

SZAKDOLGOZAT

Zsemeri János
Mechatronikai mérnök

Gödöllő
2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Gödöllői Campus
Mechatronikai Mérnök Szak

Új termék gyártástechnológiai fejlesztése

Belső konzulens:	Dr. Keresztes Róbert Zsolt egyetemi docens
Külső konzulens:	Kerekes Róbert üzemmérnök
Készítette:	Zsemberi János SM7LQT tagozat (nappali)
Intézet/Tanszék:	Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék

Gödöllő
2023

MŰSZAKI INTÉZET
MECHATRONIKAI MÉRNÖK ALAPSZAK
Gépipari mechatronika specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Zsembéri János (SM7LQT)

részére

A szakdolgozat címe:

Új termék gyártástechnológiai fejlesztése

Feladatkiírás:

Bevezetés, szakirodalom feldolgozás, probléma bemutatás, célgép tervezése, gazdasági számítás, összefoglalás

Közreműködő tanszék: Anyagtudományi és Gépipari Folyamatok Tanszék

Külső konzulens: *Kerekes Róbert*, üzemmérnök, Zsembéri Faipari Kft..

Belső konzulens: *Dr. Keresztes Róbert Zsolt*, egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet

Beadási határidő: 2023. november 06.

Gödöllő, 2023. szeptember 04.

Jóváhagyom

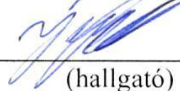


(tanszékvezető)



(szakfelelős)

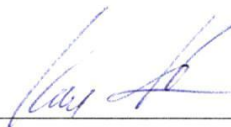
Átvettem



(hallgató)

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

Gödöllő, 2023. 11 hó 12 nap



(külső konzulens)

Tartalom

1	Bevezetés.....	6
1.1	Cég bemutatása	6
1.2	Termék bemutatása	7
1.3	Célkitűzés.....	8
2	Szakirodalom feldolgozás	8
2.1	Anyagismeret	8
2.1.1	Kémiai felépítés	9
2.2	Főbb faipari termékek	9
2.3	Megmunkáló technológiák az alkatrész előgyártásában	10
2.3.1	Darabolás eljárása	11
2.3.2	Asztalos körfűrész	11
2.3.3	Egyengető és vastagoló gyalugép	12
2.3.4	Marás technológiája a faiparban	13
2.3.5	Ragasztás technológiája a faiparban	15
2.4	PLC vezérlés áttekintés	17
2.5	Pneumatika áttekintés	19
3	Jelenlegi problémák feltérképezése, leírása	20
3.1	Íves háttámla gyártása jelenleg	20
3.2	Problémák feltárása.....	24
3.3	Alkatrészgyártás koncepciói	26
3.3.1	Többtengelyes gyalugép beüzemelése.....	26
3.3.2	Alkatrész gyártása asztalos marógépen	28
3.3.3	Célgép megépítése	29
4	A célgép megtervezésének folyamata	30
4.1	A gép működése.....	32
4.2	Gép alapszerkezete.....	34
4.2.1	Vázszerkezet	34
4.2.2	Szerkezeti alakja	35
4.2.3	Mozgathatóság	35
4.2.4	Gép kisszekrénye	35
4.3	Szánrendszer	36
4.3.1	Szán mozgatása.....	37
4.3.2	Hordozó elem.....	38
4.3.3	Munkadarab befogás pozíciója	39

4.3.4	Befogás pneumatikus munkahengerrel.....	40
4.4	Maróegység.....	41
4.4.1	Motorok függőleges mozgatása.....	41
4.4.2	Motorok szögelfordulása.....	42
4.4.3	Marómotorok és szerszám pozíció.....	43
4.5	Vezérlés, működtetés.....	44
4.6	Védőburkolat.....	46
4.7	Forgács elszívása.....	47
5	Gazdasági számítás.....	47
5.1	Bekerülési érték alakulása.....	49
5.2	Megtérülési számítás.....	50
6	Összegzés.....	52
7	Summary.....	53
8	Irodalomjegyzék.....	55
9	Melléklet.....	56

1 Bevezetés

A szakdolgozat célja, hogy ismertessem egy termék alkatrészének gyártási folyamatát és annak fejlesztését, mely magában foglal egy új célgép tervezés koncepciót, ami várhatóan felgyorsítja a gyártási folyamatot és könnyebb megmunkálási lehetőséget biztosít a termék precíz előállításához.

A dolgozatban kitérek a faiparban használatos anyagokra, részletezem a megmunkáláshoz szükséges gépeket és eljárásokat, melyben a szükséges asztalos szakmai ismeretekre is kitérek, mint pl. anyagismeret, majd ezek alapján bemutatom a termék alkatrész gyártási folyamatát és a közben lezajló gyártás technológiai összefüggésekkel is foglalkozom, mint a vágás, gyalulás, ragasztás, felületkezelés.

A szóban forgó termék gyártása már élesben is megvalósult egy kezdetlegesebb módszerrel, ennek mostani gyártási folyamatait szeretném összefoglalni és összehasonlítani az új célgéppel.

1.1 Cég bemutatása

A Zsemberi Faipari Kft. 1993-ben kezdte meg működését a Csongrád-Csanád Vármegyei Szentés városban, egyéni vállalkozóként, egy munkavállalóval, majd a kereslet növekedésével tovább fejlődött és az állomány is bővült. Kezdve az egyszerű szerszámoktól, a cég ma már rendelkezik olyan asztalosipari szágépekkel, melyek tartalmaznak egyedileg tervezett célgépeket és nagyipari berendezéseket is egyaránt, mint például nyomógerendás lapszabászgép, élzárógép, függőleges lapszabászgép, CNC gépek, asztalosipari alapgépek (egyengető, vastagoló gyalugép, asztalos körfűrész, asztalos marógép, hidraulikus prések), kontakt és szalagcsiszoló gépek. Mindemellert rendelkezik jól felszerelt festőműhellyel is. A fő termelési tevékenység az asztalosipari munkák elvégzése, melyek a következők:

- Bútorok egyedi tervezése
- Bérzabás
- Konyhabútorok, szobabútorok, irodabútorok és egyéb berendezési tárgyak (asztalok, székek, beépített szekrények, díztárgyak) gyártása fából és laminált faforgácslapból
- Tömörfa asztalok és székek faragott mintákkal
- Fa nyílászárók (ablakok, ajtók) elkészítése, beszerelése
- Fakapuk és kerítések gyártása, beszerelése
- Egyedi sorozatgyártott termékek

A cég termékei és szolgáltatásai az asztalosipar széles skáláját átfogják, a jövőben több sorozatgyártott termék fejlesztése várható, tömörfa és laminált faforgácslap, lapra szerelt termékek gyártása folyamatos fejlesztések alatt áll jelenleg is. Az említett tömörfa garnitúrák egyik termék alkatrész gyártására szánt célgép tervezéséről a következő fejezetekben foglalkozom tovább.

1.2 Termék bemutatása

A szakdolgozat célja, hogy egy új termékcsalád gyártástechnológiai folyamatait újra gondolva egy célgép megtervezését és megépítését követően felgyorsítsam a termék gyártásának folyamatát, és növeljem a termelékenységet, emellett csökkentsém a termelésből származható hibalehetőség mértékét.

Az adott termék a cég tevékenységein belül a Faragott garnitúrák közé sorolható, azokon belül pedig a tömörfa székek (1. ábra) íves háttámláinak gyártását szeretném támogatni a fejlesztendő célgép segítségével.



1. ábra Tömörfa parasztszékek íves háttámlával

A szóban forgó termék stílusban a parasztszék elnevezést viseli. Mintázata lehet egyedi vagy egy fix mintájú termékcsalád része, anyagát tekintve az esetek túlnyomó többségében borovi fenyőből, tölgyből, vagy gőzölt bükkből készülnek.

A fűrészáru beszerzéstől kezdődően a kiszállításig a cég végzi a termék megvalósulásához szükséges minden munkafolyamatot, azaz a termékhez szükséges palló és

deszka alapanyagok feldarabolása, szeletelése, gyalulása, összeforgatása és ragasztása, összeállítása és felületkezelése mind a telephelyen történik, emellett a szállítás lebonyolítása is feladata.

1.3 Célkitűzés

Jelen dolgozatban a termék íves háttámla gyártásához szükséges folyamatokat a következő fejezetekben bemutatom, emellett a fő feladatom, hogy a háttámla alkatrészeinek szögbe gyalulási módszereit behatóbban elemezzem és javítsam. Az eddigi szöggyalulási módszer fő problémáit felismertem és bebizonyosodott, hogy a fejlesztés szükségességére elegendő indokot találtam. Az ismertetett hibák minimalizálása és a termelés eredményességének javítása érdekében egy célgép tervezésével és megépítésével a folyamat jobb gyártási eredményeket produkálhat, a beruházás könnyen megtérülhet.

Egyebek mellett gazdasági számításokat is végzek úgy, hogy összehasonlítom a két gyártási folyamatot termelési idő és anyagi ráfordítások függvényében.

2 Szakirodalom feldolgozás

Sok esetben az asztalos szakmában egy fából készülő termék szükségszerű méreteit úgy alakítjuk ki, hogy a hozzá szükséges fűrészárukból a megadott méretben kivágott alkatrészeket ragasztással, nyomás hatására tömbösítünk, vagy táblásítunk. Így ezzel a módszerrel egy egységesebb felületű munkadarabot hozhatunk létre az általunk megszabott méretre, mint pl. asztaltetők, székháttámlák vagy ülőlapok.

A következő fejezetekben ismertetem az íves háttámla gyártásához kapcsolódó alapismereteket, emellett annak technológiai alapjait és a hozzá szükséges eszközöket, gépeket. A háttámla alkatrész előgyártásához szükséges műveleti lépések tisztázása fontos a tervezendő célgép konstrukciós tervezéséhez, mert a megmunkálandó munkadarabot a témában forgó eljárásokkal alakítjuk a kívánt állapotába, amit aztán a gép be tud fogadni. Emellett anyagismereti és ragasztási alapokat is szükséges, hogy részletezzek, mert a későbbiekben előforduló problémák sok esetben ezekhez a folyamatokhoz kapcsolatosan derülhetnek ki.

2.1 Anyagismeret

A fák, mint a többi növényfajta, az élővilág olyan életformái, melyek a környezetükből felvett szerves anyagokból képesek önmaguknak szerves anyagot előállítani fotoszintézissel, így biztosítva önmaguk fenntartását. Ezeket nevezzük autotróf

élőlényeknek. Életük során jellemzően folyamatosan gyarapodnak. A fát felépítő legkisebb élettani egység a sejt, mely élete során a növekedés, osztódás után elfásodik, új sejtek létrejöttét követően.

A faanyag megmunkálása során kimondottan sok dolgot figyelembe kell venni a fa szerkezeti és kémiai felépítése adta tulajdonságok miatt. Számos tényező meghatározza az alapanyag feldolgozását, alakíthatóságát, felületkezelését és tartósságát. A fák növényi mivoltuk által nagyságrendekben azonos felépítésűeknek tekinthetőek fajtától függetlenül, viszont néhány tulajdonságuk eltérhet fajonként. Ebben a fejezetben részletezem a fa anyagismeret fontosabb részeit, mint a fa test kémiai felépítése, vegyületei, mikro és makroszkópikus felépítésük jellemzőit, melyek ismerete fontos szakmai alap, a megmunkálás folyamatához elengedhetetlen információk.

2.1.1 Kémiai felépítés

A faanyag kémiai felépítése befolyásolja a fa rajzolatát, illatát, tartósságát, szilárdságát, vagyis számos fizikai jellemzőt, amelyek tudatában szükségszerűen kell megválasztani a megmunkálási technológiák módját. A fa vegyületei főként szőlőcukor eredetűek melyek két csoportja a vázvegyületek és egyéb vegyületek, emellett tartalmaz még különböző ásványi anyagokat is.

A vázvegyületek a sejtfa felépítéséért felelősek, fajtánként eltérő arányokban vannak jelen. Legnagyobb mennyiségű molekulaszerkezet a cellulóz, ami a sejtszerkezet közel 48-50%-a. A cellulóz fonalszerkezetű óriásmolekula, 1000-1500 szőlőegység kapcsolata. A sejtfa felépítve kötegekbe, úgynevezett fibrillumbákba rendeződnek. További vegyületek még a cellulózkövető anyag, a hemicellulóz, rövidebb fonalakkal és kisebb ellenállással bír, a cellulózhoz hasonló molekula és a cellulózfonalakat merevítő óriásmolekula, a lignin, ami a növény élete folyamán felhalmozódik a sejtfa falban, fásító hatása felel a fa keménységéért és elszíneződéséért is

A fa egyéb vegyületei közt fontos még a csersav, melynek mennyisége befolyásolja az anyag tartósságát, a gyanta, ami sok esetben a megmunkálást és a felületkezelést nehezítheti. Emellett különböző festékanyagok, nitrogén és keményítő is a fa test vegyületeinek fontos elemei.

2.2 Főbb faipari termékek

A mai modern faipar számos területet magában foglal, jellemzően az erdőgazdálkodás, fakitermelés alapvető feladata, hogy kiszolgálja a különböző iparágak

alapanyag igényeit, emellett a természeti erőforrásokat oly módon kezelje, hogy a környezet és ökoszisztéma egészségét a lehető legkisebb károsodás érje.

A 20. század közepétől a fakitermelés és feldolgozás folyamata az erőforrások teljes kihasználására törekszik, ezt követően a műgyanták kifejlesztése által a fűrészárúk (1. táblázat)(2. táblázat), épületfák mellett különböző agglomerált termékek, lapanyagok gyártása is teret nyert. Az alapanyagok felhasználása az ács és asztalos szakmákon túl az építőipar számos szakterületén elterjedt.

Fűrészáru megnevezése	Minőségi osztály	Hosszúság [m]	Vastagság [mm]	Szélesség [mm]
Gerenda	I; II; III.	3,00 – 6,50	100 – 300	100 – 300
Zárléc	I; II.	1,00 – 6,50	44 – 80	44 – 160
Palló	K; I; II; III; IV.	1,00 – 6,50	44 – 80	80 – 320
Deszka	K; I; II; III; IV.	1,00 – 6,50	16 – 40	75 – 320
Léc	Egységes	1,00 – 6,50	16 – 40	16 – 75
Tetőléc	Egységes	1,00 – 6,00	25 vagy 30	50

1. táblázat Fenyő fűrészáru minőségi és méreti kategóriái [2]

Fűrészáru megnevezése	Minőségi osztály	Hosszúság [m]	Vastagság [mm]	Szélesség [mm]
Gerenda	I; II.	2,50 – 6,00	100 – 300	100 – 300
Zárléc	I; II.	0,50 – 6,00	48 – 98	48 – 98
Léc	Egységes	1,00 – 6,00	19 – 40	19 – 80
Bútorléc	I; II.	0,50 – 2,00	19 – 50	19 – 130
Palló	K; I; II; III.	0,50 – 6,00	45 – 100	Szélezett min. 70 Sz.len min. 80
Deszka	K; I; II; III.	0,50 – 6,00	19 – 40	Szélezett min. 60 Sz.len min. 80

2. táblázat Lombos fűrészáru minőségi és méreti kategóriái [2]

Lapanyag termékek főbb fajtái a következők:

- Laminált vagy natúr faforgácslap
- Rétegelt lemezek
- LDF, MDF, HDF lemezek
- OSB lapok
- Bútorlapok

A termék gyártásához szükséges alapanyag szélezetlen pallóból készül.

2.3 Megmunkáló technológiák az alkatrész előgyártásában

A következő fejezetekben a termék alkatrész előgyártásához szükséges technológiákat részletezem. Az alkatrész az életútja során a nyers fűrészárutól a cél gép megmunkáló egységéig több fázison is átesik. A különböző lépéseket pontos szakmai precizitással kell

elvégezni, mert ezek az eljárások alakítják a munkadarabot olyan állapotba, hogy az alkalmas legyen a tervezendő géppel történő megmunkálásra. A munkadarab hossza, szélessége és vastagsága semmiképp sem térhet el az előírt értékektől. A kívánt állapot darabolással, szeleteléssel, és méretre gyalulással az asztalosiparban is nélkülözhetetlen alapgépekkel megvalósítható.

2.3.1 Darabolás eljárása

A darabolást elsősorban a faanyag szálirányára szögben vagy merőlegesen ejtett vágást értjük. A munkát elvégzőnek figyelembe kell vennie, hogy az anyag minőségtől függően csomómentes, repedésmentes és betegségektől megkímélt részét a lehető leggazdaságosabb módon ejtse ki a faanyagból.

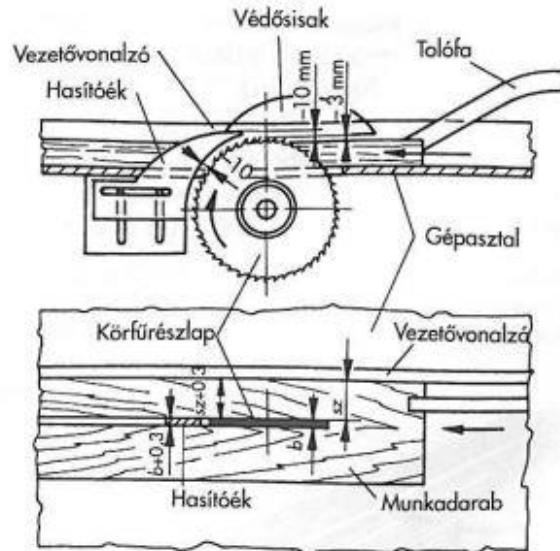
$$\text{veszteség} = \frac{\text{nyersméret} - \text{késméret}}{\text{késméret}} \times 100\%$$

A hosszmereteket elsősorban szélezett, vagy szélezetlen pallóból ,deszkából vagy valamilyen fűrészárúból vágják ki. Fűrészáru beszerzéskor főként a minőségi osztály és hosszúság a mérvadó, azaz az alkatrész kívánt hosszúsága és annak többszöröse adja a vásárolni kívánt palló vagy deszka hosszúságát, így érdemes úgy számolni, hogy lehetőleg kevés hulladékkal lehessen kinyerni a megfelelő méretű munkadarabokat. Fontos még, hogy a maradékokat lehetőség szerint gazdaságosan fel lehessen használni más termékek gyártásához is. Darabolás végezhető egyszerű asztalos körfűrészszel vagy más keresztirányú vágásokra alkalmas gépekkel.

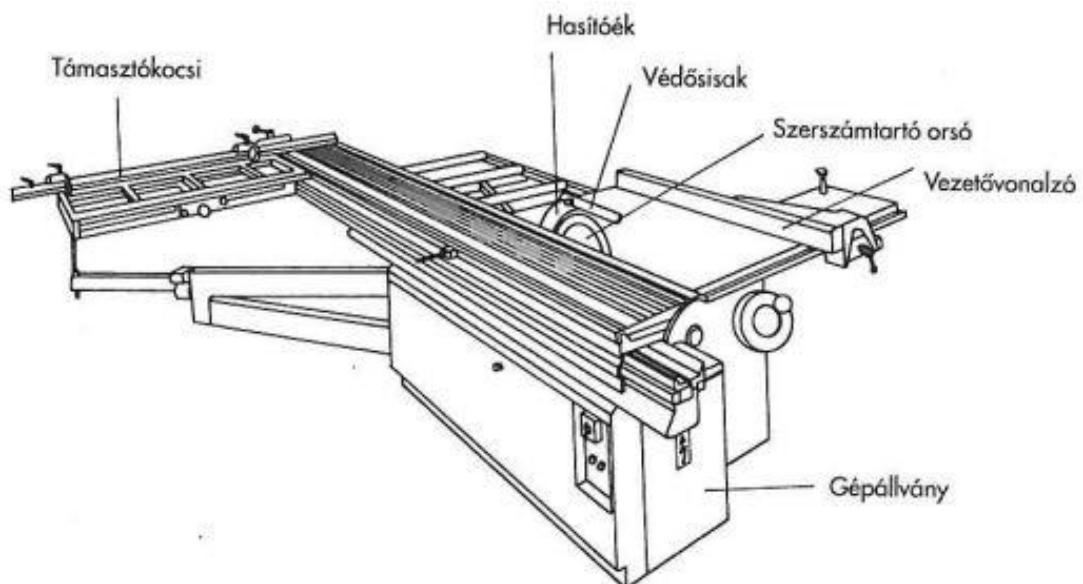
2.3.2 Asztalos körfűrész

A szelezés a faanyag szélén lévő kéregréteg levágását jelenti, ezzel kialakítva egy bázisfelületet a munkadarab szálirányával párhuzamosan. A folyamat legtöbbször asztalos körfűrészszel (3. ábra) vagy szalagfűrészszel történik.

Szeletelés alatt, a már leszelezett pallódarabokból a száliránnyal párhuzamos vágásokat értjük. A körfűrészszek szerszámai a fűrészárúcsák, vagy körfűrészlapok, amik általában dönthetőek. A vágni kívánt anyagoktól függően különböző fogazású és átmérőjű fűrészlapokat használnak. Leggyakrabban hosszvágásra kevesebb fogszámú, nagy fogüreggel kialakított szerszámok az alkalmasak. A munkadarab egy tolókocsin csúsztatva halad vezetővonalzóhoz illesztve(2. ábra).



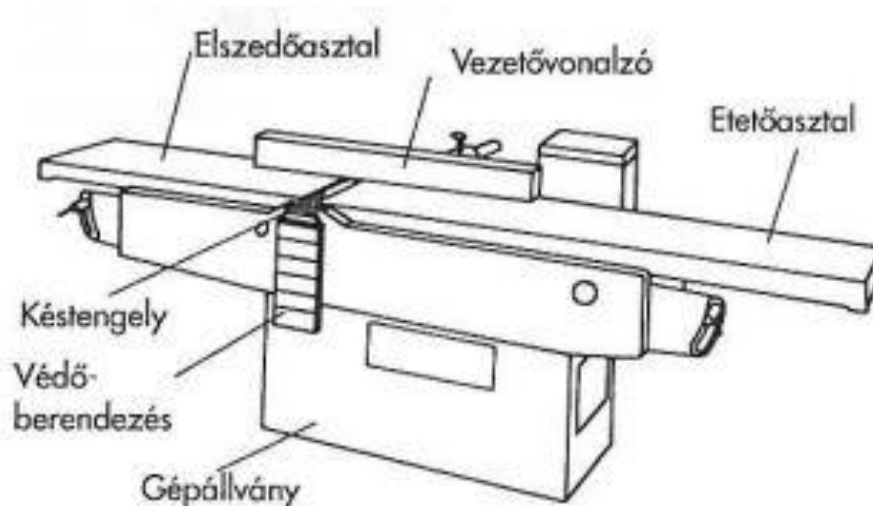
2. ábra Asztalos körfűrész szeletelés [3]



3. ábra Asztalos körfűrész felépítése[3]

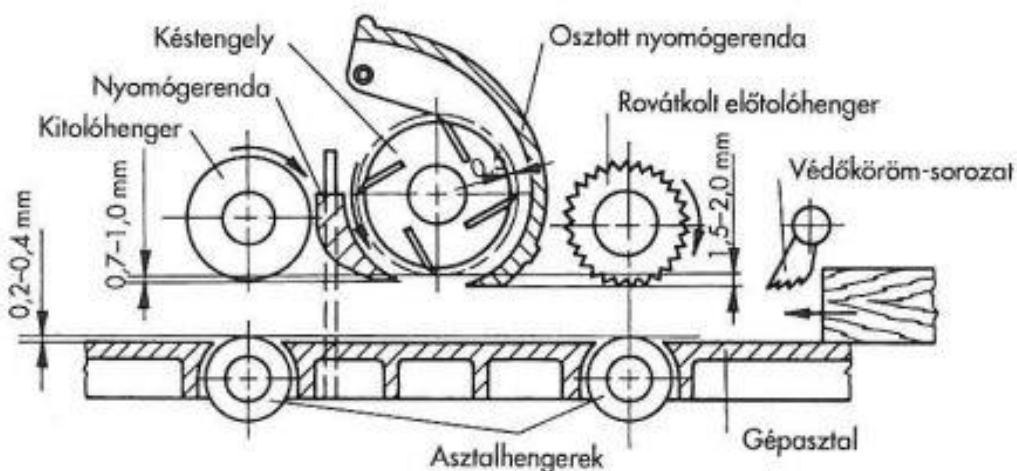
2.3.3 Egyengető és vastagoló gyalugép

A következő eljárás lényege, hogy egy sík felületet kapjunk bázisfelületként. Egyengető gyalugéppel (4. ábra) általában a már leszeletelt munkadarab két lapját egymáshoz merőleges síkba gyalulják. A gyalulás elmélete alapján az anyag gyalult felülete nem lesz teljesen sík. Az előtolás általában kézi, annak és a fordulatszám gyorsaságának függvényében cikloisívek keletkeznek a megmunkált felületen.



4. ábra Egyengető gyalugép felépítése[3]

Vastagoló gyalugépen (5. ábra) a már bázisfelülettel ellátott meggyalult munkadarabot pontos vastagsági méretbe gyalultatják. A gép megmunkálási elve hasonló az egyengető gyaluhoz, viszont a megmunkálás a gép burkolata alatt történik gépi előtolással. Az ebből a folyamatból kilépő munkadarab alkalmas a szögbegyaluláshoz.



5. ábra Vastagoló gyalugép felépítése[3]

2.3.4 Marás technológiája a faiparban

A faipari szakmában a marás az egyik legfontosabb megmunkáló folyamat. Léteznek egyetemes kialakítású általános marógépek, melyek többfajta, multifunkcionális feladatot képesek ellátni szerszámtól függően. Emellett speciális műveletekre alkalmazott marógépek is léteznek, melyek kizárólag egy meghatározott feladatra alkalmasak pl. láncmaró gép.

A marás olyan megmunkálási lehetőség, mellyel egyszerű vagy alakos marószerszámmal anyagot választunk le a munkadarabról. Ezek a műveletek általában szerkezeti kialakítást, díszelemek gyártását jelentik, ritkább esetben méretre munkálást. Bizonyos esetekben felületkialakítás is lehet a marógép feladata, mint pl. toldás ragasztáshoz előmárt felület (bigézés). A műveletekhez marószerszámokat használunk, rendeltetésük és anyaguk szerint csoportosítva azt.

Rendeltetés szerint a főbb fajták:

- Hátramart marók
- Hátra esztergált marók
- Hengeres marófejek
- Koronamarók
- Felsőmarók

Alakjuk szerint a főbb fajták:

- Feltűzhető marófejek (6. ábra)

A szerszámtest furattal van ellátva, ezt a főtengelyre feltűzve üzemeltetik. Cserélhető és merevélű szerszámtestek is léteznek.



6. ábra Feltűzhető marószerszám

- Száras marók(7. ábra)

Befogást igényelnek, többfajta kialakítású géphez alkalmazható, CNC gépekhez is rendszeresen használják



7. ábra Száras marószerszámok[9]

2.3.5 Ragasztás technológiája a faiparban

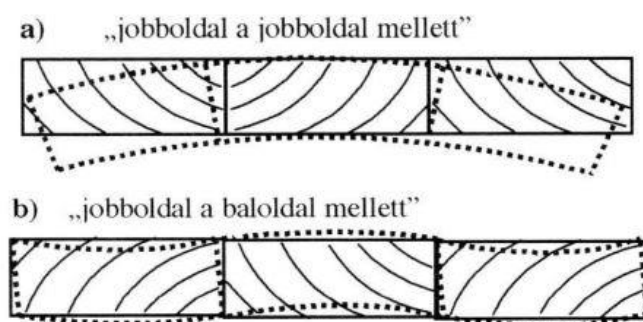
A faipari ragasztás technológia az egyik legfontosabb része a gyártási folyamatokban. A ragasztással érhető el valamilyen teher hatékony átvitele, több elem egyesítése, szerkezetek összekapcsolása. A faipari ragasztásban a felületek összeillesztésénél a pontosan illeszkedő felfekvés, a faanyag 15%-nál szárazabb nedvességtartalma és a tiszta felület a legfontosabb, ezeknek a teljesülése biztosítja a két anyag közötti tartós kötést. Ragasztás során a két ragasztandó felület közé préselt ragasztóanyag beszívárog mindkét fafelület apró gödreibe, nyílásaiba, így növelve a ragasztandó felületek nagyságát. Ebből következik, hogy a munkafolyamat során a ragasztóanyagnak folyékony halmazállapotúnak kell lennie. Ez elengedhetetlen feltétel az adhéziós kötés kialakulásához, mely a ragasztóanyag és a fa felületei között fellépő vonzóerő. A ragasztóanyag a folyamat során megszilárdul és tartós kötést hoz létre a két munkadarab között. A faiparban a munkafolyamat céljától és a ragasztandó anyagok típusától függően többféle ragasztási eljárás és ragasztóanyag létezik, melyek fő csoportosítása a következő. (3. táblázat)

Fizikai úton kötő ragasztók	Oldószeres (poliakrilát) Ömledék Diszperziós (PVAC)	Oldószer távozásával megkötnek, vagy lehűlést követően
Kémiai úton kötő ragasztók	Poliuretán Epoxi alapú	Katalizátorral és hőmérséklettel befolyásolható kötés
Fizikai és kémiai úton kötő ragasztók	fenol-, melamin-, karbamid- formaldehid az előzők kombinációi	több kombinációs, poliaddíció, polikondenzáció, oldószeres, diszperziós

3. táblázat Ragasztók megkötésük szerinti csoportosítás

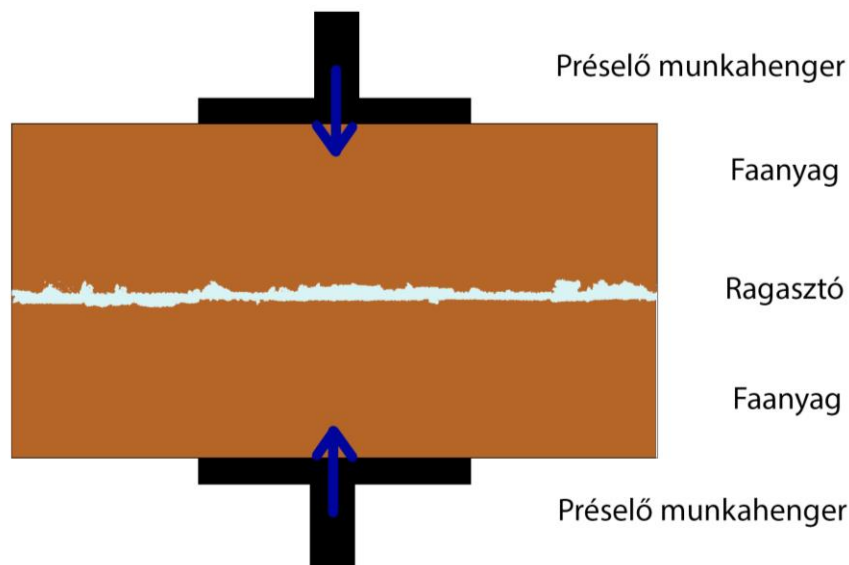
A következő bekezdésekben csak a fizikai úton, hőre lágyuló diszperziós ragasztó jellemzőivel, ragasztási technológiájával fogok foglalkozni. A diszperziós ragasztók az egyik legelterjedtebb ragasztóanyagok a faiparban. Jól használhatóak különböző fakötések, csapozások ragasztásához, táblásításhoz vagy tömbösítéshez is kiváló. Elsősorban egyszerű felhasználása és univerzális jellege miatt olyan hatékony. Szárazanyag tartalma általában 50-60%, ami hőre lágyuló polivinil-acetát (PVAc), a hordozó közeg legtöbb esetben víz. Folyékony, fehér, tejföl szerű, homogén eloszlású, környezetbarát ragasztó. Kötési minősége a hőmérséklettől és fanedvességtől is függ, emellett ügyelni kell a megfelelő présnyomásra használat közben. Adalékanyagokkal lehet befolyásolni kötési hőmérsékletét, nedvességgel szembeni ellenállóképességét.

A jelen dolgozat munkadarabja táblásított eljárásról megy keresztül, így ezzel a ragasztási módszerrel foglalkozom a továbbiakban. Tömör faanyag ragasztásánál fontos, hogy a különálló alkatrészek összeválogatásánál figyelembe vegyük a fa alakváltozásra hajlamos jellegét (8. ábra). Az előző anyagismereti fejezetekben részleteztem milyen hatással van a belső feszültség és a környezet a fa alapanyagaira, ezért körültekintően, az évgűrűket összeválogatva a következő ábra alapján kell présben tartani a munkadarabot.



8. ábra Táblásítás folyamata, faanyag összeforgatás [5]

A felületre felhordott ragasztóanyag a préselés hatására az anyag üregeibe beszívárog (9. ábra), majd a kötési idő elteltével mikroszkopikus csapokat létrehozva a szilárd kötést. Préselésnél nem ritka, hogy a ragasztott alkatrészek közt a nagy nyomás hatására valamennyi ragasztóanyag kifolyik, viszont a jó eredményhez vékony ragasztórétegnek kell lennie a felületek között, így a fölösleges kötőanyag távozása nem jelent problémát.



9. ábra Két fa alkatrész ragasztása présben jellegrajz

2.4 PLC vezérlés áttekintés

Az irányítástechnikában használt egyik legmeghatározóbb automatizálási módszer a programozható logikai egységek, vagyis PLC rendszerek.

A PLC rendszerek jelekkel dolgoznak, melyeket bemeneti (input) és kimeneti (output) csatornáikon keresztül kezelnek. Bemeneti jeleket többnyire valamilyen szenzor, kapcsoló, jeladó biztosítja. Kimenő jeleket a PLC program generálja a rá megírt program által megszabott módon. Rendszerint alkalmaznak analóg, digitális és frekvenciajeleket. Világszerte számos ipari és felhasználási környezetben elterjedt technológia, így a legegyszerűbb kialakítású gépekben és a nagyipari komplexebb rendszerű gyártósorokon is alkalmaznak PLC vezérléseket.

A PLC felépítését tekintve különböző összeállításokkal találkozhatunk, melyek általános részegységei a következők:

- Bemenetek és kimenetek (I/O)
- Tápegység
- Processzor (CPU)
- Memória
- Visszajelző led
- Kommunikációs egységek
- Programozó egység vagy programozó port

Felépítésük szerint a PLC-k három fajta sorolhatóak, mely rendszerek lehetnek kompakt, moduláris, vagy alaplagra építhetőek.

A kompakt PLC-k a legegyszerűbb felépítésűek. Minden egysége egy kisebb házba van beépítve. Viszonylag kevés ki- és bemeneti résszel rendelkeznek, bővíthetősége is korlátozott.

A moduláris PLC már közepesen fejleszthető típus. Egy nagyobb házzal rendelkezik melyben az alap részegységeken kívül úgynevezett modulokkal bővíthető, előre kialakított fiókhelyek, (Rack-ek) helyezkednek el. Ide lehet elhelyezni a különböző bővítő modulokat.

A legkomplexebb rendszerek az alaplagra építhető PLC-k. Itt egy hátlapra szerelhető minden egység, mint egy alaplagra, így teljesen egyedi rendszereket lehet vele megépíteni. Bővíthetősége és fejlesztése szinte korlátlan.

Programozásuk általában számítógéppel történik. Egy, az operációs rendszeren futtatható szoftverrel és a PLC rendszerhez kötött kábellel végzik a programozást. MSZ-EN 61131-3:2003-as szabvány határozza meg a kötelező programnyelvek típusait (4. táblázat).

Elnevezés	Rövidítés Angolul	Rövidítés Németül	Megjelenés	Megjegyzés
Utasításlista	IL	AWL	karakters	Egyszerű sorszámozott utasításokat, címeket, konstansokat tartalmaz
Létradiagram	LD	KOP	grafikus	Olyan, mint egy elektromos kapcsolási rajz, amely 90 fokkal el van fordítva
Funkcióblokk diagram	FBD	FBS	grafikus	Logikai szimbólumokat tartalmaz, különösen a Boole-algebrai feladatok megoldásához jó
Strukturált szöveg	ST	ST	karakters	Hasonló, mint a magas szintű programozási nyelvek
Sorrendi folyamatábra	SFC	AS	grafikus	Egy összetett folyamatábra

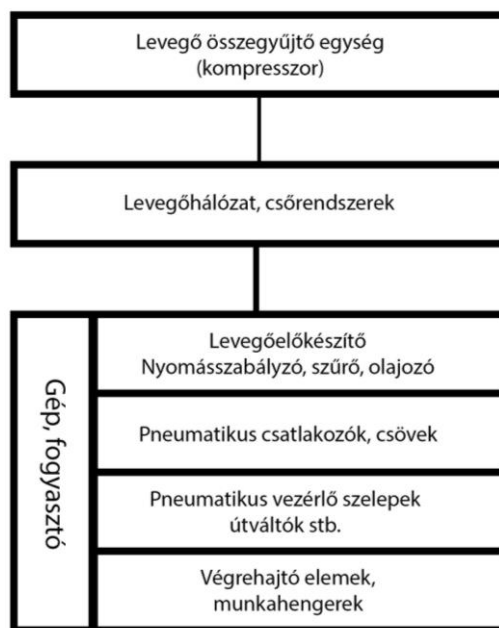
4. táblázat PLC kötelező programozási nyelvei[6]

Tervem szerint a célgép is tartalmazni fog PLC vezérlést. A gép üzemeltetése során végbemenő folyamatok közti összefüggések koordinálására és a géphasználat megkönnyítése érdekében szükségesnek tartottam a számítógéppel támogatott vezérlést.

2.5 Pneumatika áttekintés

A pneumatika ma már számos ipari tevékenységben belül fellelhető. Anyagmozgatásra, csomagolásra, számos dologra felhasználható többfajta iparágban.

A korlátlan mennyiségben elérhető levegő begyűjtése és felhasználása számos előnnyel bír. A sűrített levegő tárolható, biztonságos, gyorsan mozgó közeg, többfajta környezetben felhasználható. A hozzá kiépített rendszer viszont költséges, kiépítése alapos tervezést igényel. Egy pneumatikus rendszer felépítése (10. ábra) a következő részekből és azok kombinációiból áll:



10. ábra Pneumatikus rendszer vázlatos felépítése

A kompresszorok vagy légsűrítők feladata az atmoszférikus levegő tartályba történő összegyűjtése és tömörítése. Működésük és kialakításuk alapján többfajta is létezik, legelterjedtebb a csavarorsós és a dugattyús kompresszor. Léteznek emellett hordozható kisebb kompresszorok is, melyeket általában külső helyszíni munkálatokra használnak.

A levegő előkészítés fontos része az összegyűjtött közeg tisztán tartása. A levegőben lévő szennyeződések kárt okozhatnak a rendszerben és a levegőt felhasználó fogyasztókban

is. Emellett fontos még a levegőből lecsapódó víz jelenlétét pl. hűtve szárítással, abszorpció vagy adszorpció szárítással kezelni.

A tárolt sűrített levegő távolabbi helyekre történő szállítása a kiépített csővezetékekben és hálózatokon keresztül történik. Ezt követően kerülnek a fogyasztókhoz. A levegőt használó gépek bemenetén egy levegő előkészítő egység található, ami tartalmaz egy nyomásszabályzót, szűrőt, és ha szükséges egy olajozó egységet.

Ezt követően a gép kialakításától függően a sűrített levegő áramlását vezérlő egységek befolyásolják, mint az útváltó szelepek, folytő-, záró-, visszacsapó szelepek, elektropneumatikus vezérlők. Így a pneumatikában használatos szelepek kombinációival rengeteg logikai folyamat kivitelezhető.

A levegő eljuttatása a végrehajtókig működésbe hozzák a munkahengereket, szorítókat, légmotorokat, melyek a gépek fő feladatát végzik. Ma már a leginkább jellemző, a kézi működtetésen túl az elektromos jelek által vezérelt elektropneumatikus rendszerek használata.

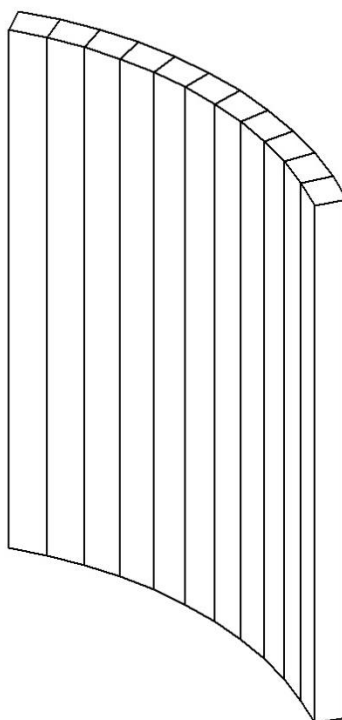
A faiparban is számos géptípus van a piacon, melyek használnak levegőrendszert, mint pl. nyomógerendás lapszabásgépek, összefűró egységek, élzárógépek. A célgép működése során az alkatrész befogásához egy erre a célra tervezett sűrített levegőrendszert fog használni.

3 Jelenlegi problémák feltérképezése, leírása

A következő alfejezetekben bemutatom a termék gyártásmenetét, majd ebből kiemelem és részletezem azt a folyamatot, amit javítani szeretnék. A problémák feltárása mellett más alternatív megoldásokat is bemutatok melyek felmerültek bennem a gép tervezésének koncepciója előtt.

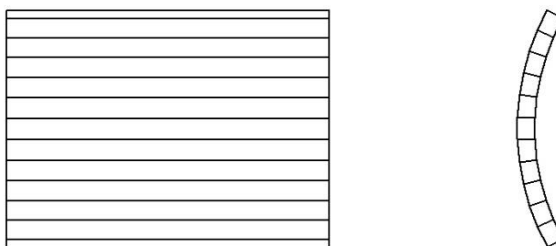
3.1 Íves háttámla gyártása jelenleg

A gyártás bemutatása a Zsemberi Faipari Kft. által felhasznált módszereket és technikákat részletezi. A faiparban a gépek, eszközhasználati és szakismereti módszerek eltérőek lehetnek szakemberenként és cégenként egyaránt.



11. ábra Ragasztott íves háttámla

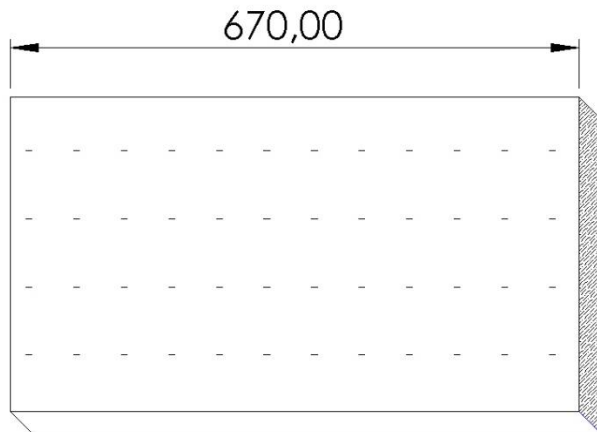
Az íves háttámla ragasztás utáni állapota (11. ábra, 12. ábra) látható. Ebben a formában kerül majd CNC megmunkálásra. Ideális esetben az ív az előre meghatározott, pontos méretben került ragasztásba, így a későbbi befogások és összeszerelések gond nélkül teljesülnek.



12. ábra Ragasztott íves háttámla nézetek

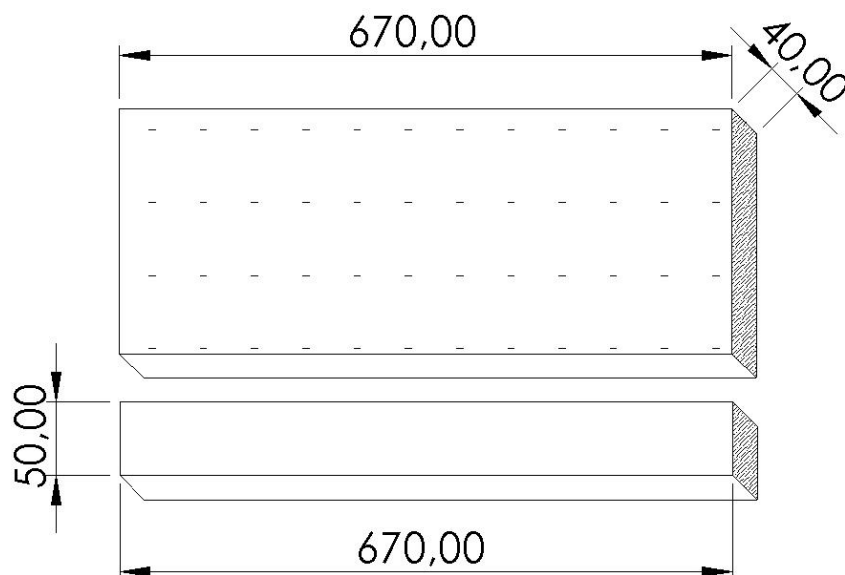
A fűrészáru feldolgozásakor a háttámla alkatrészeinek hosszúságát elsőként 670 mm-es méretre darabolják (13. ábra), ami 20 mm-es ráhagyással kalkulált, mivel a háttámla a CNC gépre kerülésekor pontosan 650 mm-es készméretet igényel, amit ragasztás utáni vágott méret. A folyamat elvégezhető többféle eszközzel, a legegyszerűbb egy sima elektromos vagy benzines láncfűrész és egy mérőszalag, krétával pedig könnyedén feljelölhető a vágni

kívánt méret határvonala. Célszerű két főnek elvégeznie ezt a munkát, míg az egyik ember vág, a másik tartja a leválasztandó darabot.



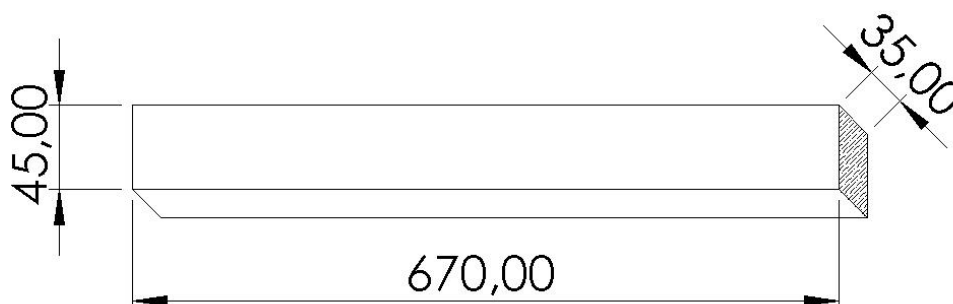
13. ábra Levágott pallóhossz méretben

A háttámla alkatrészeinek méretre szeletelésénél, vagyis a fa szálirányával párhuzamosan hosszmenti anyagleválasztást egy asztalos körfűrészsel végzik. A darabolás során hossz méretre vágott pallórészen szelezéssel, vagyis a kéregrész teljes levágásával egy bázissíkot hoznak létre, az anyag megvezetőhöz ütköztethető. Ezt követően a vezetővonalzót 50 mm-es távolságba állítják a fűrészlaptól, mely során pontosan ekkora szélességű darabokat választanak le egymás mellől (14. ábra).



14. ábra Palló hosszmenti szeletelése

Következő lépésben a szeletelt alkatrészek hosszban és szélességben a már kialakított méretbe, pontosan vágott formában vannak. A kívánt keresztmetszet eléréséhez szükséges még meggyalulni a munkadarabot. Ezzel olyan formát alakítanak az faanyagnak, hogy a későbbiekben a kívánt trapéz keresztmetszetre lehessen munkálni (15. ábra). Ez a folyamat először egyengető gyalugépen történik, amivel a már körfűrészsel vágott síkot a vezetővonalzóhoz illesztve át kell tolni a nagy fordulatszámmal forgó gyalukészen úgy, hogy a mellette lévő síkkal szabályos derékszöget zárjanak, ezzel kialakítva egy szabályos derékszöget a keresztmetszetben. Ezt követően az alkatrészt vastagoló gyalugépen kell átengedni a kívánt 35 mm-es vastagság és 45 mm-es szélesség eléréséhez.



15. ábra Méretre gyalult lécs (lamella)

A termék alkatrész jelenlegi szögbegyalulási eljárása egy erre kialakított egyengető gyalugépen történik. Az előzőekben ismertetett egyengető gyalugéptől a különbsége a szögbe állított vezetővonalzó. Kézi előtolással a munkadarabokat egyesével kell átengedni rajta, így a pontosan méretre munkált hasábokból trapéz keresztmetszetű alkatrészeket lehet legyártani (16. ábra). Egy fogásból csak egy síkot lehet így megmunkálni, így kétszer is át kell tolni egy alkatrészt a folyamat során. A leírt folyamatok elvégeztével az alkatrész elérte a ragasztáshoz kész állapotát.



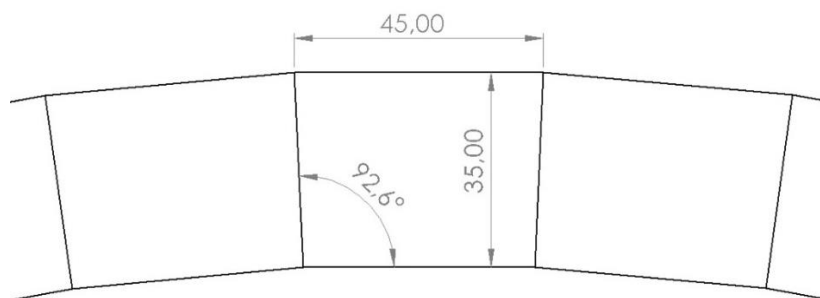
16. ábra Az ideális keresztmetszet

A ragasztás egy speciális csillagprésen történik (17. ábra). A trapéz keresztmetszetű alkatrészekből egy darab székhez tizenegy hasáb (lamella) szükséges a kívánt körív eléréséhez. A csillagprés kialakítása lehetővé teszi különböző szögbegyalult felületű alkatrészek ragasztását olyan alakban, hogy azok mint egy körív formát vegyenek fel, mint a szék háttámla összeállított formája.



17. ábra Csillagprés[11]

A trapéz keresztmetszetű alkatrészek ragasztásakor oldalirányú nyomás mellett sugárirányú vonalmenti megtámasztást is biztosítani kell, hogy az ív szabályos alakot alkosson, ne történjen kihajlás vagy kilökődés. Hőmérséklet és páratartalom függvénye, de általánosságban 5-6 óra a présben elegendő idő a ragasztó megkötéséig. A tökéletesen préselt alkatrészek körívének a következő (18. ábra) látható módon kell kinézniük, melynek ideális ív sugara R495 mm.



18. ábra Ragasztás utáni nyers állapot

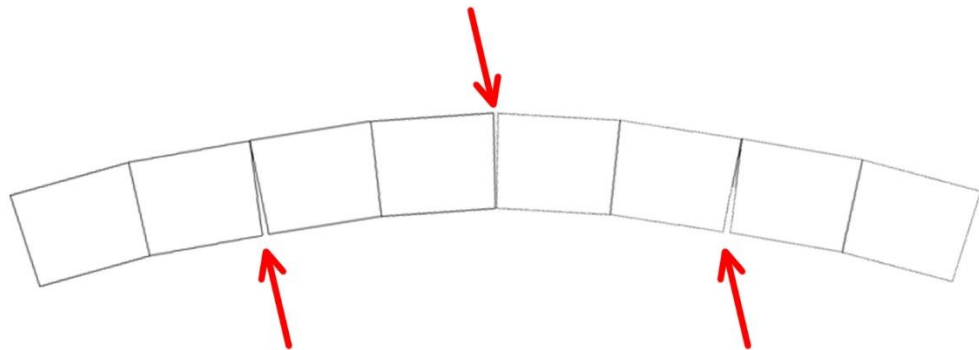
3.2 Problémák feltárása

Az eddig felmérések alapján az íves háttámla legyártásának legnagyobb problémáját az egyengető gyalugépen történő szögbegyalulás folyamat tökéletlensége okozta. A

szöggyalu beállítása nagy szakértelmet és odafigyelést igényel, ami kevésbé rutinos szakembereknél túl nagy hibakockázatokat eredményezhet. A főbb észrevételek az ebből fakadó gyártási módszernél a következők voltak:

- Pontatlan vonalzó beállítás
- Sűrűn ismétlődő gépbeállítás, elállítódás
- Hosszú folyamat
- Nagy szakértelmet igényel, emberfüggő a megfelelő legyártott munkadarab

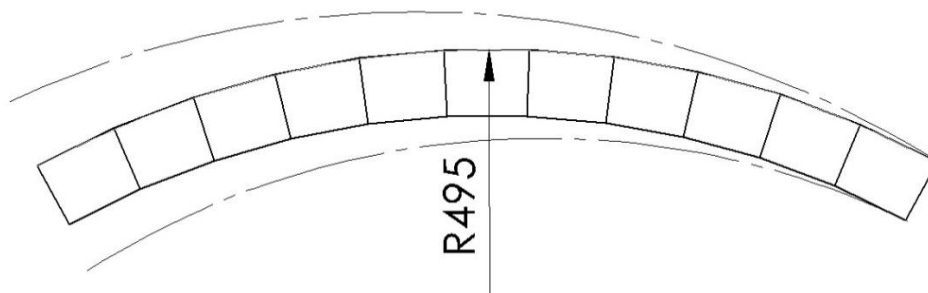
A legyártott munkadarabok szöggyalulást követően a csillagprésbe kerülnek, ahol préselés hatására a ragasztó beszívárog az anyag pórusaiba, ehhez pedig pontos illeszkedés szükséges. A pontatlan szögben gyalult síkok viszont nem tökéletes felfekvést eredményeznek, ami ahhoz vezet, hogy rések keletkeznek az összeragasztandó alkatrészek között, ami a ragasztás technológia alapelveinek nem felel meg (19. ábra). Nagy probléma, hogy így sok helyen a szerkezeten belül vastag, tiszta ragasztó megkötés keletkezik, aminek teherbíró képessége nagyon gyenge, emellett esztétikai hibákat is okoz. A nem egyforma és hibás alkatrészek összeillesztésével hatványozódik a hiba.



19. ábra Hibás alkatrészek ragasztás után

Sok esetben csak az összeragasztott háttámla CNC gépre kerülésekor észlelhető a probléma, amikor a marószerszámok megkezdik a háttámla mintázatát kimarni. Ekkor rések jelennek meg a lamellák között, akár 0,5 mm-es árkok, amik többnyire javíthatatlan selejtet eredményeznek. Faanyagtól függően, tapasztalással valamilyen szinten orvosolható esztétikai hibája, viszont szilárdságilag megbízhatatlan a szerkezet.

Nagy hibát jelent még, hogy a ragasztáshoz jól megmunkált felület illesztése is okozhat szögeltérésből fakadó problémát (20. ábra), ami az előírt ívhez képest nagyobb vagy kisebb sugarú kört eredményez, vagy akár hullám is keletkezhet az összeragasztott táblásított anyag körívében.



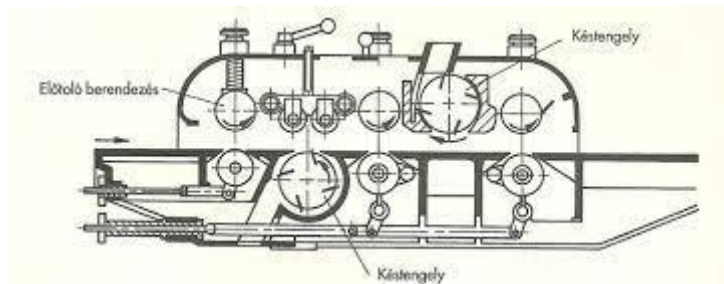
20. ábra Ragasztott háttámla körív hibája

3.3 Alkatrészgyártás koncepciói

A fejlesztés szükségének meghatározását követően több verzió is felmerült. A célgép tervezés döntése előtt más technológiai megoldást vagy módszert is fontolóra vettem. A következő alfejezetekben a felmerült lehetőségekről készítek elemzést. A témában lévő alternatívák összességében a gyakorlatban is működhetnek, viszont a cég jelenlegi álláspontjaiban számításba kell venni azok kivitelezésének hátulütőit és előnyeit a célgép fejlesztéssel szemben, majd ebből a következtetésekből megállapítható, hogy célszerű-e egy új gép bevonása a gyártósorba.

3.3.1 Többtengelyes gyalugép beüzemelése

A cég gépállományában szerepel egy Steton Fast 5 többtengelyes gyalugép, mely akár alkalmas lehet a munkadarab trapéz alakú kialakítására. A gép működési elve a már bemutatott, hagyományos gyalugépek egy összevont változata, mely rendelkezik 4 + 1 forgácsoló főtengellyel (21. ábra). Előnye, hogy a géppel végzett munka gyors, egy megmunkálendő hasáb alakú alkatrészt behelyezve automata előtolással a négy tengely kezdve az alsó síkfelülettel, majd a két oldalt követve a felső síkot a beállított méretre gyalulja, pontos és szabályos téglatestet létrehozva. Az ötödik tengelyre többnyire profilos marószerszámot szoktak elhelyezni. A gép technológiája így egy fogásból képes felváltani az egyengető és vastagoló gyalugépet, emellett az ötödik főtengely lehetővé teszi a profilos alak megmunkálását, mint pl. szegőlécek, díszlécek, borítás alapanyagok gyártása.



21. ábra Többtengelyes gyalugép szerkezete[3]

Így a többtengelyes gyalugéppel történő megmunkálási technológia lehetővé tenné az íves háttámla alkatrészeinek szögbe gyalulását is, viszont az előnyök mellett figyelembe kell venni a hátrányos tényezőket is. Abban az esetben, ha ezt a típusú gépet szeretnénk felhasználni a háttámla gyártásához, a következőket kell számításba venni.

- Egyedi szerszámkést igényel

A cég tulajdonába levő gép nem teszi lehetővé a főtengelyek szögelfordítását. Tehát ennek a funkciónak a hiánya újabb fejlesztést vonna maga után, ami megoldható egy speciális, egyedileg gyártott, a szükséges szöggel kialakított szerszámmal. Ezeket befogva a két egymással szemben álló tengelyen szabályos trapéz keresztmetszetűre alakítható a munkadarab. A gond az egyedi szerszámkés magas gyártási költsége, emellett rendszeresen cserélni kell azokat és szerszámkopásból fakadóan folyamatos korrigáló beállításokat kellene elvégezni.

- Pontos beállítása körülményes

A gép pontos beállítása legtöbbször időigényes, emellett a ferde kialakítású kések miatt bonyolultabb ez az előkészület. A beállítást is csak hozzá értő, képzett szakember tudná elvégezni.

- Többfunkciós gép

A gépet más termékek gyártására is használják, így a sok elállítódás és más munkák sorba rendezése nehezíti a termelést és az ütemezést, emiatt fennakadásokat is okozhat a dolgozók munkájában.

- Régi gép

A cégnél lévő többfejes gyalugép nem a legmodernebb, régebbi gyártmány. Léteznek modernebb, újabb konstrukcióval megépített gépek, amikben a főtengelyt is lehet szögelfordítani, viszont drágák. Ez nem jelenti, hogy a

feladatát nem tudná ellátni, viszont precízebb munkálatok, mint a háttámla alkatrész szöggyalulása számos megkötéssel járna.

3.3.2 Alkatrész gyártása asztalos marógépen

Az asztalos marógép (22. ábra) technológiáját már részleteztem. Ennek a módszernek számos előnye van, a palástmarással lehetőség van az alkatrészt szögbe marni. A cég rendelkezik ilyen MNF On 1977-es marógéppel, a fejlesztés kidolgozása során számításba vettem ennek a módszernek a kiaknázását is. A marógép gépi előtolással is üzemelhet, így ez is egy viszonylag egyszerű munkafolyamat lehet. Hátrányai viszont a következők lehetnek.

- Pontos beállítást igényel

Az asztalos marógépen számos művelet elvégzése lehetséges. Profilmaráson kívül asztalos szerkezetek, formák alakítása is jó üzemidő leforgása alatt megoldható rajta. Emellett a főtengely szögbeállításokra is alkalmas, egyedi marókés gyártása nem lenne szükséges. A gép tehát megfelelne a feladat elvégzésére, viszont beállítása és rugalmassága már kérdéses. A gép pontos ráállása a munkadarab gyártásához precíz és magas szintű szakértelmet igényel.

- Többfunkciós gép

A gépre más munkafolyamatoknál is szükség van, így fennáll a különböző munkák időbeli ütközése. A cég birtokában lévő asztalos marógép többnyire profilok marására van fenntartva, a szék háttámlájának gyártásához szükséges kapacitás nagy bonyodalommal és időkieséssel járna.

- A munkadarab kész állapotra munkálását két fogásból lehet megoldani.
- Egy apró állítási hibával, vagy az előgyártott munkadarab pontatlanságából fakadóan a két bázisfelület egymáshoz viszonyított helyzete nem fog megfelelni az elvártaknak.



22. ábra Asztalos marógép

3.3.3 Célgép megépítése

A további verziók közt szerepelt a szakdolgozatom témájaként is szolgált célgép megépítésének koncepciója. Az előbbi ötletek bizonytalan, esetenként drága, vagy az üzem termelésének volumenét megbonyolító tényezők miatt felmerült egy célgép tervezése és megépítése, ami csak a háttámla alkatrész trapézmetasztet alakjának megmunkálásáért lenne felelős. Az ötletet elősegítette az a tény, hogy a cégnél számos olyan céleszköz megvalósult már, melyek különböző termékek gyártására lettek kitalálva, mint pl. CNC gépek, PLC vezérlésű gépek, pneumatikus kivágó berendezések, amik szinte mind valamilyen faipari műveletet végeznek.

Így az előbbieket mellett szól, hogy a sorozatgyártást támogató célgépfejlesztések magvalósítása a cég termelését eddig jelentősen elősegítette. A gépet csak erre a célra szeretném megtervezni. A tervezés és megépítés mellett szólnak a többi alternatívával szemben a következők.

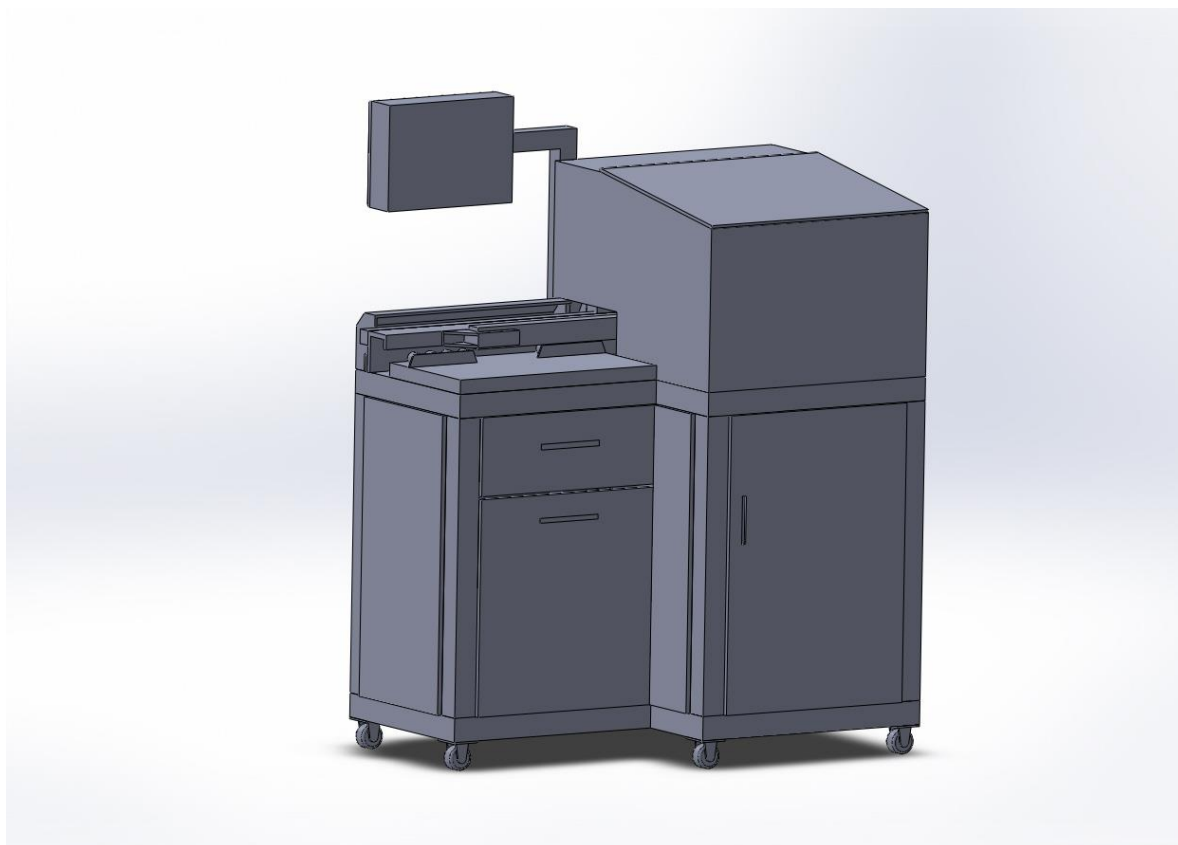
- A gép kialakításának alapja kizárólag az adott alkatrész szöggyalulása. Ennek előnye, hogy más megmunkálási alternatívákat kiváltja úgy, hogy azok gépidő kapacitását nem veszi igénybe, emellett a célgép minden kapacitása csak is az erre a célra szánt művelet elvégzése.
- A célgép főmegmunkáló tengelyeit könnyen állíthatóra kell tervezni, mely szögelfordulást és egyenes vonalú állítást is lehetővé tesz. Ennek lényege, hogy használatához nincs szükség nagy tapasztalatú, vagy magasan szakképzett

szakértelemre, egyszerű betanítással könnyen elsajátítható legyen a géppel történő munkavégzés bárki számára.

- Megépítéséhez használt alkatrészek és alapanyagok egy új, erre a célra megvásárolt géphez képest olcsóbbnak bizonyulnak. Bár olcsóbb asztalos marógépek vannak a piacon, az előző fejezetben mondottak alapján nem garantált a megtérülése. Előreláthatólag ez egy viszonylag kisebb beruházás lenne, mint pl. egy többtengelyes gyalugép.
- Lehetőséget ad rendszerszerű használatra, vagyis a gép egy adott helyen eltárolva az esetleges megrendelést követően csak egy egyszerű előkészületet igényel a munkavégzés előtt, biztosítani kell az áram és levegőellátást, majd betanított munkaerővel könnyedén üzemeltethető, mindemellett a jelenlegi volumennél gyorsabb és pontosabb megmunkálást biztosítana kevesebb hibakockázatokkal.
- Az egyedi gépkialakításnak köszönhetően a marószerszámok egymáshoz viszonyított helyzete a megfelelő keresztmetszetet eredményezné.

4 A célgép megtervezésének folyamata

Összegezve a megtervezendő géppel történő célkitűzések lényege a gyors, precízen legyártható munkadarab egy egyszerűen kezelhető, csak erre a célra szánt eszköz megépítésével. Az előző fejezetekben részleteztem és alátámasztottam annak igényét, hogy a termék előállításához szükséges technológiai folyamatokon belül egy célgép megtervezése és megépítése megoldhatja jelen problémát. Ebben a fejezetben a gép tervezésével kapcsolatos tapasztalataimat dokumentálom, a célgép egyedi kialakítása miatt rengeteg ötletem volt arról, hogy milyen alakú, méretű legyen a végkifejlett eszköz, emellett a benne kitalált technikai megoldásokat is részletezem. A továbbiakban kitérek a gép mechanikáján kívül az elektronikai berendezéseire és a működtetés közben végbemenő automatizált folyamatokra. A célgép tervezése során az iparban bevált gépszerkezetek mozgási és működési mechanizmusait is vizsgáltam, viszont ez esetben mivel ez egy teljesen egyedi kialakítású célgép, a felépítése, méretei, működése nem a szokványos típusgépekhez hasonlítható (23. ábra).



23. ábra Tervezett gép összeállított rajza

A gép befoglaló szélessége 1100 mm, magassága a kezelőpanellal együtt 1320 mm, mélysége pedig 650 mm terjedelmű. A feladat megoldásához számolnom kellett azzal is, hogy a cég által megadott kritériumoknak megfeleljen a konstrukció, legfőbb elvárások a következők voltak:

- A telephely géppark befogadása szempontjából korlátozott hellyel rendelkezik, így számolnom kellett a gép mobilitásának megoldásával, emellett a működési elvet is befolyásolta az, hogy üzemen kívüli állapotban úgymond összecsucskható, kisebb helyre is betolható legyen.
- A cég tulajdonában számos olyan alkatrész állt rendelkezésre, amiket a tervezés során a lehetőségek szerint fel kellett használnom, mint pl. villanymotorok, vezetékek, szerszámtestek.

A tervezés legelején felállítottam pár saját kritériumot is, melyet úgy ítéltam különös fontossággal bír a gép kialakításában és működésében, így a következőkből kiindulva kezdtem el kidolgozni a tervem:

- A célgép technikai méreteit úgy kellett kidolgoznom, hogy azok ergonómiailag és munkavédelmileg is megfelelőek legyenek. Az asztalmagasság, kezelőfelület

elérhetősége, gombok elhelyezése, a munkadarab behelyezéséhez szükséges kényelmes testtartás nem elhanyagolható szempontok.

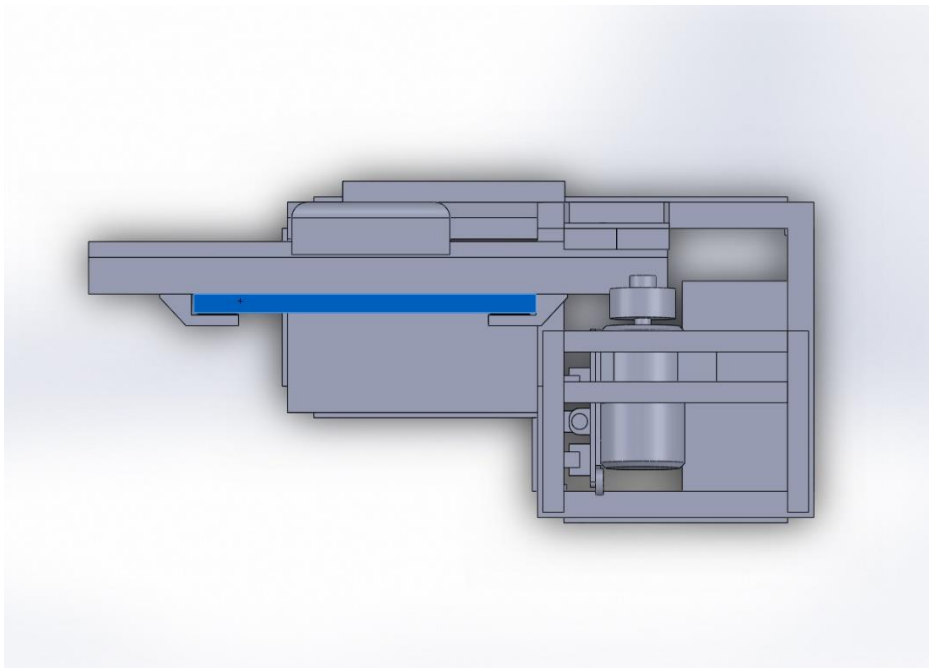
- A gép vázszerkezetén belül fontosnak tartottam egy beépített kisszekrény elhelyezését is, melyben a hozzá tartozó szerszámok, eszközök mint pl. marókések, gép használati útmutatás, karbantartáshoz szükséges eszközkészlet elhelyezhető.
- Működtetése lehetőség szerint egyszerű, betanított munkavégzéshez szükséges tapasztalattal végezhető legyen. A géppel dolgozó személynek a munkadarab ütközőkkel ellátott befogásán, elszedésén és a gombnyomáson kívül más dolgot nem kell csinálnia.
- A munkadarab előtolása, főtengelyek és befogások vezérlését és a munkamenetet egy PLC alapú rendszerrel lehessen üzemeltetni. A gép ciklusos alapon működne, mindig ugyanazt a folyamatot kezdené és zárná. Végálláskapcsolókkal vagy érzékelőkkel, a programban megírt kritériumok teljesülése után kezdheti újra ciklusait a munkadarabok kézzel történő cserélgetése mellett.
- Fontos volt még, hogy a munkadarab a ciklus folyamán ugyan azon a pályán visszamenjen kiindulási pontjára.
- Üzemben használt gépek és a célgép üzemeltetése is nagy port termel, így külön figyelmet kell szentelni a porvédelemre.

A következő alfejezetekben sorban részletezem a gép egységeinek kialakítását és bemutatom azok működését.

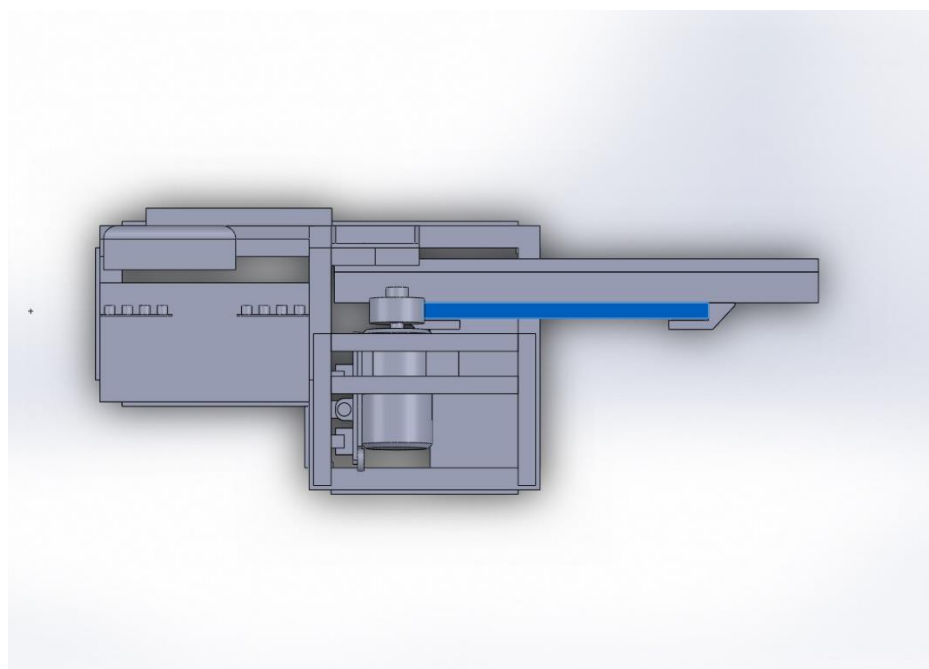
4.1 A gép működése

A gépet levegő és áramcsatlakozást követően a rajta lévő főkapcsolóval lehet áram alá helyezni. Üzem kívüli állapotban a szánrendszer középhelyzetben van, ezért a munka elején kezdőhelyzetbe kell állítani egy erre a célra kihelyezett gomb lenyomásával. Ezt követően a gépet üzemeltető személy egy méretre gyártott, 45x35 mm keresztmetszetű, 670 mm-es hosszúságú munkadarabot a vezetékre rögzített szánra helyezi úgy, hogy az felütközzön a balkéz felől lévő ütközőre és az asztaltetőre rögzített pozícionáló görgőkre is vízszintes állapotban stabilan támaszkodjon. Ezt követően a kezelőpanelon lévő indítás gomb megnyomásával a pneumatikus munkahengerek mindkét végén leszorítják a munkadarabot, emellett a marómotorok is felpörögnek. Ha minden feltétel teljesül, a felpörgést követően elindul az előtolás (24. ábra). A felrögzített munkadarab egyenletes mozgással elindul a burkolat nyílásán át a marófejekig. A marófejek az alkatrész két párhuzamos síkjához képest

2,6 fokos szöget zárnak, így az áthaladáskor szabályos trapéz alakú keresztmetszet keletkezik. A szán a burkolat másik végén kimegy mindaddig, míg a munkadarab el nem ér egy meghatározott pontot, ahol a motor visszafelé indul (25. ábra), a szán ugyan azon a pályán visszagördül a kezdeti pozíciójába. A kezdő pozícióba érve egy kis késleltetéssel a munkahengerek elengedik a munkadarabot, és cserélhető a következőre.



24. ábra Gép alaphelyzetben (késsel jelölt munkadarab)



25. ábra Gép szán kitolás (késsel jelölt munkadarab)

4.2 Gép alapszerkezete

A gépváz tervezéskor a fő kiindulási pont a megmunkálandó munkadarab méreteit és az ahhoz szükséges mozgó mechanizmusok elrendezését néztem elsőként, tehát először a megmunkáláshoz szükséges villanymotorok, a munkadarabot befoglaló vezetékek és gördülőkocsik együttes helyszükségleteit vettem figyelembe. Emellett kalkulálnom kellett azzal, hogy az adott gép teljes befoglaló mérete mekkora lehet használaton kívül és üzemidőben egyaránt. Ennek fontossága főként az, hogy a cég telephelyén elfoglalható helymennyiség korlátozott, vagyis hova és milyen formában lehet a gépet elhelyezni üzemben kívül és üzem közbe egyaránt. Megvizsgáltam az asztalosiparban használatos gépek magassági méreteit, hogy a megfelelő ergonómiával és a szakmában megszokott testtartással lehessen munkát végezni az eszközön. Elemlista felsorolás (5. táblázat) található.

4.2.1 Vázszerkezet

Asztalosipari gépek között a hagyományos megmunkálóegységek sok esetben öntöttvas kialakításúak, erősnek tervezett gépalkatrészekkel. Az egyik oka ennek, hogy a pontos megmunkált felület érdekében fontos a robosztus felépítés a rezgések elnyeléséhez. Emellett előfordulnak olyan dinamikus erőhatások forgácsoláskor (gőcs és szerszám találkozása vagy nagyobb fogásmélységek) amiket erősebb keresztmetszetű gépalkatrészek jobban kibírnak. A tervezett gép alapvetően a pontos szögbemarást viszonylag könnyű, kicsi méretű munkadarabbal és kis fogásmélységgel fogja megcsinálni, ami nem túl nagy erővel és remegéssel jár, viszont előfordulhatnak itt is dinamikus erők. Így olyan alkatrészeket érdemes számításba venni, melyek elbírják ezeket az igénybevételeket.

A gép vázszerkezete (26. ábra) többnyire 40x40 mm-es, 4 mm falvastagságú zártszelvény. Az anyag kiválasztásának szempontjai közt a súly, mely fontos tényező a megmunkálás során fellépő erők elnyelésére, és az ár volt mérvadó. A szóban forgó gép váza emellett tartalmaz még más keresztmetszetű és kialakítású acélszerkezeteket, melyek a tervezés során felmerülő kisebb tartó és kiegészítő jellegű funkciókat lát el, mint pl. lineáris vezetékek felfogatási helye, vezetékek kocsik felfogatási helye, motort vagy egyéb kiegészítő alkatrészt tartó, támogató rudak vagy összekötők, lineáris tartók, védőburkolatok. A gép keretszerkezete lemezburkolatot fog kapni.



26. ábra Gép vázszerkezete

4.2.2 Szerkezeti alakja

Szemből nézve a gép baloldali részén kell adagolni és elvenni a léceket, más néven az etető asztalon. Fejmagasságban pedig egy kezelőfelület található, ahol a gépet működtető nyomógombok helyezkednek el. Jobb oldali részén helyezkedik el a maróegység, villamos szekrény, elszívó csövek.

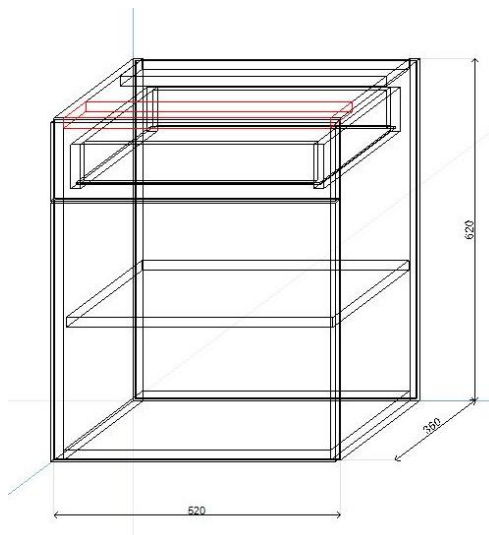
A váz kialakítása négyszög alapú keretszerkezettel rendelkező kezdetekben, viszont tervezés közben a bal oldali adagolás (etető asztal) felőli részegységet leválasztottam és kisebb mélységűre vettem. Szükségtelen és kényelmetlenebb megoldás lenne a teljes felületet a motorok felől megkövetelt 600 mm-es mélységre alakítani. A munkadarab adagolás és szedés így közelebb helyezkedik el.

4.2.3 Mozgathatóság

Üzemen kívüli állapotban a könnyű mozgathatóság érdekében ipari, forgatható gumikereket célszerű felszerelni. Ebből néhány fékes változat is szükséges. A gumikerék könnyíti a mozgást, kisebb talajmenti egyenletlenségeket is könnyű vele leküzdeni. Emellett az üzemközben fellépő rezgéseket is elnyeli.

4.2.4 Gép kisszekrénye

Az etetőasztal alá fontosnak láttam betervezni egy beépített kis fiókos egyajtós polcoszekerényt (27. ábra), amely a gép része. Használati utasítás, karbantartási eszközök, szerszámok tárolására szükségeszerű.



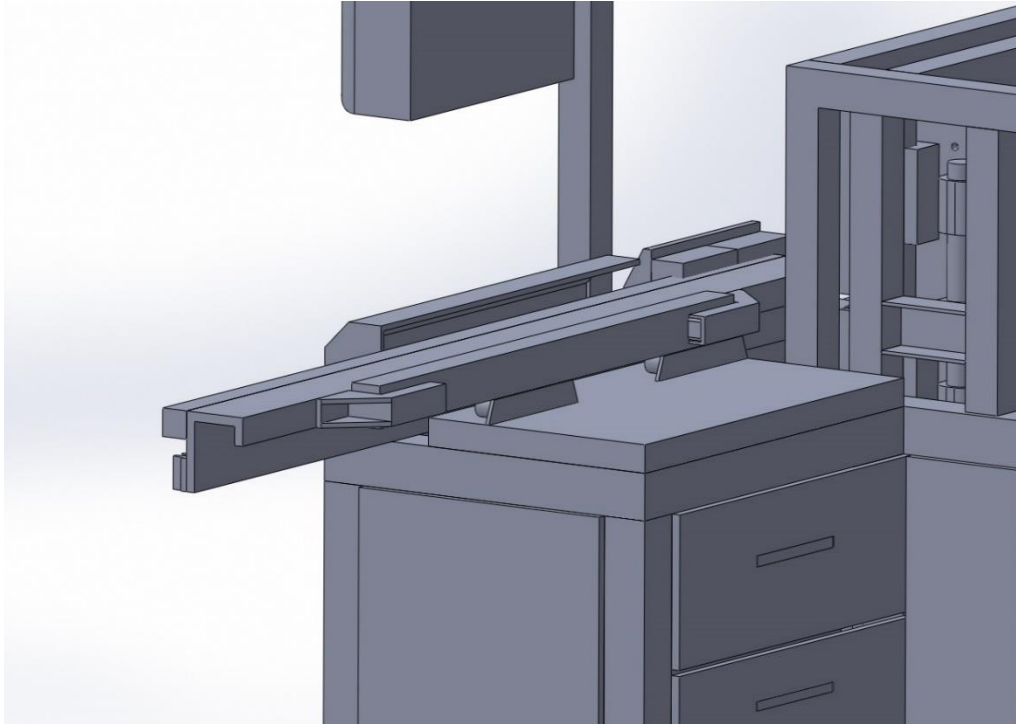
27. ábra Gép kisszekrénye jellegrajz

4.3 Szánrendszer

A gép kezdeti konstrukciós vázlatai számos ötletet tartalmaztak. Elsősorban a munkadarab és a megmunkálóegység közti kapcsolatot kellett kitalálni, mivel a gépelrendezést nagyban befolyásolta. Első körben mérlegelnem kellett, hogy a mozgást melyik elem végezze. Hamar eldöntésre jutottam, hogy célszerű lenne a munkadarabot valamilyen előtolással mozgatni a marófejek irányába. Ennek számos oka van, a legfontosabbak a következők:

- A munkadarab mozgatása eredményezné, hogy egy fixálható és ezzel stabilabb működésű fő megmunkáló egység lenne a gépen, vagyis a marószerszámok állandó pozíciója valamennyi mozgással járó hibát vagy pontatlanságot kiküszöbölne. Ez azt jelenti, hogy a beállított marótengelyek csak a fő forgácsoló forgómozgást végzik és csak a megmunkálandó alkatrész és annak szánszerkezete mozdul el a kívánt pályán. A munkadarab mozgatása a gép konstrukciós felépítését jelentősen egyszerűsítene.
- Ezzel a megoldással a gépváz szerkezet egyszerűbb kialakítású lehet, emellett a védőburkolat is csak a forgácsoló tengely környezetében szükséges. A mozgó marómotorok és szerszámok megbonyolítanak az egyébként egyszerű felépítésű váz felépítését, több lenne az anyagszükséglet és a befoglaló méretet is növelné.
- A forgács elszívása is praktikusabb elrendezésű lehet így. Ha a megmunkáló egység mozdulna el a munkadarab mentén, az elszívó rendszer csővezetékei is ezzel együtt kellene, hogy mozogjanak. A mozgó elszívócsövek további helyet foglalnának el és szintén bonyolultabbá tennék a belső elrendezést.

Elemlista felsorolás (5. táblázat) és ábra (1. melléklet) is található.



28. ábra Szánrendszer kialakítása

4.3.1 Szán mozgatása

Az anyagmozgatás a CNC gépeken is jól bevált lineáris vezetővel megoldható. Többfajta is létezik, fő csoportja a csúszkás, és a gördülő vagy görgős vezetékek. Vezeték választásnál fontos figyelembe venni az igénybevételek jellegét, irányát és dinamikáját, emellett a meghajtás módját is. A legelterjedtebbek a lineáris vezetékek gördülő kocsival, amik számos jó tulajdonságukkal népszerűek az iparban:

- alacsony súrlódási tényezővel bír
- kevés a holtjáték
- pontosan pozicionálható
- nagy terheléseket is kibír, pontosságát megőrzi
- bő választék van belőle a piacon

A munkadarabot egy lineáris megvezetésű szánszerkezet (28. ábra) szállítaná el a megmunkáló egység felé. A leghatékonyabb egy golyós lineáris vezetékrendszer lenne, mely során a kocsik a vezetékekhez képest stagnáló pozícióban lennének. Ez úgy valósulna meg, hogy a kocsik, vagy papucsok, esetünkben két darab, a gépvázhoz egy konzollal rögzítve fixen álló helyzetben maradnának, míg a vezeték végezné az előtolással járó mozgást, amire több ponton rögzítésre kerülne a megmunkálandó alkatrész.

A hajtást lehet láncsal, fogaslécvel, golyós orsóval, trapézmenetes orsóval egyaránt működtetni, típustól függően különböző az előnyük és hátrányuk. Jelen esetben a vezetékek mozgatását fogaskerék és fogasléc kapcsolat biztosítaná. Ennek kiválasztásának fő szempontja, hogy csak egy egyszerű előtolás miatt nem szükséges ennél jobb mozgásmechanikát biztosító alternatíva. Viszonylag olcsóbb kialakítás, mint pl. egy golyósorsóval rendelkező hajtás rendszer, vagyis nem számít a tűpontos pozíció vagy holtjáték, emellett úgy véltem, hogy a gépkialakítás módja miatt a fogasléc és fogaskerék kapcsolat a leghelytakarékosabb megoldás. A hajtását egy szervómotor végzi, ami egy meghatározott kezdő és végpontig mozgatná a szánt.

4.3.2 Hordozó elem

A termék alkatrész nem közvetlen a vezetékekre, hanem egy arra felszerelt speciális keresztmetszetű távtartóra vagy hordozóra lenne felrögzítve (1. melléklet). Ennek a távtartónak számos funkciója között szerepelnek a következők:

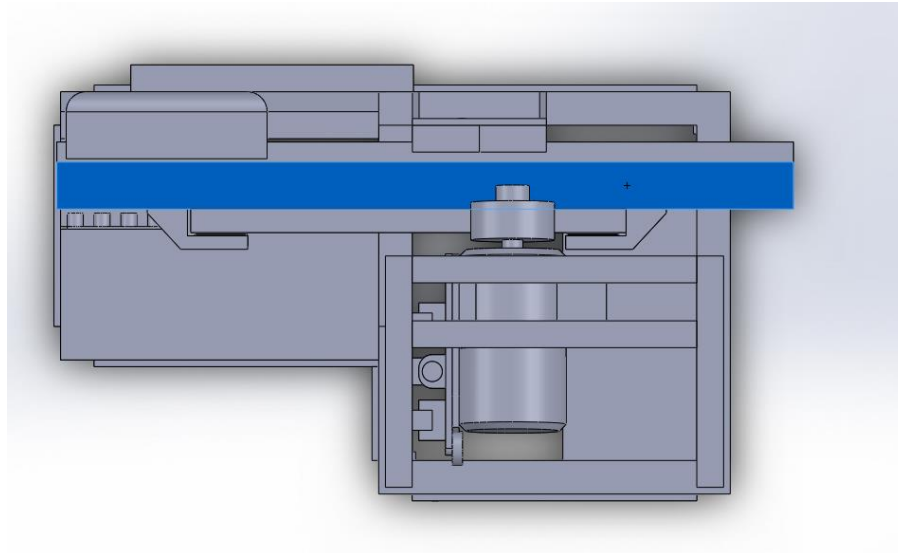
- Az előtolást biztosító fogasléc erre a távtartó elemre lenne felhelyezve, ami a gépvázon belül csatlakozik az említett villanymotor meghajtásra
- Kialakítása lehetőséget biztosít a szánnak a gépvázon elhelyezett görgős megtámasztásra akár három ponton, a kocsiktól való nagy távolság miatt szükséges lehet a szán megtámasztása, elkerülve a lehajlásokból előforduló pontatlanságot és a vezető kocson belül gördülő golyók megterhelését is csökkenti
- Elegendő technológiai helyet kell biztosítani a pneumatikus munkahengerek elhelyezéséhez és működtetéséhez, melyek a munkadarab befogására kellenek. A későbbiekben erre is kitérek
- Hordozó szerepe kiterjed a munkadarabra, munkahengerekre, ütközőkre, fogaslécra, levegőcsövek rögzítésére.

A munkadarab elhelyezési pontját kellő távolságra kell biztosítani a marófejektől a balesetek elkerülése érdekében. Meg kellett határoznom a szánon azt a befogásra alkalmas pontot, ahol az alkatrész felhelyezés kényelmesen elvégezhető és végig tud haladni a munkadarab teljes hossza a marótengelyek vonalán. Ehhez a következő feltételeket kellett szem előtt tartani:

- a szánszerkezetnek (29. ábra), mely tartalmazza a fogaslécet, távtartót és a befogott munkadarabot, elég hosszúnak kell lennie ahhoz, hogy ne lépjen ki a szervómotor és a kocsi működési zónájából, mindezt pedig úgy, hogy

- a mellettük elhelyezett marószerszámok forgácsoló tartományán túl kell hogy érjen a 670 mm hosszú munkadarab, hogy a teljes felülete mart legyen

Ezt a két kritériumot szem előtt tartva a szánszerkezet szükséges hosszúsága 1100 mm.



29. ábra Szánszerkezet hosszúsága (kékekkel jelölt hordozó)

4.3.3 Munkadarab befogás pozíciója

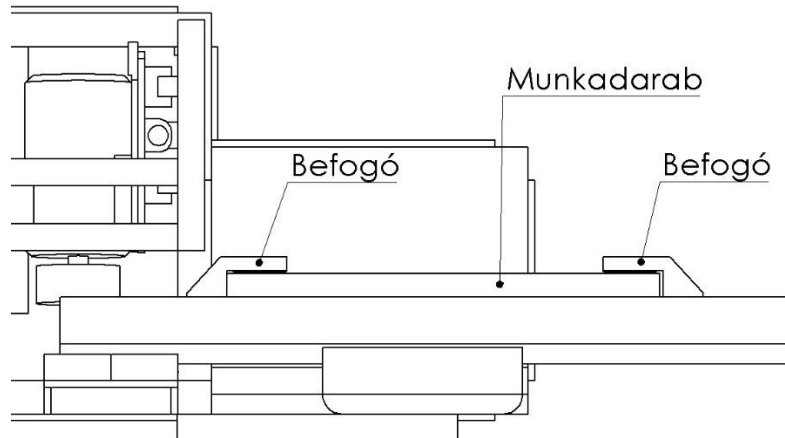
A szánszerkezet és a marómotorok elrendezéséből megállapítható, hogy a munkadarab felfogatása csak az etetőasztal felőli homloklapján lehetséges. Ennek oka, hogy a fahasáb túlsó szemközti lapja a távtartón ütközik fel, az alsó és felső síkját pedig marni kell, így azt teljesen szabadon kell hagyni. A szorítás megoldását a következő szempontok alapján vizsgáltam.

Először megbizonyosodtam azokról a megkötésekről, melyekhez hozzá kell igazítanom a befogás módját. Elsősorban a marófejek elhelyezkedése szabta a legfontosabb kényszert. Másodszor pedig a munkadarabot mozgató szánszerkezet is jelentős teret elfoglal. Ehhez igazodva a kevés hely ellenére valahogy el kellett helyeznem a leszorítókat úgy, hogy azok semmivel se ütközzenek.

A felfogatást biztonsági és kényelmesebb használati okokból pneumatikus szorítókkal valósítom meg úgy, hogy az alkatrészt hordozó kocsin két darab többfunkciót betöltő alkatrészt (30. ábra) helyezek el, feladata pedig a munkahenger rögzítő modul hordozása és a munkadarab hosszirányú ütköztetése. A felfogatás lépései így a következőképpen valósulna meg:

- munkadarab vízszintes elhelyezése úgy, hogy az alja felfekszik a támasztógörgőkre, ekkor az alkatrész pozíciójában van, majd

- szorító, rögzítő modult (EV-15/63-4) egy gomb lenyomásával működésbe kell hozni, ezt követően rögzül a munkadarab a megmunkálás előtt

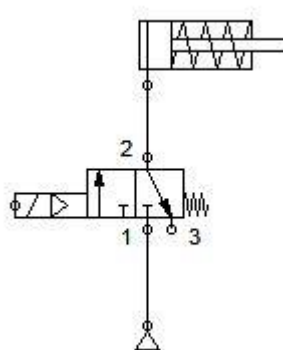


30. ábra Befogás rögzítő egységekkel felülnézet

4.3.4 Befogás pneumatikus munkahengerrel

A levegőcsatlakozás az egész üzemerületen adott, így a termék befogása ezzel a módszerrel megfelelő választás.

Géphasználatkor a munkadarabot az előző fejezetekben ismertetett módszerrel két munkahenger (31. ábra) közé kell beszorítani. Ezt a szánra helyezést követően egy gombnyomásra elvégzi a gép. Ezt követően a kocsi kis késleltetéssel elindul, majd visszatéréskor alaphelyzetben a szorítók feloldanak.

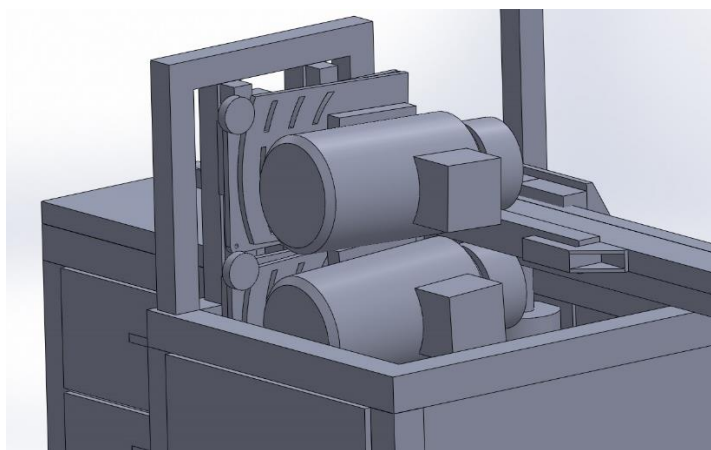


31. ábra Pneumatikus szorító ábrája

4.4 Maróegység

Szükségszerű lehet, hogy időnként állítani kell a marószerszámok (32. ábra) helyzetén, ezért a marómotorok rögzítését úgy kellett megoldanom, hogy a tengelyeit függőleges egyenes irányban mozgatni, egy forgáspont körül pedig szögelfordítani lehessen. Viszonylag kis mozgási tartományról van szó, ennyi állítási lehetőség szükséges és elegendő.

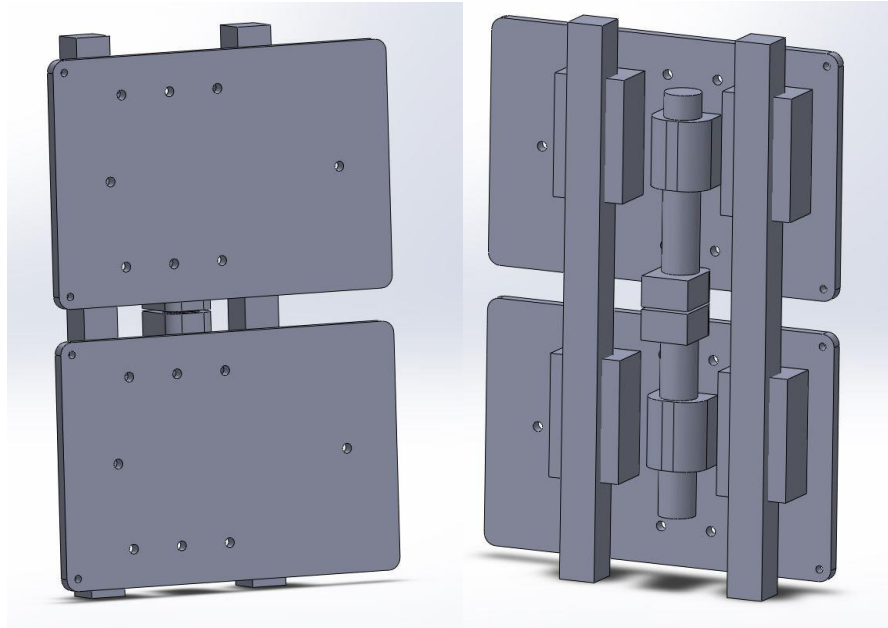
Elemlista felsorolás (5. táblázat) és ábrázolás (2. melléklet) is található.



32. ábra Motor elrendezés kialakítása

4.4.1 Motorok függőleges mozgatása

A függőleges állítási lehetőséget egy lineáris vezeték, lineáris kocsi végzi két rá szabott acéllemezzel összekötve (33. ábra). A géptesten két darab erre a célra elhelyezett oszlopon rögzítésre kerülnek a vezetékek, amikre két-két pár kocsi egymással párhuzamosan helyezkedik el. Mindkét motort külön lehet mozgatni, így a felső kocsipár a felsőmotort, az alsó pedig az alsó motort fogja mozdítani. A kocsi párokat összeköti egy 10 mm vastagságú méretre munkált, furatolt kazánlemez, amire egy golyós orsó és anya kapcsolat van rögzítve. Állítását kéziszerszámmal, a fedél felnyitott állapotában lehet.

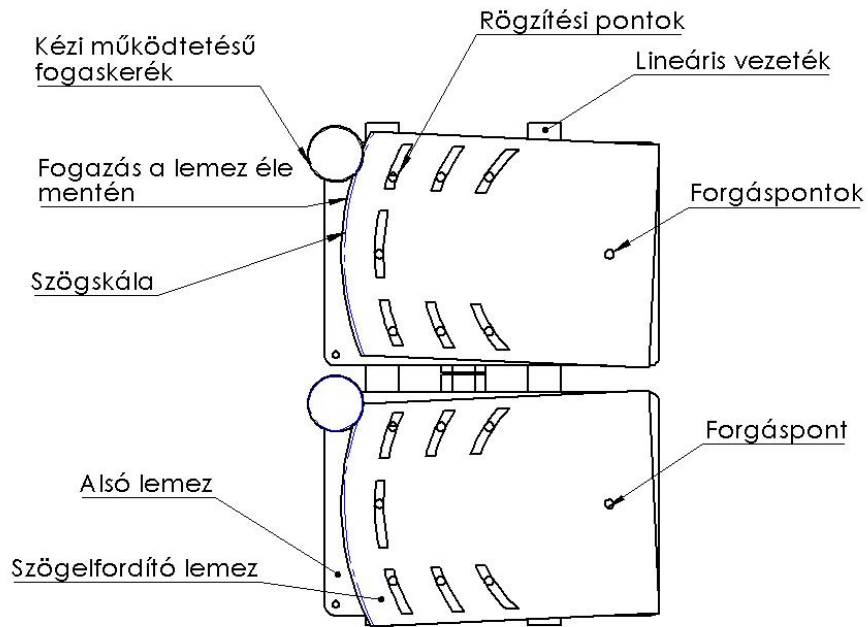


33. ábra Függőleges vezető egység

4.4.2 Motorok szögelfordulása

Szögbeállítást mindkét motornál külön el lehet végezni. A szögelfordító alkatrész szintén egy 10 mm-es vastagságú szerkezetkészre munkált acéllemez, amiből mindkét motorhoz szükséges egy-egy darab. Ez a lemez a függőleges tengelyen mozgó szerkezet acéllemezére rögzül úgy, hogy egy ponton ki kell jelölni egy forgáspontot. Ezen a ponton egy csuklós összeköttetésben van a két lemez.

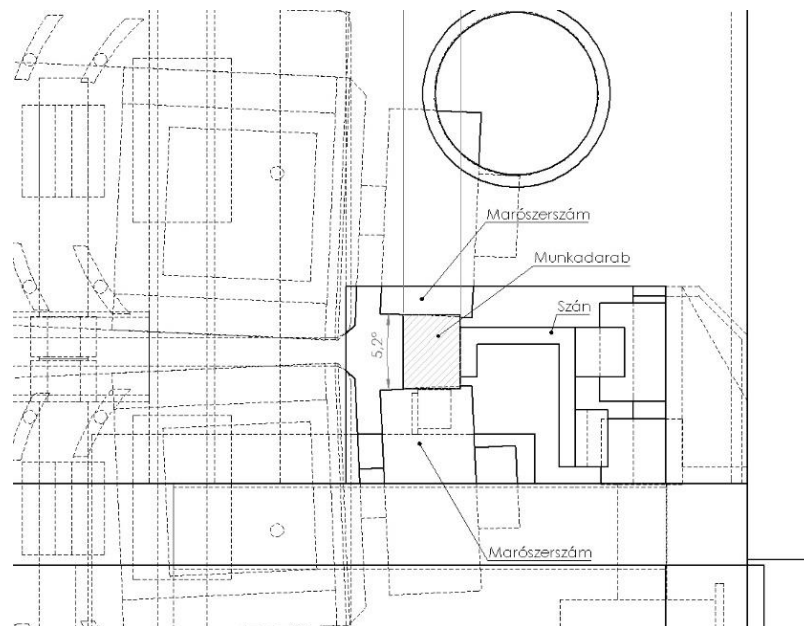
A többi rögzítési pont a szögelforduló lemezen több, körívet leíró hosszfuraton található. A fordítást kézi működtetéssel fogaskerékkel lehet elvégezni. A forduló lemez élén kialakított fogazás és a mögötte lévő alsó fix lemezen elhelyezett fogaskerék állítási lehetőséget ad, hogy beállítsuk a kívánt szöget. Ebben segít még egy szögskála az alsó lemezen feltüntetve (34. ábra).



34. ábra Szögelfordulás végrehajtó lemezek

4.4.3 Marómotorok és szerszám pozíció

A motorok elhelyezése szemben áll a munkadarabot mozgató szánrendszerrel úgy, hogy mindkét motor szögben a munkadarab megmunkálendő síkjával $2,6^\circ$ szöget zár be. A munkadarab lapjához viszonyítva ez összeadódva $5,2^\circ$ szög. Így lesz a téglalap keresztmetszetből szabályos trapéz. Ideális esetben a szerszám pozíciók (35. ábra)



35. ábra Marószerszámok ideális állása

A talpas marómotorok az előző fejezetben bemutatott szögben elfordítható lemezekre rögzülnek. Állíthatóságuk tehát függőleges irányban és egy adott forgáspont körül valósul meg manuálisan.

A motorok elhelyezésének módja miatt számításba vettem, hogy az állíthatóságnak valamilyen határt is kell szabni. A mozgathatóság korlátozása nélkül a marószerszámok képesek lennének belevágni a szán alkatrészeibe, vagy a védőburkolatba. Az ilyen jellegű problémák kis figyelmetlenséggel könnyen megtörténnek. Ezért a függőleges, és a szögelfordulást biztosító egységeken kellett olyan kényszereket létesíteni, melyek nem engedik úgy beállítani a szerszámokat, hogy azok valamilyen kárt vagy balesetet okozzanak.

Függőleges irányban az ideális munkadarabra állás magassági pontjainál nem lehet jobban megközelíteni a szánszerkezetet. Ezt úgy is meg lehet valósítani, hogy ütközőket rögzítünk a lineáris vezetékekre.

Szögelfordulásnál pedig a köríves megvezető furatokba lehet olyan ütközőt rögzíteni, ami nem engedi 2,6 foknál tovább forgatni a lemezt.

Beállításkor ezekhez nem szükséges hozzányúlni. Mindemellett oldható kényszerek, mivel a lehetőséget meg szerettem volna hagyni ha később valami más beállítást szeretnénk végrehajtani.

4.5 Vezérlés, működtetés

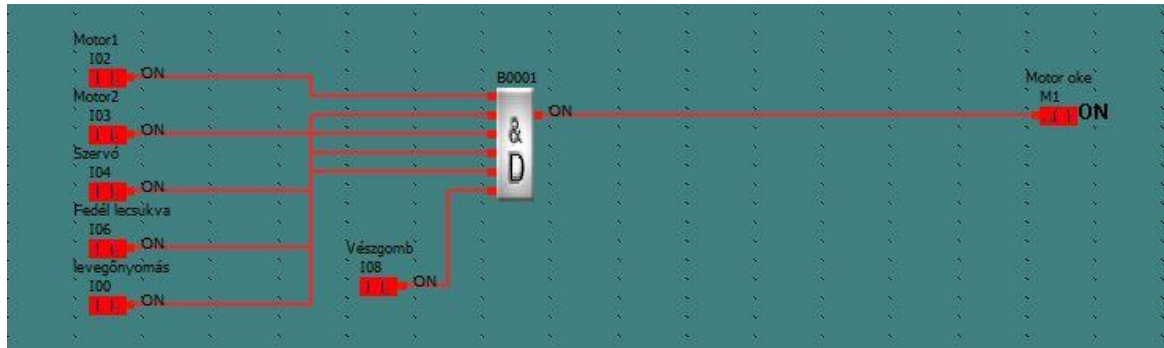
Ebben a fejezetben a PLC által vezérelt rendszert fogom részletezni. A következő szempontokat tűztem ki alapul az automatizált üzemeltetés felépítéséhez:

- Szükségszerű egy manuális és egy lefutó program általi működtetés, hogy a szánszerkezetet tetszőlegesen is mozgatni lehessen.
- A lefutó program gombnyomásra legyen indítható.
- A marómotorok csak program indításkor pörögjenek fel, alap esetben csak üzemkész állapotban legyenek. Ezért egy késleltetett előtolással elég időt kell biztosítani a teljes fordulatszám eléréséig.
- A gép üzemén kívüli helyzetében a szán középhelyzetben van. Ezért is szükséges a manuális működtetés alaphelyzetbe állításra.
- Természetesen szükséges a vészleállító gomb is, ami mindent letilt

A következő kritériumoknak teljesülni kell, különben nem indul, vagy leáll a gép

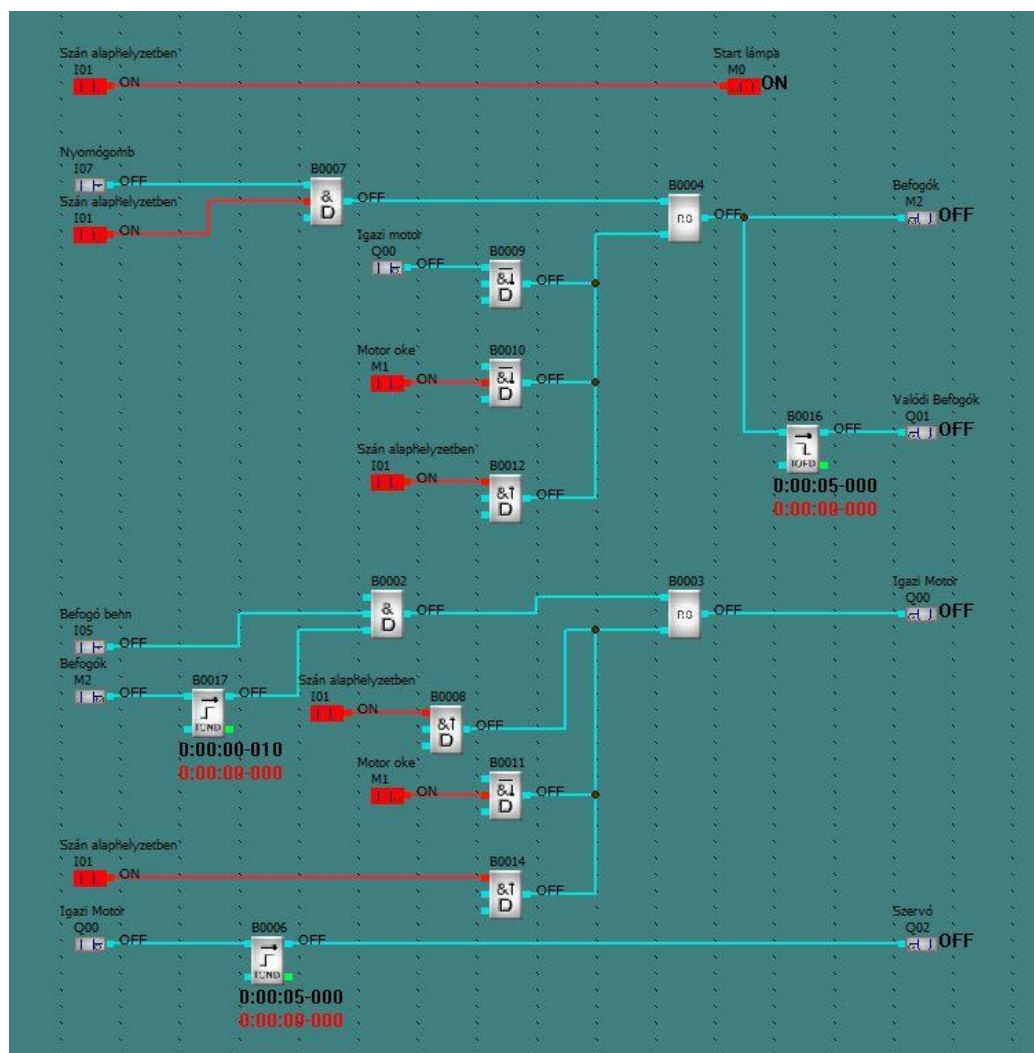
- A gép pneumatikus rendszere nyomás alatt kell legyen
- A szán alaphelyzetből tud csak elindulni a program(etető asztal felől)

A program működését (36. ábra,37. ábra,38. ábra) szemléltetem, ami ApbSoft szoftverrel készült. Az ábrákon az indítás előtti állapot látható.



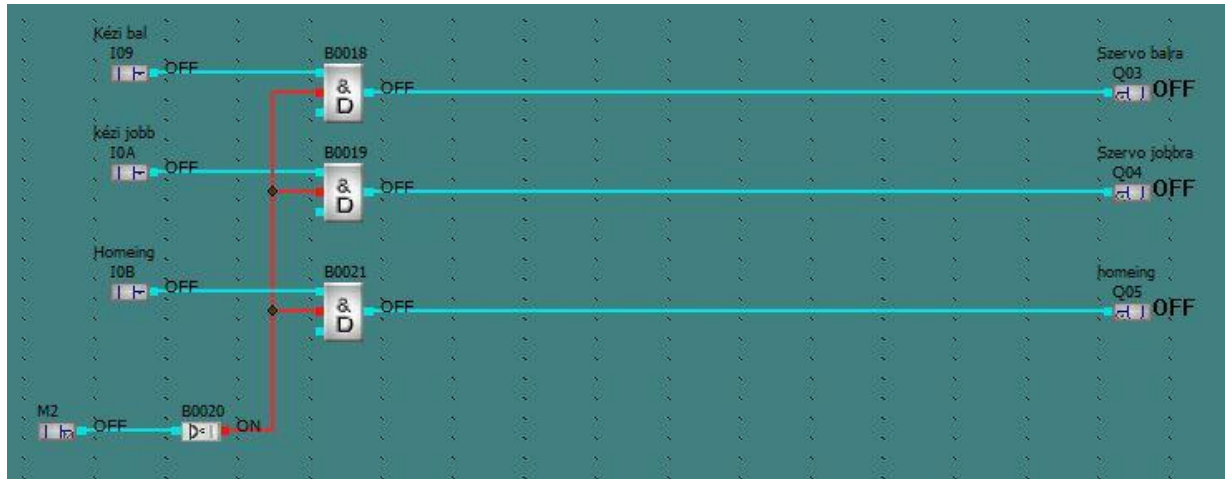
36. ábra Kezdeti kritériumok

Indítás előtt a motorok, fedél, levegőnyomás és vészgomb bemeneteknek együttesen kell teljesíteni a feltételeket.



37. ábra Indítás előtti állapot

A szán alaphelyzetben van, az indítógomb (nyomógomb) lenyomásával működésbe lépnek a motorok és a szorító munkahengerek, miközben 5 másodperces késleltetéssel elindul a szán. Visszatérésekor egy alaphelyzeti végálláskapcsoló ad jelet, majd 5 másodperc késleltetéssel a munkahengerek elengednek.



38. ábra Manuális működtetés

Alaphelyzetben vagy anélkül is aktív a manuális mozgatás, kivéve ha M2 működésbe lép.

4.6 Védőburkolat

A legtöbb iparban használatos gépnek szüksége van valamilyen géptesthez rögzített, felnyitható fedélnek vagy védőburkolatnak. A gép tervezésénél a géptest kialakítását és a működési mechanizmust figyelembe véve a következő kritériumokat határoztam meg, hogy a lehető legpraktikusabb kialakítású legyen az egység:

- Munkavédelmi szempontok, a fő megmunkáló és előtoló motoroknak lefedett állapotban kell üzemelniük
- A fedél alatti térben a vezetékeket, elszívócsöveket a burkolat belső részeire fel lehessen szerelni, rögzíteni
- Egy plexi lemez alkalmazása, hogy a munkatér üzemelés közben is belátható legyen
- A fedél egy része felhajtható lehessen, biztosítva a belső szerelést vagy gépbeállítást

A védőburkolat a gép jobboldali részén, a marómotorok felett helyezkedik el. A fedél felnyitása a gép előlapja felől lehetséges. Tetején plexi lappal egy belátó nyílást terveztem. A burkolaton két nyílást kell biztosítani a szánrendszer közlekedésének biztosítása

érdekében. Emellett szükségszerű még az elszívó csonk elhelyezése. Anyaga rozsdamentes lemez.

4.7 Forgács elszívása

A forgács elszívása a faiparban fontos a gépek üzemeltetésénél. A leválasztott anyag alakja a forgácsoló technológiától és a megmunkált anyagtól függ, viszont elmondható, hogy nagyobb forgácsdarabok mellett finom por mindig keletkezik. Ennek elszívását rendszerint már a gép kialakításánál előre megtervezik. A kisebb és nagyobb gépeknél is, a levegő csőhálózatot úgy építik ki, hogy azok minden megmunkálóegység felől keletkező anyagot eljuttasson a géptesten kívül álló elszívó berendezések gyűjtőszákjaiba. Az elszívók csővezetékeit a géptesteken lévő elszívó csonkra kell rögzíteni, ahol gépenként lehet egy központi, vagy több egymástól különálló csonk, melyek külön-külön a saját megmunkáló modulokra fókuszálnak egy gépen belül. Egy asztalosműhelyben megoldható egyszerre több gép rákötése egy nagyobb teljesítményű elszívóra, ehhez kiépített csővezetékhalózat szükséges.

Egy gép üzemeltetése elszívás nélkül számos problémát okozhat. Elsősorban a műhely hamar megtelik szálló porral, forgáccsal, ezzel nemcsak a gép elromlásának esélyeit növelve, hanem a műhelyben munkát végző és a környezetében lévő személyek is veszélyes egészségkárosító problémáknak vannak kitéve, emellett a munkavégzést is nehezíti, mert a szálló por irritációt okozhat. Az elszívás mellett szól még, hogy a gondosan összegyűjtött forgács és fűrészpor számos dologra felhasználható, mint pl. brikett gyártása.

A célgép tervezésénél is számításba vettem az elszívó használatát. Az elszívó berendezés tehát egy külön gépegység, melyhez csak rá kell csatolni a megmunkálóegységet. Ennek érdekében a már említett elszívó csonk van elhelyezve a burkolaton, amire 100 mm-es átmérőjű csövet lehet felrögzíteni. A géptesten belül, a fedél alatt közvetlenül és a marómotorok aljánál kell biztosítani az elszívást, közel a forgács keletkezési helyéhez, szembe a marófejek forgási sebességével. Ezért szükséges bevonni a gépen belül egy Y elágazást. A géphez ezek után csak egy elszívó egység szükséges, amit bilinccsel rá kell kötni a csonkra.

5 Gazdasági számítás

A géptervezésen túl különösen fontos még egy árkalkulációt és egy termeléssel kapcsolatos elemzést is készíteni, hogy a jövőbeli megvalósítások milyen megtérüléssel vagy

veszteséggel járhatnak. Én három olyan főbb szempontot állítottam fel a projekt kimenetelével kapcsolatosan, ami megalapozza a célgép létjogosultságát, ezek pedig:

- ha a várható, kalkulált anyagi ráfordításokon túl nem keletkeznek jelentősebb pluszköltségek
- ha a gép a gyártási folyamatot valóban felgyorsítja, a termék minőségét tekintve pedig a várt eredményt produkálja
- ha felhasználói szempontból könnyedén kezelhető és karbantartható is lesz

A következő alfejezetekben az első két szempontról, vagyis a gazdasági ráfordításról és a gyártási folyamatról végzek számszerűbb megközelítéseket.

5.1 Bekerülési érték alakulása

A géptervezés folyamán kiválasztott elemeket egy táblázatban összegzem, kiegészítve azt plusz költségekkel, mint munkabér, kivitelezés.

Elemlista		Összköltség
Gép alapszerkezete		
Zártszelvény 40x40x4 mm,	S235	32 000 Ft
Szabott Acéllemez 4 mm	S235	50 000 Ft
Kerekek		27 000 Ft
Egyéb: festék, csavarok, szerelvények		11 000 Ft
Gép kisszekrénye		25 000 Ft
Szánrendszer		
Szabott Acéllemez 10 mm	S235	80 000 Ft
Szabott Acéllemez 4 mm	S235	10 000 Ft
Lineáris vezeték, kocsival	Hiwin	162 000 Ft
Fogasléc fogaskerékkel		26 000 Ft
Szervómotor	400 W	70 000 Ft
Pneumatika rendszer		
Befogó szorító modul	EV-15/63-4	21 000 Ft
Levegő csővezetékek, csatlakozók		10 000Ft
Levegő előkészítő egység		24 000 Ft
Útváltó szelep 3/2-es	MEH 311 801	23 000 Ft
Vezérlés, működtetés, elektronikai		
Elektromos lemez szekrény géptestben	MB-65/250	47 000 Ft
Elektromos lemez szekrény felső	MB-2520/150	13 000 Ft
Elektronika (PLC, villamos munkák,) külsős cég által kivitelezett, ajánlat szerint	készre szerelve	650 000 Ft
KOP IPARI CEE Fázisváltó dugvilla 5x16A		5 000 Ft
Maróegység		
Szabott Acéllemez 10 mm	S235	80 000 Ft
Lineáris vezeték, kocsival	Hiwin	140 000 Ft
Golyósorsó, golyósanya	Hiwin	120 000 Ft
Marómotor	1,5 kW	78 000 Ft
Marószerszám	Stark falcfej	152 000 Ft
Védőburkolat		20 000 Ft
Elszívócsövek		15 000 Ft
Lakatosmunka		220 000 Ft
Összesen		2 111 000 Ft

5. táblázat Gép bekerülési költségei

5.2 Megtérülési számítás

Egy tízfős garnitúra gyártását hasonlítom össze az eddigi régi és az új célgéppel. Számításba veszem a gépek beállítási idejét is. Ekkora mennyiségű késztermékhez pontosan 110 db alkatrész megmunkálása szükséges, viszont célszerűbb valamennyivel több lécet legyártani a fahibák vagy egyéb problémák miatt, melyek embertől és technológiától függetlenül jelentkezhetnek.

A régi gyártás alakulása a gyalugép pontos beállítását követően, ami 20-25 perc is lehet, a következő pontok alapján leírható:

- a 670 mm hosszúságú munkadarab felhelyezése a gyalugép etetőasztalára, majd kb. 0,2 m/s kézi előtolással ideális időt mérve 7 másodperc a folyamat, ezt követően az alkatrész másik lapján is ugyanígy el kell járni, ami elszedéssel együtt szintén 7 másodperc, ami így átlagosan egy munkadarabnál 14 másodperc átlagosan.
- a hibátlan alkatrész mennyiség függ még a munkát végző személy szakmai és géphasználati rutinjától, így az eddigi tapasztalatok alapján számolhatunk 3-5%-os kieséssel.

A célgép beállítása ideális esetben nem szükséges, legalábbis csak időnkénti ráellenőrzések szükségesek, így arra átlagosan 10 percet számolok. Gyártás alakulása a következő:

- a munkadarabot a kocsira lefogatjuk, majd gombnyomásra a program alapján megírt előtolási sebességgel az alkatrész végighalad a két marókés között, majd visszaáll kezdeti pozíciójába. Ez a folyamat várhatóan 8 másodperc alatt lezajlik.
- megmunkálás utáni hibás darabok ideális esetben csak fahibákból lehetnek.

A számítás alakulása (6. táblázat)

1 garnitúra	Idő
Gyalugéppel	53 perc
Célgéppel	26 perc

6. táblázat 10 db-os garnitúra

Átlagosan havi három ilyen garnitúra rendelése esetén (7. táblázat)

36 garnitúra	Idő
Gyalugéppel	17 óra tisztán megmunkáláskor
Célgéppel	10 óra tisztán megmunkáláskor

7. táblázat Átlagos megrendelés 1 évre

Ebből a számításból van egy viszonyszámunk a két művelet között. A célgép a régi módszer üzem idejének 58%-a alatt elvégzi ugyanazt a munkát. Elmondható, hogy ekkora javulási eredmény nagyon jónak számít, de a megtérülés jelentősen nagyobb megrendelésszámnál mutatkozna inkább, így ez ilyen formában nem tükrözi a célgép létjogosultságát.

Amit anyagi ráfordításokkal pedig nem lehet pontosan kimutatni:

- könnyebb lenne a munkavégzés, könnyű elsajátíthatóság
- megbízhatóbb, jobb minőségű terméket lehetne gyártani
- munkaerő gazdálkodás szempontjából is kedvezőbb

A folyamatos gyártáskorszerűsítés és minőségügyi fejlesztések az esetek többségében előrébb visznek. Az igény a fejlődésre és a régi, félig vagy alig működő dolgok kijavítása a haladó technológia egyik alapfeltétele. Összességében én javasolnám a gép megépítését.

6 Összegzés

Dolgozatomban tömörfából készült parasztszékek gyártásának az optimalizálásával foglalkoztam. Ezen belül a székek háttámla alkatrészeinek gyártásfolyamatait vizsgáltam meg, részleteztem az alkatrész életútját a nyers fűrészárutól a ragasztásig bezárólag, majd megkerestem azt a pontot, ahonnan a legtöbb probléma származtatható.

Kiderült, hogy a gyártás során a legtöbb hiba az alkatrész egyengető gyalugépen történő szöggyalulásakor keletkezett. A fő probléma, hogy nagy volt a hibalehetőség az emberi tényező miatt, mivel egy ilyen művelet elvégzése az adott gépen összetett és bonyolult folyamat, emiatt magas fokú szakértelmet és precizitást igényel. Ezáltal a munkadarab gyakran az ideálistól eltérő méretben és keresztmetszetben készült el.

A probléma megoldásához számításba vettem többféle lehetőséget, melyek alkalmasak lehetnek a termék pontos kialakításához, mint a többfejes gyalugép vagy az asztalos marógép használata, de végül az erre a megmunkálási folyamatra specializálódott automatizált célgép koncepciók tervezése bizonyult a legmegfelelőbbnek. Ennek oka, hogy a gép használata nem igényel komolyabb szaktudást és pontosabb gyártást tesz lehetővé más alternatívákkal szemben.

Tervezéskor számításba vettem olyan tényezőket, mint az üzemterület befogadóképessége, ergonómia, munkavédelem, gép mobilitása. A célgép koncepciók tervét SolidWorks tervezőprogramban készítettem el, a tervek alapján a gép működését, részegységeit külön fejezetekben taglaltam. Részletesen kidolgoztam a mozgó mechanizmusok felépítését, a PLC program struktúráját és a gépen végzett munka lépéseit.

Ezt követően a gazdasági elemzés során készítettem egy becslést a gép leggyártásának költségeiről és egy összehasonlítást a régi szögbegyalulás és az új géppel történő megmunkálás hatékonyságáról. A célgéppel kalkulált gyártásidő a gyalugép idejének akár 58%-a is lehet. Viszont a szóban forgó termék gyártása az időszakos megrendelések miatt nem nagy tétel, emiatt nem célszerű üzemidő alapján összehasonlítást végezni. Térnyerésének oka inkább a precízebb művelet, kevesebb selejt és az abból adódó veszteség és a könnyű kezelés.

A tervezett gép a késztermék előállításának csak egy kis szegmensét fedi le, viszont megoldást jelenthet a későbbiekben, ha megépítésre is sor kerül. Összegezve, véleményem szerint van létjogosultsága.

7 Summary

In my thesis, I dealt with the optimization of the production of peasant chairs made of solid wood. Within this, I examined the production processes of the back parts of the chairs, detailed the life cycle of the part from sawn timber to gluing, and then looked for the point from which most problems can be derived.

It turned out that most of the errors during production occurred during the angle planing of the part on the leveling planer. The main problem was that there was a high possibility of error due to the human factor, since performing such an operation on the given machine is a complex and complicated process, therefore requiring a high degree of expertise and precision. As a result, the workpiece was often finished in a different size and cross-section than the ideal.

To solve the problem, I took into account several options that could be suitable for the precise design of the product, such as the use of a multi-head planer or a fixed table milling machine, but in the end, the conceptual design of an automated target machine specialized for this machining process proved to be the most suitable. The reason for this is that the use of the machine does not require serious expertise and enables more accurate production compared to other alternatives.

When planning, I took into account factors such as the capacity of the plant area, ergonomics, work safety, machine mobility. I prepared the conceptual design of the target machine in the SolidWorks design program. Based on the plans, I detailed the machine's operation and components in separate chapters. I worked out the structure of the moving mechanisms in detail, the structure of the PLC program and the steps of the work on the machine.

Afterwards, during the economic analysis, I prepared an estimate of the costs of manufacturing the machine and compiled a comparison of the efficiency of the old angle planing and machining with the new machine. The production time calculated with the target machine can be up to 58% of the time of the planer. However, due to periodic orders, the production of the product in question is not a large item, so it is not advisable to make a comparison based on operating time. The reason for its popularity is rather the more precise operation, less scrap and the resulting loss, and easy mastery.

The designed machine covers only a small segment of the production of the finished product, but it can be a solution later on, if it is built. In conclusion, in my opinion, it has a right to exist.

NYILATKOZAT

Alulírott **Zsemeri János** a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, **Gödöllői Campus, Mechatronikai mérnök** szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023. év 11. hó 12. nap


Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatot/Szakdolgozatot/Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslok*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023. év 11. hó 11. nap

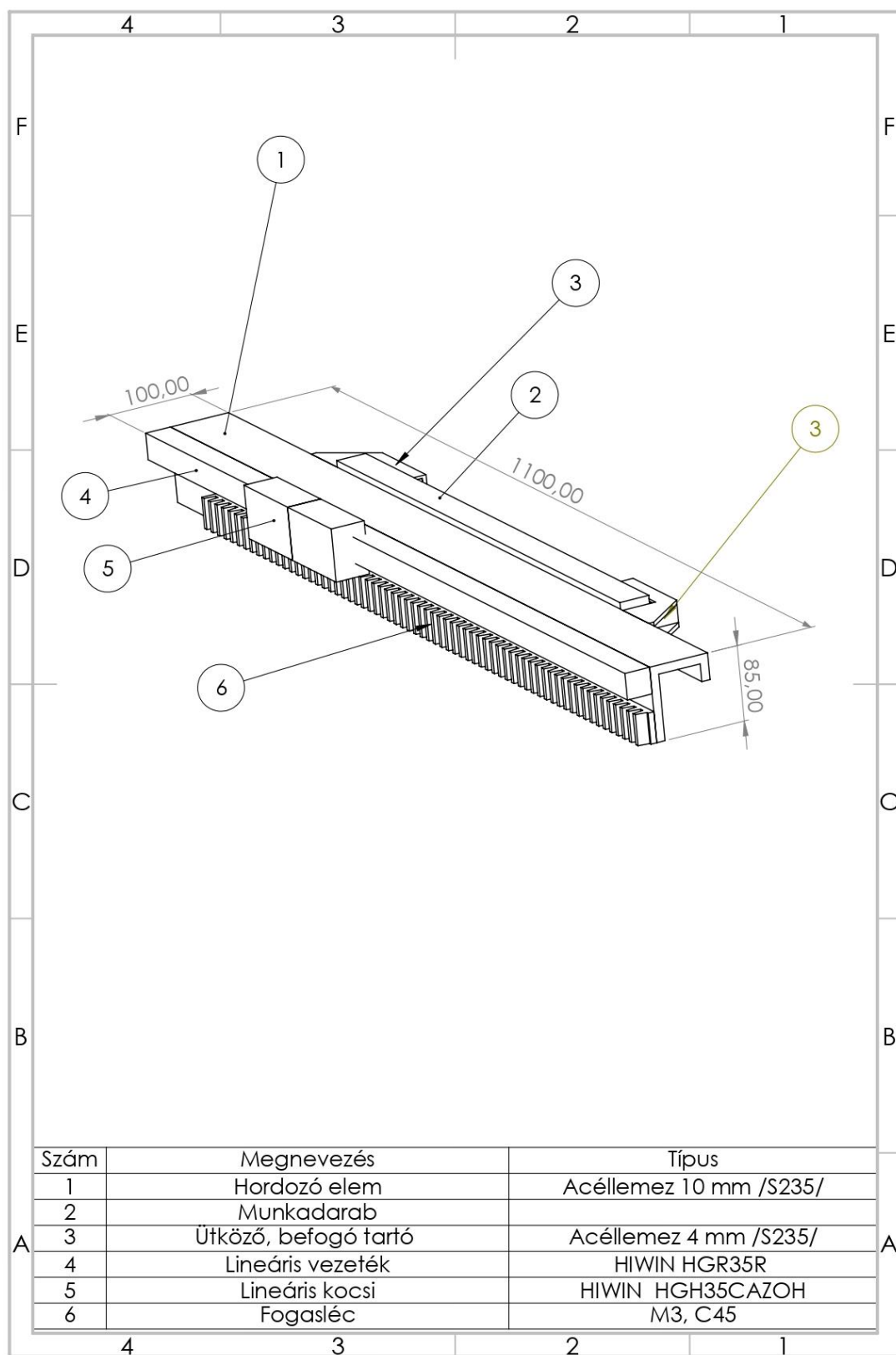

Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

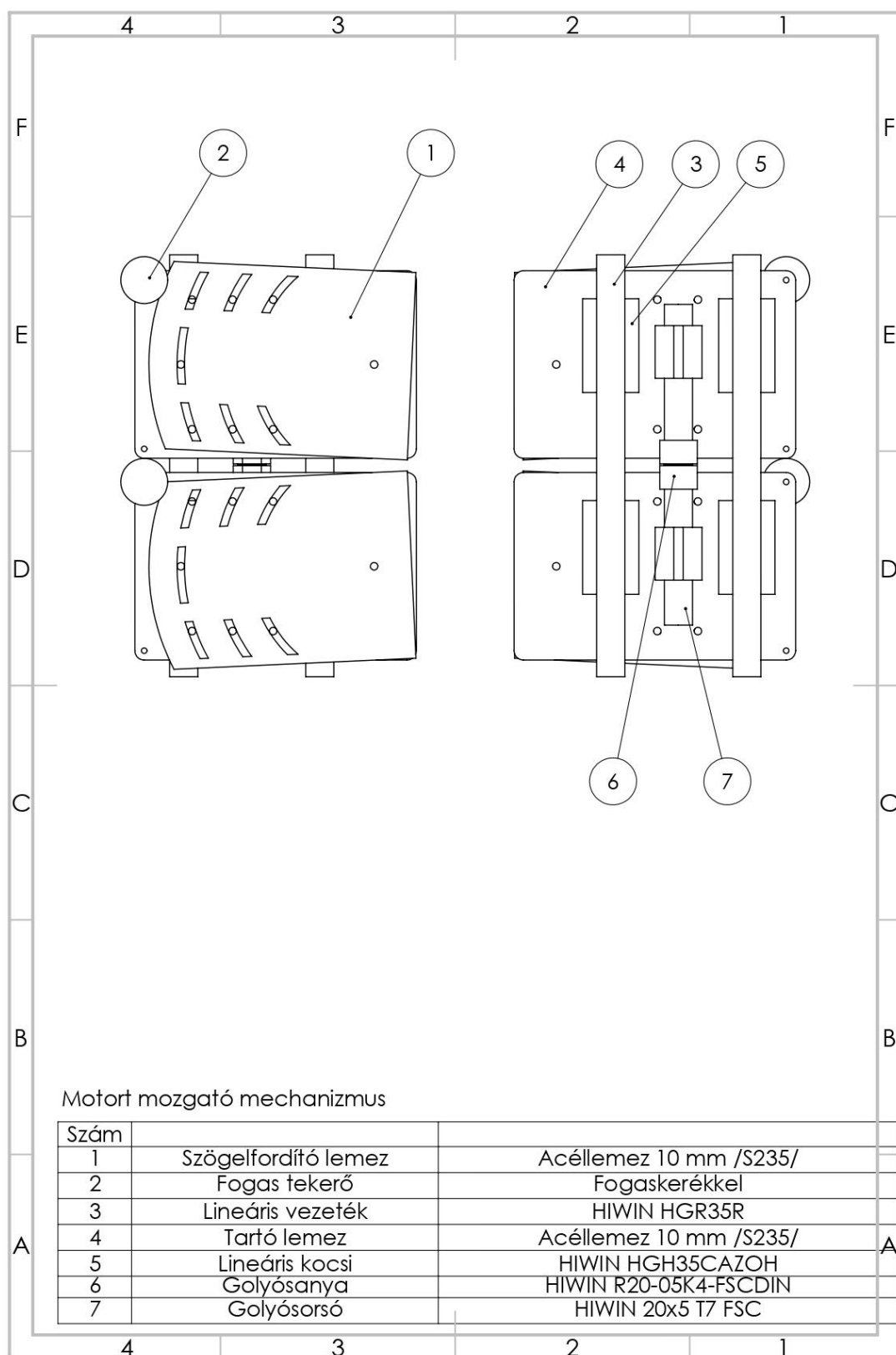
8 Irodalomjegyzék

- [1] T. Péter, Faipari anyagismeret, Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 2009.
- [2] D. M. Sándor, Faipari Kézikönyv I., Sopron: Faipari Tudományos Alapítvány, 2000.
- [3] D. Kálmánné, Asztalos szakmai és gépismeret, Budapest: Műszaki Kiadó, 2010.
- [4] L. Dezső, Asztalos szakmai ismeret, Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 1983.
- [5] M. P. Paula, Faipari kézikönyv II., Sopron: Faipari Tudományos Alapítvány, 2002.
- [6] M. M. András, PLC ismeretek és példatár, Tankönyvmester Kiadó, 2013.
- [7] R. Dimitrios, Pneumatika-Elektropneumatika-Rendszertechnika, Szombathely: Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, 2015.
- [8] M. G. Sági György, Számítógéppel támogatott technológiák, Budapest: Műszaki Kiadó, 2012.
- [9] „www.leitz.hu,” [Online]. [Hozzáférés dátuma: 2023].
- [10] „<https://www.smc.eu/hu-hu/egyuttoktatas>,” [Online]. [Hozzáférés dátuma: 2023].
- [11] „<https://faiparigepek.hu>,” [Online]. [Hozzáférés dátuma: 2023].
- [12] „<https://www.festo.com/hu/hu/>,” [Online]. [Hozzáférés dátuma: 2023].

9 Melléklet



1. melléklet Szánrendszer jellegrajza



2. melléklet Marómotort mozgató mechanizmus