



Tudományos tartalom:

A hőmérséklet hatása a faanyag fotodegradációjára: Színváltozás	...5
Cementkötésű faforgácslapok nedvességmérése mikrohullámú radarral	...14
Hidakról, földrajzi-történeti áttekintés IV. rész: Az Újvilág régi hídjai	...18
Koncepció az irodai bútorok kiválasztásának, beállításának egyszerűsítéséhez	...27

Scientific content:

The temperature effect of photodegradation for wood: Colour change	...5
Moisture content measurement of cement bonded particle board by microwave radar	...14
About bridges, geographical - historical overview Part IV: Old bridges of the New World	...18
Concept of a simple method for choosing and adjusting office furniture more easily	...27

Természeti Erőforrások Kutató Központ

Dr. Alpár Tibor, egyetemi docens, NRRC megbízott szakmai vezető

A XXI. század egyetemeinek fő tartópillérei az oktatás és az alap kutatás mellett az innovációs kutatások és az akkreditált szolgáltatások is.

A több évszázados múltú visszatekintő Nyugat-magyarországi Egyetem, egyre bővülő kompetenciákkal, évtizedek óta áll a felsőfokú képzés, ipari kutatások és akkreditált vizsgálatok szolgáltatása révén az ország és kiemelten a Nyugat-dunántúli Régió szolgálatában.

A Térségi Infrastrukturális Operatív Program keretében több jelentős beruházást valósítottunk meg. Ezek közül kiemelkedik a „Felsőoktatási tevékenységek színvonalának emeléséhez szükséges infrastrukturális és informatikai fejlesztések” (TIOP-1.3.1/07/2/2F-2009-0008) c. pályázati beruházás, amely lehetővé tette a Természeti Erőforrások Kutató Központ létrehozását (angolul Natural Resources Research Center, NRRC). Ebben a nettó közel 4000 m²-es új épületben mintegy 80 új vagy megújult laboratóriumi helyiség található a teljesen felújított Tanüzem mellett. Az épület 70%-a a Faipari Mérnöki Kar intézeteinek gondozásában üzemel. A pályázat keretében beszerzett nagyszámú, modern state-of-art műszer és kutatóeszköz hozzájárul az oktatás színvonalának emeléséhez, új lehetőségeket nyit a kutatások és szolgáltatások terén, bővítheti kapcsolatainkat az ipar és a gazdasági élet szereplőivel.

Az NRRC hagyományosnak tekinthető kutatási területeink magasabb szintű művelése mellett új lehetőségeket is kínál. Ezek közül kiemelkedik a nanotechnológia, a speciális anyagvizsgálatok, a faanyag modifikáció, az alternatív energetika, a robotika, a polimerfeldolgozás, a környezetvédelem, a geofizika, a genetika, a talajtan, a geoinformatika, a levegő- és növénykémia.

Szintén kiemelt terület az akkreditált vizsgálatok köre, amely a már megszokott fa illetve papír vonatkozású anyag- és termékvizsgálati, gép- és munkahely biztonsági tevékenységeink mellett további környezetvédelmi, speciális anyagvizsgálati, talajmechanikai, valamint építési anyagok tűzvédelmi vizsgálatait is felölelik.





Prológus Prologue	
Természeti Erőforrások Kutató Központ » <i>Alpár T.</i> «	... 3
Tudomány Science	
A hőmérséklet hatása a faanyag fotodegradációjára: Színváltozás » <i>Persze L.</i> « The temperature effect of photodegradation for wood: Colour change » <i>L. Persze</i> «	... 5
Cementkötésű faforgácslapok nedvességmérése mikrohullámú radarral » <i>Utassy V. - Divós F. - Alpár T.</i> « Moisture content measurement of cement bonded particle board by microwave radar » <i>V. Utassy - F. Divós - T. Alpár</i> «	... 14
Hidakról, földrajzi-történeti áttekintés IV. rész: Az Újvilág régi hídjai » <i>Láng E.</i> « About bridges, geographical - historical overview Part IV: Old bridges of the New World » <i>E. Láng</i> «	... 18
Koncepció az irodai bútorok kiválasztásának, beállításának egyszerűsítéséhez » <i>Koloszár K.</i> « Concept of a simple method for choosing and adjusting office furniture more easily » <i>K. Koloszár</i> «	... 27
Szerkesztői oldal Editorial	... 38

A hőmérséklet hatása a faanyag fotodegradációjára: Színváltozás*

PERSZE László¹

¹ NymE FMK, PhD-hallgató

Kivonat

A vizsgálat célja a megemelt hőmérséklet hatásának tanulmányozása volt a faanyag fotodegradációja esetén. A kutatásnál a degradációs folyamat színváltoztató hatását vizsgáltuk. A próbatesteket higanygőz lámpával világítottuk meg 80°C-on és 30°C-on, hogy meghatározzuk a fotodegradáció során bekövetkező termikus változásokat. Kimutattuk, hogy ugyanaz a fénybesugárzás 80°C-on lényegesen nagyobb vörös színeltolódást okoz, mint 30°C-on. Az eredmények azt mutatták, hogy a faanyag extraktanyag tartalma fontos szerepet játszik a fotodegradáció során bekövetkező termikus degradációban. A sárga színezet kétféle változást is mutatott. A fotodegradáció a sárga színezet növekedését okozta, míg a termikus hatás a sárga színkoordináta csökkenését produkálta. A fotodegradáció hatása a sárga színezet változására mindegyik fafajnál nagyobb volt, mint a termikus degradációé.

Kulcsszavak: fotodegradáció, ultraibolya fény, termikus degradáció, színváltozás

The temperature effect of photodegradation for wood: Colour change

Abstract

The purpose of this investigation was to evaluate the effect of elevated temperature on the photodegradation of solid wood. The work presented here, deals with the changes of colour during the degradation process. Wood samples were irradiated by mercury vapour lamp at 80°C and at 30°C to screen out the effect of thermal decomposition during photodegradation. Results demonstrated that the same light irradiation resulted in considerably greater redness increase at 80°C than at 30°C. Results indicated that the extractive content has an important role in thermal degradation during photodegradation. The yellowness produced two different types of change. The photodegradation made increase of yellowing but the thermal effect made the decrease of yellow colour coordinate. The effect of photodegradation was more pronounced in all cases than the effect of thermal degradation according to the yellowness.

Key words: photodegradation, ultraviolet light, thermal degradation, colour change

*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 fából készült termékeknél a szín a termék egyik legfontosabb paramétere. Ez a szín változik a termék élete során. A legnagyobb változást az ultraibolya (UV) sugárzás okozza (Tolvaj 1994/a, Tolvaj and Faix 1995, Andrady et al. 1998, Müller et al. 2003, Tolvaj and Mitsui 2005). A lignin degradációs termékei a felület színét a sárga felé tolják el. A szabadba kitett faanyagok esetében a napsugárzás mellett a csapadéknak és szélnek van még jelentős szerepe a faanyag degradációjánál. Az esővíz kimosza a degradációs termékeket, és ezzel utat nyit a további rétegek fotodegradációjához (Tolvaj and Papp 1999). Tartós kitettség esetén a faanyag elszürkül, elveszíti az egyedi, kellemes színárnyalatát. Beltérben a faanyag színe megváltozik az öregedés során, a felszín erózióját a használat intenzitása határozza meg. A felszín sötétedik és barnul (Persze 2011, Persze és Tolvaj 2012). A legsérülékenyebbek a fenyőfélék és a kőris színét találták.

A színváltozás mérését az utóbbi két évtizedben kezdték alkalmazni a fotodegradáció vizsgálatánál (Taneda et al. 1989, Tolvaj 1994/b, Tolvaj és Faix 1995, Chang és Chang 2001, Ayady et al. 2003, Hansmann et al. 2006, Oltean et al. 2008, 2010, Wang és Ren 2008, Sharratt et al. 2009, Tolvaj és Mitsui 2010). A színváltozás egy nagyon érzékeny indikátor, amely már rövid idejű fénybesugárzásnál is mutat eltéréseket, különösen azoknál a faanyagoknál, melyeknek magas az extraktanyag tartalma. A vizsgálatok többségénél a teljes színváltozást határozták meg, mely egy értékként tartalmazza a világosság, a sárga és a vörös színezet együttes változását (Chang és Chang 2001, Müller et al. 2003, Ayadi et al. 2003, Oltean et al. 2008). Nem szerencsés a változásoknak ez a fajta interpretálása. Az egyes színkoordináták változásának elemzése sokkal több információt adhat, mint a három színkoordinátából meghatározott egyetlen adat.

Tolvaj és Faix (1995) három túlevelű és két lombos fafaj fotodegradációs tulajdonságait vizsgálta 200 órás higanygőz lámpás besugárzásnál. Gyors színváltozást tapasztaltak a kezelés első 50 órájában, majd a változás lelassult. A 200 órás kezelés által okozott színváltozásnak a fele az első 50 órában történt. Intenzív és folyamatos sárgulást tapasztaltak, mely kismértékű vörös irányú színeltolódással párosult. Hasonló eredményeket kaptak Sharratt et al. (2009) lucfenyő xenonlámpás besugárzásánál. George et al. (2005) vancouveri jege-

nyefenyő színváltozását vizsgálták kis teljesítményű (2 mW/cm^2) higanygőz lámpás besugárzásnál. Azt találták, hogy a vörös és a sárga színezet egyaránt, kis mértékben csökkent a kezelés első néhány órájában, melyet intenzív színezetváltozás követett. Wang és Ren (2008) a moso bambusz fotodegradációs színváltozását hasonlította össze egy puha- és egy keménylombos trópusi fafaj tulajdonságaival. Megállapították, hogy a bambusz színe kevésbé változott, mint a másik két fafajé. Schnabel et al. (2009) egy évre, a szabadba kitett jegefenyő és vörösfenyő mintákat vizsgált. A jegefenyő sokkal gyorsabban elszürkült, mint a vörösfenyő. A kezelés végén viszont már csak kis különbség mutatkozott.

Az egyes faanyagok nem egyformán változtatják a színüket. Oltean et al. (2008) 16 fafaj színváltozását vizsgálta mesterséges, beltéri fénybesugárzás mellett. A tölgy mutatta a legkisebb színváltozást, míg a luc a legnagyobbat. Egy újabb munkában két nyár klón és az akác fotodegradációs színváltozását hasonlították össze (Oltean et al. 2010) ablaküveg mögötti napfény imitáció esetében. Megállapították, hogy a nyár klónok gesztje és szijácsa esetében alig történt vörös irányú színeltolódás a kezelés első 12 órájában. Ezzel szemben az akác elszenvedte a 96 órás kezelésre eső vörös színeltolódás döntő részét az első 12 órában.

Az extraktanyagok jelenléte meghatározó szerepet játszik az egyes faanyagok színének kialakításában. Néhány munkában vizsgálták az extraktanyagok hatását a faanyagok fotodegradációjánál (Németh et al. 1992, Zakri et al. 2007, Chang et al. 2010). Mindegyik vizsgálat arra az eredményre jutott, hogy a kellő mennyiségben jelen lévő extraktanyagok védik a lignint a degradáló UV-sugárzással szemben. A mesterséges fényforrásokkal történő besugárzásnál lényegesen eltérő hatások jelentkeznek attól függően, hogy a fényforrás milyen mértékben, és mely hullámhosszakon sugároz az UV-tartományban. Tolvaj és Mitsui (2005) xenonlámpa, higanygőz lámpa és direkt napsugárzás színváltoztató hatását hasonlította össze. Megállapították, hogy a higanygőz lámpás kezelés mindegyik színkoordináta esetében lényegesen nagyobb változást okozott, mint a másik két kezelés. A széles hullámhossz tartományban fényt kibocsátó fényforrások fotonjai sokféle kémiai változást képesek létrehozni a faanyag felszínén.

A változásokat előidéző paraméterek minimalizálása érdekében az utóbbi években egyetlen hul-

lámhosszon kibocsátó lézerek alkalmazását kezdték el a fotodegradáció okozta kémiai változások felderítésére (Barta et al. 1998, 1999, Papp et al. 2004, 2005, Mitsui et al 2005, Pandey és Vuorinen 2008). A lézer alkalmazása ígéretes technika a fotodegradáció jelenségének részletes feltárására, de az általuk okozott színváltozás vizsgálatára nem találtunk adatokat a szakirodalomban.

A hőmérséklet befolyásoló hatását a fotodegradációs változásokra még alig vizsgálták, pedig a felszín hőmérséklete a napsugárzás hatására megemelkedik, különösen sötét tónusú faanyagok esetében. Mitsui és Tsuchikawa (2005) -40°C -on végzett fénybesugárzást és azt észlelte, hogy ezen az alacsony hőmérsékleten a fotodegradációs változások, így a színváltozás is, lényegesen kisebbek voltak, mint szobahőmérsékleten.

Jelen vizsgálatok célja volt, hogy feltárjuk a megemelt hőmérséklet hatását a fotodegradációs színváltozás során. Ennek érdekében 80°C és 30°C hőmérsékleten ugyanazon higanygőz lámpával végeztük a besugárzást.

Vizsgálati anyagok és módszerek

A vizsgálatokba bevont fafajok közül az alábbiaknak a színváltozási adatait mutatjuk be részletesen: erdei fenyő szijács (*Pinus sylvestris* L.), lucfenyő (*Picea abies* Mill.), juhar (*Acer pseudoplatanus* L.), kőris (*Fraxinus excelsior* L.), nyár (*P. x euramericana* cv. *Pannonia*) és a kocsánytalan tölgy szijács (*Quercus petraea* L.). A fenyő minták felszíne világos korai pászttát és sötét késői pászttát egyaránt tartalmazott (sugárirányú metszet), így a mért színkoordináták a korai és a késői pászta színének átlagát adták.

A fényvel történt besugárzást egy szabályozható hőmérsékletű klímakamrában végeztük el. Fényforrásként két higanygőz lámpát használtunk. A két lámpa együttes elektromos teljesítményfelvétele 800 Watt volt, és a minták 64 centiméterre helyezkedtek el a fényforrásoktól. A fénysugárzás teljesítmény sűrűsége a minták felületén $75,7\text{ W/m}^2$ volt a kezelés során. A higanygőz lámpa emissziójának 80% -a az ultraibolya (UV) tartományba esik. A kamra hőmérsékletét 80°C -on stabilizáltuk. Azért választottuk ezt a hőmérsékletet, mert a fotodegradáció egyedi hatása mellett a megemelt hőmérséklet és a fotodegradáció kombinált hatását is számításba kívántuk venni. Így kívántuk felgyorsítva imitálni azt a lassú színváltozást, amely a bútorok esetében megtörténik az évek során. A vizsgálatokhoz fafajonként $20\text{-}20$ légszáraz minta-

darabot készítettünk $100\times 30\times 10\text{ (mm}^3\text{)}$ méretekkel. Kontrollként elvégeztük a fénybesugárzásos vizsgálatokat 30°C hőmérsékleten is, a többi paramétert változatlanul hagyva. A kamra hőmérsékletének 30°C -on tartásához állandó légkeverést végeztünk a kamrában, és intenzív légcserét valósítottunk meg a kamra és a laboratórium légtere között. A besugárzások és a színmérések közötti időben a próbatesteket teljes sötétben tároltuk. Végeztünk kezeléseket 80°C hőmérsékleten, teljes sötétben (ugyanabban a kamrában, ahol a fénybesugárzás történt), hogy meghatározzuk a megemelt hőmérséklet színváltoztató hatását.

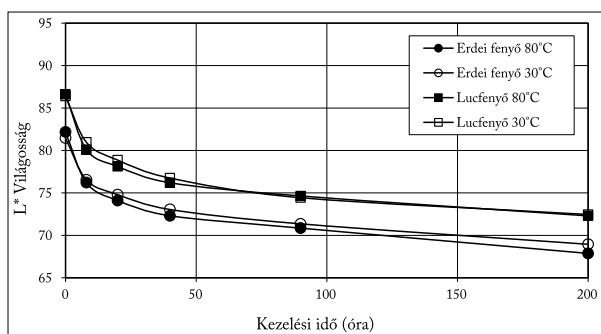
A színváltozást egy Konica-Minolta 2600d típusú színmérő készülékkel követtük nyomon. A színméretet a kezelési idő megszakításával, $0; 8; 20; 40; 90$ és 200 órás kezelés után végeztük el, mindkét besugárzás esetén. Próbatestenként 10 ponton végeztünk mérést, így az eredményeink 200 mérési adat átlagaként adódtak. Az adatokat a CIE $L^*a^*b^*$ színkoordináta rendszerben adtuk meg. A mérési eredmények a D65 fényforrásra vonatkoznak, 8 mm átmérőjű megvilágított felület esetén, 10°C -os megfigyelés mellett.

A vizsgálati eredmények értékelése

A minták színének szabad szemmel történő megfigyelése során megállapítottuk, hogy a kétféle kezelés (30°C -os és 80°C -os) nem okozott szembevető világosság változásbeli eltérést. Észrevehető volt viszont, hogy a magasabb hőmérséklet erőteljesebb barna irányú színeltolódást okozott, mint az alacsonyabb hőmérséklet. Az objektív színmérés eredményeit az egyes színkoordináták változásának bemutatásával adjuk meg.

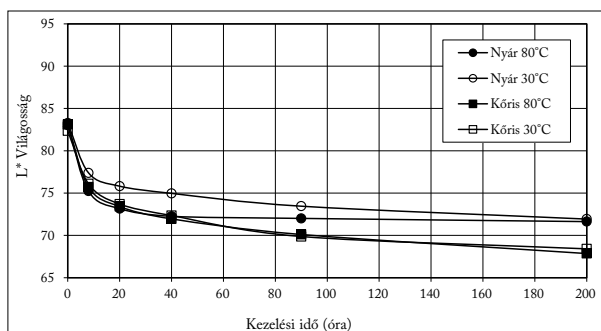
Az 1–3. ábrák a világosság változásait mutatják be. Valamennyi minta esetében intenzív világosság csökkenést tapasztaltunk a kezelés első 8 órájában. Ezt követően a változás lelassult, és 40 óra elteltével a világosság változása enyhe, lineáris csökkenésbe ment át. A két fenyő mintánál alig volt eltérés a kétféle hőmérsékleten végzett kezelés hatása között, de az eltéréseknél mindig a 80°C -os kezelés okozott nagyobb világosság csökkenést (1. ábra). A lombhullató fafajoknál már nagyobb hatása jelentkezett a megemelt hőmérsékletnek (2–3. ábra). A nyár, a juhar és a tölgy próbatestek a kezelés teljes ideje alatt jelentősebb sötétedést szenvedtek el a 80°C -on történt fénybesugárzás hatására, mint a 30°C -os kezelés hatására. A kőris esetében nem volt számottevő eltérés a kétféle kezelés hatása között. A fentiek alapján megállapíthatjuk, hogy a megemelt

hőmérséklet hatására fafaj függően, de a szobahőmérséklet közeli hőmérsékleten történt kezeléshez képest erőteljesebb világosság csökkenés történt. Végeztünk kezeléseket 80°C hőmérsékleten, teljes sötétben, hogy meghatározzuk a megemelt hőmérséklet színváltoztató hatását. Nagyon kicsiny sötétetést tapasztaltunk a kezelés első 20 órájában, mely a továbbiakban változatlan maradt, illetve néhány fafaj esetében kismértékű világosodás történt.



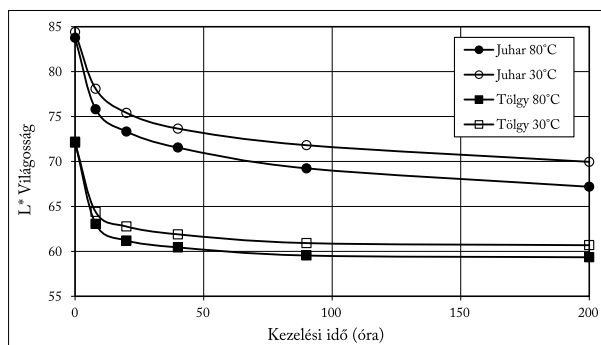
1. ábra Az erdei fenyő és a lucfenyő világosságának változása 30 és 80°C-on történt fénybesugárzás hatására

Figure 1 Lightness change of Scots pine and spruce caused by light irradiation at 30°C and 80°C



2. ábra A nyár és a kőris világosságának változása 30 és 80°C-on történt fénybesugárzás hatására

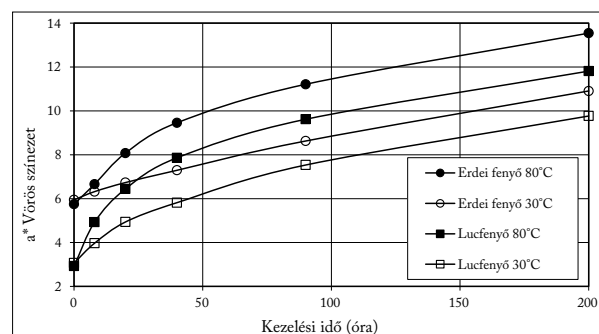
Figure 2 Lightness change of poplar and ash caused by light irradiation at 30°C and 80°C



3. ábra A juhar és a tölgy világosságának változása 30 és 80°C-on történt fénybesugárzás hatására

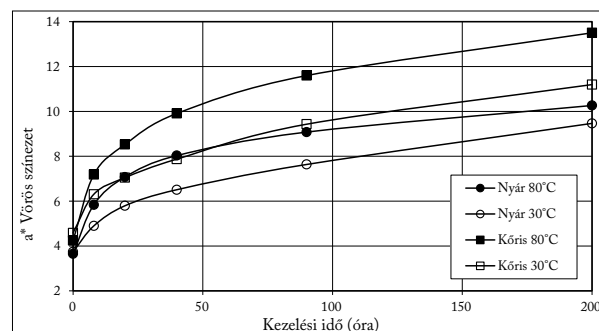
Figure 3 Lightness change of poplar and maple caused by light irradiation at 30°C and 80°C

A vörös színkoordináta változása lényegesen nagyobb eltérést mutatott a kétféle hőmérsékleten történt kezelés hatására, mint a világosság változása, és mint a későbbiekben tárgyalandó sárga színezet változása. A vörös színezet értéke folyamatosan növekedett a kezelés során valamennyi fafajnál, mindkét hőmérsékleten (4–6. ábra). A besugárzás első 8 órájában a lombhullató fajok intenzívebb változást szenvedtek, mint a tűlevelűek.



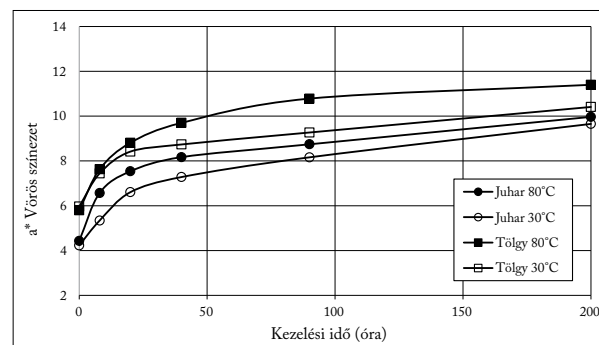
4. ábra Az erdei fenyő és a lucfenyő vörös színezetének változása 30 és 80°C-on történt fénybesugárzás hatására

Figure 4 The change of red colour co-ordinate for Scots pine and spruce caused by light irradiation at 30°C and 80°C



5. ábra A nyár és a kőris vörös színezetének változása 30 és 80°C-on történt fénybesugárzás hatására

Figure 5 The change of red colour co-ordinate for poplar and ash caused by light irradiation at 30°C and 80°C



6. ábra A juhar és a tölgy vörös színezetének változása 30 és 80°C-on történt fénybesugárzás hatására

Figure 6 The change of red colour co-ordinate for poplar and maple caused by light irradiation at 30°C and 80°C

Ez a trend a kezelés végére megfordult, mert a túlevelű fajok a kezelés során végig szinte egyenesen vörös irányú színeltolódást mutattak. A lucfenyő és az erdefenyő vörös színezete szinte lineárisan növekedett a 30°C-on történt besugárzás hatására. Ezzel szemben a lombhullató fajoknál a kezdeti intenzív változás később lelassult. A 80°C-os besugárzás lényegesen nagyobb vörös színkoordináta változást okozott, mint a 30°C-os besugárzás, valamennyi fafajnál. A sötétben történt 80°C-os kezelés nem okozott számottevő színezetváltozást. Ez a tény azt mutatja, hogy a 80°C-on történt besugárzás hatására létrejött vörös színezetváltozás nem csupán a termikus hatás és a fényhatás egyszerű összeadódása. Az eredmények azt mutatják, hogy a megemelt hőmérséklet megkönnyíti a fotonok számára a kémiai kötések felszakítását. Az erdei fenyő minták mutatták a legnagyobb eltérést a kétféle kezelés hatásában. Esetükben a vörös színezet változása 57%-kal nagyobb volt a 80°C-os kezelésnél, mint a 30°C-os kezelésnél. Ugyanezek az adatok kőrisre, lucfenyőre, tölgyre, nyárra és juharra rendre 40%, 33%, 26%, 15% és 2% volt.

A faanyagban a kromofor, konjugált kettős kötések (színképző csoportok) a ligninben és az extraktanyagokban találhatóak. A lignin fotodegradációját követő oxidációs folyamat eredményeként elsősorban sárga irányú színeltolódás következik be. Ez a folyamat okozza a lignintartalmú papír sárgulását (Heitner, 1993). Az extraktanyagokban sokféle kromofor csoport előfordul. A vörös irányú színváltozásokat elsősorban az extraktanyagok degradációja okozza. Ezt támasztja alá az a tapasztalatunk is, hogy a kevés extraktanyagot tartalmazó nyár és juhar faanyag esetében volt a legkisebb a vörös színkoordináta változása a megemelt hőmérséklet és besugárzás hatására. A vörös színezet változása tekintetében hasonló eredményeket kapott Mitsui (Mitsui et al. 2001) is, amikor a fénybesugárzás után a mintákat száraz és nedves termikus kezelésnek tette ki. Azt tapasztalta, hogy a termikus kezelés nagyobb vörös színezet emelkedést okozott, ha azt megelőzte a fénybesugárzás. A nedves termikus kezelés nyolcszor nagyobb vörös színezetváltozást okozott, mint a száraz körülmények között végrehajtott. Mitsui 120°C és 160°C közötti hőmérsékleteket alkalmazott, ezért az általa mért színváltozás mértéke nem összemérhető

az általunk alkalmazott hőmérsékleten történt színváltozással, de a tendencia igen. Hasonló eredményre jutott Tolvaj (Tolvaj et al. 2010) az akácgőzölés vizsgálatakor. Kimutatták, hogy a sok extraktanyagot tartalmazó akác faanyag gőzölésénél a vörös színezet változása nagyon érzékeny az alkalmazott hőmérsékletre.

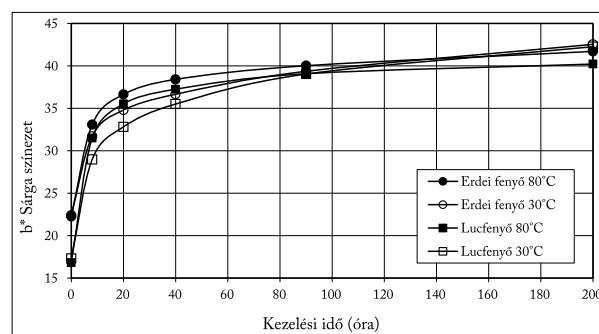
A beltérben lévő fából készült bútorok és belsőépítészeti elemek színe az évek során egyre sötétedik és barnább lesz. Ezt a változást a fotodegradáció és a termikus degradáció együttesen okozza. Mivel a termikus degradáció mértéke a hőmérséklettől exponenciálisan függ, ezért lehet ezt a szobahőmérsékleten végbemenő változást megemelt hőmérsékleten gyorsított formában vizsgálni. Meg kell jegyezni, hogy az ilyen jellegű vizsgálat (folyamatok gyorsítása) határa talán éppen a 80°C körüli hőmérsékleten lehet, mert felette már a degradáció minőségében is változás következik be, nem csak a sebességében. Éppen ez volt a célunk a 80°C-on végrehajtott fénybesugárzás megvalósításával. Ha a hőmérsékletet egyre csökkentjük, akkor a fentiek alapján a vörös színezet változásának egyre kisebbnek kell lennie. Ezt vizsgálta Mitsui és Tsuchikawa (2005) 50°C és -40°C között végzett fénybesugárzás esetében. Azt tapasztalták, hogy -40°C-on alig történt színváltozás. Ahogy emelték a hőmérsékletet, egyre nagyobb lett a vörös színezet változása. A gyors növekedést érzékelteti, hogy 20 és 50°C között háromszor akkora volt a vörös színezet változása, mint -40 és 20°C között. Ezek az eredmények is azt mutatják, hogy a megemelt hőmérséklet hatása elsősorban a vörös színkoordináta megváltoztatásában jelentkezik.

A fotodegradáció elsősorban a faanyag színének sárga irányú eltolódását okozza. Ezt a színváltozást a lignin degradációját követő oxidációs folyamatok során létrejövő kromofor csoportok produkálják. Ezért a fotodegradáció során létrejövő sárga színezetváltozás tekintetében nem szokott lényeges eltérés mutatkozni a fafajok között. Ezt igazolják a jelen vizsgálatok eredményei is. A lényegi változások tekintetében a vizsgált fafajok azonos jellegű sárga színezetváltozást mutatnak (7–9. ábra). Valamennyi vizsgált minta intenzív sárgulást mutatott a kezelés első 8 órájában. Ez az intenzív változás fokozatosan lassult az elkövetkező 32 órában, majd a sárga színezet változása lineárisan, enyhén növekvő tendenciát

vett fel. A fent leírtak egyformán igazak mindkét hőmérsékleten lejátszódott változásokra. Ezek az eredmények jól egyeznek a szakirodalomban leírtakkal (Kawamura et al. 1996, Tolvaj és Mitsui 2005, Wang és Ren 2008). Ha összehasonlítjuk a 80°C-on és a 30°C-on létrejött változásokat, akkor már észrevehető eltérések. Azt látjuk, hogy a fenyőknél alig van eltérés a kétféle kezelés hatása között. A besugárzás elején a 80°C-on történt kezelés okoz egy kicsivel intenzívebb sárgulást, de a kezelés végére ez a trend megfordul és a 30°C-os kezelés hatása lesz nagyobb. A megfordulást az okozza, hogy a kezelés döntő részében (20 órától 200 óráig) a 30°C-on történt kezelés hatására kis mértékben intenzívebb változás történik, mint a 80°C-on történt kezelés hatására. A lombhullató fajok esetében is intenzívebb volt a sárgulás a 30°C-on történt kezelés hatására a kezelés döntő részében. Lényeges eltérés a fenyők-höz képest, hogy a besugárzás első 20 órájában a lombhullató fajok esetében 30°C-on legalább olyan mértékű (vagy nagyobb) sárgulás következett be, mint 80°C-on. Sőt a juhar és a tölgy még jelentős előnyt is szerzett az első 20 órában. A mérési eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy a 30°C-on történt fénybesugárzás intenzívebb sárgulást okozott valamennyi vizsgált faj esetében, a kezelési idő döntő részében, mint a 80°C-on történt kezelés. Az eredmények összecsengnek Mitsui (Mitsui et al. 2001) megfigyeléseivel, amikor a fénybesugárzást követő termikus kezelés hatását vizsgálta. A fénybesugárzás hatására intenzív (12 egységnyi) sárgulást tapasztalt, de a fénybesugárzást követő termikus kezelés során csupán a kezelés első néhány órájában tapasztalt (2–6 egységnyi) sárgulást.

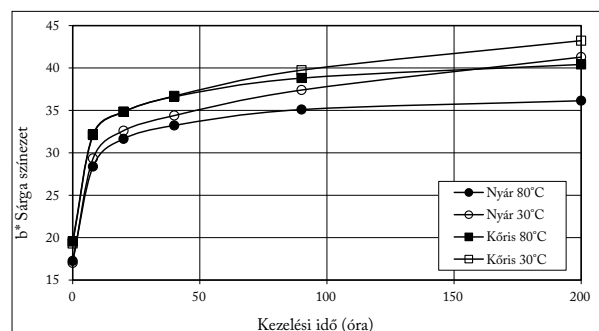
A fent leírt eltéréseket azzal magyarázhatjuk, hogy a fényhatásra bekövetkező lignindegradáció kromofor termékei nem stabilak, és az általunk alkalmazott 80°C hőmérsékleten részben elbomlanak. Ez a bomlás lehet annak az oka, hogy a faanyagok sárga színezete 30°C-on intenzívebben emelkedik, mint 80°C-on. Hasonló jelenséget figyeltek meg a faanyag gőzölésénél is (Tolvaj és Faix 1996, Tolvaj 2004/a). A 90°C-on gőzölt erdei fenyő, lucfenyő, vörösfenyő, nyár és akác minták esetében a kezelés első részében kialakult, a sárga színezetért felelős kromofor csoportok a kezelés további részében degradálódtak, számottevő sárga színezetcsökkenést

okozva. Az akác a többiekkel eltérően viselkedett, a gőzölés során a sárga színezete folyamatosan csökkent. Ez azt jelenti, hogy az akácban nagy számban jelen lévő, a sárga színezetért felelős, kromofor csoportok intenzívebben degradálódtak, mint ahogyan keletkeztek a 90°C-os hőmérsékleten. Az akác ezen különleges viselkedése miatt megvizsgáltuk, hogy hogyan változik a sárga színezete a 80°C-os és a 30°C-os hőmérsék-



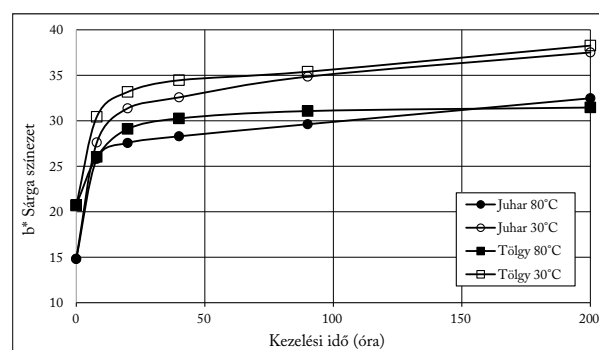
7. ábra Az erdei fenyő és a lucfenyő sárga színezetének változása 30 és 80°C-on történt fénybesugárzás hatására

Figure 7 The change of yellow colour co-ordinate for Scots pine and spruce caused by light irradiation at 30°C and 80°C



8. ábra A nyár és a kőris sárga színezetének változása 30 és 80°C-on történt fénybesugárzás hatására

Figure 8 The change of yellow colour co-ordinate for poplar and ash caused by light irradiation at 30°C and 80°C



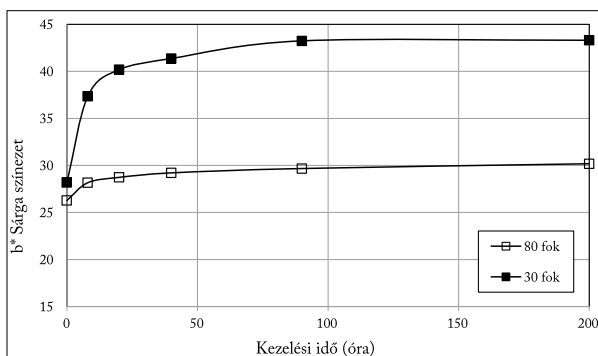
9. ábra A juhar és a tölgy sárga színezetének változása 30 és 80°C-on történt fénybesugárzás hatására

Figure 9 The change of yellow colour co-ordinate for poplar and maple caused by light irradiation at 30°C and 80°C

leten történő fénybesugárzás hatására. Az eredményeket a 10. ábrán mutatjuk be. Szembetűnő, hogy a 80°C-on történt kezelésnél, csak a kezelés elején történt kismértékű sárga színezet növekedés. Ezen a hőmérsékleten, valószínűleg az akác faanyagban eredendően meglévő kromofor kémiai csoportok már nem stabilak és részben elbomlanak. Így a kezelés során hamar egyensúlyba kerül a lignin bomlásából származó, a sárga színezetért felelős kromofor csoportok szaporodása, és a termikus hatásra lebomló kromofor csoportok fogyása. Ezzel a kettős folyamattal magyarázható az is, hogy egyedül az akác esetében áll be a sárga színezet egy konstans szintre 90 órák kezelés után.

A teljes sötétben 80°C-on végzett tiszta termikus kezelés hatására a faanyagok sárga színezete kis mértékben növekedett a kezelés első 20 órájában, majd változatlan maradt. Ez a kis változás éppen ott volt, ahol a kétféle hőmérsékleten alig volt eltérés a sárga színezet változásában. Ahol viszont nagy volt az eltérés a sárga színezet változásában a 80°C-os és a 30°C-os hőmérsékleten történt fénybesugárzás hatására, ott a tiszta termikus kezelés nem produkált észrevehető sárgulást. A fenti eredmények azt erősítik meg, hogy a 80°C-on mért fotodegradációs sárgulás nem a fotodegradációs hatás és a termikus hatás összege, hanem a megemelt hőmérséklet megsokszorozza a fotodegradációs változást. A megemelt hőmérsékletre tartozó intenzívebb hőmozgás hozzásegít a változás megindításához szükséges aktivációs energia megteremtéséhez.

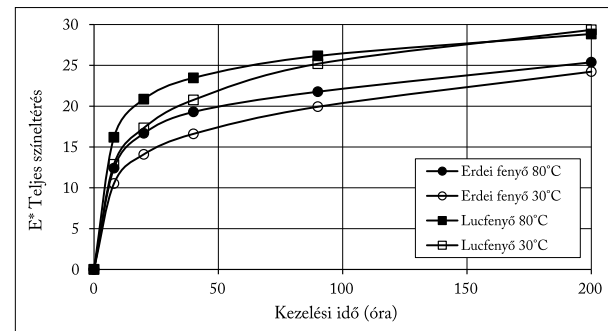
A szakirodalomban a színváltozást gyakran a teljes színváltozással szokták jellemezni, ezért meghatároztuk a teljes színváltozást is a vizs-



10. ábra Az akác sárga színezetének változása 30 és 80°C-on történt fénybesugárzás hatására

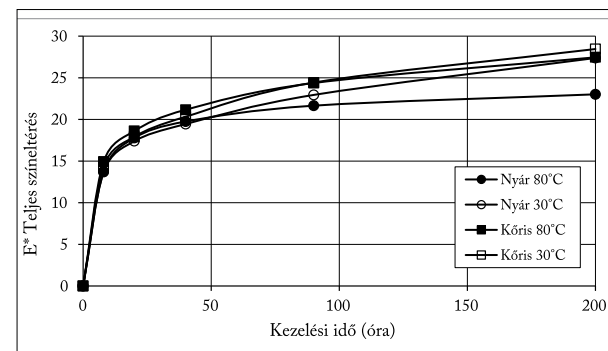
Figure 10 The change of yellow colour co-ordinate for black locust caused by light irradiation at 30°C and 80°C

gált fafajok esetében. Az eredményeket a 11–13. ábrákon mutatjuk be. A teljes színváltozást az egyes színkoordináták változásából a térbeli Pitagorasz-tétellel kapjuk meg, ezért mindhárom színkoordináta változását magába foglalja. A nagyobb változások jelentősebb szerepet kapnak a teljes színváltozás értékében. Esetünkben a sárga színkoordináta mutatta a legnagyobb változást.



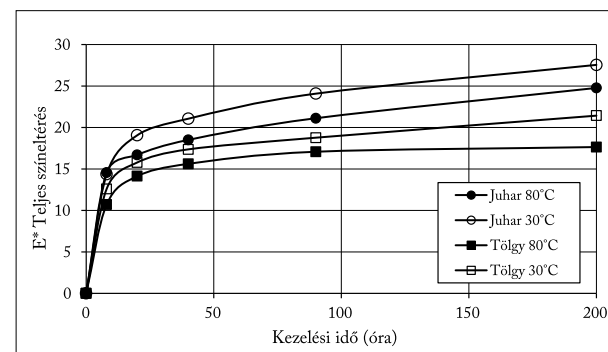
11. ábra Az erdei fenyő és a lucfenyő teljes színváltozása 30 és 80°C-on történt fénybesugárzás hatására

Figure 11 The total colour change of Scots pine and spruce caused by light irradiation at 30°C and 80°C



12. ábra A nyár és a kőris teljes színváltozása 30 és 80°C-on történt fénybesugárzás hatására

Figure 12 The total colour change of poplar and ash caused by light irradiation at 30°C and 80°C



13. ábra A juhar és a tölgy teljes színváltozása 30 és 80°C-on történt fénybesugárzás hatására

Figure 13 The total colour change of poplar and maple caused by light irradiation at 30°C and 80°C



A változás értéke 10,7 és 24,9 között volt. Ezt követte a világosság változása, melynek értéke 11,3 és 16,5 között változott. A legkisebb változást az a* színkoordináta mutatta, mely 4,4 és 7,7 között változott. Ezért nem véletlen, hogy a teljes színváltozás görbéinek lefutása a sárga színezet görbéihez hasonlít. Nagyon intenzív változás játszódik le a kezelés első 8 órájában, melyet lassuló tendencia, majd enyhe, lineáris növekedés követ. Szinte teljesen elveszik a vörös színezetben a kétféle hőmérsékleten történő kezelés hatására jelentkező eltérés a nyár és a kőris esetében. Éppen a vörös színezet változásai kerülnek hátrányos helyzetbe, pedig ez a színkoordináta mutatta egyöntetűen mindegyik vizsgált mintánál a legnagyobb eltérést a kétféle kezelés között. Megállapíthatjuk, hogy a teljes színváltozás nem ad olyan részletes információt, mint az egyes színkoordináták külön-külön, előnye viszont, hogy a színváltozás egészét egyetlen számmal jellemezni.

Összefoglalás

A kutatásnál a fotodegradációs folyamat színváltoztató hatását vizsgáltuk. A próbatesteket higanygőz lámpával világítottuk meg 80°C-on és 30°C-on, hogy meghatározzuk a fotodegradáció során bekövetkező termikus változásokat. Az eredmények rámutatnak a hőmérséklet jelentőségére a faanyag fotodegradációja során. Kimutattuk, hogy ugyanaz a fénybesugárzás lényegesen nagyobb vörös színkoordináta növekedést okoz 80°C-on mint 30°C-on. Az erdei fenyő minták 80°C-on 57%-kal nagyobb vörös irányú színezetváltozást szenvedtek, mint 30°C-on. A legkevesebb extraktanyagot tartalmazó fafajok esetében volt a legkisebb vörös színezetváltozás. A szakirodalomban található eredményekre is alapozva megállapíthatjuk, hogy az extraktanyagoknak meghatározó szerepük van a vörös színezet változásában. A sárga színezet kétféle változást is mutatott. A fotodegradáció a sárga színezet növekedését okozta, míg a termikus hatás a sárga színkoordináta csökkenését produkálta. A fotodegradáció hatása a sárga színezet változására mindegyik fafajnál nagyobb volt, mint a termikus degradációé.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet szeretném kifejezni dr. Tolvaj László témavezetőmnek a kutatásaim során nyújtott segítségéért.

Irodalomjegyzék

- Andrady AL., Hamid SH., Hu X., Torikai A. (1998) Effects of increased solar ultraviolet radiation on materials. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 46:96-103
- Ayady N., Lejeune F., Charrier F., Merlin A. (2003) Color stability of heat treated wood during artificial weathering. *Holz Roh Werkstoff* 61:221-226
- Barta E., Tolvaj L., Nagy T., Szatmári S., Berkesi O., Papp G. (1998) Wood degradation caused by UV-laser of 248 nm wavelength. *Holz Roh Werkstoff* 56: 318
- Barta E., Tolvaj L., Nagy T., Szatmári S., Berkesi O., Papp G. (1999) Photodegradation of leafwood caused by 248.5 nm UV laser. *Wood Research (Drevarsky Vyskum)* 44 (1): 13-19
- Chang HT., Chang ST. (2001) Correlation between softwood discoloration induced by accelerated lightfastness testing and indoor exposure. *Polymer Degradation and Stability* 72:361-365
- George B., Suttie E., Merlin A., Deglise X. (2005) Photo-degradation and photo-stabilisation of wood (State of art). *Polymer Degradation and Stability* 88 (2): 268-274
- Hansmann C., Deka M., Wimmer R., Gindl W. (2006) Artificial weathering of wood surfaces modified by melamine formaldehyde resins. *Holz Roh Werkstoff* 64(3): 198-203
- Heitner C. (1993) Light-Induced Yellowing of Wood-Containing Papers. In: *Photochemistry of Lignocellulosic Materials*. Ed. Heitner, ACS Symposium Series; American Chemical Society: Washington, 3-25.
- Kawamura F., Ohashi H., Kawai S., Teratani F., Kai Y. (1996) Photodiscoloration of Western Hemlock (*Tsuga heterophylla*) Sapwood I. Actual conditions upon photodiscoloration of wood parts. *Mokuzai Gakkaishi* 42: 293-300.
- Mitsui K., Takada H., Sugiyama M., Hasegawa R. (2001) Changes in the Properties of Light-Irradiated Wood with Heat Treatment. Part 1. Effect of treatment Conditions on the Change in Color. *Holzforschung* 55: 601-605
- Mitsui K., Tolvaj L., Papp G., Bohus J., Szatmári S., Berkesi O. (2005) Changes in the properties of light-irradiated wood with heat treatment. Part 4. Application of laser. *Wood Research* 50 (1): 1-8.

- Mitsui K., Tsuchikawa S. (2005) Low Atmospheric Temperature Dependence on Photodegradation of Wood. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 81: 84-88
- Müller U., Rätzsch M., Schwanninger M., Steiner M., Zöbl H. (2003) Yellowing and IR-changes of spruce wood as result of UV-irradiation. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 69: 97-105
- Németh K., Vanó V., Faix O. (1992) The Effect of Wood Extractives on the Photodegradation of Wood. EWLP Conf. (2-4 September) Grenoble, France 191-192
- Oltean L., Teischinger A., Hansmann C. (2008) Wood surface discolouration due to simulated indoor sunlight exposure. *Holz Roh Werkstoff* 66 (1): 51-56
- Oltean L., Hansmann C., Németh R., Teischinger A. (2010) Wood surface discolouration of three hungarian hardwood species due to simulated indoor sunlight exposure. *Wood Research*. 55(1): 49-58
- Pandey KK., Vuorinen T. (2008) Comparative study of photodegradation of wood by a UV laser and a xenon light source. *Polymer Degradation and Stability* 93(12): 2138-2146
- Papp G., 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 and Photobiology A: Chemistry* 163 (1-2): 187-192
- Papp G., 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 and Photobiology A: Chemistry* 173 (2): 137-142
- Persze L. (2011) Magyarországi fafajok fotodegradációjának összehasonlítása: Színváltozás Faipar 59 (2-3) 35-46
- Persze L., Tolvaj L. (2012) Photodegradation of wood at elevated temperature: Colour change. *Photochemistry and Photobiology B: Biology* 108: 44-47
- Sharratt V., Hill CAS., Kint DPR. (2009) A study of early colour change due to simulated accelerated sunlight exposure in Scots pine (*Pinus sylvestris*) *Polymer Degradation and Stability* 94: 1589-1594
- Taneda K., Yata N., Ota M. (1989) The coloration of wood I. The light coloration of Beech sapwood. *Mokuzai Gakkaisi* 35 (6): 530-536
- Tolvaj L. (1994/a) A faanyag optikai tulajdonságai. In: A faipari műveletek elmélete (Szerk.: Sitkei György) Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
- Tolvaj L. (1994/b) Discoloration and deterioration of wood surface by ultraviolet light. *Wood Structure and Properties '94. Conf.* (5-9 September) Zvolen 177-182
- 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
- Tolvaj L., Faix O. (1996) Modification of Wood Colour by Steaming. ICWSF '96 Conference, (10-12 April) Sopron, 10-19
- Tolvaj L., Papp G. (1999) Outdoor Weathering of Impregnated and Steamed Black Locust. ICWSF '99 Conference, (14-16 July) Missenden Abbey (UK) 112-115
- Tolvaj L., Mitsui K. (2005) Light Source Dependence of the Photodegradation of Wood. *Journal of Wood Science* 51: 468-473
- Tolvaj L., Molnár S. (2006) Colour homogenisation of hardwood species by steaming. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* 2: 105-112 (<http://aslh.nyme.hu/>)
- Tolvaj L., Mitsui K. (2010) Correlation between hue angle and lightness of light irradiated wood. *Polymer Degradation and Stability* 95 (4): 638-642
- Tolvaj L., Molnár S., Németh R., Varga D. (2010) Color modification of black locust depending on the steaming parameters. *Wood Research* 55 (2): 81-88
- Wang X. and Ren H. (2008) Comparative study of the photo-discoloration of moso bamboo (*Phillostachys pubescens* Mazel) and two wood species. *Applied Surface Science* 254: 7029-7034



Cementkötésű faforgácslapok nedvességmérése mikro- hullámú radarral*

UTASSY Viktor¹, DIVÓS Ferenc², ALPÁR Tibor³

¹ PhD-hallgató, NymE FMK Terméktervezési és Gyártástechnológiai Intézet

² Egyetemi tanár, NymE FMK Fa-és Papíripari Technológiák Intézet

³ Egyetemi docens, NymE FMK Fa-és Papíripari Technológiák Intézet

Kivonat

Napjainkban egyre nagyobb a cementkötésű faforgácslapok (ck-lapok) felhasználási területe. A környezeti hatások, a szárítóba bekerülő lap nedvességtartalma és a szárító berendezés pillanatnyi állapota határozza meg a termék nedvességtartalmát. Ez tipikusan 6 és 12% között ingadozik, sőt akár egy táblán belül is lehetnek eltérések. Optimális szárító beállításához ismernünk kell a termék nedvességtartalmát. A ck-lapok gyors és érintésmentes nedvességméréseivel foglalkoztunk, mely technológia akár a gyártósorba is beépíthető. A mérést egy mikrohullámú radarral végeztük, visszavert jelet detektálva nedvességtartalmat mértünk. Magas (0,983) korrelációt találtunk az elektromágneses hullám visszaverődése és a nedvességtartalom között.

Kulcsszavak: cementkötésű faforgácslap (ck-lap), nedvességmérés, mikrohullám, mikrohullámú radar

Moisture content measurement of cement bonded particle board by microwave radar

Abstract

Cement bonded particle board are well accepted by the construction industry. The moisture of the cement bonded particle board is an important parameter. Basically the settings of the dryer, the environmental parameters are determining the product moisture content. Typically it is in the range of 6–12%. Additionally it may have local variation inside the board. To keep the dryer in optimum settings an online moisture measurement is necessary. This paper deals with a non-contact and quick moisture measurement technique using microwave radar where the reflected microwaves amplitude is measured. This parameter is in high correlation (0,983) with the moisture content.

Key words: cement bonded particle board, moisture content measurement, microwave, microwave radar

Bevezetés

Az építőiparban egyre fontosabb szerepe van a cementkötésű forgácslapnak (ck-lapnak). A gyártás és szállítás közben felmerülő költséget optimálisra kellene beállítani. A szállítás közben nem mindegy, hogy mennyi plusz vizet tartalmaznak a lapok, de arra is gondolni kell, hogy a szárításnak is vannak energia- és anyagi költségei. Ennek az optimumnak a megtalálá-

sához szükség van a ck-lapok nedvességének meghatározására. Erre a vizsgálatra gyors és érintésmentes vizsgálatok a legcélszerűbbek, ipari alkalmazások esetén. Az elektromágneses hullámokkal történő vizsgálatok a legalkalmasabbak erre a feladatra. A faipar egyéb területein izotópos technikát jellemzően nem alkalmaznak. Ennek részben az izotópok felhasználásával kapcsolatos szigorú szabályozás az oka.

*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.

Ezzel szemben a mikrohullám semmilyen szabályozás alatt nem áll, és ellenőrzött körülmények közötti használata nem veszélyes az ember egészségére. Kutatásokat végeztek faanyag nedvesség és sűrűség mérésére mikrohullámmal, átsugárzásos módszerrel (Schajer 2006). A KETT Science Of Sensing cégnek létezik mikrohullámú nedvességmérője. Ennek hátránya azonban, hogy folytonos átsugárzást használva a nem kívánt reflexiók jelentős hibákat okozhatnak. Ez ellen árnyékolással védekeznek (<http://www.kett.com/files/brmmm.pdf>). A radar alkalmazása erre a problémára ad választ.

Elméleti háttér

A faanyag és a fából készült termékek fontos jellemzője a nedvességtartalom. Cementkötésű lapoknál a cement megkötéséhez elengedhetetlen a víz, melyből a faanyag nagy mennyiséget fölvesz. A nedvességtartalom meghatározása a következőképpen történik.

Nettó nedvességtartalom:

$$u = \frac{m_n - m_0}{m_0} \quad [1]$$

ahol: m_0 – az abszolút száraz faanyag tömege,
 m_n – az aktuális nedvességtartalmon mért tömeg.

Faanyag nedvesség mérésére alkalmas több mérési módszer közül a legismertebb a szárításos eljárás. Nagy gyanta- és olajtartalmú fáknál végeznek mértést extrakciós eljárással. Léteznek még ellenállás típusú, dielektromos elven működő és légnedvesség mérésén alapuló (fahigrométer) nedvesség mérő készülékek. A folyamatos mérésre az elektromágneses hullámokkal történő mérés lehet a legalkalmasabb, melyek gyors, roncsolás- és érintésmentes mértést tehetnek lehetővé (Molnár 2004).

A mikrohullám frekvenciatartománya az infravörös és a rádióhullámok között található. Terjedési tulajdonságai átmenetet képeznek a két határoló tartomány jellemzői között. A kb. 30 cm-től a 3 mm-es hullámhosszig, azaz 1000 MHz-től 100 000 MHz-es frekvenciáig a terjedési tulajdonságok már sok tekintetben hasonlítanak a fényhullám tulajdonságaihoz. Egyik leglényegesebb az egyenes irányú terjedés, így csak az optikai látástávolságon belül lehet mikrohullámmal összeköttetést létesíteni vagy vizsgálni (Lóránt 1959).

A fény irányítva egészen nagy távolságba eljuttatható, de csak egy irányba, míg diffúz módon csak a környezetét világítja meg. A mikrohullám a fényhez hasonlóan így irányítható, ezzel magasabb energia juthat

el nagyobb távolságra (antennák használata) (Imrik 1981, Lóránt 1959). Elektromos mező, mint a mikrohullámú tér, a dielektrikum (szigetelők) belsejében erősen módosul a vákuumhoz viszonyítva. Ennek két oka van: az egyik az, hogy a dielektrikum molekuláris alkotórészeinek már külső elektromos tér nélkül is van elektromos momentuma, a másik pedig, hogy a külső elektromos tér hatására a semleges atomok, molekulák polarizálódnak. Ennek az állapotnak a jellemzésére az elektromos polarizációt szokás megadni:

$$\bar{P} = \epsilon_0 \cdot \kappa \cdot \bar{E} \quad [2]$$

ahol: \bar{P} – a polarizáció vektora,
 \bar{E} – az elektromos térerősség vektora,
 ϵ_0 – a vákuum permittivitása (dielektromos állandója),
 κ – arányossági tényező (elektromos szuszceptibilitás).

A polarizáció vektorának figyelembe vételével az eltolási \bar{D} vektor dielektrikumokra a következő:

$$\bar{D} = \epsilon_0 \cdot \bar{E} + \bar{P} \quad [3]$$

Az eltolási vektornak dielektrikumokban bevezetett fenti definíciója annyit jelent, hogy a tér könnyű kezelhetősége és számíthatósága céljából úgy származtatjuk, mintha a térerősséget a valódi töltés és a polarizáció folytán előálló töltéssűrűség együttesen hozná létre vákuumban. Behelyettesítve a polarizáció vektorát:

$$\begin{aligned} \bar{D} &= \epsilon_0 \cdot \bar{E} + \bar{P} = \epsilon_0 \cdot \bar{E} + \epsilon_0 \cdot \kappa \cdot \bar{E} \\ &= \epsilon_0 \cdot (1 + \kappa) \cdot \bar{E} = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \bar{E} = \epsilon \cdot \bar{E} \end{aligned} \quad [4]$$

ahol: $\epsilon_r = 1 + \kappa$ az anyag relatív permittivitása,

\bar{E} – az átlagos makroszkópikus térerősség,
 ϵ – az anyag abszolút permittivitása.

Az E térerősség időben változik, a P polarizáció csak késve követi a térerősség változásait. Változó térerősség esetén a polarizációs folyamat dielektrikumokban a tér energiájának egy részét felhasználja, és mint molekuláris súrlódási munkát, az anyag belső energiájának mérlegében a belső energia forrását (q) adja. A dielektrikum véges γ vezetőképessége miatt valóságban is fellépnek veszteségek. A kétféle veszteséget együtt dielektromos veszteségnek nevezzük. Ha az anyag fajlagos vezetőképessége γ , a vezetési áramsűrűség $\bar{J}_v = \gamma \cdot \bar{E}$, az eltolási áramsűrűség viszont $\bar{J}_e = \frac{\partial \bar{D}}{\partial t}$.

$$\bar{J} = \gamma \cdot \bar{E} + \frac{\partial \bar{D}}{\partial t} \quad [5]$$

A D behelyettesítésével, és a valós és képzetes részek szétválasztásával a következő egyenlethez jutunk:

$$J = [(\omega \cdot \varepsilon'' + \gamma) + j \cdot \omega \cdot \varepsilon'] \cdot E \quad [6]$$

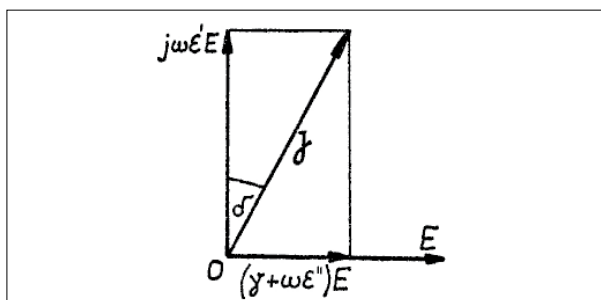
ahol: ε' és ε'' – a komplex permittivitás,
 j – az imaginárius egység,
 ω – a körfrekvencia.

Az áramsűrűség $(\omega \cdot \varepsilon'' + \gamma) \cdot E$ komponense az E térerősséggel fázisban van, a $j \cdot \omega \cdot \varepsilon' \cdot E$ komponens viszont 90° -kal siet a térerősséghez képest, így az hatásos teljesítményt nem hoz létre (1. ábra). A dielektrikumok minőségének jellemzésére a veszteségi szögöt, illetve annak tangensét használják (Imrik 1981):

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\gamma + \omega \cdot \varepsilon''}{\omega \cdot \varepsilon'} \quad [7]$$

Az 1. táblázat faanyagra vonatkozó dielektromos jellemzőket mutat be 2,4 GHz-en $0,5 \text{ g/cm}^3$ sűrűség mellett különböző hőmérsékleteken és nedvességtartalom mellett Torgonikov (1993) alapján. A nedvességméréshez a mikrohullám reflexiós elrendezést alkalmaztunk. Ezért megvizsgáljuk, hogy a reflexiós tényező hogyan függ a faanyag mikrohullámú paramétereitől. Torgonikov (1993) könyvének 3. és 9. oldala alapján, valamint optikai analógiát felhasználva merőleges beesésre a következő formulát kapjuk a reflexióra (r):

$$r = \frac{(\sqrt{\varepsilon'} - 1)^2}{(\sqrt{\varepsilon'} + 1)^2} \quad [8]$$



1. ábra Villamos áram sűrűsége dielektrikumban (Imrik 1981)
Figure 1 The current density in dielectric material (Imrik 1981)

1. táblázat Faanyagra vonatkozó dielektromos jellemzők (Torgonikov 1993)

Table 1 Dielectric parameters of wood (Torgonikov 1993)

Frekvencia f (Hz)	Abszolút száraz sűrűség ρ_0 (g/cm^3)	Hőmérséklet t ($^\circ\text{C}$)	Nedvességtartalom (%)											
			0		10		20		30		60		100	
			ε'_s	$\operatorname{tg} \delta_s$	ε'_s	$\operatorname{tg} \delta_s$	ε'_s	$\operatorname{tg} \delta_s$	ε'_s	$\operatorname{tg} \delta_s$	ε'_s	$\operatorname{tg} \delta_s$	ε'_s	$\operatorname{tg} \delta_s$
$2,4 \times 10^9$	0,5	-20	1,6	0,017	1,9	0,08	2,0	0,14	2,2	0,20	2,6	0,20	3,1	0,20
		+20	1,7	0,023	2,3	0,11	2,9	0,18	3,8	0,22	6,5	0,20	12,8	0,19
		+50	1,8	0,026	2,4	0,11	2,9	0,17	3,8	0,20	6,5	0,18	12,8	0,17
		+90	1,9	0,029	2,6	0,11	3,0	0,15	3,8	0,17	6,5	0,16	12,8	0,15

Ha a [8] formulába behelyettesítjük az 1. táblázat adatait és ábrázoljuk a reflexiót a nedvességtartalom függvényében, akkor lineáris összefüggést találunk. Ugyan a vizsgálataink nem fára, hanem ck-lapra, és nem merőleges beesésre vonatkoznak, de megalapozottan reménykedhetünk egy hasonló lineáris összefüggésben.

Kísérleti anyagok és módszerek

A nedvességmérés tesztelése három különböző gyártási fázisban levő eltérő nedvességtartalmú (10–30%) ck-mintasorozatot alkalmaztunk. A kísérlet során 48 db 12 mm vastagságú 20×30 cm-es próbatestet vizsgáltunk. Méréshez a Novelda-cég mikrohullámú radarját használtuk. A radar felépítését az 2. ábra mutatja. A készülék két antennával rendelkezik, melyek közül az egyik kibocsát egy adott amplitúdójú impulzust, míg a másik a visszavert hullámot detektálja. A polarizált hullámok 45° -os kúpszögben hagyják el a szinusz antennát. A radar USB porton keresztül kapcsolódik a számítógéphez. A Novelda-cég programja segítségével lehet a radart használni (3. ábra). A felső fekete ablakban láthatunk egy visszavert jelet, a függőleges tengelyen az amplitúdó, még a vízszintes tengelyen az idő található. Az idő tengely csatornára van felosztva, ennek a felbontása állítható, a maximális 512 csatornát használtuk, ami 5 mm-es térbeli felbontást eredményez. A kezdeti sima szakasz a kibocsátás és a visszavert hullám detektálása közötti időt jelzi.

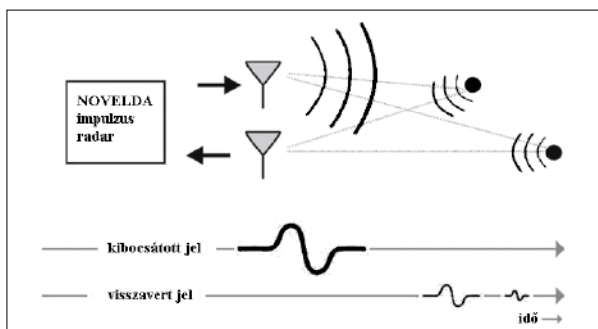
A 3. ábrán a teljes mért tartományt (0–250 cm), az alatta lévő pedig a jelrészlet kinagyítását teszi lehetővé. A radaron állítható a hullám intenzitása, vagyis különböző amplitúdójú hullámot képes kibocsátani. A legerősebb kimenő jelet használtuk. (<http://www.novelda.no>)

A mérés összeállítása és sematikus rajza a 4. ábrán látható. A mérések során a visszavert hullámok amplitúdójának maximuma és minimuma közötti értékét vettük figyelembe, amely a minta és az antennák közötti távolság (25 cm) alapján kijelölt tartományon belül volt mérhető. A tartományt az 5. ábrán a fehér

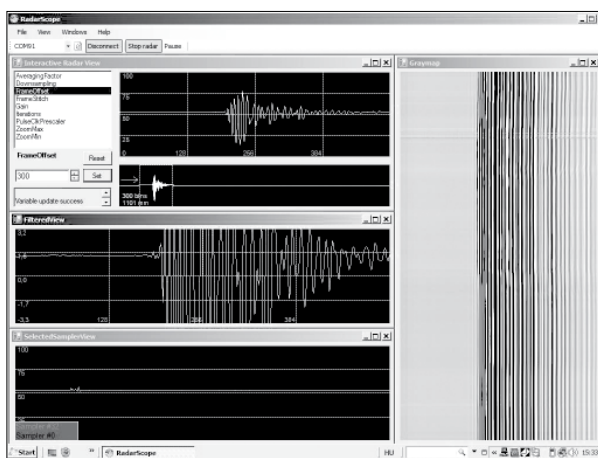
vonallal jelöli. Ezzel a technikával a minta környezetében levő tárgyakról történő reflexió zavarása teljes mértékben kiszűrhető. Ez a radartechnika előnye. Azonban megköveteljük, hogy a minta és az antennák közötti térben zavarás (fém tárgy) ne legyen. A gyors mérés érdekében egy célprogramot készítettünk, ahol az amplitúdó nagysága a „Diff” paraméterben jelenik meg, lásd a 6. ábrát. Ez becsli a nedvességtartalmat. A Novelda-rendszer rendkívül gyors, a méréseket 48 kHz-es frekvenciával ismétli. Ha a jobb statisztika érdekében 60 mérést átlagolunk, akkor is a mérési ciklus ideje alig haladja meg az 1 ms-ot, ami ipari előtolási sebességgel mozgó lap esetén is pillanatfelvételnak számít.

Eredmények és értékelés

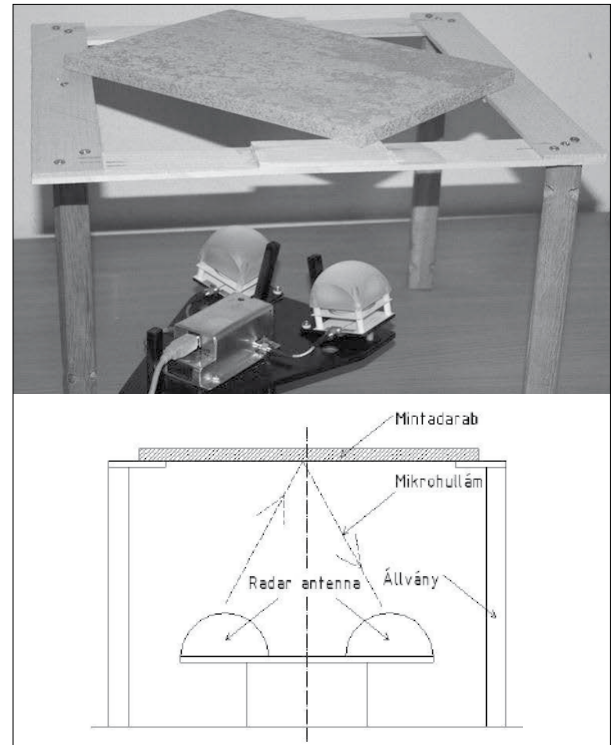
A Novelda mikrohullámú radarjával korábban faanyag nedvességét is vizsgáltuk, azonban ott megmutatkozott, hogy a rendszer érzékeny a faanyag sűrűségére, és a fafajra. A csk-lapok sűrűsége azonban állandóságot mutat, a Falco Wood Industry szerint ez az érték $1350 \pm 75 \text{ kg/m}^3$ (<http://www.falco-woodindustry.com>).



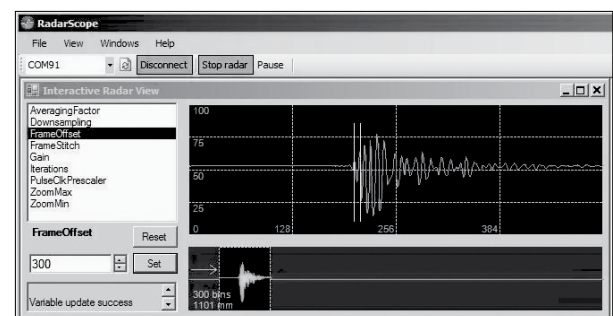
2. ábra A Novelda-radar működése (<http://www.novelda.no/>)
Figure 2 The principle of the Novelda radar (<http://www.novelda.no/>)



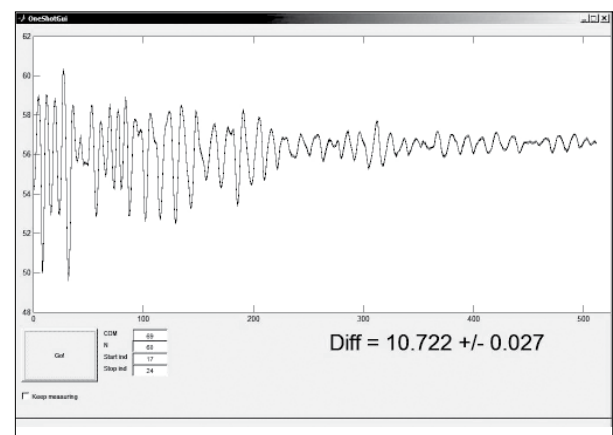
3. ábra RadarScope, a Novelda-radar szoftvere
Figure 3 RadarScope, the software surface of the Novelda Radar



4. ábra A mérés sematikus elrendezése
Figure 4 The applied arrangement of the measurement



5. ábra A számításba vett tartományt jelzik a fehér vonalak
Figure 5 The region of interest marked by white line

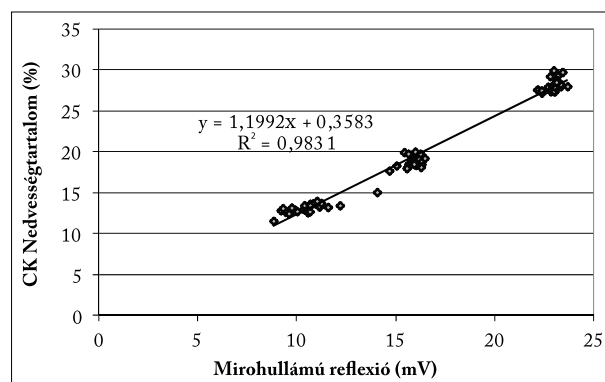


6. ábra A gyors mérésekhez készített célprogram 60 mérés átlagát szolgáltatja 2 másodperc alatt
Figure 6 The developed software for the quick measurement is able to provide the average of 60 measurements in 2 seconds

A mikrohullámú nedvességmérés tesztelésére három különböző gyártási fázisban levő ck-mintasorozatot alkalmaztunk. Mértük a visszavert mikrohullám amplitúdóját. A 6. ábrán látható, készített szoftverrel 60 mérést átlagoltattunk. A mérést követően szárítókamrában súlyállandóságig szárítottuk a mintákat és így határoztuk meg a minta nedvességtartalmát. Összehasonlítottuk a reflektált mikrohullám amplitúdót és a mérlegtartalmat. Az eredményt a 7. ábra szemlélteti. A nedvességmérés relatív hibája +/-1,1%. A két mennyiség között lineáris összefüggést találtunk, összhangban azzal, amit a bevezető szakaszokban elméleti megfontolások alapján megállapítottunk a [8] formula segítségével.

Összefoglalás

A ck-lapokon elsőként végeztünk nedvességmérést mikrohullámú radarral. A tömör faanyag vizsgálata-



7. ábra Kapcsolat a ck-lapok nedvessége és a visszavert mikrohullámú jel nagysága között

Figure 7 Relation between the cement board moisture content and the amplitude of the reflected microwave

kor kiderült, hogy a radar érzékeny a sűrűsége és a fafajra. A ck-lapok sűrűsége csak kis mértékben ingadozik, így a nedvességmérést nem befolyásolja, ezt igazolják a laboratóriumi méréseink is, ahol magas korrelációt (0,9831) kaptunk. A mérés elvi megalapozottsága, a jó kísérleti tapasztalatok alapján a kifejlesztett mérési elrendezés alkalmas ipari körülmények között folyamatos mérések végzésére.

Irodalomjegyzék

- Imrik Z. (1981) Transzportfolyamatok. Egyetemi jegyzet, Sopron, 46-61.
- Lóránt P. (1959) A mikrohullám. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 9-22.
- Molnár S. (2004) Faanyagismeret. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 188-195.
- Schajer GS., Orhan FB. (2006) Measurement of wood grain angle, moisture content and density using microwaves. Holz als Roh- und Werkstoff. 64: 483-490.
- Sitkei Gy. (szerk.) (1994) A faipari műveletek elmélete. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó Kft, Budapest, 105-106.
- Torgonikov GI. (1993) Dielectric Properties of Wood and Wood-Based Materials. Springer-Verlag, Berlin, 3, 8-11, 179-180.
- <http://www.falco-woodindustry.com>
- <http://www.kett.com/files/brmmm.pdf>
- <http://www.novelda.no/>

Hidakról – földrajzi-történeti áttekintés

IV. rész: Az Újvilág régi hídjai

LÁNG Elemér¹

¹ Associate Professor Emeritus, West Virginia University, Division of Forestry and Natural Resources, Morgantown, WV 26505

Kivonat

A cikksorozat negyedik, egyben befejező része az amerikai kontinens fa hídjait ismerteti. Röviden tárgyaljuk a Kolumbusz előtti maja, azték és inka hidak kialakítását. Említésre kerül az észak-

amerikai fedett fahidak eredete, anyagi és szerkezeti megoldásai. Néhány példával illusztráljuk a XVI–XIX. századi észak-amerikai hídépítészetet.

Kulcsszavak: hídszerkezetek, fedett fahidak, történeti áttekintés

About bridges – geographical - historical overview

Part IV: Old bridges of the New World

Abstract

The last part of these publications contains a discussion of wooden bridges on the American continent. Pre-Columbian, Maya, Aztec and Inca bridges are briefly mentioned. Finally, the North-American covered bridges are discussed regarding their origin, structure and construction materials. Included examples demonstrate the architectural appearance of some 17th–19th centuries bridges built in North America.

Key words: bridge structures, covered bridges, historical overview

Bevezetés

Amerigo Vespucci (1454–1512) firenzei felfedező és térképész említi először az Újvilágot. A portugál szolgálatban álló Vespucci harmadik útja (1502–1503) során győződött meg arról, hogy nem szigetre, hanem egy kontinens partjaihoz érkezett. Röviddel visszatérése után megjelent a *Mundus Novus* (Újvilág) néven ismert latin nyelvű írása. Vespuccinak nem volt kapcsolata az újonnan felfedezett kontinens őslakosságával, ezért csak a később megjelenő konkvisztádorok beszámolóiból nyerhetünk információt a Kolumbusz előtti kultúrák hídépítéséről. Az egész földrészre azonban jellemző volt, hogy nem rendelkeztek háziasított igavonó állatokkal és nem ismerték a kereket. E két tény nagymértékben befolyásolta a *Terra Nova* hídjainak kialakítását.

Észak-Amerika korai kolonizációja során svéd, holland és finn telepesek is érkeztek az angol puritánokkal egyetemben. Az első sikeres letelepedést a Virginia államhoz tartozó szigeten, Jamestown alapítása (1607) jelentette. A hidakat említő első írásos feljegyzés is Jamestown-hoz kötődik. A kölcsönhatások az európai és észak-amerikai hídépítés terén mindkét irányban működtek, amit néhány XVIII–XIX. századi példával lehet bizonyítani.

Hidak a Kolumbusz előtti amerikai kultúrákban

Régészeti leletek alapján megállapítható, hogy az amerikai kontinens szervezett társadalmi nagyjából már i. e. 2000 körül kialakulhattak. Itt többnyire az Amerika felfedezése idején meglévő civilizációkkal foglalkozunk, elsősorban a spanyol vagy portugál

konkvisztádorok feljegyzéseire vagy régészeti leletek leírásaira támaszkodva.

Elsőként a maja civilizáció (i. sz. 250–900) egy vélelmezett hídját kell megemlítenünk. A közelmúltban kialakult műszaki régészet szakemberei azt állítják, hogy Yaxchilan királyi városban az Usumacinta folyó felett a maják egy közel 100 m hosszú hidat építettek. A híd létezése még vitatott. A feltételezés alapjául szolgáló köztes támasz (pillér) romja az 1. ábrán látható. A híd, ha egyáltalán létezett, feltehetően függesztett kötélhídként biztosította a gyalogos forgalmat a folyó felett.

A közép-amerikai azték birodalom, vagy más néven az Azték Hármasszövetség, i. sz. 1430-ban jött létre nagyjából a mai Mexikóvárost felölelő völgyben Tenochtitlan, Texcoco és Tlacopan városállamok részvételével. A szövetséget I. Montezuma (1398–1469) hozta létre. Ebben az időben jelen-



1. ábra A feltételezett Yaxchilan híd pillérének romjai az Usumacinta folyóban, Maja Birodalom (i. sz. 250–900) (Forrás: James A. O’Kon, 2005)

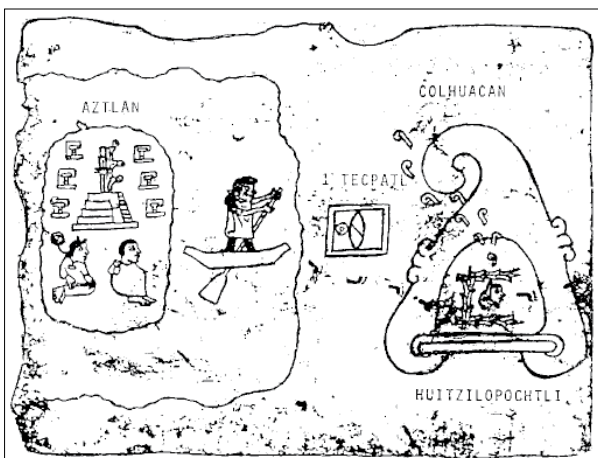
Figure 1 Ruins of the assumed Yaxchilan Bridge in the Usumacinta River. Maya Empire, 250–900 A.D. (Source: James A. O’Kon, 2005)

tős vízi építkezések zajlottak Tenochtitlanban, amely később az Azték Birodalom székhelye lett. Tenochtitlan a Texcoco tó mocsaras partján és szigetén épült fel. A tervezett csatornákkal kialakított „vízi város” közlekedését Díaz del Castillo (1492–1585) konkvisztádor leírása szerint vontatható pontonhidakkal oldották meg (Új Spanyolország meghódítása, 1632). Más leírások is említik a hidak és a csónakok jelentős szerepét a helyi és távolsági közlekedésben. A 2. ábra az aztékok elvándorlását ábrázolja Aztlánból Tenochtitlanba. A Boturini kódexből való kép érdekessége, hogy az ismeretlen azték művész a fügefafa (*ficus félek*) belső kérgéből készített hajtogatott papírra rajzolta, mintegy tíz évvel a spanyolok hódításai után.

A kódex először Lorenzo Boturini Bernaducci (1702–1753) műgyűjtő és etnográfus tulajdonába került. Később visszajutott Mexikóvárosba, ahol a Nemzeti Antropológia Múzeumban őrzik.

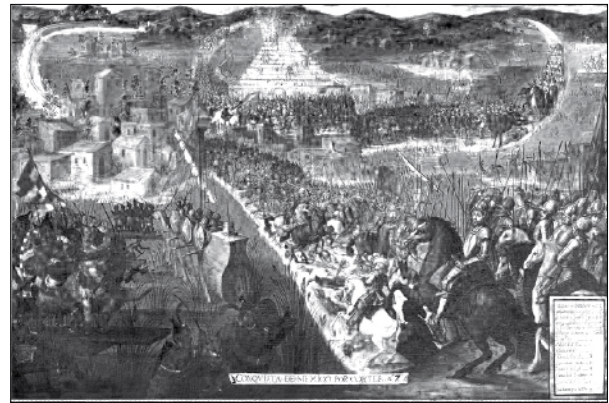
II. Montezuma (1466–1520) halála, és egy évvel később Tenochtitlan elfoglalása, az azték kultúra hanyatlásának kezdetét jelentette. A 3. ábra egy ismeretlen festő olajképét mutatja, amelynek témája Tenochtitlan végső ostroma. A Hernan Cortez (1485–1547) vezette spanyolok és helybéli szövetségeseik a képen látható hidakon át próbálják a szigeten lévő várost bevenni.

Tenochtitlan egy történelmileg hitelesebb rekonstrukciós rajzát mutatja a 4. ábra, ahol az úszó hidak régészeti adatok figyelembe vételével lettek feltüntetve. Az inka kultúra kezdetét 1250-re tehetjük. Virágkorát a XVI. század elején élte, amikor területe a



2. ábra A Boturini kódex első oldala, az aztékok Tenochtitlanba települése (Forrás: Encyclopedia de México, 1996)

Figure 2 The first page of the Boturini Codex. Migration of the Aztec to Tenochtitlan (Source: Encyclopedia de México, 1996)



3. ábra Tenochtitlan meghódítása. Olajkép, XVII. századi ismeretlen festő (Forrás: Jay I. Kislak Collection Rare Book and Special Collections Division)

Figure 3 The siege of Tenochtitlan. Oil on canvas, unknown painter, XVIIth century (Source: Jay I. Kislak Collection Rare Book and Special Collections Division)



4. ábra Az azték Tenochtitlan rekonstrukciós rajza (Forrás: Wikipedia.com)

Figure 4 The view Tenochtitlan rendered by archeologists (Source: Wikipedia.com)

Csendes-óceán partján több száz kilométeres szélességben, a mai Ecuadortól Chile közepéig tartott. Az Inka Birodalom fejlett úthálózattal rendelkezett, ahol az áthidalásokat két jellegzetes híd szerkezettel oldották meg. Az első a szakadékok, folyók és kanyonok felett alkalmazott függőhíd (5. ábra). A liánból vagy más erős fűfélékből font, általában négy kötélből álló függeszto művet az áthidalandó akadály két partján lehorgonyozták. A járófelületeket tartó köteleket pedig laposra faragott ágakkal erősítették össze. A két felső tartókötél korlátként is funkcionált és a pályatartó kötelekkel függőleges irányban sűrűn összekötésben volt. A spanyol konkvisztádorok szerint ezek a függőhidak olyan erősek voltak, hogy a lovasságuk is biztonságosan átkelhetett rajta. Az inka úthálózat másik áthidalási módszerét, az egyszerű faragott gerendás áthidalást leginkább védelmi célokból alakították ki. Ennek tipikus példája a Machu Picchu-ra vezető ösvény málhásállat- és gyaloghídja (6. ábra). Az Azték és az Inka Birodalomban a hidak karbantartása közfeladat volt és rongálásukat igen szigorúan büntették.



5. ábra Újjáépített inka függőhíd (Forrás: Wikipedia.com)

Figure 5 Remodeled Inca suspension bridge (Source: Wikipedia.com)



6. ábra Inka faragott gerendahíd a Machu Picchu-ra vezető gyalogösvényen (Forrás: Wikipedia.com)

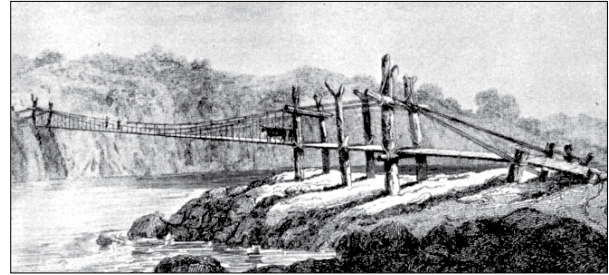
Figure 6 Remodeled Inca suspension bridge (Source: Wikipedia.com)

A karbantartási és újraépítési munkálatokért a legközelebbi helyi hatóságok feleltek.

A Kolumbusz előtti amerikai kultúrák hanyatlása után az eredeti lakosság által épített hidakról jóformán alig található információ. Basil Hall (1788–1844) angol tengerésztiszt és utazó dél-amerikai útja során jegyzett fel egy függesztett kötélhidat (7. ábra). A Maipo folyó (Chile) hídja a kezdetleges cölöpvasas hídfőjével és az inka emlékeket idéző függőszerkezetével jó példája az átmeneti kultúrák infrastrukturális építkezéseinek. A híd építési éve nem ismert. Hall szerint a XVIII. század végén építhették. A híd tovább érdekessége, hogy felfüggesztése nem kötelek, hanem marhabőr szíjak felhasználásával készült.

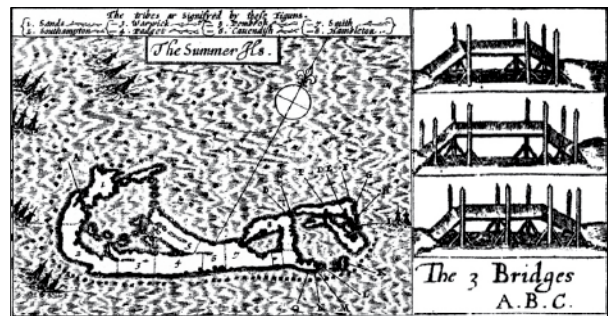
Fahidak a kontinens északi felén

A korai telepések még az indián őslakosság által kitaposott ösvényeket, gázlókat és primitív büröket használták. Az észak-amerikai kolonizáció első hídjait John Smith (1580–1631) General History of Virginia című, 1624-ben megjelent könyvében írja le. A három – egymástól csak a cölöpök számában különböző – fahíd (8. ábra) a Bermudákon épült. A hidak hossza mintegy 30–40 m volt, és a leírás szerint teherhordó állatok áthaladását is lehetővé tették.



7. ábra A Maipo folyó hídja Chilében (Forrás: Basil Hall, 1820)

Figure 7 Bridge over the River Maipo, Chile (Source: Basil Hall, 1820)

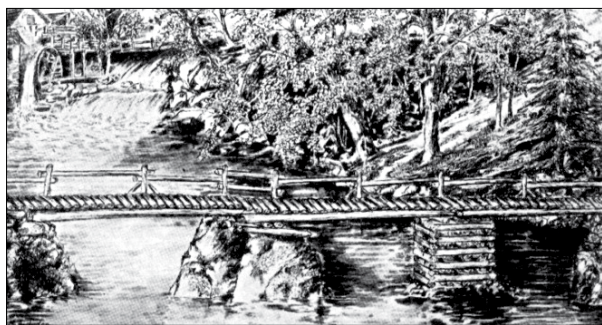


8. ábra A Bermuda-szigetek és a három híd ábrázolása. A térképen a hidak helyét A, B, és C jelzi (Forrás: Capt. John Smith, 1820)

Figure 8 The Bermuda Island and the Three Bridges. On the map A, B and C indicate the location of the bridges (Source: Capt. John Smith, 1820)

A XVII. század közepéig főleg ilyen jellegű hidak használatáról tudunk. A második generációs fából épült híd tipikus példája az ún. „horse-bridge” (9. ábra). A többnyire többtámaszú gerenda tartószerkezetet természetes vagy épített pillérekre helyezték, a járófelület pedig faragott vagy fűrészelt palló volt. A szerkezeti elemek összekötését kovácsolt szegekkel biztosították. Megkülönböztető jellegzetessége az egyoldali korlátozás, elsősorban a haszonállatokkal való átkelést segítette elő.

Az 1700-as évek végén már jelentős igény merült fel nagyobb fesztávú városi hidak építésére. A hídépítés szerkezeti anyagát természetesen még az Appalache-hegység erdőállománya biztosította. Bostonban az 1786-ban átadott Charles folyó hídja az elsők között volt a kompok kiváltásában (10. ábra). A hidat Major Samuel Sewall mérnök – a salemi boszorkányper bírójának fia – tervezte. Az 500 m hosszú és 14 m széles hídpályát hetvenöt, egyenként hét, nagyszelvénű tölgy cölöpből kialakított és fejelő gerendával összefogott pillér támasztotta alá. A pillérek távolsága átlagosan hat méter volt. Az áthidalásokat fűrészelt tölgy gerendákkal oldották meg.



9. ábra Egy jellegzetes „horse-bridge” New Hampshire-ben, Amerikai Egyesült Államok (Forrás/Source: L. N. Edwards, 1933)

Figure 9 A typical horse bridge located in New Hampshire, U.S.A. (Forrás: L. N. Edwards, 1933) (Forrás: L. N. Edwards, 1933)



10. ábra A Charles folyó hídjá Bostonban, ép. 1786 (Forrás: L. N. Edwards, 1933)

Figure 10 Figure 10 Bridge over the Charles River in Boston, built: 1786 (Source: L. N. Edwards, 1933)

A járófelület 10 cm vastag, ugyancsak tölgy pallóból készült. A Boston–Charlestown-híd mintaként szolgált számos további hídszerkezet építése során.

A cölöpilléres hidakat sekély, folyami vagy tavi öbölök, kevésbé forgalmas átkelések kiszolgálására még a XX. században is használták (11. ábra).

Amerikában a rönkfából épített, több szintes, állványszerkezetű hidakat a nagy fesztávot és pályamagasságot igénylő völgyek, meredek partoldalú folyók felett építették. Az egyik ilyen látványos szerkezet a Portage vasúti viadukt volt a Genesee folyó fölött, Portage-ben (New York állam). Az Eire vasúttársaság megbízásából, Silas Seymour (1793–1824) tervei alapján épült 1852-ben (12. ábra). Akkoriban a fa hídépítészet kiemelkedő alkotásának tartották, és európai mérnökök is tanulmányozták szerkezetét. A híd sajnos rövid életűnek bizonyult, mert 1875-ben teljesen leégett. A vasúttársaság később öntöttvas, majd acél szerkezettel helyettesítette.

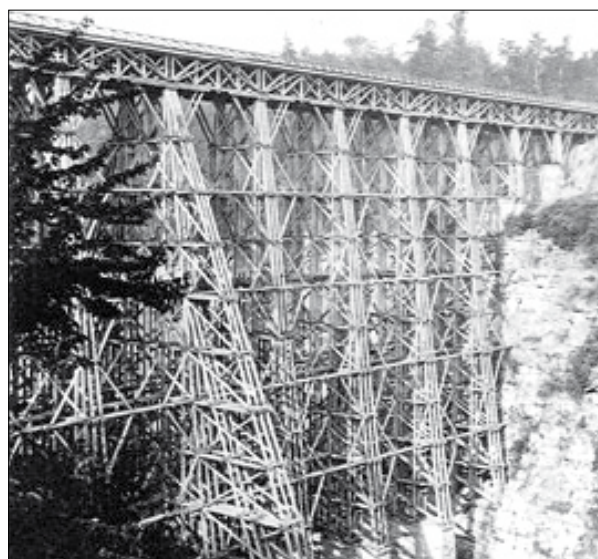
Rácsos tartók a fa hídszerkezetekben

Feltehetően csak empirikus alapokon, de a rácsos, fatartók alkalmazása hidak tartószerkezeteiként már az ókorban is előfordult. Elsőként Andrea



11. ábra Annisquam cölöphíd 1987-ben. Gloucester, Massachusetts, ép. 1861 (Forrás: <http://www.nr.nps.gov/>)

Figure 11 The Annisquam trestle bridge in 1987. Gloucester, Massachusetts, built: 1861 (Source: <http://www.nr.nps.gov/>)



12. ábra A Portage vasúti viadukt, ép. 1852 (Forrás: Eric DeLony, 1993)

Figure 12 The Portage railroad viaduct, built, 1582 (Source: Eric DeLony, 1993)

Palladio (1508–1580) írta le a rácsos tartók alkalmazását és annak előnyeit, de csak jóval halála után terjedt el európai használata.

Henri Gautier (1660–1737) *Traité des Ponts* (1716) című könyve teljes egészében a hídépítésről szól, és közel száz évig a hídépítők legfontosabb szakkiadványa volt. Ekkortájt váltotta fel az empirikus hídtervezést a racionális és tudományos tervezési gyakorlat. A XVIII. század végére a mechanika és a szilárdságtan alapvető törvényei már megfogalmazódtak. Az axiálisan terhelt rudak kihajlásának elmélete is ismert volt (Leonhard Euler 1707–1783). A rúderök pontosabb meghatározására azonban csak a XIX. században, Luigi Cremona (1830–1903) erőtervének kidolgozása után kerülhetett sor.

Az Amerikai Egyesült Államokban 1797 és 1860 között 51 szabadalmat jegyeztek be fából készült híd-

szerkezetek kialakításával kapcsolatban. Az oltalmat nyert technikai megoldások zöme rácsos tartószerkezetű kialakítás volt. Egészen az 1840-es évekig azonban a tartók és elemeik mérnöki számításokon alapuló méretezése gyakorlatilag nem létezett. Az első egyértelműen rácsos típusú tartót a Merimac folyón épült, Essex-Merimac kettőshíd építésénél alkalmazták 1792-ben (13. ábra). A hidat Timothy Palmer (1751–1821) felügyeletével és tervei alapján építették. A Palladio-féle íves és rácsos tartók (14. ábra) a két hajózható ág fölött íveltek át kb. 14 m magasságban. A hídnylások az íves tartók alatt 53 és 37 métereseek voltak. Többszöri átépítés után ma már a szigetre csak az egyik ágon, egy 1910-ben épült lánchídon lehet bejutni.

Észak-amerikai fedett hidak

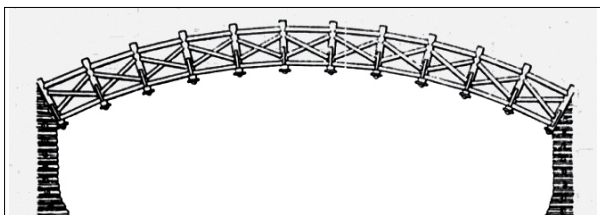
Egy 1970-es felmérés az Egyesült Államok területén 990 meglévő fedett hidat regisztrált, többnyire vidéki környezetben. Az első fedett hídszerkezet azonban Philadelphiában épült 1805-ben (15. ábra).

A Market Street hidat a Schuylkill folyón, ugyancsak Timothy Palmer tervezte eredetileg nyitott pályával. A hídépítést megrendelő városi bizottság kérésére a teljes szerkezetet tetőzettel és oldalfalakkal építette meg. A háromnyílású híd teljes hossza 400 m volt és a pillérszűrésokat íves fa tartókkal kötötték össze. A tartószerkezet sematikus rajza a 16. ábrán látható, ahol a vízszintes téglalap alakú keret csak a tetőszerkezet és az oldalfalak terheit viseli.



13. ábra Essex-Merrimac híd a Merrimac folyón, ép. 1792 (Forrás: Massachusetts Magazine, Vol. XXI, 1792)

Figure 13 The Essex-Merrimac Bridge over the River Merrimac, built 1792. (Source: Massachusetts Magazine, Vol. XXI, 1792)



14. ábra Palladio íves fa rácsos tartója (Forrás: Fletcher, R. and Snow, J. P. 1976)

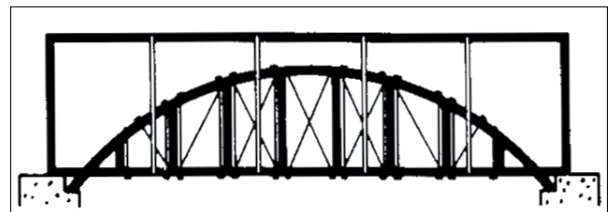
Figure 14 Arch truss according to Palladio (Source: Fletcher, R. and Snow, J. P. 1976)

A híd kétszer is leégett. Az eredeti helyett felépített öntöttvas hídszerkezetet 1888-ban adták át a forgalomnak. A továbbiakban néhány, még ma is funkcionáló vagy csak megtekinthető, fedett hidat tárgyalnánk. A hidak technikai paramétereit és egyéb információkat a szerkezeti kialakításokkal egyetemben a lehetőségek szerint szintén közöljük. A Coldwater híd 1839 és 1850 körül épült Alabamában, Talladega megyében a Coldwater folyócska felett (17. ábra). Építője egy felszabadított rabszolga, kinek nevét nem jegyezte fel a helyi krónika. A 18 m fesztávú híd, többszörös „király-oszlopos” tartószerkezettel készült, amelynek vázlata a 18. ábrán látható. A híd 1920-ban részlegesen leégett. A renoválás után Oxford Lake Parkba költöztették,



15. ábra A harmadik Market Street híd Philadelphiában, az eredeti ép. 1805 (Forrás: Robert N. Dennis Collection)

Figure 15 The third Market Street Bridge in Philadelphia; the original was built in 1805 (Source: Robert N. Dennis Collection)



16. ábra Fa ívtartó vázlata. A Market Street híd tartószerkezete (Forrás: Raymond E. Wilson 1976)

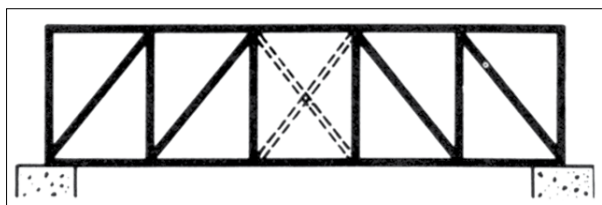
Figure 16 The wooden arch; support of the Market Street Bridge (Source: Raymond E. Wilson 1976)



17. ábra A Coldwater híd. A tartókra szerelt rácszat a vízszintes palánkozást hivatott megtartani (Forrás: Dale J. Travis, 2007)

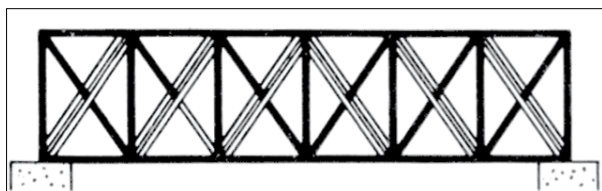
Figure 17 The Coldwater Bridge. The lattice fixed to the trusses holds the horizontal siding only (Source: Dale J. Travis, 2007)

ahol gyaloghídként és turista látványosságként üzemel. A Long-típusú rácsos tartót Steven H. Long órnagy tervezte és szabadalmaztatta 1830-ban (19. ábra). Az andráskereszt kialakítású gerincelemek megnövekedett teherbírást eredményeztek. Long tartóját Main-tól a déli államokig számos vasúti és közúti híd építésénél alkalmazták. Az egyik még ma is használatos ilyen szerkezet a Staats Mill híd West Virginiában a Tug Fork folyó felett. A híd 33 m hosszú, szélessége pedig 4 m, és a hídpályát még két utólag kialakított bakolt hídpillér is alátámasztja (20. ábra). Eugene Staats molnár építtette 1887-ben. Súlykorlátozással jelenleg is szolgálja a forgalmat. Az Elders Mill híd Watkinsville-ben, Georgiában 1897-ben épült, kivitelezője és tervezője ismeretlen (21. ábra). A híd hossza 43 m, belső szélessége 4 m és köztes pillérekkel nincs megtámasztva. Tartószerkezetére az ún. Town-tartóra, Ihtel Town



18. ábra A „király-oszlopos” tartó vázlatos rajza (Forrás: Raymond E. Wilson 1976)

Figure 18 Sketch of the king-post truss (Source: Raymond E. Wilson 1976)



19. ábra A Long-féle tartó, andráskereszt megerősítéssel (Forrás: Raymond E. Wilson 1976)

Figure 19 The Long Truss with counterbracing. (Source: Raymond E. Wilson 1976)



20. ábra Staats Mill híd Long-féle tartószerkezettel (Fotó: West Virginia, Division of Transportation, circa 1982)

Figure 20 The Staats Mill Bridge with Long Trusses (Photo: West Virginia, Division of Transportation, circa 1982)

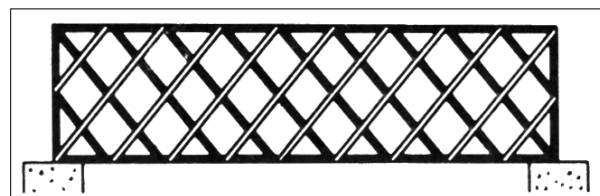
építész 1820-ban nyert szabadalmi oltalmat (22. ábra). A 45 vagy 60°-os dőlésszögű rácsháló elemeket a csatlakozásoknál fa hengeres csapokkal rögzítették. A csapokat előtte kiszárították, hogy a természetes dagadás folyamán azok a furatokba beszoruljanak. A tartó kialakítása nem kívánt jelentős szakértelmet és olcsón megépíthető volt. Mintegy 160 Town-tartós hídszerkezet még ma is fellelhető Észak-Amerikában. Joshua Brown feltaláló 1857-ben szabadalmaztatta tartószerkezetét. Az invertált „király-oszlopos” tartót duplaelemes andráskeresztezéssel erősítette meg (23. ábra). A Brown-féle tartó nem lett igazán népszerű. Csak annyiban különbözik Howe (1840) tartójától, hogy elhagyta a függőleges vasrudazatot, amely a húzóerőket volt hivatott felfedni.

A Brown-tartós Whites híd 1869-ben épült és apróbb javítások után ma is használatos (24. ábra). Az



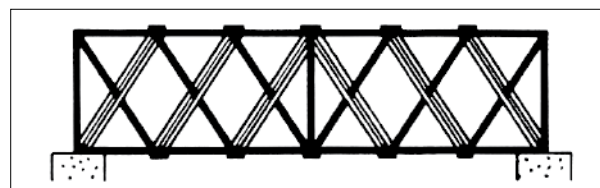
21. ábra Elders Mill híd Georgiában, Town-féle rácsos tartóval (Fotó: Eddie Douthitt, 2010)

Figure 21 The Elders Mill Bridge in Georgia with Town Trusses. (Photo: Eddie Douthitt, 2010)



22. ábra A Town-féle rácshálós tartó kialakítása (Forrás: Raymond E. Wilson 1976)

Figure 22 The lattice structure of the Town Truss (Source: Raymond E. Wilson 1976)



23. ábra A Brown-féle rácsos tartó kialakítása (Forrás: Raymond E. Wilson 1976)

Figure 23 Sketch of the Brown Truss (Source: Raymond E. Wilson 1976)

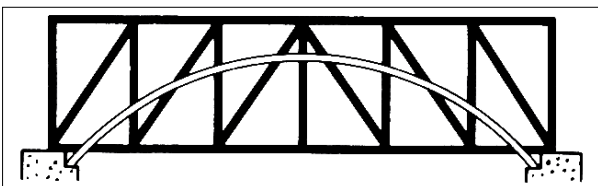
egypályás fedett híd 4,6 m széles és közel 40 m hosszban hidalja át a Flat folyót Smyrna-ban, Michigan államban. A fából készült amerikai hidak egyik leg-sikeresebb tartóeleme a Burr-féle ív és „király-oszlopos” kombinált tartó volt. A szerkezet lényege, hogy a rácsos tartó gerincelemeit és alsó övgerendáját egy kettős ívhez rögzítik. A tartó alsó övgerendája „vonóvasként” szolgál, és az ívek is felülnek a hídfőkre valamint a pillérekre (25. ábra).

Theodore Burr (1771–1824) tartószerkeze-tére 1817-ben kapott szabadalmi oltalmat. A tervezési koncepció azon a feltevésen ala-pult, hogy az ív veszi fel az összes hasznos ter-helést és a rácsos tartó csak merevséget biztosít. Újabb számítógépes szerkezeti analízisek eredményei azt jelezték, hogy a rácsos tartó az igazán teherviselő, és az ív adja a kiegészítő merevséget. Az így megerő-sített tartóval 30-40 méteres távolságokat is át lehe-tett hidalni köztes alátámasztás nélkül. Az eredetileg „király-oszlopos” rácsos tartóra tervezett ívszerkeze-tet számos más típusú rácsos tartóval is kombinál-ták. Jelenleg mintegy 300 Burr-tartós fából épült híd található Észak-Amerikában. Európában már a XVIII. században a Grubenmann testvérek alkal-maztak fa ívtartókat, mégis a XIX. századi fa hídépíté-szet számos példánya Burr-féle tartóval épült meg.



24. ábra Whites híd belső tere a Brown-tartókkal (Forrás: West Michigan Tourist Association 2007)

Figure 24 The interior of the Whites Bridge with Brown Trusses (Source: West Michigan Tourist Association 2007)



25. ábra Kombinált ív és rácsos tartó, Burr szabadalma, 1817 (Forrás: Raymond E. Wilson 1976)

Figure 25 Burr Arch Truss, patented in 1817 (Source: Raymond E. Wilson 1976)

A Sim Smith fedett híd Burr-féle tartóval 1883-ban készült Joseph Bitton irányításával (26. ábra). A 44 m hosszú és 5,4 m széles híd Montezuma településen található Indiana államban.

Egy másik példája a Burr-tartó alkalmazásá-nak az Academia Pomery néven ismert kétnyílá-sos híd a Tuscarora patak felett, Spruce Hillben, Pennsylvániában (27. ábra). A hidat James Groninger ácsmester építette 1902-ben. Az ábrán a Burr-tartó jellegzetessége, az ívek megtámasztása a pilléreknél jól megfigyelhető. A 93 méter teljes hosszúságú híd, eredeti formájában és állapotában, még mindig szol-gálja a forgalmat.

A XIX. század végére a hidak többnyire már nem fá-ból készültek. Az utolsó jelentős méretű fa hídszer-kezetet 1879-ben Grand Rapids-ben, Michiganben építették (28. ábra). A hatnyílásos, Town-tartós híd William Seckel városi építész tervezésével és irányítá-sával készült. Hossza 278 méter volt, és 1913-ig győzte



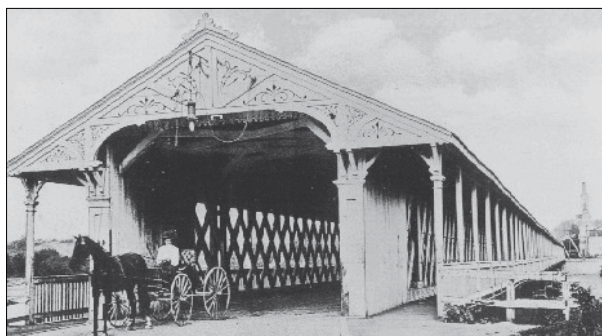
26. ábra A Sim Smith híd az eredeti Burr szabadalom alapján kialakított tartóval, ép. 1883 (Forrás: Shank, William H. 1980)

Figure 26 The Sim Smith Bridge with Burr Trusses built in 1883 according to the original Burr patent. (Source: Shank, William H. 1980)



27. ábra Az Academia Pomery híd a Tuscarora patak felett, ép. 1902 (Forrás: Shank, William H. 1980)

Figure 27 The Academia Pomery Bridge over the Tuscarora River, built in 1902. (Source: Shank, William H. 1980)



28. ábra A Leonard Street híd, Grand Rapids, Michigan, ép. 1879 (Forrás: Grand Rapids, Public Library)

Figure 28 The Leonard Street Bridge in Grand Rapids, Michigan, built 1879 (Source: Grand Rapids, Public Library)

az akkoriban még autómentes forgalmat. Fedett gyalogjáróival, faragott és díszített homlokzataival a nyugodt polgári jólét légkörét árasztotta.

Zárszó

E négy közleményben több évezred, közel száz hídjának általános ismertetése után engedtessek meg néhány személyes gondolat. A hidak, mint közhasznú építmények az adott kor műszaki színvonalán mindig hozzájárultak a társadalom fejlődéséhez. Ahogy bármely más alkotó körhöz hasonlóan, úgy a hídépítésnek is voltak, vannak és lesznek kiemelkedő egyéniségei. Apollodorus, Palladio, Clark és még sokan mások már helyet biztosítottak maguknak a nagy hídépítők névsorában. Ha csak egy gondolat erejéig is, de tisztelettel emlékeznünk kellene a meg nem énekelt vidéki ácsmesterekről, kőművesekről, akik a maguk idejében becsülettel tették dolgukat. Ezzel, ha csak kicsivel is, de elősegítették a reménybeli jobb idők eljövételét. Ennyi a hidak történetének napsütéses oldaláról tán elég is lesz.

Ha figyelembe vesszük – csak ebben a négy közleményben – megemlékelt hidak sorsát, akkor semmi okunk sincs büszkélkedni. Nagyon úgy tűnik, hogy amivel a természet nem, vagy csak nehezen képes megbirkózni, annak lerombolásában a teremtés koronája előbb-utóbb hatékonyan közreműködik.

A szövegekben használt többes szám első személy nem a „királyi többest,” hanem mindazok munkájának elismerését jelenti, akik bármilyen formában hozzájárultak e publikációk megjelenéséhez.

Irodalomjegyzék

Boturini Benaducci, Lorenzo, Enciclopedia de México, v. 2. Mexico City, (1996) ISBN 1-56409-016-7.

Covered Bridge Manual (2005) Publication No. FHWA-HRT-04-098.

De la Vega, Garcilaso. The Incas: The Royal Commentaries of the Inca. New York: The Orion Press (1961)

DeLony, Eric Landmark American Bridges. American Society of Civil Engineers, New York; Bullfinch Press, Little Brown Publishing Company, Boston (1993)

Díaz del Castillo, Bernal (1963) [1632] The Conquest of New Spain. Penguin Classics. J. M. Cohen (trans.) (6th printing ed.) (1973) Harmondsworth, England: Penguin Books. ISBN 0-14-044123-9. OCLC 162351797

Edwards A Record of History & Evolution of Early American Bridges, University Llewellyn N of Maine Press, Orono (1959)

Fletcher R. and Snow J. P. (1932) A history of the development of wooden bridges. In American Wooden Bridges, American Society of Civil Engineers (1976) ASCE Historical Publication No. 4. p. 176.

Gautier, Henri, 1716. published *Traité des Ponts*
Hall, Basil, (1824) Extracts from a journal, written on the coasts of Chili, Peru, and Mexico, in the years 1820, 1821, 1822 - 1788-1844 London, Published (1824)

Hall, Basil (1831–1833) *Fragments of Voyages and Travel*

Haupt H. (1851) *Theory and Practice of Bridge Construction* (New York: D. Appleton & Co.)

Hemming, John (2003) *The Conquest of the Incas* Harvest Press 2003 ISBN 978-0156028264.

O'Kon James Am, (2005) „Computer Modeling of the Seventh Century Maya Suspension Bridge at Yaxchilan”. *Computing in Civil Engineering, Proceedings of the 2005 ASCE International Conference on Computing in Civil Engineering Cancun, Mexico: 124.* The manual of bridge engineering.

Markham, Clements R. (1894) *The Letters of Amerigo Vespucci, and Other Documents Illustrative of His Career.* Hakluyt Society (Reissued by Cambridge University Press, (2010) ISBN 9781108012867)

Meyer, F. H. (1933) A letter. In *American Wooden Bridges, American Society of Civil Engineers (1976) ASCE Historical Publication No. 4. p. 176.*

Pierce, Phillip C.; Brungraber, Robert L.; Lichtenstein, Abba; Sabol, Scott; Morrell, J.J.; Lebow, S.T. (2005) *Covered Bridge Manual, FHWA-HRT-04-98.* pp. 341.



- Schulz, Norbert (2007) *Amerigo Vespucci, Mundus Novus (mit Zweittexten)* M.M.O. VERLAG ZUR FÖRDERUNG DES MITTEL- UND NEULATEINISCHEN, Butjadingen 2007
Neulateinische Texte für den altsprachlichen Unterricht – Vivarium (Series neolatina, Band II) ISBN 978-3-9811144-2-3.
- Shank, William H., (1980) *Historic Bridges of Pennsylvania*, revised ed. York, PA: American Canal & Transportation Center. ISBN 0933788339.
- The *Generall Historie of Virginia, New-England, and the Summer Isles*, by Captain John Smith of Jamestown, printed by I.D and I. H. for Michael Sparkes, 1624. Other editions 1625, 1626, 1627, 1631, and 1632
- Travis Dale J. (2007) *Covered Bridges*. Coldwater CB: Credits. Retrieved Aug. 15, 2007
- Trautwine J. C. (1888) *The Civil Engineer's Pocket Book*, 13th ed. (New York: John Wiley and Sons, 1888), pp. 778-779.
- Society of Civil Engineers (1976) *American Wooden Bridges*. ASCE Historical Publication No. 4. p. 176.
- Wilson, R. E., (1976) *Twenty different ways to build a covered bridge*. In *American Wooden Bridges*, American Society of Civil Engineers (1976)
-

Koncepció az irodai bútorok kiválasztásának, beállításának egyszerűsítéséhez

KOLOSZÁR Kata¹

¹ NymE FMK, PhD-hallgató

Kivonat

Az irodai környezet bútoraik által okozott egészségkárosító hatások elkerülésének fontossága az irodai munkahelyek terjedésével egyre nő. A vállalatok/cégek bizonyos mértékig képesek ugyan figyelni dolgozóik igényeire, de a személyes problémák megoldása a dolgozók feladata marad. Ehhez azonban nem áll rendelkezésükre sem elég információ, sem pedig megfelelő eszköz. A jelen kutatás korábbi kutatási eredmények felhasználásával, kijelöli a legegyszerűbben használható tényezőket, amelyeket a konfekció áruknál használt rendszerbe illeszt. Példával illusztrált formában bemutatja használati módját és alkalmazási lehetőségeit.

Kulcsszavak: antropometriai illesztés, iroda, egészség, ergonómia, fiziológia

Concept of a simple method for choosing and adjusting office furniture more easily

Abstract

The importance of avoiding injuries caused by office furniture has been increasing since working in offices became so widespread. To some extent companies are able to take into consideration the needs of employees but finding a solution for their personal differences is still the employees' problem. For solving these problems neither enough information, nor the proper equipment is available for the employees.

*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.



This research uses the results of previous studies to appoint factors that can be easily applied. These factors are put together in a concept for helping the choice and adjustment of office furniture. Possible applications of the concept are demonstrated by an example.

Key words: anthropometric assessment, office, health, ergonomics, physiology

Bevezetés

Az irodai környezetben végzett munka egyre jellemzőbb napjainkban, az ott kialakított környezet hatással van a dolgozók teljesítményére, a munkával való elégedettségükre (Németh, 2011) és az egészségükre is. A dolgozók egészségét befolyásoló tényezők vizsgálatával foglalkozik az iroda-ergonómia és annak egy speciális területe, az emberi méretek és tárgyak közötti összefüggéseket, megfeleléseket vizsgáló antropometria. Azonban az egészséggel, egészségromlással kapcsolatos vizsgálatok sokrétűek: a fényviszonyoktól kezdve a bútorok megfeleléséig sok területet érintenek. Átfogó vizsgálatra általában egy-egy nagyobb, egész szervezetet vagy szervezeti egységet érintő elemzéskor kerül sor. Az ilyenkor alkalmazott változtatások ugyan segíthetnek a dolgozóknak, azonban a személyes problémák nem biztos, hogy megoldásra kerülnek.

Az irodákban személyes, kollektív és osztott tereket különböztethetünk meg (Németh, 2011), amelyek közül a személyes teret alkotó bútorok kapcsán kellene főképp érvényesülni a személyes preferenciáknak, a személyes problémák megoldásának. A személyes tér elemein együttesen az asztalt és a széket értjük, amelyek ha nem megfelelőek az ott dolgozó személy számára, akkor rövidtávú (fejfájás, hátfájás) és hosszú távú (váz-izomrendszeri, keringési rendellenességek) károsodásokat is okozhatnak. A dolgozók számára az antropometria területe ismeretlen lehet, ellenben a nekik nem megfelelő bútorok kapcsán a tünetekkel gyakran találkozhatnak, amelyekre megoldást vagy annak lehetőségeit nem ismerik. Tehát, egy részről fontos a tájékoztatásuk, másrészről pedig a lehetőség megteremtése, hogy a maguk számára tudják a megfelelőséget vizsgálni. Jelen kutatás célja a megfelelőség vizsgálatára használható koncepció felállítása korábbi kutatások állításait felhasználva, rendszerezve, szakirodalmi források adataira támaszkodva.

A személyes környezetről és elemeiről

Az irodai tér elemei az iroda típusától függően kerülnek kialakításra, a bútorzatot és az elrendezést a kiszorgálandó funkciók alapján választják ki. Az asztalból és a székből áll össze általánosságban a „személyes tér” bútorzata, az a felület/rendszer, amivel

egész napos kapcsolatban vannak a munkavállalók, ami befolyásolja a munkavégzés közbeni közérzetet, nemcsak a kényelmi funkciók teljesülésének mértéke által, hanem az ennek kapcsán kialakuló érzelmeken keresztül is. Németh (2011) disszertációjában magát a munkahelyet, annak fizikai környezeti tényezőit terméként kezeli, amit a cég/vállalat kínál a munkavállalónak. Ha a munkahely terméknek tekinthető, akkor a hozzá kapcsolódó termékélménynek is fontos szerepe van annak elfogadásában. A termékélménynek több szempont is részét képezi, mint például mérnöki tervezés, pszichológiai észlelés stb., az emberi tényezők hatása pedig igazán fontos az élmény pozitív irányú befolyásolására nézve. Az emberi tényezők az ergonómia és a használhatóság területein belül az antropometriai méretmegfelelés okán jelennek meg az irodai környezet vizsgálatakor, az adaptálhatóság által. Az adaptálhatóság fogalma is részét képezi a termékélmény fogalmának azáltal, hogy az igényeknek való jobb megfelelést biztosítja a felhasználó számára, definíció szerint „a felhasználó aktív tevékenységgel beállíthatja a felhasználói felületet olyanra, amely a felhasználói és termék alrendszerek korábbiánál jobb kompatibilitását biztosítja” (Izsó, 2011). Azaz, jelen esetben a szék-asztal kombináció minden esetben a felhasználó saját igényeihez állíthatósága, annak megfelelő kiválasztása jelenti a pozitív termékélmény létrejöttét, amely egyértelműen a munkaállomás megfelelő kialakításának bizonyítéka is egyben. A méretmegfelelés ugyanakkor nemcsak a pozitív termékélmény létrejöttéhez fontos, hanem biztosítja, hogy ne alakuljon ki helytelen tartás következtében egészségkárosodás. Tehát a megfelelőség vizsgálatára kialakított koncepció nemcsak az egészségkárosodás elkerülését szolgálja, hanem egyben a munkavállalók nagyobb munkával való elégedettségének megteremtését is a pozitív termékélmény létrejöttén keresztül.

Az íróasztalról

Az asztal méretének megválasztása korábbi tapasztalatok alapján az ott végzett feladatnak is függvénye. Például egy sok forrásból dolgozó vagy nagy tervdokumentációkat használó személy számára valószínű, hogy nagyobb asztal szükséges, mint egy kevés eszközt igénylő adminisztratív munka elvégzésekor.

Ugyanakkor az asztal magassága és a láb számára elegendő tér biztosítása minden esetben fontos.

Magasság

Irodalmi ajánlások alapján az asztallap magasságának állíthatónak kell lennie, beállítási paraméterei az asztalnál végzett feladat természetétől kell, hogy függjenek (Pheasant, 2003). Az irodalomban az asztal állíthatósági tartományára vonatkozó ajánlás nincs megfogalmazva, általánosan elterjedt azonban a 720 milliméteres magasság. Számítógép használat szempontjából két típus különböztethető meg, klaviatúra tartóval rendelkező, illetve azt nélkülöző modellek. Ennek függvényében a billentyűzet megfelelő elhelyezési magassága is befolyásolja az irodai munka során esetleg kialakuló betegségeket, sérüléseket. Mindkét asztaltípus esetében a magasság meghatározásához használt méretnek emberi oldalról az „ülőhelyzetben mért, merőlegesen behajlított könyökmagasságnak” (2. ábra) kell lennie. A korábbi kutatások által, az asztal magasságára meghatározott kritérium, hogy, ha az ember egyenes háttal ül, karjait könyöknél behajlítva derékszögben, maga mellett tartja, akkor a munkapultnak a könyökének magasságában kell lennie. A két méret összehasonlítása által vonhatók le következtetések a megfelelőséggel kapcsolatban, azonban a méretek összehangolása az ülés beállításával is lehetséges (American National Standards Institute; Openshaw, Taylor, 2006).

Az asztalok magasságának tekintetében három típus különböztethető meg: nem állítható, egyszer egyszer kisebb erőfeszítés árán állítható, illetve napi szinten emelhető-süllyeszthető magasságúak. Kívánatos lenne, hogy az alkalmazottak rövidebb időközönként végezhesenek módosításokat a magasság beállításokban, hiszen a helytelen beállítás – azáltal, hogy rossz tartást eredményez –, többféle károsodást, betegséget (mint például lábszibbadás, nyakfájás, fejfájás, hátfájás, derékfájás és ezek hosszú távú hatásai) is okozhat a szervezetben.

Számítógépes munkavégzés esetén a billentyűzet és az egér magassága mérvadó, így abban az esetben, ha billentyűzettartós asztal áll rendelkezésre, ennek a tartónak kell ülőhelyzetben a könyök magasságában lennie (American National Standards Institute; Openshaw, Taylor, 2006). Az állíthatósági tartományok meghatározásakor, a megfelelő magassági méret meghatározásakor figyelembe lehet venni azt is, hogy munka közben az álló és ülő pozíciók váltogatása egészséges és egyben kényelmi kérdés is. Az álló munka leginkább változatosságot jelent,

de elkerülhetővé teszi a kényelmetlen testtartást a munkavégzés közben. Így akár nagyobb állíthatósági tartomány létrehozásával mindkét pozíció megvalósítására is használhatóvá tehető az asztal.

A „design for all” elvei alapján az egyes méreteknek a lehető legtöbb személynek meg kell felelnie, ugyanakkor a kerekesszékek eltérő és nem állítható ülés magassági méretei miatt nem lehet megfelelő a 720 milliméteres asztalmagasság mindenki számára, ezért is fontos annak állíthatósága, a méret kiválaszthatósága.

Lábtér

Ülőmunka során az asztal magasságán túl a lábtér méretének megfelelését is szükséges vizsgálni, annak szélességét, hosszát és magasságát. A lábtér kapcsán az általános ajánlásokon túlmenően az asztal alatti tér akadálymentessége – a „design for all” jegyében – speciális követelményeket támaszt. A lábtér méret értékek meghatározásakor a kerekesszékes személyek helyigényét kell figyelembe venni, mivel számukra szükséges a legnagyobb tér. A lábtér kapcsán felmerülő követelmények, hogy a térd, comb ne ütközzön bele semmibe és ajánlások alapján a szélességnek hagynia kell teret a lábak mozgására (American National Standards Institute; Openshaw, Taylor, 2006). A források meghatározásai nem konkrétak, azonban a kapcsolódó méretek meghatározásán keresztül később a koncepció kialakításakor ezen kritériumok számszerűsítése, egyszerűsítése a cél.

A lábtér magasságának meghatározásához „az ülő helyzetben mért combmagasságot” kell figyelembe venni. Jelen esetben ennek korrigált értékét mivel a kerekesszékes lábtartója körülbelül 100 milliméterrel a föld felett helyezkedik el, így a comb is ennyivel magasabbra kerül. A lábtér mélységi értékeinek meghatározásához a „combhossz” és a „lábhossz” (térdén túlnyúló része) összegzett értékét szükséges figyelembe venni. Az asztalhoz ülésnél pedig előnyös, ha a lábszabad tér lépcsőzetes megvalósítása a kerekesszékes ember térigényének megfelelően történik, mint az 1. ábrán is látható.

A szék

Zang (2005) megállapítása alapján a következő antropometriai méretek ismerete szükséges a szék vizsgálatkor, amennyiben annak teljes mértékű megismerése a cél:

- ülő helyzetben mért vállmagasság,
- funkcionális lábhossz,
- ülő helyzetben mért szemmagasság,
- ülő helyzetben mért térdmagasság,

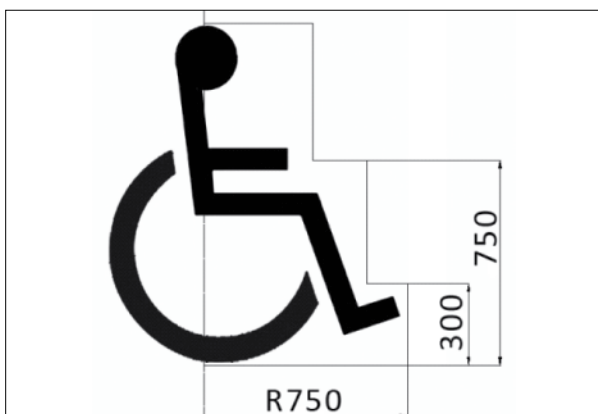
- ülő helyzetben mért combmagasság,
- hüvelykujj vagy ujjbegy elérési távolsága,
- ülő helyzetben mért csípőszélesség,
- ülő helyzetben mért behajlított könyökmagasság,
- ülő helyzetben mért magasság,
- ülógumók egymástól mért távolsága,
- ülógumók térdtől mért távolsága,
- lábhossz,
- könyöktávolság.

Az általa megállapított méretek szükségessége elfogadott a teljes értékeléskor, közülük a koncepció kialakítása során 5., 7., 8. (más viszonyításban használt – könyök-fenek távolságként), 12., 13. méretek vagy változataik alkalmazottak, a bútorok kategorizálásához meghatározott rendszerben. Az általa javasolt méretek skálája a feltétlenül szükségesekre szűkítve épül be a koncepcióba.

A székek esetében az ülésmélység, az ülésmagasság, a háttámla dönthetőség, az ülőlap szög, az alkartámasz magasság, a beállíthatóság a felhasználó tömegére, az alkartámasz szélesség, a megfelelő párnázottság tényezőinek értékelése adhat támpontot a minősítéshez.

Ülésmagasság

Az ülésmagasság állíthatósági követelménye, hogy a széken ülve a felhasználó mindkét lába leérjen a földre, lábai (közel) derékszöget zárjanak be a térdnél, ezáltal stabil megtámasztást szolgáltatva a testnek. A feltétel teljesülése szükséges a keringési problémák, illetve a negatív fiziológiai hatások elkerülése végett. Székek esetében az ülőfelület magasságának meghatározásához szükséges méret az ülésmagasság (2. ábra). Az ülésmélység és az ülő-



1. ábra Kerekesszékes munkavállaló helyszükséglete, milliméterben megadott méret (Forrás: Varga T.: Akadálymentes épített környezet 2. előadás alapján)

Figure 1 Space needed for an employee in a wheelchair, sizes given in millimeters (After: Varga T. lesson on Accessible Environment for all 2.)

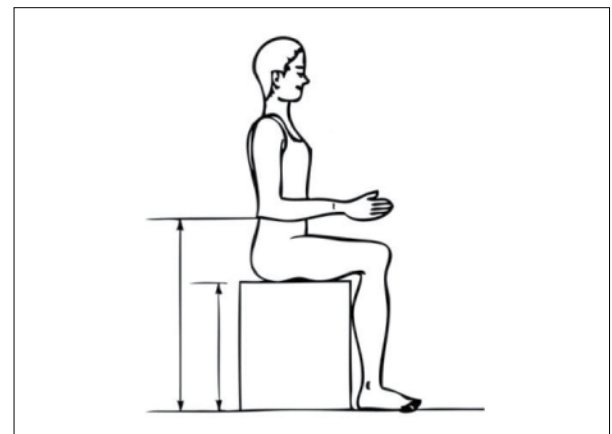
felület szögének beállíthatósága, csakúgy, mint az ülőmagasság a megfelelő vérkeringés megőrzése szempontjából fontos (a szék elemei ne nyomják túlságos mértékben a lábakat, lágy részeket). Az ülésmélység beállítása úgy helyes, ha teljes mértékben a háttámlához csúsztatva háromujjnyi távolság van a szék ülőfelülete és a térdhajlat között (American National Standards Institute; Openshaw, Taylor, 2006).

Háttámla

A háttámla magassága, dönthetősége a hát kényelmének, tehermentesítésének szempontjából fontos, hogy a gerinc „s” vonalához illeszkedő támasztást adjon. Napjainkban egyre jellemzőbb, hogy a háttámla magassága is állítható, így feltételezhető, hogy ez a méret is megfelelő. Ez részletes elemzésekben mindenképpen vizsgálandó tényező lenne.

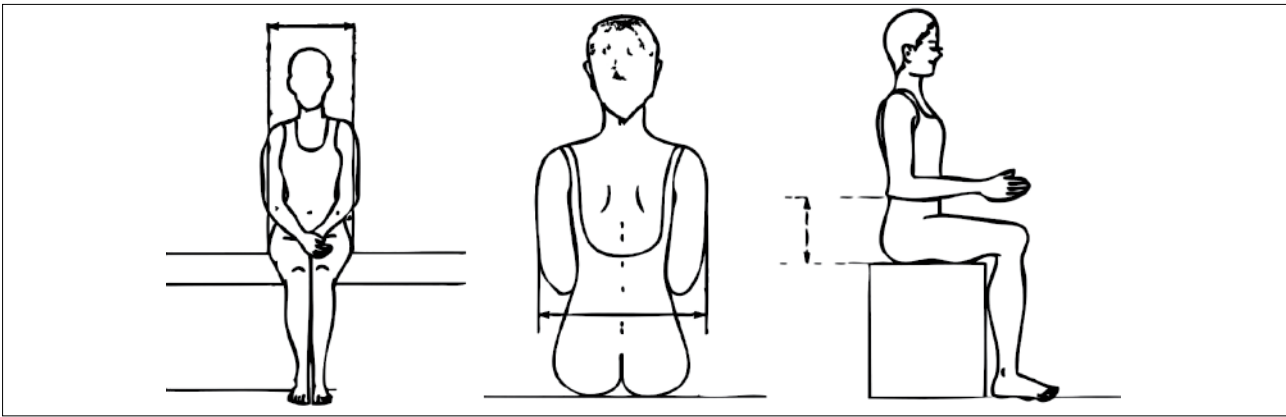
Alkartámasz

Az alkartámasz a könyök és az alkar alátámasztását szolgálja. Ennek beállítása akkor helyes, ha az egyenesen lelógó kar könyökének magasságában van, kar megtámasztását szolgálja. Az alkartámasz szélessége szintén az alkar jobb alátámasztását szolgálja, szélességének beállítási lehetősége pedig a kisebb és nagyobb percentilis értékeknek való megfelelést támogatja. Az alkartámasz szükséges méreteinek meghatározásához figyelembe kell venni a csípőszélességet, a könyöktávolságot, és a könyök-fenek távolságot is (3. ábra).



2. ábra Ülő helyzetben mért, merőlegesen behajlított könyökmagasság és az ülésmagasság ábrázolása (Peebles L., Norris B. (szerk.): Adult Data, The Handbook of Anthropometric and Strength Measurement, Institute for Occupational Ergonomics alapján)

Figure 2 Underside of elbow height (to floor, sitting) and seat height (After: Peebles L., Norris B. (eds.): Adult Data, The Handbook of Anthropometric and Strength Measurement, Institute for Occupational Ergonomics)



3. ábra Csípőszélesség, könyöktávolság és könyök-fenék távolság (Peebles L., Norris B. (szerk.): Adult Data, The Handbook of Anthropometric and Strength Measurement, Institute for Occupational Ergonomics alapján)

Figure 3 Hip breadth (maximum, sitting), elbow to elbow breadth, underside of elbow height (to seat, sitting)

(After: Peebles L., Norris B. (eds.): Adult Data, The Handbook of Anthropometric and Strength Measurement, Institute for Occupational Ergonomics)

Egyéb tényezők

A megfelelő párnázottság kényelmi tényező, míg ennek páraáteresztő képessége, szellőzése a fiziológiai folyamatok szempontjából fontos. Az egyéb tényezők területén fontos a felhasználó tömegéhez való állíthatóság szerepe, amely a dinamikus ülés során a szék egyensúlyának fennmaradását segíti. A háttámla dönthetőségi foka, az ülőlap szöge és a megfelelő párnázottság adatai személyes preferenciákon alapulnak, így ezek értékelésében az általánosítás foka nagyon nagy, a rendszer kidolgozásánál nem tekinthetők alapvető tényezőknél.

Az íróasztal és a szék illeszkedése, a koncepció meghatározása

A megfelelőség vizsgálatához használandó tényezők irodalmi források alapján kerültek megállapításra (Zhang, 2005; Ostrom, 1993; WISHA Services Division, 2002; Workers Compensation Board, 1999; American National Standards Institute; Openshaw, Taylor, 2006). Következő lépésként a potenciális felhasználók meghatározására van szükség, hogy az összegyűjtött tényezők kapcsán konkrét megállapításokat lehessen tenni.

Az íróasztal és a szék illeszkedése a felhasználóhoz akkor valósul meg, ha az íróasztal és a szék kapcsán jelölt kritériumok teljesülnek egy adott asztal és szék kapcsán egy adott felhasználóval kapcsolatban. Kerekesszékes személyek esetében a megfelelés az asztalra értendő egyedül, hiszen ebben az esetben a kerekesszék helyettesíti a felhasználó számára a széket és ezzel együtt kerül kapcsolatba az asztallal.

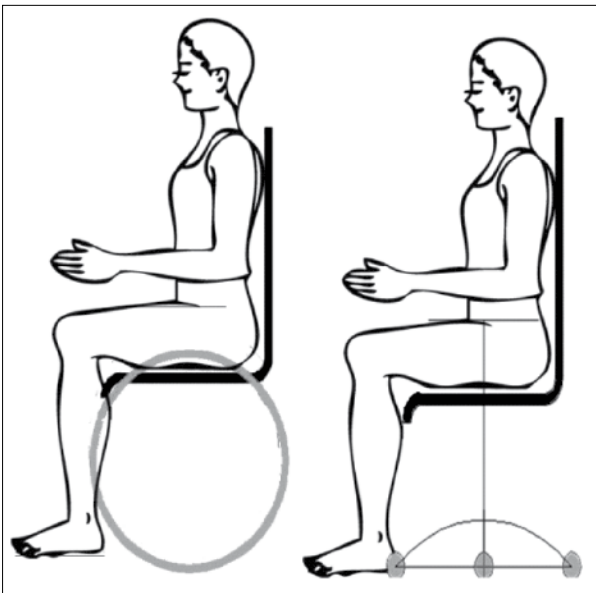
Az Apache helikopter pilótafülkéjének kialakítását támogató kutatások igazolták, hogy egy referenciapont meghatározása is szükséges. A referenciapont

a legfontosabb tényező függvényében kerül kijelölésre. A helikopter esetében legfontosabbnak azt a pontot tartották, ahol a pilóták szemmagasságának kellett lennie, hogy a kezelőfelületre rálássanak és a szélvédőn is kilássanak (Oudenhuijzen, 1998). Esetünkben a referenciapont kijelölése egy olyan pontot jelent, ami a mérések alapjául szolgál, a vizsgált rendszer nulla pontját jelenti. Kiindulásképp vegyük Pheasant (2003) állítását, miszerint a felhasználó az irodai munkát végezve három helyen kapcsolódik környezetéhez, ezek pedig az asztal, a szék és a padló. Véleménye szerint ezek közül legáltalább kettőnek állíthatónak kell lenni. A harmadik találkozási pont lehet a referencia. Mivel a padló magassága adott, ez lesz a viszonyítási pont, a másik két tényező állíthatósága pedig feltételezett.

A méretmegfelelés vizsgálatához egy funkcionális testhelyzet és a felhasználói kör meghatározása szükséges. A funkcionális testhelyzet egy olyan általunk kijelölt pozíció, amit az adott eszköz, jelen esetben a személyes tér elemei (asztal, szék) használatkor a felhasználó felvesz a használat során. Bár hosszú távú ülőmunka esetén gyakori helyzetváltoztatás javasolt, kijelölhető egy „alap-ülőpozíció”. Mivel az irodai bútorok használata nem egy folyamatos mozgással járó szituáció, így a kialakítandó koncepció statikus testhelyzetre értelmezett. A statikus emberi méreteket mozdulatlan ülő vagy álló pozícióban vesszük fel, esetünkben ez az ülő pozíció adja a funkcionális testhelyzet alapját. A fejet vízszintes helyzetbe állítva, a felső végtagot a test mellett lógó, könyökben 90°-ban behajlítva vesszük figyelembe. Az alsó végtagok esetében 90°-ban hajlított állapotban vesszük figye-

lembe a comb és lábszár, a lábszár és a láb kapcsolata. Ez a testhelyzet egyfajta középutat jelképez, egy olyan pozíciót, ahová nagy valószínűséggel gyakran visszatér az ember. Funkcionális testhelyzet ebben az esetben a függőleges ülő pozíció (4. ábra). Bár ezt a testhelyzetet hosszú távon nem képes az ember megtartani, de minden más üléstípus kiindulópontjának tekinthető (Jáki, 1993). A funkcionális testhelyzetet a statikus antropometriai mérésekkor használatos ülőpozíciónak tekintjük.

A legtöbb tervezési feladat esetében a felhasználók nem egy egységes, homogén csoportot alkotnak, sokkal inkább egyének egy csoportját értjük ez alatt, eltérő jellemzőkkel és képességekkel (Kroemer, 2006). A felhasználói kör meghatározása segít annak pontosításában, hogy milyen követelményeket határozzunk meg egy feladat során az elemzés, tervezés tárgyával szemben. Általánosan elfogadott, hogy a mindennapi tárgyakat „átlagos” méretű, erejű, képességű emberekre tervezik, ami nem meglepő módon megnehezíti azok számára a használatot, akik az „átlagostól” eltérők. Jelen koncepcióban az „átlagos felhasználó” fogalmának finomítása által kerül kidolgozásra egy eszköz a „design for all” szemlélet jegyében.



4. ábra A funkcionális testhelyzetek szemléltetése (Peebles L., Norris B. (szerk.): *Adult Data, The Handbook of Anthropometric and Strength Measurement*, Institute for Occupational Ergonomics alapján)

Figure 4 Demonstration of functional postures (After: Peebles L., Norris B. (eds.): *Adult Data, The Handbook of Anthropometric and Strength Measurement*, Institute for Occupational Ergonomics):

A potenciális felhasználók köre

Az irodai környezetet használók köre behatárolható 18-65 éves korosztályra. Az irodai munka egyaránt jellemző lehet nőkre és férfiakra is, így a nemek között nem szükséges különbséget tenni. Másrészt pedig az eszköz célja kapcsolatot teremteni egy bútorméret és egy hozzátartozó emberi méret között, amely összehasonlításban a nemeknek nincs szerepe. A foglalkozás tekintetében az egyetlen meghatározó tényező, hogy munkájukat író- vagy számítógépes asztalnál végezzék. Különbség tehető azonban a fizikai, mozgási képességek területén, ahol nagy szerepet tulajdonítunk a megváltozott munkaképességű embereknek. Megváltozott fizikai tulajdonságaik által részükre eltérő igények léphetnek fel, ezen eltérések megállapítása és figyelembe vétele a szempontok megfogalmazásakor elmaradhatatlan.

A mozgásbeli képességsökkenésnél azokra a felhasználókra kell figyelmet fordítani, akiknek sérülése az alsó végtagokra terjed ki, így befolyásolja a székháználattal (általában nagyobb térszükségletet vagy speciálisabb egyéni igényeket jelent). Az irodai környezetben az „asztal-szék-ember” kapcsolatot vizsgálva különös figyelmet kell fordítani az olyan mozgási elégtelenségekkel élőkre, akik kerekesszékesek, bottal, járókerettel vagy mankóval járnak.

Az eszköz koncepciója

A koncepció kialakításának célja a szakirodalmi források által meghatározott tényezők és azok megfelelésének vizsgálata az „átlagos felhasználó” fogalmának finomítása által, olyan formában, hogy az antropometria területén nem jártas dolgozók a saját munkakörnyezetük értékelését, adaptálását elvégezhesék általa. Elsősorban figyelembe kell venni, hogy a koncepció szempontjából nem a populáción belüli százalékos megfelelés a mérvadó, hanem mindig egy specifikus esetre vonatkozik az eszköz használata. Így minden esetben a vizsgálat tárgyát képező felhasználó méreteinek meghatározása szükséges, hogy az ő bútorainak kapcsolódó méreteivel összevethető legyen.

A terméktervezésnél az eltérő igények kielégítésére méretingszámot, méretválasztékot jelölnek ki. Jelen koncepció kialakításához a tervezői stratégiák közül a méretválasztékra építőt használjuk fel. A különböző tervezői stratégiák közül ez tekinthető a legalaposabbnak, megfontoltabbnak, hiszen a méretválaszték tudatosan a felhasználói különbségeket célozza meg (Antalovits, 2007). A mérettartományok meg-

határozásakor az intervallumok egyenlő tartományokra osztottak, néhány centimétert fednek le. A pár centiméternél kisebb eltérések figyelembe vétele egyrészt az ipar számára túlzott erőfeszítést jelenthet, ugyanakkor mivel a koncepció alapját nem a műszeres antropometriai mérések adják, hanem az otthon elvégezhető egyszerű mérések (vonalzós, mérőszalagos mérések), amelyek valamennyi hibát tartalmaznak, így a méretek inkább közelítőlegeseek. A túlzottan részletekbe menő elemzés jelen esetben a célként megjelölt egyszerűséget veszi el az eszközből. A mérettartományokat (méretválasztékot) minden tényező esetében a tervezői stratégiának megfelelően, az előzetes ismeretekre támaszkodva, a konfekcióárukhhoz hasonlóan, annak ismertségét és közérthetőségét figyelembe véve, XS, S, M, L, XL kategóriákra osztottak, természetesen az egyes kategóriák között éles elhatárolódás nincs. A szakaszhatárok jelölik az egyes változatokat elválasztó szimbolikus határokat. A koncepcióban az egyes tényezők méretei külön-külön kezelendők. A táblázatokban foglalt adatok nem azt jelentik, hogy aki az egyik testméret szerint az S-es kategóriába tartozik, az egy másik szerint is feltétlenül oda sorolandó.

A kategorizálás kapcsolatot teremt a mérettényezők és a személyek között. Például, ha egy személy ülő helyzetben mért merőlegesen behajlított könyökmagasságát mérjük, értéke az S-tartományba esik, számára olyan asztalt célszerű választani, amelynek az asztallap magassága is ebbe az S-es kategóriába esik. Természetesen az asztal kiválasztása előtt a többi figyelembe veendő tényező vizsgálata, páronkénti összehasonlítása is szükséges.

Az azonban, hogy maga a koncepció a populáció minél nagyobb szeletének feleljen meg, indikálja az XS-XL szerinti alaptartományok határainak percentilis szerinti megválasztását. Így minden tényezőhöz, elsősorban egy, a felhasználók szempontjából legkisebb lehetséges méret és legnagyobb lehetséges méret meghatározása célszerű. A percentilis értékek azt mutatják meg, hogy az adott populáció mekkora hányadára jellemző legfeljebb egy kérdéses méret. Ezt úgy kell érteni, hogy ha valaki testmagasság szempontjából 95 percentilisbe esik, akkor a populáció 95 százaléka alacsonyabb nála (csak az emberek 5 százaléka magasabb). A tartományok meghatározásakor a mérettartományok határai az alsó 5 percentilisnek, a felső pedig 95 percentilisnek megfelelően választottak. Egy-egy testméretre vonatkozó méretskála legalsó értékének női 5 percentilis

szerinti meghatározása értelmében a női populáció 5 százalékanak méretei esnek a megállapított tartományon kívülre, tehát az XS-tartomány határa alá. A legfelső érték férfi 95 percentilisnek való megfelelése pedig azt biztosítja, hogy a férfi populáció 5 százalékanak méretei nagyobbak csak a megállapított tartomány, az XL-es méret határánál.

Az asztalra vonatkozó mérettartományok meghatározása

A 5. ábrán látható asztalméretek alapján történik a hozzájuk tartozó emberi méretek kategorizálása. Az ülő helyzetben mért könyökmagasság az asztal magasságának, az ülő helyzetben mért combmagasság a lábtér magasságának meghatározására szolgál. A lábtér szélességét az egyenlő esélyű hozzáférés érdekében a lehető legnagyobb helyigénnyel rendelkezőknek is megfelelő 950 milliméterre határozzuk meg, így ennek a tekintetében egy asztal megfelelése eldönthető, hiszen ha 950 milliméter vagy annál nagyobb, akkor megfelelő. Ekkora térnek nemcsak az ép, de a kerekesszékes személyek számára is elegendőnek kell lennie, az ajtók szabad áthaladást biztosító (OTÉK, 2007: 900 milliméter) méretéből kiindulva. Továbbá ennek megfelelést bizonyítja az Interior Space and Design mérettáblázata (Bodin–Davis szerk., 1979), amely szerint a kerekesszék maximális szélességi mérete 635 milliméter lehet. Amennyiben a méret a kerekesszékes személyeknek megfelel, úgy elegendő helyet biztosít más mozgásszervi betegséggel élők számára is. A segédlet szerint (AWARD, 2006) a kerekesszékes személyek mozgástér-szükséglete a legnagyobb a mozgásszervi fogyatékkal rendelkező személyek közül. Az ülő helyzetben mért combmagasság kapcsán biztonsági értéként 100 milliméter hozzáadása indokolt az Adult Data antropometriai atlaszban (Peebles–Norris szerk., 1998) megadott értékekhez, hiszen a kerekesszéket használók lába nem a padlón van, hanem a szék lábtartóján, ami körülbelül 100 milliméterrel a talaj felett helyezkedik el (1. táblázat). A lábtér hosszán az 5. ábrán jelölt asztal alatti szabad tér értendő, aminek meghatározásához a combhossz és a lábhossz (térden túlnyúló része) összege mérvadó (1. táblázat). Az 1. táblázatban a lábtér hossza kapcsán meghatározott kategóriákba a kerekesszékes személyek is egyértelműen be tudják sorolni magukat, hiszen az Interior Space and Design mérettáblázata (Bodin–Davis szerk., 1979) a számukra szükséges távolság 584 és 654 milliméter közé esik. Ezek a méretek pedig a meghatározott tartományon belül vannak,

így a saját méreteiket be tudják kategorizálni és megfelelő asztalt tudnak hozzá párosítani. Amennyiben fogyatékoságuk nem érinti az alsó végtagokat, úgy a szék kivételével a többi eszköz értékelése során ugyanolyan szempontokat kell figyelembe venni, mint az ép embereknél.

A székekre vonatkozó mérettartományok meghatározása

Az ülés magasság (2. táblázat) az egyik leggyakrabban állítható méret az irodai székeknél. A székeknek ez a paramétere általában tág határok között mozog, így valószínűleg a felhasználók széles tábora számára megfelelő. Ennek ellenére mégis érdemes ellenőrizni a megfelelőséget, hiszen például, ha nem lehet kellőképp alacsonyra állítani az ülést, azaz a szék és a felhasználó „ülés magassága” nem egyeztethető össze, akkor kiegészítő eszköz ajánlható, például lábtartó.

Az ülés mélység és a háttámla magasság tekintetében nem határozhatóak meg konkrét értékek, mivel ezek pozitív megítélése teljes mértékben személyes preferenciákon alapul.

A szék ülés szélessége viszont egy olyan értéket határoz meg, aminél mindenképpen kisebb kell

legyen a felhasználó csípő szélessége, így ennek a számszerű meghatározása mindenképpen szükséges (2. táblázat). A könyöktámasz megfelelőségének meghatározásához a könyök-fenek távolság és a könyöktávolság a meghatározóak (2. táblázat).

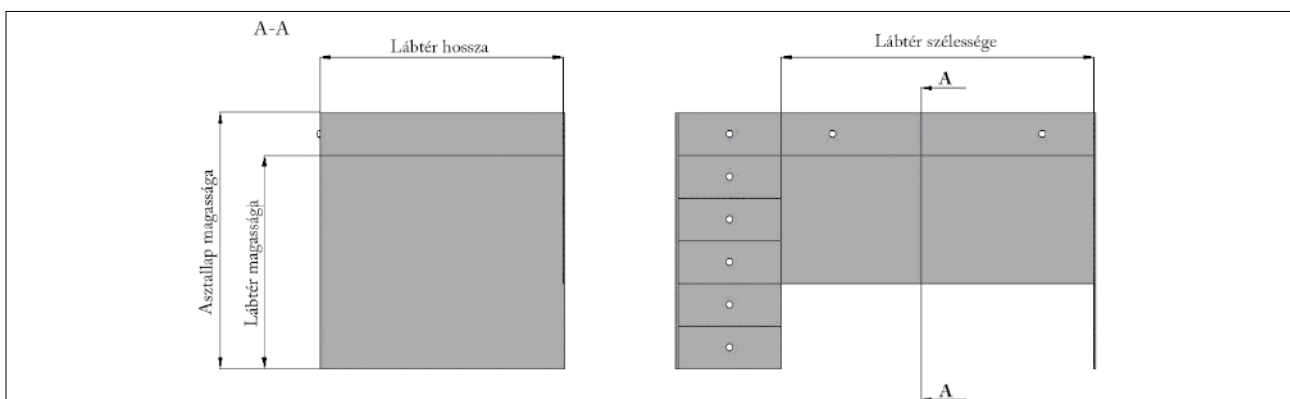
Példa

A tényezők és méret kategóriák meghatározása után példával illusztráljuk az eszköz használatát. Két személy, egy 25 éves nő és egy vele egyidős férfi test méreteit egyszerű eszközökkel (mérőszalaggal) megmérve kategorizáltuk őket, majd pedig összevetettük őket a Kinnarps Hungary Kft. egy asztalával és egy székével, hogy megfelelő-e számukra ez az összeállítás, ennek eredménye látható a 3. táblázatban. Ennek alapján látható, hogy a nagy állíthatósági tartományuknak köszönhetően a kiválasztott bútorok a kisebbeknek és a nagyobbaknak is többékevésbé megfelelnek. Azon tényezők szempontjából, ahol nem felelt meg egymásnak a felhasználó és a bútor, a gyártóknak érdemes elgondolkodni az állíthatósági tartomány további bővítésén, illetve az értékesítőknak a nő esetében egy másik asztal, a férfi esetében egy másik szék ajánlásán.

1. táblázat Az asztal szükséges méret kategóriáinak meghatározása, a szövegben feltüntetett számítási módszer alapján. Adatok forrása: Adult Data, The Handbook of Anthropometric and Strength Measurement, Institute for Occupational Ergonomics (Peebles L., Norris B. szerk., 1998, Interior Space and Design, Bodin–Davis szerk., 1979)

Table 1 The categories of sizes in case of an office table based on the method described in the text. Data source: Adult Data, The Handbook of Anthropometric and Strength Measurement, Institute for Occupational Ergonomics (Peebles L., Norris B. eds., 1998, Interior Space and Design, Bodin–Davis eds., 1979)

Az asztal szükséges méret kategóriáinak meghatározása (mm)					
	XS	S	M	L	XL
Asztal magassága (ülő) – Ülő helyzetben mért könyök magasság	<625	626...659	660...690	691...724	725<
Lábtér magassága – Ülő helyzetben mért térd magasság	<550	551...600	601...650	651...700	701<
Lábtér hossza – Ülő helyzetben mért combhossz + láb hossz	<520	521...606	607...692	693...778	778<



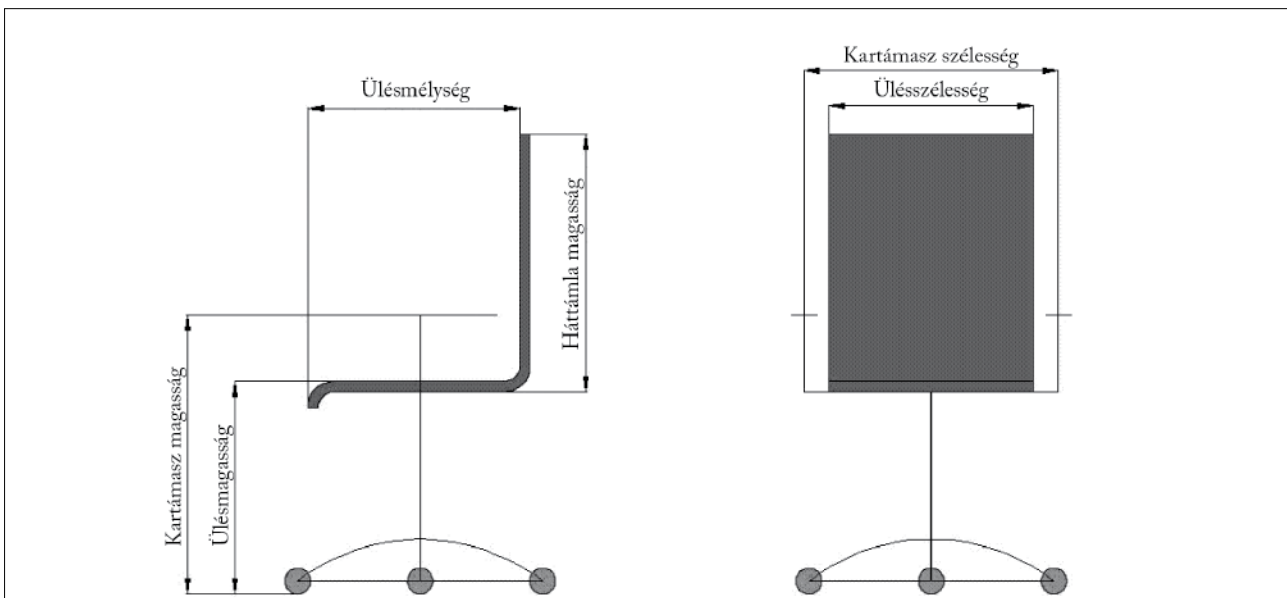
5. ábra Az asztallal kapcsolatos méretértékek bemutatása

Figure 5 Demonstration of sizes in connection with an office table

Összefoglalás

Megállapítást nyert a szakirodalom alapján, hogy az asztallal kapcsolatban annak magassága és a felhasználók lába számára biztosított tér mérvadó. A tényezők kapcsán kiemelt fontossággal bír a lábtér akadálymentessége, amelynek speciális kritériumai a kerekesszékek méreteihez lettek megállapítva, a szélsőséges esetek figyelembe vételének elve alapján. Illetve a szükséges asztalmagasságot meghatározó tényezőt maga a felhasználó és a széke alakítja. A szék méretei kapcsán annak ülésmagassága, ülés szélessége, kartámasz magassága és szélessége bizonyultak mindenképpen vizsgálandó tényezőnek. Az asztal és a szék kapcsán megjelölt tényezők mérettartományai kerültek meghatározásra, konfekció méretek szerinti beosztásra. A használat során az ember-asztal-szék illesztéshez teremt kapcsolatot a

koncepció, hogy nem az antropometria területén dolgozók számára is értelmezhető, használható értékelő rendszert lehessen létrehozni jobb munkahely kialakítások, beállítások létesítéséhez, a munkavállalók jobb egészségi állapotának megőrzése érdekében. Az illesztés illusztrálására bemutatott példa alapján javasolhatóak egyrészt a tervezők számára javítási területek, például nagyobb állíthatósági tartomány. Ugyanakkor szintén a példa alapján elmondható, hogy az értékesítés során a tényezőkön végigmenve, azok teljes megfelelését nézve megfelelőbb asztal és szék választható. A koncepció megalkotása után alapvető kérdésként merül fel az alkalmazhatósága, az értékesítés folyamatában való elhelyezhetősége, továbbá alkalmazásának módja, esetleges további egyszerűsíthetősége. Ezen tényezők vizsgálata további kutatási irányként jelölhető meg.



6. ábra A székekkel kapcsolatos méretek bemutatása

Figure 6 Demonstration of sizes in connection with an office chair

2. táblázat A szék szükséges ülésmagasság meghatározásához szükséges méretek kategorizálása. Adatok forrása: Adult Data, The Handbook of Anthropometric and Strength Measurement, Institute for Occupational Ergonomics (Peebles L., Norris B. szerk., 1998, Interior Space and Design, Bodin–Davis szerk., 1979)

Table 2 The categories of sizes in case of an office chair based on the method described in the text (Data source: Adult Data, The Handbook of Anthropometric and Strength Measurement, Institute for Occupational Ergonomics (Peebles, L.; Norris, B. (eds.)), 1998, Interior Space and Design, (Bodin – Davis (eds.), 1979))

A szék szükséges méretek kategóriáinak meghatározása (mm)					
	XS	S	M	L	XL
Ülésmagasság (szék) – ülés magasság (emberi)	<350	351...400	401...450	451...500	501<
Ülésszélesség – csípő szélesség	<340	340...390	391...440	441...490	490<
Kartámasz szélessége – könyöktávolság	<380	380...430	431...480	481...530	531<
Kartámasz magassága – könyök-fenek távolság	<195	195...225	226...255	256...285	285<

3. táblázat Példa az eszköz alkalmazására, összehasonlító táblázat

Table 3 Example for the use of the concept, comparison table

Összevetendő tényezők	Asztal (Kinnarps T-1218K)	Szék (Kinnarps 8000/8134)	Nő	Férfi	Megfelelő vagy nem
Ülő helyzetben mért könyökmagasság (asztal magasság)	620-1280 mm (S-XL)	–	580 mm (XS)	660 mm (M)	nőnek nem, férfinak megfelel
Combhossz + lábhossz (lábtér mélysége)	1200 mm (XS-XL)	–	670 mm (M)	800 mm (XL)	megfelelő
Ülő helyzetben mért térd- magasság (lábtér magassága)	(megegyezik az asztal magassággal)	–	460 mm (S)	580 mm (L)	megfelelő
Ülésmagasság (szék ülés magasság)	–	410-530 mm (M-XL)	420 mm (M)	480 mm (L)	megfelelő
Csípőszélesség (ülésszélesség)	–	450 mm (XS-L)	280 mm (XS)	400 mm (M)	megfelelő
Könyöktávolság (kartámasz szélesség)	–	450 mm (XS- M)	390 mm (S)	550 mm (XL)	nőnek megfelel, a férfinak nem
Könyök-fenék távolság (kartámasz magasság)	–	180-300 mm (XS-XL)	150 mm (XS)	200 mm (S)	megfelelő

Irodalomjegyzék

Antalovits M.: Emberi használatra történő tervezés, in. Izsó L., Hercegfői K. (szerk.): Ergonómia, Typotex Kiadó, 2007 (ISBN 978 9 639664 60 9)

AWARD, Accessible World for All, Respecting Differences, Leonardo da Vinci Program, 2007, projekt száma: 07/0227-L/LLP-LdV-TOI-2007-HU_001

Bodin S., Davis S. (szerk.): Human Dimensions and Interior Space, 1979

Izsó L.: A felhasználó és a termék interakciója: a termékélmény in. Izsó L., Becker Gy. (szerk.): Termékélmény, Akadémia Kiadó, 2011 (ISBN 978 963 05 8980 2)

Jáki P.: Az ergonómiai és antropometriai szempontok figyelembe vételével kialakított ülőbútorok vizsgálata Magyar Asztalos, 1993

Kroemer K. H. E.: Extra-Ordinary Ergonomics, Taylor & Francis, 2006 (ISBN 0 8493 3668 6)

Mandal A. C.: The seated man (Homo Sedens) The seated work position. Theory and Practice, Applied Ergonomics Vol. 12, Issue 1. pp. 19-26, Elsevier Ltd., 1981

Németh E.: Az irodai munkakörnyezet fejlesztésének emberi és szervezeti vonatkozásai című disszertáció, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gazdálkodás- és Szervezés-tudományi Doktori Iskola, 2011

Openshaw S.; Taylor, E.: Ergonomics and Design, A Reference Guide, Allsteel, 2006

Ostrom L. T.: Creating the ergonomically sound workplace, Jossey-Bass Publishers, San Francisco, 1993

OTÉK, Korm. rendelet az országos településrendezési és építési követelményekről (OTÉK) 2007

Oudenhuijzen J. K.: Ergonomic and Anthropometric issues of the forward Apache Crew Station, RTO HFM Symposium, 1998

Peebles L., Norris B. (szerk.): Adult Data, The Handbook of Anthropometric and Strength Measurement, Institute for Occupational Ergonomics, Department of Manufacturing Engineering and Operations Management, University of Nottingham, University Park, Nottingham NG7 2RD, United Kingdom, 1998

Pheasant S.: Bodyspace, Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work, Taylor & Francis, 2003, (ISBN 0 203 79089 8)

Varga T.: Akadálymentes épített környezet 2. előadás, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, rehabilitációs szakmérnökképzés, 2011

WISHA Services Division: Office Ergonomics, Practical Solutions for a Safer Workplace, 2002 Workers Compensation Board, Alberta: Office Ergonomics, 1999

Zhang B.: Using artificial neural networks for the transformation of human body postures based on landmarks, PhD thesis, Delft University of Technology, 2005 (ISBN 90-9019522X)



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:

Bejó 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:

Természeti Erőforrások Kutató Központ (Natural Resources Research Center, NRRC) (fotó: Farkas Péter)