

<https://www.edutus.hu/cikk/fdm-3d-nyomtatok-extruderenek-befolyasa-a-kesz-termek-mechanikai-tulajdonsagaira/>

FDM 3D NYOMTATÓK EXTRUDERÉNEK BEFOLYÁSA A KÉSZ TERMÉK MECHANIKAI TULAJDONSÁGAIRA

FICZERE PÉTER PhD, egyetemi adjunktus,
Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
ficzere.peter@kjk.bme.hu

LUKÁCS NORBERT L. tanuló,
Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
lukacsnorbert98@gmail.com

BORBÁS LAJOS PhD, Professor Emeritus
EDUTUS Egyetem
borbas.lajos@edutus.hu

DOI [10.47273/AP.2021.23.46-52](https://doi.org/10.47273/AP.2021.23.46-52)

ABSZTRAKT

A bemutatott jelenséget egy mérésre készülő próbatestsorozat gyártása közben észleltük, melynél a mérés eredeti célja az FDM technológiával gyártott alkatrészek mechanikai tulajdonságainak javítása a lehető legegyszerűbb módon.

Kulcsszavak: FDM, extruder, mechanikai tulajdonságok, additív gyártás

ABSTRACT

The phenomenon that is presented was notified during a test specimen preparation process for another investigation. The original purpose of our study was to improve the mechanical properties of 3D printed part as simple as possible.

Keywords: FDM, extruder, mechanical properties

1. Bevezetés

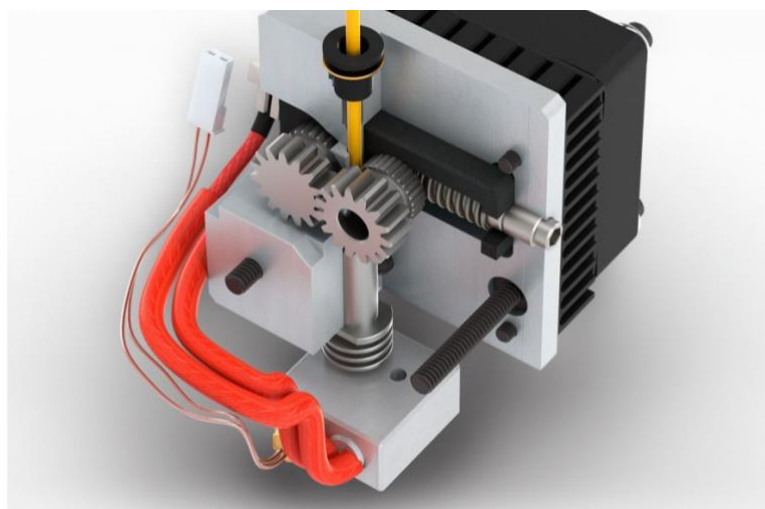
Aki használt már open source, azaz nyílt forráskódú 3D nyomtatót, az biztosan tudja, hogy ezek a típusok meglehetősen jó minőségű tárgyak előállítására alkalmasak az ipari gépek költségeinek töredékéért. Természetesen ez nem jelenti azt, hogy hosszútávon ezek a berendezések kiválthatnak egy-egy precíz, ipari minősítéseket biztosító eszközt, de sok kisvállalatnak belépőt jelenthetnek az additív gyártás világába. Elég csak az egyre népszerűbb Voron (<https://vorondesign.com/>) típusokra gondolni, vagy éppen a már jól ismert Prusa (<https://www.prusa3d.com/>) márkájú 3D nyomtatókat kiemelni. A hátránya ezen gépeknek kétséget kizáróan az, hogy pontos és következetes beállításokat igényelnek, hiszen esetükben

minden beállítás a felhasználón múlik. A szeletelő szoftveren kívül azonban akadnak más, rendkívül fontos paraméterek is az alkatrészgyártás folyamán, amelyek nemvárt mértékben befolyásolhatják a kész termék minőségét. Ebben a cikkben egy ilyen tapasztalatot teszünk közzé.

2. Kutatási módszertan

A mérések célja az ironing (magyarul vasalás) nevű, a szeletelő szoftverekben elérhető funkció felhasználása volt a lefektetett szálak közötti kapcsolat erősítésére. Lényege, hogy az egyes rétegek lefektetése után a nyomtató feje még egyszer elhalad a réteg felett úgy, hogy csak minimális anyag extrudálása történik meg. Emiatt a szálak valószínűsíthetően jobban összehegednek, a kész termék mechanikai tulajdonságai javulnak. A módszer hátránya, hogy a gyártási idő jelentősen megnő, tapasztalataink szerint körülbelül a kétszeresére. Eredetileg a sokak által ismert Ultimaker Cura nevű szoftver került volna felhasználásra, azonban itt nem lehet az ironing funkciót minden rétegre alkalmazni, emiatt a megoldást a SuperSlicer nevű szoftver jelentette. A 3D nyomtató számára is értelmezhető fájlformátum, azaz a gcode előállításához tehát a SuperSlicer nevű, open source, mindenki számára ingyenesen elérhető szeletelőszoftvert használtuk. Ezen vizsgálathoz a próbatesteket két ugyancsak open source 3D nyomtatón, egy BQ Prusa I3-mon, illetve egy Creality Ender 3-on gyártottuk le. Míg a Prusa gyári állapotában került felhasználásra, addig az Ender 3 egy erősebb extruderrel volt ellátva a gyártás során: az extruder a prusa nyomtatón találhatóhoz képest 4:1 áttétellel rendelkezett, azaz az ugyan olyan típusú, szabványos NEMA 17 stepper motor négyszer akkora nyomatékkal, erővel juttatta a filamentet a nyomtató fejébe. Az említett extruder ezen kívül szabályozható előfeszítéssel rendelkezett, amellyel a filamentet mindkét oldalról megtámasztó fogaskerekek összetartását lehetett szabályozni. Az extruder a 3D nyomtató egyik legfontosabb komponense, ez gondoskodik az alapanyag fejbe juttatásáról és pontos adagolásáról. Ma már a fejlettebb gépeket szinte minden esetben valamilyen áttétellel ellátott, a nyomtatószálat két oldalról megtámasztó extruderrel szerelik fel. Az 1. ábrán a BQ Hephestos-on használt egyszerű extruder látható.

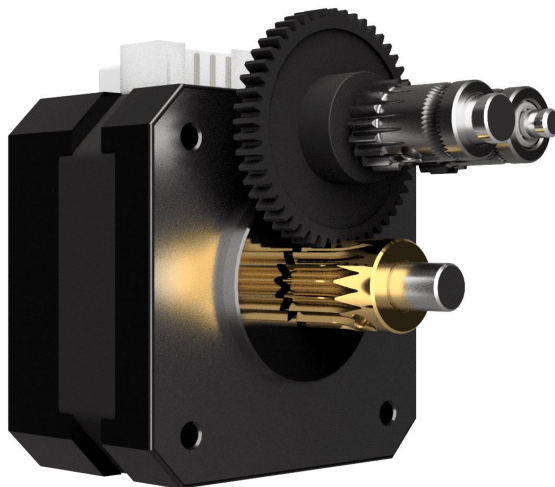
1. ábra A BQ Prusa I3 Hephestos extrudere



Forrás: <https://orballoprinting.com/en/home/87-heatcore-ddg-kit-extruder.html>

A 2. ábrán az áttétellel ellátott, jóval erősebb extruder látható.

2. ábra A Bondtech által gyártott, áttételes extruder



Forrás: <https://www.bondtech.se/2020/06/12/x-ray-anatomy-of-a-bondtech-mini-geared-bmg/>

Eredeti terveink szerint a próbatesteket mindkét gépen fekvő helyzetben gyártottuk le, mindkét gépen háromszor öt darabot, azaz összesen harminc darabot. A próbatestek alapanyaga politejsav (PLA) volt, amely, a 3D nyomtatáshoz igen népszerű alapanyag. Műszaki felhasználásra kevésbé alkalmas, de különböző prototípusok és dísz tárgyak könnyen készíthetők vele. Nagy előnye a kis zsugorodása és szagmentes nyomtatása. Esetünkben a PLA azért volt megfelelő, mert az eredetileg tervezett paraméterek mérhetők vele és a már említett okok miatt könnyen nyomtatható volt mindkét gép számára. A nyomtatási paraméterek mindkét esetben azonosak voltak, amelyek a következők:

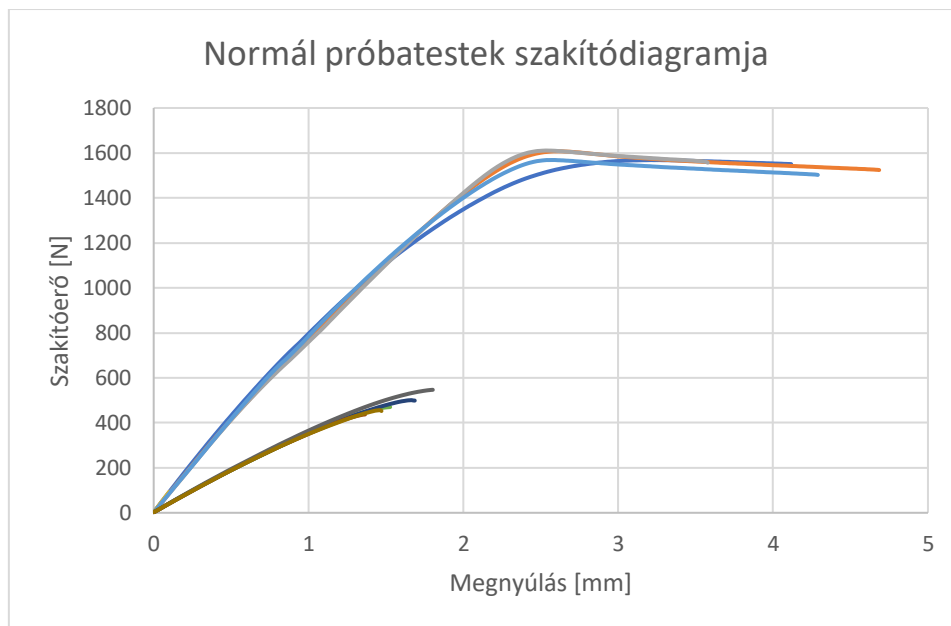
- 215°C fűvóka hőmérséklet,
- az asztalfűtés nem volt aktív,
- 40 mm/s nyomtatási sebesség.

3. Eredmények

A próbatestek szakítóvizsgálata a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Polimertechnika Tanszékén történt. A méréshez felhasznált mérőgép egy Zwick Z005 volt.

Meglepően tapasztaltuk a mért értékek közötti eltérések nagyságát. A Prusa I3 típusú nyomtató által gyártott próbatestek értékei jócskán elmaradtak azoktól, amelyeket a Creality Ender nyomtatón gyártottunk. Az eredmények alapján arra következtetünk, hogy a hiba valószínűleg az extruder környékén keresendő. A polimerek olvadt állapotban viszkoelasztikus viselkedést mutatnak, viszkozitásuk nagy marad így az extrudernek nagy erőt kell kifejtenie ahhoz, hogy átréselje az eredetileg 1,75 mm vastag filamentet a fűvóka 0,4 mm-es nyílásán. Egy egyszerű, áttétellel nem rendelkező extruder kevesebb erőt tud kifejteni, mint egy háromszor akkora áttételű változat. Az utóbbi esetben a két oldalról történő megtámasztás még egy faktor, amely az egyenletes adagolást segíti. A 3. ábrán a két géppel gyártott 5-5db próbatest szakítódiagramja látható. Ahogy a diagramon is észrevehető, az erősebb extruderrel gyártott próbatestek mind merevség, mind pedig szakítószilárdság tekintetében jócskán felülmúlták a hagyományos kialakítású extruderrel gyártott próbatesteket.

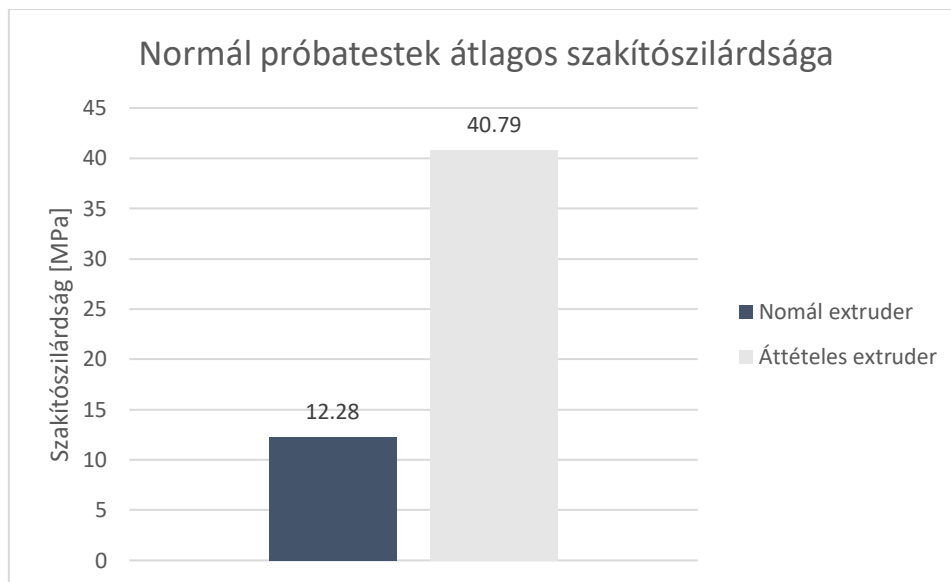
3. ábra Normál próbatetek szakítódigramja



Forrás: saját szerkesztés

A 3. ábra eredményeinek átlagos értékét a 4. ábra foglalja össze.

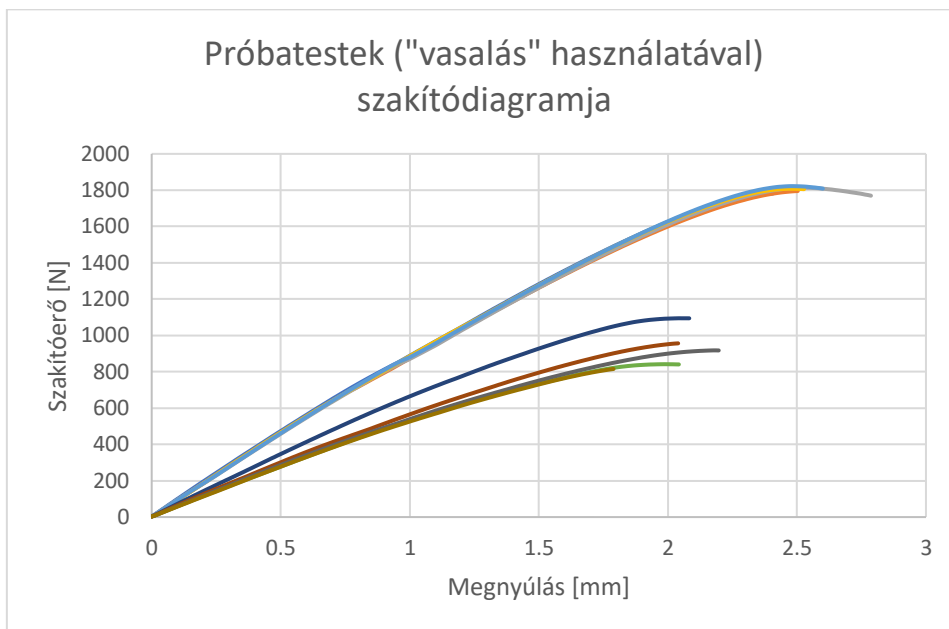
4. ábra Normál próbatetek átlagos szakítószilárdságai



Forrás: saját szerkesztés

Az anyagvizsgálatunk valódi célja az ironing (vasalás) nevű funkció tesztelése volt, az ezzel készült próbatestek szakítódiagramját az 5. ábra mutatja be. Mint látható, a 3. ábrához képest átlagosan körülbelül 200 Newtonnal nőtt meg a szakítóerő, ami több, mint 10%-os javulást mutat.

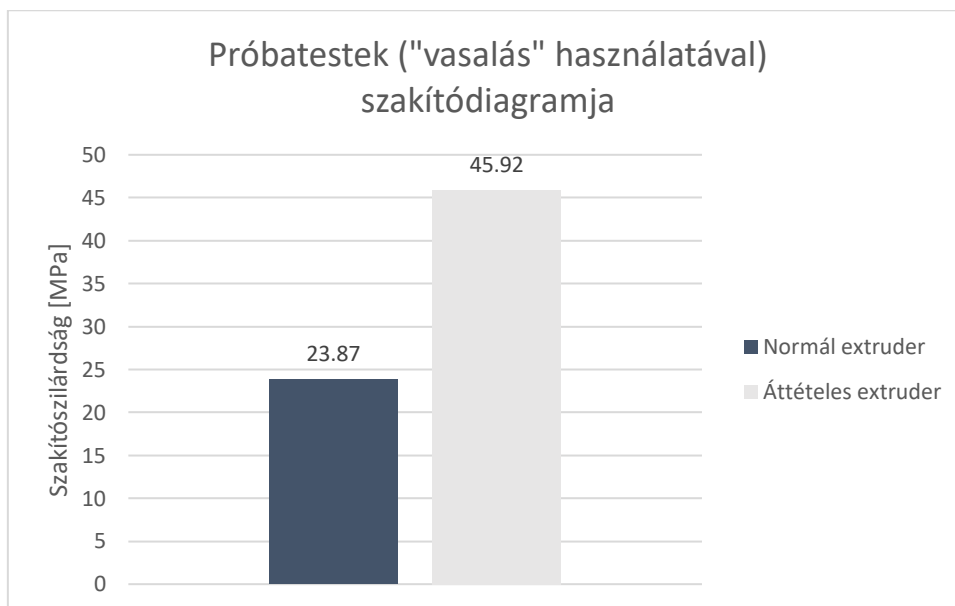
5. ábra Próbatestek vasalás használatával



Forrás: saját szerkesztés

Az átlagos értékeket a 6. ábra foglalja össze.

6. ábra Próbatestek átlagos szakítószilárdsága vasalás használatával



Forrás: saját szerkesztés

4. Következtetések, javaslatok

Az eredményeket figyelembe véve elmondható, hogy mérhető különbség van az egyre fejlődő extruderek illetve a korai megoldások között. A két gép közötti különbség mérése eredetileg nem volt cél, csupán a kíváncsiság vezetett minket. A mérés tapasztalatai miatt a további, kizárólag a vasalást érintő vizsgálatokhoz a megfelelő extrudert fogjuk felhasználni. Az ironing - mint a mechanikai tulajdonságokat befolyásoló tényező - növelte a próbatestek szakítószilárdságát, így a felvetésünk megállta a helyét. A jövőben további méréseket készítünk majd álló helyzetben gyártott próbatestekkel is. Várakozásaink szerint itt jelentősebb különbség fog megjelenni az ironing hatására, mint ebben a vizsgálatban.

5. Összefoglalás

Az eredeti vizsgálatunkhoz készülő próbatesteket két különböző 3D nyomtatóval is legyártottuk, ezzel a különböző extruder kialakításokat összehasonlítva. A mérések eredményei alapján jelentős különbséget mértünk a két gép között, amely alapján a következő mérésekhez a megfelelő gépet tudjuk kiválasztani.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. <https://www.bondtech.se/2020/06/12/x-ray-anatomy-of-a-bondtech-mini-geared-bmg/>
2. <https://orballoprinting.com/en/home/87-heatcore-ddg-kit-extruder.html>
3. <https://www.prusa3d.com/>
4. <https://vorondesign.com/>