrease in warp, but the effect is not significant. Of the five examined factors, the effect of press temperature was significant, especially in terms of short-time warpage. On the long run, the difference was not significant, probably due to small sample size. Decreased press temperatures lead to significantly decreased MOR and MOE. The importance of this reduction depends on the area of utilisation.

Keywords: plywood, warp, press temperature, clamping, bending strength

A kisméretű bükk furnérokból készült rétegelt lemezek vetemedése komoly problémát jelent azok értékesíthetősége és felhasználása szempontjából. E cikkben a vetemedést befolyásoló tényezők vizsgálatára, valamint a vetemedés csökkentésére irányuló kutatás eredményeit ismertetjük. A vizsgálat során laboratóriumi körülmények között egyrészt a lemezek közvetlenül préselés után történő leszorításának (lesúlyozásának) a hatását vizsgáltuk különböző nyomásszintek alkalmazásával, másrészt öt tényező (préselési hőmérséklet, sűrűség, rostlefutás, átlagvastagság, vastagsági szórás) hatását

értékeltek 25 faktoriális kísérleti elrendezés alkalmazásával. A lemezek leszorításának a hatását egyáltalán nem sikerült kimutatni a kísérlet segítségével. A leszorító nyomás növekedésével minimális vetemedéscsökkenés mutatkozik, de az eltérés nem szignifikáns. A vizsgált tényezők közül a hőmérséklet hatása volt szignifikáns, elsősorban a rövid távú vetemedés tekintetében. Hosszabb távon a szignifikancia nem volt kimutatható, feltehetőleg a viszonylag alacsony próbaszám miatt. A csökkentett préshőmérséklet hatására a lemezek hajlítószilárdsága és rugalmassági modulusza szignifikánsan csökkent, aminek a jelentősége a felhasználási területtől függ.

Kulcsszavak: rétegelt lemez, vetemedés, préshőmérséklet, lerögzítés, hajlítószilárdság

BEVEZETÉS

A faalapú lemezek számos előnyös tulajdonsággal rendelkeznek. Ezek közül az egyik a méretstabilitás illetve a csökkent alakváltozásra való hajlam. Ez a rétegelt lemezek esetében is elmondható, ahol a szimmetrikus szerkezetnek, illetve a rétegek váltakozó szálirányának köszönhetően a méret- és alaktartóság lényegesen javult az alapanyaghoz képest.

A Magyarországon rendelkezésre álló alapanyagok közül elsősorban a nyár és a bükk műszaki tulajdonságai megfelelőek, illetve ezek állnak rendelkezésre megfelelő mennyiségben és méretekben műszaki furnér és rétegeltlemez gyártás céljaira (Németh és Szabadhegyi, 2000a,b). A bükk alapanyag változékony szöveti tulajdonságainak köszönhetően speciális kihívás elé állítja a gyártókat; a lemez elkészülte után a rétegekben nedveségh felvétel hatására egyenlőtlen alakváltozás jön létre, amely könnyen a lemezek vetemedéséhez vezethet, különösen a préselést követő időszakban, amíg a lemezben a nedveségheloszlás és a belső feszültségek ki nem egyenlítődnek. Különösen igaz ez abban az esetben, amikor kisméretű lemezeket készítenek, ilyenkor ugyanis nincs lehetőség a feszültségeknek a lemez tömegéből adódó globális alakváltozás nélküli kiegyenlítésére.

*egyetemi docens, NymE Fa- és Papíripari Technológiák Intézete

**egyetemi tanár, NymE Fa- és Papíripari Technológiák Intézete

Az egyik hazai gyártó nagy mennyiségben készített kisméretű lemezeket, melyek iskolai székek ülőlapjaként kerülnek felhasználásra. Az alapanyag (darablapok) minél jobb kihasználása érdekében a lemezek kis méretben kerültek gyártásra. A gyártónak sok problémája volt a préselést követő időszakban jelentkező vetemedéssel, amit nem sikerült hatékonyan csökkenteni a lemezek préselést követő leszorításával sem. Ezért kezdeményezte a cég a vetemedés témakörének átfogó vizsgálatát.

A vizsgálat célja a vetemedést befolyásoló tényezők, illetve a vetemedés csökkentési lehetőségeinek a vizsgálata volt. Ennek során először a különböző módon végzett lesúlyozás hatását értékeltük, illetve több alapanyag tulajdonság és gyártási paraméter hatására kiterjedő, komplex vizsgálatot végeztünk.

IRODALOMÁTTEKINTÉS

A rétegelt lemezek vetemedésével, és különösképpen a keménylombos faanyagból készült termékek alaktartóságával, valamint e probléma orvoslásával többen foglalkoztak a múltban. A probléma már évtizedekkel ezelőtt is létezett, például Stegman és tsai. már 1968-ban javasolták a bükk furnérok előkezelését mechanikus nyújtással, majd Burmeister 1974-ben felvetette a bükk sejtfalainak műanyaggal történő telítése, valamint a nyomás alatt végzett hőkezelés lehetőségét (ez utóbbit a gyakorlatban is alkalmazták), mint megoldási javaslatot.

1982-ben Boehme számolt be arról a kutatásról, amit a Fraunhofer Institutban végzett a Bükk rétegeltlemezek formatartóságával kapcsolatban. Ő többféle műszaki (terítékképzési, szárítási, ragasztási, préselési) paraméter, valamint az utólagos klimatizálás hatását vizsgálta, és rámutatott számos olyan tényezőre, ami kritikus lehet a későbbi méret- és alakváltozások szempontjából.

Cseh kutatók (Karnis és Mahut, 2002) laboratóriumi kísérletek alapján azt a következtetést vonják le, hogy minél nagyobb rétegszámú egy adott lemez, annál stabilabb. A kondicionálás minden esetben csökkentette a vetemedést. Érdekes eredmény, hogy azon lemezek alaktartósága, amelyekbe nem egyforma vastagságú (a középrétegbe vastagabb, a fedőrétegbe vékonyabb) furnért építenek be, szintén jobbnak bizonyult.

Többen foglalkoztak a rétegeltlemez illetve többrétegű tömörfa szerkezetek komolyabb klímaváltozás hatására létrejövő, illetve differenciálklímában fellépő deformációival is. (Lang és tsai. 1995, Lang és Loferski 1995, Niemz és Wang 2002). Ezek a munkák viszonylag kevésbé vonatkoznak a jelen vizsgálat témakörére.

Mocsári István faipari mérnök 1999-es diplomamunkájában javaslatot tett a rétegelt idomtestek alakjának utólagos klimatizálással történő javítására. A síkpréselt technológiánál már részben bevált módszer sajnos nem hozott egyértelmű javulást az idompréselt termékek esetén.

Nemrégiben Szabadhegyi (2003) vizsgálta – többek között – a préselt térgörbe elemek vetemedésének okait

a Norba Kft.-nél. Rámutatott több olyan lehetséges hibaforrásra, amelyek hozzájárulhatnak ehhez a problémához.

ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

A préselés utáni leszorítás hatásának vizsgálata

A lemezek préselés utáni leszorítása hatásának vizsgálatához összesen 14 próbatest elkészítésére került sor. A lemezek elkészítéséhez 480x300 mm lapméretű, 1,2 mm vastagságú, hossz- és keresztzsalú furnérokat használtunk. A furnérokat a préselés előtt több hónapig a laboratóriumban tároltuk, nedvességtartalmuk 5 és 8,5% között változott. A lemezekhez a furnérokat véletlenszerűen válogattuk. Az elkészített lemezek 9 rétegűek voltak, a szomszédos rétegek merőlegesen egymásra, és a külső rétegek a hosszanti oldallal párhuzamosak. Ragasztóanyagként Lendur 120 karbamid-formaldehid műgyantát használtunk, 16% rozsliszt töltőanyaggal. Edzőként 4 % ammónium-klorid (NH₄Cl) katalizátort alkalmaztunk, 25%-os oldatban. A préselést egy Siempelkamp laboratóriumi hőprésben végeztük, 1,8 MPa nyomáson és 130°C hőmérsékleten, a présidő 15 perc volt. (A présidő kiszámítását tapasztalati képlettel végeztük.) Az elkészült, még a présben levő próbatesteket az 1. ábra mutatja.



1. ábra – az elkészült lemezek a laboratóriumi présberendezésben

A présből való kiszedés után vizsgáltuk a lemez vetemedését olyan módon, hogy egy síkfelületre helyeztük őket, majd az egyik sarkukat lenyomva mértük az átlósan szemben elhelyezkedő sarok elemelkedését a felülettől. A lemezeket ezután különböző nyomáson lesúlyozva rögzítettük. Az alkalmazott nyomásértékek 0,001, 0,002, 0,005, 0,01, és 0,1 MPa voltak; mindegyik nyomásszinten 2-2 lemezt vizsgáltunk. 24 óra elteltével újra mértük a lemezek vetemedését, majd további 1 hónapig pihentettük őket, aminek az elteltével újra mértük a vetemedést. A rögzített lemezek mellett kontrollként 4 olyan lemezt is készítettünk, amelyeket nem rögzítettünk, hanem függőlegesen állítva tároltunk.

A VETEMEDÉST BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK VIZSGÁLATA

A második kísérletsorozat során a következő öt tényezőt azonosítottunk, melyek potenciálisan befolyással lehetnek a lemezek vetemedésére:

Rostlefutás

A furnérok átlagvastagságának szórása

Vastagsági szórás a furnérokon belül

Sűrűség

Préselési hőmérséklet

A viszonylag nagyszámú vizsgált tényező miatt minden tényező esetében csak két szintet vizsgáltunk, azaz egy 25 faktoriális kísérleti elrendezést alkalmaztunk. Ez összesen 32 paraméter-kombinációt jelentett. Minden kombináció esetén egy próbatestet mérésére került sor.

Mivel a vizsgált paraméterek nagy része alapanyag-tulajdonság, a furnérokat a lemezek elkészítése előtt megfelelően csoportokba kellett rendezni. A furnér alapanyag és a ragasztóanyag az előző kísérletnél leírtakkal megegyező volt. A kísérlethez szükséges összes hossz- és keresztirányú furnér véletlenszerű kiválasztása után mértük azok szélességét és hosszát mérőszalaggal, vastagságukat 5 helyen 0,001 mm mérési pontosságú vastagságmérő mikrométerrel, a tömegüket 0,1 g mérési pontosságú laboratóriumi mérlegen, és vizuálisan minősítettük őket rostlefutás szerint. Minden furnér esetében kiszámítottuk az átlagos vastagságot, a vastagsági szórást, illetve a sűrűséget. Ezek után történt a furnérok csoportokba rendezése a következők szerint:

1. Két csoportra bontás (egyenletes és egyenetlen rostlefutás);
2. Mindkét csoport további bontása a furnéron belüli vastagsági szórás szerint (magas és alacsony);
3. Minden csoport két részre bontása véletlenszerűen;
4. A kialakult alcsoportok közül az egyik rendezése sűrűség szerint, a másik rendezetlen maradt;
5. Minden csoport két részre bontása – a rendezett sűrűségű csoportban sűrűség szerint, a másikban véletlenszerűen;
6. A kialakult alcsoportok közül az egyik rendezése átlagos vastagság szerint, a másik rendezetlen maradt;
7. Minden csoport két részre bontása – a rendezett vastagságú csoportban a vastagság alapján, a másikban véletlenszerűen
8. A rendezett vastagságú csoportban a rétegek rendezése vastagság szerint olyan módon, hogy a lehető legszimmetrikusabb szerkezet jöjjön létre. A vastagság szerinti rendezetlen csoportban véletlenszerű rétegzés.

A fenti módon kialakított 32 teríték közül minden paraméter-kombinációhoz 2-2 teríték tartozott, amelyek közül ragasztóanyag-felhordás után az egyiket 100 °C-os, a másikat pedig 130 °C-os hőmérsékleten préseltük. A hőmérséklettől eltekintve a préselési paraméterek megegyeztek az előző mérésnél leírtakkal. Az elkészült lemezek vetemedését az előző vizsgálatnál leírt módon mértük, majd lesúlyozás nélkül, függőlegesen tároltuk

azokat. A vetemedés mérését 24 óra, illetve 1 hét elteltével megismételtük.

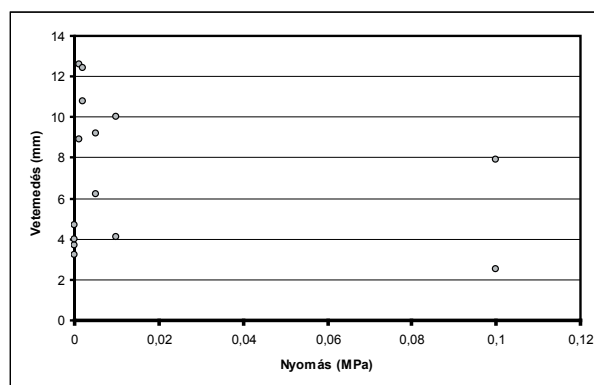
Tekintettel arra, hogy a karbamid-formaldehid műgyanta előírt préselési hőmérséklete 120–130 °C, meg kellett vizsgálni, hogy az alacsonyabb hőmérsékleten történő préselés mennyire rontja a mechanikai tulajdonságokat. Ezért a 100 °C-on és a 130 °C-on préselt lemezekből véletlenszerűen kiválasztottunk 10-10 darabot, amelyekből az MSZ EN 310:1999-es szabvány szerint hajlítószilárdsági próbatesteket készítettünk, majd egy INSTRON 5566 univerzális anyagvizsgáló gépen, 3 pontos mérési elrendezéssel mértük azok hajlítószilárdságát és rugalmassági modulusát. A lehajlás mérése a keresztfej-elmozdulás mérésével történt.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

A préselés utáni leszorítás hatása

A préselést követő időszakban történik meg a ragasztó utókeményedése, és ilyenkor egyenlítődik ki a terméken belül a nedvességeloszlás, illetve a préselés folyamán kialakuló belső feszültségek. Ezért feltételezhető, hogy a lemezek préselést követő leszorításával (lesúlyozásával) csökkenthető a vetemedés mértéke.

A préselés utáni leszorítási kísérlet értékelése nem várt eredményt hozott. Kísérletünkben a lesúlyozás semmilyen hatással sem volt a vetemedésre, sem 1 nap, sem az 1 hónap után. A 2. ábra mutatja a különböző nyomásokkal rögzített próbatestek vetemedését egy hónapos lesúlyozás után – mint látható, értelmezhető összefüggés nem fedezhető fel az alkalmazott nyomás és a vetemedés között. Igaz, hogy a rögzített lemezeknél a nyomás növelésével a vetemedés általában csökken, azonban a legkisebb vetemedést éppen a lesúlyozás nélkül tárolt lemezeknél mértük, ami valószínűsíti, hogy ez a látszólagos és gyenge összefüggés csupán a véletlen műve. Az eredmény ellentmond több korábbi kutatási eredményeknek, de jól egyezik az üzemi tapasztalatokkal. Az összefüggés hiánya miatt statisztikai vizsgálatot ebben az esetben nem végeztünk.



2. ábra – A lemezek vetemedése 1 hónap után, a préselés utáni leszorítás függvényében

Az eredmények értékelésénél fontos tekintetbe venni, hogy viszonylag alacsony próbatest számmal végzett kísérletről van szó, és a korábbi hasonló vizsgálatokkal ellentétben nem történt klimatizálás; a próbatesteket laboratóriumi klímában tároltuk. Elképzelhető, hogy magasabb próbatest számmal egyértelműbb trend rajzolódott volna ki. Valószínű az is hogy valamilyen magasabb relatív páratartalmú klímán tárolva, vagy a lemezeket a présben fokozatosan visszahűtve jobb eredményeket értünk volna el – azonban ezen technikák alkalmazására üzemi körülmények között általában nincsen lehetőség.

A vetemedést befolyásoló tényezők hatása

A vetemedést befolyásoló tényezők értékelésénél első sorban külön-külön voltunk kíváncsiak az egyes tényezők hatására, azaz a kölcsönhatásokat (pl. hogy eltérő-e a hőmérséklet hatása a homogén és heterogén sűrűségű lemezekre, stb.) figyelmen kívül hagytuk. Ennek megfelelően az 1. táblázat mutatja a vetemedés átlagos mértékét az egyes tényezők függvényében, a többi tényező figyelmen kívül hagyásával. A táblázatból látható, hogy a tényezők közül elsősorban a hőmérséklet volt jelentős hatással a vetemedés mértékére, különösen a kezdeti vetemedés tekintetében, de a 100 °C hőmérsékleten préselt lemezek 1 hét elteltével is csak feleakkora vetemedést mutattak, mint 130 °C esetén. Egyenletes rostlefutású furnérok használatával a hosszú távú vetemedés kismértékben csökkent, a többi tényező azonban nem volt jelentős hatással a vetemedés mértékére.

1. táblázat – Az egyes tényezők változtatásának a hatására létrejövő átlagos vetemedés értékek (a többi tényező hatásának figyelmen kívül hagyásával)

		Kezdeti (mm)	24 h (mm)	1 hét (mm)
Préselési hőmérséklet	100 °C	0,20	4,55	5,84
	130 °C	4,02	8,13	9,31
Rostlefutás	egyenletes	2,12	5,13	6,69
	szabálytalan	1,90	6,56	8,46
A furnérok sűrűsége	homogén	2,29	6,47	7,51
	heterogén	1,73	6,21	7,67
A furnérok vastagsági szórása	kicsi	1,69	6,79	7,91
	nagy	2,33	5,89	7,24
A furnérok átlagos vastagsága szerint	szimmetrikus	2,45	6,92	7,90
	nem rendezett	1,57	5,76	7,25

Mivel csak egy lemez elkészítésére került sor minden kombináció esetén, az összes kölcsönhatásra kiterjedő, teljes statisztikai analízisre nem volt lehetőség. Amennyiben

azonban – a fentieknek megfelelően – eltekintünk a faktorok kölcsönhatásaitól, akkor a kölcsönhatásokból származó varianciát véletlen hibának tekinthetjük, és ennek a segítségével már elvégezhető a variancia-analízis. A 2. táblázat mutatja a variancia analízis eredményét a kezdeti, és a 24 óra, illetve 1 hét elteltével mért vetemedés értékek tekintetében. Látható, hogy az F értékek kiemelkedően magasak a hőmérséklet esetében, bár szignifikáns eltérést csak a kezdeti vetemedés tekintetében lehetett kimutatni. Az 1 nap, illetve 1 hét után mért vetemedés 90%-os, illetve 85%-os valószínűséggel kisebb a 100 °C-on préselt lapok esetében. Nagyobb mintaszám esetében valószínűleg ezek az eltérések is szignifikánsak lettek volna 95%-os konfidencia szinten is.

2. táblázat – A kezdeti és hosszú távú vetemedés értékek variancia-analízis eredményei

Forrás	df	SS	MS	F	F _{krit} (95%)
Kezdeti vetemedés					
Hőmérséklet	1	129,20	129,20	14,72	4,225
Rostlefutás	1	0,38	0,38	0,04	4,225
Sűrűség	1	2,59	2,59	0,30	4,225
Vast. szórás	1	3,32	3,32	0,38	4,225
Átlagvastagság	1	6,21	6,21	0,71	4,225
Maradék	26	228,29	8,78		
Összesen	31	369,99			
Vetemedés 24 h után					
Hőmérséklet	1	102,60	102,60	3,63	4,225
Rostlefutás	1	1,49	1,49	0,05	4,225
Sűrűség	1	0,53	0,53	0,02	4,225
Vast. szórás	1	6,57	6,57	0,23	4,225
Átlagvastagság	1	10,70	10,70	0,38	4,225
Maradék	26	735,18	28,28		
Összesen	31	369,99			
Vetemedés 1 hét után					
Hőmérséklet	1	96,61	96,61	2,53	4,225
Rostlefutás	1	24,85	24,85	0,65	4,225
Sűrűség	1	0,15	0,15	0,00	4,225
Vast. szórás	1	3,65	3,65	0,10	4,225
Átlagvastagság	1	3,38	3,38	0,09	4,225
Maradék	26	993,69	38,22		
Összesen	31	369,99			

A mért hajlítószilárdság és hajlítórugalmassági modulusz alapvető statisztikai adatait a 3. táblázat tartalmazza. Mint látható, a 100 °C-on préselt lemezek mechanikai tulajdonságai a várakozásnak megfelelően alacsonyabbak voltak, mint a 130 °C-on préselt lemezek esetében. A mintegy 15%-os eltérés az elvégzett t-próba vizsgálat alapján szignifikáns, mind a hajlítószilárdság, mind a hajlító rugalmassági modulusz tekintetében. Azt, hogy ezek a gyengébb mechanikai tulajdonságok mennyire rontják a termék használati értékét, mindig a felhasználási terület határozza meg – például esetünkben a kisméretű székülés a szilárdsága és a rugalmassági jellemzői másodlagos jelentőséggel bírnak; a mért értékek

bőségesen elegendők ilyen bútoralkatrészek esetében, miközben a csökkent vetemedés bőségesen kárpótolja a felhasználót a szilárdság kismértékű csökkenéséért.

3. táblázat – A 100 °C-os és 130 °C-os hőmérsékleten préselt lemezek hajlítószilárdsága és rugalmassági modulusza (n=10)

	100 °C préréhőmérséklet		130 °C préréhőmérséklet	
	Hajlítószilárdság (MPa)	Rug. modulusz (GPa)	Hajlítószilárdság (MPa)	Rug. modulusz (GPa)
Átlag	93,6	9,72	109,8	10,66
Szórás	12,7	0,86	7,5	0,61
Mínimum	106,5	10,87	124,0	11,93
Maximum	70,7	8,42	100,7	9,85

ÖSSZEFOGLALÁS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A kisméretű bükk rétegelt falemezek vetemedését befolyásoló tényezők vizsgálatára elvégzett kísérleteink alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

A vizsgált öt tényező közül kizárólag a hőmérséklet volt jelentős hatással a vetemedés mértékére. Bár a hosszú távú vetemedés esetében a szignifikancia nem volt bizonyítható, valószínű, hogy nagyobb mintaszámú vizsgálattal bizonyítható, hogy a hőmérséklet a hosszú távú vetemedésre is jelentős hatással van.

Az alacsonyabb hőmérsékleten préselt lemezek hajlítószilárdsága és rugalmassági modulusza szignifikánsan alacsonyabb, mint a magas hőmérsékleten préselt lemezeké. Az eltérés jelentősége az alkalmazási területtől függ.

A lemezek préselés utáni leszorításának a hatása nem volt kimutatható a rétegelt lemezek vetemedésére. Elképzelhető, hogy egy nagyobb mintaszámú vizsgálat más eredményt hozna, illetve a klimatizált környezetben történő tárolás, vagy a lemezek fokozatos visszahűtése is hatással lehet ezekre az eredményekre.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerző szeretné megköszönni az OWI-Zala Fa- és Műanyagipari Termékeket Gyártó Bt. igazgatójának, Radványi Gábornak, valamint alkalmazottainak a segítségét az alapanyagok és pénzügyi támogatás biztosításában nyújtott segítségét.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] BOEHME, C. 1982a. Der Einfluss verfahrenstechnischer Parameter auf die Formbeständigkeit von Buchenfurnierplatten. Teil 1: Aufgabenstellung – Planung und Durchführung der Versuche – Teilergebnisse. Holz Roh Werkst. 40(3):89-100.
- [2] BOEHME, C. 1982b. Der Einfluss verfahrenstechnischer Parameter auf die Formbeständigkeit von Buchenfurnierplatten. Teil 2. Holz Roh Werkst. 40(4):133-134.
- [3] BURMEISTER, A. 1974. Dimensionsstabilisierung von Buchenholz durch Wärmebehandlung unter Druck. Holzbearbeitung 21(1-2):22-25
- [4] KARNIS, P., J. MAHUT. 2002. Influence of Selected Factors on the Form Stability and Flatness of Plywood Panels. Drevarsky Vyskum – Wood Research 47(1):33-42.
- [5] LANG, E.M., J.R. LOFERSKI., J.D. DOLAN. 1995. Hygroscopic Deformation of Wood Based Composite Panels. Forest Prod. J. 45(3):67-70.
- [6] LANG, E.M., J.R. LOFERSKI. 1995. In-Plane Hygroscopic Expansion of Plywood and Oriented Strandboard. Forest Prod. J. 45(4):67-71.
- [7] MOCSÁRI I. 1999. Furnérból készült idomtestek klimatizálása. Szakdolgozat, Soproni Egyetem. 38 old.
- [8] NIEMZ, P., X. WANG. 2002. Spannungsausbildung in dreischichtigen Massivholzplatten bei Klimawechsel. Holzforschung-verwertung 2002(4):82-83.
- [9] SZABADHEGYI GY. 2003. Szakvélemény és Javaslatok a Norba Kft.-nél 2003. 05. 14-én tett látogatás tapasztalatai alapján. Szakvélemény, Nyugat-Magyarországi Egyetem. 10 old.
- [10] NÉMETH J., SZABADHEGYI G. 2000a. Furnérok és furnéralapú rétegelt termékek gyártása. Egyetemi jegyzet, Soproni Egyetem.
- [11] NÉMETH J., SZABADHEGYI G. 2000b. Furnérok és furnéralapú rétegelt termékek gyártása. In: Molnár S. szerk. Faipari Kézikönyv. Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron. 263–321. old.

ÉPÍTÉSTANI INTÉZET

INSTITUTE OF ARCHITECTURE

Intézetünk, az Építéstani Intézet az elmúlt százharmincöt év alatt mindig kiemelkedő szerepet töltött be a faépületek és faszervezetek oktatása és tervezése terén. Hazánkban elsőként (1962) terveztünk és építettünk falemez burkolatú épületeket, megvizsgálva azok tűzállósági határértékét és teherbírási képességét. Kísérleti jelleggel több fakupolát terveztünk (1982) és kivitelezünk, amelyeket azután a maximális törési igénybevételig terhelünk.

Több jegyzet és szakkönyv kötődik a nevünkhöz, mint például a több mint száz éve kiadott (1898) első magyar nyelvű épületszerkezettani tankönyv. Sobó Jenő munkája három kötetben jelent meg, kötetenként több mint 800 oldalon és 2500 képpel. A hatalmas –kultúrtörténetileg is jelentős– szakkönyvnek (Középítéstan I-II.) sikerült reprint kiadásként megjelentetnünk az első két kötetét.

Az elmúlt években több mint tíz faszervezetű kilátót terveztünk és felügyeltük azok kivitelezését is. A nagyszámú kivitelezés során olyan gyakorlatra tettünk szert, amit kitűnően tudunk hasznosítani az oktatásunkban. A megszerzett tapasztalatunk több faszervezettel kapcsolatos szakértésben is testet öltött. Évente legalább két fahídat terveztünk diploma feladatként. Az eddig összegyűlt több tucatnyi híd között, gyakorlatilag minden lényeges szerkezet és szerkesztési elv előfordult. Terveztünk gyalogos és biciklis hidat, de kiviteli terv született nagy forgalmú faszervezetű Duna hídra is. A hídtervek minden esetben kiviteli tervdokumentációig jutottak el.

Erdei és tájvédelmi környezetben igen nagy gondot jelent az akadálymentesítés, aminek a megoldására több rámparendszert dolgoztunk ki. Ezek közül az elmúlt évben egy –színpadot is tartalmazó– el is készülhetett a brennbergi Gyermek és Ifjúsági Táborban.

Az épületek mellett falépcsők tervezése és kivitelezése is kötődik az intézetünk munkatársaihoz. Szinte minden lépcsőtípus kivitelezése szerepelt már a közel félszáz megépült szerkezet között.

Az oktatás és kutatás mellett nagyon fontosnak tartjuk, hogy saját tervezésű fakonstrukciókat és épületeket tervezzünk és kivitelezessünk.

Az Intézet munkatársai

Szabó Péter PhD. egyetemi docens, okleveles építészmérnök

Oktatott tantárgyak: Szabadkézi rajz, Mérnöki szerkezetek, Épületszerkezettan I-IV., Épületfizika, Napenergia az építészetben, Akadálymentes építészet, Faépítészet, Mérnöki szoftverek, Számítógépes építészeti tervezés, Faszervezetek modellezése, Konstruktív rajz, Építéstan

Kutatás: könnyűszerkezetes épületek hőkomfortja, Faszervezetek tűzvédelme

Winkler Gábor Az MTA doktora, egyetemi tanár, okleveles építészmérnök

Oktatott tantárgyak: Építésztörténet I-IV. Építészet elmélet

Kutatás: műemlékvédelem, Településvédelem

Andor Krisztián PhD. egyetemi docens, okleveles építőmérnök

Oktatott tantárgyak: Statika-szilárdságtan I-IV., Tartószerkezetek I., Alapozás, Magasépítés

Kutatás: mozgás-kinematika

Osztwald Ferenc Nándor PhD. egyetemi docens, okleveles földrajztanár-terület és település fejlesztési szakirány, Várostervezés-városgazdálkodás szakmérnök

Oktatott tantárgyak: Terület és település rendezés, Városépítés és műemlékvédelem, Településszociológia, Településföldrajz, Regionális tervezés, Regionális politika és jogrendszer, Üdülőhely-tervezés

Kutatás: regionális és település szintű kutatások

Hantos Zoltán PhD. egyetemi adjunktus, okleveles faipari mérnök, okleveles mérnöktanár

Oktatott tantárgyak: Állagmegóvás, Mérnöki faszervezetek I-II., Faszervezetek méretezése, Gépészet I.

Kutatás: passzív szolár épületek, faszervezetek méretezése

Lonsták Nóra PhD. hallgató, okleveles faipari mérnök, okleveles mérnöktanár, magyar nyelv és irodalom szakos középiskolai tanár és bölcsész

Kutatás: faszervezetek tűzvédelme

TETŐFELÜLETEK SZOLÁRIS TÁJOLÁSA

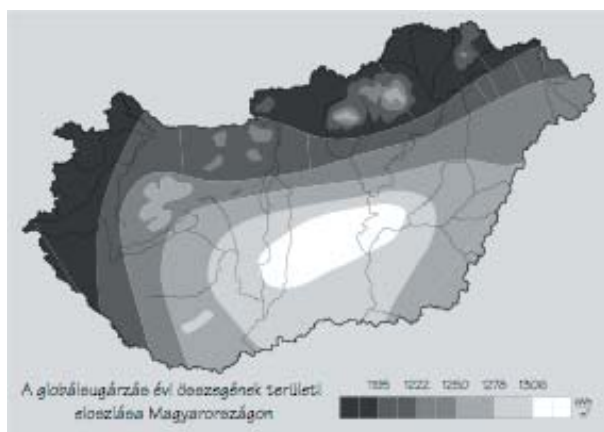
SOLAR POSITIONING OF ROOF SURFACES

Szabó Péter *

A szoláris nyereséget a leghatékonyabban a dél felé néző tetőfelületről lehet begyűjteni.

Ez a kijelentés szinte evidenciának tűnik, de nem mindig lehet egy épületet az „optimális” tájolás irányába fordítani. Le kell mondani a napelemekről, napkollektorokról, ha az épület „rossz” tájolású? A korrekt válaszhoz több tényezőt is meg kell először vizsgálni.

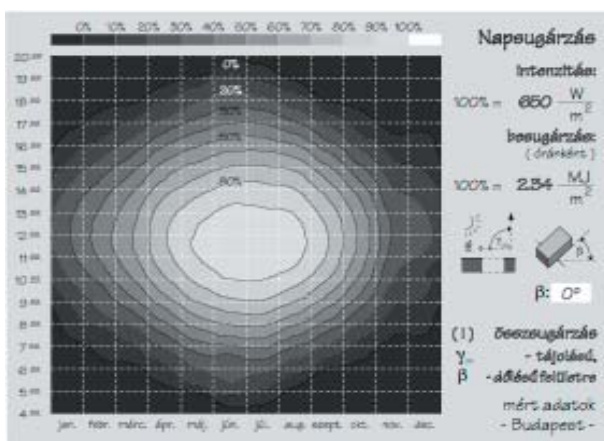
napkollektoros rendszer a melegvíz előállítás mellett a legjobb esetben is csak fűtés ráségítésként jöhet szóba. Ez természetesen az őszi és tavaszi időszakban komoly fűtőszámla megtakarítást is eredményezhet. A kollektorok melegvíz termelő kapacitását a nyári melegben azonban nagyon nehéz kihasználni egy átlagos családi házban.



1. ábra

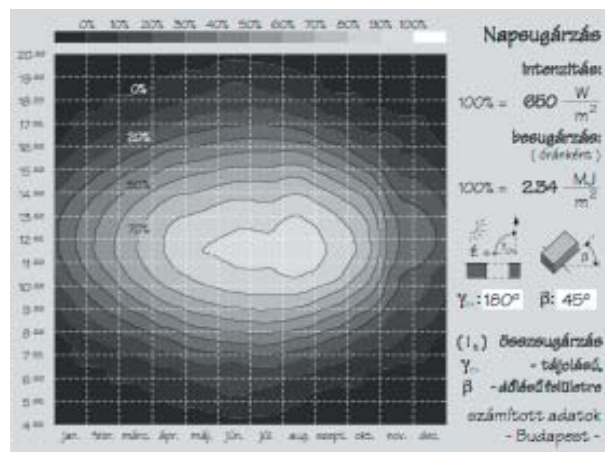
Magyarországon a napsugárzás évi eloszlása (1. ábra) 10%-os különbséggel ingadozik, ami azt jelenti, hogy nincsen olyan terület ahol a napenergia hasznosítására ne lenne lehetőség.

Az össz-sugárzás eloszlása természetesen jelentősen változik az év folyamán (2. ábra), amit a vízszintes felületet érő sugárzási grafikon is mutat.



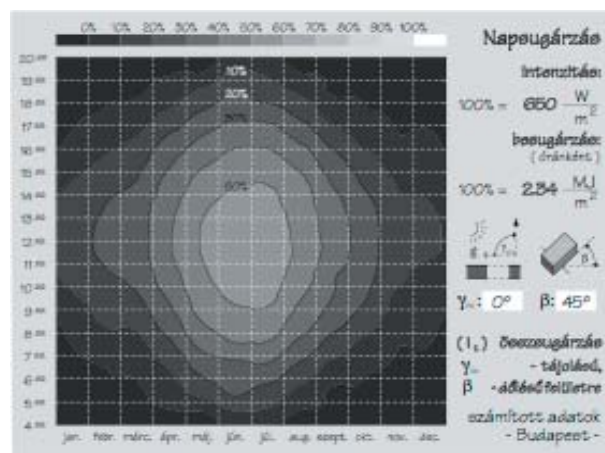
2. ábra

A téli időszakban olyan jelentős a csökkenés, hogy egy



3. ábra

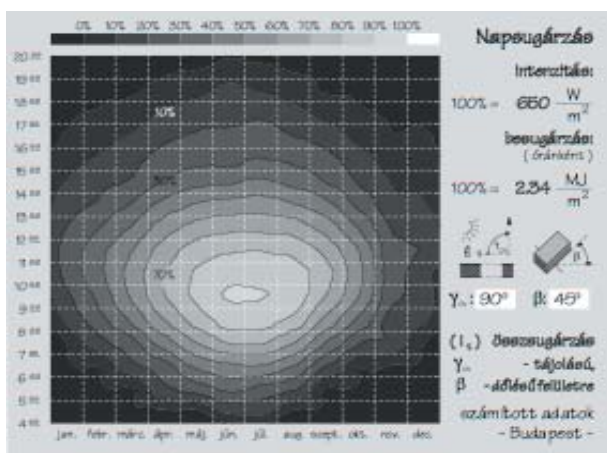
A 3. ábra egy déli tájolású 45°-os dűlésű tetőfelületet mutat. Építészeti szempontokat figyelembe véve ez az „ideális” tájolás, hiszen a hagyományos magastető 38°-45° fok közé esik. Ennél meredekebb tetőhajlásszöggel csak nagyon ritkán lehet találkozni. Ennek a nyeregtetőnek az átellenes párja a legkedvezőtlenebb északi irányba néz. (4. ábra)



4. ábra

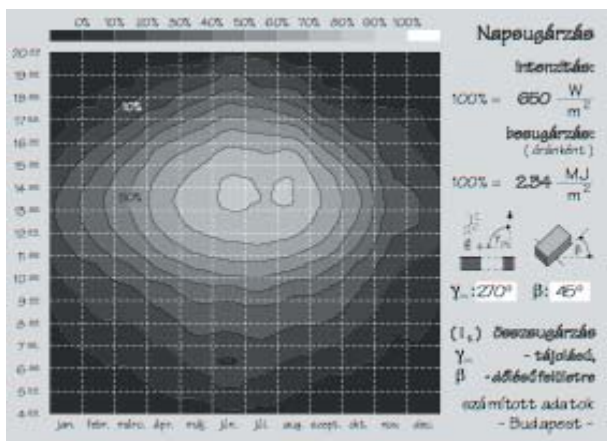
Ezt a felületet nem szokás figyelembe venni a szoláris nyereségek számításakor, hiszen a nyári időszakban 40%-kal kevesebb energia éri a tetőt, bár télen ugyanez a különbség már csak 20%.

* egyetemi docens NymE Építészeti Intézet



5. ábra

Egy keletre néző sík besugárzása az 5. ábra alapján jelmezhető. A nyári és a téli időszakban tapasztalható intenzitás-csökkenés sem éri el az optimális déli tájoláshoz viszonyítva a 10%-os eltérést. A nyugati tájolás (6. ábra) a napi lefutásban történt különbségen kívül szinte ugyanezt az eredményt adja.



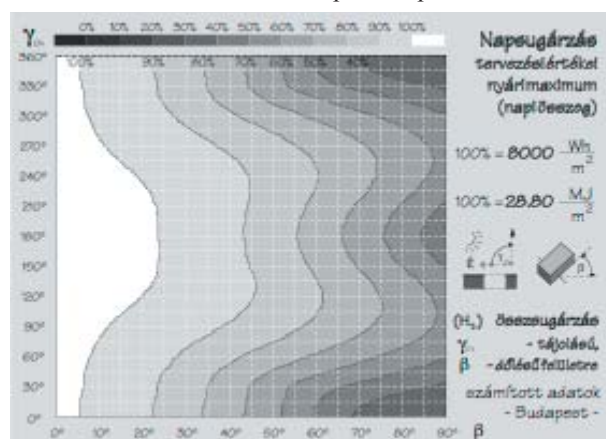
6. ábra

Szabadon álló épület tetőidomát sokféleképpen ki lehet alakítani. Ez a szabadság lehetővé teszi, hogy legalább egy tetősík a „legkedvezőbb” irányba nézzen, ahol elhelyezhető a kollektorok vagy a napelemek. Zártorú beépítés esetén az épület leggyakrabban nyeregtetős kialakítású. A nyeregtető két síkja közül az egyik mindig 90°–270°-os tájolás (vagyis a kelet és nyugat közé eső, a délet is magába foglaló féltér) közé esik.

A besugárzási ábrákat figyelembe véve ki lehet jelenteni, hogy minden tetőfelületre el lehet helyezni kollektorokat, illetve napelemeket 10%-os teljesítmény csökkenéssel számolva. Ez a teljesítmény kiesés azonban egy kicsit nagyobb lefedett területtel kompenzálható. A napelemek és napkollektorok elhelyezésekor nem érdemes a tető síkjából kilépni. A minimális többlet nyereség olyan épületszerkezeti és statikai problémákat vet fel, amelyek megoldása csak nagyon drágán oldható meg. A kollektorok között is különbséget lehet tenni, egy vákumcsöves kollektor például sokkal kevésbé érzékeny a beesési szögek különbségére.

A napelemek árának csökkenése és a hatásfokuk növekedése már új lehetőségeket teremt az építészek számára. Egy-

re többször találkozhatunk a homlokzati síkra szerelt függőleges napelem táblákkal. Ezek a táblák sokszor az energia termelés mellett esztétikai szerepet is kapnak.



7. ábra

A nyári időszakot vizsgálva (7. ábra) arra a megállapításra juthatunk, hogy a függőleges felületek közül a keleti és nyugati tájolarra több napenergia érkezik mint a délire. A déli tájolarra nem mindig jelenti az „optimális” szoláris nyereség irányát. Az építészek és a megrendelők is bátrabban helyezzenek el napelemeket, kollektorokat a tetőn és a homlokzaton is. Az optimálistól való 10%-os deficit még mindig 90%-os nyereséget jelent ahhoz képest, ha nem hasznosítjuk a legtermészetesebb energiaforrást, a napenergiát.

ÖSSZEFOGLALÁS.

A napkollektorok alkalmazása Magyarországon is elterjedőben van. A napenergia azonban nem minden épületfelületen hasznosítható teljes intenzitással. Jelen publikáció azokat az összefüggéseket tárgyalja, hogy milyen módon változik a napkollektorok kihasználtsága az eltérő tájolarú, és hajlásszögű tetőfelületeken. A besugárzási ábrákból kiderül, hogy a napkollektorok hatásfokát az ideálistól eltérő irányultságok esetén kismértékű túlméretezéssel pótolni lehet.

Kulcsszavak: napkollektor, tájolar, napenergia intenzitása

SUMMARY

Nowadays, using of solar collectors is more and more common in Hungary. The intensity of the solar energy radiation is not the same on the surfaces of the buildings. This paper is about the relations between the orientation and angle of the roof surface and the efficiency of the solar collectors. The graphics show that the efficiency of the collectors on a non-optimal-sided roof surfaces can be compensate with few oversizing.

Keywords: solar collector, building siting, intensity of solar radiation

IRODALOMJEGYZÉK

- [1.] JOHN A. DUFFIE, WILLIAM A. BECKMANN: Solar Engineering of Thermal Processes A Wiley-Interscience Publication 1991.

ALKALMAZOTT MŰVÉSZETI INTÉZET

INSTITUTE OF APPLIED ARTS

„Junior Prima- építész„díjazottak

A három éves” ÉPÍTŐMŰVÉS” BA alapszak és az idén beinduló 2 éves ÉPÍTŐMŰVÉS MA mesterszak a mintegy 15 év soproni tapasztalattal bíró 5 éves építész-belsőépítész képzés hagyományára épül. E múlt bőven rendelkezik visszajelzésekkel és szakmai eredményekkel, elismerésekkel. Végzett hallgatóinkat kivétel nélkül fogadja, alkalmazza a szakterület, s az önálló vállalkozások, művészeti alkotó csoportok sikeres működésükkel a hazai építészet és tárgytervezés palettáját láthatóan színesítik.

A 2008 évben előszörre meghirdetett Junior Prima építészeti díj 10 hazai díjazottja között a Nyugat-magyarországi Egyetem - AMI két végzős hallgatója is szerepelt: Nagy Júlianna és Domokos Attila építészek.

A 2009. évben Káldos András építészhallgatónk vehette át a díjat.

Valamennyien a diplomamunkájukkal pályáztak, melyekből az alábbiakban rövid ízelítőt adunk:

Nagy Júlianna a Kőszeg – Gyöngyös patak – Malomárok rehabilitáció kapcsán egy Környezetvédelmi Látogató Központ tervével érte el elismerését.

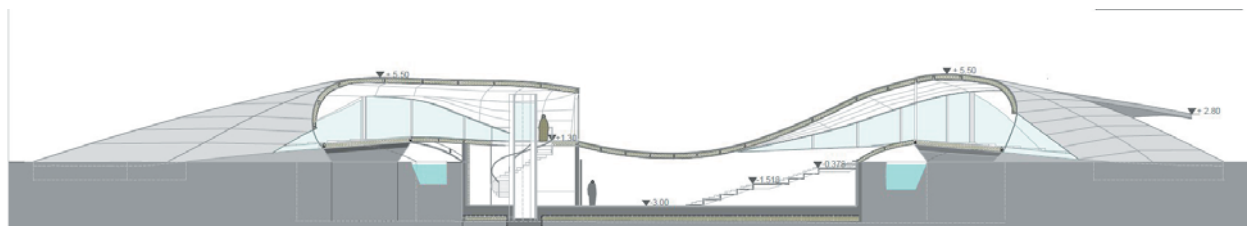
Idézet a diplomamunkából: Az általam létrehozott környezetvédelmi látogató központ, nem csak belső tartalmával, hanem külső megjelenésével is azt a célt szolgálja, hogy felhívja a figyelmet a víz csodálatos és törekeny világára. Épületemmel egy olyan jelet kívánok létrehozni, ami felhívja a figyelmet a víz fontosságára és fenyegető gondjaira. A patakkal együtt élő, abból kiemelkedő, és abba bele süllyedő azzal párhuzamosan futó épület a víz kimerevített formavilágát idézi. A vizet örök körforgás, állandó mozgás, változás jellemzi, egyszerre található meg a föld felett a föld alatt és a földön. Átjárja, beszövi életünket. A víz körforgását idézve, az épületem möbiusként tekeredő egymástól elváló, majd újra egybekapcsolódó szalagszerű fonadékok összessége. A szalagok nem állnak össze teljes zárt egységgé. Szétszakadásuk, elválásuk majd összeshövődésükkel szeretném jelképezni, hogy a víz hajdan volt egysége, harmóniája megszakadt, természete megváltozott.

Épületem formai kialakításában nagy szerepet játszott az, hogy először a helyszínnel, Kőszeggel és a patakkal megismerkednem. A városrendezés során patak láthatat-

lan erővonalait felkerestem, és azt hívtam segítségül a tervezés során. A vonalak kialakítása közben szabályszerűségekre lettem figyelmes, ami az erővonalak egymás közti viszonyában mutatkozott meg. Számomra ez a felfedezés újabb izgalmakat hozott, mivel régóta érdekelt egy olyan épület, ami a természet geometriáján alapulva jön létre, egy olyan forma, amelyet a fraktál matematika irányít. „A fraktálok igen bonyolult matematikai alakzatok, amelyek ezért logikai úton csak kis fokon érthetők meg, viszont bizonyos törvényszerűségek szemmel is megfigyelhetők rajtuk. A legfőbb ilyen tapasztalat az, hogy az alakzatok különböző nagytásoknál bizonyos ciklikus viselkedést mutatnak.” Ezt a ciklikusságot kihasználva a patak zsugorított erővonalai által kirajzolódtott egy sík, melyet vonalkötegek sokasága határolt, csakhogy még síkszerű volt, a vonalak nem alkottak téri befoglalókat. Így első lépésként a vonalkötegek mennyiségét lecsökkentettem a minimálisra a víz áramlásának matematikájára, olyan szinuszgörbévé alakítottam át, mely meghatározott ívekre csavargörbét alkot. Ezen térbeli alkotókra húzott felületháló segítségével kaptam meg az épület befoglaló formát, egy tömlőszerű képződményt. A befoglaló formát azonban tovább torzítottam, úgy hogy az alkotókat olyan sorrendben kötöttem össze, hogy azok ne alkothassanak zárt formát, így kívánva elérni a kifejezni vágyott mondandómat, a víz törekeny világának bomlását.

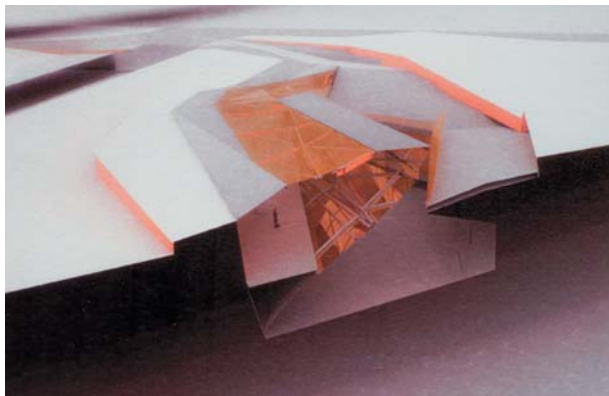


Domokos Attila építészhallgatónk egy rendhagyó témát választott. Szubkultúra Park néven a városi lét lapangó és eddig támogatottságra nem talált jelenségeinek



– az alternatív mozgásnak, gördeszkázásnak, akrobata kerékpározásnak, graffiti művészetnek és zenének teremt építészeti környezetet, ugyancsak rendhagyó formában.

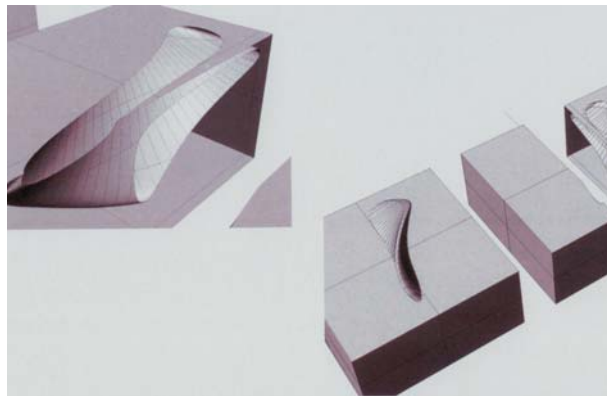
Idézet a tervéhez kapcsolódó dolgozatból: ...Láva vulkán, tektonikus erők, mint alap gondolatkör. A társadalom felszín alatti erőinek működésére kézenfekvő metafora a vulkáni erők működése a mélyben...



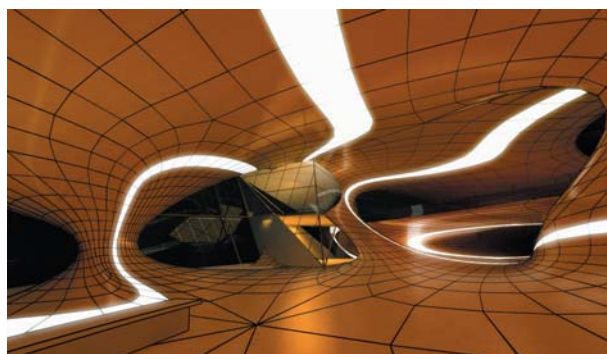
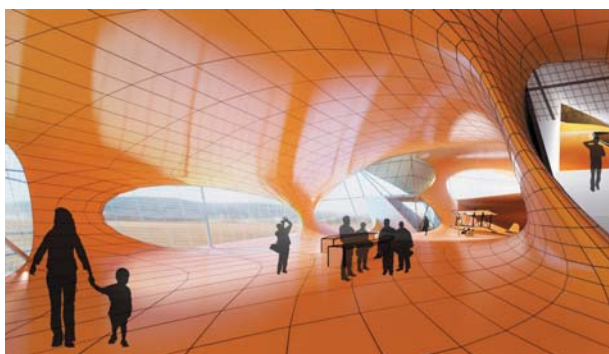
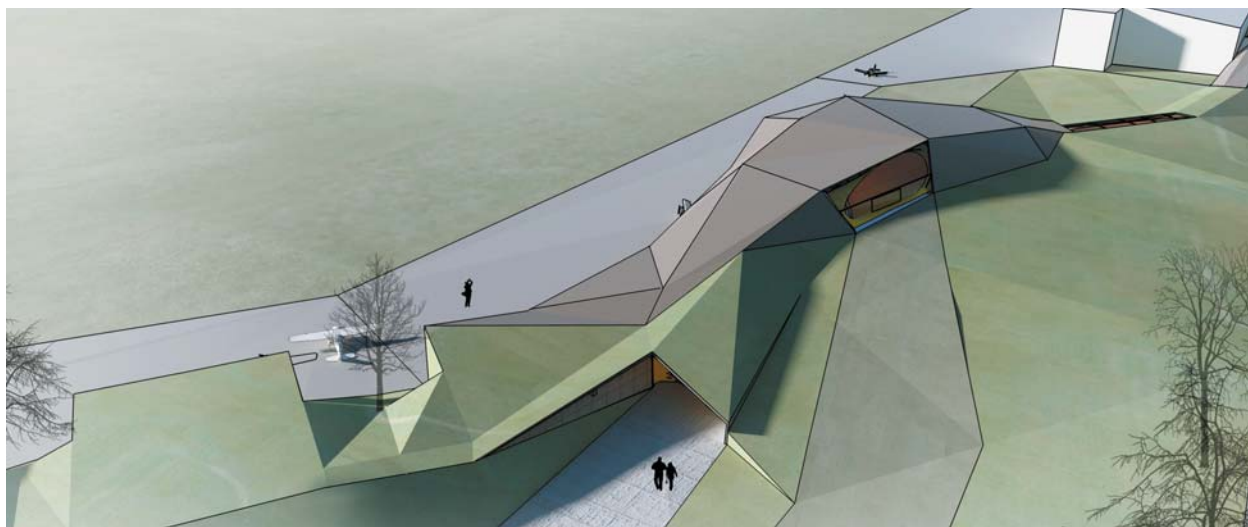
Káldos András, idei nyertes építészhallgatónk a Budaörsi Repülőtér hányatott sorsú működésének és környezetének megújítására tett javaslatot diplomatervében.

Munkája példamutatóan a jelenkor építészeti technikai csúcsait célozza - sikerrel - amint azt a reptér eredeti tervezői is, az akkori repüléstechnikai mérnöki- műszaki szinthez méltó építészeti megfogalmazással tették.

A formai tanulmányokkal az volt a célom, hogy egy olyan formát érjek el, ami még nem kaotikus, de nem is jellemzi modoros letisztultság. Nem tudom az eleganciát hozzárendelni egy ilyen témakörhöz. Tehát a vulkáni tevékenységet, a tektonikus erők zajosságát nem szeretném átírni letisztított formává, hanem egy olyan parkot szeretnék kialakítani, ami nem hagy nyugtot, nem csendes...



Tervezési koncepcióját az alábbiakban fogalmazta meg: A felvázolt építészeti program a magyar repülés központjává teszi meg a budaörsi repteret, a sport funkcióinak és szolgáltatásinak bővítésével, és új funkciók beépítésével. A program egy olyan multifunkcionális komplexumot vázol fel, amelyben a működő reptér, a repüléstörténelmi múzeum is helyet kap. A bővítésnek kö-



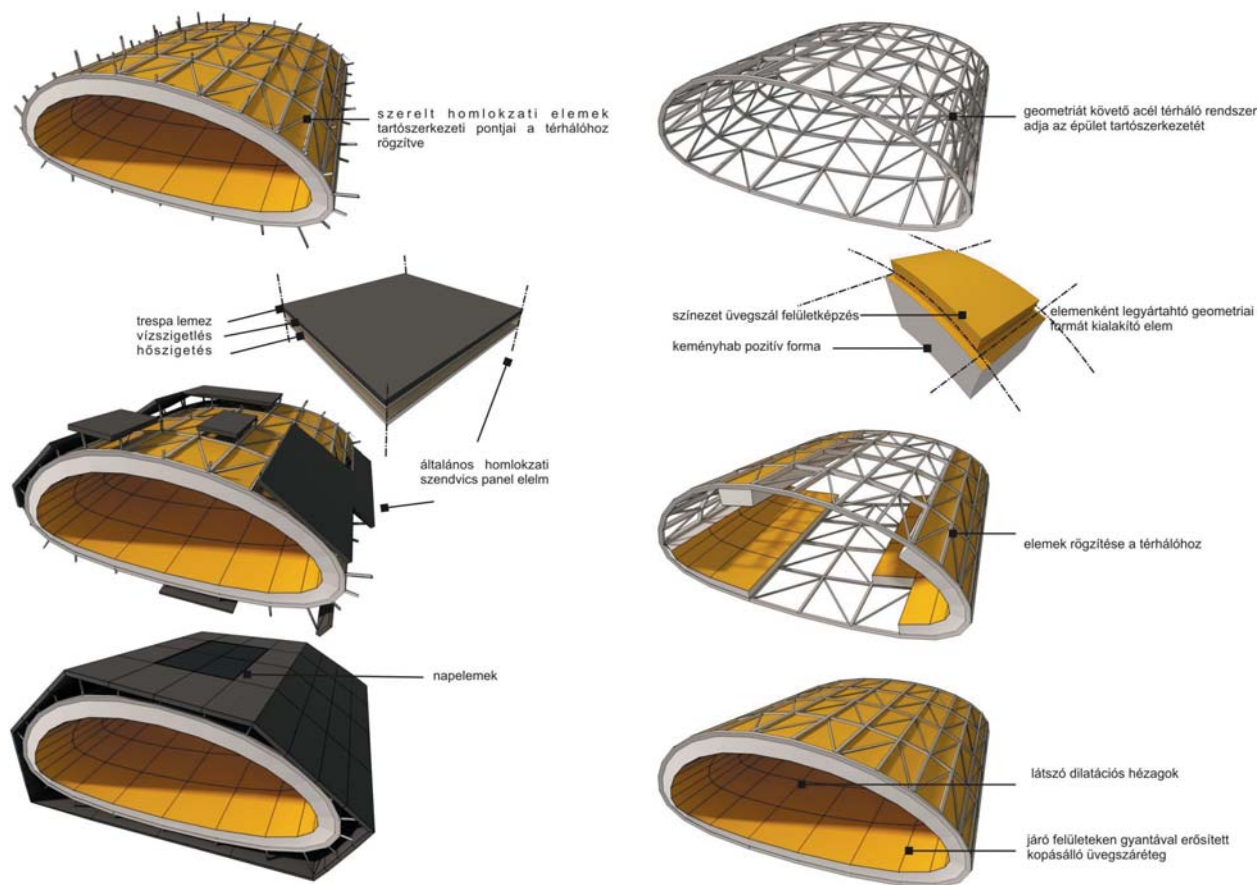
szönhetően a műemléki épületek hasznosulnak és aktív résztvevői lesznek a reptér életének.

Az építészeti program legfontosabb eleme az új központi épület, amely egyrészt reprezentatív helyszínt biztosít különböző reptéri funkcióknak, szolgáltatásoknak, másrészt összekapcsolja a műemléki épületekben elhelyezett repüléstörténeti múzeumot és az új reptérhez kapcsolódó hangárépületeket.

A beépítési és építészeti koncepció lehetőséget nyújt a reptér további bővítésére. Egyrészt a hangár sor folytatásával a reptér kapacitása növelhető, másrészt a tervezett új elemek, alapját képezhetik a repülőközpont további bővítéséhez, ahol oktatás és fejlesztés is folyhat.

A tervezett új hangár – központi épület – múzeum sor formai és szerkezeti megoldásaiban felhasznál-

ja és felmutatja mai repülés tudomány és technika eredményeit. Az épület két külön meghatározható elemből épül fel, amelyeknek együttese repülőhöz hasonló szerkezetet alkot a központi térben és annak folytatásában. Az egyik a külső héj, amely egy merev poligonális bőr, a másik pedig a teherhordó belső mag, egy folyékony térforma. A megfogalmazott szabad építészeti formálás által nem csak fizikai, hanem szellemi kapcsolódási pontok is kialakulnak a műemléki épületekkel. Ez az organikus formálás egyrészt a különböző funkciók egymásba olvadását is alakítja a központi térben, másrészt pedig olyan kifejező erővel bír, amely reprezentálja a magyar repülés múltját és jövőjét és általánosabb síkon közvetíti repülés érzését és térbeli szabadságát.



FAIPARI TANÜZEM

WOODSHOP

RÖVID TÖRTÉNETE

Az 1957-ben indult faipari mérnökképzést követően elindult a faipari üzemmérnök képzés (1971), ami sűrűn hatott a gyakorlati képzés egyetemen belüli megvalósítására.

1973-74-ben az akkori Bútor és Épületasztalosipari Tanszék (ma Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet) több változatban dolgozta ki a Tanműhely tervét. A megvalósítás, a műszaki átadás 1978-ban következett be, az oktatás az 1979/1980-as tanévben kezdődött meg.

A Tanműhely szervezetileg 1979-től a Bútor és Épületasztalosipari Tanszékhez, ill. a Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézethez tartozott, önállóságát 2002-ben nyerte el.

Nagyon sok tartalmi és infrastrukturális fejlesztés valósult meg, ennek eredményeként 2005-ben az a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Miniszter „Minősített Tanüzem” címet adományozott a szervezeti egységnek.

2008 óta, mint Faipari Tanüzem látja el feladatát.

FELADATAI

Karunk gyakorlati oktatásának legfontosabb szintere a Faipari Tanüzem. Az itt folyó gyakorlati oktatás során hallgatóink négy lépcsőben jutnak el oda, hogy valamennyi asztalosipari gyártmányt - bútort, ajtót, ablakot – képesek legyenek elkészíteni.

1. Tanműhely 1: alapismeretek

- gép és szerszámismeret
- faanyag ismeret
- segédanyag ismeret
- alapszerkezet ismeret

2. Tanműhely 2: tömörfa megmunkálás (egyszerű termék)

- szabászat
- keresztmetszeti és szerkezeti megmunkálás
- felület előkészítés
- felületkezelés
- összeállítás
- szerelés

3. Tanműhely 3: lap megmunkálás

- lapszabászat
- élzárás
- szerkezeti összeépítés
- szerelvényezés

4. Tanműhely 4: ablak-, ajtógyártás

- hossz és keresztmetszeti megmunkálás
- keret összeállítás
- felületkezelés
- vasalat szerelés
- üvegezés

MUNKATÁRSÁK:

Tóth György műszaki tanár, tanüzem vezető

Márkus László műszaki szakoktató

Németh Ferenc műszaki szakoktató

Szabó Árpád műszaki szakoktató



CONTENTS

- Institute of Machinery and Mechatronics**
Intézetigazgató: Dr. Varga Mihály egyetemi tanár
Predecessor of the Institute of Machinery and Mechatronics was established by Prof Dénes Szabó in 1959. The Institute keeps excellent connections with the other Hungarian Engineering Institutes of Higher Education and the industrial enterprises. Several laboratories help the work of the Institute.
- Csanády E.; Németh Sz.; Bakki-Nagy S. I.; Tatai S.:*
Investigation of dynamic behaviour of rigid and semi elastic vacuum clamping in the wood industry
Paper deals with the consequences of the different work piece clamping systems used in CNC machine centres in wood industry. Forces and vibrations occurring during cutting were compared between the traditional vacuum system and the more favourable rigid clamping.
- Institute of Applied Mechanics and Structures**
Megbízott intézetigazgató: Dr. Tolvaj László egyetemi tanár
The first independent department of mechanics was established at the University of Forestry and Wood Sciences in 1962. Researches carried out in the Institute deal mainly with the mechanical investigation of wood and wooden structures. Research work is supported by a few laboratories.
- Kánnár A.:*
Preload history experiments in spruce wood by acoustic emission testing
During fabrication processing wood material is subjected to considerable heat effect and its moisture content drastically decreases. Paper presents how the emission properties of spruce wood change due to the damages occurring during prefabrication treatments.
- Institute of Physics and Electronics**
Intézetigazgató: Dr. Papp György egyetemi tanár
History of the Institute goes back to 1765. Until the last reorganisation in 2006 several internationally well-known researchers worked in the Institute. Building of the first Hungarian particle accelerator for instance was managed by one of the famous professors of the Institute, Károly Simonyi.
- Tolvaj L.; Barta E.; Preklet E.; Papp Gy.:*
Infrared spectroscopic study of photodegradation of wood
Paper deals with the photodegradation of wood caused by different kind of UV-radiators and by radiation of sun. Chemical changes at the surface of wood caused by degradation were analyzed by the infrared spectroscopic method.
- Institute of Informatics and Economics**
Intézetigazgató: Dr. Jereb László egyetemi tanár
At the University of West Hungary the first information department was founded in 2002. The Department of Information Technology obtained the independent institute status in 2003. The present organisation form was formed in 2007 year, when the department joined with the Department of Wood Enterprise and Marketing.
- Bacsárdi L.; Horváth Á.:*
Mobile ad hoc networks in the applied informatics
Authors give a brief overview about the typical architecture of ad hoc networks and some of the most important application scenarios. They present a four-layer-architecture which can help to gain information from different sources, and to process and visualise the collected information.
- Institute of Wood Science**
Intézetigazgató: Dr. Molnár Sándor egyetemi tanár
The predecessor of the Institute of Wood Science was established in 1923. Research field of the Institute professionally covers different areas of wood biology, wood physics, wood mechanics, wood protections and wood utilisations. Four well equipped laboratories belong to the Institute.
- Komán Sz.; Molnár S.; Fehér S.; Ábrahám J.; Tóth B.:*
Investigation of significant energetic characteristics of locust and poplar plantations
In the years past distinctive attention has been paid to development of technologies utilising the renewable energy sources. Research work of authors was directed to determination the energetic characteristics of the quickly growing wood species being native in Hungary.
- Institute of Product Design and Manufacturing**
Intézetigazgató: Dr. Dénes Levente egyetemi docens
The Institute was established in 1995. Before that time research work had been directed toward development of wood constructional elements and their production technologies. Later this field was completed by product ergonomics, quality assurance and property planning of products.
- Dénes L.; Kovács Zs.; Láng E.:*
Innovative wood composites from veneer residues
The newly developed composite presents the most valuable utilization of the sliced veneer waste. The experimental design method gives valuable results even when investigating several factors' effect with few runs. The most important influencing factors were: thickness, orientation and pressure.
- Institute of Wood and Paper Technology**
Intézetvezető: Dr. Takács Péter egyetemi tanár
The Institute of Wood and Paper Technology was established in 1988. The Institute develops and teaches the technology of wood chopping, cutting and improving. Its principal activity is attached to the development of the new types of wood composites.
- Bejó L.; Takács P.:*
Causes of warpage in small beech plywood panels and possibilities for warpage reduction
The warping of small plywood panels is a serious problem in terms of their marketability and utilisation. This article reports the results of an investigation concerning the influencing factors of warpage, and its possible prevention in small beech plywood panels.
- Institute of Architecture**
Intézetvezető: Dr. Szabó Péter egyetemi docens
The Institute wrote, compiled and published several lecture notes and books. Among them the most considerable was the first Hungarian book for building constructions published more than 100 years ago (in 1898). In addition to research and teaching activities the staff consider very important to design and produce wood constructions.
- Szabó P.:*
Solar positioning of roof surfaces
Solar cells can be placed not only on roof surfaces but on vertical walls as well. According to author's conclusion the south positioning of solar cells does not always prove to be optimal. In summer more solar energy reaches the vertically located solar cells positioned to east and west than to south.
- Institute of Applied Arts**
Intézetvezető: Dr. Mészáros György egyetemi docens
The Institute of Applied Arts has fifteen -year tradition of Sopron. The Institute is proud of its young students among them three persons who have already got the architect prize Junior Prima.
- Woodshop**
Tanüzemvezető: Tóth György
The Woodshop was opened in 1978. During training work carried out here students obtain practice in four steps in the main fields of the manufacturing the joiner-made product like furniture, doors and windows.

GÉP

INFORMATIVE JOURNAL

for Technics, Enterprises, Investments, Sales, Research-Development, Market of the Scientific Society of
Mechanical Engineering

Dr. Döbröczöni Ádám
President of Editorial Board

Dr. Kálmán András
General Editor

Dr. Péter József
Dr. Szabó Szilárd
Deputy

Dr. Barkóczy István
Bányai Zoltán
Dr. Beke János
Dr. Bercsey Tibor
Dr. Bukoveczky György
Dr. Czitán Gábor
Dr. Danyi József
Dr. Dudás Illés
Dr. Gáti József
Dr. Horváth Sándor
Dr. Illés Béla
Dr. Jármái Károly
Kármán Antal
Dr. Kulcsár Béla
Dr. Kalmár Ferenc
Dr. Orbán Ferenc
Dr. Pálkás István
Dr. Patkó Gyula
Dr. Péter László
Dr. Penninger Antal
Dr. Rittinger János
Dr. Szabó István
Dr. Szántó Jenő
Dr. Tímár Imre
Dr. Tóth László
Dr. Varga Emilné Dr. Szűcs Edit

Cooperation in the editing:
Dr. Varga Mihály



Dear Reader,

In the present number of monthly journal GÉP the Faculty of Wood Sciences of the University of West Hungary introduces itself. History of University of West Hungary can be traced back to 1735 i.e. the foundation year of the School for training Mining Officers in Selmecbánya. Continuous development and widening were followed by the forced moving the institute to Sopron, then in 1957 the separate training of wood industry engineers started, and in 1962 the Faculty of Wood Industry came into existence. Since that time the Faculty of Wood Sciences has turned into centre of colourful training profile with technical weight point in the border region. Among its training profiles there are engineering, informatics and applied (industrial) art courses. Based on the former university education in 2010 all courses start not only at bachelor (BSc) but master (MSc) level as well. There is only one exception namely the mechatronics engineering course in Zalaegerszeg, received from the Budapest University of Technology and Economics (BME) and based on the rapid engineering development in the wood industry, starts on basic level this autumn. The Cziráki József Doctoral School of Wood Science and Technology existing since 1992 makes the training structure complete and provides teacher reinforcements for the Faculty both in the past and the future for a long time.

Consequence of the colourful educational programs is the high number of small courses which generate some advantages and disadvantages. Decisive advantage of this structure is that it creates extensive possibility in education, research and innovative cooperation for our teachers and students. The Faculty utilizes these possibilities, since our own income from industrial innovations and applications is practically equal to the same from the budget support. Papers published in this number of the journal GÉP present this varied world. Majority of papers are directly joined to the natural material of the Faculty, namely to wood, at the same time examples given from energetics, wooden structures, product design, infocommunications or design art show the possibilities which have been used so far and which go beyond the presented examples as well.

I would like to hope that our introduction gives interesting and diverse picture for Dear Reader.

Sopron, January 2010


Dr. László Jereb
Dean

Managing Editor: Dr. Kálmán András. Editor's address: 3529 Miskolc, Budai József u. 46.
Postage-address: 3501. Pf. 55. Phone/fax: (46) 325-504, 20/9358-812. E-mail: kaestsa@axelero.hu
Published by the Scientific Society of Mechanical Engineering, 1027 Budapest, Fő u. 68.
Postage-address: 1371, Bp, Pf. 433
Phone: 202-0656, Fax: 202-0252, E-mail: ficze.gte@mtesz.hu, Internet: www.gte.mtesz.hu
<http://gép-ujtag.fw.hu>

Responsible Publisher: DR. IGAZ JENŐ Managing Director

Printed by Gazdász Nyomda Kft. 3534 Miskolc, Szervezet u. 67. Managing Director: Vesza József
Price per month: 900 Ft; Subscriptions 2.700 Ft per a quarter, 5.400 Ft per an half a year, 10.800 Ft per year.
Distribution in foreign countries by Kultúra Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat H-1389
Budapest, Pf. 149. and Magyar Média H-1392 Budapest, Pf. 272.

INDEX: 25 343 ISSN 0016-8572

All articles are peer reviewed.

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM ERDÉSZETI ÉS FAIPARI AKKREDITÁLT VIZSGÁLÓLABORATÓRIUM

Accredited Testing Laboratory of Forestry and Wood Industries
(Akkreditációs szám: NAT-1-1521/2007)

Laboratóriumigazgató:

Prof. Dr. Varga Mihály CSc. intézetigazgató egyetemi tanár

H-9400 Sopron, Ady Endre u. 5.; Telefon: (36) 99/518-158; Fax: (36) 99/518-969

Mobil: (36) 06-30/9932577 E-mail: vargam@fmk.nyme.hu

Internet: <http://labor.fmk.nyme.hu>



A Vizsgálólaboratórium az Erdészeti-Műszaki és Környezettechnikai Intézet (Erdőmérnöki Kar), a Gépészeti és Mechatronikai Intézet, a Faanyagtudományi Intézet valamint a Műszaki Mechanika és Tartószerkezetek Intézet (Faipari Mérnöki Kar) szakembereire épülve szerveződött, az akkreditálás műszaki területében meghatározott feladatok ellátására. Jelenleg a Nemzeti Akkreditáló Testület által NAT-1-1521/2007 számon akkreditált státuszban az alábbi tevékenységi körökben folytat vizsgálatokat.

- Erdészeti és faipari munkaeszközök munkabiztonsági vizsgálata,
- Ipari létesítmények környezeti zajkibocsátásának vizsgálata, hatásterület meghatározása
- Egész testre ható rezgésterhelés és helyi (kéz- kar) rezgésterhelés vizsgálata;
- Dolgozót érő zajterhelés vizsgálata;
- A munkahelyi légtér szennyező fapor és egyéb faalapú porok mintavétele és vizsgálata,
- Faanyag, fém és műanyagok mechanikai, szilárdsági vizsgálatai,
- Fa tartószerkezeti vizsgálatok
- Faipari anyagvizsgálatok
- Faipari termékvizsgálatok
- Faanyagvédelmi vizsgálatok
- Faanyag osztályozás szilárdság szerint
- Helyhez kötött légszennyező források szilárd (nem toxikus) légszennyező anyag emisszió értékének mérése



ANYAG- ÉS TERMÉKVIZSGÁLÓ LABORATÓRIUM



felületkezelt
termékek,
padlóburkoló
anyagok
vizsgálatai



bútorok statikus
és dinamikus
vizsgálatai



formaldehid-tarta-
lom és kibocsátás
meghatározása



hőkezelő
üzemek
minősítése



ajtók, ablakok
teljeskörű
vizsgálata



játszóterei
eszközök
vizsgálata



NYME-FMK FAIMEI Anyag- és termékvizsgáló laboratórium

9400 Sopron, Bajcsy-Zyilinszky E. u. 4.

tel 99 518 302 • 99 518 319 • 99 518 343 • 99 518 231

fax 99 518 302 • e-mail faimei@fmk.nyme.hu • web <http://faimei.fmk.nyme.hu>



- ANYAGVIZSGÁLAT
- SZERKEZETVIZSGÁLAT
- KAPCSOLATVIZSGÁLAT
- ALAKVÁLTOZÁSMEZŐ MEGHATÁROZÁS



Tevékenységeink

- Gerenda típusú termékek statikus és dinamikus teherbírasi és merevségi vizsgálata.
- Tartók fásasztási és tartóssági vizsgálata.
- Szerkezeti elemek közötti kapcsolat teherbírasi, merevségi és dinamikai vizsgálata.
- Falpanelek, födécek teherbírasi és merevségének meghatározása statikus és dinamikus terhek hatására.
- Bútor, ajtó, ablak teherbírasi és merevségi vizsgálata.
- Végeselem-módszer alkalmazása a vizsgálati identifikációjához.

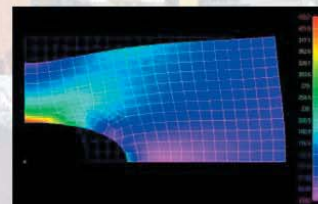


modell



Referenciáink

Faszervezeti kapcsolatok földregés-állósági vizsgálata (USA).
Viszkoelasztikus anyagörvény meghatározása fára, alkalmazása tartószerkezeteken (OTKA).
COPERNICUS (ELVE) nemzetközi kutatási projekt. (Fa-fém szerkezeti kapcsolat vizsgálata végeselem-módszerrel)
MSZT Műszaki Bizottsági Tagság – EUROCODE 5 honosítás.



KAPCSOLAT

H - 9400 Sopron,
Bajcsy-Zsilinszky E. u. 4.
Telefon: +36-99-518-960,
+36-20-561-7250
Postacím: H - 9401 Sopron, Pf. 132.
E-mail: tstlab@fmk.nyme.hu
Honlap: <http://tstlab.fmk.nyme.hu>

