

# **SZAKDOLGOZAT**

**Klung Norbert**

**2025**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Szent István Campus**

**Műszaki Intézet**

**gépészmérnök alapképzési szak**

**Léptető Készülék Tervezése Lánccsap Elütő Berendezéshez**

**Belső konzulens:** Dr. Kátai László  
Intézetigazgató-helyettes

**Belső konzulens**

**intézete/tanszéke:** Gépszerkeztani Tanszék

**Külső konzulens:** Deli László  
tulajdonos

**Készítette:** Klung Norbert

**Gödöllő**

**2025**

## Tartalomjegyzék

1	Bevezetés és célkitűzés .....	2
2	Tervezéshez felhasznált szakirodalmi áttekintés.....	3
2.1	A Hidroster bemutatása .....	3
2.1.1	A Hidroster részei.....	4
2.2	A Serlegvonó lánc .....	5
2.2.1	Göngös láncok.....	5
2.2.2	Göngös láncok felépítése .....	6
2.2.3	A serlegvonó lánc szerepe .....	7
2.2.4	A lánc gyártástechnológiája.....	8
2.2.5	Szegecskötések .....	9
2.2.6	Az Excenterprés .....	10
2.2.7	Radiális szegecselés .....	11
2.3	Ipari automatizálás és elemei.....	12
2.3.1	Pneumatikus munkahengerek .....	13
2.3.2	PLC .....	14
2.3.3	Érzékelők az automatizálásban.....	16
2.3.4	Lineáris vezeték .....	17
3	A tervezés menete és az egység bemutatása .....	19
3.1	A tervezett szerkezet bemutatása .....	19
3.2	Tervezési szempontok.....	23
3.3	Terhelések számítása.....	24
3.4	Munkahengerek kiválasztása.....	25
3.5	Lineáris vezeték kiválasztása és ellenőrzése .....	28
3.6	VEM ellenőrzések.....	30
3.6.1	Megfogó pofa ellenőrzése.....	30
3.6.2	Összekötő rúd ellenőrzése .....	31
3.7	Gyártási költségek .....	32
4	Következtetések és javaslatok .....	34
5	Összefoglalás.....	35
6	Irodalomjegyzék.....	36

# 1 Bevezetés és célkitűzés

Dolgozatomban az InnovaSter-Trade Kft. fő termékének a Hidrosternek egyik fontos komponense gyártástechnológiai fejlesztését dolgozom fel. Munkám során a serlegvonó lánc szegecselését végző berendezésre tervezek léptető automatikát, aminek célja leváltani a jelenlegit és kiküszöbölni annak hiányosságait. A készülék modelljét és rajzait az Autodesk Inventor Professional 2025 3D tervezőprogramban fogom elkészíteni. A végeelem módszeres ellenőrzést pedig az Inventor beépülő moduljával fogom elvégezni.

A jelenleg használt léptető mechanizmus csak a 75mm osztású serlegvonó lánc gyártására alkalmas, mivel nincs benne állítási lehetőség. Ugyanakkor a berendezés fejlesztése közben olyan problémákba ütköztek az egyik Hidroster típusnál amire a megoldás egy 125mm osztású lánc gyártása volt.

Jelenleg ennek a láncnak a gyártására nincs automatizált léptető. Az ütköztetést és a szegecselést a jelenlegi készülékben végzik, de a léptetést kézi mozgatással hajtják végre. Ez az egyik oka, hogy lecserélik a jelenlegi léptető mechanizmust egy olyanra, amivel mindkét lánc típus gyártása megoldható kézi mozgatás nélkül a szegecselőgép közelében. A másik ok, hogy a szegecselő gépet technológiai okok miatt excenterprésről radiális szegecselőgépre cserélték.

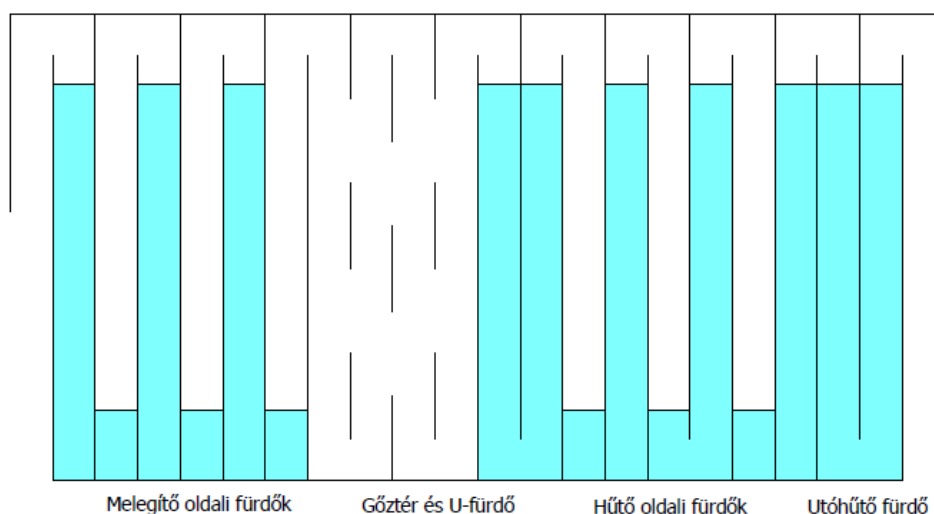
## 2 Tervezéshez felhasznált szakirodalmi áttekintés

### 2.1 A Hidroster bemutatása

Az InnovaSter-Trade Kft. által gyártott termék egy a konzerviparban elterjedt sterilizáló berendezés, mely a konzervek hosszútávú tartósságát adalékanyag, illetve tartósítószer mentesen biztosítja. A sterilizálás 100 °C fölött, állandó nyomás mellett zajlik. A berendezésben lehetőség van különböző átmérőjű üveges, és fémdobozos konzervek hőkezelésére is. A Hidroster márkanévű gép egy folyamatos üzemű Osztott Hidrosztatikus Sterilizáló, rövidítve OHS.

Az OHS nem a hagyományos értelemben vett nyomástartó edény, mivel a nyomástartó edényrendszere sorba kapcsolt vízoszloppárokból áll, ami így lehetővé teszi, hogy a két végén nyitott edényzet belsejében létrejöhessen a hőkezeléshez szükséges nyomás.

Mint az az 1. számú ábrán látható az edényrendszer négy fő részre osztható. Középen található a gőztér, ami a legmagasabb hőmérséklettel és nyomással rendelkező tér. Két oldalán helyezkednek el a Melegítő, illetve a Hűtő oldali fürdők, melyekben a hőmérséklet és nyomásértékek a gőztér felé haladva növekednek, majd a gép közepétől csökkennek. A berendezés végén az utóhűtő fürdő található, ami a technológiában előírt kilépési maghőmérsékletet biztosítja. [1.]



1. ábra Hidroster keresztmetszete és vízoszlopai - Saját ábra

Hőkezelő berendezéseket üzem szerint két nagy csoportra osztjuk, folyamatos és szakaszos üzemű berendezések.

A folyamatos üzem a Hidroster példáján keresztül bemutatva azt jelenti, hogy a berendezésbe folyamatosan adagoljuk a konzerveket a Beadagolónak nevezett részegységben, áthaladnak a nyomástartó edényzeten, amiben a hőkezelés zajlik, és az úgynevezett Kiadagolóból ugyanebben az ütemben jönnek ki a már csírátlanított konzervek. Ez a fent említett nyitott edényrendszer miatt kivitelezhető.

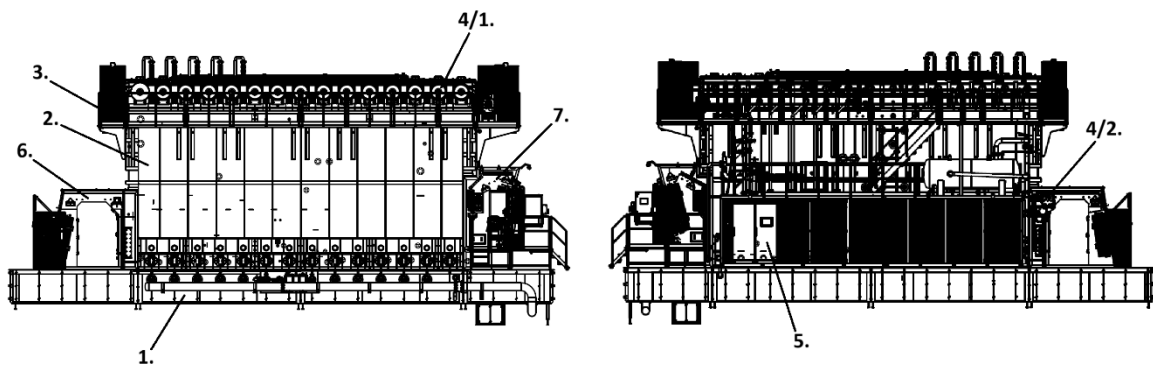
### 2.1.1 A Hidroster részei

A 2. számú ábrán látható, hogy a berendezés hét fő egységből áll. A Gépalap (1.) ami a földre betonozva biztosítja a berendezés pozícióját, és a serlegvonó lánc itt tér vissza a berendezés elejére. A Nyomástartó edényzet (2.) amely az előző fejezetben kifejtett funkciókon kívül minden egyéb részegység rögzítésére szolgál. A Pódium rendszer (3.) tartalmaz biztonsági elemeket, biztosítja a feljutást az OHS felső részére, valamint az itt található egységek karbantartását segíti.

A Hajtás (4.) négy fő részből áll. A felső tengelysor (4/1.), ami a berendezés főhajtásaként szolgál. A sterilizáló külső részén ezek a tengelyek kapják a hajtást 32B-s lánchajtáson keresztül az OHS fő hajtóművéről, és ezek a tengelyek viszik át a hajtást a gép belsejében található serlegvonó láncre. A berendezés elején található egy segédhajtómű (4/2.), ami a gépalapon segít áthúzni a láncot. Ezen kívül a hajtás részét képezik a különböző terelő, feszítő és kompenzáló tengelyek.

A berendezés úgynevezett csőoldalán található az OHS energia ellátását biztosító Energia Ellátó Blokk (5.). Ez magában foglalja a működéshez szükséges gőz, víz, sűrített levegő hálózatot, elektromos tápellátást, illetve az OHS vezérlő egységét.

A gép elején és végén található az előző fejezetben már említett Beadagoló (6.) és Kiadagoló (7.), funkciójuk a konzervek be- és kijuttatása a Serlegekbe, amik a serlegvonólánchoz rögzítve viszik végig a konzerveket a sterilizáló fürdőiben, erről bővebben a következő fejezetben fogok írni.



2. ábra - Hidroster részei; a. - Kezelő oldali nézet; b. - Csőoldali nézet - Saját ábra

## 2.2 A Serlegvonó lánc

Ebben a fejezetben bemutatom azt a gyártmányt és a hozzá tartozó gyártási technológiát, amelyhez a dolgozatom témáját adó továbbító automatikát tervezem. Kitérek a görgős láncok felépítésére, a gyártmány szerepére a berendezésben, bemutatom az ide vonatkozó szegecselési technológiákat.

### 2.2.1 Görgős láncok

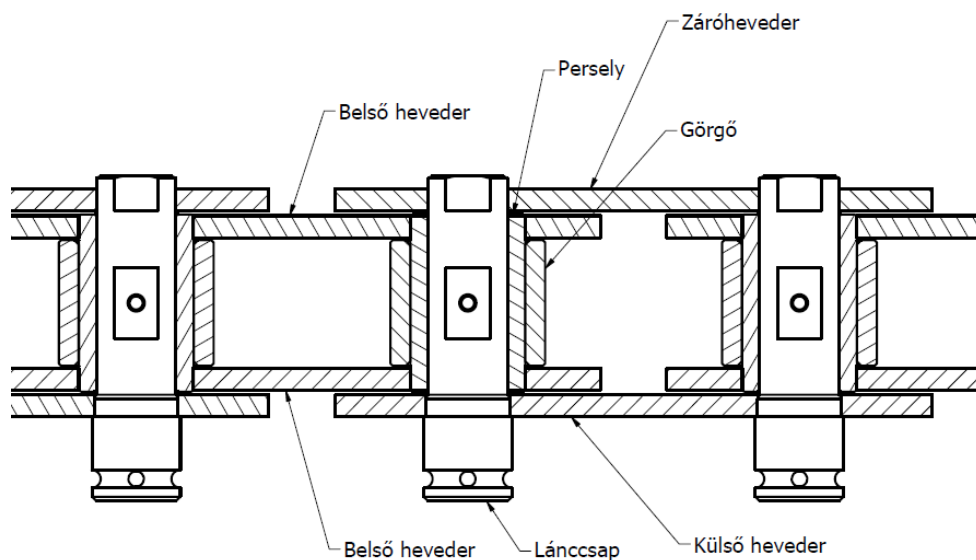
A láncok napjainkban az ipar számos olyan területén elterjedtek, ahol erőátvitel vagy anyagok mozgatása szükséges. A lánchajtás legfőbb előnyei közé tartozik, hogy jól alkalmazható kis és nagy tengelytávokon, és utóbbi esetben költséghatékonyabb a fogaskerék hajtásnál. Rugalmasságának köszönhetően jól alkalmazható tengelykapcsoló beépítése nélkül olyan berendezésekben, ahol jelen van a lökészerű igénybevétel. [5.] A lánchajtás kevésbé érzékeny a szennyeződésekkel szemben, ezért alkalmazása elterjedt a mezőgazdaság és élelmiszeripar jelentős berendezéseiben.

A görgős láncok megjelenése az 1880-as évekre tehető, ugyanis ebben az évtizedben lett benyújtva a szabadalom. Azóta számos fejlesztésen esett át, a különböző iparágak különböző igényeit kielégítendő. Ezek vonatkoztak mind az anyaghasználatra, mind a hevederek alakjára, valamint a görgők átmérőjének hatására is. [3.]

Az acél csuklósláncok ezen fajtájának nagy előnye a kopásállóság, amit a görgős konstrukciónak köszönhet, mivel így a lánckerék fogaival érintkező felület gördül, ezért nincs nagy mértékű súrlódásnak kitéve egyik felület sem.

### 2.2.2 Görgős láncok felépítése

A görgős lánc felépítését a berendezésünkben használt lánc példáján keresztül mutatom be. A 3. ábrán jól látható, hogy a lánc külső és belső tagokból áll. A belső tag áll két darab belső hevederből, amelybe a két darab bronzpersely, és két darab görgő kerül. A külső tag részei a két darab külső heveder, és a két darab lánccsap. Esetünkben a két külső heveder különbözik egymástól a belső kivágásokat illetően, ennek gyártástechnológiai okai vannak, amit egy későbbi fejezetben bővebben kifejtek.

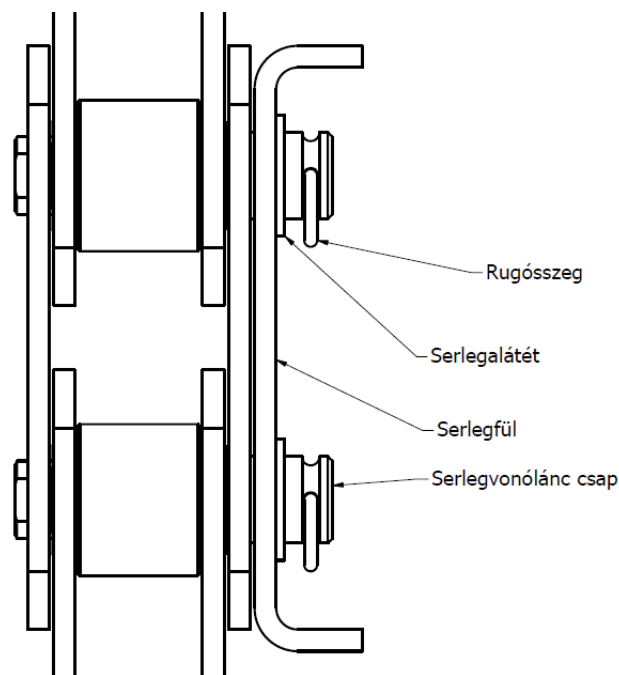


3. ábra Görgős lánc felépítése - Saját ábra

A csap és a bronzpersely illesztését, a persely és görgő illesztését, valamint a tagok tengelyirányú játékát mindig a felhasználási területnek megfelelően kell kialakítani, így biztosítva a lánc hajlékonyságát.

### 2.2.3 A serlegvonó lánc szerepe

Az 2.1 fejezetben bemutatott berendezésben fontos szerepe van a serlegvonó láncnak. Ebben az esetben a lánc nem erőátviteli szerepet lát el, így a teherhordó láncok kategóriájába tartozik. Mint az az alábbi ábrán látható a lánccsap egyedi kialakítása miatt tudunk a láncre hordozó elemet erősíteni. A berendezésben kettő darab rögzítési oldallal egymás felé fordított végtelenített lánc található, amire így a serlegnek nevezett szállító elem beszerelésre kerülhet. Az elem rögzítését egyedileg készített két milliméter vastag laposlátét és egy rugós szeg biztosítja.



4. ábra Serleg rögzítése a serlegvonó lánchoz - Saját ábra

A rögzítés módja miatt a serlegvonó lánc beszerelésekor különös figyelmet kell fordítani arra, hogy a két ág párhuzamosan legyen bevezetve a berendezésbe, mivel ellenkezője a későbbiekben problémát okozhat. Ugyan ezen okból kifolyólag a vonzó tengelyek gyártásakor a lánckerekek lánckerék agyhoz történő rögzítése során nagy precizitással kell biztosítani, hogy az egy tengelyen két oldalon elhelyezkedő vonzó lánckerekek fogai között ne legyen szögeltérés.

## 2.2.4 A lánc gyártástechnológiája

A lánc hevederjeit lézervágással gyártatjuk, így miután beérkeztek üzemünkbe az első lépés a köves koptatóban való sorjáltlanítás.

Következő lépésként a belső tagok szerelését végezzük, ami a belső hevederek 125°C-ra kemencében történő egyenletes felmelegítésével kezdődik. Miután ez elkészült a gyártás a bronzperselyek belső hevederbe való sajtolásával folytatódik, majd jön a görgők felhelyezése a perselyekre, végül a másik belső hevedert sajtoljuk az 5. ábrán látható préssel, ami a felmelegítés miatt jobb eredményt ad mintha szobahőmérsékletű alkatrészrel dolgoznánk. Az így elkészült belső tagot készülékben dörzsárazzuk, ezzel biztosítva a lánccsap és persely közti csapágyhézag pontosságát.

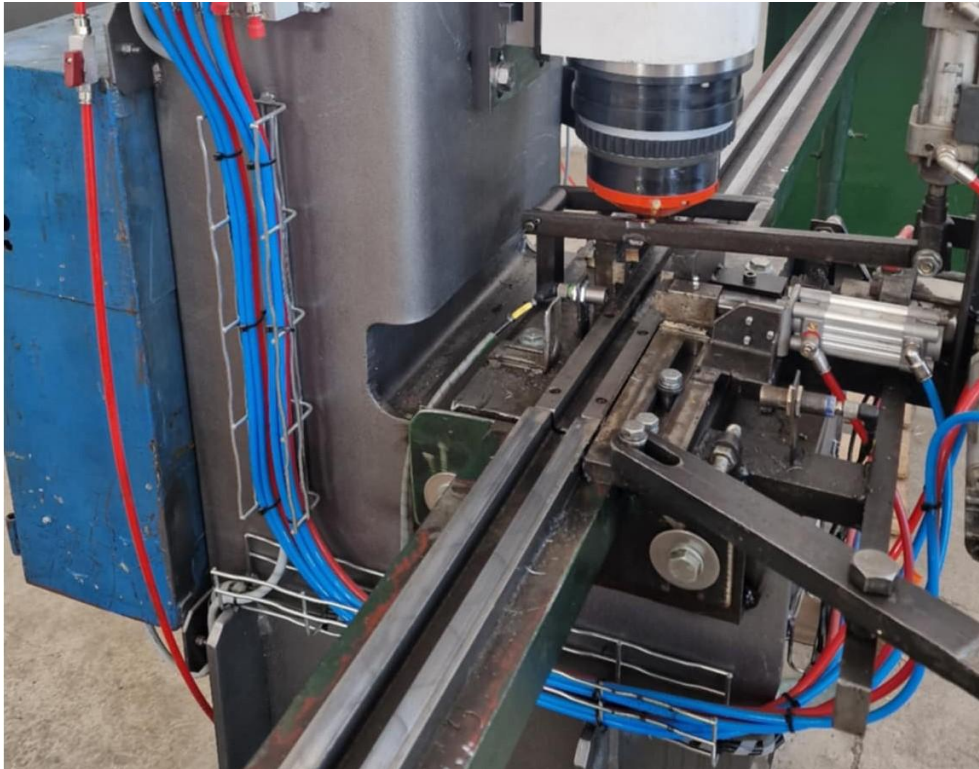


*5. ábra Présgép Belső tag préskészülékével - Saját ábra*

Ezzel párhuzamosan a külső hevederekbe sajtoljuk a lánccsapokat egy olyan készülék segítségével, ami biztosítja a lánccsapok helyes pozícióját. Ez az előző fejezetben bemutatott hordozó elem lánchoz rögzítésének akadálymentessége miatt fontos.

Következő lépésben a lánctagok összeállítása történik, ahol először az eddig elkészült belső és külső tagokból szakaszokat képzünk, majd ezen szakaszok minden külső tagjára felsajtoljuk a záróhevedereket. Az így elkészült hét és fél méteres szakaszt egymás mellé

rendezik 750 mm sávba, majd a láncszakasz kezdő szemét befűzik a szegecselő berendezés jelenlegi léptető mechanizmusába.



*6. ábra Jelenlegi léptető mechanizmus - Saját ábra*

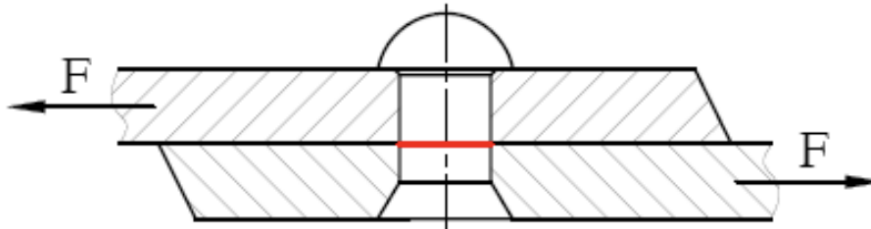
A szegecselő gép előtt és után kézzel igazítják a láncot, hogy ne tudjon beakadni. A szegecselés elkészülte után található egy zsírozó állomás, ahol egy munkás feltölti gépszírral a láncsapokat ezzel biztosítva a kenést a csap-persely-görgő kapcsolaton. A gépszírral való kenés zajcsökkentő hatású, illetve a lánc élettartamát jelentősen megnöveli, mivel a melegvizes-gőzös közegben megmarad a szükséges pontokon.

A gyártás végeztével ellenőrizzük a szegecselést, majd az elkészült szakaszokat tekercsekbe rendezzük, összepántoljuk.

### 2.2.5 Szegecskötések

Az ipar számos kötést alkalmaz, ezek közül az egyik a szegecskötés. A technológiát az emberiség régóta alkalmazza, és a mai napig megvan a jelentősége. Fő felhasználási területei a járműipar, építőipar. A szegecskötés egy roncsolásmentesen nem oldható alakzáró kötés, amit képlékeny alakítással hozzuk létre. Kovácsolás, sajtolás során a szegecscek szilárdsága

megnövekszik, mivel ezen eljárások során a szegecs anyagában belső szerkezeti átalakulás megy végbe. [4.] Célja két vagy több alkatrész közt kötés kialakítása. Az így kialakított alkatrészekapcsolatokban a szegecsnek nyíró-, az alkatrészek húzó igénybevételnek vannak kitéve, mint az az alábbi ábrán is látható.

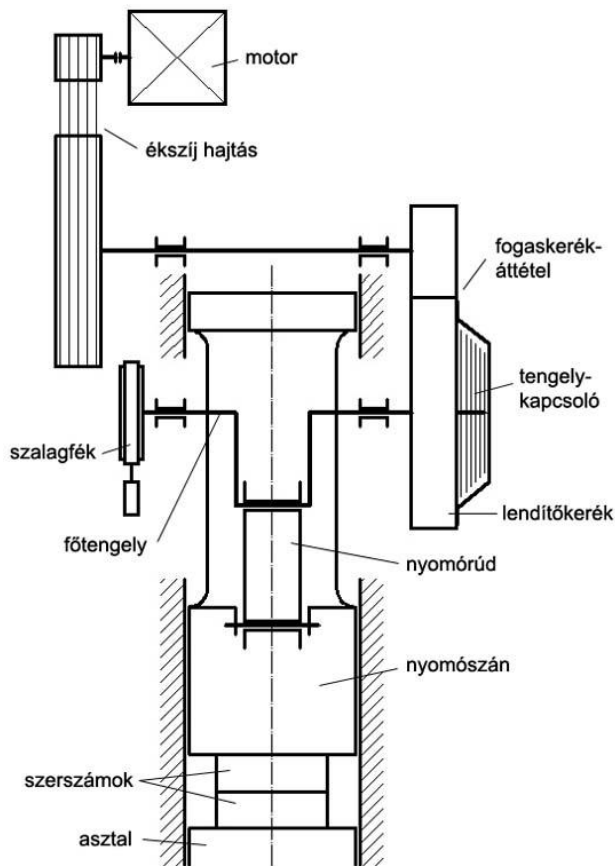


7. ábra Hevederes szegecskötés igénybevételei - sze.hu [13.]

Két fő technológiai típust különböztetünk meg. A meleg szegecselés során a szegecs felhevítik, majd így behelyezve az előkészített furatba és alakítják ki a kívánt fejformát. A szegecs hűlése során zsugorodik, így még szorosabb kötést kialakítva. Főként nagy teherbírású acélszerkezeteknél alkalmazzák. A másik technológia a hideg szegecselés. Ebben az esetben a szegecsfej kialakítását szobahőmérsékleten végzik. Jellemzően kisebb alkatrészeknél alkalmazzák. Legtöbbször lemezalkatrészek kötések kialakítására, burkolatok rögzítésére használják, de görgős láncok esetében a lánccsapokat ezzel a technológiával rögzítik a külső tag hevederiben.

## 2.2.6 Az Excenterprés

A OHS serlegvonó lánc gyártása során a lánccsapok szegecselését C-vázis excenterpréssel végezték. Ez egy olyan berendezés, amely forgó mozgást átalakítva alternáló mozgássá fejt ki a művelet elvégzéséhez szükséges erőt a présfejbe fogott szerszámmal. Gyakran használják kivágó-lyukasztó szerszámokkal való munkához, szegecseléshez, hajlításhoz. A következő ábrán látható a berendezés felépítése.



8. ábra Excenter prés felépítése

Az excenterprést számos előnye miatt lehet a fent említett területeken alkalmazni.

- Nagy ismétlési pontosság
- Nagy erő kifejtésére képes
- Jól automatizálható

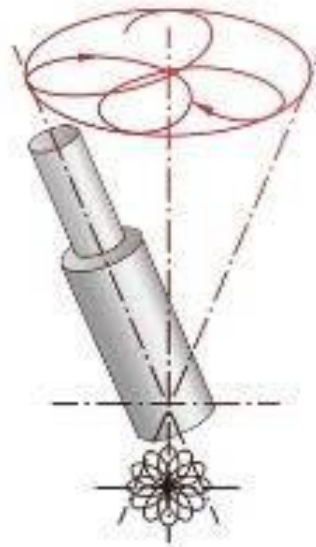
Hátrányai közé tartoznak:

- Karbantartásigény a nagy mechanikus igénybevétel miatt
- Nagyobb energiafelhasználás alacsony löketségűnél, mint a hidraulikus prések esetében.

### 2.2.7 Radiális szegecselés

A radiális szegecselés egy korszerű technológia, ami a hidegalakító eljárások csoportjába tartozik. Ipari alkalmazása 1968-ban kezdődött, ekkor vezette be ezt a szegecselési technológiát a ma BalTec-ként ismert vállalat. Főként az autóiiparban és a

finommechanikában terjedt el. Az eljárás során radiális spirálpályán történő komplex mozgás segítségével alakítják ki a kívánt szegecsfejet, ez a X. ábrán látható.



9. ábra Radiális szegecselés pályája - baltec.com [7.]

A szegecselést végző szerszám a folyamat során nyomást gyakorol a szegecsre miközben radiálisan oszcilláló mozgást végez. Ennek hatására a deformáció fokozatosan történik a szegecs központjától. Radiális szegecselés esetén az oldalirányú erők elhanyagolhatóak, a munkadarab megfogása a legtöbb esetben szükségtelen. [7.] Ez az eljárás kíméletesebb az anyaggal szemben, mint a hagyományos szegecselés, így kevésbé alakul ki az anyagban feszültség.

A serlegvonó lánc gyártása során nagy előnye ennek a technológiának, hogy a szegecselés következtében a lánccsap elhanyagolható mértékben zömöl, így megmarad a kívánt csapághézag a lánccsap és a persely között.

## 2.3 Ipari automatizálás és elemei

Az ipari automatizálás napjaink egyik legnagyobb jelentőséggel bíró műszaki területe. Fő célja a termelékenység növelése, valamint a minőség javítása. Bár egyes gyártási folyamatok automatizálásakor a kezdeti költségek magasak lehetnek, hosszú távon jelentős megtakarítást lehet elérni bevezetésükkel. Alkalmazásával csökkenthető az emberi hiba, vagy az egyes folyamatok munkaerő igénye.

Általánosan egy automatizált rendszer vezérlését programozható logikai vezérlővel, röviden PLC (Programmable Logic Controller) oldják meg, ami programjában tartalmazza az összes logikát, ami szerint a folyamat végbe megy. Bemeneteire rendszerint különböző érzékelőket kötnek, amik lehetnek hőmérséklet, nyomás, illetve pozíció érzékelők. A rendszer végrehajtó elemei lehetnek különféle szervomotorok vagy pneumatikus munkahengerek. Fontos eleme továbbá a HMI (Human Machine Interface), ami egy érintőképernyős kezelőfelület, aminek segítségével beavatkozhatunk a folyamatba a PLC-ben előre definiált módokon. Napjainkban egyre elterjedtebb különböző technológiák automatizálásakor a robotkarok alkalmazása.

Az automatizált gyártásra való igény hozta el az Ipar 4.0-t, más néven a negyedik ipari forradalmat, ami jelenleg is zajlik. Legfőbb célja az intelligens gyárak létrehozása. A cél elérése érdekében alkalmazza a mesterséges intelligenciát (AI – Artificial Intelligence), eszközök internetes hálózatát (IoT – Internet of Things), kiberfizikai rendszereket (CPS – Cyber-Physical System). Az Ipar 4.0 rendszerek bevezetésével a gyártóberendezések és szenzorok képesek a kommunikációra, ezáltal optimalizálják a termelési folyamatokat, amivel növelik a hatékonyságot és az előállított termék minőségét. Lehetővé teszi a prediktív karbantartást és segíti a testreszabott gyártás megvalósítását, és gyorsítja a piaci alkalmazkodást.

### 2.3.1 Pneumatikus munkahengerek

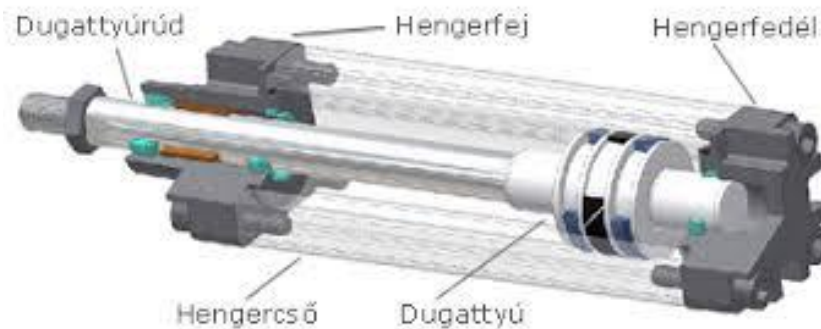
A pneumatikus munkahengerek az ipari automatizálás jelentős végrehajtó elemei. Sűrített levegő segítségével hoz létre lineáris, vagy forgó mozgást. Dolgozatom szempontjából az egyenes mozgást végző munkahenger az érdekes, így ezekre térek ki bővebben.

A munkahengereknek több típusát különböztetjük meg. Ezek közül a legjelentősebbek az alábbiak:

- Egyszeres működésű munkahengerek – esetükben a sűrített levegő csak a pozitív irányú munkát végzi. A visszatérítést rugóval történik.
- Kettős működésű munkahengerek – Mindkét irányban a sűrített levegő végzi a munkát.

- Dugattyúrúd nélküli munkahengerek – Ebben az esetben nincs hagyományos értelemben vett dugattyúrúd, az erőátvitelt mechanikus vagy mágneses kapcsolással oldják meg.

Az alábbi ábrán láthatjuk, hogy a munkahengerek felépítése egyszerű. Legfőbb részei a hengercső, az ezt két oldalról lezáró hengerfedél és hengerfej, a dugattyú és a dugattyúrúd. [11.]



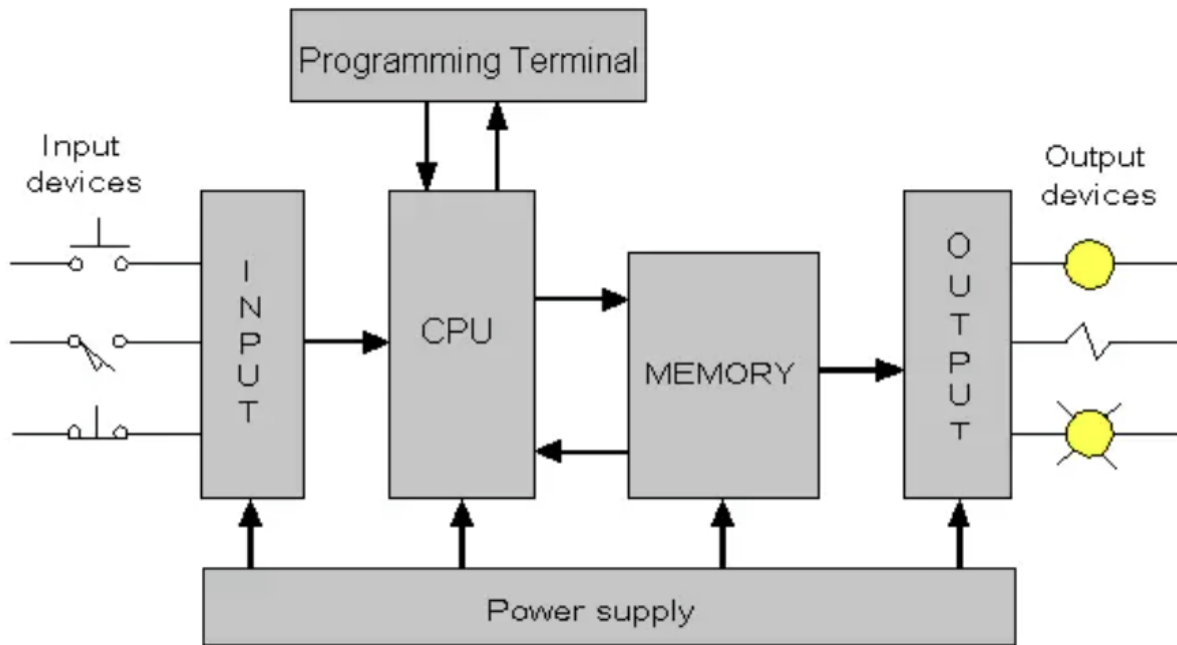
10. ábra Pneumatikus munkahenger felépítése - pneuplusz.hu [11.]

A pneumatikus rendszerek vezérlését többnyire elektropneumatikus vezérléssel oldják meg. Ennél a típusú vezérlésnél a munkát végző közeg pneumatikus, míg a vezérlőközeg elektromos, ezért szükség van úgynevezett jelátalakítóra, ami az elektropneumatikus rendszerek esetében a mágnes szelep. Számos előnye van a tisztán pneumatikus vezérléssel szemben.

- Kisebb helyszükséglet
- Rendszerint kisebb költség
- PLC és hálózati kommunikáció alkalmazása

### 2.3.2 PLC

A PLC egy olyan ipari hardver, amelyet ipari berendezések felügyeletére és vezérlésére használnak. Felépítését tekintve egyszerű, öt fő elemből áll, ezek a CPU (központi feldolgozóegység), a bemenetek, kimenetek, tápellátás, és a kommunikációs portok.



11. ábra A PLC elméleti felépítése - [plctechician.com](http://plctechician.com) [10.]

A PLC bemeneteire olyan eszközöket kötünk, amelyek a számunkra megfelelő jelet képezik. Ezek lehetnek nyomógombok, nyomásmérők, hőmérők vagy analóg és digitális pozíciószenzorok. A PLC kimenete olyan eszközök bekötéseit tartalmazza, amelyek a végrehajtást végzik. Ezek lehetnek a már fent említett elektropneumatikus rendszerek, szivattyúk, szervomotorok, hajtóműves villanymotorok. A CPU tartalmazza a programot, és különböző logikák alapján feldolgozza a bemenetekre érkező jeleket, és jelet küld a kimenetekeken keresztül a végrehajtó eszközökre. [10.] A tápellátás biztosítja a PLC működéséhez szükséges elektromos áramellátást, ami a legtöbb PLC esetén 24V. A kommunikációs portok feladata kommunikálni a rendszerre kötött egyéb elemekkel, például a HMI-vel. Lehetőség van ezeken a portokon keresztül más PLC-vel való kommunikációra, valamint különböző felügyeleti rendszerekkel való információmegosztásra is. A PLC programozására a legelterjedtebb nyelv a létradiagramm, ami grafikus formában ábrázolja a logikákat, megjelenése kapcsolási rajzra emlékeztet. A korszerű fejlesztőkörnyezetek, már lehetővé teszik a szimulációt, hibakeresést és az élő adatfolyamok monitorozását, ezzel segítve egy hatékony vezérlés kialakítását.

### 2.3.3 Érzékelők az automatizálásban

Érzékelőnek nevezzük azt az eszközt, amely valamilyen fizikai mennyiség érzékelésére alkalmas, és kimeneti jellé tudja alakítani. Ilyen mennyiségek lehetnek a távolság, a hőmérséklet és a nyomás. Az érzékelők nagyon fontos szerepet játszanak az ipari automatizálásban, mivel ezek biztosítják a szükséges bemeneti információkat a berendezés vezérlése számára. A PLC-k, mikrovezérlők ilyen információk alapján vezérlik a különböző végrehajtó egységeket, például pneumatikus munkahengereket. A pontos és megbízható érzékelés elengedhetetlen egy hatékony és biztonságos automatizált rendszer működtetéséhez. Típusuk és felhasználásuk szerint több csoportba oszthatóak, leggyakrabban használtak az induktív, a kapacitív, a fotoelektromos, az ultrahangos, és a nyomásérzékelők.

Az induktív érzékelők fém tárgyak közelségét érzékelik fizikai érintés nélkül. Az induktív közelítéskapcsoló a helyzetérzékelők csoportjába tartozik. Kimeneti jele bináris. [9.] Működésének alapja, hogy a váltakozó áram által gerjesztett mágneses térbe belépő test az érzékelő oszcillátorának rezgőkörében változást okoz. Ezt a változást érzékelik a szenzorok és meghatározott bináris jellé alakítják. [2.] Az érzékelési távolságuk általában 1 mm és 20 mm közé esik. Előnyei közé tartozik, hogy az érzékelt alkatrész és az érzékelő között nem létesül mechanikus kapcsolat ezért hosszú élettartam jellemzi. A ház felépítése miatt jellemzően ellenálló a porral és a nedvességgel szemben. Jól használható az élelmiszeripar berendezéseiben.

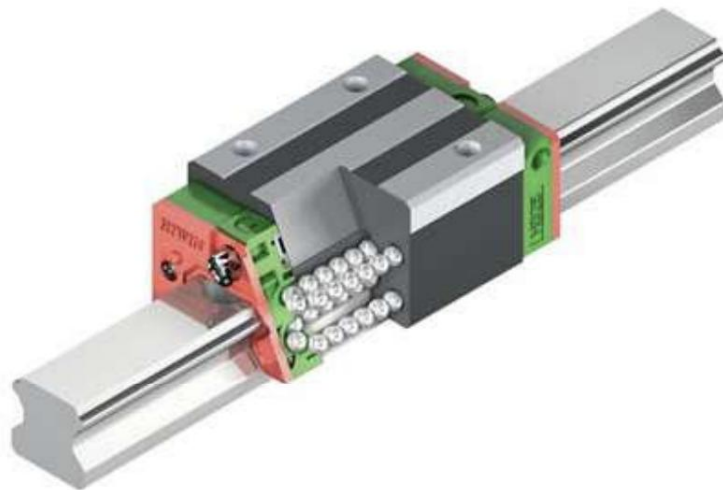
A kapacitív érzékelők két vezető felületből állnak, amik között elektromos mező alakul ki. Amikor egy tárgy megközelíti az érzékelőt, akkor megváltoztatja az elektromos mezőt. Ennek következményeképp megváltozik a rendszer kapacitása, amit az érzékelő elektronikája érzékel, és ebből kimeneti jelet generál. Nem csak a fémes anyagok érzékelésére alkalmas, képes például üveget, fát, műanyagot és különböző folyadékokat is érzékelni. [6.] Ezen tulajdonsága miatt alkalmazható szintérzékelésre, valamint anyagok felismerésére. Az iparban széles körben használják, szállítószalagokon, robotcellákban az alkatrészek felismerésére vagy jelenlétük detektálására. Hátránya, hogy a páratartalom és a hőmérsékletváltozásra érzékeny. Érzékelési távolsága általában 1-15 mm közé esik.

A Reed érzékelők kulcsfontosságú szerepet töltenek be az elektropneumatikus rendszerekben. A Reed érzékelők ferromágneses érzékelőnyelvekből állnak, amik egy védőgázzal töltött üvegcsőben helyezkednek el. [8.] Ez védi a szennyeződéstől és a korróziótól. Amikor az érzékelő mágneses tér közelébe kerül, az érintkezőnyelvek átmágneseződnek és zárják az áramkört, ezzel jelet küldve a rá kötött rendszer bemenetére. Amikor a mágnes kimozdul az érzékelő elől, akkor az érintkezők szétválnak és az áramkör megszakad. Ez lehetővé teszi a precíz pozícióérzékelést, ami rendkívül fontos a vezérlésben. Pneumatikus rendszerekben való alkalmazása esetén leggyakrabban a munkahenger hengercsővén kialakított T-horonyba rögzítjük, így a dugattyú mozgását közvetlenül tudja követni az abba szerelt mágnes segítségével. Felépítése miatt nagy megbízhatóság jellemzi, mivel zárt rendszer és kevés mozgó alkatrészt tartalmaz. Jó ellenállóképességgel rendelkezik a porral és nedvességgel szemben, ezért zord körülmények közt is megbízhatóan üzemel. Könnyen integrálható már meglévő pneumatikus rendszerekbe, és a jó ár-érték arányuk miatt az egyik legelterjedtebb a pneumatikában.

#### 2.3.4 Lineáris vezeték

A lineáris vezetékek olyan gépelemek, amelyek feladata mozgó egységek pontos alacsony súrlódású egyenes vonalú vezetése. A 12. ábrán látható, hogy két fő eleme van. Maga a vezeték, ami egy köszörült felületű edzett acél alkatrész, valamint a csapágykocsi. Görgős, illetve golyós kivitelben is gyártják, és terhelés függvényében választják adott feladatra.

A gördülő elemek kenőanyagkamrában futnak, ezzel biztosítva az egyenletes futást csekély hőfejlődés mellett. Ennek következménye a hosszú élettartam, a lágy megvezetés és a csekély karbantartási igény. [12.] A gördülő elemek elhelyezkedése jól látható az alábbi ábrán. Megfigyelhető, hogy folyamatos sort alkotnak, és a kamra kialakításának köszönhetően az elemeket visszavezeti a már elhagyott pozícióba.



*12. ábra Lineáris vezeték – lineartechnik.hu [12.]*

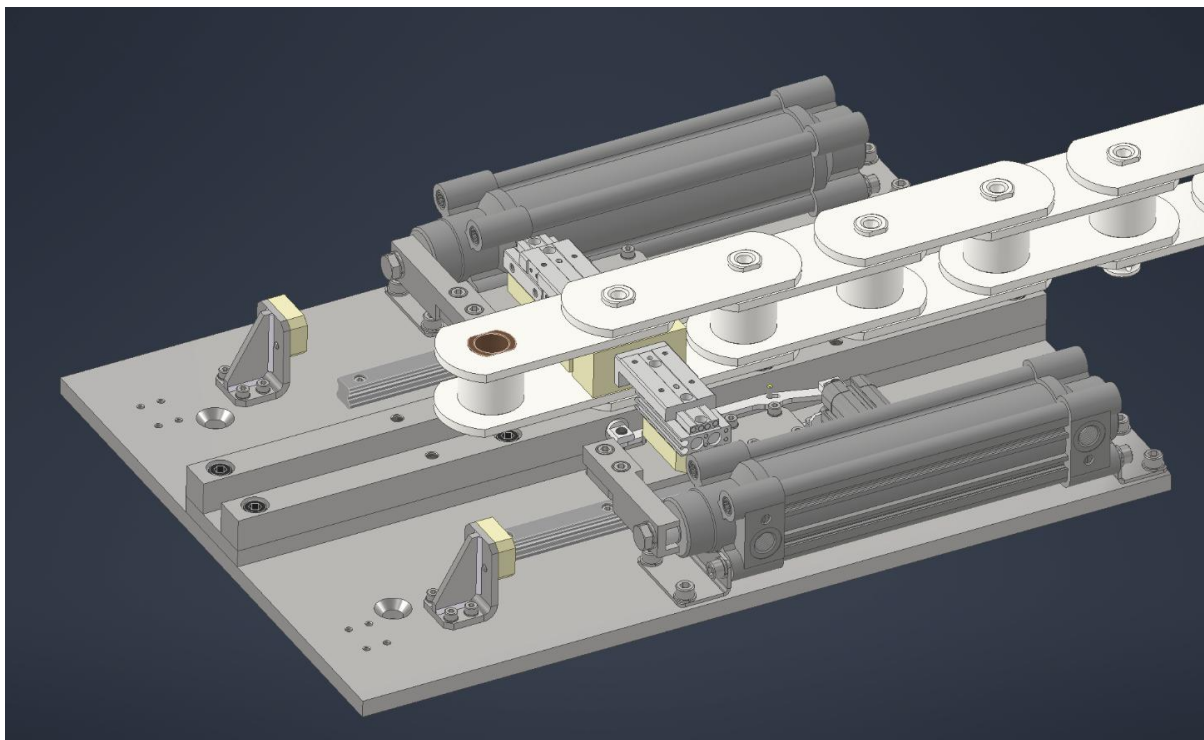
Az automatizálás területén jelentős szerepük van, hiszen CNC szerszámgépek, ipari robotok lineáris tengelyeiben, napjainkban egyre nagyobb szereppel bíró 3D-nyomtatás eszközeiben, valamint bármilyen automatizált berendezésben alkalmazzák, ahol fontos a pontos és lágy mozgás biztosítása.

### 3 A tervezés menete és az egység bemutatása

Ebben a fejezetben végig veszem, hogy melyek a mérvadó szempontok az egység tervezésénél. Elvégzem az ehhez szükséges számításokat, és ellenőrzöm a kritikus alkatrészeket. Majd bemutatom a tervezett készüléket, és elvégzem a megvalósításához szükséges gazdasági számításokat.

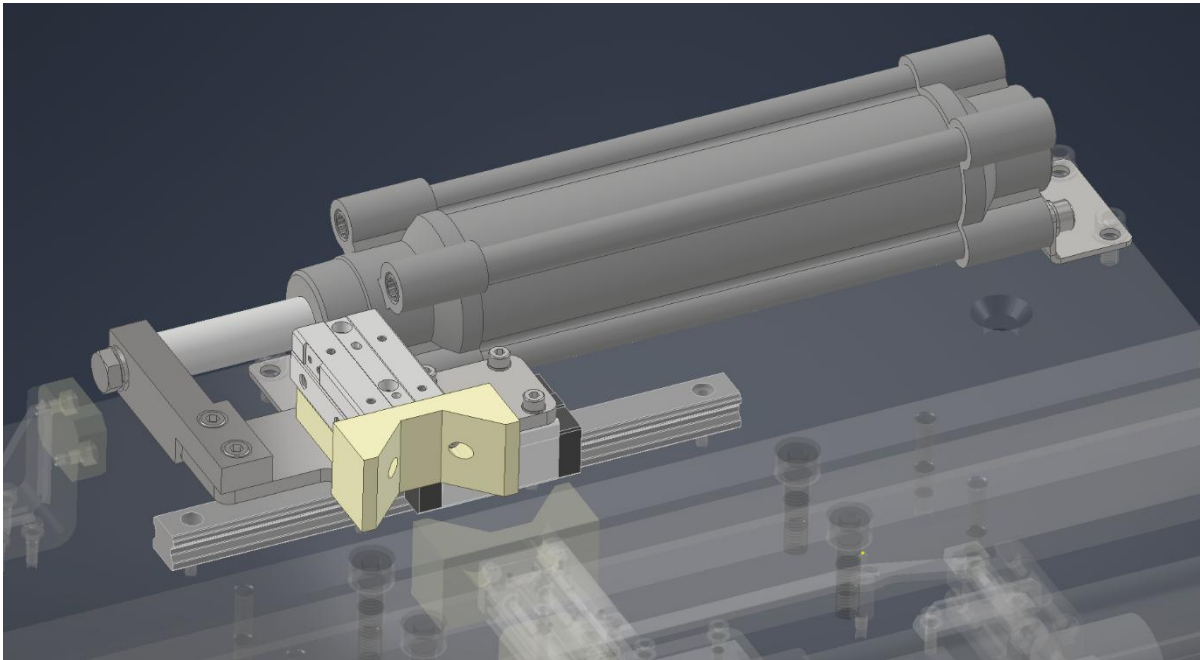
#### 3.1 A tervezett szerkezet bemutatása

Ebben a fejezetben a tervezett léptető készülék egészét majd különböző részeit mutatom be. A készülék három fő mechanikus elemből áll, amelyek a vonszoló, az alaplap és az ütköztető mechanizmus. A készüléket PLC vezérli, a munkavégzést 6bar-os üzemi levegő biztosítja, mivel a mozgatót pneumatikus munkahengerek végzik. A PLC adja a vezérlő jelet az elektropneumatikus szeleptömbnek, ami irányítja az adott programpontra megfelelő munkahengert. A PLC bemeneteire a munkahengerek hengercsövére rögzített Reed érzékelők adják a jelet, ezzel követve a munkahengerek mozgását. Az alábbi ábrán a tervezett szerkezet látható benne a 75mm osztású láncsal.



13. ábra – Lánctovábbító szerkezet 75mm osztású láncsal – Saját ábra

A készülék első eleme, amit bemutatok az a Vonzoló, amelynek szerepe, hogy a gyártott görgős láncot beléptesse az elütési pozícióba, majd támasztást biztosítson a szegecseles időtartamára, és egy egységnyi távolsággal tovább léptesse a láncot, így a következő csapot beléptetve az elütési pozícióba. Az egységnyi távolság a gyártott görgőslánc függvényében lehet 75mm vagy 125mm, melyre ez a szerkezet kevés szereléssel átállítható. Az alábbi képen látható a vonzó szerkezet felépítése.

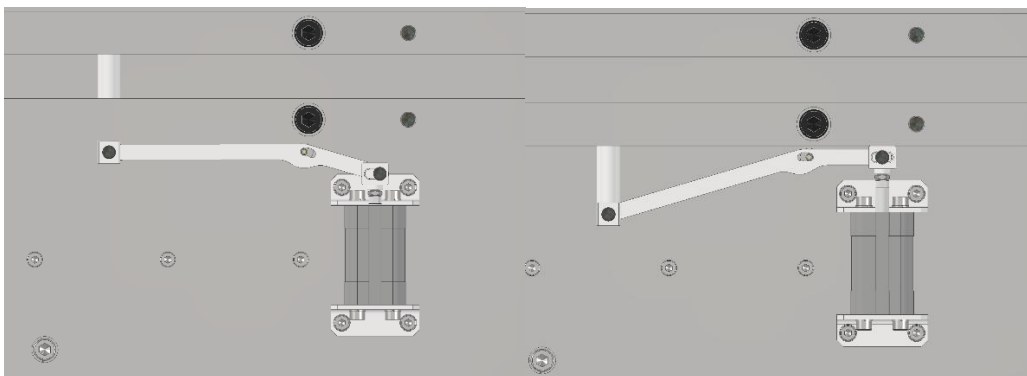


*14. ábra – Vonzoló szerkezet felépítése – Saját ábra*

Fő eleme egy Camozzi 63MP2C040A-125 pneumatikus munkahenger, ami a fő mozgatót végzi. Ezzel a munkahengerrel párhuzamosan helyezkedik el egy HepcoMotion HLG15 lineáris vezeték a hozzá tartozó HLG15RLA kocsival, ez biztosítja a szerkezet merevségét és párhuzamos futását, valamint a munkahenger dugattyúrúdját mentesíti az oldalirányú erők hatásaitól. Ennek a két alkatrésznek az összekötésére terveztem egy lemezből és egy mart tömbből álló összekötő alkatrész párt, amelyek 1.4301 rozsdamentes acélból készülnek. Ezt a két alkatrészt két darab M5x8 5.6 anyagminőségű csavarokkal rögzítettem egymáshoz. Mindkét alkatrésznek van másik funkciója is. A lemez másodlagos funkciója a megfogó munkahenger felfogatásának biztosítása, ami egy Camozzi MST6-20 kettős működésű vezetett munkahenger. A két alkatrész közé bekerült egy emelőtömb, ami a munkahenger megfelelő magasságát biztosítja. Ennek az anyaga PA66 poliamid, ami egy alacsony sűrűségű, de nagy szilárdságú műszaki polimer. Erre a szerkezet tömegének

csökkentése érdekében van szükség. A megfogó munkahengerre felkerült egy megfogó pofa, ami szintén PA66 poliamidból készül. Erre azért van szükség, mert a görgőslánc görgőjénél fogva vonszoljuk a láncot, mivel műanyag megfogó pofát alkalmazok, ezért ez az alkatrész nem tud felületi sérülést szenvedni a művelet során. Az összekötő rúd másik szerepe, hogy ez ütközik neki az ütköztető tömbnek. Ez az alkatrész biztosítja, hogy a 75mm osztású lánc esetében pontosan ennyit tudjon léptetni a munkahenger. Amikor szükséges az ütköztetőt átserelve a 125mm osztású lánc esetében is el tudja látni ezt a feladatot. A vonzó szerkezet munkahengere egy erre a célra tervezett felfogó lemezzel van rögzítve, az alaplaphoz négy darab M6x12 5.6 anyagminőségű hengeres fejű belső kulcsnyílású csavarokkal rögzítettem. A lineáris vezeték rögzítésére négy darab M4x16 5.6 hengeres fejű belső kulcsnyílású csavarokat alkalmaztam.

A szerkezetnek másik fontos része az alábbi ábrán látható lánc ütköztető mechanizmus, ami a vezető sínben pozicionálja a befűzött lánc első lánccsapját. Az ütköztető csap a lánc befűzése előtt kitolt állapotban van, így amikor a lánccsap nekiütközik és indítják a berendezést, az alatta elhelyezett érzékelő jelet küld a PLC-nek, ami indítja a szegecselési folyamatot miután a megfogó közrefogta az első csap görgőjét.

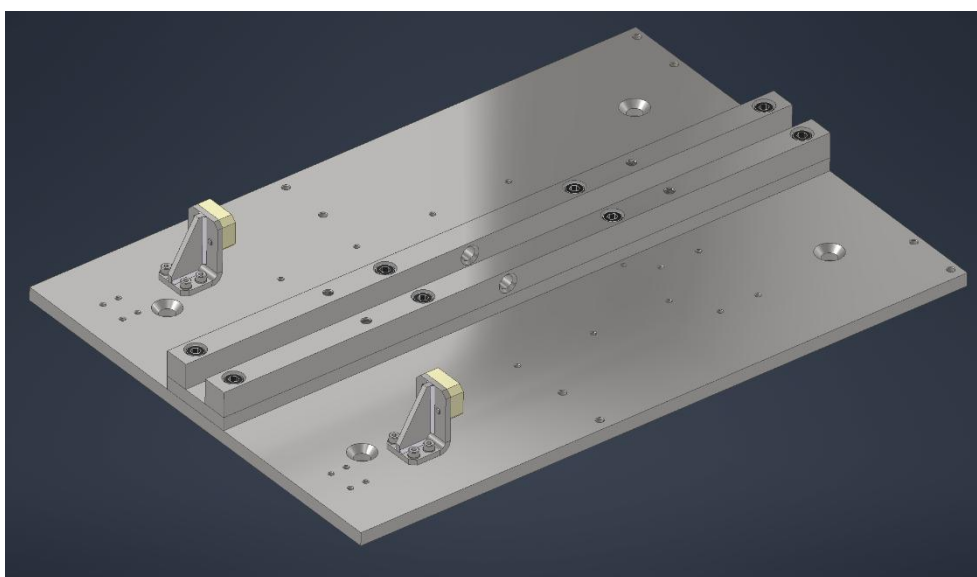


15. ábra Az ütköztető mechanizmus zárt és nyitott állapotban – Saját ábra

Az ütköztető szerkezet elemei, az ütköztető csap, ami  $\varnothing 10\text{mm}$  1.4301 köracélból készül, és a mindkét vezetősínben megtalálható egy illesztett furat, amiben tud mozogni. Ez a csap egy mozgó karon keresztül van összekötve egy Camozzi 32F1A012010 pneumatikus munkahengerrel. Az összekötő kar kialakítása miatt a munkahenger 10mm lökethosszával 25mm lökethosszt értem el az ütköztető csapon. Erre a megoldásra a kevés rendelkezésre álló hely miatt van szükség. A kar középső csuklópontja ívelt horonnyal van ellátva, illetve a

munkahenger felfogása egyenes horonnyal rendelkezik. Ezekre azért van szükség, mert a csap egyenes vonalú mozgását csak a másik két pont íves mozgásával lehet megoldani. A munkahengerhez tervezett egyedi felfogás és a mozgás átvivő kar is 1.4301 rozsdamentes acélból készül. A munkahenger csatlakozópontja és az ütközőcsap csatlakozó pontja DIN EN 22341 szerinti fejes csapszeggel kerül rögzítésre. A középső csuklóponthoz terveztem egy tengelyt, amit az alaplapra menettel rögzíték, ennek az alapanyaga szintén 1.4301 rozsdamentes acél.

A szerkezet alaplapja a harmadik fő egysége a berendezésnek. Ez az egység, ami az alábbi képen látható tartalmazza a csúszó lapot. Szerepe, hogy a vontatott lánc akadálytalanul mozoghasson. Erre a lapra van szerelve a két vezető sín, amely közrefogja a láncot és vezeti mozgását. Ez a három alkatrész az alaplapra van rögzítve M8x30 5.6 csavarokkal, a megfelelő pozíció biztosítása érdekében négy darab  $\varnothing 6$  illesztő szeg van tervezve, ezek furatai áthaladnak a vezető sínen, a csúszó lapon, valamint az alaplapon is. A vezető sínen található az ütköztető csap működéséhez szükséges furatok. Ez az egység tartalmazza a munkahenger végállás ütközőjét is. Ez az elem 4mm vastag 1.4301 hajtott lemezből áll hegesztett merevítőbordával. A rászertelt ütköző poliamidból készül, hogy a készülék működésével járó zajhatást csökkentsem. Az alaplap S235JR acélból készül, a csúszó lap C45 acélból terveztem, mivel edzés után kiváló kopásállósággal rendelkezik. A vezető sín 1.4301 rozsdamentes acélból készül.



16. ábra – Az alaplap felépítése – Saját ábra

Amikor a görgőslánc gyártása során át szeretnék állni a 75mm osztású lánc szegecsléséről a 125mm osztású lánc csapjainak elütésére, akkor a vonszoló munkahenger ütközőit kell átszerelni az erre kialakított menettel ellátott furatsorba az alaplapon, és a vonszoló munkahenger végállásában hozzá állítani a hengercsövön elhelyezett Reed érzékelők helyzetét.

## 3.2 Tervezési szempontok

A léptető automatika tervezése során több szempontot is figyelembe kellett vennem. Ezek közül az egyik legfontosabb a készülék befoglaló méreteire vonatkozó követelmény.

A radiális szegecslőgépnél van egy meglévő állványa, amit nem terveztek lecserélni, így a szerkezet befoglaló méretei adottak, és a szegecslőtüske középpontja sem változtatható a tartójához képest, ezért a vezetősín pozíciója adott. A műhelyben az előkészítő asztalról a szegecslőgép irányába érkező vezető pálya padlótól mért magassága nem változtatható, ez korlátozza a mechanizmus magasságát.

A berendezés mélysége miatti maximális szélesség 340mm, a két vezető sín közti méret miatt a hosszúság 480mm és a meglévő szegecslőgép állványzata miatt a magasság maximális mérete 200mm.

A másik fontos szempont, amit a munkám során figyelembe kell vennem az a mozgatott alkatrész tömege, mivel a vonszolt lánc csapjainak feje és a vezetópálya felszíne között súrlódás alakul ki. Ez a súrlódás egy a készülék ellenében dolgozó erőt képez, ezért fontos figyelembe kell venni, és úgy megválasztani a rendszer elemeit, hogy az hosszútávon is stabilan tudjon üzemelni.

A harmadik fontos szempont az eszköz karbantarthatósága. Ennél a pontnál fontos, hogy egyszerűen és olcsón lehessen végrehajtani. Valamint egy esetleges alkatrész vagy részegység tönkremenetelénél gyorsan lehessen azt kicserélni, így a kereskedelmi forgalomban kapható alkatrészeket is úgy választom ki, hogy könnyen hozzáférhetőek legyenek.

### 3.3 Terhelések számítása

A készülékre ható legjelentősebb terhelés a vontatott láncszakasz és a csúszófelület között fellépő súrlódó erő következménye. Ebben a fejezetben ezt határozom meg. A lánc csap anyaga rozsdamentes acél, a csúszófelület edzhető acélból készül, amit edzés után köszörültetek. Így lesz biztosítva a jó kopásállóság ezen a felületen.

A két felület között kenőanyag használatot nem tervezek, mivel ennek a letisztítása szegecselés után körülményes lenne. Ezen paramétereket figyelembe véve statikus súrlódási tényező értéke:  $\mu_s=0,6 - 0,8$  közé esik. A számításaimban  $\mu_s=0,8$ -s értékkel fogok számolni. Az  $l=7,5\text{m}$  hosszú láncszakasz tömege  $m=75\text{kg}$ . Üzem közben maximum négy méter láncot mozgat a készülék, de a számítás során én az egész szakasz tömegét veszem alapul. Így a készülék üzembiztosan tudja a lánc mozgatását végezni. A számítás során először a normál irányú erőt határozom meg, majd ebből számítom a statikus súrlódási erőt.

#### Normál erő számítása:

$$F_N = m * g \text{ [N]}$$

ahol:  $F_N$  – normál erő [N]

$m$  – tömeg [kg]

$g$  – gravitációs gyorsulás [ $\frac{m}{s^2}$ ]

$$F_N = m * g = 75 * 9,81 = 735,75\text{N}$$

Így normál erő a láncszakasz teljes hosszával számolva  $F_N=735,75\text{N}$

Statikus súrlódási erő meghatározása:

$$F_s = \mu_s * F_N \text{ [N]}$$

ahol:  $F_s$  – statikus súrlódási erő [N]

$\mu_s$  – statikus súrlódási együttható

$F_N$  – normál erő [N]

$$F_s = \mu_s * F_n = 0,8 * 735,75 = 588,6\text{N}$$

A számított statikus súrlódási erő  $F_s=588,6\text{N}$ . Mivel a készülékben terveim szerint két munkahenger párhuzamosan fogja végezni a munkát ezért, a számítás során meghatározott terhelés értékének a felével kell összevetnem a választott munkahenger által kifejtett erőt.

**Ez számszerűsítve:**

$$F_m = \frac{F_s}{2} [N]$$

ahol:  $F_m$  – munkahenger minimum erő [N]

$F_s$  – statikus súrlódási erő [N]

$$F_m = \frac{F_s}{2} = \frac{588,6}{2} = 294,3\text{N}$$

Mivel a számítás során a munkahenger minimum erőszükséglete  $F_m=294,3\text{N}$  lett, ezért a következő fejezetben a munkahengerek kiválasztása során ezt az értéket fogom figyelembe venni.

### 3.4 Munkahengerek kiválasztása

A lánc mozgatóját végző munkahengerek kiválasztásakor első sorban a méretkorlátokat veszem figyelembe, mivel a választott munkahenger átmérője befolyásolja a készülék magasságát. A tervezés során 40mm és 50mm átmérőjű munkahengerek közül válogattam, mivel ezek külső mérete nem haladja meg a magassági méretkorlátozást. Az erőszükséglet számításánál mind a két munkahenger erejét kiszámolom, és ez alapján döntök, hogy melyiket használom a mozgató tervezése során. A munkahengerek által kifejtett erő számításánál 6 bar nyomású üzemi levegővel számolok, ami 600 000 Pa-nak felel meg. A számítás során csak a munkahenger nyomóerejét határozom meg, mivel a visszatérés során nem mozgat tömeget a megfogó mechanizmuson kívül.

**Ø50mm munkahenger által kifejtett erő számítása:**

Dugattyú felületének meghatározása:

$$A = \frac{d^2 * \pi}{4} [m^2]$$

ahol: A – dugattyú felülete [m<sup>2</sup>]

d – dugattyú átmérője [m]

$$A_{\emptyset 50} = \frac{d^2 * \pi}{4} = \frac{0,05^2 * \pi}{4} = 0,00196m^2$$

Erő meghatározása:

$$F = p * A [N]$$

ahol: F – munkahenger által kifejtett erő [N]

p – üzemi levegő nyomása [Pa]

A – a dugattyú felülete [m<sup>2</sup>]

$$F_{\emptyset 50} = 600000 * 0,00196 = 1176N$$

Mivel a munkahengerek hatásfoka  $\eta=95\%$  a súrlódásból és egyéb okokból adódó veszteségek miatt, ezért ezt is figyelembe veszem a munkám során.

$$F_{\emptyset 50csökkentett} = 1176 * 0,95 = 1117,2N$$

**Ø40mm munkahenger által kifejtett erő számítása:**

A dugattyú felületének meghatározása:

$$A_{\emptyset 40} = \frac{d^2 * \pi}{4} = \frac{0,04^2 * \pi}{4} = 0,00126m^2$$

Erő meghatározása:

$$F_{\emptyset 40} = 600000 * 0,00126 = 756N$$

Veszteségekkel csökkentett erő:

$$F_{\emptyset 40csökkentett} = 756 * 0,95 = 718,2N$$

Az előző fejezetben számított terhelés értékével összevetve az ebben a fejezetben kapott eredményeket elegendő az Ø40mm munkahengert használni, így a Camozzi 63MP2C040A-125 munkahengerre esett a választásom, amely kettős löketű d=Ø40mm

átmérőjű és  $l=125\text{mm}$  lökethosszal rendelkezik. Mivel ez által a munkahenger által kifejtett  $F=718,2\text{N}$  erő megfelelő a szerkezet stabil működéséhez.

A másodlagos munkahenger kiválasztásánál a méretek a mérvadóak mivel a dugattyú végére fel kell tudni fogatni a megfogó pofát, valamint a munkahengert is rögzíteni kell a kocsihoz, ami a megvezetést fogja biztosítani egy lineáris vezeték segítségével. A választásom a Camozzi MST6-20 munkahengerre esett, ami egy vezetett kettős működésű munkahenger két darab  $d = \varnothing 6\text{mm}$  átmérőjű dugattyúval,  $l=20\text{mm}$  lökethosszal rendelkezik. Ennek a munkahengernek is meghatározom az erejét mivel a következő fejezetben ellenőrzöm a kiválasztott lineáris vezetékét, és ehhez szükségem van erre az értékre.

#### **MST6 munkahenger erőszámítása:**

A dugattyúk felületének meghatározása:

$$A_{MST6} = 2 * \frac{d^2 * \pi}{4} = 2 * \frac{0,006^2 * \pi}{4} = 5,655 * 10^{-5} \text{m}^2$$

Erő meghatározása:

$$F_{MST6} = 600000 * 5,655 * 10^{-5} = 33,93\text{N}$$

Veszteségekkel csökkentett erő:

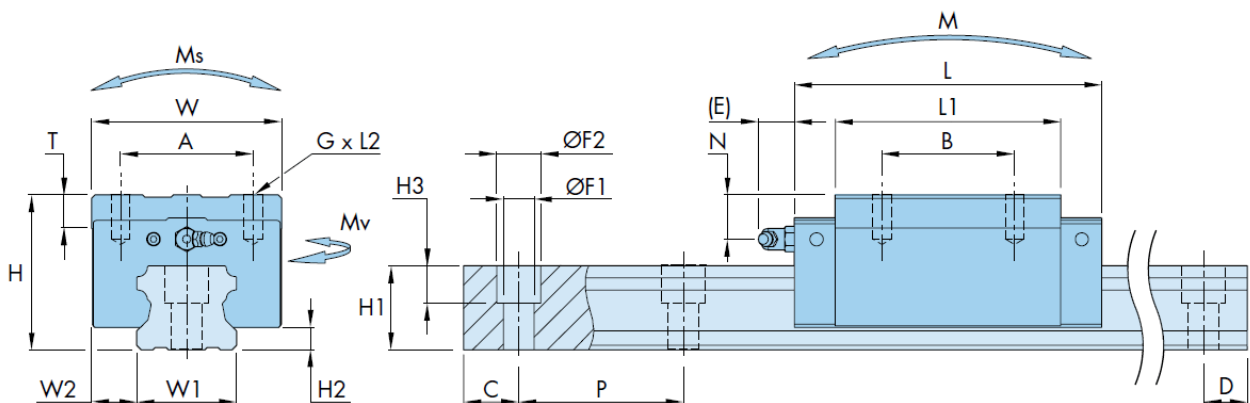
$$F_{MST6csökkentett} = 33,93 * 0,95 = 32,23\text{N}$$

A harmadik munkahenger szerepe egy csap kitolása, ami a lánc pozicionálását végzi a befűzés során. Ez a munkahenger tömeg mozgását nem végzi így nem szükséges az erejének kiszámítása. Fontos figyelembe venni a méreteit, mivel el kell férnie a többi szerkezet mellett úgy, hogy az általa mozgatott karos mechanizmus is elférjen az alaplapon. Ezért a Camozzi 32F2A012010 munkahengerre esett a választásom, ami egy kettős működésű kompakt munkahenger  $10\text{mm}$  lökethosszal.

### 3.5 Lineáris vezeték kiválasztása és ellenőrzése

A szerkezetben a lineáris vezeték szerepe, hogy megvezesse a megfogó munkahengert, miközben a mozgató munkahenger végrehajtja a feladatát. A kiválasztásnál fontos szempont volt, hogy alacsony profilú vezető sínt válasszak, és a hozzá tartozó kocsi megfelelő méretekkel rendelkezzen a megfogó munkahenger felfogásához és a mozgató munkahengerrel való összekötéshez.

Ezen paraméterek alapján a HepcoMotion HLG15 vezető sínt és a hozzá tartozó HLG15RLA kocsit választottam, mivel ezek együttes magassága 28mm. Mivel a szerkezet mozgástartománya 125mm és a választott kocsi hossza 64,8mm ezért a sín hosszát 200mm hosszban határozom meg. Az alábbi képhez tartozó felsorolásban megtalálhatóak a kocsi terhelhetőségének értékei és befoglaló méretei. A szerkezet szempontjából fontos érték az ábrán látható  $M_s$  megengedett csavarónyomaték, mivel a megfogó munkahenger által ilyen terhelés keletkezik a lineáris vezetéken.



17. ábra Lineáris vezeték méreti és terhelhetősége – traceparts.com

- Magasság vezető sínnel együtt:  $H = 28\text{mm}$
- Kocsi hossza:  $L = 64,8\text{mm}$
- Kocsi szélessége:  $W = 34\text{mm}$
- Vezetősín magassága:  $H_1 = 13\text{mm}$
- Sínnel párhuzamos tengelyre ható maximális csavarónyomaték:  $M_s = 154\text{ Nm}$
- Sínré merőleges vízszintes tengelyre maximális ható csavarónyomaték:  $M = 165\text{ Nm}$
- Sínré merőleges függőleges tengelyre ható maximális csavarónyomaték:  $M_v = 165\text{ Nm}$

A lineáris vezeték ellenőrzéséhez meghatározom a sínnel párhuzamos tengelyre ébredő nyomatékot. Ehhez felhasználok az előző fejezetben számított MST6 munkahenger erejét, ami  $F_{MST6} = 33,93\text{N}$ . Azért nem a veszteséggel csökkentett erőt használom a számítás során, mert az így kapott érték nagyobb ezáltal biztosabb eredményt kapok a számítás eredményeképp. A számításhoz az erőkart szükséges meghatározni, ehhez megmértem az alaplap és a megfogó munkahenger dugattyúrúd középvonalának távolságát, ami  $l_1 = 50\text{mm}$  és a vezető sín magasságát.

#### **Erőkar meghatározása:**

$$k = l_1 - \frac{H_1}{2} \text{ [m]}$$

ahol:  $k$  – erőkar [m]

$l_1$  – munkahenger dugattyú középvonal és alaplap távolsága [m]

$H_1$  – vezető sín magassága [m]

$$k = l_1 - \frac{H_1}{2} = 50 - \frac{13}{2} = 43,5 \text{ mm} = 0,0435\text{m}$$

#### **Nyomaték meghatározása:**

$$M_{cs} = F_{MST6} * k \text{ [Nm]}$$

ahol:  $M_{cs}$  – az ébredő csavarónyomaték [Nm]

$F_{MST6}$  – megfogó munkahenger által kifejtett erő [N]

$k$  – erőkar [m]

$$M_{cs} = F_{MST6} * k = 33,93 * 0,0435 = 1,476\text{Nm}$$

$$M_{cs} < M_s$$

$$1,476\text{Nm} < 154\text{Nm}$$

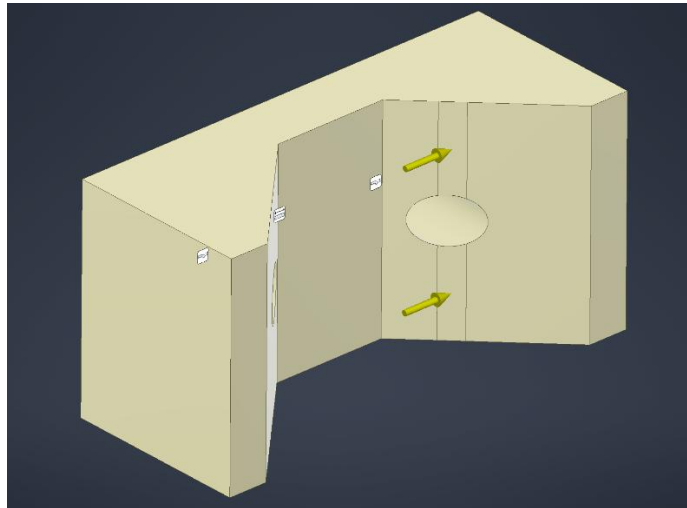
A számított eredményből látszik, hogy a kiválasztott lineáris vezeték kocsi megfelel a felhasználási célnak, mivel a számított csavarónyomaték jelentősen kisebb, mint a kocsi terhelhetősége.

## 3.6 VEM ellenőrzések

Ebben a fejezetben két általam tervezett a szerkezet működésének szempontjából fontos alkatrész végeelem módszeres elemzését fogom elvégezni. Minden esetben törekszem arra, hogy a valósághoz legközelebb álló módon vegyem fel a terheléseket és a kényszereket.

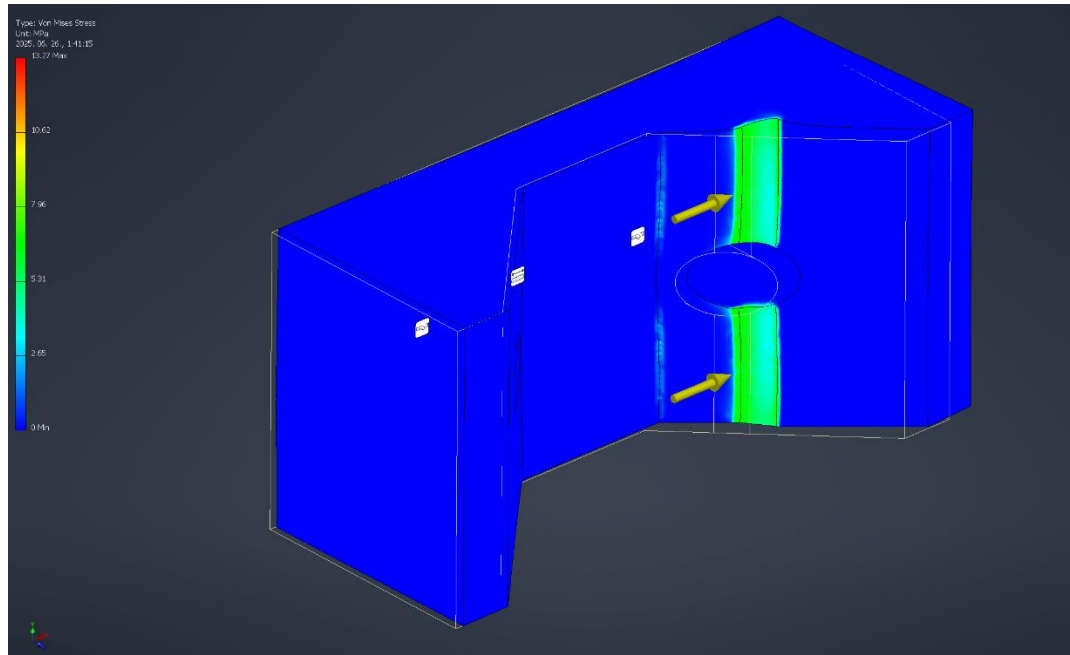
### 3.6.1 Megfogó pofa ellenőrzése

A megfogó pofa ellenőrzése során az alábbi ábrán látható módon fel kellettennem egy felületet amire felhelyezhetem a rá ható erőt. Ezt a felületet a görgő és a megfogó pofa érintkezésének vonalában vettem fel, a vastagsága 0,001mm így az eredményre nem lesz hatással.



18. ábra – Megfogó pofa VEM vizsgálatának beállításai – Saját ábra

A vizsgálat során a kényszereket vettem fel a két furat belső palástjára, valamint a megfogó pofa azon felületére, amivel felfekszik munkahenger felfogófelületére. A hálózás beállítása során az átlag elem méretet 0,01mm-ben határoztam meg. A megfogó pofára ható erő  $F_m = 294,3\text{N}$ , mivel ez a terhelés hat rá, amit a 3.3 fejezetben határoztam meg. Az alábbi ábrán látható a vizsgálat eredménye.

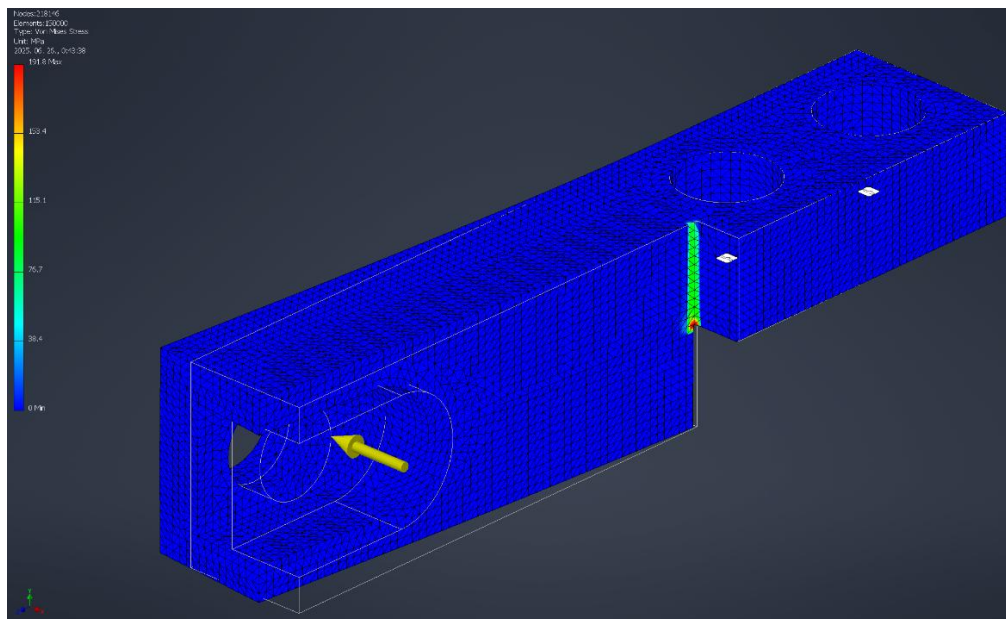


19. ábra – Megfogó pofa VEM vizsgálata

Az ábrán látható, hogy nagyobb feszültség a két alkatrész érintkezési vonalában ébred. A maximális ébredő feszültség 13,27MPa, mivel a PA66 anyagnak, amiből az alkatrész készül a folyáshatára  $R_e = 85\text{MPa}$ , így az alkatrész probléma mentesen el tudja látni a feladatát.

### 3.6.2 Összekötő rúd ellenőrzése

Az összekötő rúd ellenőrzése során azt az esetet vettem alapul, hogy a görgőslánc vonszolása során keletkező statikus súrlódási erő fele hat egy összekötő rúdra. Ennek mértéke  $F_m = 294,3\text{N}$ . Első lépésként felvettem a kényszereket, amik esetünkben a két rögzítő furat belső palástján helyezkedik el. Mindkét helyre fix kényszert vettem fel, mert ez modellezi legjobban a valóságot. Az átlag elem méretet 0,01mm-ben határoztam meg a hálózás beállításánál. A terhelő erőt pedig arra a felületre vettem fel, ahol a munkahenger dugattyúrúdja találkozik az összekötő rúddal. Az alábbi ábrán látható az elvégzett elemzés eredménye.



20. ábra Összekötő rúd VEM elemzése – Saját ábra

Az ábrán piros színnel jelzett sarokpontban 191,8MPa feszültség ébred. Az 1.4301 rozsdamentes acélnak az adatlapja szerinti folyáshatára  $R_{p0,2} = 210\text{MPa}$  és a szakítószilárdsága  $R_m = 520\text{MPa}$ . A vizsgálat során az elmozdulás maximális értéke 0,042mm. Az elvégzett elemzés alapján az alkatrész megfelel a feladatára.

### 3.7 Gyártási költségek

A léptető készülék gyártási költségeit két részre bontom. Először a kereskedelmi áruk beszerzési költségeit összegzem, majd a gyártott alkatrészek árait számítom ki. Az árakat különböző webshopok áraiból válogattam össze, a gyártott alkatrészek esetében a gyártási költséget és az alapanyag árát adtam össze, mivel a cég, ahova készítettem a tervet egy gépgyártó cég, így van lehetőségük magoknak legyártani az alkatrészeket.

Kereskedelmi áruk költségei:

- Camozzi 63MP2C040A-125 munkahenger; szükséges darabszám: 2 db  
Ár: 44 790 HUF/db
- Camozzi MST6-20 munkahenger; szükséges darabszám: 2 db  
Ár: 23 990 HUF/db
- Camozzi 32F2A012010 munkahenger; szükséges darabszám: 1 db  
Ár: 21 990 HUF/db

- HepcoMotion HLG15 Lineáris vezeték; szükséges darabszám: 2 db  
Ár: 19 500 HUF/db
- Munkahenger tartozékok; összesen: 32 500 HUF
- Kötőelemek; összesen 10 000 HUF

A kereskedelmi árak összesen **241 050 Forintba** fognak kerülni.

A gyártott alkatrészek költségei:

- Alaplap; Alapanyag: S235JR; szükséges darabszám: 1 db  
Ár: 25 000 HUF/db
- Csúszó lap; Alapanyag: C45; szükséges darabszám: 1 db  
Ár: 14 000 HUF/db
- Sín; Alapanyag: 1.4301; szükséges darabszám: 2 db  
Ár: 7 500 HUF/db
- Összekötő rúd; Alapanyag: 1.4301; szükséges darabszám: 2 db  
Ár: 5 500 HUF/db
- Összekötő lemez; Alapanyag: 1.4301; szükséges darabszám: 2 db  
Ár: 2 000 HUF/db
- Emelő tömb; Alapanyag: PA66; szükséges darabszám: 2 db  
Ár: 1 200 HUF/db
- Megfogó pófa; Alapanyag: PA66; szükséges darabszám: 2 db  
Ár: 6 000 HUF/db
- Munkahenger ütköztető; Alapanyag: 1.4301 és PA66; szükséges darabszám: 2 db  
Ár: 12 000 HUF/db
- Ütköztető csap; Alapanyag: 1.4301; szükséges darabszám: 1 db  
Ár: 1 500 HUF/db
- Ütköztető összekötő kar; Alapanyag: 1.4301; szükséges darabszám: 1 db  
Ár: 2 000 HUF/db

A gyártott alkatrészek összesen **110 900 Forintba** fognak kerülni. Így a teljes szerkezet gyártási költsége **351 950 Forint**.

## 4 Következtetések és javaslatok

A tervezett léptető készülék egyszerűen állítható lett a két típusú lánc között, ami az egyik fontos kritériuma volt az eddig üzemelő készülék lecserélésének. Az új készülék kisebb befoglaló méretekkel rendelkezik, és kevesebb emberi beavatkozás szükséges az üzemeltetéséhez. A berendezés karbantarthatósága is javult, mivel egyszerűen beszerezhető és gyártható alkatrészekből áll. Meghibásodás esetén könnyen javítható. A tervezett léptető készülék alkalmas a feladata ellátására, ezt

A berendezés stabil üzemelése érdekében javaslom a csúszófelület kenőanyaggal történő rendszeres bevonását, ezzel elősegítve a vonszoló munkahengerek munkáját. Erre a célra a Würth HSS5000 kenőolajat javaslom, mert kiváló kenési tulajdonságokkal rendelkezik, növeli a korrózióállóságot és alkalmazható a lineáris vezetékek kenésére is. Mivel spray formájában beszerezhető, ezért két láncág szegecselése között egyszerűen felvihető a kívánt felületre. A csúszófelület kenését minden ötödik szegecselt láncág után javaslom.

Javaslom továbbá a csavarkötések rendszeres ellenőrzését. Erre főként a munkahenger ütköztető esetében van szükség. A készülék összes mozgó alkatrészének csavarkötését javaslom ellenőrizni minden ötvenedik szegecselt lánctag után.

A pneumatikus munkahengerek hosszútávú üzemelése érdekében javaslom egy vízleválasztóval és olajozóval ellátott levegőelőkészítő beszerzését.

## 5 Összefoglalás

Dolgozatomban az InnovaSter-Trade Kft. által gyártott berendezésében használt görgőslánc gyártásához használt szegecselő berendezés léptető készülékének tervezését dolgozom fel. Az eddig használt berendezés nem elégíti ki az igényeket, mert csak 75mm léptetésére alkalmas.

Célul tűztem ki, hogy a tervezett léptető készülék alkalmas legyen a 75mm és a 125mm osztású görgőslánc gyártására is. A tervezés során fontos szempont volt a készülék egyszerű karbantarthatósága, valamint a meglévő váz méretei miatt adott volt a berendezés maximális mérete.

A szakirodalom feldolgozásakor bemutattam a görgős lánc felépítését, összefoglaltam a szerepét. Kitértem a lánc gyártástechnológiájára, megmutattam a múltban használt szegecselési technológia és a jelenleg használt közti különbségeket. Bemutattam az ipari automatizálás során használt fontosabb alkatrészeket, egységeket.

Dolgozatom érdemi részében leírtam a tervezési szempontokat, és bemutattam a tervezett készüléket, amelynek során kitértem a szerkezet egységeinek felépítésére és funkciójára. Meghatároztam a szerkezetre ható fő terhelő erőt, és ez alapján kiválasztottam a vonszoló munkahengert, amihez elvégeztem a szükséges számításokat. Kiszámítottam a megfogó munkahenger által kifejtett erőt, amit felhasználtam a lineáris vezeték ellenőrzése során. A véges elem módszer segítségével ellenőriztem két fontos alkatrészt az ezeket érő terhelésekre. Végül elvégeztem a megvalósításhoz szükséges gazdasági számításokat.

A tervezett szerkezet megfelel az elvárásoknak. Üzembe helyezése után a karbantartásra különös figyelmet kell fordítani. Ezekre javaslatokat is tettem a dolgozatom utolsó fejezetében. Továbbá javasoltam egy kenőanyagot, amivel a készülékben található lineáris vezetéket és a készülék csúszó felületét egyaránt lehet hatékony kenést biztosítani.

## 6 Irodalomjegyzék

- [1.] Barta J. – Körmendi I. 2007 Növényi nyersanyagok hőköléses tartósító technológiái. Budapest Mezőgazda Kiadó
- [2.] Bencsik A. 2014 Mechatronika alapjai Budapest Óbudai Egyetem
- [3.] L. L. Faulkner 2005 Standard Handbook of Chains: Chains for Power Transmission and Material Handling [H.n.] CRC Press
- [4.] Gáti B. – Koncz I. 2012 Repülőgépek szerkezete Budapest Typotex Kiadó
- [5.] Szendrő P. 2007 Gépelemek Gödöllő Mezőgazda Kiadó
- [6.] <https://anxq.hu/mi-az-a-kapacitiv-erzekelo-es-hogyan-mukodik>  
(Elérés időpontja: 2025. 04. 19.)
- [7.] <https://baltec.com/hu/technologiak/radialis-szegecselesi>  
(Elérés időpontja: 2025. 04. 19.)
- [8.] <https://www.e-switch.com/hu/blog/what-is-a-magnetic-reed-switch>  
(Elérés időpontja: 2025. 04. 19.)
- [9.] <https://www.ipari-elektronika.com/az-induktiv-szenzorok-mukodesi-elve-es-fobb-jellemzoi>  
(Elérés időpontja: 2025. 04. 19.)
- [10.] <https://www.plctechnician.com/news-blog/basic-instructions-and-operation-plc-part-1>  
(Elérés időpontja: 2025. 04. 19.)
- [11.] [https://www.pneuplus.hu/pneumatika\\_oktatas.htm](https://www.pneuplus.hu/pneumatika_oktatas.htm)  
(Elérés időpontja: 2025. 04. 19.)
- [12.] [https://www.lineartechnik.hu/custom/hiwin/image/data/srattached/4b41f742e8a6a1e1dbf7b871ab7db4ff\\_HG-QH.pdf](https://www.lineartechnik.hu/custom/hiwin/image/data/srattached/4b41f742e8a6a1e1dbf7b871ab7db4ff_HG-QH.pdf)  
(Elérés időpontja: 2025. 04. 19.)

[13.]

[http://www.sze.hu/~baloght/GKNB\\_MGTM010\\_G%E9pelemek/G%E9p%E9sz\\_J%E1rm%FBm%E9rn%F6k\\_%C9lelmiszeripari\\_g%E9p%E9sz/El%F5ad%E1sok/5.el%F5ad%E1s.pdf](http://www.sze.hu/~baloght/GKNB_MGTM010_G%E9pelemek/G%E9p%E9sz_J%E1rm%FBm%E9rn%F6k_%C9lelmiszeripari_g%E9p%E9sz/El%F5ad%E1sok/5.el%F5ad%E1s.pdf)

(Elérés időpontja: 2025. 04. 19.)

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /  
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről (módosítva: 2025. október 16.)

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréseiről és  
eredetiségéről

A hallgató neve: KLUNG NORBERT

A Hallgató Neptun kódja: GMJUSU

A dolgozat címe: LÉPTETŐ KÉSZLÉK TERVEZÉSE LÁNCSAP ELÜTŐ BERENDEZÉSHEZ

A megjelenés éve: 2025

A konzulens intézetének neve: MŰSZAKI INTÉZET

A konzulens tanszékének a neve: GÉPSZERKEZETANI 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. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

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 könyvtári repozitori rendszerébe. 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 könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2025 év 11 hó 07 nap

  
Hallgató aláírása

## NYILATKOZAT

KLUNG NORBERT (név) (hallgató Neptun azonosítója: GN7U3H)  
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom<sup>1</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>\*2</sup>

Kelt: 2025. év november hó 10. nap



belső konzulens

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat /  
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

7. sz. melléklete: Műszaki Intézet külső konzulensi nyilatkozat

## KÜLSŐ KONZULENSI NYILATKOZAT

KLUNG NORBERT (név) (hallgató Neptun azonosítója: GNFJUZ11)

külső konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon rendszeresen megjelent.

Kelt: 2025 év 11 hó 07 nap



külső konzulens

## Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

### 1. Általános adatok

Hallgató neve:	KLUNG NORBERT
Neptun-kódja:	GNJH3H
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: .....
Tantárgy neve/kódja*:	SZAKDOLGOZAT
A munka címe:	LEPTETŐ KÉSZÜLÉK TERVEZÉSE LÁNCOLT ELŐTÉR BERENDEZÉSRE

\* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

### 2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

### 3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

#### I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrekció, ötletelés stb.)

(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)

#### II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)

(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka **mellékletében való csatolása szükséges.**)

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve, verziója, elérhetősége	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma

--	--	--	--

**3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)**

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

*Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.*

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....  
.....  
.....  
.....

**4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:**

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

Kelt: ..... *GÖDÖLLŐ* ....., 2025. .... *11* ..... hó ..... *07* ..... nap

.....  
*[Handwritten signature]*

Hallgató aláírása

.....  
*[Handwritten signature]*

Konzulens/Témavezető aláírása