

SZAKDOLGOZAT

Balog Mihály Csaba

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
BSc alapképzési

**Automatizálás az agráriumban: Robotizált vetőmag feldolgozás
a Bayer Hungária Kft-nél.**

Belső konzulens:	Dr. Magó László Egyetemi docens
Belső konzulens intézete/tanszéke:	Műszaki Intézet Műszaki Menedzsment Tanszék
Külső konzulens:	Balogh Péter Telephely vezető
Készítette:	Balog Mihály Csaba

Szent István Campus Gödöllő
2024

MŰSZAKI INTÉZET
MŰSZAKI MENEDZSER ALAP-
Termelés- és minőségmenedzsment specializáció

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Balog Mihály Csaba (CH0KG9)

részére

A diplomadolgozat címe:

Automatizálás az agráriumban: Robotizált vetőmag feldolgozás a Bayer Hungária Kft-nél.

Feladatkiírás:

Elemezze a vetőmag feldolgozás és csomagolás folyamatait az automatizálással való kiválthatóság szempontjából. Vizsgálja meg az ipari automatizálással megvalósítható kapacitás növekedés lehetőségeit. Munkájában térjen ki a munkaerőhiány kezelésére. -Készítsen gazdasági elemzést a robotizációval járó beruházási költségek megtérülésére. Tegyen javaslatot további fejlesztési lehetőségek megvalósítására.

Közreműködő tanszék: Műszaki Menedzsment Tanszék

Külső konzulens: Balogh Péter telephely vezető Bayer Hungária Kft. 2765 Farmos Szelei út. 89.

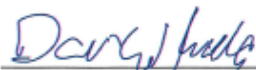
Belső konzulens: Dr. Magó László egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet

A dolgozat beadási határideje: 2024. november 5.

Kelt: Gödöllő, 2024. április 15.

Jóváhagyom

Átvettem


(tanszékvezető)


(szakfelelős)


(hallgató)

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

Kelt: Tápiószele, 2024. október 22.


(külső konzulens)

Tartalom

1. Bevezetés	6
2. Szakirodalmi áttekintés	7
2.1. Projekt érdekeltjei (stakeholderek)	7
2.2. Projektmenedzsment	8
2.3. Időterv	8
2.4. Üzleti terv (business case)	10
2.4.1. Munkaerő hiány	11
2.4.2. Költségvetés számítás	12
2.5. Műszaki tervezés	12
2.6. Ipar 4.0 rendszerek	13
2.7. Ipar 5.0	14
2.8. Robotok elterjedése	14
2.9. Raklapozó berendezése (Palletizer)	15
2.10. Többtengelyes Ipari robotok:	18
2.11. Digitális iker:	20
2.12. Robotok társadalmi megítélése	21
3. Anyag és módszertan	23
3.1. Vállalat ismertetése	23
3.1.1. Megtérülés számítás	23
3.1.2. Nettó jelenérték számítás (NPV)	24
3.1.3. Standart munka	25
4. Eredmények és Értékelésük	26
4.1. Projekt terv	26
4.2. Projekt költségvetés előkalkuláció	27
4.3. Projekt érintettjei	27

4.4.	Projekttel kapcsolatos elvárások definiálása	28
4.4.1.	Kapacitás számítás	30
4.5.	Üzleti terv (Business case)	31
4.5.1.	Nettó jelenérték számítás (NPV)	32
4.6.	Projekt időterv (time line)	37
4.7.	Beszállító kiválasztása	41
4.8.	Géptelepítés	42
4.9.	Tesztelés-átadás	45
4.10.	Kapacitáskihasználás vizsgálatok az egységrakomány-képzés során	47
5.	Következtetések és javaslatok	52
5.1.	Következtetések	52
5.1.1.	Elsődleges eredmények	52
5.1.2.	Gépek közötti kommunikáció (M2M)	52
5.2.	Javaslatok	53
5.2.1.	Hármas gépsor további fejlesztése	53
5.2.2.	További gépsorok automatizálása:	53
5.2.3.	További piaci lehetőségek felkutatása	53
6.	Összefoglalás:	54
6.1.	Summary	55
	Irodalomjegyzék:	56
	Ábra és táblázat jegyzék:	58

1. BEVEZETÉS

Szakedolgozatomban hazánk egyik legfontosabb nemzetgazdasági ágazatában, az agráriumban tevékenykedő vállalatnál megvalósított vetőmag feldolgozó gépsor automatizálási projektjét fogom ismertetni. A tervezés során alapvető követelmény volt az automatizálással megvalósítható nehéz fizikai munkát igénylő munkafolyamat kiváltása egy ABB robot manipulátor alkalmazásával.

Szakedolgozatomban a vetőmag csávázás csomagolás automatizálására irányuló projektet fogom bemutatni. Korunk egyik legnagyobb kihívása a munkaerőhiány kezelése, mely kombinálva a növekvő piaci kereslettel, innovatív megoldásokat kíván. A projektnek köszönhetően jelentős kapacitás növekedés érhető el, optimalizálható a gépek kihasználtsági szintje és a feldolgozás során alkalmazott folyamatok. Azért választottam egy az ipari automatizáláshoz kapcsolódó témát a szakdolgozatom témájaként mert érdekesnek tartom az automatizálásban rejlő lehetőségeket, valamint a mezőgazdasági feldolgozóipar technológiai szintjének emelését. A telephely karbantartási és technikai vezetőjeként az én feladatkörömbé tartozik a projekt technikai és menedzsment oldali vezetése is így ez egy nagyszerű lehetőség volt arra, hogy modern automatizálási projekt megvalósítása során fontos szakmai tapasztalatokat szerezhsek. Dolgozatomban bemutatom azokat az indikátorokat, amelyek a projekt létrehozásához vezettek. A tervezés és megvalósítás lépéseit gazdasági, valamint műszaki szempontból, továbbá a megvalósítással elért eredményeket. A projekt vezetése során értékes ismeretekre és gyakorlati tapasztalatra tehettem szert melyek segítették szakmai ismereteim bővítését. A szakdolgozatom elkészítése során ezeknek a megszerzett gyakorlati tapasztalatoknak és elméleti tudásnak, a kapcsolódó szakirodalmak tanulmányozásával és a projekt során alkalmazott módszerek alapos megismerésével szeretném tovább mélyíteni.

Továbbá a szakdolgozatom céljai közt szerepel, hogy a gyártás-termeléshez kapcsolódó ipari automatizálással megvalósítható további fejlesztési lehetőségeket ismerjek meg és azokat tanulmányozzam. A szakdolgozatomban bemutatásra kerülő projekt 2023-ban a Bayer európai feldolgozó telephelyein megvalósított fejlesztési projektek közt első helyezést ért el, az innovatív, egyedi megoldásoknak és az elért eredményeknek köszönhetően.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Projekt érdekeltjei (stakeholderek)

Már a projekt ötlet megszületését követően érdemes elkezdünk gondolkozni azon, hogy kik lehetnek a projekt érintettjei (Graham, et al., 2020).

A projektben érintett felek lehetnek belső vagy külső érintettek, akiket azonosítanunk kell a projekt kezdeti szakaszában (Graham, et al., 2020).

Belső érintettek: Azok a személyek vagy csoportok, akik a szervezeten belül dolgoznak.

- *Felső vezetés:* Ügyvezető szintű vezetés, amely felelős a teljes szervezeti működés általános felügyeletéért. Ezen szint bevonása multinacionális vállalatok esetén csak ritkán, különösen nagy értékű vagy kiemelten fontos beruházások esetén indokolt.
- *Kérelmező(k):* Az a személy vagy személyek, akikről a projektötlet származik és annak megvalósításához érdekük fűződik.
- *Végfelhasználók:* Azok a személyek vagy csoportok, akik a projekt eredményeként létrejött új terméket, berendezést, szolgáltatást, vagy objektumot közvetlenül fogják használni.
- *Projekt csapat tagjai:* Azok a személyek, akik a projekt során a projekt tervezésén, megvalósításán fognak dolgozni. Munkájukat a projektmenedzser fogja irányítani.
- *Szakértők:* A projekt során érintett területek szakértői, akik szakmai tudásukkal segítik a projekt sikerességét.

Külső érintettek: Szervezeten kívül dolgozó emberek vagy csoportok, akik a projekt életútja során bevonásra kerülnek.

- *Ügyfelek:* Azok az érintettek, akik a projekt eredményekén, vagy ahhoz kapcsolódóan termékeket vagy szolgáltatásokat vásárolnak.
- *Együttműködő partnerek:* A megvalósítás során valamilyen közös érdek fűződik a projekthez.
- *Beszállítók, kivitelezők:* Azok a külső vállalkozások vagy csoportok, akik a nyersanyagot, erőforrásokat és egyéb forrásokat biztosítanak a projekt megvalósítása során.
- *Szabályzó szervek:* Kormányzati szervek, helyi képviseletek, azok a szervek, akik valamilyen szinten szabályozzák a projekt munkát.
- *Nyilvánosság:* Azok a helyi vagy nemzetközi közösségek, akiket érinthet a projekt kivitelezése vagy annak eredménye.

2.2. Projektmenedzsment

A projektmenedzsment a projekt kezdetétől a teljesítésig és lezárásáig tartó irányítási folyamat. Az öt folyamatcsoport részletesen a következő szakaszokra bontható (Graham, et al., 2020):

- *Kezdeti folyamatok:* Üzleti igények tisztázása, magas szintű elvárások és erőforrás költségek meghatározása, valamint azon közönség azonosítása, amely részt vehet a projektben.
- *Tervezési folyamatok:* Projekt hatókörének részletezése, időkeretek, erőforrások és kockázatok meghatározása, valamint a projekt kommunikációjának, minőségének és külső termékek és szolgáltatások beszerzésének tervezése.
- *Végrehajtási folyamatok:* Projektcsapat kialakítása és menedzselése, projekt közönségével való kommunikáció és menedzselés, valamint a projekttervek végrehajtása (Graham, et al., 2020).

2.3. Időterv

A projekttevékenységek időtervének elkészítésére számos lehetőség áll rendelkezésre, melyek közül sok digitális formában is elérhető. Fontos, hogy olyan módszert válasszunk, amely segíti a projektcsapat és a külső résztvevők munkáját, és megfelel a vezetőség és az érintettek elvárásainak. Javasolt olyan megoldásokat alkalmazni, amelyek széles körben elfogadottak és nemzetközileg elismertek, így a számítógépes programok által támogatott projekttervezés során is hasznosak lehetnek (Cserhádi, 2023).

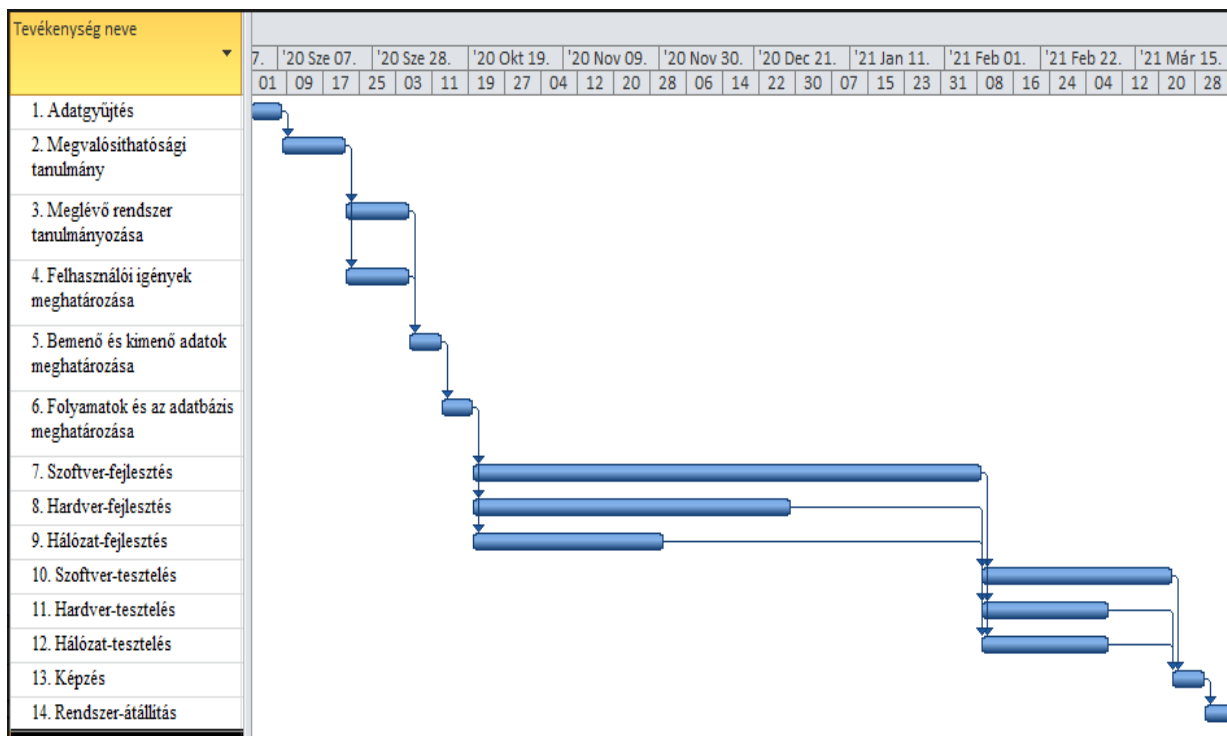
Az időterv készítésénél használt módszerek két fő típusba sorolhatók: oszlop- vagy sávdiagramok és hálódigramok. A sávdiagramok között elterjedt a Gantt-diagram (**1. ábra**), mely a projekt tevékenységeit vízszintesen elhelyezkedő sávokkal ábrázolja az időskála mentén. A sávok hossza arányos az egyes tevékenységek tervezett teljesítési idejével. A diagramban egyértelműen látható, hogy mely feladatok végezhetők párhuzamosan, és melyek egymást követően. A tevékenységek közötti logikai kapcsolatokat a tevékenységeket ábrázoló sávok közötti nyilak jelenítik meg (Cserhádi, 2023).

A hálódigramokat két fő típusra oszthatjuk azok megjelenési formája alapján: az aktivitást nyílként ábrázoló (**2. ábra**) nyomon követhető (activity-on-arrow - AoA) hálózatokra és az aktivitást csomópontként ábrázoló (activity-on-node - AoN) hálózatokra. Az AoA

hálózatokban az élek reprezentálják az egyes tevékenységeket, míg a nyilak elején és végén található geometriai alakzatok ún. eseményeket jelölnek. Az AoN hálózatokban pedig a csomópontok reprezentálják a tevékenységeket, míg az élek az ezek közötti kapcsolatokat szimbolizálják (Cserhádi, 2023).

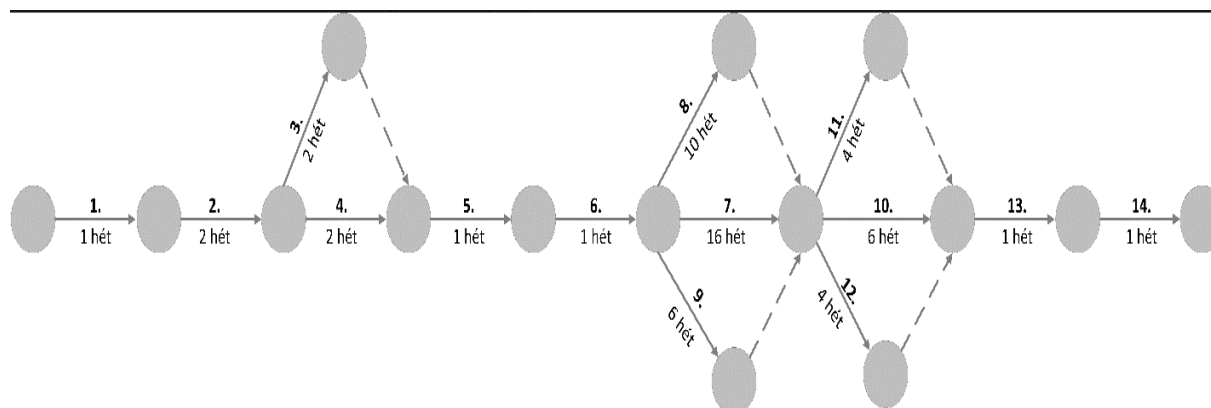
1. ábra: Gantt diagramm

(Forrás: Cserhádi Gabriella: Projektmenedzsment a K+F+I térben)



2. ábra: Tevékenységeket nyílként értelmező háló időterv

(Forrás: Cserhádi Gabriella: Projektmenedzsment a K+F+I térben)



2.4. Üzleti terv (business case)

Beruházások előkészítésekor meg kell vizsgálni a tervezett beruházás erőforrásigényeit (investments) és a megvalósítással elérhető értékeket (benefits). Az üzleti tervek két fő típusa – tartalmuk alapján – a külső és a belső felhasználásra szánt üzleti tervek (Deutsch & Jelen, 2019). Míg a belső használatra készült üzleti tervek esetében általában nem szükséges a vállalat tevékenységének részletes bemutatása vagy a tervdokumentációk ismertetése, addig a külső szereplők számára készült üzleti tervek esetében általában részletes pénzügyi terv készítése indokolt, mellőzve a vállalat üzleti titkait és a belső működést szolgáló részterveket. Az 1. táblázat összefoglalja az üzleti terv céljait és az ezeknek megfelelő részletezettségi követelményeket (Deutsch & Jelen, 2019).

1. táblázat: Üzleti tervek készítésének lehetséges céljai

(Forrás: Deutsch Nikolett, Jelen Tibor: ÜZLETI ÉS PROJEKTTERVEZÉS Elmélet és gyakorlat kulturális turisztikai példákkal. Üzleti tervezés I.2. Az üzleti tervezés alapjai I.2.2. Üzleti tervek típusai)

Célok	Fontosabb, hangsúlyosabb részek	Befogadó
Új vállalat vagy vállalkozás alapítása	Teljes üzleti terv	Tulajdonos, vezetés, hitel-és pénzintézetek, befektetők, vevők, szállítók, partnerek, munkavállalók stb.
Tevékenységi körök kialakítása, módosítása, új ötletek, fejlesztés	Marketingterv, működési terv, pénzügyi terv	Jelenlegi vezetés és üzlettársak
Operatív működés hatékonyságának fokozása	Marketingterv, működési terv, pénzügyi terv	Jelenlegi vezetés és üzlettársak
Idegen forrás bevonása, támogatás elnyerése tulajdonszerzés nélkül	Teljes üzleti terv, hitelkérelem dokumentumai	Hitelezők, pénzintézetek
Tevékenység változtatása, tőkeemelés, új ötletek és fejlesztési lehetőségek	Marketingterv, működési terv, pénzügyi terv, szervezeti terv	Új potenciális üzlettársak, tőkebefektetők
Üzletfelek, partnerek tájékoztatása	Marketingterv, működési terv	Vevők, szállítók

A táblázatból leolvasható, hogy új ötletek, fejlesztési elképzelések során üzleti tervet a vállalkozás vezetésének szükséges elkészíteni. A szakdolgozatban vizsgált projekt során marketingterv megalkotására nem volt szükség, mivel nem hoztunk létre új piaci terméket,

hanem a gyártás technológiát fejlesztettük. A vállalat belső szabályzata alapján a projekt összege határozza meg az üzleti terv (business case) részletességének szükségességét.

Ennek megfelelően a projekt megkezdése előtt egy egyszerűsített, rövid üzleti terv elkészítése volt indokolt. A rövid üzleti terv tartalmazza a kívánt beruházási összeget, megtérülés számítást, valamint a projekt időtervét. Kitér az alternatív megoldásokra és vizsgálja a projekt kockázatait.

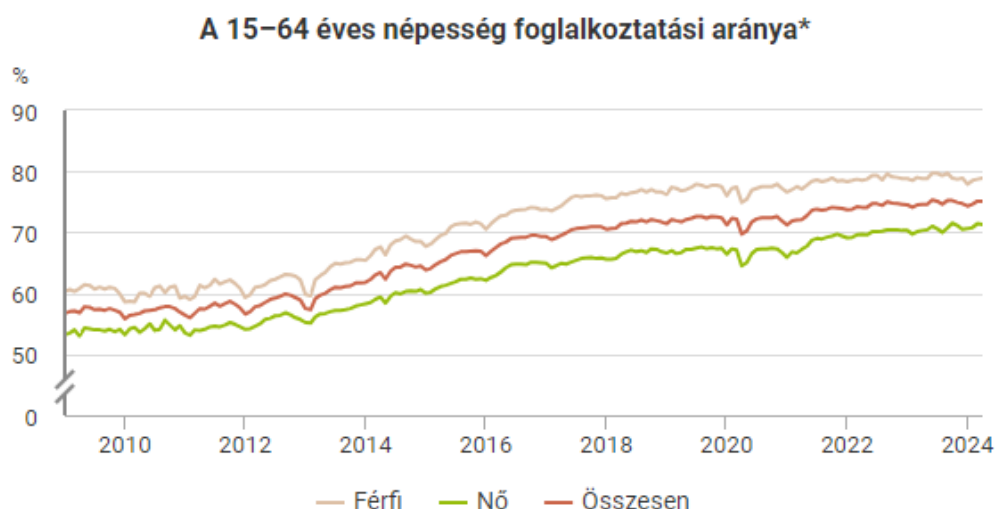
2.4.1. Munkaerő hiány

Az üzleti terv készítése során figyelembe kell venni azokat a kockázatok és kihívásokat, amely a projekt hivatott csökkenteni, vagy megszüntetni. Ezen kihívások egyik, egész Európát érintő munkaerőhiány. A projekt során nehéz fizikai munkavégzést igénylő tevékenység automatizálása valósult meg, amelyre fokozottan nehéz a munkaerő felvétel. Tekintve, hogy a vetőmag feldolgozás szezonális tevékenység a termelési főszezonban szükséges szezonális munkaerő alkalmazása, melynek hiányában megrendelők által elvárt termelési kapacitás, és határidőre történő teljesítés nem garantálható. Az automatizálás azonnali előnye, hogy megoldást jelent a munkaerőhiány kezelésére, amely gátolja a gazdaság további növekedését (Fine, et al., 2018)

KSH munkaerő piaci statisztikai adatai szerint Magyarországon folyamatosan nő a foglalkoztatottak aránya, aminek következtében a munkaerő piacon alacsony a szabad munkaerő. A következő (3. ábra) a 15-64 év közti lakosság foglalkoztatottsági aránya látható.

3. ábra: 15-64 év közti népesség foglalkoztatottsági aránya

(Forrás: KSH)



2.4.2. Költségvetés számítás

Költségbecslés: A költségbecslés az a folyamat, amely során előre meghatározzák, hogy mennyibe fognak kerülni a projekt elvégzéséhez szükséges erőforrások. Ennek a folyamatnak az eredménye az, hogy megállapítják a projekthez szükséges pénzügyi források mértékét. Ezt a becslési folyamatot a projekt során, szükség szerint, időszakonként ismételtten végzik el (PMBOK, 2020).

A költségbecslés egy kvantitatív felmérés, amely a tevékenység befejezéséhez szükséges erőforrások várható költségeit határozza meg az adott időpontban rendelkezésre álló információk alapján. Ez a folyamat magában foglalja a projekt kezdeti szakaszának és megvalósításának különböző költségalternatíváinak azonosítását és mérlegelését. A költségek kompromisszumait és a kockázatokat is figyelembe kell venni, beleértve olyan kérdéseket, mint például, hogy saját magunk készítsünk valamit vagy inkább megvásároljuk, esetleg vásárlás vagy bérlet mellett döntünk. Az erőforrások optimális elosztása is fontos, hogy a projekt költségei a lehető legkedvezőbbek legyenek (PMBOK, 2020).

A költségbecsléseket felülvizsgálhatjuk és finomíthatjuk a projekt előrehaladásával, hogy jobban tükrözzék az újonnan ismert részleteket és a felülvizsgált feltételezéseket. A projekt becslései egyre pontosabbá válnak a projekt életciklusának előrehaladtával. Például a projekt kezdeti szakaszában egy durva nagyságrendi (ROM – rough order of magnitude) becslés jellemző, amely akár –25% és +75% közötti pontosságú is lehet. Ahogy a projekt előrehalad és több információ válik elérhetővé a pontosított becslések a –5% és +10% közötti tartományba esnek. Egyes szervezetek útmutatókat használnak a finomítások végrehajtására, amelyek meghatározzák a bizonyosság és a pontosság elvárt szintjét is (PMBOK, 2020).

2.5. Műszaki tervezés

A termék- és folyamatjellemzők kialakításának egyik fontos eleme a folyamat kapacitásának meghatározása. A szabványosított termékek esetében általában nagy kapacitás szükséges, míg az egyedi igényekhez igazított termékekhez kisebb kapacitás társulhat. Azonban az elérhető kapacitás nem mindig használható ki teljes mértékben. Nemcsak az jelenthet kérdést, hogy mi számít nagy vagy kis kapacitásnak, hanem maga a kapacitás fogalma is többféleképpen értelmezhető és mérhető. Kapacitáson azt a munkamennyiséget értjük, amelyet egy termelő vagy szolgáltató egység adott időegység alatt képes kezelni (Vörös, 2018).

A kapacitás nagysága kulcsfontosságú információ a vezetés számára, mivel a termelési képességet tükrözi, ami nélkül egyetlen üzletág sem képes versenyképes maradni. A kapacitástervezés alapvető kérdései közé tartozik:

- Milyen típusú kapacitásra van szükség?
- Mennyi kapacitás szükséges, és mikor?
- Hol szükséges a kapacitás?

Ezeknek a kérdéseknek a megválaszolása elengedhetetlen a hatékony kapacitásmenedzsmenthez és a versenyképesség fenntartásához.

2.6. Ipar 4.0 rendszerek

Az Ipari 4.0 a negyedik ipari forradalom rövidítése, amely számos új technológia integrálását jelenti a gyártási folyamatokba. Ezek a technológiák a fejlett robotikától kezdve az additív gyártásig terjednek. A program keretein belül említést nyernek olyan innovációk is, mint a kiterjesztett valóság, a szimuláció, a felhőalapú megoldások és a kiberbiztonság, valamint a kobotok.

Ezek az új megoldások lehetőséget adnak a vállalatoknak a gyártási folyamatok automatizálására. Erősíthetik a csapatok munkáját és elősegíthetik a különböző részlegek közötti együttműködést. Például az Ipari 4.0 keretében végzett adatelemzés révén a munkavállalók okosabb döntéseket hozhatnak és megelőzhetik a problémák kialakulását, mielőtt azok komolyabbá válnának. Ennek köszönhetően a cégek proaktívan reagálhatnak a valós idejű adatok és az internethez kapcsolódó gépek nyújtotta lehetőségekre.

Az „Ipari 4.0” kifejezés a gyártás fejlődésére utal, amely a termékek teljes életciklusát érinti. Ez magában foglalja a gyártási és ellátási láncot, valamint az értékláncot is. Az Ipari 4.0 számos érdekelt felet érint, beleértve a vásárlókat is, akik nagyobb termelékenységet várnak el, és elvárásaik jelentős hatással vannak az egész ellátási láncra.

A kibe-fizikai rendszerek (CPS) az Ipari 4.0 kulcsfontosságú elemei. Ezek a rendszerek különböző, hálózatokon keresztül összekapcsolt intelligens komponensekből állnak, amelyek új lehetőségeket kínálnak a gyártásban, beleértve a távoli irányítást, az intelligens gyárakat és a logisztikai megoldásokat. (Dodd, 2022)

E technológiák alkalmazása valóban forradalmasítja a gyártást és a vállalatok működését. A kibe-fizikai rendszerek, a nagy adatok és az IoT integrálása lehetővé teszi a vállalatok számára, hogy valós idejű információkat gyűjtsenek és elemezzenek, így optimalizálhatják a termelési folyamataikat, javíthatják a hatékonyságot és csökkenthetik a költségeket. Ezen technológiák segítségével a cégek nemcsak a hagyományos gyártási modellekhez ragaszkodhatnak, hanem

új üzleti modelleket és szolgáltatásokat is kifejleszthetnek, amelyek jobban kihasználják a digitális kapcsolataikat és a piaci igényeket. Az Ipar 4.0 tehát nemcsak a termelési folyamatokat, hanem az egész ellátási láncot is átalakítja.

2.7. Ipar 5.0

Az elektronikai eszközök folyamatos fejlődése lehetőséget adott a könnyen átprogramozható gépek létrehozására és alkalmazására, ami a gyártási folyamatokat hatékonyabbá tette. Ennek következtében a verseny tovább erősödött a vállalatok között. Minden gyártó cég számára ez egy kulcsfontosságú tényező az automatizálás bevezetése, melynek célja a hatékonyság növelése és a hosszú távú költségcsökkentés (Erdei, 2018). Az Ipar 5.0 az Ipar 4.0-hoz képest az ember-gép együttműködésre fókuszál. Ez az interakció kiterjed társadalmi, ökológiai és gazdasági aspektusokra. Az Ipar 4.0 technológiai főként az automatizálásra és az adatok gyűjtésére (big-data) irányulnak, hogy a monoton munkákat kiváltsák. Az Ipar 5.0 célja, hogy a képzett munkavállalók robotokkal együttműködve egyedi termékeket és élményeket hozzanak létre. Az emberi szakértelem a robotok precíz, megbízható funkcióival párosul, modernizálva a gyártási folyamatokat. A piaci igények elmozdulnak a tömeggyártástól, a fogyasztók egyedi, személyre szabott termékeket keresnek, amelyekben megjelenik az emberi kreativitás (Özdemir & Hekim, 2018).

A gyártás során kiemelten fontos, hogy az emberi kéz is részt vegyen az előkészítő és befejező szakaszokban, így biztosítva a termékek egyediségét. Az Ipar 5.0 alapja az ember és a robot hatékony együttműködése: míg a robotok kiválóak a sorozatgyártásban, az emberek kreativitást és kezűgyességet igénylő feladatokat végeznek. A sorozatgyártás előnyeit lehet kombinálni az egyedi termékek nyújtotta élménnyel. Bár a termékek különböző szabványos elemekből állnak össze, a választási szabadságot az adja, hogy mely elemek kerülnek felhasználásra. Az Accenture felmérése szerint a világ több mint 500 megkérdezett gyártója közül 85% tervezi, hogy 2020-ig bevezeti az ember-robot együttműködést (Accenture, 2016). Ez a gyors változás még új vezetői pozíciók megjelenését is magával hozza, mint például a Chief Robotics Officer, aki a gyártási folyamatok teljes spektrumát, az informatikától a robotok beállításáig felügyeli.

2.8. Robotok elterjedése

A „robot” kifejezés a cseh „robota” szóból ered, ami rabszolgát jelent. Elsőként Karel Čapek használta ezt a szót egy színdarabjában, ahol egy olyan géppel létrehozott emberre utalt, amely kellemetlen feladatokat végez az emberek helyett. 1927-ben a Westinghouse Electronic Co.

készítette el a Televoxot: ez egy kétdimenziós, kartonból kivágott szerkezet volt, amely képes volt például felvenni a telefont (Westinghouse, 2023).

Az 1939-es világkiállításon mutatták be az Elektro nevű robotot, amely bár több mint két méter magas volt és 120 kg-ot nyomott, képes volt utasításokat követni, 7-800 szót ismert, és az ujjai segítségével számolni is tudott (Ellensúly, 2022).

Az első ipari robot, az Unimate 1961-ben kezdett dolgozni a General Motors New Jersey-i gyárában. Feladata az volt, hogy az izzó járműkilincseket hűtővízes medencébe helyezze az öntőformából (Fame, 2003).

A robotok ipari megjelenése és elterjedése már a harmadik ipari forradalom idején elkezdődött. Az Egyesült Államokban a hetvenes évek elején még kevesebb mint ezer robot volt használatban, de az évtized végére ez a szám elérte az 5500-at.

Napjainkban a robotika gyors ütemben fejlődik. A kutatók több okot is azonosítottak ennek hátterében. Az iparban a fő cél a hatékonyság és a termelékenység növelése, valamint a munkaerőhiány csökkentése. Az egészségügyben a robotok segíthetnek az idősök gondozásában vagy olyan területeken, ahol nehéz munkaerőt találni. Olyan esetekben is alkalmazzák őket, ahol nagy pontosságra van szükség, például műtétek során. A háztartásokban is egyre elterjedtebbek a robotok, mint például a takarítórobotok vagy néhány egyszerűen programozható gyerekjáték (Ellensúly, 2022).

2.9. Raklapozó berendezése (Palletizer)

A raklapozók automatizált rendszerek, amelyeket arra terveztek, hogy termékeket raklapokra halmozzanak, ami átalakította a csomagolási és elosztási folyamatot. Képesek különböző terméktípusok és méretek kezelésére és ma már elengedhetetlenek a logisztikában, segítve a műveletek hatékonyabbá és rugalmasabbá tételét. A raklapozók használatának fő előnyei közé tartozik a gyorsabb csomagolási időn keresztül elért megnövekedett hatékonyság, a rakott termékek stabilitásának javítása, valamint a munkavállalók fizikai megterhelésének csökkentése. A raklapozók sokoldalúak és képesek különféle terméktípusok kezelésére, a dobozoktól és zsákoktól kezdve a hordókig és egyéb darabárukig. Ez a rugalmasság alkalmassá teszi őket különböző iparágak számára, beleértve az élelmiszeripart, a gyógyszeripart és a gépgyártást.

A raklapozók úgy működnek, hogy a termékeket egy szállítószalagon fogadják, azokat a kívánt mintába rendezik.

A raklapozók elsősorban két kategóriára oszthatók: hagyományos és robotizált.

A hagyományos raklapozók gyorsaságukról és hatékonyságukról ismertek, olyan gyártó környezetben, ahol a termékek mérete egységes, különböző mechanikai eszközöket használva rakják a termékeket.

A robotizált raklapozók nagyobb rugalmasságot és precizitást kínálnak, fejlett technológiát alkalmazva a különböző terméktípusok és csomagolási konfigurációk kezelésére.

Mindkét típus különböző előnyöket kínál, a nagy volumenű gyártósoroktól kezdve az alkalmazkodó megoldásokat igénylő változatos termékekig (Steger, 2024).

Hagyományos raklapozók:

A hagyományos raklapozók mechanikai rendszereket használnak működésükhöz és évtizedek óta alapvető elemei a csomagoló vonalaknak.

Jól működnek olyan környezetekben, ahol a termékek mérete egységes és a raklapozandó áruk mennyisége magas. Ezeket a gépeket a sebességre tervezték, a maximális áteresztőképesség érdekében (Steger, 2024).

Padlószinti raklapozók: A földszinten működő raklapozók (4. ábra) könnyen integrálhatók a meglévő csomagoló vonalakba. Tervezésük kiküszöböli a létesítmény szerkezeti változtatásainak szükségességét, így költséghatékony megoldást kínálnak számos üzem számára.

A földszinti raklapozók hozzáférhetők karbantartásra és ellenőrzésre, ami emeli népszerűségüket az ipari felhasználók körében (Steger, 2024).

4. ábra: Hagyományos padlószinti raklapozó

(Forrás: Internet)



Magas szintű raklapozók: Ezek a raklapozók a termékek magasságból történő rakásával működnek, ami gyorsabb működést tesz lehetővé. A magas szintű raklapozók (5. ábra) kialakítása lehetővé teszi számukra, hogy szélesebb termékméret-tartományt kezeljenek, rugalmasságot kínálva a csomagolási műveletekben.

Emelt működésük javítja a rakási folyamat hatékonyságát, így alkalmasak olyan műveletekhez, amelyek a termelékenység növelésére és a különböző termékméretkezelésre törekednek.

Hátrányuk, hogy alkalmazásuk magasépítésű üzemcsarnokokat kívánnak (Steger, 2024).

5. ábra: Hagyományos magas szintű raklapozó

(Forrás: internet)



Robotizált raklapozók:

A robotizált raklapozók jelentős fejlődést képviselnek a raklapozási technológiában, páratlan rugalmasságot és precizitást kínálva különböző termékek és csomagolási konfigurációk kezelésében.

Ezek a rendszerek fejlett robotikát és intelligens szoftvert használnak, hogy alkalmazkodjanak a különböző működési igényekhez, így ideálisak olyan iparágak számára, ahol változatos termékpaletták találhatók.

Kollaboratív robotok (Cobots): A cobotok a robotizált raklapozók egy alcsoportja, amelyeket úgy terveztek, hogy biztonságosan dolgozhassanak az emberi operátorok közvetlen közelében. Ez segíti a maximális helykihasználást, mivel a telepített 3d safety szkennereknek és a cobotok lassú mozgásának köszönhetően nincs szükség fizikailag elválasztott robot zónára.

Különösen hasznosak olyan környezetekben, ahol a manuális és automatizált folyamatoknak integrálódniuk kell egymással.

A cobotok kompakta, könnyen programozható, és különböző feladatokhoz állíthatók be, így sokoldalú eszközként szolgálnak a csomagolási folyamatban. Tervezésük prioritása a biztonság és a hatékonyság, lehetővé téve egy együttműködő munkakörnyezetet, ahol a robotok és az emberek egymás mellett dolgozhatnak (Steger, 2024).

A Kollaboratív robotok hátránya: A cobotok a könnyebb, ismétlődő feladatokban jeleskednek, de nem helyettesíthetik a hagyományos robotok szükségességét a nehéz termékek kezelésében. A cobotoknak korlátozott az erejük és a teherbírásuk. Ha nagy és nehéz tárgyakat kell kezelni, az ipari robotok jobb megoldást jelenthetnek (Cyberweld, 2024).

6. ábra: Kollaboratív robot (cobot)

(Forrás: internet)



2.10. Többtengelyes Ipari robotok:

A JIS definíciója szerint „egy automatikusan vezérelt, újra programozható, többcélú manipulátor, melynek három vagy annál több programozható tengelye van és vagy rögzített helyű vagy motoros funkciókkal, ipari automatizációs célokra használt”. A manipulátor alatt egy olyan mechanizmust értünk, amely az emberi kar és kéz működését helyettesíti. Az ipari robotok esetében ez a mechanizmus a robot "teste", azaz a robotkar (CncMedia, 2019).

Ezek a robotok rugalmasságukról és mozgástartományukról ismertek, képesek összetett rakási minták végrehajtására, amelyek precíz mozgásokat igényelnek.

Az artikulált karú robotok, amelyek a (7. ábra) látható különböző formájú és méretű termékeket képesek kezelni, a kicsi, törékeny tárgyaktól kezdve a nagyobb, termékekig. Fejlett tervezésük

lehetővé teszi számukra, hogy gyorsan alkalmazkodjanak a különböző csomagolási igényekhez, csökkentve a leállási időt és növelve a termelékenységet.

Ez az alkalmazkodóképesség értékes eszközzé teszi az artikulált karú robotokat a modern csomagolóvonalakon, ahol a kereslet és a termék specifikáció megkívánja az alkalmazásukat (Henci, 2017).

7. ábra: ABB IRB660 4 tengelyes raklapozó robot

(Forrás: saját munka)



Az ipari robotokra vonatkozó szabványt az ISO 10218-1, ISO 10218-2 tartalmazza, a kollaboratív robotokra a 2016-os ISO/TS 15066 ad világos útmutatót.

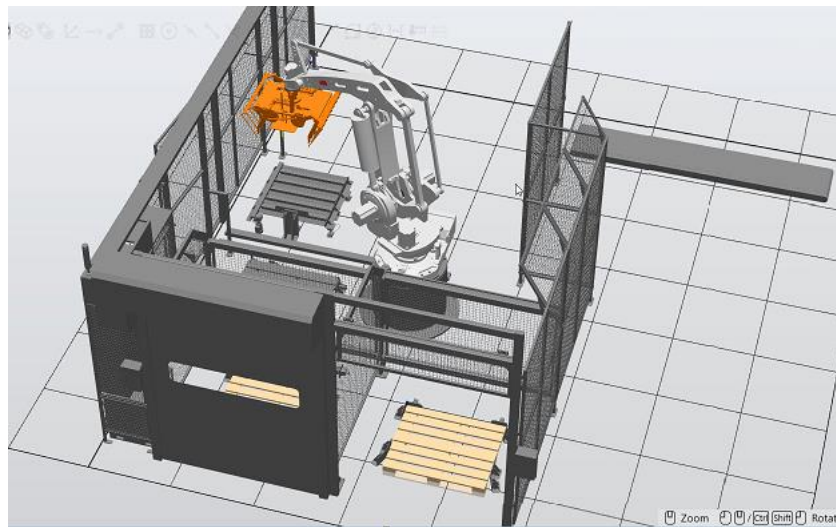
A robotokra és robotcellák telepítésére a 16/2008 NFGM-rendelet vonatkozik, amely a gépek biztonsági követelményeiről és megfelelőségének tanúsításáról szól, tartalmazza az alap biztonsági előírásokat. A robotizálás előtt célszerű ezen előírásokat figyelembe venni a gyártói és végfelhasználói oldalról is. A rendelet kitér arra, hogy az elképzelt robotizálás és robotcella-tervezés első fázisában a gyártó köteles egy kockázatfelmérést végezni, amely során elméleti szinten feltárja a gépben rejlő veszélyeket, majd osztályba sorolja azokat súlyosságuk, gyakoriságuk és elkerülhetőségük szempontjából. Ezt követően a felmérés eredményeit figyelembe véve kell a cellát megtervezni, majd gyártani (Henci, 2017).

2.11. Digitális iker:

Napjainkban a virtuális szimuláció szinte elengedhetetlen a modern robotizált gyártórendszerek tervezésénél. A cellákban és a közöttük történő anyagáramlás előtervezése szempontjából is fontos lehet a szimuláció, amely segítségével meghatározhatók a gyártás szempontjából lényeges alapadatok (Tancsa, et al., 2021).

8. ábra: ABB IRB660 digitális iker

(Forrás: Saját munka)



Alkalmazásával választ kaphatunk olyan fontos tervezési kérdésekre, mint például a robotok száma és típusa, a cella elrendezése, a rendszer teljesítményigénye és energiafogyasztása. A próbafuttatások iterációs lehetőséget nyújtanak a tervezési folyamat során, hogy elkerüljük az utólagos korrekciókat, amelyek a már megvalósult cellán nagyon nehezen vagy egyáltalán nem kivitelezhetők. A szimulációk különböző szinteken és rendszerekben készülhetnek, amelyek a gyártás különböző szempontjait veszik figyelembe. Magas szintű szimulációs rendszerben (például Technomatix/Siemens Plant Simulation) készült szimulációk fontosak a teljes gyártási folyamat vizsgálatához, a ciklusidő és a kívánt gyártási darabszámok meghatározásához, valamint a rendszer optimalizálásához. Itt a fő műveletek (beleértve a selejtgyártást és a leállások szimulálását is) és az anyagáramlás szimulálása a lényeg, az alacsonyabb szintű cellaszintű műveletek részletei nem tartoznak ide. Erre külön programokat használunk, amelyekkel például a robotok mozgását tervezhetjük meg (pálya- és trajektóriatervezés) és a robotprogramokat is előállíthatjuk. A rendszerek lehetnek gyártóspecifikusak vagy gyártófüggetlen off-line programozási rendszerek. Az ezekkel készített szimulációkból kinyerhetők a valós robotok programjai, valamint a magas szintű rendszerek modelljeihez

szükséges bemenő adatok, mint például a robotok mozgásideje. Előtervezésnél, ha még nem dönt el a felhasznált robotok típusa és gyártója, célszerű gyártófüggetlen rendszert használni, hogy a tervezés elején ne legyünk korlátozva a robotválasztásban (Tancsa, et al., 2021).

2.12. Robotok társadalmi megítélése

A robotizáció, automatizáció és komputerizáció gyakran negatív megítéléssel bír, mivel a dolgozók félnek munkahelyük elvesztésétől. Ahogy a korábbi ipari forradalmak idején, most is tapasztalható a munkavállalók gyanakvása az új technológiákkal szemben. Carl Frey és Michael Osborne tanulmánya szerint az Egyesült Államokban a komputerizáció leginkább azokat a munkaköröket veszélyezteti, amelyek rutinszerűek és könnyen automatizálhatók (Frey & Osborne, 2013). Ezt különösen a termelési folyamatokban figyelték meg, ahol a kiszorított munkaerő gyakran az alacsony jövedelmű, rutinszerű szolgáltató szektorba áramlik át, amely kevésbé kitett az automatizációnak.

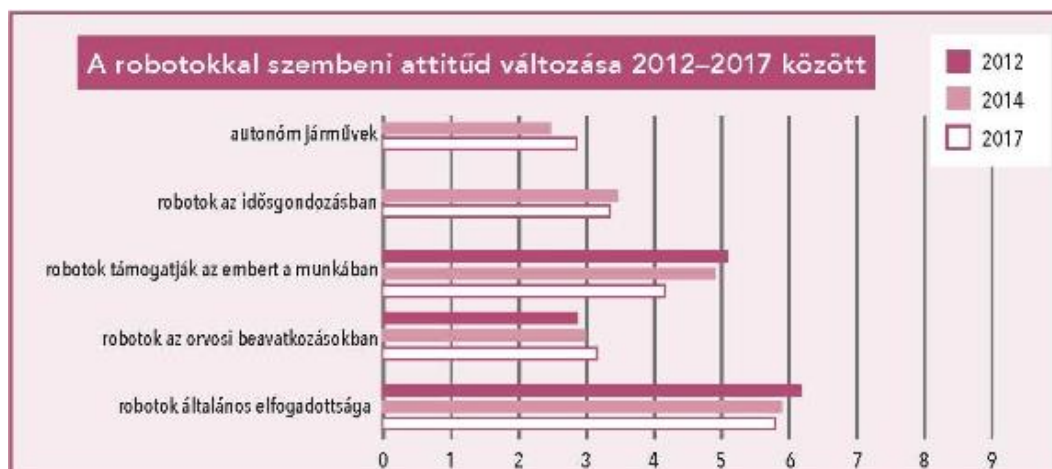
A számítástechnika és robotika költségeinek csökkenése, valamint a gépek problémamegoldó képességének fejlődése miatt a jövőben a gépek egyre inkább képesek lesznek magasabb kognitív képességeket igénylő feladatok ellátására. Frey és Osborne szerint az amerikai munkavállalók 47%-a olyan munkakörben dolgozik, amely automatizációval kiváltható lehet a következő évtizedekben.

Ez a jövőkép hozzájárulhat ahhoz, hogy a robotizáció társadalmi megítélése kedvezőtlen. Egy európai uniós felmérés szerint 2012 és 2017 között egyre negatívabbá vált a robotokkal szembeni attitűd. Timo Gnambs és Markus Appel 80 ezer uniós állampolgárt kérdeztek meg véleményükről három vizsgálati szakaszban (2012, 2014 és 2017). Azt feltételezték, hogy a robotok mindennapi jelenléte és a technológiai fejlesztésekről szóló hírek például az önvezető autók tesztelése – közelebb hozzák a modern technológiát az emberekhez (Ellensúly, 2022).

A felmérés reprezentatív volt az unió országaira nézve melynek eredménye a 9. ábrán tekinthető meg. A válaszadók Eurobarométer kérdőíveket töltöttek ki, és 15–99 éves uniós lakosok voltak, 55%-uk nő, 47%-uk alkalmazott

9. ábra: Robotokkal szembeni attitűd

Forrás: (Ellensúly, 2022)



vagy vállalkozó. A felmérésben a robotok általános megítélését vizsgálták (10 pontos skálán), valamint külön az orvosi beavatkozásokban, idősgondozásban, munkavégzésben használt robotokat és az önvezető járműveket.

A 2017-es adatok szerint a robotok megítélése általában véve pozitív volt (5,8). Azonban, ha a 2012 és 2017 közötti időszakot nézzük, csökkenő trend figyelhető meg: 2012-ben az érték még 6,2 volt. Az országok közötti eltéréseket vizsgálva a dánok és a svédek kedvezőbben, míg a görögök és a franciák negatívabban ítélték meg a robotokat. Kedvezőbb véleményt mutattak azok az országok is, ahol az előregedő népesség és a magas munkanélküliség jellemző.

A válaszadók leginkább a munkájukat segítő robotokat fogadták el, míg az orvosi beavatkozásoknál, idősgondozásban és az önvezető járműveknél kevésbé voltak elfogadók. Általában a férfiak pozitívabban viszonyultak a robotokhoz, mint a nők, és a fejlett technológiát is kedvezőbben ítélték meg a magasabban képzettek és a szellemi munkát végzők.

Összességében az IRF statisztikai adatai azt mutatják, hogy bár a robotok gyorsan terjednek, ez nem mindig jár együtt társadalmi elfogadottságukkal. Mivel egyre több olyan megoldás válik elérhetővé, amely bemutatja a robotok sokoldalúságát, ezek elkerülhetetlenül életünk részévé válnak (Ellensúly, 2022).

3. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN

3.1. Vállalat ismertetése

A Bayer AG németországi székhelyű anyacég mely működését 1863-ban kezdte meg Németországban. Az alapításakor főként vegyipari termékeket, például festékeket, vegyszereket és gyógyszereket gyártott. A vállalat hírnevét elsősorban a különféle gyógyszerek előállításával szerezte meg, és a mai napig is az egészségiparban aktív szereplők közé tartozik.

A vállalat 2018-ban felvásárolta a Monsanto mezőgazdasági és vegyipari vállalatot ezzel vezető szerepet szerezve a növényvédelem és vetőmag feldolgozás piacán is.

Bayer Hungária Kft. vetőmag feldolgozó üzeme Farnoson található, ahol főként nagy magvú vetőmagok feldolgozása zajlik. Éves szinten 10-12.000 tonna kerül feldolgozásra mely jelentős része, megközelítőleg 70% különböző fajtájú borsó vetőmag. A borsó feldolgozási mennyiségét sorban követik a különböző bab vetőmagok majd a csemegekukorica. Az itt felsorolt vetőmagok mind a Seminis magas minőséget képviselő brand termékei, amely hazai kiskereskedelembe nem igazán fellelhetőek azonban ipari agrár termelés előszeretettel vásárolja őket. A cég Magyarországon is ismert nevesebb nagyipari vetőmag vásárlói közé tartozik többek közt a Bonduell konzervipari vállalat, illetve a Veritas-Agro mint disztribútor. A vállalat elhivatott az innovatív megoldások alkalmazása tekintetében így a víziói közt is szerepel a digitalizáció és automatizáció iránti fejlesztések támogatása. Feldolgozó üzemeket érintő beruházásokat rövid és hosszútávra kialakított fejlesztési tervek alapján valósítják meg. A beruházási terveket a helyi vezetés a vállalat vízióival és misszióval összhangban a lehető leghatékonyabb igyekszik összeállítani, a várható piaci igényeket figyelembe véve. Fejlesztéseink során kezelniünk kell az aktuális gazdasági és piaci helyzet kihívásait, mint a munkaerőhiány, változó piaci igények. A Bayer nagy hangsúlyt fektet továbbá a munkavédelemre, megfelelő munkakörülményekre ezért a beruházások ezekre a területekre is összpontosítanak.

3.1.1. Megtérülés számítás

A megtérülési idő az az időszak, amely a projekt megvalósításához szükséges befektetett tőke a működés adózást követő nyereségéből megtérül. A megtérülési idő azt mutatja meg hogy a befektetett tőke hány év alatt térül meg a projekt eredményeinek köszönhetően (Zéman & Béhm, 2019).

10. ábra: Megtérülési időszámítás

(Forrás: Módszertan vállalkozások pénzügyi teljesítményének mérésére 2019.)

$$\text{Megtérülési idő} = \frac{\text{Beruházás összege}}{\text{Évi átlagos adózott nyereség}} = \text{év}$$

A befektetés megtérülési idejét úgy számítják ki, hogy meghatározzák, hány év alatt éri el az összes várható nettó jövedelem az eredetileg befektetett összeget. Ezzel a módszerrel olyan beruházási programok fogadhatók el, amelyek esetén az induló ráfordítás (a létesítmény megvalósításához befektetett tőke) egy meghatározott időn belül (a működés eredményeként keletkezett, adózás utáni nyereségből) megtérül. Az elfogadható maximális megtérülési időt a vállalkozás bizonyos tipikus szempontok figyelembevételével választja meg (Zéman & Béhm, 2019).

Érdemes ezt az eljárást alkalmazni olyan esetekben, amikor a változatok élettartama azonos, és az éves hozamok egyenletesen oszlanak meg. Ajánlott egy elfogadható maximális megtérülési időt választani, amely a beruházási program életciklusához igazodik. A maximális megtérülési idő véletlenszerű meghatározásának elkerülése érdekében a pénzáramlások tipikus szerkezetének ismerete nyújthat segítséget. Ha nem lehetséges a beruházási programok pénzáramlásának tipikus szerkezetét meghatározni, akkor célszerű a nettó jelenérték szabályai alapján dönteni (Zéman & Béhm, 2019).

3.1.2. Nettó jelenérték számítás (NPV)

A nettó jelenérték (Net Present Value, NPV) az egyik leggyakrabban alkalmazott mutató a beruházási projektek pénzügyi értékelésében, mely a beruházás hatékonyságát a diszkontált „tisztá bevételek” összegével határozza meg. A módszer azon a koncepción alapul, hogy a nettó jelenérték a bevételek jelenértékéből, az egyszeri kiadások jelenértékéből és a folyamatos kiadások jelenértékéből képzett különbség. (Zéman & Béhm, 2019)

A nettó jelenérték számításának a következőkben bemutatott képleteiben alkalmazott jelölések és tartalmuk a következő:

PV_t = a jelenérték egynél több évre,

NPV_t = a nettó jelenérték egynél több évre,

C₀ = a pénzösszeg (befektetés) jelenbeli értéke,

C_t = a befektetés kettő stb. év múlva várható értéke,

r_t = a kettő stb. évre diszkontáláshoz felhasználható kamatláb,

n = az évek száma.

Jövőben kettő vagy több éven túl esedékes pénzáramlások ($C_1, C_2, \dots, C_t$) nettó jelenértékének számítása

11. ábra: Nettó jelenérték összevont alakban

(Forrás: Módszertan vállalkozások pénzügyi teljesítményének mérésére 2019.)

$$NPV_t = PV_t + C_0 = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r_t)^t} + C_0$$

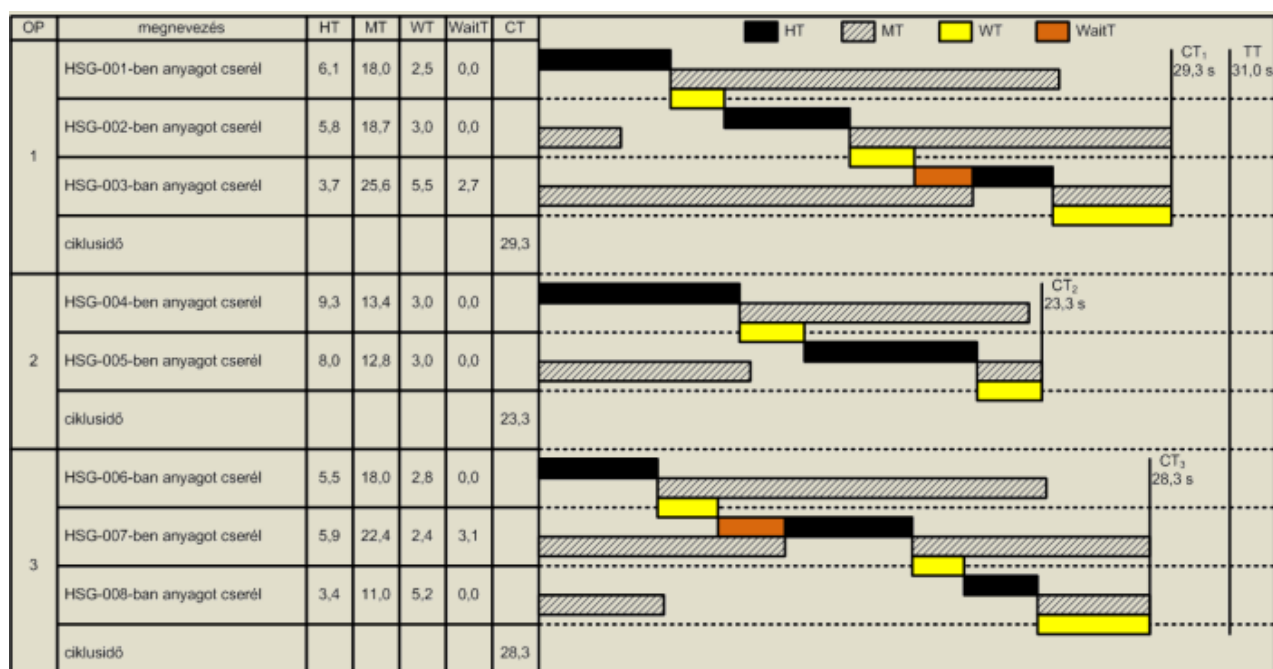
Amennyiben a jelenérték (PV) és a kezdeti befektetés (C_0) különbsége, vagyis a nettó jelenérték (NPV) nagyobb, mint nulla, akkor az adott befektetési lehetőséget javasolt elfogadni, ellenkező esetben célszerű elutasítani.

3.1.3. Standart munka

A standard munka három alapeleme: az ütemidő, a műveleti sorrend és a folyamatközi készlet. Ha a munkavégzés ezen elemeit szabályozzuk és az operátor betartja ezen szabályokat, akkor tudjuk garantálni a munkavégzés termelékenységét, a JIT-elvek megvalósulását és a minőséget. Standard munkavégzésről csak ismétlődő tevékenység esetén beszélhetünk. Ugyanakkor tudnunk kell, hogy a nem ismétlődő tevékenységek jó része is ismétlődő tevékenységek láncolata.

12. ábra: standart munka ciklusidő

(Forrás: Lean szótár)



4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A bevezetőben ismertetett, szakdolgozatom témájának alapjául szolgáló automatizálási projekt során elért eredményeket bemutatását, valamint a megvalósításhoz szükséges lépések ismertetését, fogom elvégezni.

4.1. Projekt terv

A Bayer Hungária Kft. farmosi telephely hosszútávú beruházási terveit, egy Teams csoportban létrehozott STRACO táblázatban rögzítjük, amelyet a (2 táblázat)-ban mutatok be. A táblázatban különböző kategóriába osztva találhatók meg a projektek melyek megvalósításuk fontosságát figyelembe véve prioritizálva is vannak. A táblázatba bekerülő megfelelően prioritizált vállalati célkitűzésekkel összhangba lévő projekteket az EMEA régiós vezetők több részletben megtekintik, majd az üzleti lehetőségeket és kockázatokat figyelembe véve döntést hoznak a megvalósítható projektekről. Mind a vállalat mind a telephelyi vezetőség számára fontos, hogy ezekbe a projektekbe a fizikai állomány is bevonásra kerüljön. Így a hosszútávú projekt terv megalkotása során a dolgozói ötletek figyelembevételével dolgozzuk ki és állítsuk össze.

2 táblázat: STRACO táblázat részlet

(Forrás: saját munka)

Functio	Site	Project title	Old FCST CY23	New FCST CY23	CY24	CY25	CY26	CY27
MEX	Farmo	Automation of Pack Lines (Palletization)	€ 300,000	€ 300,000	€ 400,000			
MEX	Farmo	Tápiószele warehous II. roof replcement						
MEX	Farmo	WiFi installation in warehouse area						
MEX	Farmo	Maintenance workshop reorganization						
MEX	Farmo	Office area ergonomic improvment						

A táblázatban szereplő projektek a következő kategóriákba kerülnek:

Karbantartás (Maintenance): Ebbe a kategóriába azok a projektek kerülnek regisztrálásra melyek az üzemszerű tervezet gép vagy épület karbantartás alá tartoznak, de költség oldalról az általános üzemeltetési költségvetés nem tudja elviselni.

Eszköz csere (Replacement): Elhasználódott berendezések, épület állagmegóvására irányuló projektek.

Minőség fejlesztés (Product quality improvement): Termeléssel kapcsolatos minőség javítását, fejlesztését célzó projektek.

Hatékonyság fejlesztés (Productivity improvement): Termelési hatékonyság fejlesztése, gyártási kapacitás növelése, hatékonyság optimalizálása.

A szakdolgozatom témájául szolgáló projekt neve *Automation of Pack Lines (Palletization)* ezen a néven kerül regisztrálásra hatékonyság fejlesztési kategóriában.

4.2. Projekt költségvetés előkalkuláció

A projekt költségvetésének előkalkulációja elengedhetetlen a STRACO táblázatba történő rögzítést megelőzően. Előkalkulációt korábban megvalósított hasonló projektekből származó adatok felhasználásával, valamint budget szintű árajánlatok bekérésével készítjük el. Az előkalkuláció során számított költségeket a STRACO táblázat tartalmazza, a vezetői visszajelzések alapján a potenciálisan megvalósítható támogatott projektekre vonatkozóan további költségszámításokat végzünk melynek célja, hogy megvalósítást követően +/-10 százalékos pontossággal a kalkulált budgettel összhangban legyen. Mivel sem telephelyünk, sem a vállalat más telephelyein nem valósult meg olyan projekt, amely alapjául szolgálhatott volna a budget tervnek ezért a lehetséges gépgyártó, integrátorok felkutatását követően a beérkezett nem részletes budget szintű árajánlatok alapján készítettük el a költségbecslést melynek összege 300 000 €.

4.3. Projekt érintettjei

A projekt regisztrációját követően létre hoztunk egy projekt funkcionális csapatot. A szervezet mind vertikálisan mind horizontálisan tagolt funkcionális szervezet lineáris felépítés, az egymás mellett elhelyezkedő különböző funkciókat betöltő tagok felelősek a projekt szakmai, technikai kihívásainak támogatásáért. Ezek a funkciók a Projekt Organisation (**13. ábra**) tekinthető meg.

Horizontális szervezeti tagoltság:

User: A projekt eredményeként létrejövő eszköz/ berendezés felhasználói, azaz a termelés. Jellemzően a termelés vezető tölti be a szerepét.

HSE: Munkavédelemhez kapcsolódó funkció. Feladata az új objektum munkavédelmi szempontú jogszabályi, valamint vállalati elvárásoknak történő megfelelés ellenőrzése, felmerülő munkavédelmi kérdések megválaszolása.

Engineering: Mérnökségi támogatás, mely kiterjed a projekt technikai támogatására, folyamatok kidolgozására.

Procurment: Beszerzéssel, megrendelések (Purchase Requirements) készítésével, projekthez tartozó számlák érkeztetésével kapcsolatos adminisztratív támogatás.

Construction management: A projekt kivitelezőinek helyszíni felügyelete, támogatása előre egyeztetett műszaki tartalom és kivitelezés minőségének folyamatos nyomon követése, munkavédelmi szabályok betartatása. Több tagból álló funkció, általában munkavédelmi technikus, műszaki-karbantartási vezető, csoportvezetők.

Vertikális szervezeti tagoltság:

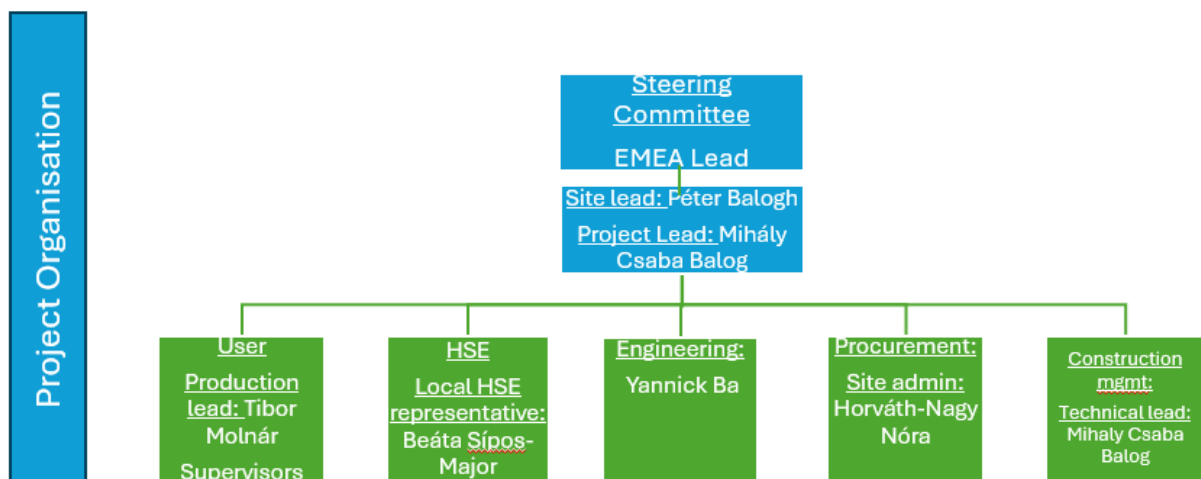
A funkcionális szerepeket betöltő szervezeti szint felett helyezkednek el a projekt vezetői, a projekt pénzügyi felelőse, valamint az EMEA regionális vezető.

A projekt vezetőjének feladata a funkcionális csapat koordinálása, tekintve, hogy a farmosi telephely teljes vezetősége kis létszámú 6 fős csapat, előfordul, hogy egyes személyek több funkciót töltenek be a megalakult projekt szervezetben belül.

Ezért a projekt vezetőjeként, nem csak a feladatok összehangolása és a projekt csapat vezetése volt a feladatom, hanem a technikai megvalósítás koordinálása, a projekt egyes adminisztratív és operatív feladatának ellátása, mint például kivitelezői kapcsolattartás, rendszer specifikációk meghatározása, RFQ (requirements of quotation) ajánlatkérő dokumentáció elkészítése.

13. ábra: Projekt organisation

(Forrás: Saját munka)



4.4. Projekttel kapcsolatos elvárások definiálása

A beruházás során megvalósítandó fejlesztéshez kapcsolódó úgynevezett projekt eredmények kerülnek kitűzésre. Ezek a projekt eredmények konkrét mérhető célkitűzések, termelési mutatók, rendszerteljesítmények. A pontos árajánlatok bekérését megelőzően ezeket az elemeket definiálni szükséges, majd az ajánlatkérő dokumentumban, feltüntetni.

Csomagolási egységek: A rendszert alkotó berendezések tervezéséhez szükséges ismerni a kezelendő termékek, darabárak jellemzőit. Ilyen jellemzők a termékek súlya, mérete, felületi minősége. A pontos tervezés érdekében a kezelendő termékekből a kivitelező a megbízást követően mintákat is kap, műhelytesztek elvégzése céljából. A csomagolási folyamat során a kezelt vetőmagot 5 különböző méretű, többretegű papírsákba töltjük a zsákméreteket a 3. számú táblázat tartalmazza. A vetőmag kiszerelés a vetőmagok ezer mag súlya alapján történik megrendelői igényeknek megfelelően, 100 000 vagy 50 000 szemre kiszerelve, ezért a töltő súly mindig egy adott tartományon belül változik a vetőmagok fajsúlya mag súlya alapján.

3. táblázat: Csomagolási egységek, töltő súly

(Forrás: Saját munka)

Bean		Pea	
Bag size [mm]	Filling weight [Kg]	Bag size [mm]	Filling weight [Kg]
350*570*110	0-8	350*570*110	0-7
400*740*110	8-13,5	400*740*110	7-12,5
450*740*110	13,5-19	450*740*110	13-19
500*740*110	19-23	500*740*110	19,2-22,5
500*880*110	23-27	500*880*110	22,5-25

A 3. táblázatban szereplő Bag size (zsák méret) oszlopon láthatók a csomagolás során alkalmazható összes zsákméret. A mellette lévő filling weight oszlopban pedig a töltő súly tartomány látható.

A táblázatban látható különböző csomagolási egységekhez nem konkrét töltő súly hanem egy tartomány tartozik. A számítások elvégzése érdekében a feldolgozó soron leggyakrabban előforduló csomagolási egységet és töltő súlyt vettek alapul így ezért az 500*740*110 mm zsákkal és 20 kg töltő súlyal számoltunk. A megtöltött zsákokból 1000*1200 mm-es raklapokra egységgrakományt képzünk, az egységgrakomány nem lehet nehezebb mint 1000 kg így egy raklapra 50 db 20kg töltetű zsák helyezhető el.

Standart munka meghatározása: Első lépésként a ciklusidőkből származó standart munkát kell meghatároznunk. Ez az érték fogja megmutatni a feldolgozó vonal jelenlegi kapacitását.

A 4. táblázatban jól látszik, hogy a leghosszabb időt igénylő folyamat a kézi raklapozás. Az összes kézi idő: 1+6-os feladat teljes időszükséglete 20 másodperc még a gépi idő 13 másodperc. A projekt során a manuális zsákakasztás és az egységgrakomány képzés folyamata is automatizálásra kerül, ezzel a két termék raklapra kerülése közti idő (ciklusidő) átlagosan 15 másodpercre csökken.

4. táblázat: Standard munka ciklusidő táblázat

(Forrás: Saját munka)

			3-as csávázó gépsor kézi raklapozással																																		
			Kézi idő (s)					Gépi idő (s)													Kézi idő (s)																
Feladat	Megnevezés	Ciklusidő (s)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33		
1	Manuális zsákakasztás	5																																			
2	Dob töltés	2																																			
3	Vegyszer adagolás	4																																			
4	Keverési idő	5																																			
5	Zsák leadás	2																																			
6	Kézi raklapozás	15																																			
		33																																			

A feldolgozó sor kapacitásának meghatározásához továbbá figyelembe kell venni azt a várakozási időt amíg a targoncás elviszi az elkészült egységgrakományt, valamint az előkészítési időt, amíg az operátor felhelyezi a rakodási pontra az új raklapot. Ezt a teljes időegységet kieső nem produktív időnek tekintjük és átlagosan **5 percet/raklap** időt vesz igénybe „raklapcsere” néven számolunk vele.

4.4.1. Kapacitás számítás

Kapacitása az automatizálás megvalósítása előtt:

1. 1 raklapra 50 db zsák fér
2. 50 zsák előállításának időszükséglete:

$$\text{Idő}(s) = 50 \cdot 33 = 1650 \text{ s}$$

Percben kifejezve:

$$\frac{1650}{60} \sim 27,5 \text{ perc}$$

3. Kieső idő hozzáadása:

$$5 + 27,5 = 32,5 \text{ perc/raklap}$$

4. Egy óra alatt elkészíthető egységgrakományok száma:

$$\frac{60 \text{ perc}}{32,5 \text{ perc/raklap}} = 1,846 \text{ raklap}$$

5. Ebből az egy óra alatt elkészíthető zsákok darabszáma:

$$1,846 \text{ raklap} \cdot 50 \text{ zsák} = 92,3 \frac{\text{zsák}}{\text{óra}} \sim 92 \text{ zsák}$$

Tehát a feldolgozó gépsor kapacitása manuális egységgrakomány képzéssel ~ 92 darab 20 kg-os zsák óránként.

Automatizálást követő kapacitás:

1. Átlagos ciklusidő 20 kg zsákok esetén

15 másodperc/zsák

2. 1 óra alatt elkészülő zsákok száma:

$$Zsákok\ száma = \frac{3600\ s}{15\ s/zsák} = 240\ zsák/óra$$

Mivel az automatizálással megszűnt az 5 perces kieső idő és a ciklusidő 15 másodpercre csökkent, a gyártósor kapacitása **240 zsák/óra** lett.

Kapacitás növekedés százalékos értéke:

1. Kapacitás növekedés darabszáma:

$$Mennyiség\ különbség = 240\ \frac{zsák}{óra} - 92\ \frac{zsák}{óra} = 148\ \frac{zsák}{óra}$$

2. Kapacitás növekedés százalékos értéke:

$$\frac{148\ zsák/óra}{92\ zsák/óra} * 100 = 160,87\ \%$$

Tehát a fejlesztéssel elért elméleti kapacitás növekedés ~ **160%**

4.5. Üzleti terv (Business case)

Az üzleti tervet a vállalkozás belső érintettjeinek készítettem, azon belül a projekt indítást engedélyező vezetői csapatnak. Mivel az üzleti terv olyan belső érintetteknek készült, akik ismerik a vállalatot és a telep helyet, ezért annak bemutatási, ismertetése nem része az üzleti tervnek. Az üzleti terv tartalmazza a beruházás rövid ismertetését, indoklását, projekt időtervet, várható előnyöket, beruházási költségeket, valamint gazdasági számításokat, mint NPV vagy megtérülés számítás.

Továbbá kitér azokra a számításba vehető alternatívákra, amik a beruházás elhalasztása esetén megoldást nyújthatnak a kihívások kezelésére.

Beruházás racionalitása:

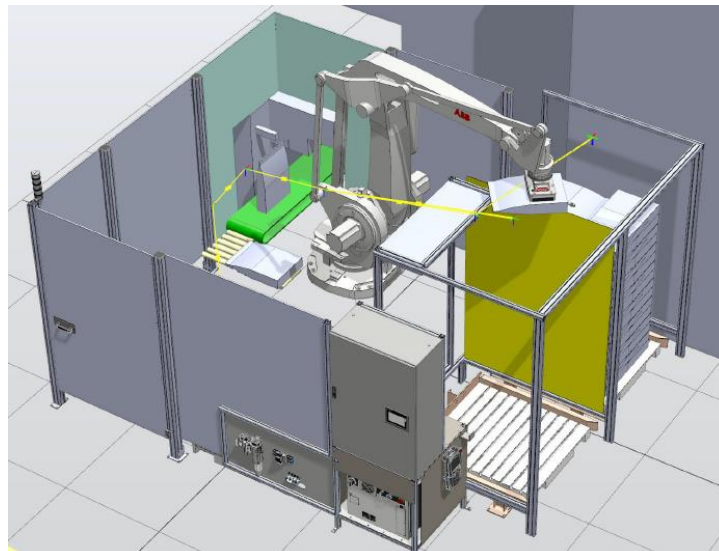
- A jelenlegi kézi csomagolási folyamat fejlesztése automatikus zsákakasztó rendszerrel és palettázó robotkarral a feldolgozási eljárás fejlesztése érdekében.
 - A csúcsszezon megrendelés menedzsmentjének fejlesztése a vállalati elkötelezettség: „Ügyfélközpontú szemléletmód” követése érdekében.
 - Jelentősen gyorsabb reakcióidő a „sürgős rendeléseknél”.
 - Beépített súlyminőség-ellenőrzés a pontos magtömeg biztosítása érdekében.
 - A termelékenység növelése 1,8 zsák/perc-ről 4 zsák/perc-re kettős palettázó cellával.
- Az üres raklap előkészítése is lehetséges lesz -> Folyamatos termelékenység.

- A fejlesztéssel műszakonként 1 fő munkaerő megtakarítása érhető el ami szezonban 3 fő raklapozó segéd kiváltását eredményezi.

A projekt során megvalósítani kívánt vetőmag feldolgozó sor automatizálásával a felsorolásban szereplő kiemelt előnyökre tehetünk szert, melyek a vállalat sikeres működése szempontjából is beruházásra érdemes projekt. A fejlesztés az alábbi 3D-s ábrán (**14. ábra**) látható tervek szerint valósul meg.

14. ábra: Robotizált raklapozó cella

(Forrás: Raab-Prog Kft.)



4.5.1. Nettó jelenérték számítás (NPV)

Az üzleti terv részeként készítenünk kell nettó jelenérték számítást annak érdekében, hogy a beruházás pénzügyi racionalitását vizsgálhassuk. Abban az esetben, ha az NPV eredménye pozitív előjelű, a beruházás pénzügyileg is indokolt profitábilis. Amennyiben a számítás eredménye negatív előjelű abban az esetben a beruházás pénzügyileg nem megalapozott.

Az NPV számításához először is olyan termelési, foglalkoztatási és értékesítési adatok kell számításba vennünk melyeket a projekt megvalósításával érintünk.

Ahhoz, hogy meghatározhassuk a pénzáramlás értékét figyelembe kell vennünk az automatizálással kiváltott munkaerő bér költségcsökkentést, a termelő kapacitás növekedésével elérhető termék előállítás, valamint figyelembe kell venni a felmerülő költségeket.

1. Megtakarított bérköltség:

Manuális egységtrakomány képzés során a teljes munkafolyamat emberi erőforrás igénye: 1 fő gépkezelő csávázó mester, 1 fő targoncás, 1 fő zsákoló segédmunkás

Automata raklapozó berendezéssel üzemelő gépsor emberi erőforrás igénye: 1 fő gépkezelő csávázó mester, 1 fő targoncás

Megtakarított erőforrás: 1 fő zsákoló segédmunkás/ műszak

Megtakarított éves bérköltség/fő: Munkabér + Munkáltatói járulékok + Cafatéira
= 5 400 000 Ft+702 000 Ft+450 000 Ft = 6 552 000 Ft = 17 242 €

Éves megtakarított teljes bérköltség 3 műszakra vonatkozóan:

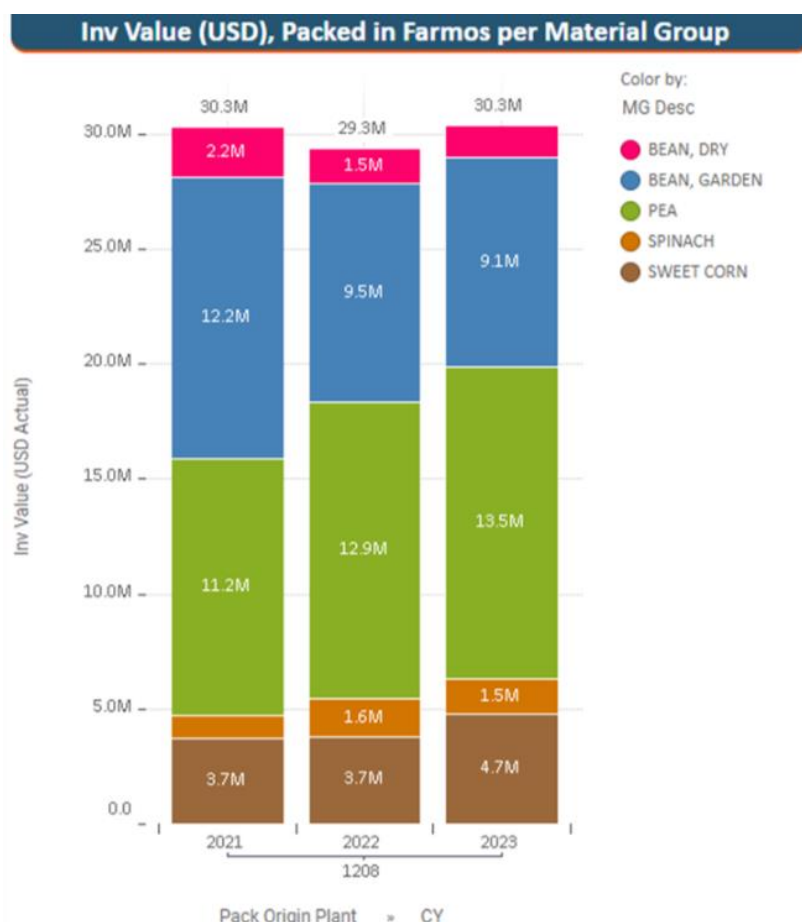
Megtakarított bérköltség = 3*17 242 € = 51 726 €

Kapacitás növekedéssel elérhető extra bevétele kiszámításához, figyelembe kell vennünk az éves legyártott és értékesített vetőmagok tonnára vetített egységárát.

Ennek a tételnek a megállapításához az elmúlt három év értékesítési számait (15. ábra) és a legyártott mennyiséget vesszük alapul melyből számítunk egy tonna/USD értéket. Ezt követően meghatározzuk a várható éves növekedés ütemet, melyet a gépsor automatizálásával nyert kapacitással fedünk le.

15. ábra: 3 éves értékesítési mutató

(Forrás: Bayer AG)



$$1. \text{ 3 éves értékesítési átlag} = \frac{30,3+29,3+30,3}{3} = 29\,960\,000 \text{ USD/év}$$

2. Feldolgozott vetőmag mennyiség 3 éves átlag tonnában kifejezve:

$$\text{Feldolgozott vetőmag átlag (t)} = \frac{7744t+9010t+9510t}{3} = 8754,6 \text{ t/év}$$

3. Értékesített vetőmag tonnánként számított átlag ára az 1. és 2. számítás hányadosából meghatározva:

$$\frac{29\,960\,000}{8754,6} = 3422,2 \frac{\text{USD}}{t}$$

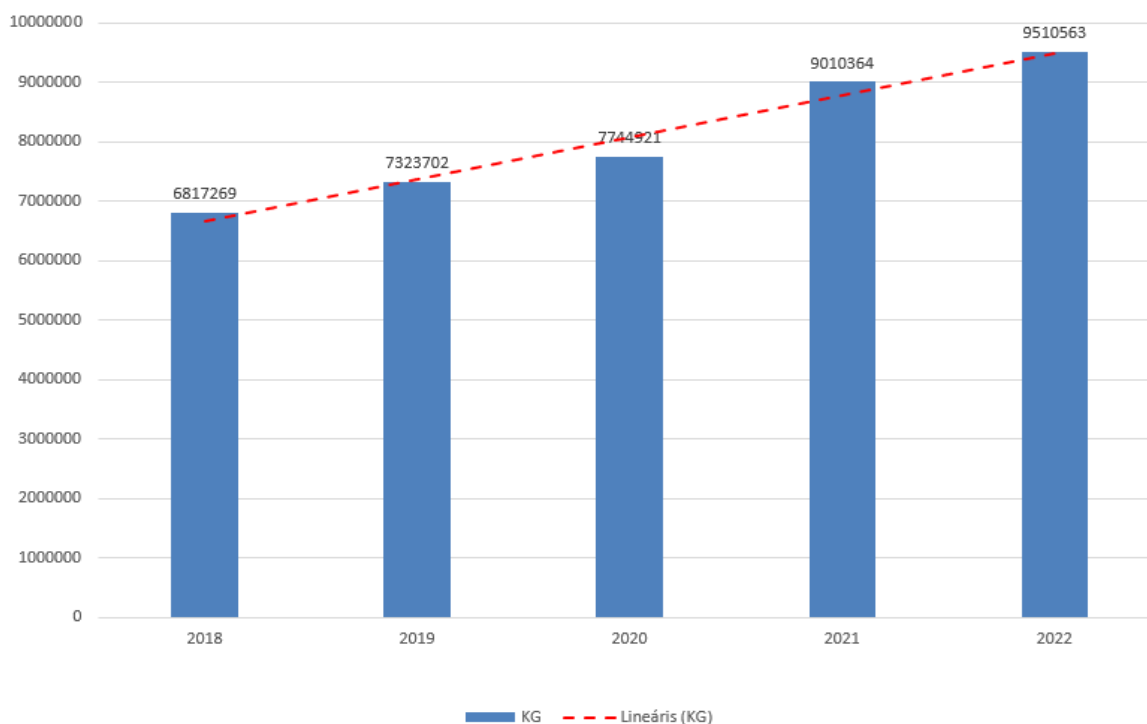
Tehát 1 tonna értékesített vetőmag átlag értéke 3422,2 dollár. A projekt pénzneméhez igazodva át kell váltanunk euróba. $3422,2 \cdot 0,91 = \underline{\underline{3107,29 \text{ €/ tonna}}}$

Várható éves növekedési ütem:

Az éves növekedési ütem kiszámításához az elmúlt 5 év növekedési tendenciáját vettük figyelembe, amely a **16Hiba! A hivatkozási forrás nem található..**ábrán tekinthető meg. A kalkuláció során nem számoltunk azokkal az ismeretlen piaci trendekkel melyek befolyásolhatják a növekedés ütemét így stagnáló növekedési ütemmel kalkuláltunk.

16. ábra: Feldolgozott vetőmag mennyiség 2018-2022

(Forrás: Bayer AG)



2018	2019	2020	2021	2022
6817269	7323702	7744921	9010364	9510563

Ezek alapján az adatok alapján az éves növekedési ütem:

2018-2019:

$$\text{Éves növekedés: } 7323702 - 6817269 = 506433$$

$$\text{Növekedési ütem: } \left(\frac{506433}{6817269} \right) \times 100 \approx 7.43\%$$

2019-2020:

$$\text{Éves növekedés: } 7744921 - 7323702 = 421219$$

$$\text{Növekedési ütem: } \left(\frac{421219}{7323702} \right) \times 100 \approx 5.76\%$$

2020-2021:

$$\text{Éves növekedés: } 9010364 - 7744921 = 1265443$$

$$\text{Növekedési ütem: } \left(\frac{1265443}{7744921} \right) \times 100 \approx 16.30\%$$

2021-2022:

$$\text{Éves növekedés: } 9510563 - 9010364 = 500199$$

$$\text{Növekedési ütem: } \left(\frac{500199}{9010364} \right) \times 100 \approx 5.55\%$$

2018-2019: ~7.43%

2019-2020: ~5.76%

2020-2021: ~16.30%

2021-2022: ~5.55%

Innen az átlagos növekedési ütem:

$$1. \quad 7.43 + 5.76 + 16.3 + 5.55 = 34.04$$

$$2. \quad \text{Átlagos növekedési ütem} = \frac{34.04}{4} = 8.51 \%$$

Várható termelési mennyiségek az átlagos növekedési ütem mértéke alapján:

1. 2023-ra:

$$9\,510\,563 \times 1.0851 = 10\,321\,051 \text{ kg} = 10\,321 \text{ t}$$

2. 2024-re:

$$10\,321\,051 \times 1.0851 = 11\,200\,008 \text{ kg} = 11\,200 \text{ t}$$

3. 2025-re:

$$11\,200\,008 \times 1.0851 = 12\,154\,126 \text{ kg} = 12\,154 \text{ t}$$

Éves növekedés tonnában kifejezve:

2023:

$$10321 - 9510 = 811 \text{ t}$$

2024:

$$11\,200 - 10\,321 = 878 \text{ t}$$

2025:

$$12\,154 - 11\,200 = 954\text{ t}$$

Éves növekedés által elért extra bevétel:

2023:

$$811\text{ t} \cdot 3107,29\text{ €} = 2\,522\,863,80\text{ €}$$

2024:

$$878\text{ t} \cdot 3107,29\text{ €} = 2\,729\,560,49\text{ €}$$

2025:

$$954\text{ t} \cdot 3107,29\text{ €} = 2\,964\,897,19\text{ €}$$

NPV számítás:

Egyszeri beruházási költség: **300 000 €**

Diszkont ráta: **10%**

Számításba vett évek száma: **3 év**

Pénzáramlás kiszámításához figyelembe vett adatok:

Éves bérköltség megtakarítás: 51 726 €

Extra bevétel:

1. évben: 2 522 863,80 €

2. évben: 2 726 560,49 €

3. évben: 2 964 897,19 €

Éves karbantartási költség: 20 000 €

1. év:

$$2\,522\,863 + 51\,726 - 20\,000 = 2\,573\,589\text{ €}$$

2. év:

$$2\,729\,560 + 51\,726 - 20\,000 = 2\,769\,286\text{ €}$$

3. év:

$$2\,964\,897 + 51\,726 - 20\,000 = 2\,997\,623\text{ €}$$

$$NPV = \frac{2\,573\,589}{(1 + 0,1)^1} + \frac{2\,769\,286}{(1 + 0,1)^2} + \frac{2\,997\,623}{(1 + 0,1)^3} - 300\,000 = 6\,580\,451\text{ €}$$

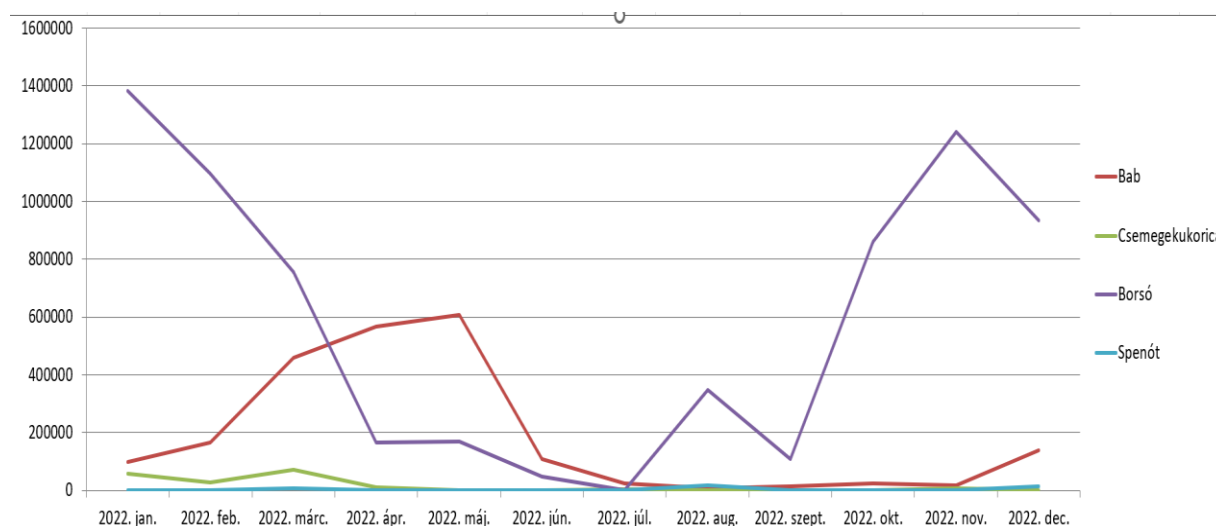
A kiszámított nettó jelenérték alapján kijelenthető, hogy a projekt várhatóan jelentős pozitív hozamot eredményez, mivel a projekt eredményeként elérhető extra feldolgozó kapacitás lehetővé teszi a növekvő vásárlói igények kielégítését.

4.6. Projekt időterv (time line)

A tervezés során figyelembe kellett vennünk a vetőmag csávázás csomagolás szezonálisát. A termelés ezen része pull azaz húzó folyamatban történik. A rendszerben megjelenő megrendelések alapján készül a gyártás, a legyártott készárú a farmosi telephelyről szolnoki disztribúciós központba kerül átszállításra. Az éves feldolgozó kapacitásunkat 3 csávázó csomagoló gépsor biztosítja azonban minőségbiztosítási okok miatt a bab csávázás csomagolás csak két soron (2-es és 3-as sor) lehetséges. Mivel a projekt során a 3-as csávázó-csomagoló vonal fejlesztése valósul meg, az időterv kialakítása során figyelnünk kell rá, hogy a projekttel kapcsolatos kivitelezési munkálatok az aktív szezon befejezését követően indulhatnak legkorábban, valamint az új szezon kezdetére a berendezésnek üzemkész állapotba kell kerülnie. Annak érdekében, hogy ezt az időszakot definiálni tudjuk az előző szezon termelési adatait (17. ábra) használtuk fel, melyből meghatározható az az idő ablak amikor a feldolgozó gépsor fejlesztési projekt miatti kiesése nem okoz fennakadást a termelés biztosításában.

17. ábra: 2022 évi termelési szezon

(Forrás: SAP termelési adatok Bayer Famos)



Ezen termelési adatok alapján az látszik, hogy a termelési volumen március végén szignifikáns csökkenésbe kezd majd szeptember közepén vált ismét felfutó szakaszra. A termelési csúcsok november és február hónapok közt vannak. Ezek alapján a projekt adminisztratív folyamatait január és március között kell elvégezni.

A beruházásokat egy BaySim nevű projekt management rendszerben vezetjük és tervezzük mely tartalmazza a projekthez kapcsolódó összes adminisztratív adatot a rendszerben szerepelnek a fontosabb mérföldkövek (Milestone) dátumai melyek a 18.a-b és c ábrákon tekinthetők meg. Ebben a rendszerben a fentiek alapján elkészítettük az időtervez majd az ajánlat kérő dokumentumba (RFQ) és az üzleti tervbe ennek egy vizuális ábrázolását használtuk. A 18.a ábrán az approved oszlopba a projekt 18.c ábrán szereplő forecast oszlopában feltüntetett dátumok jóváhagyását követően kerülnek automatikusan áttöltésre. Abban az esetben ha a forecast oszlopban szereplő dátumokat a jóváhagyók módosítási igénnyel látják el a módosítási igény az acknowledged (előjóváhagyás vagy feltételesen jóváhagyott) oszlopban kerül feltüntetésre.

18.a ábra: Időterv Baysim

(Forrás: Bayer projekt management rendszer)

▼ Milestone		
	 Approved	
	YYYY	MM
Project initiation(G0) [Real Estate Project: Gate 1]	2023	01
Business rational Approval(G1) [Real Estate Project: Gate 2]	2023	01
Concept Approval(G2) [Real Estate Project: Gate 3]	2023	01
Project Approval (G3)	2023	02
Start of Construction	2023	03
Detail Design Completion	2023	04
Mechanical Completion (G4)	2023	08
Ready for Production (G5)	2023	10
Technical Closure	2023	10
Financial Closure	2023	11
Ready for Market (G6)	2023	10

18.b ábra: Időterv Baysim

(Forrás: Bayer projekt management rendszer)

▼ Milestone		
	 Acknowledged	
	YYYY	MM
Project initiation(G0) [Real Estate Project: Gate 1]	2023	01
Business rational Approval(G1) [Real Estate Project: Gate 2]	2023	01
Concept Approval(G2) [Real Estate Project: Gate 3]	2023	01
Project Approval (G3)	2023	02
Start of Construction	2023	03
Detail Design Completion	2023	04
Mechanical Completion (G4)	2023	08
Ready for Production (G5)	2023	10
Technical Closure	2023	10
Financial Closure	2023	11
Ready for Market (G6)	2023	10

19.c ábra: Időterv Baysim

(Forrás: Bayer projekt management rendszer)

▼ Milestone		
	 Forecast	
	YYYY	MM
Project initiation(G0) [Real Estate Project: Gate 1]	2023	01
Business rational Approval(G1) [Real Estate Project: Gate 2]	2023	01
Concept Approval(G2) [Real Estate Project: Gate 3]	2023	01
Project Approval (G3)	2023	02
Start of Construction	2023	03
Detail Design Completion	2023	04
Mechanical Completion (G4)	2023	08
Ready for Production (G5)	2023	10
Technical Closure	2023	10
Financial Closure	2023	11
Ready for Market (G6)	2023	10

Az időterv vizuális ábrázolása segít egyértelműsíteni a projekthez tartozó mérföldkövek teljesítéséhez tartozó határidőket, amit a 19.ábrán láthatunk, valamint vizuálisan ábrázolja a különböző időszakok egymáshoz viszonyított mértékét.

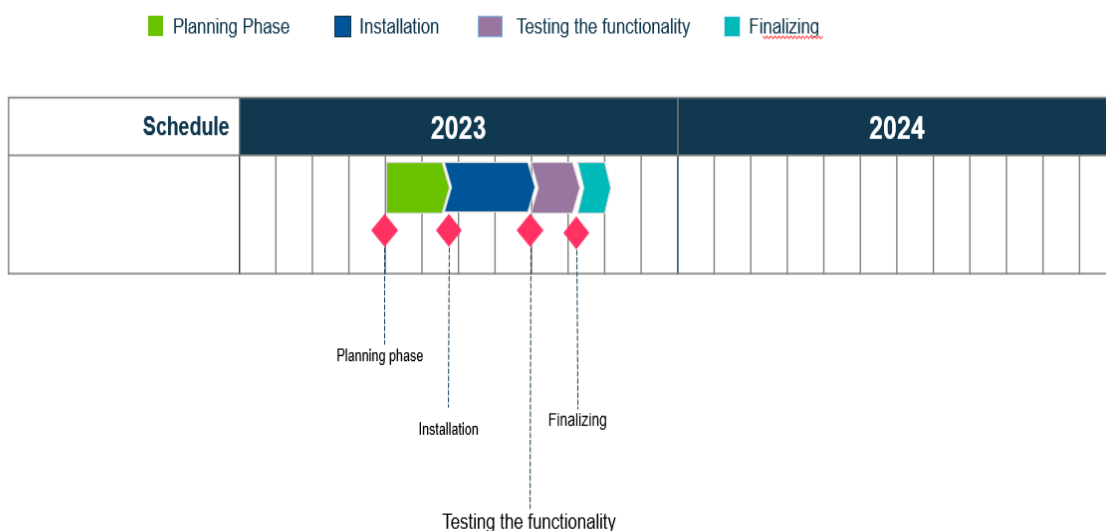
19. ábra: Projekt időterv

(Forrás: Saját munka)



Program / Project Timeline

Cost overview



Ezeket a célkitűzéseket, az ajánlat kérőbe beépítve kommunikáltuk a lehetséges kivitelezők, integrátorok felé. A kivitelező kiválasztása során fontos szempont volt, hogy ezeket a határidőket képes legyen tartani, annak érdekében, hogy a termelés folytonossága garantált legyen.

4.7. Beszállító kiválasztása

A beszállítók kiválasztása a beérkezett árajánlatok értékelését követően kezdődött. Fontos szempont a Bayer által támasztott magas munkavédelmi elvárásoknak történő megfelelés, így csak olyan beszállítók jöhetnek szóba, akik a munkavédelmi elvárásoknak megfelelnek.

Így ez az előminősítés már az árajánlatok beérkezését megelőzően megtörténik.

A projekt ezen szakaszában négy lehetséges beszállító közül választottunk. Létre hoztunk egy értékelési mátrixot, melyben meghatároztuk a projekttel szemben támasztott legfontosabb elvárásokat.

1. Ára: A megvalósításhoz szükséges beruházás értéke.
2. Határidő: Az ajánlatkérőben definiált projekt időtervhez viszonyított megfelelőéig.
3. Rugalmas megoldás: Tartalmaz-e olyan rugalmas megoldásokat melynek köszönhetően egyes berendezések meghibásodása esetén, kézi kiszerezéssel áthidalható a szervíz időszaka. Képesek vagyunk-e megtartani az összes jelenlegi csomagolási egységet a gépsoron az automatizálást követően.
4. Szervíz háttér: Mivel az üzemben, ez egy teljesen új technológia, a bevezetés és karbantartás során fontos a technikai háttértámogatás.
5. Helyszükséglet: A csomagoló robot cellával egy meglévő csávázó gépsort egészítünk ki így a telepítéshez rendelkezésre álló hely limitált (**20. ábra**).

20. ábra: Rendelkezésre álló terület

(Forrás: Saját munka)



Ezeket a szempontokat figyelembe véve a mátrix (21. ábra) utolsó oszlopában kaptunk egy végső pontszámot mely segített a beszállítói kiválasztásban, illetve könnyen kommunikálhatóvá tette a vezetőség irányába a döntés okait és annak folyamatát.

21. ábra: Beszállító kiválasztási mátrix

(Forrás: Saját munka)

Beszállító	Ár	Kivitelezési idő (megrendeléstől számítva)	Rugalmas csomagolási megoldás	Technikai támogatás	Telepítéshez szükséges helyszükséglet	Értékelés
Concetti	325,100 €	N/A	Nem	Olaszország	65m2	0.5
CHH Műszaki Kft.	243,450 €	40-45 hét	Nem	Olaszország helyi támogatással	60 m2	1.5
Verbruggen	189,310 €	25-30 hét	Nem	Hollandia	40m2	2.5
Raab-Prog Kft.	282,994 €	24-26 hét	Igen	Magyarország	25m2	4.5

Értékelési segédlet		
Színkód		Érték
	Nem elfogadható	0 pont
	Kompromissz- umos	0,5 pont
	Eltvárásoknak megfelelő	1 pont

Ezek alapján az utolsó oszlopban szereplő értéknek megfelelően a Raab-Prog Kft. csapatával folytattuk a munkát a megvalósítás felé.

4.8. Géptelepítés

A vendor kiválasztási folyamat és megrendeléseket, szerződéskötéseket követően megkezdődött a projekt kereteiben megvalósítani kívánt berendezések tervezése, installációja.

Helyszíni felmérés: A helyszíni felmérés során meghatározásra került a csomagolási folyamat folyamatárama mely alapján meg tudtuk határozni a cellában elhelyezkedő szállító szalagok és egyéb berendezések optimális helyzetét. Az elérni kívánt termelési kapacitás

érdekében a raklapozó robot helyét úgy kellett meghatározni, hogy a lehető legrövidebb úton mozogjon a zsákok felvételi pontja és a palettázó állomások közt ezzel csökkentve az üresjárat gépidőt. Ezt követően meghatároztuk a robot manipulátor munkateréhez szükséges alapterületet így ki tudtuk jelölni a fizikai kerítéssel szeparálandó területet, robot zónát. A felmérést követően ezt a terület padló jelölő szalagok használatával feljelöltük, valamint a korábban ott tárolt csomagoló anyagokat áthelyeztük. Erre azért volt szükség, hogy a területen dolgozó operátorok a telepítés megkezdése előtt megismerjék az új munkaterületet, így jelezni tudják, ha az az általuk folytatott tevékenységekben nehézséget fennakadást okoz, valamint jelezhetik jobbító ötleteiket is.

Installáció: A Raab-Prog Kft. integrátorként vállalt szerepet a projektben, ami azt jelenti, hogy a különböző berendezések (szállító szalagok, zsák adagoló, kerítés) több alvállalkozó által kerültek legyártásra azonban a Raab-Prog Kft feladata volt a rendszer elemek integrálása, valamint a komplett csomagoló cella tervezése és beüzemelése. A robot telepítését az ABB Kft. koordinálta, az általuk delegált géptelepítők, a folyamatok által meghatározott telepítési pontra rögzítettek a robot számolyt, mely a talajtól 110 cm-re emeli a robot manipulátor (22. **ábra**) bázis pontját így optimalizálva és kibővítve a robot kar lehetséges mozgás tartományát. Erre az alapra került felhelyezésre és rögzítésre a robot manipulátor.

A robotizált csomagoló cella a meglévő csávázó berendezés kiegészítése, így gondoskodni kellett az összekapcsolt gépek közti megfelelő kommunikációról. Ezt a gépek közti kommunikációs hálózatot (M2M) a főbb gépelemek közt volt szükséges kiépíteni melyet a (23. **ábra**) mutat be. Itt jól láthatóak azok a csoportok melyek önálló egységként kommunikálnak és így hálózatot alkotnak. A rendszer kivitelezése során fontos volt a különböző gépelemekért felelős vállalatok megfelelő kooperációja, hiszen a különböző HMI-ik és PLC-k közötti jelátvitel értelmezése, és feldolgozása ezt megkövetelte.

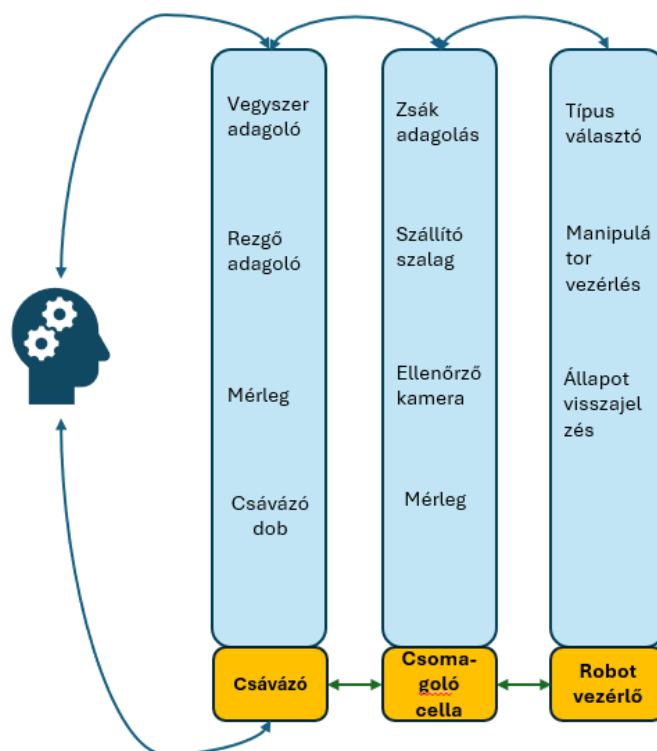
22. ábra: Robot manipulátor telepítés

Forrás: Saját munka



23. ábra: M2M kommunikációs háló

Forrás: Saját munka



A gépek fizika telepítését követően kezdetét vette azoknak a folyamatoknak az irányításáért felelős programok, feltöltése, megírása melyeket előre nem lehetett elkészíteni. Ilyen

programozási kihívást jelentet a robot programozása is amit az ABB robot stúdióval végeztek el. Mivel a robot manipulátor pontos pozícióinak (Home pozíció, zsákok és raklapok elhelyezkedése) definiálása csak telepítést követően határozható meg így ezeket a programokat a helyszínen írta és tesztelte az ABB Kft. szakembere. Az egységtrakomány képzés az előzetesen meghatározott zsákrakási sorrend alapján lett meghatározva. Ennek során a nemzetközi szállítmányozás miatt törekedni kellett az egységtrakomány stabilitására, ezért az egymást követő rétegek kötést képezve került lerakásra.

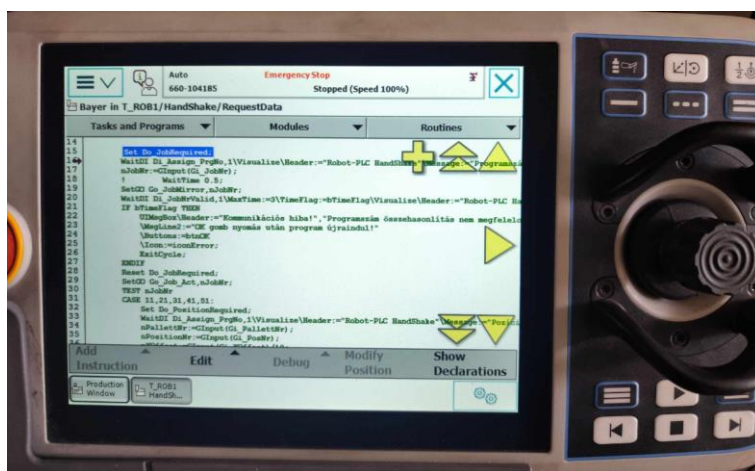
4.9. Tesztelés-átadás

A telepítési fázist követően megkezdjük az első tesztüzemet. Annak érdekében, hogy az ütemterv tartható legyen és a gépsor vissza kerüljön a termelésbe a szezon megkezdése előtt a tesztüzemet selejt vetőmag felhasználásával kezdtük meg. A tesztek során igyekeztünk a lehető legtöbb gyártás során alkalmazott csomagolási egységet kipróbálni, annak érdekében, hogy az éles üzemi próbát megelőzően tapasztalatot szerezzünk a megoldandó kihívásokkal kapcsolatban. A tesztüzem során kiderült, hogy a különböző fajsúllyal rendelkező vetőmagok kinematikai tulajdonságaik miatt eltérő módon rendeződnek a zsákokban a robot manipulátorral történő mozgatás hatására, ezért a robot programban minden egyes csomagoló egység vagy vetőmag típus váltása során beavatkozásra volt szükség.

Ekkor a munkadarabhoz viszonyított úgynevezett munkadarab 3 dimenziós (x,y,z) koordináta rendszerben el kellett tolni a munkadarabot a megfelelő lerakási pozícióra. Mivel ehhez a robot vezérlőn (24. ábra) keresztül a robot

24. ábra: Robot vezérlő

Forrás: Saját munka

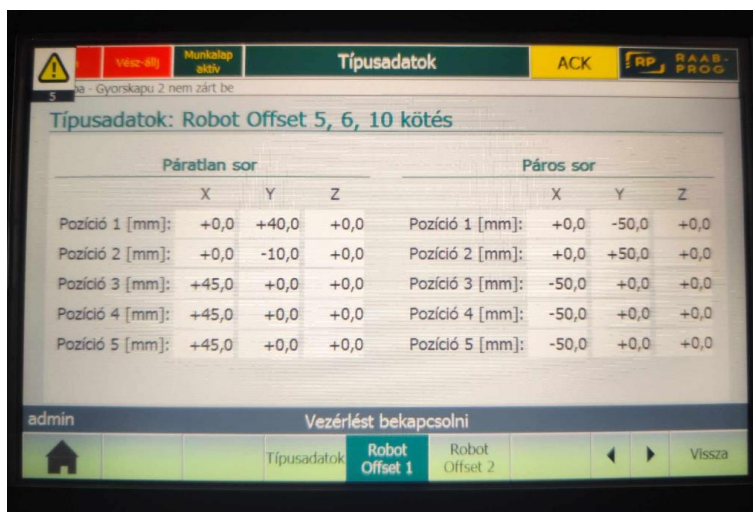


program módosítása szükséges, ami szakképzet tudást igényel ezért ez termelés közben operátori jogkörrel nem engedélyezett. Találnunk kellett egy kiegészítő megoldást, amely

biztosítani tudja a gyorsabb és egyszerűbb korrekciós tényezők megadását. Mivel a robot vezérlő és a csomagoló cella központi vezérlő egysége közvetlen kommunikációban van egymással így a csomagoló cella központi vezérlő egységének programját kiegészítettük egy korrekciós tényező (offset) menüvel. Ebben a menüben az első két lerakott sor alapján egyszerűen az érintő képernyős HMI-n keresztül (25. ábra) megadhatóak a szükséges korrekciós tényezők.

25. ábra: Csomagoló cella központi vezérlő

Forrás: Saját munka



Páratlan sor				Páros sor			
	X	Y	Z		X	Y	Z
Pozíció 1 [mm]:	+0,0	+40,0	+0,0	Pozíció 1 [mm]:	+0,0	-50,0	+0,0
Pozíció 2 [mm]:	+0,0	-10,0	+0,0	Pozíció 2 [mm]:	+0,0	+50,0	+0,0
Pozíció 3 [mm]:	+45,0	+0,0	+0,0	Pozíció 3 [mm]:	-50,0	+0,0	+0,0
Pozíció 4 [mm]:	+45,0	+0,0	+0,0	Pozíció 4 [mm]:	-50,0	+0,0	+0,0
Pozíció 5 [mm]:	+45,0	+0,0	+0,0	Pozíció 5 [mm]:	-50,0	+0,0	+0,0

Ezt követően a beállítások menthetőek sablonként így létre hozva egy adatbázist, amely megfelelő mennyiségű bevitt adat után tovább egyszerűsíti az elérni kívánt rakatkép elérését. A tesztidőszak befejezését követően, beleértve minden biztonságtechnikai elem működésének tesztjét is, valamint a szükséges érintésvédelmi és gépbiztonsági felülvizsgálatok után, a gépsort átadtuk a termelésnek.

Az első szezon során több felmerülő kihívásra kellett megoldást találnunk. Ezek a problémák szenzorok áthelyezésével, késleltetési idők módosításával, elháríthatóak voltak így az első termelési szezont nagyobb kiesés nélkül teljesítette az új robotizált csomagoló cella.

1. táblázat: Heti teljesítmény 2024. 03. Hét

Forrás: Bayer termelési adat

	Munkalapok (Db)	Legyártott Zsák (Db)	Legyártott Big Bag vagy vaskonténer (Db)	Legyártott mennyiség (Kg)	Műszak (Db)
I.gép	0	0	0	0	0
II.gép	56	6163	99	93919	2
III.gép	17	8143	120	182910	2
Dobozoló	0	0	0	0	0
Csávázatlan sor	0	0	0	0	0

A termelési adatok (1. táblázat)-ban látható eredmények alapján 2024. 3. hetében a robotizált csomagoló cellával ellátott 3-as csávázó gépen dolgozó csapat **194%-os** teljesítményt produkált az ugyan olyan 2-es csávázó géphez viszonyítva, ami azonban manuális zsákakasztás és egységrakomány képzéssel üzemel.

4.10. Kapacitáskihasználás vizsgálatok az egységrakomány-képzés során

A tesztüzem alatt továbbá megvizsgáltuk az egységrakomány képzés során alkalmazott darabárak lerakását annak érdekében, hogy a legjobb kihasználtsági szintet érhessük el az egyes egységrakományok képzése során. Ehhez megterveztünk a különböző zsáktípusoknak megfelelően többféle rakatolási módszert.

Az egységrakomány képzés során több alapvető elvárásnak kellett megfelelnünk a szállítmányozás és a megfelelő kihasználtság miatt.

Az elkészült raklapos készárú a disztribúciós központba közúti szállítmányozás útján öt tengelyes járműszerelvénnel (kamion + pótkocsi) kerül átszállításra. Az ilyen öt tengely járműszerelvények megengedett maximális össztömege legfeljebb 40 tonna. A pótot maximum 26 tonna rakománnyal tudjuk terhelni, ami az 1000*1200 mm-es raklapokkal 26db raklapot jelent. A maximálisan elérhető 26 tonnás rakomány súlyt csak abban az esetben tudjuk a leghatékonyabban kihasználni, ha a 26 db felhelyezett raklapos készárú tömege a lehető legközelebb kerül az 1 tonnához. Az egységrakomány során figyelniünk kellett arra is, hogy a zsákok ne lógnak túl a raklapon, mivel túllógás esetén nem lehet egymás mellé helyezni a két darab 1200mm széles raklapot. Továbbá a vetőmag számára fontos a környezeti nedvességtől való elszigetelés, mivel meghatározott nedvességi szinten történik a vetőmagok feldolgozása (8-12%) ezért gondoskodnunk kell, hogy a készárú szállítása és raktározása során megóvjuk a

nedvességtől. Ennek érdekében a hőkezelt raklapokra PE-fólia alátétet alkalmazunk, majd egy másik fóliával lefedjük. Ezt követően gépi zsugor fóliával egy forgó tányéros fóliázó gépen lebandácsoljuk. Ez a folyamat segíti a párazárást, illetve növeli az egységgrakomány stabilitását. Ezen kritériumok miatt végeztük el a rakatkészítéshez szükséges teszteket. Tehet ezek alapján a következő kritériumoknak kell megfelelnie az elkészített egységgrakománynak:

- Maximum 1000*1200 mm-es négyzet alapú rakomány
- ~ 1000 kg maximális össztömeg
- Stabilitás
- Környezeti nedvesség és magas páratartalom elleni ellenállóság

A tesztek során kidolgoztunk a különböző zsáktípusoknak megfelelő elrendezési térképeket a 26. ábrán a 350-es zsákra vonatkozó elrendezés látható.

1. 350*570*110mm-es zsákméret 10-es kötés:

26. ábra: 10-es kötés

Forrás: Saját munka



Ebben a kötésben a legkisebb zsákméret raklapozását végeztük el. Egy zsák maximális töltőszálya 8 kg, ekkor érhető el a legjobb kihasználtság ebben a zsáktípusban. Ebben az esetben $1000\text{kg}/8\text{kg} = 125$ db töltött zsák. Ez 12 egész sort jelen. Mivel a raktározás sor a kész egységgrakományok rakatolva kerülnek tárolásra ezért csak teli sorok kerülnek csomagolásra

azaz ebben az esetben 12 sor kerül egy raklapra ami 12*10*8kg azaz összesen 960kg ez **96%-os kihasználtságot jelent.**

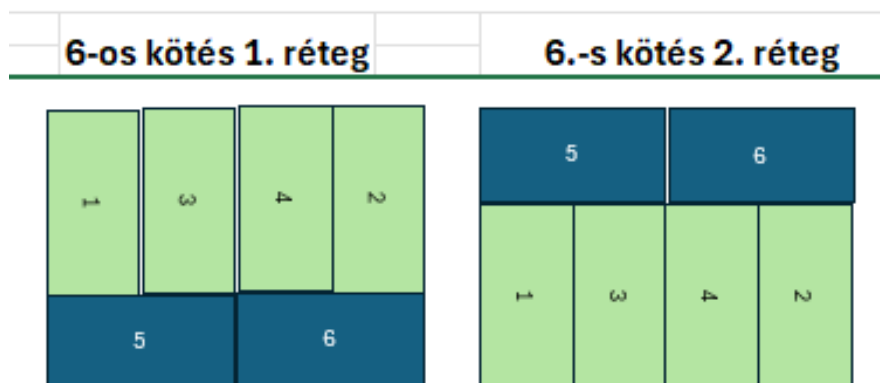
2. 400*740*110mm-es zsákméret 6-os kötés:

A következő zsákméret csomagolása során eltérő módon és sorrendben helyeztük fel a zsákokat a raklapra ezt a 27. ábra szemlélteti. A hatékonyabb és stabilabb kialakítás miatt.

A stabilitás növelése érdekében a páratlan és páros rétegek egymáshoz képest 180 fokban elforgatva kerülnek elhelyezésre és erősebb kötés alakítható ki a különböző rétegek közt. Az adott zsáktípus maximális töltőszúlya 13,5 kg így $1000\text{kg}/13,5\text{kg} = 74,07\text{db}$ ezt az eredményt osztva a rétegek darabszámával megkapjuk a maximálisan elhelyezhető zsákdarabszámot: $74,07/6 = 12,34$ ez egész rétegre kerekítve 12 réteget jelent, azaz egy egységgrakomány ebből a zsáktípusból $12*6*13,5\text{kg} = 972\text{ kg}$ ez azt jelenti, hogy az egységgrakomány építése során **97,2 %-os kihasználtság** érhető el.

27. ábra: 6-os kötés

Forrás: Saját ábra

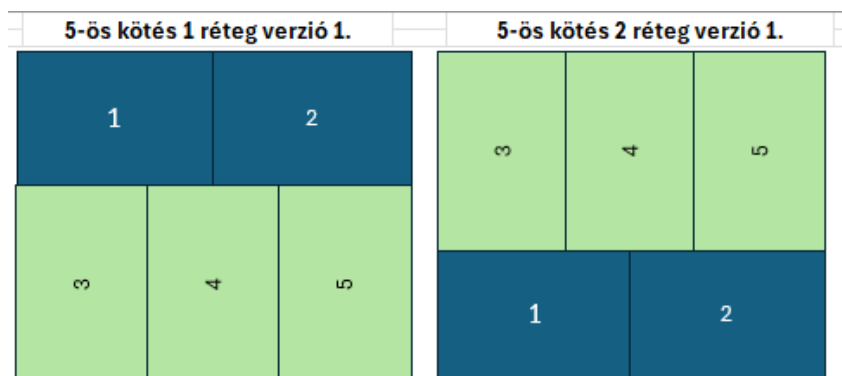


A legnagyobb kihívást 450*740*110 és 500*740*110-es méretű zsákoknál alkalmazott 5-ös kötés jelentette. Ebben az esetben a zsák töltöttségi színté és a benne elhelyezett vetőmag fajta nagy mértékben befolyásolta a raklapon történő pontos elhelyezkedést. Abban az esetben, ha a zsákokat pontatlanul vagy nem a legoptimálisabb sorrendben helyeztük el gyakran instabil vagy a raklap alapterületén túllógó egységgrakományt kaptunk. A 28. ábrán látható elrendezés során a rétegeket a raklap 1200 mm-es oldalával párhuzamosan helyezett zsákokkal kezdtük építeni (1. zsák 2. zsák) majd folytattuk a raklap 1000 mm-es oldalával párhuzamos zsákokkal az egyik

szélétől elkezdve sorban haladva (3. zsák 4.zsák 5.zsák) aminek eredményeként gyakran az 5. zsák lelógott a raklap síkjából.

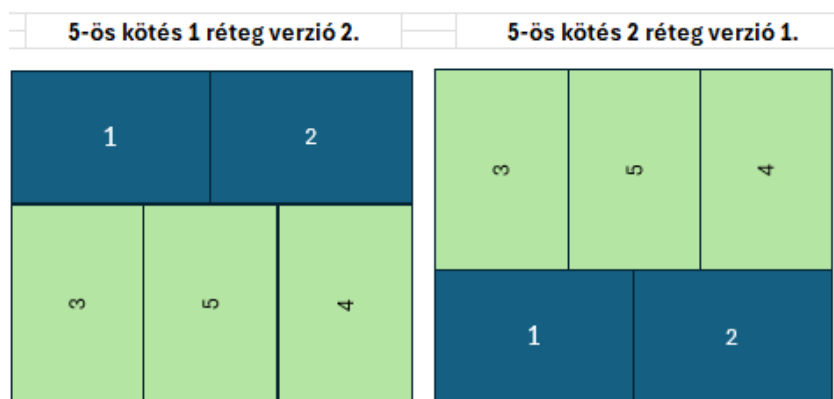
28. ábra: 5-ös kötés verzió 1.

Forrás: Saját munka



Annak érdekében, hogy ezt a jelenséget el tudjuk kerülni más rakatolási sorrendet dolgoztunk ki, amit a 29. ábra szemléltet.

29. ábra: 5-ös kötés verzió 2.



Ezzel a módszerrel a raklap 1000 mm-es oldalával párhuzamos zsákokat úgy helyeztük el, hogy először a két szélső zsák került felhelyezésre, majd ezt követően a réteg közepén üresen maradt 5. zsák helyet töltöttük fel. Így a szélső zsákok nem lógtak túl a raklap alapterületén.

A 450-es zsáktípus esetén elérhető maximális töltőszűly 19 kg ebből az előzőkben bemutatott kalkuláció alapján kiszámítható, hogy maximum 10 teljes réteg alakítható ki egy egységgrakományon, ami 950 kg töltő tömeget jelet így a kihasználtság **95%-os** míg ugyan ez az érték az 500-as zsák esetén a maximális 23 kg töltőszűlyt figyelembe véve 8 teljes sort jelent, ami 920 kg töltőszűlyt eredményez azaz **92 %-os kihasználtságot** eredményez. Amit az 5. összefoglaló táblázatban is megtekinthetünk.

2. táblázat: Egységrakomány kihasználtsági szint

Forrás: Saját munka

350*570*110	0-8	96%
400*740*110	8-13,5	97,2%
450*740*110	13,5-19	95%
500*740*110	19-23	92%

Ezek alapján az eredmények alapján kijelenthető, hogy a legjobb kihasználtságot logisztikai szempontból a 400*740*110 mm zsákok alkalmazásával érhetjük el azonban a vevői igények kielégítése miatt nem korlátozhatjuk a csomagolási egységeinket csak erre a csomagoló anyagra ezért dolgoztunk ki hatékony minden esetben 90% feletti hatékonyságú, de eltérő méretű zsákokra alkalmazható elhelyezési sorrendet.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

5.1. Következtetések

5.1.1. Elsődleges eredmények

A projekt megvalósítása során telepített ABB IRC 660 palettázó robot lehetővé tette a korábban manuálisan végzett, gyakran 20 kg-os súlyt is meghaladó zsákok mozgatásának automatizálását. Ezzel a megoldással nem csupán a gép kapacitását tudtuk több mint 190 %-al növelni, hanem csökkentettük a nehéz fizika és repetitív munkafolyamatokat is. Az automatizálásnak köszönhetően kiváltottuk 3 fő raklapozó pozíciót, ami segítette a munkaerőhiány okozta kihívások kezelését. A megtakarítást az NPV számítás során számszerűsítve $3\text{ fő} \cdot 17\,242\text{ €} = 51\,726\text{ €/év}$ összeget jelent. Továbbá köszönhetően a többtengelyes ipari robot alkalmazásának ellentétben más padlószinti vagy magasépítésű raklapozó, meg tudtuk tartani a gépsor rugalmasságát, ami garantálja a sokféle csomagolási egység gyártásának lehetőségét. Az ezekhez hasonló a pozitív eredményeket több ipari automatizálással foglalkozó szakirodalom is alátámasztja.

5.1.2. Gépek közötti kommunikáció (M2M)

A robotizáció következtében kiépítésre került M2M kommunikációs hálózatnak köszönhetően olyan automatizáltsági szintet sikerült elérnünk melynek köszönhetően, növelni tudtuk a késztermék csomagolására és mennyiségére vonatkozó minőségét. A csomagoló cellába integrált ellenőrző kamera, garantálja, hogy csak olyan zsákos késztermék kerüljön az egységtrakományba, amely a zsákszáj lezárása során megfelelően el lett látva az információs címkével és a varrás is tökéletes. A beépített mérleg pedig lehetővé teszi, hogy garantáljuk az MSZ EN ISO 9001:2015 szabványban foglalat töltő súly ellenőrzést, valamint ezen mért adatoknak digitális tárolását, manuális beavatkozás nélkül. A termelési adatok tárolását és exportálását követően, ezeket az adatokat felhasználva jobb és pontosabb kapacitási és gép kihasználtsági vizsgálatok készíthetők, melyek segítségével optimalizálni tudjuk a folyamatokat melyek a feldolgozás során nem megfelelő hatékonysággal működnek.

5.2. Javaslatok

5.2.1. Hármasképsor további fejlesztése

A képsoron további kapacitás növekedés érhető el, abban az esetben, ha a vetőmag csávázás ciklus idejét lecsökkentjük. A manuális egységprogramozás során a standard munka táblázatból leolvasható, hogy a leginkább időigényes tevékenység a kézi munkaidő volt, azonban, ha a csávázás nem közvetlen a zsák töltése előtt történne, hanem egy puffer tárolót alkalmaznánk akkor nem korlátozná a kiszerelés sebességét a vetőmag kezelésének folyamata így megtakaríthatnánk a 2. Dob töltés (2s) 3. Vegyszer adagolás (4s) 4. Keverési idő (5s) folyamatok ciklus idejét így összesen további 11 másodperccel gyorsíthatnánk a vetőmag kezelését.

5.2.2. További képsorok automatizálása:

A Famosi telephelyen további két vetőmag feldolgozó sor üzemel melyek potenciális lehetőséget biztosítanak az elvégzetthez hasonló automatizálási projekthez. A 2-es csávázó képsor megegyezik a 3-as képsor automatizálás előtti állapotával, így oda egyszerűen implementálható, a jelenlegi projekt során megvalósított automatizálási megoldás. Azonban kapacitás növekedés szempontjából az 1-es képsor nagyobb lehetőséget biztosít tekintve, hogy azon a képsoron folyamatos csávázási rendszer került kialakításra így ott már megvalósításra került egy puffer tároló beépítése, azaz nem korlátozni a vetőmag kezelési folyamat a kiszerelési folyamatot.

5.2.3. További piaci lehetőségek felkutatása

Mivel a telephelyen végzet automatizálási projekt megmutatta, hogy nagy kapacitás növekedés érhető el a csomagolás automatizálásával, valamint az előző két fejlesztési javaslat is arra mutat rá, hogy további potenciál áll rendelkezésre a famos telephelyen, így érdemes lenne a meglévő portfólió (borsó, bab, csemegekukorica) bővítése további nagymagvú vetőmagokkal pl.: lencse, spenót, dinnye, így a piaci eladások növekedésével kihasználhatnánk az automatizálásban rejlő további lehetőségeket.

6. ÖSSZEFOGLALÁS:

Szakedolgozatomban globális szinten piacvezető Bayer AG vetőmag feldolgozó vállalat farmosi vetőmag üzemében megvalósított csávázó-csomagoló gépsor automatizálási projektjét vizsgálom meg mind projekt menedzsment mind pedig műszaki oldalról. Megvalósul a projekt előkészületeihez szükséges kalkulációk (NPV, megtérülés számítás) elvégzése, melyek az üzleti tervdokumentáció alapjait adják, valamint az üzleti racionalitást támasztják alá. A célok kitűzése érdekében standart munkatáblázat készül, amely segít megismerni a projekt megvalósulása előtti munkafolyamatokat, illetve a manuális egységrakomány képzéssel elérhető kapacitásokat. A projekt megvalósítása és pénzügyi racionalitásának alátámasztása érdekében számításokat végeztem az automatizálás megvalósításával elérhető kapacitás növekedésre, mely meghaladta az előzetes célként kitűzött 160%-ot így 192%-os kapacitás növekedés vált elérhetővé, ami többletbevételt eredményez a vállalat részére.

Továbbá a beszállítói ajánlatok beérkezését követően, táblázatos formában összevetés készült a projekt elvárásaival és erőforrásaival mely ez alapján minősítő pontrendszert alkalmazva a megfelelő beszállító kiválasztását eredményezte. Ismertetem a vállalat által használt projekt menedzsment rendszert, valamint az időtervet.

A dolgozat további részében elemzésre kerülnek a géptelepítés különböző lépései. Itt megismerhetővé válnak a résztvevő vállalatokat, a meglévő gépsor kiegészítésével kapcsolatos kihívások, a robot manipulátor telepítése a kapcsolódó vezérlő elemekkel, továbbá az M2M (machine to machine) hálózat kialakításának elemeit.

A géptelepítést befejezően ismertetem a tesztüzem során tapasztalat problémák megoldását, valamint az első termelési ciklusban elért eredményeket. Kidolgozásra kerül egy egységrakomány-képzés kapacitás kihasználtságának maximalizálásra irányuló rakatkészítési eljárás. A manuális raklapozásról gépi, robotizált egységrakomány képzésre történő átálláshoz szükséges rakatolási minták kidolgozása is megvalósul.

Ezt követően áttekintés készül a projekt során összegyűjtött információk alapján azokról a következtetésekről, melyek fontosak lehetnek egy jövőbeni fejlesztési projekt során, és hasznos információt biztosítanak. Javaslatokat teszek a projekttel érintett gépsor további kapacitás fejlesztési lehetőségekre, illetve áttekintem a piaci értékesítés bővítésének felkutatásának lehetőségét, a célból hogy további csávázó gépsorok automatizálása valósulhasson meg.

6.1. Summary

The goal of my thesis is to present the automation projekt of the seed processing line implemented at the seed plant of Bayer Hungária Kft. in Farnos, covering both projekt management and technical aspects. I conduct the necessary calculations for the projekt preparations (NPV, return on investment calculations), which form the basis of the business plan documentation and support the business rationale. To achieve the set goals, I create a standard work chart that helps to understand the workflows prior to the projekt's implementation and the capacities achievable with manual unit load formation. I also introduce the projekt's stakeholders and present the projekt organization.

In my thesis, I performed an analysis of the quotations received from suppliers, compared them in tabular form with the projekt's expectations and resources, and based on this, I created a scoring system for selecting the appropriate supplier. I introduce the projekt management system used by the company, as well as the projekt timeline.

In the later sections of the thesis, I present the various steps of the machine installation. Here, I describe the participating companies, the challenges related to the integration of the existing production line, the installation of the robot manipulator along with the associated control elements, as well as the components of the M2M (machine-to-machine) network setup.

Following the completion of the machine installation, I present the solutions to the problems encountered during the test run, as well as the results achieved in the first production cycle. Subsequently, I summarize the conclusions drawn from the information gathered during the projekt, which may be important for future development projekts and provide valuable insights. Furthermore, I propose suggestions for further capacity development opportunities for the production line involved in the projekt. Additionally, I recommend exploring the possibilities of expanding market sales to capitalize on the potential of additional seed treatment lines automization.

IRODALOMJEGYZÉK:

1. Accenture,2016.Accenture.[Online]
Available at: <https://newsroom.accenture.com/news/2016/many-manufacturers-not-prepared-to-harness-benefits-of-digital-technologies-despite-plans-to-invest-heavily-in-ai-and-related-technologies-according-to-accenture-report>
[Hozzáférés dátuma: 29 07 2024].
2. Benkő, J., 2013. *Anyagmozgató gépek és eszközök*. harmadik szerk. Gödöllő: Szent István Egyetemi Kiadó .
3. CncMedia,2019.cnc.[Online]
Available:<https://www.cnc.hu/2019/09/az-ipari-robotokrol/>
[Hozzáférés dátuma: 29 07 2024].
- 4.Cserhádi, G., 2023. *Projektmenedzsment a K+F+I térben*. www.akademiai.hu: Akadémiai Kiadó.
5. Cyberweld,2024.cyberweld.[Online]
Available:<https://www.cyberweld.co.uk/advantages-and-disadvantages-of-cobots>
[Hozzáférés dátuma: 29 07 2024].
6. Deutsch, N. & Jelen, T., 2019. *Üzleti és projekttervezés*. www.akademiai.hu: Akadémiai Kiadó.
7. Dodd,P.,2022.Fiberroad.[Online]
Available:<https://fiberroad.com/hu/resources/new-trends/what-is-industry-4-0/>
[Hozzáférés dátuma: 29 07 2024].
8. Ellensúly,2022.ellensuly.hu.[Online]
Available:<https://ellensuly.hu/robotok-a-negyedik-ipari-forradalomban/>
[Hozzáférés dátuma: 05 08 2024].
9. Erdei, E., 2018. Gyártásközi tevékenységek teljesítményének vizsgálata. *Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok*, 13. kötet, pp. 141-150.
10. Fame,R.H.o.,2003.robotalloffame.[Online]
Available:<http://www.robotalloffame.org/inductees/03inductees/unimate.html>
[Hozzáférés dátuma: 05 08 2024].
11. Fine, D. és mtsai., 2018. *Átalakuló munkahelyek: az automatizálás hatása Magyarországon*, H.n.: McKinsey&Company.

12. Frey, C. B. & Osborne, M. A., 2013. *The Future of Employment*. Oxford: Oxford Martin School.
13. Graham, N., C. Layton, M., Morrow, D. & E. Portny, S., 2020. *Projekt Management All-in-One*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc Hoboken.
14. Henci, T., 2017. *Gyartastrend*. [Online]
Available: <https://gyartastrend.hu/cikk/mi-kell-a-robottelepiteshez>
[Hozzáférés dátuma: 29 07 2024].
15. KSH, 2021. *Központi-Statistikai-Hivatal*. [Online]
Available: <https://www.ksh.hu/munkaero>
[Hozzáférés dátuma: 08 06 2024].
16. Özdemir, V. & Hekim, N., 2018. Birth of Industry 5.0: Making Sense of Big Data with Artificial Intelligence, “The Internet of Things” and Next-Generation Technology Policy.
17. *OMICS: A Journal of Integrative nBiology*, 22(1).
18. PMBOK, 2020. *Projektmenedzsment útmutató*. hatodik szerk. Budapest: Akadémiai Kiadó.
19. Steger, A., 2024. *Kassowrobots*. [Online]
Available: <https://www.kassowrobots.com/blog/what-is-a-palletizer>
[Hozzáférés dátuma: 29 07 2024].
20. Tanca, V., Kutrovács, L., Szalay, T. & Zentay, P., 2021. *Robotszimulációs rendszer megfelelőségének ellenőrzése valós robotos kísérlettel*. Budapesti Műszaki és
21. Gazdaságtudományi Egyetem, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem.
22. Vörös, J., 2018. *Termelés- és szolgáltatásmenedzsment*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
23. Westinghouse, T.R.o., 2023. *History-Computer*. [Online]
Available: <https://history-computer.com/technology/elektro-of-westinghouse/>
[Hozzáférés dátuma: 05 08 2024].
24. Zéman, Z. & Béhm, I., 2019. *Módszertan vállalkozások pénzügyi teljesítményének mérésére*. www.akademiai.hu: Akadémiai Kiadó.

ÁBRA ÉS TÁBLÁZAT JEGYZÉK:

1. ábra: Gantt diagramm	9
2. ábra: Tevékenységeket nyílként értelmező háló időterv	9
3. ábra: 15-64 év közti népesség foglalkoztatottsági aránya.....	11
4. ábra: Hagyományos padlószinti raklapozó	16
5. ábra: Hagyományos magas szintű raklapozó	17
6. ábra: Kollaboratív robot (cobot)	18
7. ábra: ABB IRB660 4 tengelyes raklapozó robot	19
8. ábra: ABB IRB660 digitális iker.....	20
9. ábra: Robotokkal szembeni attitűd.....	22
10. ábra: Megtérülési időszámítás.....	24
11. ábra: Nettó jelenérték összevont alakban.....	25
12. ábra: standart munka ciklusidő	25
13. ábra: Projekt organisation	28
14. ábra: Robotizált raklapozó cella.....	32
15. ábra: 3 éves értékesítési mutató	33
16. ábra: Feldolgozott vetőmag mennyiség 2018-2022	34
17. ábra: 2022 évi termelési szezon	37
18.a,b,c ábra: Időterv Baysim.....	38
19. ábra: Projekt időterv.....	40
20. ábra: Rendelkezésre álló terület	41
21. ábra: Beszállító kiválasztási mátrix	42
22. ábra: Robot manipulátor telepítés	44
23. ábra: M2M kommunikációs háló	44
24. ábra: Robot vezérlő	45
25. ábra: Csomagoló cella központi vezérlő	46
26. ábra: 10-es kötés	48
27. ábra: 6-os kötés	49
28. ábra: 5-ös kötés verzió 1.	50
29. ábra: 5-ös kötés verzió 2.	50
1. táblázat: STRACO táblázat részlet	26

2. táblázat: Csomagolási egységek, töltő súly	29
3. táblázat: Standard munka ciklusidő táblázat.....	30
4. táblázat: Heti teljesítmény 2024. 03. Hét.....	47
5. táblázat: Egységrakomány kihasználtsági szint.....	51

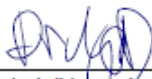
NYILATKOZAT

Balog Csaba Mihály (hallgató Neptun azonosítója: CH0KG9) 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

Kelt: Gödöllő, 2024. október 24.


belső konzulens

¹ A megfelelő alá húzandó.

NYILATKOZAT

szakdolgozat nyilvános hozzáféréseről és eredetiségéről

A hallgató neve: Balog Mihály Csaba _____
A Hallgató Neptun kódja: CH0KG9 _____
A dolgozat címe: Automatizálás az agráriumban: Robotizált vetőmag feldolgozás a Bayer Hungária Kft.-nél
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Műszaki Menedzsment Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat 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 szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

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

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

Kelt: Tápiószéle, 2024. október 10.


Hallgató aláírása