

DIPLOMADOLGOZAT

Máté István Martin

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Gödöllői Campus

Műszaki intézet

Műszaki menedzser mesterképzési szak

Végezze el egy adott műszaki vállalkozás új gépeinek, gyártósorainak pénzügyi és gazdasági elemzését

Ipar 4.0 - Automatizált Kobot hegesztőgép

bevezetése a gyártási folyamatokba

Belső konzulens: Dr. Peszeki Zoltán, egyetemi tanár

Belső konzulens intézete/tanszéke: Műszaki intézet

Külső konzulens: Dr. Fekete István

Készítette: Máté István Martin

Gödöllő

2024

MŰSZAKI INTÉZET
MŰSZAKI MENEDZSER MESTERSZAK
projektmenedzsment specializáció

DIPLOMADOLGOZAT
feladatlap

Máté István Martin (O43SAX)

részére

A diplomadolgozat címe:

Végezze el egy adott műszaki vállalkozás új gépeinek, gépsorainak gazdasági, pénzügyi elemzését

Feladatkiírás:

Vizsgálja meg egy adott fémipari vállalat hegesztési gyártási technológiáját, elemezze új automatizál
Kobot hegesztőcella bevezethetőségét!

Végezze el a bevezetett új technológia pénzügyi, gazdasági elemzését különböző eseteket vizsgálva egy
kiválasztott terméken keresztül!

Közreműködő tanszék: Műszaki Menedzsment

Külső konzulens: Dr. Fekete István

Belső konzulens: Dr. Peszeki Zoltán MATE, Műszaki Intézet

A dolgozat beadási határideje: 2024. november 5.

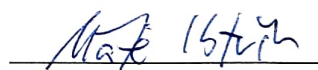
Gödöllő, 2024. április 15.

Jóváhagyom


(tanszékvezető)


(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

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

Kelt: Mezőtúr, 2024. év 10. hó 31. nap


(külső konzulens)

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés.....	6
1.1. Fejlesztések fontossága.....	6
1.2. Fejlesztési lehetőségek napjainkban (gép- és gyártástechnológia-, irányítási módszerek, digitalizáció).....	7
1.3. A dolgozat célkitűzései	8
2. Szakirodalmi áttekintés	10
2.1. Fejlesztések hatásának szükségessége	10
2.2. Fejlesztési, fejlődési irányok a hegesztésben (gép- és gyártástechnológia-, irányítási módszerek, digitalizáció)	13
2.2.1. Gép- és gyártástechnológia:	13
2.2.2. Irányítási módszerek:	14
2.2.3. Digitalizáció:	15
2.2.4. Automatizált hegesztő rendszerek:.....	17
2.3. Gyártástechnológia (hegesztés, robotok, Kobotok) fejlődése, jövője	21
2.3.1. Ipari robotok	21
2.3.2. Kobot és robotok összehasonlítása.....	22
2.3.3. A robotizáció hatásai a foglalkoztatásra.....	23
2.3.4. Kisebb sorozatok és biztonság	24
2.4. Kobot-ok ipari felhasználása hegesztésre (kézi hegesztés – előny, hátrány)... ..	25
2.4.1. Kézi hegesztés előnyei:	26
2.4.2. Kézi hegesztés hátrányai:	26
2.4.3. Kobotok előnyei hegesztésnél:.....	26
2.4.4. Kobotok hátrányai hegesztésnél:.....	27
3. Anyag és módszer	28
3.1. Cég bemutatás	28
3.2. A kidolgozás során használt módszerek áttekintése	29

3.2.1. SWOT analízis	29
3.2.2. Megtérülési idő	30
3.2.3. Diszkontráta	30
3.2.4. Nettó jelenérték (NPV)	31
3.2.5. Belső megtérülési ráta (IRR)	31
3.2.6. Haszon-költség arány (BCR)	31
3.2.7. Befektetés megtérülése (ROI)	32
4. Saját munka, A Termelés műszaki, minőségi, gazdasági vizsgálata	33
4.1. Meglévő gyártási folyamatok elemzése – kézi hegesztés	33
4.1.1. Gyártási folyamat leírása	33
4.1.2. Műszaki adatok	37
4.1.3. Gyártási kapacitás	37
4.1.4. Kézi hegesztés költségei	39
4.1.5. Munkakörnyezet	44
4.2. Legfontosabb fejlesztési lehetőségek szükségessége, optimalizációs lehetősége a hegesztett oldalvázra vonatkozóan	44
4.2.1. Hegesztési folyamatok automatizálásának szükségessége	45
4.2.2. Gyártási hatékonyság növelése	45
4.2.3. Munkaerő optimalizálás	45
4.2.4. Energiafogyasztás alakulása	45
4.2.5. Munkabiztonság és egészségügyi kockázatok csökkentése	46
4.2.6. Rugalmasság és skálázhatóság	46
4.3. Az új technológia bevezetésének műszaki, minőségi összehasonlító elemzése (Kobot-ot és a kézi hegesztés),	46
4.3.1. Műszaki összehasonlítás	47
4.3.2. Minőségi összehasonlítás:	47
4.4. Az új technológia bevezetésének komplex gazdasági és irányítási vizsgálata	48
4.4.1. Gazdasági vizsgálat	48

4.4.2. Irányítási vizsgálat.....	52
4.5. SWOT analízis elvégzése	53
4.5.1. SWOT mátrix	53
4.5.2. SWOT Mátrix Elemzése:	53
4.5.3. Döntés.....	53
4.6. A bevezetett új technológiával gyártott termék gyártási leírása.....	54
4.6.1. Kobot hegesztő program felépítése:.....	55
4.6.2. Műszaki adatok.....	56
4.6.3. Gyártási kapacitás.....	56
4.7. Megtérülési számítások, pénzügyi gazdasági elemzés	58
4.7.1. Haszon és megtérülési idő számítása	58
4.7.2. Pénzügyi mutatók számítása	61
4.8. Összegzés	65
4.9. Javaslatok, következtetések	66
5. Összefoglalás.....	68
5.1. A célkitűzések teljesülése.....	69
6. Summary	70
6.1. Achievement of the objectives	71
7. Köszönetnyilvánítás.....	72
8. Ábrajegyzék.....	73
9. Irodalomjegyzék	75
10. Mellékletek, táblázatok	80

1. Bevezetés

Az ipar folyamatosan alkalmazkodik az új találmányokhoz és technológiákhoz létezése óta. Ezek a változások egyaránt befolyásolják az egyéneket és a vállalkozásokat. A gőzgép megjelenése a 18. században indította el az iparág progresszív fejlődését, mely azóta is folyamatosan új technológiákhoz és tudományos felfedezésekhez igazítja működését. Az utóbbi években a robotika, a Big data, a 3D nyomtatás, a kollaboratív robotok és más hasonló újgenerációs technológiák bevezetése drasztikus fejlődést eredményezett. Ezek a technológiák egy új digitális paradigma, az Ipar 4.0 kifejlődését ösztönzik. Az I4.0. az internet megjelenésével indult be, amely lehetővé tette az emberek és a gépek közötti könnyű kommunikációt, ezzel megjelölve a negyedik ipari forradalom kezdetét. (Costa, 2020)

A kollaboratív robotokat igen sokféleképpen alkalmazza az ipar, többek között a kézi hegesztési műveletek kiegészítésére és kiváltására is. A kézi hegesztéssel szemben az automatizált hegesztési rendszerek, különösen a robotokkal/Kobotokkal felszereltek, egyre elterjedtebbek a gyártásban. Ennek oka a megnövekedett termelékenység, a következetesség és a minőség, a csökkent munkaerőköltségek, az utómunkálatok, a munkavállalók veszélyes környezetben való tartózkodásának kockázata és a humán erőforrás hiánya. A gyorsan növekvő iparágak az egyszerű és veszélyes feladatok automatizálásába is belekezdtek. Azonban az automatizálás bevezetése előtt alapos elemzés szükséges az egyes műveletek tekintetében, hogy a termelési módszerek zökkenőmentesen illeszkedjenek, és az automatizált rendszerek sikeresen integrálhatók legyenek.

1.1. Fejlesztések fontossága

A mai dinamikus piacon a vállalatok számára elengedhetetlen a folyamatos fejlesztés a versenyképesség megőrzése és a sikeres működés érdekében. Számos ok húzódik meg ennek hátterében: A versenytársak folyamatosan fejlesztik termékeiket, szolgáltatásaikat és technológiáikat, hogy előnyt szerezzenek a piacon. Amennyiben egy vállalat nem követi a trendeket, hamarosan lemaradhat, és elveszítheti piaci részesedését. A piaci helyzet folyamatosan változik, új szereplők lépnek be a piacra, a vásárlói igények pedig átalakulnak. A sikeres vállalatoknak képesnek kell lenniük alkalmazkodni ezekhez a változásokhoz, és új, innovatív termékekkel és szolgáltatásokkal kell előállniuk. Sok piacon telítettség uralkodik, ami árdöntést és nye-

reség csökkenést eredményezhet. A versenyelőny megszerzésének egyik módja a hatékonyabb termelési folyamatok és költségmegtakarítási stratégiák kidolgozása a kutatás-fejlesztés révén. A folyamatos fejlesztés révén a vállalatok versenyelőnyt szerezhetnek a piacon. Ez új termékek, szolgáltatások, technológiák vagy hatékonyabb termelési folyamatok bevezetését jelentheti. A versenyelőny növelheti a vállalat piaci részesedését, profitját és árbevételét. A technológia fejlődése soha nem áll meg, így a vállalatoknak is lépést kell tartaniuk a legújabb irányzatokkal, hogy versenyképesek maradjanak. A kutatás-fejlesztésbe történő befektetés lehetővé teszi a vállalatok számára, hogy előremutató termékeket és szolgáltatásokat fejlesszenek ki, és javítsák termelési folyamataikat.

Az ember-robot együttműködés lehetőséget teremt a humán munkaerő termelékenységének biztonságos növelésére, valamint a manuális feladatok ergonómiájának javítására a döntéshozatalba való emberi bevonás optimalizálásával, a robotokkal közös csapat tagjaként. (Schumacher, 2022)

1.2. Fejlesztési lehetőségek napjainkban (gép- és gyártástechnológia-, irányítási módszerek, digitalizáció)

A technológiai fejlődés forradalmasítja az automatizált rendszereket, megnyitva új dimenziókat a hatékonyság, pontosság és rugalmasság terén. Az előrehaladottabb gépek, robotok, érzékelők és automatizált anyagkezelési megoldások összefonódása révén a folyamatok hatékonyabbá és precízebbé válnak. Ez a fejlődés nem csupán a hardveres komponensekre korlátozódik, hanem kiterjed a fejlett vezérlőrendszerekre, mesterséges intelligenciára (MI) és gépi látásra is, amelyek további innovációkat hoznak.

A digitalizáció, a Big Data analitika, az IoT (Internet of Things) és a felhőalapú számítástechnika új megközelítéseket kínál az adatok kezelésére és optimalizálására. Ennek köszönhetően az automatizált rendszerek rugalmasabbá és alkalmazkodóképesebbé válnak, képesek lesznek komplex feladatok megoldására, és rövidebb beállítási időt igényelnek. Ez a hatékonyság- és termelékenységnövekedés mellett javítja az ipari folyamatok versenyképességét is.

A technológia fejlődése jelentős hatással van az automatizált rendszerekre. Az előrehaladott hardver és intelligens vezérlés révén a folyamatok gyorsabbak, pontosabbak és kevésbé hibásak. A fejlett érzékelők és gépi látástechnológia precíziós méréseket és pontos pozicionálást tesznek lehetővé. Az automatizált rendszerek rugalmasan alkalmazkodnak a változó igényekhez és feladatokhoz, fejlett vezérlőrendszerek és MI segítségével. A Big Data analitika és

az IoT valós idejű információkat biztosítanak a hatékonyabb döntéshozatalhoz és a gyors alkalmazkodáshoz. Mindez növeli a termelékenységet és csökkenti a költségeket, javítva az ipari folyamatok hatékonyságát és versenyképességét a globális piacokon is.

A gyártási folyamatok digitalizálása számos lehetőséget rejt magában, de új kihívásokat és kockázatokat is hordoz. Ezeket a kihívásokat meg kell oldani a vállalatoknak az Ipar 4.0 lehetőségeinek kiaknázásához.

Az Ipar 4.0 várhatóan jelentős hatást gyakorol a gyártási folyamatokra, a tervezésre, az üzemeltetésre és a termelési rendszerekre. Ez magában foglalja intelligens üzemek létrehozását, amelyek a dolgok internete (IoT) segítségével lesznek összekapcsolva. Ez jelentős változást jelent a jelenlegi helyzethez képest, és magában foglalja az automatizált gyártócellákat is. (Cleiton R. Mendes, 2018)

1.3. A dolgozat célkitűzései

A dolgozat célja, hogy megvizsgáljam az új technológia bevezetésének lehetőségeit, valamint elvégezzem a pénzügyi és gazdasági elemzést. A kutatás során részletesen elemzem az automatizált kollaboratív hegesztőcella műszaki, menedzsmenti és gazdasági aspektusait, és összehasonlítom a hagyományos, kézi hegesztéssel. Kiemelt figyelmet fordítok a modern technológiai fejlesztések alkalmazásának pénzügyi és gazdasági előnyeire és hátrányaira. A kutatást az FF Fémfeldolgozó Zrt.-nél végeztem, amely ipari környezetben történő valós esettanulmány kidolgozására adott lehetőséget.

A dolgozat konkrét célkitűzései az alábbiak: **Az Ipar 4.0 és egyéb modern technológiák vizsgálata:** Az Ipar 4.0 és a hozzá kapcsolódó technológiák, mint például az automatizált és kollaboratív robotok, intelligensszenzorok, és a mesterséges intelligencia, gyökeresen átalakítják a gyártási folyamatokat. A dolgozat célja ezen technológiák fejlődésének bemutatása, különös tekintettel a hegesztés automatizálásában játszott szerepükre.

Az automatizált rendszerek bemutatása: Az automatizált hegesztőrendszerek jelenlegi helyzetének elemzése során a jelenleg elérhető technológiákkal, azok fejlettségi szintjével, valamint a várható fejlődési irányokkal foglalkozok.

A kézi hegesztési folyamat és a kapcsolódó költségek elemzése: A dolgozat egy konkrét terméken keresztül mutatja be a kézi hegesztési folyamatokat, részletesen feltárva a folyamat

során felmerülő költségeket. Ezen elemzés során kitérünk a munkaerőköltségekre, az időráfordításra és az energiafelhasználásra. Ezen információk alapján alapot teremtünk az automatizált és kézi hegesztés közötti költséghatékonyság összehasonlításához.

A legfontosabb fejlesztési lehetőségek feltárása: Az elemzés feltárja azokat a területeket, ahol az automatizált technológia bevezetése jelentős fejlesztési lehetőséget kínál. A fejlesztési lehetőségek magukban foglalhatják a termelési folyamat optimalizálását, az állásidők csökkentését, valamint a termelési minőség javítását.

Az új automatizált technológia bevezethetőségének vizsgálata: A dolgozat részletesen elemzi az FF Fémfeldolgozó Kft. által gyártott kiválasztott termék hegesztési gyártási folyamatát, hogy megállapítsa, mennyire bevezethető az új, automatizált hegesztési technológia.

Az automatizált hegesztés kézi hegesztéssel szembeni részletes költség-haszon elemzése: Az egyik legfontosabb célkitűzés a kézi és automatizált hegesztési folyamatok költség-haszon elemzésének elvégzése. A dolgozat részletesen vizsgálja, hogy milyen előnyöket és hátrányokat nyújt az automatizált hegesztés a kézi hegesztéssel szemben, különös tekintettel a költségek csökkentésére, a termelékenység növelésére és a termékminőség javítására. Az elemzés célja egy olyan átfogó kép kialakítása, amely segítségével meghatározható, hogy érdemes-e beruházni az új technológiára és ha igen, akkor az új technológia gazdaságos beruházás volt-e.

A projekt várható eredményei: Az elemzés eredményei várhatóan jelentős információkat nyújtanak a vállalat számára arról, hogy milyen mértékben tudta javítani a gyártási folyamatait az automatizált hegesztőcella bevezetésével. A dolgozat segíteni fogja a menedzsmentet abban, hogy megalapozott döntéseket hozzon a további technológiai fejlesztésekről.

2. Szakirodalmi áttekintés

A Kobotokat kezdetben csomagolás vagy egyéb egyszerű műveletekre használták később a technológia fejlődésével jelentek meg bonyolultabb folyamatok, például a hegesztés.

Napjainkban gyártástechnológia állandóan fejlődik, új gépek és gyártósorok jelennek meg a piacon, amelyek jelentősen befolyásolhatják a műszaki vállalkozások pénzügyi és gazdasági teljesítményét. A modern technológiák bevezetése általában többlet költséget jelent kezdetben, viszont számos előnyük van, nem csupán hatékonyabbá teszi a termelési folyamatokat, de javítja a termékminőséget, csökkenti a gyártási költségeket, és javítja a munkakörülményeket is. (Lefranca, dátum nélk.)

A kollaboratív robotok (Kobot) az Ipar 4.0 és az intelligens gyártás fontos elemei. A Kobotok arról ismertek, hogy képesek együttműködni a kezelőkkel egy megosztott munkaterületen. Az elterjedésüknek köszönhetően az elmúlt évtizedben robbanásszerűen nőtt a Kobotok integrációjának vizsgálata. Azonban a legtöbb kutatás a Kobot-ok bevezetésének csak a specifikus aspektusaira koncentrált, és csak kevés figyelmet fordítottak a kiértékelésükre (főként nem a termelékenységi szempontok alapján). Ezért átfogóbb támogatásra van szükség a Kobot-ok beszerzési és telepítési döntéseihez.

A Kobot-ok szükséges jellemzőinek és képességeinek meghatározása jelentősen leszűkíti a lehetséges Kobot-választást. Ez azonban nem ad információt egy adott Kobot beszerzésének és telepítésének gazdasági értékéről. (Cohen, dátum nélk.)

Ebben a szakirodalmi áttekintésben az automatizált Kobot hegesztőcellák és az ipar 4.0 fémipari nagyvállalatokban történő alkalmazásának technológiai, pénzügyi és gazdasági aspektusait vizsgálom meg. A Kobot hegesztőrobotok a hagyományos hegesztési eljárásokhoz képest számos előnnyel rendelkeznek, ami a termelékenység és a jövedelmezőség jelentős növekedéséhez vezethet.

2.1. Fejlesztések hatásának szükségessége

A kézi hegesztés hosszú ideje alapvető technológia a fémmegmunkálásban, amely számos iparágban elengedhetetlen szerepet játszik. Az emberi szakértelem és a precíziós eszközök kombinációja révén a kézi hegesztés lehetővé teszi bonyolult szerkezetek létrehozását. Ugyanakkor, mint minden manuális folyamatnak, ennek is megvannak a korlátai és határai. A kézi

hegesztés gyakran időigényes, és a hegesztő személy fizikai képességei, tapasztalata és koncentrációja nagyban befolyásolják a munka minőségét. Ezen túlmenően, a folyamat során felépő fáradtság, a precíziós követelmények és a környezeti tényezők, például a hőmérséklet és a biztonsági kihívások tovább nehezítik a feladatot. Ezek a tényezők sok esetben a hegesztési hibák, minőségbeli ingadozások és balesetek kockázatát is növelik. A technológiai fejlődés és az automatizált megoldások lehetőséget kínálnak ezeknek a korlátoknak a leküzdésére.

A Kobotok, vagyis kollaboratív robotok bevezetése a fémipari nagyvállalatok számára jelentős előnyökkel járhat, mivel ezek az automatizációs eszközök nemcsak a termelékenységet növelik, hanem a hegesztési folyamat minőségét is javítják. A Kobotok gyorsabban és precízebben dolgoznak, mint az emberek, a fejlett érzékelőknek és vezérlési rendszereknek köszönhetően. Képesek pontosabb pozicionálásra és állandó minőség biztosítására, függetlenül a munkadarab geometriájától, ami a gyártási ciklusok lerövidítését és a termelékenység növekedését eredményezi. Emellett a Kobotok elősegítik a konzisztens minőségű hegesztések létrehozását, minimalizálva a hibákat és az anyaggazdálkodást, hiszen a hegesztési folyamatok szorosan szabályozhatók és előre programozhatók, ami valós idejű adatgyűjtést és monitorozást is lehetővé tesz. Ez a technológia hosszú távon költségmegtakarítást eredményezhet, mivel a kevesebb hiba és hulladék mellett a munkavállalói sérülések kockázata is csökken, ami tovább csökkenti az utómunkálatok és a selejtek költségeit. A Kobotok egyik legkiemelkedőbb előnye a hagyományos ipari robotokkal szemben, hogy könnyebben taníthatók, programozásuk egyszerűbb, így kevesebb speciális szaktudás szükséges az üzemeltetésükhöz, ami különösen fontos lehet a kisebb és közepes méretű vállalatok számára, ahol a technológiai hozzáférhetőség kiemelt szerepet játszik. (Schumacher, 2022) (Alexandra, 2019)



1. ábra: Kollaboratív robot (Kobot)

A fenti tényezők alapján elmondható, hogy a Kobot-ok bevezetése segíthet a fémipari nagyvállalatoknak versenyelőnyre szert tenni a piacon, viszont a technológia megfelelő alkalmazása érdekében, elengedhetetlenek a pontos alkatrészek, jó összeállító készülékek és a pontos programozás.

2.2. Fejlesztési, fejlődési irányok a hegesztésben (gép- és gyártástechnológia-, irányítási módszerek, digitalizáció)

Az automatizált hegesztés az elmúlt évtizedekben jelentős fejlődésen ment keresztül a technológiai vívmányoknak köszönhetően. Ezek a fejlesztések javították a hatékonyságot, a pontosságot és a rugalmasságot a hegesztési folyamatokban, szélesebb körű alkalmazhatóságot biztosítva a technológiának.

2.2.1. Gép- és gyártástechnológia:

Fejlettebb hegesztőgépek

A modern hegesztőgépek olyan technológiákat alkalmaznak, mint a lézerhegesztés és a plazmaív-hegesztés, amelyek lehetővé teszik a pontosabb és minőségibb hegesztéseket. Ezek a technológiák, különösen az ipar 4.0 kontextusában, javítják a hegesztési folyamat kontrollálhatóságát és elősegítik a termékek hosszabb élettartamát. A precíziós hegesztési technikák, mint a lézerhegesztés, minimális hőhatást gyakorolnak a munkadarabokra, ezáltal csökkentve a hő deformációk és hibák előfordulását. (Gyasi, et al., 2019) (Maharjan, 2019)



2. ábra: Modern hegesztőgép és a hegesztő vezérlőpanelje

Robotkarok és érzékelők

A fejlett robotkarok, amelyek akár hatfokos szabadságfokkal is rendelkezhetnek, lehetővé teszik a bonyolultabb geometriák precíz hegesztését is. A korszerű érzékelők valós időben gyűjtenek információkat a munkadarab helyzetéről, és a hegesztési folyamat paramétereiről,

így pontos vezérlést és folyamatos monitorozást tesznek lehetővé. Az ipari robotkarok különösen fontosak a hegesztési folyamat automatizálásában, hiszen nemcsak a pozicionálás pontosságát, hanem a munka hatékonyságát is növelik. Az érzékelők integrálása csökkenti a hibákat és az anyagvesztést, mivel lehetővé teszi a valós idejű korrekciókat a hegesztési folyamat során. (Williams, 2016) (Alexandra, 2019)

Automatizált anyagkezelés

Az automatizált anyagkezelő rendszerek, amelyek gyakran robotokat, szállítószalagokat és automatizált raktározási megoldásokat foglalnak magukba, jelentősen növelik a hegesztési folyamat hatékonyságát. Ezek a rendszerek hozzájárulnak a termelékenység növeléséhez, mivel folyamatos és gyors munkadarab-mozgatást biztosítanak. Az automatizálás lehetőséget teremt a munkahelyi biztonság javítására is, mivel csökkenti a kézi anyagmozgatás szükségességét. Az ilyen rendszerek különösen hasznosak a nagyobb volumenű gyártási folyamatoknál, ahol a precizitás és az ismételhetőség kulcsfontosságú. (Schumacher, 2022) (Maharjan, 2019)

Ezek az új technológiák és automatizált megoldások jelentősen hozzájárulnak a hegesztési ipar hatékonyságának és pontosságának növeléséhez, különösen az ipar 4.0 és az intelligens gyártási rendszerek bevezetésével.

2.2.2. Irányítási módszerek:

Fejlett vezérlőrendszerek: A fejlett vezérlőrendszerek pontosabb vezérlést és optimalizálást tesznek lehetővé az automatizált hegesztési rendszerek számára, javítva a teljesítményt és a minőséget. Ezek a rendszerek valós idejű adatokat gyűjtenek a hegesztési folyamatról, és ezek alapján automatikusan beállítják a hegesztési paramétereket. A hegesztés során a minőség elengedhetetlen szempont. A hagyományos szabályozók a kívánt hőmérséklet vagy alak fenntartásával igyekeznek ezt elérni. (GIULIO MASINELLI, 2020)

Mesterséges intelligencia (MI): A mesterséges intelligencia (MI) forradalmasítja a hegesztési rendszereket, lehetővé téve számukra, hogy a felhalmozott tapasztalatok alapján finomítsák és optimalizálják a hegesztési paramétereket, ezáltal növelve a hatékonyságot. Az MI algoritmusok felismerik a hegesztési hibákat és javaslatokat tesznek a javításukra. Ez a folyamatos tanulás és fejlődés lényegesen hozzájárul a hegesztés minőségének javulásához és a selejtelek csökkentéséhez.

A genetikus algoritmus (GA), -amely a mesterséges intelligencia egy formája - egy evolúciós keresési módszer, amely a természetes szelekció és a genetika elvén alapul. Ennek a technikának számos előnye van a hagyományos lokális keresési módszerekkel szemben, és alkalmazható a hegesztés közel optimális beállításainak megtalálására. A genetikus algoritmus (GA) kódolással reprezentálja a bemenő paramétereket bináris kódok segítségével, ami rugalmas kezelést és elemzést tesz lehetővé. Átfogóan vizsgálja a keresési teret a globális optimum megtalálása érdekében, hatékonyan megtalálva a legjobb megoldást. (Edwin Raja Dhas, 2012)

Gépi látás: A gépi látástechnológia forradalmasítja a hegesztési folyamatot azáltal, hogy automatizálja a hibakeresést és javítást. A kamerák és a képfeldolgozási szoftverek segítségével a gépi látásrendszerek azonosítani tudják a hegesztésekben rejlő hibákat, mint a hiányos beolvasás, a pórusok és a repedések. Ez a technológia hatékonyabbá és megbízhatóbbá teszi a hegesztési folyamatot, javítva a minőséget és csökkentve a selejtarányt. A gépi látás nem csak a hibakeresésben, de a varratkövetésben, a valós idejű megfigyelésben és a hegesztés utáni roncsolásmentes vizsgálatban is kulcsfontosságú szerepet játszik. A hegesztésvizsgálat két fő fejlődési szakaszon ment keresztül, az alkalmazott jellemző-mérnökség vagy mélytanulási modellek alapján. A gépi látástechnológia alkalmazása a hegesztésben jelentősen javítja a minőséget, a hatékonyságot és a megbízhatóságot. A témában végzett kutatások fellendülése pedig arra utal, hogy ez a technológia hamarosan elterjedtté válik az iparágban, forradalmasítva a hegesztési folyamatot. (Tianyuan Liu, 2023)

2.2.3. Digitalizáció:

A **dolgok internete (IoT)** egy globális elérést biztosító, dinamikus információhálózat, amelynek alapját az autonóm kapacitások szabványos kommunikációs protokollokon alapuló konfigurációja képezi. A virtuális és fizikai entitások intelligens interfészekon keresztül kommunikálnak és tökéletesen integrálódnak egymással. Ez a technológia nem csupán növeli a kapcsolt entitások által generált információk értékét, de olyan tudást is biztosít, amely megkönnyíti a termékek gyártását. (Cleiton R. Mendes, 2018)

Az **IoT** forradalmasítja a hegesztési ipart a valós idejű monitorozás és vezérlés révén, javítva a hatékonyságot és a rugalmasságot. Az IoT-eszközök, mint az érzékelők és az adatgyűjtők, valós idejű adatokat szolgáltatnak a hegesztési folyamatról, amelyeket távoli üzemirányítók-ból lehet figyelni és elemezni. Ez lehetővé teszi a problémák azonnali azonosítását és a szükséges korrekciók elvégzését.



3. ábra: A dolgok internete (IoT) (Ádám, dátum nélk.)

A **felhőalapú számítástechnika** elengedhetetlen az IoT hatékony működéséhez. Feltételezhető, hogy a felhőalapú számítástechnika lehetőségeit kihasználva az IoT képes lesz kezelni, tárolni és feldolgozni a virtuális feldolgozási platformot. Ez az interakció paradigmaváltást jelent a különböző rendszerek integrációjában. Az ipari alkalmazások új generációja gyorsan létrehozható a felhőalapú számítástechnikában elérhető új szolgáltatások és képességek kombinálásával. Az alkalmazások dinamikusan engedélyezhetők és elérhetővé válnak más ipari vezetési alrendszerek számára. (Cleiton R. Mendes, 2018)

A felhőalapú számítástechnika révén a hegesztési adatok tárolása és elemzése a felhőben történik, ami könnyű hozzáférést és együttműködést biztosít a mérnökök és a gyártók számára. A felhőalapú platformon tárolt adatokat bármikor és bárhol elérhetik a jogosult felhasználók, ami megkönnyíti az adatelemzést és a hegesztési folyamatok optimalizálását.

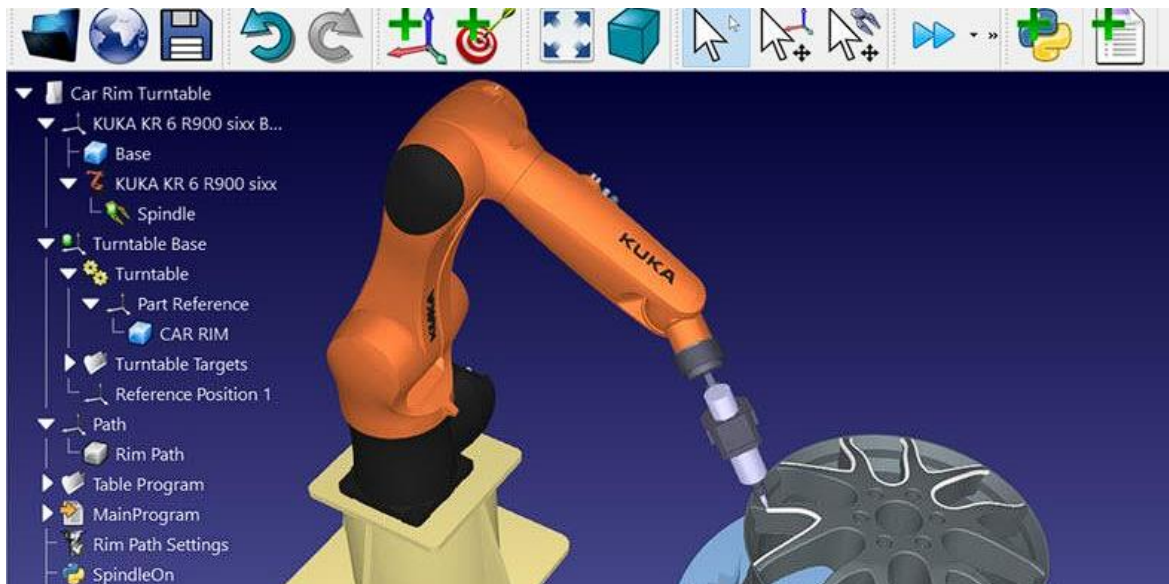
Összefoglalva, az IoT és a felhőalapú számítástechnika együttesen hatékonyabbá, rugalmasabbá és termelékenyebbé teszi az ipart. Ezek a technológiák javítják a hegesztési minőséget, csökkentik a költségeket, és új lehetőségeket nyitnak meg az innováció számára. A **dolgozók internete** és a **felhőalapú számítástechnika** forradalmasítja az ipart, és új lehetőségeket nyit meg a termelékenység és a hatékonyság javítására. Ezek a technológiák kulcsfontosságú szerepet játszanak a jövő gyárainak kialakításában.

2.2.4. Automatizált hegesztő rendszerek:

Az előző fejezetekben vizsgált fejlesztések és technológiák lehetővé teszik az automatizált hegesztő rendszerek számára a következőket:

Komplexebb geometriák hegesztése: A modern hegesztési technológia új távlatokat nyitott a bonyolultabb geometriák és anyagok összehegesztésében, amelyek kézi hegesztéssel nehezen vagy egyáltalán nem kivitelezhetők állandó minőségben. Ez a forradalmi fejlődés különösen előnyös az olyan iparágak számára, mint az űrrepülés, az autóipar és az orvosi eszközök gyártása. A fejlett hegesztőgépek és robotkarok precíz és megbízható hegesztést tesznek lehetővé, minimalizálva a hibák kockázatát. A robotizált hegesztés nemcsak a minőséget javítja, de a munkafolyamat hatékonyságát is növeli, automatizálva a repetitív feladatokat. A minősített robotizált hegesztési technológiák alkalmazásával kiküszöbölhető az emberi tényező a hegesztési folyamatból, javítva a munkakörülményeket és a termékminőséget. A robotok programozhatóak és rugalmasan alkalmazkodnak a változó igényekhez, így ideálisak a tömeggyártáshoz és a kis szériás gyártáshoz is. (M N Coman, 2021)

Rövidebb üzembeállítási idő: A fejlett vezérlőrendszerek és a szimulációs szoftverek rövidítik az automatizált hegesztő rendszerek beállítási idejét, ami növeli a rugalmasságot és a termelékenységet. A szimulációs szoftverek lehetővé teszik a hegesztési folyamat virtuális környezetben történő tesztelését és optimalizálását, még mielőtt azt a valós berendezéseken alkalmaznák. A hegesztés fontos szerepet tölt be a gyártási folyamatokban, mivel a hegesztett kötésekre gyakorolt hőveszteség és a vele járó hőfeszültség jelentős hatással van a teljesítményükre. A kutatók közül többen foglalkoztak a hegesztés modellezésével és elemzésével. Az áramlás- és hőtani folyamatok hegesztés során tapasztalt viselkedését is intenzíven vizsgálták. (Hitesh Arora, 2021)



4. ábra: Ipari robot szimulációs környezete (DeepResearchReports, dátum nélk.)

Kisebb beruházási költségek: A hagyományos hegesztőrobotokhoz képest a kollaboratív hegesztőgépek általában jóval kedvezőbb áron elérhetőek, így vonzó választást jelentenek a vállalkozások, vállalatok számára. Fontos azonban tudni, hogy a teljes kollaboratív robotcella ára nem csupán a robot maga. A robot általában a teljes rendszer költségének csupán egyharmadát teszi ki (robot kar, áramforrás, megfogatás/készülék). Vannak azonban olyan felhasználóbarát kollaboratív robotok, mint például a Hirebotics Kobot Welder, amelyek nem igényelnek különösebb programozási ismereteket. A képzett hegesztő szakemberek is be tudják állítani és programozni a Kobotot, így spórolva az időt és a költségeket, a programozás után egy betanított gépkezelő is tudja használni a hegesztőcellát. (Goldiez, 2024)

Könnyebb programozhatóság: A Kobot hegesztőgépek intuitív programozási felületekkel rendelkeznek, amelyeket akár gyakorlati hegesztési tapasztalattal nem rendelkező személyzet is könnyen elsajátíthat. (Goldiez, 2024)

Biztonságosabb munkakörnyezet: Mivel a dolgozatom fő témája az automatizált Kobot hegesztőcellák, ezért ebben a témakörben a „hagyományos” értelemben vett robotokról nem beszélek. A Kobot hegesztőgépek beépített biztonsági funkciókkal rendelkeznek, melyek az ütközés során letiltják a mozgást, ezért megelőzik az ember és a robot közötti súlyosabb ütközéseket, ezáltal javítva a munkakörnyezet biztonságát. A kollaboratív robotok (Kobot) fő előnye az ember és a robot közös, vagy szoros együttműködésének lehetősége. Azonban a biztonságos alkalmazáshoz nem elegendő csupán a név és a kialakítás. Egy munkahely valódi kollaboratív és biztonságos mivoltának biztosítása érdekében az egész rendszert kell figyelembe

venni. Ez magában foglalja a robotot, a munkadarabot, a robot munkaterületét, sőt még a robot végén lévő szerszámot is. Ha a kockázatértékelés során bármelyik kritikus terület nem felel meg a meghatározott biztonsági szabványoknak, az alkalmazást nem lehet jóváhagyni megfelelő kockázatcsökkentés nélkül. A robotok használatának optimalizálásakor a biztonságot kiemelt szempontként kell kezelni. A gyártóknak a következő tényezőket kell figyelembe venniük a lehető legjobb teljesítmény és munkaterület kialakítása érdekében:

A robot munkaterületét úgy kell kialakítani, hogy az "robotbarát" legyen, vagyis a környezet megfeleljen a robot zavartalan működéséhez szükséges követelményeknek. Ennek részeként fontos elkerülni, hogy a kábelek elakadjanak, valamint, hogy a hegesztési fröccsenés csúszásveszélyt okozzon, hiszen mindkettő jelentős veszélyforrás lehet a munkafolyamat során. A robot stabilitásának biztosítása érdekében a robot alapját a gyártó által megadott utasításoknak megfelelően kell rögzíteni, ezzel biztosítva, hogy a berendezés mozgása precíz és megbízható legyen.

A robot működése során a kábelek megfelelő elrendezése is kiemelt fontosságú. Ennek érdekében kábelrendezőt kell használni, amely megakadályozza a kábelek beakadását, és így elkerülhetővé teszi a robot téves leállítását. A hegesztési minőség optimalizálása érdekében elengedhetetlen a megfelelő rögzítőasztal vagy szerszám használata, mivel ezek biztosítják a hegesztett munkadarab stabilitását és megfelelő pozícióját.

A biztonságos munkavégzés érdekében egy 1993-ban életbe lépett törvény előírja a megfelelő védelmi rendszerek alkalmazását a robotok közelében. A fényfüggönyök vagy egyéb védelmi eszközök egyszerű és hatékony megoldást jelentenek arra, hogy a munkaterületen dolgozó embereket megvédjük a potenciális veszélyektől. A hegesztési folyamat során keletkező füstgázok elleni védekezés érdekében a forrásnál történő füstgázelvonás a leghatékonyabb módszer, mivel ez közvetlenül a hegesztési helyszínen távolítja el a káros anyagokat, csökkentve a levegő szennyezettségét.

Az ívvillanás elleni védelem is alapvető fontosságú, ezért, ahogyan a kézi hegesztésnél, úgy a robotizált hegesztési eljárásoknál is elengedhetetlen a megfelelő személyi védőfelszerelés használata. Az AWI (argon védőgázos wolfram elektródás ívhegesztés) eljárás esetén különösen fontos egy biztonsági zóna kialakítása, mivel a wolfram hegy speciális veszélyt jelenthet, amelynek megfelelő kezelése elengedhetetlen.

A robotok és az emberek közötti biztonságos együttműködés elősegítése érdekében olyan kommunikációs eszközöket kell alkalmazni, mint a fényjelzők vagy hangjelzések. Ezek a rendszerek segítik a munkatársakat abban, hogy tudják, mikor és milyen mozgásokat végez a robot, ami hozzájárul a munkabiztonság növeléséhez. Továbbá minden robotrendszernek rendelkeznie kell egy vészleállító gombbal, amely vészhelyzet esetén lehetővé teszi a robot azonnali leállítását, ezáltal minimalizálva a balesetek kockázatát.



5. ábra: Biztonsági berendezések

A felsorolt biztonsági és technológiai intézkedések betartása alapvető ahhoz, hogy a kollaboratív robotok biztonságosan és hatékonyan használhatók legyenek az ipari környezetben. Ezek az intézkedések biztosítják a munkafolyamatok stabilitását, a munkatársak biztonságát és a robotok precíz működését, ami összességében hozzájárul a gyártási folyamatok hatékonyságának növeléséhez. (Leath, 2022)

A fejlettebb hegesztőgépek, robotkarok, vezérlőrendszerek, digitalizációs megoldások és Kobot hegesztőgépek bevezetése javította a hegesztési folyamatok hatékonyságát, pontosságát és rugalmasságát. Ezek a fejlesztések szélesebb körű alkalmazhatóságot biztosítottak a technológiának, és várhatóan tovább bővítik az automatizált hegesztés szerepét a modern iparban, viszont itt fontos megjegyezni, hogy a Kobotok csupán eszközök, amelyek ismétlődő feladatokat végeznek, és nem helyettesítik teljesen a hegesztő szakembereket. (Tyrrell, dátum nélk.)

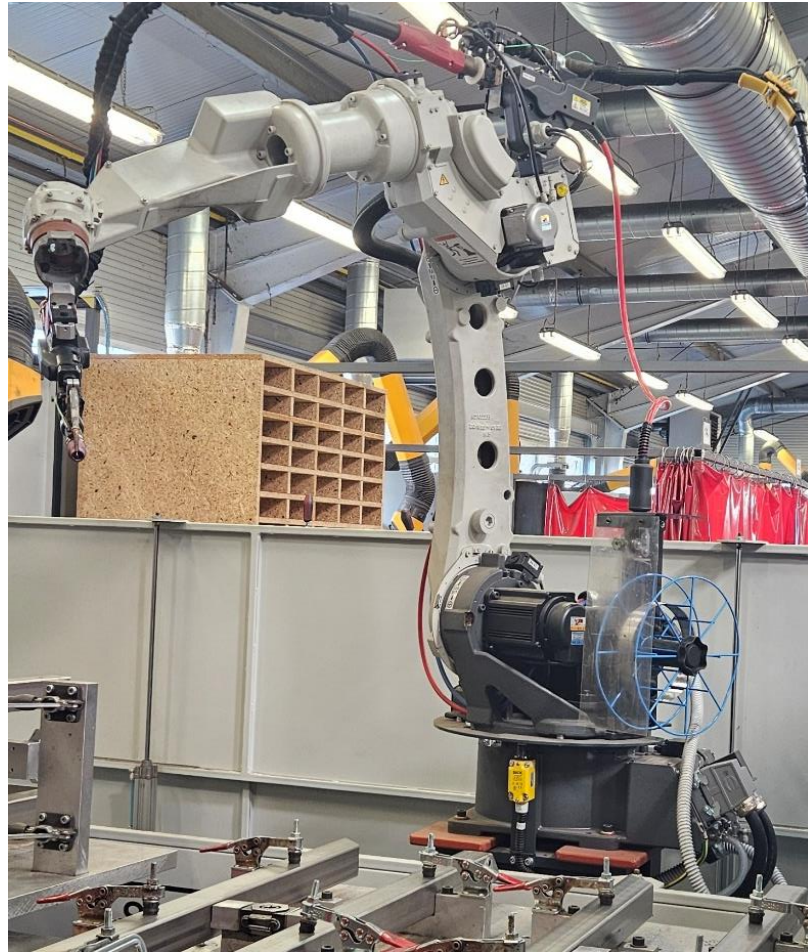
2.3. Gyártástechnológia (hegesztés, robotok, Kobotok) fejlődése, jövője

A hegesztés olyan mesterség, amely magas szintű anyag- és eljárásismeretet igényel. Ez a fúziós technika végleges, és a hibák javítása vagy elrejtése meglehetősen kihívást jelent. Továbbá a fémfeldolgozó vállalatoknak szembe kell nézniük a hegesztő szakemberek jelentős hiányával is.

2.3.1. Ipari robotok

Az első ipari robot megjelenése óta a robotok száma 2020-ra több mint 3 millióra nőtt a Nemzetközi Robototechnikai Szövetség (IFR) adatai szerint. Ez a szám különösen az elmúlt évtizedben ugrott meg: a háromszorosára nőtt az ipar által 2010-ben telepített 1 millió 59 ezer egységhez képest. 2020-ban 384 ezer robotot integráltak, ebből 66 ezer darabot a hegesztéstechnikában használtak.

A robotok a piacon a mozgásszabadságuk, pontosságuk, sebességük, erejük és folyamatosságuk révén tűnnek ki. Rendszeres karbantartással és beállításokkal a robotok könnyedén kezelhetik a nagyszériás gyártást. A robot általában öt vagy hat külön mozgatható tengellyel rendelkező manipulátor. Az utolsó tengelynél a robot több méter per másodperc sebességet is elérhet. A kezelő biztonsága érdekében védőkerítéssel van körülvéve. A hegesztéstechnikában gyakran helyeznek el egy asztalt a kerítés egyik nyílásába, hogy az asztal fele mindkét oldalon kilógjon a kerítésből. Ez gyakorlatilag egy forgóajtót hoz létre, amelyen keresztül a kezelő a befejezetlen termékdarabokat a robotnak, a kész termékeket pedig a robottól vissza a kezelőhöz tudja továbbítani. Ez lehetővé teszi a robot és a kezelő párhuzamos munkáját: a robot az asztal egyik oldalán hegeszt, miközben a kezelő a másik oldalon eltávolítja a hegesztett terméket, és új termékdarabokkal helyettesíti. (Vrugteveen, 2021)



6. ábra: Ipari robot[saját]

A robotokat programozni kell ahhoz, hogy mozgást hajtsanak végre, vezéreljenek külső berendezéseket vagy reagáljanak érzékelőkre. Szinte minden robotmárkának saját programozási nyelve van, amelyek eltérnek egymástól. Ez a robotok integrálását meglehetősen munkaerő-igényes folyamattá teszi, és ennek következtében nagyon költséges beruházássá. Ezen felül költséget jelent a védőkerítés, az érzékelők és a működtetők ára is. Az iparban alkalmazott robottelepítésekre ezért jellemző, hogy egymás után – és szinte kizárólag – nagyszériás gyártást végeznek. (Vrugteveen, 2021)

2.3.2. Kobot és robotok összehasonlítása

A hagyományos robotok mellett léteznek kollaboratív robotok, más néven Kobotok is. Ennek a robottípusnak eltérő tulajdonságai és alkalmazási területei vannak a hagyományos robotokhoz képest, de paradoxonnal is járnak. Ezek a robotok emberrel együttműködve képesek hegeszteni, ami új lehetőségeket nyit a hegesztési folyamatok automatizálásában.

A KUKA robotgyártó cég 2004-ben vezette be az első kollaboratív robotot, más néven "Kobotot" a piacra. Az első Kobot érzékelőkkel volt felszerelve, amelyek lehetővé tették az egyes

tengelyeken alkalmazott erők leolvasását. A Kobot belsőleg kiszámítja a tengelyekre alkalmazandó erőt, például a kar súlyától származó gravitációs hatást, valamint a robot által felemelt tömeg hatását. Ha eltérést észlel, a robot erre úgy reagálhat, hogy leáll, vagy elmozdul, amíg csak a kiszámított erők regisztrálódnak. Ezt a tulajdonságot eredetileg a védőkerítés nélküli robotüzem biztonságának megőrzésére szánták. Ez azonban azt is jelenti, hogy a hatást egy bizonyos maximális értékre kell korlátozni. Ez az oka annak is, hogy a Kobot általában valamivel lassabb, és nem tud felemelni annyi súlyt, mint egy hagyományos robot. Ezzel szemben a külső erők figyelésének legnagyobb előnye az volt, hogy kiderült, hogy a Kobotot kézzel is lehet vezérelni. A Kobotot kézzel "be lehet kényszeríteni" a pozícióba, ami rendkívül leegyszerűsíti a Kobot pozícióinak programozását. A Kobotok első generációja még nem volt anyagilag vonzó, mert a drágább technológia költségei nem múlták fel a potenciálisan biztonságos munkavégzés előnyeit. Ezért a Kobotok későbbi generációi, amelyeket többek között az OMRON gyárt, nem rendelkeznek erőérzékelőkkel, hanem a tengelyek szervomotorjai által felvett teljesítményt regisztrálják. Ez a rendszer működését kissé durvábbá teszi, de a rendszert olcsóbbá is teszi, és így kereskedelmileg vonzóbb. Ezenkívül jelentős előrelépések történtek a felhasználói felületen is. Az első KUKA robotot még hagyományos módszerekkel kellett programozni, de az utóbbi években a felületet leegyszerűsítették, így a Kobotokkal már néhány napos képzés után is lehet dolgozni. Ez az olcsóbb technológiával együtt hozzájárult a Kobot-értékesítések robbanásszerű növekedéséhez. Mióta 2008-ban értékesítették az első Kobot-típusokat, 2020-ban már 22 000 Kobotot adtak el. 2008 óta a Kobotok aránya 0%-ról 5,72%-ra nőtt a 2020-ban világszerte értékesített 384 000 robotból. (Vrugteveen, 2021)

2.3.3. A robotizáció hatásai a foglalkoztatásra

A robotok munkaerőpiacra gyakorolt hatása az Ipar 4.0 kontextusában eltérő lehet ágazatonként és országonként. Az Ipar 4.0 alapvetően átalakítja a munkahelyek jellegét, hiszen az automatizálás és a digitális technológiák alkalmazása növeli a hatékonyságot, de egyúttal a munkakörök átalakulásához és megszűnéséhez vezethet. A technológiai újítások nemcsak a rutinszerű munkák eltűnését eredményezhetik, hanem új munkalehetőségeket is teremtenek, különösen a technológia és az innováció területén, mint például a robotok programozása, karbantartása és üzemeltetése.

Az Ipar 4.0 hatása a foglalkoztatásra optimista és pesszimista megközelítések szerint is értelmezhető. Az optimista nézet szerint a technológiai fejlődés végül több munkahelyet teremt,

mint amennyit megszüntet. A pesszimista megközelítés viszont arra utal, hogy a gépek elterjedésével csökkenhet az emberi munkaerő iránti igény, ami munkahelyek elvesztéséhez vezethet, különösen az ipari szektorban. (Zoltán, 2018)

A kollaboratív robotok (Kobotok) terjedése is jelentős hatással lehet a munkaerőpiacra. A Kobotok képesek az emberekkel közösen dolgozni, növelve a gyártási folyamatok hatékonyságát, és így csökkentve a dolgozók fizikai megterhelését. Azonban a Kobotok bevezetésével kapcsolatos kutatások eddig többnyire a specifikus műszaki aspektusokra fókuszáltak, és kevés figyelmet fordítottak a produktivitásra gyakorolt hatásukra. A Kobotok bevezetésének gazdasági értékének meghatározásához további kutatások szükségesek. (Cohen, dátum nélk.)

A hegesztőipar területén a Kobotok egyre fontosabb szerepet játszanak, különösen a munkaerőhiány miatt. A globális hegesztési ipar 2020 és 2021 között 3,6%-os növekedést tapasztalt, és ez a növekedés várhatóan folytatódik. Az automatizáció, beleértve a Kobotokat is, fontos eszközként szolgál a hegesztők hiányának kezelésében, különösen mivel a hegesztői szakma egyre kevésbé vonzó a fiatal munkavállalók számára. A Kobotok előnye, hogy könnyen programozhatók és képesek az emberekkel közösen dolgozni, ami lehetővé teszi a kisebb sorozatú, változatos termékek gyártását is. (Vrugteveen, 2021)

2.3.4. Kisebb sorozatok és biztonság

Felhasználóbarát jellegüknek köszönhetően a Kobotok programozása kevésbé költséges. Ez vonzóbbá teszi a kisebb sorozatok automatizálását is. A gyártott alkatrészek változossága miatt ez is előnyös: ha a programlogika, például a lekérdezési kérelmek és a bemenetek vagy kimenetek vezérlése már megvan, a programot viszonylag gyorsan át lehet alakítani hasonló termékek kezelésére. Ennek az az oka, hogy a Kobotot kézzel át lehet helyezni, és egy hiba nem jár azonnali katasztrofális következményekkel a Kobotra nézve, mivel úgy lett kialakítva, hogy a szándékolatlan külső erőket figyelje és ennek megfelelően reagáljon.

A Kobotok neve és a felhasználóbarát jellege azonban egy paradoxonhoz vezet. Bár a Kobotok a külső erők figyelésének képessége miatt kollaboratív munkára alkalmasnak nevezhetők, ez nem jelenti automatikusan azt, hogy bármilyen folyamatban biztonságosan alkalmazhatók lennének. Például egy Kobot ütközhet egy emberrel, de a megengedett ütközés az érintett testrésztől és az ütközés típusától (szorítás vagy eltolás) függ. A hegesztési folyamat automatizálása például nagyobb biztonságot igényel, mint egy Kobot egyszerű bevetése. Például a pisztoly rázkódása könnyen meghaladhatja a megengedett maximális ütközési értéket,

a hegesztési fény pedig omnidirekcionális veszélyt jelent, amely "villanó vakság" kialakulásához vezethet a közelben tartózkodók számára. Nem is beszélve a fém hegesztésekor használt áramerősségről és hőmérsékletről, amelyet ez generál. Ahhoz, hogy a Kobotokat biztonságosan lehessen alkalmazni veszélyesebb folyamatokban, biztonsági intézkedéseket kell bevezetni. Ez lokális folyamatok lefedésével vagy más hasonló folyamatokkal történő helyettesítéssel is elérhető. A hegesztés esetében azonban ez nem igazán opció. Ennek ellenére a Kobotok felhasználóbarát jellege ellensúlyozza a hegesztéstechnikai költségeket. A Kobotokkal a hegesztők a manuális Kobot-helyezéssel be tudják vinni a folyamattudásukat a termék megfelelő beolvasási szögére. A hegesztési útvonalat példátlan pontossággal kell bejárni - egyenesen vagy körben -, állandó sebességgel és beolvasási szöggel.

A hegesztéstechnikában a kobotokat általában talapzatra szerelik, ami csak a hegesztőberendezés és a talapzat beruházását igényli. Sok esetben azonban a vállalatok a költségek csökkentése érdekében a biztonságon spórolnak, ami gyakran nem biztonságos telepítésekhez vezet. Például előfordulhat, hogy a kobot a programozási szabadsága miatt bármilyen sebességgel végezhet mozgásokat, figyelmen kívül hagyva az ISO/TS 15066:2016 szabványban meghatározott ütközési típusokat és mértékeket, amelyek a kollaboratív robotokra vonatkozó biztonsági előírások.

Továbbá a kobot hegesztési indítását gyakran jelzőlámpával vagy hangjelzéssel jelzik, azonban a hegesztőmaszk mögött a lámpa nem látható, a hangjelzést pedig a fülvédők elnyomhatják. Ilyen helyzetekben fennáll annak a veszélye, hogy a kobot mellett dolgozó hegesztő megsérül. Bár a kobot leállítható, a leállító gomb nem mindig van könnyen elérhető helyen az operátor számára.

Vannak jobban kidolgozott rendszerek is, ahol a biztonságot holtpontkapcsolókkal vagy hegesztőpajzsokkal biztosítják, de ezek nagyobb befektetést igényelnek, amit nem minden vállalat hajlandó vállalni. (Vrugteveen, 2021)

2.4. Kobot-ok ipari felhasználása hegesztésre (kézi hegesztés – előny, hátrány).

A Kobotok ipari felhasználása hegesztésre egyre népszerűbbé válik a gyártási folyamatokban, különösen az automatizálás és az Ipar 4.0 elveinek terjedésével. A Kobotok lehetőséget biztosítanak a munkafolyamatok hatékonyságának növelésére, különösen olyan összetett és precíz feladatoknál, mint a hegesztés, ahol a hagyományos kézi hegesztés helyettesíthető vagy kiegészíthető robotikai megoldásokkal.

2.4.1. Kézi hegesztés előnyei:

- **Rugalmasság:** A kézi hegesztés lehetőséget biztosít a munkásoknak, hogy gyorsan alkalmazkodjanak a változó hegesztési körülményekhez vagy a hegesztendő anyag specifikus igényeihez. A hegesztők könnyebben tudnak igazodni a nem standard munkadarakhoz vagy a gyártási folyamatok hirtelen változásaihoz.
- **Szaktudás:** A kézi hegesztők gyakran magasan képzett szakemberek, akiknek a szakértelme és tapasztalata lehetővé teszi a minőségi munka elvégzését különböző anyagokon és helyzetekben.
- **Alacsony kezdeti költségek:** A kézi hegesztési folyamat nem igényel nagy kezdeti beruházást a robotikai rendszerekhez képest, amely különösen a kisebb vállalatok számára előnyös lehet. (Schumacher, 2022) (Masemola, 2022)

2.4.2. Kézi hegesztés hátrányai:

- **Fáradtság és egészségügyi kockázatok:** A kézi hegesztők gyakran vannak kitéve káros gázoknak és sugárzásnak, amelyek hosszú távon egészségkárosodást okozhatnak. Emellett a folyamatos munka fizikai és szellemi fáradtsághoz vezethet, amely csökkentheti a munka hatékonyságát és minőségét. (Masemola, 2022) (Cohen, dátum nélk.)
- **Inkonzisztens minőség:** Mivel az emberi tényezők, mint a fáradtság, a koncentráció vagy a tapasztalat változóak lehetnek, a kézi hegesztés minősége nem mindig egyenletes, ami hibákat eredményezhet, például porozitást vagy a nem megfelelő beolvadást. (Masemola, 2022) (Schumacher, 2022)
- **Pozíció váltás:** A hegesztés közbeni pozíció váltások elengedhetetlenek a megfelelő minőségű varratok kialakításához, azonban ez nagy idővesztést jelent,

2.4.3. Kobotok előnyei hegesztésnél:

- **Nagyobb pontosság és konzisztencia:** A Kobotok képesek folyamatosan ugyanazt a hegesztési minőséget biztosítani, mivel nincsenek kitéve fáradtságnak vagy figyelmi kihagyásoknak. Az automatizált rendszerek pontosan követik a beállított paramétereket, minimalizálva a hibák esélyét. (Cohen, dátum nélk.) (Schumacher, 2022)

- **Ergonómiai előnyök:** A Kobotok használata csökkenti az emberek fizikai terhelését, mivel a robotok átveszik a nehéz vagy veszélyes munkafolyamatokat, mint például a hosszabb ideig tartó hegesztési pozíciók vagy a magas hőmérsékletű munkák. (Schumacher, 2022) (Masemola, 2022)
- **Hatékonyág és termelékenység növelése:** A Kobotok hosszú órákon keresztül képesek megszakítás nélkül dolgozni, ami növeli a termelési időt. Ezzel a kézi hegesztésnél gyorsabb és költséghatékonyabb folyamatokat eredményezhet. (Cohen, dátum nélk.) (Pauliková & Ubárová, 2021)

2.4.4. Kobotok hátrányai hegesztésnél:

- **Magas kezdeti költségek:** A Kobotok és az automatizált rendszerek jelentős kezdeti beruházást igényelnek, ami különösen a kisebb és közepes méretű vállalkozások számára kihívás lehet. (Masemola, 2022) (Schumacher, 2022)
- **Rugalmatlanság bizonyos esetekben:** Bár a Kobotok jól használhatók szabványosított, ismétlődő feladatokhoz, a változó környezetben vagy egyedi munkadaraboknál még mindig szükség lehet kézi beavatkozásra vagy programozásra. A megfelelő minőség érdekében szükség van a precízebb anyag előkészítésre. (Cohen, dátum nélk.) (Schumacher, 2022)

Összességében a Kobotok és a kézi hegesztés kiegészíthetik egymást, ahol a Kobotok veszik át a monoton, repetitív feladatokat, míg az emberek a finomabb, komplex feladatok elvégzésében játszanak szerepet.

3. Anyag és módszer

3.1. Cég bemutatás

Az FF Fémfeldolgozó Zrt. büszkén tekint vissza több mint 70 éves fémfeldolgozási múltra, melynek során a legmagasabb minőségű termékek és szolgáltatások nyújtásával vívta ki a bizalmat. A cég 1949-ben Fémfeldolgozó Szövetkezet néven alakult, majd 1991-ben magyar tulajdonú részvénytársasággá alakult át, majd egy 2023-ban külföldi befektető csoport felvásárolta a céget. Adminisztrációs központja Budapesten, míg gyártóüzeme a Mezőtúron található üzemben folyik a termelés.



7. ábra: Az FF Fémfeldolgozó Zrt. irodaháza (Zrt., dátum nélk.)

A Mezőtúri üzem a legmodernebb gyártási berendezésekkel van felszerelve, garantálva a hatékony és precíz termelést. A cég több mint 300 alkalmazottal büszkélkedhet, akik elkötelezettek a minőség és az innováció iránt. Az FF Fémfeldolgozó Zrt. kiemelkedő ügyfélkörrel rendelkezik, melyek nagy német gasztro- és orvostechnikai vállalatok. Az FF Fémfeldolgozó Zrt. fő profiljai közé tartozik a rozsdamentes acéllemezek, csövek, profilok, kerek rudak és huzalok feldolgozása. A cég kiemelt figyelmet fordít az élelmiszeripari szolgáltatások és sütőipar számára egyedi rozsdamentes acéltermékek és alkatrészek gyártására, valamint az egészségügyi ipar számára rozsdamentes acélból készült bútorok és alkatrészek előállítására.

Az FF Fémfeldolgozó Zrt. 12 fő technológiai kategóriában mutatja be szakértelmét, K+F részlegük pedig folyamatosan azon dolgozik, hogy innovatív, egyedi mérnöki megoldásokat

fejlesszen ki. A cég vezetése a felelős működésre és a kiváló minőségű termékek, szolgáltatások és megoldások nyújtására összpontosít.

Az FF Fémfeldolgozó Zrt. dinamikusan fejlődő vállalat, amely a fémfeldolgozás terén kiemelkedő minőséget és technológiát képvisel. Exportorientált üzleti stratégiájukkal és a nemzetközi piacokon elért eredményeikkel méltán vívták ki a "világ elit rozsdamentes acélfeldolgozó" közé tartozást.

Az **FF Fémfeldolgozó Zrt. főbb erősségei** közé tartozik, hogy több mint 70 éves tapasztalattal rendelkezik a fémfeldolgozás területén. Korszerű gyártóbázissal rendelkeznek, és elkötelezettek a minőség és az innováció iránt. Üzleti stratégiájuk erősen exportorientált, hiszen az export aránya meghaladja a 95%-ot. Kiemelkedő ügyfélkörrel büszkélkedhetnek, és nagy hangsúlyt fektetnek a társadalmi felelősségvállalásra. A vállalat vezetése felelős döntéseket hoz, és kutatás-fejlesztési részlegük innovatív megoldásokkal járul hozzá a fejlődéshez. Emellett a legmodernebb gyártási berendezéseket alkalmazzák a termelés során. (Zrt., dátum nélk.)

3.2. A kidolgozás során használt módszerek áttekintése

3.2.1. SWOT analízis

A SWOT analízis egy olyan módszer, amely alkalmas a külső és belső tényezők együttes értékelésére. A SWOT-elemzés az erősségek (Strengths), gyengeségek (Weaknesses), lehetőségek (Opportunities) és veszélyek (Threats) feltárással nyújt lényeges információkat a stratégiai döntéshozatalhoz. A modell egyes elemei a következőképpen néznek épülnek fel:

Erősségek: Az erősség olyan erőforrás, képesség vagy más előny, amely a versenytársakhoz képest és a vállalat által kiszolgált piac igényeihez mérten előnyt biztosít. Az előnyt jelentő megkülönböztető képesség versenyelőnyhöz juttatja a vállalatot.

Gyengeségek: A gyengeség egy olyan korlát vagy hiányosság az erőforrásokban és képességekben, amely jelentősen akadályozza a vállalat magas szintű teljesítményét. Például az épületek, pénzügyi erőforrások, vezetői és marketing készségek, illetve a márka imázsa is gyengeség forrásai lehetnek.

Lehetőségek: A lehetőség a vállalat környezetében adódó kedvező helyzet. Az iparági trendek fontos forrásai lehetnek a lehetőségeknek. Például új piacok feltárása, a versenyhelyzet vagy szabályozási feltételek változása, technológiai fejlődés, valamint a vevői és szállítói kapcsolatok javulása mind a lehetőségek példái lehetnek.

Veszélyek: A veszély olyan kedvezőtlen környezeti tényező, amely negatívan befolyásolhatja a vállalat jelenlegi vagy jövőbeni helyzetét. Ilyen lehet egy új versenytárs megjelenése, a piac növekedésének lassulása, vagy kedvezőtlen technológiai változások. (Balaton Károly, 2018)

	Pozitív	Negatív
Belső tényezők, adottságok múltbéli vagy jelenlegi állapot mikro tényező	Erősségek	Gyengeségek
Külső tényezők, trendek jelenlegi vagy jövőbeli állapot makro vagy mezo tényező	Lehetőségek	Veszélyek

1. táblázat: A SWOT elemzés felépítése (Balaton Károly, 2018)

3.2.2. Megtérülési idő

A megtérülési idő az az időszak, amely alatt a beruházás létrehozásához befektetett tőke a működésből származó, adózás utáni nyereségből visszanyerhető. Képlete:

$$\text{Megtérülési idő} = \frac{\text{Beruházási költség}}{\text{Évi átlagos nyereség}} = \text{Év}$$

A megtérülési idő módszere azt mutatja meg, hány év alatt térül meg a kezdeti befektetés a beruházásból keletkező pénzáramlások révén. A befektetés megtérülési idejét úgy határozzák meg, hogy kiszámolják, mennyi idő alatt éri el az összes nettó jövedelem a befektetett összeget. E módszer alapján azok a beruházási projektek elfogadhatók, amelyeknél a kezdeti ráfordítás meghatározott időn belül visszatérül a működésből származó adózás utáni nyereségből. Az elfogadható maximális megtérülési időt a vállalkozás határozza meg, figyelembe véve különféle stratégiai szempontokat. (Zéman Zoltán, 2019)

3.2.3. Diszkontráta

A diszkontálás lényegében a kamatos kamat számításának fordított művelete, mivel itt azt vizsgáljuk, hogy mekkora összeget kellene ma befektetnünk ahhoz, hogy a jövőben egy adott összeget kapjunk. A diszkontálás során alkalmazott hozamot vagy megtérülési rátát diszkontrátának nevezzük. (Klára, 2018)

A kidolgozás során $r=10\%$ százalékos diszkontrátát használok.

3.2.4. Nettó jelenérték (NPV)

A vállalat vagy vállalkozás beruházási és működési költségeinek, valamint várható bevételi pénzáramainak ismeretében elvégezhetők a beruházásgazdaságossági számítások, amelyek célja annak vizsgálata, hogy a tervezett létesítési, pótlási, bővítési vagy fejlesztési beruházások életképesek-e. Ezek a számítások azt elemzik, hogy a beruházásból származó bevételek hosszú távon meghaladják-e a kiadásokat, és biztosítják-e a vállalat számára a működéshez és a befektetett tőke megtérüléséhez szükséges nyereséget. E vizsgálatok során gyakran kiszámítják a beruházás nettó jelenértékét (NPV), amely a várható pénzáramok diszkontált jelenértéke és a beruházási költségek különbözete. A beruházás akkor valósítható meg, ha a nettó jelenérték pozitív. (Deutsch Nikolett, 2019)

Az NPV képlete a következő:

$$NPV = C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Ahol, C_0 kezdeti beruházás, C_t jövőbeli pénzáramok, r diszkontráta, n beruházás élettartama.

3.2.5. Belső megtérülési ráta (IRR)

Ha a beruházás „átlagos” hozama pontosan megegyezik az r tőkeköltséggel, akkor az NPV értéke nulla lesz, mivel ebben az esetben sem értéknövekedésről, sem csökkenésről nem beszélhetünk. Fordítva megfogalmazva: ha az NPV nulla egy adott r hozam mellett, akkor a projekt „átlagos” (várható) hozama megegyezik ezzel az r hozammal. Ezt a beruházás megtérülésének ilyen értelmezését nevezzük belső megtérülési rátának (internal rate of return – IRR). (Tamás, 2021)

A kidolgozás során az IRR-t iterációval határozom meg, mivel a diszkontráta az NPV számítási képletében különböző hatványokon szerepel, ezért normál algebrai módszerekkel nem lesz az egyenletnek megoldása.

3.2.6. Haszon-költség arány (BCR)

A BCR (Benefit-Cost Ratio) azt mutatja meg, hogy egy beruházásba fektetett minden egyes pénzegységből mekkora haszon származik. Egyszerűen fogalmazva, a BCR azt fejezi ki, hogy a befektetéshez képest hányszoros megtérülést érhetünk el a beruházás révén, azaz milyen mértékben haladják meg a beruházásból származó előnyök a költségeket. Ha a BCR értéke

nagyobb, mint 1, az azt jelenti, hogy a beruházás nyereséges, mivel a hasznok meghaladják a költségeket. (Iván, 2019)

Például, ha a $BCR=1,5[-]$, akkor minden egyes befektetett forintért 1,5[Ft] forintot kapunk vissza. Számítási képlete:

$$BCR = \frac{Nyeresség}{Beruházási\ költség}$$

3.2.7. Befektetés megtérülése (ROI)

A beruházások megtérülési mutatói közül a leggyakrabban használt a ROI (Return on Investment), amely azt méri, hogy hányszor térül meg a befektetett összeg a beruházás teljes élettartama során. Egyszerűen fogalmazva, a ROI azt mutatja, hogy mennyi időre van szükség ahhoz, hogy a beruházásból származó nettó jövedelmek elérjék a kezdeti befektetés összegét. Az OECD definíciója szerint a ROI a nettó jelenérték és a beruházási költség arányát fejezi ki. A ROI-t általában éves szinten értelmezik, mint az éves megtérülési arányt. (Benjámín, 2017)

A ROI számítása a következő képlettel történik:

$$ROI = \frac{(Nyeresség - Beruházi\ költség)}{Beruházási\ költség} * 100$$

4. Saját munka, A Termelés műszaki, minőségi, gazdasági vizsgálata

4.1. Meglévő gyártási folyamatok elemzése – kézi hegesztés

Az üzemben rendkívül széles termékpalettával dolgoznak, ahol a legtöbb termék gyártása hagyományosan kézi hegesztési technológiával zajlik. A termékek között található néhány állandó, nagy volumenben előállított típus, amelyek gyártása ipari robotok bevonásával történik az automatizálás és hatékonyság növelése érdekében. Ezen felül vannak olyan termékek is, amelyek közepes mennyiségben kerülnek gyártásra, és ezek esetében ideális lehet a Kobot hegesztőcella alkalmazása, mivel ezek a robotok képesek az ember és gép közötti együttműködés optimalizálására.

A következő lépésként kiválasztok egy olyan közepes darabszámú terméket, amely jelenleg kézi hegesztési technológiával készül. Ezen termék esetében először részletesen elemzem a kézi hegesztési eljárás folyamatát, majd felmérem az esetlegesen előforduló hibákat, mint például a varratminőség ingadozását vagy a gyártási idő változékonyságát. Ezen kívül meghatározom a kézi hegesztés gyártási költségeit, beleértve a munkabér, anyagfelhasználás és egyéb közvetett költségek elemzését. Az elemzés alapján javaslatot teszek arra, hogyan lehetne a Kobot hegesztőcellákat bevezetni a termékgyártásba, végül elvégzem az új bevezetett technológia költség-haszon elemzését figyelembe véve az esetleges megtakarításokat és a gyártás hatékonyságának növelését, illetve a fellépő negatívumokat is.

4.1.1. Gyártási folyamat leírása

A kiválasztott termék jelenlegi gyártási folyamata kézi hegesztési technológiára épül, amelyet vékonyfalú rozsdamentes zártszelvényből álló oldalvázak előállításához használnak, az oldalvázak élelmiszeripari kocsikba épülnek be. A vizsgálat során egy hegesztő munkáját elemzem. A termék gyártása AWI (TIG) technológiával történik. Ez a hagyományos kézi hegesztési eljárás magas szintű precizitást és szakértelmet igényel, mivel a hegesztési műveleteket manuálisan hajtják végre, nagy odafigyeléssel a minőségre és pontosságra. Az AWI technológia különösen alkalmas a rozsdamentes acél alapanyagokhoz. A precizitás különösen fontos, hiszen az élelmiszeriparban elvárt magas higiéniai és minőségi követelményeknek meg kell felelni a végtermékeknek.

Az oldalvázakból jobbos és balos típust kell gyártani, ezek tükörképei egymásnak, egy kocsihoz két oldalvázra van szükség. Az oldalvázakhoz az alábbi zártszelvény alkatrészekre van szükség:

Oldalváz jobb		
Tételszám	Alkatrész megnevezés	Darabszám [db]
1	Oldalsó összekötő felső zárt L=450,7	1
2	Oszlop 1 jobb zárt L=1765	1
3	Oldalsó összekötő alsó zárt L=450,7	1
4	Oszlop 2 jobb zárt L=1765	1

2. táblázat: Jobboldali oldalváz tételjegyzéke

Oldalváz bal		
Tételszám	Alkatrész megnevezés	Darabszám [db]
1	Oldalsó összekötő felső zárt L=450,7	1
2	Oszlop 1 bal zárt L=1765	1
3	Oldalsó összekötő alsó zárt L=450,7	1
4	Oszlop 2 bal zárt L=1765	1

3. táblázat: Baloldali oldalváz tételjegyzéke

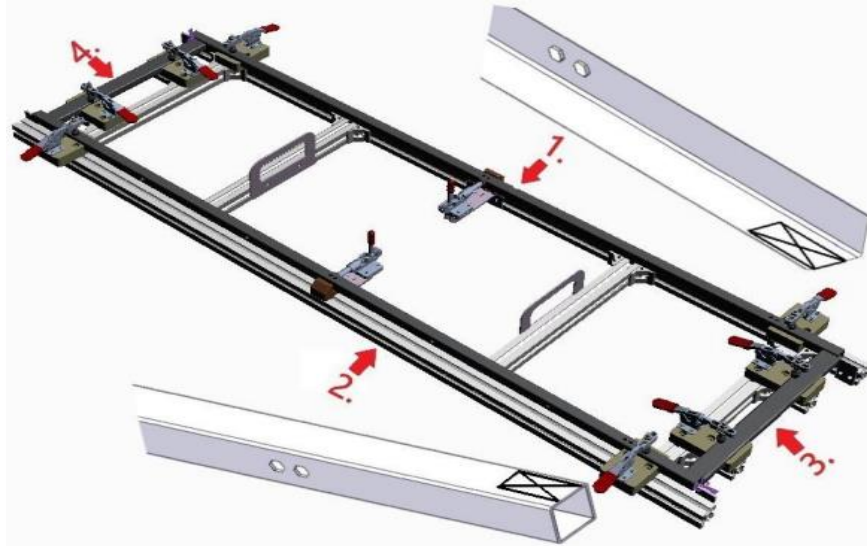
A táblázatokból kiolvasható, hogy közel azonos alkatrészek szükségesek a két oldal összeállításához. Kizárólag a 2-es és 4-es alkatrész tér el egymástól, hogy teljesíthető legyen az oldalak egymáshoz képest tükörkép szerinti gyártása.

A megfelelő és állandó gyártási pontosság és minőség miatt az alkatrészek összehegesztése egy hegesztési sablonban történik. Az alkatrészek gyártási pontossága mellett ügyelni kell, hogy a szükséges alkatrészek a gyártás technológiának megfelelően legyenek a hegesztő sablonba bepakolva, a bepakolás után a rögzítés elengedhetetlen.

A jobb oldali oldalváz bepakolási és rögzítési sorrendje/utasítása a következő, ez jelenti az első műveletet:

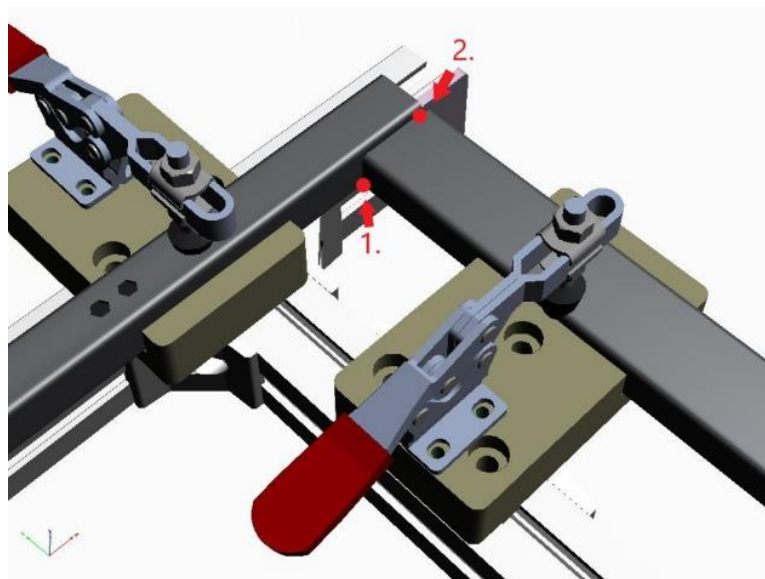
1. Oszlop 1 jobb zárt L=1765 (2x2 hatszögfurattal felfele, felső összekötő gravír mintázata megfelelő pozícióba)

2. Oszlop 2 jobb zárt L=1765 (2x2 hatszögfurattal felfele, felső összekötő gravír mintázata megfelelő pozícióba)
3. Oldalsó összekötő felső zárt L=450,7 (furatokkal lefele)
4. Oldalsó összekötő alsó zárt L=450,7 (furatokkal lefele)
5. Bepakolás után a szorítókkal le kell szorítani az alkatrészeket, KIVÉVE a 2 középső előfeszítésre szolgáló szorítók nélkül



8. ábra: Bepakolási sorrend (Saját kép)

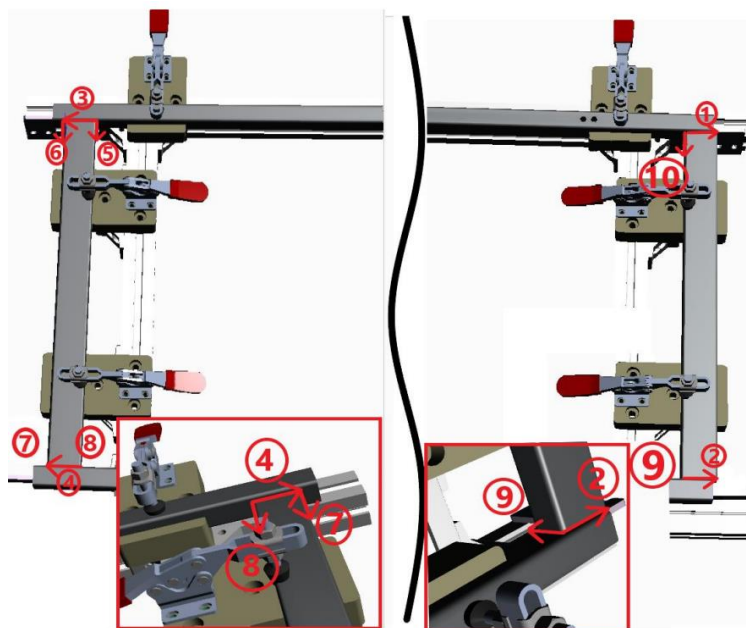
A következő, második lépésként a meghatározott pozíciókban fűzővarrat kialakítása szükséges. Ezek segítenek az alkatrészek elmozdulásának gátlásában. Az elsőt és minden 10. félkész terméket a fűző varratok előtt, mérőeszközökkel ellenőrizni kell a rajz alapján. A fűzővarrat pozíciók a következők:



9. ábra: Fűzővarratok pozíciója (Saját kép)

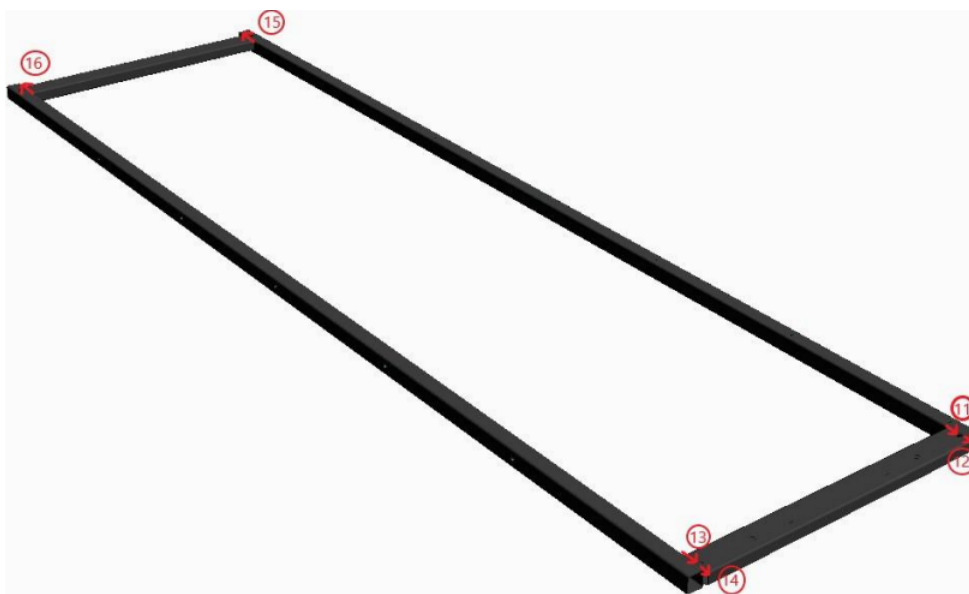
A fűzővarratok elkészítése után, ugyan ezeket a műveleteket elvégezzük a keret további 3 oldalán is. Végül, az első lépésben kihagyott, két középső szorítóval ki kell feszíteni az oszlopokat.

A harmadik lépésben a megfelelően rögzített alkatrész készre hegesztése következik. A hegesztést előre meghatározott sorrendben szükséges végezni:



10. ábra: Hegesztési varratok pozíciója és sorrendje első oldal (Saját kép)

Az oldalváz első oldalának hegesztése után a terméket megfordítjuk és újra megfelelően rögzítjük a sablonba, majd a hiányzó hegesztési varratokat is elkészítjük:



11. ábra: Hegesztési varratok pozíciója és sorrendje második oldal (Saját kép)

Ezen lépések elvégzése után elkészül a jobb oldali váz elem. Ezután következik a baloldali oldalváz elkészítése, itt egyedül a sablonba történő bepakolás, tehát az első lépés tér el a korábban leírtaktól, a többi lépés megegyezik. A bepakolás sorrendje a következő:

1. Oszlop 1 bal zárt L=1765 (2x2 hatszögfurattal felfele, felső összekötő gravír mintázata megfelelő pozícióba)
2. Oszlop 2 bal zárt L=1765 (2x2 hatszögfurattal felfele, felső összekötő gravír mintázata megfelelő pozícióba)
3. Oldalsó összekötő felső zárt L=450,7 (furatokkal lefele)
4. Oldalsó összekötő alsó zárt L=450,7 (furatokkal lefele)
5. Bepakolás után a szorítókkal le kell szorítani az alkatrészeket, KIVÉVE a 2 középső előfeszítésre szolgáló szorítók nélkül

4.1.2. Műszaki adatok

A kézi hegesztést egy Lincoln Invertec 300TPX típusú hegesztőgéppel végzik el, a hegesztő típusa és teljesítménye megfelelő a vékonyfalú rozsdamentes zártszelvények hegesztéséhez. A hegesztési paramétereket előzetes tesztekkel állítják be, ezektől eltérni nem szabad, illetve a hegesztés során Argon védőgázt használnak a megfelelő minőségű varratok eléréséhez.



12. ábra: Lincoln Invertec 300TPX hegesztőgép (Kroweld, dátum nélk.)

4.1.3. Gyártási kapacitás

Kézi hegesztési technológia segítségével 1[db] oldalvázat 20,514[min] perc alatt készítenek el. Ahhoz, hogy meghatározzuk az egy műszak alatt legyártott termékek számát először a rendelkezésre álló munkaidőt kell meghatároznunk. Az ehhez szükséges adatok a következők: egy

műszak 8[h] órából áll, ebből először a kötelező szüneteket szükséges levonnunk, így 7,4[h] órát kapunk. Továbbá figyelembe kell venni az egyéb állásidőket is, ebbe beletartoznak a meghibásodások és egyéb megelőző karbantartások is, ezért a 7,4[h]-nak a 85%-át veszem. Végül megkapjuk a rendelkezésreálló munkaidőt, amely: 6,29[h] óra lesz, ezt átváltva percre 377,4[min] percet kapunk. Így számolható az egy műszak alatt legyártható darabszám:

$$\frac{377,4[\text{min}]}{20,514[\text{min}]} = 18,4[\text{db}] \quad (1)$$

Egy műszaknál nem egész oldalvázal nem számolok, ezért a maximálisan gyártható oldalvázak száma 18[db]. A kettő, illetve három műszakos munkarendet vizsgálva, már figyelembe kell venni a nem egész oldalvázakat is, mivel fent állhat az az eset, hogy egy adott műszakban kezdődik el az oldalváz gyártása és az azt követően fejeződik be, ezért a két, illetve három műszakos munkarendben gyártott oldalvázak száma a következő módon alakul:

Két műszak esetén:

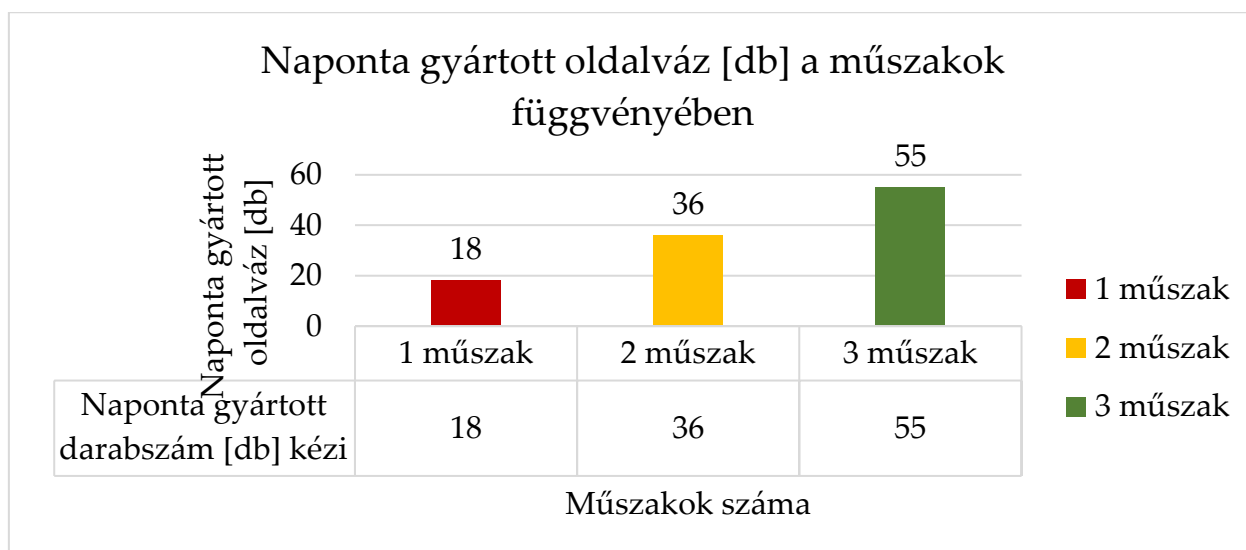
$$18,4[\text{db}] * 2 = 36,8[\text{db}] \quad (2)$$

Ezt az értéket szintén lefelé kerekítve 36[db]-ot kapunk.

Három műszak esetén:

$$18,4[\text{db}] * 3 = 55,2[\text{db}] \quad (3)$$

Ezt a darabszámot szintén lefelé kerekítve 55[db]-ot kapunk, tehát ebben az esetben megjelent +1[db] oldalváz. Ezt a módszert csak egy napra vetítve vettem figyelembe, új nap kezdete esetén ez előlről kezdődik. Tehát összefoglalva gyártott oldalvázak száma a következőképpen alakul kézi hegesztés esetén:



13. ábra: Naponta gyártott oldalváz [db] a műszakok függvényében (Saját szerkesztés)

4.1.4. Kézi hegesztés költségei

Az oldalváz gyártási költségeinél csak magára a hegesztési műveletre összpontosítok, ezt szeretném optimalizálni. Az alkatrészek gyártási és anyagköltségét nem veszem figyelembe, mivel ez a továbbiakban is változatlan marad. Ahhoz, hogy meg tudjuk határozni a költségeket szükség lesz egy kézi hegesztési óradíjra, ez több tényezőből tevődik össze. A dolgozat számításai során arányosított adatokat használok a titkosítás elkerülése érdekében.

Először az AWI hegesztőgép kezdeti beruházás költségeit kell összegyűjtenem, ehhez szükség van a beszerzési és telepítési költségre, illetve a gép maradvány értékére. A gép beszerzési költség 1634568[Ft], a telepítési költség 0[Ft], illetve a 7 éves leírási időszak végén a gép maradvány értéke szintén 0[Ft] így a gép leírási alapja a beszerzési költség lesz. A gép leírási alapja:

$$La = \text{Beszerzési ktg.} - \text{Maradványérték} = 1634568[\text{Ft}] - 0[\text{Ft}] = 1634568[\text{Ft}] \quad (4)$$

Táblázatos formában összefoglalva így adódnak az értékek:

Megnevezés	Érték
Beszerzési költség [Ft]	1 634 568
Telepítési költség [Ft]	0
Gép maradványértéke [Ft]	0
Leírási alap [Ft]	1 634 568

4. táblázat: Kézi hegesztőgép beszerzési költsége és leírási alapja

A következő lépésben a gép éves munka idejét szeretném megkapni órában kifejezve, ehhez néhány munkanappal kapcsolatos információra van szükségünk. 2024-ben a munkanapok száma 251[nap], a cégnél 3[db] műszakos, műszakonként 8[h] órás munkarendben dolgoznak, a kötelező szünetek miatt viszont csak 7,4[h] munkaidő adódik műszakonként, ezt az értéket tovább csökkenti a szüneteken kívüli egyéb állásidők, ezért további 0,85[-] szorzót kell alkalmaznunk a műszakonkénti munkaidő meghatározásához:

$$\text{Munkaidő} = 7,4[h] * 0,85 = 6,29[h] \quad (5)$$

Így most már számolható az éves munkaidő:

$$\text{Éves munkaidő} = 6,29[h] * 3[db] * 251[nap] = 4736,37[h] \quad (6)$$

Összefoglalva a számolt adatok táblázatos formában:

Megnevezés	Érték
Munkanapok [nap]	251[nap]
Műszakok száma/nap[db]	3[db]
Munkaidő[h]	7,4[h]
Kihasználtsági tényező [-]	0,85[-]
Éves munkaidő[h]	4736,37[h]

5. táblázat: Évenkénti munkaóra

A kézi hegesztés óradíjának meghatározásához szükség van néhány egyéb tényezőre is, a szükséges adatokat az FF Fémfeldolgozó Kft.-től kaptam meg:

Betűjel	Megnevezés	Érték
A	Újraberzerzési költség [Ft]	1 634 568[Ft]
B	Gazdasági élettartam [év]	7[év]
C	Kamat %/év	10[%]
D	Területigény [m ²]	11,7[m ²]
E	Négyzetméterre eső költség [Ft/m ² /hónap]	12 425,4[Ft]
F	Karbantartási költség [%/év]	2[%/év]
G	Teljesítmény [kW]	2[kW]
H	Villamosenergia költség [Ft/kW/h]	96,2[Ft/kW/h]
I	Energiafaktor [%]	70[%]
J	Hegesztő segédanyagok költsége [Ft/hónap]	28 782[Ft/hónap]
K	Kihasználtsági tényező [-]	0,85[-]
L	Biztosítási költség [%]	1[%]
M	Bér költség [Ft/h]	3723,2[Ft/h]
N	Argon védőgáz fogyasztás [m ³ /h]	0,416[m ³ /h]
O	Argon védőgáz költség [Ft/m ³]	829,4[Ft/m ³]
P	Egyéb költségek [Ft/h]	0[Ft/h]

6. táblázat: Kézi hegesztőgép óradíjának kiszámításához szükséges tényezők

A könnyebb megértés érdekében néhány jelölés, illetve érték magyarázatra szorul. Az első oszlopban található betűjeleket a későbbi számítások és magyarázatok egyszerűsítése miatt adtam. A harmadik oszlopban található értékeket a cég korábban már meghatározta, ezeket a számításokat nem vezetem le újra, hanem csak az adott értékeket felhasználom a további számítások elvégzéséhez.

A következő lépésben a meghatározhatók a kézi hegesztés éves munkahelyi költségei, ezek az alábbiak: leírás, kamatok, terület költség, karbantartási költség, energia költség, hegesztési segédanyagok költsége, biztosítási költségek, munkabér és Argon védőgáz költsége. Ezeket a költségeket összeadva megkapjuk az egy évre eső összköltséget, végül ezt a költséget elosztva az egy, kettő, illetve három műszakos munkaórákkal megkapjuk a kézi hegesztés óránkénti költségét.

Éves leírási költség számítása:

$$\frac{A}{B} = \frac{1\,634\,568[Ft]}{7[év]} = 233\,510 \left[\frac{Ft}{év} \right] \quad (7)$$

Éves kamatok számítása:

$$A * C = 1\,634\,568[Ft] * 10[\%] = 163\,457[Ft] \quad (8)$$

Éves terület költség számítása:

$$D * E * 12[hónap] = 11,7[m^2] * 12\,425,4[Ft] * 12[hónap] = 1\,744\,526[Ft] \quad (9)$$

Éves karbantartási költség:

$$A * F = 1\,634\,568[Ft] * 2[\%] = 32\,691[Ft] \quad (10)$$

Éves energia költség:

$$\begin{aligned} G * H * I * K * \text{Éves munkaidő} = \\ = 2[kW] * 96,2 \left[\frac{\frac{Ft}{kW}}{h} \right] * 70[\%] * 0,85 * 4736,37 = 542\,210[Ft] \end{aligned} \quad (11)$$

Éves hegesztési segédanyag költség:

$$J * 12[hónap] = 28\,782[Ft] * 12[hónap] = 345\,384[Ft] \quad (12)$$

Éves biztosítási költség:

$$A * L = 1\,634\,568[Ft] * 1[\%] = 16\,346[Ft] \quad (13)$$

Éves munkabér:

$$M * 168[h] * 12[hónap] * 3[műszak] =$$

$$3723,2 \left[\frac{Ft}{h} \right] * 12[hónap] * 3[műszak] = 22\,517\,914[Ft] \quad (14)$$

A munkabér meghatározásánál teljes évet szükséges figyelembe venni, mivel az adott bér szabadság, szünetekben és állásidő alatt is jár, magyarul a bér nem függ a gép működési óraszámától.

Éves Argon védőgáz költség:

$$N * O * \text{Éves munkaidő} = 0,416 \left[\frac{m^3}{h} \right] * 829,4 \left[\frac{Ft}{m^3} \right] * 4736,37[h] = 1\,634\,192[Ft] \quad (15)$$

Ezt követően meg kell határozni, hogy az egy, kettő, illetve három műszakos munkarend munkaidőben mit jelent, mivel a három műszakos éves munkaidőt korábban meghatároztam így abból számolható.

Egy műszakos munkarend munkaideje:

$$\frac{\text{Éves munkaidő}[h]}{3} = \frac{4736,37[h]}{3} = 1578,79[h] \quad (16)$$

Két műszakos munkarend munkaideje:

$$\frac{2 * \text{Éves munkaidő}[h]}{3} = \frac{2 * 4736,37[h]}{3} = 3157,58[h] \quad (17)$$

A szükséges adatok számítása után, most már el tudom végezni a kézi hegesztés óra díját, ezt úgy teszem meg, hogy a kiszámolt éves díjakat elosztom az adott műszak munkaórájával.

Az egyszerűség és a könnyebb átláthatóság érdekében ezt táblázatos formában teszem meg

	Műszako. óra[h]	1578,79[h]	3157,58[h]	4736,37[h]
	Éves érték [Ft]	1. Műszak ese- tén ktg./h [Ft]	2. Műszak ese- tén ktg./h [Ft]	3. Műszak ese- tén ktg./h [Ft]
Leírás [Ft]	233 510	148	74	49
Kamatok [Ft]	163 457	104	52	35
Terület ktg. [Ft]	174 526	1105	552	368
Karbant. ktg. [Ft]	32 691	21	10	7
Energia ktg. [Ft]	542 210	343	343	343
Heg. sa. [Ft]	345 384	219	219	219
Biztosítási költ- ségek [Ft]	16 346	10	5	3
Munkabér [Ft]	22 517 914	4754	4754	4754
Argon [Ft]	1 634 192	1035	1035	1035
M.hely ktg. [Ft]	Óradíj	7739	7045	6814
M.hely ktg. [Ft]	Percdíj	129	117	114
M.hely ktg. [€]	Óradíj [€]	19,58[€]	17,82[€]	17,24[€]
M.hely ktg. [€]	Percdíj [€]	0,326[€]	0,297[€]	0,287[€]

7. táblázat: Kézi hegesztőgép költségei és óradíja

A cég kérésére az óra- és percdíjakat Forint [Ft]-ban és euro [€]-ban is meghatároztam, az átváltás során $395,28[\text{Ft}]=1[\text{€}]$ deviza váltási értéket alkalmaztam. A táblázatból látható, hogy az óradíjak (és percdíjak) műszakonként eltérnek, ez azért fordult elő, mivel bizonyos költségek fix összegűek, de vannak olyanok is, amelyek változnak a munkaóra függvényében. Például az óránkénti leírási költség kedvezőbb, ha három műszakban történik a munkavégzés, viszont például az óránkénti energia költség ettől független.

A számítások elvégzése után felírható, hogy 1[db] oldalváz hegesztése mekkora költséget jelent a cég számára, ahogy korábban írtam 1[db] oldalváz hegesztése 20,514[min] percet vesz igénybe, ezt felszorozva a percdíjakkal az alábbi értékeket kapjuk:

1 műszak esetén:

$$20,514[\text{min}] * 129[\text{Ft}] = \mathbf{2645,97[\text{Ft}]} \text{ vagy } 20,514[\text{min}] * 0,326[\text{€}] = \mathbf{6,69[\text{€}]} \quad (18)$$

2 műszak esetén:

$$20,514[\text{min}] * 117[\text{Ft}] = \mathbf{2408,78[\text{Ft}]} \text{ vagy } 20,514[\text{min}] * 0,297[\text{€}] = \mathbf{6,09[\text{€}]} \quad (19)$$

3 műszak esetén:

$$20,514[\text{min}] * 114[\text{Ft}] = \mathbf{2329,72[\text{Ft}]} \text{ vagy } 20,514[\text{min}] * 0,287[\text{€}] = \mathbf{5,89[\text{€}]} \quad (20)$$

A számolt költségekből látható, hogy a termék gyártása akkor a leggazdaságosabb, ha három műszakos munkarendben történik a gyártás.

4.1.5. Munkakörnyezet

A kézi hegesztés során számos egészségügyi és biztonsági kockázat jelentkezhethet, beleértve a füst és gázkibocsátást, amelyek súlyosan károsíthatják a hegesztők légzőszervrendszerét. Emellett a hegesztési ív erős fénysugárzása veszélyt jelent a szemre és a bőrre is, mert akár maradandó látáskárosodást vagy bőrsérülést is okozhat. Továbbá, fennáll a veszélye az égési sérüléseknek és az elektromos áramütésnek, ami különösen nagy odafigyelést és megfelelő munkavédelmi intézkedéseket igényel. A dolgozók teljes védőfelszerelést viselnek, beleértve hegesztőpajzsot, amelyek speciális szűrőkkel védik a szemüket a káros sugárzástól, valamint hőálló kesztyűket és speciális védőruházatot, amelyek minimalizálják a kockázatokat. A munkahelyek fülkékben vannak elhelyezve, amelyeket légelszívó rendszerekkel láttak el, így a káros gázok nem kerülnek a dolgozók légzőrendszerébe.

Az oldalvázakat egy speciálisan hegesztésre kialakított hegesztő asztalon végzik, a folyamat során az Argon védőgáz a központi elosztóegységből biztosítva van.

4.2. Legfontosabb fejlesztési lehetőségek szükségessége, optimalizációs lehetősége a hegesztett oldalvázra vonatkozóan

A jelenlegi kézi hegesztési folyamatok elemzése során egy viszonylag egyszerűen elkészíthető, monoton termék gyártására összpontosítottam, amelyhez könnyen kialakítható a sablon. Az elemzés célja a gyártási folyamat hatékonyságának, termelékenységének és a versenyképesség növelése. Mivel a piaci követelmények és a fémipar minőségi elvárásai folyamatosan

fejlődnek, a kézi hegesztés már bizonyos esetekben nem nyújt megfelelő hatékonyságot. Az új, modern technológiák, különösen a kollaboratív robotok (kobotok) bevezetése jelentheti a megfelelő irányt a termelés optimalizálásához, különösen egy ilyen könnyen automatizálható termék esetében.

4.2.1. Hegesztési folyamatok automatizálásának szükségessége

A kézi hegesztés jelenlegi folyamata annak ellenére, hogy pontos és szakképzett munkaerő áll rendelkezésre, idő- és költségigényes, valamint nagyban függ az emberi tényezőtől. Az oldalváz selejtaránya, a magasfokú koncentrációnak köszönhetően már a kézi hegesztésnél is közel 0[%], valószínűleg ebben a mutatóban a Kobot bevezetése után sem fog változás történni, mivel az automatizált hegesztő rendszerek, mint a Kobotok, precízen és kiszámíthatóan dolgoznak, minimalizálva az emberi hibázási lehetőségeket.

Általánosan elmondható, hogy a Kobotok alkalmazása lehetőséget kínál a folyamatos gyártásra, mivel ezek a gépek nem igényelnek szünetet, nem fáradnak el, és állandóan magas színvonalú hegesztési minőséget biztosítanak.

4.2.2. Gyártási hatékonyság növelése

A jelenlegi hagyományos kézi hegesztési idő átlagosan 20,5[*min*] perc egy oldalváz esetében, ami miatt az egy műszakban előállított termékmennyiség korlátozott. Az automatizált Kobot hegesztési rendszerek lehetővé teszik a hegesztési folyamatok gyorsabb és egyenletesebb végrehajtását. A szakirodalmi áttekintések és a korábbi ipari robotos tapasztalat alapján szerint egy Kobot minimum 40%-kal gyorsabban képes hegeszteni, mint egy kézi hegesztő, ami napi szinten több termék elkészítését teszi lehetővé.

4.2.3. Munkaerő optimalizálás

A kézi hegesztés munkaerőköltsége jelentős, mivel a magas minőségű hegesztési varratok elkészítése alapos szakértelmet igényel. Ezzel szemben a Kobot működtetéséhez nincs szükség hegesztő szakemberre, és a gépkezelők alacsonyabb bérezése költségmegtakarítást eredményez.

4.2.4. Energiafogyasztás alakulása

Mivel a Kobot hegesztőcella felépítését tekintve, áll egy hegesztőgépből (funkcióját és felépítését tekintve közel azonos egy a kézi hegesztés során használt géppel), plusz magából a

Kobotból, ezért a névleges teljesítmény alapján az energiafogyasztás magasabb lesz. A magasabb energiafogyasztást kell kompenzálnia az alacsonyabb bérköltségnek és a nagyobb termelékenységnek.

4.2.5. Munkabiztonság és egészségügyi kockázatok csökkentése

A kézi hegesztési folyamat során a hegesztők folyamatosan ki vannak téve az egészségügyi kockázatoknak, például a füst- és gázkibocsátásnak, ami légúti betegségekhez vezethet. A hegesztés során magas az égési sérülések és a fénysugárzás okozta sérülések kockázata is. A Kobotok alkalmazása lehetőséget biztosít arra, hogy a veszélyes környezetben végzett munka arányát jelentősen csökkentsék. A Kobotok átveszik a hegesztési feladatokat, míg az emberek biztonságosabb, felügyeleti és karbantartási szerepekben dolgozhatnak. Ez jelentősen javítja a munkakörnyezetet és csökkenti a munkabalesetek és egészségügyi problémák előfordulását.

4.2.6. Rugalmasság és skálázhatóság

Természetesen a hagyományos kézi hegesztési technológia rugalmasabban tud reagálni egy-egy egyedi termék gyártási igényére, ebben a tekintetben egyelőre nem tudnak versenyezni az automatizált rendszerek.

A Kobotokat összehasonlítva az ipari robotokkal látható, hogy az ipari robotokat csak nagy darabszámú, akár több milliós nagyságrendű termékek automatizálásához alkalmazzák, ezzel szemben a kisebb beruházási költség és felhasználóbarát jellegük miatt a Kobotok már kis és közepes darabszámú sorozatok automatizálásához alkalmazhatók.

A vizsgált termék éves gyártási igénye alapján ebben az esetben a Kobotos automatizálás ideális lesz.

4.3. Az új technológia bevezetésének műszaki, minőségi összehasonlító elemzése (Kobot-ot és a kézi hegesztés),

A gyártási folyamat optimalizálása és a Kobot (kollaboratív robot) technológia bevezetése jelentős műszaki és minőségi előnyökkel járhat a kézi hegesztéssel szemben. Az alábbiakban bemutatjuk a két technológia műszaki és minőségi paramétereit, valamint azok összehasonlítását.

A hegesztése gyártási folyamat átalakítása automatizált Kobot technológiára műszaki és minőségi előnyökkel jár. Ebben a fejezetben ezeket mutatom be.

4.3.1. Műszaki összehasonlítás

Az összehasonlításban a hegesztési sebességet, az állásidőt és az energiafelhasználást hasonlítom össze kézi, illetve Kobotos esetben.

A hegesztési sebességet vizsgálva az alábbi adatokat kapom:

Kézi hegesztés: Egy hegesztő átlagosan 20,514[min] percet tölt egy alkatrész hegesztésével, amely tartalmazza az előkészítést és az utómunkálatokat is. Ez naponta egy műszakot vizsgálva 18[db] darab terméket jelent.

Kobot technológia: A szakirodalmi áttekintés és a becslések szerint az automatizált Kobot technológia legalább 40%-kal gyorsabban képes hegeszteni, ez percben kifejezve 12,3[min] percet jelent, ebben beletartozik az előkészület, a Kobotos hegesztés és az esetleges javítási műveletek (2[min] perc) is. Ezzel számolva a naponta egy műszakban gyártott termékek száma 30[db]-ra nő.

Az állásidőt tekintve nem áll rendelkezésemre pontos számszerűsített adat, mivel az egy termék átlagos gyártási idejében ez is benne van, viszont valószínűsíthető, hogy a Kobot technológiával az az idő is lecsökken, így a gyártási idő tovább csökkenthető.

Az energiafelhasználást tekintve a névleges teljesítményt vizsgálva, amely a kézi hegesztőnél 2[kW] kilowatt, a Kobot technológiánál ez a szám 3[kW] kilowatt, így valószínűleg az energiaköltsége a Kobot technológiának nagyobb lesz.

4.3.2. Minőségi összehasonlítás:

A minőségi összehasonlításban megvizsgálom a pontosságot és a selejtszámot. A pontosság tekintetében, az elmondható, hogy ha a Kobot technológiánál, ha az oldalvázat feléíptő alkatrészek megfelelő pontosságúak, illetve ezek a termékek megfelelően és mindig ugyan úgy rögzíthetők a hegesztő sablonba akkor a Kobot segítségével mindig ugyan olyan minőségű hegesztési varratok készíthetők. Ezzel szemben a kézi hegesztésnél a hegesztési varratok pontosságát és minőségét nagyban befolyásolja a hegesztő szakember emberi hibái. A Kobotok segítségével jobb beolvadás érhető el.

A selejtszámok tekintetében, ahogyan korábban írtam nem várok előrelépést, mivel ez jelenleg sem okoz problémát.

4.4. Az új technológia bevezetésének komplex gazdasági és irányítási vizsgálata

4.4.1. Gazdasági vizsgálat

Ahhoz, hogy megfelelően meghozható legyen a beruházási döntés, egy előzetes költség elemzést kell elvégezni. Ehhez szükség van egy Kobot hegesztés óradíj meghatározásához, illetve az előzetes termelékenység növekedés becslése alapján egy becsült megtérülés számításra is. A gyártási költségek óradíjának meghatározásánál a cég több évtizedes hegesztési tapasztalata, illetve a vállalatnál korábban kidolgozott módszer fog segíteni.

A gyártási költség óradíjának a meghatározása hasonló módon fog történni, mint a kézi hegesztés esetében, tehát bizonyos adatok meg fognak egyezni. A képletes levezetések nem írom le újra, csak táblázatos formában megadom a kiinduló és számított értékeket.

Táblázatos formában a beszerzési költségek a következő módon alakulnak:

Megnevezés	Érték
Beszerzési költség [Ft]	39 320 339
Telepítési költség [Ft]	0,00
Gép maradványértéke [Ft]	7 864 067
Leírási alap [Ft]	31 456 271

8. táblázat: Kobot hegesztőcella beszerzési költsége és leírási alapja

Természetesen az éves munkaórák alakulási is megegyezik a korábbi esettel:

Megnevezés	Érték
Munkanapok [nap]	251[nap]
Műszakok száma/nap[db]	3[db]
Munkaidő[h]	7,4[h]
Kihasználtsági tényező [-]	0,85[-]
Éves munkaidő[h]	4736,37[h]

9. táblázat: Évenkénti munkaór

A számítás elvégzéséhez szintén szükség van az egyéb tényezőkre, az alábbi táblázatban összefoglalva:

Betűjel	Megnevezés	Érték
A	Újrabeszerzési költség [Ft]	31 456 271[Ft]
B	Gazdasági élettartam [év]	10[év]
C	Kamat %/év	10[%]
D	Területigény [m ²]	28,6[m ²]
E	Négyzetméterre eső költség [Ft/m ² /hónap]	12 425,4[Ft]
F	Karbantartási költség [%/év]	2[%/év]
G	Teljesítmény [kW]	3[kW]
H	Villamosenergia költség [Ft/kW/h]	96,2[Ft/kW/h]
I	Energiafaktor [%]	70[%]
J	Hegesztő segédanyagok költsége [Ft/hónap]	28 782[Ft/hónap]
K	Kihasználtsági tényező [-]	0,85[-]
L	Biztosítási költség [%]	1[%]
M	Bér költség [Ft/h]	3264,3[Ft/h]
N	Argon védőgáz fogyasztás [m ³ /h]	0,416[m ³ /h]
O	Argon védőgáz költség [Ft/m ³]	829,4[Ft/m ³]
P	Egyéb költségek [Ft/h]	0[Ft/h]

10. táblázat: Kobot hegesztőcella óradíjának kiszámításához szükséges tényezők

A szükséges adatok meghatározása után most már kiszámítható a Kobot hegesztőcella éves költsége, majd az óradíja:

	Műszako. óra[h]	1578,79[h]	3157,58[h]	4736,37[h]
	Éves érték [Ft]	1. Műszak esetén ktg./h [Ft]	2. Műszak esetén ktg./h [Ft]	3. Műszak esetén ktg./h [Ft]
Leírás [Ft]	3 145 627	1992	996	664
Kamatok [Ft]	3 145 327	1992	996	664
Terület ktg. [Ft]	4 264 397	2701	1350	900
Karbant.ktg.[Ft]	629 125	398	199	133
Energia ktg. [Ft]	813 315	515	515	515
Heg. sa. [Ft]	345 384	219	219	219
Biztosítási költségek [Ft]	314 563	199	100	66
Munkabér [Ft]	19 742 486	4168	4168	4168
Argon [Ft]	1 634 192	1035	1035	1035
M.hely ktg. [Ft]	Óradíj	13 221	9579	8365
M.hely ktg. [Ft]	Percdíj	220	160	139
M.hely ktg. [€]	Óradíj [€]	33,45[€]	24,23[€]	21,16[€]
M.hely ktg. [€]	Percdíj [€]	0,557[€]	0,404[€]	0,353[€]

11. táblázat: Kobot hegesztőcella költségei és óradíja

A táblázatban megfigyelhető, hogy a hegesztési segédanyagok óránkénti költsége megegyezik a kézi hegesztési technológiával, annak ellenére, hogy a Kobot több oldalvázat gyárt le óránként. Ezt azzal indokolnám, hogy a hegesztési segédanyagok átlagos óránkénti költsége az egész üzemre van meghatározva, nem egy-egy konkrét gépre.

Az óradíjak meghatározása után, a becsült csökkentett gyártási idővel meghatározható az oldalváz gyártási költsége Kobotos esetben. A Kobotos esetben is figyelembe kell venni a kézi hegesztési gyártási óradíjait, mivel a Kobot hegesztés után a korábban említett 2[min] perces javítás kézi technológiával történik. Mivel ez egy becsült érték, ezért a legkedvezőtlenebb, egy műszakos munkarendet veszem figyelembe. Az oldalváz gyártási költségei a következő módon változnak.

$$10,3[\text{min}] * 220[\text{Ft}] + 2[\text{min}] * 129[\text{Ft}] = \mathbf{2527,56[\text{Ft}]} \quad (21)$$

vagy

$$10,3[\text{min}] * 0,557[\text{€}] + 2[\text{min}] * 0,326[\text{€}] = \mathbf{6,39[\text{€}]} \quad (22)$$

A becsült számítások alapján elmondható, hogy 1[db] terméken 118,4[Ft] forint vagy 0,3[€] euro megtakarításunk van. A naponta egy műszak alatti gyártott darabszámokat tekintve a kézi hegesztés esetében a 18[db] darabról az új technológiának köszönhetően 30[db] darabra növekedett a gyártható termékek száma.

A becsült megtérülés számításához szükségünk van a termékenkénti haszonra is. Ez az érték úgy van meghatározva, hogy az egy műszakos kézi hegesztés gyártási költsége van beszorozva 1,15[-]-el. A további számítások miatt az érték euro-ban:

$$6,69[\text{€}] * 1,15 - 6,69[\text{€}] = 1[\text{€}] \quad (23)$$

Tehát 1[db] darab terméken a legkedvezőtlenebb esetben 1[€] euro haszna van a vállalatnak, így a Kobot technológia bevezetésével a becsült haszon 1,3[€] lenne. A becsült darabszámokkal és haszonnal már el lehet végezni a beruházás becsült megtérülését.

A Kobot technológiával a becslések alapján naponta egy műszakos munkarendben 30[db] darab oldalváz gyártása lehetséges, így számítható a haszon/nap érték.

$$1,3[\text{€}] * 30[\text{db}] = 39,11[\text{€}] \quad (24)$$

Amely 15 459[Ft] forint megtakarítást jelent naponta. Most már számolható, hogy hány nap alatt térül meg a beszerzési költség, viszont itt én figyelembe vettem, hogy a kézi hegesztő gép beszerzésének is van költsége, ezért a napi haszonnak az újra beszerzési költségek különbségét kell megtérítenie, továbbá a Kobotnál van egy egyszeri 400 000[Ft] forintos, a kézi hegesztőnél egy 350 000[Ft] forintos szerszámozási + programozási költség. Számszerűen beszerzési költség így alakul:

$$(31\,456\,272[\text{Ft}] + 400\,000[\text{Ft}]) - (1\,634\,568[\text{Ft}] + 350\,000[\text{Ft}]) = 29\,871\,704[\text{Ft}] \quad (25)$$

A beszerzési költség meghatározása után számolható a szükséges napok száma:

$$\frac{29\,871\,704[\text{Ft}]}{15\,459[\text{Ft}]} = 1932,29[\text{nap}] \quad (26)$$

Ebből számítható, hogy hány év alatt térül meg a beruházás, az évenkénti napok számánál a korábban megadott munkanapok számát veszem figyelembe, ez 250[nap] nap.

$$\frac{1932,29[\text{nap}]}{251[\text{nap}]} = 7,7[\text{év}] \quad (27)$$

A beruházás megtérülését egy 10[év] éves időszak alatt vizsgálom, az előzetes becslés alapján a beruházás megtérül, megéri befektetni.

4.4.2. Irányítási vizsgálat

A.Személyzet átképzése és új kompetenciák megszerzése:

A hegesztőszemélyzet számára elengedhetetlen az átképzés a Kobotok bevezetésekor. Az operátoroknak és karbantartóknak új műszaki ismereteket kell elsajátítaniuk a Kobotok kezelésére, programozására és karbantartására.

B.Vezetői stratégia és implementáció:

A vezetőségnek egy hosszú távú stratégiát kell kidolgoznia a Kobotok fokozatos integrálására a termelésbe. Ez magában foglalja a gyártási folyamatok újraszervezését, a Kobotok beillesztését a termelési láncba, valamint a munkaerő hatékony felhasználását a technológia támogatása érdekében.

C.Termelési folyamat optimalizálása:

A Kobotok bevezetése lehetőséget nyújt a termelési folyamat teljes újraszervezésére. Az automatizálás révén a munkafolyamatok hatékonyabbá válnak, kevesebb idő és alacsonyabb költségek mellett, javítva a termelés gyorsaságát és minőségét, a megfelelő gyártás érdekében fontos, hogy megelőző műveletekkel gyártott alaktrészek mindig rendelkezésre álljanak.

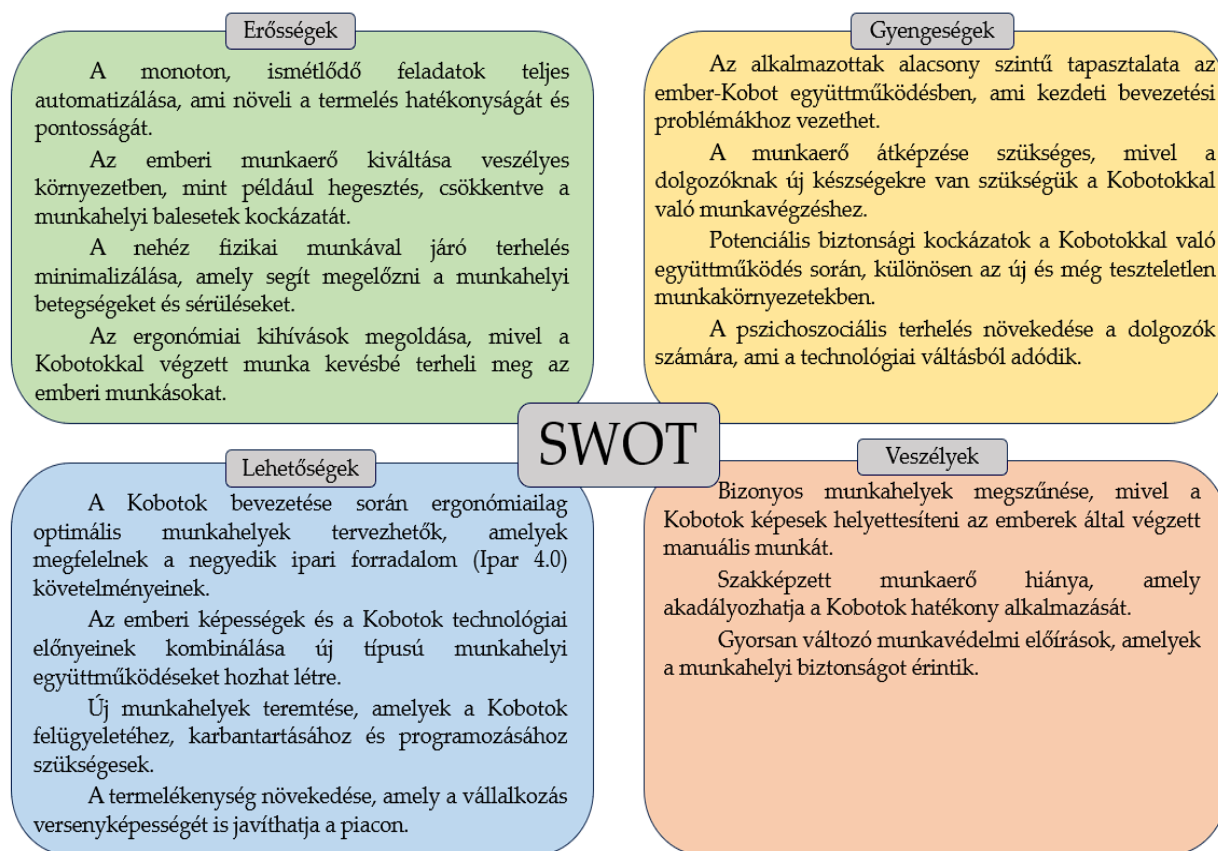
D. Folyamatos fejlesztés és alkalmazkodás:

Az új technológia bevezetése lehetővé teszi a folyamatos fejlesztést a gyártásban, ez igen fontos a versenyelőny kialakításához a vetélytársakkal szemben.

A felsorolt követelmények elengedhetetlenek a Kobot hegesztőcella termelékeny és gazdaságos működéséhez.

4.5. SWOT analízis elvégzése

4.5.1. SWOT mátrix



14. ábra: SWOT mátrix (Saját szerkesztés)

4.5.2. SWOT Mátrix Elemzése:

Az elemzés alapján a **legnagyobb erősség**, hogy a Kobotok képesek jelentősen növelni a termelékenységet, miközben csökkentik a munkahelyi balesetek és egészségkárosodások kockázatát. Ugyanakkor a **gyengeségek** között szerepel a munkavállalók tapasztalatlansága és az új technológiákhoz való alkalmazkodás nehézségei. A **lehetőségek** közül kiemelkedik, hogy a Kobotok bevezetése javíthatja a vállalkozás versenyképességét és hozzájárulhat új munkahelyek létrehozásához. A **veszélyek** közé tartozik a munkaerő leépítése és a technológia bevezetésének szabályozási akadályai.

4.5.3. Döntés

A fentiek alapján, figyelembe véve a becsült megtérülést és a termelékenység növekedését, valamint a SWOT mátrix eredményeit, a vállalkozás úgy döntött, hogy a kobot hegesztőcella

beruházását megvalósítja. A beruházás nemcsak technológiai fejlődést jelent, hanem hosszú távon is jelentős előnyöket kínál a termelékenység, minőség és biztonság terén.

4.6. A bevezetett új technológiával gyártott termék gyártási leírása

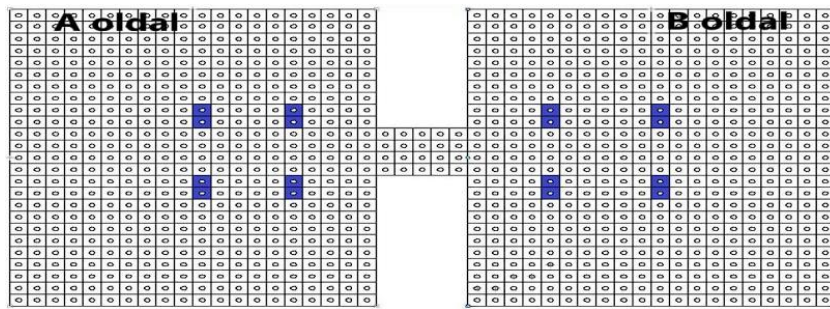
Ahogy korábban is említettem az oldalvázakból jobbos és balos típust kell gyártani, ezek tükörképei egymásnak, egy kocsihoz két oldalváza van szükség. Az oldalvázak felépítő alkatrészei megegyeznek a korábban leírtakkal.

A megfelelő és állandó gyártási pontosság és minőség miatt az alkatrészek Kobottal történő összehegesztése szintén hegesztési sablonban történik. Az alkatrészek gyártási pontossága mellett ügyelni kell, hogy a szükséges alkatrészek a gyártástechnológiának megfelelően legyenek a hegesztő sablonba bepakolva, a bepakolás után a rögzítés elengedhetetlen.



15. ábra: Hegesztősablon (Saját kép)

A használandó hegesztési sablon felépítése megegyezik a kézi hegesztésnél használt sablonnal, viszont ebben az esetben igen fontos, hogy a sablon minden ugyan abban a pozícióban legyen:



16. ábra: Hegesztő sablonok pozíciója az A, illetve B oldalon (Saját szerkesztés)

Az egységnyi gyártási idő csökkentése érdekében a gyártás két oldalon, A és B történik, ebben az esetben amíg a Kobot az egyik oldalon hegeszt addig a gépkezelő a másik oldalon végzi el a bepakolási műveleteket.



17. ábra: Kobotos munkaállomás (Saját kép)

Az alkatrészek sablonba helyezése és rögzítése megegyezik a kézi hegesztéses esettel.

4.6.1. Kobot hegesztő program felépítése:

A könnyebb átláthatóság érdekében, Kobot működése a következő:

1. Közelítés: Az „A” oldal asztal megközelítése. fűző varratok: „A” oldalon lévő alkatrészeket fűző varratokkal rögzíti a robot.
2. Első oldal hegesztés: „A” oldalon elérhető hegesztési varratok elvégzése.
3. Pause-> elektróda ellenőrzése majd a START gombbal a program tovább fut.
4. fűző varratok B oldal: „B” oldalon lévő alkatrészeket fűző varratokkal rögzíti a robot.
5. Első oldal hegesztése B oldal: „B” oldalon elérhető hegesztési varratok elvégzése.
6. A program rész futásával párhuzamosan az „A” oldalt lévő félkész terméket át kell forgatni, hogy a további hegesztési varratokat is le tudja hegeszteni a Kobot.

7. Pause-> elektróda ellenőrzése majd a START gombbal a program tovább fut.
8. Fordít + másik oldal hegesztés: „A” oldalon a Kobot a hiányzó varratokat befejezi. A program rész futásával párhuzamosan az „B” oldalt lévő félkész terméket át kell forgatni, hogy a további hegesztési varratokat is le tudja hegeszteni a Kobot.
9. Pause-> elektróda ellenőrzése majd a START gombbal a program tovább fut.
10. Fordít + másik oldal hegesztés B oldal: „B” oldalon a robot a hiányzó varratokat befejezi.
11. A program futásával párhuzamosan az „A” oldal terméket ki kell venni, majd az új alkatrészeket bepakolni.

A program felépítéséből látható, hogy az jobbos és balos oldalvázat párhuzamosan hegeszti a Kobot. A hegesztés során az elektróda ellenőrzésre azért van szükség, mivel, ha a wolfram hegy megsérül, akkor a következő varratok pontatlanok lesznek.

Végül a varratok minőségét ellenőrizni kell, szükség esetén a hibákat javítani szükséges. A javítás kézi hegesztési technológiával történik.

4.6.2. Műszaki adatok

A Kobot hegesztőcella megnevezése LORCH WIG Kobot, amely áll egy UR 10 Kobotból és egy V30 AC/DC RobotTIG tápegységből.

UR 10 Kobot	Tápegység
Hatósugár: 1300[mm]	Hegesztési tartomány: 3-300[A]
Terhelhetőség: 10[kg]	Elektróda átmérő: 1-4[mm]
Vezérelt tengely: 6[db]	Feszültségingadozás: +-15[%]
Mozgási tartomány: +-360[°]	Tömeg: 93[kg]

12. táblázat: Kobot és áramforrás műszaki adatai

4.6.3. Gyártási kapacitás

A Kobotos technológia során a gyártott oldalváz darabszámokat hasonló módon határozom meg, mint a kézi hegesztéses esetben. A műszakonkénti tényleges munkaidőt szintén 377,4[min] percnak veszem, viszont a tényleges Kobot gyártási idő 7,722[min] perc hegesztési időből és 2,028[min] perc javítási időből áll, vagyis az össz gyártási idő 9,75[min]/oldalváz, tehát egy műszak alatt a gyártott darabszámok száma:

$$\frac{377,4[\text{min}]}{9,75[\text{min}]} = 38,7[\text{db}] \quad (28)$$

Egy műszaknál nem egész oldalvázal szintén nem számolok, ezért a maximálisan gyártható oldalvázak száma 38[db]. A kettő, illetve három műszakos munkarendet vizsgálva, már szintén figyelembe kell venni a nem egész oldalvázakat is, mivel fent állhat az az eset, hogy egy adott műszakban kezdődik el az oldalváz gyártása és az azt követően fejeződik be, ezért a két, illetve három műszakos munkarendben gyártott oldalvázak száma a következő módon alakul:

Két műszak esetén:

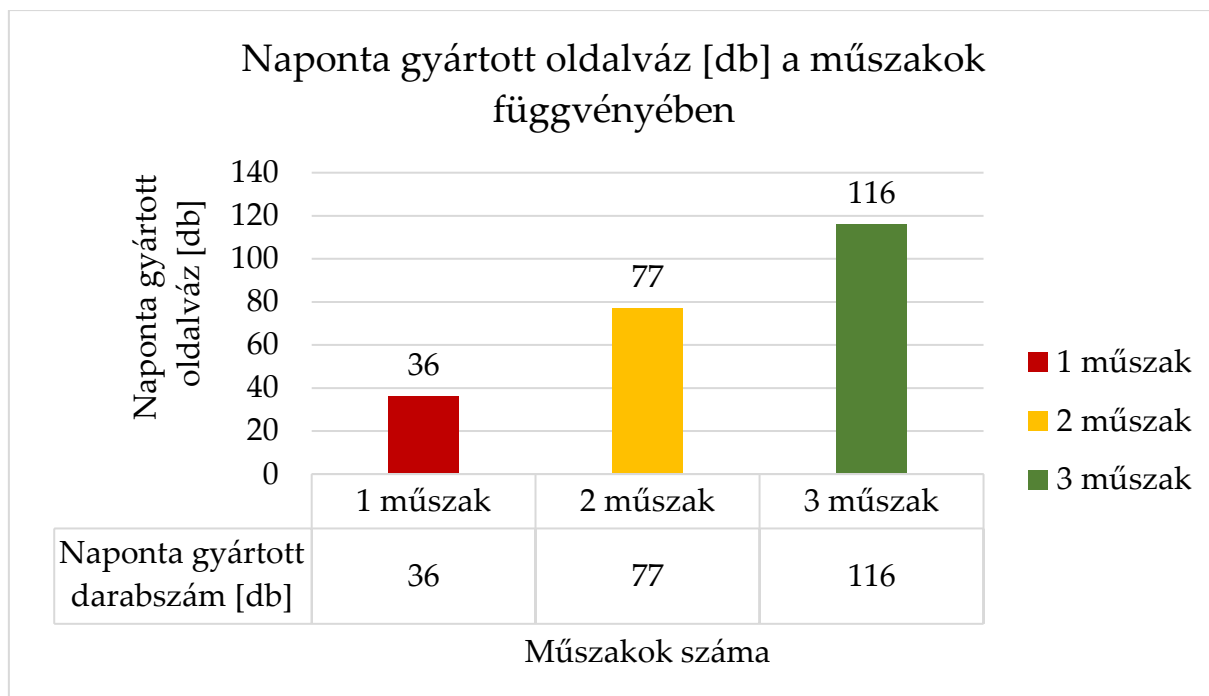
$$18,4[\text{db}] * 2 = 77,4[\text{db}] \quad (29)$$

Ezt az értéket szintén lefelé kerekítve 77[db]-ot kapunk, itt már megjelent plusz egy darabszám.

Három műszak esetén:

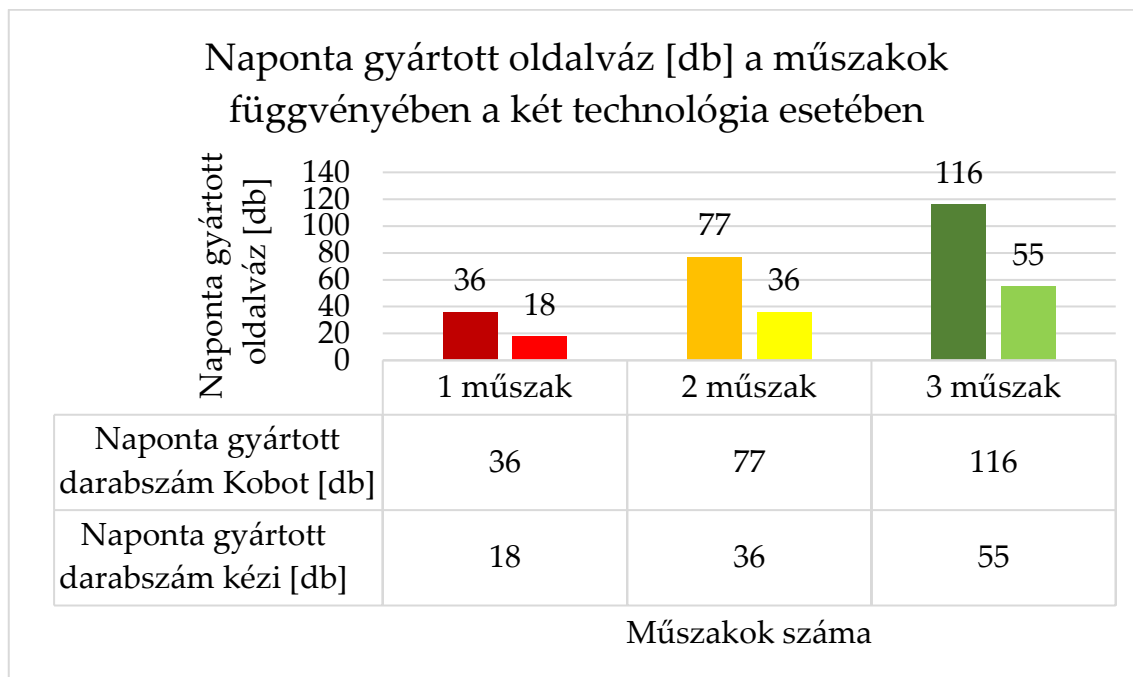
$$18,4[\text{db}] * 3 = 116,1[\text{db}] \quad (30)$$

Ezt a darabszámot szintén lefelé kerekítve 116[db]-ot kapunk, tehát ebben az esetben megjelent +2[db] oldalváz. Ezt a módszert csak egy napra vetítve vettem figyelembe, új nap kezdete esetén ez előlről kezdődik. Tehát összefoglalva gyártott oldalvázak száma a következőképpen alakul kézi hegesztés esetén:



18. ábra: Naponta gyártott oldalváz [db] a műszakok függvényében (Saját szerkesztés)

A gyártott darabszámokból látható, hogy igen jelentős termelékenység növekedést értünk el. Két, illetve három műszakos munkarendben több, mint 50[%] százalékkal sikerült a gyártási időt csökkenteni.



19. ábra: Naponta gyártott oldalváz [db] a műszakok függvényében a két technológia esetében (Saját szerkesztés)

4.7. Megtérülési számítások, pénzügyi gazdasági elemzés

Ebben a fejezetben elkészítem az új technológia pénzügyi, gazdasági elemzését. Az elemzés során négy különböző esetben (egy, kettő, három műszakos munkarendben, illetve a 2024-ben gyártott darabszámok alapján) elemzem a korábban meghatározott mutatókat (NPV, RRI, BCR, ROI, megtérülési idő), amelyek segítségével eldönthető, hogy milyen mértékben érte meg a beruházás.

4.7.1. Haszon és megtérülési idő számítása

A megtérülési idő és az egyéb mutatók meghatározásához, először azt kell kiszámolnom, hogy 1[db] terméken mekkora haszna van a vállalatnak, ehhez szükség van a korábban meghatározott Kobot-os és a javítás miatt a kézi hegesztéses óradíjra és a termék gyártási idejére is. Az oldalvázak gyártási költsége így alakul:

Egy műszak esetén:

$$7,722[\text{min}] * 220[\text{Ft}] + 2,028[\text{min}] * 129[\text{Ft}] = \mathbf{1963,11[\text{Ft}]} \quad (31)$$

vagy

$$7,722[\text{min}] * 0,557[\text{€}] + 2,028[\text{min}] * 0,326[\text{€}] = \mathbf{4,97[\text{€}]} \quad (32)$$

Két műszak esetén:

$$7,722[\text{min}] * 160[\text{Ft}] + 2,028[\text{min}] * 117[\text{Ft}] = \mathbf{1470,96[\text{Ft}]} \quad (33)$$

vagy

$$7,722[\text{min}] * 0,404[\text{€}] + 2,028[\text{min}] * 0,297[\text{€}] = \mathbf{3,72[\text{€}]} \quad (34)$$

Három műszak esetén:

$$7,722[\text{min}] * 139[\text{Ft}] + 2,028[\text{min}] * 113[\text{Ft}] = \mathbf{1306,91[\text{Ft}]} \quad (33)$$

vagy

$$7,722[\text{min}] * 0,353[\text{€}] + 2,028[\text{min}] * 0,287[\text{€}] = \mathbf{3,31[\text{€}]} \quad (34)$$

A kézi hegesztési gyártási költségeket (6,69[€]) és az egy oldalvázon lévő hasznót (1[€]) már korábban meghatároztam, így már számítható az új technológiának köszönhető hasznok:

Egy műszak esetén:

$$7,69[\text{€}] - 4,97[\text{€}] = \mathbf{2,73[\text{€}]} \quad (35)$$

Két műszak esetén:

$$7,69[\text{€}] - 3,72[\text{€}] = \mathbf{3,98[\text{€}]} \quad (36)$$

Három műszak esetén:

$$7,69[\text{€}] - 3,31[\text{€}] = \mathbf{4,39[\text{€}]} \quad (37)$$

Táblázatos formában összefoglalva:

	1 műszak	2 műszak	3 műszak
Gyártási költség [€]	4,97	3,72	3,31
Haszon [€]	2,73	3,98	4,39

13. táblázat: Gyártási költség és haszon munkarend szerinti bontásban

A következő lépésként meghatározom a napi hasznót egy, kettő, illetve három műszakos munkarendben is, ehhez szükség van a korábban meghatározott Kobotos napi gyártott darabszámokra:

Egy műszak esetén:

$$38[\text{db}] * 2,73[\text{€}] = 103,8[\text{€}] \text{ átváltva } 41\,031[\text{Ft}] \quad (38)$$

Két műszak esetén:

$$77[\text{db}] * 3,98[\text{€}] = 306,21[\text{€}] \text{ átváltva } 121\,037[\text{Ft}] \quad (39)$$

Három műszak esetén:

$$116[db] * 4,39[€] = 509,44[€] \text{ átváltva } 201\,371[Ft] \quad (40)$$

A napi haszon (megtakarítás + haszon) meghatározása után számolható, hogy hány nap kell a beruházás megtérüléséhez. Ebben az esetben nem csak az egy, kettő, illetve három műszakos munkarendet vizsgálom, hanem a 2024-ben gyártott darabszámok alapján is. A számítást hasonlóan végzem, mint a korábbi becslést.

Egy műszakos esetben a megtérüléshez szükséges napok száma:

$$\frac{29\,871\,704[Ft]}{41\,031[Ft]} = 728,03[nap] \quad (41)$$

Ebből számítható, hogy hány év alatt térül meg a beruházás, az évenkénti napok számánál a korábban megadott munkanapok számát veszem figyelembe, ez 251[nap] nap.

$$\frac{728,03[nap]}{251[nap]} = 2,9 \text{ [év]} \quad (42)$$

Két műszakos esetben a megtérüléséhez szükséges napok száma:

$$\frac{29\,871\,704[Ft]}{121\,037[Ft]} = 246,8[nap] \quad (43)$$

Ebből számítható, hogy hány év alatt térül meg a beruházás:

$$\frac{249,8[nap]}{251[nap]} = 0,98[év] \quad (44)$$

Három műszakos esetben a megtérüléséhez szükséges napok száma:

$$\frac{29\,871\,704[Ft]}{201\,371[Ft]} = 148,34[nap] \quad (45)$$

Ebből számítható, hogy hány év alatt térül meg a beruházás:

$$\frac{148,34[nap]}{251[nap]} = 0,59[év] \quad (46)$$

Végül a 2024-ben gyártott darabszámok alapján a megtérülést a következő módon számolom. Oldalvázból nagyjából hetente rendelnek 68[db]*2[db] darabot, bizonyos kivételes hetek miatt, úgy számolom, hogy 1[év] év alatt 45[hét]*68[db]*2[db], azaz összesen 6120[db] darab oldalvázat értékesítenek 1[év] alatt. Ha három műszakos munkarendben legyártják a szükséges oldalvázakat, az összes haszon így alakul:

$$6120[db] * 4,39[€] = 26\,877,27[€], \text{ átváltva } 10\,624\,049[Ft] \quad (47)$$

Ebből már számítható a megtérüléshez szükséges évek száma:

$$\frac{29\,871\,704[Ft]}{10\,624\,049[Ft]} = 2,81[év] \quad (48)$$

Így látható, hogy ha csak ezt az egy terméket gyártjuk az új technológiával kevesebb, mint három év alatt megtérül a beruházás.

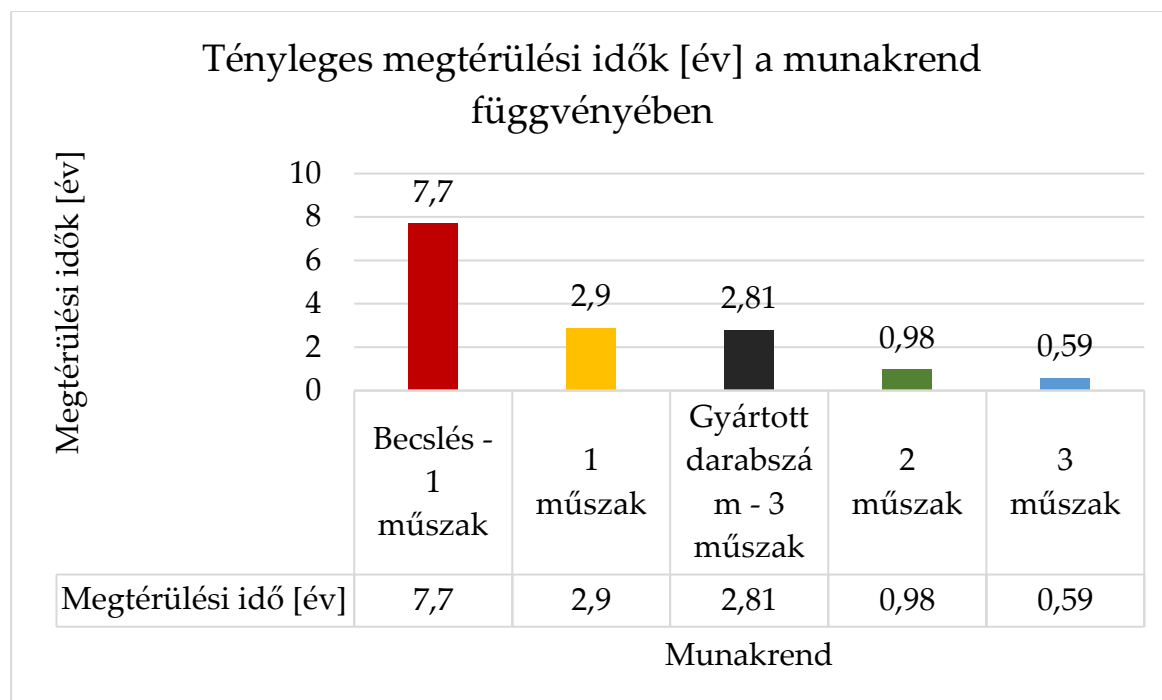
Ebben az esetben, viszont fontos szempont, hogy mivel 10[év] éves a beruházás, ezért évente csak a beruházási költség 10[%]-át szükséges visszahoznia az új technológiának. Megvizsgálva, az elérhető gyártási időt megkapjuk, hogy ennek az egy terméknek az éves mennyiségének a legyártása az elérhető gyártási idő 21[%] százalékát teszi ki, ezzel szemben a megtérítendő egy évre eső összeg 366,08[%] százalékát. Mivel:

$$\frac{\text{Össz gyártásai idő}}{\text{Össz munkaóra}} = \frac{994,5[h]}{4736,37[h]} = 21[\%] \quad (49)$$

Illetve,

$$\frac{29\,871\,704[Ft] * 10[\%]}{10\,624\,049[Ft]} = 366,08[\%] \quad (50)$$

A megtérüléseket ábrázolva a következő diagramot kaptam:



20. ábra: A számított megtérülési idők a munkarend és a gyártott darabszám függvényében

4.7.2. Pénzügyi mutatók számítása

A fenti számításokból jól látható, hogy a beruházás minden esetben megtérül a projekt időtartam vége (10 év) előtt, viszont a fenti számítások nem veszik figyelembe a diszkontrátát, ezért elvégeztem a korábban megadott pénzügyi mutatók (NPV, RRI, ROI, BCR) számítását is.

A számítások elvégzéséhez szükség van néhány alapadatra:

Adatok	Összeg [Ft]	Vizsgálati típus [Ft]
Kezdeti beruházás [Ft]	39 320 339,50[Ft]	
Éves pénzáram (megtakarított összeg + arányos nyereség) [Ft]	10 298 702,14[Ft]	1 műszak
	30 380 217,63[Ft]	2 műszak
	50 544 086,33[Ft]	3 műszak
	10 624 048,92[Ft]	Gyártott db
Időtartam (év)	10[év]	
Maradvány érték [Ft]	7 864 067,90[Ft]	
Diszkontráta	10,000[%]	

14. táblázat: A pénzügyi mutatók számításához szükséges alapadatok

A számítások elvégzése előtt szükség van a pénzáramok és a maradvány érték diszkontálására, a diszkontált értékeket az alábbi táblázatban foglaltam össze:

		1 műszak	2 műszak	3 műszak
Évek	Maradv. é. diszk.	Pénzáram diszk.	Pénzáram diszk.	Pénzáram diszk.
1	7 149 152,64 Ft	9 362 456,49 Ft	27 618 379,67 Ft	45 949 169,39 Ft
2	6 499 229,67 Ft	8 511 324,08 Ft	25 107 617,88 Ft	41 771 972,17 Ft
3	5 908 390,61 Ft	7 737 567,35 Ft	22 825 107,16 Ft	37 974 520,16 Ft
4	5 371 264,19 Ft	7 034 152,13 Ft	20 750 097,42 Ft	34 522 291,05 Ft
5	4 882 967,45 Ft	6 394 683,76 Ft	18 863 724,93 Ft	31 383 900,96 Ft
6	4 439 061,31 Ft	5 813 348,87 Ft	17 148 840,84 Ft	28 530 819,05 Ft
7	4 035 510,29 Ft	5 284 862,61 Ft	15 589 855,31 Ft	25 937 108,23 Ft
8	3 668 645,71 Ft	4 804 420,55 Ft	14 172 595,74 Ft	23 579 189,30 Ft
9	3 335 132,47 Ft	4 367 655,05 Ft	12 884 177,94 Ft	21 435 626,64 Ft
10	3 031 938,61 Ft	3 970 595,50 Ft	11 712 889,04 Ft	19 486 933,31 Ft

15. táblázat: A maradvány érték és az évenkénti haszon diszkontált értékei

A következő lépésként kiszámolom a 10[év] éves hasznót a diszkontált értékek figyelembevételével, az alap képlet így épül fel:

$$\text{Összhaszon} = \text{Maradvány é. 10. évi diszk. értéke} + \sum_{1}^{n=10} \text{Pénzáram} \quad (51)$$

A 10[év] éves összhason számszerűen így néz ki a különböző esetekben:

	1 műszak	2 műszak	3 műszak	Gyártott db
Összeg	66 313 004,99 Ft	189 705 224,54 Ft	313 603 468,87 Ft	68 312 120,13 Ft

16. táblázat: A 10[év] éves összhason számszerűen különböző vizsgált esetekben

Most már a korábban említett mutatók számíthatók, egy műszakos esetben:

$$NPV = C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} = -39\,320\,339[Ft] + 66\,313\,005[Ft] = 26\,992\,665[Ft] \quad (52)$$

$$ROI = \frac{(Nyeresség - Beruházi költség)}{Beruházási költség} * 100 =$$

$$\frac{(66\,313\,005[Ft] - 39\,320\,339[Ft])}{39\,320\,339[Ft]} * 100 = 68,65[\%] \quad (53)$$

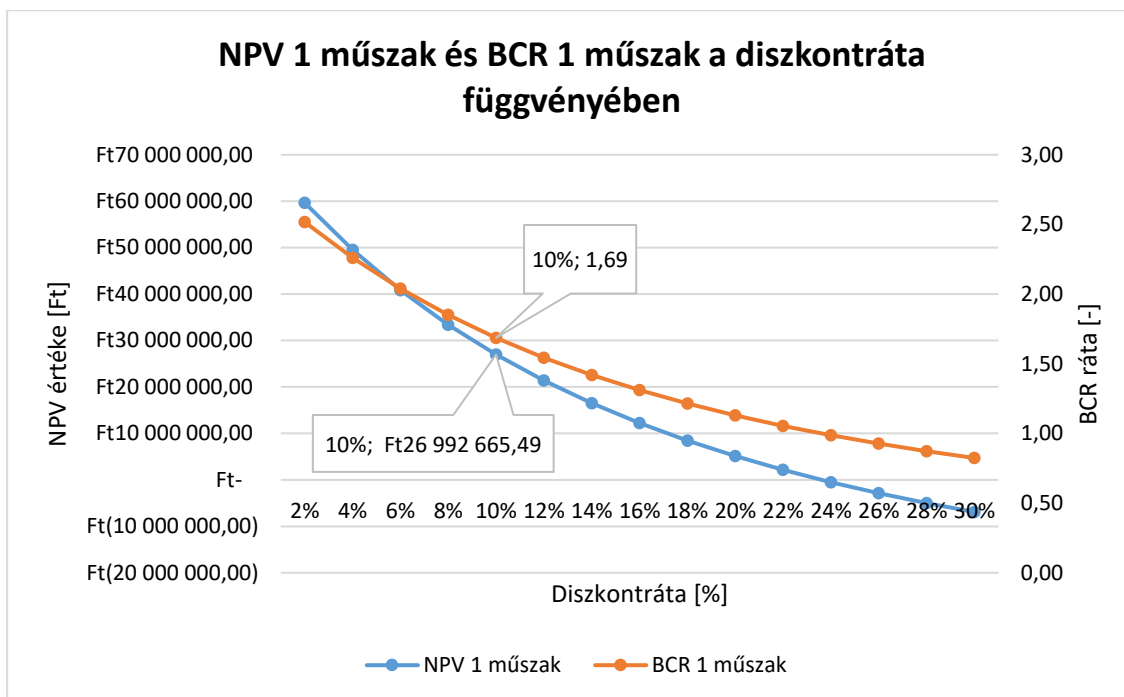
$$BCR = \frac{Nyeresség}{Beruházási költség} = \frac{66\,313\,005[Ft]}{39\,320\,339[Ft]} = 1,686[-] \quad (54)$$

Az a mutatókat az alábbi táblázatban foglaltam össze:

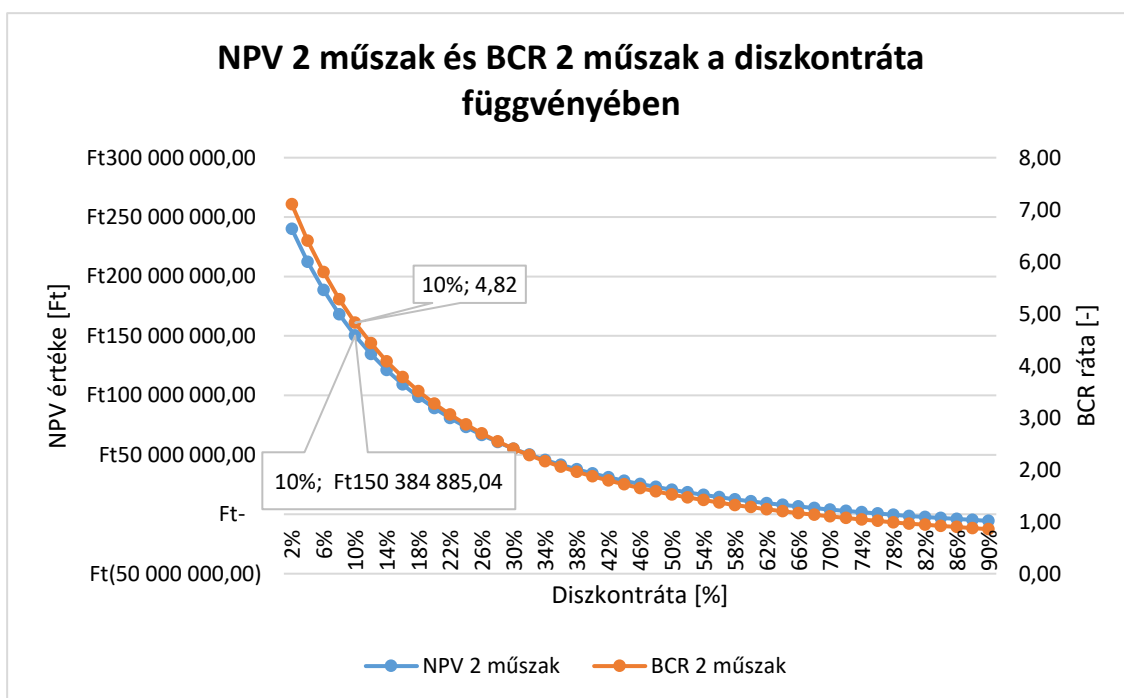
	1 műszak	2 műszak	3 műszak	Gyártott db
NPV	26 992 665,49 Ft	150 384 885,04 Ft	274 283 129,37 Ft	28 991 780,63 Ft
IRR	23,622%	77,060%	128,520%	24,560%
BCR	1,686	4,825	7,976	1,737
ROI	68,65%	382,46%	697,56%	73,73%

17. táblázat: A meghatározott pénzügyi mutatók

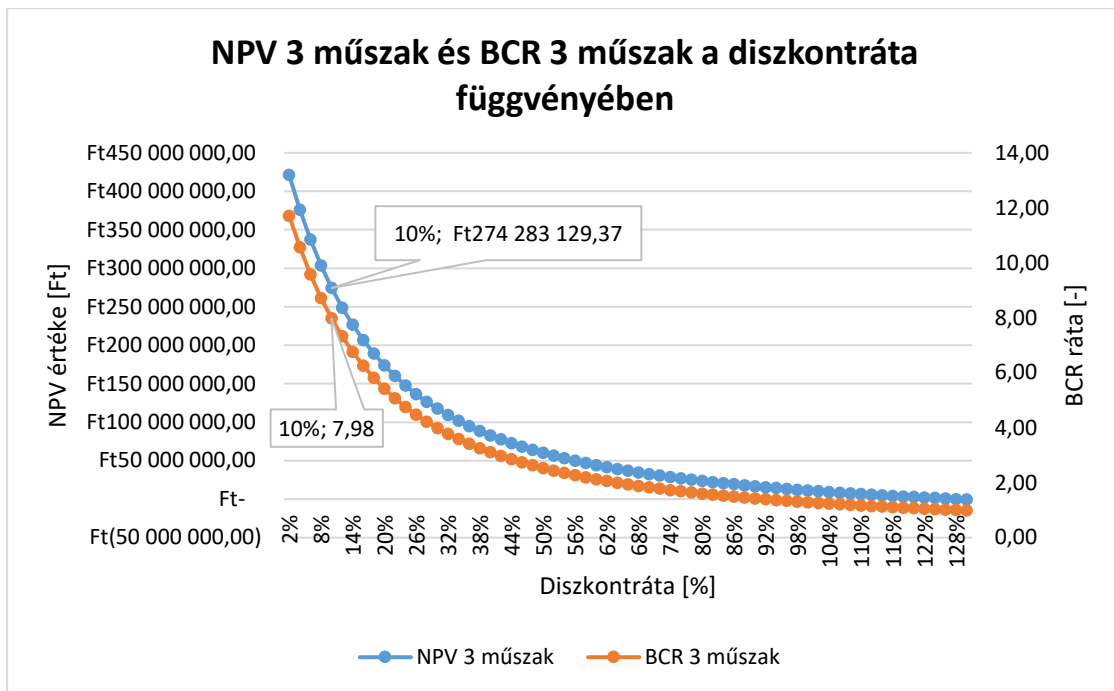
Az NPV és BCR értékeket diagrammon is ábrázoltam a diszkontráta függvényében. A diagram segít megérteni, hogyan változik az NPV és a BCR a diszkontráta függvényében. Könnyebb látni, hogy egy bizonyos diszkontrátánál hogyan viselkednek ezek a mutatók. A diszkontráta változtatásával érzékelhetővé válik, hogy a projekt mennyire érzékeny a pénz időértékének változására.



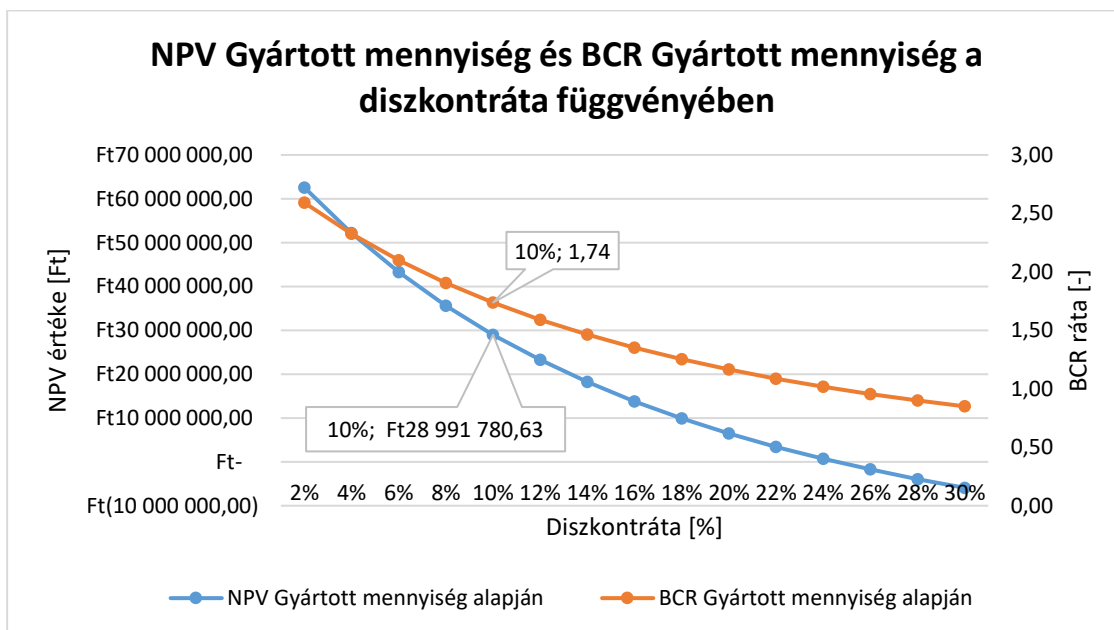
21. ábra: NPV 1 műszak és BCR 1 műszak a diszkontráta függvényében



22. ábra: NPV 2 műszak és BCR 2 műszak a diszkontráta függvényében



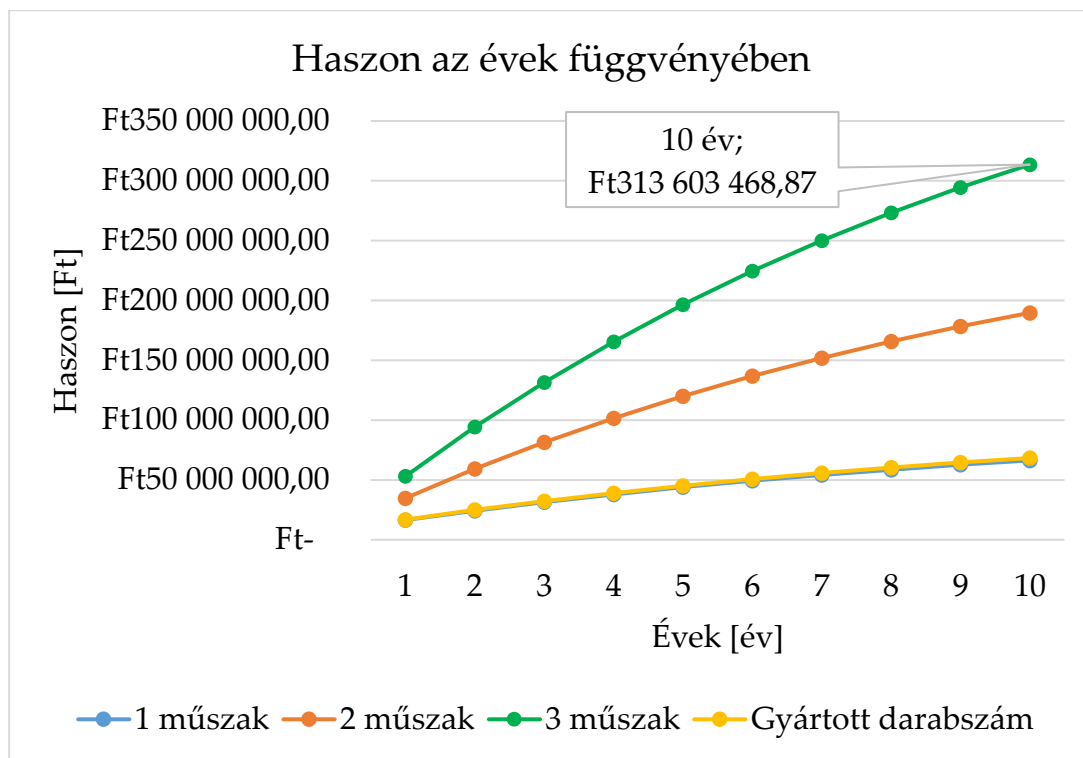
23. ábra: NPV 3 műszak és BCR 3 műszak a diszkontráta függvényében



24. ábra: NPV Gyártott mennyiség és BCR Gyártott mennyiség a diszkontráta függvényében

4.8. Összegzés

Összegezve a kapott eredményeket és a számolt mutatókat, látható, hogy a beruházás, még a legkedvezőtlenebb esetben is igen gazdaságos, legrosszabb esetben kevesebb, mint 3[év] év alatt megtérül. Az évenkénti hasznot az alábbi diagrammon ábrázoltam:



25. ábra: Haszon az évek függvényében

A diagrammon látható, hogy természetesen akkor a legnagyobb a vállalat haszna, ha a kiválasztott terméket három műszakos munkarendben gyártja, illetve még az kiolvasható, hogy az egy műszakos munkarend és az évenkénti gyártott darabszám haszna közel azonos.

A beruházás tehát növelte a termelékenységet, mivel egy termék hegesztési gyártás ideje jelentősen csökkent. A gyártott darabszám nem igényel 3 műszakos munkarendet, tehát kapacitás is maradt. Az új technológia csökkentette a hegesztő szakemberek egészségügyi kockázatát is. Mindemellett a befektetés összegét meghaladó anyagi haszonra tett/tesz szert a vállalat.

4.9. Javaslatok, következtetések

Az általam elvégzett vizsgálat során láthatóvá vált, hogy hatékonyan és gazdaságosan tud működni a Kobot segítségével automatizált hegesztő technológia, viszont jelenleg a csak kiválasztott termék gyártása történik ezzel a technológiával. Látható, hogy az évenkénti darabszám gyártása mellett, igen sok szabad gyártási kapacitással rendelkezik a gép, ezért a nagyobb haszon érdekében a vállalatnak meg kell próbálnia növelni a gyártandó mennyiséget a termékből, vagy meg kell vizsgálnia, hogy mely közepes vagy esetleg nagy darabszámú terméket lehetne az új technológia segítségével gyártani.

Azonban fontos megjegyezni, hogy az automatizált rendszer kielégítő működésének érdekében biztosítani kell a munkatársak megfelelő képzését, az alkatrészek állandó minőségű gyártását és a megfelelő darabszámok rendelkezésre állását.

5. Összefoglalás

A témaválasztás során célom volt egy olyan kérdéskör megvizsgálása, amely napjainkban kiemelt fontossággal bír a műszaki vállalatok számára. Az automatizált rendszerek térnyerése a jövőben még meghatározóbbá válik, azonban már most is jelentős hatással vannak a vállalatok működésére. Egy jól megtervezett és bevezetett automatizált rendszer nemcsak a belső folyamatokat teszi hatékonyabbá, hanem hozzájárulhat a piaci helyzet javításához, sőt versenyelőnyt biztosíthat a konkurenciával szemben. Ugyanakkor az ilyen rendszerek bevezetésének magas kezdeti költségei miatt elengedhetetlen egy alaposan átgondolt, hosszú távú stratégia kidolgozása.

Számomra különösen fontos volt, hogy a választott téma kapcsolódjon korábbi gépészeti tanulmányaimhoz, miközben a menedzsment terén szerzett ismereteimet is hasznosítani tudjam. Így diplomamunkám középpontjában egy adott vállalat automatizált Kollaboratív robot (Kobot) hegesztőcellájának pénzügyi és gazdasági elemzése állt. A dolgozat bevezető részében áttekintést nyújtottam az Ipar 4.0 főbb elemeiről és a modern technológiák jelentőségéről, valamint részletesen bemutattam a Kobotok fejlődését és alkalmazási területeit.

A munka során elemeztem a hagyományos kézi hegesztési technológiát egy konkrét termék előállítása kapcsán. Az elemzés alapján meghatároztam a hegesztési óradíjat különböző munkarendek – egy, kettő, illetve három műszak – esetében. Ezekből a számításokból már kiszámítható volt a termék gyártási költsége, valamint a hegesztéshez kapcsolódó profit. Az elemzést követően javaslatot tettem egy technológiai fejlesztésre, amely egy közepes sorozatú termék gyártásának optimalizálására irányult. A választásom a Kobot technológiára esett, amely mellett egy előzetes megtérülési számítás, valamint egy SWOT elemzés is megerősített.

Mivel a vállalat beruházott a Kobot hegesztőcellába, a további elemzéseket már valós adatok alapján végezhettem el. Az új technológia bevezetése után elkészítettem a hegesztési folyamat részletes leírását, a kézi hegesztési eljáráshoz hasonló módon. A gazdasági elemzés során több forgatókönyvet is megvizsgáltam, mivel a Kobottal egyelőre csak egyetlen termék hegesztésére került sor. Az elemzés során vizsgáltam az egy-, két- és háromműszakos munkarendet egész éves működés alapján, valamint figyelembe vettem a 2024-re becsült darabszámokat is. Ezen felül kiszámítottam a Kobot óradíját és az egy terméken keletkező profitot, majd ezek alapján meghatároztam a megtérülési időket.

Az átfogó pénzügyi elemzés érdekében számos mutatót is kiszámítottam, figyelembe véve a hosszú távú beruházások diszkontált értékeit. A számítások alapján megállapítható, hogy a beruházás rendkívül jövedelmező, hiszen a Kobot a jelenlegi kihasználtság mellett már néhány éven belül megtérül, továbbá számos további lehetőséget nyújt, beleértve a megnövekedett szabad kapacitást is.

5.1. A célkitűzések teljesülése

A dolgozat során megvizsgáltam az új technológia bevezetésének lehetőségeit, valamint elvégeztem a pénzügyi és gazdasági elemzést. A kutatásban részletesen elemeztem az automatizált kollaboratív hegesztőcella műszaki, menedzsmenti és gazdasági aspektusait, és összehasonlítottam a hagyományos, kézi hegesztéssel. Kiemelt figyelmet fordítottam a modern technológiai fejlesztések alkalmazásának pénzügyi és gazdasági előnyeire és hátrányaira. A kutatást az FF Fémfeldolgozó Zrt.-nél végeztem, amely lehetőséget biztosított egy ipari környezetben történő valós esettanulmány kidolgozására.

A dolgozat célkitűzéseinek megfelelően bemutattam az Ipar 4.0-hoz kapcsolódó technológiák, különösen az automatizált és Kollaboratív robotok fejlődését és szerepüket a hegesztési folyamatok automatizálásában. A munka során áttekintettem az automatizált hegesztőrendszerek jelenlegi helyzetét, azok fejlettségi szintjét és a várható fejlődési irányokat is.

Egy konkrét terméken keresztül elemeztem a kézi hegesztési folyamatokat, feltárva a munkaerőköltségeket, az időráfordítást és az energiafelhasználást, amely lehetőséget adott a költséghatékonyság összehasonlítására az automatizált és a kézi hegesztés között.

Az elemzés során sikerült azonosítani azokat a fejlesztési lehetőségeket, ahol az automatizált technológia bevezetése jelentős előrelépést kínál a termelési folyamat optimalizálásában. Ezt követően részletesen vizsgáltam az automatizált technológia bevezethetőségét az FF Fémfeldolgozó Kft. egyik kiválasztott termékének gyártási folyamatára vonatkozóan.

Az automatizált hegesztés és a kézi hegesztés költség-haszon elemzése is megfelelt az elvárásoknak, bemutatva, hogy milyen előnyöket és hátrányokat nyújt az automatizált technológia. Az elemzés során különös figyelmet fordítottam a költségek csökkentésére, a termelékenység növelésére így átfogó képet tudtam alkotni arról, hogy a beruházás gazdaságos volt-e, illetve milyen mértékben érdemes további fejlesztésekbe fektetni.

Végezetül megállapíthatom, hogy az általam elvégzett vizsgálatok és elemzések alapján az új bevezetett technológia előnyhöz juttattja a vállalatot.

6. Summary

In choosing this topic, my aim was to examine an issue that is of particular importance to engineering companies today. The rise of automated systems will become even more important in the future, but they are already having a significant impact on the way companies operate. A well-designed and implemented automated system not only makes internal processes more efficient, but can also contribute to improving the market position and even provide a competitive advantage over competitors. However, the high initial costs of implementing such systems make it essential to develop a well thought-out long-term strategy.

For me, it was particularly important that the chosen topic was related to my previous studies in mechanical engineering, while at the same time benefiting from my knowledge in the field of management. Thus, my thesis focused on the financial and economic analysis of an automated Collaborative Robot (Kobot) welding cell in a particular company. In the introductory part of the thesis, I gave an overview of the main elements of Industry 4.0 and the importance of modern technologies, as well as a detailed description of the development and applications of Kobots.

In the course of this work I analysed the traditional manual welding technology in the context of the production of a specific product. Based on the analysis, I determined the welding hourly rate for different work schedules - one, two and three shifts. From these calculations, the production cost of the product and the profit associated with welding could be calculated. Following this analysis, I proposed a technological improvement to optimise the production of a medium-range product. I chose the Kobot technology, which was confirmed by a preliminary payback calculation and a SWOT analysis.

As the company had invested in the Kobot welding cell, I was able to carry out further analyses based on real data. After the introduction of the new technology, I prepared a detailed description of the welding process, similar to the manual welding process. In the economic analysis, I examined several scenarios, as only one product was welded with Kobot so far. I analysed the one-, two- and three-shift manufacturing on the basis of full-year operation and also took into account the estimated number of pieces for 2024. In addition, I calculated the hourly cost of Kobot and the profit per product, and then used these to determine the payback periods.

For a comprehensive financial analysis, I have also calculated a number of indicators, taking into account the discounted values of long-term investments. The calculations show that the investment is highly profitable, as Kobot will pay for itself in a few to many years at current utilisation rates, and offers a number of additional opportunities, including increased spare capacity.

6.1. Achievement of the objectives

In the course of the thesis I examined the possibilities of introducing the new technology and carried out a financial and economic analysis. In the research I analysed in detail the technical, managerial and economic aspects of the automated collaborative welding cell and compared it with conventional manual welding. Particular attention has been paid to the financial and economic advantages and disadvantages of the application of modern technological developments. The research was carried out at FF Fémfeldolgozó Zrt., which provided the opportunity to develop a real case study in an industrial setting.

In line with the objectives of the thesis, I presented the development of technologies related to Industry 4.0, in particular Automated and Collaborative Robots and their role in the automation of welding processes. I also reviewed the current state of automated welding systems, their level of development and the expected directions of evolution.

I analysed manual welding processes through a specific product, revealing labour costs, time and energy consumption, which gave me the opportunity to compare the cost-effectiveness between automated and manual welding.

The analysis has identified opportunities for improvement where the introduction of automated technology offers significant improvements in the optimisation of the production process. Subsequently, I investigated in detail the feasibility of introducing automated technology in the production process of a selected product of FF Metallfeldolgozó Kft.

The cost-benefit analysis of both automated welding and manual welding met the expectations, showing the advantages and disadvantages of automated technology. In the analysis, particular attention was paid to reducing costs and increasing productivity, so that a comprehensive picture could be drawn of whether the investment was cost-effective and to what extent it was worth investing in further improvements.

In conclusion, the studies and analyses I have carried out show that the new technology introduced gives the company an advantage.

7. Köszönetnyilvánítás

Mindenekelőtt köszönettel tartozom Dr. Peszeki Zoltánnak, aki tanácsaival, iránymutatásával végig kísérte a téma kidolgozását és segítette a dolgozat megírását.

Szeretnék köszönetet mondani az FF Fémfeldolgozó Zrt. részéről Nagy Gergőnek, a mérnökségi osztály vezetőjének és Bíró Csabának, folyamatmérnökségi csoportvezetőnek, hogy lehetőséget adtak a dolgozat megírására.

Legfőképp szeretném megköszönni a munkáját Dr. Fekete Istvánnak, külső konzulensemnek, aki a dolgozat megírása során végig támogatott, hasznos tanácsokkal látott el.

Köszönettel tartozom Nádházi Gábor hegesztési és automatizálási technikusnak, aki a feladatkidolgozás során felmerülő kérdések megválaszolásában és az akadályok leküzdésében segített.

Végül, de nem utolsó sorban köszönetemet szeretném kifejezni az FF Fémfeldolgozó Zrt. azon munkatársainak, akik kérdés esetén minden a rendelkezésemre álltak.

Máté István Martin

8. Ábrajegyzék

1. ábra: Kollaboratív robot (Kobot).....	12
2. ábra: Modern hegesztőgép és a hegesztő vezérlőpanelje	13
3. ábra: A dolgok internete (IOT) (Ádám, dátum nélk.).....	16
4. ábra: Ipari robot szimulációs környezete (DeepResearchReports, dátum nélk.) .	18
5. ábra: Biztonsági berendezések	20
6. ábra: Ipari robot[saját]	22
7. ábra: Az FF Fémfeldolgozó Zrt. irodaháza (Zrt., dátum nélk.).....	28
8. ábra: Bepakolási sorrend (Saját kép)	35
9. ábra: Fűzővarratok pozíciója (Saját kép)	35
10. ábra: Hegesztési varratok pozíciója és sorrendje első oldal (Saját kép).....	36
11. ábra: Hegesztési varratok pozíciója és sorrendje második oldal (Saját kép).....	36
12. ábra: Lincoln Invertec 300TPX hegesztőgép (Kroweld, dátum nélk.).....	37
13. ábra: Naponta gyártott oldalváz [db] a műszakok függvényében (Saját szerkesztés).....	38
14. ábra: SWOT mátrix (Saját szerkesztés)	53
15. ábra: Hegesztősablon (Saját kép)	54
16. ábra: Hegesztő sablonok pozíciója az A, illetve B oldalon (Saját szerkesztés) ...	55
17. ábra: Kobotos munkaállomás (Saját kép)	55
18. ábra: Naponta gyártott oldalváz [db] a műszakok függvényében (Saját szerkesztés).....	57
19. ábra: Naponta gyártott oldalváz [db] a műszakok függvényében a két technológia esetében (Saját szerkesztés)	58
20. ábra: A számított megtérülési idők a munkarend és a gyártott darabszám függvényében.....	61
21. ábra: NPV 1 műszak és BCR 1 műszak a diszkontráta függvényében	64
22. ábra: NPV 2 műszak és BCR 2 műszak a diszkontráta függvényében	64

23. ábra: NPV 3 műszak és BCR 3 műszak a diszkontráta függvényében	65
24. ábra: NPV Gyártott mennyiség és BCR Gyártott mennyiség a diszkontráta függvényében.....	65
25. ábra: Haszon az évek függvényében	66

9. Irodalomjegyzék

Ádám, K., dátum nélk. ITHUB. [Online]
Available at: [https://ithub.hu/blog/post/Mi az a dolgok internete](https://ithub.hu/blog/post/Mi_az_a_dolgok_internete)
[Hozzáférés dátuma: 14 10 2024].

Alexandra, D. N., 2019. *A 6082-T4 alumínium ötvözet hegesztése kollaboratív robottal*,
Miskolc: ismeretlen szerző

Balaton Károly, H. L. (., 2018. *Stratégiai és üzleti tervezés*. hely nélk.: Akadémiai Kiadó.

Benjámin, B. B., 2017. *A közigazgatás újragondolása*. hely nélk.: Akadémiai Kiadó.

Cleiton R. Mendes, R. Y. O. a. C. d. C., 2018. *Application of Big Data and the Internet of Things*
in. [Online]
Available at: <https://ej-eng.org/index.php/ejeng/article/download/967/389>
[Hozzáférés dátuma: 31 05 2024].

Cohen, Y., dátum nélk. *ResearchGate - Deploying Cobots in Collaborative Systems: Major Considerations*
and. [Online]
Available at: https://www.researchgate.net/profile/Yuval-Cohen-5/publication/348480466_Deploying_Cobots_in_Collaborative_Systems_Major_Considerations_and_Productivity_Analysis/links/6000953ca6fdccdc851f7a7/Deploying-Cobots-in-Collaborative-Systems-Major-Considerations
[Hozzáférés dátuma: 30 05 2024].

Costa, R. M. S., 2020. *THE BARRIERS OF IMPLEMENTING THE INDUSTRY 4.0 TECHNOLOGY - COLLABORATIVE ROBOTS*. [Online]
Available at: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/133091/2/433664.pdf>
[Hozzáférés dátuma: 31 05 2024].

DeepResearchReports, dátum nélk. OPENPR. [Online]
Available at: <https://www.openpr.com/news/2750884/robot-simulation-software-market-share-size-industry-growth>
[Hozzáférés dátuma: 14 10 2024].

Deutsch Nikolett, J. T., 2019. *Üzleti és projekttervezés*. hely nélk.: Akadémiai Kiadó.

Edwin Raja Dhas, J. H. D., 2012. *A review on optimization of welding process*. [Online] Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705812019819/pdf?md5=61f1e79b8950f8d990d87ae40aaca658&pid=1-s2.0-S1877705812019819-main.pdf> [Hozzáféres dátuma: 02 06 2024].

GIULIO MASINELLI, T. L.-Q. S. Z. K. W. A. S. A. S., 2020. *Adaptive Laser Welding Control: A Reinforcement Learning Approach*. [Online] Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9102251> [Hozzáféres dátuma: 02 06 2024].

Goldiez, R., 2024. *Tips To Calculate The ROI of Your First Welding Cobot*. [Online] Available at: <https://blog.hirebotics.com/tips-roi-welding-cobot-price> [Hozzáféres dátuma: 02 06 2024].

Gyasi, E. A., Handroos, H. & Kah, P., 2019. *Science direct - Survey on artificial intelligence (AI) applied in welding: A future scenario of the influence of AI on technological, economic, educational and social changes*. [Online] Available at: <https://pdf.sciencedirectassets.com/306234/1-s2.0-S2351978920X00023/1-s2.0-S2351978920300962/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEBAaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIF5ROhWlOtBraTAEbp2DspYGHWNvSZCRFy%2BPJ7mh1krNAiEA1X78RjltTJJUicuw%2BQRHae23Auyagu1LWX9NiCDv> [Hozzáféres dátuma: 29 09 2024].

Hitesh Arora, K. M. B. D. N. A. B. D., 2021. *Welding simulation of circumferential weld joint using TIG welding*. [Online] Available at: [https://pdf.sciencedirectassets.com/305927/1-s2.0-S2214785322X00060/1-s2.0-S2214785321047064/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEO3%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCICVxldAlhkH083H2XaQPpDXtfV9to5wITUsPoHTx3mmAiAxQVNNCVLt9mtk](https://pdf.sciencedirectassets.com/305927/1-s2.0-S2214785322X00060/1-s2.0-S2214785321047064/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEO3%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCICVxldAlhkH083H2XaQPpDXtfV9to5wITUsPoHTx3mmAiAxQVNNCVLt9mtk) [Hozzáféres dátuma: 02 06 2024].

Iván, B., 2019. *A befektetések és a tőkepiac. hely nélk.*:Akadémiai Kiadó.

Klára, K., 2018. *A pénzügyi közvetítőrendszer funkciói. hely nélk.*:Wolters Kluwer Hungary Kft.

Kroweld, dátum nélk. *kroweld.* [Online]
Available at: <https://www.kroweld.hu/6ebe5n30/Lincoln-Invertec-300TPX-d1784.htm?tab=description#>

[Hozzáférés dátuma: 15 10 2024].

Leath, J., 2022. *Cobot safety factors in welding.* [Online]
Available at: <https://www.thefabricator.com/thefabricator/article/arcwelding/cobot-safety-factors-in-welding>

[Hozzáférés dátuma: 02 06 2024].

Lefranca, G., dátum nélk. *ScienceDirect - Impact of Cobots on automation.* [Online]
Available at: [https://pdf.sciencedirectassets.com/280203/1-s2.0-S1877050922X00173/1-s2.0-S1877050922018579/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEKf%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIE15gEDdvX9ePAYhS3j0u0dlIRCwf6bUkqVc1swt0GvuAiEArpMyBO4A30aR](https://pdf.sciencedirectassets.com/280203/1-s2.0-S1877050922X00173/1-s2.0-S1877050922018579/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEKf%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIE15gEDdvX9ePAYhS3j0u0dlIRCwf6bUkqVc1swt0GvuAiEArpMyBO4A30aR)

[Hozzáférés dátuma: 23 05 2024].

M N Coman, C. R. A. M. B. D. T. C., 2021. *Analysis of robotic welding possibilities of a car.* [Online]

Available at: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1182/1/012015/pdf>

[Hozzáférés dátuma: 02 06 2024].

Maharjan, R., 2019. *Theseus - SEMI-AUTOMATIC ROBOT PIPE WELDING SYSTEM.* [Online]

Available at: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/262336/Maharjan_Ranoj.pdf?sequence=2

[Hozzáférés dátuma: 29 09 2024].

Masemola, M. J., 2022. *Mobile welding robotics in locomotive underframe sub-assemblies manufacturing*. [Online]

Available at:

https://ujcontent.uj.ac.za/view/pdfCoverPage?instCode=27UOJ_INST&filePid=138959590007691&download=true

[Hozzáférés dátuma: 25 08 2024].

Pauliková, A. & Ubárová, Z. G. B. M., 2021. Analysis of the Impact of Human–Cobot Collaborative. *International Journal of Enviromental Research and Public Health*.

Schumacher, S., 2022. *Technology Adoption Of Collaborative Robots For Welding in Small And Medium-sized Enterprises: A Case Study Analysis*. [Online]

Available at: [https://www.repo.uni-](https://www.repo.uni-hannover.de/bitstream/handle/123456789/12274/Schumacher-CPSL2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[hannover.de/bitstream/handle/123456789/12274/Schumacher-](https://www.repo.uni-hannover.de/bitstream/handle/123456789/12274/Schumacher-CPSL2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[CPSL2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.repo.uni-hannover.de/bitstream/handle/123456789/12274/Schumacher-CPSL2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[Hozzáférés dátuma: 31 05 2024].

Tamás, T., 2021. *Vállalati pénzügyek. hely nélk.:Akadémiai Kiadó*.

Tianyuan Liu, P. Z., 2023. *Deep learning-based welding image recognition: A comprehensive review*. [Online]

Available at:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278612523001036>

[Hozzáférés dátuma: 02 06 2024].

Tyrrell, M., dátum nélk. *How collaborative robots are changing the ancient art of welding*. [Online]

Available at: <https://www.pesmedia.com/how-collaborative-robots-are-changing-the-ancient-art-of-welding>

[Hozzáférés dátuma: 02 06 2024].

Vrugteveen, T., 2021. *The evolution of automated welding in simple programmable welding cells*. [Online]

Available at: <https://awl.nl/wp->

content/uploads/2022/06/Whitepaper_cobotlassen_ENG.pdf

[Hozzáférés dátuma: 31 05 2024].

Williams, I. N., 2016. *Calpoly - DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A FIXTURE FOR ROBOTIC WELDING.* [Online]

Available at:

<https://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1219&context=imesp>

[Hozzáférés dátuma: 29 09 2024].

Zéman Zoltán, B. I., 2019. *Módszertan vállalkozások pénzügyi teljesítményének mérésére.* hely nélk.:Akadémiai Kiadó.

Zoltán, F., 2018. AZ IPAR 4.0 FOGLALKOZTATÁSRA GYAKOROLT HATÁSA. *MUNKAÜGYI SZEMLE.*

Zrt., F. F., dátum nélk. FF *Fémfeldolgozó Zrt..* [Online]

Available at: https://www.abclap.hu/ffzrt/company_hu.html

[Hozzáférés dátuma: 14 10 2024].

Zrt., F. F., dátum nélk. FF *Zrt..* [Online]

Available at: <https://ffzrt.com/hu/fooldal/>

[Hozzáférés dátuma: 31 05 2024].

10. Mellékletek, táblázatok

A kidolgozás során elvégzett számítások adatai:

Beruházás		Érték	Alapadatok	
Beszerezési ktg.		39 320 339,50 Ft	Munkanapok	251 [Per Év]
Telepítési ktg.		0,00 Ft	Műszakok száma	3 [Per Nap]
Gép maradványértéke		7 864 067,90 Ft	Munkaidő	7,4 [Óra]
Leírási alap		31 456 271,60 Ft	Kihasználtság	85% [%]
			Használat	4736,37 [Per Év]

Egyéb tényezők				
		Egység	Alapérték	Megjegyzés
A	Újraberendezési ktg	Forint	31 456 271,60 Ft	
B	Gazdasági élettartam	Év	10	
C	Kamat	% / Év	10%	
D	Terület igény	m ²	28,6	
E	m ² -re eső költség	Ft / m ² / Hónap	12 425,40 Ft	
F	Karbantartási ktg	% / Év	2%	
G	Teljesítmény	kW	3	
H	Villamos energia ktg	Ft/kW/h	96,2	
I	Energiafaktor (Névleges teljesítmény)	%	70%	
J	Hegesztő segédanyagok	Ft/hó	28 782,00 Ft	
K	Kihasználtsági tényező	%	85%	
L	Biztosítási ktg.	%	1%	
M	Bér ktg.	Ft / Óra	3 264,30 Ft	
N	Argon	m ³ / Óra	0,416	
O	Argon gáz ktg	Ft/m ³	829,40 Ft	
P	Egyéb	Ft / Óra	-	

		Műszakonkénti óra -->		1578,79	3157,58	4736,37
Munkahelyi költségek		Számítás	Éves érték	1. Műszak esetén Óránkénti	2. Műszak esetén Óránkénti	3. Műszak esetén Óránkénti
2-A	Leírás	A : B	3 145 627 Ft	1 992,43 Ft	996,21 Ft	664,14 Ft
2-B	Kamatok	C * A	3 145 627 Ft	1 992,43 Ft	996,21 Ft	664,14 Ft
2-C	Terület költség	D * E * 12	4 264 397 Ft	2 701,05 Ft	1 350,53 Ft	900,35 Ft
2-D	Karbantartási ktg	A * F	629 125 Ft	398,49 Ft	199,24 Ft	132,83 Ft
2-E	Energia ktg.	G * H * I * L * E6	813 315 Ft	515,15 Ft	515,15 Ft	515,15 Ft
2-F	Hegesztési Segédanyagok	J*12	345 384 Ft	218,77 Ft	218,77 Ft	218,77 Ft
2-G	Biztosítási költségek	M * A	314 563 Ft	199,24 Ft	99,62 Ft	66,41 Ft
2-H	Munkabér	N * 168*12*3	19 742 486 Ft	4 168,27 Ft	4 168,27 Ft	4 168,27 Ft
2-I	Állandó szerszám	O * E6	0 Ft	0,00 Ft	0,00 Ft	0,00 Ft
2-J	Argon	P * Q * E6	1 634 192 Ft	1 035,09 Ft	1 035,09 Ft	1 035,09 Ft
2-K	Segédgáz	R * S * E6	0 Ft	0,00 Ft	0,00 Ft	0,00 Ft
2-L	Egyéb	T * E6	0 Ft	0,00 Ft	0,00 Ft	0,00 Ft
			34 034 717 Ft			
Munakhelyi ktg. (Beleértve a személyi ktg-et)		Óradíj		13 220,92 Ft	9 579,10 Ft	8 365,16 Ft
Munkahelyi ktg. (Beleértve a személyi ktg. -et)		Percdíj		220,35 Ft	159,65 Ft	139,42 Ft
			14 292 230,6 Ft			
Gépköltség		Óradíj		9 052,65 Ft	5 410,83 Ft	4 196,89 Ft
Gépköltség		Percdíj		150,88 Ft	90,18 Ft	69,95 Ft
			86 102,81 €			
Munkahely ktg		Óradíj		33,45 €	24,23 €	21,16 €
Munkahely ktg		Percdíj		0,557 €	0,404 €	0,353 €

Beruházás		Érték	Alapadatok		
Beszerzési ktg.		1 634 568,00 Ft	Munkanapok	251	[Per Év]
Telepítési ktg.		0,00 Ft	Műszakok száma	3	[Per Nap]
Gép maradványértéke		0,00 Ft	Munkaidő	7,4	[Óra]
Leírási alap		1 634 568,00 Ft	Kihasználtság	85%	[%]
			Használat	4736,37	[Per Év]

Egyéb tényezők				
		Egység	Alapérték	Megjegyzés
A	Újrabeszerzési ktg	Forint	1 634 568,00 Ft	
B	Gazdasági élettartam	Év	7	
C	Kamat	% / Év	10%	
D	Terület igény	m²	11,7	
E	m2-re eső költség	Ft / m² / Hónap	12 425,40 Ft	
F	Karbantartási ktg	% / Év	2%	
G	Teljesítmény	kW	2	
H	Villamos energia ktg	Ft/kW/h	96,2	
I	Energiafaktor (Névleges teljesítmény)	%	70%	
J	Hegesztő segédanyagok	Ft/hó	28 782,00 Ft	
K	Kihasználtsági tényező	%	85%	
L	Biztosítási ktg.	%	1%	
M	Bér ktg.	Ft / Óra	3 723,20 Ft	
N	Argon	m3 / Óra	0,416	
O	Argon gáz ktg	Ft/m3	829,40 Ft	
P	Egyéb	Ft / Óra	-	

Munkahelyi költségek			Műszakonkénti óra -->	1578,79	3157,58	4736,37
		Számítás	Éves érték	1. Műszak esetén Óránkénti ktg	2. Műszak esetén Óránkénti	3. Műszak esetén Óránkénti
2-A	Leírás	A : B	233 510 Ft	147,90 Ft	73,95 Ft	49,30 Ft
2-B	Kamatok	C * A	163 457 Ft	103,53 Ft	51,77 Ft	34,51 Ft
2-C	Terület költség	D * E * 12	1 744 526 Ft	1 104,98 Ft	552,49 Ft	368,33 Ft
2-D	Karbantartási ktg	A * F	32 691 Ft	20,71 Ft	10,35 Ft	6,90 Ft
2-E	Energia ktg.	G * H * I * K * éves	542 210 Ft	343,43 Ft	343,43 Ft	343,43 Ft
2-F	Hegesztési Segédanyagok	J*12	345 384 Ft	218,77 Ft	218,77 Ft	218,77 Ft
2-G	Biztosítási költségek	L * A	16 346 Ft	10,35 Ft	5,18 Ft	3,45 Ft
2-H	Munkabér	M * 168*12*3	22 517 914 Ft	4 754,26 Ft	4 754,26 Ft	4 754,26 Ft
2-I	Állandó szerszám	O * E6	0 Ft	0,00 Ft	0,00 Ft	0,00 Ft
2-J	Argon	N*O * éves munk	1 634 192 Ft	1 035,09 Ft	1 035,09 Ft	1 035,09 Ft
2-K	Segédgáz	R * S * éves munk	0 Ft	0,00 Ft	0,00 Ft	0,00 Ft
2-L	Egyéb	T * éves munkaór	0 Ft	0,00 Ft	0,00 Ft	0,00 Ft
			27 230 229 Ft			
Munakhely ktg.			Óradíj	7 739,02 Ft	7 045,28 Ft	6 814,04 Ft
Beleértve a személyi ktg-et)						
Munkahelyi ktg.			Percdíj	128,98 Ft	117,42 Ft	113,57 Ft
(Beleértve a személyi ktg. -et)						
			4 712 316 Ft			
Gépköltség			Óradíj	2 984,76 Ft	2 291,03 Ft	2 059,78 Ft
Gépköltség			Percdíj	49,75 Ft	38,18 Ft	34,33 Ft
			68 888,46 €			
Munkahely ktg			Óradíj	19,58 €	17,82 €	17,24 €
Munkahely ktg			Percdíj	0,326 €	0,297 €	0,287 €

BW oldalváz	1 műszak		2 műszak		3 műszak		1 műszak - 40%	
	Cobot	Kézi	Cobot	Kézi	Cobot	Kézi	Cobot	Kézi
Hegeszt	7,722	20,514	7,722	20,514	7,722	20,514	10,3	20,514
Javit	2,028	0	2,028	0	2,028	0	2	0
Gyártási költség	4,97 €	6,69 €	3,72 €	6,09 €	3,31 €	5,89 €	6,39 €	6,69 €
Gyártási költség	1 963,11 Ft	2 645,97 Ft	1 470,96 Ft	2 408,78 Ft	1 306,91 Ft	2 329,72 Ft	2 527,56 Ft	2 645,97 Ft
Különbőség (€)	1,73 €		2,37 €		2,59 €		0,30 €	
Össz haszon	2,73 €		3,98 €		4,39 €		1,30 €	
Naponta gyártott darabszám	38	18	77	36	116	55	30	18
Különbőség (db)	20		41		61		12	
Össz eur kölönbőség/nap	103,80 €		306,21 €		509,44 €		39,11 €	
Össz kölönbőség (Ft)	41 031 Ft		121 037 Ft		201 371 Ft		15 459 Ft	
Beszerzési ár	31 456 272 Ft	1 634 568 Ft	31 456 272 Ft	1 634 568 Ft	31 456 272 Ft	1 634 568 Ft	31 456 272 Ft	1 634 568 Ft
Szerszámozási költség+programozás (Ft)	400 000 Ft	350 000 Ft	400 000 Ft	350 000 Ft	400 000 Ft	350 000 Ft	400 000 Ft	350 000 Ft
Beszerzési ár kölönbőség	29 871 704 Ft		29 871 704 Ft		29 871 704 Ft		29 871 704 Ft	
Megtérülési idő nap	728,03		246,80		148,34		1932,29	
Megtérülési idő év	2,90		0,98		0,59		7,70	

BW oldalváz	2024-ben gyártott darabszám (45*68db szekrény)	
	Cobot	Kézi
Hegeszt	7,722	20,514
Javít	2,028	0
Gyártási költség	3,31 €	5,89 €
Különbség (€)	2,59 €	
Össz haszon	4,39 €	
Naponta gyártott darabszám	116	55
Különbség (db)	61	
Össz eur különbség/nap	509,44 €	
Össz különbség (Ft)	201 370,86 Ft	
Beszerzési ár (Ft)	31 456 272 Ft	1 634 568 Ft
Szerszámozási költség+programozás (Ft)	400 000 Ft	350 000 Ft
Beszerzési ár különbség	29 871 703,60 Ft	
1 évre eső beszerzési költség (10 év)	3 185 627 Ft	283 510 Ft
Össz munkaóra	4736,37	
Gyártandó darabszám	6120,00	
Össz haszon (€)	26 877,27 €	
Össz haszon (Ft)	10 624 049 Ft	
Össz gyártási idő	994,50	2092,43
Össz gyártási idő /Össz munkaóra	21,00%	44,18%
Össz Ft különbség/Beszerzési ár	366,08%	-
Megtérülési idő év	2,81	

		1 műszak	2 műszak	3 műszak	Gyártott db
Évek	Megmaradt érték diszk.	Pénzáram diszk.	Pénzáram diszk.	Pénzáram diszk.	Pénzáram diszk.
1	7 149 152,64 Ft	9 362 456,49 Ft	27 618 379,67 Ft	45 949 169,39 Ft	9 658 226,29 Ft
2	6 499 229,67 Ft	8 511 324,08 Ft	25 107 617,88 Ft	41 771 972,17 Ft	8 780 205,72 Ft
3	5 908 390,61 Ft	7 737 567,35 Ft	22 825 107,16 Ft	37 974 520,16 Ft	7 982 005,20 Ft
4	5 371 264,19 Ft	7 034 152,13 Ft	20 750 097,42 Ft	34 522 291,05 Ft	7 256 368,36 Ft
5	4 882 967,45 Ft	6 394 683,76 Ft	18 863 724,93 Ft	31 383 900,96 Ft	6 596 698,51 Ft
6	4 439 061,31 Ft	5 813 348,87 Ft	17 148 840,84 Ft	28 530 819,05 Ft	5 996 998,65 Ft
7	4 035 510,29 Ft	5 284 862,61 Ft	15 589 855,31 Ft	25 937 108,23 Ft	5 451 816,95 Ft
8	3 668 645,71 Ft	4 804 420,55 Ft	14 172 595,74 Ft	23 579 189,30 Ft	4 956 197,23 Ft
9	3 335 132,47 Ft	4 367 655,05 Ft	12 884 177,94 Ft	21 435 626,64 Ft	4 505 633,84 Ft
10	3 031 938,61 Ft	3 970 595,50 Ft	11 712 889,04 Ft	19 486 933,31 Ft	4 096 030,77 Ft
	Összeg	66 313 004,99 Ft	189 705 224,54 Ft	313 603 468,87 Ft	68 312 120,13 Ft
	NPV	26 992 665,49 Ft	150 384 885,04 Ft	274 283 129,37 Ft	28 991 780,63 Ft
	IRR (NPV=0)	23,622%	77,060%	128,520%	24,560%
	BCR	1,686	4,825	7,976	1,737
	ROI	68,65%	382,46%	697,56%	73,73%

Százalék	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10 Maradványok/10 év	Összeg	NPV 1 Maradvány	BCR 1 Maradvány
2%	10 096 767	9 998 791	9 704 697	9 514 409	9 327 852	9 144 953	8 965 640	8 789 943	8 617 493	8 448 523	6 451 275	98 960 242	59 639 902,64	2,52
4%	9 902 958	9 521 729	9 155 500	8 803 374	8 464 789	8 139 214	7 826 167	7 525 161	7 235 732	6 957 344	5 312 682	88 844 382	49 524 042,69	2,26
6%	9 715 757	9 165 808	8 646 989	8 157 537	7 685 782	7 260 179	6 849 225	6 461 338	6 095 786	5 750 741	4 391 254	80 159 959	40 870 259,19	2,04
8%	9 535 835	8 829 477	8 175 442	7 569 854	7 009 124	6 489 929	6 000 914	5 564 008	5 151 915	4 770 292	3 641 595	72 747 715	37 427 375,19	1,89
10%	9 362 456	8 511 324	7 759 507	7 094 152	6 434 484	5 813 349	5 284 963	4 804 421	4 367 635	3 970 595	3 023 939	66 310 035	26 992 665,49	1,65
12%	9 195 207	8 210 062	7 330 413	6 545 081	5 843 760	5 217 643	4 688 610	4 259 473	3 781 815	3 335 546	2 532 019	60 721 983	21 401 643,87	1,51
14%	9 033 949	7 924 517	6 924 517	6 097 658	5 348 700	4 713 549	4 182 734	3 749 929	3 305 678	2 778 013	2 122 550	55 840 929	18 942 569,55	1,42
16%	8 878 191	7 653 613	6 593 943	5 685 082	4 903 346	4 272 603	3 743 985	3 314 366	2 708 074	2 334 547	1 782 655	51 558 625	12 238 285,91	1,31
18%	8 727 714	7 396 368	6 288 108	5 311 956	4 501 658	3 841 964	3 320 020	2 739 948	2 321 905	1 967 716	1 502 544	47 785 800	8 465 460 547	1,22
20%	8 582 252	7 151 876	5 955 481	4 966 581	4 138 817	3 490 015	2 874 179	2 395 149	1 995 957	1 663 298	1 270 911	44 447 112	5 126 772,60	1,16
22%	8 441 559	6 919 311	5 671 566	4 648 825	3 810 512	3 123 371	2 560 140	2 088 475	1 720 062	1 409 887	1 056 587	41 480 293	2 159 952,92	1,09
24%	8 305 405	6 697 907	5 401 538	4 356 079	3 512 967	2 833 038	2 284 708	1 842 506	1 485 892	1 198 300	915 020	38 863 361	1 498 978,64	1,05
26%	8 173 573	6 486 963	5 148 383	4 086 016	3 242 872	2 578 708	2 042 625	1 621 131	1 286 612	1 021 121	779 726	36 462 731	1 285 007 008	1,03
28%	8 045 961	6 285 529	4 904 808	3 838 556	2 997 317	2 314 634	1 829 417	1 429 232	1 115 868	872 334	696 112	34 311 713	1 048 666,56	0,97
30%	7 922 079	6 090 807	4 724 861	3 656 861	2 793 300	2 115 549	1 641 366	1 256 544	987 929	750 000	578 212	32 189 429	925 566,56	0,93
32%	7 802 047	5 910 642	4 477 299	3 392 242	2 569 880	1 946 879	1 474 908	1 117 355	846 481	641 273	489 675	30 669 140	8 651 159,39	0,78
34%	7 685 999	5 735 521	4 280 241	3 194 209	2 383 738	1 779 809	1 327 544	990 704	739 332	551 740	421 308	29 088 943	7 103 146 390	0,74
36%	7 572 575	5 568 070	4 094 169	3 010 418	2 213 543	1 627 165	1 196 768	879 977	647 042	475 766	363 294	27 649 228	11 671 111,86	0,70
38%	7 462 828	5 407 846	3 918 729	2 839 659	2 057 724	1 491 101	1 080 510	782 978	567 376	411 142	313 947	26 333 843	12 986 466 304	0,67
40%	7 356 216	5 254 440	3 753 171	2 680 8										

Százelek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 Maradványérték 10 év	Összeg	NPV 2 műszak	BCR 2 műszak	
2%	29 784 527	20 209 517	28 627 958	28 066 625	27 516 299	26 976 764	26 447 808	25 929 223	25 420 807	24 922 360	6 451 275	279 344 162	240 023 822,63	7,10
4%	29 125 194	21 898 219	27 007 903	25 969 137	24 970 324	24 009 927	23 086 469	22 198 527	21 344 738	20 523 786	5 312 682	251 723 461	212 403 121,97	6,40
6%	28 660 583	21 038 286	25 507 817	24 063 978	22 701 866	21 416 855	20 204 580	19 060 942	17 982 004	16 964 155	4 391 254	227 992 301	188 671 961,36	5,80
8%	28 129 831	20 646 140	24 116 796	22 330 367	20 676 266	19 144 609	17 726 565	16 413 486	15 197 672	14 071 919	3 642 585	207 496 318	168 175 978,78	5,28
10%	27 618 380	25 107 618	22 825 107	20 750 097	18 863 725	17 148 841	15 589 855	14 172 596	12 884 178	11 712 889	3 031 939	189 705 225	150 384 885,04	4,82
12%	27 125 194	21 898 219	27 007 903	25 969 137	24 970 324	24 009 927	23 086 469	22 198 527	21 344 738	20 523 786	5 312 682	251 723 461	212 403 121,97	6,40
14%	26 640 314	21 375 591	20 505 783	19 807 817	19 144 609	18 480 817	17 826 925	17 172 596	16 518 178	15 863 817	4 172 596	207 496 318	168 175 978,78	5,28
16%	26 189 843	22 577 451	19 463 320	16 778 724	14 464 417	12 469 325	10 749 418	9 266 740	7 988 569	6 886 697	1 782 655	148 617 158	109 256 818,42	3,78
18%	25 745 947	21 818 599	18 490 338	15 669 778	13 279 473	11 253 791	9 537 111	8 082 297	6 949 405	5 804 580	1 502 544	138 033 616	98 713 524,14	3,51
20%	25 316 848	21 097 373	17 581 144	14 650 954	12 209 128	10 174 273	8 478 561	7 065 468	5 887 890	4 906 575	1 270 091	128 638 307	89 317 965,75	3,27
22%	24 901 818	20 411 326	16 730 595	13 713 603	11 240 658	9 123 654	7 552 175	6 190 308	5 074 023	4 159 035	1 076 587	120 263 780	80 943 440,89	3,06
24%	24 500 176	19 758 206	15 934 037	12 850 030	10 362 927	8 357 200	6 739 677	5 435 223	4 383 245	3 534 875	915 020	111 270 615	73 450 275,50	2,87
26%	24 111 284	19 135 940	15 187 254	12 053 376	9 566 171	7 592 199	6 025 555	4 762 187	3 795 386	3 012 217	779 726	106 411 289	66 720 948,04	2,70
28%	23 734 545	18 542 613	14 486 417	11 317 513	8 841 807	6 907 662	5 396 162	4 216 022	3 293 830	2 573 305	665 112	99 975 516	60 656 176,91	2,54
30%	23 369 398	17 976 460	13 828 046	10 636 959	8 182 276	6 294 058	4 841 583	3 743 295	2 864 842	2 203 725	570 465	94 092 088	55 171 748,24	2,40
32%	23 015 316	17 435 846	13 208 974	10 006 799	7 580 908	5 743 112	4 350 843	3 296 093	2 497 040	1 891 697	489 675	89 516 302	50 195 962,58	2,28
34%	22 671 804	16 919 257	12 626 311	9 422 620	7 031 806	5 247 617	3 916 132	2 922 486	2 180 960	1 627 582	421 308	84 887 883	46 567 543,26	2,16
36%	22 338 395	16 425 291	12 077 420	8 880 456	6 529 747	4 801 284	3 530 356	2 595 850	1 908 713	1 403 466	363 294	80 854 272	41 533 932,10	2,06
38%	22 014 650	15 952 645	11 559 888	8 376 730	6 070 094	4 398 619	3 187 405	2 309 714	1 673 706	1 212 830	313 947	77 070 230	37 749 890,15	1,96
40%	21 700 155	15 500 111	11 071 508	7 908 220	5 648 729	4 034 806	2 882 004	2 068 575	1 470 410	1 050 293	271 874	73 596 685	34 276 345,28	1,87
42%	21 394 519	15 066 563	10 610 256	7 477 031	5 263 980	3 705 619	2 609 591	1 837 740	1 294 183	911 397	235 919	70 399 779	31 079 432,42	1,79
44%	21 097 373	14 650 954	10 174 273	7 065 468	4 905 575	3 407 844	2 366 211	1 643 023	1 141 112	792 429	205 127	64 650 639	28 129 730,21	1,72
46%	20 808 368	14 252 307	9 761 854	6 686 201	4 575 900	3 136 706	2 148 028	1 471 526	1 007 985	690 339	178 698	64 712 912	25 401 572,81	1,65
48%	20 527 174	13 869 712	9 371 427	6 332 045	4 278 409	2 890 817	1 953 255	1 319 767	891 734	602 523	155 966	62 192 830	22 872 490,10	1,58
50%	20 253 478	13 502 319	9 001 546	6 001 031	4 000 687	2 667 125	1 778 083	1 185 389	790 259	526 839	136 375	59 843 131	20 522 791,83	1,52
52%	19 986 985	13 149 332	8 650 877	5 691 366	3 744 320	2 463 388	1 620 637	1 066 209	701 453	461 482	119 457	57 655 487	18 335 147,02	1,47
54%	19 727 414	12 810 009	8 318 188	5 401 421	3 507 416	2 277 543	1 478 924	940 363	623 598	404 933	104 819	55 614 605	16 294 265,00	1,41
56%	19 474 498	12 483 653	8 002 342	5 129 706	3 288 273	2 107 867	1 331 197	866 152	555 226	355 914	92 130	53 706 958	14 638 618,71	1,37
58%	19 227 986	12 160 273	7 702 285	4 857 371	3 027 582	1 907 884	1 109 282	758 785	493 605	284 062	81 100	51 503 549	12 600 209,88	1,32
60%	18 987 636	11 867 273	7 417 065	4 635 653	2 818 002	1 810 802	1 131 751	707 345	442 090	276 306	71 523	50 244 709	10 924 369,05	1,28
62%	18 753 221	11 576 062	7 145 717	4 410 937	2 722 800	1 680 741	1 037 494	640 429	395 326	244 029	63 168	48 669 924	9 349 585,00	1,24
64%	18 524 523	11 295 441	6 887 464	4 199 673	2 560 776	1 561 449	952 103	580 551	353 994	215 850	55 874	47 187 698	7 887 358,53	1,20
66%	18 301 336	11 024 901	6 641 507	4 000 908	2 410 185	1 451 919	874 650	526 898	317 408	191 210	49 496	45 790 417	6 470 077,13	1,16
68%	18 083 463	10 763 966	6 407 123	3 813 763	2 270 097	1 351 248	804 315	478 979	284 975	169 628	43 909	44 471 246	5 150 906,99	1,13
70%	17 870 718	10 512 186	6 183 639	3 637 435	2 139 667	1 258 628	740 369	453 511	256 183	150 696	39 008	43 224 039	3 903 699,82	1,10
72%	17 662 197	10 269 138	5 970 420	3 471 180	2 008 128	1 173 330	689 169	396 610	230 587	124 062	34 703	42 043 522	2 722 912,34	1,07
74%	17 459 885	10 034 423	5 765 909	3 314 536	1 894 791	1 094 701	629 138	361 574	207 801	115 426	30 914	40 923 676	1 605 536,21	1,04
76%	17 261 487	9 807 663	5 572 536	3 166 214	1 798 985	1 022 151	580 767	329 981	187 489	106 528	27 575	39 861 377	541 037,83	1,01
78%	17 067 538	9 588 504	5 386 800	3 026 292	1 700 164	956 600	530 461	301 461	169 360	95 146	26 169	38 851 644	468 695 65	0,99
80%	16 877 899	9 376 610	5 209 228	2 894 016	1 607 786	893 215	496 230	275 684	153 158	85 088	22 025	37 890 938	1 429 401,53	0,96
82%	16 692 427	9 171 663	5 039 375	2 768 888	1 521 367	835 916	459 294	252 360	138 659	76 186	19 721	36 975 857	2 344 482,55	0,94
84%	16 510 988	8 973 363	4 876 428	2 650 450	1 440 462	782 860	425 467	231 232	125 670	68 299	17 679	35 203 297	3 217 042,30	0,92
86%	16 333 450	8 781 425	4 721 196	2 538 278	1 364 665	733 691	394 468	212 074	114 018	61 300	15 868	36 170 473	4 009 916,43	0,90
88%	16 159 690	8 598 423	4 575 117	2 429 685	1 258 865	668 088	368 605	206 629	102 505	55 002	14 259	34 978 571	3 485 700,15	0,88
90%	15 989 588	8 415 573	4 429 249	2 331 184	1 226 939	645 757	339 872	178 880	94 147	49 551	12 827	33 713 567	5 606 727,52	0,86
92%	15 823 030	8 241 161	4 292 272	2 235 558	1 164 353	606 434	315 851	164 506	85 680	42 625	11 551	32 985 022	6 335 317,88	0,84
94%	15 659 906	8 072 116	4 160 885	2 144 786	1 105 560	569 876	293 751	151 418	78 050	40 232	10 414	32 286 995	7 033 344,94	0,82
96%	15 500 151	7 908 220	4 034 806	2 058 575	1 050 293	535 864	273 400	139 490	71 168	36 310	9 399	31 617 636	7 702 703,62	0,80
98%	15 343 544	7 749 265	3 913 770	1 976 652	998 309	504 196	254 645	128 608	64 954	32 805	7 892	30 975 239	8 345 100,12	0,79
100%	15 190 109	7 595 054	3 797 527	1 898 764	949 382	474 691	237 345	118 673	59 336	29 668	7 680	30 358 229	8 962 110,29	0,77
102%	15 039 712	7 445 402	3 685 842	1 824 675	903 304	447 180	221 376	109 902	54 254	26 858	6 952	29 765 148	9 555 191,61	0,76
104%	14 892 264	7 300 129	3 578 495	1 754 454	859 884	421 512	206 629	101 266	49 650	24 338	6 300	29 194 646	10 125 698,05	0,74
106%	14 747 678	7 159 067	3 475 275	1 687 027	818 945	397 546	192 984	93 681	45 476	22 076	5 714	28 645 471	10 674 868,70	0,73
108%	14 605 874	7 022 055	3 375 988	1 623 071	780 323	375 155	180 363	86 713	41 689	20 043	5 188	28 181 461	11 203 878,30	0,72
110%	14 466 770	6 888 938	3 280 447	1 562 118	743 865	354 222	168 677	80 322	38 249	18 214	4 715	27 606 356	11 713 803,03	0,70
112%	14 330 291	6 759 571	3 188 477	1 503 999	709 433	334 638	157 848	74 457	35 121	16 567	4 288	27 114 691	12 205 648,42	0,69
114%	14 196 363	6 633 815	3 099 913	1 448 558	676 896	316 307	147 807	69 069	32 275	15 082	3 904	26 539 988	12 680 351,44	0,68
116%	14 064 916	6 511 535	3 014 600	1 395 648	646 131	299 136	138 489	64 115	29 683	13 742	3 557	26 161 553	13 138 768,15	0,67
118%	13 935 880	6 392 105	2 932 380	1 345 943	615 913	275 105	128 033	57 344	28 152	12 530	3 244	25 783 171	13 580 788,80	0,66
120%	13 809 190	6 276 904	2 853 138	1 296 861	589 101	267 951	121 795	55 362	25 164	11 428	2 963	25 310 277	14 010 062,57	0,64
122%	13 684 783	6 164 317	2 776 719	1 250 774	563 412	253 789	114 319	51 495	23 196	10 449	2 705	24 895 958	14 424 381,	

Százalek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 Maradványérték 10 év	Összeg	NPV Gyártott mennyiség alapján	BCR Gyárt.
2%	10 415 734 Ft	10 211 504 Ft	10 011 279 Ft	9 814 979 Ft	9 622 528 Ft	9 433 851 Ft	9 248 874 Ft	9 067 523 Ft	8 889 729 Ft	8 715 420 Ft	6 451 275 Ft	101 882 697 Ft	2,59
4%	10 215 432 Ft	9 822 530 Ft	9 444 741 Ft	9 081 482 Ft	8 732 194 Ft	8 396 340 Ft	8 073 404 Ft	7 762 888 Ft	7 464 316 Ft	7 177 227 Ft	5 312 682 Ft	91 483 236 Ft	2,33
6%	10 022 688 Ft	9 455 366 Ft	8 920 156 Ft	8 415 242 Ft	7 938 907 Ft	7 489 535 Ft	7 065 599 Ft	6 665 660 Ft	6 288 358 Ft	5 932 413 Ft	4 391 254 Ft	82 585 179 Ft	2,10
8%	9 837 082 Ft	9 108 410 Ft	8 433 713 Ft	7 808 993 Ft	7 230 549 Ft	6 694 953 Ft	6 199 031 Ft	5 739 843 Ft	5 314 669 Ft	4 920 990 Ft	3 642 585 Ft	74 930 818 Ft	1,91
10%	9 658 226 Ft	8 780 206 Ft	7 982 025 Ft	7 256 348 Ft	6 596 699 Ft	5 996 999 Ft	5 451 817 Ft	4 956 197 Ft	4 505 634 Ft	4 096 031 Ft	3 031 939 Ft	68 312 120 Ft	1,74
12%	9 485 758 Ft	8 460 427 Ft	7 561 980 Ft	6 751 175 Ft	6 028 371 Ft	5 382 474 Ft	4 805 785 Ft	4 290 075 Ft	3 831 139 Ft	3 420 659 Ft	2 532 039 Ft	62 560 265 Ft	1,59
14%	9 319 341 Ft	8 174 861 Ft	7 170 930 Ft	6 290 290 Ft	5 517 798 Ft	4 840 174 Ft	4 245 766 Ft	3 724 357 Ft	3 266 979 Ft	2 865 771 Ft	2 121 284 Ft	57 537 551 Ft	1,46
16%	9 158 663 Ft	7 895 399 Ft	6 806 378 Ft	5 867 568 Ft	5 058 248 Ft	4 360 559 Ft	3 759 102 Ft	3 240 605 Ft	2 793 625 Ft	2 408 298 Ft	1 782 655 Ft	53 131 100 Ft	1,35
18%	9 008 431 Ft	7 630 027 Ft	6 466 124 Ft	5 479 766 Ft	4 643 870 Ft	3 935 483 Ft	3 335 155 Ft	2 826 402 Ft	2 395 256 Ft	2 029 878 Ft	1 502 544 Ft	49 247 937 Ft	1,25
20%	8 853 374 Ft	7 377 812 Ft	6 148 176 Ft	5 123 480 Ft	4 269 567 Ft	3 557 972 Ft	2 964 977 Ft	2 470 814 Ft	2 059 012 Ft	1 715 843 Ft	1 270 091 Ft	45 811 139 Ft	1,17
22%	8 708 237 Ft	7 137 899 Ft	5 850 737 Ft	4 795 686 Ft	3 930 890 Ft	3 222 041 Ft	2 641 017 Ft	2 164 768 Ft	1 774 400 Ft	1 454 426 Ft	1 076 587 Ft	42 756 689 Ft	1,09
24%	8 567 781 Ft	6 909 501 Ft	5 572 178 Ft	4 493 692 Ft	3 623 945 Ft	2 922 537 Ft	2 356 884 Ft	1 900 713 Ft	1 532 833 Ft	1 236 156 Ft	915 020 Ft	40 031 241 Ft	1,02
26%	8 431 785 Ft	6 691 893 Ft	5 311 056 Ft	4 215 100 Ft	3 345 317 Ft	2 655 014 Ft	2 107 154 Ft	1 672 344 Ft	1 327 257 Ft	1 053 379 Ft	779 726 Ft	37 589 995 Ft	0,96
28%	8 300 038 Ft	6 484 405 Ft	5 065 941 Ft	3 957 767 Ft	3 092 005 Ft	2 415 629 Ft	1 887 210 Ft	1 474 383 Ft	1 151 862 Ft	899 892 Ft	666 112 Ft	35 395 245 Ft	0,90
30%	8 172 345 Ft	6 286 419 Ft	4 835 707 Ft	3 719 775 Ft	2 861 365 Ft	2 201 050 Ft	1 693 116 Ft	1 302 397 Ft	1 001 844 Ft	770 649 Ft	570 445 Ft	33 415 112 Ft	0,85
32%	8 048 522 Ft	6 097 365 Ft	4 619 216 Ft	3 499 406 Ft	2 651 065 Ft	2 008 383 Ft	1 521 502 Ft	1 125 653 Ft	873 222 Ft	661 532 Ft	489 675 Ft	31 622 541 Ft	0,80
34%	7 928 395 Ft	5 916 712 Ft	4 415 457 Ft	3 295 117 Ft	2 459 043 Ft	1 835 106 Ft	1 369 482 Ft	1 022 002 Ft	762 688 Ft	569 170 Ft	421 308 Ft	29 994 481 Ft	0,76
36%	7 811 801 Ft	5 743 971 Ft	4 223 508 Ft	3 105 521 Ft	2 283 471 Ft	1 679 023 Ft	1 234 576 Ft	907 776 Ft	667 483 Ft	490 796 Ft	363 294 Ft	28 511 219 Ft	0,73
38%	7 698 586 Ft	5 578 686 Ft	4 042 526 Ft	2 929 367 Ft	2 122 729 Ft	1 536 210 Ft	1 114 645 Ft	807 714 Ft	585 300 Ft	424 130 Ft	313 947 Ft	27 155 838 Ft	0,69
40%	7 588 606 Ft	5 420 433 Ft	3 871 738 Ft	2 765 527 Ft	1 975 377 Ft	1 410 983 Ft	1 007 845 Ft	719 889 Ft	514 207 Ft	367 291 Ft	271 874 Ft	25 913 707 Ft	0,66
42%	7 481 725 Ft	5 268 820 Ft	3 710 437 Ft	2 612 984 Ft	1 840 129 Ft	1 295 866 Ft	912 581 Ft	642 663 Ft	452 580 Ft	318 718 Ft	235 919 Ft	24 772 422 Ft	0,63
44%	7 377 812 Ft	5 123 480 Ft	3 557 972 Ft	2 470 814 Ft	1 715 843 Ft	1 191 558 Ft	827 471 Ft	574 632 Ft	399 050 Ft	277 118 Ft	205 127 Ft	23 720 878 Ft	0,60
46%	7 276 746 Ft	4 984 072 Ft	3 413 748 Ft	2 338 184 Ft	1 601 496 Ft	1 096 915 Ft	751 312 Ft	514 597 Ft	352 464 Ft	241 413 Ft	178 698 Ft	22 749 644 Ft	0,58
48%	7 178 411 Ft	4 850 278 Ft	3 277 215 Ft	2 214 334 Ft	1 496 172 Ft	1 010 927 Ft	683 059 Ft	461 526 Ft	311 842 Ft	210 704 Ft	155 966 Ft	21 850 435 Ft	0,56
50%	7 082 699 Ft	4 721 800 Ft	3 147 866 Ft	2 098 578 Ft	1 399 052 Ft	932 701 Ft	621 801 Ft	414 534 Ft	276 356 Ft	184 237 Ft	136 375 Ft	21 015 998 Ft	0,53
52%	6 989 506 Ft	4 598 359 Ft	3 025 236 Ft	1 990 287 Ft	1 309 399 Ft	861 447 Ft	566 741 Ft	372 856 Ft	245 300 Ft	161 382 Ft	119 457 Ft	20 299 971 Ft	0,51
54%	6 898 731 Ft	4 479 607 Ft	2 900 894 Ft	1 888 892 Ft	1 225 553 Ft	796 463 Ft	517 384 Ft	335 834 Ft	218 074 Ft	141 636 Ft	104 818 Ft	19 516 750 Ft	0,50
56%	6 810 288 Ft	4 368 569 Ft	2 798 442 Ft	1 793 873 Ft	1 149 919 Ft	737 127 Ft	472 517 Ft	302 863 Ft	194 164 Ft	124 464 Ft	92 130 Ft	18 841 389 Ft	0,48
58%	6 724 082 Ft	4 255 748 Ft	2 693 511 Ft	1 704 754 Ft	1 078 958 Ft	682 885 Ft	432 206 Ft	273 548 Ft	173 132 Ft	109 577 Ft	81 110 Ft	18 209 510 Ft	0,46
60%	6 640 031 Ft	4 150 019 Ft	2 593 762 Ft	1 621 101 Ft	1 013 188 Ft	639 243 Ft	395 777 Ft	247 360 Ft	154 600 Ft	96 625 Ft	71 523 Ft	17 617 230 Ft	0,45
62%	6 558 055 Ft	4 048 182 Ft	2 498 878 Ft	1 542 517 Ft	952 171 Ft	587 760 Ft	362 815 Ft	223 960 Ft	138 247 Ft	85 338 Ft	63 168 Ft	17 061 090 Ft	0,43
64%	6 478 079 Ft	3 950 048 Ft	2 408 566 Ft	1 468 638 Ft	895 511 Ft	546 043 Ft	332 953 Ft	203 020 Ft	123 793 Ft	75 483 Ft	55 874 Ft	16 538 007 Ft	0,42
66%	6 400 029 Ft	3 855 439 Ft	2 322 554 Ft	1 399 129 Ft	842 849 Ft	507 740 Ft	305 868 Ft	184 258 Ft	110 999 Ft	66 867 Ft	49 496 Ft	16 045 226 Ft	0,41
68%	6 323 839 Ft	3 764 190 Ft	2 240 589 Ft	1 333 684 Ft	793 860 Ft	472 535 Ft	281 271 Ft	167 423 Ft	99 657 Ft	59 319 Ft	43 909 Ft	15 580 276 Ft	0,40
70%	6 249 441 Ft	3 676 141 Ft	2 162 436 Ft	1 272 021 Ft	748 248 Ft	440 146 Ft	258 909 Ft	152 300 Ft	89 588 Ft	52 699 Ft	39 008 Ft	15 140 937 Ft	0,39
72%	6 176 773 Ft	3 591 147 Ft	2 087 876 Ft	1 213 881 Ft	705 745 Ft	410 317 Ft	238 556 Ft	138 696 Ft	80 637 Ft	46 882 Ft	34 703 Ft	14 725 212 Ft	0,37
74%	6 105 775 Ft	3 509 066 Ft	2 016 705 Ft	1 159 026 Ft	666 107 Ft	382 820 Ft	220 011 Ft	126 443 Ft	72 669 Ft	41 764 Ft	30 914 Ft	14 331 300 Ft	0,36
76%	6 036 391 Ft	3 429 768 Ft	1 948 732 Ft	1 107 234 Ft	629 110 Ft	357 449 Ft	203 096 Ft	115 395 Ft	65 566 Ft	37 253 Ft	27 575 Ft	13 957 570 Ft	0,35
78%	5 968 567 Ft	3 353 127 Ft	1 883 779 Ft	1 058 303 Ft	594 552 Ft	334 018 Ft	187 651 Ft	105 422 Ft	59 226 Ft	33 273 Ft	24 629 Ft	13 602 547 Ft	0,35
80%	5 902 249 Ft	3 277 027 Ft	1 821 682 Ft	1 012 046 Ft	562 248 Ft	312 360 Ft	173 533 Ft	96 407 Ft	53 560 Ft	29 755 Ft	22 025 Ft	13 264 892 Ft	0,34
82%	5 837 390 Ft	3 207 357 Ft	1 762 284 Ft	968 289 Ft	532 056 Ft	292 322 Ft	160 637 Ft	88 251 Ft	48 489 Ft	26 643 Ft	19 721 Ft	12 943 387 Ft	0,33
84%	5 773 940 Ft	3 138 011 Ft	1 705 441 Ft	926 870 Ft	503 734 Ft	273 768 Ft	148 787 Ft	80 863 Ft	43 947 Ft	23 884 Ft	17 679 Ft	12 636 923 Ft	0,32
86%	5 711 854 Ft	3 070 889 Ft	1 651 016 Ft	887 643 Ft	477 227 Ft	256 574 Ft	137 943 Ft	74 163 Ft	39 873 Ft	21 437 Ft	15 868 Ft	12 344 487 Ft	0,31
88%	5 651 090 Ft	3 005 899 Ft	1 598 882 Ft	850 469 Ft	452 377 Ft	240 626 Ft	127 993 Ft	68 081 Ft	36 213 Ft	19 262 Ft	14 258 Ft	12 065 152 Ft	0,31
90%	5 591 605 Ft	2 942 950 Ft	1 548 921 Ft	815 222 Ft	429 064 Ft	225 823 Ft	118 854 Ft	62 555 Ft	32 924 Ft	17 328 Ft	12 827 Ft	11 798 072 Ft	0,30
92%	5 533 359 Ft	2 881 958 Ft	1 501 020 Ft	781 781 Ft	407 178 Ft	212 072 Ft	110 454 Ft	57 528 Ft	29 963 Ft	15 606 Ft	11 551 Ft	11 542 468 Ft	0,29
94%	5 476 314 Ft	2 822 842 Ft	1 455 073 Ft	750 038 Ft	386 617 Ft	199 287 Ft	102 725 Ft	52 951 Ft	27 294 Ft	14 069 Ft	10 414 Ft	11 297 627 Ft	0,29
96%	5 420 433 Ft	2 765 527 Ft	1 410 983 Ft	719 889 Ft	367 291 Ft	187 393 Ft	95 609 Ft	48 780 Ft	24 888 Ft	12 698 Ft	9 399 Ft	11 052 890 Ft	0,28
98%	5 365 681 Ft	2 709 940 Ft	1 368 657 Ft	691 241 Ft	349 111 Ft	176 319 Ft	89 050 Ft	44 975 Ft	22 715 Ft	11 472 Ft	8 402 Ft	10 837 652 Ft	0,28
100%	5 312 024 Ft	2 656 012 Ft	1 328 006 Ft	664 003 Ft	332 002 Ft	166 001 Ft	83 000 Ft	41 500 Ft	20 750 Ft	10 375 Ft	7 680 Ft	10 621 354 Ft	0,27
102%	5 259 430 Ft	2 603 678 Ft	1 288 950 Ft	638 094 Ft	315 888 Ft	156 380 Ft	77 416 Ft	38 325 Ft	18 973 Ft	9 392 Ft	6 952 Ft	10 413 478 Ft	0,26
104%	5 207 867 Ft	2 552 876 Ft	1 251 410 Ft	613 436 Ft	300 704 Ft	147 404 Ft	72 257 Ft	35 420 Ft	17 363 Ft	8 511 Ft	6 300 Ft	10 213 548 Ft	0,26
106%	5 157 305 Ft	2 503 546 Ft	1 215 314 Ft	589 958 Ft	286 387 Ft	139 023 Ft	67 487 Ft	32 761 Ft	15 903 Ft	7 720 Ft	5 714 Ft	10 021 119 Ft	0,25
108%	5 107 716 Ft	2 455 633 Ft	1 180 593 Ft	567 593 Ft	272 881 Ft	131 193 Ft	63 073 Ft	30 124 Ft	14 579 Ft	7 009 Ft	5 188 Ft	9 835 781 Ft	0,25
110%	5 059 071 Ft	2 409 081 Ft	1 147 182 Ft	546 277 Ft	260 132 Ft	123 872 Ft	58 987 Ft	28 089 Ft	13 376 Ft	6 369 Ft	4 715 Ft	9 657 151 Ft	0,25
112%	5 011 344 Ft	2 363 841 Ft	1 115 020 Ft	525 953 Ft	248 091 Ft	117 024 Ft	55 200 Ft	26 038 Ft	12 282 Ft	5 793 Ft	4 288 Ft	9 484 874 Ft	0,24
114%	4 964 509 Ft	2 318 864 Ft	1 084 049 Ft	506 565 Ft	236 713 Ft	110 613 Ft	51 688 Ft	24 153 Ft	11 287 Ft	5 274 Ft	3 904 Ft	9 318 619 Ft	0,24
116%	4 918 541 Ft	2 277 102 Ft	1 054 214 Ft	488 062 Ft	225 955 Ft	104 609 Ft	48 430 Ft	22 421 Ft	10 380 Ft	4 806 Ft	3 557 Ft	9 158 077 Ft	0,23
118%	4 873 417 Ft	2 235 512 Ft	1 025 464 Ft	470 397 Ft	215 778 Ft	98 981 Ft	45 404 Ft	20 828 Ft	9 554 Ft	4 383 Ft	3 244 Ft	9 002 961 Ft	0,23
120%	4 829 113 Ft	2 195 051 Ft	997 751 Ft	453 523 Ft	206 147 Ft	93 703 Ft	42 592 Ft	19 360 Ft	8 800 Ft	4 000 Ft	2 961 Ft	8 853 002 Ft	0,23
122%	4 785 608 Ft	2 155 679 Ft	971 027 Ft	437 399 Ft	197 027 Ft	88 751 Ft	39 978 Ft	18 008 Ft	8 112 Ft	3 654 Ft	2 705 Ft	8 707 946 Ft	0,22
124%	4 742 879 Ft	2 117 357 Ft	945 249 Ft	421 986 Ft	188 307 Ft	84 101 Ft	37 545 Ft	16 761 Ft	7 483 Ft	3 340 Ft	2 473 Ft	8 567 560 Ft	0,22
126%	4 700 907 Ft	2 080 047 Ft	920 375 Ft	407 246 Ft	180 197 Ft	79 733 Ft	35 280 Ft	15 611 Ft	6 907 Ft	3 056 Ft	2 262 Ft	8 431 622 Ft	0,21
128%	4 659 671 Ft	2 043 715 Ft	896 366 Ft	393 143 Ft	172 431 Ft	75 628 Ft	33 170 Ft	14 548 Ft	6 381 Ft	2 799 Ft	2 072 Ft	8 299 923 Ft	0,21
130%	4 619 152 Ft	2 008 327 Ft	873 186 Ft	379 646 Ft	165 063 Ft	71 767 Ft	31 203 Ft	13 566 Ft	5 898 Ft				

NYILATKOZAT

Diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Máté István Martin
A Hallgató Neptun kódja: O43SAX
A dolgozat címe: Végezze el egy adott műszaki vállalkozás új gépeinek, gyártósortainak pénzügyi és gazdasági elemzését
A megjelenés éve: 2024
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 repozitóriumba. 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 repozitóriumban.

Kelt: 2024 év 11 hó 03 nap


Hallgató aláírása

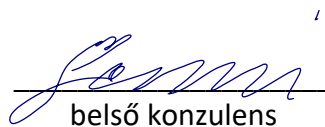
NYILATKOZAT

Máté István Martin (hallgató Neptun azonosítója: O43SAX) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Gödöllő, 2024. október 31.


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.