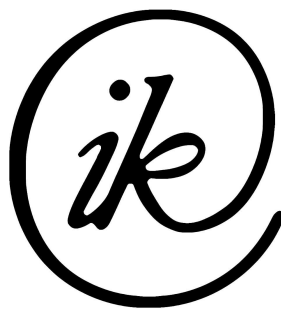
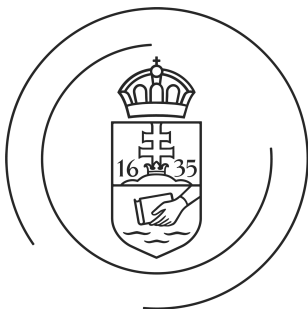


HORVÁTH MILÁN
DIPLOMAMUNKA

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM

INFORMATIKAI KAR

SAVARIA MŰSZAKI INTÉZET



DIPLOMAMUNKÁK

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
INFORMATIKAI KAR
SAVARIA MŰSZAKI INTÉZET

HORVÁTH MILÁN
DIPLOMAMUNKA

Diplomamunka

Konzulens:

Óri Zsuzsanna
termékfejlesztő

Kiss Henrik
műszaki oktató

Témavezető:

Bátorfi János György
egyetemi tanársegéd

Szombathely, 2025.

Szerzői jog © Horváth Milán, 2025.

ZÁRADÉK

Ez a diplomamunka elzártan kezelendő és őrzendő, a hozzáférése a vonatkozó szabályok szerint korlátozott, a diplomamunka tartalmát csak az arra feljogosított személyek ismerhetik.

A korlátozott hozzáférés időtartamának lejártáig az arra feljogosítottakon kívül csak a korlátozást kérelmező személy vagy gazdálkodó szervezet írásos engedélyével rendelkező személy nyerhet betekintést a diplomamunka tartalmába.

A hozzáférés korlátozása és a zárt kezelés 2034 január 31. napján ér véget.

Szombathely, 2024. 01. 31.

NYILATKOZATOK

Nyilatkozat az önálló munkáról

Alulírott, *Horváth Milán* (MYQQQ0), az Eötvös Loránd Tudományegyetem hallgatója, büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem és sajátkezű aláírással igazolom, hogy ezt a diplomamunkát meg nem engedett segítség nélkül, saját magam készítettem, és diplomamunkámban csak a megadott forrásokat használtam fel. Minden olyan részt, melyet szó szerint vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a hatályos előírásoknak megfelelően, a forrás megadásával megjelöltem.

Ennek a diplomamunkának önálló, eredeti szerzője vagyok, ez az önálló szellemi alkotás jogtisztaság szempontjából megfelel az „Eötvös Loránd Tudományegyetem Szervezeti és Működési Szabályzata, II. kötet, Hallgatói Követelményrendszer. Módosításokkal egybeszerkesztett változat [2017. szeptember 1.]” c. szabályzat 74/A–74/C. §-aiban foglalt rendelkezéseknek.

Szombathely, 2025. október 5.

hallgató

Tartalomjegyzék

Előszó	ix
Jelölések jegyzéke	x
1. Irodalmi áttekintés	1
1.1. Képlékeny alakítás elméleti alapjai	2
1.1.1. Rugalmas és képlékeny alakváltozás	2
1.1.2. Feszültség-alakváltozás kapcsolata, szakítódiagram	2
1.2. Mikroszerkezettől a tervezésig	2
1.3. Lemezek képlékeny anizotrópiája	2
1.3.1. Az anizotrópia	2
1.3.2. Lankford-tényező	2
1.3.3. Csúcsosodás, az anizotrópia közvetlen hatása	2
1.3.4. Ideális mélyhúzzható lemez	2
1.4. A mélyhúzás technológiája	2
1.4.1. A mélyhúzás alapelvei, fázisai	2
1.4.2. Meghatározó technológiai paraméterek	2
1.4.3. A mélyhúzás tipikus hibái és azok okai	2
1.4.4. A mélyhúzás, mint egyensúlyi folyamat	2
1.5. Mélyhúzó szerszámok tervezése	2
1.5.1. A szerszám felépítése	2
1.5.2. A szerszámgeometria szerepe	2
1.5.3. Technológiai erők számítása	2
1.6. Végeselem módszer	2

1.6.1.	Végeselem módszer alapelvei	2
1.6.2.	Mélyhúzási folyamat szimulációja VEM-mel	2
1.6.3.	Anyagmodellek	2
2.	Anyagok és módszerek	3
3.	Szerszámkialakítás	4
4.	Mérési eredmények értékelése	5
5.	Összefoglalás	6

Előszó

Már a középiskolás éveim során érdeklődtem a 3D tervezés, a CAD-CAM világa felé. Gépi forgácsoló szakmámból kifolyólag elég régóta körülvesz engem a gépészeti világ és akkor jött a gondolat, mi lenne ha jelentkeznék egyetemre. Életem egyik legjobb döntése volt a gépészmérnöki képzés elkezdése. Rengeteg új információval gazdagodtam, sokkal jobban el tudtam mélyülni a CAD-CAM rendszerekben, valamint megismerkedtem számomra addig teljesen ismeretlen módszerekkel. Az egyik ilyen volt a végelem analízis. Ez a terület tetszett meg a legjobban a képzés során, rengeteg lehetőség rejlik benne. A diplomamunka téma kiválasztásánál számomra fontos volt, hogy a CAD-CAM, valamint a végelem analízis szerepet kapjanak az elkészítés során.

~ ~ ~

Köszönetnyilvánítás

Elsőként szeretném megköszönni a TDK Hungary Components Kft.-nek, hogy a gépészmérnöki képzésem alatt biztosítottak számomra duális gyakorlati helyet, valamint hogy támogatták a diplomamunkám minőségi elkészültét. Szeretném megköszönni az Eurosolid Zrt.-nek, hogy biztosították számomra a Soldiworks 2022 Student Edition CAD szoftvert, amellyel a modelleket készítettem el.

Szombathely, 2025. október 5.

Horváth Milán

Jelölések

A táblázatban a többször előforduló jelölések magyar és angol nyelvű elnevezése, valamint a fizikai mennyiségek esetén annak mértékegysége található. Az egyes mennyiségek jelölése – ahol lehetséges – megegyezik hazai és a nemzetközi szakirodalomban elfogadott jelölésekkel. A ritkán alkalmazott jelölések magyarázata első előfordulási helyüknél található.

Latin betűk

Jelölés	Megnevezés, megjegyzés, érték	Mértékegység
E	Rugalmassági modulusz	GPa
F	erő	N
S	keresztmetszet	mm ²

Görög betűk

Jelölés	Megnevezés, megjegyzés, érték	Mértékegység
ε	alakváltozás	1
σ	feszültség	MPa

Indexek, kitévők

Jelölés	Megnevezés, értelmezés
e	elem
max	maximális érték

1. fejezet

Irodalmi áttekintés

1.1. Képlékeny alakítás elméleti alapjai

1.1.1. Rugalmas és képlékeny alakváltozás

1.1.2. Feszültség-alakváltozás kapcsolata, szakítódiagram

1.2. Mikroszerkezettől a tervezésig

1.3. Lemezek képlékeny anizotrópiája

1.3.1. Az anizotrópia

1.3.2. Lankford-tényező

1.3.3. Csúcsosodás, az anizotrópia közvetlen hatása

1.3.4. Ideális mélyhúzható lemez

1.4. A mélyhúzás technológiája

1.4.1. A mélyhúzás alapelvei, fázisai

1.4.2. Meghatározó technológiai paraméterek

1.4.3. A mélyhúzás tipikus hibái és azok okai

1.4.4. A mélyhúzás, mint egyensúlyi folyamat

1.5. Mélyhúzó szerszámok tervezése

1.5.1. A szerszám felépítése

1.5.2. A szerszámgeometria szerepe

2. fejezet

Anyagok és módszerek

3. fejezet

Szerszámkialakítás

4. fejezet

Mérési eredmények értékelése

5. fejezet

Összefoglalás

Melléklet A

Melléklet B