

WOOD

4

sustainability

*p*_{rocessing}

*c*_{onstruction}

*p*_{roduct}

*d*_{esign}

2024

Wood 4 Sustainability

Processing, Construction, Products and Design

2024

Főszerkesztő: Dr. Csiha Csilla

Wood 4 Sustainability

Processing, Construction, Products and Design

2024



SOPRONI EGYETEM KIADÓ

SOPRON, 2024

Közreadó a Soproni Egyetem Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kara

Felelős kiadó: Prof. Dr. Fábián Attila

a Soproni Egyetem rektora

Főszerkesztő

Dr. Csiha Csilla Mária

Szerkesztők

Prof. Dr. Kósa Balázs, Prof. Dr. Magoss Endre, Dr. habil. Németh László

Lektorok

Gerencsér Kinga Címzetes Egyetemi Tanár, Szabadhegyi Viktor Címzetes Egyetemi Docens,
Prof. Dr. Alpár Tibor, Prof. Emeritus Tolvaj László, Prof. Dr. Markó Balázs

Technikai szerkesztő

Mucsi Zsuzsanna

ISBN 978-963-334-541-2 (pdf)

DOI: <https://doi.org/10.35511/978-963-334-541-2>

Creative Commons license: BY-NC-SA 4.0 DEED



Nevezd meg! Ne add el! Így add tovább! 4.0 Nemzetközi
Attribution – Non commercial – Share Alike 4.0 International

Tartalom

A klímaváltozás hatása a faipari kutatásokra	11
<i>Magoss Endre, Csiha Csilla</i>	
Faanyagok dinamikus szilárdságvizsgálata	19
<i>Orbán Gábor, Kánnár Antal</i>	
A vastagság figyelembe vétele a mikrohullámú radarral történő sűrűség és nedvességtartalom becslés során	29
<i>Jakócs Mihály, Bejő László</i>	
Szürke nyár (<i>Populus × canescens</i>) fűrészáru szilárdság-becslésének lehetőségei	39
<i>Ács Ruben, Vécs Martin László, Hantos Zoltán</i>	
A klímaváltozás hatása a faanyag mennyiségére és minőségére	51
<i>Sütő Anett Ibolya, Báder Mátyás, Németh Róbert</i>	
Natúr és hőkezelt platán fatestének faanyagvédelmi, tartóssági vizsgálatai I. rész: Egyes fizikai tulajdonságok és változásaik.....	60
<i>Buga-Kovács Luca, Horváth Norbert</i>	
Színreprodukció a csomagolóanyag-nyomtatásban – A flexográfiai és a digitális nyomtatás komparatív vizsgálata	67
<i>Maňúrová Klaudia, Horváth Csaba, Preklet Edina</i>	
2-5 rétegből álló kisméretű rétegelt-ragasztott tölgy fűrészáru hajlítóvizsgálata	79
<i>Báder Mátyás, Fehér Sándor, Horváth Dénes Ákos</i>	
Termo-hidromechanikusan módosított tölgy érettfá nyomóvizsgálatai tulajdonságai különböző nedvességtartalmakon	88
<i>Báder Mátyás, Németh Róbert, Gecseg Péter Pál</i>	
Finite element analysis of furniture structures made from underutilized wood species.....	95
<i>Zsófia Benedek-Csányi, József Garab</i>	

Relationships of Fibers length and Ring Width with Precipitation and Temperature on Wood of <i>Robinia pseudoacacia</i>	104
<i>Fath Alrhman Awad Ahmed Younis, Mátyás Báder, Miklós Bak, Róbert Németh</i>	
Comparison of barks of deciduous and coniferous trees	113
<i>Hiba Khalifa, Róbert Németh</i>	
Ecological and Health Implications of Microplastics in Water: A Short Review	121
<i>Omar Saber Zinad, Csilla Csiha, Dhafer Saber Zinad, Ali Fahem Al-Mamoori</i>	
Cultural Preservation Meets Modern Design: Investigating the Impact of Traditional Woodcarvings on Natural Ventilation in Johor, Malaysia	131
<i>Noor Roziana Binti Abdul Rahim, Kovács Zsolt</i>	
Smart Network: The Role of Meta-Organizational Networks in the Sustainability-Digital Transition	150
<i>Andrea Reményi</i>	
Investigating the stability of wooden lake piles: the influence of dynamic MOE and pile length on buckling behavior	161
<i>Brougui Marwa, Krisztián Andor</i>	
Wood-based composites for 3D printing filaments to use in technical applications....	175
<i>Mihályi Domonkos, Garab József, Alpár Tibor</i>	
Clustering analysis of the nineteen most populous Hungarian cities using Urban Atlas Building Height Data from Copernicus Land Monitoring Service's 10m raster maps	191
<i>Zsolt Tóth</i>	
Az európai LVL gyártás helyzetének áttekintése	200
<i>Horváth Kund</i>	

Hazai faipari kisvállalkozások gyártási és szervezettségi szintjét felmérő hatékonyságnövelő tanácsadó rendszere	206
<i>Suriné Lengyel Veronika, Magoss Endre</i>	
A hajdani MÁV Gyermekotthon (Kőszeg) huszártornyának szerkezeti megerősítése	217
<i>Hantos Zoltán</i>	
Handler Jakab klasszicista lakóépülete a soproni Várkerületen.....	229
<i>Tárkányi Sándor</i>	
Faszerkezetek Egyiptom korai piramisaiban	235
<i>Szabó Péter</i>	
Szemelvények a Sopron, Várkerület 34. számú üzletház építés- és tulajdonlástörténetéből	244
<i>Tárkányi Sándor</i>	
A Roth Gyula Erdészeti Szakközépiskola utcai homlokzatának 2019-2020 közötti helyreállítása.....	249
<i>Tárkányi Sándor</i>	
A Voronoi-szerkezetek bútorigipari felhasználása	254
<i>Boros Eszter</i>	
A tömördi Chernel-kúria bejárati kapujának restaurálása	259
<i>Tárkányi Sándor</i>	
Modularitás és érték	265
<i>Bodorkós Dániel, Zalavári József, Horváth Péter György</i>	
A Zichy-Meskó palota porcelánkabinetjének kétszárnyú ajtói	275
<i>Tárkányi Sándor</i>	

Boros Eszter^a

^a Soproni Egyetem Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar, Kreatívipari Intézet, 9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4. Email: boros.eszter@phd.uni-sopron.hu

DOI: <https://doi.org/10.35511/978-963-334-541-2-26>

ABSZTRAKT

A Voronoi-hálós szerkezetek az anyaghatékonyság és szerkezeti szilárdság miatt egyre népszerűbbek a bútoriparban. A Voronoi-szerkezetek lehetőséget kínálnak az anyagok optimális elosztására, miközben egyedi esztétikai megjelenést biztosítanak. Ez a tanulmány ismerteti a Voronoi-diagram fogalmát és alkalmazási lehetőségeit a bútortervezésben, példákkal alátámasztva a szerkezeti és gyártási előnyöket. A cikk kortárs példákat is bemutat, amelyek bizonyítják a Voronoi-alapú bútorok használatának növekvő trendjét a 3D nyomtatás és CNC technológiák révén. Az ilyen szerkezetek nemcsak a fenntarthatóságot és költséghatékonyságot javítják, hanem új kreatív lehetőségeket nyitnak meg a bútortervezésben.

Kulcsszavak: Voronoi, bútoripar, anyaghatékonyság, 3D formázás, Ipar, innováció és infrastruktúra

1. Bevezetés a Voronoi-hálós szerkezetekbe

A Voronoi-háló egy olyan matematikai felosztás, amely egy adott térben lévő pontok köré különálló, szomszédos cellákat rendel. Minden egyes cella egy meghatározott középpont körül alakul ki, úgy, hogy minden cellán belüli pont közelebb legyen saját középpontjához, mint bármely más közeli középponthoz. Ez a természetes osztódási elv gyakran megfigyelhető a természetben, például a méhsejtek vagy kristályszerkezetek kialakulásában, ezért számos biológiai és geometriai jelenségben is megtalálható. A Voronoi-diagram elkészítése során a tér minden pontját besoroljuk a legközelebbi "magpontokhoz", ami egy egyedi, szabálytalan sokszög-hálót eredményez. Ez a struktúra rendkívül erős, mégis könnyű anyagszer-

kezetet biztosít, mivel a Voronoi-cellák természetüknél fogva minimalizálják a fölösleges anyagot. A Voronoi-háló különböző algoritmusokkal generálható, leggyakrabban a Fortune algoritmust vagy a Delaunay-triangulációt használják, amely szintén stabil alapot nyújt a további geometriai optimalizáláshoz. A Voronoi-hálók egyik legnagyobb előnye a szerkezeti stabilitásuk. A Voronoi-alapú szerkezetek képesek nagy terheket elviselni úgy, hogy közben jelentős anyagcsökkentést is elérhetnek. Ez különösen fontos a bútortervezésben, ahol az anyagköltségek optimalizálása és a fenntarthatóság növelése kulcsfontosságú. Az anyaghatékonyság egy másik jelentős előnye a Voronoi-hálós struktúráknak, mivel

ezek a hálók természetüknél fogva képesek minimalizálni a szükséges anyagmennyiséget, miközben megtartják a szerkezeti szilárdságot. A bútorgyártás során a Voronoi-háló lehetővé teszi a könnyű, ugyanakkor robusztus struktúrák kialakítását, melyek így kedvezőbb anyagfelhasználási mutatókkal rendelkeznek (Okabe et al., 2000).

2. Voronoi-hálós szerkezetek alkalmazása a bútoriparban

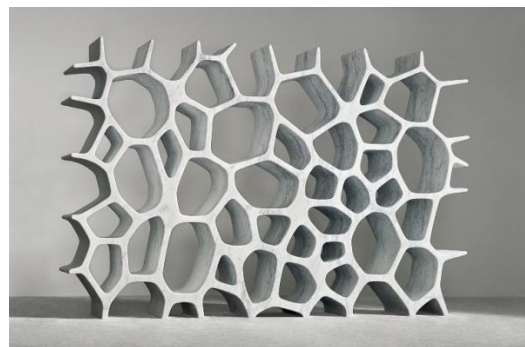
A kortárs bútoripari tervezők és gyártók egyre nagyobb számban használják a Voronoi-hálós struktúrákat, különösen a high-end és kísérleti bútorok esetében (Elshakhs, 2020), (1. kép). Az olyan dizájnerek, mint Joris Laarman, akinek „Bone Chair” elnevezésű, Voronoi-szerkezetű széke a természetes növekedési formákat idézi, úttörő szerepet játszanak az anyagoptimalizálás és esztétikai újítások terén. Laarman székének Voronoi-alapú struktúrája nemcsak könnyű és stabil, hanem biomimetikus megközelítést is képvisel, amelyet 3D nyomtatással állítottak elő alumíniumötvözetből (Rubinstein, 2014). A

technológiát az autóiipari és repüléstechnikai mérnököknél is alkalmazott Generative Design és Finite Element Analysis (FEA) módszerekkel hozták létre. Ez a bioinspirált design az esztétika, a funkcionalitás és a fenntarthatóság elegáns ötvözetét képviseli. Az ilyen típusú szerkezetek azért érdekesek, mert a gyártási költségeket és az anyagfelhasználást is csökkenthetik, míg az egyedi megjelenést is garantálják.

Marc Newson tervező is kísérletezett Voronoi-alapú szerkezetekkel a bútorokban. „Voronoi Bookshelf” nevű polca egy szabálytalan, hálószerű mintát követ, amely nemcsak látványos, de stabil és hatékony tárolási megoldást kínál. Fehér carrarai és szürke bardiglio márványból készült (2 kép). A Torabi Architect által készített „Voronoi Tessellation” projekt a Voronoi-diagramok geometriai struktúráját használja inspirációként, hogy egyedi, organikus és dinamikus térbeli elemeket hozzon létre. A Voronoi-tesszelláció alapján kialakított szerkezetek természetes, sejtszerű mintázatot követnek, amely vizuális érdeklődést kelt és ugyanakkor fenntartható szerkezeti megoldásokat kínál.



1. kép. Saját terv alapján létrehozott kép, Photoshop és 3D Max, 2024



2. kép. Marc Newson: Voronoi bookshelf (Forrás: <https://marc-newson.com/voronoi-shelf/>)

A Torabi Architect az építészeti elemek és belső terek kialakításában is alkalmazza ezt a mintázatot, ami az anyagok hatékony felhasználását biztosítja, miközben egyedi, természetközeli esztétikát hoz létre. A tervezési folyamat során a Voronoi-tesszellációt 3Ds Max szoftverrel, Non-Uniform Rational B-Splines (NURBS) geometria és különböző módosítók kombinálásával hozták létre a tervezők. Jelen terv csak látványtervként létezik. A Voronoi alapú szerkezetek nemcsak a stabilitás és a könnyedség szempontjából előnyösek, hanem lehetőséget adnak a különféle, egyedi belső- és kültéri dizájnok létrehozására, különösen olyan projektek esetén, amelyek a biomimikri és a fenntarthatóság jegyében készülnek. A bútortervezés mellett például akusztikai falpaneleket is készítenek természetes, sejtszerű mintázattal. Például a Turf Design Inc. Voronoi fantázia nevű akusztikus falpanele, amely filc anyagból készül és modulárisan szerelhető.

3. Gyártástechnológia és kihívások

A Voronoi-hálós struktúrák megvalósítása az olyan kortárs technológiákkal, mint a 3D nyomtatás és CNC marás, és anyagokkal, mint a fakompozitok, lehetővé teszi, hogy az összetett geometriájú bútorok gyorsan és pontosan elkészüljenek (3. kép). A 3D Systems által gyártott székek például szintén Voronoi-alapú struktúrákat alkalmaznak, amelyek nemcsak könnyűek, hanem rugalmasak és strapabírók is. Az anyagok és az előállítási folyamat optimalizálásával sikerült elérni, hogy ezek a bútorok még a modern irodai és lakáskörnyezetekben is ideálisan alkalmazhatók, valamint könnyen testre szabhatók a vásárlói igények alapján. A Voronoi-szerkezetek alkalmazásának terjedését és fejlődését különösen az additív gyártás

növekedése támogatja, amely lehetővé teszi olyan komplex szerkezetek előállítását, amelyek a hagyományos famegmunkálással nehezen kivitelezhetők (Martínez et al., 2018). Harvard Egyetem kutatói, különösen a Lewis Lab, jelentős előrelépéseket tettek a Voronoi-struktúrák kutatásában és felhasználásában (SEAS, 2022). Kifejlesztettek 3D nyomtatott, Voronoi alapú struktúrákat, amelyek könnyűek, mégis kiváló mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek, például kiváló teherbírás és ütésállóság. Ezek a szerkezetek egyedi geometriájuk révén ideálisak lehetnek építészeti és mérnöki alkalmazásokra, mivel minimalizálják az anyagfelhasználást anélkül, hogy veszélyeztetnék a tartósságot. A kutatás biomimetikus megközelítést alkalmaz, utánozva a természetben található szerkezeteket, mint például a tengeri sünök héját, hogy javítsák a struktúrák stabilitását és energiaelnyelő képességét. Az ilyen típusú 3D nyomtatott struktúrák fejlesztése előnyt jelent különböző iparágak számára, többek között a bútorgyártásban is, ahol a könnyedség, rugalmasság jelentős értéket képviselnek. (Lewis et al., 2023).



3. kép. Saját terv alapján létrehozott kép, Tengr.ai, 2024

4. Összegzés

Ezeknek a struktúráknak az alkalmazása lehetőséget nyújt fenntarthatóbb és innovatívabb termékek tervezésére, amelyek mechanikai teljesítménye is kiváló. Ezen túlmenően a biomimetikus alkalmazások, ahol a természetben előforduló struktúrákat modellezik, például a fák vagy a csontok geometriáját, új lehetőségeket adnak a bútorkészítők számára, hogy az anyagok tulajdonságait optimalizálják, mint például a rugalmasság, a teherbírás vagy az ütésállóság.

Az okos anyagok és a 3D nyomtatás kombinációja lehetővé teszi az olyan dinamikus bútordarabok létrehozását, amelyek képesek reagálni a környezetükre, például a

hőmérséklet-változásokra vagy a fizikai terhelésre, így javítva a hosszú távú használhatóságot és fenntarthatóságot.

A jövőben ezek a fejlesztések nemcsak az ipari bútorok terén, hanem az egyedi dizájnok és a személyre szabott bútorgyártásban is jelentős szerepet kaphatnak, különösen azokban a környezetekben, ahol a funkció és az esztétika ötvözése kulcsfontosságú. További lehetséges felhasználási területei: polcok, tárolók, dekorfalak, kültéri bútorok, világítótestek, akusztikai panelek (a mintázat hatékonyan csökkenti a zajt és javítja a tér hangzását) stb.

Szerzői nyilatkozatok

Boros Eszter – szerző, képek alkotója.

2. ábra megjelentetéséhez, az alkotó Marc Newson hozzájárult. Credits: Photography by Larry Lamay. Courtesy of Gagosian Gallery & Marc Newson Ltd.

Referenciák

Elshakhs, A., 2020. The impact of using Voronoi diagrams on contemporary interior design. *Modern Journal of Applied Science*, 5(19), 52-67.

<https://doi.org/10.21608/mjaf.2019.13732.1215>

Harvard School of Engineering and Applied Sciences (SEAS)., 2022. *Hierarchically structured materials for enhanced mechanical performance*.

<https://lewisgroup.seas.harvard.edu/research>

Lewis, J. A., Uzel, S. G. M., Kroll, K. T., Ainscough, A. J., & Mata, M. M., 2023. Biomimetic structures in material science: Voronoi-inspired designs for lightweight and resilient frameworks. *Advanced Materials*, 16(5), 2384-2397.

<https://doi.org/10.1002/adma.202100089>

Martínez, J., Hornus, S., Song, H., & Lefebvre, S., 2018. Polyhedral Voronoi diagrams for additive manufacturing. *ACM Transactions on Graphics*, 37, 1-15.

<https://doi.org/10.1145/3197517.3201343>

Okabe, A., Boots, B., Sugihara, K., & Chiu, S., 2000. *Spatial Tessellations: Concepts and Applications of Voronoi Diagrams*.

<https://doi.org/10.2307/2687299>

Rubinstein, D., 2014. *Dutch designer Joris Laarman revolutionizes craftsmanship in a digital age*. *Architectural Digest*. Retrieved from

<https://www.architecturaldigest.com/story/joris-laarman-furniture-design>

The use of Voronoi structures in the furniture industry

Abstract

Voronoi lattice structures are gaining popularity in the furniture industry due to their material efficiency and structural strength. Voronoi structures allow for optimal material distribution while providing a unique aesthetic appeal. This study provides an overview of the mathematical foundations of Voronoi diagrams and their applications in furniture design, highlighting structural and manufacturing advantages through practical examples. The article also includes contemporary examples showcasing the growing trend of using Voronoi-based furniture enabled by 3D printing and CNC technologies. Such structures not only enhance sustainability and cost-effectiveness but also open new creative opportunities in furniture design.

Keywords: Voronoi, furniture industry, material efficiency, 3D shaping, Industry, innovation and infrastructure