

RÉTEGEKBŐL FELÉPÍTETT VILÁG

Dr. Dénes Levente
egyetemi docens



Amikor a '80-as években a kutatók a szilárd képképzési eljárásokkal kísérleteztek, még nem tudták, hogy mára a gyors prototípusgyártási módszerek vagy ismertebb nevén a 3D nyomtatás ilyen sikertörténetté válik. Hiszen 1980-ban a Hideo Kodama, japán ügyvéd által bejelentett gyors prototípusgyártási (RP) szabadalmat nem véglegesítették, 1984-ben egy francia feltalálócsoport (Alain Le Mehaute, Olivier de Witte, Jean Claude André) által bejelentett szabadalom nem keltett érdeklődést a francia nagyvállalatoknál és így nem jutott el az érdemi vizsgálati szakaszig. Végül Chuck Hull amerikai mérnök szintén 1984-ben beadott és 1986-ban odaítélt sztereolitográfiai eljárásra vonatkozó szabadalma vált a 3D nyomtatás kiindulási pontjává.



Aleksandrina Rizova:
hibrid szerkezetű asztal

A sztereolitográfia (SLA) a fotopolimerizáció elvén alapszik, azaz UV-fény hatására a fényérzékeny műgyanta kikeményedik. A folyamat során az UV-fénnyel megvilágított területeken a fotopolimer megszilárdul és az egymásra épülő rétegek egysége egészé állnak össze. Időközben az SLA-technológia mellett újabbak is megjelentek, a jelenleg legelterjedtebbek közé soroljuk a huzalfelrakásos (FDM – Fuse Deposition Modeling), a lézerszintereléses (SLS – Selective Laser Sintering) és a 3D nyomtatásos módszerek különböző változatait.

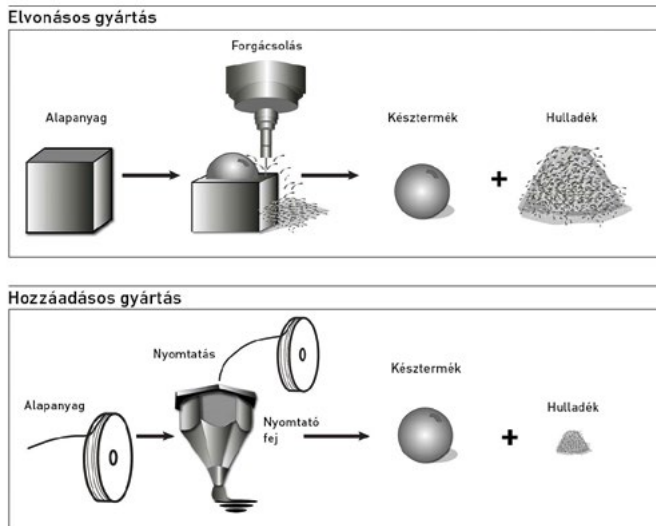
Vontatott indulása ellenére ma a 3D nyomtatás és az additív gyártástechnológia az egyik legdinamikusabban fejlődő alkatrész-előállítási területnek tekinthető. A 3D nyomtatást először a prototípusok gyors előállításához alkalmazták, hiszen alkalmas arra, hogy nagyon bonyolult formákat, szerkezeteket is le tudjunk viszonylag rövid időn belül gyártani. A technológiai fejlődése később lehetővé tette, hogy ne csak prototípusokat, hanem funkcionális alkatrészeket is készíthessünk, amelyek a késztermékbe beépíthetők és a hagyományos alkatrészekkel megegyező vagy annál jobb fizikai/mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek. Ebben az esetben az eljárást már nem gyors prototípusgyártásnak, hanem additív gyártástechnológiának nevezzük.

A rétegelt felépítés – mint alkatrész-építési elv – paradigmaváltást is hozott a gyártástechnológiában: a végleges mérettel, alakkal rendelkező alkatrészeket nem forgácsolással, vagyis eltávolítással, hanem szakaszos anyaghozzáadással állítjuk elő (1. kép). Az additív gyártástechnológia elsősorban az autóiparban, a gépgyártásban, a

fogyasztási cikkek előállító iparágakban terjedt el, de intenzív fejlesztések folynak a biotechnológiai és egészségügyi területeken is. 3D nyomtatással készített bútorokra egyelőre kevés példát találunk, aminek az okát elsősorban a méretkorlátokban és a drága nyomtatási alapanyagokban kell keresni. Az utóbbi 1–2 évben azonban ezek a hátrányok eltűnni látszanak és a technológia nyújtotta előnyök a bútoroknál is egyre jobban megmutatkoznak. Ezek közé sorolhatjuk az egyedi gyártást, a különleges formákat, melyeket a korábbi technológiákkal nem lehetett előállítani, a bennszülött alkatrészek beépíthetőségét, a gyorsan képezhető alapmodell-variációkat, a szerszámok nélküli gyártást. További előnyt jelent a gyártás során keletkező hulladék

vagy másodnyersanyag minimális mennyisége, illetve a homogén anyaghasználat biztosította könnyű újrahasznosítás.

A bútorigarban a méretkorlátok miatt először a 3D nyomtatással előállított kapcsolóelemek jelentek meg, melyek rúd vagy lemez alkatrészek gyors illesztését tették lehetővé. A 2. b képen egy ilyen kapcsolóelemet láthatunk, melyet rúdelemek illesztéséhez terveztek. A kötések kialakításának kényszere nélkül a hasáb alakú fa alkatrészek kevés forgácsolási művelettel elkészíthetők, a kikönnnyített rácsszerkezetű nyomtatott kapcsolóelemben az alkatrészek egyszerűen becsúsztathatók. A rögzítést a kapcsolóelemben szinte láthatatlanul belesimuló, szintén nyomtatott csavar biztosítja.



1. kép: Elvonásos és hozzáadásos gyártás (Forrás: GAO, www.gao.gov)



2 a. és b. kép: 3D nyomtatással készült kapcsolóelem (Forrás: www.minale-maeda.com)



3. kép: Nyomatott kapcsolóelem alkalmazása asztal és szék esetében (Forrás: jonchristie670.com)



4. kép: Szék nyomatott alkatrészekkel (Forrás: www.3dscales.com)

A kapcsolóelem a tervezésből és a gyártásból adódóan az összekapcsolt öt alkatrész egymáshoz viszonyított pozícióját is szavatolja. A késztermék az alkalmazott kapcsolóelemeknek köszönhetően egyfajta ipari jelleget sugároz (2. a kép).

A hagyományos gyártást a modern 3D nyomtatással ötvözi termékcsaládjában Jon Christie tervező is, aki szintén fakötéseket helyettesít nyomatott alkatrészekkel. A kör keresztmetszetű lábak csatlakoztatása a hasáb alakú kávaelemekhez legfeljebb csak a kötés tervezésénél jelent kihívást, a szerelést egyáltalán nem befolyásolja. A kötéshez alkalmazott megfelelő nyomtatószál megtalálásához a tervező több kísérletet végzett, végül a poliamidszál bizonyult a legjobbnak. A tervező kihangsúlyozta, hogy a modern technológiát nem a hagyományos helyettesítésére, sokkal inkább kiegészítésére kívánta alkalmazni, ami egyszerűbbé, rugalmasabbá és költséghatékonyabbá teszi a gyártást. Ezt bizonyítja, hogy a sötét tónusú diófaból készült fa alkatrészeket fehér színű nyomatott kapcsolóelemekkel ötvözte, mintegy kiemelve a két technológia közötti különbséget. A nyomatott kapcsolóelemek lehetővé teszik a lapra szerelést is, illetve a fa és nyomatott alkatrészek színeinek

változtatásával a tömegszerűen gyártható termékek egyedisége is biztosított.

A gyártást és a szék szilárdságát is jelentősen befolyásoló kötések helyettesítésére láthatunk egy érdekes példát a 4. ábrán. Ebben az esetben a fa és a nyomatott műanyag alkatrészek közötti átmenetet a tervező igyekezett lágyabbá tenni, mintegy összeolvasztani az elemeket és ezzel egy organikusabb formát létrehozni. Hátránya, hogy az alkatrészek közötti pontos illeszkedés miatt a faelemek kialakítása nagyon bonyolulttá válik. A 3D nyomtatók fejlődésével lehetővé vált a nagyméretű alkatrészek vagy akár késztermékek legyártása, így a bútortiparban is megjelentek olyan prototípusok, valós méretű modellek és funkcionális bútorok, amelyek érzékeltetik az új technológia nyújtotta lehetőségeket. Ezek közé tartoznak a rendkívül bonyolult geometriák megvalósíthatósága,

amelyeket a korábbi technológiákkal nem lehet, vagy túlságosan drágán lehet elkészíteni. További előnyt jelent a leegyszerűsített, az utómunkákat leszámítva csupán egyetlen műveletből – a 3D nyomtatásból – álló gyártás, az egyedi, személyre szabott tervezés és gyártás, a rugalmasság, illetve sok esetben a költséghatékonyág. Nem szabad megfélekednünk a környezetvédelmi szempontokról sem, hiszen a 3D nyomtatás során szinte alig keletkezik hulladék, sok esetben a felhasznált alapanyag újrahasznosított műanyag vagy lebomló biopolimer, a legtöbb termék az életciklusa végén egyszerűen és könnyen visszaforgatható.

3D nyomtatással készült székpalástot láthatunk az 5. képen, amely John Briscella tervező Continuum3 nevű kollekciójának egyik darabját képezi. A palást a sztereolitográfia módszerével, majd galvanizálással



5. kép: John Briscella Continuum3 nevű kollekciójának egyik darabja



7. kép: Daniel Widrig nyomtatott széke, mely három politejsav (PLA) héjból készült



8. kép: Baharash Architecture stúdió perforált héjból készült széke

készült. A szék ezüst színe szinte áttetszővé, láthatatlanná teszi a széket. A tervező Charles és Ray Eames DAW műanyag karfás székét értelmezi újra, meghagyva az eredeti lábszerkezetet és a palást alapformát, de a tömör formát felváltja a cellás szerkezet, illetve további kikönnnyítésekkel teszi még légiesebbé a terméket. A cellaszerkezet a jobban igénybe vett helyeken és karcsúbb keresztmetszeteknél besűrűsödik, így kellő szilárdságot biztosít a terméknek. A szék megjelenése nem homályosítja el az eredeti tervezők időtálló formáját, ugyanakkor hangsúlyozza az új technológia létjogosultságát is.

Újabb hibrid szerkezetet mutat a cikk nyitóképe. Tervezője Aleksandrina Rizova, aki a fehér, tekervényes, cellás szerkezetű nyomtatott lábazathoz diófából tervezett amorf formájú asztaltetőt. A lábazat csontszerű megjelenése természetes anyag benyomását kelti, ami összhangban van a fával, ezzel szemben a tető meleg színe kontrasztban van a fehér lábazattal. Bonyolultsága ellenére a lábazat könnyen elkészíthető a huzalfelrakásos, sztereolitográfiai vagy 3D nyomtatási módszerekkel, az asztaltető előállítását viszont nehézségekbe ütközik.

Daniel Widrig nyomtatott széke (7. kép) három politejsav (PLA)

héjból készült, amelyek az éleken csatlakoznak. Alkotója a tervezés során figyelembe vette az emberi test kényelmét biztosító ergonomiai szempontokat, valamint a nyomtató robotkar optimális pályáját is, a rétegek felhordási idejének csökkentése érdekében.

Perforált héjból készült a Baharash Architecture stúdió Moiré széke (8. kép). A perforációk alakjának és sűrűségének változtatásával a szerkezet szilárdsága és rugalmassága a kívánt értékekre állítható be, ugyanakkor a formának könnyedséget, játékoságot kölcsönöz. A héjak átfedésének köszönhetően a Moiré-effektus is megjelenik, ami tovább fokozza a játékoságot. Az egyedi és gazdaságos konstrukció

az ülés során különböző testtartások felvételére ad lehetőséget, ami a kényelmet szolgálja.

Peter Donder, belga tervező Batoidea széke (9. kép) a hálószerű szerkezetnek köszönhetően nagyon légies formát mutat, a szabálytalan alakú, látványos, minden irányba görbült háló szintén játékoságot kölcsönöz a terméknek. Ez a termék csak 3D nyomtatással gyártható gazdaságosan, fémből vagy fából történő előállítása csak nagyon bonyolult és időigényes módon lehetséges, ami jelentősen megnöveli az önköltséget. A tanulmány a „Soproni Egyetem Struktúraváltási Terve” – 32388-2/2017 INTFIN sz. projekt keretében az Emberi Erőforrások Minisztériuma támogatásával valósult meg. ■



9. ábra: Peter Donder hálószerű szerkezetű Batoidea széke