

3D NYOMTATÁS ALKALMAZÁSA EGYSZERŰ MŰANYAG ALKATRÉSZEK HELYETTESÍTÉSÉHEZ

USING 3D PRINTING TO REPLACE SIMPLE PLASTIC PARTS

*Kristály Álmos, hallgató, almos99@freemail.hu
Dr. Ficzer Péter, egyetemi adjunktus, ficzere.peter@kjk.bme.hu
BME Vasúti Járművek és Járműrendszer-analízis Tanszék*

ABSTRACT. In the experiment, a 3D printed gear is made using FDM technology to replace a broken part in a sewing machine. The aim of the project is to determine whether it is possible to manufacture a working part with entry-level devices and technical knowledge.

1. BEVEZETÉS

Az additív gyártás egy XX. századi vívmány [1], mely gyökeresen megváltoztatta az addig ismert gyártástechnológiát. Egy folyamatosan fejlődő ágazat, mely ma éli virágkorát.

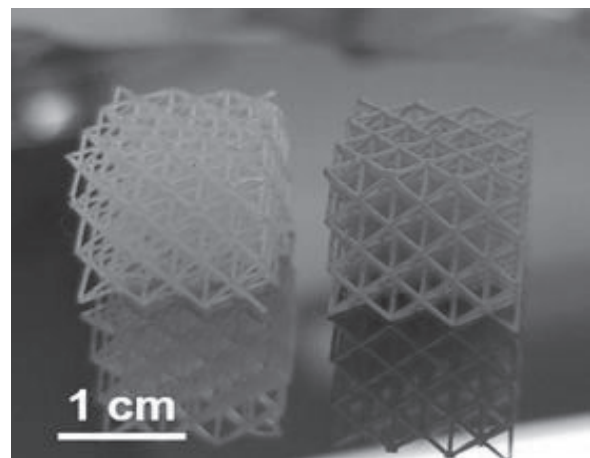
Ellentétben a hagyományos, lebontó gyártással, ahol egy befoglaló munkadarabból anyagleválasztással hozzuk létre a kívánt testet, geometriát különböző fogácsoló gépek, például esztergák, marók, fúrók, üregelők segítségével, az additív gyártás – ahogy a neve is tükrözi – egy felépítő módszer, ahol valamilyen meglévő modell, pontfelhő, esetleg öntőforma alapján hozzuk létre, építjük fel a kívánt geometriát.

Az FDM eljárás lényege, hogy a nyomtatóba valamilyen műanyagot (esetleg fémet) huzal formájában adagolunk [2], melyet előre beállított hőmérsékletig melegítve megolvaszt. Az olvadékot a munkaasztalra adagolja a gyártandó geometria alapján, mely lehűl és megszilárdul. Ezzel elkészül egy vékony réteg, melynek a tetejére elkészíthető egy újabb, és így tovább, egészen addig amíg egy kész térbeli testet nem kapunk [3].

Az említett műanyagok az alkalmazástól (és a gép technológia limitjeitől) függően eltérőek lehetnek, az egészen hétköznapi poliamid és nejlon huzaloktól kezdve egészen különleges anyagokig, melyek nagy szilárdságot, melegekéménységet, vagy amorf, gumyszerű tulajdonságot tudnak kölcsönözni a kész munkadarabnak. Ezen kívül ipari méretekben találkozhatunk fém 3D nyomtatókkal is (pl. a porkohászatot is annak vehetjük).

A 3D modellt egy szoftver „felszeleteli” valamelyik alapsík mentén több száz vagy akár

több ezer rétegre, és ezeket a szelvényeket „nyomtatja” a gép rétegről rétegre egymás tetejére, ahol azok megszilárdulnak, összeolvadnak és végül kiadódik a teljes geometria [4]. Ezzel lehetőség nyílik más módszerrel nem elkészíthető darabok gyártására is, például olyan furatok, zárt üregek, belső geometriák kialakítására, amit hagyományos esztergáló, maró, üregelő szerszámokkal fizikai képtelenség lenne előállítani. Természetesen korlátai is vannak az eljárásnak, „levegőbe nyomtatni” értelemszerűen nem lehet, egy adott rétegnek mindenképp érintkeznie kell legalább részben az alatta levővel, hogy legyen mi megtartsa azt a nyomtatás során. Ha a kívánt geometria ezt ellehetetleníti, akkor támasztékokat kell terveznünk a nyomtatáshoz, ami anyag többlettel jár, hiszen ezeket a segédelemeket a gyártás végeztével eltávolítjuk a munkadarabról.

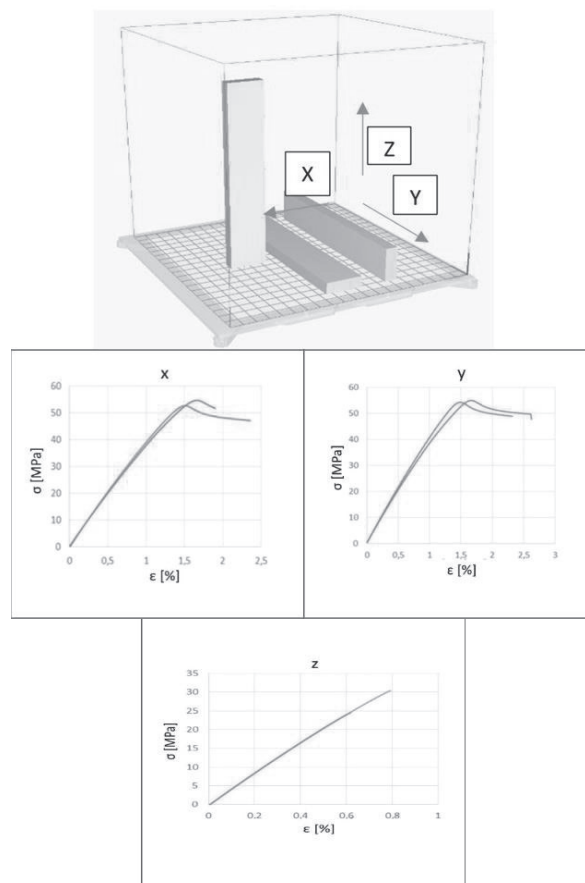


1. ábra Ilyen kockákat hagyományos módszerekkel szinte lehetetlen lenne gyártani [5].

A 3D nyomtatás gyengeségei közé tartozik az alacsony felületi minőség (általában, bár jobb, mint például öntött vagy kovácsolt darabok esetében), és az anizotrópia. A fent említett rétegezés nagy hatással van a kész

munkadarabunk teherbírására. Nem mindegy például, hogy egy húzott tengelyt a húzás irányára merőleges rétegekből építünk fel, amik így egyszerűen elválnak egymástól, vagy a húzás irányával párhuzamosan, merevítve ezzel a testet.

A 3D nyomtatás előnye viszont a kedvező árban rejlik, főleg egyedi, kis szériás daraboknál, amik miatt hatalmas pazarlás lenne beindítani, vagy akár átalakítani egy teljes gyártósort. Nem igényel több lépésen keresztüli megmunkálást, forgáccsal és selejttel járó gyártóállomásokat, és általános esetben utómunkálást sem, ezért helytakarékoság szempontjából is igen kedvező eljárás. Ma már egy olcsóbb asztali számítógép árértékű vásárolható otthoni célra 3D nyomtató, így kisebb alkatrészeket, dísz tárgyakat akár mi is elkészíthetünk otthon, szakértők és bonyolult, drága technológiák nélkül.



2. ábra Különböző irányokban nyomtatott műanyag próbatestek szakítódiagramjai [6].

A 3D nyomtatást együtt használva más technológiákkal, úgymint a szintén újkeletű Reverse Engineering-gel, amely egy meglévő munkadarabból visszafelé haladva készíti el az annak gyártásához szükséges dokumentumokat,

paramétereket. A két módszer ötvözésével lehetőségünk nyílik olyan munkadarabok, alkatrészek ismételt legyártására viszonylag olcsón és egyszerűen, amiket korukból vagy ritkaságukból adódóan már nem forgalmaznak sehol, és adott esetben már a vonatkozó gyártósor sem áll rendelkezésre az ismételt elkészítéséhez. Ilyen lehet például oldtimer autók, régi elektronikai eszközök, pl. televíziók, órák, számítógépek burkolatai, alkatrészei, és még rengeteg másik terület, amiket túl hosszú lenne itt felsorolni.

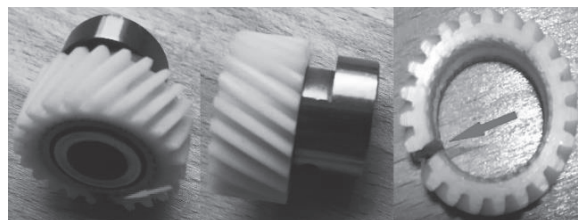
2. KÍSÉRLET

A cél egy régi varrógép törött műanyag fogaskerékének méretpontos modellezése, majd a meghibásodott alkatrész helyettesítése a modell alapján alapján 3D nyomtatott munkadarabbal. Az alkatrész a cikkcakkvarrás megvalósításáért felel. A 3. ábrán látható módon a varrat cikkcakkosan, „fogakat” képezve halad. Leginkább öltésekhez, és a varrás befejezéseként használják, ezért elengedhetetlen funkciója egy napi használatú varrógépnek.

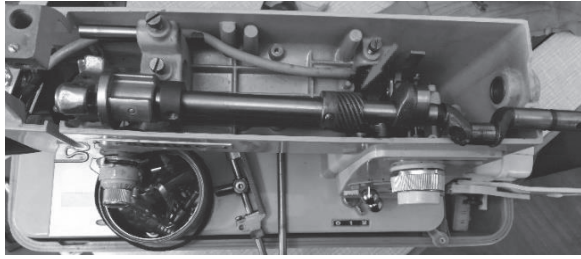


3. ábra Cikkcakk varrat

A fogaskerék egy rövid bütykös fém tengely végére van rázsugorítva, és egy réz fogaskerék hajtja meg. Akár esztergált fém alkatrészsel is lehetne pótolni, de a működés ekkor rendkívül zajos lenne. A 4. ábrán látható a darab sérülése, illetve a tengely, amihez csatlakozik. Az 5. ábrán látható réz alkatrészen keresztül hajtja meg a varrógép főtengegyét.



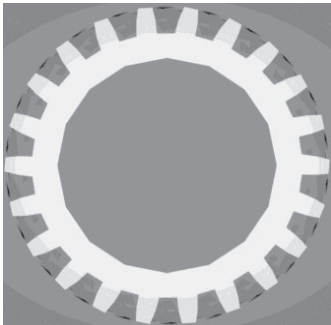
4. ábra Törött rész



5. ábra Szétszerelt varrógép. A réz fogaskerék a tengely jobb oldalán látható.

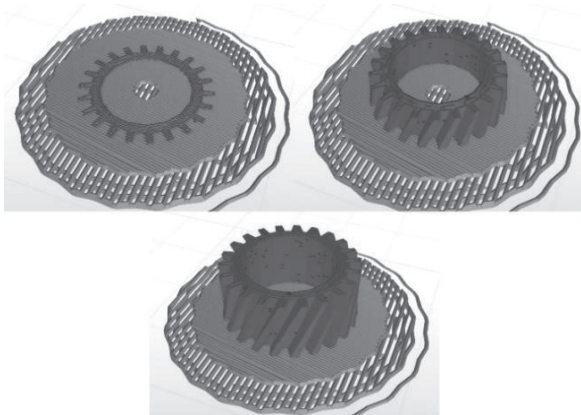
A modellezés során kihívást jelentett a középtengelyhez képest szögben álló fogazat kialakítása, illetve azt is el kellett dönteni, hogy a tengellyel együtt legyen-e legyártva az alkatrész, vagy célszerszám nélkül legyen felhelyezve a meglévő tengelyre. Mivel a nyomtatáshoz használt polimer anyagtulajdonságai relatíve gyengék, ezért végül az utóbbi megoldást mellett döntöttünk.

A darab egy Zortrax M200 típusú nyomtatóval készült a BME Vasúti Járművek és Járműrendszer-analízis tanszék jóvoltából. A választott anyag ABS. A 6. ábrán látható a CAD szoftver hibás beállításából fakadó szögletes körprofil, mely a gyártmányba is bekerült.



6. ábra Szögletes körprofil

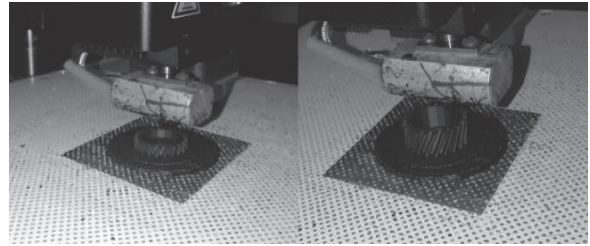
A következő ábrák a nyomtatási beállításokat és a nyomtatási folyamatot mutatják.



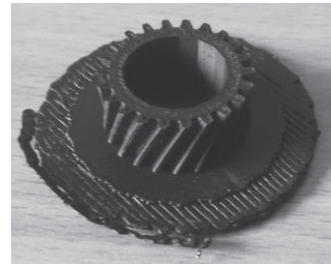
7. ábra Nyomtatási folyamat a szeletelő szoftver alapján.

1. táblázat Nyomtató beállítások.

Support	30°
Anyag	Z-ABS
Rétegvastagság	0.09 mm
Kitöltés	20%
Felső felület rétegszám	9
Alsó felület rétegszám	4
Raft rétegeinek száma	6
Nyomtatási sebesség	50 mm/s

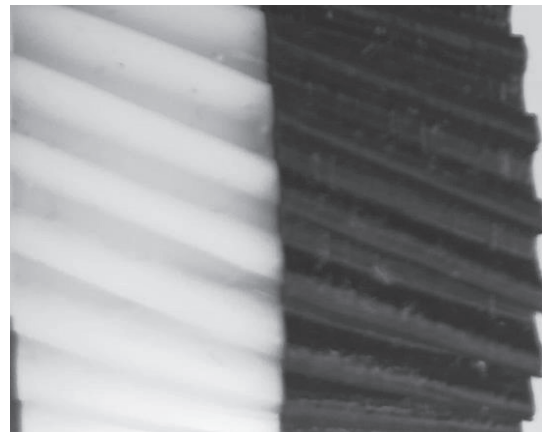


8. ábra A nyomtatási folyamat



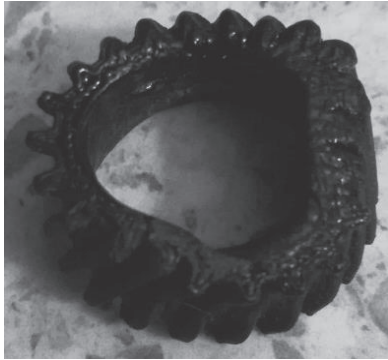
9. ábra Kész darab, a raft-hoz rögzítve.

A 10. ábrán látható az eredeti és az újonnan gyártott fogprofil összehasonlítása. A fogszélesség és az osztás nem tökéletesen egyezik, de a fogferdeség szöge megfelelő.

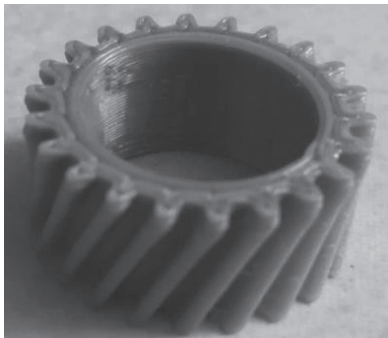


10. ábra – A két fogaskerék összehasonlítása

A fogaskerék a tengelyre helyezés közben megsérült (ld. 11. ábra) – ez a furat méretének pontatlansága miatt történt. A második prototípus nyomtatása előtt kijavításra került a körprofil szögletessége és a furat átmérője. Az új darab egy Creality Ender V2 3D nyomtatóval készült, a 12. ábrán látható.

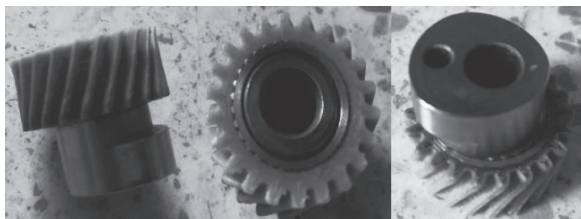


11. ábra Sérült fogaskerék



12. ábra Új fogaskerék

Ez a fogaskerék PLA-ból készült, de a kitöltés mértékét 100%-ra növeltük. A javított 3D modellnek köszönhetően az eredmény sokkal közelebb volt az eredetihez. A tengelyt $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra hűtve, a fogaskereket szappannal megkenve illesztettük össze a két darabot. A szoros illesztés létrejött, a fogaskerék nem forgott el, így készen állt a beszerelésre. A 13. ábrán látható a kész szerkezet.



13. ábra Beszerelésre kész szerkezet

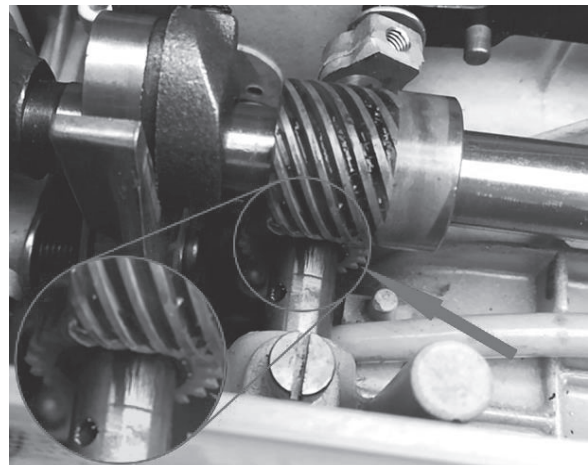
3. EREDMÉNY

A kész alkatrészt a varrógépbe szereltük. Az eredmény a 14. ábrán, és a lent hivatkozott videókon látható. A szerkezet ellátta a hajtást, így nem volt szükség további modellezésre és gyártásra. Az egyetlen nyitott kérdés az élettartam, amire a tartós használat ad majd választ.

4. ÖSSZEGRZÉS

Konklúzióként elmondható, hogy a kísérletben is látható módon, viszonylag kevés munkabefektetéssel teljes mértékben működő

alkatrészek gyárthatók egy akár belépőszintű 3D nyomtatóval, és alapszintű 3D modellezési ismeretekkel, párszáz forintos anyagköltséggel. Nem volt szükség sem bonyolult és drága mérés technikára, mérőeszközökre, sem lebontó megmunkáló gépekre és szakemberekre, melyek költsége az általunk bemutatott fogaskerék esetében több tízezer forint is lett volna. Sőt, a 3D nyomtatást ezen felül számos kisebb-nagyobb projektre felhasználhatjuk, legyen szó hétköznapi használati tárgyokról, alkatrészekről vagy dísz tárgyakról.



14. ábra A beszerelt fogaskerék

5. HIVATKOZÁSOK

- [1] Khosrow-Pour M., The Trends and Challenges of 3D Printing, Encyclopedia of Information Science and Technology (2018) DOI:10.4018/978-1-5225-2255-3.ch380
- [2] Candi M., Beltagui A., Effective use of 3D printing in the innovation process; Technovation, 80-80, 63-73 (2018) DOI: 10.1016/j.technovation.2018.05.002
- [3] Chmielarz, G., Present state and future application of smart technologies in manufacturing processes' Production Engineering Archives, 24. pp. 14-19 (2019) DOI: 10.1016/j.technovation.2018.05.002
- [4] Gebhardt A., 3D printing and its applications; RTe Journal, 10, (2013) URN: urn:nbn:de:0009-2-35626
- [5] Singer J., 2020. New Brunswick University
- [6] Borbás L., Ficzer P., Properties of 3D printed polymers; Acta Periodica (EDUTUS), 19, 4-19. (2020)

A fogaskerék forgatás közben:

<https://youtu.be/dDTeS8QHTbE>

Varrógép működés közben:

<https://youtu.be/pU31GzpbK18>