

DIPLOMADOLGOZAT

PÉNTEK ALEX DÁNIEL

Műszaki menedzser szak MSc

Gödöllő

2025



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Műszaki Intézet

Műszaki Menedzser mesterképzési szak

Projektmenedzsment specializáció

**Készítsen üzleti tervet egy vállalkozás beindításához, vagy
fejlesztéséhez**

Vállalkozás indítása 3D nyomtatóval

Belső konzulens: Dr. Peszeki Zoltán
professor emeritus

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Műszaki Intézet
Műszaki Menedzsment Tanszék

Külső konzulens: Nagy Bálint
gépészmérnök

Készítette: Péntek Alex Dániel
RXSRDC
Levelező tagozat

Gödöllő

2025

MŰSZAKI INTÉZET
MŰSZAKI MENEDZSER MESTERSZAK
Projektmenedzsment specializáció

DIPLOMADOLGOZAT
feladatlap

Péntek Alex Dániel (RXSRDC)

részére

A diplomadolgozat címe:

Készítsen üzleti tervet egy vállalkozás beindításához, vagy fejlesztéséhez

Feladatkiírás:

Készítse el az értékelő szakirodalmi összefoglalást. Mutassa be az egyedi termékeket és azok előállítását. Ismertesse a berendezések, eszközök beszerzési költségeit és határozza meg a termékek előállítási költségeit. Számítsa ki a megtérülési időt, nyereséget és határozza meg a vállalkozás formáját.

Közreműködő tanszék: Műszaki Menedzsment

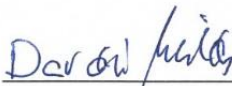
Külső konzulens: Nagy Bálint gépészmérnök, Konkoly Electro Kft., 5100 Jászberény, Fémnyomó u. 4.

Belső konzulens: Dr. Peszeki Zoltán professzor emeritus, MATE, Szent István Campus, Műszaki Intézet, Műszaki Menedzsment Tanszék

A dolgozat beadási határideje: 2025. április 17. (csütörtök) 12:00 óra

Kelt: Gödöllő, 2025.04.09.

Jóváhagyom


Dr. Daróczy Miklós
tanszékvezető


Dr. Daróczy Miklós
szakfelelős

Átvettem


Péntek Alex Dániel
hallgató

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Kelt: Gödöllő, 2025.04.09.


Nagy Bálint
külső konzulens

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés, célkitűzés.....	3
2.	Szakirodalom feldolgozás	4
2.1.	3D nyomtatás technológia, nyomtatási eljárások FDM technológia	4
2.2.	Az FDM 3D nyomtatás	5
2.3.	3D nyomtatás alkalmazási területei	6
2.4.	A nyomtató	9
2.5.	Alapanyagok	12
2.6.	Cura szeletelő program	16
2.7.	Vállalkozási adófeltételek	19
3.	Anyag eszköz és módszer	24
3.1.	Vállalkozás indításának feltételei	24
3.2.	A 3D nyomtató tartozékai és fejlesztési lehetőségei.....	24
3.2.1.	3D nyomtató	24
3.2.2.	Nyomtató tálca.....	25
3.2.3.	PTFE cső.....	26
3.2.4.	Ventillátor.....	27
3.2.5.	Rugók nyomtatóágyhoz	28
3.2.6.	Szárítóberendezés	28
3.3.	A tervező program és a változótábla	29
4.	Saját munka	31
4.1.	Tervezett egyedi ajándéktárgyaim bemutatása	31
4.2.	Egyedi ajándéktárgyak elkészítése	34
4.2.1.	Kép kiválasztása a domborművekhez.....	34
4.2.2.	Kép átalakítása 3D modellé	35

4.2.3. Szeletelő program	36
4.2.4. 3D nyomtatás folyamata	38
4.3. Nyomtatások költségei.....	39
4.3.1. Nyomtatási áramköltségek.....	40
4.3.2. Nyomtatás alapanyagaiból származó költségek	43
4.3.3. Programokból adódó költségek	44
4.3.4. Nyomtatások költségeinek összesítése	44
4.4. Amortizációs számítás.....	46
4.5. Megtérülésszámítás.....	47
4.5.1. Termékek egységárainak meghatározása	47
4.5.2. Egy évben előállított darabszám	48
4.5.3. Árbevétel meghatározása	49
4.5.4. Termékekből származó árbevétel.....	49
4.6. Vállalkozási forma kiválasztása.....	51
5. Következtetések és javaslatok.....	52
6. Összefoglalás.....	53
7. Summary	54
8. Nyilatkozatok	55
9. Szakirodalmak.....	57
10. Mellékletek.....	62

1. Bevezetés, célkitűzés

Dolgozatom az olvasztott műanyagszálas gyártási technológiájú (FDM) 3D nyomtatásról szól, amely a polimerek felhasználásával egyre elterjedtebbé válik. Bár korábban főként ipari környezetben használták, az FDM 3D nyomtatók mára olcsóbbak, mint egy okostelefon vagy televízió. Ez lehetővé teszi, hogy a technológia a hétköznapi emberek körében, is elterjedjen, és mindennapi használati eszközzé váljon. A polimerek behálózák az életünket a hétköznapijainkban elengedhetetlenek. Létrehozásuk fő módjai a fröccsöntés, vákuumformázás, fűvásos alakítás és a sajtolás, de létezik egy, az utóbbi évtizedekben erősen feltörekvő új eljárás a nyomtatás.

Azért esett erre a témára a választásom, mert már 2019 óta rendelkezem 3D nyomtatóval, melyet rendszeresen használok is. Többször volt ismerősök körében megkeresés egyedi kis darabszámú igények iránt az elmúlt évek során. Ebből adódóan többször éreztem, hogy az egyedi igények kielégítése a piacon szűkös, és drága, amely vállalkozói oldalról egy piaci rés is lehet. Különösen jó érzés mikor rokonok, ismerősök átveszik, és dicsérik az egyedileg készült ajándékokat, melyek több érzést hordoznak a tömeggyártott áruházak polcain lévő termékekkel szemben. Korábbi szakdolgozatomban is a 3D nyomtatásról szólt, egyik területét a támaszstruktúrák viselkedését vizsgáltam. Kiegészítésként folytatom a 3D nyomtatás témát diplomadolgozat keretein belül a kutatást.

Dolgozatom során célom bemutatni és ismertetni a FDM technológiát egy adott 3D nyomtatón keresztül, a nyomtatás lépéseit, és folyamatát. Megvizsgálom különböző 3D nyomtatással előállítható domborműveket, esküvői köszönőajándékokat, és egyéb otthoni hasznos tárgyakat. Ezeken végzek egy piackutatási felmérést az otthoni háztartásban lévő igényekről. Ezeket elemezve mérni fogom a nyomtatási időket, felhasznált alapanyagok és villamos energiák értékét. Bemutatom a 3D nyomtató beszerzési és egyéb plusz költségeit, melyekkel minőségbeli javulás érhető el. Ezeket számszerűsítésével költségeket számolok, hogy mekkora alaptőke szükséges egy otthoni 3D nyomtatással foglalkozó vállalkozás elindításához. Ezeken túl megtérülést számítok, amortizációt, valamint ezeket figyelembe véve értékelem, hogy valóban megéri-e egyedi gyártással elkezdni egy vállalkozást otthoni körülmények között, az adott vállalkozási formában.

2. Szakirodalom feldolgozás

2.1. 3D nyomtatás technológia, nyomtatási eljárások FDM technológia

3D nyomtatást gyakran additív gyártásnak is nevezik, mely szilárd tárgyakat, alkatrészeket állít elő egy program által előre megírt fájlból. A 3D nyomtató anyagrétegeket épít egymásra, így megépítve a kívánt formákat. A nyomtatás jelentősen eltér a többi, jellemzően szubtraktív gyártáseljárásoktól, mert a nyomtatás anyageltávolítás helyett anyaghozzáadással jár együtt. Így minimális az anyagfölösleg, valamint bonyolult alkatrészek, alakzatok kisebb anyagfelhasználással is létrehozhatók.

A 3D nyomtatás egyre több technológiai megoldást foglal magában, amelyek az additív gyártás keretében új lehetőségeket kínálnak a tárgyalakítás terén. Bár a 3D nyomtatás, és az additív technológia nem teljesen ugyanazt jelenti, a hétköznapi használatra és oktatási célokra csak néhány eljárás alkalmazható széles körben. Az additív gyártási technológiák hét fő kategóriába sorolhatók, amelyek további specifikus eljárásokat foglalnak magukban. Az elnevezések és kifejezések a szakirodalomban sem egységesek, de a főcsoportok az alábbiak:

- **Material extrusion:** Hő hatására olvadt anyagot extrudálnak, általában műanyag vagy műanyag alapú kompozitokat. Ide tartoznak az FDM, FFF (Fused Filament Fabrication - olvasztott szálak gyártás és FFM Fused Filament Modeling - Olvasztott szálak modellezés) technológiák.
- **Vat photopolimerization (VAT):** Fényérzékeny műgyanta tartályban fotopolimerizációval készülnek a tárgyak. Ismert eljárások: SLA (Stereolithography – Sztereolitográfia), DLP (Digital Light Processing - Digitális fényfeldolgozás), CDLP (Continuous Digital Light Processing - Folyamatos digitális fényfeldolgozás) vagy CLIP (Continuous Liquid Interface Production - Folyamatos folyadékfelületű gyártás).
- **Binder jetting (BJ):** Kötéőanyag segítségével kerámiát, homokot vagy fémet kötnek össze. Az eljárás BJ rövidítéssel ismert.

- **Powder bed fusion (PBF):** Porréteget olvasztanak hő vagy lézersugár segítségével. Ide tartozik a MJF (műanyag), SLS (műanyag lézeres olvasztása), DMLS/SLM (fém lézeres olvasztása) és EBM (fém elektronsugaras olvasztása).
- **MATeRial jetting (MJ):** Az eljárás hasonló a tintasugaras papírnyomtatáshoz, ahol a „tinta” valamilyen anyagsugár. Többféle anyag egyszerre is használható. Ismert változatai: MJ, NPJ (NanoParticle Jetting – Nanorészecske-nyomtatás), DOD (Drop On Demand – Cseppnyomtatás).
- **Direct energy deposition (DEP):** Energia segítségével közvetlenül olvasztják az anyagot. Példák: LENS (lézersugár), EBAM (elektronsugár).
- **Sheet lamination (SL):** Kompozit vagy papíralapú rétegek összeolvasztása. Ismert módszer: LOM (Laminated Object Manufacturing).

Ezek a technológiák az ipari alkalmazásoktól az otthoni megoldásokig számos területen kínálnak lehetőségeket.

2.2. Az FDM 3D nyomtatás

A nyomtatás folyamata:

- A nyomtatás elindításakor először a nyomtató felmelegíti a nyomtató tálcát, a jobb tapadás és vetemedés elkerülése végett vele egy időben az extruder fej felmelegítése történik az előírt értékre.
- Ha fentiek elérték a kívánt hőmérsékletet következő lépésként Home pozíciót vesznek fel a tengelyek a nyomtatás elkezdése előtt.
- Ha a 3D nyomtató pozícionálta magát az előre megírt G – kód alapján az első réteg kezdeti pozíciójára mozog.
- Ezt követően egy időben elkezdi leírni a nyomtatófej az első réteghez szükséges íveket, irányokat és az extruder motor előtolja az alapanyagot a fejen keresztül a tálcára.
- Amint a nyomtató elkészült és az első réteghez megírt útvonalat leírta a fej, 1 rétegnyi feljebb mozdul, majd a második réteg útvonalának leírására kerül sor alapanyag előtolással.

- A rétegződés addig ismétlődik meg folyamatosan egymás után, míg a nyomtatófej el nem éri az utolsó réteget.

Az utolsó réteg elkészültekor a fej magasabb pozícióba áll, vízszintes tengelyen home pozíciót vesz fel, majd a léptetőmotor ütközésig előre kitolja a tálcát. Fűtőegységek ezzel egyidőben kikapcsolnak, a gép és a kinyomtatott tárgy is elkezd kihűlni. A nyomtató minden nyomtatáshoz szükséges egységét (motorok, ventilátorok, fűtőegységek stb.) kikapcsolja energiamegtakarítás céljából. Miután a késztermék lehűlt, a tárgyat el lehet távolítani a nyomtató tálcáról, és indulhat előlről a következő nyomtatás folyamata.

Összegezve a következő alapeladatok szükségesek az FDM 3D nyomtatáshoz:

- felfűteni a tálcát és a fejet előírt hőmérsékletre, majd megfelelő hőmérsékleten tartani,
- működtetni az X, Y, Z tengelyeket,
- előtolással adagolni, kipréselni az alapanyagot,
- megolvasztani a polimert minimálisan az olvadáspontja felett. [33]

2.3. 3D nyomtatás alkalmazási területei

Építészet

Gyakori példa, hogy a 3D nyomtatást az építészetben alkalmazzák. A világ számos híres épületében használtak bizonyos pontokon valamilyen 3D nyomtatási eljárást. Gyakran előfordul, hogy épületrészek előre kinyomtatásra kerülnek, és a helyszínen egymásba illesztve építik fel az épületeket. De léteznek már házakat nyomtató 3D nyomtatók is, melyek lehetnek daruval mozgatott vagy saját lánctalppal rendelkező gépek. Lényegük, hogy elhelyezve őket a ház alapterületén egy pontra éjjel-nappal folyamatosan, rétegről rétegre különleges gipsz vagy cement bázisú alapanyagokból építik fel a ház külső és belső falait, melyeket szükség szerint szigetelőanyaggal akár ki is tölthetnek. Csupán pár kezelőmunkás szükséges üzemeltetésükhöz, szemben a hagyományos építőcsapatokkal. Jóval környezetkímélőbbek is alapanyag összetétel, illetve a helyszíni kikeverés tekintetében, mint a hagyományos építőeljárások. [43]

1.ábra, 3D háznyomtatás [43]



Orvostudomány

Nagyon sok 3D nyomtatási alkalmazás vált elérhetővé az orvostudomány területén is. Leggyakoribb a protézisgyártás. A problémás és drága protézisműtétek javultak, mind költséghatékonyság, mind a fejlődő országok területén azzal, hogy elérhetővé vált a szolgáltatás. Gyakran cserélhetők gyerekek számára, és a pontos, precíz technológia hatására a páciens egyedi igényeihez igazíthatók.

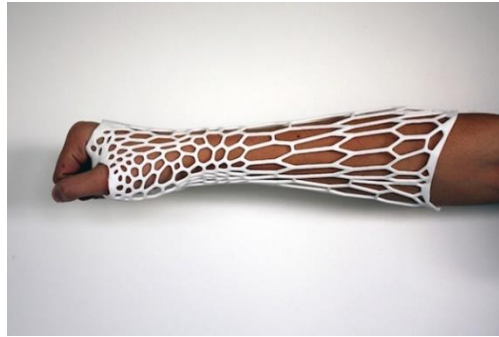
Protézisgyártás mellett még számottevő az egyedi hagyományos gipszeket kiváltó merevítőszervezetek és fogszabályzók, valamint fogszabályzó alkatrészek gyártása.

Bionymtatás, vagyis a különböző sejtek és szövetek 3D nyomtatása új terület, de jelentősége fontos. Célja, hogy az orvostudomány elérje a csontok, és szervek nyomtatását a betegek számára, így elkerülve a szervdonorokra való várakozást. [38]

2.ábra, 3D nyomtatott fogszabályzó [38]



3.ábra, 3D nyomtatott merevítő [35]



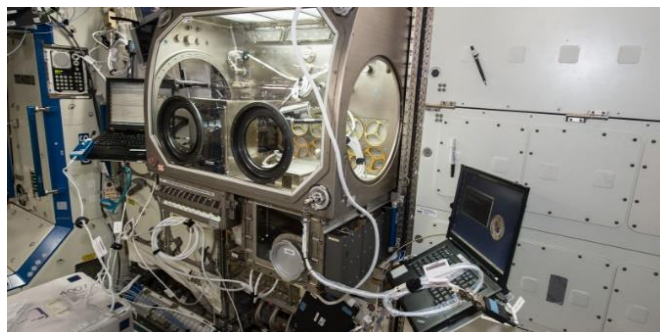
Autóipar

Az autóiparban számos egyéni, alacsony darabszámú gyártás folyik. A gyártók az adott járművet régióhoz, vagy piaci igényekhez is igazítják a termékfejlesztéssel. Előfordulhat, hogy az adott gyártást egy javítás, vagy helyreállítás miatt kell megvalósítani, ezért ezeket az egyéni igényeket az autógyártók 3D nyomtatókkal is elkészíthetik. Termékfejlesztésen belül előszeretettel alkalmazzák munkafolyamatok gyorsítására, mert a tervezőstúdióban a prototípusok gyártása töredékidőbe kerül a hagyományos gyártásokhoz képest. [33]

Űripar

Az Európai Űrügynökség új 3D nyomtatót fejlesztett ki az űrben való használatra. Az eszköz lehetővé teszi, hogy szükség esetén a helyszínen előállíthatók legyenek akár pótalkatrészek, akár szerszámok vagy egyéb szerkezetek. A Nemzetközi Űrállomáson kívül folyamatos kutatások folynak, hogy esetlegesen a Holdon vagy a Marson a felszínen lévő alapanyagokból épületeket nyomtassanak, és csupán csak az épületek kulcsfontosságú elemeit kelljen az új kolónia helyszínére szállítani, így a gyarmatosításának idejét csökkentsék. [40]

4. ábra, ISS 3D nyomtatója [40]



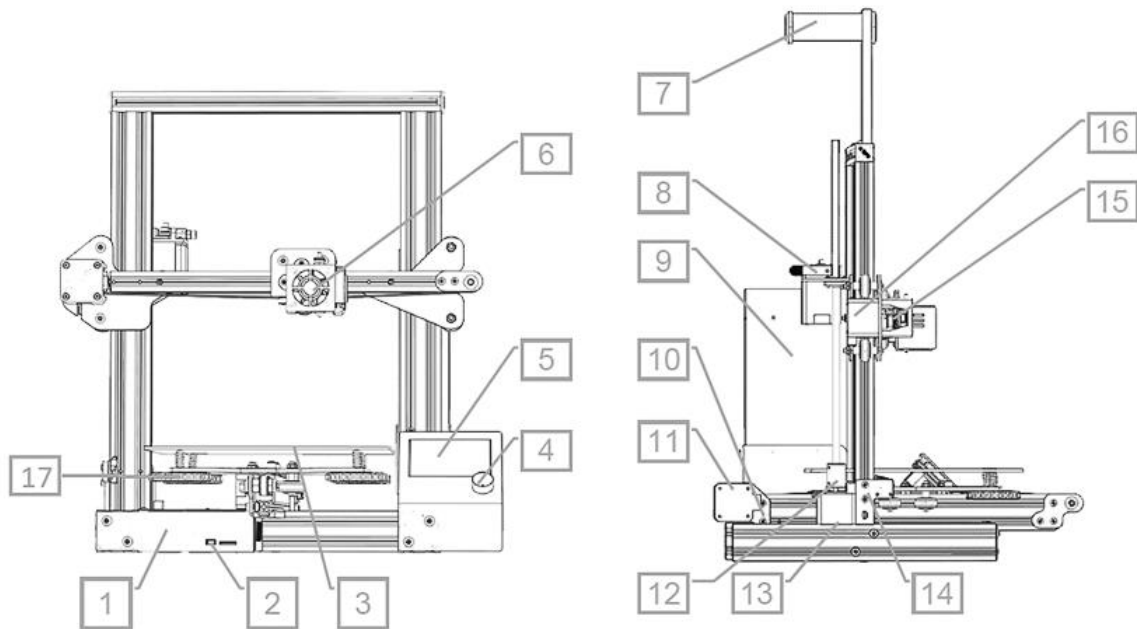
2.4. A nyomtató

Továbbiakban egy Creality Ender 3 pro nyomtatót mutatok be, melynek segítségével a későbbiekben elemzéseket végzek. A nyomtatót a Shenzhen Creality 3D Technology Co, Ltd. cég gyártja, melynek székhelye Kínában található. A cég híres arról, hogy korrekt ár/érték arányban árusít megbízható FDM és SLA nyomtatókat. Az Ender 3 pro nyomtató darabokban, szétszedve érkezik a vásárlóhoz, de több leírást, illetve videót is mellékelnek az összeszereléséről, azonban az interneten is több kicsomagoló és összeszerelő videó található. A nyomtató nem csak nyomtatni tud, fejlesztésként átalakítható, rászerezhető egy magas teljesítményű lézer, mellyel anyagokat gravírozni, égetni, vagy vágni lehet. A lézer mellett elérhető a gépre CNC maró egység is, mellyel puha anyagokba CNC marásokat lehet G-kód alapján végezni. A nyomtatóra elérhető számos más otthon elkészíthető fejlesztés is, melyekkel plusz stabilitás adható a berendezésnek.

A gép nyomtatási jellemzői:

- Nyomtatófej maximális hőmérséklete 250 °C.
- Asztal maximális hőmérséklete 110 °C.
- Maximális nyomtatási sebessége 180 mm/s.
- Fájlformátum: STL, OBJ, G-kód.
- Nyomtatási tér: 220x220x250 mm (szélesség, hosszúság, magasság).
- Fúvóka méretek: 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0 mm (cserélhető).
- Filament mérete: 1.75 mm.
- Minimum rétegmagasság 0.1 mm.

5.ábra, Nyomtató részei számozással [22]



- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| 1. Alaplap | 10. Y irányú végállás kapcsoló |
| 2. USB port és SD kártya olvasó | 11. Y irányú léptető motor |
| 3. Fűthető tálca | 12. Z irányú tengelykapcsoló |
| 4. Vezérlő gomb | 13. Z irányú léptető motor |
| 5. LCD kijelző | 14. Z irányú végállás kapcsoló |
| 6. Extruder fej | 15. X irányú végállás kapcsoló |
| 7. Filament tekercs tartó | 16. X irányú léptető motor |
| 8. Extruder motor | 17. Szintező csavaranya |
| 9. Tápegység | |

A nyomtató 3 koordináta iránnyal rendelkezik (X, Y, Z). X irányú mozgást a nyomtatófej egy sínen végzi, vízszintes irányba, melyen még megtalálható a fejhez bordásszíjjal csatlakozó léptetőmotor, és az X irányú végállás kapcsoló. A végállás kapcsolókkal a léptetőmotorok minden nyomtatás megkezdése előtt „home” pozícióba pozicionálják az extruder fejet. Ez az első réteg miatt nagyon fontos, mert ha a fej túl távol helyezkedik el az asztaltól, akkor nem fogja elérni az anyag a tálcát, így nem tapad le az első réteg, és a nyomtatás már az elinduláskor megghiúsul. Túl közeli fejnél a fűvóka beleérhet és súrolhatja a tálca legfelső rétegét, illetve nem tud kiáramolni az

extruder motor által előtolt anyagmennyiség, ekkor a motor jellegzetes akadó, ugráló, kattogó hangot ad ki.

A sínhez csatlakozik még egy motor, az extruder adagoló. Ez egy fogaskerékkel ellátott léptető motor, mely a megfelelő sebességgel előtolja a filament szálát. Rugó biztosítja a fogaskerék számára a megfelelő szorítóerőt. A sínhez egy menetes orsó csatlakozik, mely le és föl mozgatja a sít a Z irányú léptetőmotorral.

Az előre-hátra mozgást a nyomtatótálca végzi egy sínen, melyhez görgőkkel csatlakozik. A mozgást egy léptetőmotorral végzi bordásszíj csatlakozással. A tálca alatt található 4 db szintező csavaranya, ami a tálca 4 sarkát mozdtítja függőleges irányba, ez a megfelelő szintezés miatt szükséges, hogy elegendő anyag áramoljon ki az első rétegnél nem túl távol az asztaltól, s így a tapadás létrejöjjön. A tálcát 2 fajta felülettel kínálja a gyártó, egyik egy szilícium- karbid bevonatú üveglap, másik egy hajlékony mágneses poliéterimid lap. Nyomtatáskor mindkét felület jó tapadást biztosít a leggyakrabban használt PLA, ABS és PET-G alapanyagoknak, viszont a poliéterimid lap mágneses hajlékony tulajdonságainak köszönhetően egyszerűen kézbe vehető, és hajlítással eltávolítható róla a nyomtatott alkatrész.

6.ábra, Creality Ender3 pro nyomtató [25]



A tálca alatt található a nyomtatóhoz tartozó alaplap, mely fogadja az utasításokat, és folyamatosan képes kommunikálni a számítógéppel egy USB vezetéken keresztül, vagy egy SD kártyáról képes folyamatosan olvasni a nyomtatáshoz szükséges lépéseket, folyamatokat.

A felhasználó számára tartalmaz a nyomtató egy LCD kijelzőt, és egy vezérlógombot is, melyekkel előmelegíthető a nyomtató nyomtatásra, elindítható, szüneteltethető, vagy megállítható a nyomtatás. Külön vezérelhető a 4 léptetőmotor, és az extruder fej hőmérséklete, ami alapanyag cserénél elengedhetetlen, mivel előmelegítés nélkül beleköt az anyag a fejbe, illetve alapanyagcserénél az extruder motor előtolásával kitisztítható a nyomtatófejből a lecserélt alapanyag. A fő oldalon a kijelző az alapadatokat (hőfok, nyomtatás előrehaladottsága, nyomtatás megkezdése óta eltelt idő, és a 3 koordináta helyzete) nyomtatás közben folyamatosan jelezi a felhasználó számára.

2.5. Alapanyagok

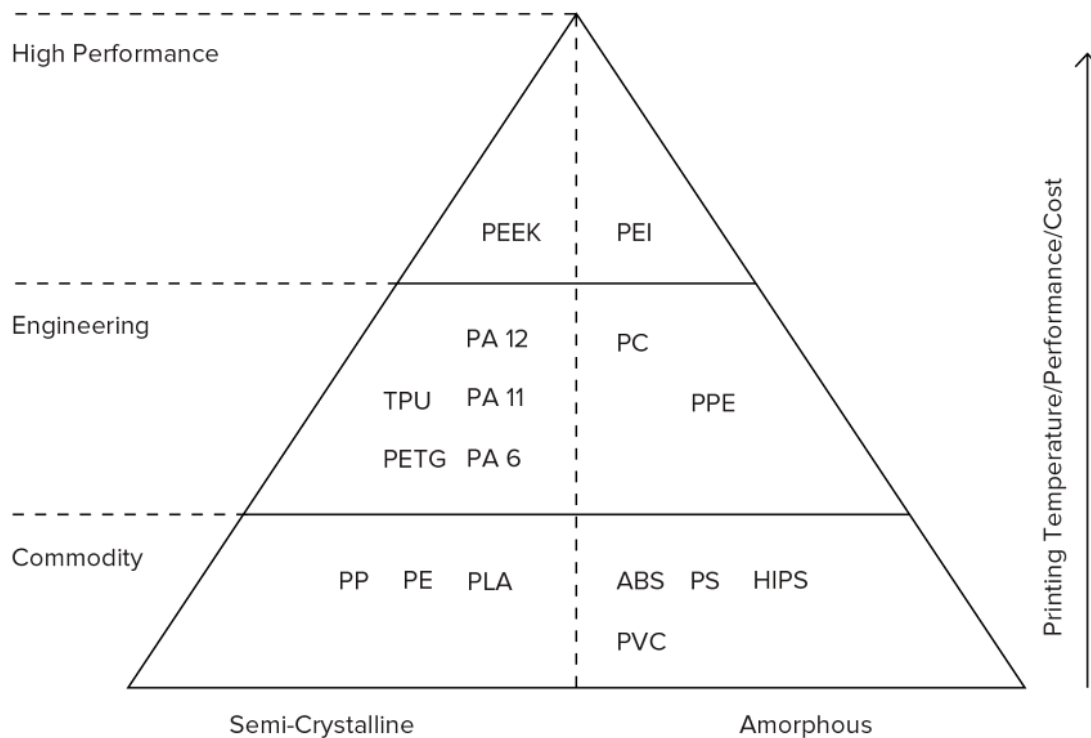
Műanyag nyomtatókon felül léteznek épület, fém, étel 3D nyomtatók is, így a 3D nyomtatás alapanyaga bármi olyan más anyag is lehet, ahol a nyomtatás folyamata alatt a rétegek képesek egymáshoz tapadni, és nyomtatás után nem változik meg drasztikusan a formájuk. A kész alkatrész mechanikai tulajdonságait a 3D nyomtatástechnológián felül elsősorban az alapanyag határozza meg, ezért külön figyelembe kell venni a megfelelő anyagválasztást. Különbőféle felhasználási területek esetén eltérő feladatoknak kell megfelelnie a kinyomtatott alkatrésznek, terméknek. Ezért minden nyomtatás előtt meg kell vizsgálni, hogy a nyomtatáshoz milyen anyagot (műanyag, fém, kerámia stb.), illetve milyen anyagformát (por, gyanta pellet, granulátum, huzal) célszerű választani a feladat betöltésére.

Az FDM technológia alapanyaga egy hengeres polimer szál (filament), mely lehet 1.75 mm vagy 2.85 mm átmérőjű. A filament dobra feltekercselve kapható, melyet egy extruder léptető motor húz le a dobáról, és tolja előre a gépbe. A gépben egy fej előre beállított hőmérsékleten megolvasztja a polimer szálát, majd az előtolás ezt a polimer szálát kitolja egy fúvókán át először az építő tálca előre megírt felületeire, majd tovább halad a gép rétegről rétegre, így létrehozva a kíván testet.

Az FDM nyomtatás nagy előnye, hogy szinte ugyanazokból az alapanyagokból elkészíthetők az alkatrészek, melyeket a fröccsöntés technológiai gyártási folyamatoknál is alkalmaznak. A

következő 7.ábrán látható egy polimer piramis, mely polimereket mutat be, és osztályoz amorf és kristályos tulajdonságokat szétválasztva, teljesítmény, nyomtatási hőmérséklet, és ár szempontjából.

7.ábra, Polimerpiramis [34]



A piramis alján találhatók a legolcsóbb, kevesebb hőmérsékletet igénylő, gyengébb szilárdsági jellemzőkkel bíró hétköznapi anyagok. Ezek az anyagok a legtöbb FDM típusú 3D nyomtatóval elkészíthetők. Középső sávban láthatók a már jobb szilárdsági jellemzőkkel bíró drágább, de megfizethető mérnöki polimerek. Bár a legtöbb FDM típusú 3D nyomtató felső határait súrolják, de kinyomtatható polimerek. A piramis tetején a legdrágább, magas szilárdsági jellemzőkkel bíró polimerek helyezkednek el. Ezek az anyagok már 400 °C körüli fejhőmérsékletet, állandó hőmérsékletű zárt kabint igényelnek, amiket magasabb kategóriás FDM 3D nyomtatókkal lehet elérni. Hétköznapiakban a következő 3 fajta filament a legnépszerűbb: a PLA, az ABS és a PETG. Ezek az alapanyagok széles skálájú színválasztékban kaphatóak, foszforeszkáló, átlátszó vagy portöltetes kivitelekben, és több fajta mechanikai tulajdonsággal elérhetők, melyeket különböző kompozit anyagok hozzáadásával érik el a gyártók.

3 fajta alapanyagot hasonlítok össze, mind a három a Filanora filament gyártótól származik, saját forgalmazói oldalukról.

Az akrilnitril-butadién-sztirol (ABS) a sztirol és akrilnitril tömb vagy emulziós polimerizációjával készül polibutadién jelenlétében. A sztirol biztosítja a jó feldolgozhatóságát, az akrilnitril a jó keménységét, hőállóságát, és kémiai ellenállását, a butadién pedig a keménységet és rugalmasságot biztosítja az anyagnak. Az ABS egy amorf, jó ütésálló képességgel, nagy szilárdsággal és keménységgel rendelkező, vegyszerálló, hőre lágyuló polimer. Legelterjedtebb felhasználású polimer a fröccsöntés technológiában, ebből az alapanyagból készülnek a LEGO termékei is. Nyomtatás közben kellemetlen szagú gázok keletkeznek, ezért a szellőztetés erősen ajánlott. 1 kg-os kiszerelése bruttó 6.299 Ft-ba kerül. Nagy hátránya, hogy nehezen tapad, ezért 110 °C tárgyasztal fűtést, és lehetőség szerint zárt nyomtatóteret igényel. Fúvóka nyomtatási hőmérséklete 220 – 260 °C között ajánlott.

8.ábra, ABS filament [37]



A polietilén-tereftelát (PET) az egyik legelterjedtebb polikondenzációs műanyag, leggyakrabban flakonoknál vagy műanyag palackoknál találkozhatunk vele. A PET-nek módosított változata a polietilén-tereftelát-glikol (PETG). Ez az anyag egyesíti a PLA és ABS anyagok előnyeit. Szilárdsági jellemzők alapján az ABS és a PLA között helyezkedik el. Nagyon erős, ütésálló tárgyakat lehet vele nyomtatni, rugalmasabb a PLA-tól, így tartósabb is. Nyomtatás közben kellemetlen szagú gázok csekély mennyiségben keletkeznek, ezért a szellőztetés nyomtatás közben ajánlott. A Filanora 1 kg-os kiszerelésben bruttó 6.732 Ft-ért kínálja. Könnyebben tapad a tárgyasztalhoz, mint az ABS, de még ő is igényel asztalfűtést, 70-90 °C-ot, és 230-250 °C-os

fűvóka nyomtatási hőmérsékletet. PLA-tól nehezebben nyomtatható, viszont könnyebben, mint az ABS-t.

9.ábra, PETG filament [37]



A polylactic acid (PLA) egy biológiai úton lebomló, hőre lágyuló anyag. Magas keményítő tartalmú gabonafélékből állítják elő tejsavas erjesztéssel, polikondenzációval, vagy dilaktid polimerizációval. Az anyag magas páratartalom hatására pár hónap után bomlásnak indul. Nyomtatása könnyű, vetemedése minimális, és zsugorodása elenyésző. Nyomtatás közben minimális gázok keletkeznek, ezért a szellőztetés nyomtatás közben ajánlott. Felhasználása igen elterjedt a hétköznapi felhasználók körében, mivel az ára alacsony, bruttó 7.695 Ft. Fűthető tárgyasztalt nem igényel, viszont a jobb tapadás elérése érdekében ajánlott 60 °C-os asztalfűtés. Nyomtatási hőmérséklete 200-220 °C között ajánlott, szemben az ABS és PETG magasabb nyomtatási hőmérséklet igényével. Nyomtatás közben ez az anyag a legjobban kezelhető szemben a PETG és az ABS-el.

10.ábra, PLA filament [37]



1.táblázat Alapanyagok összehasonlítása [saját táblázat]

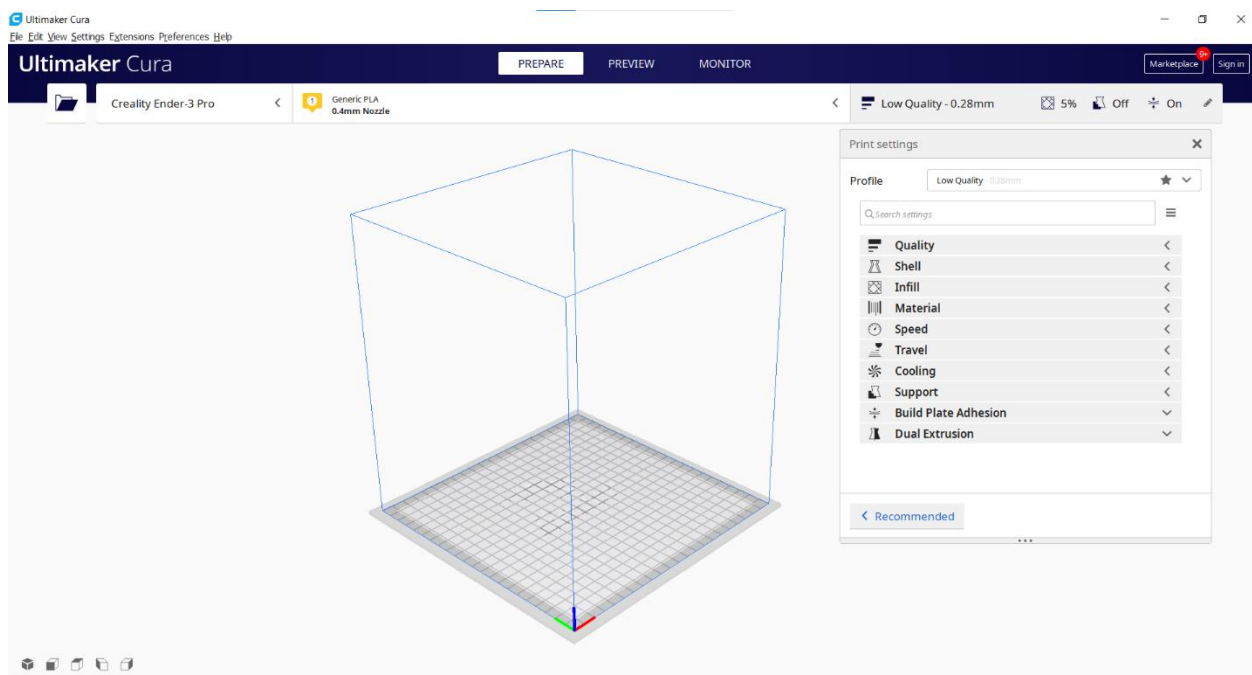
Alapanyag	ABS	PETG	PLA
Extruder hőmérséklet [°C]	220-260	230-250	200-220
Asztal hőmérséklet [°C]	90-110	70-90	60 (de nem szükséges)
Nyomtatási sebesség [mm/s]	40	40	60
Sűrűség [g/cm ³]	1,04	1,3	1,25
Szakítószilárdság [Mpa]	43	42,5	64
Útőszilárdság [KJ/m ²]	19	6,5	5,4
Hajlító szilárdság [Mpa]	66	70	74
Üvegesedési hőfok [°C]	105	76	53
Hőállóság [°C]	150	75	54
Ár [Ft]	6 299	6 732	6 732

A Creality Ender 3 pro asztal hőfoka maximum 110 °C, az extruder maximális hőmérséklete pedig 250 °C. Az ABS és PETG ezen paraméterei a nyomtató határait súrolják, viszont a PLA bőven határokon belül van. Figyelembe véve az anyag könnyű kezelhetőségét, az árát, és hogy nagyon széles körben alkalmazzák a hétköznapiakban, így a PLA alapanyagot választottam a további vizsgálatok alapanyagául. [32]

2.6. Cura szeletelő program

Miután elkészült az STL fájl, azt még egy szeletelő programnak fel kell dolgoznia, és egy a nyomtató számára kezelhető állományt kell létrehoznia. Nyomtatót használók körében ajánlott, és legelterjedtebb szeletelő program az Ultimaker Cura elnevezésű szoftver. Gyártók közötti kompatibilitásával, egyszerű kezelőfelületének köszönhetően számos hasznos funkciót nyújt. Az interneten rengeteg cikk, segédlet, és videó található a program használatáról. Továbbiakban az Ultimaker Cura 4.7.1 szoftver mutatom be.

11.ábra, Cura szeletelő program felülete [saját ábra]



A szeletelő program célja a G-kódot tartalmazó szöveges állomány megírása. Ezt úgy készíti el, hogy felszeleteli rétegekre a testet, minden rétegre külön megírja a fej mozgásának koordinátáit, mettől- meddig kell mozognia a fejnek, és ez alatt mennyi anyagot kell kipréselnie a fűvókán keresztül, vagy éppen visszahúznia üresjáratú pozícionálás esetében. Ezen adatok alapján a nyomtató pontosan el tudja készíteni a kívánt modellt. Az állomány tartalmazza a nyomtatáshoz szükséges hőmérsékletet, sebességeket, mozgási koordinátákat, nyomtatás megkezdésekor az otthon parancsot összegezve minden szükséges információt, ami a nyomtatáshoz szükséges.

A program indítása után be kell importálni a testet tartalmazó STL fájlt. Első körben el kell azt helyezni a nyomtató térben, lehetőség szerint átgondolva, hogy melyik az a pozíció, ahol nem kell, vagy a lehető legkevesebb támaszanyag szükséges a nyomtatáshoz. Ezek után megadható a kívánt nyomtatási minőség. Dísz tárgyak, vagy finom felületminőségű, pontos alkatrészek esetén 0.08 mm ultra finom felülettől, több lépésben a durva 0.32 mm felületű minőség beállítására van lehetőség.

Következő lépésként a falak számát lehet megadni. Itt 2 fajta falat különböztetünk meg, egyik a felülnézetből oldalt található kerületet leíró falak, másik csoport oldalról nézve a test tetején és alján lévő falak. Következő pont a belső térkitöltöttség. Itt megadható a test belső szerkezete, hogy

teljesen üreges vagy épp tömör legyen, de megadható %-os értékben is a belső kitöltöttség. Szabadon választható a belső kitöltöttség mintája több, mint 10 fajta mintából. Beállítható az alapanyagok paraméterei is, ott megadhatók a nyomtatáshoz előre definiált anyagok, de megadható direktben a nyomtatáshoz a filament szükséges hőmérséklete, a tárgyasztal szükséges hőmérséklete. Itt megadható még, hogy nyomtatás közben a mellékventilátor, falak, vagy alátámasztások nyomtatása közben kikapcsolva legyen, vagy százalékos értékben megadható a működésének erőssége.

Az anyagok beállítása utána a sebességek megadása következik. Megadható nyomtatás közben minden falnak, belső térkitöltésnek, üresjáratok pozicionálásnak, alátámasztás nyomtatásának a sebessége. Sebességek beállítása után lehetőség nyílik az üresjáratok adatok megadására. Elsősorban itt állítható be a szálvisszahúzási beállítás, és a hozzá tartozó sebességek, illetve a Z hopp megadása. A szálvisszahúzás az üresjáratok pozicionálás előtt történik, hogy az ömledéket minimálisan visszahúzza üresjárat közben a gravitáció hatására a megtelt fűvókából kevés, vagy ne folyjon ki, ezzel vak szálakat létrehozva a nyomtatott testen. A Z hopp egy olyan beállítás, ahol üresjárat mozgásokkor a fej megadott magasságban magasság irányba elmozdul, átpozicionálja magát egy másik koordinátára, majd visszaereszkedik a folyamatban lévő következő rétegre.

Következő beállítás a plusz hűtés. A nyomtatófejek mellékventilátorát kapcsolja ki vagy be, melynek levegője a fűvókára van vezetve a nyomtatás igénye szerint. Mértéke százalékos értékben állítható vagy teljesen kikapcsolható.

Beállítható még a nyomtatáshoz szükséges alátámasztás. A nyomtató nyomtatási minőségétől függően, de 40-60 fokos szögig tud a levegőbe építeni. Kisebb szögek, kinyúlások esetén szükséges támaszték építése. 2 fajta támasztékot kínál a program, melléjük pedig számos paraméter lehetőségét.

Támasztékok után az asztalra építhető plusz opciók beállítására van lehetőség. Első, mikor semmi plusz módot nem használunk a nyomtatás közben. A test nyomtatását a nyomtató azonnal, az első réteg elkészítésével kezdi. Második lehetőség a Skirt-nek nevezett szoknya. Ezen beállítás a nyomtatás megkezdése előtt a testet adott távolságban körbekeríti. Erre azért van szükség, hogy mielőtt elkezdi a test nyomtatását a nyomtató, addig egyenletesen áramoljon a filament az extruderben, ezzel a szakaszos áramlás a kritikus első rétegnél elkerülhető.

Harmadik lehetőség a Raft, ez a lehetőség plusz rétegeket ad a nyomtatandó tárgy alá, így az első réteget magára a Raft tetejére, nem pedig a nyomtató tálcára építi plusz tapadást adva az alkatrésznek felületi romlás nélkül. Az alkatrész jól hozzátapad a tálcára épített Raft-ra, de egyszerűen le is válik a nyomtatás végeztével. Ebben az esetben tökéletes első rétegek szoktak elkészülni némi plusz anyag felhasználásával. Negyedik és egyben utolsó lehetőség a Brim, az az karima készítése. Nagyon hasonlít a Raft módhoz, azzal az eltéréssel, hogy itt az első réteg a nyomtató tálcán készül el, de az első réteg köré épít a nyomtató egy plusz tapadást biztosító felületet. Ez az érzékeny vetemedésre hajlamos részek felválását gátolja meg a tárgyasztaltól, illetve plusz tapadást biztosít az első rétegnek és a testnek, viszont felületi romlást, utómunkát igényel. [25]

2.7. Vállalkozási adófeltételek

Annak eldöntésére, hogy milyen vállalkozási formát válasszak, meg kell nézni, hogy melyik milyen adóterhet jelent, melyiket szükséges főállásban, illetve mellékállásban folytatni, mennyi induló tőke szükséges az egyes vállalkozási formákhoz, melyik mennyi adminisztrációs munkát igényel, milyen hosszú az alapítási procedúra, milyen speciális szabályokra kell odafigyelni.

Adószámos magánszemély

Adószámos magánszemély önálló tevékenység, amely alapján magánszemély bizonyos gazdasági foglalatosságot végez. Mellette van úgynevezett főállása, biztosítási jogviszonya. Az adószámos magánszemély a T101 nyomtatványon bejelentkezik a NAV-hoz, ahol nyilvántartásba veszik, adószámot kap. Ilyen irányú munkavégzése során számlát állít ki. Tevékenységét időszakosan végzi, nem rendszeresen, nem üzletszerűen. Nem minden tevékenységet lehet ebben a formában végezni, ezért ennek pontosabban utána kell járni. Ez a forma a tevékenység indulásakor jöhet szóba, amikor még nem rendszeres, eseti a munkavégzés. Ha már a rendszeresség és üzletszerűség is megjelenik, lehet dönteni arról, hogy másik vállalkozási formát válasszunk.

Adózás:

Személyi jövedelemadó fizetési kötelezettség a jövedelem (bevétel-költség) után 15 %.

SZOCHO 13 %, amennyiben nincs kifizető.

Nincs iparűzési adófizetési kötelezettség.

Választható tételes költségelszámolás vagy 10 % költséghányad alkalmazása.

Tételes költségelszámolás esetében számlával kell a költségeket igazolni, és csak az önálló tevékenységhez kapcsolódó költségeket lehet elszámolni.

10 %-os költséghányad alkalmazásakor a bevételből 10 % költség számolható el, a bevétel 90 %-a lesz a jövedelem.

ÁFA tekintetében lehet választani az alanyi mentességet, mely értékhatár 2025. évtől 18.000.000 Ft-ra emelkedett. Ebben az esetben számláiban nem tüntet fel áfát, nem kell az áfát nyilvántartani, befizetni. A másik megoldás az ÁFA körös bejelentkezés.

Bevallás: éves szja bevallás nyomtatványon kell megtenni, a jövedelmet önálló tevékenységből származó jövedelemként kell szerepeltetni.

Egyéni vállalkozás:

Magyarország területén természetes személy letelepedés keretében üzletszerű, rendszeresen, nyereség és vagyonszerzés céljából, saját gazdasági kockázatvállalás mellett folytatott gazdasági tevékenysége.

Egyéni vállalkozó nyilvántartásba vételét Webes ügysegéden vagy személyesen a NAV-nál kezdeményezheti. Az egyéni vállalkozó a nyilvántartásba olyan tevékenységet jelenthet be, amely szerepel az Önálló Vállalkozók Tevékenységi Jegyzékében (ÖVTJ-kódok), és amelynek jogszabályi feltételeit teljesíti.

A tevékenység végezhető másodállásban vagy heti 36 órát meghaladóan főállásban. Az egyéni vállalkozó adószámot kap. Ezután be kell jelentkeznie a kamarához, a helyi önkormányzatnál az iparűzési adó alá. Áfakörös választás esetén bankszámlaszámot is kell nyitnia. Adózás szempontjából tételes adózás, vagy átalányadózás közül lehet választani.

Átalányadózás:

Az átalányadózást választó egyéni vállalkozó jövedelme a bevétel törvényben meghatározott számla nélkül elismert költségekkel csökkentett része. 2025-ben az éves minimálbér 10-szerese, 34 896 000 Ft bevételi összeghatárig alkalmazható. A bevételből ÖVTJ-től függően 40 %, illetve

80 % költséghányad vonható le. Adómentes az átalányadózó egyéni vállalkozó jövedelmének az éves minimálbér felét meg nem haladó része, 1 744 800 forint. Az átalányban megállapított jövedelem adóköteles része az összevont adóalapba tartozik. Adóelőleget negyedévente, a negyedévet követő hó 12-éig kell megfizetni. A személyijövedelemadó-bevallásában negyedéves bontásban kell szerepeltetni a megfizetett adóelőleget. A személyijövedelemadó-bevallási határidő az adóévet követő év május 20-a.

TB fizetés: Az egyéni vállalkozó társadalombiztosítási járulékának alapja 2025-ben havonta legalább a minimálbér, a járulékot az adott hónapra a minimálbér után kell megfizetni. Illetve létezik az úgynevezett „göngyölítéses módszer”, e szerint negyedévente össze kell adni az aktuális negyedévben, illetve a megelőző negyedévben megszerzett szja-köteles jövedelmet, és abból ki kell vonni a megelőző negyedévben járulékalapként figyelembe vett összeget. Az így meghatározott összeget annyi hónappal kell elosztani, ahány hónapban az egyéni vállalkozó biztosított volt. Az átalányadózó egyéni vállalkozó éves minimálbér felét el nem érő jövedelme szja-mentes, ezért ez a jövedelemrész nem képez járulékalapot sem.

A SZOCHO alapja a minimálbér, garantált bér 112,5 %-a.

Ha az egyéni vállalkozónak van e tevékenysége mellett heti 36 órás más munkaviszonya, vagy tanulmányok folytatása mellett végzi, akkor 18,5 %-os TB járulék, és a 13 %-os SZOCHO alapját a göngyölítéses módszerrel kell megállapítani. Ugyanakkor, amíg az átalányban megállapított jövedelme nem haladja meg a 1 744 800 Ft-ot, nem kell TB járulékot és szociális hozzájárulási adót fizetnie, de bevallást be kell nyújtania.

A fentebb leírtakat és a heti 40 órás munkaviszonyomat figyelembe véve az egyéni vállalkozó tevékenység után, tehát 1.744.800 Ft után nem kell sem szja-t, sem TB-t, sem SZOCHO-t fizetni. Kezdő vállalkozóként érdemes munkaviszony mellett választani, és később dönteni a továbbiakról.

Tételes költségelszámolás:

Egyéni vállalkozóként választható a tételes költségelszámolás.

SZOCHO alapja a vállalkozói jövedelem, de legalább a minimálbér.

TB alap a minimálbér, mellékfoglalkozás esetén a minimálbér 30 %-a.

KATA-Kisadózó vállalkozások tételes adója

Speciális adózási forma a KATÁS egyéni vállalkozó: A KATÁT választhatja egyéni vállalkozó, egyéni cég, Bt., valamint kizárólag magánszemély taggal rendelkező KKT.

Ez a vállalkozási forma már csak főállásban végezhető.

- Csak magánszemélyek részére számlázhat a vállalkozó.
- Árbevétele nem haladhatja meg a 18 000 000 Ft-ot.
- Adóterhe mindössze 50 000 Ft a 18 millió forintos KATA keretig, felette 40 % különadót kell fizetni.

Bt.

Jogi személyiséggel rendelkező társaság. A társasági szerződésben a tagok arra vállalnak kötelezettséget, hogy üzletszerű közös gazdasági tevékenységet folytatnak. Alapításához két fő szükséges. Legalább 1 tag (beltag) felelőssége korlátlan és a többi beltaggal egyetemleges, míg legalább egy másik tag (kültag) csak a társasági szerződésben vállalt vagyoni betétje szolgáltatására köteles.

Ehhez a társasági formához két tag szükséges, ezért ennek létrehozása most nem aktuális.

Kft.

A korlátolt felelősségű társaság olyan gazdasági társaság, amely előre meghatározott összegű törzsbetétekből álló törzstőkével alakul, és amelynél a tagok kötelezettsége a társasággal szemben csak törzsbetétjének szolgáltatására és a társasági szerződésben megállapított egyéb vagyoni értékű szolgáltatására terjed ki. A társaság kötelezettségeiért – a törvényben meghatározott kivétellel – a tagok nem felelnek. Már egy fővel is alapítható. Létrehozása 3 000 000 Ft tőkével lehetséges.

Adózás lehet:

- kisvállalati adózás vagy
- társasági adó szabályai szerinti adózás.

A két adózási forma között a költségszerkezet, a kifizethető osztalék, a profittermelő képesség alapján lehet választani.

Összefoglalva, és korábban leírtakat figyelembe véve véleményem szerint kezdetben az adószámos magánszemély vállalkozási formát választanám. Ha előreláthatólag nem lesz rendszeres bevétel, vagy induláskor érdemes ezt választani. Ha nincs bevétel, nem kell adózni. Később, amikor már látszik az igény, lehet dönteni, hogy másik vállalkozási formára térjek át.

Ha rendszeres, üzletszerű a tevékenység akkor szóba jöhet az egyéni vállalkozás munkaviszony mellett. Ennek kedvező az adózása, a minimálbér feléig nem kell sem szja-t, sem TB-t, sem SZOCHO-t fizetni.

Ha főállású vállalkozóként végezném akkor KATÁS vállalkozóként 50.000 Ft adót kell fizetni. Egyéni vállalkozó főállásban átalányadózással, vagy tételes költségelszámolással kalkulálhatok.

A társasági forma bonyolultabb, ezért a kezdetekben ezekkel nem tervezek.

A tevékenység elkezdésekor el kell dönteni, hogy a 2025-től érvényes TEÁOR'25 szerinti besorolásban milyen kódszámú a tevékenységem. A C (feldolgozóipar) 18 (Nyomdai és egyéb sokszorosítási tevékenységek) 1812, 1813, 1820 tevékenységek közül választhatok.

3. Anyag eszköz és módszer

3.1. Vállalkozás indításának feltételei

Vállalkozás indításához elengedhetetlen a megfelelő technikai háttér. Az alapot egy megbízható **3D nyomtató** jelenti, amelynek kapacitása és technológiai jellemzői igazodnak a vállalkozás célkitűzéseire. Ehhez szükséges egy **számítógép**, amely megfelelő teljesítménnyel rendelkezik a nyomtatáshoz kapcsolódó szoftverek (pl. szeletelőprogramok, és 3D tervező szoftverek) zökkenőmentes futtatásához. Az alapanyag biztosítása szintén alapfeltétel, esetünkben PLA filamentek (1,75 mm átmérőjű, mint a Filanora gyártótól), amelyek a nyomtatás minőségének kulcsfontosságú elemei.

A nyomtató karbantartásához, és tisztításához szükséges eszközök is elengedhetetlenek, mivel a hosszútávú és folyamatos üzemeltetés során ezek biztosítják a hibamentes működést. Ezen felül kopóalkatrészeket (pl. fűvókák, mágnestálca) is célszerű tartalékban tartani, hogy egy esetleges meghibásodás ne okozzon leállást. Szükségesek még egyéb kiegészítő eszközök, melyekkel minimális esztétikai utómunka elvégezhető a kinyomtatott félkész termékeken.

Mindezek mellett a helyiség kialakítása is fontos: a megfelelő szellőzés, tárolási lehetőségek (ABS és PET-G esetében), és az energiaellátás elengedhetetlen a zavartalan működéshez. Ezek a tényezők együtt biztosítják a vállalkozás gördülékeny elindulását, és fenntarthatóságát.

3.2.A 3D nyomtató tartozékai és fejlesztési lehetőségei

Ebben a fejezetben kitérnék a 3D nyomtató beszerzésére, és a nyomtató fő részeinek fejlesztésére.

3.2.1. 3D nyomtató

A nyomtató mellyel rendelkezem egy Creality Ender 3 Pro típus, mely egy alap hobbi 3D nyomtató. A nyomtatót 2020.01.20-án vásároltam az Aliexpress webshopból 70.860 Ft-ért. A szállítási költség ingyenes volt, Uniön belül (Csehország) érkezett, így az ár már tartalmazta a feladó országában megterhelt áfa és vám terheket.

12. ábra, Creality Ender 3 Pro nyomtató [25]



A szakirodalomfeldolgozásba már részleteztem a nyomtató részeit, az alábbiakban pedig kitérnék azokra az egyéb alkatrészeire melyek segítségével a nyomtató, és a nyomtatás minősége javítható. [25]

3.2.2. Nyomtató tálca

Első és legfontosabb a nyomtató tálca. Gyárilag a nyomtatóhoz 2 fajta tálca jár egy mágneses rugalmas lap és egy üveglap. Hátrány az alapértelmezett lapnál, hogy a tapadás nem mindig egyenletes, az első réteg rosszul tapadhat, ami minden nyomtatásnál, főképp a liotophane-nél kritikus szempont. A megfelelő cél elérése érdekében a fényképet élére állítva kell kinyomtatni, ami nagyon kicsi éltapadást biztosít, ellenben a kép magasságával számolni kell. Ez idővel egyre nagyobb kilengést okoz, és erősebben terheli a tapadást. Hátránya még, hogy a tálca a nyomtatványok eltávolításánál megtörhet (mellékletek 10.1. ábra), mellyel egyenetlen alapot biztosít a nyomtatandó testnek, és első réteg számára. Javasolt egy PEI nyomtató lapnak a beszerzése, mely szintén mágneses, viszont robosztus a felület, mely a nyomtatandó tárgy első rétegével találkozik porbevonatos, mely kiváló tapadást biztosít előfűtött tárgyasztallal, viszont lehűlés után könnyű eltávolítást biztosít. Hideg tárgyasztal használatnál is alkalmazható, ilyenkor csökken a tapadás értéke, viszont a porbevonat még így is biztosabb felületet biztosít szemben a

gyári lapokhoz képest. A mágneses lap rugalmas annyira, hogy egyszerűen eltávolítható a nyomtatott tárgy.

13. ábra, PEI nyomtatólap [25]

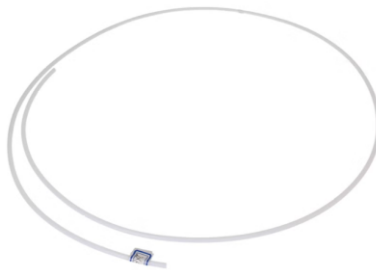


A nyomtatólapot a 3DJake webshopból rendeltem 2024. december 20-án 15.490 Ft-ért. Szállítási költsége díjmentes volt. [25]

3.2.3.PTFE cső

A dombormű nyomtatás nagyon precíz adagolást igényel. A 3D nyomtatón súlycsökkentés érdekében nem közvetlenül a fejen, hanem a Z tengely tartókonzolán, felfogatáshoz közel helyezkedik el a léptető extruder. A 2 pont közötti távolságot egy cső hivatott megoldani. Gyárilag egyszerű Teflon csövet biztosítanak a nyomtatóhoz, mely az esetembe 1 év alatt tönkrement (10.2. ábra mellékleteknél). A teflon cső egészen a fűtőegységig megvezeti az alapanyagot, ahol azonnal olvadékká válik 190-250 fok közötti hőmérsékleten. A gyárilag biztosított cső hosszútávon nem bírta elviselni ezt a hőmérsékletet, elégett, ezáltal dugulást, elakadást okozott. Javasolt mihamarabb beszerezni egy minőségibb teflon csövet, mely magasabb hőmérsékletre tervezett. Fontos még a tefloncső minősége, ugyanis előtolásnál az alapanyag, és a cső belső felülete súrlódik egymáson. Olcsó silány minőségű termékeknél nő a súrlódási együttható, mely a finom, és precíz litophane-nél megengedhetetlen.

14. ábra, PTFE cső [25]



A PTFE csövet a 3DJake webshopból rendeltem 2024. december 20-án 2.180 Ft-ért. Szállítási költsége díjmentes volt. [25]

3.2.4.Ventillátor

Litophane nyomtatásnál javasolt a gyári radiálventilátort lecserélni a nyomtatóról, egy jobb teljesítményű ventilátorra. Kilépéskor az alapanyag ömledék, ezért a szép eredményért törekedni kell a mihamarabbi megszilárdulásra. Ezt plusz hűtéssel lehet orvosolni. Környezeti hűtés azért nem ajánlott, mert maga a nyomtatótérbe fűtés kell (alaplap és fej) egyetlen helyen, a kilépési ponton szükséges a hűtés. Ezt ventilátorokkal lehet a legegyszerűbben elérni.

15. ábra, Ventilátor [25]



A nyomtatólapot a 3DJake webshopból rendeltem 2024. december 20-án 3.500 Ft-ért. Szállítási költsége díjmentes volt. [25]

3.2.5. Rugók nyomtatóágyhoz

Fontos a nyomtatáshoz a megfelelő tárgyasztal magasság. Ezt a tárgyasztal alatt lévő 4db rugó, és egy szintező metrikus csavar biztosítja. Eredeti alkatrész egy műanyag szintező anya, gyenge minőségű rugókkal. Ezek kiváltására beszerezhető egy asztal szintező készlet, mely 4db erős rugót biztosít a fém anya mellett. Ezekkel megelőzhető, hogy a tárgyasztal magassága elállítódjon. Eddigi tapasztalataim ezt is igazolják: egy nyomtatásnál hozzáért a szintező csavarhoz a nyomtató egyik kábele, mely minden előre és hátra mozgásnál lazított az anyán, míg végül teljesen elengedte a kötést, majd a tárgyasztal bal hátsó sarka teljesen fellazult, ezzel a nyomtatás megghiúsult. Ez a hiba megelőzhető lett volna a szintező készlettel, melyben található erősebb előfeszítő rugó.

16. ábra, szintező készlet [25]



A nyomtatólapot a 3DJake webshopból rendeltem 2024. december 20-án 3.924 Ft-ért. Szállítási költsége díjmentes volt. [25]

3.2.6. Szárítóberendezés

Minden filamentre jellemző, hogy a levegőben lévő nedvességtartalmat magába szívja, ezáltal nyomtatáskor a 200 fokos fejben gőzbuborékok keletkeznek, melyek a fűvókán át távoznak. Ez meglátszódhat a nyomtatandó tárgyon, mely egy precíz pl.: litophane nyomtatásnál megengedhetetlen. Általánosságban ez tárolással és alapanyag felhasználással orvosolható. Ha egy tekercs nincs használatban célszerű levákuumozni silical golyókkal, vagy felbontás után a lehető leghamarabb ajánlott elhasználni. Ha ezek nem megoldhatók, létezik egy egyszerűbb módja is a filament frissen tartására egy egyszerű berendezés. Előre beállítható a szárított alapanyag

paramétere, így a kívánt páratartalom szárító hőmérséklete, és a szárítás időtartama. Nyomtatás előtt pár órával, de maximum 12 órával célszerű a tekercs filamentet elkezdni szárítani majd a szárított filamentet felhasználni a nyomtatásra.

17. ábra, Space Pi Filament szárítódoboz [25]



A nyomtatólapot a 3DJake webshopból rendeltem 2024. december 20-án 29.634 Ft-ért. Szállítási költsége díjmentes volt. [25]

3.3. A tervező program és a változótábla

A litophane elkészítéséhez szükséges egy ház alkalmazása, mely vastagabb fallal rendelkezik, mint maga a dombormű. Ez azért szükséges, hogy a fény ne áramoljon ki az oldalsó falakon, a fő területre, a domborműre koncentrálódjon. A ház is 3D nyomtatással készül, mivel a fényképek szélesség és hosszúsági mérete változhat, egyedi ház készítésére van szükség. A domborműnek kapcsolódnia kell a testhez a fix rögzítés érdekében. Mivel egy vékony testről beszélünk ez legegyszerűbben úgy alkalmazható, ha a kép kerületén körben egy 2,5mm vastag egyenletes síkfelület fut körben, mely egy sínbe csúsztatva illeszkedik a házhoz. Ez megakadályozza, hogy a kép elmozduljon a helyéről. Szükséges még a házban egy kivágás, ahol a fényforrás van összekötve egy vezetékkel az áramforráshoz. Végezetül még egy tetőre van szükség, mely lefedi. A tető szoros illesztéssel kapcsolódik a nyomtató házhoz egy karimán keresztül. A tervezéséhez a SolidWorks programot használtam.

Maga a ház állandó falvastagsággal rendelkezik minden oldalról, és a méretei csak a domborműtől függnék ezért elkészíthető egy változó tábla, mely egy egyszerű Excel táblázat, ami összeköthető a tervező programmal. Lényege, hogy felépítésénél figyelembe kell venni azokat az értékeket, melyek változhatnak, esetünkben a dombormű befoglaló méretei. Ebből, ha állandó mindenütt a falvastagságunk egyszerű képletekkel kiszámolható milyen méretek szükségesek a dombormű házának elkészítéséhez. Szerencsére a SolidWorks program egyszerűen kezeli a táblázatokat és a Microsoft Excel programmal is kommunikál. Megadható több méret is melyeket a táblázat adott sorában és oszlopában lévő cella értékével megegyező. Fontos megjegyezni, hogy mindig szükséges meghagyni kiadódó méreteket, illetve fontos az elkészítésénél az alapos átgondolt felépítés. Viszont, ha egyszer elkészül, és jól működik a későbbiekben elegendő csak a dombormű befoglaló méreteit megadni változóként, és másodpercek alatt elkészül a 3D test, mely ki exportálható a szeletelő programba.

4. Saját munka

4.1. Tervezett egyedi ajándéktárgyaim bemutatása

Litophane

A litophane más néven dombormű egy fényképből generálódott 3D test, domborszerű kép. Alapelve, hogy nagyon finom pontossággal, fény intenzitással mutatja meg a kép különbségeit, ezáltal hozza létre a megjelenítendő mintázatot.

Működése abban rejlik, hogy a falvastagságok és rétegek változtatásával a vastagabb részeken kevesebb, a vékonyabb részeken több fényt enged át a test, így a vastagabb részek sötétebbnek, a vékonyabb részek világosabbnak látszanak. Eredmény egy nagyon részletes és kontrasztos kép, mely háttérvilágítás nélkül egy fehér lap. Előszeretettel alkalmazzák személyre szabott egyedi ajándékként és dísz tárgyakként egyaránt. Dolgozatomban a 9x10 cm, és 10x15 cm normál méretű képek mellett egy kulcstartóra akasztható domborművet (22. ábra) is bemutatok. Ezeken felül számos lehetőség van ezek alkalmazására, az egészen kicsi pénztárcába illő daraboktól kezdve, az ékszereken át, akár éjjeli lámpabúra használatára is.

Esküvői ajándéktárgyak: ültetőkártya, asztalszám, torta dekor és „Mr&Mrs” felirat

Egyeztettem esküvőszervező és dekoros ismerőseimmel, hogy volna-e igény egyedi személyre szabott 3D nyomtatott tárgyak használatára a piac ezen szegletében. Egyhangúan azt a visszajelzést kaptam, hogy a névre szóló ültetőkártyára (18. ábra), és egyben köszönőajándékra nagyon is lenne igény, valamint az asztalszámra is (19. ábra). A Tortadekorra megoszló visszajelzés érkezett (20. ábra). Javaslatot kaptam még a Mr & Mrs feliratokra (21. ábra), melyet a főasztalon középén szoktak elhelyezni.

18. ábra, ültetőkártya [saját ábra]



19. ábra, asztalszám [saját ábra]



20. ábra, tortadekor [saját ábra]



21. ábra, Mr & Mrs felirat [saját ábra]



22. ábra, kulcstartós dombormű [saját ábra]



Név betűkből

Az esküvőszervező ajánlata volt még az ültetőtáblákon 3D nyomtatás módon kihelyezni az ifjú pár nevét betűkből, mely egy dekorként funkcionál hasonlóképpen, mint a főasztal mögötti falon szokott lenni nagy méretű betűkkel az ifjú pár neve, vagy monogramja kiírva. Eddigi munkáim során nyomtattam már betűkkel nevet (23. ábra), melyeket ajtókon, szobafalakon dekorként alkalmaztak gyerekeiknél a szülők.

23. ábra, név betűkből [saját ábra]



4.2 Egyedi ajándéktárgyak elkészítése

Ebben a fejezetben a nyomtatás menetét fogom ismertetni egy MATE logós dombormű nyomtatásán keresztül. Azért esett a domborműre a választásom, mert a többi ajándéktárgy folyamata teljesen megegyezik a domborműével, amint a szeletelő programba érkezik a modell, viszont a domborműnyomtatásnál vannak olyan modell elkészítési lépések, melyek elengedhetetlenek munkám során.

4.2.1. Kép kiválasztása a domborművekhez

A litophane elkészítése több lépésből áll. Első és legfontosabb egy jól megválasztott kép. Fontos, hogy a képnek legyen kontrasztja, legyen jól elkülöníthető világos, és sötét rész. Nem célszerű egy olyan képet választani, ahol a háttér, és a kép témája egybemosódik, vagy nagyon hasonló színű, mert a litophane csak kontrasztos képeknél tudja az árnyalatkülönbségeket kihangsúlyozni. A túl részletes kép sem célravezető, mert a részletek sokaságába elveszhet a téma. A litophane nem tudja visszaadni az apró részleteket, főleg, ha túl sok van belőlük. Egyszerű példaként értendő, hogy jobb/könnyebb egy olyan képpel dolgozni, amely egy szobába, vagy fal előtt készült, szemben egy természetben, fa előtt fotózott képpel, ahol a levelek, ágak nagyon részletes háttért alkotnak. Ilyen esetekben is elkészíthető a test, de a nyomtatónak több időre van szüksége az apró részletek kidolgozásához.

Fontos a kép világossága. Túl sötét vagy épp kiégett képnél, ahol nehezen kivehetőek a részletek a litophane sem tud a távolságokkal játszani, ilyen esetekben összemosódik az eredmény.

Rendkívül fontos még a kép mérete és felbontása. A rossz minőségű, homályos, vagy pixeles képek nem fognak jól mutatni. A nagyon pixeles képeket a litophane kép részletnek is érzékelheti, és ilyenkor kockássá válik.

Végül a színválasztás. A litophane csak a fény áteresztését használja, így a színek nem jelennek meg a képeken. Legjobb egy szürkeárnyaltos kép, de a színes képekből is egyszerűen készíthető 3D test, az eredmény viszont minden esetben szürkeárnyaltos lesz. Az egyetlen fontos szempont az árnyalatok, árnyékok megléte. Kerülendő az olyan lebutított képek, melyeknél csak a színek különböztetik meg az alakzatokat, témákat, mert ezeknél az árnyalatok nem lesznek jól láthatók.

Diplomadolgozatomban a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem logóját (24.ábra) fogom kinyomtatni és azon keresztül mutatom be a termék elkészítését, a képkiválasztástól a kész produktumig.

24. ábra, MATE logó [48]

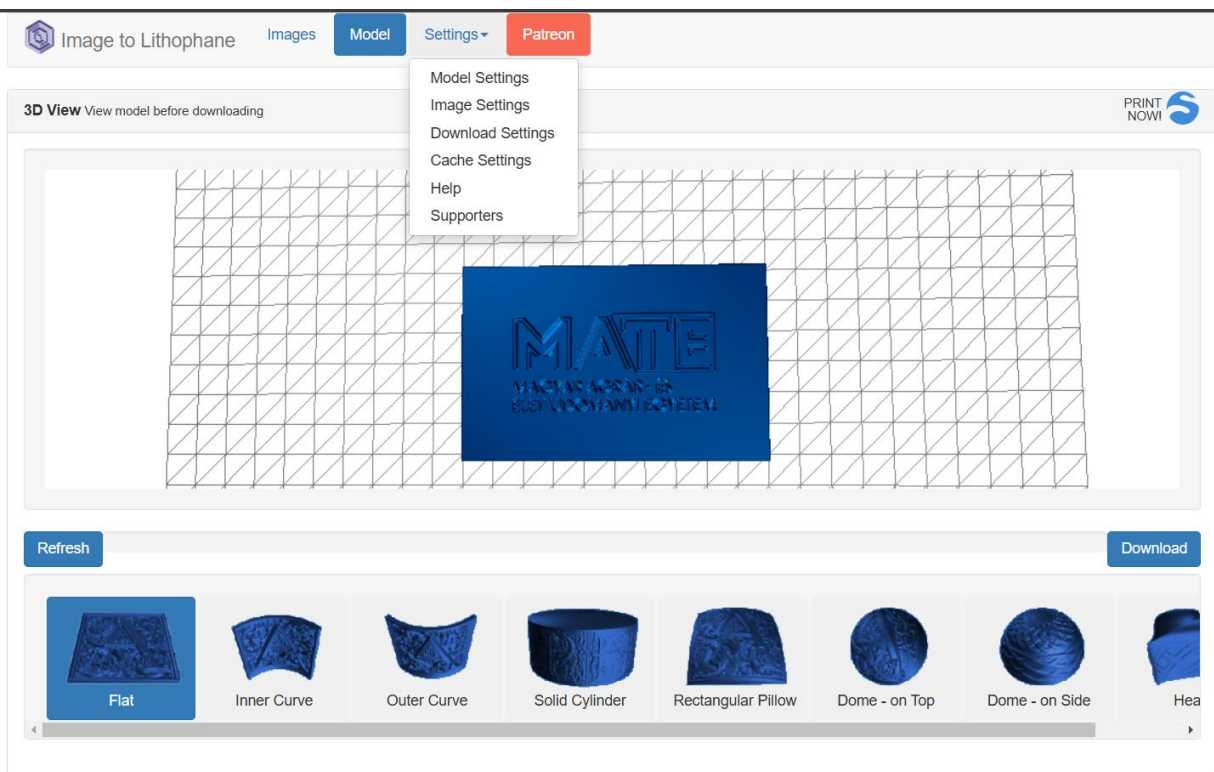


4.2.2. Kép átalakítása 3D modellé

A kép kiválasztását követően interneten számos litophane készítő ingyenes online felületen elérhető szoftver megtalálható. Dolgozatomban a 3dp.rocks weboldal generátorát használom. Ezen az oldalon elérhető több típusú litophane is, készíthető domború, homorú, esetleg lámpaburának használható kör típus is. Megfelelő képpel akár gömb, és egyéb formájú geometriák is alkothatók. Első lépésként a képet szükséges feltölteni az „IMAGES” lapfülön (25.ábra), majd az oldal rögtön

szemléltet egy előnézeti képet (24.ábra). Fontos beállítások a „SETTINGS” fülön érhetőek el. A modell beállításában megadhatóak olyan adatok, mint a keret vastagsága, fal vastagsága, legvékonyabb méret, szélességi méret, de a vektorok pixelenkénti értéke is. Beállítható a fénykép pár tulajdonsága is, pl.: pozitív vagy negatív formában történt a feltöltés, de lehetséges tükrözni is a képet. Végül elegendő a Download lehetőséget kiválasztani, és a böngészőn keresztül meg is kapjuk a kész képünket STL formátumban, amit a szeletelő program tud kezelni.

25.ábra, 3dp.rocks felülete [saját ábra]



4.2.3. Szeletelő program

Az előző fejezetben elkészített test következő lépése a szeletelés. A 2.6 fejezetben már részletesebben kifejtett szeletelőprogramba beimportálható modell megjelenik a virtuális térben. A domborműnél legfontosabb, hogy a már említett árnyékolással, és fényintenzitással működik, ezért a test nem lehet belső térhálós a kitöltöttsége. Legjobb, ha a falakat állítjuk egy olyan magas darabszámú értékre, mely meghaladja a valós rétegek számát.

A falakat előlről, és hátulról számolja a szeletelő program, ezért a Shell fülön a Wal Line Count értéknél minimum 5 értéknek kell szerepelni esetünkben, ugyanis kevesebb értéknél belső

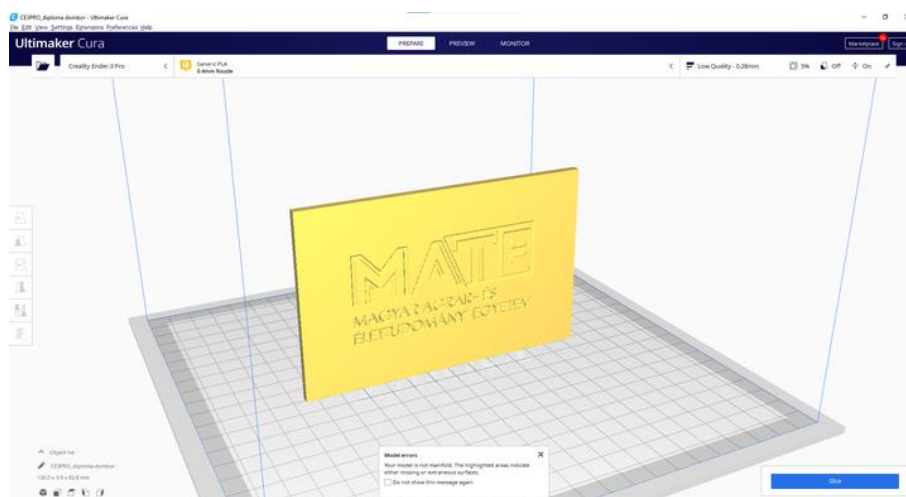
térhálós kitöltést alkalmaz. Az Infil 100%-os értékű megadása nem célszerű, ugyanis belső saffozással tölti ki a belső teret a nyomtató, mely szintén ront a kép minőségén. A legszebb kép elérésének érdekében célszerű a már említett falak számát megadni legalább akkorára, de inkább magasabb értékre, mint a valós falak száma.

Fontos a megfelelő hűtés, ezért minden esetben bekapcsolva kell legyen minden ventilátor maximum sebességfokozaton, hogy az anyag a fűvókát elhagyva azonnal dermedjen, ezzel megakadályozva a megfolyásokat és egyéb deformációkat.

A 3.2.2 fejezetben már részletezett kritikus első réteg tapadása elengedhetetlen. A test a nyomtatótálcával érintkező felülete nem elegendő, ezért plusz tapadás a Build Plate Adhesion fülön 2 lehetőség közül választható. Egyik a Brim, mely egy szoknyát képez a test köré, mely csatlakozik a tárgyhoz, ezzel több tapadást biztosítva (10.6.ábra) illetve a Raft, mely épít a test alá egy nagyobb területen alapot, melyre kerül a test (melléklet 10.7. ábra). A 2 lehetőség fő különbsége a rétegek száma, míg előbbi egy réteget épít a test köré, utóbbi beállítás 4 réteget épít a test alá, ezzel több alapanyagra és nyomtatási időre van szüksége a nyomtatónak. Emellett a Brim csatlakozik a test széléhez, míg a modell a Raft lehetőségre ráépül, a kép felületét nem roncsolja. A nyomtatások befejeztével erre a plusz tapadást segítő részekre nincs szükség, ezért eltávolításra kerülnek. Személyes tapasztalatim alapján, mivel a dombormű közvetlen szélei nem látható felületek, ezért a Brim beállítást szoktam alkalmazni az alapanyag és idő mértékének csökkentése érdekében.

Ezek után elegendő a Slice paranccsal elvégezni a test útvonalának megírását, mely egy külső adattároló segítségével egyszerűen átvihető a 3D nyomtatóba.

26. ábra, elkészült modell Cura szeletelő programban [saját ábra]



4.2.4. 3D nyomtatás folyamata

A 4.3.3 fejezetben leírtak után az adathordozót a nyomtatóhoz szükséges csatlakoztatni, bekapcsolás után ki kell választani azt a fájlt, melyet nyomtatni szeretnénk. Első lépésként a nyomtató felfűti a nyomtató tálcát az előírt hőfokra, majd folytatja a felfűtést a nyomtató fejben. Ha eléri a kívánt hőfokokat, Home pozícióba mozog, ami a 3 koordináta 0 értéke, innen indul a nyomtató feje. Nyomtatás előtt a G-kódban számomra be van építve egy tisztító szálhúzás a nyomtató tálca bal szélére, erre a folyamatos, és egyenletes anyagáramlás indulás miatt van szükség.

A tisztítószál húzás után a nyomtatófej pozicionál az első réteg megkezdéséhez, majd megkezd az első réteg leírását. Minden megírt réteg után Z irányba (magasság) mozog a fej egy réteg magasságot, majd a következő réteg megírásával folytatja. Célszerű minden nyomtatáskor az első rétegeknél a nyomtató mellett maradni, ugyanis ez a legkritikusabb szakasza a nyomtatásnak, ha nem megfelelő az első rétegek tapadása, azon esetekben megnő az esélye a felszakadásnak, ami a nyomtatás sikertelenségét eredményezi. Idővel a további rétegek nyomtatásánál nem feltétlenül szükséges őrizni a nyomtatót, de célszerű időnként ránézni, és távolról hallgatni, bármi rendellenesség esetén mihamarabbi beavatkozás érdekében.

27. ábra, MATE logó nyomtatás közben [saját ábra]



28. ábra, elkészült termék [saját ábra]



4.3. Nyomtatások költségei

A nyomtatás folyamán számos költség keletkezik több forrásból, melyeket részletesebben elemezni fogok. A költségek 2 csoportra bonthatók, fix és változó költségekre

- Nyomtatás során elhasznált energiából származó költségek (változó).
- Nyomtatás alapanyagaiból származó költségek (változó).
- Programokból adódó költségek (fix).

4.3.1. Nyomtatási áramköltségek

Nyomtatás során az elhasznált energiára végeztem számításokat. Először az áram árát vettem alapul, mely a vizsgálat ideje alatt Magyarországon 2025 januárjában 70,1 Ft/kWh. Az összes nyomtatás során ezzel az áram ár összeggel számoltam.

Az elfogyasztott villamosenergiát lehetséges lett volna a nyomtató maximum teljesítményével (270W) is meghatározni, viszont ez a fogyasztás csak akkor áll fenn, ha a fej és nyomtatótálca felfűtés alatt állnak, és mind a 4 léptetőmotor üzemel egy időben. A nyomtatások alatt ilyen nagyon csekély esetekben fordulhat elő, ugyanis a felfűtés a nyomtatás elindulása előtt megtörténik, ha a berendezés eléri az üzemi hőfokot, és elindul a nyomtatás onnantól csak hőtart. Ezért beszereztem egy Delight 20296B (melléklet 10.3. ábra) hálózati fogyasztásmérőt, melynek segítségével mértem a vizsgált nyomtatások energiafelhasználását. Van lehetőség a mérőműszeren megadni a villamosenergia kWh összegét is, de én csak a fogyasztást mértem a műszerrel, minden további adatot Excel táblázatban számítottam ki.

A számítások során az alábbi lépéseket hajtottam végre:

- 3 nyomtatás alatt mértem az elhasznált energia értékét, melyet elosztottam a nyomtatás idejével, így megkaptam a nyomtatások ideje alatt a felvett pillanatnyi villamos teljesítmények átlagát [kW]. Képleteimben ezt az értéket P_{ny} jellel jelöltem.
- A nyomtatási időket, és az elhasznált alapanyag súlyát a Cura szeletelőprogram a G kód generálásnál automatikusan kiszámolja. Ebben a pontban az idő értéket [óra:perc] pontossággal meghatározza, ami a valóságot nagyon pontosan megközelíti. Ezért számításaim során ezt az értéket vettem alapul 2 tizedes óra pontossággal. Képleteimnél jele: h [h]
- Ezek után, hogy megkaphassam az egyes nyomtatások alatt elhasznált összes villamosenergia értékét, a felvett villamos teljesítményt [P] kell megszorozni a nyomtatási idővel [h], melynek értéke [kWh]
- Végül pedig a kiszámolt elhasznált villamosenergiát szükséges megszorozni az áram árával, mely 70,1 Ft/kWh, így megkapjuk az elhasznált villamos energia összegét Ft mértékegységben.

Ezek alapján az energia költség:

$$E_{kny} = P_{ny} \cdot h \cdot A \quad (1)$$

Ahol

- E_{kny} a nyomtatáshoz szükséges energia költség [Ft]
- P_{ny} a nyomtató felvett villamos energia átlag teljesítménye [kW]
- h a nyomtatás ideje [h]
- A villamos energia ára [70,1 Ft/kWh]

Így a MATE logó esetében az energiaköltséget az alábbiak szerint számoltam ki:

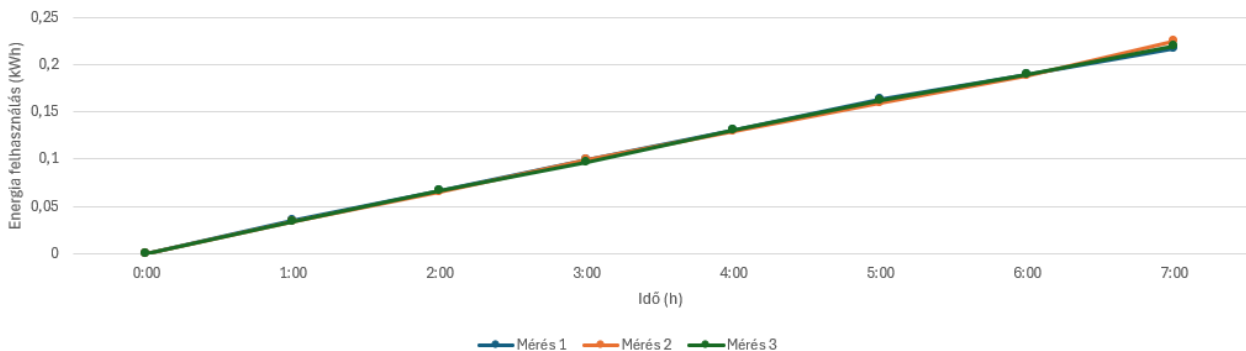
$$E_{kny} = 0,052696 [kW] \cdot 10,7[h] \cdot 70,1 \left[\frac{Ft}{kWh} \right] = 39,53 \left[\frac{Ft}{db} \right] \quad (2)$$

Fontos még megjegyezni a filament szárító berendezést, mely egy PTC technológiájú fűtőberendezés. Vizsgálatom során a nyomtatásokhoz is használt PLA alapanyagot szárítottam, melynek 50 fokos kabinhőmérsékletre van szüksége a nyomtatási idő alatt. (Ha szabadon tároljuk a filamentet abban az esetben a nyomtatás megkezdése előtt 4 órával már szükséges elindítani a szárítóberendezést, hogy az első métereket is legyen ideje kellően kiszárítani.) Esetemben az alapanyagokat a nyomtatások alatt a szárítóberendezésben tároltam, és abból adagoltam a 3D nyomtatóba. A filament végig tefloncsövön keresztül van megvezetve, így levegővel nem érintkezik. A nyomtatások befejeztével a szárítóberendezésből a filamentet légmentesen záródó zacskókba teszem, ha hosszabb távon tárolom, akkor vákuumozott, és lesütött zacskókba rakom az alapanyagokat silical géllal, így esetemben elegendő csak a nyomtatások alatt alkalmaznom a szárítóberendezést.

A szárítóberendezés energiafogyasztását 3 méréssel számoltam ki. Szintén csatlakoztattam a hálózati mérőeszközhöz. A vizsgálat során 3 egymástól jól elkülöníthető fogyasztási értékeket figyeltem meg. 2 fázisra osztható a berendezés működése, első fázis a felfűtés, ahol szobahőmérsékletre az előírt, esetünkben 50 fokos hőmérsékletre, felfűtötte a belső teret a berendezés. Ebben az esetben 200W körüli pillanatnyi teljesítményfelvétele volt az eszköznek. Ez a fázis 3 percig tartott, amint elérte a beállított hőfokot ez után következett az alacsonyabb fogyasztású fázis, ahol még további 2 részre osztható a fogyasztás. Egyik fázis a készenléti

üzemmód, ahol a PTC elem nem fűt, ilyen esetekben maximum 3W fogyasztást figyeltem meg. Másik fázisa a hõn-tartás. Ebben az esetben rövid idõkre, másodpercekre bekapcsol a fûtõelem, ilyenkor megugrik a fogyasztás, ez 80W-tól egészen 130W-ig terjed igény függvényében. Sajnos hosszú távon többszõri leolvasással nehéz a fogyasztás pontos meghatározása a magas ingadozásokkal, ezért üzemelés mellett óránként leolvastam az addigi összes elfogyasztott energiát, s ezeket az értékeket rögzítettem, az alábbi diagrammon ábrázoltam.

29. ábra, Szárítóberendezés 7 órás üzemeléseinek fogyasztása [saját ábra]



A diagrammról leolvasható, hogy a szárítóberendezés fogyasztásai lineáris görbéket eredményeznek, melyből kikövetkeztethető, hogy a berendezés állandó fogyasztású, kiugró értékekkel nem rendelkezik. A pillanatnyi fogyasztás meghatározásához 3 mérést vettem alapul, ezeket táblázatba rendeztem (melléklet 10.8. táblázata), ahol oszloposan feljegyeztem minden órában az elfogyasztott összes energiát, minden mérés minden órájában kiszámoltam összesen mennyi energiát vett fel a szárítóberendezés, és ezeket átlagoltam. Ebből adódóan az első mérésből óránként 0,031kW, második mérésből óránként 0,032kW, és a harmadik mérésből óránként 0,031kW átlag fogyasztást mértem, melyek egymáshoz közeli értékek. További számításaim során a legmagasabb átlagértéket vettem alapul $P_{sz}=0,032kW$

A nyomtatás alatt üzemelt a szárítóberendezés is, ezért a nyomtatási időket (h) megszoroztam a szárítóberendezés előzőekben meghatározott átlagfogyasztásával (P_{sz}), így megkaptam a szárítóberendezés minden nyomtatásánál keletkező energiaköltségét.

Képletesen:

$$E_{ksz} = P_{sz} \cdot h \cdot A \quad (3)$$

Melyeknél:

- E_{ksz} a szárításhoz szükséges energia költség [Ft]
- P_{sz} a szárítóberendezés felvett villamos energia teljesítménye [kW]
- h a nyomtatás ideje [h]
- A villamos energia ára [70,1 Ft/kWh]

Az áramköltség behelyettesítve MATE logós nyomtó képletébe:

$$E_{ksz1} = 0,032 [kW] \cdot 10,7[h] \cdot 70,1 \left[\frac{Ft}{kWh} \right] = 24 \left[\frac{Ft}{db} \right] \quad (4)$$

4.3.2. Nyomtatás alapanyagaiból származó költségek

A Cura szeletelőprogram minden kalkulációnál számol egy közelítő súly, és időértéket. Ez tapasztalataim alapján megfelelően pontos. A program egész gramm pontoságú értékkel kalkulálja ki a nyomtatások alapanyag felhasználását. Filamentjeimet a Filanora magyar webáruházból vásárlom, ahol 1kg fehér PLA 7.695 Ft, melyből következik, hogy 7.695 Ft 1gramm filament alapanyag ára. A 7.695 Ft-ot elegendő megszorozni a program által kalkulált súly értékkel.

Képletesen:

$$A_k = A_s \cdot U \quad (5)$$

Melyeknél:

- A_k az alapanyag költsége [Ft]
- A_s az alapanyag súlya [g]
- U (unit) pedig 1 gramm alapanyag ára [Ft/g]

Behelyettesítve MATE logós nyomtó képletébe:

$$A_k = 109 [g] \cdot 7,695 \left[\frac{Ft}{g} \right] = 838,755 \left[\frac{Ft}{db} \right] \quad (6)$$

4.3.3. Programokból adódó költségek

Munkám során 3 programot használok. Elengedhetetlen, és egyben legfontosabb a szeletelő program. A Cura elnevezésű program, melyet használok az Ultimaker 3D nyomtatókat gyártó cég fejleszti. A cégcsoport ingyenes támogatást és hozzáférést nyújt a programjához, a legtöbb 3D nyomtatóhoz, ezért ennek a bérleti költsége ingyenes.

Fontos megjegyezni a dombormű generáló felületet is. Ezekből számtalan elérhető online az interneten, az általam alkalmazott, és használt verzió, is így az szintén ingyenes, és költségekkel nem jár.

Harmadik szoftver a SolidWorks tervező program. A SolidWorks támogatja az újonnan induló vállalkozásokat, ezért számukra, és Startupok számára első évben ingyenes, második évben 70% kedvezménnyel, harmadik évben 50% kedvezménnyel kínálja szoftvercsomagját, ha az alábbi 3 feltétel teljesül:

- Fizikai termékek tervezése, fejlesztése, és gyártása piacon való értékesítés céljából.
- Vállalkozás bevétele nem haladja meg az 1 millió USD-t.
- A vállalkozás legfeljebb 5 éves.

Esetünkben mind a három feltétel teljesül, ezért a megfelelő dokumentumok benyújtása után a vállalkozás jogosult a tervezőprogram első éves ingyenes periódusára.

4.3.4. Nyomtatások költségeinek összesítése

Az alábbi táblázatban összefoglaltam az előző pontokban kiszámolt nyomtatási időket, ezekből kiszámolt energia költséget, az anyag költséget, és a domborművekhez szükséges plusz eszközt, alkatrészt. Ezeket összegezve megkaptam az előállításához szükséges összes költséget.

2. táblázat, vizsgált ajándéktárgyak áram, alapanyag és kiegészítő igénye [saját táblázat]

Sorszám	Megnevezés	Energia költség $(E_{kn}y+E_{ksz}) \left[\frac{Ft}{db} \right]$	Alapanyag költség (A_k) $\left[\frac{Ft}{db} \right]$	Led ára $(-)\left[\frac{Ft}{db} \right]$	Előállítás összes költsége (K_{ny}) $\left[\frac{Ft}{db} \right]$
1	Dombormű MATE 10x15	63,53	838,76	750	1 574
2	Dombormű MATE 9x13	36,41	469,40	750	1 178
3	Dombormű lekerekített 10x15	71,15	954,18	750	1 697
4	Dombormű lekerekített 9x13	42,95	584,82	750	1 300
5	Dombormű kulcstartó	15,04	69,26	-	84
6	Ültetőkártya (10fő)	18,80	61,56	-	80
7	Mr & Mrs felirat	43,24	554,04	-	597
8	Asztalszám	33,15	292,41	-	326
9	Torta dekor	11,58	146,21	-	158
10	Nevek, név feliratok (Liza)	42,75	469,40	-	512

A táblázatból látható, hogy a nyomtatások költségei alacsonyak. Az energiafelhasználás minimális, ugyanis a berendezés méretei kicsik, nem szükséges fűteni nagy tereket, alkatrészeket. Az alapanyag felhasználás pedig minimális, ez a belső üreges kitöltésnek köszönhető, mellyel jelentős alapanyag takarítható meg. Fontos megjegyezni viszont, hogy a nyomtatási idők magasak. Leginkább a domborműveknél látszik a fél napos nyomtatási idő, mely idő alatt egyetlen késztermék készül el. Ez a nyomtatási folyamatból adódik, a már korábban említett rétegek leírása okán. A domborművek leírásához, hogy késztermékként szép kép jöjjön létre, nagyon precíz, és finom felületminőséget kell megadni a szeletelő számára, esetünkben a képeknél ez 0,16mm. Ahhoz, hogy ezt a felületminőséget hozni tudja a nyomtató 526 darab rétegre kell felszeletelnie a testet, mely azt eredményezi, hogy 526 alkalommal kell leírnia a fejnek felül nézetből nézve a kép rétegét. Ez időigényes a folyamat során.

4.4. Amortizációs számítás

A 3D nyomtatók amortizációja több tényezőtől függ. Befolyásolja egyrészt az alapanyag használata, felső határokon lévő alapanyaggal való használat csökkenti az élettartamot, befolyásoló tényezők még a külső környezeti hatások (környezeti hőmérséklet, levegőben szálló porkoncentráció stb.). Fontos a tervszerű megelőző karbantartások betartása, és számos egyéb szempont. Általánosságban elmondható, hogy egy Creality Ender 3 Pro típusú 3D nyomtató 5 év élettartammal rendelkezik optimális működési körülmények között.

Lineáris értékcsökkenési leírás alkalmas alacsony költségű tárgyi eszközök leírására. A 3D nyomtató, mellyel rendelkezem a maga 70.860 Ft bruttó értékével, alacsony összegű tárgyi eszköznek számít, ezért ezt a leírási módot választottam amortizációs számításaim során.

Éves értékcsökkenési értéket a leírandó érték, és a tervezett használati idő hányadosával kapom meg, mely esetünkben:

$$\text{Éves értékcsökkenés} = \frac{\text{leírandó érték}}{\text{tervezett használati idő}} = \frac{55\,780 \text{ [Ft]}}{5 \text{ [év]}} = 14\,172 \frac{\text{[Ft]}}{\text{[év]}} \quad (7)$$

Ezekkel az adatokkal már táblázatos formában leírható 5 évre a lineáris értékcsökkenés:

3. táblázat, berendezés amortizációja [saját táblázat]

Évek száma	Bruttó érték	Éves értékcsökkenés	Halmozott értékcsökkenés	Nettó érték év végén
1.	70 860 Ft	14 172 Ft	14 172 Ft	56 688 Ft
2.	70 860 Ft	14 172 Ft	28 344 Ft	42 516 Ft
3.	70 860 Ft	14 172 Ft	42 516 Ft	28 344 Ft
4.	70 860 Ft	14 172 Ft	56 688 Ft	14 172 Ft
5.	70 860 Ft	14 172 Ft	70 860 Ft	0 Ft

Lineáris értékcsökkenési leírással minden évben 14 172 Ft összeggel csökken a 3D nyomtató értéke, mely az 5. évben 0 Ft lesz.

4.5. Megtérülésszámítás

A megtérülés számításához szükségesek az alábbi adatok:

- termékek egységára,
- előállított darabszám,
- Előállításból származó bevétel,

Melyeket az alábbi pontokba fogok részletesebben elemezni, és kiszámolni.

4.5.1. Termékek egységárainak meghatározása

A haszonkulcs árképzés lényege, hogy a termékek előállításához szükséges költségekhez egy haszonkulcsot adnak hozzá, melyből az eladási értéket kapják meg. Esetemben az eladni kívánt termékeket az alábbi képlet segítségével határoztam meg:

$$K_e = K_{ny} \cdot (1 + H_{sz}) \quad (8)$$

Ahol:

- K_e az egy termék eladási költsége [Ft]
- K_{ny} a nyomtatások összes költsége [Ft]
- H_{sz} a haszonkulcs, állandó érték (90 %).

A termék eladási költségéhez szükséges még egy költséget hozzáadni, mely a humán erőforrás költségeit fedezi, melyek a szeletelőprogram, és Esetenként a tervező programok használatát fedezik. Így a termék eladási költsége az alábbiak szerint alakul:

$$K_e = K_{ny} \cdot (1 + H_{sz}) \cdot K_h \quad (9)$$

Ahol:

- K_e az egy termék eladási költsége [Ft]
- K_{ny} a nyomtatások összes költsége [Ft]
- H_{sz} a haszonkulcs, állandó érték (90 %)
- K_h a humán erőforrás költsége, állandó érték (3,5).

Behelyettesítve MATE logós nyomtó képletébe:

$$K_e = 1\,652 [Ft] \cdot (1 + 0,9) \cdot 3,5 = 10\,469,06 \left[\frac{Ft}{db} \right] \quad (10)$$

Továbbiakban a 4. táblázatban foglaltam össze a többi termék eladási költségeit

4. táblázat, ajándéktárgyak eladási költségeinek alakulása [saját táblázat]

Sorszám	Megnevezés	Előállítás összes költsége $(K_{ny}) \left[\frac{Ft}{db} \right]$	Termékeke eladási költségei $(K_e) \left[\frac{Ft}{db} \right]$
1	Dombormű MATE 10x15	1 652	10 988
2	Dombormű MATE 9x13	1 256	8 351
3	Dombormű lekerekített 10x15	1 775	11 806
4	Dombormű lekerekített 9x13	1 378	9 162
5	Dombormű kulcstartó	84	561
6	Ültetőkártya (10fő)	80	534
7	Mr & Mrs felirat	597	3 972
8	Asztalszám	326	2 165
9	Torta dekor	158	1 049
10	Nevek, név feliratok (Liza)	512	3 406
	Összesen:	7 819	51 994

4.5.2. Egy évben előállított darabszám

Megtérülés számításhoz szükséges kiszámolni az éves darabszámot is. Egy évben összesen 8760 óra áll rendelkezésre. Ha minden terméket (melyeknek már egyszeri nyomtatással kiszámoltam az előállítási költségét) elindítok egyszer a nyomtatási idejük 63,77 óra, azaz 63 óra 46 perc, ezt az időt, ha elosztom az év összes órájával 137,38-szor tudom elindítani a nyomtatót egy évben. Ez egy nagyon kisarkosított érték, ennyiszor nem lehetséges elindítani a valóságban a nyomtatót, ugyanis szükséges a nyomtatót karbantartani, minden nyomtatás között telik el minimális idővesztés, míg a felhasználó kiválasztja a programot, felfűt a nyomtató stb. esetenként alapanyagot cserélni, vagy leüresedett alapanyagdob pótlása, de egyszerűen az a veszteség, ha a humán erőforrás nem tud a nyomtatás befejeztével azonnal közbeavatkozni. Ezen idővesztések okán 90 elindítást, azaz 90 darabszámot határozok meg minden termékből egy

évben. Visszaellenőrzésként, 63 óra 46 perc (63,77 óra) 90 darabszámú elindítás összes előállítási ideje:

$$h_{\text{összes év}} = T_{\text{összes}} \cdot d \text{ (éves darabszám)} = 63,77 [h] \cdot 90 [db] = 5739 [h] \quad (11)$$

Az év összes órájából (8760 óra) kivonva a 90 darabszámú elindítás előállítási idejét:

$$h_{\text{holtidő}} = h_{\text{év}} - h_{\text{összes év}} = 8760 [h] - 5739 [h] = 3021 [h] \quad (12)$$

az az 125,86 nap egy évben, mely 10,49 nap egy hónapban, mely elegendő egy gondosan felépített előállítási folyamatnak.

4.5.3. Árbevétel meghatározása

Az egy évben előállított darabszám már ismert, a termékek előállítási költségei ismertek, így a kettő szorzatával meghatározható az árbevétel, ami:

$$\hat{A}rb = d \cdot K_{\text{összes}} = 90 [db] \cdot 51\,994 [Ft] = 4\,479\,438 [Ft] \quad (13)$$

Ahol:

$\hat{A}rb$ az árbevétel [Ft]

d az egy évben előállított darabszám [db]

$K_{\text{összes}}$ az összes vizsgált termékek egyszeri előállítása [Ft]

4.5.4. Termékekből származó árbevétel

Nyereségem meghatározásához szükséges az éves árbevétel, és az összes kiadás (fix és változó költség):

- az árbevételem már ismert: 4 479 438 Ft
- költségek még meghatározandó: energia + csomagolás kiegészítők (állandó költségek) + alapanyag (változó költségek)

$$K = K_{\hat{a}} + K_v = 304\,389 + 759\,243 = 1\,063\,631 Ft \quad (14)$$

$$K_{\hat{a}} = (E_k \cdot d) + (d \cdot z) + (K_k \cdot 4 \cdot d) =$$

$$K_{\hat{a}} = (378,595 \cdot 90) + (90 \cdot 3,5) + (750 \cdot 4 \cdot 90) = 304\,389 Ft \quad (15)$$

$$K_v = (A_k \cdot d) \cdot (1 + F_k) = (4440,02 \cdot 90) \cdot (1 + 0,9) = 759\,243 \text{ Ft} \quad (16)$$

Ahol:

- K a költségek [Ft]
- K_a az állandó költségek [Ft]
- K_v az változó költségek [Ft]
- E_k az energia költség [Ft]
- A_k az alapanyag költség [Ft]
- d az éves darabszám [db]
- z egy szorzó tényező a csomagolóanyag költségekhez (3,5)
- K_k a kiegészítők költsége [Ft] (4 termékre vonatkozó darabonkénti összeg)
- F_k a filament anyagok általános költségeihez tartozó szorzó tényező

Az árbevételemet, költségeimet ismerve meghatározható az egységár hozam, és az egységár ráfordítás, és a nyereség:

$$e\acute{a}_h = \frac{\acute{A}rb}{T \cdot d} = \frac{4\,679\,438 [Ft]}{10 \cdot 90 [db]} = 5\,199 \text{ [Ft]} \quad (17)$$

$$e\acute{a}_R = \frac{K_v}{T \cdot d} = \frac{759\,243 [Ft]}{10 \cdot 90 [db]} = 844 \text{ [Ft]} \quad (18)$$

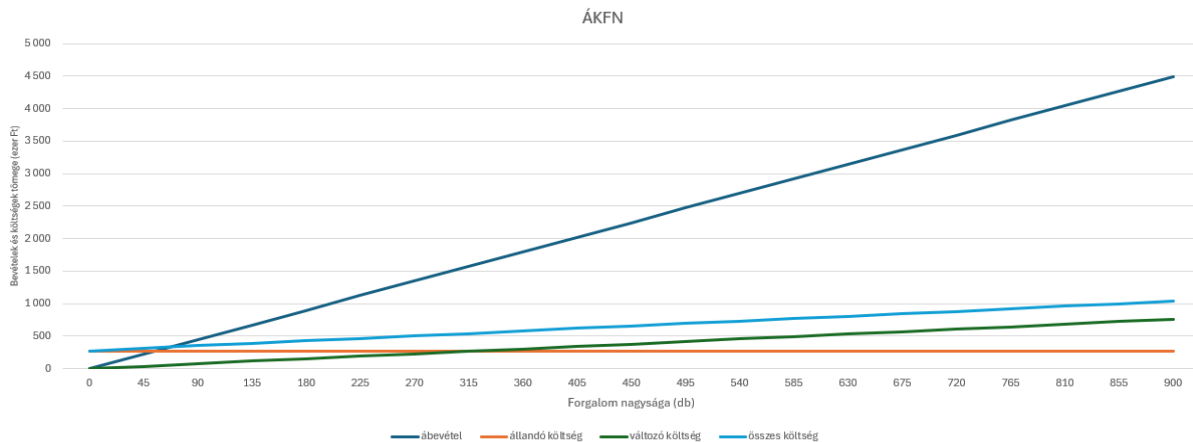
$$Ny = \acute{A}rb - K = 4\,679\,438 [Ft] - 1\,063\,631 [Ft] = 3\,615\,807 [Ft] \quad (19)$$

Ahol:

- $e\acute{a}_h$ az egységár hozam [Ft]
- $e\acute{a}_r$ az egységár ráfordítás [Ft]
- $\acute{A}rb$ az árbevétel [Ft]
- K a költségek [Ft]
- Ny a nyereség
- T az összes termék típusa
- d az éves darabszám [db]

A fenti számításaim alapján már fel tudom venni az ÁKFN struktúrát. Az ábrán egyértelműen látszódik, a fedezeti pont eléréséhez 196 db eladott termék szükséges arányosan. Ez felett a tevékenységből már nyereség keletkezik.

30. ábra, ÁKFN struktúra [saját ábra]



4.6. Vállalkozási forma kiválasztása

A piackutatást figyelembe véve úgy gondolom, hogy az egyéni igények, és magas érdeklődés miatt megérné egy üzleti vállalkozást elkezdeni a vizsgált területen. A tevékenység hamar megtérül, és gazdaságos, viszont az alacsony szint miatt sajnos új belépők, versenytársak megjelenése idővel garantált.

Az éves nyereségemet tekintve, mely 3 615 807 Ft, jelen állapotában csupán melléktevékenységre alkalmas, vagy a volumen növelése ajánlott. Volumen növelésén belül legcélravezetőbb szerintem a tevékenység bővítése más területekre (akár nagyobb piaci igény félmérése vagy cégek megkeresése bérnyomtatás céljából), minőség javítása, és több 3D nyomtató beszerzése, melyeknek nagyobb a teljesítményük.

Az egyéni vállalkozás előnyös lehet abban az esetben, ha alacsonyabb árbevétellel számolok. Ez különösen igaz jelen helyzetben, mivel a bevétel függ a gyártott termék iránti kereslettől, és nem ipari méretű tevékenységről van szó. Nem szükséges hozzá kezdőtőke, és a főállásomat sem kell feladnom a működtetéséhez. A megrendelések mennyisége korlátozottabb lehet, hiszen főként magánszemélyeknek történő értékesítés a cél, de így is megfelelő indulási lehetőség.

Összegezve az egyéni vállalkozást választom, az előző bekezdésben említett részletek, miatt továbbá a főállás megtartása mellett szabadidővel társítom a tevékenységet.

5. Következtetések és javaslatok

Javaslataim között első körben a 3D nyomtatók kiválasztását szeretném kiemelni. Fontos egy, vagy több jó teljesítményű nyomtató. Kiválasztásnál célszerű átgondolni a nyomtatási folyamatokat. Léteznek már különféle olyan 3D nyomtatók, kiemelnék közülük 2 funkciót, melyeket célszerű átgondolni a vállalkozás jövőjét illetően. Léteznek futószalaggal rendelkezők (melléklet 10.4. ábra). Ezeknél a nyomtatóknál csökkenthető az állási idő 2 nyomtatás között, ugyanis képesek eltávolítani magukról a nyomtatott testeket. Fontos fejlesztés még a több filamentet feldolgozó nyomtatók (melléklet 10.5. ábra). Ezeknél a nyomtatóknál több filament van behelyezve a gépbe, és a gép megadott paraméterei alapján változó, hogy melyik alapanyagot használja fel. Ezeknél a nyomtatóknál készíthető el többszínű test melyek a vállalkozás jövőjét illetően kecsegtetőek lehetnek, és a vállalkozás arculatát tovább színesíthetik, emellett léteznek olyan támaszanyagok, melyek oldószerrel eltávolíthatóak, ezzel a minőség javítható.

Javaslom a nyomtatótér figyelembevételét. Léteznek alacsony nyomtatóterűek (100x100x100mm) Ezeknél a nyomtatótereknél egy 10x15cm-es fénykép sem fér már el, ezért a vállalkozás számára alkalmatlanok. 220×220×250 mm (hosszúság x szélesség x magasság) nyomtatótér már ideális, ezért legalább ekkora, vagy ennél nagyobb nyomtatóterű nyomtató ajánlott. Jobb minőségű nyomtatók már zömében rendelkeznek, de beszerzés előtt ajánlott a nyomtatási hőfokok ellenőrzése. Magasabb hőmérsékletű nyomtatókkal lehetőség nyílik minőségibb alapanyagok nyomtatása is, mint pl.: karbonszálas filament, mely vállalkozások részére lehet célszerű. Fontos beszerezni a vállalkozáshoz legalább a dolgozatban említett alkatrészeket egy esetleges meghibásodás elkerülése végett, ajánlott még minden nyomtatóhoz tartalék fűvókakészlet, és alapanyag készletet.

Következtetésem között legfontosabb, az alacsony nyereség (3 615 807 Ft), ezért a tevékenység csak kiegészítő tevékenységre alkalmas. A vállalkozás legnagyobb ellensége az idő. Több órába, akár tízen órába telik egy késztermék elkészítése. Ez ellen a legjobb megoldás több nyomtató beszerzése, így több termék készíthető egy időben. Egy egyszerű alapnyomtató is képes ellátni a szükséges feladatot ezért akár alap, de célszerűbb a fenti bekezdésekben részletezett szempontok figyelembevételével komolyabb berendezésre beruházni. Úgy gondolom az olcsó előállítási költség, és az egyediség mellett, a vevői igények rugalmas kezelésével több vevői kört tudok érdekelté tenni.

6. Összefoglalás

A diplomadolgozatomban azt vizsgáltam, hogy milyen feltételek szükségesek egy FDM technológiájú 3D nyomtatásra épülő vállalkozás elindításához, és milyen lehetőségeket kínál ez az innovatív, folyamatosan fejlődő terület. A munka során azt elemeztem, hogy milyen szellemi, és anyagi erőforrásokra van szükség, illetve milyen piaci szegmensekben érdemes elindulni kezdő vállalkozóként.

A kutatásom során kiemelt figyelmet fordítottam az egyedi ajándéktárgyak készítésére, mivel ezek iránt folyamatos kereslet mutatkozik. Felmértem a meglévő termékeket, és további igényeket is, hogy bővíteni lehessen a kínálatot. Bemutattam a 3D nyomtatás teljes folyamatát, a tervezéstől a késztermék előállításáig. Költségszámításokat végeztem, melyek során figyelembe vettem az alapanyag- és energiafelhasználást, a szoftverekkel kapcsolatos kiadásokat, valamint a nyomtató, és a nyomtató fejlesztéséhez elengedhetetlenül szükséges beruházásokat.

Elkészítettem az eszköz amortizációjának számítását is, 5 éves lineáris leírással, majd megtérülési kalkulációt végeztem. Az általam vizsgált termékeknél haszonkulcsos árképzéssel számoltam egységárakat, és éves szinten meghatároztam, hogy mennyi termék előállításával mekkora bevétel érhető el.

Az elemzéseim alapján megállapítottam, hogy a Creality Ender 3 Pro 3D nyomtatóval történő gyártás gazdaságos, és a beruházás gyorsan megtérül. Mivel a várható árbevételem nem magas, ezért számomra az egyéni vállalkozói forma lenne a legmegfelelőbb, főként kiegészítő tevékenységként.

Hosszabb távon, ha a vállalkozást bővíteni szeretném, mivel a vállalkozás legnagyobb hátránya a nyomtatási idő, ezért elengedhetetlen több, nagyobb teljesítményű és specifikus 3D nyomtató beszerzése, mellyel több igény, és megrendelés egy időben teljesíthető. Másrésről szükség lesz a termékkínálat bővítésére, és színesítésére, melyekkel további vevőkörök, és igények teljesíthetők és nagyobb árbevétel érhető el.

7. Summary

In my thesis I examined the conditions necessary to start a business based on FDM (Fused Deposition Modeling) 3D printing technology and the opportunities offered by this innovative and continuously evolving field. During the research, I analyzed the intellectual and financial resources required as well as which market segments are most suitable for entry as a beginner entrepreneur.

During my research, I placed special emphasis on the production of custom gift items, as there is a constant demand for these products. I assessed existing products and identified additional needs in order to expand the range of offerings. I presented the entire 3D printing process from design to the production of the final product. I carried out cost calculations, taking into account material and energy consumption, software related expenses, as well as the investments required for the printer and its development.

I also calculated the depreciation of the equipment using a 5-year straight line method, followed by a return on investment analysis. For the products I examined, I calculated unit prices on a markup pricing strategy and determined the annual revenue potential based on the number of products produced per year.

Based on my analysis, I concluded that production using Creality Ender 3 Pro 3D printer is cost-effective and the investment pays off quickly. Since my expected revenue is not high, the sole proprietorship model would be the most suitable for me, primarily as a supplementary activity.

In the long term, if I wish to expand the business, it will be essential to acquire multiple, higher performance and more specialized 3D printers, as printing time is the main limiting factor of the operation. This would allow for the simultaneous fulfillment of more demands and orders. Additionally, it will be necessary to expand and diversify the product range in order to attract new customer segments, meet a wider variety of needs and achieve higher revenue.

8. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségeiről

A hallgató neve: Péntek Alex Dániel
A Hallgató Neptun kódja: RXSRDC
A dolgozat címe: Készítsen üzleti tervet egy vállalkozás beindításához, vagy fejlesztéséhez
A megjelenés éve: 2025
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Műszaki Menedzsment Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

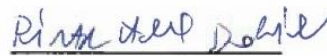
Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: Gödöllő, 2025.04.10.



Hallgató aláírása

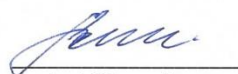
NYILATKOZAT

Péntek Alex Dániel (hallgató Neptun azonosítója: RXSRDC) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakedolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: Gödöllő, 2025.04.11.


belső konzulens

9. Szakirodalmak

- [1] Ben Redwood (Author), Filemon Schöffner (Author), Brian Garret: The 3D Printing Handbook: Technologies, design and applications, 2017
- [2] Ben Redwood, Filemon Schöffner, Brian Garret: The 3D Printing Handbook: Technologies, Design and Applications, 2017
- [3] Crump, S. Scott. United States Szabadalom száma: 5 121 329. (1992)
- [4] Daniel Sitarz: Sole Proprietorship: Small Business Start-Up Kit, 2000
- [5] Eric Ries: The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses, 2011
- [6] Fouad Sabry: Markup Economics: Mastering Pricing Strategies and Profit Margins, 2024
- [7] Gajdács László és Szűcs Viktor Dániel: A 3D-nyomtatás gyártástechnológiái, felhasználási területei, illetve az ebben rejlő potenciál, 2020
- [8] Gergely Fodor: 3D tervezés és nyomtatás alapjai, 2020
- [9] Harshit K. Dave és J. Paulo Davim: Fused Deposition Modeling Based 3D Printing, 2021
- [10] Hod Lipson: Fabricated: The New World of 3D Printing, 2013
- [11] Huan Zhou and Sarit B. Bhaduri: 3D printing in the research and development of medical devices, 2019
- [12] J. M.: CURA software beállítások, 2019
- [13] Jerry J. Weygandt, Paul D. Kimmel, Donald E. Kieso: Accounting Principles, 2001
- [14] Josef Pusra: Basics of 3D Printing with Josef Prusa, 2019
- [15] Kiss Dániel: CNC forgácsolás és RPT – FDM technológiák összehasonlítása, 2019
- [16] Krupa Gábor: A 3D nyomtatás otthoni lehetőségei, avagy mire is használható a technológia a mindennapokban?, 2016

- [17] Lefebvre Jérémie Dumas, Jean Hergel, Sylvain: Bridging the Gap: AutoMATED Steady Scaffoldings for 3D printing, 2019
- [18] Marco Livesu, Stefano Ellero, Jonás Martinez, Sylvain Lefebvre and Marco Attene: From 3D models to 3D prints: an overview of the processing pipeline, 2017
- [19] Molnár Ferenc Marcell: Alkatrész előállítás lehetősége FDM 3D nyomtatással, 2021
- [20] Péntek Alex Dániel: Támasztékok vizsgálata 3D nyomtatásban, 2022
- [21] Polgár Balázs és Ádám Balázs: 3D Nyomtatott testek mechanikai vizsgálata, 2019
- [22] Shenzhen Creality3D Technology CO.: Ender – 3 Pro Series 3D Printer Guide
- [23] Vecsenyi János: Kisvállalkozások indítása és működtetése, 2017

Internetes hivatkozások:

- [24] <https://3dee.hu/g-code-attekintes/>
Utolsó elérés: 2025.04.08.; 18:33
- [25] <https://www.3djake.hu/>
Utolsó elérés: 2025.04.12.; 18:30
- [26] <https://bplegal.hu/kft-vs-egyen-i-vallalkozas/>
Utolsó elérés: 2025.04.14.; 19:55
- [27] <https://docplayer.hu/20132995-3d-adatfeldolgozas-es-gyartas-ii.html>
Utolsó elérés: 2025.04.07.; 17:50
- [28] https://elektroshop.hu/termek/delight-20296b-fogyasztasmero-koltsegszamitas-funkcioval/?fbclid=IwY2xjawJomABLeHRuA2FlbQIxMAABHnyiU0oYHEIjrOJArenJ4cDTy3Qwx2Rr_feFWTA7vYBVarBcGnZwBA8V7XqV_aem_Oo-4p1DsQFfmcYqb3H5NVQ
Utolsó elérés: 2025.04.07.; 17:50
- [29] <https://kreativ3d.hu/3d-nyomtat-as-alapanyagai>
Utolsó elérés: 2025.04.12.; 18:30

- [30] <https://print24.com/hu/journal/alap-nyomtatasi-3d-nyomtatasi>
Utolsó elérés: 2025.04.12.; 18:30
- [31] <https://printingit3d.com/what-is-the-lifetime-of-a-3d-printer/>
Utolsó elérés: 2025.04.12.; 18:30
- [32] <https://www.alza.hu/filamentek-3d-nyomtatasi>
Utolsó elérés: 2025.04.14.; 17:34
- [33] <https://www.cnc.hu/2020/05/minden-amit-a-3d-nyomtatasirol-tudni-kell/>
Utolsó elérés: 2025.04.10.; 20:05
- [34] <https://www.core77.com/posts/71173/How-To-Find-the-Best-3D-Printing-MATERIAL-for-Your-Designs>
Utolsó elérés: 2025.04.10.; 20:05
- [35] <https://www.dezeen.com/2013/06/28/cortex-3d-printed-cast-for-bone-fractures-jake-evill/>
Utolsó elérés: 2025.04.12.; 18:30
- [36] <https://www.econom.hu/koltsegalapu-arkepzes/>
Utolsó elérés: 2025.04.07.; 21:47
- [37] https://www.filanora.eu/?srsId=AfmBOoob2i3IYgKu8hAdAxm_7snpkIuOrRbHBTErMZsxRdeO_Og4m-wm
Utolsó elérés: 2025.04.12.; 18:30
- [38] <https://www.freedee.hu/szeleskoru-fogtechnikai-3d-nyomtatasi-a-form-2-vel/attetszo-fogszabalyzas/>
Utolsó elérés: 2025.04.07.; 19:47
- [39] <https://www.matterhackers.com/articles/3d-printing-essentials-first-layer>
Utolsó elérés: 2025.04.10.; 20:05
- [40] <https://www.nasa.gov/image-article/international-space-stations-3-d-printer-2/>
Utolsó elérés: 2025.04.07.; 19:47

- [41] https://nav.gov.hu/pfile/file?path=%2Fugyfeligiranytu%2Fnevezetutana%2Finf_fuz%2F2025%2F100.-az-egyeni-vallalkozok-atalanyadozasanak-alapvetoszabalyai-2025.-01.-24
Utolsó elérés: 2025.04.14.; 19:34
- [42] <https://www.octogon.hu/epitoipar/mar-kovetoi-is-vannak-az-also-lakhato-3d-nyomtatott-haznak/>
Utolsó elérés:
- [43] https://www.printables.com/model/262005-wedding-table-numbers?fbclid=IwY2xjawJol_ZleHRuA2FlbQIxMAABHjV9UsPxxhTRa0v-i-Up3WqJVgJuZgCoCvqLDgRxeMtZaSdVqs70SaWEwIz8B_aem_aH1DgZhrHoHiw5Sp1BATsg
Utolsó elérés: 2025.04.12.; 18:30
- [44] https://www.printables.com/model/286409-individual-nametag-for-glasses-and-cups-wedding-de?fbclid=IwY2xjawJol_hleHRuA2FlbQIxMAABHh4WovaiC6E8QvhnIJ63izd9JvdZFy5MLCi-suGtTujilQy424v2g1e8UMG_aem_lv0tBtxaA6l77GyHoMnCWQ
Utolsó elérés: 2025.04.12.; 18:30
- [45] https://www.printables.com/model/908672-wedding-cake-topper?fbclid=IwY2xjawJol_NleHRuA2FlbQIxMAABHhVSHHChzyMOUIV_NRa2HYQ1PclZkqArWUq0QQAV2G3J7T1muslsRgpBSxtB_aem_eAy5q_bZsiqkH2FpI8rv6A
Utolsó elérés: 2025.04.12.; 18:30
- [46] https://www.solidworks.com/solution/solidworks-for-startups-program?_gl=1%2A_bx1c0u%2A_gcl_au%2AOTMwMDQ3NTg1LjE3NDEyMDAyOTg.%2A_ga%2AMTAzODE5NDE4My4xNzQxMjAwMjk5%2A_ga_XQJPQWHZHH%2AMTc0NDU0OTg5OC4zLjAuMTc0NDU0OTg5OC42MC4wLjA
Utolsó elérés: 2025.04.07.; 17:53
- [47] https://www.szamvitelnavigator.hu/2012/07/ertekcsokkenes-feladat-megoldasa_13.html?fbclid=IwY2xjawJol_FleHRuA2FlbQIxMAABHhVSHHChzyMOUIV_NRa2HYQ1PclZkqArWUq0QQAV2G3J7T1muslsRgpBSxtB_aem_eAy5q_bZsiqk

H2FpI8rv6A

Utolsó elérés: 2025.04.07.; 17:50

[48] <https://uni-MATE.hu/MATE-log%C3%B3k>

Utolsó elérés: 2025.04.07.; 17:50

[49] <https://tesztarena.hu/sorozatgyartas-es-extrem-meretek-a-3d-nyomtatásban-otthon-igen-creality-3d-cr-30-3dprintmill/>

Utolsó elérés: 2025.04.14.; 19:55

[50] https://www.dekoroazis.hu/termek/ledfuzer_20_db-os_2_meter_12960_hidegmelegfeher.html

Utolsó elérés: 2025.04.14.; 19:55

10. Mellékletek

10.1. ábra, hajtogatásból sérült nyomtatótálca [saját ábra]



10.2. ábra, silány minőségű megégett tefloncső [saját ábra]



10.2.ábra, fogyasztásmérő [saját ábra]



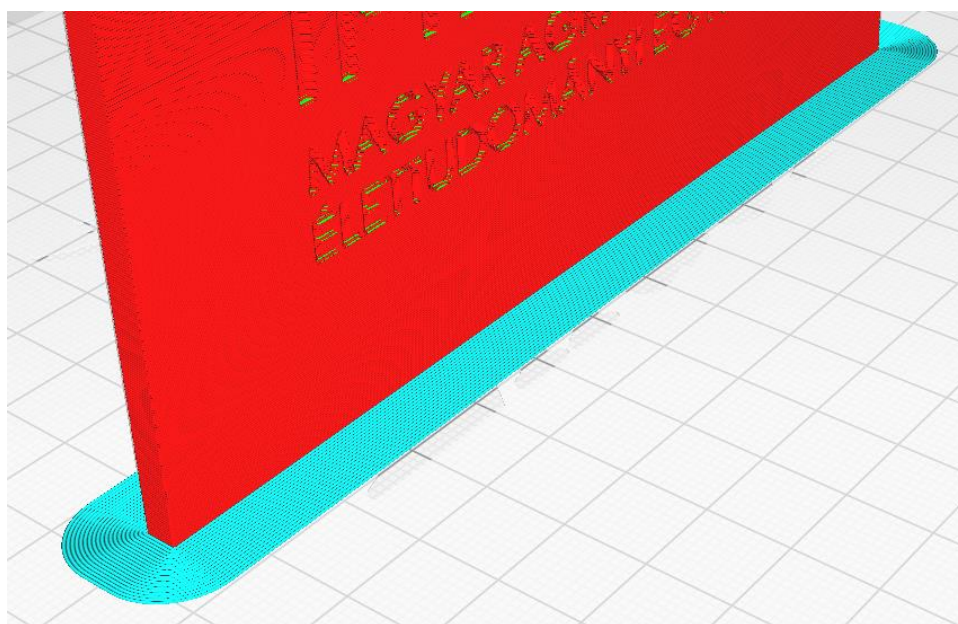
10.4. ábra, futószalag nyomtató (Creality 3D CR-30 3DPrintMill) [32]



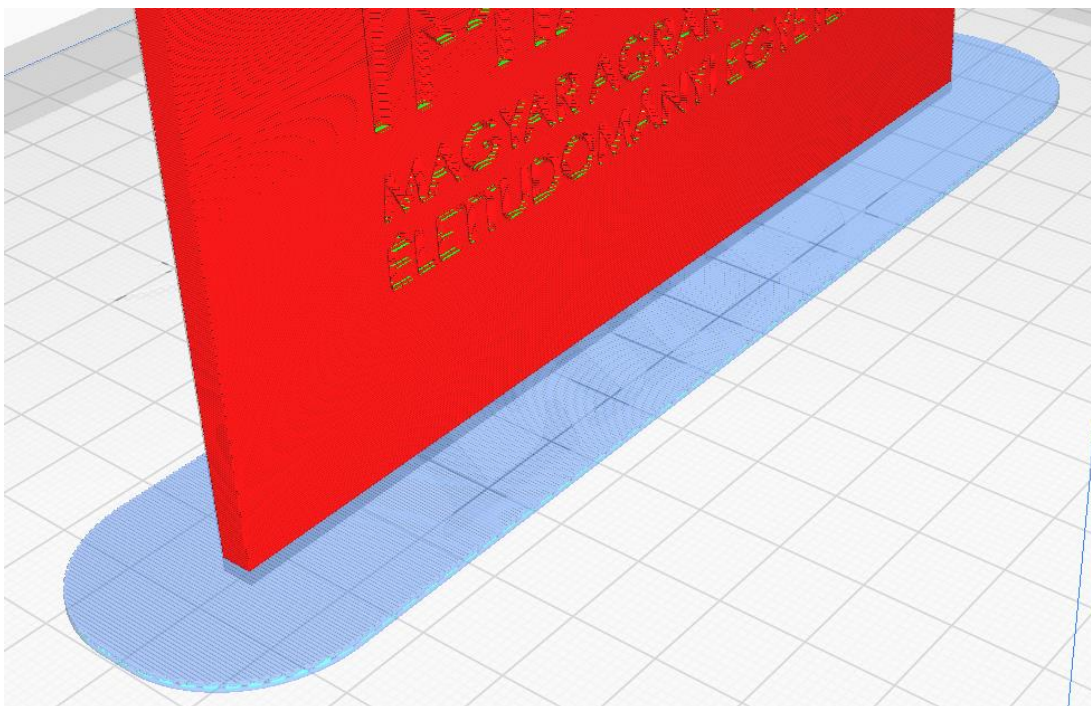
10.5. ábra, Creality 2 Combo [25]



10.6. ábra, Brim Cura szeletelőprogramba [saját ábra]



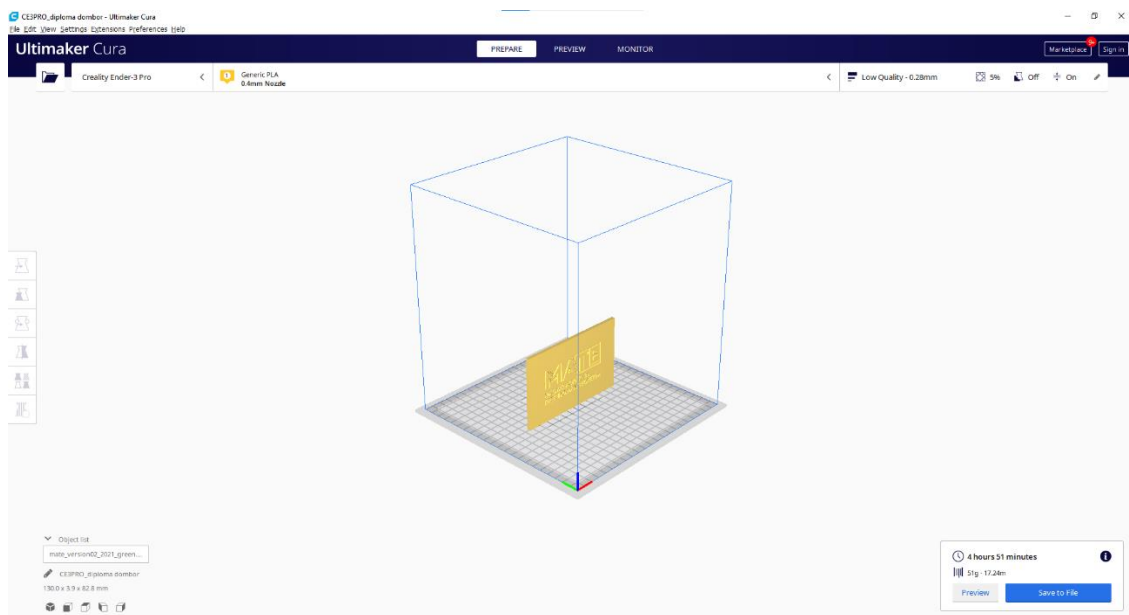
10.7. ábra, Raft Cura szeletelőprogramba [saját ábra]



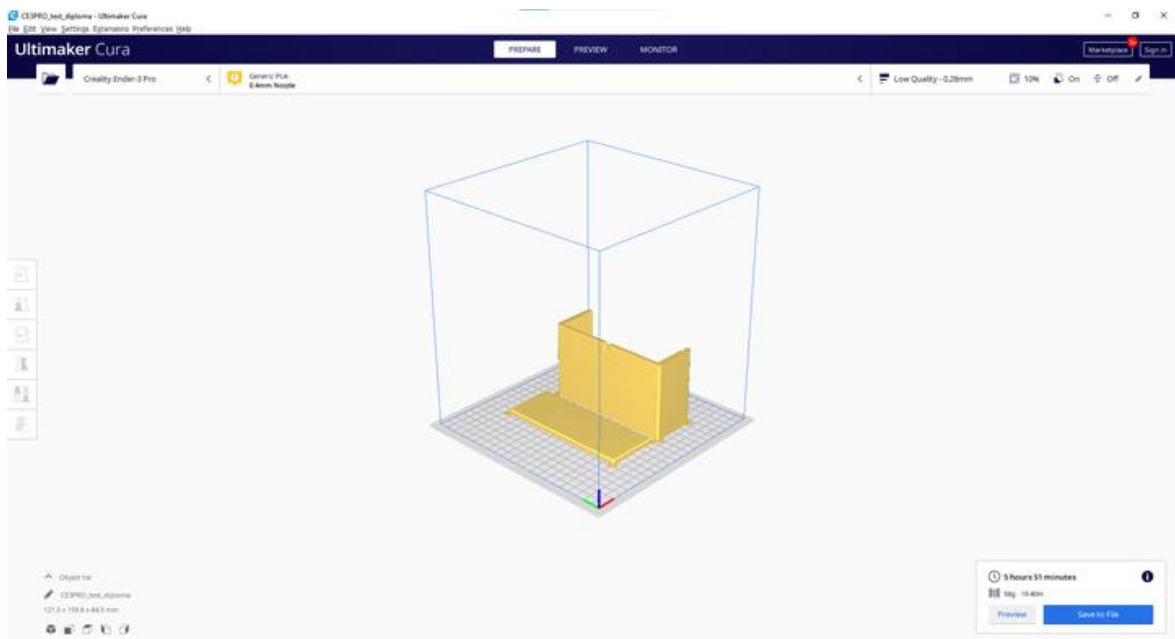
10.8. táblázat, energiafogyasztás táblázatos értékei [saját táblázat]

		Idő [óra:perc]							
	Mérések	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00
Fogyasztás [kWh]	Mérés 1	0	0,035	0,067	0,099	0,131	0,163	0,190	0,218
	Mérés 2	0	0,033	0,065	0,099	0,129	0,160	0,189	0,225
	Mérés 3	0	0,033	0,067	0,097	0,131	0,162	0,190	0,220

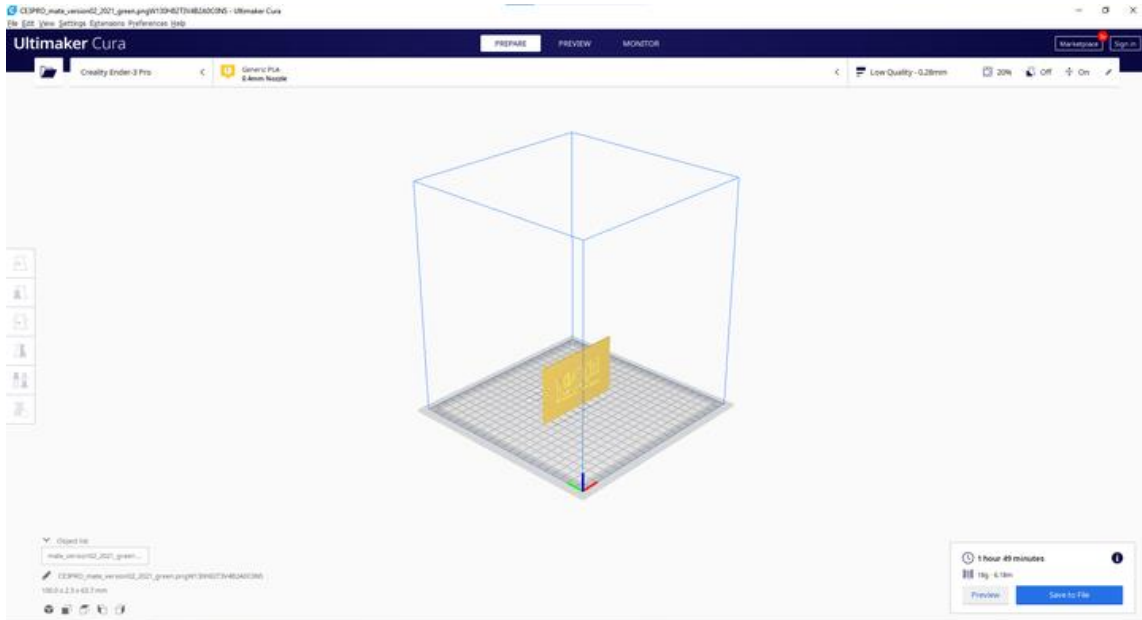
10.9. ábra, „Dombormű MATE 10x15” dombormű Cura adatok [saját ábra]



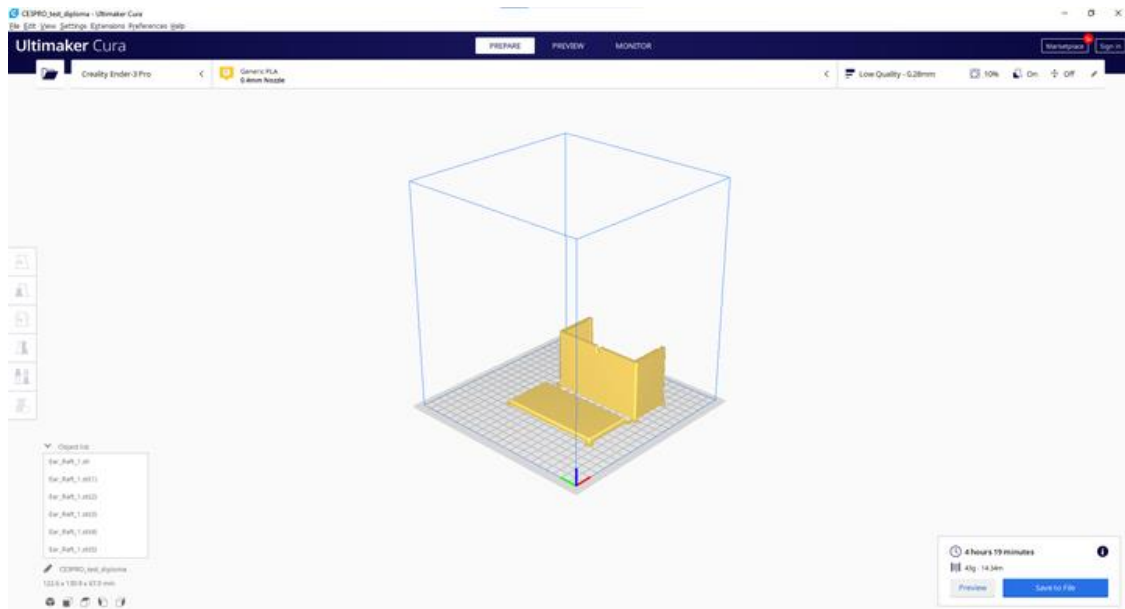
10.10. ábra, „Dombormű MATE 10x15” ház Cura adatok [saját ábra]



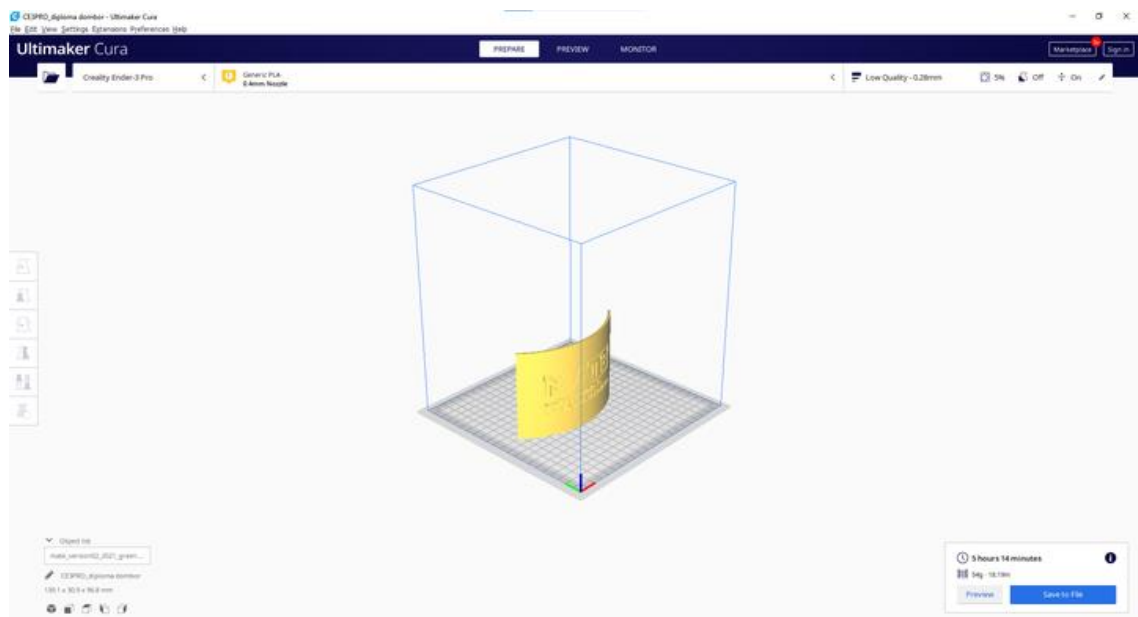
10.11. ábra, „Dombormű MATE 9x13” dombormű Cura adatok [saját ábra]



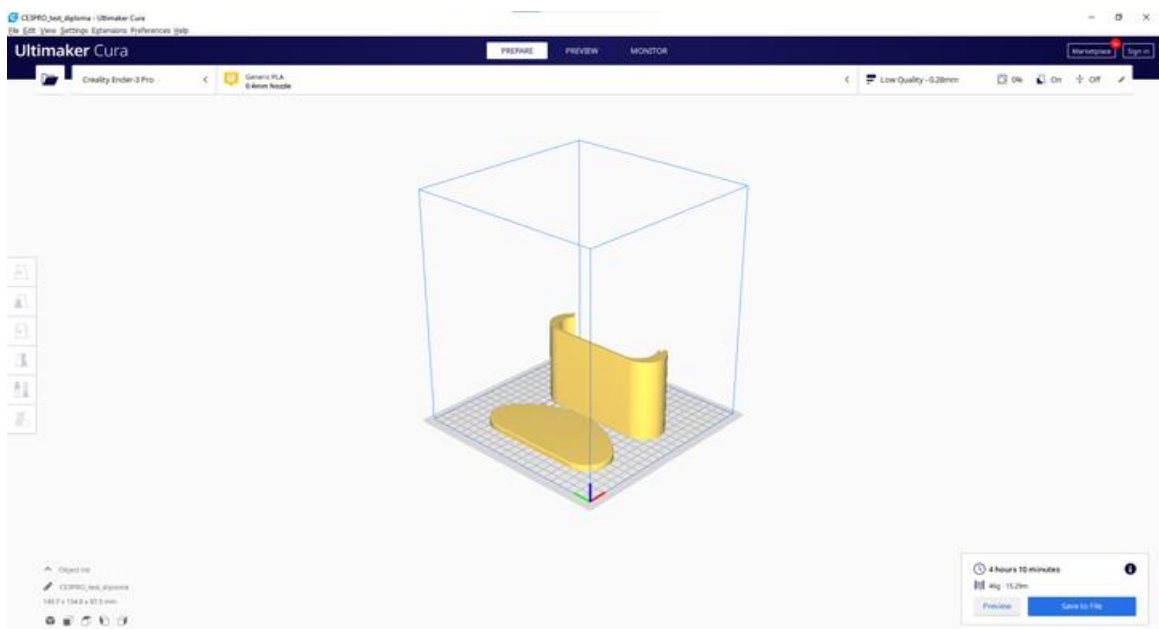
10.12. ábra, „Dombormű MATE 9x13” ház Cura adatok [saját ábra]



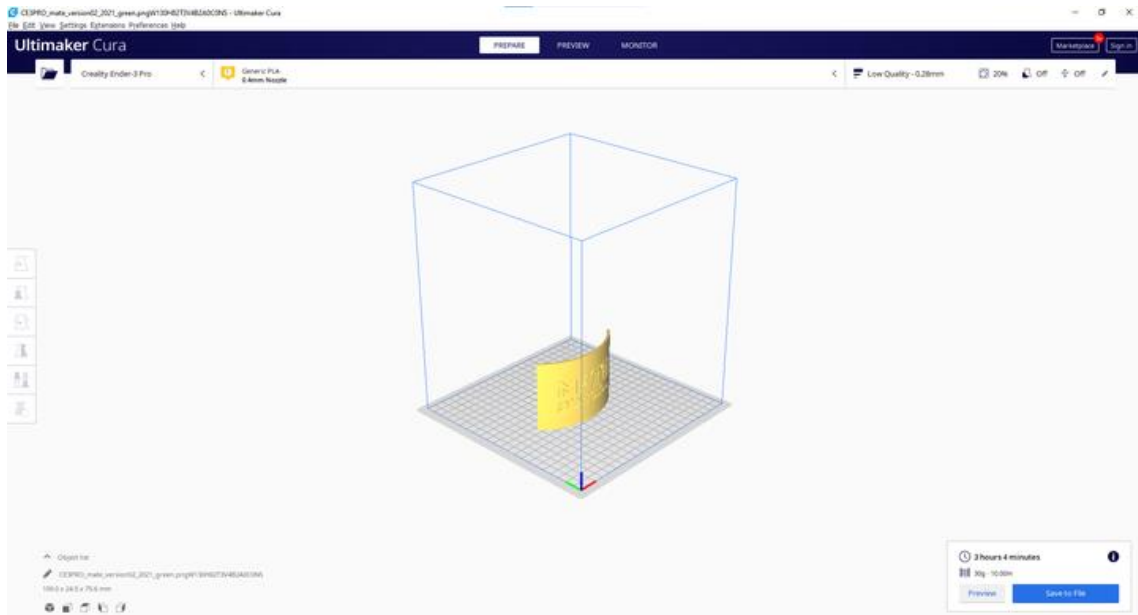
10.13. ábra, „Dombormű lekerekített MATE 10x15” dombormű Cura adatok [saját ábra]



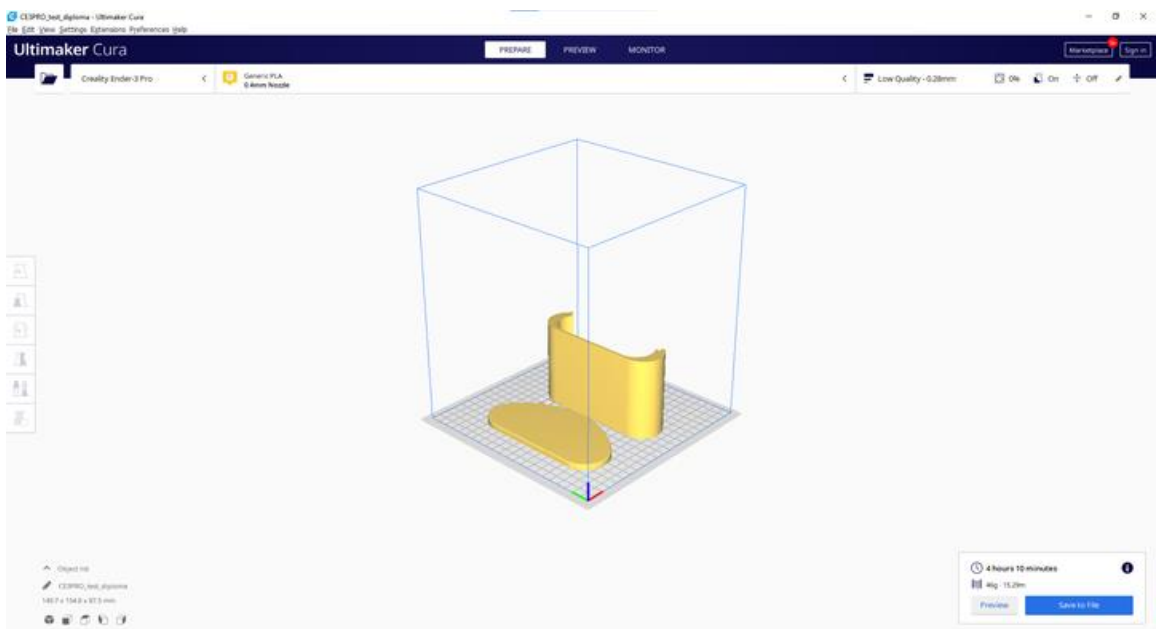
10.14. ábra, „Dombormű lekerekített MATE 10x15” ház Cura adatok [saját ábra]



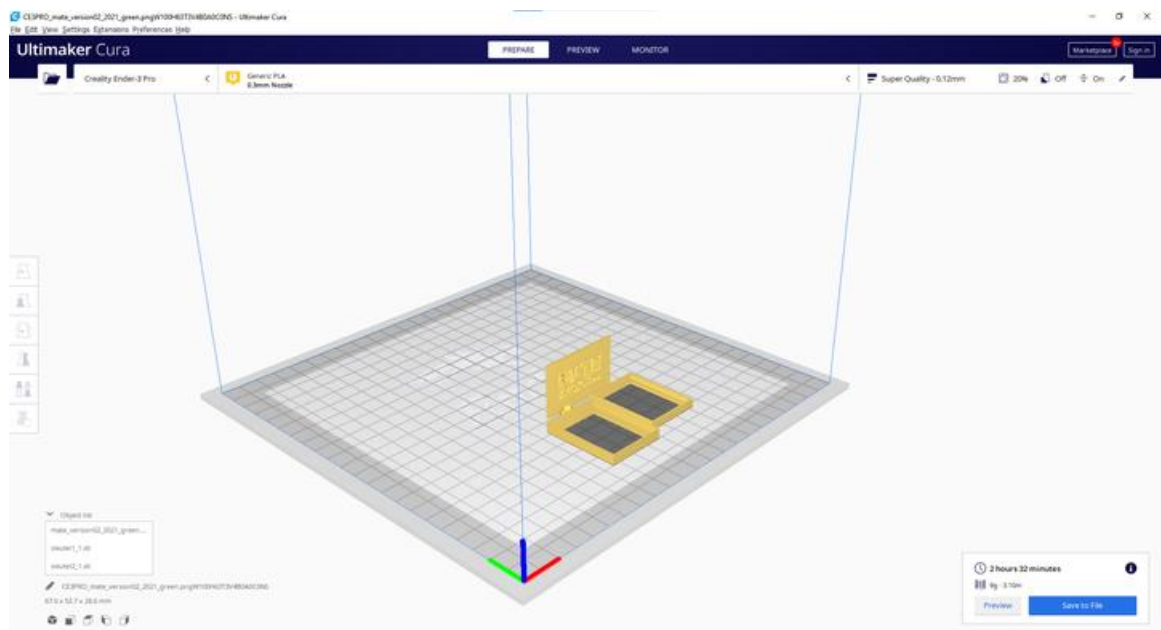
10.15. ábra, „Dombormű lekerekített MATE 9x13” dombormű Cura adatok [saját ábra]



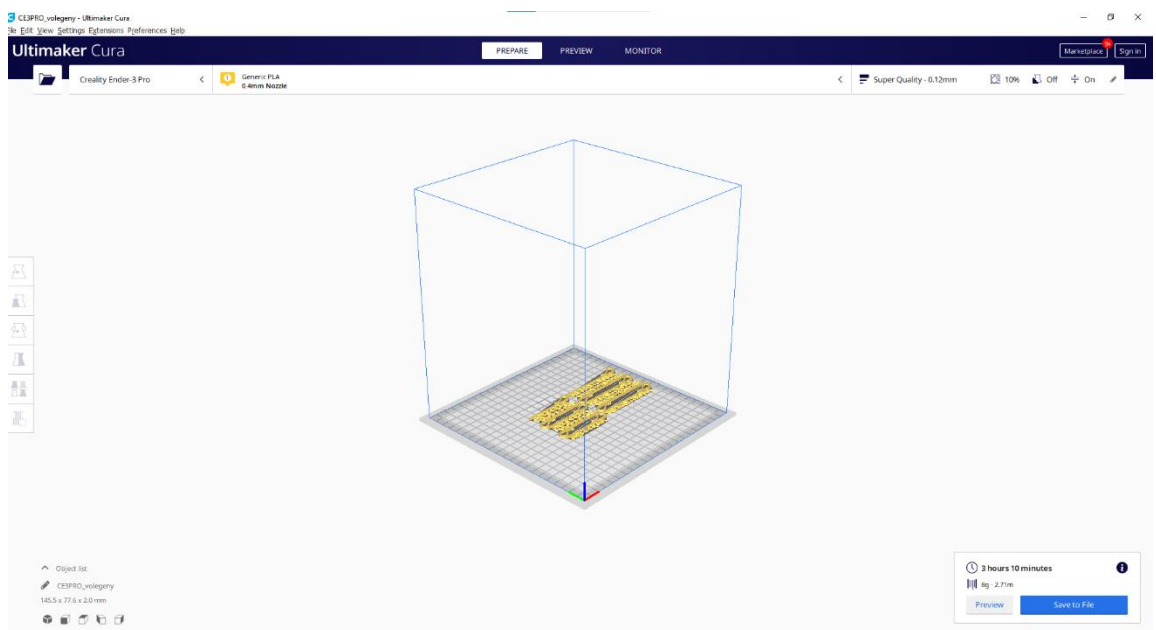
10.16. ábra, „Dombormű lekerekített MATE 9x13” ház Cura adatok [saját ábra]



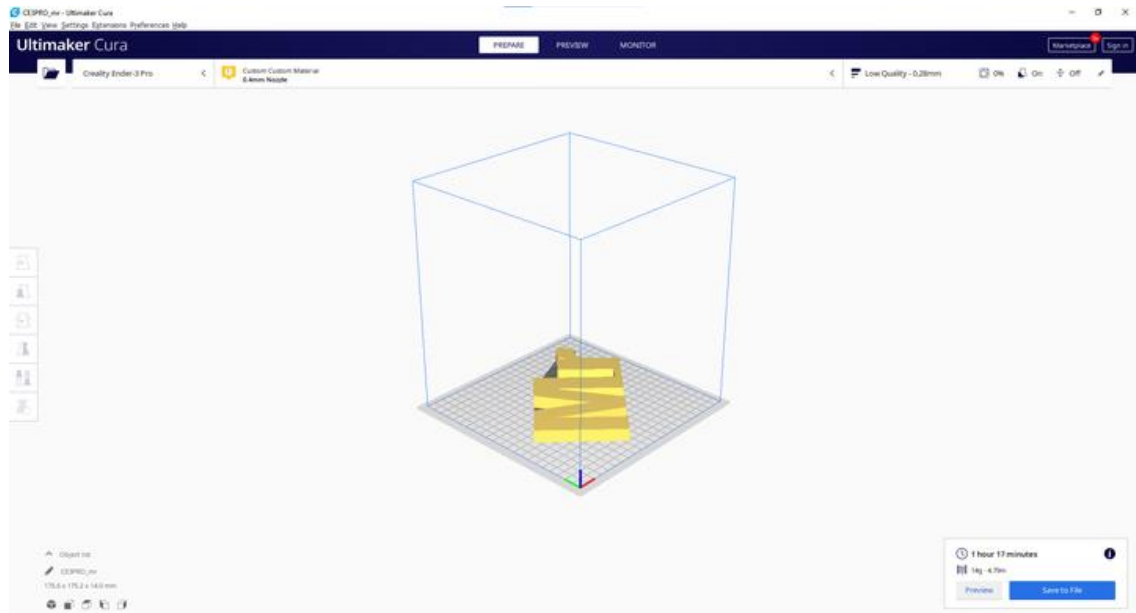
10.17. ábra, „Dombormű kulcstartó” Cura adatok [saját ábra]



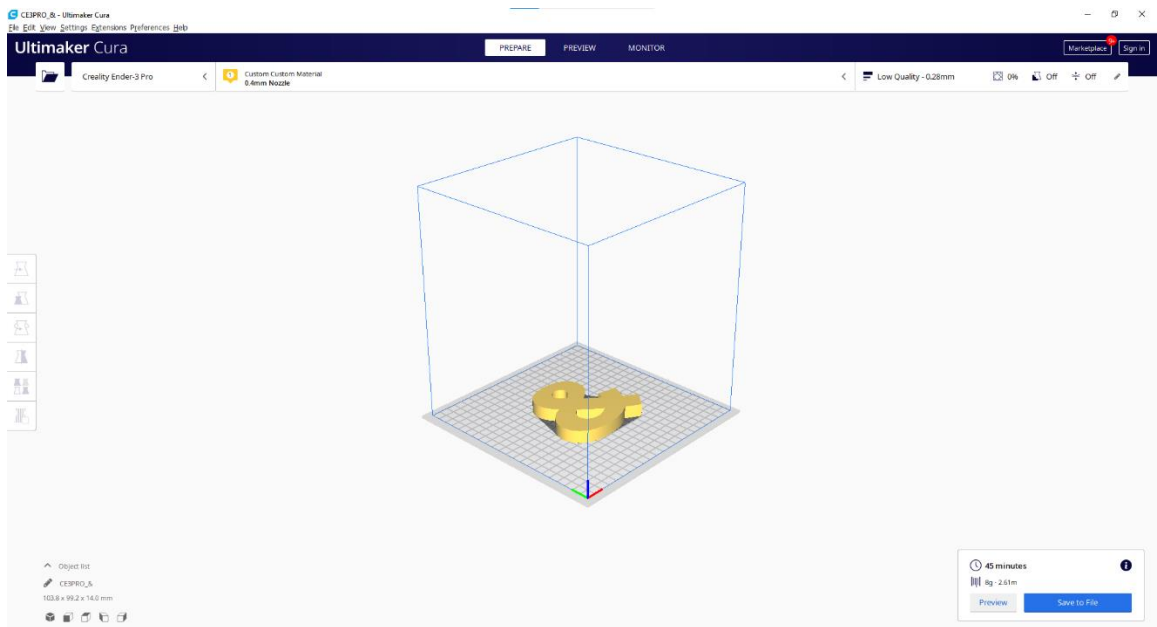
10.18. ábra, „Ültetőkártya (10fő)” Cura adatok [saját ábra]



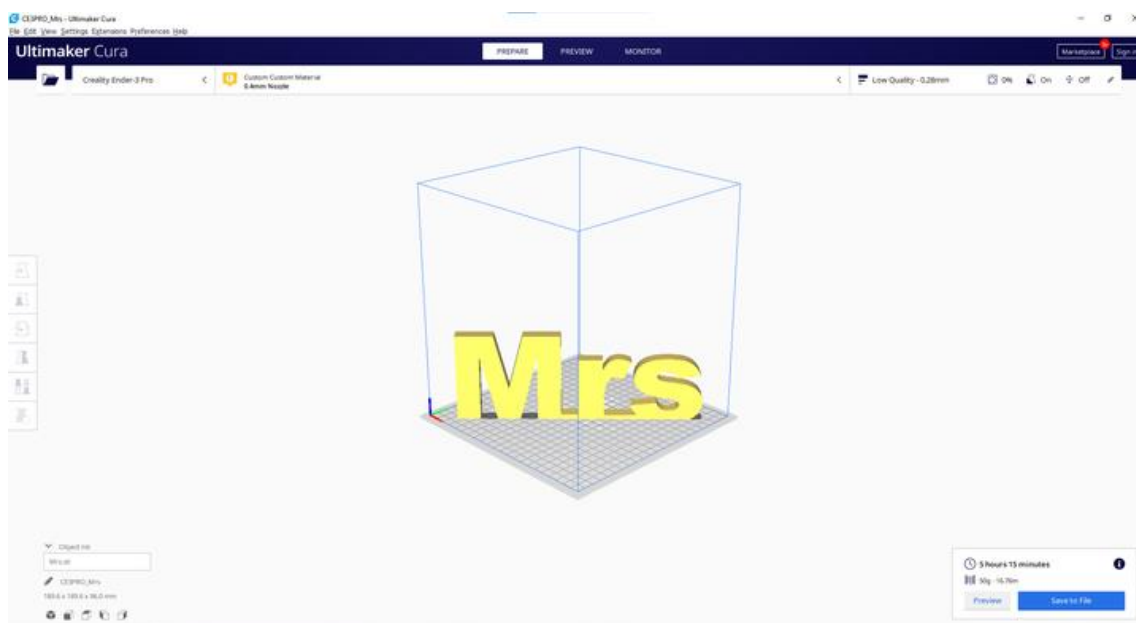
10.19. ábra, „Mr & Mrs felirat” Mr Cura adatok [saját ábra]



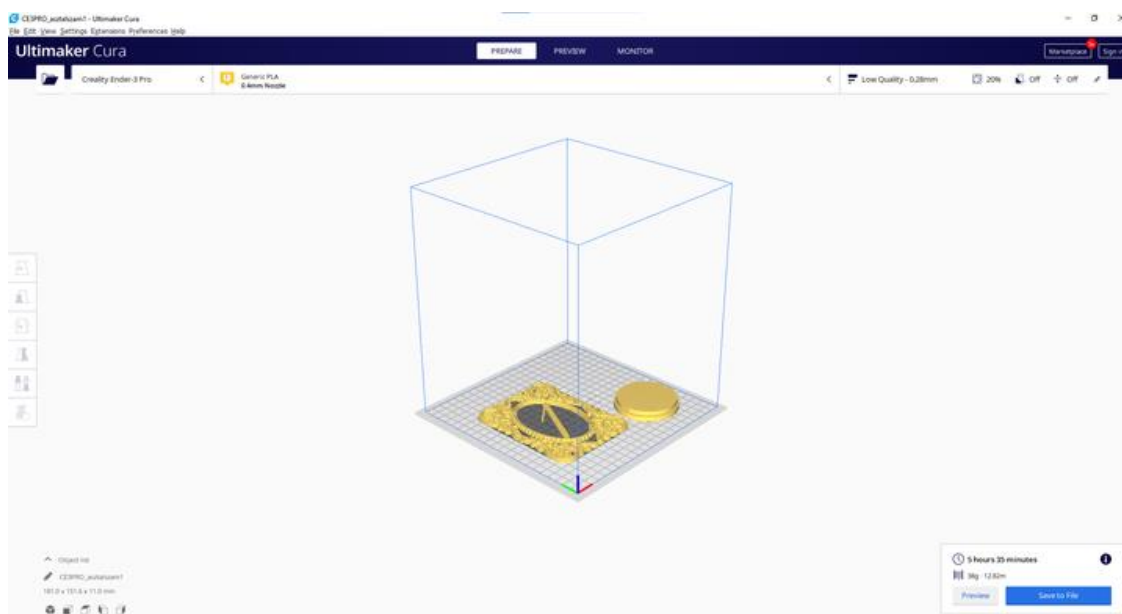
10.20. ábra, „Mr & Mrs felirat” & Cura adatok [saját ábra]



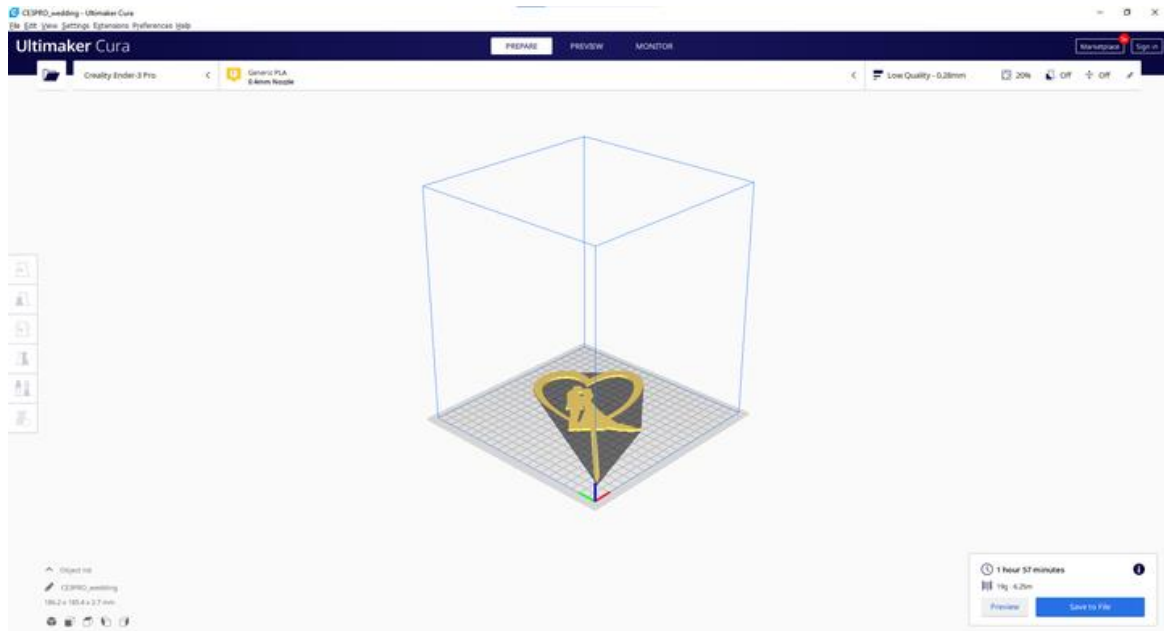
10.21. ábra, „Mr & Mrs felirat” Mrs Cura adatok [saját ábra]



10.22. ábra, „Asztalszám” Cura adatok [saját ábra]



10.23. ábra, „Torta dekor” Cura adatok [saját ábra]



10.24. ábra, „Nevek, név feliratok (Liza)” Cura adatok [saját ábra]

