

SZAKDOLGOZAT

Név: Rózsahegyi József András

Szak: Gépészmérnök

**Gödöllő
2023**

Összefoglaló

Szakdolgozatom írása alatt az ipari automatizálás eszközeivel foglalkoztam, a mechanikai technológiák, pneumatika és irányítástechnika tantárgy keretében tanultak gyakorlati alkalmazásával. Tanulmányaim során megszerzet tudásanyag segítségével megterveztem egy körasztalos szerelő cellát.

Részletesebben foglalkozom az irodalomkutatásban az ultrahangos hegesztési technológiával és a pneumatikai rendszerekkel.

A dolgozatban bemutatom a problémát, ami az új cella iránti igényt szülte. Bemutattam, milyen alternatív megoldásokat ajánlottam a megrendelő számára. Bemutattam ezen megoldások előnyit és hátrányait, és végül azt, hogy mi vezetett a végül megvalósuló koncepció kiválasztásához. A szakdolgozat további részében bemutatom a cella felépítését és a különböző tervezési folyamatokat és módszereket, amiket a cella tervezése során használtam.

Számításokkal támasztottam alá a helyes kereskedelmi elemek kiválasztását. Ezen felül végeelem módszerrel méreteztem a gép főbb tartóelemét, hogy a kellő mechanikai szilárdságot és ez által gép stabil gyártási minőséget biztosítsam.

Továbbá méreteztem a gép egyes kritikus pontjait például biztonsági távolság a gép operátori pozíciójába, illetve olyan pneumatika hengereket amiknek a beépítése kritikus a gép folyamatai számára.

SZAKDOLGOZAT

Név: Rózsahegyi József András

Szak: Gépészmérnök

**Gödöllő
2023**



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépészmérnök BSc Szak

A DOLGOZAT CÍME:

**Többféle termék gyártására képes
moduláris automata szerelő cella**

Belső konzulens:	Nagy István Mesteroktató
Külső konzulens:	Bagdi Zoltán Mérnökség szakmaivezető
Készítette:	Rózsahegyi József András AU3Z27 Gépészmérnök BSc, levelező
Intézet/Tanszék:	Gépszerkezettan tanszék

Gödöllő
2023

NYILATKOZAT

Alulírott RÓZSASZENTI JÓZSEF ANDRÁS, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Gépeszvetésiek DSE 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: Jenőpálya, 2023 év Május hó 03 nap



Hallgató

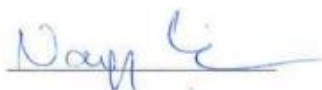
NYILATKOZAT

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

A Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom záróvizsgán történő védelemre javaslok / nem javaslok*.

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

Kelt: Gödöllő 2023 év Május hó 03 nap



Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

GÖDÖLLŐ
2023
MŰSZAKI INTÉZET ALAPSZAK
Mérnök informatika specializáció
SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Rózsahegyi József András (AU3Z27)

részére

A szakdolgozat címe:

Többféle termék gyártásására képes moduláris automataszerelő cella

Feladatkiírás:

Mutassa be a tervezési folyamatát egy moduláris összeszerelő célgépnek. Méretezze a főbb elemeket és végezzen méretezési számításokat a kereskedelmi elemek helyes kiválasztásához.

Közreműködő tanszék: Gépszerkezettan Tanszék

Külső konzulens: *Bagdi Zoltán mérnökségvezető, Vesz-mont 2000 Kft Nemesvámos, Huszárok útja 3, 8248*

Belső konzulens: *Nagy István, mesteroktató, MATE, Műszaki Intézet Gépszerkezettan Tanszék*

Beadási határidő: 2023.május hó 03 nap

Jóváhagyom **Átvettem**
  
(tanszékvezető) (szakfelelős) (hallgató)

Gödöllő, 2023.május hó 03 nap

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

Gödöllő, 2023.május hó 03 nap


(külső konzulens)

NYILATKOZAT

a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió¹ nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: RÓZSAHEGYI FŐZSEF ANDRÁS
A Hallgató Neptun kódja: A43Z2F
A dolgozat címe: Többféle termék gyártásához képes moduláris automata
A megjelenés éve: 2023 ketelő cella
A konzulens tanszék neve: Gépjárművezetés tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió² 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 mindenkori szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: Udvardy 2023 év Május hó 03 nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

Tartalom

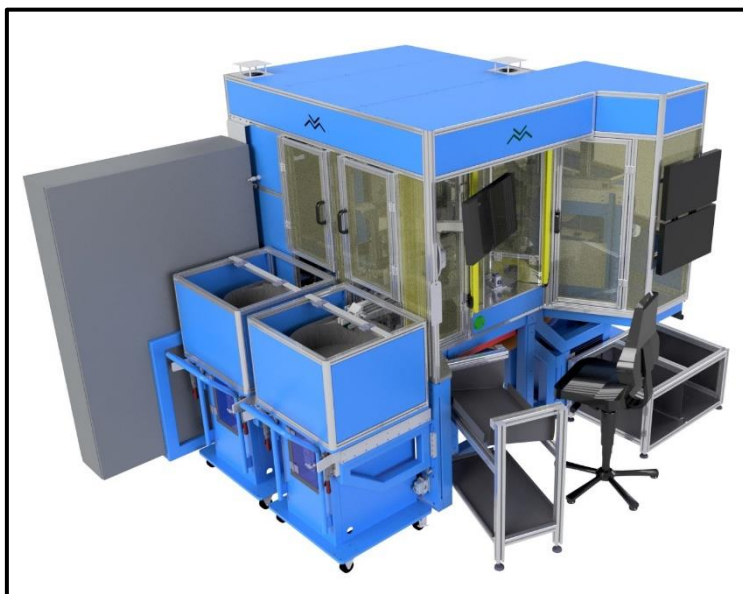
1.	Bevezetés.....	7
1.1	Célkitűzés	8
2.	Irodalomkutatás	9
2.1.	Ultrahang hegesztési technológia.....	9
2.2.	Pneumatika rendszerek.....	16
2.2.1.	Sűrített levegő előállító berendezés.....	17
2.2.2.	Léghálózat, csőrendszer	18
2.2.3.	Levegőelőkészítő.....	18
2.2.4.	Szelepek és szelepszigetek	19
2.2.5.	Végrehajtó elemek hengerek, forgatók és motorok.....	20
3.	Feladatmegoldás.....	22
3.1.1.	A gép specifikáció rövid ismertetése.....	22
3.1.2.	A gyártandó termék általános ismertetése	22
3.1.3.	A meglévő gépek ismertetése és az új fejlesztések bemutatása, koncepcionális fő tervek ismertetése.....	24
3.2	A cella részegységeiének működése és tervezésének bemutatása.....	27
3.2.1.	Operátori állomás	32
3.2.2.	O-Ring és Sperring beültető állomás.....	33
3.2.3.	Ultrahang hegesztő állomás.....	38
	<i>-Tartókonzol méretezés I.....</i>	<i>39</i>
3.2.4.	Kamerás ellenőrző állomás.....	42
3.2.5.	Szivárgásellenőrző állomás	43
3.2.6.	Spring beültető állomás	45
3.2.7.	Késztermék kirakóállomás	47
4.1.	Ciklusidő számítás.....	53
4.	Gazdasági számítás.....	55
5.	Összefoglaló	57
6.	Irodalomjegyzék.....	58
7.	Mellékletek.....	61

1. Bevezetés

A szakdolgozatomban bemutatom egy 8 pozícióval rendelkező körasztalos szerelőcellát, amely egy autóiipari beszállító számára készült. A cella egy műanyag csőcsatlakozó összeszerelését, ultrahangos hegesztését és végül szivárgás tesztelését végzi. Ezt a terméket a gép megrendelője több méretben gyártja, ezt eddig több különböző gyártócellával oldotta meg. Az új cella fejlesztésével az volt a cél, hogy ne csak egy termékcsaládot legyen képes gyártani egy gép, hanem több termékcsalád gyártására is alkalmas legyen, előre meghatározott modulok cseréjével.

Az irodalomkutatás folyamán foglalkoztam az ultrahangos hegesztési technológiával és annak alkalmazásával, valamint a pneumatika rendszerek kialakításával, előnyeivel és hátrányaival.

A dolgozatban bemutatásra kerül a megrendelő által támasztott feltételrendszer és az, hogy ennek milyen módon felelt meg a legyártott cella. Ezen felül kitér arra, hogy milyen előnyökkel és hátrányokkal jár az új kialakítás a korábbi cellákhoz képest. Végül pedig bemutatásra kerül a cella részletes felépítése, ezen belül a különböző pozíciók és a hozzájuk köthető számítások (ciklusidő és mechanikai számítások), valamint a teljes gépre vonatkozó ciklusidő számítás. Itt megjegyezném, hogy nagy általánosságba az ipari automatizálásban nem a mechanikus méretezések dominálják a fejlesztési munkát, inkább hangsúlyosabb a mozgások és a gyártási folyamatok átlátása és a különböző technológiák minél szélesebb körű ismerete.



1. ábra Moduláris szerelőcella

1.1 Célkitűzés

Jelenleg a megrendelőnél kilenc darab gyártócella működik, ezek nagyrésze azonos méretosztályú termékek gyártására van felkészítve. A már meglévő kilenc gépből az utolsó hármat már én terveztem.

A múltban már több bővítőelem is készült a géphez, amik újabb termékváltozatok gyártását teszik lehetővé, de ezeknek a manuális átszerelése több napot felemésztő folyamat. Az átszerelés ideje alatt a gépek kiesnek a termelésből, így egy váratlan megrendelés egy korábban már gyártott termékre jelentős csúszást eredményez. Továbbá a megnövekedett igények kielégítéséhez további gyártógépre lett volna szükség, ehhez viszont nem állt rendelkezésre elegendő hely.

A megrendelő egy olyan új gyártócellára kért ajánlatot, ami több termékváltozatot is tud gyártani, illetve minél rövidebb idő alatt lehessen a különböző variánsokra átállni.

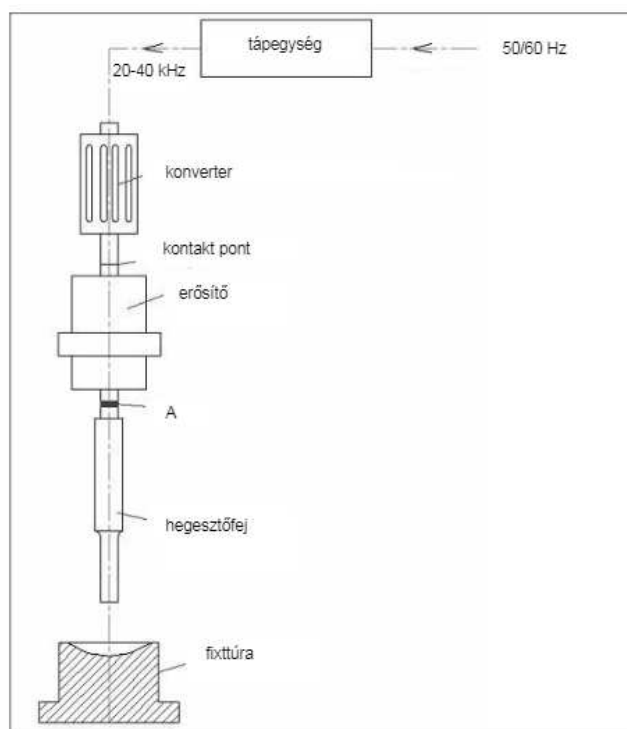
2. Irodalomkutatás

Az irodalomkutatás ideje alatt a téma keretén belül foglalkoztam az ultrahanghegesztő technológiákkal, pneumatikus megfogókkal, pneumatikus rendszerek felépítésével.

2.1. Ultrahanghegesztési technológia

Az ultrahangos hegesztés az iparban régóta elterjedt korszerű technológia. Hőre lágyuló műanyagok hegesztése, tekercsanyagok ultrahangos kötése, tasakok lezárása sok éve bevett gyakorlat az élelmiszeriparban, orvostechikai berendezések és segédeszközök gyártásában, tisztálkodási szerek gyártásában, illetve elektronikai termékek és autóalkatrészek gyártásában.

A technológia széles elterjedésének az egyik fő oka a gyorsaság. A folyamat időszükséglete munkadarabtól függően 1-2 másodperc, emellett nem elhanyagolható az energiahatékonysága és más hegesztési technológiákhoz képesti tisztasága. Még más hegesztési technológiáknál füst és sok esetben egyéb mérgezőgázok keletkeznek, aminek elszívása és kezelése költséges, az ultrahangos hegesztésnél ez elhanyagolható. [2,4]



2. ábra Ultrahanghegesztő rezgőrendszerének elemei [4 (117. o.)]

Az ultrahang frekvencia tartománya 20 kHz és 1 GHz között van. Az ultrahangos hegesztés ezen belül jellemzően 20-40 kHz között valósul meg. [16]

Az ultrahangos hegesztők rezgőrendszerei 4 fő elemből épülnek fel. A rendszerbe felülről lefelé haladva az első elem az ultrahanggenerátor.

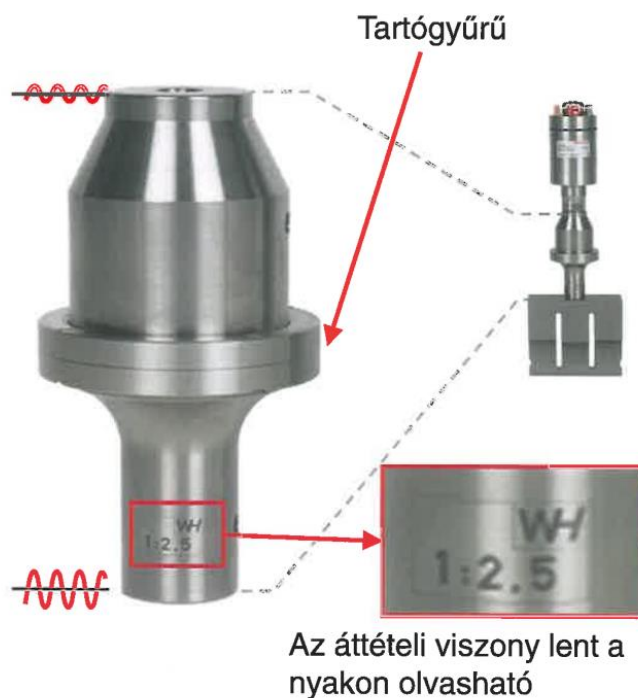
Az **ultrahanggenerátor** hálózati feszültségből hoz létre magas frekvenciájú szinuszhullámú jelet 20–40 kHz frekvenciatartományban. Emellett védi a rendszert a túlterheléstől és ellensúlyozza a rendszerben kialakuló különböző rezgésviszonyokat.

Következő elem a **konverter**. Ez az elem hozza létre váltakozó feszültség hatására a nagyfrekvenciás axiális irányú rezgést. A konverter belsőfelépítése piezoelektromos lapkákból áll, amik 2 titán lapka közé vannak beszorítva. A feszültség bekapcsolása a lapkák kitágulását majd zömülését eredményezi, ami rezgő mozgást hoz létre. [2,4,15]



3. ábra Konverterek [15]

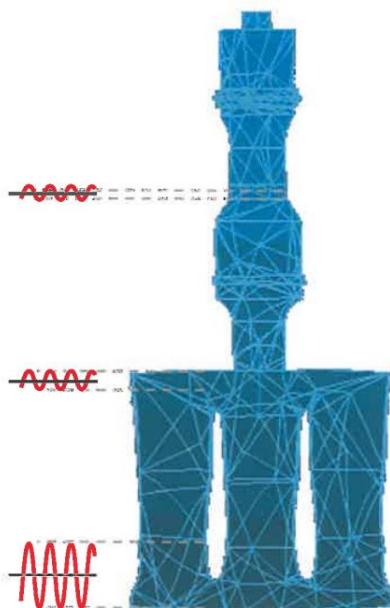
A következő eleme a rendszernek az **erősítő**. Az elem feladata a konverter által generált amplitúdó módosítása, mind növelheti, mind csökkentheti azt. Az erősítő erősítési/csillapítási tényezőjét színkódokkal és vagy számkódokkal adják meg, például 1:0,8 (lefelé modulál) 1:2,5 (felfelé). A gyakorlatban ennél az elemnél fogva rögzítik a rendszert a gépvázba. [2,4]



4. ábra Erősítő [1 (42. o.)]

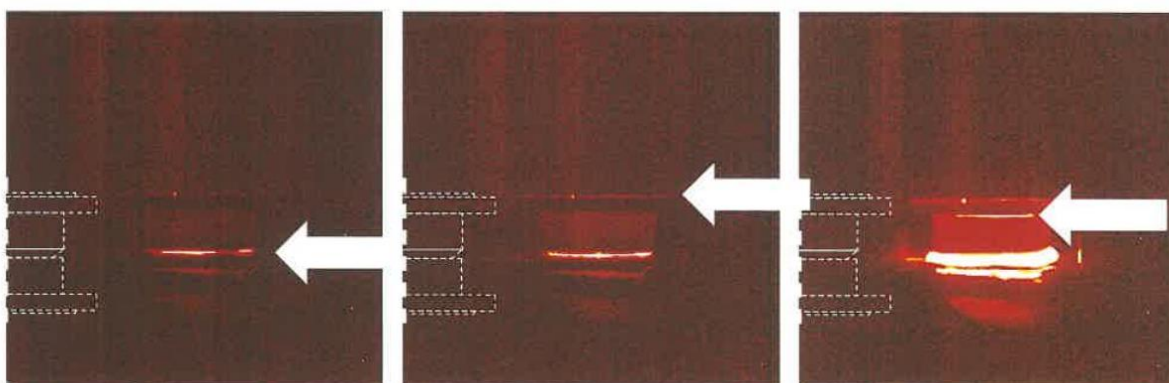
Az utolsó eleme a rendszernek a **szonotróda**. Anyaga lehet titán, acél, alumínium. A szonotróda továbbítja a rendszer rezgését az alkatrésze, emellett a szonotródának is van áttétele, ami tovább növel az amplitúdót. Ezt a rendszer méretezésénél figyelembe kell venni.

A gépszerkezet kialakításánál biztosítani kell a szonotróda és az alkatrész tökéletes illeszkedését. Erre a legtöbb gyártónak van kialakított eleme, amit a készülékhez lehet vásárolni, de akár az integrátor is kialakíthat hozzá készüléket. Erre a hegesztés minőségének biztosítása végett és az energiaveszteségek csökkentése miatt van szükség.



5. ábra Ultrahanghegesztő rezgőrendszerének rezgési viszonyai [1 (18. o.)]

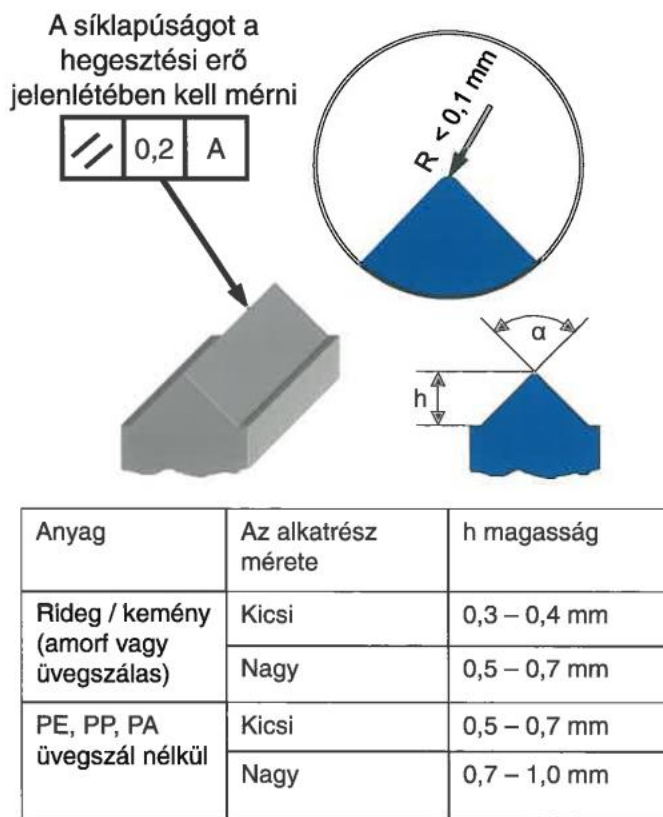
A rendszer eddig nem említett eleme az ülék, habár a feladata legalább annyira fontos, mint az eddig említett elemeké. Az ülék feladata a munkadarab pozicionálása és, hogy a rezgési energiákat a terméken belül tartsa. A nem megfelelően kialakított ülék azt a hibajelenséget generálhatja, hogy a keletkező hő nem a megfelelő helyen alakul ki, hanem a termék és a szonotróda vagy a termék és az ülék között (lásd 6. ábra).



6. ábra Hő keletkezés a munkadarabon [1 (22. o.)]

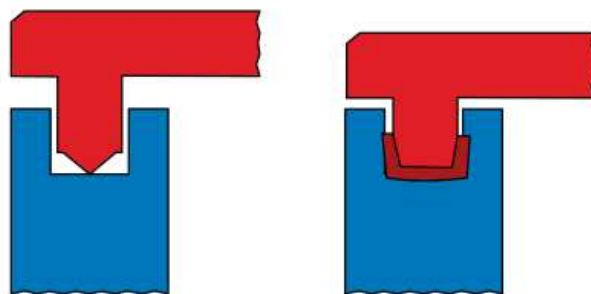
Összegezve, a rezgőrendszer hőre lágyuló műanyagoknál vertikálisan van beépítve és ezzel megegyező irányú mozgást végez. A mozgás mértéke megközelítőleg 5-50 μm . Így a hegesztendő munkadarabokkal rezgési energiát közöl, ami a munkadarabokban elnyelődik. Az összehegesztendő anyagok közt súrlódás lép fel, ami hőt fejleszt. A két munkadarab érintkezésénél megolvadnak és igen rövid idő alatt kötés alakul ki. Fontos, hogy a hegesztendő anyagok olvadáspontja viszonylag közel legyen egymáshoz. Az összehegeszteni kívánt termékek tervezésénél figyelembe kell venni szabályokat: kerülni kell az éles sarkokat a hegesztendő élen, illetve célravezető egy behatoló élt kialakítani a hegesztendő darabon, ezeket energiadirektoroknak nevezzük. [1,2,4]

Az energiadirektorok feladata a bevitt mozgási energia egy adott pontra koncentrálása. Különböző profilú energiadirektorok léteznek. Az energiadirektor elterjedt szöge 90° . Az energiadirektor magassága és szélessége anyag és konstrukciófüggő. A direktor magassága anyagtól függően 0,3-1 mm között változik, a szélessége pedig a hegesztendő felület negyede (lásd 7. ábra) [1,16]



7. ábra Energiadirektor kialakítása [1 (89. o.)]

Amennyiben nagyobb tömítettségre vagy olyan kötésre van szükség, ahol nem látszik a varrat, elterjedt módszer az ömledék betokozása, ez a módszer nagyobb kötési szilárdságot is eredményez, mert nagyobb felületen alakítja ki a kötést a két darab között. [1]



8. ábra Ömledék betokozása [1 (92. o.)]

Az amplitúdó számítása:

$$A[\mu] = A_{Konverter} \times T_{erősítő} \times T_{szonotroda} \times \%_{generátor} [1 (54. o.)]$$

$A_{Konverter}$ = A frekvenciaváltó és a generátor teljesítményétől függ

$T_{erősítő}$ = Állandó transzformálási arány

$T_{szonotroda}$ = A szonotroda transzformációja

$\%_{generátor}$ = A generátoron beállított amplitúdó

Anyag	35 kHz	20 kHz
ABS	14 μm	25 μm
PC	20 μm	30 μm
POM	32 μm	40 μm
PP	26 μm	38 μm
AP 6.6	35 μm	45 μm

9. ábra Jellemzően használt műanyagok szükséges amplitúdója adott frekvencia értéken [1 (56. o.)]

A felsorolt ipari műanyagok használata mellett létezik fémipari alkalmazás is. Fémek ultrahangos hegesztésénél a lényegi eltérés a hegesztő tájolásában van. A műanyag ipari használatától eltérően nem vertikálisan, hanem horizontálisan van elhelyezve a hegesztendő munkadarabhoz képest a gép (lásd 7. ábra). Ezen felül a szonotróda munkadarabbal érintkező oldalán, illetve az üléken négyzet alapú gúlnak vannak kiképezve. Erre azért van szükség, hogy roncsolással fixálja a hegesztendő darabokat a szonotródán és az üléken, így a hegesztés során a relatív elmozdulás nem a szonotróda/ülék és a munkadarab közt történik, hanem a két hegesztendő darab közt. A hegesztés során a vékonyabb darabot hegeszti a vastagabbhoz, a maximális áthegeeszthető vastagság 3 mm. [2,3,4]



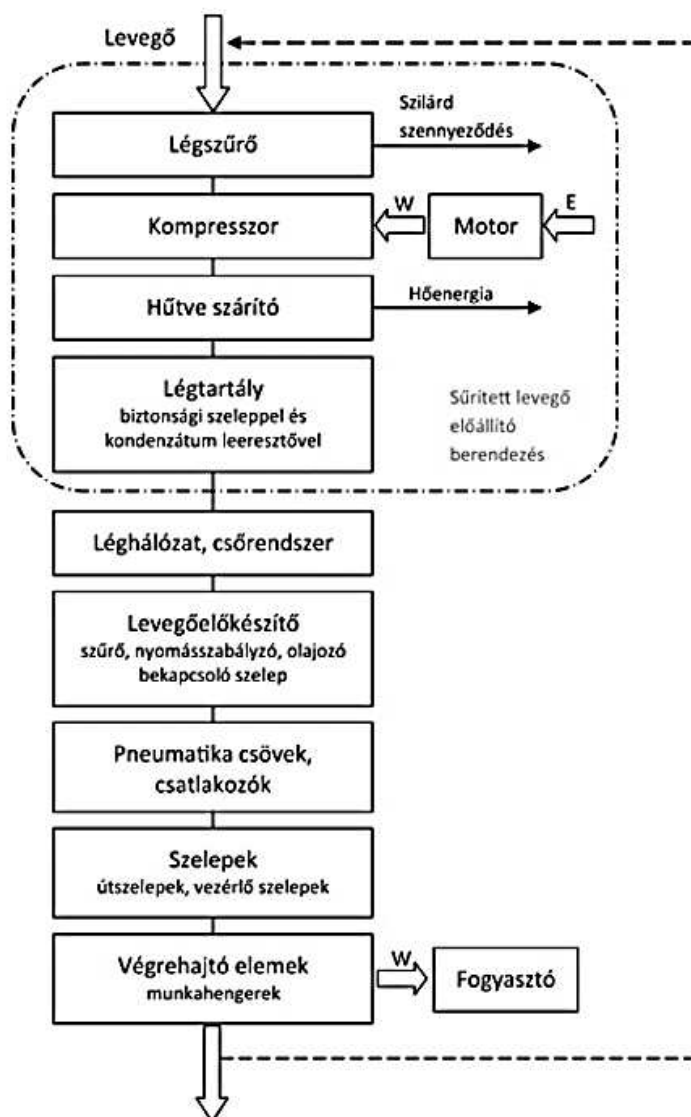
10. ábra Fém ultrahanghegesztés sematikus rajza [3 (31. o.)]

A technológia előnyei, hogy nem szükséges hozaganyag a hegesztéshez, tisztább a munkafolyamat, nem keletkezik szikra és füst, nem jár extrém hő és fényhatással. Elterjedten használják elektronika iparban, többek közt akkumulátor cellák gyártásához. [2,3,4]

2.2. Pneumatika rendszerek

Pneumatika használata az ipari automatizálásban elterjedt, ennek oka az alacsony bekerülési költség, egyszerű felépítése és üzemeltetése, lineáris és forgó mozgás is megoldható vele egyszerű elemek használatával. Előnyei továbbá, hogy a levegő, mint energiahordozó, gyakorlatilag mindenütt korlátlan mennyiségben megtalálható. A sűrített levegő csővezetékeken egyszerűen továbbítható nagy távolságokra is és könnyen tárolható.

Hátránya viszont, hogy az üzemeltetési költségei megközelítőleg 10-szerese egy villamos hajtással szemben. [7, 10]



11. ábra Pneumatika rendszerek felépítése [17 (7. o.)]

2.2.1. Sűrítettlevegő előállító berendezés

A sűrítettlevegő előállításához használt berendezés a kompresszor. Két fő típusuk használatos ipari körülmények közt: a csavar és a fogaskerekes kompresszor. Léteznek még dugattyús, axiális és radiális kompresszorok is. Többnyire a kompresszor nem önmagában áll egy rendszerben, hanem egy komplexebb berendezés része. A berendezés többi elemére azért van szükség, hogy a sűrítettlevegőt megfelelően előkészítse arra, hogy betáplálhassuk a pneumatika hálózatba.

Ahhoz, hogy a sűrítettlevegőt megfelelően előkészítsük szükséges annak szárítása és a benne lévő szennyeződések eltávolítása. Erre azért van szükség, mert a sűrített levegő tartalmazhat port, olajat és vizet, ami a pneumatika hálózat korrodálódását, eltömődését okozhatja. Amennyiben ezeken az eljárásokon nem megy keresztül a sűrített levegő, nagyban csökkenhet a pneumatikus eszközök élettartama.

A levegő szárítására több módszer is létezik:

- hűtéssel történő szárítás
- adszorpciós szárítás
- abszorpciós szárítás

A légszűrők eltávolítják a csapadék mellet a szennyeződések is. Centrifugális elven működnek, a levegő a szűrőben forgó mozgást végez ezért a nehezebb részecskék kicsapódnak egy edény falán, majd lassan összegyűlnek annak az alján. A tovább haladó levegő egy jellemzően 40 µm-es szűrőn keresztül távozik, ami a maradék kisebb szennyeződések is eltávolítja.

Ezen felül még tartalmaz egy légtartályt, ami feladata részben a nagyobb nyomásveszteségek kompenzálása, másrészt a kompresszor kapacitásának optimalizálása.

Van lehetőség még a levegő olajozására is. Ezt abban az esetben szokták alkalmazni, ha a pneumatikus eszközök kenését a levegőrendszeren keresztül szeretnék megoldani. Fontos, hogy ha egyszer meg lett olajozva egy levegőrendszer, onnantól már nem választható lehetőség. A rendszerben használt összes eszközt folyamatosan olajozást igényel, ugyanis az olaj kimossa a gyári kenőanyagot a szelepek, hengerek nyomórudjainak és csuszkáinak tömítéséből. [7, 10]

2.2.2. Léghálózat, csőrendszer

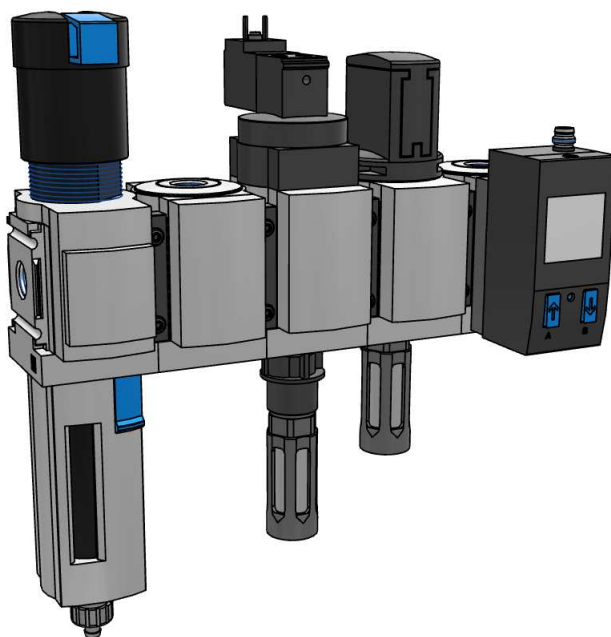
A csőhálózat feladata a sűrített levegő elosztása a különböző fogyasztók között. Emellett hasonlóan a légtartályhoz némi puffer funkciója is van. Általánosságban, az iparban 6-10 bar az ipari levegő nyomása, ebből leginkább elterjedt a 6 bar-os rendszer. Általánosságban a fogyasztókat a gyártók erre a nyomásértékre állítják be. Ebből adódóan a csőhálózatban a jellemző nyomásérték 6,5-7,5 bar.

Az utóbbi időben elterjedőben van egy új irányzat, miszerint a fogyasztók üzemi nyomását leviszik 4 barra, így alacsonyabb hálózati nyomás is elegendő. Ebből fakadóan, noha a fogyasztókban található pneumatikus elemeket nagyobbra kell méretezni, viszont nagyban csökkenti a csőhálózat veszteségét. [7, 10]

2.2.3. Levegőelőkészítő

A levegőelőkészítő fő feladata, hogy biztosítsa az állandó beállított nyomást, kiszűrje a rendszerben lévő apróbb szennyeződések, szükség esetén olajozást biztosítson. Igény esetén a nyomásértékekről visszajelzést adjon a fogyasztó vezérlőjének.

A levegőelőkészítő főbb elemei: szűrők, nyomásszabályzók, olajozók, bekapcsoló szelepek, lágyindító egységek, elosztómodulok. [7, 10]



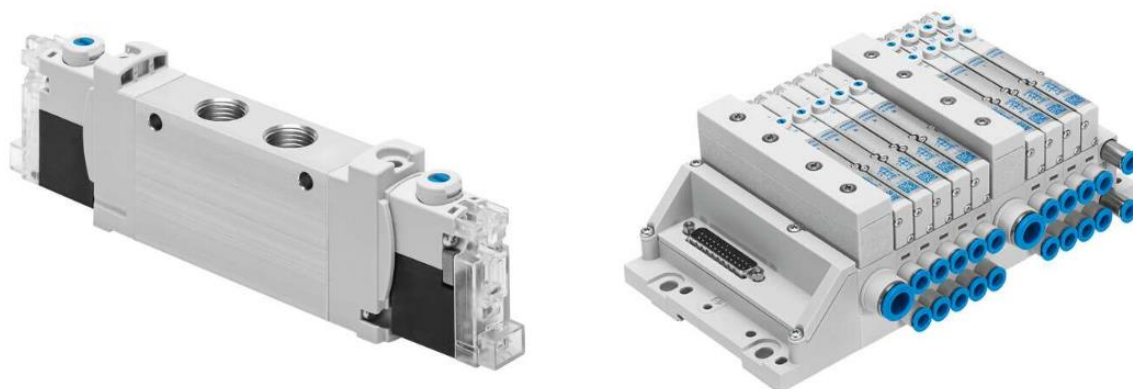
12. ábra Levegőelőkészítő egység

2.2.4. Szelepek és szelepszigetek

A szelepek, szelepszigetek olyan pneumatikus elemek, amiket az ipari automatizálásban pneumatikus aktuátorok vezérlésére használunk, például hengerek, forgatók és pneumatikus motorok.

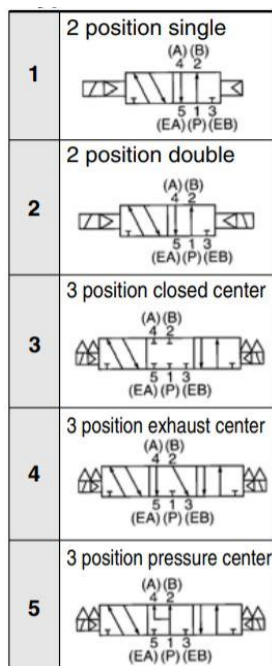
Szelepeket több kategória szerint különböztethetjük meg egymástól. Megkülönböztethetjük funkciójuk szerint: útszelepek, logikai szelepek, vezérlőszelepek. Vezérlésük szerint: pneumatikus és elektromos, ezen felül pedig beépíthetőségük szerint, egyedi és szelepszigetbe építhető.

Az ipari automatizálásban a legelterjedtebb kialakítás az elektromosan vezérelt szelepszigetbe szerelt verzió. A szakdolgozatom témáját képező gépben is ez a megoldás található. A gép pneumatika hengereinek a vezérlését 3 szelepszigetben 23 darab útszelep végzi. [7, 10, 11]



13. ábra Egyedi szelep/szelepsziget [11]

Útszelepekből több fajtát különböztetünk meg. A megnevezésük utal arra, hogy hány pozíciójuk, hány ki- és bemenetük, illetve, hány stabil állapotuk van. Például egy 5/2-es bistabil szelepnek két stabil állapota van és 5 levegő ki- és bemenete. A 14. ábrán látható néhány gyakori szeleptípus.



14. ábra Útszelep fajták [6]

Azt, hogy milyen szelepet használok, egy henger vezérlésére mindig az adott feladat dönti el. A szelepek kiválasztásával ráhatásunk van arra például, hogy hogyan viselkedjen a gép egy esetleges hibánál vagy, hogy esetleges újra induláskor milyen alaphelyzetet vegyen fel.

2.2.5. Végrehajtóelemek, hengerek, forgatók és motorok

Pneumatikus energiával mind lineáris, mind forgómozgást létre tudunk hozni. A pneumatika hengerek nyomóerejét egy egyszerű képlettel tudjuk meghatározni.

$$F = A * P$$

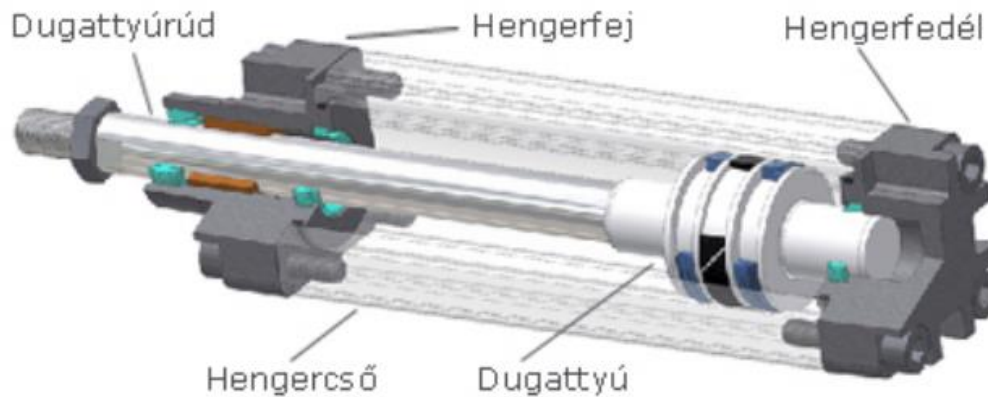
A = A pneumatika henger dugattyújának a felülete

P = Üzemi nyomás

Dugattyúrudas hengerek esetében a számítás változik a dugattyúrúd oldali kamra esetében.

$$F = (A - a) * P$$

a = A pneumatika henger dugattyú rúdjának a keresztmetszete



15. ábra Pneumatika henger [17 (45. o.)]

Lineáris mozgás létrehozására több pneumatika henger képes:

- dugattyúrudas henger
 - egyszeres működtetésű
 - kettős működtetésű
- átmenő dugattyúrudas henger
- vezetett henger
- tandem henger
- dugattyúrúd nélküli henger
 - mechanikus csatlakozással
 - mágneses csatlakozással
- membrán henger

Forgómozgást létrehozó hengerek:

- forgatóhenger (nem tud teljesen körbefordulni)
- pneumatikus körasztalok

Ezen felül léteznek még úgynevezett speciális hengerek:

- leszorítóhenger,
- megakasztó pneumatikahenger
- pneumatikus megfogók

3. Feladatmegoldás

3.1.1. A gép specifikáció rövid ismertetése

A gépnek az alábbi paramétereknek kell megfelelnie:

Automata üzemmódban a gépnek tartania kell 6,5 s/db-os ciklusidőt, ami alól csak a szivárgásteresztelésen áteső termékcsalád a kivétel. Kézitöltés esetén 10 s/db az elvárt ciklusidő (kézitöltés esetén a gyártott termék fő alkatrészét kézzel helyezi egy operátor az ülékbe, minden egyéb alkotóelem gépi utántöltéssel kerül a gépbe).

Kéziüzemmódban 1, automata üzemmódban 0 fő szükséges az üzemeltetéshez.

A szerelőcellának automata üzemmódban minimum 2 órás időtartamot kell kibírnia utántöltés nélkül.

A későbbi tervegyeztetések és vevővel történő egyeztetések után a gépet csak kézi töltésű üzemmódra gyártottuk le, viszont a gépváz és a felső burkolat úgy lett kialakítva, hogy könnyen átalakítható legyen egy gépiutántöltő modul csatlakoztatására.

Ezen felül a megrendelő által bekerült egy új kritérium a specifikációba, a korábbi gépektől eltérően igényelték a gép könnyebb átszerelhetőséget különböző termékekre. Ennek az igénynek lett az eredménye az újfajta moduláris kialakításnak, amelyet a későbbiekben bemutatok.

3.1.2. A gyártandó termék általános ismertetése

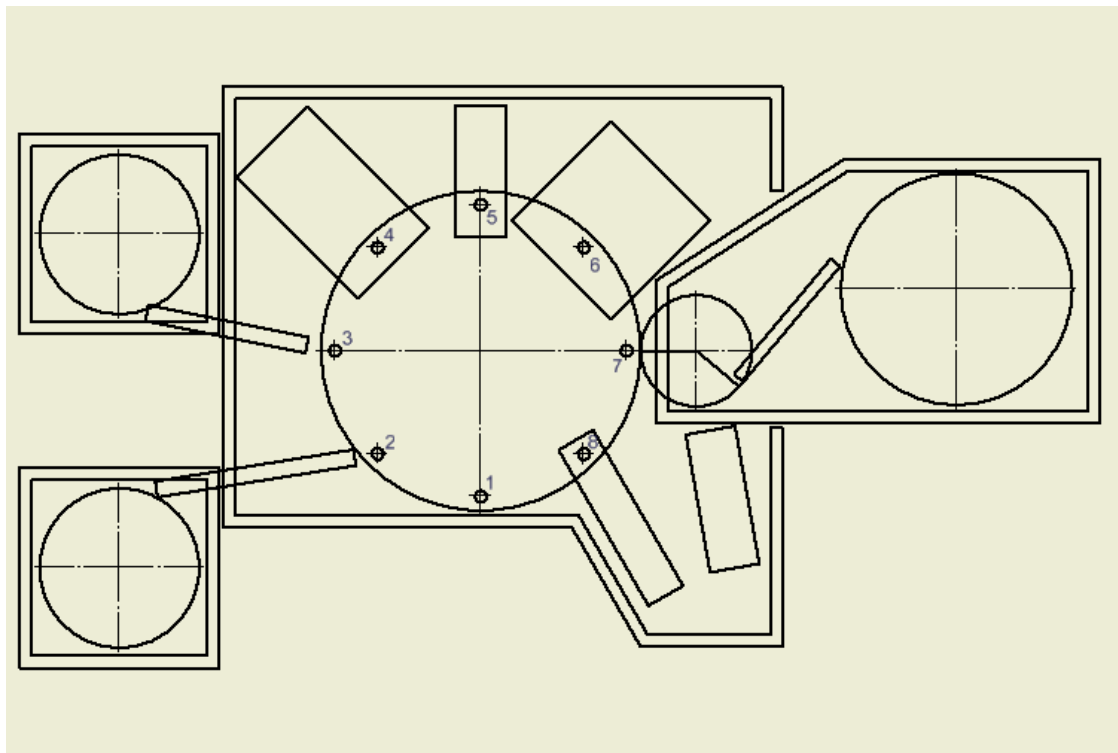
A cella által gyártott termék gépjárművek hűtőfolyadék körében használt műanyag csatlakozóelem, mind belsőégésű, mind elektromos járművekhez használt típusok. A termék több különböző méretben és formában kerül gyártásba. A termékek méretére a termékkódban található szám utal: NW6, NW8, ... NW20. Továbbá a termékek csőoldali csatlakozóinak száma is megkülönbözteti, ez főként a szivárgás teszter pozíciójában okoz megoldandó problémákat.

Terméksalád	Kép
NW6	
NW8	
NW12	
NW14	
NW16	
NW20	

16. ábra Gép által szerelt termék

3.1.3. A meglévő gépek ismertetése és az új fejlesztések bemutatása, konceptcionális fő tervek ismertetése

Az új gépről a megrendelőnek több koncepciót is kínáltunk. Az első egy olyan verzió volt, ami lehetővé tette volna a gép egyes elemeinek könnyebb cserélhetőségét illetve egy bonyolultabb pozíciót modulárisrá tettünk volna így rövidítve az átállási időt.



17. ábra Félmoduláris szerelőcella koncepció rajz

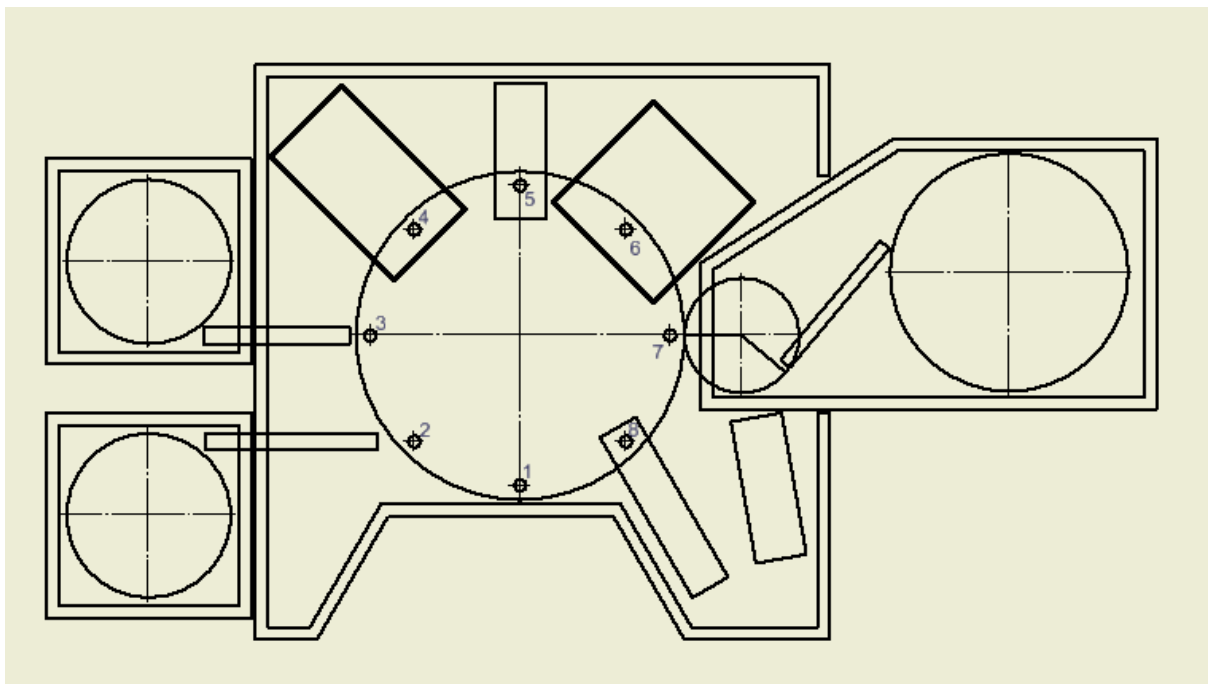
A koncepció előnyei:

- A korábbi cellákkal megegyező méret
- Egy hagyományos cellával megegyező ár
- A megrendelő által már jól ismert kialakítás

A koncepció hátrányai:

- Nincs jelentős eltérés a korábbi és az új cella átszerelési ideje közt
- Csak korlátozott mértékben fedi le a termékpalettát, valószínű több gépre lenne szükség belőle

A második gépkoncepció egy teljesen moduláris megoldást kínált. Ahol a gép összes termék specifikus elemét cserélni lehet.



18. ábra Moduláris szerelőcella koncepció rajz

A koncepció előnyei:

- A korábbi cellákkal megegyező méret
- gyors átállás termékek között
- Új termék esetén nem szükséges komolyabb újra tervezése a cellának. elég csak az érintett modulok áttervezése
- Hosszútávon megtérülőbb konstrukció

A koncepció hátrányai:

- Magas bekerülési költség az első gépnél
- A bővítőmodulok tárolására helyet kell kialakítani

Harmadik koncepciónak a megrendelőnek javasoltuk a már a telephelyén létező gép konstrukciónak továbbfejlesztett verzióját. Ez a gép több termék gyártására képes akár egy időben. A gép lényege hogy minden pozíció duplikálva esetleg trillázva van. A gép körasztallapjára több típusú ülékelt fogatnánk fel és a körasztal osztásiszámát is felszoroznánk a gyártani kívánt típusok számával, így nem 8 hanem 16 esetleg 24 osztásos körasztalról beszélénk.

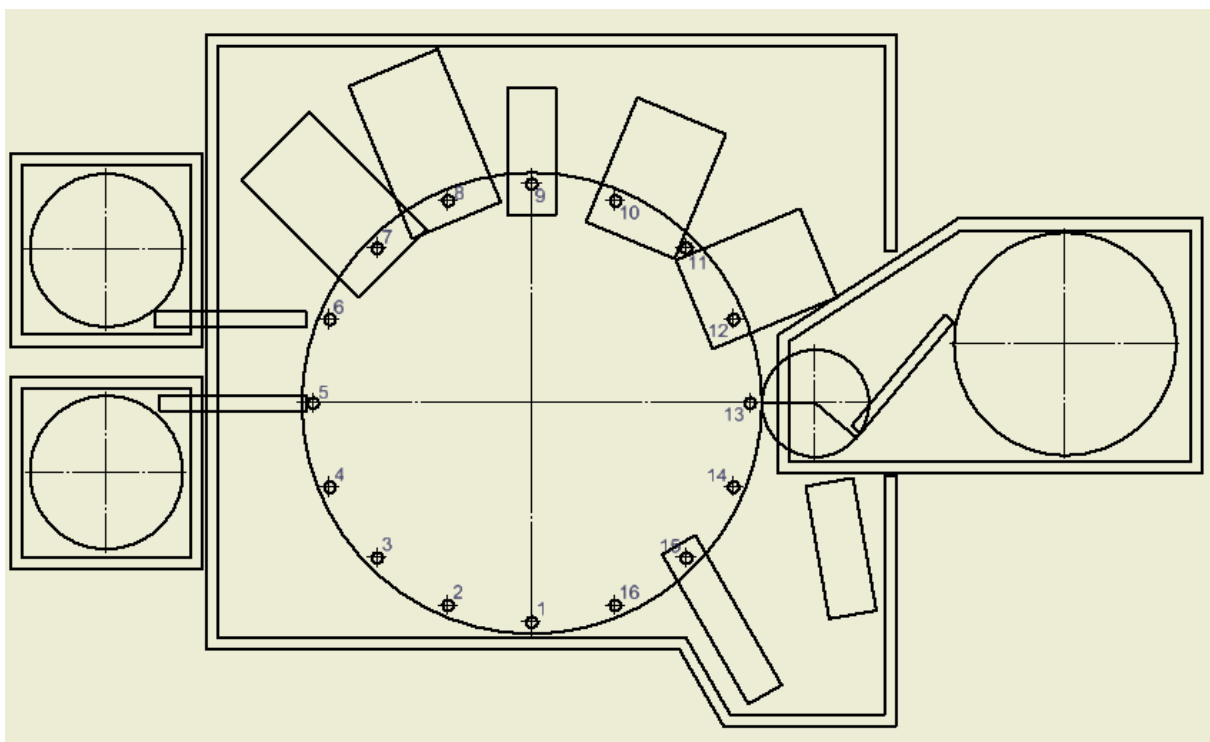
A koncepció előnyei:

- minimális átállás termékek között

A koncepció hátrányai:

- Nagyméretű gép
- Drága
- A bővítés nem megoldható vagy csak nagyméretű áttervezéssel
- csak korlátozott típusú terméket tud gyártani

A negyedik opció az utóbbi két koncepció kombinációja volt. Egy 16 osztásos körasztal moduláris elemekkel.



19. ábra Egyszere két termékcsalád gyártására alkalmas félmoduláris cella koncepció rajz

A koncepció előnyei:

- gyors átállás termékek között
- Új termék esetén nem szükséges komolyabb újra tervezése a cellának. elég csak az érintett modulok áttervezése
- Hosszútávon megtérülőbb konstrukció

A koncepció hátrányai:

- Magas bekerülésköltség az első gépnél
- A bővítő modulok tárolására helyet kell kialakítani
- Nagy méret

A megrendelő végül a második alternatíva mellett döntött, ami a korábbi gépekhez képest egy drágább konstrukció, viszont a nyilvánvaló előnyök miatt arra a döntésre jutottak, hogy megéri a beruházás. Az új cella előnyei a már felsoroltak mellett a rugalmasabb gyártástervezés, illetve a könnyebb bővítés, például, ha már egy modulszettel rendelkező termékcsaládból igény merül fel elég csupán egy alap gépet rendelni, nem szükséges egy egész gépet megrendelni hozzá, így hosszútávon költséghatékonyabbá válik a gyártás.

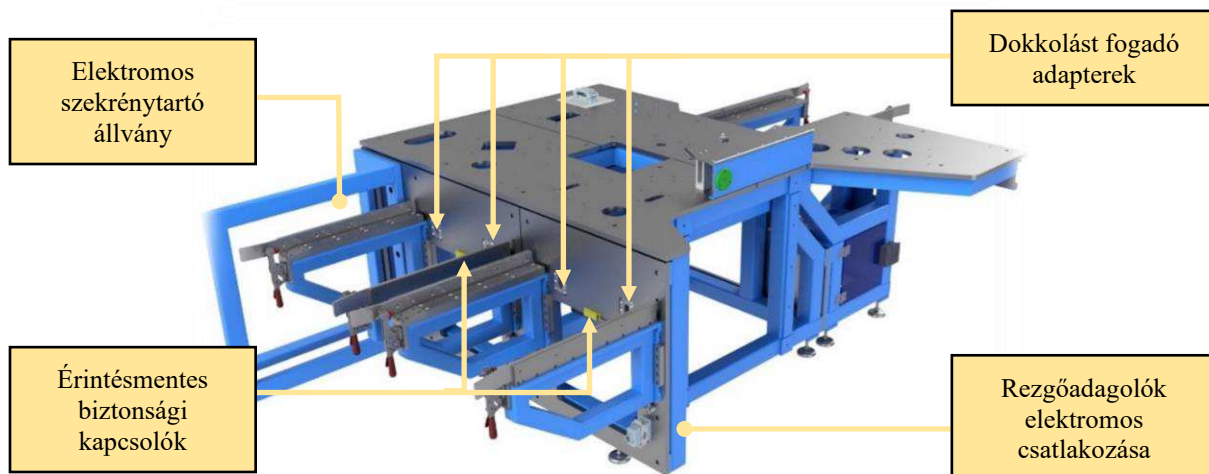
3.2 A cella részegységeiének működése és tervezésének bemutatása

A berendezés egy nyolcállomásos, görgőkkel alátámasztott körasztalos félautomata szerelőcella. A szerelőcella váza két részből áll: egy alsó és egy felső vázból. Az alsóváz egy 80×80×4 mm-es zártszelvényekből hegesztett és porfestett váz, míg a felsővázat egy 30×30 -as Bosch-profilváz alkotja. A körasztal kialakítása lehetővé teszi az összes termékcsaládhoz tartozó ülékek rögzítését, melyet a megrendelő biztosít. A különböző típusú termékcsaládokhoz tartozó különböző alkatrészek miatt a szerelőcella minden rezgőadagolója modulárisan lett kialakítva, minden rezgőadagoló acéllemezekből hegesztett és porfestett, dokkolható, guruló kocsikra lett felépítve. A szerelőcella alsóvázára fogadó dokkolóállomások lettek kialakítva.



20. ábra A szerelőcella

A gép legfontosabb részei közé tartozik az alsóváz, a körasztal egység, a nyolc állomás, valamint a moduláris rezgőadagolók.

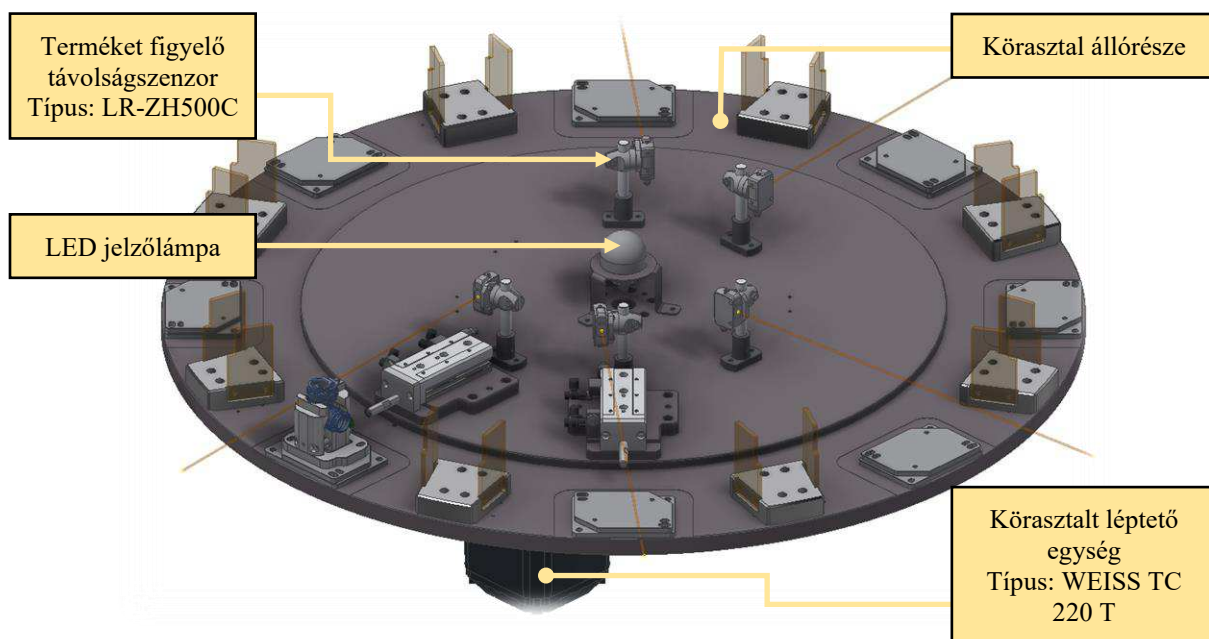


21. ábra A szerelőcella hegesztett alsóváza előlről

A dokkolásra több koncepciót is kidolgoztam még az ajánlatadási fázisban. Az első koncepció szimplán az indexcsapokat tartalmazta és csavarral lett volna megoldva a kocsí rögzítése. Ez a megoldási javaslat azt a problémát vetette fel, hogy a kocsí tájolása időigényes és nehézkes lenne, illetve a gyártási pontatlanságokból adódó eltérések ellehetetlenítenék a működést, vagy azok kiküszöbölése jelentősen megdrágítanák a szerkezetet.

A következő koncepcióban vetődött fel egy olyan fogadóoldal megtervezése, ami bevezeti a tájolócsapokat a helyükre, illetve kiveszi a gyártási pontatlanságokat a szerkezetből azzal, hogy elemeli a földtől a kocsit a felsőasztalapjánál fogva, így csupán csak egy acéllap gyártási pontatlanságát kell kompenzálni. A kocsí rögzítése továbbra is csavarokkal történne.

A végleges verzióban maradt a vezetópálya, ami előtájolja a kocsit és elemeli a talajtól. Az egyetlen módosítás az előző koncepcióhoz képest, hogy a csavaros rögzítést könnyen oldható pillanatszorítókra cseréltem.



22. ábra A szerelőcella körasztala

Körasztal hajtómű kiválasztás

Az asztal tehetlenségi nyomatéka számítása:

$$J = 0,5 * r_a^2 * m_a$$

Vagy

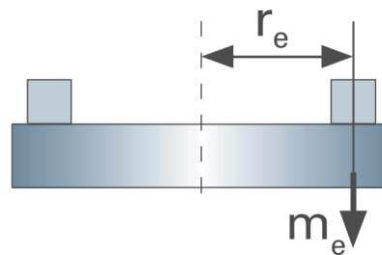
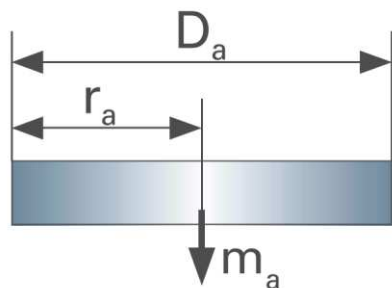
$$J = 0,125 * D_a^2 * m_a$$

$r = a$ körasztallap sugara [m]

$m_a = a$ körasztallap tömege [kg]

$D_a = a$ körasztallap átmérője [m]

$$\text{Esetünkben } J = 0,125 * 1 * 60 = 7,5[\text{kgm}^2]$$



Az asztalapon lévő ülőkék tehetetlenségi nyomatékának számítása:

$$J = 1,1 * r_e^2 * m_e * n$$

$r_e = a$ körasztalon lévő ülékek súlypontjának távolsága az
asztallap közepétől [m]

$m_e =$ ülék tömege [kg]

$n =$ ülékek száma [m]

$$\text{Esetünkben } J = 1,1 * 0,44^2 * 2 * 8 = 7,5[\text{kgm}^2]$$

Az ülékek kis tömege miatt a körasztal tehetetlenségi nyomatékára méretezzük a hajtást.

LOAD TABLE 50 Hz (on request: higher loads / custom indexing and switching times for 60 hz mains frequency)

Indexing	Speed level	2-stage										
		s	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
2	J _{2 Max}	-	-	-	0.09	0.149	0.255	0.415	0.73	1.67	2.93	7.12
	t _i	-	-	-	0.43	0.53	0.66	0.81	1.03	1.47	1.88	2.76
3	J _{2 Max}	-	-	-	0.14	0.23	0.39	0.63	1.1	2.53	4.43	10.7
	t _i	-	-	-	0.43	0.53	0.66	0.81	1.03	1.47	1.88	2.76
4	J _{2 Max}	-	0.11 *	0.23	0.37	0.59	0.75	1.4	2.17	6.4	11.3	26.4
	t _i	-	0.25 *	0.32	0.39	0.47	0.59	0.73	0.93	1.33	1.69	2.49
6	J _{2 Max}	0.155 *	0.26 *	0.53	0.8	1.29	1.69	3.15	4.9	13.9	24.3	59
	t _i	0.21 *	0.25 *	0.32	0.39	0.47	0.59	0.73	0.93	1.33	1.69	2.49
8	J _{2 Max}	0.28 *	0.46 *	0.96	1.62	2.61	3.02	5.61	8.71	25.3	48.8	105
	t _i	0.21 *	0.25 *	0.32	0.39	0.47	0.59	0.73	0.93	1.33	1.69	2.49
10	J _{2 Max}	0.44 *	0.72 *	1.42	2.14	3.45	4.72	8.80	13.5	36.8	61	132
	t _i	0.21 *	0.25 *	0.32	0.39	0.47	0.59	0.73	0.93	1.33	1.69	2.49
12	J _{2 Max}	0.64 *	1.04 *	1.82	2.75	4.42	6.8	11.9	19.8	45.2	73.4	158
	t _i	0.21 *	0.25 *	0.32	0.39	0.47	0.59	0.73	0.93	1.33	1.69	2.49
16	J _{2 Max}	-	-	-	0.55	0.88	1.34	2.4	3.9	9.5	16.7	40.6
	t _i	-	-	-	0.19	0.23	0.29	0.35	0.45	0.64	0.81	1.20
20	J _{2 Max}	-	-	-	0.69	1.11	1.86	3.01	5.26	11.95	20.9	50.7
	t _i	-	-	-	0.19	0.23	0.29	0.35	0.45	0.64	0.81	1.20
24	J _{2 Max}	-	-	-	0.83 *	1.33 *	2.24	3.61	6.3	14.35	25.1	60.90
	t _i	-	-	-	0.19 *	0.23 *	0.29	0.35	0.45	0.64	0.81	1.20

J_{2 Max} = max admissible mass inertia loading (kgm²) t_i = cycle time (sec.) Depending on motor size, electronics and time optimisation settings, the cycle time measured from the start signal to the electric position indication is approx. 80 - 130 ms longer than the value specified in the table.

*EF2 or EF3 - Control recommended to minimise brake wear

23. ábra TC 150T körasztal hajtómű katalógus lapja [13 (9. o.)]

A táblázatból kiválasztva egy kisebb méretű körasztal már megfelelne a terhelési értéknek viszont az osztási ideje miatt nem az ideális választás. Az osztási időt minél kisebbre kell venni, hogy ne a munkafolyamatokból vegyük el ezt az időt.

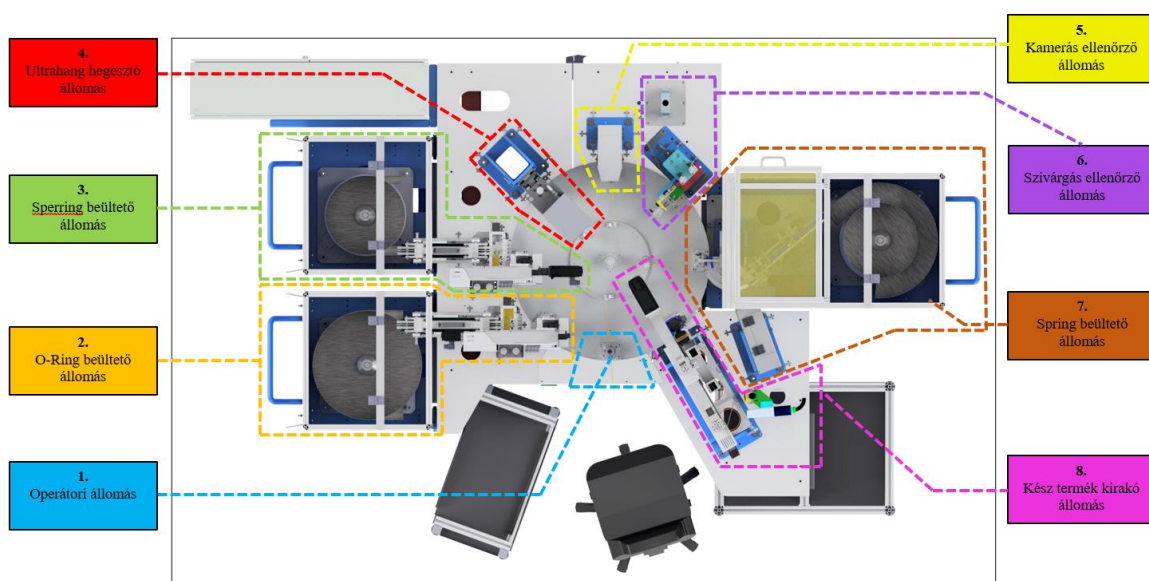
LOAD TABLE 50 Hz (on request: higher loads / custom indexing and switching times for 60 hz mains frequency)

Indexing	Speed level	2-stage													Using the BG 71 motor						
		b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	b	c	d	e	f	g
2	J _{2 Max}	-	-	0.15	0.36	0.58	0.76	1.3	2.02	3.55	9.6	13.30	35.6	96	167	-	-	-	-	-	-
	t _i	-	-	0.4	0.50	0.60	0.67	0.84	1.02	1.30	1.99	2.30	3.53	5.42	6.91	-	-	-	-	-	-
3	J _{2 Max}	-	0.18*	0.3	0.69	1.09	1.43	2.41	3.73	6.54	17.65	24.55	65.5	176	308	-	-	-	-	-	-
	t _i	-	0.29*	0.35	0.50	0.60	0.67	0.84	1.02	1.30	1.99	2.30	3.53	5.42	6.91	-	-	-	-	-	-
4	J _{2 Max}	0.12*	0.24*	0.46	1.34	2.38	3.36	6.6	11.6	17.3	31.5	48.5	144	340	552	0.19*	0.37*	0.69	1.97	3.5	4.61
	t _i	0.22*	0.26*	0.32	0.45	0.54	0.61	0.76	0.92	1.17	1.80	2.07	3.17	4.88	6.22	0.22*	0.26*	0.32	0.45	0.54	0.61
6	J _{2 Max}	0.31*	0.58*	1.06	3.05	5.4	7.6	14.9	24.9	26	70.9	109	324	765	1240	0.48*	0.87*	1.59	4.53	7.45	-
	t _i	0.22*	0.26*	0.32	0.45	0.54	0.61	0.76	0.92	1.17	1.80	2.07	3.17	4.88	6.22	0.22*	0.26*	0.32	0.45	0.54	-
8	J _{2 Max}	0.58*	1.06*	1.92	5.4	9.63	3.55	19.05	33.5	46.2	126	195	495	1170	1900	0.87*	1.58*	2.85	6.92	10.7	-
	t _i	0.22*	0.26*	0.32	0.45	0.54	0.61	0.76	0.92	1.17	1.80	2.07	3.17	4.88	6.22	0.22*	0.26*	0.32	0.45	0.54	-
10	J _{2 Max}	0.92*	1.67*	3.01	8.48	14.55	18.88	29.8	48.7	72	192	257	600	1420	2300	1.37*	2.48*	4.24	9.4	-	-
	t _i	0.22*	0.26*	0.32	0.45	0.54	0.61	0.76	0.92	1.17	1.80	2.07	3.17	4.88	6.22	0.22*	0.26*	0.32	0.45	-	-
12	J _{2 Max}	1.34*	2.41*	4.35	10.7	16	20.1	31.5	45.9	74.6	176.4	235.2	551	1300	2110	1.96*	3.08*	-	-	-	-
	t _i	0.22*	0.26*	0.32	0.45	0.54	0.61	0.76	0.92	1.17	1.80	2.07	3.17	4.88	6.22	0.22*	0.26*	-	-	-	-
16	J _{2 Max}	-	-	-	2*	3.1*	4.03	6.74	9.95	18.2	49.1	68.30	182	490	855	-	-	-	-	-	-
	t _i	-	-	-	0.22*	0.26*	0.29	0.37	0.44	0.56	0.86	1.00	1.53	2.35	2.99	-	-	-	-	-	-
20	J _{2 Max}	-	-	-	3.05*	4.72*	6.14	10.2	15.6	27.7	68.1	90.9	213	500	815	-	-	-	-	-	-
	t _i	-	-	-	0.22*	0.26*	0.29	0.37	0.44	0.56	0.86	1.00	1.53	2.35	2.99	-	-	-	-	-	-
24	J _{2 Max}	-	-	-	3.67*	5.68*	7.38*	12.35	19	33.3	81.7	109	255	600	980	-	-	-	-	-	-
	t _i	-	-	-	0.22*	0.26*	0.29*	0.37	0.44	0.56	0.86	1.00	1.53	2.35	2.99	-	-	-	-	-	-
30	J _{2 Max}	-	-	-	-	-	3.59*	6.01*	9.29*	16.2	43.7	60.9	162	420	680	-	-	-	-	-	-
	t _i	-	-	-	-	-	0.19*	0.24*	0.29*	0.37	0.57	0.65	1.00	1.54	1.96	-	-	-	-	-	-
36	J _{2 Max}	-	-	-	-	-	4.32*	7.23*	11.15*	19.5	52	69.5	163	385	625	-	-	-	-	-	-
	t _i	-	-	-	-	-	0.19*	0.24*	0.29*	0.37	0.57	0.65	1.00	1.54	1.96	-	-	-	-	-	-

J_{2 Max} = max admissible mass inertia loading (kgm²) t_i = cycle time (sec.) Depending on motor size, electronics and time optimisation settings, the cycle time measured from the start signal to the electric position indication is approx. 80 - 130 ms longer than the value specified in the table.
*EF2 or EF3 - Control recommended to minimise brake wear
The values in the second table apply for the maximum permitted mass moment of inertia when using the size 71 motor.

24. ábra TC 220T körasztal hajtómű katalógus lapja [13 (11. o.)]

A körasztallap 20 mm vastag alumínium lap (3.3547/EN AW5083). Az asztallapot nem szükséges méretezni hajlításra ugyanis a hajtóművön kívül még 3 pontban alá van támasztva görgőkkel. A görgőkre az ultrahangos hegesztési technológia végett volt szükség.

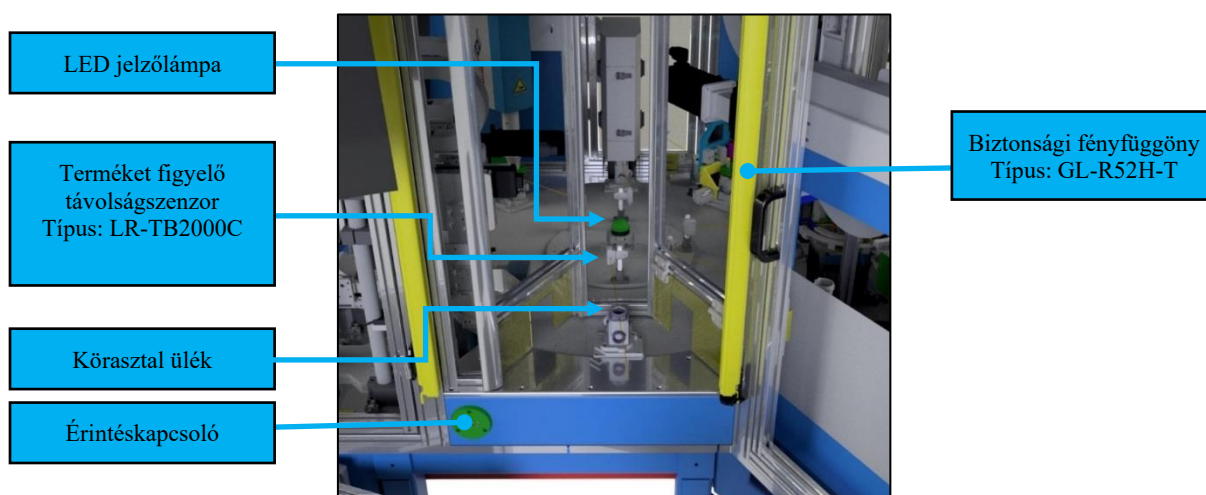


25. ábra A szerelőcella állomásai

3.2.1. Operátori állomás

Ezen az állomáson történik a Housing nevű termék behelyezése az ülékbe. Az operátor előtt, a körasztal közepén elhelyezett kétszínű lámpa jelzései adnak tájékoztatást, hogy mikor lehetséges a következő darab berakása. Az operátor a folyamatot egy érintőkapcsoló működtetésével tudja elindítani. Az operátor védelmét burkolatok és egy biztonsági fényfüggöny biztosítja. A termék meglétét, darabérzékelést az ülékben egy távolságszenzor figyel.

A már korábbiakban említett a burkolat úgy lett kialakítva, hogy leszerelhető legyen és csatlakoztatni lehessen egy palettás rendszert és egy H-manipulátort.



26. ábra Operátori állomás

A korábbi gépekkel ellentétben, ahol a gép töltését vagy manipulátor, vagy egy tolókészülék segítségével egy operátor töltötte az új gépnél az operátor közvetlenül a körasztalra helyezi a terméket.

A korábbi tolókészülékes megoldást azért vettem el, mert ha a megrendelő igényli később a gépi utántöltő modult így egyszerűbb az átállítás, illetve kézi töltésre történő visszaállítás esetén sem igényel nagyobb munkát.

Ez a töltési módszer igényel biztonságos technikai megoldást a sérülések megelőzése végett, ezért egy fényfüggőnpárt terveztem az operátori pozícióba. A fényfüggöny helyes elhelyezése végett számításokat végeztem.

Merőleges közelítés: $\beta = 90^\circ (\pm 5^\circ)$		
	1. lépés: az S minimális távolság kiszámítása	
	$d \leq 40 \text{ mm}$ $S = 2000 \times T + 8 \times (d - 14)$ Ha $S > 500 \text{ mm}$, akkor a következőt használjuk: $S = 1600 \times T + 8 \times (d - 14)$. Ebben az esetben az S nem lehet $< 500 \text{ mm}$ -nél.	Az S minimális távolság nem lehet $< 100 \text{ mm}$ -nél. A $C = 8 \times (d - 14)$ itt az a plusz távolság milliméterben, amely a veszélyzónába történő behatolást jelenti a védőberendezés működésbe lépése előtt.
	$40 < d \leq 70 \text{ mm}$ $S = 1600 \times T + 850$	A legalsó sugár magassága $\leq 300 \text{ mm}$ A legalsó sugár magassága $\geq 900 \text{ mm}$
$d > 70 \text{ mm}$ $S = 1600 \times T + 850$	Sugarak száma 4 3 2 (A 400 mm csak akkor használható, ha nem áll fenn az alámászás veszélye.)	Ajánlott magasságok 300, 600, 900, 1200 mm 300, 700, 1100 mm 400, 900 mm
2. lépés: a védőmező felső széle szükséges magasságának kiszámítása (→3-57)		

27. ábra Operátori munka pozíció biztonsági számításai [14 (3/49. o.)]

Esetünkben

$d = 25 \text{ mm}$ (Érzékelési képesség)

$T = 0,1 \text{ sec}$ (teljes utánfutás ideje)

$S = \text{minimális biztonsági távolság a veszélyforrástól}$

$$S = 2000 * 0,1 + 8(25 - 14) = 288 \text{ mm} > 155 \text{ mm}$$

A minimális biztonsági távolság a fényfüggöny és a veszélyforrás között 288 mm-nek kell lennie.

Az esetek többségében a gépek nem tudnak megfelelni ennek a követelménynek. E szerint a számítás szerint esetünkben is a fényfüggönnyt megközelítőleg 100 mm-el kijebb kellene helyezni, viszont ebben az esetben a dolgozónak ki kellene lépnie minden alkalommal a munkapozíciójából a gép indításához. Ezt a megoldást minden alkalommal elutasítja a megrendelő, így más gépészeti megoldást kell eszközölni, hogy megakadályozzuk a személyisérsülést. Azért, hogy a gép biztonság technikailag megfeleljen az előírásoknak a gép burkolata úgy lett kialakítva annál a pontnál, ahol a veszély fennáll, hogy ki tudjon fordulni a helyéről így nem tud súlyos sérülést okozni.

3.2.2. O-Ring és Sperring beültető állomás

Ez az állomás több részegységből áll. Az egyik egység egy moduláris rezgőadagoló (lásd 28. ábra). Ezt a részegységet teljesen cserélni kell termékváltás esetén. A dokkolás során a rögzítés 2db kézi lezorító egységgel van megoldva. Az elektromos csatlakozás pedig Harting csatlakozáson keresztül történik. A moduláris rezgőadagoló termékhez kódolása elektromos úton van megoldva a csatlakozóban. A korábbi kialakításhoz képest itt a fő eltérés a

rezgőadagoló gördülő kocsi helyezése. A korábbi gépeken ez az egység mindig hegesztett vaspántokkal össze volt kötve a fő gépvázzal. A korábbiakban a dokkolás tervezésének fázisait már taglaltam, ebben a fejezetben inkább az egyéb gyártásból adódó problémák kiküszöbölését fejteném ki.

A kocsikba rezgőadagolók kerülnek, amik technologizálása nem standardizálható. Ebből adódóan két azonos terméket adagoló rezgőtányér se mindig egyforma. Ez kompenzálható egy másság állítólapot terveztem a kocsihoz, amivel egy magasságba tudom állítani a különböző kocsikban lévő rezgőtányérok kifolyásainak magasságát.

Az állomás második részegysége a leválogató részegység. Itt a rezgőadagolóból kiérkező terméket egy szalag fogadja, amely tovább viszi a terméket egy pneumatikus leválogató egységhez. Ezen az egységen is kell cserélni moduláris részegységeket termékváltás során.

A korábbi konstrukcióhoz képest a lényegi változtatások az alábbiak:

- szélesebb behordószalag (MISUMI) választása, a legnagyobb átmérőjű O gyűrűre méretezve
- új szenzor kiválasztása a leválogató ülékhez

A két fő eltérésből a felvevőpozíció tervezése során felmerülő problémákat mutatom be:

A szalagról érkező O gyűrűket a korábbi gépeken több különböző módszerrel válogattuk le, oldal eltolással és kiemeléssel. A kiemeléssel működő leválogató nem felelt meg a moduláris kialakítás követelményinek. Nem lehetett úgy megoldani, hogy csak egy kicsi részt keljen kicserélni átállásonként.

Az oldalra eltolásos leválogató készülék esetében egy olyan probléma merült fel, azért hogy garantálva legyen, hogy egyszerre csak egy darab legyen a készülékben az O gyűrűk behordó szalag felőli, oldala kell, hogy a fixpont legyen a készülékben. Így a válogató a feladatát tökéletesen ellátja, viszont a darab érzékelését a készülékben megnehezíti.

A korábbi leválogatókban a beérkezésfigyelő szenzor mindig az O gyűrű behordószalagtól a legtávolabbi pontját figyelte, ez a pont a termékcsaládonként változik az új gépen így vagy minden terméknek külön szenzort kell használnia, ami növelné a gép költségeit vagy új elven kell figyelniük a termékmegletet. A korábbi vonalban látó optikaiérzékelő helyett (Keyence FU-77TZ) egy sávérzékelőt használtam (Keyence LV-NH300). A korábbi és az új megoldásnál használt mindkét szenzor kitakarásos elven működik. Az FU szenzorok adóoldala egy

fénysugarat küld a vevőnek míg az LV egy fénysávot. Ennek a kitarlásának a mértékéből ad jelet a szenzor.

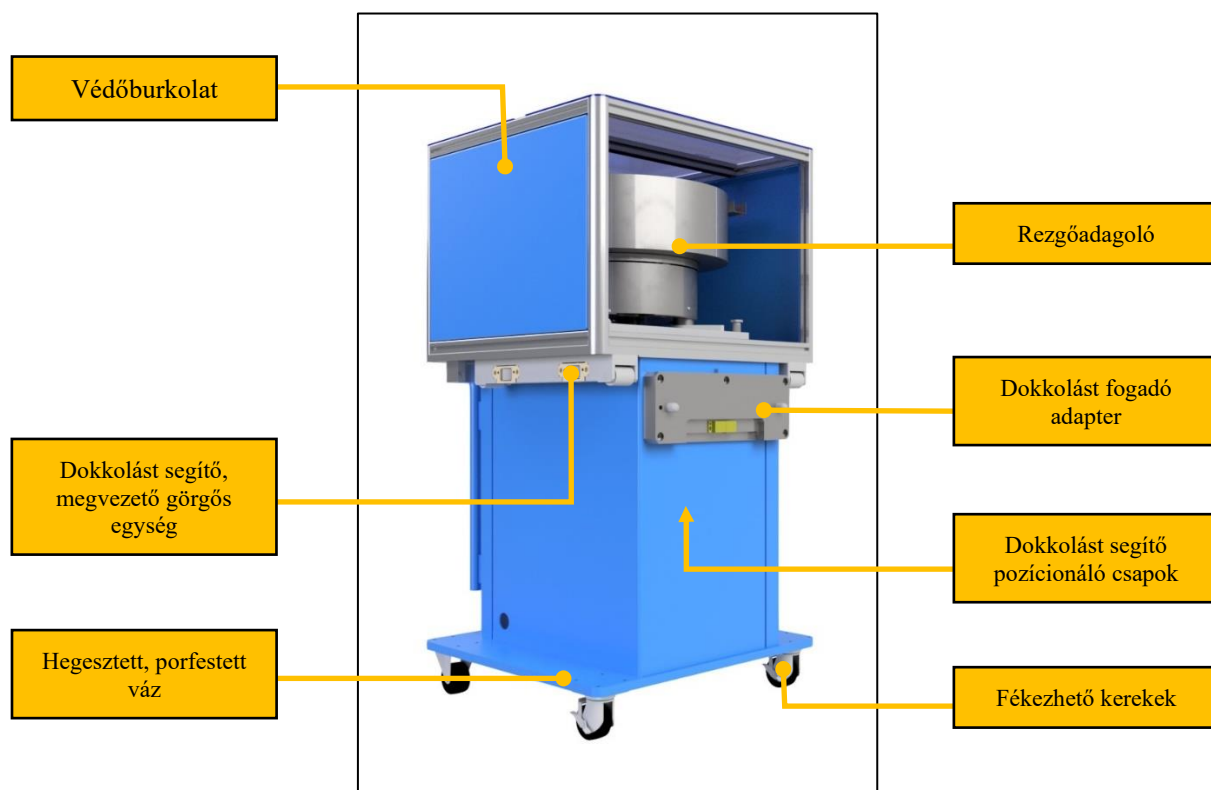
A különböző ülékek azonosítására és kódolására 4 darab induktív szenzort használtuk.

Változások:

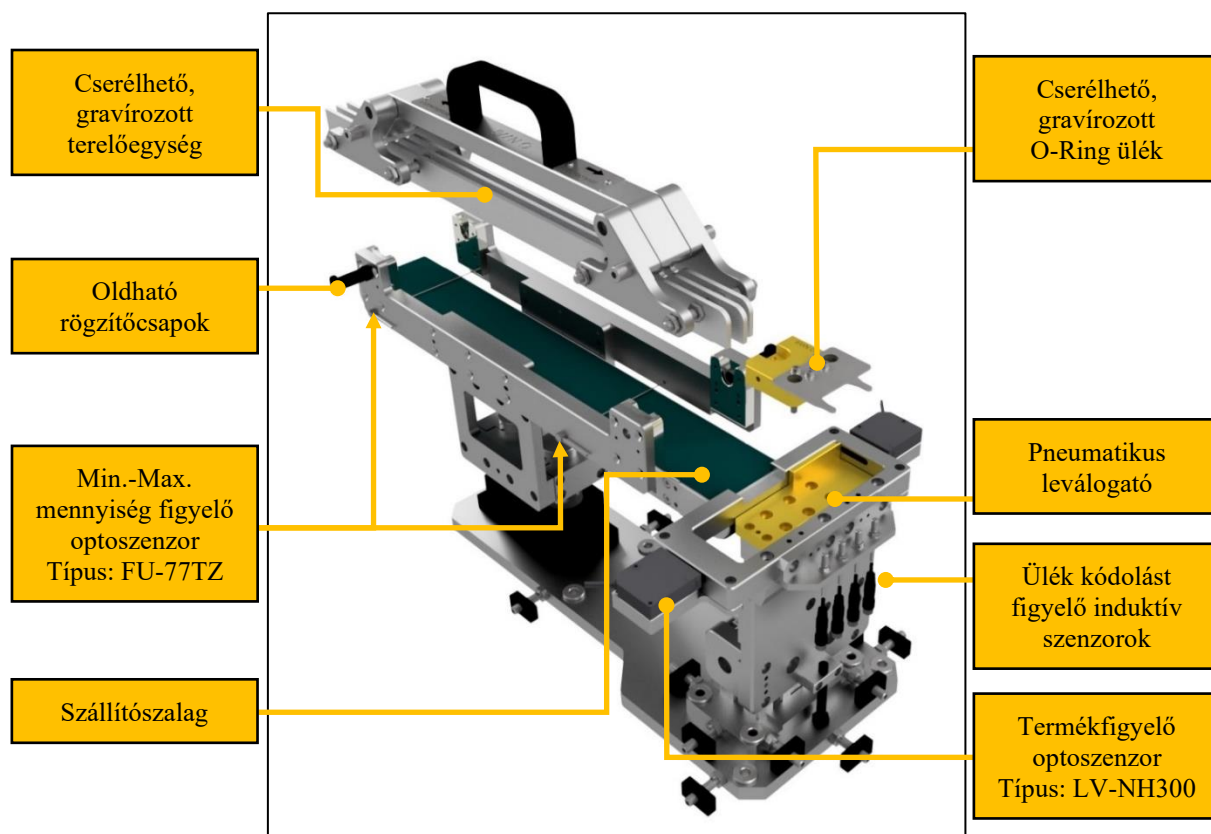
- cserélhető fej adapterének betervezése
- a korábbi gépektől eltérően vízszintes manipulátort pneumatikáról szervo hengerre cseréltem

A harmadik részegység egy manipulátor egység. Ez az egység veszi fel a leválogatott terméket az ülékből, és ülteti be a Housing nevű termékbe. Az O-Ring terméket egy 3 pofás SMC gyártmányú pneumatikus megfogóval fogjuk meg. A megfogópofák kialakításánál ügyelni kellett arra, hogy ne deformálják el az O ringet megfogáskor, mert az megnehezítené a beültetést. Ezt a megoldást csak az utolsó 3 gépen volt alkalmazva előtte vákuum fejjel volt megfogva az O gyűrű.

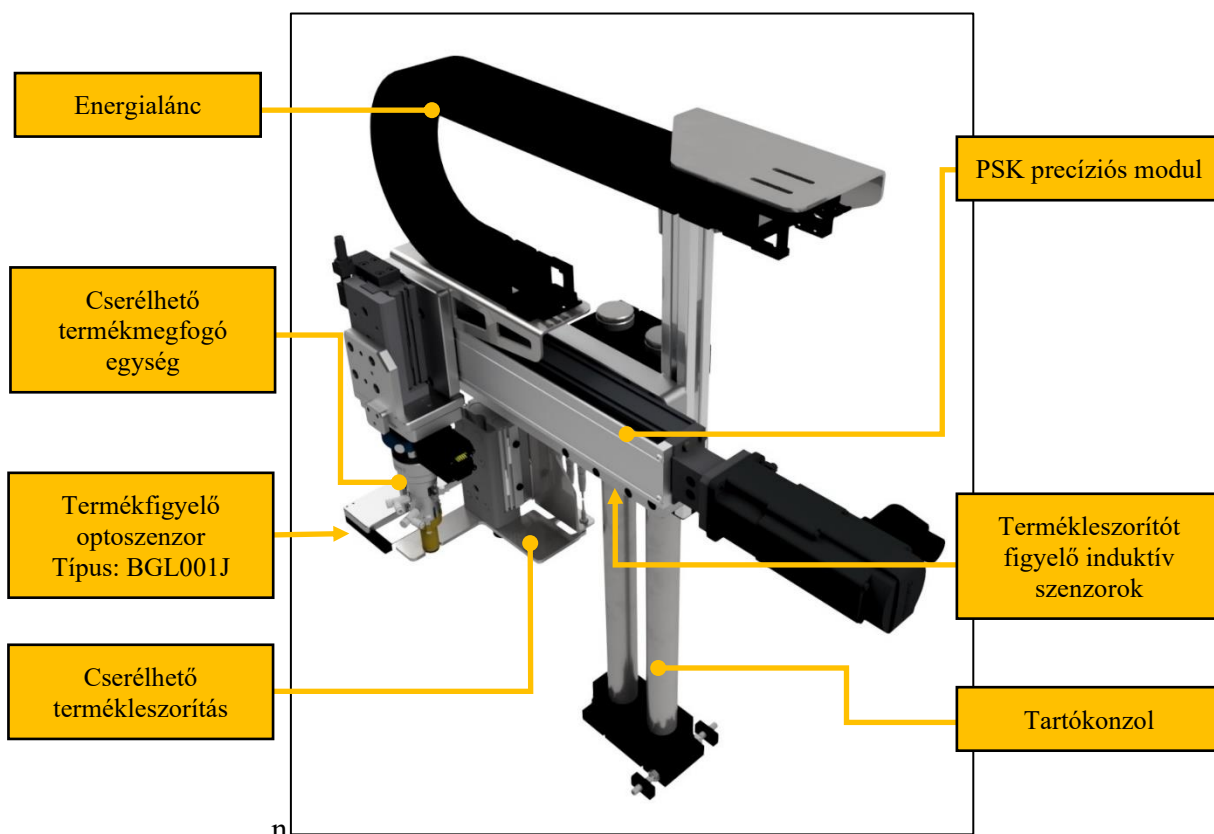
A megfogópofa a manipulátorhoz egy gyorscserélő rendszerrel csatlakozik, amit a SCHUNK GmbH gyárt eredetileg robotokhoz. A gyorscserélő előnye, hogy átvezethető rajta a megfogó levegő betápjá és a megfogón lévő pozícióérzékelő elektromosvezetéke, emellett a csatlakozóban kialakítható a fej kódolása rövidzárok segítségével. A manipulátor egységen megtalálható továbbá egy optikaiszenzor, amely beültetés előtt ellenőrzi, hogy a megfogó pofán tényleg van-e O-Ring termék.



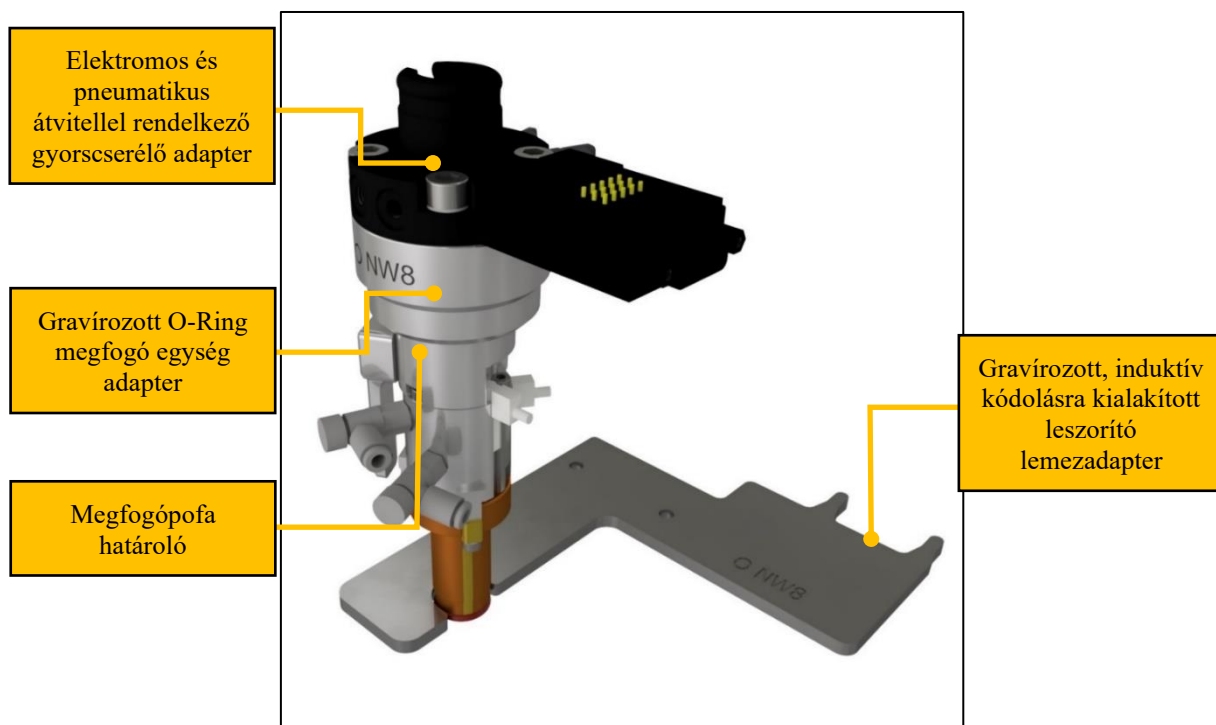
28. ábra Moduláris rezgőadagoló
részegység



29. ábra Leválogató részegység

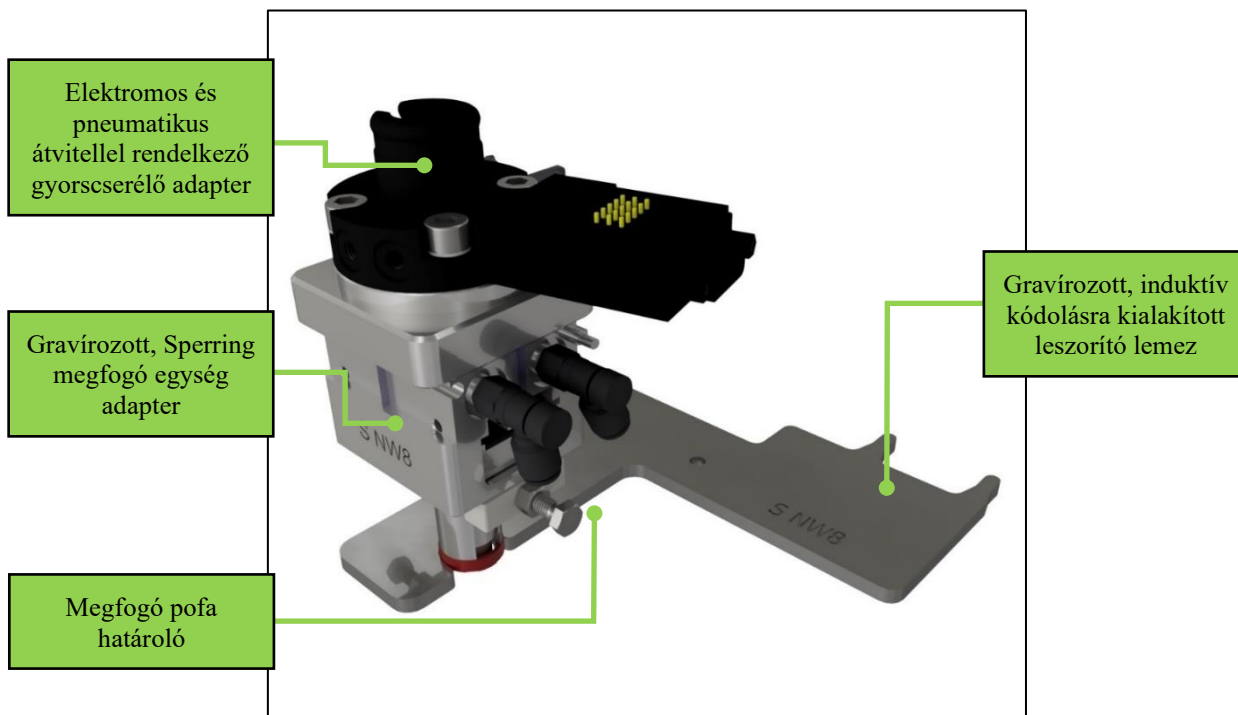


30. ábra Manipulátor részegység



31. ábra O-Ring manipulátor részegység cserélhető elemei

A Sperring beültető állomás felépítése megegyezik az O-Ring beültető állomásával.



32. ábra Sperring manipulátor
részegység cserélhető elemei

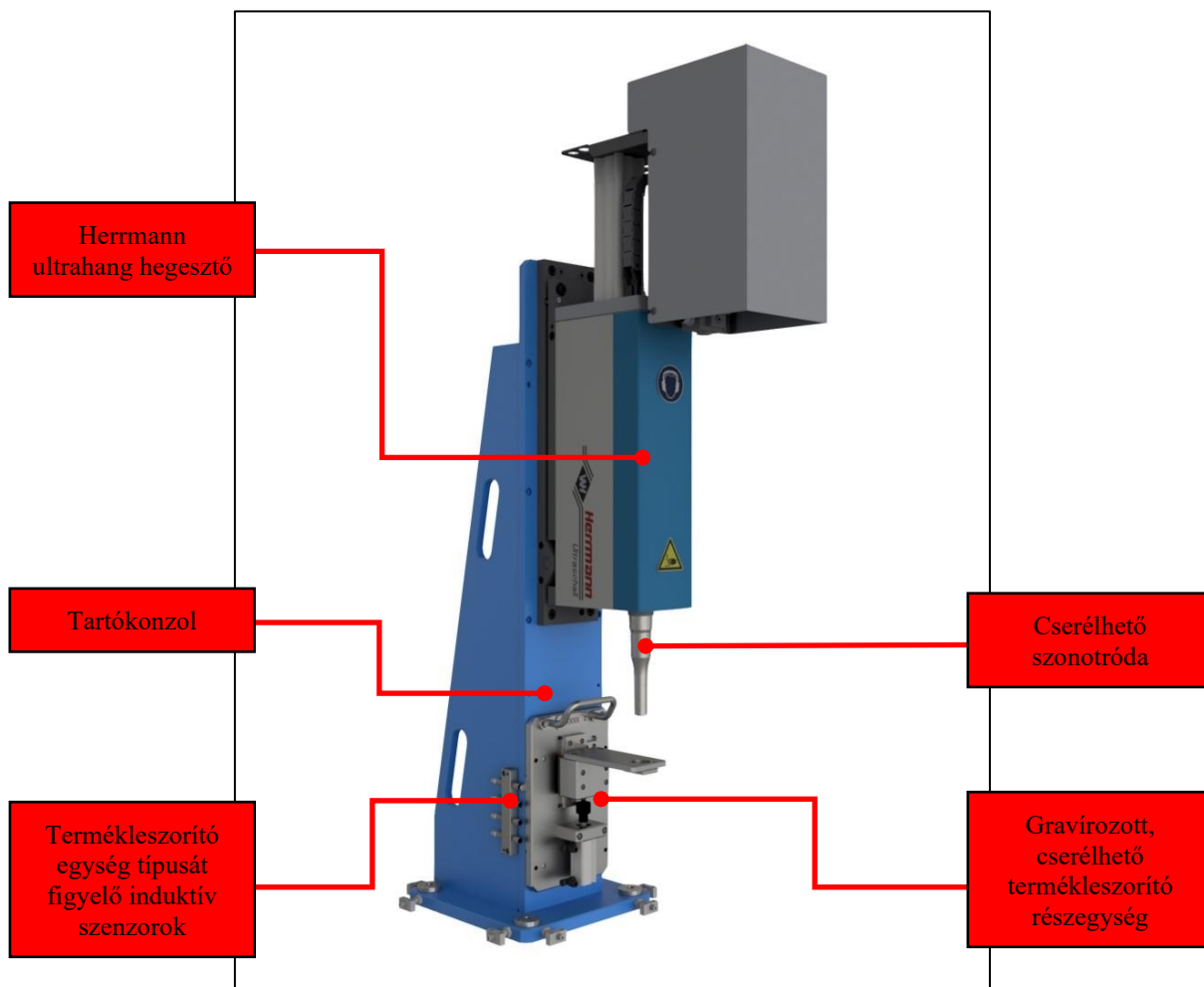
3.2.3. Ultrahanghegesztő állomás

Ezen az állomáson történik a Sperring nevű termék ultrahangos összehegesztése a Housing nevű termékkel.

Az ultrahanghegesztő egységben integrált digitális hossz mérő van, ez biztosítja a megfelelő mélységben történő hegesztést. A szonotróda végek olyan kialakítással készültek, hogy az integrált digitális hossz mérő segítségével ki tudja szűrni a Sperring nevű termék helyes vagy helytelen beültetését. Amennyiben a Sperring fordítva, helytelenül lett beültetve a Housing nevű termékbe úgy a szonotróda nem a megfelelő módon fog felülni a Sperring-re. Ezt a mélységeltérést figyeljük a digitális hossz mérővel. Helytelen Sperring beültetés esetén az ultrahangos hegesztés kimarad, az eddig az állomásig összeszerelt termék a további műveletekből kimarad, és leselejtezésre kerül. A szonotródat, erősítőt és a konvertert termékváltás esetén cserélni kell. Ez a HERRMANN termékén 4 csavar és az elektromos betáp csatlakozók oldásával lehetséges.

Az ultrahangoshegesztő egységen megtalálható még egy moduláris leszorító részegység. A korábbi gépekhez képest ez az egyetlen változtatás ezen a pozíción. Ez a részegység szorítja le a Housing nevű terméket az ülékbe, ezzel is csökkentve a terméknek az ülékbe történő

elmozdulásának a lehetőséget, elkerülendő azt, hogy az ülék és a termék között ne keletkezzen elmozdulás a hegesztés alatt. Ezt az egységet szintén cserélni kell termékváltás esetén. A részegységekre a termékcsaládok azonosítói gravírozva vannak, valamint induktív kódolásra fel vannak készítve.



33. ábra Ultrahangos hegesztőállomás

-Tartó konzol méretezés 1

A hegesztőgépalvány szilárdsági méretezéseinek elvégzése a legnagyobb igénybevételre. Az állvány anyaga St52 szerkezeti acél, megközelítőleg, az állványra hegesztéskor 754 N erő hat 153 mm erőkaron. Ezt az erőt egy 40 mm-es átmérőjű henger fejt ki.

$$F = A * P$$

$$F = \left(\frac{40^2 * \pi}{4} \right) * 0,6 = 753,6N$$

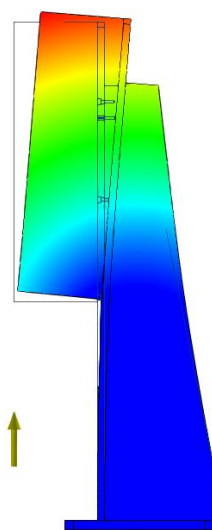
A szonotróda távolsága a tartó konzol felfogató lapjától 153 mm. Ebből következik:

$$M = F * l = 753,6 * 0,153 = 115,3 \text{ Nm}$$

A végeelem szimulációt az autodesk inventor 2020 beépített moduljával végeztem.

Peremfeltételnek megadtam, hogy az a szerkezet alsó lapja rögzített, illetve felvetem egy 753,6 N erőt aminek a hatásvonala megegyezik a szonotróda tengelyével és iránya a leszorító erővel ellentétes.

A számítások alapján a maximális kitérés a modell alap helyzetétől 0,02 mm ami a feladat követelményeinek megfelel.



34. ábra Végeelem szimuláció az ultrahangos hegesztő gép tartókonzoljáról

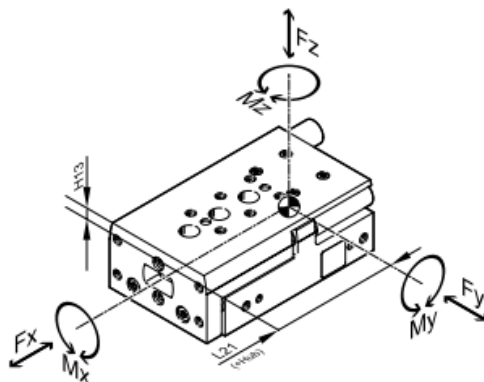
Ebben a pozícióban szükséges volt még egy méretezés. A termék leszorítására használt pneumatika hengert az új termékméretetek miatt szükséges volt újra méretezni.

A terméket a vevő által minimum előír 150N erővel kel a fészekbe leszorítani. Ezt az erőt egy 20 mm dugattyú átmérőjű hengerrel tudjuk biztosítani.

$$F = \left(\frac{20^2 * \pi}{4} \right) * 0,6 = 188,5 \text{ N}$$

A henger elhelyezését a hegesztőgép tartókonzolára alakítottam ki így a leszorító egy 120 mm-es erő karon fejt ki a 188,5 N erőt.

$$M = F * l = 188,5 * 0,120 = 22,6 \text{ Nm}$$



35. ábra FESTO DGST henger [19 (12. o.)]

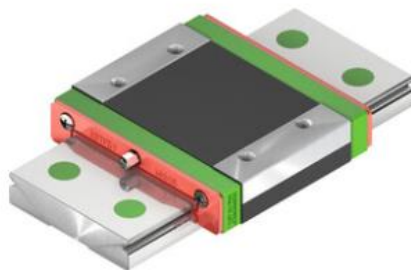
A henger függőlegesen van beépítve így a vizsgált paraméter a M_y aminek a maximális megengedett értéke 20 mm dugattyú átmérő esetén 12 Nm[19 (12. o.)]. Így a henger lineáris vezetéke nem felelt meg a kívánt paramétereknek.

A probléma megoldására több opció is volt:

- Nagyobb méretű henger kiválasztása aminek erősebb vezetéke van
- Közelebb helyezni a leszorítást a termékhez
- A vezetett henger helyett egy egyszerűbb ceruzahenger használata és a vezeték kiváltása más gyártó termékére.

A megoldások közül az első és a második nem költséghatékony így az utolsó mellett döntöttem. A termék leszorítását egy hagyományos pneumatikahenger végzi a támasztást lineáris megvezetésére pedig egy HIWIN gyártmányú MGW15C kocsit és sánt választottam ki. A kocsit M_y irányú nyomatékra 56,7 Nm visel el. [20]

MGW15C



36. ábra FESTO DGST henger [20]

3.2.4. Kamerás ellenőrzőállomás

Ezen az állomáson történik az előző állomások műveleteinek ellenőrzése. A körasztal az eddig az állomásig összeszerelt terméket egy Omron kamerarendszer (fényforrás típus: Omron FL-DR90W, kamera típus: Omron FH-SM04) felé juttatja, majd a kamerarendszer képet készít a félkész termékről. A kép kiértékelésre kerül: a program ellenőrzi a darabok meglétét, a hegesztés minőségét. A kamerarendszer a korábbi gépektől eltérően egy szervomotoros egységre van felépítve. Erre, azért volt szükség, mert a különböző típusú termékek esetén figyelt élek pozíciója változik és így kiesnének a kamera fókusz távolságából. A kamerarendszer tömege elhanyagolható volt így a szervótengely méretezése felesleges, a fő szempont a kiválasztáskor a méret volt, hogy beférjen a pneumatikahenger helyére. Amiatt is, mert ez a probléma a gép építésének megkezdése után derült ki.

- O/Y gyűrű „O/Y ring” megléte / dupla O/Y ring kiszűrés / nem megfelelően berakott O/Y ring



- Műanyag gyűrű „Sperring” megléte



- Sperring felületi sérülések, hegesztési sorják, kifolyt ömledék, idegen anyag, sérülések kiszűrései



- Belső idegen termék kiszűrése (pl. belső házfali sorja, esetleges engusz maradvány, Oring-alatt idegen anyag)



- Felső perem sorja / hiányos ház perem kiszűrése



37. ábra Kamerás ellenőrzőállomás
hibajelenségek

3.2.5. Szivárgásellenőrző állomás

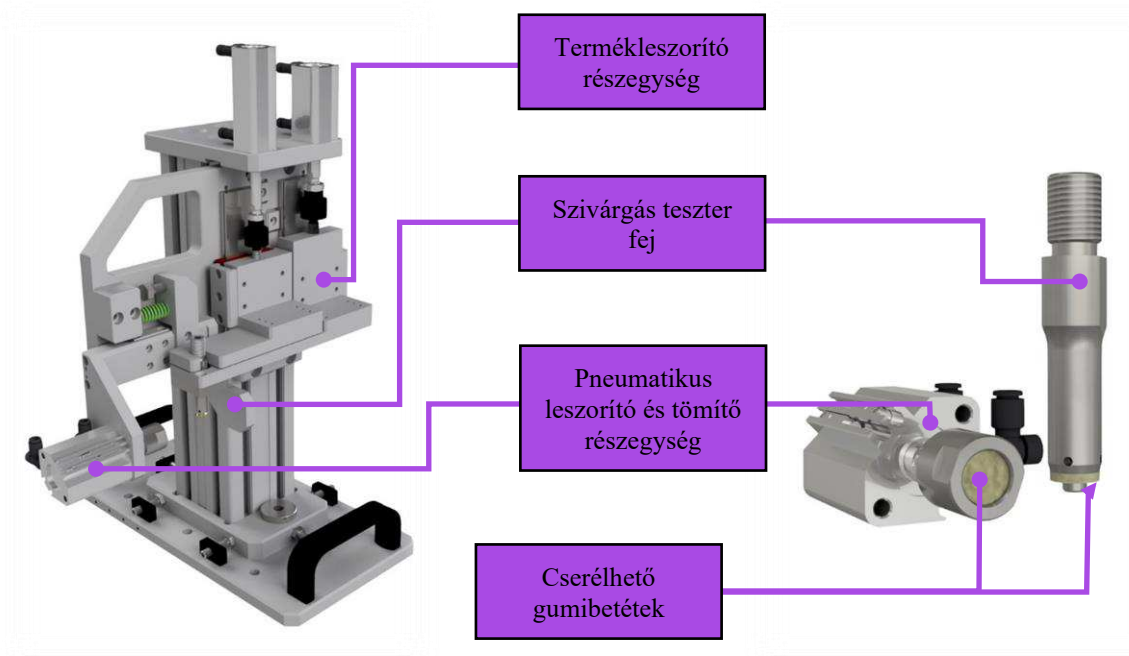
Ezen az állomáson történik az eddig összeszerelt és leellenőrzött félkésztermék nyomásveszteségen alapuló szivárgástesztelése. A termék cső végéit letömítjük, illetve a szerelt O-gyűrű felőli oldalon a termék beépített állapotához nagyon hasonló apa oldali csatlakozóval belejárunk a termékbe így egy zárt kamrát hozva létre. Ezt a kamrát a vevő által megadott nyomással feltölti a gép és szintén a vevő által specifikált ideig tartania kell ezt.

Termékváltás esetén - a termékek komplexitása miatt - ezt az állomást teljesen le kell cserélni. Elektromos és pneumatikus csatlakozások Harting csatlakozón keresztül történik.

A tömítőszervezetenél figyelembeveendő tényezők:

A tömítő hengerek méretezésénél figyelembe kell venni azt, hogy a feltöltés során az alkatrész úgy viselkedik, mint egy pneumatikahenger. Ezért a hengereket úgy kell kiválasztani, hogy nagyobb erőt fejtsen ki a tömítő lapra, mint a munkadarab arra.

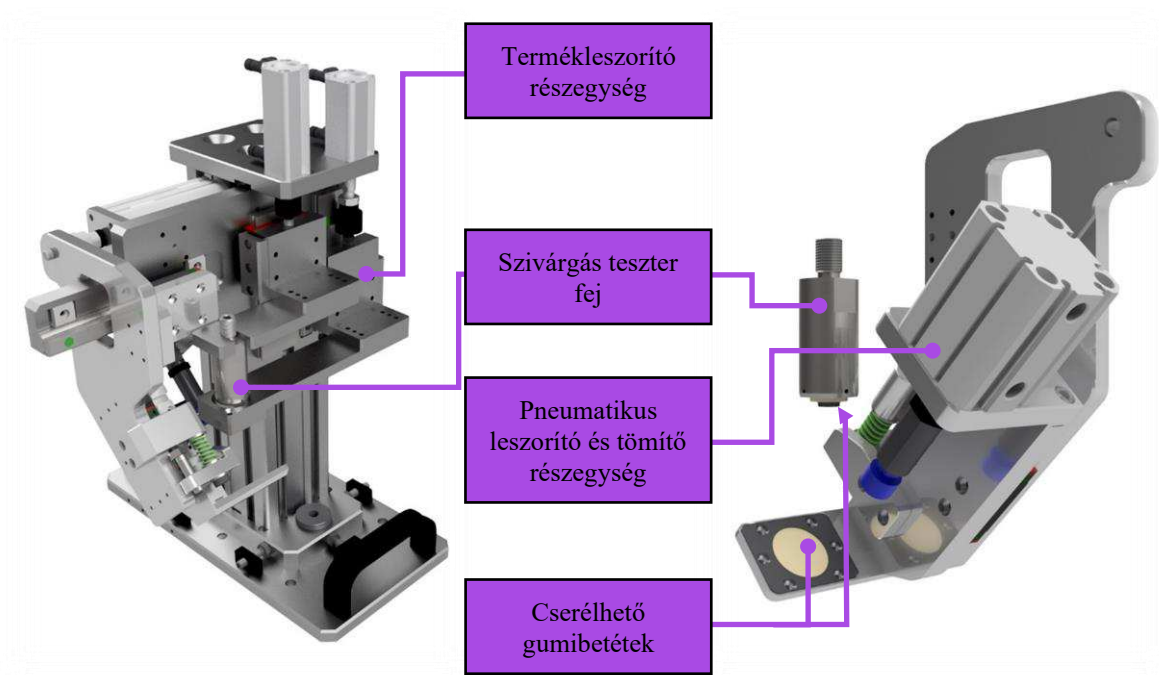
A korábbi gépekéhez képest nincs lényegi eltérés a szivárgás tesztereken. Az egyetlen egy módosítás egy köztes lap került beépítésre a gépváz és az asztalap közé, ez azért volt szükséges, hogy mindegyik szivárgás tesztet be lehessen egyedileg állítani.



28. ábra Az NW8 típusú termék szivárgás teszter állomása

Tervezési munka ebben a pozícióban egyedül az NW20/45° terméknel volt. A termék csőcsonka 45°-os szögbe meg van döntve és az iránya merőleges a következő pozícióban beültetésre kerülő rugó szerelési irányára. Ebből következően a munkadarab tájolása az ülékben nem teszi lehetővé a szokásos elrendezését a patkó alakú tömítőnek.

A tömítőt el kellett fordítani 45°-ban és egyeztetni kellett a megrendelővel, hogy ennek a terméknek tervezett ülékét módosítsák úgy, hogy legyen egy támaszkodó felület a csőcsonkkal párhuzamosan. Miután ez megtörtént tervezni kellett egy szánegyéget, amin kimozdítom a patkót a körasztalon elforduló ülék útjából. Erre a hely hiánya miatt nem tudtam beépíteni pneumatikus szánegyiséget, ezért egy lineáris vezetékét és egy standard dugattyús hengert használtam szög kompenzátorral.



29. ábra Az NW20/45° típusú termék szivárgás teszter állomása

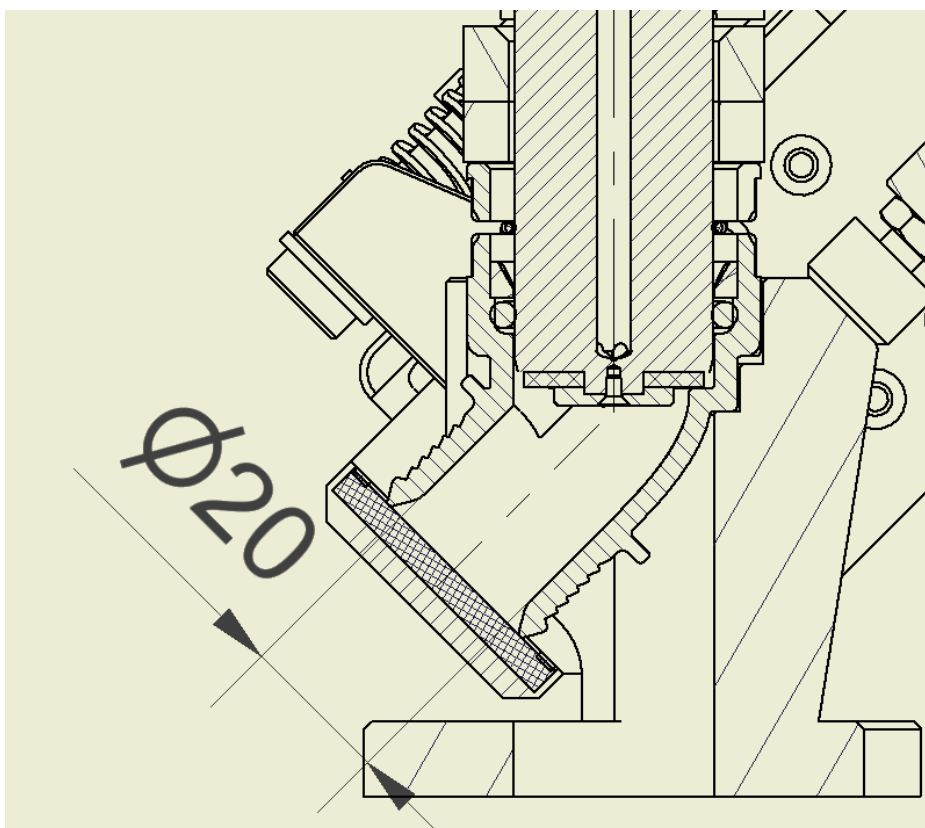
$$A_{\text{henger}} * P > A_{\text{tömítet felület}} * P$$

Esetünkben:

$$\left(\frac{32^2 * \pi}{4}\right) * 0,6 > \left(\frac{20^2 * \pi}{4}\right) * 0,5$$

$$\left(\frac{32^2 * \pi}{4}\right) * 0,6 > \left(\frac{20^2 * \pi}{4}\right) * 0,5$$

$$482,54N > 157,07N$$

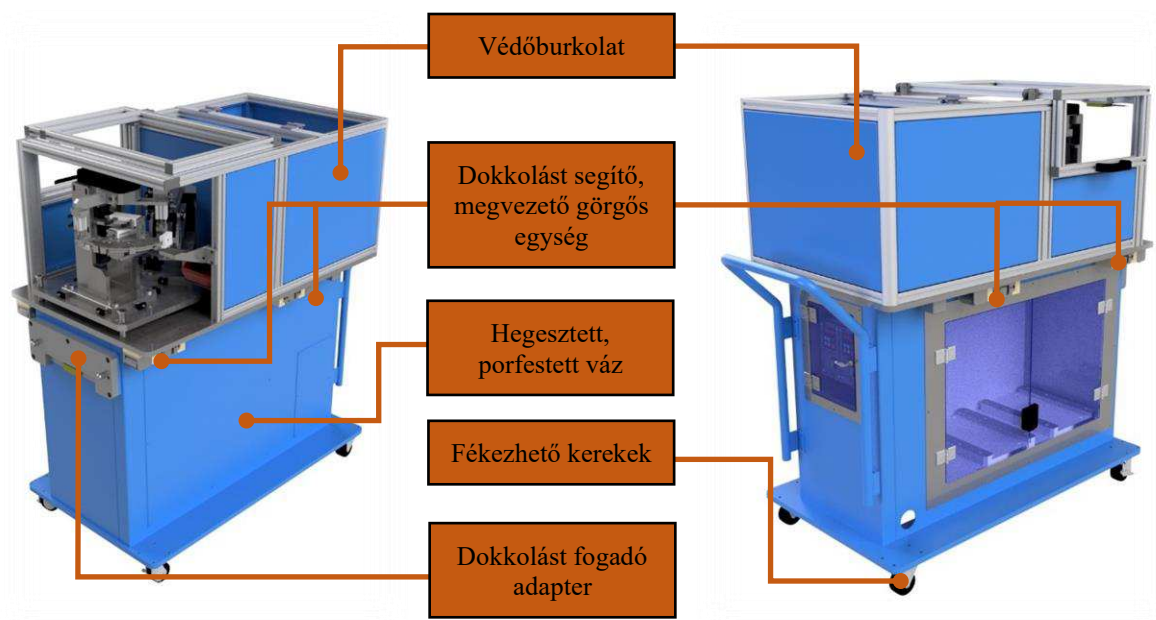


30. ábra Az NW20/45° típusú termék metszet

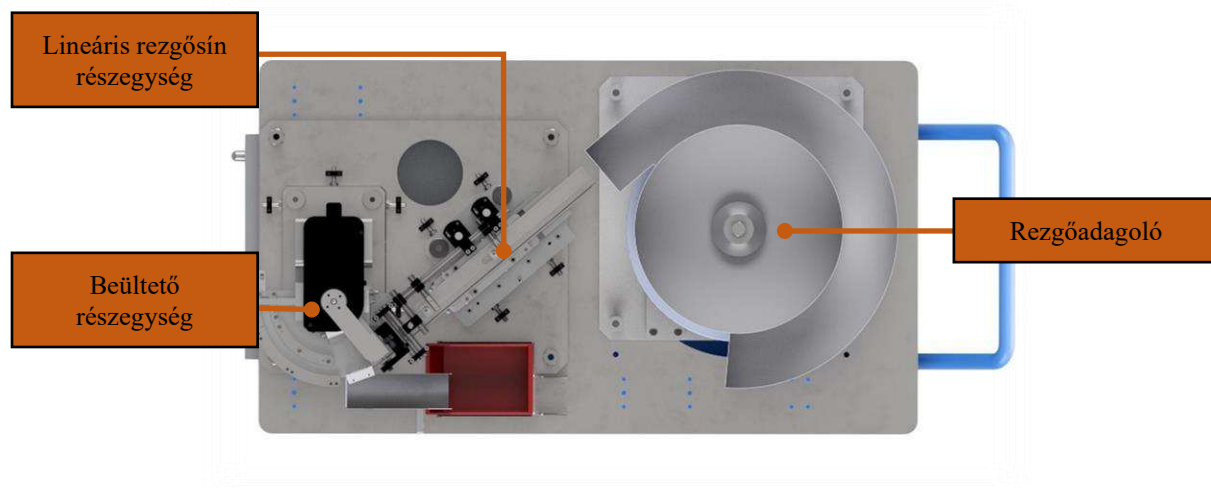
3.2.6. Spring beültető állomás

Ezen az állomáson történik a rugó beültetése a termékbe. Felépítése nagyban hasonlít a O-ring és/vagy a Sperring állomások moduláris rezgőadagolóihoz. A rugók adagolása a rezgőadagolónál kezdődik, majd a rugók egy lineáris rezgősínen haladnak tovább a beültető részegység felé. A lineáris rezgősín végén megakasztjuk a rugókat, majd egy leválogatófej, valamint egy forgatóegység segítségével egy körülbelül negyed köríves pályán a rugót elsőnek egy kamerás minőségellenőrző egység felé juttatjuk. A kamera képeket egy szoftver értékeli ki. Amennyiben a szoftver nem megfelelőnek ítélte meg a rugót (túl nyitott vagy zárt a két lába), úgy egy kilövő munkahenger a selejttárolóba juttatja azt. Amennyiben a szoftver megfelelőnek ítélte meg a rugót, úgy a forgatórészegység tovább forgatja a beültetési pozícióba, majd egy, a kilövő egységhez hasonló eszközzel a beültetésre kerül a rugó. Beültetés előtt az ülékben lévő terméket egy munkahenger szorítja le, ezzel elősegítve a sikeres beültetést. A rugóbeültető állomás - a termékek méretkülönbségéből adódóan - a rugórezgőadagoló részével egybe lett építve. Ebből adódóan termékcsalád váltás esetén ezt az állomást teljesen kell cserélni. A dokkolás során a rögzítés 2 db kézi leszorító egységgel van megoldva. Az elektromos és

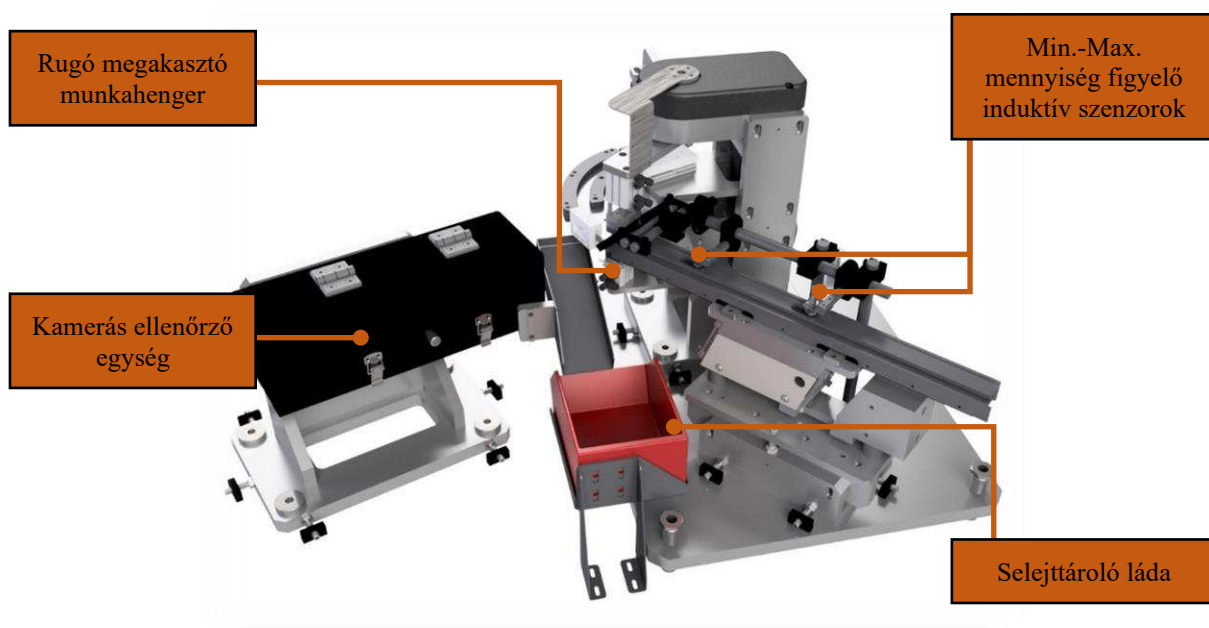
pneumatikus csatlakozások Harting csatlakozón keresztül történik, ez alól csak a szervomotor kábele kivétel. A rugóbeültető állomás részét képezi egy kamerás minőségellenőrző részegység is. Ez a részegység nincs egybeépítve a rugóbeültető állomással, a hegesztett váz asztallapján van rögzítve.



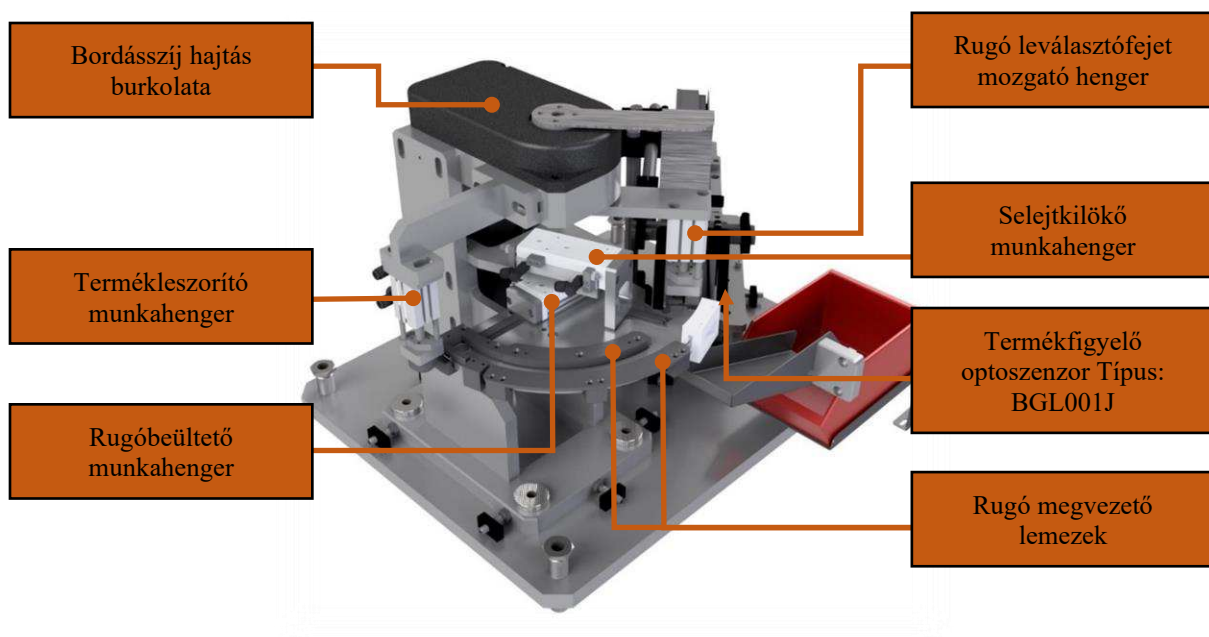
31. ábra Moduláris rugóbeültető állomás



32. ábra Moduláris rugóbeültető állomás felülről



33. ábra Moduláris rugóbeültető állomás

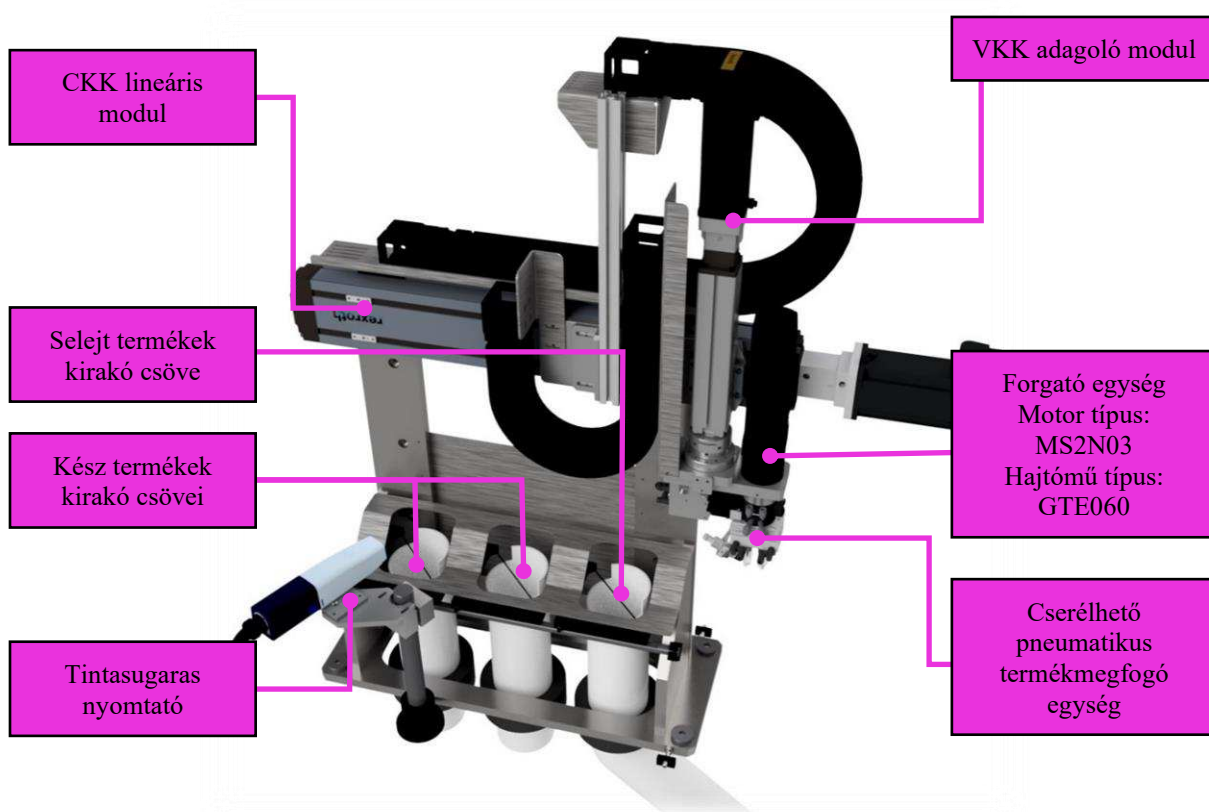


34. ábra Moduláris rugóbeültető állomás

3.2.7. Késztermék kirakóállomás

A késztermék kirakóállomás egy manipulátoros állomás, egy BOSCH Rexroth gyártmányú CKK és VKK modulból épül fel. Ezen felül még található rajta egy MS2-es típusú szintén BOSCH Rexroth gyártmányú szervomotor. Ezen az állomáson történik a teljesen összeszerelt és letesztelt késztermékek kirakása, de ezen az állomáson történik a selejt termékek kirakása is. A készterméket még kirakás előtt ellenőrzi egy induktív szenzor, hogy sikeres volt-e a rugó

beültetése, amennyiben a termék megfelel, kap egy egyedi azonosítót, amelyet egy tintasugaras nyomtató nyomtat a termékekre. A kirakás megtörténtét a kirakó csövek felé helyezett optikai szenzor (típus: BWL0005) figyeli.



35. ábra Késztermék kirakóállomás

A szervó tengely méretezésének első lépése a szükséges működési hossz meghatározása:

Alapadatok: 30 kg mozgatott tömeg, 500 mm munkahossz és lehető leggyorsabb sebesség.

$$L = S_{eff} * 2 * S_e + L_{ca} + L_{ad}$$

$$S_e = 2 * P = 2 * 16 = 32mm$$

$$S_{max} = S_{eff} + 2 * S_e = 520 + 2 * 32 = 584 mm$$

$$L = 584 + 124 + 51 = 759$$

L = teljes tengelyhossz

S_{eff} = löket

S_e = kocsi szélesség

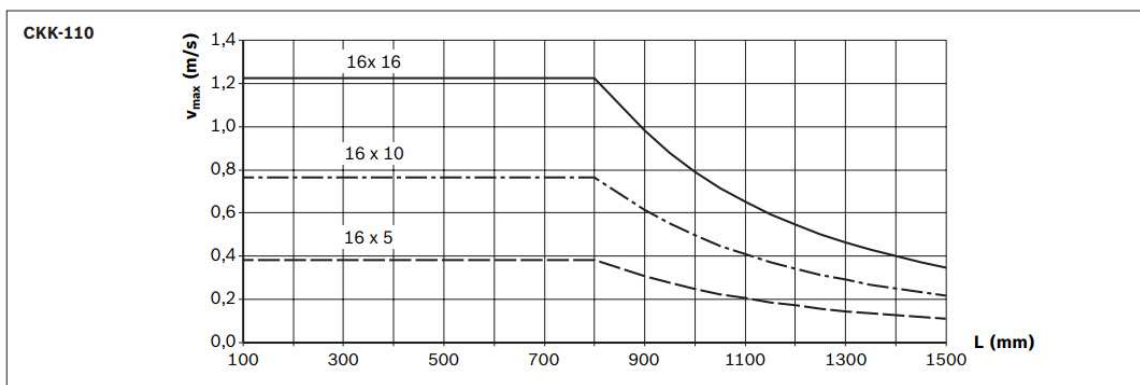
L_{ca} = két kocsi középtengelye közti távolság

L_{ad} = technikai rész

[12 (148. o.)]

Orsó kiválasztása:

Katalógus adat: 16x16 [12 (29. o.)]



36. ábra Megengedett maximális sebesség [12 (29. o.)]

$$V_{max} = 1,2 \text{ m/s}$$

A rendszersúrlódási nyomaték: [12 (148. o.)]

$$M_r = M_{Rsd} + \frac{M_{RS}}{i}$$

$$\text{Modul } M_{RS} = 0,48 \text{ [12 (21. o.)]}$$

$$\text{Hajtás } M_{Rsd} = 0,40 (i = 1,5) \text{ [12 (26. o.)]}$$

$$M_r = 0,4 + \frac{0,48}{1,5} = 0,74 \text{ Nm}$$

Tehetetlenségi nyomatékszámítás: [12 (149. o.)]

$$J_{ex} = J_{sd} + \frac{(J_s + J_t)}{i^2}$$

$$\text{hajtás } J_{sd} = 82 * 10^{-6} \text{ kgm}^2 \text{ [12 (26. o.)]}$$

$$\text{modul } J_s = (k_{J_{fix}} + k_{J_{va}} * L) * 10^{-6} = 30,597 * 10^{-6} \text{ kgm}^2$$

$$\text{külső terhelés } J_t = m_{ex} * k_{Jm} * 10^{-6} = 30 * 2,533 * 10^{-6} = 75,99 * 10^{-6} \text{kgm}^2$$

$$J_{ex} = 82 * 10^{-6} + \frac{(30,597 * 10^{-6} + 75,99 * 10^{-6})}{1,5^2} = 129,372 * 10^{-6} \text{kgm}^2$$

Maximális alkalmazási fordulatszám:

$$\text{max megengedett fordulatszám } n_{mech} = \frac{(v_{mech} * i * 100 * 60)}{P} = 6750 \text{ min}^{-1}$$

$$\text{maximálisan megengedett sebesség } v_{mech} = v_{max} = 1,2 \text{ m/s}$$

$$M_t = 196[N] * 0,03[m] = 5,88 \text{ [Nm]}$$

A számítások alapján a kisebbik CKK-090 tengely is megfelelne. Viszont a gép működésénél a sebesség döntő szempont volt így az eggyel nagyobb CKK-110 tengely beépítése mellett döntöttem a nagyobb menetemelkedésű orsó miatt, ami nagyobb sebességet tesz lehetővé a tengelynél.

GoTo Focused Delivery Program: CKK Compact Modules

CKK Compact Modules



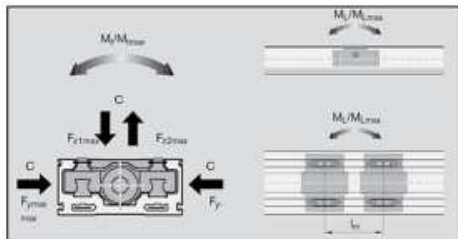
CKK Compact Modules are ready-to-install, precision ball screw drive systems, characterized by high performance, compact design, and good price/performance ratio. They are available in any desired length and feature identical external dimensions as the CKR Compact Module, simplifying the ordering of accessories and attachments. EasyHandling compatible options also available through the GoTo Program.

For complete engineering and design information: GoTo www.boschrexroth-us.com/GoToCompactModules

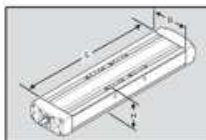
Features

- Two integrated zero-clearance ball rail systems provide optimized travel performance, high load capacities, and high rigidity
- Precision ball screw drive with preloaded ball nut, two row angular contact thrust bearing, and double ball bearings on float end
- Easy motor attachment by means of locating feature and threaded holes on the drive head. (In-line and side drive options available)
- Adjustable switches over the entire travel range; switch activation without switching cam
- Economical maintenance thanks to one-point lubrication feature (grease lubrication) from both sides or via the carriage
- Precise alignment and secure fastening of attachments with threads and pin holes in the carriage

Technical Data



Compact Module	CKK-090	CKK-110	CKK-145	CKK-200
B (mm)	90	110	145	200
H (mm)	40	50	65	100
Max. L (mm)	750	1,500	1,800	2,300



Compact Module	Number of Carriages	Guideway			Maximum Permissible Forces			Maximum Permissible Moments		Ball Screw	
		Dynamic Load Capacity C (N)	Dynamic Load Moments M _t (Nm) M _L (Nm)		F _{z1max} (N)	F _{z2max} (N)	F _{ymax} (N)	M _{tmax} (Nm)	M _{Lmax} (Nm)	Size d ₀ x P	Dynamic Load Capacity C (N)
CKK-090	2 (l _m = 65mm)	7,500	200 240		7,500	7,500	4,050	200	240	12 x 5	3,800
	1	15,600	515 80		12,000	6,000	3,480	198	31	12 x 10	2,500
CKK-110	2 (l _m = 85mm)	25,340	835 1,075		19,490	9,740	5,650	322	414	16 x 5	12,300
	1	37,600	1,650 255		29,000	14,500	8,410	638	100	16 x 10	9,600
CKK-145	2 (l _m = 100mm)	61,080	2,685 3,050		47,110	23,550	13,660	1,030	1,180	16 x 16	6,300
	1	37,600	1,650 255		29,000	14,500	8,410	638	100	20 x 5	14,300
CKK-200	2 (l _m = 175mm)	89,340	5,800 7,810		68,550	34,270	19,880	2,228	2,999	20 x 20	9,100
	1	37,600	1,650 255		29,000	14,500	8,410	638	100	25 x 10	15,700
										32 x 5	21,500
										32 x 10	31,700
										32 x 20	19,700
										32 x 32	19,500

Part Number	Description	Max. Quantity	Shipment (Business Days)
R036030000	CKK 12-90 (screw drive)	4	10 day(s)
R036040000	CKK 15-110 (screw drive)	4	10 day(s)
R036050000	CKK 20-145 (screw drive)	4	10 day(s)
R036060000	CKK-200 (screw drive)	4	10 day(s)

37. ábra CKK modul katalógus lap [18 (43-44. o.)]

Két főbb tartószerkezet méretezését végelem szimulációval végeztem. A lineáris kirakódó egység állvány szilárdsági méretezéseinek elvégzése a legnagyobb igénybevételre. Az állvány anyaga St52 szerkezeti acél, megközelítőleg, az állványra hegesztéskor 300 N erő hat 56 mm erőkaron.

$$M = F * l = 300 * 0,056 = 16,8 \text{ Nm}$$

Peremfeltételnek megadtam, hogy az a szerkezet alsó lapja rögzített, illetve felvetem egy 300 N erőt aminek a hatásvonala a konzolon lévő szerkezet sújtottján halad át. Mivel a konzolon lévő szerkezet sújtottja változik attól függően a szervó tengje melyik pozícióba van így a szimulációt végrehajtottam mindkét véghelyzetben.

A számítások alapján a maximális kitérés a modell alap helyzetétől 0,02 mm ami a feladat követelményeinek megfelel.

A méretezés során az eső szimulációnak nem felelt meg az állvány ezért két merevítő lécezt terveztem a lap hátoldalára.

Ciklusidő számításra léteznek erre dedikált szoftverek, emellett egyéb táblázatkezelőkben és grafikus programokban is meg lehet oldani. Esetükben egy Excel táblázatban végeztem el a kalkulálást.

A táblázat függőleges tengelyén a különböző műveletek láthatóak, pozícióként szétbontva a vízszintes tengelyén pedig az idő, 0,1 másodpercre bontva. A beszínezett cellák az adott folyamat időtartamát jelképezik. A pirosra színezet cella a vevő által előírt ciklusidőt jelképezi.

A cella az előzetes kalkulációnak megfelelt csupán csak a kivételt képező szivárgástervezés lépte túl a megadott időkorlátot.

A végleges ciklusidő számítást a cella átadása során végeztük. Ez a gép átadási folyamatának része. Esetünkben a cellán futó PLC program is dokumentálja ezt. A PV gyártás során a cella termelési körülmények között megfelelt a kívánt elvárásoknak.

4. Gazdasági számítás

Egy hagyományos cella költségei megközelítőleg: 280.000 €.

Egy moduláris cella alapgép ára: 260.000 €.

Bővítő modul szett ára megközelítőleg: 40.000 €.

Hagyományos gépenként gyártható darabszámok:

Éves munkanapok száma: 240 nap

Műszakok száma: 3

OEE: 75%

Ciklusidő: 6s

Éves várható darabszám gépenként: 2592000

Újonnan tervezett gépenként gyártható darabszámok:

Éves munkanapok száma: 240 nap

Műszakok száma: 3

OEE: 90%

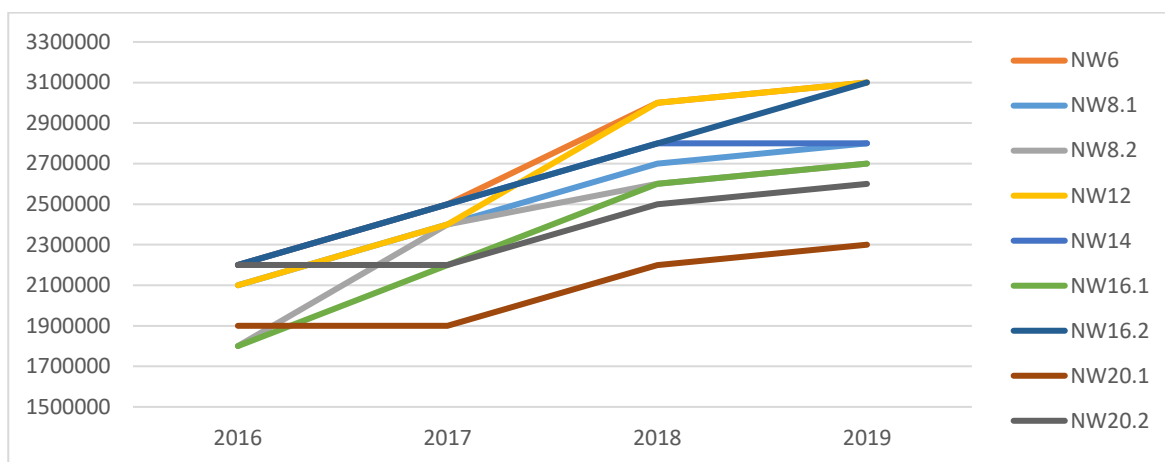
Ciklusidő: 10s

Éves várható darabszám gépenként: 1866240

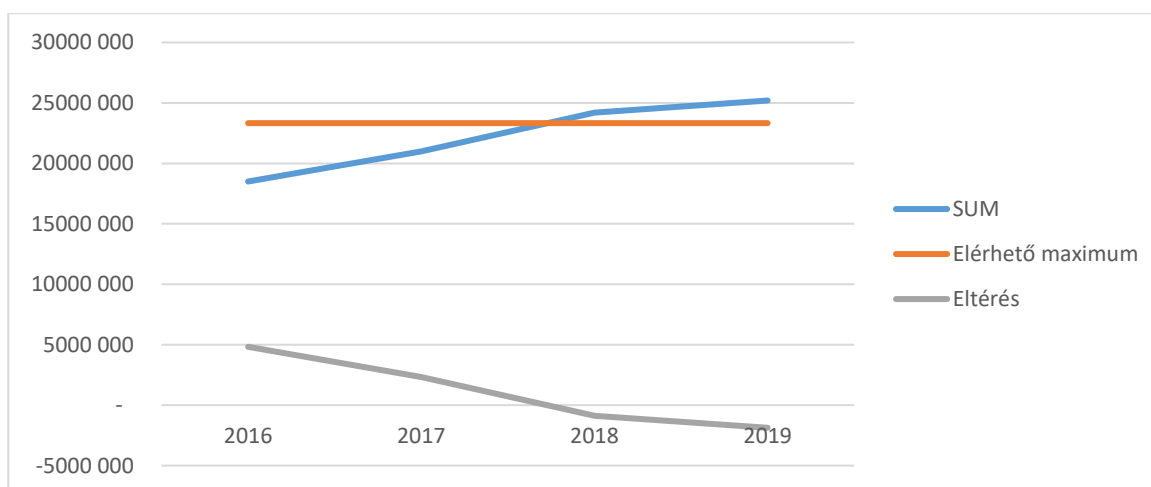
	2016	2017	2018	2019	
NW6	2200000	2500000	3000000	3100000	- 508 000
NW8.1	2100000	2400000	2700000	2800000	- 208 000
NW8.2	1800000	2400000	2600000	2700000	- 108 000
NW12	2100000	2400000	3000000	3100000	- 508 000
NW14	2200000	2500000	2800000	2800000	- 208 000
NW16.1	1800000	2200000	2600000	2700000	- 108 000
NW16.2	2200000	2500000	2800000	3100000	- 508 000
NW20.1	1900000	1900000	2200000	2300000	292 000
NW20.2	2200000	2200000	2500000	2600000	- 8 000
SUM	18 500 000	21 000 000	24 200 000	25 200 000	
Elérhető maximum	23 328 000	23 328 000	23 328 000	23 328 000	
Eltérés	4 828 000	2 328 000	- 872 000	- 1 872 000	

39. ábra A különböző gépeken gyártott termékekre felmerülő igény

A megrendelő által biztosított adatokból látható, hogy a különböző típusú termékekre növekvő igény van viszont ez egy termékre se akkora, hogy indokoltá tegye egy új gép beszerzését, ami csak egy terméket tud kezelni. Emellett az is látható a diagrammon, hogy 2019-ben az együttes igény a különböző termékekre bőven eléri azt a szintet, ami már szükségessé tesz egy olyan cellát, ami képes gyártani több terméktípust is.



40. ábra A különböző gépeken gyártott termékekre felmerülő igény



41. ábra Elérhető maximális volumen és a felmerülő igény viszonya

5. Összefoglaló

Szakedolgozatom során az ipari automatizálás eszközeivel foglalkoztam, a mechanikai technológiák, pneumatika és irányítástechnika tantárgy keretében tanultak gyakorlati alkalmazásával. Tanulmányaim során megszerzet tudásanyag segítségével megterveztem egy körasztalos szerelő cellát.

Részletesebben foglalkoztam az irodalomkutatásban az ultrahangos hegesztési technológiával és a pneumatikai rendszerekkel.

A dolgozatban bemutattam a problémát, ami az új cella iránti igényt szülte. Bemutattam, hogy milyen megoldásokat tudunk lehetővé tenni a megrendelő számára, hogy kielégítse növekedő gyártásigényeit. Az új cella üzembeállítása óta eltelt három évben egyértelművé tette a létjogosultságát. Megfelelt minden, a vevő által állított peremfeltételnek és azóta, a megrendelő egy újabb, a szakedolgozat tárgyát képező alapcellára, illetve több bővítmódul szettre adott le megrendelést. A cella további fejlesztésére a még nem megrendelt automata palettás utántöltő további lehetőséget biztosít.

Számításokkal támasztottam alá a helyes kereskedelmi elemek kiválasztását. Ezen felül végeelem módszerrel méreteztem a gép főbb tartóelemét, hogy a kellő mechanikai szilárdságot és ez által gép stabil gyártási minőséget biztosítsam.

6. Irodalomjegyzék

- [1] Herrmann Ultraschall belső oktató anyag 2011
herrmann_alap_trening.pdf
- [2] A MŰANYAGOK ELŐÁLLÍTÁSA ÉS FELDOLGOZÁSA
Műanyagok ultrahangos hegesztése Kári-Horváth Attila
<https://docplayer.hu/7447905-Muanyagok-ultrahangos-hegesztese.html>
2023.04.18.
- [3] Műszaki Tudományos Közlemények (9. kötet). (2018) 31–34.
Ultrahangos hegesztés alkalmazástechnikai jellemzői
Szerkesztők: Bagyinszky Gyula, Bitay Enikő
<https://eme.ro/publication-hu/mtk/mtk9/Inside.pdf>
https://eme.ro/publication-hu/mtk/mtk9/XXIII_FMTU-Bagyinszki-Bitay.pdf
- [4] Mechanikai technológiák Szent István egyetem 2017 115–117.
Fledrich Gellért, Kári-Horváth Attila, Pataki Tamás István Zsidai László
- [5] Bendekovits Z, Kóbor J, Dr. Pintér J: Gépipari automatizálás, Első kiadás, Széchenyi István Egyetem, Győr, 2006, 220.
- [6] SMC Corporation: *SY EU*, SMC Corporation, 2023.04.20.-2019.04.
https://content2.smcetech.com/pdf/SY_EU.pdf
- [7] Jegyzet a Jármű hidraulika és pneumatikátárgyhoz Pneumatika
Dr. Bécsi Tamás
BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
KÖZLEKEDÉSMÉRNÖKI KAR Budapest, 2010
- [8] WEISS Grup TC Rotary Indexing Table 2023.04.20.
<https://www.weiss-world.com/de-en/products/rotary-indexing-tables-44/rotary-indexing-table-45>
- [9] SMC Corporation: MHS3, Air Gripper, 3 Finger, Parallel Style, SMC Corporation, 2023.04.20
<https://www.smc.eu/en-eu/products/standard-mhs3~17485~cfg?partNumber=MHS3-16D>

- [10] Hidraulika és pneumatika Könnyűgépkezelő tanfolyam jegyzet
ÉKKO Építőipari közszolgáltató, kereskedő és oktató kft Debrecen
Készítette Mező Lajos, Lektorálta Dr. Nagy Géza
- [11] FESTO grup Szelepek és szelepszigetek
2023.04.21.
https://www.festo.com/hu/hu/c/termek/ipari-automatizalas/szelepek-es-szelepszigetek-id_pim23/
- [12] Bosch Rexroth CKK/CRK katalógus és méretezési számítások
2023.04.21.
https://dc-mkt-prod.cloud.bosch.tech/us/media/products_1/product_groups/linear_motion/pdfs/r999000499_2019_03_en_18_07_2019_ckx.pdf
- [13] WEISS TC körszta katalogus
2023.04.26.
<https://www.weiss-world.com/PDFs/en/product%20catalog/TC%20product%20catalog%20-2023>
- [14] SICK Sensor Intelligence Útmutató a biztonságos gépekhez
2023.04.26.
https://cdn.sick.com/media/docs/0/00/400/special_information_guide_for_safe_machinery_hu_im0062400.pdf
- [15] Hermann ultrashall ULTRASONIC COMPONENTS Converters
2023.04.27.
<https://www.herrmannultraschall.com/en/products/ultrasonic-components/converters>
- [16] Hermann ultrashall ULTRASONIC Ultrasonic welding What are ultrasonics?
2023.04.27.
<https://www.herrmannultraschall.com/en/welding-using-ultrasonics/ultrasonic-welding>
- [17] Pneumatika oktatási tréning (szerző: Kéri János)
2023.04.27.
http://www.pneuplus.hu/pneumatika_oktatas_files/Pneumatikus_munkahengerek.pdf
https://www.pneuplus.hu/pneumatika_oktatas_files/

- [18] Bosch Rexroth CKK/CRK katalógus

2023.04.27.

https://dc-mkt-prod.cloud.bosch.tech/us/media/products_1/product_groups/goto_products/goto_linear_motion_technology/usl00013.pdf

- [19] FESTO DGST pneumatika henger katalógus lap

2023.05.01.

<https://www.festo.com/media/pim/181/D15000100144181.PDF>

- [20] HIWIN lineáris vezeték és kocsi katalógus lap

2023.05.01.

<https://www.hiwin.hu/hu/Term%3%A9kek/Profils%3%ADnvezet%3%A9sek/Kiv%3%A1laszt%3%A1s-fut%3%B3kocsin-kereszt%3%BC1/Sorozat-MGN-MGW/MGW/MGW15CZ0HM/p/5-000559>

7. Mellékletek

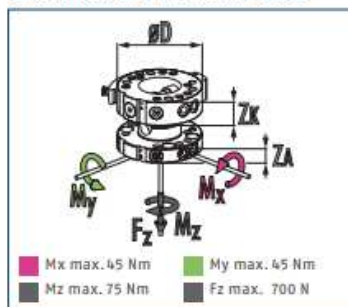
1. sz. melléklet: SCHUNK SHK-040-000-000 Kézi robotfej cserélő rendszer

SHS 040

Manual change system



Dimensions and maximum loads



ⓘ This is the max. sum of all forces and moments which are permitted to act on the change system for ensuring proper functioning.

Technical data

Description	SHK-040-000-000	SHA-040-000-000
	Manual change head	Manual change adapter
ID	0310400	0310401
Recommended handling weight	[kg] 9	9
Lock sensing	optionally via attachment kit	
Repeat accuracy	[mm] 0.02	0.02
Weight	[kg] 0.14	0.075
Max. distance when locking	[mm] 1	1
Number of pneumatic feed-throughs	4	4
Feed-throughs for radial use	2	4
Pitch circle diameter	[mm] 40	40
Connection flange according to	ISO 9409-1-40-4-M6	
Min./max. ambient temperature	[°C] 5/60	5/60
Dimensions $\varnothing D \times Z^*$	[mm] 50 x 24	50 x 15
Screw connection diagram	S5/S7 via adapter plate	S5/S7 via adapter plate

* Please note that the heights of the change master (ZK) and change adapter (ZA) differ. The sum represents the total height of a coupled change system.

2. sz. melléklet: WEISS TC220T körasztal hajtómű 1/2



TC 220T

GENERAL INFORMATION

- Max. recommended diameter of the external dial plate D_g : approximately 1200 mm (with consulting from WEISS larger diameters are possible)

TECHNICAL DATA

U	Voltage (custom voltages available on request):	230 / 400 V
f	Frequency:	50 Hz
	Indexing precision*:	Indexing 2-12: 40 arcsec ($\pm 20''$) Indexing 16-24: 60 arcsec ($\pm 30''$) Indexing 30-36: 80 arcsec ($\pm 40''$)
A	Axial run-out of the drive flange:	(at $\varnothing 220$ mm) 0.01 mm
C_r	Radial run-out of the output flange:	0.01 mm
m	Total weight, including motor:	44 kg
D_i	Min. inside diameter of the rotary plate:	96 mm

LOAD DATA (for the stationary central part)

T_{st}	Permitted torque:	145 Nm
M_{Tst}	Permitted tilting moment:	300 Nm
F_{Ast}	Permitted axial force:	5000 N
F_{Rst}	Permitted radial force:	4000 N

Combined loads and permitted process forces only after inspection by WEISS:

LOAD DATA (for the output flange)

T_{stat}	Static torque:	200 Nm
M_{Tdyn}	Permitted dynamic tilting moment:	700 Nm
F_{Atdyn}	Permitted dynamic axial force:	7500 N
F_{Rtdyn}	Permitted dynamic radial force:	8000 N

* Positioning accuracy can be improved by 10 arcsec on request.

LOAD TABLE 50 Hz (on request: higher loads / custom indexing and switching times for 60 Hz mains frequency)

Indexing	Speed level	2-stage											Using the BG 71 motor								
		b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	b	c	d	e	f	g
2	J_{JMax}	-	-	0.15	0.36	0.58	0.76	1.3	2.02	3.55	9.6	13.30	35.6	96	167	-	-	-	-	-	-
	t_i	-	-	0.4	0.50	0.60	0.67	0.84	1.02	1.30	1.99	2.30	3.53	5.42	6.91	-	-	-	-	-	-
3	J_{JMax}	-	0.18*	0.3	0.69	1.09	1.43	2.41	3.73	6.54	17.65	24.55	65.5	176	308	-	-	-	-	-	-
	t_i	-	0.29*	0.35	0.50	0.60	0.67	0.84	1.02	1.30	1.99	2.30	3.53	5.42	6.91	-	-	-	-	-	-
4	J_{JMax}	0.12*	0.24*	0.46	1.34	2.38	3.36	6.6	11.6	17.3	31.5	48.5	144	340	552	0.19*	0.37*	0.69	1.97	3.5	4.61
	t_i	0.22*	0.26*	0.32	0.45	0.54	0.61	0.76	0.92	1.17	1.80	2.07	3.17	4.88	6.22	0.22*	0.26*	0.32	0.45	0.54	0.61
6	J_{JMax}	0.31*	0.58*	1.06	3.05	5.4	7.6	14.9	24.9	26	70.9	109	324	765	1240	0.48*	0.87*	1.59	4.53	7.45	-
	t_i	0.22*	0.26*	0.32	0.45	0.54	0.61	0.76	0.92	1.17	1.80	2.07	3.17	4.88	6.22	0.22*	0.26*	0.32	0.45	0.54	-
8	J_{JMax}	0.58*	1.06*	1.92	5.44	9.63	13.55	19.05	33.5	46.2	126	195	495	1170	1900	0.87*	1.58*	2.85	6.92	10.7	-
	t_i	0.22*	0.26*	0.32	0.45	0.54	0.61	0.76	0.92	1.17	1.80	2.07	3.17	4.88	6.22	0.22*	0.26*	0.32	0.45	0.54	-
10	J_{JMax}	0.92*	1.67*	3.01	8.48	14.55	18.88	29.8	48.7	72	192	257	600	1420	2300	1.37*	2.48*	4.24	9.4	-	-
	t_i	0.22*	0.26*	0.32	0.45	0.54	0.61	0.76	0.92	1.17	1.80	2.07	3.17	4.88	6.22	0.22*	0.26*	0.32	0.45	-	-
12	J_{JMax}	1.34*	2.41*	4.35	10.7	16	20.1	31.5	45.9	74.6	176.4	235.2	551	1300	2110	1.96*	3.08*	-	-	-	-
	t_i	0.22*	0.26*	0.32	0.45	0.54	0.61	0.76	0.92	1.17	1.80	2.07	3.17	4.88	6.22	0.22*	0.26*	-	-	-	-
16	J_{JMax}	-	-	-	2*	3.1*	4.03	6.74	9.95	18.2	49.1	68.30	182	490	855	-	-	-	-	-	-
	t_i	-	-	-	0.22*	0.26*	0.29	0.37	0.44	0.56	0.86	1.00	1.53	2.35	2.99	-	-	-	-	-	-
20	J_{JMax}	-	-	-	3.05*	4.72*	6.14	10.2	15.6	27.7	68.1	90.9	213	500	815	-	-	-	-	-	-
	t_i	-	-	-	0.22*	0.26*	0.29	0.37	0.44	0.56	0.86	1.00	1.53	2.35	2.99	-	-	-	-	-	-
24	J_{JMax}	-	-	-	3.67*	5.68*	7.38*	12.35	19	33.3	81.7	109	255	600	980	-	-	-	-	-	-
	t_i	-	-	-	0.22*	0.26*	0.29*	0.37	0.44	0.56	0.86	1.00	1.53	2.35	2.99	-	-	-	-	-	-
30	J_{JMax}	-	-	-	-	3.59*	6.01*	9.29*	16.2	43.7	60.9	162	420	680	-	-	-	-	-	-	
	t_i	-	-	-	-	0.19*	0.24*	0.29*	0.37	0.57	0.65	1.00	1.54	1.96	-	-	-	-	-	-	
36	J_{JMax}	-	-	-	-	4.32*	7.23*	11.15*	19.5	52	69.5	183	385	625	-	-	-	-	-	-	
	t_i	-	-	-	-	0.19*	0.24*	0.29*	0.37	0.57	0.65	1.00	1.54	1.96	-	-	-	-	-	-	

J_{JMax} = max admissible mass inertia loading (kgm²) **t_i** = cycle time (sec.) Depending on motor size, electronics and time optimisation settings, the cycle time measured from the start signal to the electric position indication is approx. 80 - 130 ms longer than the value specified in the table.

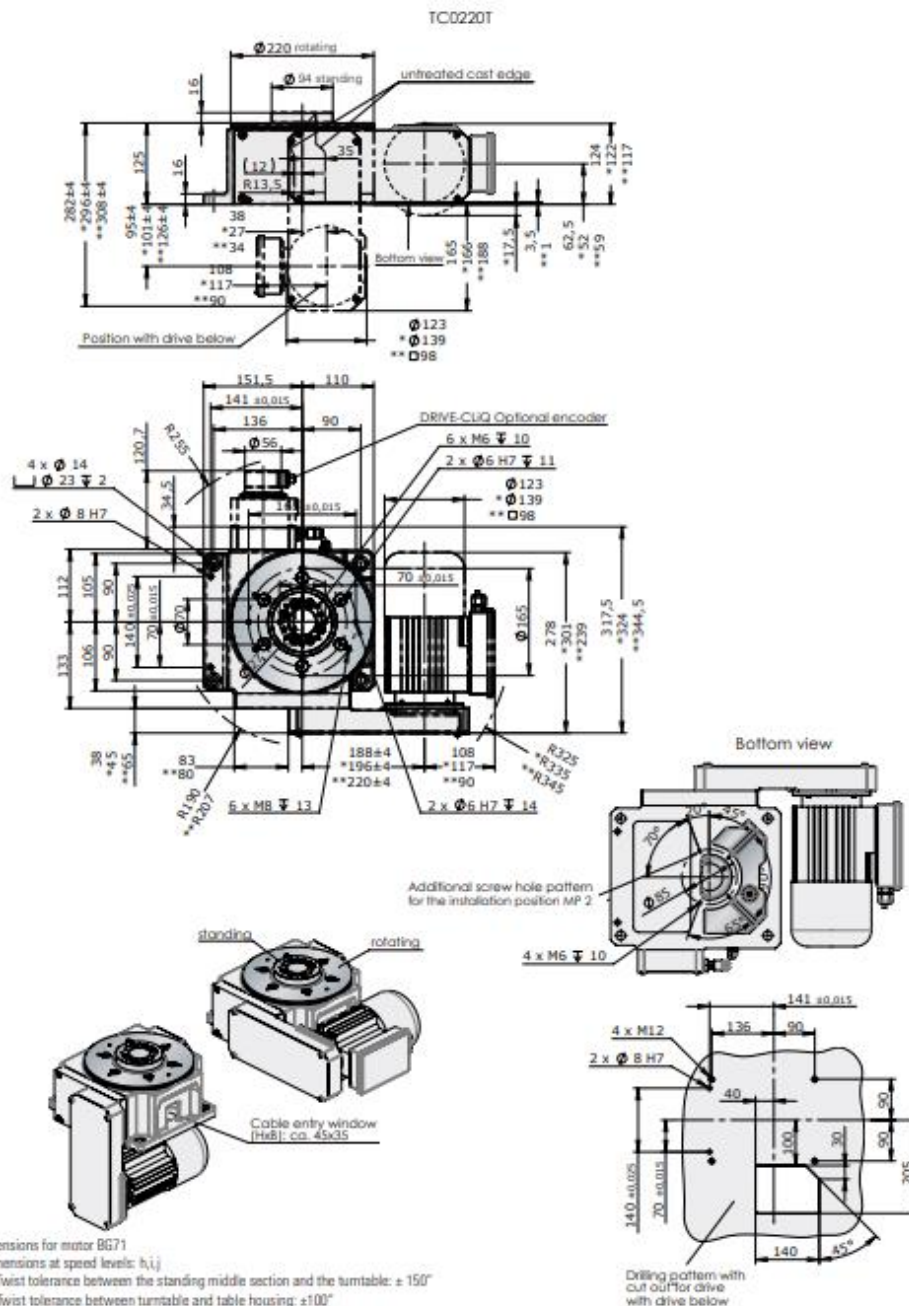
***EF2 or EF3** - Control recommended to minimise brake wear
The values in the second table apply for the maximum permitted mass moment of inertia when using the size 71 motor.

3. sz. melléklet: WESS TC220T körasztal hajtómű 2/2

ROTARY INDEXING TABLES | TC ROTARY INDEXING TABLE

DIMENSIONS

If you require subsequent drilling work on the indexing table, please request information on permissible drilling depths. The illustrated rotating plate position corresponds to the basic position of the rotary indexing table (Position when delivered).



* Dimensions for motor BG71
** Dimensions at speed levels: $t_{1,j}$
Max. Twist tolerance between the standing middle section and the turntable: $\pm 150''$
Max. Twist tolerance between turntable and table housing: $\pm 100''$
Note: Keep the motor and brake accessible for service!
Attention: When the rotary table is recessed in the base plate, the pocket must be 15 mm larger than the outer contour of the table.

4. sz. melléklet: Ciklusidő diagram

