



SZAKDOLGOZAT

Balogh András
Gépipari automatizálási szakmérnök szak

Gödöllő
2024

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépipari automatizálási szakmérnök Szak

Automatizált szűrőelem gyártó célgép tervezése

Belső konzulens: Erdélyi Viktor
Szakvezető helyettes,
Operatív szakkoordinátor

Külső konzulens: Kovács Viktor
K+VAutomatika Kft.
Tervező mérnök

Készítette: **Balogh András**
OI8SDY
levelező tagozat

Intézet/Tanszék: Műszaki Intézet/Mechatronika Tanszék

Gödöllő
2024

Kitöltött feladatlap

MŰSZAKI INTÉZET

Gépészeti Automatizálási szakmérnök / szakember

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Balogh András (OI8SDY)

részére

A szakdolgozat címe:

Automatizált szűrőelem gyártó célgép tervezése

Feladatkiírás:

Bevezetés és célkitűzés, Szakirodalom feldolgozás, Automata szűrőelem célgép tervezése: Kiindulási konfiguráció felmérése, fejlesztési követelmények megfogalmazása, koncepció kidolgozása, elemkiválasztás, vezérléstechnika, gazdasági számítás, összefoglalás.

Közreműködő tanszék: Mechatronika

Külső konzulens: Kovács Viktor, KV automatika

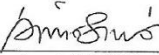
Belső konzulens: Erdélyi Viktor Ferenc egyetemi tanársegéd
, MATE MI

Beadási határidő: 2024. november 5

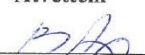
Gödöllő, 2024. szeptember 9

Jóváhagyom


(tanszékvezető)


(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

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

Gödöllő, 2024.


(külső konzulens)

Tartalom

1.	Bevezetés.....	6
1.1.	Téma jelentősége.....	6
1.2.	Célkitűzés	7
2.	Szakirodalom feldolgozása	8
2.1.	A termék alapanyaga:.....	8
2.2.	Technológiák bemutatása:.....	11
2.2.1.	Pneumatika hidraulika és elektromos hajtás	11
2.2.2.	Elektromos hajtás, léptetőmotorok:.....	14
2.2.3.	Pneumatikus hengerek.....	17
2.2.4.	Pneumatikus szelepek	18
2.2.5.	szenzorok.....	21
2.2.6.	biztonságtechnika	23
3.	Anyag és módszer	24
3.1.	Kiindulási konfiguráció felmérése:	24
3.2.	Fejlesztési követelmények megfogalmazása:.....	26
3.3.	Koncepció kidolgozása:	30
3.4.	Elemkiválasztás	37
3.4.1.	Léptetőmotor kiválasztása.....	37
3.4.2.	Vágó szerszám.....	39
3.4.3.	Alakító szerszám	41
3.4.4.	levegő előkészítő egység.....	42
3.4.5.	Hengerek és szelepek	43
3.4.6.	Gépváz.....	46
3.4.7.	Biztonsági elemek kiválasztása	47

3.5.	Működtető szoftver	50
4.	Gazdasági számítás	56
5.	Összefoglalás.....	58
6.	Summary	59
7.	Nyilatkozat	60
8.	Irodalomjegyzék.....	62
9.	Mellékletek.....	64

1. Bevezetés

Ebben a fejezetben bemutatom a szakdolgozatomban kidolgozott tervezési feladatot és annak jelentőségét.

1.1. Téma jelentősége

Szakdolgozatomban egy vasúti fékrendszerbe épített szűrőelem gyártásának automatizálását végeztem el.

A vasúti közlekedés kulcsfontosságú a modern társadalmakban, segíti a gazdaságok működését, összeköti a városokat, és csökkenti a közutak terhelését. A vasúti biztonság kiemelt szerepet játszik, mivel a nagy sebességű és tömegű vonatok balesetei súlyos következményekkel járhatnak. A biztonságos fékrendszerek, jelzőberendezések és a jól karbantartott infrastruktúra elengedhetetlenek a balesetek elkerülése, valamint az utasok és a személyzet biztonsága érdekében. A vasúti légfékrendszerek alapvető szerepet játszanak a vonatok biztonságos közlekedésében. A rendszer sűrített levegőt használ a fékek működtetésére. Szakdolgozatom témája egy vasúti légfékrendszerbe épített szűrőelem gyártására alkalmas berendezés tervezése. A szűrőelem magas minőségi követelménye, a növekedő gyártott darabszám és a kiéleződő gazdasági verseny szükségessé teszi az eddigi kézi erővel történő, félig gépesített gyártás automatizálását.

Cégem az Autotrib Tribológiai Kutató és Fejlesztő Kft., ami az Autoipari Kutató Intézetből vált ki. Korábban Tribológiai kutatással, motorok, alkatrészek kopásának vizsgálatával foglalkozott, izotópos kutatásokat végzett. Ezekkel összefüggésben kerültünk kapcsolatba a szűrési technológiákkal és azok gyártásával. Szűrőbetétek vizsgálatát, minősítését végeztük, majd később egy-két szűrőtípus gyártását indítottuk el. Saját fejlesztésű és szabadalmú szűrőbetétek gyártásával futtattuk fel a szűrőgyártást. Munkáink minősége, műszaki felkészültségünk, és saját fejlesztésű termékeink, elnyerték megrendelőink bizalmát, így nagy cégek beszállítói lettünk többek között: FGSZ Zrt, Paksi atomerőmű, Bosch. Levegő, gáz, olajsűrők gyártása mellett 2005-ben lehetőségünk nyílt, vasúti légfékrendszerekbe épített szűrőelemek gyártása is. A Knorr Bremse cégcsoport stratégiai beszállítói lettünk, és több száz típusú terméket gyártunk részükre, a világ minden tájára, többek között a Magyar, a berlini, az ausztriai, a spanyol, az olasz, és a New York-i gyárakat látjuk el, a szűréshez kapcsolódó termékekkel.

Szakdolgozatom tárgya egy Knorr Bremse cégcsoportnak gyártott rozsdamentes körkötött hálóból készült szűrőelem (szűrőpogácsa) gyártása. A termék jelenleg kézi, félig gépesített módon készül, ami így nem termelékeny, az élőmunka igénye nagy és minőségileg sok probléma adódik, ezért gyártása, ellenőrzése és csomagolása is nagyon időigényes.

Egy termék előállítási költségének jelentős része az élő munkaerő. Az élőmunka csökkentése gazdasági szempontból azért szükséges, mert növeli cégünk termelékenységét, csökkenti a költségeket, és segíti a versenyképességünk fenntartását. Az automatizálás alkalmazásával cégünk csökkentheti az emberi hibák számát és a selejt arányt, növelheti a gyártás sebességét, valamint optimalizálhatja az erőforrás-felhasználást. Ez különösen fontos a mostani gazdasági körülmények között, mert a hatékonyság és a rugalmasság kulcsfontosságú versenyelőny.

Szakdolgozatomban egy olyan automata gyártóberendezés tervezését tűztam ki célul, ami ezeket a problémákat kiküszöböli.

1.2. Célkitűzés

Céлом egy olyan automata szűrőelem gyártóberendezés megtervezése, amivel csekély élő munkaerő igénytel gyártható a kiválasztott termék, ezzel jelentős élő munkaerő szabadítható fel más tevékenységek elvégzéséhez. A beruházás 2 éven belül megtérül, lehetőség szerint több típus gyártására alkalmazható megoldja az alapanyag jellegéből adódó nehézségeket, minőségi problémákat.

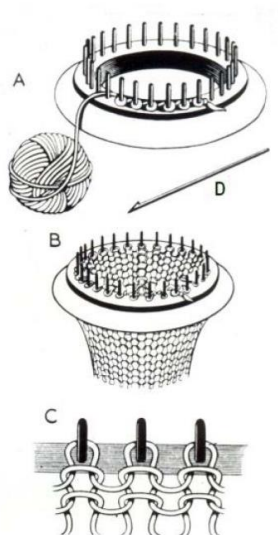
2. Szakirodalom feldolgozása

Ebben a fejezetben a gyártandó termék alapanyagáról, annak gyártásának kialakulásáról, a gép működéséhez szükséges energia kiválasztásáról, a gépet működtető pneumatikus és elektromos hajtásokról, a gép működéséhez kiválasztott pneumatikus hengerekről, szelepekről, szenzorokról, léptető motorokról gyűjtöttem szakirodalmat.

2.1. A termék alapanyaga:

Rozsdamentes acél drótból körkötőgépen kötött háló.

Az anyag gyártási elvét a kézi körkötést bemutató 1. ábra jól szemlélteti. A rozsdamentes körkötött hálót viszont napjainkban, egy 1866-ban szabadalmaztatott géphez hasonlóan kanalas tűkkel működő körkötőgépeken készítik.



1. ábra kézi körkötés [1]

A kötött rozsdamentes acél hálót a 20. század közepe óta használják. Rendkívül sokoldalúan alkalmazható, és korrózióállósága miatt ideális az ipari alkalmazások széles körében. Olyan iparágakban használják, mint az autóipar, a szűrés és a szigetelés. Kötött hurokszerkezetéből adódóan összenyomható vagy préselhető, így a gáz- és folyadékszűréstől a zajcsökkentésig és a mechanikai rezgés csillapításig mindenre alkalmas. A szélsőséges hőmérsékleteknek és a korrozív környezetnek is ellenáll. [2] [3]

A rozsdamentes acélból készült kötött drótháló előállítása egy rendkívül speciális folyamat, amely több szakaszból áll, a huzal kiválasztásától a végső kötési és befejező lépésekig.

A rozsdamentes acél huzalok gyártása során az alapanyagot előkészítik, az acél ötvözetét kialakítják, majd megtörténik a megfelelő vastagságú és átmérőjű drótok húzása. Majd a huzalokat különböző eljárásokkal kezelik, például húzással, hideghengerléssel és egyéb megmunkálási módszerekkel, hogy elérjék a kívánt tulajdonságokat és minőséget. A rozsdamentes acél különböző minőségekben kapható, mindegyik különböző tulajdonságokkal rendelkezik. A drótháló gyártásához leggyakrabban használt minőségek a 304, 316 és 316L, ezek kiváló korrózióállóságot, szilárdságot és tartósságot biztosítanak.

A rozsdamentes acélból készült kötött drótháló általános előállításának leírása:

1. A huzal jellemzői:

A huzalt az adott alkalmazáshoz szükséges átmérő, szakítószilárdság és felületi minőség alapján kell kiválasztani. Az átmérő általában 0,10 mm és 0,6 mm között van, esetünkben 0,23mm.

2. Huzal előkészítése:

Huzalhúzás: A rozsdamentes acélhuzalt, egy sor szerszámon keresztül húzzák át a kívánt átmérő eléréséhez. Ennek során csökken az átmérője és nő a szakítószilárdság.

Lágyítás (opcionális): ez az eljárás magában foglalja a huzal meghatározott hőmérsékletre való melegítését, majd lassú lehűtését, ezáltal javul a huzal hajlékonysága és rugalmassága, így könnyebben köthető.

3. Kötés folyamata:

A rozsdamentes acélhuzalt körkörös vagy síkágyas kötőgépbe táplálják, ezután a gép folytonos hurokmintává szövi a drótot, így létrejön a hálószerkezet. A gép beállításai és a huzalátmérő szabályozza a hálóméretet vagy az egységnyi hosszönkénti hurkok számát. A háló rugalmasságát és szűrési képességeit a hurkok szorossága és mintázata alakítja. Mintaszabályozás: Felhasználástól függően különböző kötési mintákat lehet kialakítani: sima kötés, dupla kötés vagy összetett többrétegű szerkezetek.

4. Kötés utáni kezelés:

Hőkezelés (opcionális): A kötési folyamatból származó maradék feszültség mentesítésének céljából, kötés után a hálót hőkezelésnek vethetik alá, a háló így stabilabbá válik és kevésbé hajlamos a torzulásra.

Tisztítás: A rozsdamentes acél hálót esetlegesen meg kell tisztítani, hogy eltávolítsuk a gyártási folyamatból származó olajokat, port vagy szennyeződések.

Felületkezelés: A háló korrózióállóságának és felületi minőségének javítására felületkezelések, például passziválás vagy elektropolírozás alkalmazhatók.

5. Vágás és formázás:

Vágás: A kötött dróthálót általában folyamatos tekercsben állítják elő, amelyeket az alkalmazástól függően a kívánt hosszúságra vagy alakra vágnak.

Alakformálás: A háló különféle formájúvá alakítható, például csövekké, párnákhoz vagy egyedi geometriákhoz, speciális alkalmazásokhoz, például szűrőrendszerekhez vagy katalizátorokhoz.

6. Minőség-ellenőrzés:

Méretellenőrzéskor megbizonyosodnak arról, hogy megfelel-e a szükséges előírásoknak, beleértve a huzalátmérőt, a hálóméretet és a teljes méreteket.

Szilárdsági vizsgálat: Szakítószilárdsági és tartóssági vizsgálatokat végeznek azért, hogy a háló ellenálljon a tervezett mechanikai terheléseknek.

Korrózióállóság vizsgálata: Kíméletlen környezetben történő alkalmazás esetén a háló korrózióállóságát különböző körülmények között (például sópermet vagy vegyi expozíció) lehet tesztelni.

7. Csomagolás és szállítás

A végső rozsdamentes acélból készült kötött dróthálós termékeket jellemzően egyedi formátumba hengerlik vagy csomagolják, az ügyfél igényeitől függően, különös gondot fordítva a szállítás közbeni deformáció elkerülésére.

A rozsdamentes acél kötött drótháló általános alkalmazásai:

Szűrés: Folyadék- és gázsűrő rendszerekben használják, mivel képes felfogni a finom részecskéket. Autóiparban: Kipufogórendszerekben, katalizátorokban, légzsákokban és motorszűrésben használják. Szűrésre azért különösen előnyös, mert összepréselve viszonylag homogén szerkezetű alakul, így a közeg áramlása is egyenletes a szűrő térfogatában. Légszűréshez általában olajjal átitatott állapotban használjuk, de szárazon is hatásos „mélységi szűrőként” az ismert szűrési mechanizmusok segítségével (diffúzió, befogás és felütközés). A hatásfok függ a réteg vastagságtól, így célszerű viszonylag vastag réteget kialakítani.

EMI árnyékolás: Az elektronikus alkalmazásokban rozsdamentes acél kötött dróthálót használnak az érzékeny alkatrészek elektromágneses interferencia elleni védelmére.

Ködeltávolítók: Vegyi és petrokkémiai üzemekben kötött hálót használnak a folyadékcspek gázáramoktól való elválasztására.

A rozsdamentes acél drótok és hálók gyártásának története tehát a technológiai fejlődés és az anyagtudomány folyamatos előre lépésének eredménye, amely az ipari forradalomtól napjainkig kíséri a modern iparágakat. Az acél drótok és hálók továbbra is nélkülözhetetlenek maradnak a különböző ipari alkalmazásokban, köszönhetően a kiváló mechanikai és korrózióállósági tulajdonságaiknak.

Az acélhálók szálainak mérete az évek során több tényező miatt is változott, a technológiai fejlődés lehetővé tette a nagyon vékony, de erős acélhuzalok gyártását. A drótok átmérője a felhasználási területtől függően széles skálán mozog, például a nanotechnológia alkalmazásában ultra finom acélszálak is megjelenhetnek. Az építőiparban is a finomabb acélszálakat gyakran alkalmazzák olyan területeken, ahol a könnyű súly, rugalmasság és nagy szilárdság kombinációja kulcsfontosságú. A modern ipari alkalmazásokhoz, különösen az elektronikában és a finommechanikában, egyre vékonyabb acélhuzalokat gyártanak. A legvékonyabb acélszálak, nanométeres tartományban készülnek, akár 1-2 nanométer átmérőjű acélszálak gyártása is lehetséges. [4]

2.2. Technológiák bemutatása:

2.2.1. Pneumatika hidraulika és elektromos hajtás

Az ipari hajtástechnológiák, például a pneumatikus, elektromos, és hidraulikus hajtások különböző feladatokra alkalmasak és mindegyik technológiának megvan a saját speciális körülményekhez való alkalmassága. Az alábbiakban összehasonlítom ezeket a rendszereket.

1. Pneumatikus hajtás: A pneumatikus rendszerek sűrített levegőt használnak az erő átvitelére. Ezeket a hajtásokat gyakran használják olyan alkalmazásokban, ahol adott a sűrített levegő, gyors mozgásra van igény, szükséges az egyszerű felépítés és a minimális karbantartási tevékenység. A pneumatikus hajtás előnyei: gyors telepíthetőség, tárolható, hőmérséklettűrő, tisztaság, optimális reakcióidő, stabil, folyamatos működés. Továbbá, a pneumatikus rendszerek általában biztonságosak, mert a működéséhez szükséges levegő nem gyúlékony és nem veszélyes anyag, nagy az elemválaszték, egyszerűen automatizálható, alacsony a

karbantartási igénye és nincs visszavezető ág. Hátrányai: rossz hatásfok, a sűrített levegő előállítása költséges, alapos levegőelőkészítés szükséges, a levegő összenyomhatósága miatt a pontos pozicionálás bonyolult, korlátozott erő, zajterhelés, szivárgási veszteség.

2. Elektromos hajtás: Az elektromos hajtások villamos energiát használnak a mozgás előállítására és különféle típusú elektromos motorokat foglalnak magukba, például szervomotorokat és léptetőmotorokat. Az elektromos hajtások előnyei közé sorolható a magas pontosság, illetve, hogy az elektromos motorok pontos szabályozást tesznek lehetővé sebesség, helyzet és nyomaték terén és az energiahatékonyságuk megfelelő. Az elektromos rendszerek magas hatásfokúak, különösen kis és közepes teljesítményű alkalmazásokban. Tiszta üzemű működés jellemzi, vagyis elektromos hajtásnál nincs szivárgás, így tiszta és környezetbarát. Hátrányai: magasabb költségek: Az elektromos rendszerek kiépítése és vezérlése magasabb költséget jelenthet, különösen nagy teljesítményű alkalmazások esetén. Korlátozott teljesítmény extrém körülmények között: Magas hőmérséklet vagy nedvesség rontja a működés megbízhatóságát.

3. Hidraulikus hajtás: A hidraulikus rendszereknek jelentős szerepe van a modern termelési és gyártási eljárásokban. A hidraulika a folyadékok által létrehozott erők és mozgások tudományával foglalkozik, amelyeket az iparban energiaátvitelre használnak. A hidraulikus rendszerek nagy előnye a nagy erőhatások létrehozása és a pontos mozgások elérése, nagy terhelés alatt is. Az energiaátvitel közege folyadék - például hidraulikaolaj - amely biztosítja a sima és erőteljes mozgást. A modern automatizálási rendszerekben a hidraulikus technológiák széleskörű alkalmazása hozzájárul a hatékonyabb gyártáshoz, különösen olyan alkalmazásoknál, ahol nagy nyomaték és pontos irányítás szükséges, például az autógyártásban, építőiparban és legfőképpen a gépépítőiparban. A hidraulika előnyei közé tartozik a nagy teljesítmény és erőfejlesztés, még relatív kis alkatrészekkel is, valamint az, hogy a rendszerek gyakran kompaktak és egyszerű karbantartani őket. Azonban fontos figyelembe venni a rendszeres karbantartási igényt, különösen a szivárgások megelőzése érdekében.

A hidraulika előnyei:

- Magas teljesítmény, nagy teljesítménysűrűség: A hidraulikus rendszerek extrém nagy erők kifejtésére képesek, különösen nehéz gépeknél (pl. kotrógépek, ipari présgépek). Kisméretű elemek alkalmazásával nagy erők átvitele lehetséges, azaz a teljesítménysűrűség nagy.

- Megbízható pozicionálás

- Folyamatos, kiegyensúlyozott mozgás és átkapcsolás, a hidraulikus rendszerek biztosítják az egyenletes terhelésfüggetlen mozgást, nagy terhelés mellett is.

- Jó vezérelhetőség és szabályozhatóság
- kedvező hőelvezetés

A hidraulika hátrányai:

- Szivárgás veszélye: Az olaj szivárgása szennyező tűzveszélyes és környezetszennyező.
- szennyeződésre érzékeny
- a nagy nyomásokból adódó veszély (erős folyadéksugár töréskor)
- hőmérsékletfüggés (viszkozitásváltozás)
- kedvezőtlen hatások [5] [6]

Hajtás kiválasztás az anyag vágásához, préseléséhez: pontszám az adott alkalmazáshoz: 1 nem alkalmas / nem szükséges, 5 kiválóan alkalmas

táblázat 1. az alkalmazható technológiák összehasonlítása, hajtás kiválasztás az anyag vágásához, préseléséhez

Jellemző	Pneumatikus	Elektromos	Hidraulikus
Erő	5	5	3 (nem szükséges a nagy erő)
Pontosság (mindegyik hajtás pontossága elegendő)	5	5	5
Reakcióidő	5	4	4
Energiahatékonyság	4	5	3
Karbantartás	5	4	3
Költségek	5	4	3
Környezeti hatás	4	5	1
Összesen	33	32	22

Hajtás kiválasztás alapanyag továbbításhoz, fontos tulajdonságok kiemelve, pontszám az adott alkalmazáshoz, 1 nem alkalmas nem szükséges 5 kiválóan alkalmas

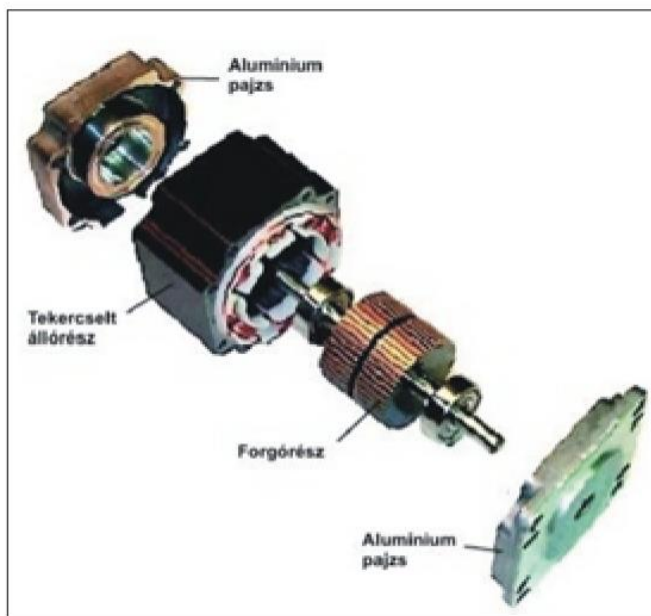
2. táblázat az alkalmazható technológiák összehasonlítása hajtás kiválasztás alapanyag továbbításhoz

Jellemző	Pneumatikus	Elektromos	Hidraulikus
Erő	5	5	3 (nem szükséges a nagy erő)
Pontosság	2	5	4
Reakcióidő	4	5	5
Energiahatékonyság	3	5	4
Karbantartás	5	5	2
Költségek	2	3	1
Környezeti hatás	3	5	1
összesen	24	33	20

2.2.2. Elektromos hajtás, léptetőmotorok:

A léptetőmotorok olyan speciális elektromos motorok, amelyeket arra terveztek, hogy pontos lépésekkel, szögenkénti osztás szerint forogjanak. Így kiválóan alkalmasak olyan feladatokra, ahol precíz pozicionálásra van szükség. Széles körben használják őket az iparban, automatizálási rendszerekben és számítógéppel vezérelt megoldásokban.

Működési elv: A léptetőmotorok forgása kis szögletes lépésekből áll, amelyeket elektromos impulzusok vezérelnek. A motor belsejében egy állandó mágnes vagy elektromágnes található, amely kölcsönhatásba lép az állórész tekercseivel. A motor forgása az áramkörök sorrendjének kapcsolgatásával valósul meg, ami az állórészen kívüli mágneses mezőt hoz létre, ami lépésenként vonzza a rotort.



2. ábra egy tipikus léptetőmotor felépítése (forrás: Magyar Elektronika folyóirat 2006/10) [7]

A léptetőmotorok fő típusai:

- Permanens mágneses léptetőmotorok: Egyszerű kialakításuk és alacsony költségük miatt népszerűek, főként kisebb nyomatékú alkalmazásokban használatosak.
- Változó reluktanciájú léptetőmotorok: Bár nagy hőmérsékleten jól működnek, pontosságuk gyakran elmarad a hibrid verzióktól.
- Hibrid léptetőmotorok: Kombinálják a permanens mágneses és változtatható reluktanciájú technológiákat, nagyobb pontosságot és nyomatékot biztosítva.

A léptetőmotorok előnyei közé tartozik a kiváló pozicionálási képesség, a pontos vezérlés, valamint az egyszerű meghajtás és vezérlés. Nincs szükségük visszacsatolásra a pozíció szabályozásához, ami csökkenti a rendszer komplexitását. Hátrányuk lehet azonban a relatív alacsony sebesség és hatékonyság a folyamatos mozgást igénylő alkalmazásokban, valamint a zajos működés, ha magas frekvencián működtetik őket, rezgés a folyamatos működés közben.

A léptetőmotorokat számos területen használják:

- 3D nyomtatók: Pontos rétegek építéséhez és precíz mozgáshoz elengedhetetlenek.
- Automata gyártósorok: Az alkatrészek pontos mozgatásához és pozicionálásához.
- Robotikai alkalmazások: Főként a finommechanikai műveletekhez és pontosságot igénylő feladatokhoz.

Megállapíthatjuk, hogy a léptetőmotorok kulcsfontosságú szereplők a pontos vezérlést igénylő ipari és elektronikai alkalmazásokban. Köszönhetően egyszerű vezérlésüknek és megbízhatóságuknak, továbbra is fontos elemei lesznek a modern automatizált rendszereknek.

A léptetőmotor kiválasztásakor figyelembe kell venni az alkalmazás specifikus követelményeit:

- Nyomaték és sebesség: Ha nagy nyomatékra van szükség kis sebességnél, akkor a permanens mágneses vagy hibrid motorok alkalmasabbak. Magasabb sebességnél a nyomaték általában csökken, ezért fontos a motor karakterisztikájának elemzése.
- Felbontás és pontosság: A motorok lépésenkénti szögelfordulása meghatározza a felbontást. A hibrid motorok általában kisebb lépésekkel rendelkeznek (1,8 fok/lépés), így jobb pozicionálási pontosságot kínálnak.
- Terhelés és környezeti feltételek: Az adott alkalmazásban jelenlévő mechanikai terhelést figyelembe kell venni. Magas hőmérsékletű vagy szennyezett környezetben a motor típusa és anyaga különösen fontos lehet.
- Vezérlési igények: A motorok megfelelő vezérlőeszközt igényelnek, amely képes a megfelelő fázisú gerjesztésre. Egyes vezérlők mikrostep funkciót is biztosítanak, ami javítja a mozgás simaságát és precizitását.
- Költséghatékonyság: A hibrid motorok általában drágábbak, de nagyobb pontosságot és nyomatékot biztosítanak, míg a reluktancia motorok olcsóbbak és egyszerűbb alkalmazásokra alkalmasak.

A NEMA a National Electrical Manufacturers Association rövidítése, amely egy szabványosítási testület az Egyesült Államokban. A léptetőmotorok esetében a NEMA szabványok határozzák meg a motorok méretét, ami különböző NEMA méretekben jelenik meg. A számok a motor keretméretére utalnak hüvelykben, például a NEMA 17 azt jelenti, hogy a motor keretének átmérője 1,7 hüvelyk (~43,2 mm).

A keretméret csak a motor mechanikai méreteit (szélesség, magasság, csavarhelyzet) jelzi, nem utal a motor teljesítményére vagy forgatónyomatékára. Két azonos NEMA méretű motor eltérő elektromos tulajdonságokkal rendelkezhet. [8] [9] [10]

A körkötött háló adagolása nagy pontosságot igényel, ezért a fenti információkat tanulmányozva a **hibrid léptetőmotort** választottam.

2.2.3. Pneumatikus hengerek

A pneumatikus hengerek olyan berendezések, amelyek sűrített levegőt alakítanak át mechanikai mozgássá. Főként lineáris mozgásokhoz alkalmazhatók, de vannak olyan típusok is, amelyek forgómozgást végeznek. Az iparban nagyon elterjedten alkalmazzák őket, főként a gyártás területén az automatizálásban és robotikában. A pneumatikus hengerek egy dugattyú segítségével fejtik ki az erőt, a dugattyúrúdra, amelyet a hengertérbe vezetett sűrített levegő működtet.

- A pneumatikus hengerek típusai:
 1. Egyszeres működésű hengerek: Egy pneumatikus csatlakozójuk van, a másik hengertéren csak egy szellőző furat van. A levegő csak egy irányba végez munkát, így a dugattyúrúd is csak egy irányba fejt ki erőt. A visszahúzást rugóval vagy külső erővel oldják meg.
 - Nyomó típusú: dugattyúrúd alaphelyzete behúzott állapotban van, a levegő a dugattyút kifelé mozgatja
 - Húzó típusú: dugattyú alaphelyzete kitolt állapotban van, levegő a dugattyút befelé húzza.
 2. Kétszeres működésű hengerek: A dugattyúnak két pneumatikus csatlakozója van, a levegő a dugattyúra mindkét irányba tud erőt kifejteni. Ezeket gyakran használják olyan helyeken, ahol folyamatos mozgás szükséges mindkét irányba.
 3. Speciális kialakítások: Ilyenek például a teleszkópos hengerek, membrán hengerek, forgóhengerek, rúd kivezetés nélküli hengerek, szalaghengerek, tömítő szalagos hengerek, mágneses kuplunggal ellátott hengerek, amelyeket speciális ipari igényekhez fejlesztettek ki.
- A pneumatikus hengerek főbb részei:
 - Dugattyú: A levegőnyomást alakítja át mozgássá.

- Hengerház: Ennek furatában mozog a dugattyú, általában erős anyagokból készül, például acélból vagy alumíniumból.
- Végzáró és tömítések: Biztosítják a légnyomás fenntartását és csökkentik a sűrűlódást.

A megfelelő típusú henger kiválasztása a terheléstől, a löket hosszától, a beépítési pozíciótól, a beépítési helytől, a szükséges sebességtől és a környezeti tényezőktől függ, mint például a hőmérséklet és a szennyeződések. [6]

2.2.4. Pneumatikus szelepek

A pneumatikus hengereket általában irányváltó szelepekkel vezérlik, amelyek szabályozzák a sűrített levegő áramlását a hengerbe és a hengerből. Az irányváltó szelepek lehetnek mechanikusan, pneumatikusan vagy elektromosan vezéreltek. Ez a vezérlés különösen gyakori automatizált rendszerekben, ahol szolenoid (mágnesszelepes) megoldásokat használnak.

A pneumatikus szelepet számos csatlakozás (port) és több kapcsolási helyzet jellemzi. Egy szelep leírásánál először mindig a csatlakozások számát tüntetik fel, ezt követi a perjel, majd a kapcsolási helyzetek száma. Például egy hagyományos 3/2-es szelepnek három kivezetése és két kapcsolási helyzete van, vagy egy 5/3-os szelepnek öt portja és három kapcsolási helyzete van. A leggyakrabban használt szelepek a 3/2, 5/2 és 5/3 szelepek. A különféle szelepekkel különböző funkciók valósíthatók meg egy pneumatikus rendszerben.

- A 3/2-es szelep három bemenettel (1), kimenettel (2) és elszívóval (3) rendelkezik, két kapcsolási helyzettel kombinálva. Mivel csak egy munkateljesítmény áll rendelkezésre, ez a szelep csak egy kamrát tud sűrített levegővel feltölteni, tehát a henger egyszeres működésű és a visszatérő löketet mechanikusan kell elérni, pl. rugós szerelvénnel.
- Az 5/2-es szelepnek két kapcsolási helyzete is van, de két további portot biztosít a munkavégzéshez (4) és a légtelenítéshez (5). Ezzel két kamra nyomás alá helyezhető és kiüríthető, ami az aktuátor mindkét oldalának teljes vezérlését jelenti. Egy 5/2-es szeleppel tehát egy mozgás teljesen pneumatikus lehet.
- Végül az 5/3-as szelep ugyanannyi porttal rendelkezik, mint az 5/2-es változat, de egy további kapcsolási helyzettel. Ez az úgynevezett "középső helyzet" egy további pozíciót kínál a vezérlőrendszer számára, ha nem adnak ki működtető jeleket. Ez fontos lehet például a kritikus biztonsági alkalmazásokban. Különféle változatok állnak rendelkezésre

ehhez a köztes pozícióhoz: A „zárt” közbenső helyzet bezárja mind a tápcsatlakozót, mind a munkanyílásokat. Más szóval, a sűrített levegő nem tud be- és kilépni, és a henger a helyén marad. A belső szivárgások azonban a henger nyomásmentességét okozhatják hosszú idő után. A „nyomás alatt álló” középső helyzet átkapcsolja a tápnyomást mindkét munkaportra. Ez azt eredményezi, hogy a dugattyú mindkét oldalon nyomás alatt van, így az egyenlő dugattyúfelületű henger egyensúlyban van. Az egyenetlen dugattyúfelülettel rendelkező henger középhelyzetben löketmozgást végez. A „kimerült” középső helyzet légteleníti a rendszert, amikor a jeleket eltávolítják. Mivel mindkét kimeneti nyílás a külső levegőhöz kapcsolódik, a dugattyú mindkét oldalon nyomásmentes, ami azt jelenti, hogy a henger kis külső erővel elindulhat.

A pneumatikus szelepek a csatlakozások és a kapcsolási helyzetek számán kívül működési módjukban is különböznek. Választható: kézi, mechanikus, elektromos vagy pneumatikus. Minden művelettípusnak megvan a saját szimbóluma, amely az adott szelep pneumatikus diagramjában található. Néha kombinációt alkalmaznak, például kézi műveletet a mozgás elindításához és egy rugószerelvényt a szelep visszaállításához a kiindulási helyzetbe. Ilyen esetben a szelep mellett két szimbólum látható.

- A kézi működtetés sokféleképpen lehetséges, és függ az alkalmazás típusától. A vezérlőelemet használat után le kell zárni, vagy maradjon egy bizonyos helyzetben? Vagy automatikusan és azonnal vissza kell térnie a kiinduló helyzetbe? Az ilyen típusú kérdések megválaszolásával végül kiválasztható a megfelelő megoldás és elérhető a kívánt kapcsolási viselkedés.
- A mechanikus vezérlés hasonló a kézi vezérléshez, de olyan gépeken használják, ahol nincs szükség kézi vezérlésre. Például egy görgős vezérlés, amikor egy tárgyat észlel a szállítószalagon.
- Az elektromos működtetésű szelepeket széles körben használják PLC vezérlésű gépekben. A szelepek közvetlenül a PLC-ről működtethetők. Ezek a szelepek jelenleg a legelterjedtebbek a gépgyártásban.
- A pneumatikusan működtetett szelepek vezérlése külön vezérlőlevegő csatlakozással történik. Ez lehetővé teszi komplett pneumatikus áramkörök megvalósítását. Normál zárt, normál nyitva, az alaphelyzetben zárt (NC) és normál nyitott (NO) szelepek közötti különbség fontos. A kifejezés azt a pozíciót jelöli, amelyet a szelep elfoglal, amikor nincs

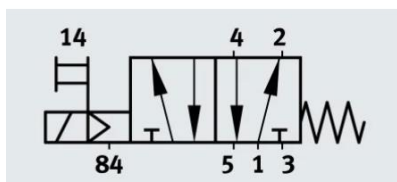
feszültség alatt. Az NC szelep nem engedi át a levegőt, ha nincs feszültség alatt: a nyílás „zárt”. A NO szelep viszont átengedi a levegőt és elszívja a munkanyílást, ha nem működik. Ezek a kifejezések zavaróak az elektromos változattal kapcsolatban, ahol az NC azt jelenti, hogy az áramkör zárva van, és így megtörténik az aktiválás. Pneumatikus szelepeknél ezért gondolkodjunk nyílásokban (a port zárva van, levegő nem jut át rajta, így a szelep nem kapcsol), elektromos szelepeknél pedig áthidalásban (a híd zárva van, a levegő átjuthat rajta, így az alkatrész kapcsol).

Mono és bistabil szelepek

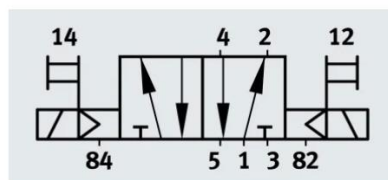
A működési mód mellett a működtetések száma is befolyásolja a szelep működését. Ebben az összefüggésben egy (monostabil) vagy kettős (bistabil) szelepről beszélünk.

Monostabil szelep

A monostabil szelepeknek van egy jele (levegős vagy mágnesszelepek esetén elektromos), amely kapcsolja a szelepet, amikor az feszültség alatt van. Ezeket a szelepjeleket az átkapcsolás idejére folyamatosan kell működtetni. Ha a működtető jelet eltávolítják, a szelep rugóerő vagy légnyomás hatására automatikusan visszaáll nyugalmi helyzetbe.



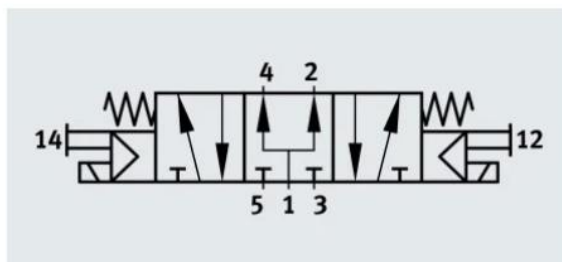
3. ábra monostabil szelep (forrás festo.hu) [11])



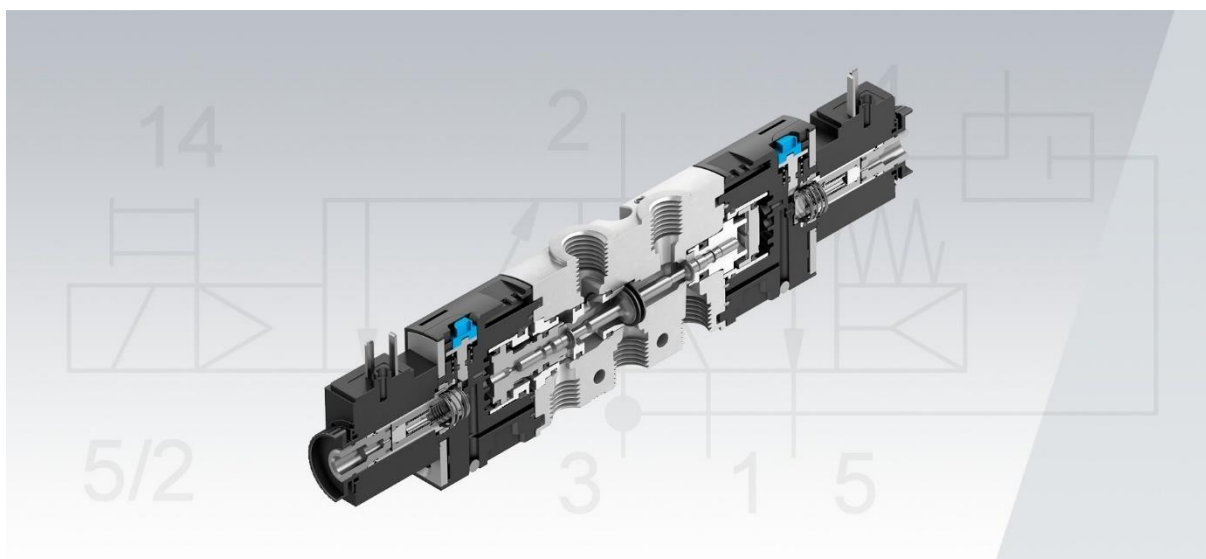
4. ábra Bistabil szelep jelképe (forrás festo.hu) [11]

Egy bistabil szeleppel a kiindulási helyzetbe való visszatérést egyedileg lehet szabályozni. Ezek a szelepek rövid ideig tartó működés esetén nem térnek vissza automatikusan a kiindulási helyzetbe; ehhez külön működtető jel szükséges. Ezeket kettős vezérlőszelepeknek (pneumatikus működtetésű) vagy kettős mágnesszelepeknek (elektromos működtetésű) nevezzük. A két mágnesestekercsrel rendelkező szelepeket néha bistabilnak tekintik. Azonban az

alábbi ábrán látható 5/3-os szelepnek két tekercse van, de ennek ellenére monostabil szelep. Ennek az az oka, hogy a két visszatérő rugó feszültségmentes állapotban visszaállítja a szelepet a kiinduló helyzetbe (vagyis a középső helyzetbe).



5. ábra monostabil 5/3-as szelep (forrás festo.hu) [11]



6. ábra pneumatikus 5/2-as szelep metszete (forrás https://www.festo.com/ie/en/e/journal/in-practice/pneumatic-valves-id_1517727/)

2.2.5. szenzorok

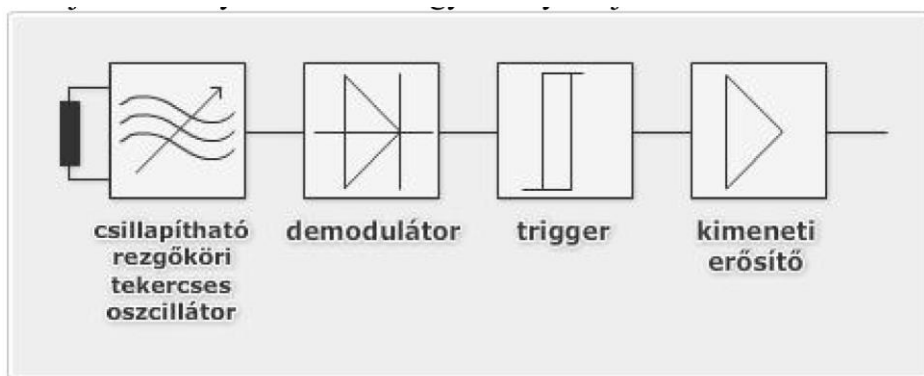
Ebben az alfejezetben a hengerek pozíció érzékeléséhez és az alapanyag jelenlétének érzékeléséhez használt közelítéskapcsolókról gyűjtöttem irodalmat.

Mágneses közelítés kapcsolók: A közelítéskapcsolók olyan érzékelők, amelyek a dugattyúmágnes mágneses mezőjét Reed érintkező vagy mágneses mező segítségével érzékelik. A pneumatikus hajtóművek dugattyúhelyzetének bináris visszacsatolására

szolgálnak. A henger hornyába a kívánt kapcsolási pozícióba szerelt közelítésérzékelők a dugattyú mágneses terének érzékelésekor szabványos 24 V-os kapcsolási jelet bocsátanak ki.

Induktív érzékelők: Az induktív érzékelők olyan fémből készült vagy elektromosan vezető tárgyakat érzékelnek, amelyek érintkezésmentesen lépnek be a mérési tartományukba. A felhasználó számára bináris jelet bocsátanak rendelkezésre, amely megadja, hogy észlelt-e egy tárgyat vagy sem. Az induktív érzékelőket közelítéskapcsolóknak vagy pozícióérzékelőknek is nevezzük.

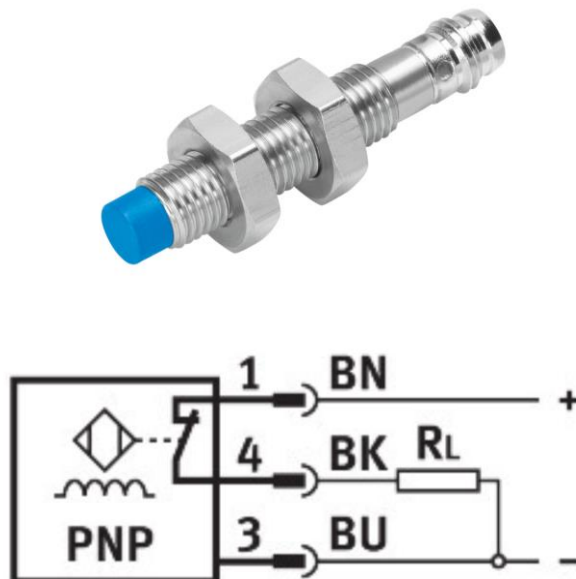
Felépítés és működés: Az induktív érzékelők három funkcionális egységből állnak: egy oszcillátorból, egy kiértékelő egységből és egy kimeneti fokozatból. Az oszcillátor részeként a tekercs egy rezgőkör segítségével váltakozó mágneses mezőt hoz létre, amely kilép az induktív érzékelő aktív felületéből. Amikor egy fémtárgy belép a mágneses mezőbe, örvényáramok keletkeznek, amelyek csökkentik az oszcillátor energiáját. Erre megváltozik a rezgőkör amplitúdója és frekvenciája, egy Schmitt-trigger pedig kapcsolja a kimeneti fokozatot vagy távolsággá számítja át az amplitúdót. Több tekercs használatával növelhető az induktív érzékelő mérési pontossága.



7. ábra induktív közelítés kapcsoló elemei (forrás Dr Szabó Tibor gépészeti automatizálás 2011) [12]

Az induktív érzékelők érintkezésmentes működésüknek köszönhetően számos előnnyel rendelkeznek: hosszú élettartam mert nincs benne mozgó alkatrész, nincs állásidő az elszennyeződött vagy sérült érintkezők miatt, magas kapcsolási frekvencia, rezgésállóság magas védelmi osztály a teljesen tokozott háznak köszönhetően, tetszőleges beépítési

helyzet, közömbös a tárgy színére. Hátrányai: kicsi hatótávolság, a mágneses tér megzavarhatja az érzékelést. Az induktív érzékelőket gyakran alkalmazzák hengerek dugattyúrúd érzékelésére, forgásirány érzékelésre, fém paletták érzékelésére.



8. ábra induktív érzékelő, részei, és jelképe (forrás: <https://www.festo.com/tw/en/a/150399/>)
https://www.festo.com/media/catalog/203637_documentation.pdf

További érzékelő típusok: helyzet érzékelők, nyomás és vákuum érzékelők, áramlásérzékelők, optikai érzékelők, végállaskapcsolók, légrés érzékelők [13] [14] [15] [16]

2.2.6. biztonságtechnika

A gép biztonságos üzemeltetéséhez a tervezéskor az alábbi szabványokat vettem figyelembe:

- MSZ EN 547-1:1996+A1:2009 Gépek biztonsága. Az emberi test méretei. 1. rész: Az egésztest-hozzáférsi helyek méretei meghatározásának alapelvei gépi munkahelyeken
- MSZ EN 547-2:1996+A1:2009 Gépek biztonsága. Az emberi test méretei. 2. rész: A hozzáférsi nyílások méretezésének alapelvei
- MSZ EN 547-3:1996+A1:2009 Gépek biztonsága. Az emberi test méretei. 3. rész: Testméretek
- MSZ EN ISO 12100: Gépek biztonsága. A kialakítás általános elvei. Kockázatértékelés és kockázatesökkentés (ISO 12100:2010)
- MSZ EN ISO 13850:2016 Gépek biztonsága. Vészleállítás. Tervezési alapelvek (ISO

13850:2015)

- MSZ EN ISO 13854:2020 Gépek biztonsága. Legkisebb távolságok a testrészek összezúzódásának elkerüléséhez (ISO 13854:2017)
- MSZ EN ISO 14120:2016, Gépek biztonsága. Védőburkolatok. A rögzített és a nyitható védőburkolatok tervezésének és kialakításának általános követelményei (ISO14120:2015)
- MSZ EN ISO 4414, Pneumatikus teljesítményátvitel. A rendszerek és szerkezeti elemeik általános szabályai és biztonsági követelményei (ISO 4414:2010)

3. Anyag és módszer

3.1. Kiindulási konfiguráció felmérése:

Ismertetem a tervezett gép által gyártott terméket és annak alapanyagából adódó nehézségeket.

Knorr-Bremse vasúti fékrendszerek légfékvezérlőbe épített hangtompító pogácsa. A szűrőelem a légfékrendszer több elemébe is beépülhet, általában lefúvó hangtompító szerepe van, de előfordul, hogy bizonyos terek, (pl.: szelep állapotjelzők) szellőztetésére építik be, ezekben az esetekben kifelé és befelé is áramlik a szűrőn keresztül a levegő. A termék alapanyaga ko33 Ø0,23 drótból körkötött 60mm széles háló, mely háló cső formában van szöve. Az alapanyag tekercsben érkezik, melynek súlya 10kg, mérete Ø600mm. Ebből a körkötött hálóból kell tömörítéssel elkészíteni az Ø14*5mm es korongot. Évente gyártott darabszám 110 -120 000db.



9. ábra A40108 termék rajza és a termék fotója

Az alapanyagot vágással kell darabolni, a teríték tömege 2g 0,5g-os tűréssel. Ez 36mm-es terítéket jelent.



10. ábra levágott 36mm*60mm-es teríték (forrás: saját fotó)

Egy tekercs anyagból kb. 5000db termék készíthető. Jelenleg a termék kézi hajtogatással és kézi működtetésű könyökemelő prégéppel készül. Jelenlegi műveleti sorrend: 1 darabolás kézi lemezollón, 2 hajtogatás kézzel, 3 tekercselés kézzel, 4 préselés présen, 5 ellenőrzés. 1: A 60mm széles tekercsben érkező alapanyagot egy állványra helyezzük, innen kézi erővel letekercselve egy kézi vágógéppel ütközőhöz illesztve daraboljuk, a méretet mérlegesen ellenőrizzük. 2 A teríték mind a négy szélét behajtogatjuk, hogy a körkötött hálóból felszabadult szálak belülré kerüljenek. 3. A kapott alakot feltekercseljük, olyan méretre, hogy a tömörítő prészszerzámba beférjen. 4. Prés szerzámba felülről behelyezzük a hajtogatott terítéket, tömörítő tuskával előtömörítjük és egy kézi könyökemelő présszel lepréseljük. A préselő szerzámból lefelé vesszük ki az elkészült pogácsa formájú darabot. 5. Szemrevételezéssel ellenőrizzük a darabot, Jó darab ismérvei: átmérő, magasság túréson belül, nincs kiálló szál, laza rész, a háló egyenletesen van préselve, nincs tömörebb, hiányosabb rész. A háló egyenletesen tömör mindenhol.

A jelenlegi gyártás nagyon munkaerő igényes, ezt a feladatot kell automatizálni. A gép tervezésének egyik fő szempontja a levágott szabad dróthurkok kijutásának elkerülése a késztermékből.

3.2. Fejlesztési követelmények megfogalmazása:

Az alapanyag jellegéből adódóan sok nehézséggel kell megküzdeni. A körkötött háló vágásánál sok kis szabad hurok keletkezik, ami a szűrőelemből nem eshet ki. A szabad szálak keletkezése az alapanyag sajátossága, vágásnál a hurkolt szálak elvágásával keletkeznek, minden huroknál keletkezik egy szabad nyitott U alakú hurok vagy egy zárt hurok, ami a levágott anyag ép szálára van rátekerve. A nyitott U alakú szabad szálak leesnek egyből vágás után, de a zárt hurkok a terítéken maradnak. Ezek a szálak nagyon károsak, mert bármikor leeshetnek az ép hurokról. Az alábbi ábrán látható szabadon maradt szálakat kell elkerülni.



11. ábra vágásnál keletkező szabad szálak (forrás saját fénykép)

A készterméken jelentkező szabad szálak megjelenésének elkerülése mechanikai, hegesztéses, és hajtogatásos módszerrel lehetséges.

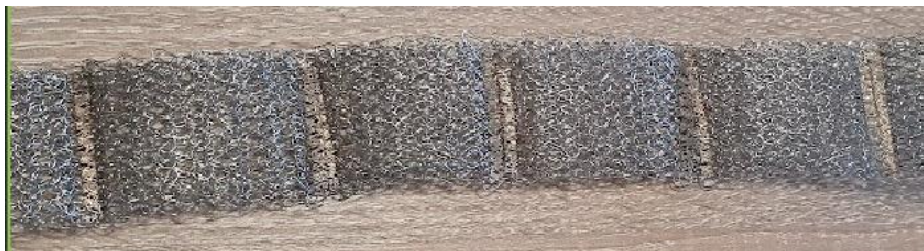
1. Forgató dobos eltávolítás: ennél a módszernél egy belülről ütközőkkel ellátott expandált lemezből készült dobban forgatjuk a terítéket, előny, hogy több teríték készülhet egyszerre, hátránya, a rossz hatásfok, sok szál benne marad a terítékben.

2. Rázásos technológia: a dobshoz hasonló csak egy sík tálcán rázva próbáljuk eltávolítani a szabad szálakat, de az elsőtől képest még rosszabb eredménnyel.

3. Drótkorongos tisztítás: minden vágott élet végig húzunk egy forgó drótkorongon, melynek hatékonysága nagyon jó, de nagyon időigényes.

4. Forgatásos technológia: a levágott terítéket egyesével középen megfogunk egy villával, majd azt megforgatva nekiütköztetjük egy álló akadálnak, vagy ellenkező irányban forgó drótkorongnak. Nagyon hatékony, jól technológizálható módszer, de ez is nagyon időigényes.

5. Vágás előtt a szálak hegesztése ellenálláshesztővel: A letekerceslt dróthálót meghatározott távolságonként lehegesztjük ellenálláshesztővel, (4.ábra) a terítéket ott vágjuk el, ahol a hegesztés rögzítette a háló szálait (5.ábra), így nem keletkeznek szabad szálak. A technológia nehézsége, hogy a körkötött hálót nagyon össze kell tömöríteni hegesztés előtt. A széthúzott hálót nem hegeszti meg az elektróda így egy előhajtogatás, tömörítés szükséges. A háló szélén sok esetben nem találkozik elég szál ahhoz, hogy a hegesztés minden szálát rögzítsen, ezért a hegesztés végein, gyakran keletkeznek szabad szálak.



12. ábra hegesztett alapanyag



13. ábra hegesztett háló vágása

6. A szabad szálak becsomagolása: Olyan hajtogatási technológiát alkalmazunk, hogy a vágott felület a késztermék belsejébe kerüljön. Hajtogatást a többi technológiánál is kell használni, hogy a termék megfelelő tömörségű legyen. Előnyei, hogy nem magas a beruházási költsége, nincs plusz munkafolyamat és megfelelő hajtogatással minden szálát be lehet csomagolni, de nem kell a további művelethez elmozgatni, így az adagolást és pozicionálást megspóroljuk. Összesítve ez a technológia kapta a legmagasabb pontszámot így a gép tervezéséhez ezt a módszert választottam.

2. táblázat szabad szálak eltávolításának kiválasztása

Megnevezés	beruházási költség	munkafolyamat idő ráfordítás	hatékonyság	megvalósíthatóság 36*60mm-es terítőken	Összesen
forgató dobos technológia	5	8	6	10	29
rázásos technológia	2	7	3	10	22
drótkorongos tisztítás	3	2	8	5	18
forgatásos technológia	4	4	8	4	20
hegesztés technológia	1	8	10	10	29
hajtogatásos technológia	6	9	10	10	35

Az elszabadult szálakon kívül további nehézségek is adódnak: a körkötött háló nem egy merev anyag - húzásra nyúlik, mint egy harisnya - ezért a tekercselésnél és a vágásnál ezt figyelembe kell venni. Jelenleg súlyra ellenőrizzük a levágott terítéket. A termékek rajzán is súly/ sűrűség van megadva. A körkötött háló szálai összeakadhatnak, ezért a teríték és a félkész termékek nehezen adagolhatóak, így jobb, ha egyesével továbbítjuk a hajtogatásra. Nem használható pl. rezgő adagoló. Ezen nehézségek miatt olyan szerszám kialakítást terveztem, ahol nem kell a munkadarabot az állomások között megfogni, pozicionálni, hanem egy szerszámban, annak kialakított üregeiben történnek a lépések. Ezeket a műveleteket függőleges és vízszintes mozgások segítségével pneumatikus mozgatással érem el.

A gép tervezésénél a következő szempontokat tartottam még fontosnak:

- Olyan alapanyag hajtogatási módszer alkalmazása, melyben a vágási felület belülré kerül így a szabad szálak kiesését kiküszöböljük.
- A háló rossz alaktartása miatt ne kelljen a lépések között átrakni, újra pozicionálni.
- Műveletek egyszerű mozgásokkal elvégezhetőek legyenek.
- Szerszámok egyszerű kialakításúak és könnyen gyárthatóak legyenek.
- Vágógép legyen univerzális, a 115mm széles tekercshez is alkalmazható legyen.
- Biztonságos munkavégzés, gépburkolat és megfelelő vészleállítás kialakítása.
- Megtérülés.

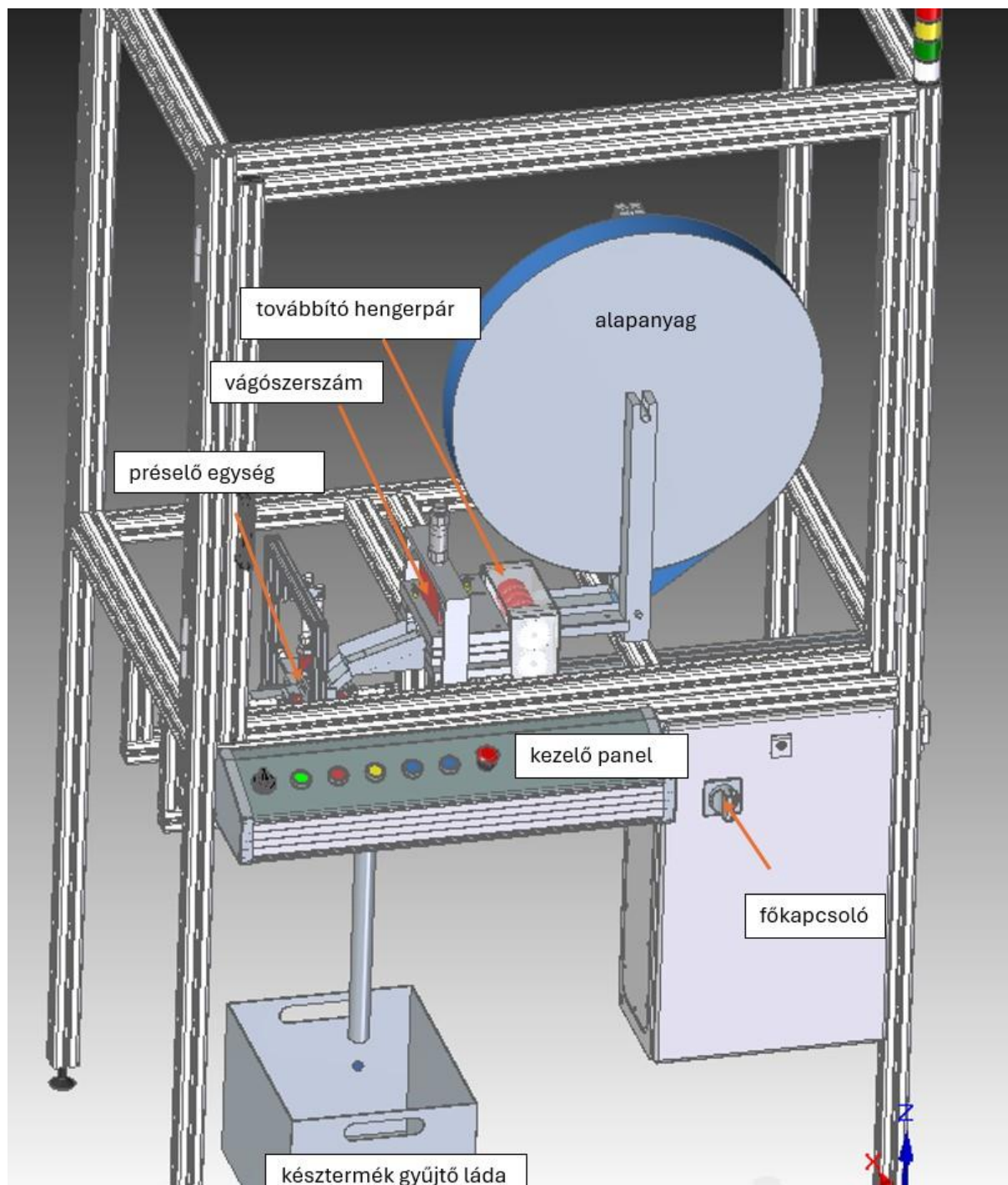
-
- Hatékonyság, maximális ciklusidő 20mp, az 1500db gyártása naponta.
 - Karbantartás és üzemeltethetőség. Egyszerű karbantartás, alkatrészek könnyű hozzáférhetősége és egyszerű cseréje.
 - Pontosság és sebesség. A rendszernek elég gyorsnak és pontosnak kell lennie a feladatok végrehajtásához. A szelepek, hengerek, léptetőmotor és vezérlőelemek kiválasztásakor fontosnak tartottam a sebesség és a pontosság figyelembevételét.
 - Ergonómiai követelmények. Tekercs csere és befűzés legyen könnyen kezelhető. A kezelőszervek elhelyezése, az indítási és leállítási szervek legyenek könnyen hozzáférhetők és intuitívak. Kész termék gyűjtése legyen könnyen elérhető.

A fenti követelmények teljesítése biztosítja, hogy a tervezett gép hatékonyan, biztonságosan és hosszú távon működjön.

Miután kikísérleteztem, hogy a berendezés milyen technológiával készítse el a szűrőelemet, megterveztem a lépéseket, a szerszámokat, és meghatároztam milyen mozgások szükségesek a kész forma kialakításához.

3.3. Konceptió kidolgozása:

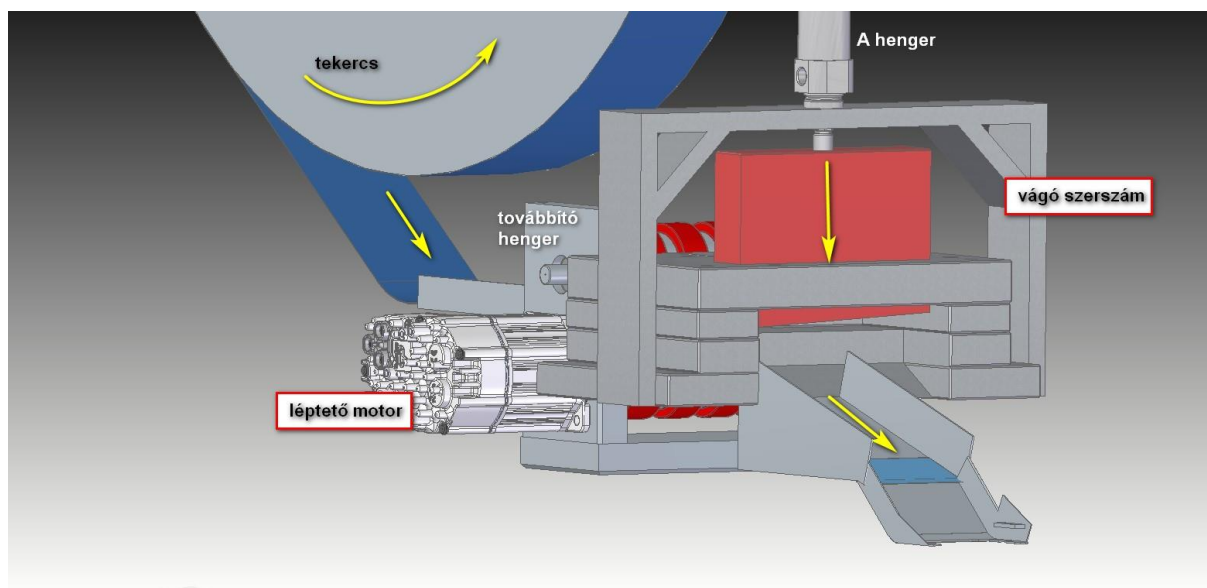
A gépet pneumatikus és elektromos hajtások működtetik. A folyamatban egy léptetőmotor és 12 pneumatikus henger végzi az anyagalakítást. Az alakítás folyamán a tekercsben érkező alapanyagból elkészül a kész termék.



14. ábra a tervezett gép főbb részei

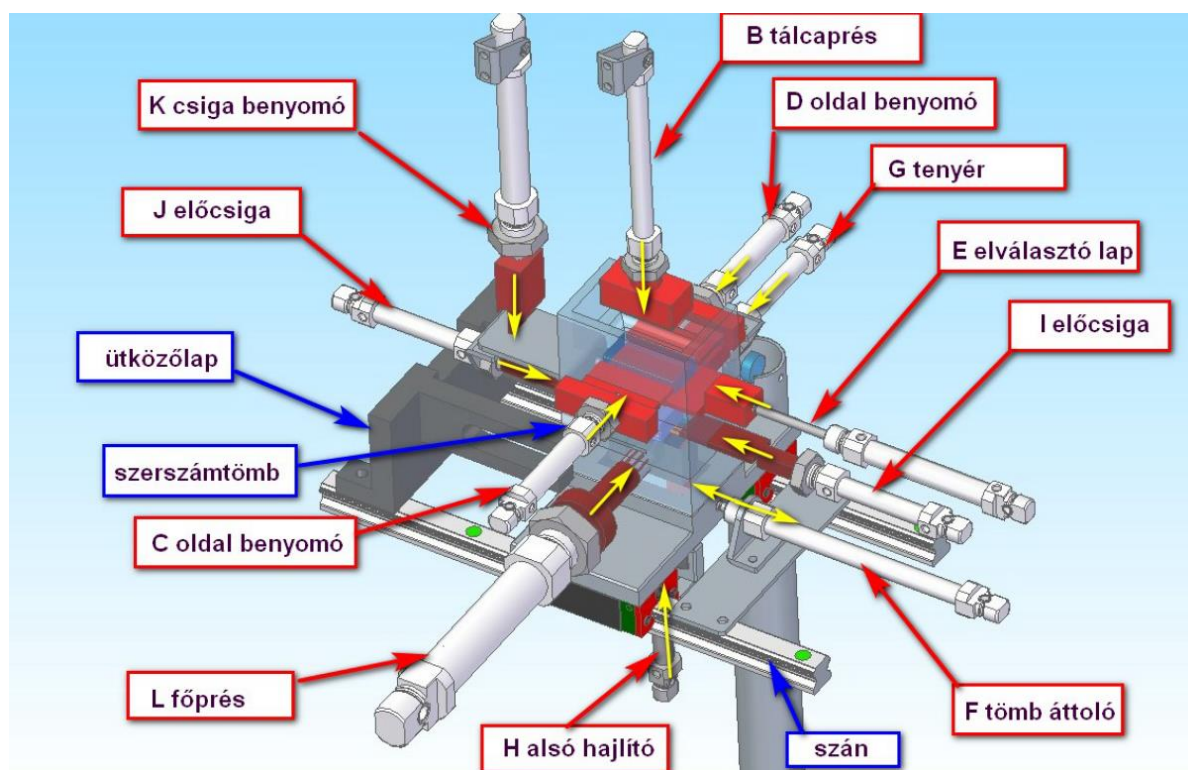
A tervezett gép áttekintése: A gép két részből áll. 1. letekerrelő, vágó modul, 2. alakító rész. Az első modul (15. ábra) ahol a tekercsbe érkező alapanyag letekerrelése és méretre darabolása történik, ezt a részt egy csúszda köti össze a második, alakító résszel. Az alakító szerszám három részből áll, felső, középső, alsó. 11 pneumatikus henger működteti a hajtogató, tömörítő

műveletek szerszámaikat. A felső részben egy előtömörítés készül, a középső részben egy csiga formára alakul a termék, az alsó részben ezt tömöríti össze kész terméké a fő préselő művelet. Az alakítás folyamatát a 19. ábra szemlélteti, a narancssárga élek a levágott szabad szálak helyét jelölik, ezzel szemléltetem, hogy belülről kerülnek a vágott élek, szálak.

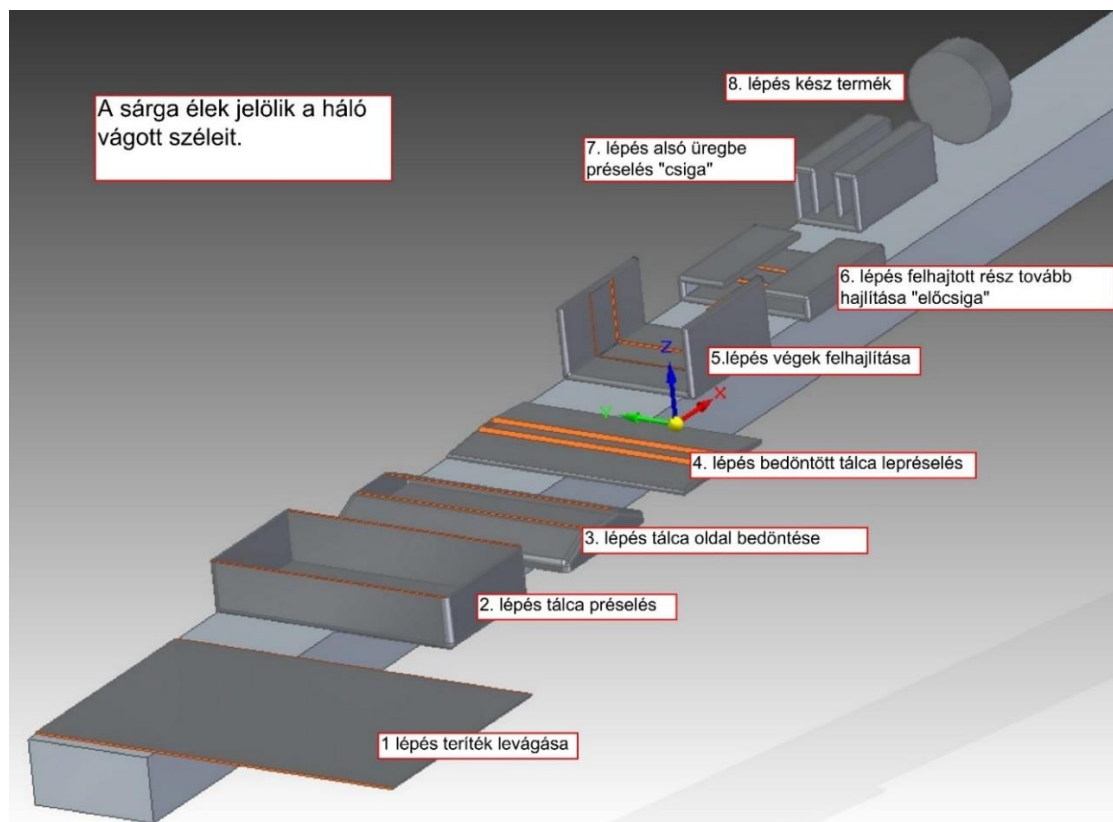


15. ábra a gép letekerrelő és vágó része

A gyártás az alábbi lépésekből fog állni: 1. alapanyag letekerrelés, 2. teríték vágás, 3-9. több lépésben a teríték összehajtogatása és méretre préselése. A hajtogatási műveletek két szerszámblokkban készülnek el, ezek a folyamat elején egymás fölött helyezkednek el, közben egymáshoz képest elmozdulnak. Az előtömörítés a felső szerszámblokkban készül el ezután egy henger áttolja az alsó szerszámblokkba a hálót, ahol megtörténik a további hajtogatás és a készre préselés.

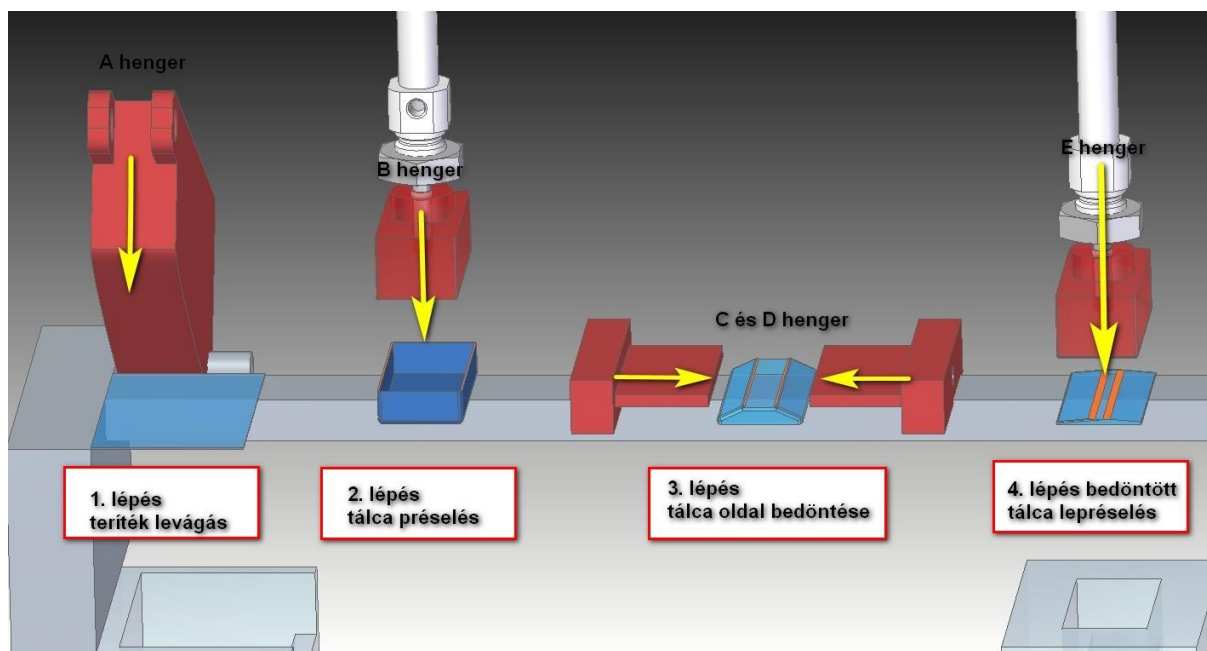


16. ábra alakító szerszámok és a működtető hengerek

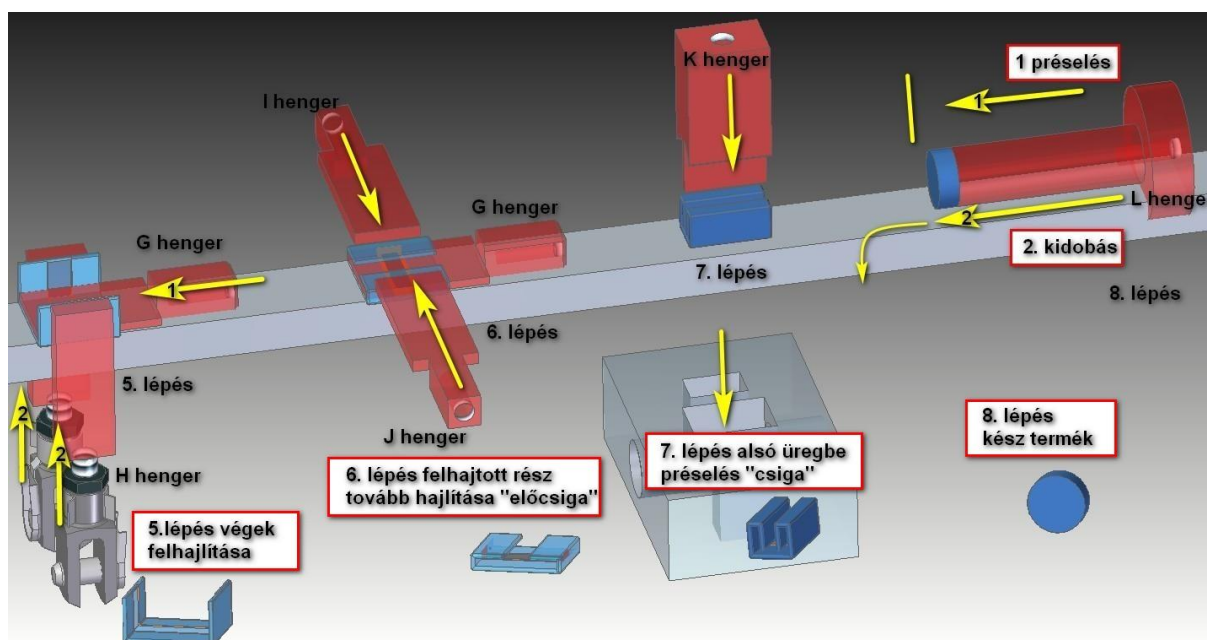


17. ábra a termék különböző fázisai.

Az alábbi képeken szemléltetem a termék alakulását, a szerszámok mozgásával együtt.



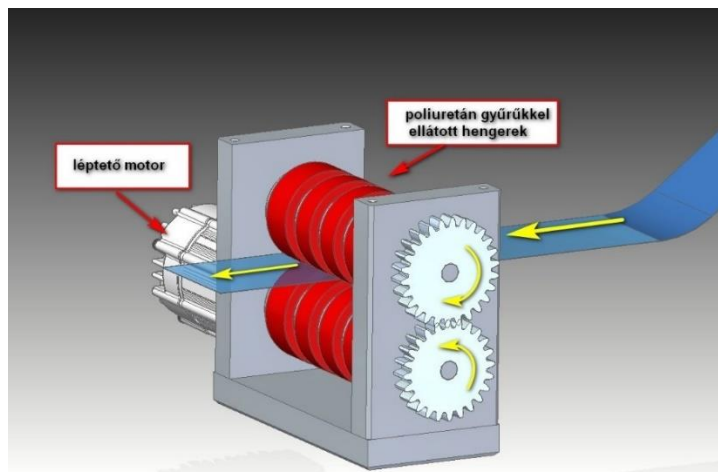
18. ábra vágás és a felső szerszámban végzett műveletek



19. ábra a középső és az alsó szerszámban végzett műveletek.

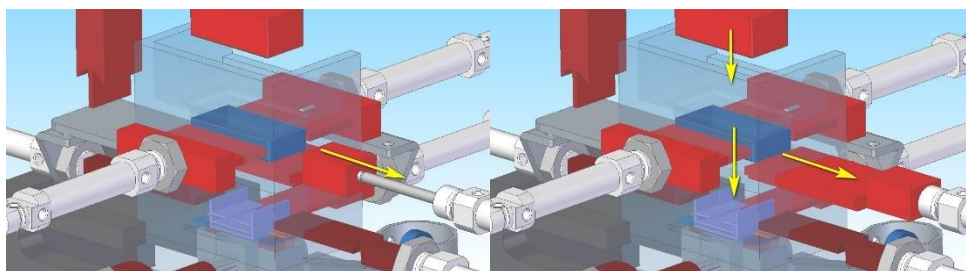
Lépések leírása:

- **Letekercselés:** Az alapanyagot a tekercsről egy poliuretán hengerpár továbbítja a vágószerszámba. Az alsó hengert egy léptetőmotor hajtja meg, a hajtott tengely másik végén egy fogaskerékpár meghajtja a felső hengert is, ez továbbítja a hálót. Amikor az anyag elér a jeladóhoz a hajtás megáll.



20. ábra továbbító hengerpár léptetőmotorral

- **1. lépés-vágás:** Az A henger működteti a vágó szerszámot, a levágott teríték egy csúszdán jut el a felső szerszámüregbe. Itt egy jeladó érzékeli, hogy megérkezett a munkadarab.
- **2 lépés:** Ez a művelet a sík terítékből egy tálca formát présel, a levágott hálót egy négyszögletes bélyeg benyomja egy üregbe Ezt a szerszámot a B henger működteti, mozgása függőleges.
- **3. lépés:** A tálca oldalait két oldalról egy szerszám behajlítja. C és D jelű hengerek, vízszintes beépítésűek.
- **1. köztes lépés:** A felső és a középső szerszámüreget egy elválasztó lap osztja ketté A 3. művelet elvégzése után az E henger kihúzza ez elválasztó lapot, ezzel szabaddá teszi az utat a középső szerszámrészebe.



21. ábra elválasztó lap mozgása

- 4. lépést: Újra a B henger mozog, a behajtott oldalú tálcát letolja a középső szerszámba és lepréseli laposra. A B hengernek 3 végállása van, ezt három jeladó érzékeli. 1. a felső végállás S4 2. középső végállás, S5 itt a löketet az elválasztó lap állítja meg, amikor azt az E henger kihúzza az elválasztó lapot, az alsó végállásig tud mozogni S6 érzékeli.
- 2. köztes lépés: tömbáttolás Amikor a háló a középső üregbe kerül és a B henger visszatér az alaphelyzetbe, az alsó és a középső szerszámot az F henger áttolja egy ütközőig. A két alsó szerszám két szánon mozog, ez azért célszerű mert függőlegesen két művelet szükséges. Ezt ezzel az áttolással tudtam elérni, így fér el egymás mellett a B és a K henger.
- 3. köztes lépés -Tenyér be: A G henger betol a szerszámtömbbe, a háló fölé egy tenyérnek nevezett elemet amire a következő két műveletben ráhajtogatjuk az anyagot.
- 5. lépés - Végék felhajlítása: A tenyér alatt elhelyezkedő hálót alulról két nyomólap hajlítja fel. Mindkét nyomólapot a H henger mozgatja mozgásuk függőleges.
- 6. lépés - Tovább hajlítás: A felhajlított háló, tenyér fölé eső részét vízszintesen két oldalról, ráhajlítja az I és A J henger által mozgatott nyomólap, ezt nevezem előcsigának.
- 7. lépés - Csiga benyomás: A K henger működése benyomja a hálót az alsó üregbe, úgy, hogy azt félbehajtja. A mozgás függőleges. Az alsó üreg oldalról egy Ø14,-es furattal találkozik.
- 8. lépés - Fő préselés: Az L henger egy Ø14es préselő tüskét mozgat vízszintesen. Az L hengernek is 3 végállása van, a préselés művelet közben egy ütköző biztosítja a középső végállást, ez az ütköző határozza meg a termék vastagság méretét, ezért az ütköző állítható. A terméknek $5^{+0,1}mm$ -es pontosságúnak kell lennie. Az ütközőtömböt úgy terveztem meg, hogy az egyben torlasztó szerepet is betöltsön, ennek a torlasztó lapnak préseli neki a henger a hálót. A termék kidobásához a szerszámtömböt vissza kell, hogy húzza az F henger. A torlasztólapot és az ütközőt tartalmazó tömb nem mozdul el, így visszahúzáskor a kidobás megtörténhet.

- 9. lépés - Kidobás: Az L henger ütköző nélkül nagyobb löketen mozog, így az összepréselt terméket kilöki a furatból egy csúszdára, innen a késztermék beleesik egy gyűjtőládába. A ciklus innen újraindul a léptetőmotor elindításával.

3.4. Elemkiválasztás

3.4.1. Léptetőmotor kiválasztása

Először a letekercselő erőt határoztam meg: A tekercs húzásához szükséges erőt, a legnagyobb tekercs átmérőnél rugós erőmérővel megmértem, ez 10N volt. A mérést szemlélteti a 22. ábra. Az $M = F * k$ képletből (ahol a k érték a jelen esetben a tekercs sugara) adódik, hogy ahogy fogy az anyag a tekercsről, csökken a letekercseléshez szükséges erő, ezért a nyomatékszámításnál a kezdeti letekercseléshez szükséges erőt veszem figyelembe.



22. ábra 60 mm széles anyag letekercseléshez szükséges erő.

A letekerceselő és a vágógépet univerzálisra tervezem, hogy egy másik méretű tekercshez is lehessen használni. A másik tekercs 115mm széles letekerceseléséhez 20N erő szükséges ehhez fogom méretezni a motort.

$$M = F * k \quad (1)$$

$$M = 20N * 0,025m = 0,5Nm \quad (1)$$

ahol M a nyomaték, F az erő (N), k az erőkar(m)

Léptető motor kiválasztásánál a szükséges nyomatékot és a lépésenkénti szögelfordulást tartottam fontosnak. A pontosságot a teríték méretéből és a termék súly tűréséből határoztam meg. A teríték 60*36mm hosszú súlya 2g 0,5g-os tűréssel, a 36mm-es vágási hosszon kell tartani a 0,5g-os tűrést. A továbbító henger D=Ø50 mm.

Egy körül fordulás hossza a továbbító henger kerülete K=157mm

$$K = D \times \pi \quad (2)$$

$$K = 50 * 3,14 = 157 \quad (2)$$

1° elfordulás 0,4301 mm

$$1^\circ \text{hossz} = \frac{D \times \pi}{360} \quad (3)$$

$$\frac{157}{365} = 0,4301 \quad (3)$$

0,5g anyag hossza L=1,2265mm ehhez 2,85°elfordulás szükséges

$$L = \frac{1000}{L_{1m} * m} \quad (4)$$

$$L = \frac{1000}{395 * 0,5} = 1,2265mm \quad (4)$$

1° hossz=0,4301mm

$$0,5g \text{ anyag elfordulása} = \frac{L}{1^\circ \text{hossz}} \quad (5)$$

$$\frac{1,2265}{0,4301} = 2,85^\circ \quad (5)$$

Ahol $L_{1m} = 395g$ 1m anyag súlya, ezt méréssel meghatároztam meg.

A léptető motorok általában $1,8^\circ + 5\%$ pontosságúak ezzel 0,751mm pontosság érhető el.

$$\text{lépésenkénti elérhető pontosság} = \frac{K}{L_{1m}} \times \text{léptető motor lépés pontossága} \quad (6)$$

$$1,8 + 5\% = 1,89^\circ \quad \frac{157}{395} * 1,89 = 0,751mm \quad (6)$$

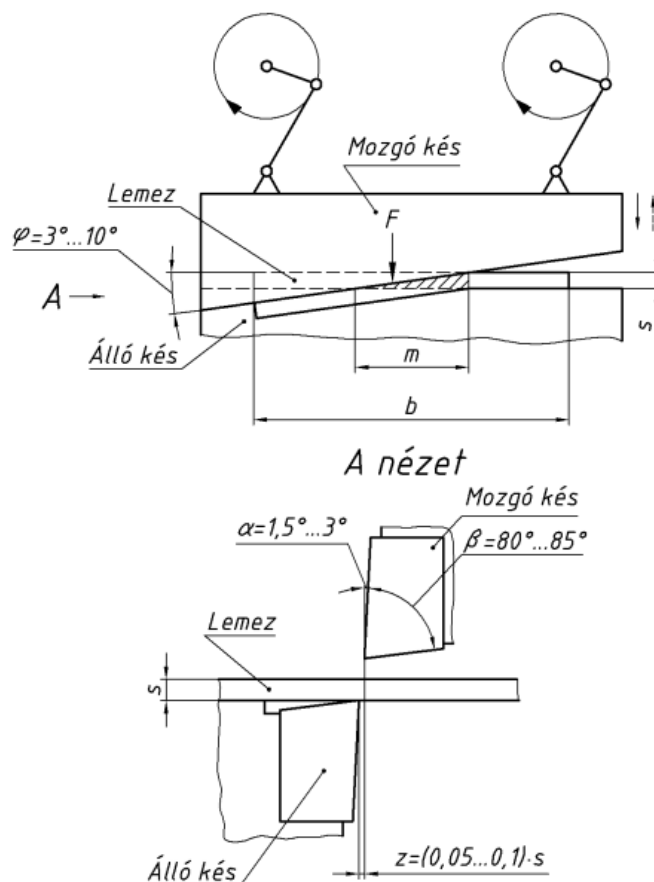
szükséges pontosság 1,22mm $2,9^\circ >$ elérhető pontosság 0,75mm $1,89^\circ$.

A számolásból kiderül, hogy a feladathoz megfelelő egy áttétel nélküli léptetőmotort választani. A továbbító henger tengelyméretéhez illeszkedően egy Nema 23-as léptetőmotort választottam, A választott motor 1.8Nm 0.9° Bipoláris, Hibrid. Mind a nyomtéma mind a pontossága bőven megfelel a feladatra.

3.4.2. Vágó szerszám.

A vágószerszám egy vezetőlapos ferde késes vágószerszám. A konstrukciót úgy alakítottam ki, hogy egyszerűen legyen gyártható és könnyedén lehessen karbantartani, élezni.

Vágási erő kiszámítása: Az anyagok egyszerre teljes keresztmetszetben történő vágása nagyobb vágóerőt eredményez, a vágóerő csökkentése miatt döntöttem a ferde élű szerszám mellett. A 23. ábra egy tipikus ferde élű lemezollót ábrázol.



23. ábra tipikus ferde élű olló [17]

Ferde élű ollón történő daraboláskor a vágóerő:

$$F = 0,5 \times \frac{s^2 \times \tau_b}{\tan \varphi} \quad (7)$$

$$F = 0,5 \times \frac{0,23^2 \times 440}{\tan 3^\circ} = 222,09923 \text{ N} \quad (7)$$

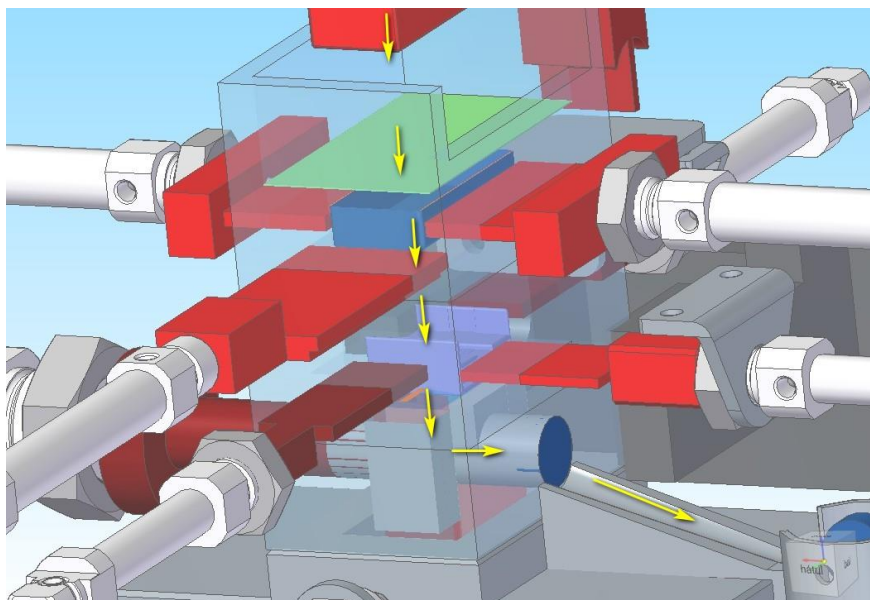
Ahol: τ_b a nyírószilárdság, ko33 esetén $\tau_b = 0,8R_m = 0,8 \cdot 540 = 440 \text{ MPa}$

φ a ferde élű olló vágási szöge $\varphi = 3^\circ$

A ferde késes vágószerszám vágás erőszükséglete kisebb, de deformálódik a levágott darab. Ebben az esetben mivel nem lemezről beszélünk, ez nem probléma, a háló deformálódása elhanyagolható, a későbbi alakítások miatt nem lényeges. A vágást pneumatikus hengerrel terveztem működtetni.

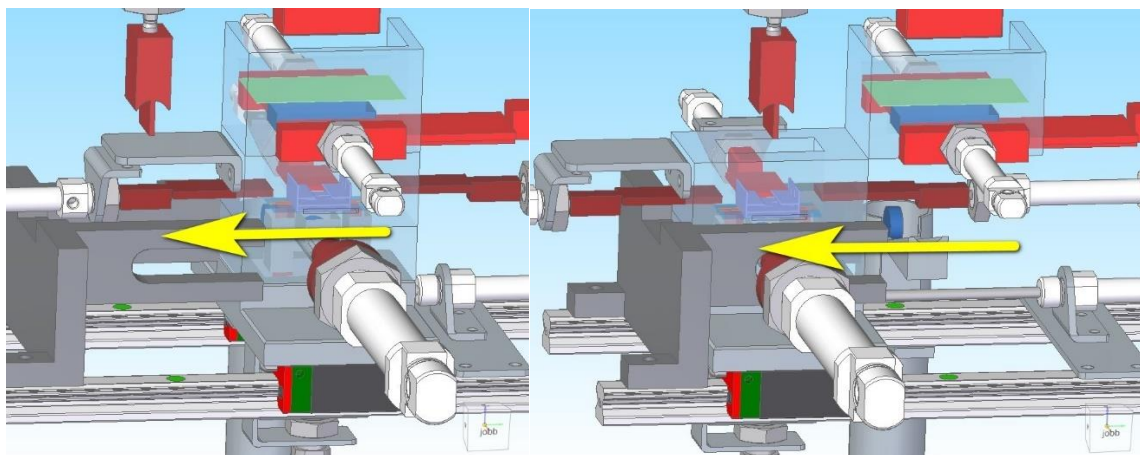
3.4.3. Alakító szerszám

Az alakító szerszámot úgy terveztem meg, hogy az alapanyag alakítása egy üregbe történjen, hogy ne kelljen a nehezen kezelhető alapanyagot minden lépésnél megfogni, pozícionálni.



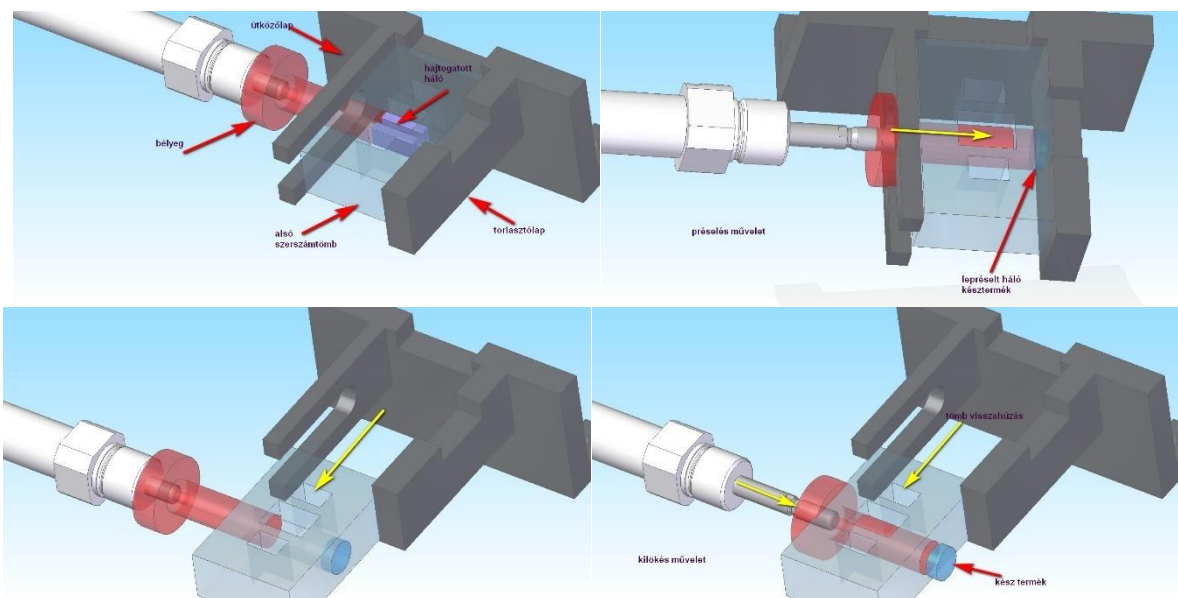
24. ábra a háló útja a szerszámban

Az alapanyagot fentről, oldalról és alulról munkahengerekkel mozgatott, a szerszámba csúszó elemek alakítják. A szerszámot vízszintesen felszeletelve huzal szikrázott lapokból építettem fel, így el lehet kerülni a szerszám belsejében szükséges bonyolult forgácsolási műveleteket. A hengerek edzett csúszkákat mozgatnak a szerszámban, ezek végzik a háló alakítását. Ezek a csúszkák vagy bélyegek a szerszám oldalában kiképzett kivágásokban, furatokban mozognak, legtöbb esetben vízszintesen. A levágott teríték a szerszám felső részébe érkezik egy csúszdán és az alsó részén jön ki. A függőlegesen mozgó szerszámok egyrészt alakítást végeznek a hálón másrészt a szintek között mozgatják a munkadarabot fentről lefelé (24. ábra). Függőlegesen fentről két különböző alakítás szükséges, ezért a szerszámot ketté osztottam. A két szerszámfelet egymáshoz képest el kell mozgatni, hogy a két felső munkavégző elem elférjen egymás mellett. Ezt két szán és egy áttoló henger alkalmazásával oldottam meg. A kitolt pozícióban egy ütköző fogadja az egységet. Ennek az ütközőnek a fő préselő műveletben távtartó és torlasztó szerepe is van.



25. ábra tömb áttolás

A tömböt kitolt pozícióban egyik oldalról egy villa alakú ütköző, másik oldalról egy támasztólap veszi körül. Amikor az L henger működteti a préselő bélyeget, az felütközik a villán, ez a löket préseli le a csiga alakú hajtogatott hálót kész termékké. Ezután a henger visszamozog, a tömb visszahúzott helyzetbe mozog, így szabaddá válik a kidobó furat. A préselő henger újra működik, itt már nem ütközik fel a villán ezért a kész terméket kilöki a prészerszámból.



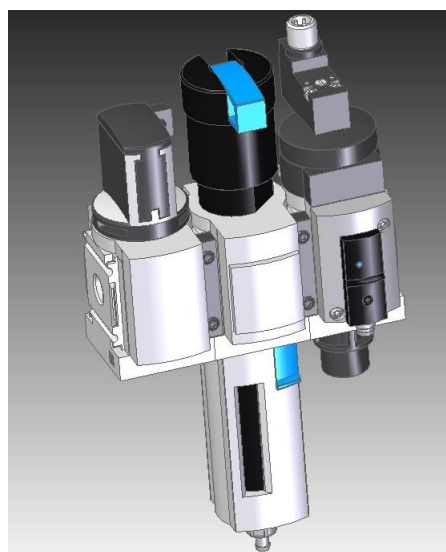
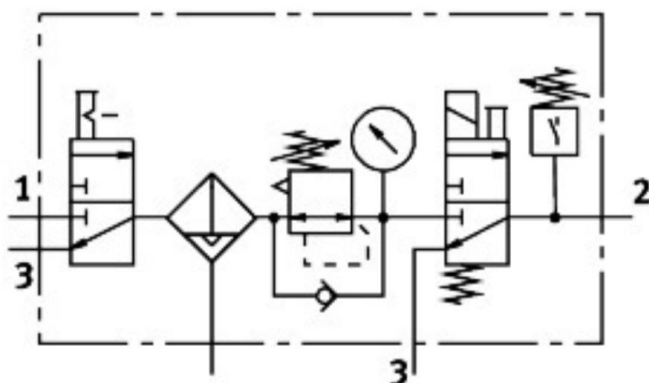
26. ábra ütköző funkció

3.4.4. levegő előkészítő egység

A gép biztonságos és hosszútávú üzemeltetéséhez a levegőellátásnak az alábbi igényeket kell kielégítenie: A 7:4:4 minőségű levegőhöz a levegő előkészítőbe egy 40 mikronos szűrő szükséges. Állandó beállítható nyomás kell, ezért egy nyomásszabályozó egység is szükséges.

A levegő előkészítő szokásos elemei mellett a munkahengerek levegőellátását meg kell szüntetni, ha áramkimaradás van, ha nyitva van a gép ajtaja, vagy ha a vészstop gomb be van nyomva, ezért elektromos bekapcsoló szelep alkalmazása is szükséges.

A gép működését a következő modulokból álló levegőelőkészítő egység szolgálja ki: 3 modulból álló kézi bekapcsoló szelep, szűrő nyomásszabályzó egység, elektromos bekapcsoló szelep. A választott típus: MSB4-1/4:C3:J120:D14-WP



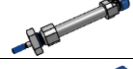
27. ábra választott levegő előkészítő egység jelölése és modellje [18]

3.4.5. Hengerek és szelepek

A hengerek és szelepek kiválasztását először az alapadatok meghatározásával kezdtem. Minden hengerre meghatároztam a löketet, a szükséges nyomóerőt, a mozgató tömeget, a beépítési szöget és a mozgás irányát. Kiválasztásban a Festo honlapján található pneumatikus méretező és pneumatikus szimuláció segített. Mindegyik henger egyoldali dugattyúrúd kivezetésű kettős működésű ISO 6432 szabvány munkahenger, mindkét oldalon állítható pneumatikus csillapítással, vagy elasztikus csillapító gyűrűvel. A hálójagtogatás nagyon kis erőszükségletű. A termék mérete nagyon kicsi ezért a szerszám is kis méretű, a legtöbb esetben nem a nyomóerő hanem a löket és a beépítési hely volt a kiválasztás fő szempontja.

Az első henger kiválasztását részletezem: A vágószerszámot működtető henger erőszükséglete 222N a vágó szerszám vágólap súlya 2kg a henger választó ajánlóból a DSNU-S-25-30-P-A-MX hengert választottam ez 294.5 N-os tehát megfelel. A további hengereknél is hasonlóan jártam el.

3. táblázat kiválasztott hengerek

hengerek	művelet	löklet (mm)	dugattyú átmérő	nyomóerő N	beépítési helyzet függőleges vízszintes	cikkszám	
A	vágás	30	32	294	F	DSNU-S-25-30-P-A-MX	
B	tálca prés	70	8	30	F	DSNU-8-70-P-A	
C	oldal benyomó	20	10	47,1	V	DSNU-10-20-P-A	
D	oldal benyomó	20	10	47,1	V	DSNU-10-20-P-A	
E	elválasztó lap	40	10	47,1	V	DSNU-10-40-P-A	
F	tömb áttoló	70	8	30,2	V	DSNU-8-80-P-A	
G	tenyér	20	8	22,6	V	DSNU-8-20-P-A	
H	alsó hajlító	20	8	22,6	F	DSNU-8-20-P-A	
I	csiga teteje	20	8	22,6	V	DSNU-8-20-P-A	
J	csiga teteje	20	8	22,6	V	DSNU-8-20-P-A	
K	csiga benyomó	50	12	51	F	DSNU-12-50-PPV-A	
L	pogi préselő	70	20	188	V	DSNU-20-50-PPV-A #19237	

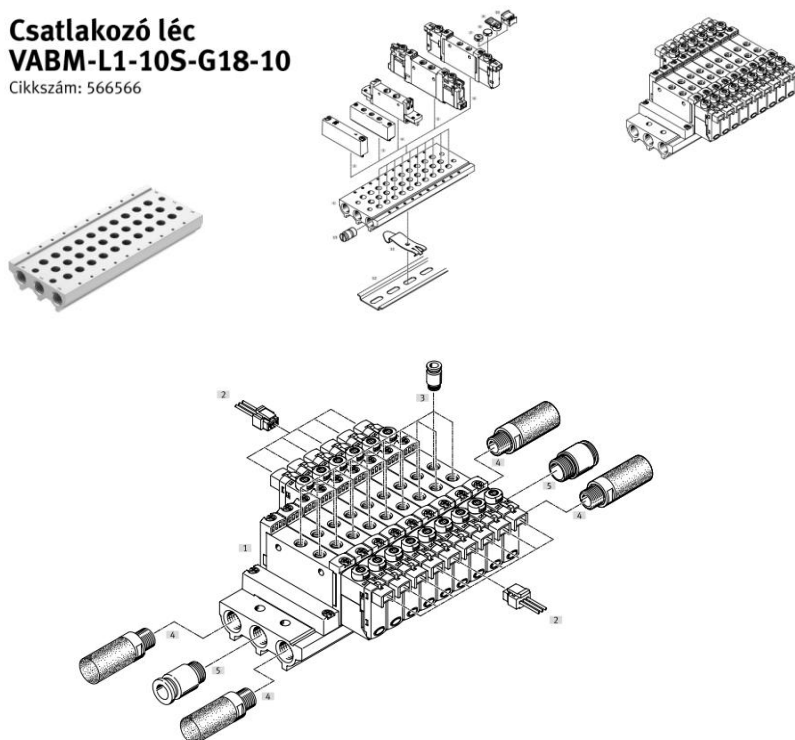
A hengerek után az őket levegővel ellátó szelepeket választottam ki.

VTUG szelepsziget családból választottam felső kivezetésű VUVG szelepekkel,

VABM-L1-10S-G18-10 típusú szelep csatlakozó lécet választottam. Ennél a típusnál a szelepek egy tömítéssel csatlakoznak a szeleptömbhöz, közösített táplevegő és lefűvő csatornájuk van, tehát az 1,3,5 jelzésű csatlakozók közösítve vannak. 10 szelephelyes lécet választottam, mert ugyan 12 henger van, de ezek közül 2-2 azonos időben azonos funkciót végeznek, ezeket egy szelep vezérli, így 10db szelepre van szükség.

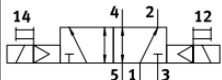
Csatlakozó lécs VABM-L1-10S-G18-10

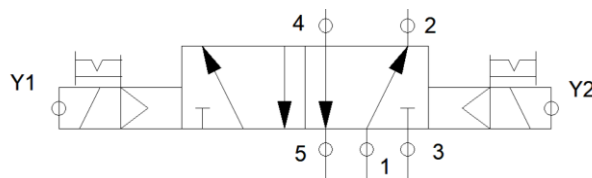
Cikkszám: 566566



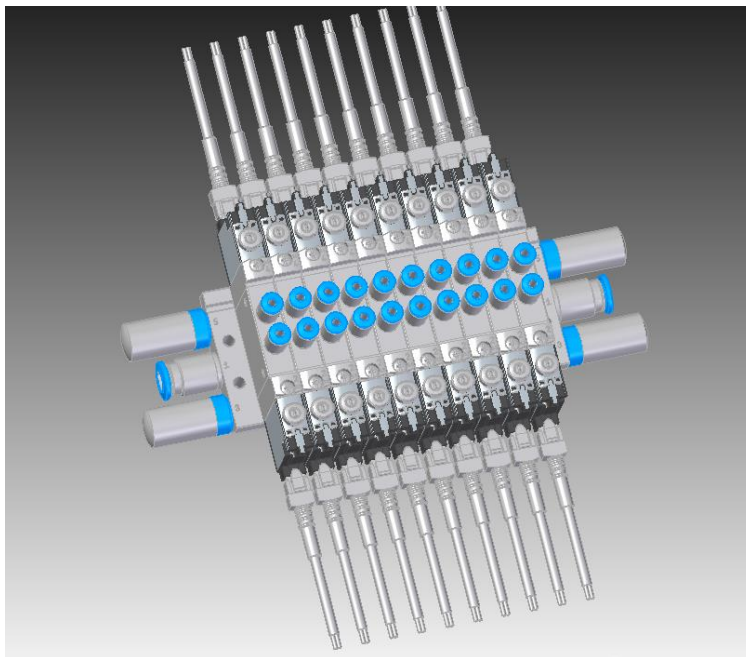
28. ábra választott szeleptömb kialakítása [19] [20]

A Festo kiválasztási segédletével a VUVG-SK10-B52-T-G1/8-1H2L-C3-S típusú szelepeket választottam. A szelepek főbb paraméterei: 10mm széles 5/2-es bistabil, két szolenoiddal, belső vezérlő segédlevegő ellátással, kézi burkolt reteszeltető segédműködtetéssel.

Valve	Valve code	Description	VUVG-LK, VUVG-BK		VUVG-L, VUVG-B			
			Size		Size			
			M5/M7	G1/8	M3	M5/M7	G1/8	G1/4
5/2-way valve, double solenoid								
	B52	In-line valve, pilot air supply Internal	■	■	■	■	■	■



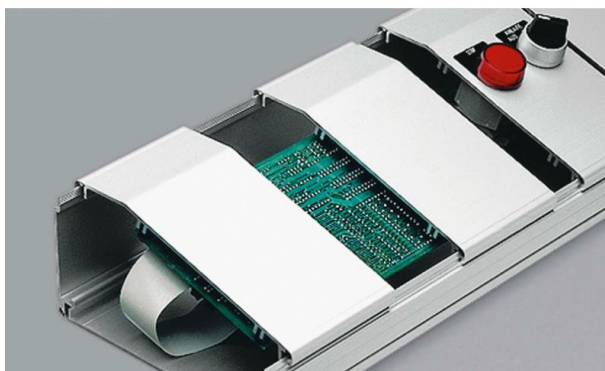
29. ábra választott szelep katalóguslapja [20] és jelölése



30. ábra 10db 5/2-es szeleppel összeszerelt szeleptömb

3.4.6. Gépváz

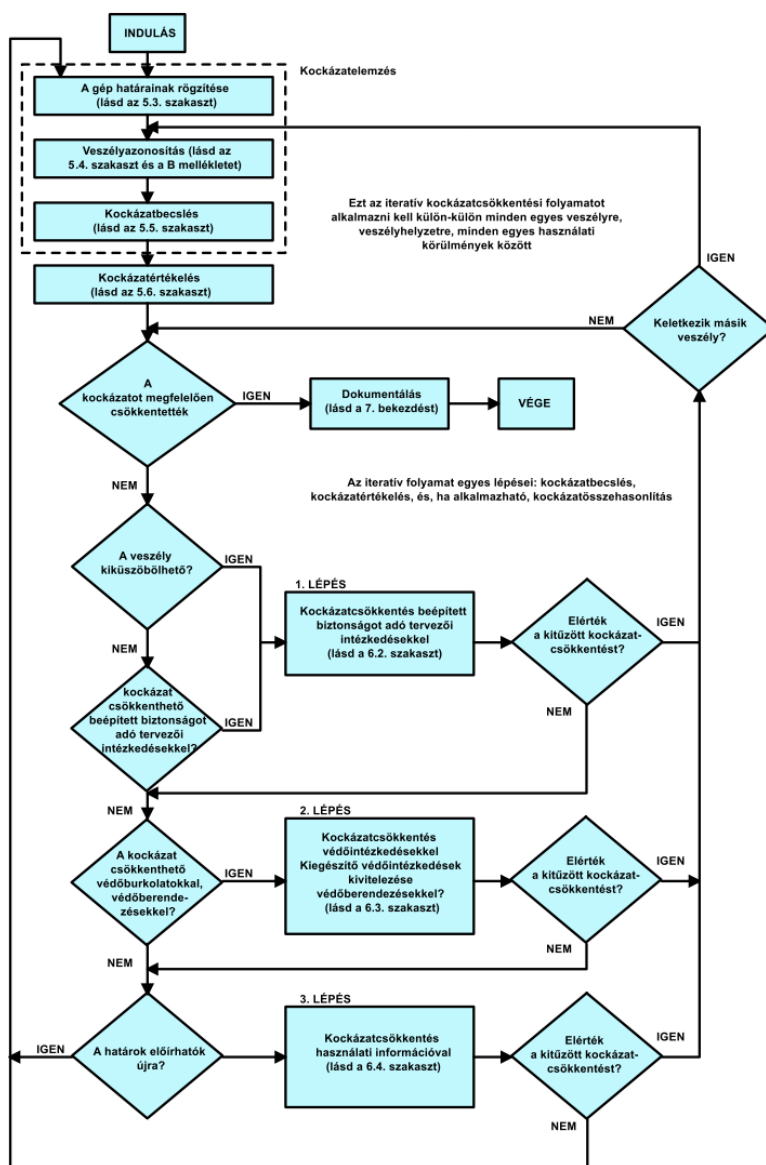
A gépváz Item profil 8 40x40 light és 20x20 alumínium profilból épül fel, a gombokat és opcionálisan a kijelzőt, számlálót magába foglaló egységhez 160-20°-os moduláris csatorna profilt használtam.



31. ábra moduláris csatorna profil [21]

3.4.7. Biztonsági elemek kiválasztása

A gépbiztonság szükséges szintjének a meghatározásához az iteratív háromlépéses módszert használtam. A módszer magában foglalja a kockázatfelmérést, kockázatelemzést gép határainak rögzítését, veszélyazonosítást, kockázatbecslést és a kockázatértékelést.



32. ábra biztonságos gépkialakítás folyamata [22]

Kockázatfelmérés az EN ISO 12100 szabvánnyal összhangban:

A gép határainak meghatározása: A gép egy fedett fűtött üzemi épületben fog működni, a helyszínen nincs jelentősebb por, olajköd, egyéb szennyeződés, rezgés és más fizikai veszélyre sem kell számítani. A gépet egy ember kezeli. A gépet kézzel kell feltölteni alapanyaggal, az

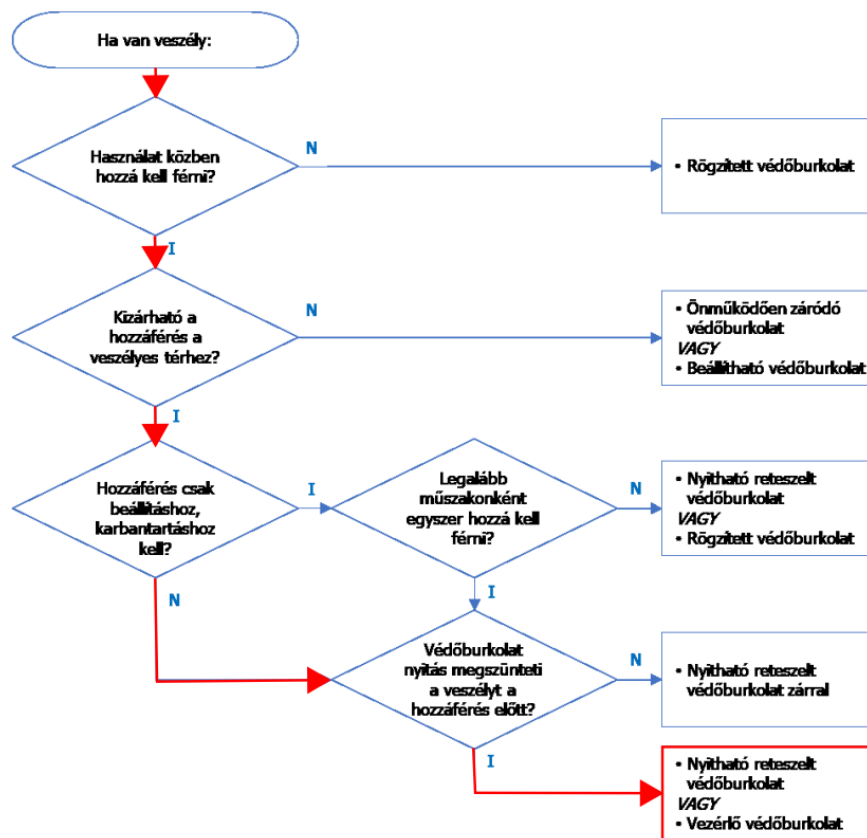
anyagot a továbbító hengerbe is kézzel kell befűzni. A gép rendeltetésszerű használata közben a többi művelethez csak üzemzavar esetén szükséges kézi beavatkozás. A vágási, hajtogatási és préselő funkciókhoz működés közben a gépkezelő nem tud hozzáférni, sem a lépésenkénti, sem az automata üzemmódban. A gépet sűrített levegő és elektromos áram működteti. Az alapanyag rozsdamentes körkötött háló, ebből állítja elő a készterméket több különböző lépéssel. Három üzemmódban működhet a gép. Automata, 1 lépéses és befűzés üzemmódokban. A gép lehetséges meghibásodásai, anyag becsípés beszorulás.

A veszélyek azonosítása: Továbbító henger behúzhatja, becsípheti a kezelő ujját, ruháját feltekerheti, a vágószerszám vágási sérülést okozhat a kezelő ujjain, a hengerek mozgásából adódóan a fix és a mozgó részek közé beszorulhat a kezelő ujj.

Kockázatbecslés: A gép kockázatelemzését EN ISO 12100:2011 alapján elvégeztem, a táblázat alapján. Az elemzést normál működés, egy esetleges munkadarab beszorulásának eltávolítása és a karbantartás, tisztítás esetekre készítettem el. Tíz eseményt vizsgáltam ezekből védőberendezés nélkül 232,5 pont jött össze, ami nagyon magas kockázatot jelent. A tervezési fázisban alkalmazott biztonsági berendezésekkel ezt a számot 3,69-re csökkentettem, ami nagyon alacsony kockázati szintbe tartozik. Ezért további intézkedést nem kell tenni.

- **Beépített tervezői biztonság:** A továbbító hengerre olyan burkolatot terveztem, hogy a hengerek közé csak az alapanyagot lehessen betolni, a kezelő ujjja ne férjen be. A legkisebb távolság a testrészek összenyomódásának elkerüléséhez az ujjak esetében 25mm. A bemeneti oldalon az alaplap és a burkolat közötti rés 6mm. A burkolat expandált lemezből készül, hogy betöltéskor lássa a kezelő mikor ér be az anyag a hengerek közé. Ez azért szükséges mert ebben az esetben nyitott burkolattal kell működtetni a továbbító hengert, hogy a kezelő lássa, hogy az alapanyag eljutott a vágószerszámig. A hengereket egy-egy gombbal tudja működtetni előre és hátra. Egyik előre a másik hátra mozgatja a hengereket. Sebességük csökkentett, a csökkentett sebesség feltétele a nyitott ajtó.
- A vágó szerszám esetében is hasonlóképpen jártam el, itt is a szerszám mindkét oldalán figyeltem a burkolásra, a bemeneti oldalon csak betekintő rés van, a vágás oldalon rácsot használtam burkolatnak. Ez a burkolat a továbbító csúszdához illeszkedik, hogy hátulról se lehessen a kések közé nyúlni.

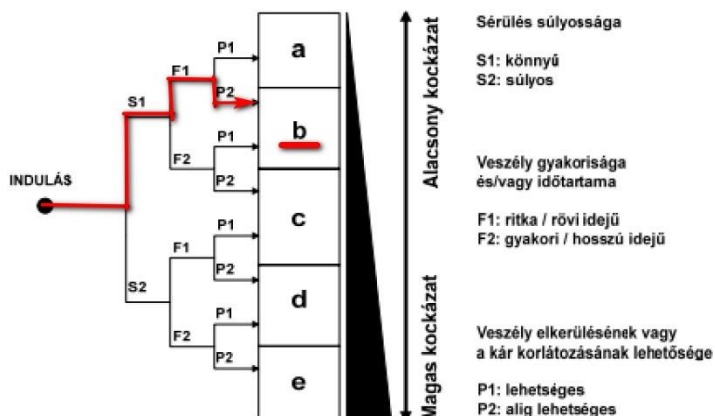
A többi henger mozgásából adódó veszélyeket a gépen alkalmazott rögzített és nyitható védőburkolatokkal küszöböltem ki. A nyitható védőburkolat kiválasztását egy folyamatábra szerint határoztam meg:



33. ábra védőburkolat kiválasztása [22]

A 33. ábra védőburkolat kiválasztása alapján **nyitható reteszelt védőburkolatot kell alkalmazni**. Használat közben hozzá kell férni a veszélyes részhez, kizárható a hozzáférés a veszélyes térhez, nem csak karbantartáshoz kell hozzáférni a veszélyes részhez, a védőburkolat nyitása megszünteti a veszélyt a hozzáférés előtt.

Szüksége teljesítmény szint PLr meghatározása: ISO 13849 szerint.



34. ábra PLr szükséges teljesítményszint

Az S F és P értékeket így választottam meg: S1 mert könnyű sérülés lehetséges, F1 mert a veszélygyakoriság kisebb mint 15 perenként 1, illetve az összegzett expozíciós idő kisebb, mint a működési idő 1/20-a. A p érték veszélyes esemény elkerülésének esélyére P2-t választottam. Ebből egy B teljesítményszint hozható ki.

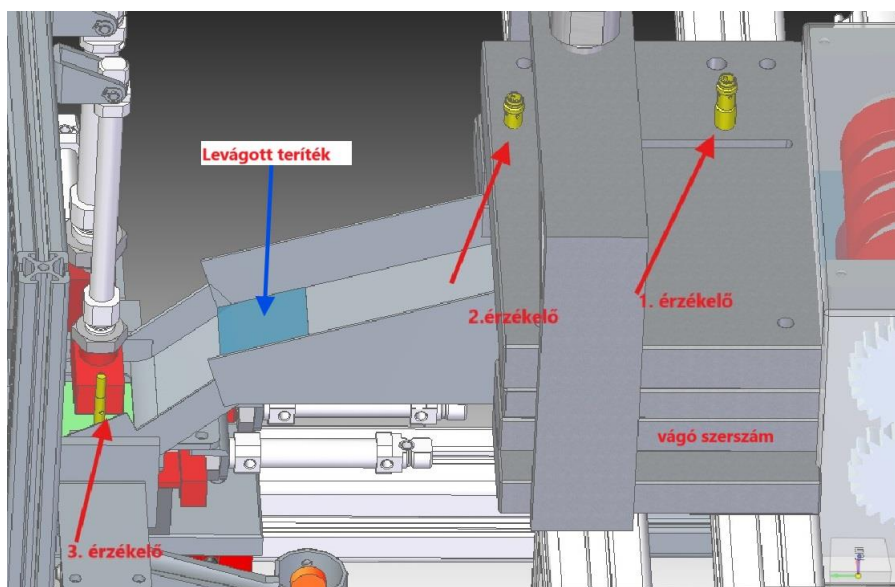
A fentiek figyelembevételével kiválasztottam az Omron Emergency Stop Switch A165 vészkapcsolót, az Omron D4GL reteszeléses biztonsági ajtókapcsolót és az Omron G9SE-201. DC24 biztonsági relét. Ezekkel az elemekkel és a választott levegőelőkészítő egységgel meg lehet valósítani egy STO biztonságos nyomatéklekapsolást, ez az elvárt biztonsági szintnél sokkal magasabb követelményeknek felel meg.

3.5. Működtető szoftver

Ebben a fejezetben a gép működtetéséért felelős vezérlést írom le. Meghatároztam a mozgásokat, elkészítettem az út lépés diagrammot, kidolgoztam a működési üzemmódokat, összeírtam az inputokat és az outputokat, megterveztem a kezelőpanelt. A PLC kiválasztását és a program magírását PLC- programozó szakember végzi.

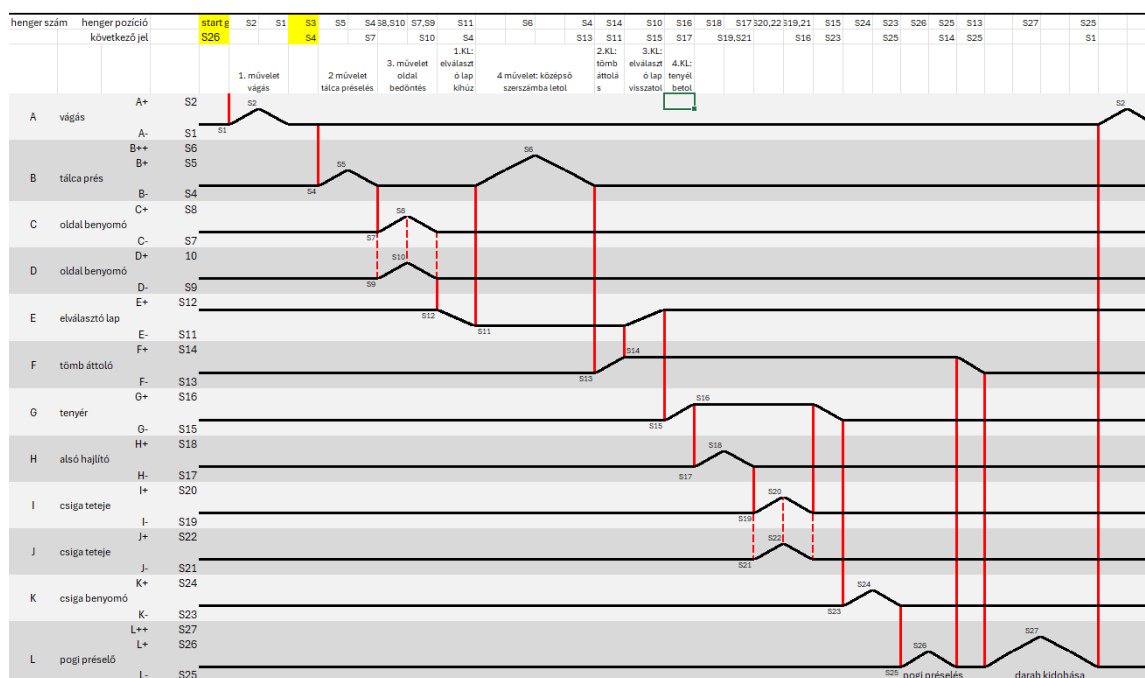
A tervezett gépet elektropneumatikus vezérléssel oldottam meg. A vezérlés jelátalakító részét a mágnesszelepek és a léptetőmotor vezérlője alkotják, az irányítást egy PLC végzi, a jeladó funkciót a működtető gombok, a pozíció érzékelők, az anyag érzékelését, az induktív érzékelők végzik. Az alapanyag letekercselését, vágógépbe továbbítását egy léptetőmotor végzi, a PLC az induktív jeladókból kapott jelek alapján adja ki a hajtásra a jelet. Az első szenzor a vágószerző előtt a befűzött anyag jelenlétét érzékeli, ha lefogy az anyag a tekercsről, akkor megállítja a motort. A második érzékelő a vágóél után helyezkedik el, a vágókés felső

pozícióban van az anyagot a továbbító hengerek addig tolják, amíg el nem érik a jeladót, ekkor a hajtás megáll, a vágás megtörténik. A levágott teríték egy csúszdán keresztül eljut az alakító szerszám felső ülékébe, itt a 3. érzékelő jelez hogy megérkezett az anyag, a plc elindítja a préselést.

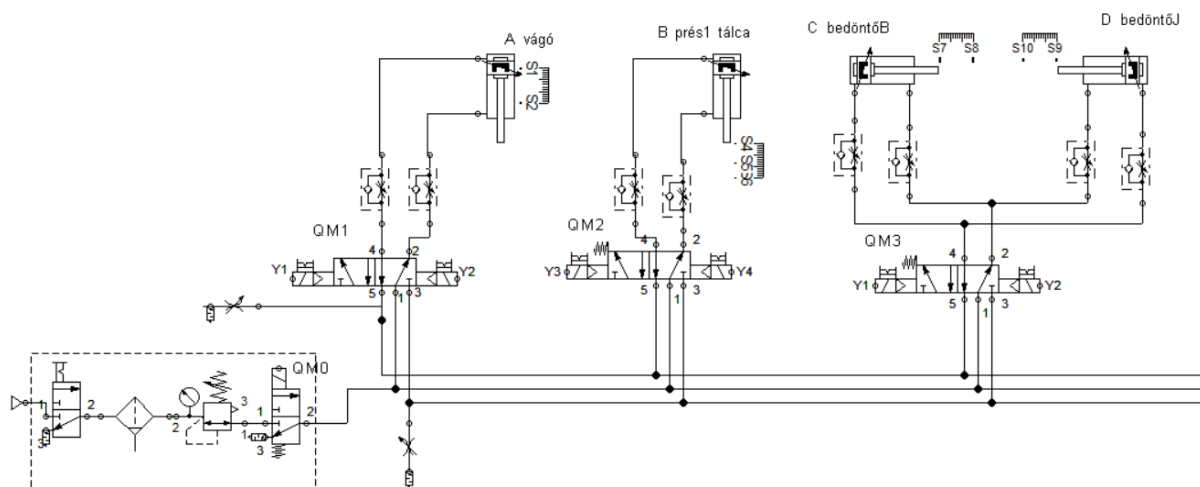


35. ábra induktív érzékelők elhelyezkedése.

A további műveleteket A 36. ábra mutatja.

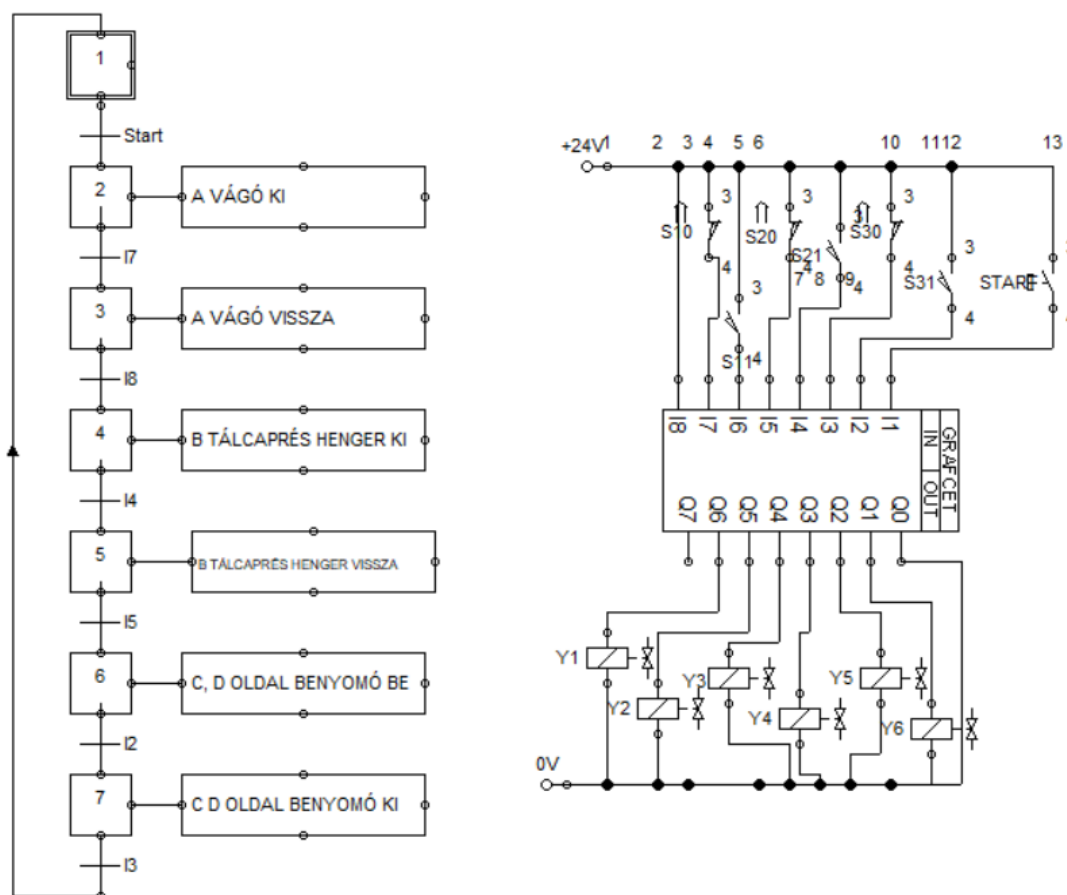


36. ábra út lépés diagramm



37. ábra pneumatikus kapcsolás részlet

Az elektromos kapcsolást az alábbi áramúterv részletekkel szemléltetem: példaként bemutatom az első három henger grafcella megvalósított bekötését.



38. ábra GRAFCET-et megvalósított bekötés részlet

A gép az alábbi üzemmódokban működhet:

- befűzés üzemmód szerviz üzemmód. Ebben az üzemmódban a gép levegőellátása le van kapcsolva, az anyag továbbító henger csökkentett sebességgel gombnyomásra üzemelhet.
- 1 lépéses üzem – A folyamat lépésenként hajtható végre.
- folyamatos üzem: a gép folyamatosan ismétli a lépéseket.
- vészstop: a gép energia mentes állapotban van.
- nyugtázás – A reset gomb megnyomására a gép alaphelyzetbe áll.
- hiba – ha valamelyik jel nem érkezik meg, beszorulás, tekercs lefogyás esetén.

gombok: 1. üzemmód választó kapcsoló (folyamatos, lépésenként, befűzés), 2.gomb Start, 3.gomb Stop, 4.gomb reset (alaphelyzet/nyugta), 5.gomb befűzés üzem motor előre, 6.gomb befűzés üzem motor vissza.



39. ábra kezelőpanel

A következő kijelzési esetek lehetnek: hiba esetén reset villog, alaphelyzet esetén, zöld gomb villog, Plc kijelzőjén darabszámláló megjelenítése, napi és összes darabszám.

A következő érzékelőket használtam: 1.tekercs anyag érkezik/lefogyott, 2.tekercs anyag vágási hely, 3.teríték megérkezett, 4-28 24db hengerek végállása.

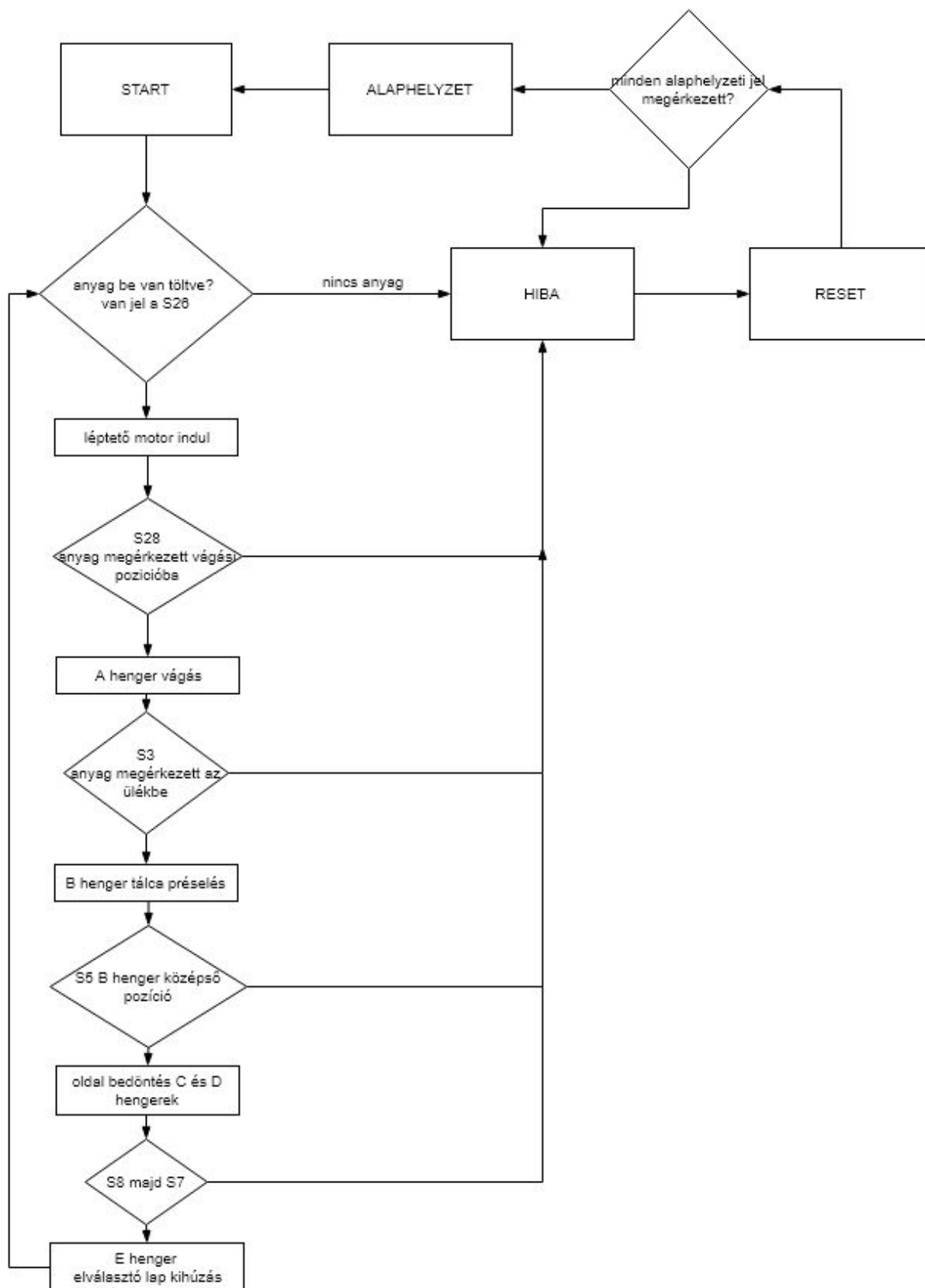
A Start gombra elindul a folyamatos üzemmód, (40. ábra) a Stop gombra az éppen folyó ciklust befejezi, majd leáll a gép. Ciklus közben, vagy bármikor a vészstop gombra azonnal minden megáll, a táplevegőt elveszi és a motor áramot lekapcsolja. Reset gombra, hibát törli és minden henger alaphelyzetbe áll.

4. táblázat inputok

érzékelők/jelek	funkció	helye
S1, S2	vágó hengerérezékelése (A henger)	vágó henger
S3	teríték ülékbe érkezését figyel	felső szerszámblokk
S4-27	hengerek pozícióit érzékeli (BCDEFGHIJ hengerek)	
S26	anyag betöltve	vágógép előtt
S28	anyag megérkezett vágási mérethez, teríték vágható	vágógép után
S29	start	
S30	stop	
S31	ajtó nyitás érzékelő	
S32	vészstop	
S33	reset/alaphelyzet	
S34	nyomógomb befűzéshez nyomásra léptető megy előre	befűzés
S35	nyomógomb befűzéshez nyomásra léptető megy hátra	befűzés

5. táblázat outputok

outputok	tervjel	
visszajelző lámpák:	Q1	alaphelyzet
	Q2	léptető üzem
	Q3	folyamatos üzem
	Q4	befűzés üzem
	Q5	hiba
	Q6	ajtó nyitva
szelepek	QM0	
	QM1	
	QM2	
	QM3	
	QM4	
	QM5	
	QM6	
	QM7	
	QM8	
	QM9	
	QM10	
motor	QMME	előre
	QMMH	hátra



40. ábra folyamatos üzemód folyamatábra részlet

6. táblázat hengerek alaphelyzete és alaphelyzetben aktív érzékelők

ALAPHELYZET	ALAPHELYZET ÉRZÉKELŐK	AKÍV
A-	S1	
B-	S4	
C-	S7	
D-	S9	
E+	S12	
F-	S13	
G-	S15	
H-	S17	
I-	S19	
J-	S21	
K-	S23	
L-	S25	

4. Gazdasági számítás

Ebben a fejezeten leírom, hogy a gép legyártása gazdaságilag alá van e támasztva. Kiszámoltam a beruházás költségeit, összehasonlítottam a kézi gyártás és a tervezett gyártási költségeket. A gép elkészítésének költségeit egy egyszerűsített táblázatban mutatom be:

7. táblázat gép alkatrészeinek, tervezésének, és megépítésének költségei

hengerek	210 000
levegő előkészítő	150 354
szelepek szeleptömb	410000
csövek egyéb pneumatikus elemek felfogók rögzítések fojtó visszacsapó	300 000
induktív érzékelők	77 000
közelítés kapcsolók (hengerekre)	310 896
léptető motor + vezérlő	95 000
plc	350 000
szerszámok (vágó, alsó, felső szerszámok)	900 000
gépvezérlés, szánok, egyéb elemek, plexi burkolat, fogaskerekek	480 000
tervezés 100h (önálló mérnök napi díj 240000)	3 000 000
összeépítés szerelés 150h	1 650 000
összes anyagköltség	3 283 250
összes emberi ráfordítás	4 650 000
összesen	7 933 250

A gép elkészítésének összes ráfordítása megközelíti a 8 millió forintot.

A gép kézi gyártásának költsége kizárólag munkabér ráfordítás volt. Az automata gyártó berendezés üzemeltetési költségét, a légfogyasztásból és az elektromos fogyasztásból számoltam ki. A légfogyasztás számításban a Festo alkalmazását használtam, eredményként egész évre 550m³ légfogyasztás jött ki, de a gép 3,125 hónap alatt legyártja az éves mennyiséget, így 143m³es fogyasztással számoltam.

8. táblázat kézi gyártás és automata géppel történő gyártás költségei

100 000 Db(1év) -re vonatkoztatott számítás	régi gyártás	automatizált gyártógéppel
munkadíj	8 456 364 Ft	4 000 000 Ft
anyagköltség	689 235 Ft	689 235 Ft
összesen	9 145 598 Ft	4 689 235 Ft
gép üzemeltetési költsége	0	146 402 Ft
különbség		4 456 364 Ft

Az automatizált géppel történő gyártás költségei egy év alatt 4,5 millió Forinttal kevesebb mint a kézi gyártás. A beruházási költség 8 millió forint. A fenti két táblázatból következik, hogy a gép beruházási költsége **két éven belül megtérül.**

Az automata gép használatának további előnye a dolgozók kímélése, a kézi munka monotonitása miatti mozgásszervi gyulladások elkerülése. A gép továbbá a maradék majdnem 9 hónapban ki tudna szolgálni egy másik típusú szűrőelem gyártásának vágási műveletét.

5. Összefoglalás

Szakdolgozatomban egy vasúti fékrendszerbe épített szűrőelem gyártásának automata gépesítését végeztem el. Korábban ez a rozsdamentes körkötött hálóból készült szűrő kézi műveletekkel készült, célom volt, hogy csekély munkaerő ráfordítással készülhessen. Eredményül, egy olyan automatizált szűrőelem gyártó berendezést terveztem, ami az alapanyag befűzése után a tekercs lefogyásáig teljesen emberi beavatkozás nélkül működik. Ez általában 5000db terméket jelent. Tervezési szempontomat, hogy az alapanyagból leeső szabad dróthurkok a késztermékből ne szabadulhassanak ki, egy bonyolult hajtogatási módszerrel értem el. Ehhez terveznem kellett egy több részből álló szerszámot, amelyben átrakás és pozicionálás nélkül megy végig az anyag alakítása. Irodalomkutatást végeztem az érintett anyagokról és technológiákról. Áttekintettem az alapanyag gyártásának folyamatát, mérlegeltem az alkalmazott energiákat és hajtás elemeket. Bemutattam a felhasznált elemek, alkatrészek és szerszámok által támasztott követelményeket és a tervezési szempontokat. Ismertettem a gyártandó termék funkcióját, az alapanyag tulajdonságait és abból adódó nehézségeket. Mérlegeltem az alkalmazható megoldásokat, és kiválasztottam a megfelelő technológiát. Kitaláltam az anyag alakítás lépéseit, meghatároztam a mozgásokat, megterveztem és kiválasztottam a magvalósításhoz szükséges szerszámokat, elemeket. Megterveztem a pneumatikus rendszert és javaslatot tettem az elektromos bekötésre és a biztonsági elemekre, funkciókra. Elvégeztem a régi és az új gyártási költségek kalkulációját, kiszámoltam a gép gyártás költségeit és a megtérülési időt. Célkitűzésemnek megfelelően a beruházás 2 éven belül megtérülhet. Célokat - hogy a gép univerzális legyen - elértem mert a gép letekereselő és vágó része tud fogadni más szélességű alapanyagot és a teríték hossza is szabadon állítható. Ezen kívül az alakító szerszámot úgy terveztem meg, hogy az a gépvázban külön egység legyen, félrehúzva egy másik alakító egységnek biztosít helyet, így további fejlesztések után más típusú szűrők gyártására is alkalmazható. Továbbfejlesztési javaslataimat az ellenőrzés területén tudom elképzelni, az elkészült darabot súly méret és tömörség szempontjából lehetne vizsgálni.

6. Summary

In my thesis, I developed the automation of the production process for a filter element used in a railway brake system. Previously, this filter—made of stainless-steel knitted mesh—was manufactured manually. My goal was to enable production with minimal labor input. As a result, I designed an automated filter element manufacturing device that operates completely without human intervention once the material is fed in, continuing until the coil runs out, which typically produces 5,000 units. My design objective was to ensure that loose wire loops from the material do not protrude from the finished product, achieved through a complex folding method. To facilitate this, I designed a multipart tool where material shaping occurs without repositioning or transferring. I conducted a literature review on the relevant materials and technologies, examined the material manufacturing process, and evaluated the necessary energy sources and drive components. I presented the requirements imposed by the components, parts, and tools used, along with the design considerations. I outlined the function of the product to be manufactured, the properties of the raw material, and the challenges associated with it. After assessing potential solutions, I selected the appropriate technology. I devised the steps for material shaping, determined the necessary movements, and designed and selected the tools and components required for implementation. Additionally, I designed the pneumatic system and proposed wiring and safety elements and functions. I performed a cost calculation comparing the old and new production processes, calculated the machine's manufacturing costs, and determined the payback period. Consistent with my objective, the investment may pay off within two years. I achieved my goal for the machine to be universal, as the unwinding and cutting sections can accommodate different widths of raw material, and the feed length can be adjusted freely. Furthermore, I designed the shaping tool as a separate unit within the machine frame, allowing it to be moved aside to make space for another shaping unit, making the machine adaptable for producing other types of filters with further development. I envision my suggestions for further development in the area of quality control, where the finished part could be examined for weight, size, and density

7. Nyilatkozat

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A __Balogh András_(név) (hallgató Neptun azonosítója: OI8SDY) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: __Budapest 2024 év november hó 04 nap


Belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Balogh András
A Hallgató Neptun kódja: OI8SDY
A dolgozat címe: Automatizált szűrőelem gyártó célgép tervezése
A megjelenés éve: 2024
A tanszék neve: Szent István Campus

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

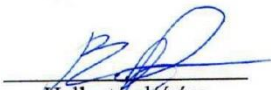
Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

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 mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: Budapest 2024 év október hó 28 nap

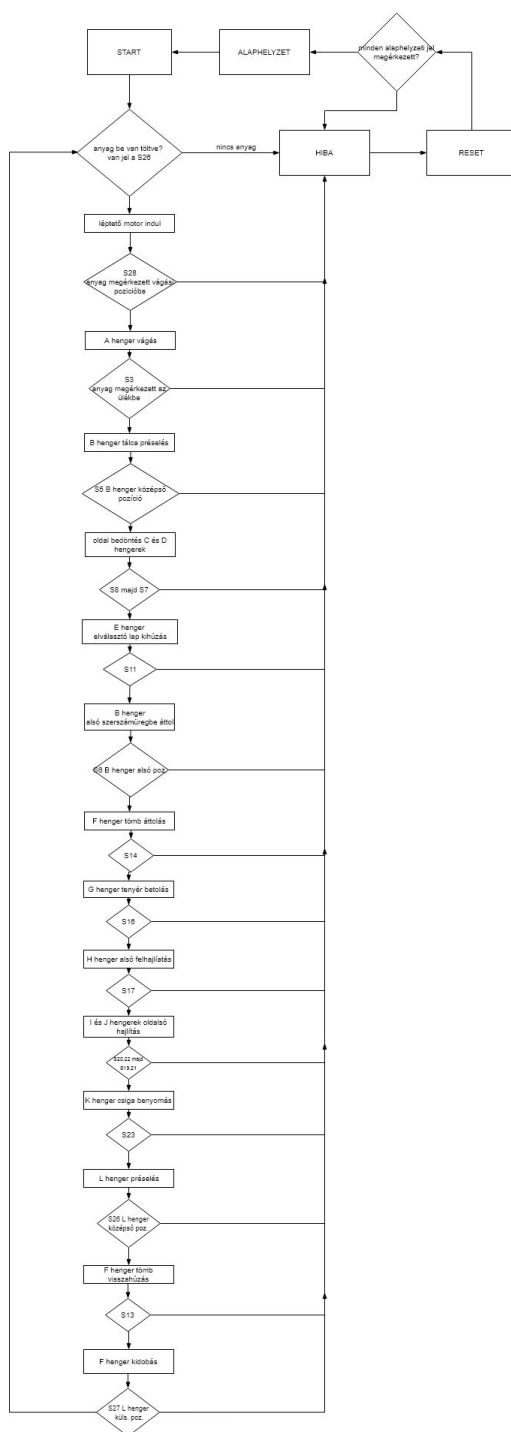

Hallgató aláírása

8. Irodalomjegyzék

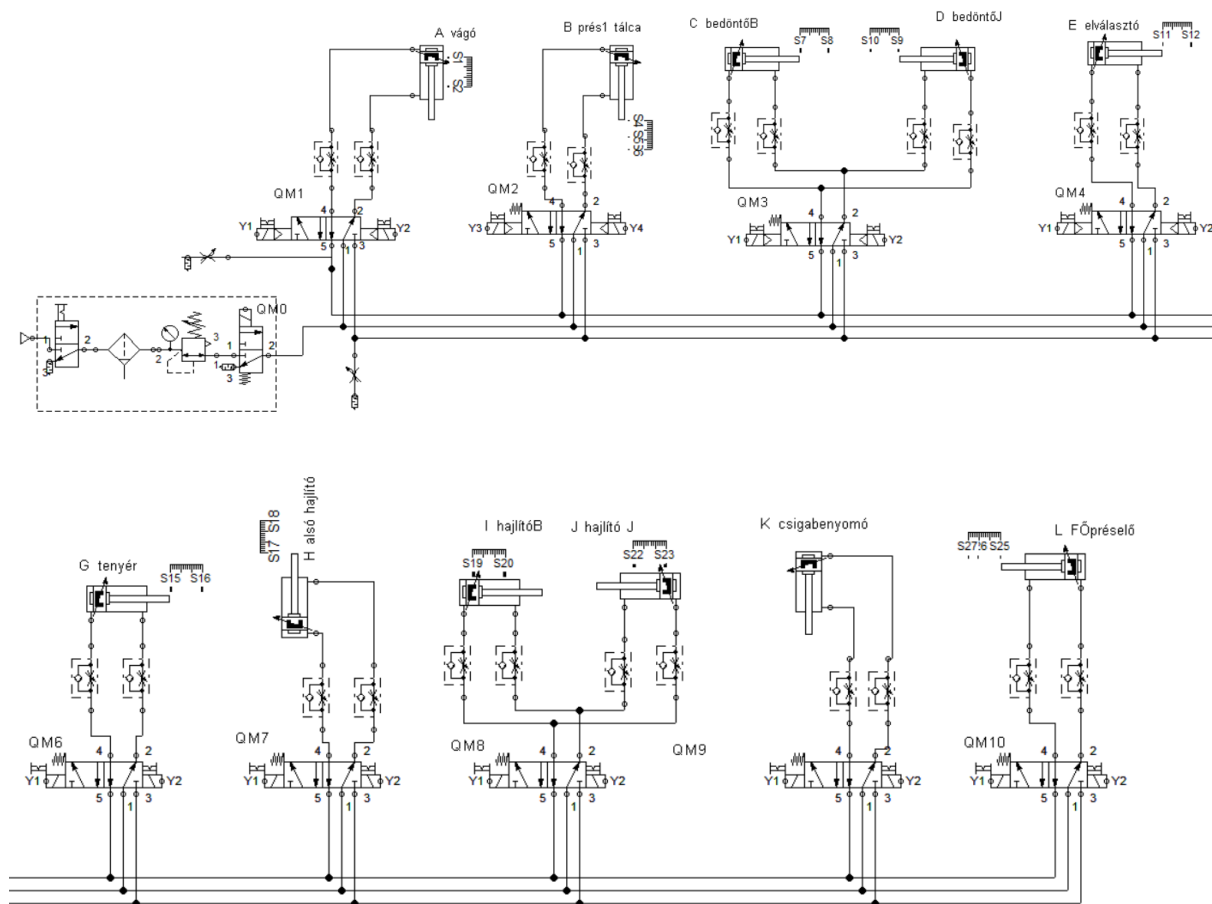
- [1] „Norbury, J.: A Note on Knitting and Knitted Fabrics. In: A History”.
- [2] *MAGYAR TEXTILTECHNIKA*, LXVII. 2014/2.
- [3] E. Elisabeth, „ Basics of rotary encoders: Overview and new technologies,” *Machine Design Magazine*, pp. 32-38., 2014.
- [4] Thomas, G.P., „The History of Stainless Steel – Celebrating 100 Years,” [Online]. Available: <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=8307..>
- [5] Beater Peter, *Pneumatic driver System Design, Modelling and Control*, Germany: Springer, 2007.
- [6] Dr. Sárközi Eszter Dr. Földi László Erdélyi Viktor, *Hidraulika és Pneumatika jegyzet*.
- [7] „Magyar Elektronika folyóirat,” 2006/10.
- [8] Douglas W. Jones, Pugh, K. (2001). *Modern Stepper Motor Control*. Wiley., THE UNIVERSITY OF IOWA Department of Computer Science, 2001.
- [9] Douglas W. Jones, *Step Motors and Their Control Systems*. Engineering New-Media, THE UNIVERSITY OF IOWA Department of Computer Science, 2002.
- [10] Kenjo, T., & Sugawara, A.** (1994). *Stepping Motors and Their Microprocessor Controls*. Oxford Science Publications..
- [11] „Festo pneumatikus szelepek,” [Online]. Available: https://www.festo.com/ie/en/e/journal/in-practice/pneumatic-valves-id_1517727/ .
- [12] Dr Szabó Tibor, *gépészeti automatizálás*, Edutus főiskola, 2011.
- [13] Dr. Halmai Attila, *Szenzor- és aktuátortechnika a, Edutus Főiskol*, 2011.
- [14] Dr Mayerné Sárközi Eszter, *Szenzorika jagyzet*, 2024.

-
- [15] Lambert Miklós, Szenzorok (elmélet és gyakorlat)., INVEST-MARKETING Bt., 2009..
- [16] Dr Szalai István, Mechatronikai rendszerek speciális érzékelői és aktuátorai, Pannon Egyetem, 2014.
- [17] Dr. Danyi József – dr. Végvári Ferenc, Lemezalakítás, Kecskemét, 2011.
- [18] Festo MSB4 levegőelőkészítő katalógus, „festo.hu,” [Online]. Available: https://www.festo.com/media/catalog/203343_documentation.pdf. [Hozzáférés dátuma: 23 10 2024].
- [19] festo és Festo szelepsziget katalógus VTUG, „festo,” 2024. [Online]. Available: https://www.festo.com/media/catalog/203921_documentation.pdf. [Hozzáférés dátuma: 5 10 2024].
- [20] FESTO VUVG szelep katalógus, „festo.hu,” 2019. [Online]. Available: https://www.festo.com/media/catalog/203914_documentation.pdf. [Hozzáférés dátuma: 10 10 2024].
- [21] Item katalógus, „<https://www.item24.com/en-hu/support-profile-160-20-natural-40481#description>,” [Online]. Available: <https://www.item24.com/auth/engineering-login?start-download=0&origin=https%3A%2F%2Fwww.item24.com%2Fen-hu%2Fsupport-profile-160-20-natural-40481%3Fstart-download%3D0%23downloads&locale=en-hu#downloads>. [Hozzáférés dátuma: 10 10 2024].
- [22] Dr Földi László és Berencsi Bence, Ipari gépek CE jelölése és biztonsága az EU-s és hazai szabályozás tükrében, Budapest: MMK FAP azonosító: 2022/205-GPT, 2022.

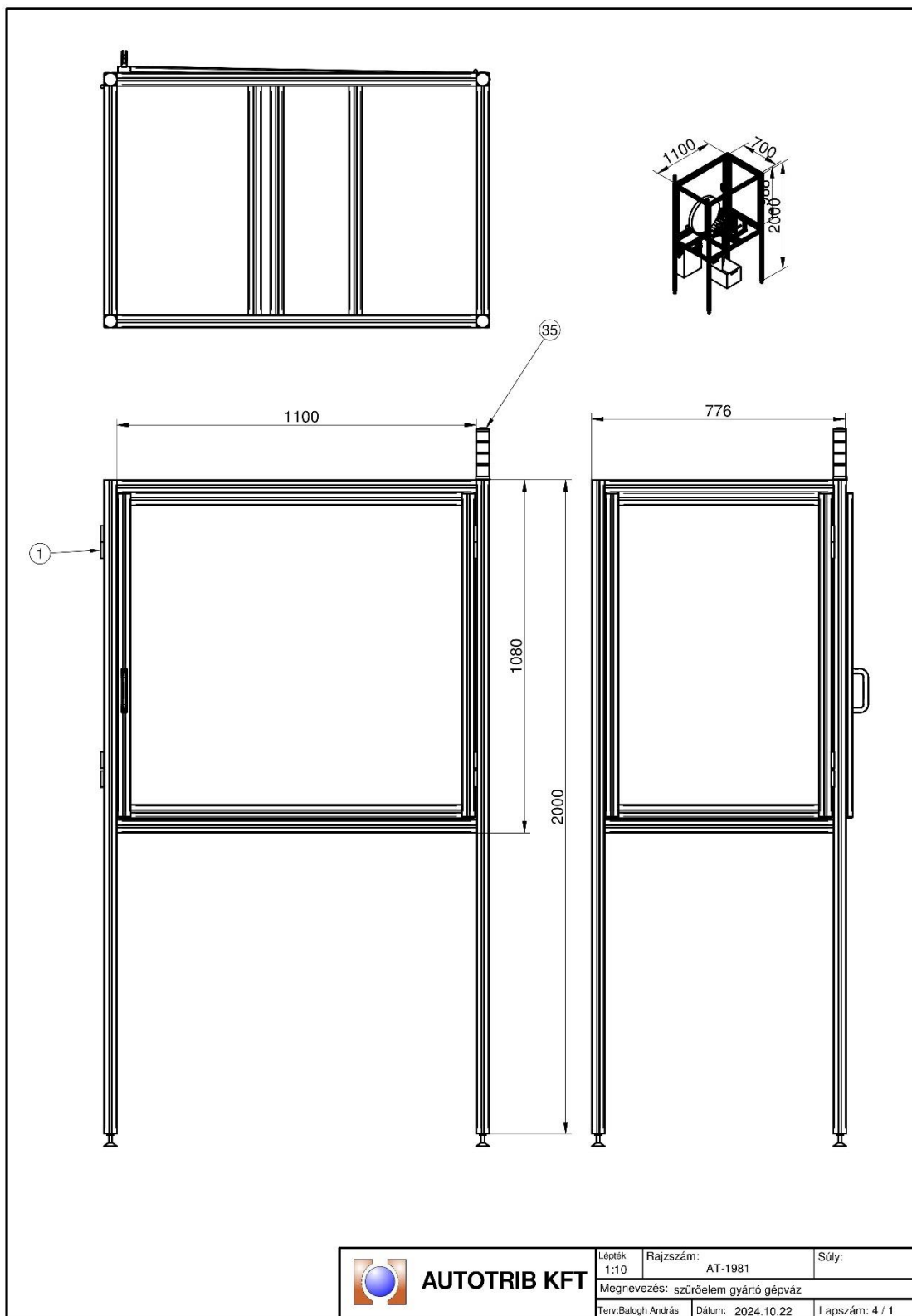
9. Mellékletek



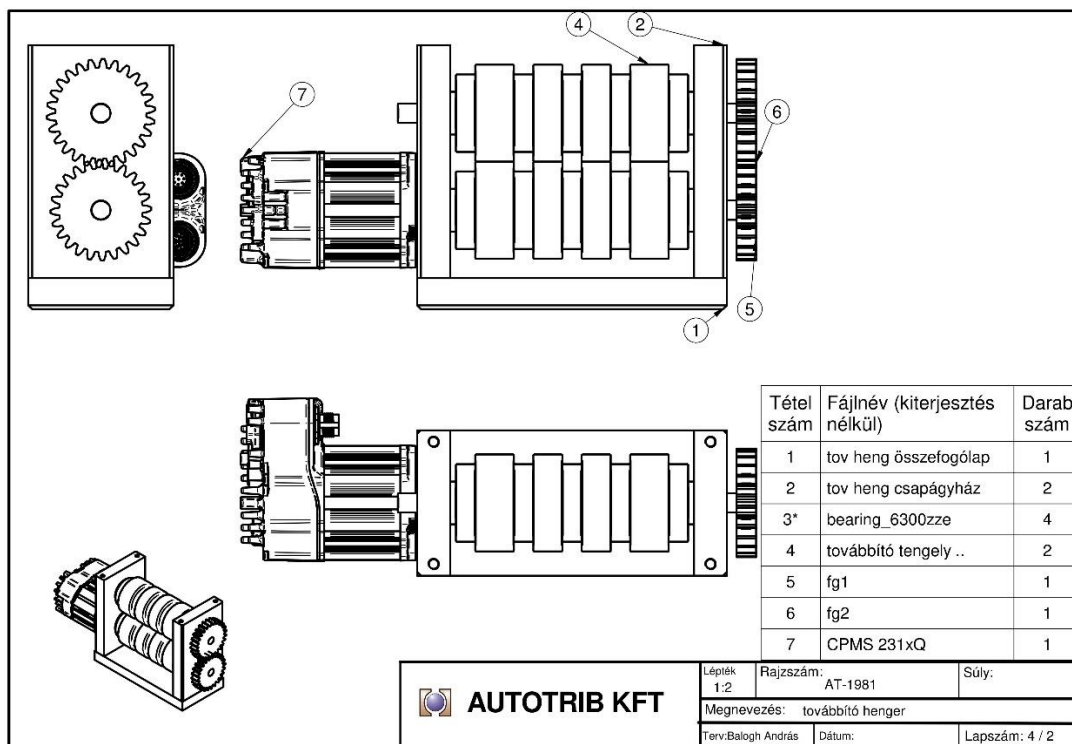
1. melléklet: gép működés folyamatára



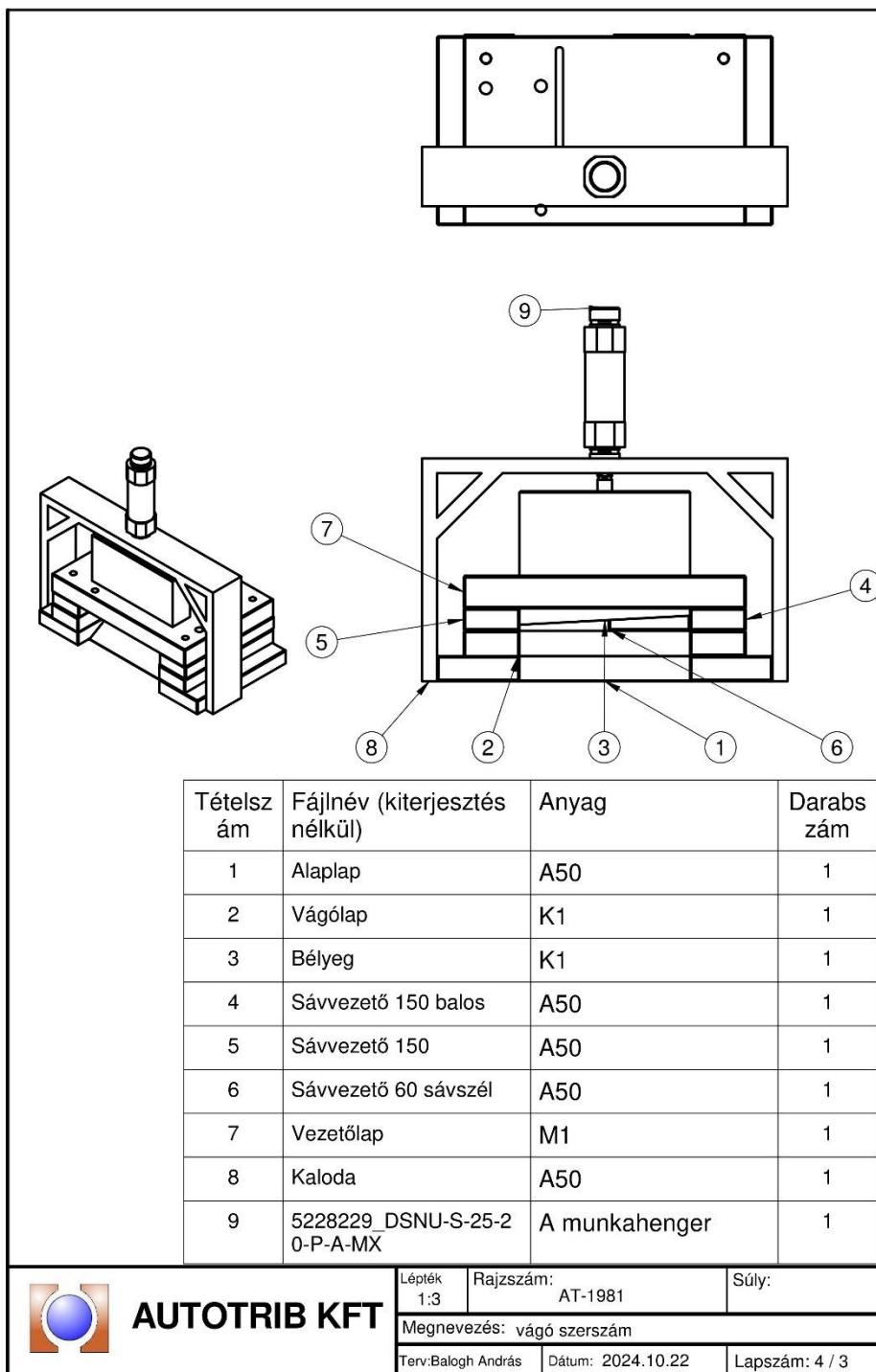
2. melléklet: pneumatikus bekötés vázlat



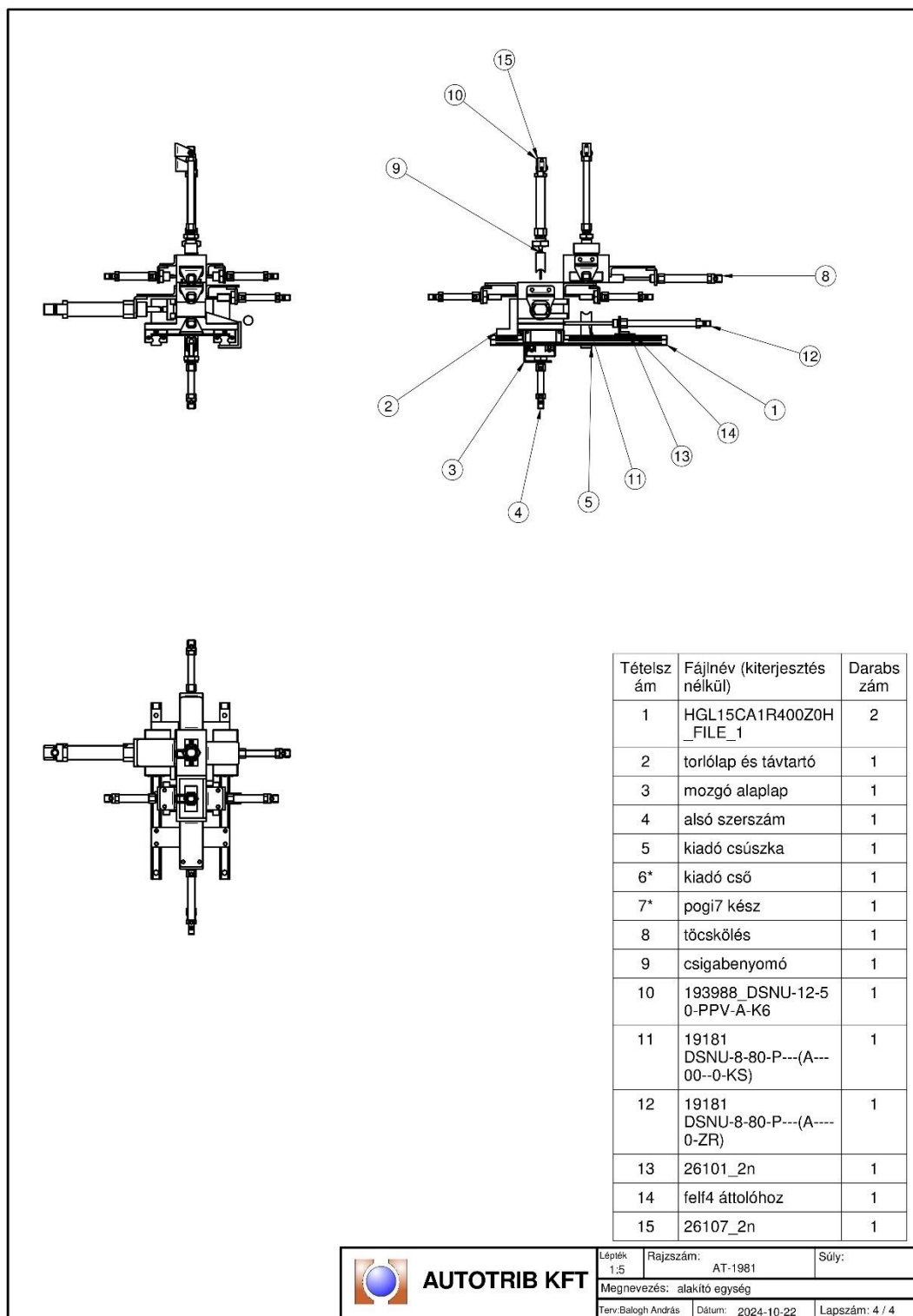
3. melléklet: gépváz főbb méretei



4. melléklet: továbbító henger összeállítási rajza



5. melléklet: vágó szerszám összeállítási rajza



6. melléklet: alakító egység összeállítási rajza