

FAIPAR

A FAIPAR TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA

SCIENTIFIC JOURNAL OF WOOD INDUSTRY

LX. évfolyam 2012/3. szám



50 éves a
FAIPARI
MÉRNÖKI KAR
1962-2012

50 év kutatásai a Faipari Mérnöki Karon

Prof. Dr. Jereb László dékán



Ünnepel a Faipari Mérnöki Kar!

Ebben az évben kapják kézbe aranydiplomájukat az 1962-ben Sopronban elsőként végzett faipari mérnökök, és ugyanebben az évben, 50 éve került sor a Faipari Mérnöki Kar – és ezzel egy időben az Erdészeti és Faipari Egyetem, a mai Nyugat-magyarországi Egyetem elődjének – az alapítására. Ötven év fordulatokkal teli történelmét ünnepeljük: e fél évszázad alatt a kar az eredeti, kizárólag faiparcentrikus oktatástól a mai, műszaki, művészeti és informatikai képzéseket is magában foglaló, komplex tevékenység irányába fejlődött, amelyben természetesen továbbra is központi helyet foglal el a faanyag és a faipar.

Ez a történelem azonban nem csupán az oktatásról szól. A kar egyes tanzékei, később intézetei együtt fejlődtek a kar szélesedő tevékenységével, és idomultak új feladataikhoz a kutató (illetve, a művészeti területen, az alkotó) munka tekintetében is. Az egyes egységekben az elmúlt öt évtized során végzett kutatómunka jól tükrözi az 50 év során lezajlott társadalmi, gazdasági, ipari változásokat, amelyekre a kar folyamatosan reagált, igyekezett kielégíteni a mindenkori igényeket, formálva hazai fa- és bútortermékszerkezetét és műszaki megoldásait, majd később – az 1990-es évektől – hozzájárulva a művészeti, és – a 2000-es évektől – az informatikai fejlődéséhez is. Ezt a szerepet igyekszünk betölteni jelenleg is, elsősorban az ipar részéről érkező közvetlen igényekre reagáló, innovációs kutatási projektekkkel.

A Faipar jelen ünnepi számában a kar egyes intézetei adnak számot az elmúlt 50 év kutatásairól. Ezekben nyomon követhetjük a kar kutatás-fejlesztési tevékenységének szép ívét, a sok esetben nem is szerény kezdetektől a fennálló keresztlélés a mai időszakig, amikor gyakran nem könnyű körülmények között, időnként bizonytalan háttérrel, mégis töretlen lelkesedéssel és szép eredményekkel folytatódnak a projektek egyre inkább a gép- és járműipar, az energetika, a terméktervezés és az informatikai terület felé is nyitva.

Bízunk benne, hogy nem lesz ez másképp a következő 50 évben sem!





Prológus Prologue

50 év kutatásai a Faipari Mérnöki Karon » Prof. Dr. Jereb László «	... 3
-----------------------------------------------------------------------	-------

Oktatás Education

Alkalmazott Művészeti Intézet » Mészáros György «	... 5
Az Építéstani Intézet kutatásai a Faipari Mérnöki Kar alapítása óta » Sági Éva – Dr. Szabó Péter «	... 8
A Fizika és Elektrotechnika Intézet kutatásai a Faipari Mérnöki Kar alapítása óta » Joóbné Dr. Preklet Edina – Prof. Dr. Papp György «	... 11
A Fa- és Papíripari Technológiák Intézet kutatásai a Faipari Mérnöki Kar alapítása óta » Dr. Bejő László «	... 15
A Faanyagtudományi Intézet kutatásai a Faipari Mérnöki Kar alapítása óta » Dr. Németh Róbert «	... 20
A Gépészeti és Mechatronikai Intézet kutatásai a Faipari Mérnöki Kar alapítása óta » Prof. Dr. Varga Mihály «	... 23
Az Informatikai és Gazdasági Intézet kutatási tevékenységei » Prof. Dr. Jereb László «	... 28
A Műszaki Mechanika és Tartószerkezetek Intézet kutatásai a Faipari Mérnöki Kar alapítása óta » Dr. Kánnár Antal «	... 32
A Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet kutatásai a Faipari Mérnöki Kar alapítása óta » Dr. Dénes Levente «	... 35

Tudomány Science

Tönkrementeli elméletek alkalmazhatóságának vizsgálata térbeli feszültségállapot esetén » Garab J. « Investigation the usability of the strength criteria in triaxial stress state » J. Garab «	... 39
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------

Szerkesztői oldal Editorial

... 45

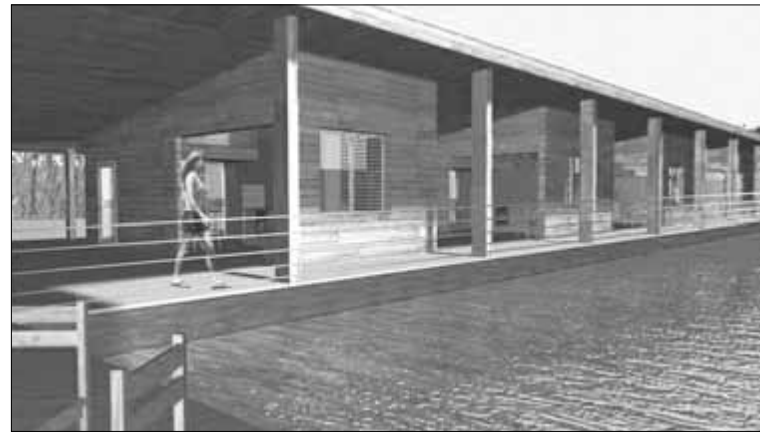


Alkalmazott Művészeti Intézet

Mészáros György

Több éves tervező munka után 1994 szeptemberében belsőépítész és formatervező szakokon indult meg a felsőfokú művészképzés a Soproni Egyetemen. Az előkészítő munka során az egyetem döntéshozó testületei Prof. Dr. Winkler András rektor vezetésével teremtették meg egy formai-esztétikai képzés egyetemi integrációjának adminisztratív, személyi és infrastrukturális elemeit. A program operatív részéért felelős egység, a Művészeti Stúdió Tasnádi György belsőépítész vezetésével jelölte ki a képzés kereteit és fogalmazta meg szándékait, mely szerint a képzés célja olyan vizuális művészeti szakemberek kiművelése, akik képesek a szűkebb és tágabb értelemben vett környezet formai alakítására, azok elemeinek és elemrendszereinek megtervezésére, a kapcsolódó területek sajátosságainak figyelembe vételével közös alkotómunkára. Az alapvetően a fával, papírral kapcsolatos művészeti képzés sajátossága és erőssége, hogy formai-esztétikai programja egy speciális műszaki műveltség kereteibe ágyazott, s az egyetemi integráció révén szellemi környezetét diszciplínák gazdag spektruma biztosítja.

1. ábra Vitorlasközpont a Fertőn (Tóth Viktória alkotása)



2. ábra Vitorlasközpont a Fertőn (Tóth Viktória alkotása)

Az első, 17 fős évfolyam építész tervezőművész és formatervező művész szakokon kezdte meg a tanulmányait, melynek kezdetben az egyetem Ifjúsági Háza adott otthont.

1996-ban az egykori József Attila Szakközépiskola Deák téri épületébe költözött a művészképzés. Az évek óta lakatlan és részben revitalizált épület tereit csak egy hosszabb programmal lehetett a felsőfokú művészképzés igényeihez igazítani. Az alapvetően gyakorlatorientált oktatói munka alapvető kerete ebben az időszakban alakult ki. A tantervi programban a formai-kreatív készségek művelését az intézet négy tanszéke (alapképző, építész, formatervező, grafika) valósítja meg. Munkájukhoz szervesen kapcsolódnak az egyetem társtanszékeinek, intézeteinek anyagismereti, technológiai, tervezésméleti szakspecifikus elméleti és gyakorlati programjai. A társadalomtudományok és a közgazdasági ismeretek a szakma gyakorlásához nélkülözhetetlen általános alapismereteket nyújthatnak. Az alaptárgyak, az alapozó tárgyak és a szakmai képzés tárgyai jobbra gyakorlati jellegűek, óraszámuk a képzés egészét tekintve meghatározó. A művészet és művelődésméleti tárgyak, a humántudományok valamint a nyelvoktatás kiegészítő tárgyai változatos tematikával a szakmai képzés egészét kísérik.

2005-ben az intézeti épület rehabilitációja a tetőzet felújításával vette kezdetét. A korábbi torna-



3. ábra Bélyegsorozat magyar népmesékhez (Nádi Boglárka alkotása)

teremből kialakított kiállítási tér után következett a kerítés teljes átépítése, a külső tatarozás, majd a belső felújítás. A programot az egységes bútorzat beszerzése zárta. A belső tereket a megnövekedett létszámot is figyelembe véve elsősorban a szakszerű tervező stúdiók, műtermek, előadóterek igényei szerint alakították ki.

2007-től a tantervi program kétlépcsős. Mindhárom művész szakon a hároméves alapképzésre (BA) kétéves mesterképzés (MA) épül. 2007-ben egy újabb szak, a tervezőgrafika szak indításával a vizuális művészetek oktatásának olyan komplex rendszere jött létre, mely felöleli a művészeti műfajok alapproblémáinak teljes körét. A téralkotás, a tárgyalgotás, a képkalkotás hármasság oktatás-módszertani szempontból egy széles spektrumú alapozó képzés és a ráépülő specia-

lizáció lehetőségét teremti meg, s az adottságtól és lehetőségektől függően a jövőben egy szabadon bővíthető képzési konstrukciót alapoz meg.

A 2008. március 20-án birtokba vett felújított épülettel a mintegy 700 millió Ft-os felújítási munkák révén – jelentősen javultak az AMI infrastrukturális adottságai.

Ma már jól felszerelt fa- és fémmegmunkáló, valamint modellező műhely, fotólabor és könyvtár, grafikai és animációs műhely, számítástechnikai labor, rajz és szobrász műterem, előadóterem, hallgatói kabinetek segítik a napi munkát.

A művészeti terület gyakorlata szerint tanulmányokat csak felvételi eljárás keretében tett sikeres felvételi vizsga birtokában lehet megkezdeni. A felvételi vizsgán a felsőfokú művészeti tanulmányokhoz nélkülözhetetlen rajzi, festészeti, plasztikai alapismeretek mellett a szakmai műveltség, a vizuális művészeti kreatív intelligencia, a személyes késztetés és rátermettség felmérése kerül sor.

A művészeti képzés indítása óta a jelentkezők száma magasan meghaladja a rendelkezésre álló keretet. Évenként általában 250-300 fő a felvételi-re jelentkezők száma, akiknek jó egyharmada első helyen választja a soproni képzést. Az évek során 40 főre bővült hallgatói felvételi keretszám is feltétlenül jelzi, hogy a soproni tervezőművészeti képzés tartja piaci pozícióját. A művészeti kreatív alkotó munka individuális, módszere és eredménye a műszaki-természettudományos kutatástól eltérő. Minőségi szintje az oktató munka szempontjából hitelesítő.

Vezető oktatóink állandó szereplői a helyi és országos művészeti eseményeknek, alkotásaikkal számos hazai és nemzetközi fórumon sikerrel

1. táblázat Eredmények

2005-2008		
ERFARET 2.2 alprogram		74,7 M Ft
2004-2005		
OM Pedagógiai Bizottság kutatási pályázat	Csíkszentmihályi Péter	0,4 M Ft
2007-2008		
Sylvanus Alapítvány tanulmány	Csíkszentmihályi Péter	0,4 M Ft
Ásványvízpalack tervezés	Szücsy Róbert	
Hangfal pályázat (Baross program)	Szücsy Róbert	
Intarziart Kft.	Szücsy Róbert	0,3 M Ft
2009		
Fertő tó Nemzeti Park tanulmány	Hadas László	0,2 M Ft
Linea Kft. 2 in 1 irodaszék	Mészáros György, Szücsy Róbert	2,5 M Ft
2009-2011		
Sopron városközpont projekt	Csíkszentmihályi Péter	16,2 M Ft

szerepeltek. 2011-ben Orosz István egyetemi tanár, 2012-ben Fekete György professzor emeritus munkássága elismeréseként Kossuth-díjat kapott.

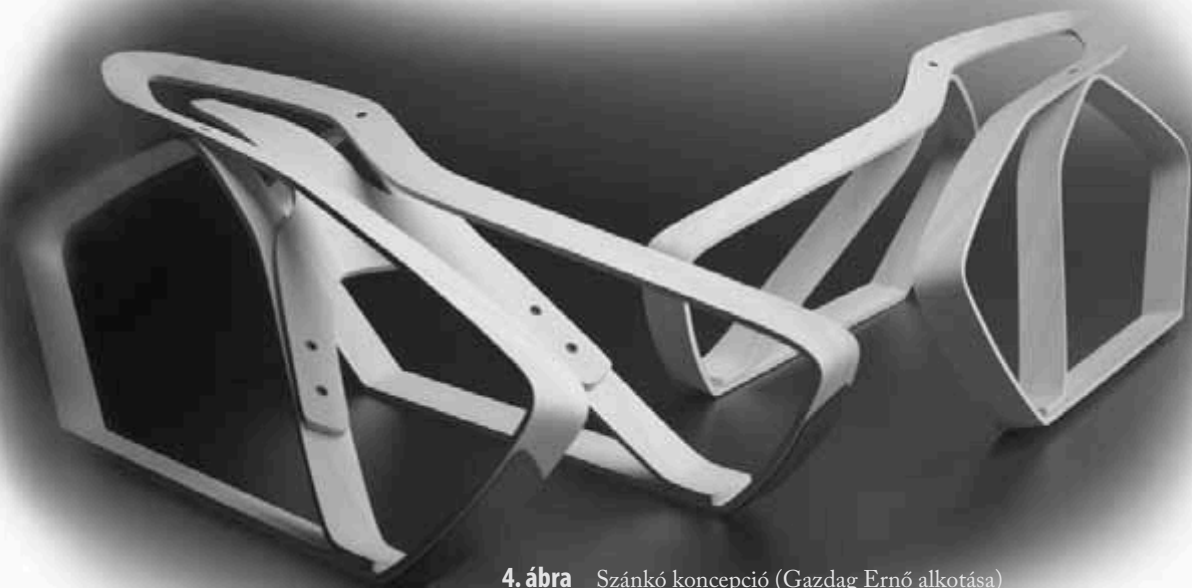
A számtalan innovatív hallgatói munka és eredmény, az „éles” diplomafeladatok és az intézeti megbízások egyre jobban kirajzolják azt a területet, ahol a művészeti tevékenység alkotó-kutató aspektusa érvényesül. A Faipari Mérnöki Kar kutatási programjaiba az intézet profiljának megfelelő sajátos, piaci szempontból is egyre inkább keresett tematikát visz, és viszont: a tervezőművészeti kutató tevékenységre jó hatással van a műszaki didaktika.

Meggyőződésünk, hogy az eddigi tapasztalok mentén

Sopronban, Linzben és Bécsben rendezett kiállításainkon „indoor-outdoor” címmel számoltunk be. Vezető oktatóink 2008-ban a Bécsi Iparművészeti Akadémián rendezett Európai Rektori Konferencián képviselték a soproni képzést.

2005 májusában Imatra, Lapperranta, Helsinki felsőfokú művészeti intézeteit ismerhettük meg. Az intézet képviselője 2005-ben Hannoverben, 2007-ben Koppenhágában, 2009-ben San Franciscóban rendezett ICSID konferenciákon vett részt. 2006 májusában az intézet és hallgatói kerekasztal beszélgetéssel záruló háromnapos programot rendeztek A.M.I. design címmel a bécsi Collegium

Hungaricumban.



4. ábra Szánkó koncepció (Gazdag Ernő alkotása)

sikeresen lehet kimunkálni a kölcsönösen előnyös együttműködés pályáit. A kari kutatási programok művészeti vonatkozásai az intézeti munka biztos szakmai és anyagi bázisa.

A hallgatók a hazai és a nemzetközi szakmai fórumok, pályázatok, kiállítások résztvevőiként számos díjjal, elismeréssel igazolták tehetségüket, a felkészítés színvonalát. Az intézeti tehetséggondozó munka feltétlen elismerése, hogy 2011-ben az AMI rendezte az V. Országos Művészeti Diákköri Konferenciát Sopronban.

Az intézet több középfokú művészeti iskolával kiépített szakmai kapcsolata révén biztosított utánpótlással, kiterjedt bázisiskolai hálózattal rendelkezik. Nemzetközi kapcsolataink folyamatosan bővülnek. A Linzi Művészeti Egyetemmel kialakított hatékony hallgatói és tanári kapcsolatainkról 2005-ben

Nemzetközi kapcsolataink jelentős részét a Kecskeméti Kerámia Stúdióban működő kihelyezett egységünk közreműködésével bonyolítjuk.

Az elmúlt időszakban török, finn, iráni vendég-hallgatók vettek részt az AMI szakos programjain, s egyúttal megnövekedett a külföldön egy-egy szemesztert, kurzust eltöltő hallgatóink száma is.

Az alkalmazott művészeti képzés igazolta a Nyugat-magyarországi Egyetem iskolateremtő szándékát, oktatási programja szakmai körökben elfogadott és elismert, eredményei alapján a Faipari Mérnöki Kar egyik sikeres vállalkozása. A határozott karakterű mérnökképzés keretein belül megteremtett művészképzés gazdagítja a Nyugat-magyarországi Egyetem profilját, és egyben sajátos adottságaival bővíti az országos kínálati palettát.



Az Építéstani Intézet kutatásai a Faipari Mérnöki Kar alapítása óta

Sági Éva, Dr. Szabó Péter



A Selmecen 1834 óta oktató építészeti tárgyaktól hosszú út vezetett napjaink Építéstani Intézetéig. 1872-től önálló tanszékként működünk, az elmúlt 140 évben oktatóink és kutatóink az építészet, később a faépítészet országos elismertségnek örvendő szakemberei voltak. Első tanárunkat, Lehoczy Gyulát Sobó Jenő, az első magyar nyelvű épületszerkezettan-könyv szerzője követte, aki szakértelmével közreműködött a selmeci paloták építésénél. Utóda, Solt Béla a soproni oktatási épületeket gyarapította a mai D-épülettel, melynek fődéme saját kora vasbeton-építészetének példája. A Soltot váltó Winkler Oszkár hazánk modern építészetének neves alakja: egyetemünk területén a régi kollégium, az F-épület és a GT-épület képviseli tervezői munkásságát. Az ő és a későbbi tanszékvezető, Kubinszky Mihály nevéhez köthető a faipari üzemek tervezése és a faépítészet mint oktatási-kutatósi terület felfutása intézetünkben. Winkler Gáborral erősödött meg profilunkban a településfejlesztés vonala. Napjainkban az építészet és kapcsolódó tudományterületek széles spektrumát képviseljük.

Az intézet kutatásai az elmúlt 50 évben

A faipari mérnöki szak 1957-es indítása, majd az Erdőmérnöki Főiskola 1962-es Erdészeti és Faipari Egyetemmé szervezésének egyik következménye volt a faipari kutatások megindulása az Építéstani Tanszéken.

A tanszék akkori vezetője, Winkler Oszkár elkezdett foglalkozni a faipar és az építészet kapcsolatával. A magyar fűrészüzemek korszerűsítése ekkortájt vált időszerűvé: a professzor ezért 1957-ben a fűrészüzemek építészeti vonatkozásait kezdte kutatni, kiértékelve a magyarországi és külföldi példákat. Vizsgálatai során több építészeti alapelvet leszőgezett.

A fűrészüzemek elemzése után, 1963-ban a tanszékvezető irányításával kezdtek bele a farost- és forgácslemezgyárak építészeti vizsgálatába. A kutatás a faipari üzemek technológiájának és építési ter-

veinek összefüggését vizsgálta, valamint a gazdaságos tervezést és építkezést elősegítő irányelvek kidolgozását tűzte ki célul. Együttműködésben a mai BME Ipari és Mezőgazdasági Épülettervezési Tanszékével, részletesen tanulmányozták a technológiákat, a hazai és külföldi üzemeket, a szakirodalmat, a gyártási folyamatokat. A szerzett tapasztalatokat Winkler Oszkár fűrészüzemek tervezésében is kamatoztatta.

1964-ben Kubinszky Mihály vezetésével kezdődött meg a „hullámbetétes, ill. ragasztott szerkezetű építőelemekből előregyártott házak” című téma vizsgálata, melynek későbbi folytatása a tanszék legfontosabb kutatási területévé vált az 1970-es években. A cél eleinte a hazai falemezipar hulladékának felhasználása volt: az ebből készült, hullámbetétes falemezt alkalmazták előregyártott épületek készítéséhez. Három év múlva már a faházaknál alkalmazható paneles szerkezetek tervezésére koncentráltak, és olyan, hálós alaprajzokat dolgoztak ki, melyek a kor elvárásainak megfelelően a lakásigényre jelenthettek lehetséges megoldást. Az ÉVM „Könnyű acél, alumínium- és műanyag szerkezetek és szerkezeti rendszerek széleskörű építőipari alkalmazásának előkészítése” c. célprogramjával összhangban a projekt átalakult széldeszka-burkolatú, fapaneles alaprajz-rendszerek kidolgozásává. A végeredmény teljes, fapanelekből összeállítható típuskollekció volt.

A szerzett ismereteket a faipari mérnökök oktatásában is hasznosították: 1965-ben a két féléves „Építési anyagok és szerkezetek” és a „Faipari üzemek épületei” c. tárgyak alkotta, szigorlattel lezárt oktatási egység a faiparos hallgatók számára valódi, részletes és gyakorlati építészeti ismereteket adott.

Az 1970-es években a faépítészet került előtérbe a faipari építészet helyett. Winkler Oszkár ugyan folytat kutatást „Bútoripari üzemek tervezése” témában, de a fő vonalat 1971 és 1976 között „A fa korszerű alkalmazása lakóházak és hétfégi házak építésében” c. átfogó kutatási projekt jelentette. Előzménye volt a már említett típuskollekció,

melynek továbbgondolását a MÉM felelős főosztálya olyannyira fontosnak ítélte, hogy középtávú kutatási feladatként támogatta. A téma felelőse és koordinátora az Építéstani Tanszék volt, a tanszék érintő témacsoportok között többek között szerepelt a lakóházak és hétvégi házak terveinek és tervcsaládjainak valamint azok szerkezeteinek összegyűjtése, fejlesztése, lakóházak és hétvégi házak szerkezeteinek elemzése is. A kutatási eredmények képezték az 1973-as egyetemi Tudományos Ülészak faipari szekciójának vezérfonalát.

A kutatások fő iránya az 1970-es évek második felében a fa- és faalapanyagú, rétegelt-ragasztott szerkezetek vizsgálata, fejlesztése felé mozdult el, Somfalvi György adjunktus, Józsa Béla tudományos munkatárs és később Fekete Zoltán tanszéki munkatárs aktív részvételével. A szerkezetvizsgálatok keretében autópályák felett átívelő gyalogos hidak és könnyűszerkezetes, rácshéjas felülettartók szerkesztését tűzték ki célul. A tervekből két híd valósult meg Tatabányánál és a Somogyi Erdőgazdaságnál, valamint Csurgón megépítettek egy kísérleti, rácshéj lefedésű csarnokot.

Az 1980-as évek diszciplináris kutatásai szintén a gyakorlathoz kötődtek: az üzemekkel való kapcsolatot felelevenítve foglalkoztak a gőzölő- és szárítókamrák irányelveivel. Folytatódott a rétegelt-ragasztott (RR) tartószerkezetek vizsgálata, melyből Somfalvi György „A fa tartószerkezetek méretezése” címmel tankönyvrészletet is írt. A faipari témák mellett szerepet kapott a településrendezés: Kubinszky Mihály 1982-ben „A települések karakterének alakítása...” címmel, 1986-ban az igényes táji környezetbe illő építmények, épületek kérdéskörében folytatott kutatást. A témákat külső megbízásos (ún. KK) munkák is támogatták, az általuk szerzett tapasztalatok hozzájárultak az eredményhez.

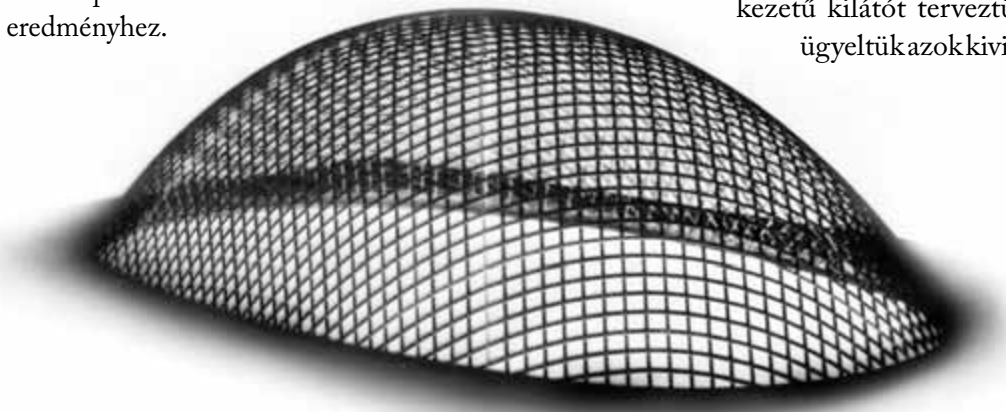
1989-re az érdeklődés az RR tartószerkezetek felől a nem rétegelt-ragasztott szerkezetű, magasépítésben felhasználható szegezett, ill. ragasztott csomópontú, DSB, közepes fesztávú tartószerkezetek hazai bevezetése felé fordult. A fa tartó- és épületszerkezetek kutatása, fejlesztése, építése napjainkig az egyik fő kutatási terület maradt: az eredmény az 1990-es években a Fertő-Hanság Nemzeti Park építési munkálatainak vezetésében, a 2000-es években kilátótornyok tervezésében csúcsondott ki.

1990 után kevesebb lehetőség volt komplex kutatás folytatására. A környezetmérnök-képzés 1993-as megindulásával a település- és területfejlesztési kutatások nagyobb teret nyertek a tanszéken: települési és régiós szintű vizsgálatok következtek. Az építész tanársegédek építészeti (Hadas László), faépítészeti és épületenergetikai (Szabó Péter) témákkal járultak hozzá a teljes kutatási spektrumhoz.

Az intézet aktuális kutatási irányai

Intézetünk egyik fő kutatási iránya a korszerű faépítészet. A fa mint építőanyag alkalmazási területét vizsgáljuk, beleértve a hazai és nemzetközi irányzatok megismerését, kritikáját. Fontos szempont a tartalom és a használhatóság: cél a szerkezetek energetikai hatékonysága, fenntarthatósága, külön figyelmet fordítunk az időállóságra, tűzvédelemre. Visszatérő témánk a faépítészet történeti hagyományainak, a tradicionális formavilágnak, technikáknak és a mai építészetre gyakorolt hatásuk kutatása. Ezt példázza az Őrség hagyományos, tájjellegű építészeti megoldásainak energetikai vizsgálatával foglalkozó projektünk.

Kutatásaink nem maradnak az elmélet síkján: az elmúlt években több mint tíz faszervezetű kilátót terveztünk és felügyeltük azok kivitelezését is.



1. ábra Rácshéjas, parabolikus kupolamakett, 1982



2. ábra Hidmakett (diplomaterv, 2007)

Kísérletijelleggel megtervezünk és megépítettünk egy faszerkezetű passzívházat, valamint egy tűzvédelmi laboratóriumot üzemeltetünk, ahol szabványos vizsgálatokat tudunk végezni.

A kutatásban szerzett tudás átadása központi kérdés, ezért a mai fiatalok számára könnyen használható, tanulásra serkentő e-learning tananyagok fejlesztését tűztük ki célul.

Aktuális kutatási témák

- Faépületek, fahidak, kilátók és rámpák tervezése
- Hőtechnikai vizsgálatok, tűzvédelem, éghetőségi vizsgálatok
- Faszerkezetű passzívházak tervezése, fejlesztése
- Akadálymentes építészet
- Településszerkezet-vizsgálat, területfejlesztés, regionális fejlesztés
- Oktatás, továbbképzés (műszaki metaadatbázis alapú fenntartható e-learning és tudástár létrehozása)

Fa vázszerkezetű építészeti referenciák

- Csatárhegyi kilátó, Veszprém 2004
- Hubertusz kilátó, Sopron 2004
- GYIT farámpa, Sopron 2006
- Sörházdombi kilátó, Sopron 2006

3. ábra A Sörházdombi kilátó, Sopron (tervező: Szabó Péter, Somfalvi György, Hantos Zoltán, Winkler Gábor)

Fontosabb publikációk az elmúlt 50 évben

- Winkler O. (1967) Irányelvek, adatok forgácslapgyárak építészeti tervezéséhez. In: Erdészeti és Faipari Egyetem Kiadványai, 3. sz.
- Kubinszky M. (1969) Forgácslemelemes kísérleti lakóház. In: Az Erdészeti és Faipari Egyetem Kiadványai, 3. sz. 221-233
- Winkler O. (1969) Farostlemezgyárak tervezésének építészeti vonatkozásai. In: Erdészeti és Faipari Egyetem Kiadványai, 5. sz. 29-52
- Winkler O. (1973) A fa korszerű alkalmazása lakóházak és hétvégi házak építésében című kutatási feladat célkitűzéseiről és eddigi eredményeiről. In: Erdészeti és Faipari Egyetem tudományos közleményei, 2. sz.
- Rónai F., Somfalvi Gy. (1982) Fa tartószerkezetek, Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- Winkler G., Kottmayer T., Hadas L., Somfalvi Gy., Oszvald F. N., Szabó P. (2003) Útmutató építkezőknek – Őrség, Vend-vidék, Vasi-hegyhát. Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság, Sopron
- Andor K., Bejó L., Hantos Z., Karácsonyi Zs., Sági É., Szabó P. (2007) Faépítés. Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal támogatásával. NymE, Építészeti Intézet, Hallgatói Információs Központ
- Novák Á., Szabó P. (2009) Az akadálymentesség és egyetemes tervezés építészeti szempontjai, műszaki követelményei. (TÁMOP 5.4.5.) Foglalkoztatás Személyek Esélyegyenlőségéért Közalapítvány, Budapest
- Lonsták N., Szabó P. (2011) Hagyományos, tájjellegű építészeti megoldások energetikai vizsgálata Vas és Zala megyében, valamint a Pomurje régióban – Energetska analiza tradicionalnih, krajinskih in gradbenih resitev v Železni županiji in županiji Zala ter v Pomurju. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron
- Hantos Z., Karácsonyi Zs., Lonsták N., Oszvald F. N., Sági É., Szabó P. (2011) Hagyományos, tájjellegű építészeti megoldások energetikai vizsgálata Vas, Zala és Pomurje megyében – Energetska analiza tradicionalnih, krajinskih in gradbenih resitev v Železni županiji in županiji Zala ter v Pomurju. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron
- Hantos Z., Huszár Gy., Karácsonyi Zs., Lonsták N., Oszvald F. N., Szabó P. (2011) Bevezető a passzívházak világába – Einleitung in die Welt der Passivhäuser. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron

A Fizika és Elektrotechnika Intézet kutatásai a Faipari Mérnöki Kar alapítása óta

Joóbné Dr. Preklet Edina, Prof. Dr. Papp György



Ha az 1962-ben történt átszervezéstől – amikor is a főiskolát Erdészeti és Faipari Egyetemként szervezték Erdőmérnöki és Faipari Mérnöki Karral (FMK) – nézzük a sokkal régebbi múltra visszatekintő Fizika és Elektrotechnika Intézetben végzett kutatómunkát, akkor vissza kell térnünk 1959-re: a bányász szakok végleges Miskolcra költözésével a Fizika Tanszék és az Elektrotechnika Tanszék egyesült, és újra Fizika-Elektrotechnika Tanszék lett a neve. Ekkor a vezetője Barta Ernő lett, aki 1963 januárjában bekövetkezett haláláig vezette a tanszéket. A Faipari Mérnöki Kar megalakulásakor a tanszék az FMK tanszéke lett. Barta Ernőt Béli Ferenc követte, aki 1986-ig volt a tanszék vezetője. 1986 és 1991 közötti időszakban 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.

Az intézet kutatásai az elmúlt 50 évben

Barta Ernő a faipari üzemek porelszívó berendezéseinek méretezési problémáival foglalkozott. 1962-ben doktorált, dolgozatának címe: Vizsgálatok a fűrészüzemi porelszívó berendezések elméletéből.

Béli Ferenc tanszékvezetésekor a tanszéken Ruzsa Béla, Szabó József, Bálint József és Imrik Zoltán nevéhez az alábbi témák köthetők:

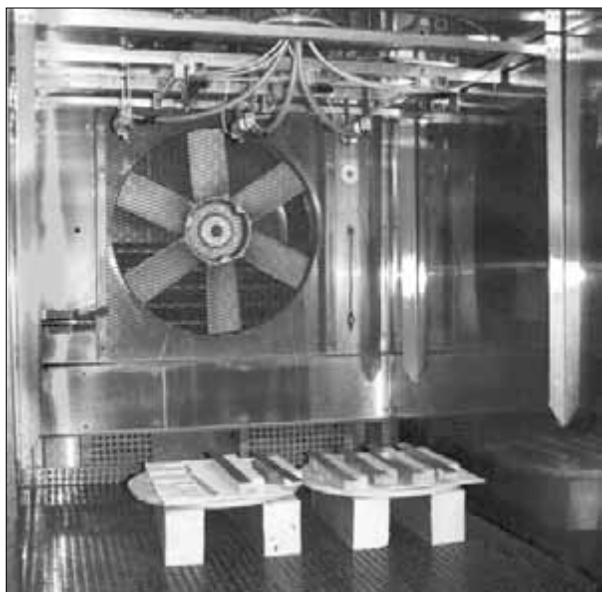
- faanyagok belső nedvességtartalmának vizsgálata elektromos úton
- faanyagok elektrofizikai állandóinak vizsgálata
- a fa fizikai állandóinak elektromos módszerekkel történő mérése, tanulmányozása
- a faanyagok dielektromos állandóinak mérése.



1. kép Dicsőséges elődeink előtt. Balról: Tolvaj László, Papp György, Mentés Gyula, Borza Sándor

Az intézeti kutatómunka részét képezte az országos faházkutatói programon belül:

- A mezőtúri Állami Gazdaság faipari üzemében gyártott panelelemek hővezető-képességének meghatározása és javaslattétel a gyártási technológia kidolgozására.
- A kiskunsági Erdő- és Fafeldolgozó Gazdaság pusztavacsi fafeldolgozó üzemében gyártott panelelemek hőszigetelő képességének vizsgálata és javaslattétel a gyártási technológiára. Ragasztott-szegezett tartóelemek laboratóriumi öregítése.
- ERDÉRT lakóház-panelek vizsgálata.
- Fóliák és fóliával ragasztott bútorlapok vizsgálata.
- Forgácslap hajlítószilárdságának és lapleemelő szilárdságának változása a hőmérséklet és nedvességtartalom függvényében periodikus hőkezelést alkalmazva.
- Ragasztott íves akác vázszerkezet ragasztási csomópontjainak klimatikus és korróziós öregítése.
- Autóbusz padlópanelek mechanikai jellemzőinek normalitás vizsgálata.
- Ablakszerkezetek léghang-gátlási számának meghatározása.
- Forgácslapok páraátbocsátó képességének vizsgálata.
- Felületkezelt bútorlapok felületkezelési jóságai tényezőjének meghatározása.
- Árnyékoló szerkezetek relatív árnyékoló képességének meghatározási lehetőségei.
- Farostlemez és forgácslap hőtechnikai paramétereinek mérés útján történő meghatározása.
- Faalapú épület panelszerkezetek léghang-gátlási számának meghatározása.



1. ábra Faminták mesterséges öregítésére szolgáló kamra

- Kezeletlen és kezelt ablakszerkezetek klimatikus, dinamikus-ciklikus öregítése.
- „FAMILIT” faház falelemek klimatikus és korróziós öregítése, páradiffúziós és hőtechnikai tulajdonságainak vizsgálata.
- Homlokzati nyílászáró szerkezetek akusztikai vizsgálata.
- Cementkötésű forgácslapok klimatikus öregítése.
- Fa- és faalapanyagú termékek és szerkezetek fizikai-mechanikai vizsgálata különös tekintettel az öregítésre és a reológiai vizsgálatokra.
- Lakóépület faalapú panelszerkezetek léghang-gátlási számának meghatározása.
- Forgácslap-szerkezetek klimatikus, dinamikus, ciklikus öregítése.
- Faanyagok és faalapanyagú termékek és szerkezetek mechanikai jellemzőinek, termikus tulajdonságainak és akusztikai tulajdonságainak vizsgálata.
- Faanyagok és faalapanyagú termékek és szerkezetek klimatikus és korróziós öregítése.
- Faanyagokban végbemenő fotodegradációs folyamatok vizsgálata.

Intézetünkben 1987-ben kezdődtek a gőzölési vizsgálatok, amelyet később együttműködve a Faanyagtudományi Intézet munkatársaival végeztünk. A kísérletek elsődleges célja a kedvezőtlen színű faanyagok színének kedvezőbbé tétele, és a színhomogenizálás lehetőségének feltárása a feltűnően inhomogén színű faanyagoknál.

Az akác faanyag esetében megállapítottuk, hogy a megvalósított szín nagyon erősen függ a gőzölési hőmérséklettől. A sötét színek csak 100°C fölötti gőzöléssel érhetők el. A gőzölés jelentősen homogenizálja az akác faanyag inhomogén színét. A bükk faanyag gőzölésénél megállapítottuk, hogy a gőzölési hőmérsékletnek sokkal kisebb a szerepe a színváltoztatásban, mint az akác esetében. Kimutattuk, hogy a sötét színű álgeszt és a fehér faanyag színe a gőzölés során jelentősen közeledik egymáshoz, tehát a gőzölés színhomogenizáló hatású. Hasonló eredményekre jutottunk csertölgy gőzölése esetén is. A gőzölés témakörében a kutatási eredményeket 11 magyar nyelvű, 10 idegen nyelvű folyóiratcikkben és 13 konferencia előadáson adtuk közre.

A faanyag fotodegradációja témakörében 1986 óta végzünk kutatásokat. Ezen széles területen a fényforrások és a hőmérséklet hatását vizsgáljuk. Kutatjuk a víz hatását is a fotodegradáció során létrejövő vízzoldékony vegyületekre. A változások detektálására színmérést és infravörös spektroszkópiai módszereket alkalmazunk.



2. kép Az intézet dolgozói Mentes Gyula MTA Doktora címe megszerzésekor. Balról jobbra első sor: Joóbné Preklet Edina, Mentes Gyula, Barta Edit, Nagy István; második sor: Tolvaj László, Papp György

A fotodegradációnak a fény hullámhosszától való függésére vonatkozó kutatásoknál lézereket alkalmazunk. Lézerek esetében pontosan ismert a besugárzó hullámhossz és a besugárzó fényintenzitás is, ezért használatukkal egzakt eredményekhez jutunk. A fotodegradáció témakörében a kutatási eredményeket 7 magyar nyelvű, 22 idegen nyelvű folyóiratcikkben és 22 konferencia előadáson adtuk közre.

Mivel a kutatómunkát hazai és nemzetközi együttműködés keretében végeztük, így bár a Fizika és Elektrotechnika Intézet munkatársainak 1991-től a kutatásokban való részvételét téma szerint jelzik a felsorolt publikációk szerzői listái, mégis összefoglalnánk, hogy a munkákban Barta Edit, Borza Sándor, Preklet Edina, Nagy István, Papp György és Tolvaj László vettek részt.

Mentes Gyula és Verő József révén az intézet témái közé tartoztak azon geofizikai témák is, amelyekből néhányat az alábbiak jeleznek:

- A szilárd Föld és az atmoszféra árapályának kutatása és az ehhez szükséges műszerek, extenzométer, mikrobarográf és ezen műszerek kalibrálására szolgáló berendezések fejlesztése.
- Talajvízszint ingadozások és talajmozgások közötti kapcsolatok vizsgálata.

- Objektumok és talajmozgások kapcsolatának vizsgálata.
- Mérési módszerek kidolgozása objektumok mozgásának, deformációjának és egészségi állapotának monitorozására.
- Lokális geodinamikai kutatások, geológiai törésvonalak és földcsuszamlások mozgás monitorozása, összefüggések keresése a mozgások és a geológiai, hidrológiai viszonyok, valamint a különböző geofizikai, meteorológiai paraméterek, továbbá a növényzet élettani folyamatai között.

Az intézetben Papp György vezetésével – a lézerekkel kapcsolatos kutatások mellett – elektrongáz elektromágneses térben történő viselkedésének néhány, a modern nanotechnológia szempontjából fontosnak tekinthető kérdésével foglalkoztunk, melyek közül: „Az elektron töltés- és spin-transzportja félvezető heterostrukturákban: Kétdimenziós elektrongáz töltés- és spin-transzportja inhomogén mágneses és elektromos térben; Ellenállás eloszlás Hall-keresztén” méltán reprezentálja az intézet kutatómunkájának ezirányú eredményeit. Az eredményeket 25 közleményben, impakt faktoros folyóiratokban tettük közzé.



Az intézet aktuális kutatási irányai

- Faanyagok fotodegradációja
- Faanyag és alkotóelemeinek UV lézer okozta degradációja
- Alacsony dimenziós elektronrendszerek
- Spintronika
- Elektron transzport mágnesesen hígán szennyezett félvezetőkben
- Óriás mágneses ellenállás
- Hall-elektroszenzor, ellenállás eloszlás Hall-keresztben
- Akác és tölgy fűrészipari termékek hidrotérmitikus nemesítésének tudományos megalapozása. Berendezés telepítési feltételeinek, az optimális menetrendeknek és a gőzölés minőségi jellemzőinek vizsgálata
- A nagy térfogatú apríték- és fűrészporhalmokban az öngyulladás lehetőségének vizsgálata
- Az akác gőzölését befolyásoló tényezők vizsgálata, gőzölési menetrendek műszaki optimalizálása. A kondenzvíz összetételének, felhasználási lehetőségeinek vizsgálata a faanyag-védelem területén
- Faanyagok fizikai, mechanikai és anatómiai változása a klímaváltozás hatására
- A szilárd Föld és az atmoszféra árapályának kutatása
- A Pannon-medence recens kéregmozgásainak kutatása
- A földi árapályaival összefüggő geodinamikai és egyéb jelenségek, mint pl. a kőzetfeszültség és radon kibocsátás közötti összefüggés vizsgálata
- Földrengés prekursorok keresése
- Lokális geodinamikai mozgásvizsgálatok, mint pl. földcsuszamlások tanulmányozása egy korai riasztórendszer kifejlesztése céljából
- Objektumok (nagy épületek, hidak, veszélyes ipari létesítmények, völgyzárógátak) deformáció és mozgásvizsgálata
- Épület- és talajmozgások közötti kapcsolatok vizsgálata, nagy pontosságú és stabilitású műszerek fejlesztése a fenti kutatási feladatokhoz.

Fontosabb publikációk az elmúlt 50 évben

- Béldi F., Ruzsa B., Szabó J., Bálint J. (1966) A cser-tölgy dielektromos állandóinak meghatározása. Erdészeti és Faipari Egyetem Tudományos Közleményei
- Béldi F., Ruzsa B., Szabó J., Bálint J. (1966) A kocsányos és kocsánytalan tölgy dielektromos állandóinak meghatározása. Faipar

- Tolvaj L., Faix O. (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
- Barta E., Tolvaj L., Nagy T., Szatmári S., Berkesi O., Papp Gy. (1999) Photodegradation of leafwood caused by 248.5 nm UV laser. *Wood Research (Drevarsky Vyskum)* 44 (1) 13-19
- Papp Gy., Preklet E., Košíková B., Barta E., Tolvaj L., Bohus J., Szatmári S., Berkesi O. (2004) Effect of UV laser radiation with different wavelengths on the spectrum of lignin extracted from hardwood materials. *Journal of Photochemistry & Photobiology, A: Chemistry*, 163 (1-2), 187-192
- Tolvaj L., Mitsui K. (2005) Light Source Dependence of the Photodegradation of Wood. *Journal of Wood Science* 51 (5) 468-473
- Papp Gy., Barta E., Preklet E., Tolvaj L., Berkesi O., Nagy T., Szatmári S. (2005) Changes in DRIFT spectra of wood irradiated by UV laser as a function of energy. *Journal of Photochemistry & Photobiology, A: Chemistry*, 173 (2) 137-142
- Preklet E., Papp Gy., Barta E., Tolvaj L., Berkesi O., Bohus J., Szatmári S. (2012) Changes in DRIFT spectra of wood irradiated by lasers of different wavelength. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 112 43-47
- Mentes Gy. (1999) Hydrostatic Tiltmeters in Local Geodynamical Measurements. *Acta Geod. Geoph. Hung.* Vol. 34(1-2) 67-79
- Rotár-Szalkai Á., Eper-Pápai I., Mentés Gy. (2006) Well level data analysis in Hungary near a fault region. *Journal of Geodynamics*, 41/1-3 183-189
- Papp Gy., Di Ventura M., Coluzza C., Baldereschi A., Margaritondo G. (1995) Current rectification through a single-barrier resonant tunneling quantum structure. *Superlattices and Microstructures* 17, 273-276
- Papp Gy., Peeters FM (2004) Giant magnetoresistance in a two dimensional electron gas modulated by magnetic barriers. *J. Phys.: Condens. Matter* 16, 8275-8283
- Papp Gy., Borza S., Peeters FM (2005) Spin transport in a Mn-doped ZnSe asymmetric tunnel structure. *J. Appl. Phys.* 97, 113901
- Barbier M., Papp Gy., Peeters FM (2012) Snake states and Klein tunneling in a graphene Hall bar with a pn-junction. *Appl. Phys. Lett.* 100, 163121(1-3)

A Fa- és Papíripari Technológiák Intézet kutatásai a Faipari Mérnöki Kar alapítása óta

Dr. Bejő László

A Fa- és Papíripari Technológiák Intézet eredetileg Fatechnológia II. Tanszék néven alakult meg 1959. szeptember 1-jén, az akkori Erdőmérnöki Főiskolán. A tanszék, melynek vezetésére Cziráki József okl. erdőmérnököt kérték fel, alapvetően az elsődleges fafeldolgozás technológiáinak oktatására és kutatására létesült. A fűrészipari technológia



1. kép Prof. Dr. Cziráki József

kérdéseivel a szintén ez idő tájt alakult Fatechnológia I. Tanszék (a mai Faanyagtudományi Intézet elődje) foglalkozott, így a Fatechnológia II. Tanszék kompetenciája elsődlegesen a falemezgyártás kérdéseire, a faanyag szárítására, hidrotermikus kezelésére, valamint az ún. speciális faipari technológiákra (faalapanyagú csomagolóeszközök, parket-taféleségek, sportszerek, kishajók stb.) terjedt ki.

Az 1950-es és 1960-as évektől kezdve a tanszék kutatásainak fókuszában elsősorban a falemezgyártás aktuális kérdései álltak, ám emellett fokozatosan megjelentek a faanyag szárításával, melegítésével, a parkettagyártással, a hulladékfeldolgozással, és egyéb technológiai kérdésekkel foglalkozó kutatások is. A tanszék később felvette az oktatási-kutatási tevékenységi körét jobban kifejező Falemezgyártástani Tanszék, majd ezt követően Lemezipari Tanszék nevet.

Az 1980-as évek végén a tanszék szerepe és felépítése jelentősen átalakult: átvette a fűrészipari technológia témakör gondozását, és a nem sokkal korábban indult papíripari mérnökképzés szakmai feladatai is a tanszékre hárultak. 1988-ban jött létre a Lemezipari Tanszék, a Fűrészipari Tanszék

és a Papíripari Tanszék magában foglaló Fa- és Papírtechnológiai (később Fa- és Könnyűipari Technológiai) Intézet. A kutatási feladatok is ennek megfelelően bővültek: ezt tükrözi a mai Fa- és Papíripari Technológiák Intézet profilja is.

Az intézet kutatásai az elmúlt 50 évben

A Fatechnológia I, később Lemezipari Tanszék kutatásainak fókuszában elsősorban a falemezek alapanyagainak és gyártástechnológiájának kérdései, valamint az új lemezipari termékek álltak. A tanszék fontos szerepet játszott az ország korabeli lemezipari stratégiájának kidolgozásában. A kutatási eredmények jelentősen hozzájárultak a falemezgyártási technológiák fejlesztéséhez (pl. nagyfrekvenciás melegítés és gőzütéses préselés, a rostosítás paramétereinek vizsgálata, energiatakarékos technológiák, stb.). Már az 1960-as években folytak szabályozott tulajdonságú, valamint orientált felépítésű falemezek kifejlesztésére irányuló kutatások is.

A termékfejlesztés területén a tanszék igen kiterjedt és sokirányú kutatási tevékenységet folytatott:

- alternatív faanyagok bevonása a falemezgyártásba (új fafajok bevonása; a fakéreg, gallyanyag és fűrészpor hasznosítása)
- mezőgazdasági alapanyagok hasznosítása a falemez termékekben (nád, pozdorja, szőlővenyige, kosáripari fűzfahulladék, stb.)
- cement- és gipszkötésű falemez termékek fejlesztése
- modifikált és speciális tulajdonságú lemeztermékek (pl. égéskésleltetett falemezek, vékony forgácslapok, furnérforgácslapok, hang- és hőszigetelő lemezek, stb.)
- más rost- és mátrix anyagokkal kombinált, ún. kompozit termékek létrehozása.

A falemezek felhasználása területén különösen nagy hangsúlyt kapott a faforgácslap és az egyéb falemezek építőipari alkalmazása, amelynek jelentős lendületet adott a soproni FORFA faházgyár,

ahol nagy mennyiségben használtak fel falemezeket, azonban számos egyéb területen (pl. az épületasztalos iparban vagy egyéb fatermekék esetében, illetve mezőgazdasági épületszerkezetek kialakításakor) is vizsgálták a faalapú lemezek felhasználásának lehetőségeit.

A lemezipari kutatások mellett természetesen a tanszék kompetenciájába tartozó egyéb területeken is nagy jelentőségű kutatások folytak ebben az időszakban, például:

- táblásított és készparketta termékek kifejlesztése
- faanyag-modifikációs kutatások (pl. ammóniás kezelés és monomerekkel történő telítés)
- különböző fafajok szárítási és hidrotermikus kezelési technológiájának fejlesztése, valamint új szárítási technológiák vizsgálata és adaptálása a hazai faanyagok szárítására
- fahulladékok és másodnyersanyagok hasznosításának kérdései.

A tanszéki kutatások irányításában eleinte elsősorban Cziráki József professzor vállalt vezető szerepet, akinek a nevéhez többek között bélyeg alakú faforgácsok gyártásával és hasznosításával, valamint a fenol-formaldehid porgyantával kapcsolatos projektek fűződtek.



2. kép Prof. Dr. Takáts Péter

Később a tanszék többi prominens kutatója – Winkler András, Takáts Péter, Schöberl Miklós és Szabadhegyi Győző – is megtalálta a saját szerepét az intézet kutatási tevékenységében. A kutatások eredményeként több szabadalmi bejelentés is történt, melyek létrejöttében elvül-

hetetlen érdemeket szerzett az intézet kiváló gyakorlati és elméleti ismeretekkel rendelkező dolgozója, Bognár József technikus, faipari mérnök, majd műszaki tanár is.

Az 1980-as évek végétől, az intézet megalakulásával és tevékenységének kiszélesedésével, az új tanszékek megalakulásával, valamint az ipar igényeinek megváltozása következtében a kutatások hangsúlyai is eltolódtak. A továbbiakban egyes intézeti tanszékek 1990-es években, valamint 2000 után végzett kutatásaiból adunk ízelítőt.

Lemezipari Intézeti Tanszék

A Lemezipari Tanszék tovább folytatta a nagy hagyományokkal rendelkező lemezipari kutatásokat. A termékfejlesztés területén újabb alapanyagok kerültek bevonásra (pl. a szalma, kender és óriásfű hasznosításával készült lemezek), és tovább folytak a falemezgyártás technológiai fejlesztését irányzó kutatások is. Ennek során Winkler András professzor nemzetközileg elismert, új mérési módszereket vezetett be, amelyeket azóta is alkalmaz az elmélet és gyakorlat, valamint – hamburgi kollégáival közösen – komoly eredményeket ért el a kéreg lemezipari hasznosításában és a cellulózipari kutatásokban is.

Az elmúlt két évtizedben különösen nagy szerepet kaptak a szervetlen kötésű falemezekkel kapcsolatos kutatások, elsősorban Takáts Péter professzor és Alpár Tibor egyetemi docens vezetésével.



Számos kutatás foglalkozott a különböző cement- és gipszkötésű falemezek alapanyagainak és gyártástechnológiájának a kérdéseivel. Ezek közül kiemelkedik Takáts professzor munkája a gipszkötésű farostlemezek és formatestek területén. A kétszeresen is újr felhasznált alapanyagból (rostiszap, méziszap, füstgáziszap) készülő termékekkel kapcsolatban sikeres szabadalmi bejelentés is történt.

A kutatások irányát nagymértékben meghatározták az iparban és környezetvédelemben felmerülő aktuális problémák. Ennek megfelelően előtérbe kerültek az olyan témák, mint pl. az utólagosan felhasználható formaldehid mennyiségének a meghatározása, a másodnyersanyagok újrahasznosításának kérdései, illetve a sarangolt fa lemezipari hasznosítása.

A faalapú termékek közül ebben az időszakban nem csupán a lemezek, de a faalapú teherviselő gerenda termékek kérdéseivel is foglalkoztak a tanszék kutatói. Vizsgálták többek között a rétegelt furnér tartók (LVL) hazai gyárthatóságának a lehetőségeit, de kísérlet történt cementkötésű gerendák kifejlesztésére is.

Az 1990-es évek elején Divós Ferenc fizikus, akit eredetileg az intézet elektronmikroszkópjának kezelésével bíztak meg, hamarosan érdeklődni kezdett

3. kép Prof. Dr. Winkler András

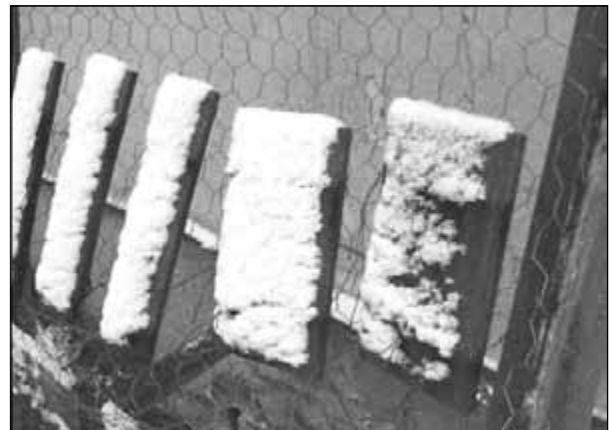
egy viszonylag új kutatási terület, a roncsolásmentes vizsgálatok iránt. Külföldi tanulmányútjain szerzett tapasztalatait felhasználva saját kutatásokat kezdett, és hamarosan nemzetközileg is jelentős eredményeket ért el, többek között a faanyagok vibrációs tulajdonságokon alapuló minősítése, a beépített faszerkezetek és az élőfák vizsgálata, valamint számos egyéb területen. Divós professzor az e területen végzett munkásságáért 2011-ben életmű-díj kitüntetésben is részesült.

A falemez és faalapú termékek mellett továbbra is a tanszék kompetenciájába tartozott a speciális faalapú termékek és a szárítás, hidrotermikus kezelés témaköre is. Ezeken a területeken kisebb intenzitással folyt a kutatómunka, de szintén születtek eredmények, elsősorban a papíripari szárítás, és a speciális szárítási technológiák (pl. vákuumszárítás) területén, az azóta elhunyt Tamásyné Bánó Margit professzor asszony, majd később Takáts Péter professzor irányításával.

Fűrészipari Intézeti Tanszék

A fűrészipar 1988-ban került az intézet kompetenciái közé. Az oktatási és kutatási feladatokat Hargitai László professzor, Gerencsér Kinga egyetemi docens és Pál István adjunktus, majd 1992-től Wittmann Gyula professzor, 2004-től pedig Bejő László egyetemi docens látták el.

A tanszék kutatásai elsősorban a fűrészipari technológiák fejlesztésének kérdéseivel, valamint a fűrészüzemek hatékonyságának vizsgálatával foglalkoztak. Ezek közül kiemelkedő jelentőségűek voltak Hargitai László professzor stellites fűrészipari forgácsolással kapcsolatos kísérletei. Számos hatékonysági elemzés készült, és több projekt témája volt a fűrészáru mennyiségi és minőségi kihatása is, amelynek



1. ábra Faanyag kitétségi vizsgálat

során igyekeztek meghonosítani a számítógépes vágástervezés gyakorlatát a hazai üzemekben.

2000 után több kutatás is irányult a speciális fűrészüzemi és vágási technológiák területére is. Elsősorban Gerencsér Kinga foglalkozott többek között a mobil fűrészek alkalmazásának kérdéseivel, önköltség számítási modell kidolgozásával, valamint a faanyag lézeres és folyadéksugaras vágásának lehetőségével.



4. kép PhD értekezés nyilvános vitája

Wittmann Gyula professzor szakterülete elsősorban a faalapú építőanyagok, azok közül is a ragasztott szerkezeti anyagok kutatása volt, amivel sokat foglalkozott az 1990-es évek végén megszűnt budapesti Faipari Kutatóintézetben. Tapasztalatait és eredményeit felhasználta a soproni oktatásban, és folytatta is a kutatásokat, többek között az akác rétegelt-ragasztott tartókban történő felhasználásával kapcsolatban.

A tanszék kutatásai között megjelent néhány speciális terület is. Ezek közé tartozik a fólia alatti röntktárolással kapcsolatos kutatás, amely nagy érdeklődést váltott ki az iparban. Egészen különleges téma a fajtékók kifejlesztése és gyártása, amivel Gerencsér Kinga docens asszony foglalkozik mélyrehatóan, számos hallgató bevonásával.

Papíripari Intézeti Tanszék

A papíripari oktatás és a papíripari tanszék megszervezésében kiemelkedő szerepe volt Erdélyi József professzornak, aki kollégáival – Kovács István egyetemi docenssel, majd később Németh Attila tudományos munkatárssal – együtt rakta le Sopronban a minőségi oktatás és kutatás alapjait ezen a területen. A kutatási tevékenység a papíripar időszerű kérdései köré csoportosult; a falemezekhez hasonlóan fontos téma volt többek között a környezetbarát rostanyagok előállítás, illetve az olyan új alapanyagok bevonása a termelésbe, mint például a kendercellulóz. Fontos szerep jutott a rostmorfológiai kutatásoknak, és foglalkoztak a rostanyagok környezetbarát fehérítési eljárásaival, illetve a papíripari szennyvíz megfelelő kezelésének kérdéseivel is.

Az ezredforduló után, Erdélyi professzor halálával és új munkatársak – Csóka Levente egyetemi docens és Selmezi Éva intézeti mérnök – bekapcsolódásával, a kutatások fókuszja valamelyest eltolódott. Ennek keretében Winkler András és Csóka Levente külföldi partner egyetemek közreműködésével akác és cseresznye cellulózgyártási eljárásokat fejlesztett ki, valamint fontos eredmények születtek többek között az újszerű rostfeltárási eljárások alkalmazásával, a rostok felületi tulajdonságának modifikációjával, és a hulladékpapír kezelésével és hasznosításával kapcsolatban.

Az intézet aktuális kutatási irányai

A Fa- és Papíripari Technológiák Intézet ma is több jelentős kutatás-fejlesztési és innovációs projektben vesz részt, vagy vezet. Ezek részben az elmúlt évek kutatásainak természetes folytatását jelentik, azonban számos új kutatási irány is megfogalmazódott.

A falemezekkel és kompozitokkal kapcsolatos

kutatások között szerepelnek a hazai vállalati igények alapján végzett technológiai innovációk (pl. a cementkötésű falemezek alapanyagaival és technológiájával, tűzállóságának javításával kapcsolatos kutatások). Ezeken keresztül az oktatók, kutatók szoros kapcsolatban maradnak az ipar szereplőivel, és a kutatási eredmények legtöbb esetben közvetlen felhasználásra kerülnek.

Továbbra is fontos cél a hulladékok és másodnyersanyagok hasznosítása, például a fűrészpor visszaforgatásával a ck-forgácslapgyártási technológiában, illetve a közelmúltban kifejlesztett papírhulladék-lemezekben. Az intézet munkatársai sokat dolgoznak emellett a legújabb falemez- és kompozitgyártási technológiák adaptálásán és fejlesztésén. Ezek közé tartoznak a Nyugat-Európában és Észak-Amerikában már elterjedt fa-műanyag kompozitok. Az intézet által beszerzett ikercsigás extruder segítségével jelenleg is folynak a kísérletek tervezett tulajdonságú fa-műanyag kompozit anyagok kifejlesztésére Alpár Tibor egyetemi docens vezetésével és Markó Gábor tanársegéd közreműködésével.

A fűrészipari technológia területén Gerencsér Kinga foglalkozik a csúcstechnológiás lehetőségek adaptációjával a hazai ipar számára; pl. fűrészáru felvétel mobiltelefonnal, 2D vonalkód azonosítás, nyomtatás és feldolgozás. A kutatásért az intézet Pannon Novum Innovációs Díjat kapott, és bekerült a franciaországi Innovact innovációs szakvásár legjobb 20 pályázója közé.

Az elmúlt két évtized sikeres roncsolásmentes faanyagvizsgálati kutatásai is tovább folytatódnak. A közelmúlt egyik érdekes kihívása volt például egy, az élő fák állékonyságának meghatározására, és gyökérzetük feltérképezésére irányuló kutatási projekt. Jelenleg is folynak a kutatások a faanyag szilárdsági osztályozásával kapcsolatban. A projekt célja egy hazai fejlesztésű, elérhető áru fűrészáru-osztályozó berendezés megalkotása a hazai fűrészüzemek számára.

Nemzetközi viszonylatban is kiemelkedő jelentőségű kutatás folyik az intézetben egy új és igen népszerű területen, a nanotechnológia témakörében. A farostok rétegenkénti (LbL) nanotechnológiás kezelésével, felületi potenciáljának megváltoztatásával jelentősen javítható például a belőlük gyártott papír tulajdonsága, de izgalmas lehetőségek nyílnak a szerves és szervesetlen kötésű faalapú termékek fejlesztésében is.

A súlyosbodó gazdasági nehézségek ellenére az intézet számára kitűnő lehetőségeket kínálnak



5. kép Kísérlet az intézetben

a jelenleg elbírálás alatt álló TÁMOP pályázatok, melyeknek témái sok tekintetben kapcsolódnak az intézet kutatási kompetenciáihoz (pl. hazai faanyagból gyártható rétegelt-ragasztott tartó fejlesztése, energiahatékony épületszerkezetek fejlesztése).

Az elmúlt 50 év publikációi

Az elmúlt több mint 50 év során felhalmozódott tudást, kísérleti eredményeket és tapasztalatokat rengeteg tudományos publikációban adták közre az intézet munkatársai. Az alábbi lista csupán egy szemelvény a legfontosabb publikációk közül:

- Cziráki J. (1970) A forgácslapgyártás és felhasználás kérdései. In: A Magyar Tudományos Akadémia Szál- és Rosttechnológiai Bizottsága rendezésében tartott Tudományos Ülésszak előadásai. Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron, 125-147
- Winkler A. (1975) Fakéreghasznosítás. Lucfenyőkéreglapok gyártásának lehetősége. Faipar, 30(10):310–316
- Cziráki J. (1984) A Falemezgyártástani Tanszék faanyag-nemesítési kutatásai. Faipar 34(3):77-78
- Winkler A., Patt R. (1988) Herstellung von Zellstoffen aus vier verschiedenen Holzarten

nach dem ASAM-Verfahren. Holz als Roh- und Werkstoff 46:341–345

- Winkler A., Németh K., Faix O. (1990) Physikalische und chemische Charakterisierung von Faser und Flachpressplatten aus Kiefer, Schwartzpappel, Robinie und Zerreiche. Holzforschung und Holzverwertung 42(4):71-74
- Gerencsér K. (1992) Mathematische Modellierung der direkten Produktionslenkung in der Sägeindustrie Ungarns. Acta Facultatis Ligniensis 1:71-75
- Divós F., Tanaka T. (1997) Lumber Strength Estimation by Multiple Regression Holzforschung 51:467-471
- Simatupang MH, Takáts P. (1998) Addition of metakaoline to portland cement, influence on hydration and properties of cement-bonded wood composites. Holz als Roh- und Werkstoff 56:214-216
- Takáts P., Alpár T., Simatupang MH (1998) Verwendung von Recyclingstoffen bei der Herstellung von mineralisch gebundenen Holzwerkstoffen. Holzforschung und Holzverwertung 49: 34-38
- Wittmann Gy. (2000) Mérnöki Faszervezetek I-II. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest. 409 + 262
- Alpár T., Takáts P., Winkler A. (2002) Treating cementbonded particleboards with CO₂. Holz als Roh- und Werkstoff 60:131-133
- Hargitai L. (2003) Fűrészáru. Szaktudás Kiadó Ház, Bp. 171 old.
- Wang X., Divós F., Pilon C., Brashaw BK, Ross RJ, Pellerin RF (2004) Assessment of Decay in Standing Timber Using Stress Wave Timing Nondestructive Evaluation Tools. USDA Forest Products Laboratory General Technical Report, FPL-GTR-147
- Winkler A., Alpár T., Bittmann L., Bejó L., Takáts P. (2006) Sarangolt faválasztékok és alternatív lignocellulóz anyagok felhasználási lehetőségei a falemeziparban. Az MTA VII. Erdő-, Vad- és Fatudományi Fórumán elhangzott előadás bővített változata. Faipar 54(2-3):3-8
- Kordsachia O., Fehr J., Csóka L., Winkler A. (2008) ASA and kraft pulping of poplar Cellulose Chemistry and Technology 42(1-3):23-29



A Faanyagtudományi Intézet kutatásai a Faipari Mérnöki Kar alapítása óta

Dr. Németh Róbert



Az intézet jogelődje Fatechnológia Tanszék néven az Erdőmérnöki Kar keretei között 1923-ban alakult meg. Első vezetője Krippel Móric professzor volt. A Fatechnológia Tanszék későbbi vezetői közül Pallay Nándor, Kovács Illés, Hargitai László, Molnár Sándor tevékenysége emelkedik ki. 1988-ban megalakult az önálló Faanyagismerettan Tanszék. Az 1990-es években jelentős fejlesztések



1. kép Dr. Németh Róbert

történtek korszerű anyagvizsgáló berendezések beszerzésével, faanatómiai, faanyagvédelmi labor létesült. 1998-tól a tanszék a fejlesztések eredményeképpen a Faanyagtudományi Intézet nevet vette fel. Intézetünk kezdetben fizikai-mechanikai és anatómiai vizsgálatokkal foglalkozott. Mára ez a tevékenység jelentősen kibővült. Új kutatási területeink a faanyagok modifikálása, és biotikus, abiotikus károsítókkal szembeni ellenálló képesség vizsgálata, trópusi faanyagismeret, fa-víz kapcsolatok.

Az intézet kutatásai az elmúlt 50 évben

Az 1988-as időszakot megelőzően (Fatechnológia Intézet) egyik fő kutatási profil a különböző termőhelyeken nőtt hazai lombos és fenyő anyagok fatermési adatainak és a faminőség kapcsolatának feltárása volt. További fontos terület a faanyagok fűrészipari feldolgozása. A szervezeti egység a kezdetektől fogva eredményesen kutatta a faanyagok fizikai-mechanikai jellemzőit; a faanyagok keménységmérési eljárásai között a Krippel–Pallay-módszer ma is nemzetközileg ismert és használt eljárás. Az 1986-ban létrehozott Faanyagtudományi Kutató-

csoport már szisztematikus kutatásokat végzett a hazai ültetvényes fafajok, elsősorban a fehérekac és a nyáarak, fizikai-mechanikai tulajdonságainak és a termőhely, ill. kezelési módok kapcsolatrendszerének feltárására. Az akác faanyag gőzölésére vonatkozóan már az 1980-as években kiemelkedő eredményeket mutatott fel a tanszék.

A szervezeti egység kutatási palettáján az 1990-es években végrehajtott infrastrukturális és személyi fejlesztések, ill. változások révén új területek jelentek meg, a meglévők tovább erősödtek. A részben erdészeti képzettséggel is rendelkező kutatók felkészültsége erősíti azt a komplex szemléletet, miszerint a fából készült termékek tulajdonságainak döntő része már az erdőben kialakul. Hazánkban elsőként foglalkoztunk a nyárfák faminőségének és az erdei vadkárok kapcsolatával, ill. nemzetközi szinten is elsőként jellemeztük a nyárfák reakciófáját, ill. tártuk fel annak ipari jelentőségét. A szelídgesztenyék sajnálatos európai pusztulása indította el a károsodott fák anyagtulajdonságának, fahibáinak feltárására irányuló kutatásunkat. Megállapítottuk, hogy a tartós gesztrésznek köszönhetően a pusztulóban lévő, ill. már száradt szelídgesztenyék faanyaga szinte korlátozás nélkül felhasználható. A hazai évi csapadékmennyiség az 1980-as évektől tapasztalható jelentős csökkenése sajnos a lucfenyő állományokat sem hagyta érintetlenül. Az erdőgazdaságokkal karöltve jelentős kutatásokat végeztünk az ún. „tövönszáradt” fák faminőségének feltárásával, ill. az ilyen faanyagok felhasználhatóságával kapcsolatban. Az ültetvényes fagazdálkodással kapcsolatos tapasztalatainkat hasznosíthattuk a 2010-es év nagy kiterjedésű viharkárai lehetséges okainak, továbbá a védekezés lehetőségeinek feltárásában is. OTKA kutatás keretében jelentős alapkutatási munkát végeztünk a lombos faanyagok juvenilis, vagyis fiatal kori faanyagának vizsgálatával kapcsolatban is. Nemzetközi kooperáció keretében intézetünk a

világon elsőként közreműködhetett a fatest három-dimenziós szerkezetét bemutató tudományos, szakmai könyv megalkotásában. Intézetünk nevéhez fűződik még a hazai ipari fákat, ill. azok jellegzetes fahibáit tárgyaló többnyelvű könyvek megírása is.

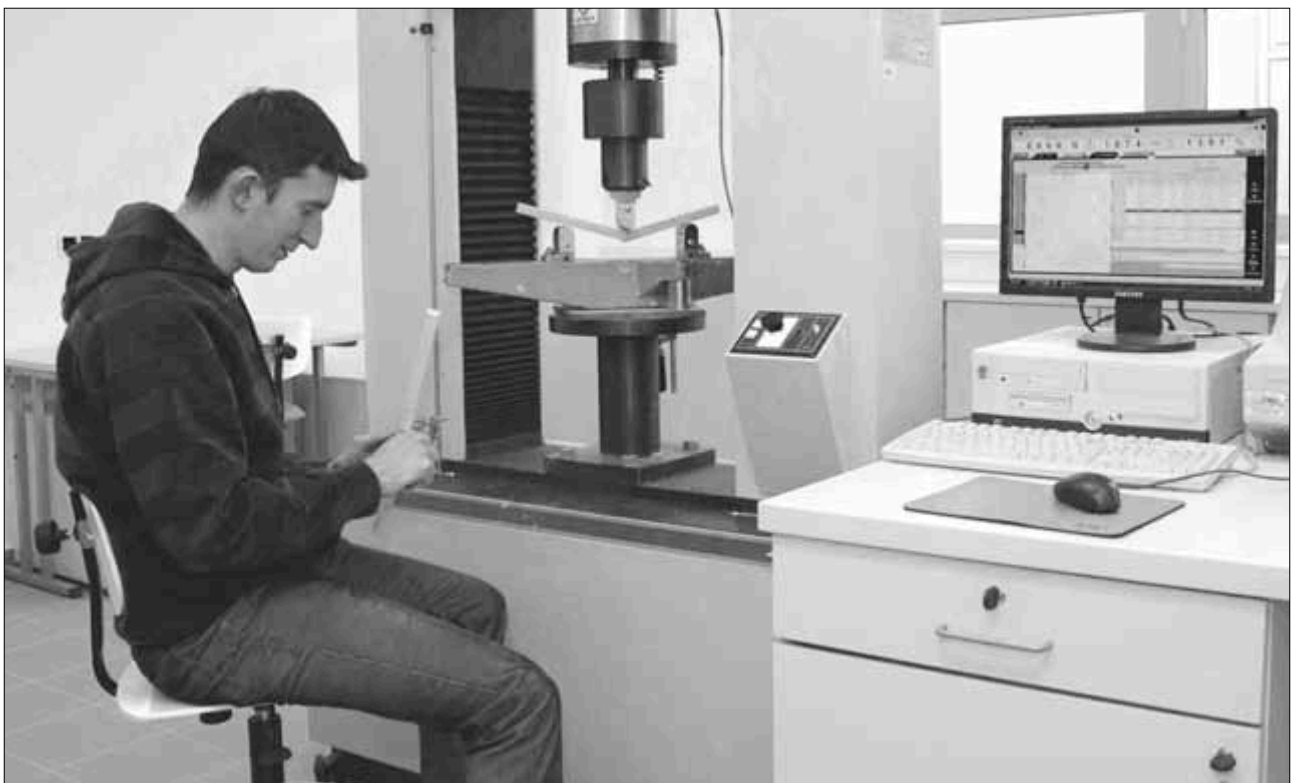
Az 1990-es évek közepétől új koncepciókat követve intézetünk egyre nagyobb hangsúlyt fektetett a fafizikai jellegű kutatásokra. Együttműködve a Fizika és Elektrotechnika Intézettel fokoztuk a faanyagok magas nyomású közegben történő gőzölésével kapcsolatos kutatási tevékenységünket. Alapkutatási szempontból jelentős, és az ipar számára is fontos olyan új vizsgálatokra rendezkedtünk be, mint a folyadék- és gáz-áteresztőképesség, szorpciós vizsgálatok. A fa-víz kapcsolatok kutatási területének fejlesztése nagyon jól megalapozta a szárítással kapcsolatos oktatási és kutatási feladatok sikerességét. Emellett e területeken szerzett tapasztalat hozta magával a máig is futó hordógyári együttműködéseinket is.

A biomassza tüzeléssel üzemelő erőművek, a forgácslap- és farostlemezgyárak aktuális problémája a beérkező faanyagok fűtőértékének korrekt meghatározása. Erdőgazdaságokkal és erőművekkel együttműködve szabadalmaztatott módszert dolgoztunk ki az ún. sarangolt ipari faválasztékok „atrosúly” szerinti átvételére. A kamerákkal működő rendszer első lépésben a faanyag térfogatát határozza meg, majd a nedvességtartalom mérést

követően kiszámításra kerül a szárazanyag tartalom (tkp. sejtfali tömeg) és a fűtőérték.

Intézetünk szorosan együttműködik a Magyar Nemzeti Múzeummal is. A műtárgyak anyagának fajaj meghatározása nagyban segíti a régészeti kutatásokat. A bükkábrányi külszíni fejtés során felfedezett „ősfák” fajának azonosításában is jelentős munkát végeztünk. A fakereskedelemben sokszor gondot okoz a fafajok korrekt meghatározása, mert egyes fafajok több kereskedelmi név alatt is forgalomban vannak. Intézetünk anatómiai felkészültsége lehetővé teszi a világ bármely tájáról származó fafajok beazonosítását. A Swedwood Sopron Bútor Kft. megbízása alapján különböző tölgy furnérok fafajának beazonosítását, ill. a repedékenyséjük okainak feltárását végeztük.

A faanyag jellegzetes tulajdonságai és az elérhető ragasztási szilárdságok kapcsolatával is foglalkozunk. Kiemeljük az akác faanyag ragaszthatóságával és a lakkozottan ragasztott faanyagok vizsgálatával foglalkozó kutatásainkat. Ipari megbízás alapján érdekes eredményeket mutattunk fel a különböző ragasztóanyagok és faanyagok színváltozáshoz vezető reakcióival kapcsolatban. Ugyancsak ipari együttműködésben rétegelt-ragasztott tartók tervezésében működünk közre alacsony minőségű síkvidéki erdeifenyő alapanyag bázison.



2. kép Faanyag mechanikai tulajdonságainak vizsgálata

Napi szakértési rutinként végezzük a tömörfából előállított félkész és késztermékek anyagának fizikai-mechanikai vizsgálatát, szabvány szerinti minősítését (pl. vasúti talpfák).

A faanyag, mint természetes úton lebomló biopolimer védelemre szorul. 2011-ben még új, mára klasszikus kutatási területünk lett a faanyagvédelem, ill. a különféle favédőszer hatékonyságának vizsgálata. Mindezt egy jelentős infrastrukturális fejlesztés, a Gyarmati Béla Faanyagvédelmi Labor felállítása, és a diszciplína kutatójának intézetünkbe kerülése tette lehetővé.

A világtrendeket figyelve, a kémiai faanyagvédelemmel szemben megfogalmazott egyre kritikusabb aggályok miatt a 2000-es évek közepétől új területként jelenik meg a faanyagok modifikálása. Ez olyan új eljárások kifejlesztését jelenti, melyek a faanyag biológiai tartósságát, vízzel szembeni ellenálló képességét növelik, így növelt életciklusú termékek alapanyagául szolgálhat.

Az intézet aktuális kutatási irányai

Intézetünk a klasszikus anyagvizsgálati területeket továbbra is műveli. Jelentős műszerfejlesztések folytán a faanyagon túl mára különböző polimerek, kompozitok vizsgálatára is fel vagyunk készülve. Laborjaink alkalmasak termékméretű elemek (pl. gerendák) mechanikai jellemzőinek vizsgálatára is.

Egyik legújabb kutatási tevékenységünk különböző újonnan kifejlesztett nano-részecskék faanyag tulajdonságait javító alkalmazására koncentrálnak. Első eredményeink igen biztatóak.

A faanyag gombaállósságát rendszerkívül

alacsony koncentrációjú nano-hatóanyaggal sikerült biztosítani. Ipari kérésre további kutatásokat folytattunk a faanyag UV- és vízállóságának, szilárdságának és tűzállóságának növelésére.

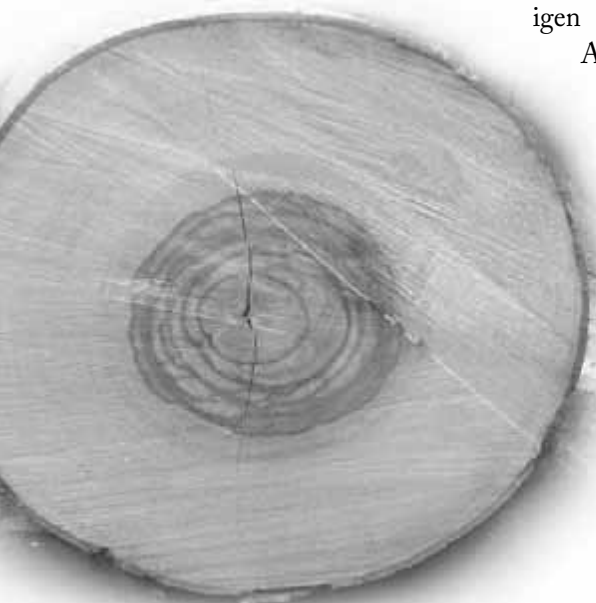
A faanyagok termikus (hidrotermikus, növényi olajban hőkezelt) és vegyi modifikációjával (acetilezés) kapcsolatban neves folyóiratokban (pl. *Bioresources*, *Holztechnologie*) publikáljuk eredményeinket.

Új területként foglalkozunk a különböző növényi kivonatok és természetes viaszok faanyagok tartósságát növelő hatásával.

A jövőben a faanyagon túl más biológiai eredetű anyagokkal is kívánunk foglalkozni, úgymint lignocellulózok, fehérje alapú rostos anyagok, stb. Hosszabb távon fontos kutatási területnek tartjuk a klímaváltozás és a faanyagok tulajdonságai kapcsolat-rendszerének feltárását, ill. a klímaváltozás és a fa nyersanyagforrások biztosíthatóságának kapcsolatát.

Publikációink

- Molnár S. (szerk.) (2000) *Faipari Kézikönyv I.* Sopron Faipari Tudományos Alapítvány, 428 p. (ISBN:963-00-4229-0)
- Fehér S., Fillinger B. (2001) A sebzési reakciók hatása a faanyag anatómiai jellemzőire. *Faipar* 49:(1) pp. 16-17
- Molnár S., Bariska M. (2002) *Magyarország ipari fái.* Budapest, Szaktudás Kiadó Ház, 210 p. (ISBN:963 9422 53 3)
- Molnár S. (szerk.) (2006) *Fahibák, fakárosítások.* NymE, ERFARET, Sopron. pp. 108.
- Molnár S., Várkonyi G. (szerk.) (2007) *Nagy parket-takönyv.* Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. pp. 280
- Molnár S., Börcsök Z. (2011) *Barátaink a fák.* Napkori Erdőgazdák Zrt. Napkor. pp. 104. ISBN 978-963-08-1634-2
- Csupor K., Horváth N., Molnár S. (2008) *Vegyszermentes faanyagvédelem: A hőkezelés hatása a bükk (Fagus sylvatica L.) és a csertölggy (Quercus cerris L.) faanyagok tulajdonságaira.* *Magyar Asztalos és Faipar* 4: pp. 135-137
- Németh R., Ábrahám J., Bak M., Molnár S. (2011) *Faanyagok modifikálása az NymE Faipari Mérnöki Karán.* *Magyar Asztalos* 2011/01: 64-65p



1. ábra Álgesztes bükk keresztmetszete

A Gépészeti és Mechatronikai Intézet kutatásai a Faipari Mérnöki Kar alapítása óta

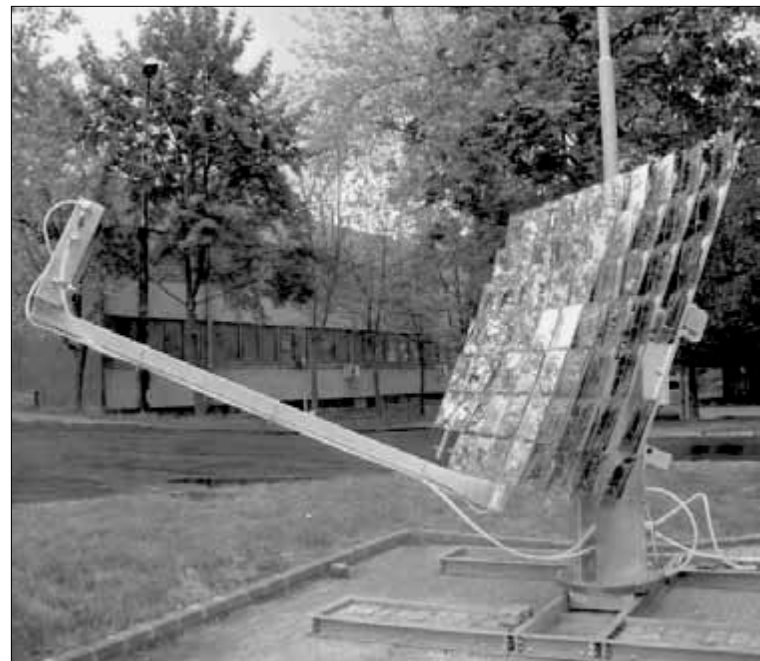
Prof. Dr. Varga Mihály



Az első tisztán faipari tanszék az 1959. május 1-jén alapított Faipari Géptani Tanszék volt, melynek vezetésével Szabó Dénest bízták meg. A tanszéképítéssel és fejlesztéssel összefüggésben kidolgozásra kerültek a faipari gépészeti szakoktatás fő tematikái, az előadások és gyakorlatok programjai egyaránt. A Faipari Géptani Tanszék dolgozói különös figyelmet fordítottak a gyakorlati élettel való kapcsolattartásra, a gyakorlati ismeretek oktatására. Szabó Dénes nyugdíjba menetelét követően (1979) a tanszék vezetésére Rónai Ferenc professzor kapott ideiglenes megbízást két évre. 1980-tól Sitkei György okleveles gépészmérnök, egyetemi tanár vette át a tanszék vezetését. Sitkei professzor az addig végzett sikeres munka folytatását és megújítását tűzte ki célul. Vezetése alatt a tanszék oktatási-kutatási tevékenysége jelentős fejlődésen és megújításon ment át. Sikeres munkáját követően Sitkei professzor 1996-ban nyugállományba vonult és a tanszék vezetését Lang Miklós professzor vehette át, akinek jelentős szerepe volt a tanszék továbbfejlesztésében és a személyi állomány fiatalításában. A kar fejlődésével összefüggésben a tanszék először Faipari Gépészeti Intézetté alakult (2000) két tanszékkel: Faipari Géptani és Anyagszállítási Tanszék néven. Az Anyagszállítási Tanszék vezetésére Boronkai László professzor kapott megbízást. Az intézet irányítását 2006-tól Varga Mihály professzor vette át, aki a fiatal intézeti kollégákkal, szorgos munkával a nagy tapasztalatú elődök munkáját kívánta folytatni külön hangsúlyt fektetve az ipari kapcsolatokra és kutatásra. Időközben a Faipari Gépészeti Intézet Gépészeti Intézetté, majd 2010-től Gépészeti és Mechatronikai Intézetté alakult át. Az új intézet a faipari gépészeti szakterület mellett gépészeti és mechatronikai szakoktatás és az ezzel összefüggő kutatások gondozását is felvállalta. Az intézet 2010-ben létrehozta a Zalaegerszegi Műszaki Képzési és Kutatási Központját is.

Az intézet kutatásai az elmúlt 50 évben

A Faipari Géptani Tanszéken dr. Szabó Dénes teremtette meg a tanszéki kutatások alapjait. A professzor korábbi tervezői tapasztalataival összefüggésben először a faipari üzemek por-forcácselszívó és ülepítő berendezéseinek tervezésével összefüggő kutatásokra fektette a hangsúlyt. Ennek része volt az elszívófejek geometriájának, légáramlási viszonyainak kutatása és új rendszer-méretezési eljárások méretezésével összefüggő kutatások végzése. Ezek a tevékenységek elsősorban ipari alkalmazott kutatási jellegűek voltak, amelyek nagyban hozzájárultak a műszaki fejlődéshez és a korszerű faipar kialakításához, valamint megalapozták a további légtechnikai kutatásokat. A kutatási eredményeknek – az ipari hasznosítás mellett – az oktatásban is hasznosulniuk kellett. Ennek eredményeképpen készült el Szabó Dénes szerkesztésében a Faipari kézikönyv 1963-ban és a Légtechnika a faiparban 1977-ben.



1. ábra GPS vezérlésű napkollektor

A légtechnikai kutatások mellett eredményes kutatás folyt a mechanikus anyagszállító berendezések, valamint a folyamatos gyártás tervezése és szervezése témákban is. Ezek közül kiemelkedtek a Cardo Bútorgyár lapmegmunkáló sorának szinkronizálása, az Épfa soproni gyára anyagmozgatásának gépesítése, a Szék- és Kárpitosipari Vállalat megmunkáló gépsorainak vizsgálata és anyagmozgató rendszereinek tervezése, valamint a faipari hulladékok szállítási és tárolási kérdései. A kutatási eredményekre alapozottan ebben a témában is egyetemi jegyzetek és tankönyvek kerültek kiadásra, pl. Faipari anyagmozgatás 1972-ben.

A géptani jellegű kutatások Lugosi Armand tanszékre kerülésével (1962) kaptak lendületet. Kutatási területként jelentek meg a különböző faipari technológiák gépesítési kérdései, a faanyagok forgácsolhatóságának vizsgálata, szerszámkutatások, elsősorban az új szerszámanyagok (keményfémek) vonatkozásában, a keretfűrészgépek teljesítőképességének növelése, fűrészüzemi szerszámok karbantartásának modernizálása témakörökben. A kutatási eredmények ipari és egyetemi hasznosulásának segítésére gazdag szakírói tevékenység eredményeképpen kézikönyvek, szakönyvek, tankönyvek, egyetemi jegyzetek és önálló kutatási kiadványok jelentek meg. A tanszéken a 70-es évek közepéig mintegy 30 szakkönyv, kézikönyv, könyvrészlet, nagyon sok publikáció és kutatási zárójelentés készült.



1. kép Gyakorlati oktatás a FESTO laboratóriumban

A Faipari Géptani Tanszéken kezdettől fogva hangsúlyozottan végeztünk gépészeti alapozó tárgyak oktatásával összefüggésben (fémtechnológia, gépelemek, általános géptan) metallográfiai és roncsolásmentes anyagvizsgálatokkal foglalkozó kutatásokat. Az 1980-as évektől kezdődően Sitkei György vezetésével az eddigi sikeres ipari és alkalmazott kutatások folytatása mellett az alapozó és célzott alapkutatások is az akkori tanszék fontos kutatási tevékenységei közé tartoztak. Ezekkel összefüggésben a különböző pályázati tevékenységek is megjelentek („D” kutatások, OTKA stb.). Az egyes kutatási témák továbbra is a tanszék oktatási profiljaival voltak összhangban.

Sitkei György vezetésével, Lang Miklós, Horváth Mihály, Gyurác Sándor, Déry József, Magoss Endre és Csanády Etele részvételével kiterjedt kutatási tevékenységgel meglapozták a faforgácsolás elméletét. Első alkalommal végeselem-módszert alkalmazva kutatták a forgácsoló szerszámok hőterhelését. Elméleti magyarázatot kapott az alap faipari gépek indokolt üzemeltetési paraméter rendszere összefüggésben a felületi érdességgel. Meghatározásra került a különböző faipari gépek energiaszükséglete. Hosszas kutatási sorozatokkal elméleti alapokat kapott a szerszámok lengése és a munkadarab rezgése. Mindezek később fontos fejezetét adták a Sitkei György által szerkesztett és részben írt, A faipari műveletek elmélete című összefoglaló könyvnek 1994-ben.

Anyagszállítási területen a különböző munkaegészségügyi és környezetvédelmi előírások szigorodásának hatására a megmunkálások során keletkező por-forgács keletkezési körülményeinek, morfológiai sajátosságainak, fizikai és mechanikai jellemzőinek, tárolási mértékadó anyagjellemzőinek kutatását folytattuk. A légtechnikai kutatásokkal és azok eredményeivel összefüggésben Sitkei György szerkesztésében megjelentettük a Gyakorlati áramlástan című könyvet, az intézet e témával foglalkozó munkatársainak együttműködésében.

A légtechnikai kutatások vonatkozásában kiemelt kutatási területként jelent meg az energia-takarékos légtechnikai rendszerek alkalmazhatóságának vizsgálata. Az anyagszállítás logisztikai kérdéseit Simul8-program alkalmazásával kutattuk és értünk el eredményeket.

A fafeldolgozási hulladékok környezetbarát hasznosításával kapcsolatban faelgázosítási kutatásaink során fagázgenerátort fejlesztettünk stabil

és mobil hasznosítási lehetőségekhez dízelmotorok hajtásához (1984–86 Győri Mezőgép).

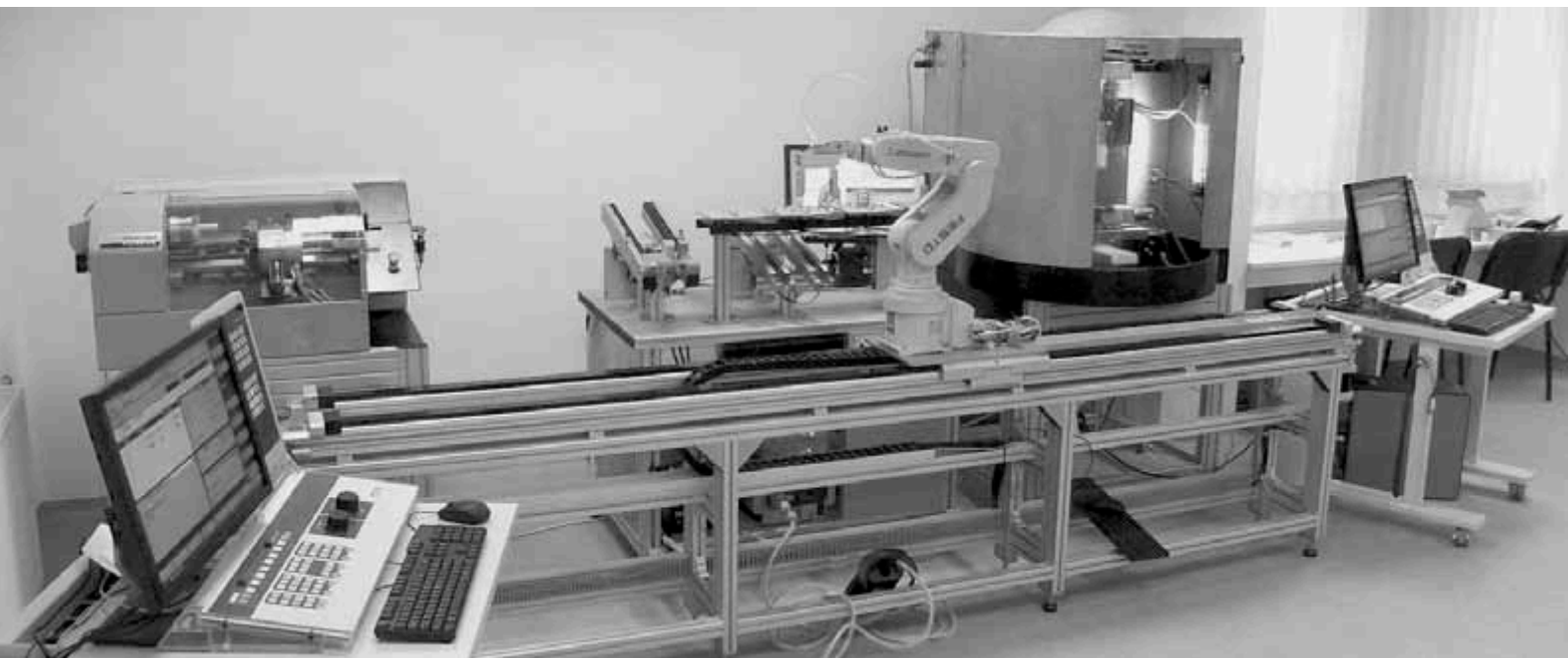
A faforgácsolási kutatások a korábbi gyakorlati forgácsolási és szerszámtechnikai tapasztalatokra és vizsgálatokra alapozottan, elsősorban a nemzetközi vonatkozásban is hiányzó anyagspecifikus elméleti kutatások irányába erősödtek. Ezek a kutatások a megmunkálási minőség – elsősorban felületminőség –, az energiafelhasználás, a megmunkálási paraméterek, a szerszámgeometriák és szerszámanyagok fejlesztése, munkaegészségügyi és környezetvédelmi vonatkozású problémák megoldásával voltak összefüggésben. Jelentős elméleti kutatásokat folytattunk a megmunkáló szerszámok hőterhelése vonatkozásában is.

A CAD-CAM-CNC technika megjelenése és fejlődése az iparban megkívánta az intézet profiljába tartozóan ezzel a korszerű technikával összefüggő kutatások művelését is (2.5 és 5 szabadságfokú gépekre alapozva). Komoly szoftveres háttérrel CAD-CAM programok segítségével megtámogattuk az oktatást és kiszolgáljuk a kutatást (CAD-CAM-CNC technika oktatásának megalapozása). A fafeldolgozás minőségi követelményeivel összefüggésben kutatásokat végeztünk a CNC gépek és megmunkáló központok munkadarab lefogása, lefogás hatékonysága, a munkadarab stabilitása vonatkozásában. Egyedülálló kutatásokat végeztünk a különféle (és szélsőséges) előtolási és megmunkálási sebes-

séggel dolgozó gépek munkadarab kinematikája területén is. Elvégeztük a munkadarab lefogások erőtanai és rezgéstani vizsgálatait is. Gépszerkezeti és légtechnikai összefüggésekben vizsgáltuk a CNC gépek por-forgácselszívási hatékonyságának növelési lehetőségeit. A kutatásokhoz a legkorszerűbb kísérleti körülményeket alakítottuk ki, ipari méretű gépek és az iparban is használt szoftverek alkalmazásával, illetve speciális egyedi tervezésű eszközök használatával.

Különösen az utóbbi évtizedben – általában az iparban és a fafeldolgozásban is – hangsúlyozottan a figyelem középpontjába kerültek az energetikai kérdések. A fafeldolgozás, mint jelentős energia felhasználó (fogyasztó) és mint megújuló energetikai alapanyaggal dolgozó iparág kettős kutatási főirányt jelenít meg számunkra. Ennek megfelelően energiahatékonysági kutatások során feltártuk a fafeldolgozás energiamérlegét, számba vettük a különböző energiatípusokat (hő- és villamos energia) mennyiségeket és ipari körülmények között kiépített monitoring rendszer segítségével vizsgáltuk az energiafelhasználás racionalizálásának kérdéseit. Új műszaki-technológiai eljárásokat dolgoztunk ki a fafeldolgozás energiahatékonyságának növelésére, az alternatív energiahordozók bekapcsolásával.

Energetikai és termelésehatékonysági összefüggésben iparvállalati és regionális vállalati logisztikai ellátási, valamint beszállítói rendszerek kiala-



2. ábra FESTO mechatronikai laboratórium

kítását kutattuk, korszerű logisztikai módszerek és eszközök alkalmazásával. Állapotfelügyeleti rendszert fejlesztettünk ki az üzembiztonság növelése és a villamosenergia-felhasználás céljából. Korszerű laboratóriumi hátteret teremtettünk az energetikai kutatásokhoz.

A fafeldolgozás műszaki fejlődése megkövetelte, hogy az intézet fejlessze a mechatronikai oktatást és kutatást szolgáló eszközparkját, amely egyrészt ezen a területen szükséges – és elkezdett – kutatások és más szakterületi kutatások kiszolgálását biztosítja. Ezek a lehetőségek elsősorban a pneumatika, az elektropneumatika, a PLC-technika, a szervotechnika területén biztosíthatják további kutatások kiteljesedését. iCIM rendszer beszerzésével megkezdjük a CNC vezérlésű maró- eszterga- és hat szabadságfokú robot integrált üzemeltetésének bevezetésével a programozás fejlesztést e területen, valamint az oktatást.

Nastran végelem program beszerzésével megkezdjük a modellezést hő- és légáramlás területén.

Korszerű szerszámélettartam követő rendszerek kidolgozása folyt és folyik a fa- és fémipar területén, amely jelentős programozási feladatokat is ró a kollégákra.

Az intézet aktuális kutatási irányai

1. Forgácsolás elmélet

- Erő és feszültségviszonyok forgácsolásnál, nyomaték-méréssel
- Forgácsoló szerszámok hőterhelése
- Hőterhelés modellezése Nastran végelem programmal
- Csiszolás elméletének kutatása és összefüggései a felületi érdességgel
- Forgácsoló szerszámok energiaszükséglete
- Munkadarab és szerszám rezgéseinek vizsgálata munkadarabok vákuumos lefogásánál
- Felületi érdesség kutatás természetes fa-anyagnál

2. Gépészet és üzemfenntartás

- Faipari megmunkáló gépek szerkezeti, üzemeltetés és üzemfenntartás kérdései
- CAD-CAM-CNC- és robottechnikai alkalmazott kutatások
- iCIM rendszer programozás kidolgozása (CNC maró, eszterga, 6 szabadságfokú robot)
- CNC megmunkáló központok pontossági vizsgálata lézer interferométerrel

- Szerszámok kopásvizsgálata
- Szerszám életpálya, szerszámgazdálkodás
- Szerszámtechnika, szerszámfejlesztés korszerű PIV rendszer segítségével
- Szerszám életpálya nyomon követése írható, olvasható chippek, illetve vonalkód rendszer segítségével, adatok gyűjtése és feldolgozása
- Modern gyártási és üzemfenntartási módszerek kutatása
- Faipari gépek rezgésvizsgálata
- Szerszámok üzem közbeni sérülésének jelzése testhang vizsgálatával
- Mechanikai megmunkálások hatékonysága
- Megmunkált felületek minősége
- A felületi minőség és szerszám állapot összefüggései

3. Anyagmozgatás, légtechnika és logisztika

- Korszerű anyagmozgató berendezések és rendszerek
- Darabáruk, ömlesztett halmazok mozgatása és tárolása
- Raktározási rendszerek
- Regionális vállalati logisztikai ellátási, valamint beszállítói rendszerek kialakítása korszerű logisztikai módszerek és eszközök alkalmazásával (SIMUL8 szoftver)
- Energiatakarékos, technológia rugalmas por-forgács elszívó rendszerek
- Por-forgács halmazok frakcióanalízise



3. ábra Ipari robot a FESTO laboratóriumban

- Fapor és forgács részecskék légellenállási tényezőjének meghatározása
- Állapotfelügyeleti rendszer az üzembiztonság növelése, és a villamosenergia-felhasználás csökkenés céljából
- Légáramlás modellezés NASTRAN véges-elem programmal

4. Energetika

- Energiahatékonysági kutatások, energia-hatékony technológiák feltárása
- Vállalati energiamérleg készítése és elemzése, energia audittal összefüggő szakmai tevékenység
- Faipari hő hasznosító technológiák
- Alternatív energiát (elsősorban napenergiát) hasznosító technológiák és berendezések
- Faipari üzemek biomassza rendszeren (faalapú mellékterméken) alapuló hő és villamos energiatermelés lehetőségének vizsgálata
- Faalapú melléktermékek hasznosíthatóságának kérdései

5. Mechatronika

- A FESTO-val közösen oktatásokat tartunk a FESTO akkreditált tanfolyamait kínálva. Az ország legelső felsőoktatási intézményeként kaptuk meg a FACT címet.
- Elektropneumatika: Elektromos pneumatikai ismeretek, javítás, hibakeresés
- PLC technika alapjai: Digitális kapcsolások, programozási módszerek
- Siemens S7 programozási alapjai, karbantartás, hibakeresés
- Buszrendszerek az automatikában: ASI, ProfibuszDP terepi buszrendszerek alkalmazásának alapjai (eszközök részben állnak rendelkezésre, beszerzésre vár: buszrendszeres szelepsziget, szervó tengelyes Profibuszos vezérlés)

Fontosabb publikációk az elmúlt 50 évben

- Lugosi A. (1964) Faforgácsolási vizsgálatok. Faipar 1964/4 115-119
- Szabó D., Botár A., Boronkai L. (1981) Transzportventilátorok meghibásodásának vizsgálata a forgácsszárításnál. Faipar 1981/12 360-365
- Sitkei Gy., Gyurác S., Horváth M. (1985) Zusammenhang zwischen Werkstück Schwingung und Oberflächen Güte beider Holzbearbeitung. Acta Facultatis Ligniensis, Sopron 1985/1

- Boronkai L. (1985) Druckverlust bei Werte für den pneumatischen Vorderstem in der Holzindustrie. Acta Facultatis Ligniensis, Sopron 1985/1
- Déry J. (1985) Spannungsuntersuchungen an einer Trennbahnsäge. Acta Facultatis Ligniensis, Sopron 1985/1
- Varga M. (1985) Neue Erkenntnisse über die mechanischen Eigenschaften von Sägespannen. Acta Facultatis Ligniensis, Sopron 1985 65-74
- Varga M. (1995) Behandlung von Staub und Späne in der Holzindustrie. Acta Facultatis Ligniensis, Sopron 1995 60-70
- Varga M., Németh G., Csitári Cs. (2011) Fa, mint megújuló energiaforrás. Örök társunk a fa című kiadvány, szerk: Molnár S, Sopron 38-43
- Tatai S., Magoss E. (2011) Surface roughness of the wood – reality vs. measured figures. 20th International Wood Machining Seminar; June 7-10, 2011 Skeleftea Sweden
- Csanády E. (2007) Die thermische Belastung von spannenden Holzbearbeitungs-werkzeugen, Teil 1. Holztechnologie 2007. Februar 1. 30-36 ISSN 0018-3881
- Csanády E. (2007) Die thermische Belastung von spannenden Holzbearbeitungs-werkzeugen Teil 2. Holztechnologie 2007. April 2. 33-38 ISSN 0018-3881
- Kocsis Z., Csanády E., Varga M., Kovács Z. K. (2009) Simulation in the furniture industry I. Drevna Industrija 2009/3 Zagreb, 177-182 ISSN 0012-6772
- Kocsis Z., Varga M., Németh G., Bakki-Nagy I. S. (2010) A fafeldolgozás energiaszükségletének vizsgálata és energiafelhasználási összefüggései. Faipar LVIII. évf. 2010/3-4:12-18 HU ISSN 0014-6897
- Magoss E. (2008) General regularities of wood surface roughness. Acta Silvatica & Lignaria Hungarica. Volume 4. 2008. 81-93
- Németh Sz., Varga M., Csanády E., Németh G. (2006) Aerodynamic assessment of the extraction attachment of CNC processing machinery. Wood Res-Slovakia 2006/51(2) 49-61
- Németh Sz., Csanády E., Bakki-Nagy I. S., Tatai S. (2010) Munkadarabok merev és rugalmas vákuum lefogásának vizsgálata a faiparban. Gép 2010/61:1-2. 6-10



Az Informatikai és Gazdasági Intézet kutatási tevékenységei

Prof. Dr. Jereb László



Az intézet a kar legújabb, egyben egyik legnagyobb szervezeti egysége. Meghatározó jogelődje a Gépészeti Intézeten belüli Informatiótechnológiai Tanszék, amelyet a Faipari Mérnöki Kar 2002 augusztusában három munkatárssal, Jereb László vezetésével hozott létre az akkor induló soproni informatikusokképzés gondozására. Kis idővel később, 2003-ban négy munkatárssal, Pakainé Kováts Judit vezetésével jött létre a Faipari Vállalkozási és Marketing Tanszék, amely a kar faiparhoz kötődő gazdaságtudományi oktatási és kutatási tevékenységét vállalta magára.

Az Informatiótechnológiai Tanszék 2004 januárjában Informatikai Intézetté alakult, majd a Faipari Vállalkozási és Marketing Tanszékkel egyesülve, 2007. január 1-től Informatikai és Gazdasági Intézetként működik. Az intézet főállású munkatársainak száma ma meghaladja a 20 főt.

Az intézet kutatásai az elmúlt 10 évben

Az intézet rövid élettörténete alatt a kutatási tevékenység jelentős fejlődésen ment keresztül. A

kezdeti időszakban az informatikai témaköröket – ebbe beleértve a számítástudományi és matematikai területeket is – alapvetően a BME-től, MTA SZTAKI-tól, illetve Erdőmérnöki Kartól érkező munkatársak előző munkahelyeikhez kötődő kutatásai határozták meg. E témakörök közül kiemelhetők az infokommunikációs hálózatok tervezésével, valamint forgalmi és megbízhatósági elemzésével (Jereb 2002), a hálóelmélettel, univerzális algebraival (Takách 2005), illetve a kombinatorikus geometriával és a geometriai algoritmusokkal (Szabó 2007) kapcsolatos eredmények. Ugyanezen időszak gazdaságtudományi kutatásait a marketinggel, piackutatással, fogyasztói magatartással, faipari vállalkozás-fejlesztéssel (Pakainé Kováts 2006) foglalkozó eredményei jellemezték, amelyek létrehozásában Bednárík Éva és Takács Alexandra 2004 óta a kari doktori iskola „Menedzsment a faiparban” programjának PhD hallgatójaként aktív részese volt. Ugyanakkor az informatikai és gazdaságtudományi terület együttműködésének már 2006-ban is ér-



1. kép Az intézet munkatársai

dekes színfoltja volt, amikor a BME felkérésére új infokommunikációs szolgáltatások bevezetésének nem műszaki aspektusaival kapcsolatban készült kutatás (Pakainé Kováts 2006).

2006 szeptemberében indult ténylegesen a Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák Doktori Iskola új „Informatika a faiparban” programja, amelynek első hallgatója Pödör Zoltán lett. Többéves útkeresés után az adatbányászat és annak ipari, főleg erdészeti alkalmazása vált kutatási területévé. Ezen időszakban jelentek meg azok az első sajátosan soproni informatikai kutatási témák is, amelyek részben egy on-line faipari adatbázis létrehozásával (vezetője: Szalai László), részben pedig – az IBM megbízásából – fenntarthatósággal foglalkoztak. Utóbbi eredményeként 2008-ban és 2009-ben is az intézet képviselőjében Jereb László IBM Faculty Award elismerésben részesült.

A két terület közös intézetté alakulásával párhuzamosan jelentősen felgyorsult az intézet létszámának növekedése. Az új munkatársak újabb kutatási tématerületeket hoztak. Ezek közül kiemelendők az ad hoc hálózati (Farkas K.), valamint a számítógépes grafikai (Kolozsár J.) témakörök, amelyek közül különösen az első, ETH Zürich gyökereivel tudományosan is az adott időszaki kutatások forró témájának volt tekinthető.

2007 szeptemberétől PhD hallgatóként csatlakozott az intézethez Bencsik Gergely és Horváth Ádám, előbbi soproni gazdaságinformatikus, utóbbi BME mérnök informatikus végzettséggel. A doktori iskola keretében Gergely tevékenységével megkezdődött az üzleti intelligencia terület építése, Ádám pedig Farkas Károllyal az ad hoc hálózatok és azok alkalmazásaival foglalkozott. 2008 szeptemberében Edelényi Márton ugyancsak végzett gazdaságinformatikusként a soproni doktori iskolán belül az adatbányászati területet erősítette, míg Bacsárdi László BME-n végzett mérnök informatikusként egy teljesen új kutatási területtel, a kvantuminformatica témakörével lépett be az intézetbe, a témakört a BME doktori iskolájában művelve. Nem sokkal később további két végzett volt hallgatónk, Boros János és Gludovátz Attila választotta az intézetet munkahelynek, akik 2009 szeptemberétől PhD tanulóikat is megkezdtek. János – egy BME-s MTA doktor, Do Van Tien külső társ-témavezetésével informatikai rendszerek fejlesztésével és teljesítményvizsgálatával foglalkozik, míg Attila témaköre az üzleti intelligencia.

A különböző kutatási területeken nagyszámú hazai és nemzetközi publikáció született. A nemzetközi aktivitást tekintve kiemelkedtek Farkas Károly és Bacsárdi László döntően BME-s, részben külföldi kollégákkal közös publikációi, amelyek impakt faktoros folyóiratokban és teljes cikkeket befogadó nemzetközi konferenciákon is megjelentek. E munkák közül itt csak kettőt, egy hálózati szolgáltatásokkal (Farkas 2008) és egy kvantuminformaticával (Bacsárdi 2010) foglalkozó cikket emelünk ki. Farkas Károly eredményei részben az intézet keretei között benyújtott „NaMANET – Nagy kiterjedésű mobil ad hoc hálózatok vizsgálata” című, PD 72984 OTKA pályázat támogatásával jöttek létre.

Az informatikai területen a PhD hallgatók aktív szerepvállalásával gyorsult fel a sajátosan soproni kutatási témák művelése, és mára több területen már aktív publikációs tevékenység és ipari alkalmazásfejlesztés folyik. A kar Innovációs Központjában Pásztor Zoltánnal együttműködve Szalai László kezdeti munkáját folytatva Boros János és Edelényi Márton, majd – hallgatóként – Kővári Zoltán egy sajátos ipari képfeldolgozási témakörrel, kamerás sarangfelvételi szoftverfejlesztéssel foglalkoztak, amely alkalmazást ma már számos ipari partnernél, többek között erdőgazdaságoknál is használnak (Boros 2011).



1. ábra Nyers kamerakép beolvasása a sarangelemző programmal és a képfeldolgozási eredmény automata algoritmus segítségével

Edelényi Márton és Pödör Zoltán az „Erdő- és mezőgazdálkodás, valamint a megújuló energiaforrás technológiák és a klímaváltozás”, TÁMOP-4.2.2/08/1 projekt keretében adatbányászati módszerek fejlesztésével foglalkozott elsősorban Manninger Miklóssal, az ERTI munkatársával együttműködve. A munkák eredményeként eddig elsősorban hazai, köztük több folyóiratcikk publikáció készült, de sor került már az első nemzetközi megjelenésekre is (Edelényi 2011). Boros János, Horváth Ádám, Szalai László és több hallgató, Do Van Tien aktív hozzájárulásával az Erdő- és Fahasznosítási Tudásközpontban, a Netvisor Zrt. megbízásából informatikai rendszerek teljesítménymonitorozására alkalmas eszközöket tanulmányozott, illetve saját eszközöket fejlesztett (Boros 2011).

A TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0006 projekt informatikai részprojektje keretében az intézetben egy döntéstámogatási keretrendszer készítése kezdődött el, döntően Bencsik Gergely és Gludovátz Attila munkájával. Eredményeik egyrészt kapcsolódnak az intézet részvételével is folyó COST FP0804, FORSYS („Forest Management Decision Support Systems”) projekthez (Bencsik 2011). A hálózati témakörben az erős előzményekből adódóan számos publikáció született, s közülük is kiemelkedik Farkas Károly és Horváth Ádám közreműködésével a 2012-ben megjelent impakt faktoros áttekintő cikk (Schaffer 2012).

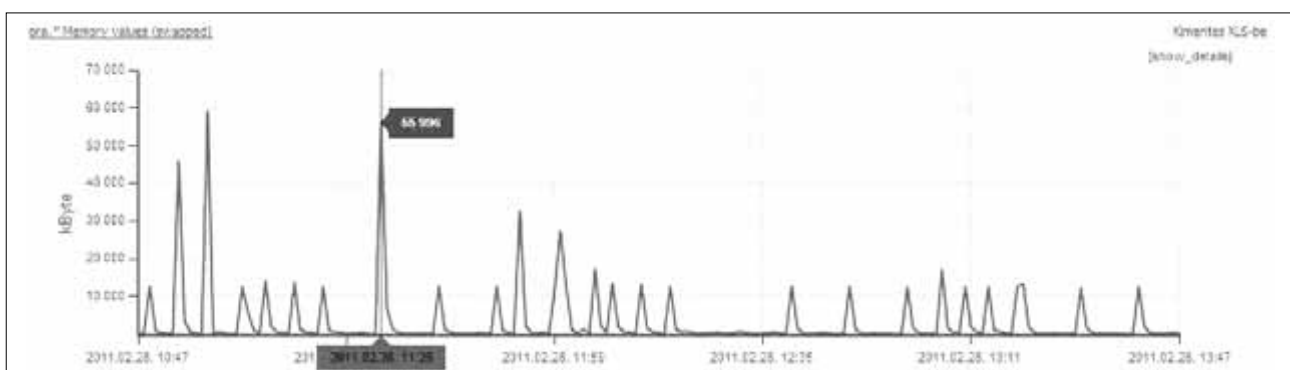
A gazdaságtudományi területen ugyancsak sokirányú tevékenység folyt. A munkákban meghatározó volt a faiparhoz való kapcsolódás, számos projekt azonban e határon túllépve a bormarketing, a sörpiac vagy éppen kávéautomata piac ipari megbízásait teljesítette.

2009-ben a doktori iskolában Dávid Viktória is elkezdte tanulmányait, aki az Európai Unióban készülő könnyűszerkezetes kőszházak új tendenciáit vizsgálta. A publikációkból itt két megjelent fo-

lyóiratcikket emelünk ki (Bednárík 2010), (Takáts 2011), amelyek a bútortpiac vásárlói magatartásmo- delljével, illetve papírhulladékok ökotermékekben való felhasználásával foglalkoztak.

Az egyre intenzívebb aktivitás eredménye, hogy az oktatók és PhD hallgatók mellett számos ötéves osztatlan képzéses MSc, sőt BSc hallgatónk eredménye is átlépte az országhatárt. Így Szalai Lászlóval Bausz Ákos és Boros János (Varsó, Lengyelország, 2007, Taipei, Taiwan, 2007), Farkas Károllyal Egresits Dávid és Horváth-Dori Gergely (Rio de Janeiro, Brazília, 2011), Bacárdi Lászlóval pedig Kiss András (Cape Town, Dél-Afrika, 2011, Pasadena, Kalifornia, 2012) készítettek nemzetközi konferenciákon is megjelent publikációkat. Szalay Dániel már BSc-s hallgatóként is többször képviselte az egyetemet az FP7-es EcWins projekt nemzetközi projektmegbeszélésein, amely projekt ablakok európai szabványoknak való megfeleltetési modellezésével és minősítésével foglalkozott, és amelynek magyar szoftverfejlesztési munkáit Takách Géza irányította.

Összefoglalva megállapítható, hogy a rövid 10 éves időszak nem volt eredménytelen. Az intézet profiljába tartozó informatikai és gazdasági területen egyre jelentősebb K+F, és ahhoz kapcsolódó publikációs tevékenység folyt. A munkatársak egy MTA doktori címet (Jereb 2004), három informatikai PhD fokozatot (Farkas 2007, ETH Zürich; Koloszar 2008, BME; Bacárdi 2012, BME), valamint három kari doktori iskolában elfogadott menedzsment témakörű PhD fokozatot (Gyallai 2008; Bednárík 2011; Takáts 2011) szereztek. Néhány további sikerként említhető, hogy 2011-ben Jereb László Gábor Dénes-díjat, 2012-ben Farkas Károly 3 éves MTA Bolyai-ösztöndíjat kapott, 2012-ben Bacárdi Lászlót pedig az ENSZ támogatásával működő nemzetközi Space Generation Advisory Council magyarországi képviselőjének választották.



2. ábra Oracle processzek fizikai memória értékei az idő függvényében

Az intézet aktuális kutatási irányai

Az Informatikai és Gazdasági Intézet mai kutatási irányai közül szakmai súlypontként az adatbányászat, az idősorok elemzése értelmezhető. A témakör kedvező jellemzője, hogy módot ad több tudományos és alkalmazási terület összehangolt, kritikus tömeget elérő művelésére, egyszerre nyújt lehetőséget ipari, üzleti, gazdasági és társadalmi problémák vizsgálatára, miközben illeszthető a kar doktori iskolájának profiljához. A témakörön belül ma kulcsalkalmazást jelent az erdészeti klíma-monitoring rendszer kialakításának támogatása, a faipari gyártástechnológia adatok elemzése, illetve egy olyan keretrendszer kialakítása, amely akár nagyon nagy kutatási (pl. geofizikai) adattömegek tárolására és feldolgozására is egységes informatikai platformot biztosít.

Az intézet másik fő kutatási irányát az informatikai infrastruktúra és szolgáltatások létrehozásával, működtetésével, teljesítményének elemzésével kapcsolatos témakörök jelentik, ebbe beleértve olyan, ma még világszerte kezdeti stádiumban lévő kutatási területet is, mint a kvantuminformatika. E kutatási irány jellemzője, hogy a BME kutatóival együttműködve kérdéseit sokkal inkább a műszaki informatika hagyományos környezetéből veszi, és keresi ezen eredmények kari tudományterületeken való alkalmazási lehetőségeit.

A gazdaságtudományi irányban meghatározó a faipari területeken belül a bútorigarhoz, faházépítészethez kapcsolódó kutatás, amely kifejezi a kar különleges szerepét az iparág hazai fejlődésében, és egyszerre foglalkozik az iparág és az értékesítési környezet helyzetének, illetve a környezettudatos, környezetbarát és fenntartható fejlesztési lehetőségeinek feltárásával.

Fontosabb publikációk az elmúlt 10 évben

- Jereb L., Jakab T., Unghváry F. (2002) Availability Analysis of Multi-Layer Optical Networks. *Journal of Optical Networking* 3:84-95
- Micol F., Takách G. (2006) Pasting as a construction between gluing and S-glued sum. *Acta Sci. Math. (Szeged)*, 72:3-14
- Pakainé Kováts J. (2006) Magyar vagy külföldi? A hazai bútorigar az ország eredet-hatás tükrében. *Faipar* 54(1):15-18
- Pakainé Kováts J., Do TV, Buchholz G., Juhász L. (2006) Providing Telecommunications Services for Rural Areas from HAP (High Altitude Platform) A Case Study in the Region of Hungary. In: *The 12th International Telecommunications*

Network Strategy and Planning Symposium, Networks 2006. New Delhi, India, 2006.11.06-2006.11.09. IEEE, 1-5

- Szabó L., Ujváry-Menyhárt Z. (2007) Smallest limited snakes. *Elemente der Mathematik* 62, 98-101
- Farkas K., Hossmann T., Legendre F., Plattner B., Das SK (2008) Link Quality Prediction in Mesh Networks. In: *Elsevier Computer Communications journal, Special Issue on Modeling, Testbeds, and Applications in Wireless Mesh Networks. Vol. 31, No. 8, 1497-1512*
- Bacsárdi L., Gyöngyösi L., Imre S. (2010) Solutions for Redundancy-Free Error Correction in Quantum Channel. *Lecture Notes of the Institute for computer sciences social-informatics and telecommunications engineering* 36:117-124
- Bednárík Ę., Pakainé Kováts J. (2010) Consumer behaviour model on the furniture market (Vásárlói magatartásmodell a bútorigarban). *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* 6:75-88
- Takáts A., Takáts P. (2011) Utilisation of refuse paper in eco-products. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* 7:133-144
- Boros J., Edelényi M., Pásztor Z., Kővári Z. (2011) Fejlesztési szempontok faanyagok térfogatának mérését végző szoftverhez. In: Raffai M. (szerk.) *ISBIS (OGIK) 2011 Országos Gazdaságinformatikai Konferencia. Győr, 49-51*
- Edelényi M., Pödör Z., Jereb L. (2011) Transzformált adatsorok alkalmazása a fák növekedése és az időjárási paraméterek kapcsolatának vizsgálatában. *Agrárinformatika/ Agricultural Informatics* 2:(1) 39-48.
- Boros J., Horváth Á., Jereb L. (2011) Szűk keresztmetszetek feltárása többretegű architektúrákban. In: Cser L., Herdon M. (szerk.) *Informatika a felsőoktatásban 2011 konferencia, Debrecen, 758-765*
- Bencsik G., Gludovátz A., Jereb L. (2011) Integrált informatikai elemző keretrendszer alkalmazása a magyar felsőoktatásban. In: Cser L., Herdon M. (szerk.) *Informatika a felsőoktatásban 2011 konferencia. Debrecen, 1040-1047*
- Schaffer P., Farkas K., Horváth Á., Holczer T., Buttyán L. (2012) Secure and reliable clustering in wireless sensor networks: A critical survey. *Computer networks – The international Journal of Computer and Communication networking* 1:1-16



A Műszaki Mechanika és Tartószerkezetek Intézet kutatásai a Faipari Mérnöki Kar alapítása óta

Dr. Kánnár Antal



A mechanika, mint évezredes tudomány, a mérnökképzésnek ma világszerte alapozó, előkészítő stúdiuma. Modelleket tárgyal és így a műszaki szemlélet alakításában, valamint a mérnöki tervező-fejlesztő munka megalapozásában meghatározó jelentőségű.

Tudományos szerepét tekintve talán Leonardo da Vinci megállapítása a legtalálóbb, miszerint „a mechanika a matematikai tudomány paradicsoma, mert vele jutnak a matematika gyümölcseihez.”

Az intézet rövid története a kar alapításától kezdődően

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 tanszék feladatai a két karon különváltak, az erdőmérnökképzés tanterve szerint az erdészeti gépészeti, szállítási és anyagmozgatási, vízgazdálkodási és anyagismereti tárgyakat kellett a mechanikai tananyagának megalapoznia, 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.

1999-ben átalakult az egyetem szervezeti felépítése. Korábbi tanszékek egyesülésével (vagy profiljuk bővülésével) intézetek alakultak. A Műszaki Mechanika Tanszékből Műszaki Mechanika és Tartószerkezetek Intézet lett. Benne két tanszék-„kezdeménnyel”: a Műszaki Mechanika Intézeti Tanszék végzi a törzsanyagbeli mechanika oktatását, a Tartószerkezetek Intézeti Tanszék pedig az 1994-ben beindult faszerkezet-tervező szakirány kötelező és fakultatív tárgyait adja le.

A Mechanika Tanszék vezetésére 1962-ben Dr. Rónai Ferenc kapott megbízást, a tanszéket 1991-ig

vezette, 1973-ig docensi, majd egyetemi tanári minőségben. 1961-ben egyetemi doktori címet, 1968-ban kandidátusi fokozatot, 1990-ben a műszaki tudományok doktora fokozatot szerezte meg. 1991-ben az Eötvös Loránd-díjjal tüntették ki. 1995-ben felterjesztették professzor emeritus cím elnyerésére. 1991-től 2009-ig a tanszék vezetője Dr. Szalai József egyetemi tanár, aki egyetemi doktori címet 1981-ben, kandidátusi fokozatot 1986-ban, habilitációt 1994-ben szerzett. 2009-től 2012 februárjáig az intézet vezetését, megbízott vezetőként Dr. Tolvaj László egyetemi tanár látta el. 2012 márciusától az intézetet Dr. Jereb László egyetemi tanár vezeti.



1. kép Prof. Dr. Rónai Ferenc

Az intézet jelenlegi munkatársai:

Dr. Jereb László DSc egyetemi tanár, megbízott intézetigazgató

Dr. Szalai József ny. egyetemi tanár

Dr. Fodor Tamás egyetemi docens

Dr. Kánnár Antal egyetemi docens

Dr. Andor Krisztián egyetemi docens

Dr. Karácsonyi Zsolt egyetemi adjunktus

Csikós Szabolcs intézeti mérnök

Takács Henriett intézeti adminisztrátor

Jelmondatunk

„Kutya nehéz iskola volt abban az időben a pataki Kollégium. Jó iskola volt, szép iskola volt, nagytekintélyű iskola volt, de nehéz iskola volt. Itt ugyanis a tanárok azt akarták, hogy a diák tudjon.”

Móricz Zsigmond

Főbb kutatási területek az elmúlt 50 évben

A Műszaki Mechanika Intézet megalakulásától kezdve nagy hangsúlyt fektetett alap és alkalmazott kutatások minél magasabb szintű művelésére, hogy ezekkel az ipari partnerek gyakorlati problémamegoldását segítse, ill. új fejlesztési irányokat alapozzon meg.

Az 1960-as években ragasztott szerkezetek, a geometriai mérethatás és a síkban terhelt falemezek stabilitásvizsgálatai folytak Rónai Ferenc vezetésével. Az 1970-es évektől fordult az intézet kutatási profilja a még kevésbé ismert és kutatott faanyag reológia irányába, melynek keretében a faanyag tartós terhelés hatására mutatott viselkedésének leírása volt a cél.

A kutatások hazai és nemzetközi szinten is sikeresek és úttörő jellegűek voltak, segítségükkel faszerkezeti elemek kúszási folyamatainak előrejelzése is lehetővé vált. Ezen munkákba az 1980-as évektől bekapcsolódó Fodor Tamás a faanyag viszkoelasztikus tulajdonságait kutatta, melynek eredménye a hosszú idejű viselkedést leíró anyagtvörvény kísérletekkel alátámasztott matematikai megfogalmazása lett.

Az 1980-as évektől új kutatási irányként a gyakorlatban egyre szélesebb körben alkalmazott rétegelt-ragasztott fatartók (RR) gyártási és klimatikus változások hatására kialakult belső feszültségeinek kutatása lépett be Szalai József vezetésével. Ezen kutatások eredményeinek felhasználásával az RR tartók tervezése és üzemeltetése is biztonságosabbá válik.

Az 1990-es évektől a faanyag és faalapú anyagok mechanikai tulajdonságainak anizotrópiája, azaz irányfüggése (Szalai J.) valamint a végeelem módszer faipari alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata (Fodor T.) került a kutatások célkeresztjébe.

Előbbi a faanyag irányfüggő mechanikai tulajdonságainak mérésekkel alátámasztott matematikai leírásával foglalkozik. Egyszerűen mérhető szilárdsági értékek alapján (húzó, nyomó szilárdságok) lehetővé teszi tetszőleges irányhoz tartozó szilárdságok megadását. Utóbbi faszerkezetek csomópontjaiban, fakötésekben kialakuló összetett feszültség és alakváltozási viszonyok meghatározására ad megoldást a faanyag anizotróp jellegének figyelembevételével.

Mindezen kutatások mellett, ebben az időszakban folytak a faanyag szilárdság változásának meghatározását célzó kutatások, különböző befolyásoló tényezők (nedvességtartalom, hőmérséklet, méret) hatására Szalai József vezetésével. Mint szakmai körökben közismert, a faanyag mechanikai tulajdonságai jelentősen változnak a faanyag klimatikus környezetének megváltozásával. Ezek ismerete lényeges, hiszen az egyes faszerkezetek jelentősen eltérő klimatikus környezetbe kerülhetnek, melynek hatását a tervezésnél figyelembe kell venni.

Az 1990-es évek végétől új kutatási irányként lépett be a faanyag mechanikai viselkedésének vizsgálata akusztikus emissziós analízissel, Kánnár Antal munkájával. A kutatás a faanyagban terhelés hatására meginduló tönkremeneteli folyamatokat (pl. repedések keletkezése) vizsgálja. A tönkremeneteli események során felszabadult energia, mint rugalmas hullámok (hangesemény) terjednek tovább az anyagban és keletkezésük jellemzően már jóval a törőterhelés előtt megindul, frekvenciatartományuk az ultrahang tartományba esik. Ezen események mérése és értékelése fontos információkat ad a faanyag tönkremeneteli folyamatainak feltáráshoz, megértéséhez.



1. ábra Kísérlet rétegelt-ragasztott tartószerkezettel



2. ábra Faszerkezet-vizsgáló laboratórium

Az intézet aktuális kutatási területei és művelőik

1. *Rétegelt ragasztott fatartók klimatikus sajtófeszültségeinek meghatározása (Szalai, Kánnár):* Nagy feszítávolságokat áthidaló RR tartók biztonságos tervezéséhez és üzemeltetéséhez elengedhetetlen a tartót körülvevő klimatikus (hőmérséklet, páratartalom) változások hatásának ismerete a tartószerkezetek belső feszültségeire. Ezek kritikus esetben a szerkezetek meghibásodásához, tönkremeneteléhez vezetnek.
2. *Rétegelt ragasztott fatartók tönkremeneteli folyamatainak feltárása (Kánnár):* A már beépített és tönkremeneteli helyeket (pl. repedéseket) tartalmazó tartók felmérése, valamint laboratóriumi és valós méretű kísérletek, elméleti megfontolások alapján egy olyan tervezési, gyártási és üzemeltetési előírási rendszer kidolgozásán dolgozunk, mellyel a tartók biztonságos, hosszú idejű, meghibásodásmentes működési feltételei biztosíthatóak.
3. *Nyárfa alapú RR tartó fejlesztése (Kánnár):* Magyarország jelentős nyárfakészlettel rendelkezik. A kutatás célja, hogy ezen alapanyagbázison olyan RR tartók kifejlesztése valósuljon meg, mely minden hatályos műszaki követelményt kielégít.
4. *Természetes faanyag nyíró rugalmassági modulusának meghatározása közvetett módon (Karácsonyi):* A faanyag nyíró rugalmassági modulusának kísérleti meghatározása műszakilag nehezen megvalósítható folyamat a nyíró-igénybevétel mellett fellépő járulékos igénybevételek (pl. hajlító igénybevétel

külpontos nyomásból) miatt. A kutatás orientációs módszer segítségével húzó igénybevétel segítségével és a faanyag anizotrop rugalmasságának elméleti eredményeit felhasználva határozza meg a nyíró rugalmassági moduluszt.

5. *A faanyag és faalapú anyagok anizotrop tönkremeneteli elméleteinek vizsgálata alkalmazhatóságuk szempontjából (Szalai, Garab):* A kutatás célja a faanyagra jellemző tönkremeneteli elmélet kiválasztása és kísérleti alapon való igazolása.

A kutatásokat az alábbi laboratóriumok segítik:

mechanikai anyagvizsgáló laboratórium, tartószerkezetek laboratórium, próbatest-készítő műhely

Az elmúlt 50 év jelentősebb hazai publikációi

- Rónai F., Somfalvi Gy. (1982) Fa tartószerkezetek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- Szalai J. (1994) A faanyag és faalapú anyagok anizotrop rugalmasság- és szilárdságtana I. rész: A mechanikai tulajdonságok anizotropiája. Hillebrand Nyomda Kft. Sopron
- Szalai J. (2001) Faszerkezetek méretezését és gyártását befolyásoló sajátosságok. In: Wittman Gy (szerk.) Mérnöki faszerkezetek. II. kötet. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest. 18:143-259
- Fodor T. (1992) A teherviselő rúdszerkezetek méretezése a faanyag viszkozus tulajdonságának figyelembevételével. Faipar, XLII. évf. 11-12
- Sitkei Gy., Fodor T. (1994) A faanyag viszkoelasztikus tulajdonsága. A zsugorodási feszültségek. In: Sitkei Gy. (szerk.) A faipari műveletek elmélete. 9-10. fejezetek, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
- Kánnár A., Szalai J. (2002) Réteges felépítésű faszerkezeti elemek klímaváltozás során bekövetkező vetemedésének és sajtófeszültségeinek számítása. II. rész: Az elméleti levezetések eredményeinek alkalmazása. Faipar 2002/4:7-12
- Kánnár A. (2010) A terhelési előtörténet vizsgálata a lucfenyő akusztikus emissziós tönkremeneteli folyamataival kapcsolatban. Gép folyóirat LXI. 2010/1-2:12-17
- Karácsonyi Zs. (2011) A természetes faanyag nyíró-rugalmassági moduluszának meghatározása. PhD értekezés, NymE Sopron
- Garab J. (2012) A faanyag és faalapú anyagok anizotrop tönkremeneteli elméleteinek vizsgálata alkalmazhatóságuk szempontjából. PhD értekezés, NymE Sopron

A Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet kutatásai a Faipari Mérnöki Kar alapítása óta

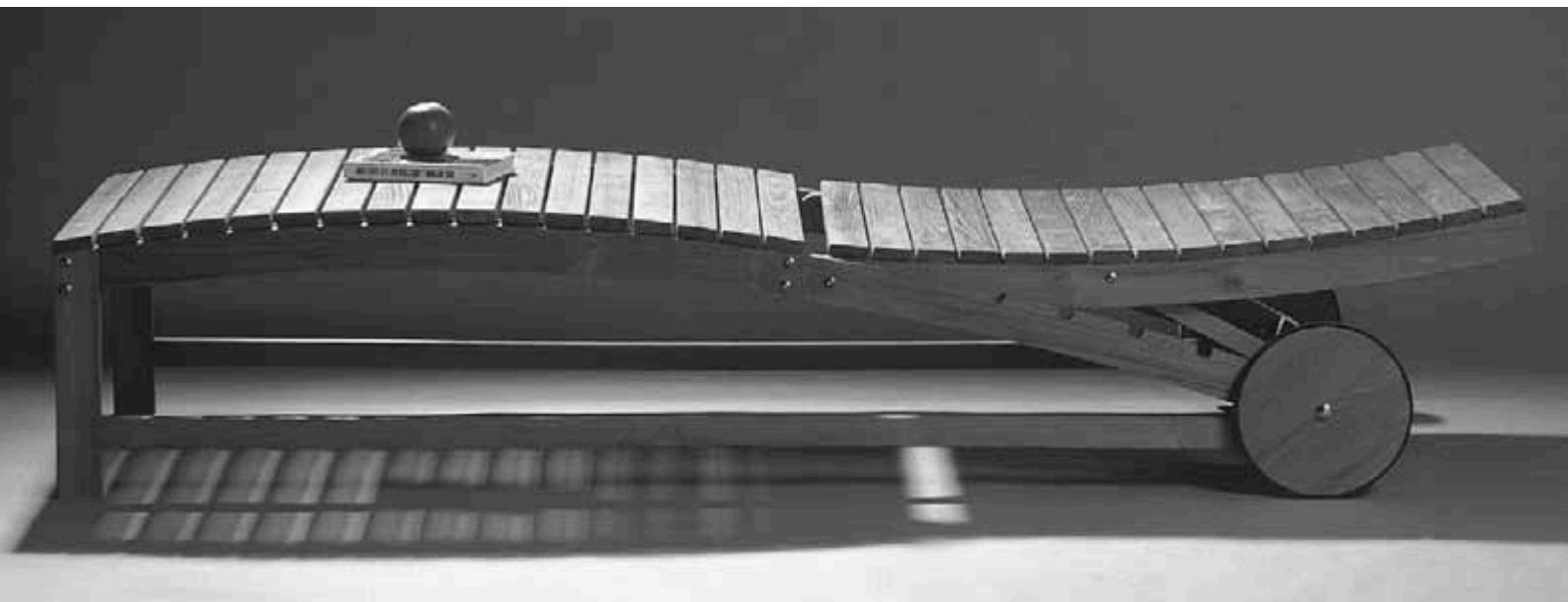
Dr. Dénes Levente

A Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet az 1962-ben létrehozott Bútor- és Épületasztalos-ipari Tanszék jogutódjaként, a Termékfejlesztési Tanszék megalakulása után, a Technológia Tanszékkel együtt alkotott intézetként 1995 óta működik. Emellett 2002-ig a tanszékhez, majd intézethez tartozott a Faipari Tanműhely is, az ott folyó gyakorlati oktatást az intézet koordinálta, a tantárgyakat ő gondozta. A jogelőd tanszék szerepe a faipari mérnökök képzésében két diszciplínakör művelése volt: a faipari termékek (bútorok, ajtók, ablakok, falépcsők, falburkolatok) szerkezetének ismertetése, valamint e termékek előállításának bemutatása, oktatása. 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 intézetként feladataink újabb tárgyakkal és kutatási területekkel bővültek. Tantárgyainkat az alaptárgyi képzésben (matematika, fizika, ábrázoló geometria, kémia), valamint mérnöki alapképzés-

ben (mechanika, hőtan, áramlástan, gépészeti alapok, informatika, gazdaságtan) adott ismeretekre alapozzuk. Az intézet jelenlegi oktatási és kutatás-fejlesztési, valamint innovációs tevékenysége a másodlagos faiparhoz, illetve a más anyagokból előállított ipari termékekhez, használati tárgyakhoz kapcsolódó tervezési, fejlesztési és gyártástechnológiai kompetenciákat hasznosítja.

Az intézet konkrét oktatási és K+F+I kompetencia területei:

1. Terméktervezési kompetenciák: szerkezet, tulajdonságok, ergonómia, modellezés és szimuláció, számítógépes tervezés;
2. Termékfejlesztés: termék- és gyártásfejlesztés, műszaki fejlesztés, DFX technikák;
3. Gyártástechnológiák: technológiai folyamatok és műveleteik, mechanikai megmunkálás, a felsorolt termékcsoporthoz kapcsolódó ragasztási és felületkezelési technológiák, szerelés, szerelvényezés, gyártási rendszerek (JIT, TPS, Lean, stb.), a technológiákhoz kapcsolódó ha-



1. ábra Silentium Spiritu napozóágy (Standeisky Dániel, okl. formatervező művész alkotása, 2003)

tékonyágjavító technikák (pl. mozdulat-, ergonómiai elemzések, optimalizálás);

4. Minőségbiztosítás és irányítás: minőségirányítási rendszerek, a minőségellenőrzés, -szabályozás, -biztosítás eszközei és technikai, folyamatszabályozás (statisztikai, képesség, kísérlettervezés);
5. Termékvizsgálatok, minősítés, szakértés.

Az intézet kutatásai az elmúlt 50 évben

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 termékergonómia, minőségbiztosítás, termékek tulajdonságtervezése kerültek előtérbe, mint újabb kutatási területek. Az intézet tizenkét oktatójának fele rendelkezik tudományos fokozattal, négyen pedig folytatják felkészülésüket a fokozatszerzésre. Az intézethez tartozik jelenleg négy nappali státuszú doktorandusz is, akik kiveszik részüket mind az oktatási, mind a kutatási feladatokról. 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.

A Bútor- és Épületasztalos-ipari Tanszék megalakulását követően, az 1960-as évektől ipari

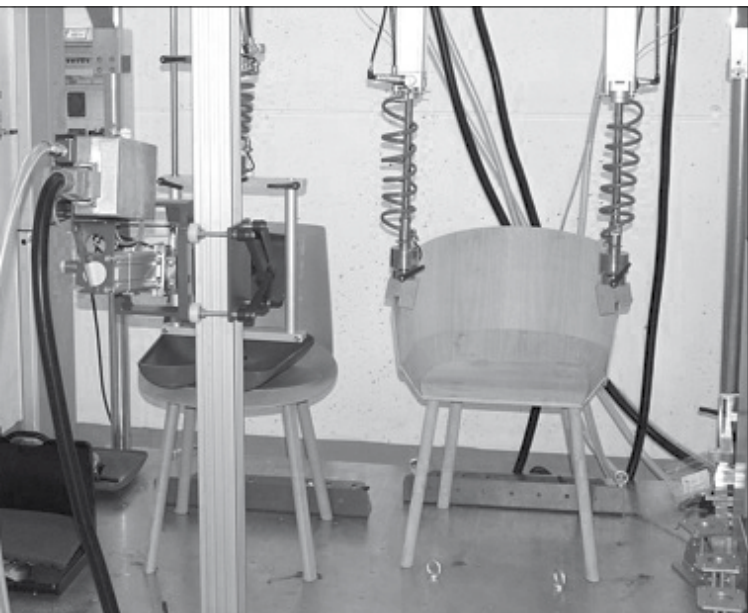
és minisztériumi megbízások keretében termék- és technológiafejlesztésre irányuló K+F, oktatási anyagot fejlesztő diszciplináris kutatási tevékenységet végzett. Kiemelkedő jelentőségű volt a kutatási projektek sorában az 1970-es években az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium (ÉVM) megbízásából az ablakszerkezetek műszaki jellemzőire vonatkozó hazai elvárások kidolgozása, valamint a BUBIV országos bútorigipari tröszt nagysorozatú gyártástechnológiáinak fejlesztése, anyagkihozatalának, minőségének javítása. Az 1980-as évek elejétől az Ablak-, Ajtó- Minőségfejlesztési Társulás a hazai ablak- és ajtótermékek korszerűsítését célzó fejlesztésekkel bízta meg tanszékünket. A Könnyűipari Minisztérium alá tartozó Bútorigipari Fejlesztési Intézet (BIFI) is rendszeresen bevonta tanszékünket fejlesztési feladataiba. Emellett vállalatok egyedi megbízásokkal is fordultak tanszékünkhöz. A teljesség igénye nélkül néhány jellemző K+F tevékenységünkről ebben az utóbbi időszakban:

- anyagtakarékos fenyőfa szerkezetek kidolgozása, fenyőhelyettesítés a kárpitos keretknél, BIFI 1981;
- többrétegű ragasztott szerkezetek komplex vizsgálata, SOFA 1982;
- rétegelt-ragasztott szerkezetű ablakok maximálisan alkalmazható méreteinek meghatározása, ÉVM 1986;
- székvázak statikai vizsgálata és méretezése, Balaton Bútorgyár, 1986–1987;
- belső ajtók fejlesztése, megbízó: Budapesti Épületasztalos-ipari Vállalat, 1987;
- fokozott követelményeknek megfelelő bejárati ajtó tervezése, ÉMI Ablak-, Ajtó Minőségfejlesztési Társulás, 1989.

Nemzetközi kutatási projektekben való részvételre a Kolorádói Állami Egyetemen (CSU) nyílt lehetőségünk a kar Építészeti Tanszékével együtt 1978-tól 1980-ig. A kutatás-fejlesztési téma: fa- és faalapanyagú szerkezetek vizsgálata és fejlesztése alternatív faalapú anyagok felhasználásával.

Európai kutatási program pályázatokban való részvételünk az 1990-es évektől:

- Építési célú rétegelt furnérfa előállítás alacsonyabb értékű lombos faanyagokból (ELVE) COPERNICUS 1995–1998
- Termékadat és adatcsere szabványosítás a bútorigipari informatikában (COFURN) Európai Unió FP5 Keretprogramja 1999–2001



2. ábra Ülőbútor terhelési vizsgálat



3. ábra Formatervezési mintaoltalommal védett kiállítási stand építésére alkalmas szerkezet

- Számítógépes eszköz innovatív ablakrendszerek CE jelölés alapú értékelésére (ECWINS) az Informatikai és Gazdaságtudományi Intézet részvételével; Európai Unió FP6 Keretprogramja 2006–2010

A tanszék hazai kutatásfinanszírozási tervek és ügynökségek támogatásával megvalósított kutatási-fejlesztési munkái az 1990-es és 2000-es években:

- Szerkezeti célú fakompozitok tulajdonságtervezése a faanyagok ortotrop szilárdsági jellemzőinek alapján; a Mechanika és Tartószerkezetek Intézettel valamint a Fa- és Papíripari Technológiák Intézettel együtt. OTKA 1998–2001
- Kültéri bútorcsalád előállítás a tömörfából (akácból), technológiai, szerkezet- és formatervezési kérdések megoldása. NKFP Erdő-Fa karközi projekt része; 2001–2004
- Beltéri termékek (parketta, bútor) fejlesztése hazai faanyag bázison (ragasztási, színhomogenizálási, felületkezelési kísérletek alapján); NKFP kari projekt része; 2001–2004

Kisebbségi vállalati megbízásokkal technológia-fejlesztési, elsősorban ragasztással és felületkezeléssel kapcsolatos, valamint termékek (nyílászárók, közösségi bútorok) fejlesztését célzó K+F tevékenységet is folytatott az intézet. Diszciplináris kutatási témaként a bútorok szerkezeti kötéseinek szilárdsági vizsgálata és modellezéssel való előrejelzése, megmunkált felületek minősége és a fafajai sajátosságok kapcsolatának a vizsgálata emelendő ki, mely utóbbiból PhD dolgozat született. Az

OTKA támogatással végzett kutatás folytatásaként a West Virginia University-vel (WVU) közösen elnyert NATO Linkage Grant, majd a WVU kutatási partnersége révén az akkor már Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet munkatársai folytatták a hulladék furnér alapú, tervezett tulajdonságú szerkezeti kompozitok fejlesztését. E munka eredményeiből PhD értekezés és számos publikáció született nemzetközi, impakt faktoros folyóiratokban valamint hazai szaklapokban.

Az intézet aktuális kutatási irányai

Az utóbbi években intézetünkben a kutatás-fejlesztés súlypontja az intelligens termékek fejlesztése, illetve a faiparban alkalmazható innovatív technológiák irányába toldott el. Keretét a TÁMOP 5.2.1. projekt, „A regionális gazdasági fejlődés műszaki innovációs hátterének fejlesztése” adta. Ezen belül intézetünk az intelligens faipari termékek (bútorok, ajtók, ablakok) fejlesztésére, valamint a mechanikai megmunkálás hatékonyságfokozására irányuló kutatásokat végez. Az intelligens bútorok fejlesztése az ülő munkával kapcsolatos kényelmi és egészségi szempontok magas szintű kielégítésére irányul. Az intelligens ajtók, ablakok tekintetében az energetikai szempontok, valamint a beltéri klíma igényeinek optimális kielégítése a cél. Ez kiegészül az ablak teljesítőképesség jellemzők megbízhatóságának, a termék élettartamnak vizsgálatával és fokozási lehetőségeinek kutatásával. A mechanikai megmunkálás hatékonyságfokozása témakörben a bútorigipari

és épületasztalos ipari alkatrészgyártás gépeinek és megmunkálási folyamatainak minőségképessegi mutatóit vizsgáljuk, és javítási lehetőségeit kutatjuk a gépek átbocsátásának fokozása mellett. A vizsgálatok további célja eredményesen alkalmazható tűrések és illesztések meghatározása, melyekre jelenleg hiányoznak a megfelelő szabványok és előírások. A felsorolt témakörökben az intézet fiatal munkatársai PhD disszertációjukon dolgoznak.

Kutatási területek:

- termékek tulajdonságtervezése,
- a minőség tervezése,
- kompozitok tervezése,
- faalapú teherhordó szerkezetek, bútorok szilárdsági tervezése (diszciplináris kutatás),
- ajtók-ablakok teljesítményjellemzőinek vizsgálata, modellezése,
- faanyagok bútorigipari hasznosítása,
- faanyagok felületi struktúrája,
- faanyag növelt teljesítőképességű ragasztása, ragasztási, felületkezelési technológiák fejlesztése,
- faanyagok színkorrigáló kezelése,
- környezetbarát felületkezelések,
- teljesítőképesség 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,
- végeelemes modellezés, szimuláció.

Fontosabb publikációk az elmúlt 50 évben

Bencsik B., Kovács Zs., Dénes L. (2011) Nyílászárók szerkezeti elemeinek hatása a teljesítményjellemzőkre. I. rész. A rugalmas ütközések hatása az ablak légzárására; Faipar LIX. évf. 2011/2-3:26-34

Elek L. (2011) Ablakszerkezetek hőátbocsátási tényezőjének meghatározása a hőhídhatások figyelembevételével. Faipar LIX. évf. 2011/1:5-11

Szemerey T. (2011) Famegmunkáló kéziszerszámok
In: A fa a népi építészetben régen és ma – tanulmánykötet. Szerk: Románné R.V., Varga T., Sopron, 8-28 2011 ISBN 978-963-334-011-0

Dénes L., Lang EM, Kovács Zs. (2006) Product

development from veneer-mill residues: an application of the Taguchi's-method. Wood and Fiber Science, 38(1), 2006, 36-48

Kovács Zs. (2003) A nyílászárók épületfizikai és szilárdsági jellemzőiről. Magyar építéstechnika 2003/11-12. 28-31

Csiha Cs., Alpár T. (2003) Nagyedényes fafajok felületi érdességének értékelése. Faipar LI. évf. 2003/1:11-16

Lang EM, Bejő L., Divós F., Kovács Zs., Anderson RB (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, 308-320

Lang EM, Bejő L., Szalai J., Kovács Zs., Anderson B. (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, 350-365

Lang EM, Kovács Zs. (2001) Size Effect on Shear Strength Measured by the ASTM Method. Forest Products Journal. Vol. 51, No. 3. March 2001. 49-52

Csiha Cs., Krisch J. (2000) Vessel filtration – a method for analysing wood surface roughness of large porous species, Drevarsky Vyskum 45(1):13-22

Lang EM, Kovács Zs. (2000) Orthotropic Strength and Elasticity of Hardwoods in Relation to Composite Manufacture. Part I. Orthotropy of Shear Strength. Wood and Fiber Science, 32(4):502-519

Molnárné Posch P. (1996) Felületkezelés a faiparban. Faipari Tudományos Alapítvány, ISBN 9630469731

Kovács Zs. (1992) Reliability bases for design. In: Reliability-Based Design of Engineered Wood Structures, NATO ASI Series. Series E.: Applied Sciences, Vol. 215. 155-157

Bodig J., Goodman J., Béli E., Kovács Zs., Somfalvi Gy. (1982) Fa- és faalapanyagú szerkezetek vizsgálata és fejlesztése. Erdészeti és Faipari Tudományos Közlemények. 1982. 2. sz. 5-26

Kovács Zs. (1972-73) Szendvics szerkezetű lapok szilárdsági tulajdonságai, I-III. rész. Faipar XXII. évf. 10:336-341, XXIII. évf. 1:16-18, XXIII. évf. 9:254-258

Tönkremeneteli elméletek alkalmazhatóságának vizsgálata térbeli feszültségállapot esetén*

GARAB József¹

¹ NymE FMK Műszaki Mechanika és Tartószerkezetek Intézet, PhD jelölt

Kivonat

Kutatásunkban a von Mises-, a Tsai-Wu-, és az Ashkenazi-féle tönkremeneteli elméleteket vizsgáltuk meg alkalmazhatóságuk szempontjából térbeli feszültségállapot esetén. Ezért triaxiális nyomóvizsgálatokat hajtottunk végre lucfenyő (*Picea abies*) faanyagon. Mivel a tönkremeneteli elméletek úgy működnek, hogy a feszültségi állapotot a faanyag anatómiai főirány-rendszerében kell megadni, a tönkremenetel pillanatában uralkodó feszültségállapotokat transzformáltuk a faanyag anatómiai főirányainak rendszerébe. Az átszámítást a rostlefutás és az évgűrűállítás segítségével végeztük el. Továbbá meghatároztuk az egyes szilárdsági kritériumok tenzorkomponenseit, majd kiszámoltuk a tönkremeneteli viszonyszámokat. A tönkremeneteli viszonyszám segítségével következtethetünk arra, hogy melyik elmélet írja le helyesebben a tönkremenetel fellépését. A tönkremeneteli viszonyszámok kiértékelése alapján megállapítottuk, hogy térbeli feszültségállapot esetén a von Mises-, a Tsai-Wu- és az Ashkenazi-elméletek közül egyedül az Ashkenazi-féle írja le megfelelően a faanyag tönkremenetelét.

Kulcsszavak: tönkremeneteli elméletek, triaxiális nyomóvizsgálat, térbeli feszültségállapot, tönkremeneteli viszonyszám, von Mises-, Tsai-Wu-, Ashkenazi-elmélet

Investigation the usability of the strength criteria in triaxial stress state

Abstract

In frame of our research, the usability of the von Mises, the Tsai-Wu, and the Ashkenazi strength criteria was investigated in case of triaxial stress state. Thus, triaxial compression tests were performed on spruce (*Picea abies*) samples. The anisotropic strength criteria can be applied only when the stress state is given in the coordinate system of the anatomical main directions of wood. Therefore, the experimental stress states were transformed into this coordinate system. The calculation was executed based on the surface angles (grain angle, growth ring angle). The anisotropic strength criteria can be validated with the failure prediction numbers. Therefore, the failure prediction numbers were also determined. The evaluation of the failure prediction numbers show that, among the three anisotropic strength criteria only the Ashkenazi strength criterion describes well the failure of wood.

Key words: strength criteria, triaxial compression experiments, transformation of the stress states, failure prediction number, strength criteria of von Mises, Tsai-Wu and Ashkenazi

*A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

This research - as a part of the Development of Student Talent Fostering at WHU, TAMOP 4.2.2. B-10/1-2010-0018 project - was sponsored by the EU/European Social Foundation. The financial support is gratefully acknowledged.



Bevezetés

A faanyag szilárdsági viselkedésének leírására a napjainkban leginkább alkalmazott anizotrop tönkremeneteli elméletek a von Mises-, a Tsai-Wu-, valamint az Ashkenazi-féle elméletek. A tönkremeneteli elméletek alkalmazhatóságát különböző szempontok szerint kell értékelni. Szalai (1992, 2008) a három tönkremeneteli elmélet alkalmazhatóságát vizsgálta a normálszilárdságok irányfüggése szerint és energetikai alapon. Az elméleti vizsgálatok eredményei szerint a három tönkremeneteli elmélet közül egyedül az Ashkenazi-féle az elfogadható.

Valamely elmélet helyességét végső soron mindig kísérletekkel kell igazolni. Korábbi munkánkban (Garab és Szalai 2010) a három tönkremeneteli elmélet alkalmazhatóságát vizsgáltuk lucfenyő (*Picea abies*) faanyagon uralkodó síkbeli feszültségállapotok esetén. Az eredmények azt mutatták, hogy a három tönkremeneteli elmélet közül az Ashkenazi-féle képes leírni a faanyagok tönkremenetelét.

Folytatva a faanyag tönkremeneteli viselkedésének vizsgálatát, triaxiális nyomóvizsgálatok segítségével térbeli feszültségállapotokat hoztunk létre lucfenyő faanyagon (Garab és tsai. 2012). Ebben a munkánkban a térbeli feszültségállapotok segítségével összehasonlítottuk a tönkremeneteli elméletek alkalmazhatóságát a még bonyolultabb feszültségállapotokban. Az eredmények segítségével megvizsgáltuk, hogy összetett feszültségállapot esetén melyik tönkremeneteli elmélet írja le helyesen a fa és faalapú anyagok tönkremenetelét.

Elméleti ismertető

A faanyag szilárdsági viselkedésének leírására anizotrop tönkremeneteli elméleteket alkalmaznak. Szalai (1994) levezette a von Mises-, a Tsai-Wu-, az Ashkenazi-féle tönkremeneteli elméleteket. A tönkremeneteli elméletek összehasonlíthatóságára meghatároztuk a tönkremeneteli viszonyszámot. A tönkremeneteli viszonyszám a kísérletben meghatározott tönkremeneteli feszültségi állapot és az egyes szilárdsági elméletek által előre jelzett tönkremeneteli feszültségi állapot összehasonlítására szolgál. A viszonyszámot az alábbi összefüggésekkel számíthatjuk ki az egyes szilárdsági elméleteknek megfelelően:

Von Mises-elmélet:

$$n_{\text{von Mises}} = a_{ijkl} \sigma_{ij} \sigma_{kl}$$

$$i, j, k, l = L, R, T \quad [1]$$

Tsai-Wu-elmélet:

$$n_{\text{Tsai-Wu}} = a_{ij} \sigma_{ij} + a_{ijkl} \sigma_{ij} \sigma_{kl}$$

$$i, j, k, l = L, R, T \quad [2]$$

Ashkenazi-elmélet:

$$n_{\text{Ashkenazi}} = \frac{a_{ijkl} \sigma^{ij} \sigma^{kl}}{\sqrt{I_1^2 - I_2}}$$

$$i, j, k, l = L, R, T \quad [3]$$

ahol,

$n_{\text{von Mises}}, n_{\text{Tsai-Wu}}, n_{\text{Ashkenazi}}$ – az egyes tönkremeneteli elméleteknek megfelelő tönkremeneteli viszonyszámok,

a_{ij}, a_{ijkl} – a tönkremeneteli elméleteknek megfelelő szilárdsági tenzor,

σ_{ij} – a ható feszültségi állapot, ill. annak tenzora a faanyag anatómiai főirányainak megfelelő koordináta-rendszerben,

I_1 és I_2 – az első és második feszültségi invariáns.

Ha $n=1$, az anyag éppen a tönkremenetel határhelyzetében van, ha $n < 1$, akkor az anyag az elmélet szerint még nem mehetett volna tönkre, ha $n > 1$, akkor az elmélet a mértnél előbb bekövetkező tönkremenetel bekövetkezésére utal. Az n tönkremeneteli viszonyzámmal tehát azonnal képet kaphatunk az elmélet tönkremenetelre vonatkozó jóslatának helyességéről.

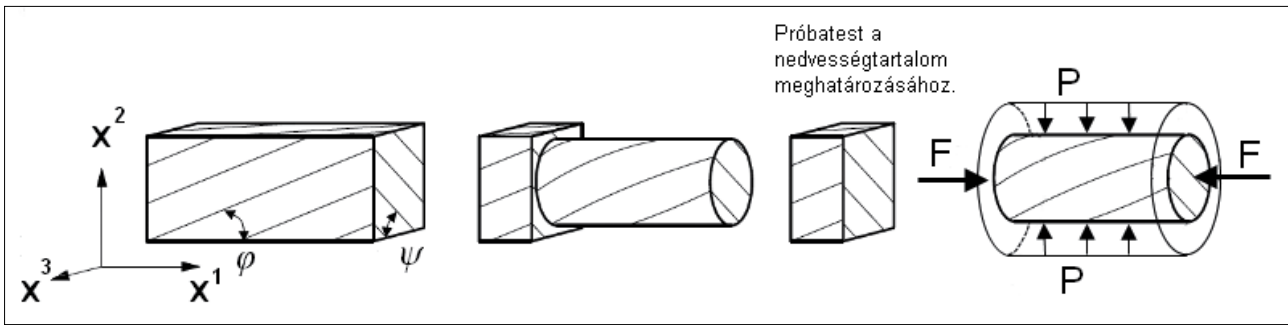
Kísérleti anyagok és módszerek

A triaxiális nyomóvizsgálatok eredményeként kapott térbeli feszültségállapotok segítségével ellenőriztük a von Mises-, a Tsai-Wu-, és az Ashkenazi-féle tönkremeneteli elméletek helytállóságát. Meghatároztuk az egyes szilárdsági kritériumok tenzorkomponenseit, kiszámoltuk a tönkremeneteli viszonyszámokat és kiértékelve az eredményeket összehasonlítottuk a tönkremeneteli elméleteket alkalmazhatóságuk szempontjából.

Triaxiális nyomóvizsgálatok bemutatása

A Bécsi Műszaki Egyetem Mechanika Intézetében (TU Vienna, Institute for Materials and Structures) triaxiális törővizsgálatokat hajtottunk végre lucfenyő (*Picea abies*) faanyagon. A törőberendezés hidraulikus oldalnyomással működik, ezért a triaxiális nyomóvizsgálatokhoz hengeres próbatesteket készítettünk lucfenyő pallókból. A próbatest kialakított végső geometriája 50 mm-es átmérővel 100 mm-es magassággal rendelkező fahenger (1. ábra) volt, amelyet a tönkremenetelig terheltük axiálisan és oldalnyomással.

A mért sűrűségi és nedvességtartalmi értékek átlaga $\rho = 0,39 \text{ g/cm}^3$ és $u = 13,9\%$ volt. Három különböző rost-



1. ábra A próbatetest elkészítése, orientációja valamint az alkalmazott terhelési irányok. Háromfajta rostirányú léceket vágunk ki a pallókból ($\phi=0^\circ[L], 22^\circ, 45^\circ$) és az évgyűrűállás (ψ) $0^\circ(T)-90^\circ(R)$ tartományon belül változott. A lécek keresztmetszete 60x60 mm volt. Ezután az 50 mm-es átmérőt esztergáltuk ki. Végül a hasáb alakú véget levágtuk, majd belőle meghatároztuk nedvességtartalmat. Az axiális terhelés iránya (F) az x^1 tengely, míg az oldalnyomás (P) az x^2-x^3 síkban ébredt.

Figure 1 Preparation, orientation of the samples and the applied loads. Slats in three different grain angles were cut from the lumbers ($\phi=0^\circ[L], 22^\circ, 45^\circ$). The ring angles were in range of the angles: $0^\circ(T)-90^\circ(R)$. The cross section of the slats were 60x60 mm. From the slats diameter of 50 mm was turned. Finally the prismatic part was cut which was used for the determination of the moisture content. The direction of the axial load (F) was the x^1 axis, the side pressure (P) was applied in the x^2-x^3 plane.

lefutást vágunk ki a pallókból: $\phi= 0^\circ$ (L), 22° és 45° . Az évgyűrűállás (ψ) $0^\circ(T)-90^\circ(R)$ tartományon belül változott. Az esztergályozás előtt minden próbatetest rostlefutását, évgyűrűállását kamera és CAD-szoftver segítségével megmértük. Az alkalmazott oldalnyomások 5,10 és 15 bar között változtak. Minden oldalnyomás-orientáció kombináció során 6 próbatestet törtünk össze, azaz összesen 54 darabot vizsgáltunk. A kísérletek során 4 darab ferde rostlefutású próbatetest már az oldalnyomástól összetörtött, ezért végeredményül 50 darab térbeli feszültségi állapotot kaptunk, amelyek a tönkremenetel pillanatában ébredtek.

A szilárdsági tenzorok komponenseinek meghatározása

A szilárdsági tenzorok komponenseit Szalai (1994) alapján határoztuk meg. A tenzorkomponenseket lucfenyő faanyag technikai szilárdságaiból számoltuk ki (Szalai 2001), melyek $u=12\%$ -os nedvességtartalom és $\rho=0,46$ g/cm³ érvényesek. Az alkalmazott technikai szilárdságokat bemutatja az 1–3. táblázat. Az általunk végzett triaxiális nyomóvizsgálatok során összetört próbatestek sűrűségi, valamint nedvességtartalmi értékeinek átlaga jelentősen eltért Szalai (2001) által mért értékeitől. Ezért a technikai szilárdságokat módosítani kellett a tenzorkomponensek meghatározásához.

A nyomószilárdság változása a nedvességtartalom függvényében lineáris kapcsolatot mutat, valamint a húzószilárdság változása 12–14% nedvességtartalom között szintén lineáris kapcsolatnak tekinthető (Kollmann 1951). A nyírószilárdság és a nedvességtartalom közötti kapcsolatra kevés az irodalmi adat.

1. táblázat Lucfenyő (Picea abies) húzószilárdságai az anatómiai főirányokban és a 45° -os irányokban (Szalai 2001)

Table 1 Tensile strength of spruce (Picea abies) in the anatomical main directions and in the 45° directions (Szalai 2001)

	f_L^+	$f_{LR}^{T(45)+}$	f_R^+	$f_{LT}^{R(45)+}$	f_T^+	$f_{RT}^{L(45)+}$
Elemszám [db]	315	292	302	294	330	311
Átlag [MPa]	63,52	9,15	5,92	6,06	3,47	4,01
CoV [%]	23,62	28,59	28,18	22,86	30,12	20,61

2. táblázat Lucfenyő (Picea abies) nyomószilárdságai az anatómiai főirányokban és a 45° -os irányokban (Szalai 2001)

Table 2 Compression strength of spruce (Picea abies) in the anatomical main directions and in the 45° directions (Szalai 2001)

	f_L^-	$f_{LR}^{T(45)-}$	f_R^-	$f_{LT}^{R(45)-}$	f_T^-	$f_{RT}^{L(45)-}$
Elemszám [db]	319	325	291	309	274	305
Átlag [MPa]	49,34	9,08	3,49	12,91	7,05	3,67
CoV [%]	17,98	25,54	22,37	16,85	20,47	20,75

3. táblázat Lucfenyő (Picea abies) közvetett módon meghatározott nyírószilárdságai az anatómiai fősíkokban (Szalai 2001)

Table 3 Shear strength of spruce (Picea abies) in the anatomical main planes (Szalai 2001). Values are determined by indirect method

	t_{LR}	t_{LT}	t_{RT}
Átlag [MPa]	8,93	8,31	2,02
CoV [%]	20,00	20,00	20,00



A 12%-os nedvességtartalmi értékhez tartozó technikai szilárdságok különböző fajtáit a mért nedvességtartalomhoz tartozó technikai szilárdságra Kollmann szerint a következőképpen határozzuk meg:

$$f_u = f_{12} \frac{32 - u}{20} \quad [4]$$

ahol,

f_{12} – technikai szilárdság 12%-os nedvességtartalmi értéken,

f_u – technikai szilárdság a mért nedvességtartalmi értéken.

Azonos fafajú, de különböző sűrűségű faanyagok technikai szilárdságai is eltérnek egymástól. Mivel a faanyag sűrűsége és a szilárdsági jellemzők között a kapcsolat szintén lineáris (pl. Kollmann 1951, Molnár 2004), ezért a következő összefüggést alkalmaztuk, hogy átszámítsuk a technikai szilárdságokat a sűrűség függvényében:

$$f_{\rho}' = f_{\rho} \frac{\rho'}{\rho} \quad [5]$$

ahol,

f_{ρ} – technikai szilárdság a Szalai (2001) által meghatározott sűrűségtartalmi értéken ($\rho=0,46 \text{ g/cm}^3$),

f_{ρ}' – technikai szilárdság a mért sűrűségtartalmi értéken.

A feszültségállapotok transzformációja a faanyag anatómiai főirányainak rendszerébe

A tönkrementeli elméletek úgy működnek, hogy bennük a ható feszültség állapotot az anyagok anatómiai vagy szerkezeti főtengely-rendszerében kell megadni. Tehát, ha a feszültségi állapot praktikus okokból a fa próbatest éleéhez kötött koordináta-rendszerben ismert, akkor azt át kell számítani a faanyag anatómiai főtengely-rendszerébe. Általános orientációjú faanyag mechanikai tulajdonságainak a transzformációval már sokan foglalkoztak (pl.: Bindzi és Samson 1995, Goodman és Bodig 1970, Hermanson és Tsai 1997). Szalai (1994) levezetett egy koordináta-transzformációs eljárást, amely segítségével három forgatási szög segítségével (ϑ , ϕ , ψ) eljuthatunk a próbatest élével párhuzamos koordináta-rendszerből a faanyag anatómiai főirányainak a koordináta-rendszerébe.

Szerencsére a rendelkezésünkre álló faanyag nem tette lehetővé a teljesen általános orientációjú próbatestek kivágását, s ezzel nem kellett alkalmaznunk a teljesen általános érvényű elméletet. A lucfenyő anyagból csak olyan deszkák, illetve pallók álltak rendelkezésre, amelyeknél az L irány egybeesett a fűrészáru hossz-

tengelyével. Ez esetben azonban a feszültségállapotok transzformációjához szükséges transzformációs szögek a próbatestek oldallapjain mérhető felületi szögek segítségével egyértelműen megadhatók. Ilyen orientáció mellett a ϕ forgatási szög megegyezik a rostirány és a palló hossz tengelye által bezárt szöggel, a ϑ szög mindig 0, a ψ transzformációs szög pedig az évgyűrűállás szögével egyezik meg (2. ábra), amit a próbatest végkeresztmetszetén mérhetünk.

A feszültségállapotok átszámításához szükséges transzformációs mátrix Szalai (1994) alapján:

$$\beta_i^{i'} = \begin{bmatrix} \cos \varphi & \sin \varphi \sin \psi & \sin \varphi \cos \psi \\ \sin \varphi \cos \vartheta & -\cos \varphi \sin \psi & -\cos \varphi \cos \psi \\ 0 & \cos \psi & -\sin \psi \end{bmatrix} \quad [6]$$

A transzformációs mátrix komponensei és a tenzorelmélet alkalmazásával a feszültségállapotokat a próbatest élének a koordináta-rendszeréből transzformálni lehet a faanyag anatómiai főirányainak a rendszerébe az alábbiak szerint:

$$\sigma^{i'j'} = \sigma^{ij} \beta_i^{i'} \beta_j^{j'}, \quad i, j, k = 1, 2, 3 \text{ és } i', j', k' = L, R, T \quad [7]$$

ahol,

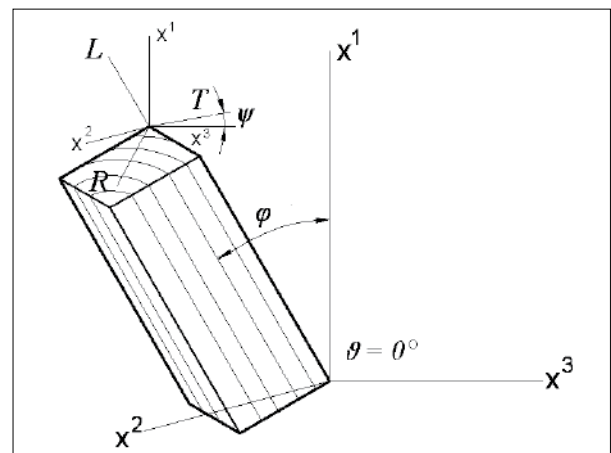
$\beta_i^{i'}$ és $\beta_j^{j'}$ – transzformációs mátrix [6] elemei,

$\sigma^{i'j'}$ – feszültségi állapot a faanyag anatómiai főirányainak koordináta-rendszerében (L, R, T),

σ^{ij} – feszültségi állapot a próbatest élének koordináta-rendszerében (x^1, x^2, x^3)

A tönkrementeli elméletek alkalmazhatóságának vizsgálata

Meghatároztuk a faanyag anatómiai főirány-rendszerébe átszámított térbeli feszültségállapotokra a tönkrementeli viszonyszámokat a von Mises-, a Tsai-Wu-,



2. ábra Transzformációs szögek (ϕ , ϑ és ψ) a próbatesten az esztergálás előtti állapotban

Figure 2 Transformation angles (ϕ , ϑ és ψ) on the specimen before turning

és az Ashkenazi-féle tönkrementeli elméleteknek megfelelően (1–3 képletek segítségével). A faanyag természetes szórása, és a kísérleti körülmények által megszabott véletlenszerű szórása miatt az n -ekre kapott statisztikai jellemzők már lehetővé teszik, hogy a tönkrementeli elméletek helyességét megítéljük.

A kiértékelések eredményei

A szilárdsági tenzorok számolt komponenseit bemutatja a 4. táblázat. A térbeli feszültségállapotokra a három tönkrementeli elmélettel kiszámolt tönkrementeli viszonyszámok leíró statisztikai jellemzőit grafikusán reprezentáló ún. dobozdiagramok láthatók a 3. ábrán. A dobozdiagramok jelölik az adott tönkrementeli elmélettel meghatározott tönkrementeli viszonyszámok statisztikai jellemzőit.

Fontos megemlíteni, hogy negatív értékeket is tapasztaltunk a von Mises- és a Tsai-Wu-elmélettel meghatározott tönkrementeli viszonyszámok között. Az 50 darab térbeli feszültségállapot esetén a von Mises-elmélettel meghatározott tönkrementeli viszonyszámok között 31 esetben tapasztaltunk negatív értéket. A Tsai-Wu-elmélet esetében ez a szám 38 volt. Ez síkbeli feszültségállapot esetén azt jelentené, hogy a normálfeszültségeknek megfelelő képpont kívül esik a szilárdsági felület alapsíkra eső vetületén, azaz a feszültségi képpont a teljes szilárdsági felületen kívül helyezkedik el. Az elméleti magyarázat térbeli feszültségállapot esetén is hasonló, azonban a magasabb dimenziószám miatt grafikus bemutatására nincs lehetőség. A negatív tönkrementeli viszonyszámok tehát azt jelentik, hogy az adott elmélet nem írja le helyesen a tönkrementelt, ezért az ennek a mérésnek megfelelő viszonyzá-

mot nulla értékkel vettük fel. A nulla viszonyszám ugyanis az illeszkedés teljes hiányát jelenti. Az Ashkenazi-elmélettel a viszonyszámra egyszer sem kaptunk negatív értéket.

Térbeli feszültségállapotok esetén a von Mises-elmélettel meghatározott tönkrementeli viszonyszámok átlaga 0,42 és a variációs koefficiens 170,2%. A Tsai-Wu-elmélettel meghatározott tönkrementeli viszonyszámok átlaga 0,11 és a variációs koefficiens pedig 259,3%. Azonban az Ashkenazi-elmélettel meghatározott tönkrementeli viszonyszámok átlaga 1,05 a hozzá tartozó variációs koefficiens pedig 16,1%.

Összefoglalás és következtetések

A tönkrementeli elméletek alkalmazhatóságának vizsgálatához mindhárom szilárdsági kritérium esetén ugyanazt a módszert használtuk. Meghatároztuk az elméletnek megfelelő szilárdsági tenzor komponenseit és felhasználva a tönkrementel pillanatában uralkodó feszültségállapotokat, kiszámoltuk a tönkrementeli viszonyszámokat. Összefoglalva az eredményeket, a von Mises-, a Tsai-Wu-, és az Ashkenazi-elmélet közül egyedül az Ashkenazi-elmélet írja le megfelelően a faanyagok tönkrementeli viselkedését. Az Ashkenazi-elmélet helyességét az elméleti megfontolások és a gyakorlati mérések segítségével, a következő indokok támasztják alá:

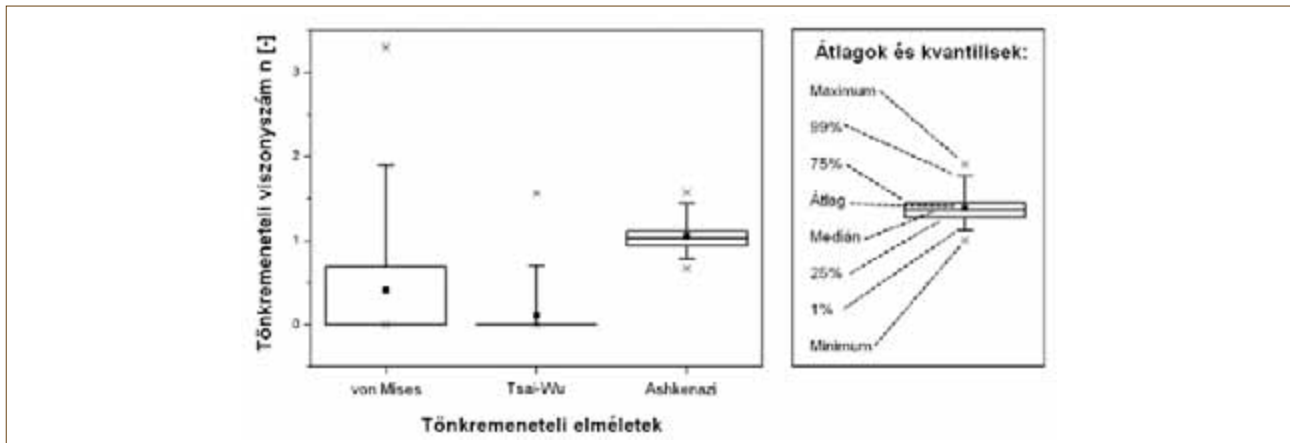
- Egytengelyű feszültségi állapotban a szilárdság orientációs változásának leírására az Ashkenazi-elmélet a legalkalmasabb (pl. Szalai 1994).
- Kéttengelyű feszültségállapotban a tönk-

4. táblázat A von Mises-, a Tsai-Wu-, és az Ashkenazi-elmélet alapján számolt tenzorkomponensek

Table 4 Calculated tensorcomponents for the von Mises, Tsai-Wu and for the Ashkenazi strength criteria

Tenzorkomponensek:	von Mises	Tsai-Wu	Ashkenazi
aLL	-	-0,00595**	-
aRR	-	-0,15471**	-
aTT	-	0,19250**	-
aLLLL	0,00072*	0,00056*	0,02666**
aRRRR	0,14312*	0,08438*	0,37691**
aTTTT	0,14478*	0,07126*	0,18658**
aRRLL+aLLRR	-0,07933*	-0,06732*	0,03470**
aLLTT+aTTLL	0,02054*	0,01234*	0,03957**
aRRTT+aTTRR	-0,18810*	-0,17419*	0,21901**
aLRLR+aLRRL+aRLLR+aLRLR	0,02007*	0,02007*	0,14114**
aLTTL+aLTLL+aTLLT+aLTLT	0,02413*	0,02413*	0,15476**
aRTRT+aRTTR+aTRRT+aTRTR	0,42722*	0,42722*	0,65112**

*Az átlagértékhez tartozó variációs koefficiens (17,3%), **Az átlagértékhez tartozó variációs koefficiens (8,7%)



3. ábra A tönkreteneteli viszonyszámok ábrázolása dobozdiagramokkal a von Mises-, a Tsai-Wu-, és az Ashkenazi-elméleteknek megfelelően térbeli feszültségállapot esetén

Figure 3 Demonstration of the failure prediction numbers according the von Mises, Tsai-Wu, and the Ashkenazi strength criteria with box plots

remenetel leírására az Ashkenazi-elmélet a legalkalmasabb (Garab és Szalai 2010).

- Energetikai szempontokat figyelembe véve, anizotrop anyagok tönkretenetelének leírására a von Mises- és a Tsai-Wu-elméletek elvileg helytelenek, mert azt mondják ki, hogy a tönkretenetel minden orientációnál azonos energiaszinten megy végbe, ami ellentmond a mindennapi tapasztalatnak (pl. Szalai 2008).
- A térbeli feszültségállapotokra a von Mises- és a Tsai-Wu-elmélettel meghatározott tönkreteneteli viszonyszámok közül jelentős számú negatív értéket kaptunk, ami azt jelenti, hogy a tönkreteneteli elmélet nem írja le megfelelően a faanyag tönkretenetelét.
- A három tönkreteneteli elmélet közül a térbeli feszültségállapotokra egyedül csak az Ashkenazi-elmélettel meghatározott tönkreteneteli viszonyszámok értéke volt 1-hez közeli, nem is beszélve a variációs tényezőkről, amelyek csak az Ashkenazi-elmélet esetén estek közel a faanyag természetes változékonyságának megfelelő szóráshoz.

Irodalomjegyzék

- Bindzi I., Samson M. (1995) New formula for influence of spiral grain on bending stiffness of wooden beams. *Journal of Structural Engineering* 121(11):1541-1546
- Garab J., Szalai J., (2010) Comparison of anisotropic strength criteria in the biaxial stress state, *Drewno Wood* 53(1):51-66
- Garab J., Reihnsner R., Eberhardsteiner J. (2012) Mechanical behaviour of spruce under triaxial

compression, Wood Research, elfogadva publikálásra

- Goodman J. R., Bodig J. (1970) Orthotropic elastic properties of wood. *Journal of Structural Division, ASCE* 96(11):2301-2319
- Hermanson J. C., Stahl D. C., Cramer S. M. (1997) Transformation of elastic properties for lumber with cross grain. *Journal of Structural Engineering* 123(10):1402-1408
- Kollmann F. (1951) *Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe*. Band 1: Anatomie und Pathologie, Chemie, Physik, Elastizität und Festigkeit, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg
- Molnár S. (2004) *Faanyagismeret, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó*
- Szalai J. (1992) Comparing of failure theories for orthotropic materials on the basis of theoretical criteria of their applicability. *Acta Facultatis Ligniensis* 1:15-31
- Szalai J. (1994) *A faanyag és faalapú anyagok anizotrop rugalmasságtana. I. rész: A mechanikai tulajdonságok anizotrópiája*, Hillebrand Nyomda, Sopron, 398 oldal
- Szalai J. (2001) Különböző fafajok technikai szilárdságai. In: Wittman G. (ed.): *Mérnöki fa-szerkezetek. II. rész*, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
- Szalai J. (2008) Festigkeitstheorien von anisotropen Stoffen mit sprödem Bruchverhalten, *Acta Sylvatica Lignaria Hungarica* 5:61-80



A FAIPAR megjelenését támogatta a

Talentum

Talentum – Hallgatói tehetséggondozás komplex feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen
 Projektazonosító: TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018

A projekt célja a Nyugat-magyarországi Egyetem tehetséggondozási koncepció, a tudományos utánpótlás-nevelés magas színvonalú megvalósításának biztosítása komplex feltételek megteremtése által, amelyek lehetővé teszik a tehetségek számára az egyéni és közösségi tudományos fejlődést. Ennek az oktatói és hallgatói igények harmonizálásával kell megvalósulnia, a TDK, szakkollégiumi és doktori iskolai tevékenységek hatékony egyetemi koordinálásával, a karokon átívelő regionális, interdiszciplináris hálózat létrehozásával.



Nyugat-magyarországi Egyetem
 cím: 9400 Sopron, Erzsébet u. 9.
 telefon: 06 99 518-453
 e-mail: talentum@sopron.nyme.hu
 web: <http://talentum.nyme.hu>

Nemzeti Fejlesztési Ügynökség
www.ujszechenyiterv.gov.hu
 06 40 638 638



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Tudományos cikkek benyújtása a Faipar részére

Kiadványunkba örömmel várjuk tudományos igényű közleményeiket. Felhívjuk szíves figyelmüket, hogy a Faipar célja eredeti alkotások közlése, ezért csak olyan cikkeket várunk, amelyeket más újságban még nem publikáltak. A folyóirat magas színvonala és a szerkesztői munka megkönnyítése érdekében kérjük az alábbiak betartását:

- A cikkeket egyszerű formátumban kérjük elkészíteni (12pt Times New Roman betűk, dupla sorköz, elválasztások nélkül.) A stílusok használatát kérjük mellőzni. Az ilyen formában elkészített cikkek terjedelme max. 10 oldal lehet, az ennél hosszabb munkákat kérjük több, külön publikálható részre bontani.
- A cikkekhez angol nyelvű címet, kulcsszavakat, és egy rövid (max. 100 szavas) angol összefoglalót kérünk mellékelni.
- A szerzőknél kérjük feltüntetni a tudományos fokozatot, a munkahelyet és beosztást.
- Az irodalomjegyzéket az első szerző neve szerint, ábécésorrendben kérjük. Kérjük, ügyeljenek a hivatkozások pontos megadására (újságcikkek esetén év, évfolyam, szám, oldalak; könyvek esetén év, a kiadó neve, székhelye, oldalak száma.) Kérjük, a cikken belül a szerző és az évszám megadásával hivatkozzanak ezekre.
- Az ábrákat és táblázatokat a benyújtott anyag végén, külön lapokon kérjük megadni. A táblázatokat és ábrákat meg kell számozni, és címmel ellátni. A szövegben ezekre szám szerint kérünk hivatkozni (1. ábra, 2. táblázat, stb.)
- Az egyenleteket az MS Word egyenletszerkesztőjével kérjük elkészíteni (kivéve egészen egyszerű egyenletek esetében), és szögletes zárójelekkel beszámozni: [1]. Az állandóknál és változóknál dőlt betűformátum alkalmazását kérjük.

Felhívjuk szíves figyelmüket, hogy a Faiparhoz beérkező cikkek lektorálásra kerülnek, ami után azokat, ha szükséges, javításra vagy átdolgozásra visszaküldjük a szerzőknek. A szerzők javaslatait a lektor személyére vonatkozóan örömmel vesszük. A végleges, javított szöveget, elektronikus formában kérjük. A kéziratokat a következő címre várjuk:

Varga Dénes

NymE-ERFARET Nonprofit Kft.

9400 Sopron Bajcsy-Zsilinszky u. 4.

E-mail: vargadenes@nyme.hu

Tel.: 99/518 602 Fax: 99/518 601

FAIPAR

A FAIPAR TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA

Szerkesztőség:

Bejő László főszerkesztő

Varga Dénes szerkesztő

Farkas Péter, Somos András tördelőszerkesztő

Kantó-Simon Ildikó olvasószerkesztő

Szerkesztőbizottság:

Molnár Sándor (elnök), Albert Levente,

Csóka Levente, Hargitai László,

Kovács Zsolt, Peszlen Ilona,

Szalai József, Tóth Sándor,

Varga Mihály, Winkler András

FAIPAR - a faipar tudományos folyóirata és a Nyugat-magyarországi Egyetem Faipari Mérnöki Karának alumni lapja. Megjelenik a Nyugat-magyarországi Egyetem Faipari Mérnöki Kar és a Faipari Tudományos Egyesület közös gondozásában.

Kiadja a NymE-ERFARET Nonprofit Kft.

Design: Farkas Péter

A folyóirat célja tudományos igényű, lektorált cikkek megjelentetése és általános tájékoztatás a hazai és nemzetközi faipar híreiről, újdonságairól.

A cikkekben kifejtett nézetek a szerzők sajátjai, azokért a Faipari Tudományos Egyesület és a NymE Faipari Mérnöki Kar felelősséget nem vállal. A kiadványban található cikkeket, tanulmányokat a szerzők tudtával és beleegyezésével publikáljuk. A cikkek nem reprodukálhatók a kiadó és a szerzők engedélye nélkül, de felhasználhatók oktatási és kutatási célokra, illetve idézhetők más publikációkban, megfelelő hivatkozások megadása mellett.

Megjelenik negyedévente.

Megrendelhető a Faipari Tudományos Egyesületnél (1027 Budapest, Fő u. 68.). A kiadványt a FATE tagjai ingyen kapják. Az újságcikkeket, híreket, olvasói leveleket Varga Dénes részére kérjük elküldeni.

A kiadvány elektronikusan elérhető a <http://faipar.fmk.nyme.hu>, valamint a www.erfaret.hu weboldalon.

Készült a soproni ReproLan Kft. nyomdájában, 500 példányban.

HU ISSN: 0014-6897

Címlap:

Kádárszerszám - csínvágó gyalu teste (1850 körül, Dunántúl, gyűjtő: Szemerey Tamás); hordók, vedrek, kádak stb. fenekezésére a dongák végébe belülről vágott keresztárok szerszáma „az asztalosok örömére”.