

SZAKDOLGOZAT

Bencze Kornél
Gépészmérnök

Gödöllő
2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépészmérnök Szak

Stekkerbehehelyező állomás selejtszámának csökkentése
készülék segítségével

Belső konzulens: Dr. Kári-Horváth Attila
egyetemi docens

Külső konzulens: Bajtai Bálint Gábor

Készítette: **Bencze Kornél**
MSNQ59
nappali

Intézet/Tanszék: **Műszaki Intézet**

Gödöllő

FELADATLAP



Szent István Campus, Gödöllő
Cím: 2100 Gödöllő, Péter Károly utca 1.
Tel.: +36-28/522-000
Honlap: <https://godollo.uni-mate.hu>

MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Gépgyártó specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Bencze Kornél (MSNQ59)

részére

A szakdolgozat címe:

Stekkerbehehelyező állomás slejtszámának csökkentése készülék segítségével

Feladatkiírás:

Bevezetés, cégbemutató, szakirodalom feldolgozása, probléma bemutatása, készülék tervezése, dokumentáció elkészítése, gazdasági számítás, összefoglalás

Közreműködő tanszék: Anyagtudományi- és Gépipari Folyamatok

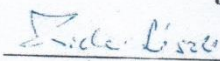
Külső konzulens: Bajtai Bálint Gábor, Folyamatmérnök, Hatvan, Robert Bosch Elektronika Kft.

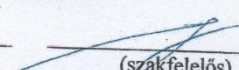
Belső konzulens: Dr. Kári-Horváth Attila, egyetemi docens, Gödöllő, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Beadási határidő: 2024. április 22

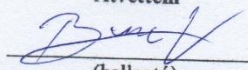
Gödöllő, 2024. február 12

Jóváhagyom


(tanszékvezető)

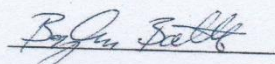

(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

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

Gödöllő, 2024.


(külső konzulens)

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK	4
1. BEVEZETÉS	5
2. CÉG BEMUTATÁS	6
3. SZAKIRODALOM FELDOLGOZÁS	7
3.1.-Nyáklapok.....	7
3.2. Készülékezés alapjai, feladata és a hatpont szabály.....	8
3.3. Anyagismeret	11
3.3.1. Szerszámacélok	11
3.3.2. Alumínium	13
3.3.3. ESD műanyagok.....	14
3.4. Gyártási eljárások, kenőanyagok.....	15
3.4.1-CNC vezérlés.....	16
3.4.2 Hűtő-kenő folyadékok.....	17
4. A PROBLÉMA BEMUTATÁSA	20
4.1. A motorvezérlő szerepe.....	20
4.2. A konkrét motorvezérlő bemutatása	21
4.3. Gyártósor bemutatása.....	23
4.4. Probléma megoldása	25
5. TERVEZÉS.....	26
5.1. A készülék felépítése	26
5.2. A pozicionálás	31
5.3. Munkahenger kiválasztás	32
5.4. A készülék elhelyezkedése	34
6. GAZDASÁGI SZÁMÍTÁS	36
6.1. A készülék elkészítésének költségei	36
6.1.1. Alapanyagok:	36
6.1.2. Munkahengerek.....	38
6.1.3. Megmunkálási és szerelési költségek	39
6.1.4. A készülék teljes költségének meghatározása.....	41
6.2.A készülék megtérülése.....	41
7. ÖSSZFOGLALÁS	43
8. SUMMARY	44
9. NYILATKOZATOK.....	45
10.FELHASZNÁLT IRODALOM	48
11. MELLÉKLETEK JEGYZÉKE	51

1. BEVEZETÉS

Már az 1800-as években el kezdték használni a nyáklapok elődjait. Ezek még elég egyszerű fa- vagy fémlemezre felfogatott áramköri elemek voltak fémszalagokkal összekapcsolva. Ezek a kezdetben nagy méretű áramkörök ma már főleg üvegszálon találhatók meg kis méretben és tömegben. Elterjedését is ennek köszönheti, hogy kis méretben bonyolult számításokat tudnak elvégezni, emellett jól sorozatgyártható.

Pályafutásomat a cégnél már az egyetem kezdetén elkezdtem, mint duális gyakornok. Azóta főleg folyamatmérnökök között dolgozok, mint gyakornok. Feladataim főleg a motor- és váltóvezérlő gyártósorok fejlesztéseihez köthetők. Általában 3D tervezőprogram segítségével tervezek új vagy módosított alkatrészeket, amiket vagy én vagy a karbantartók szerelnek be az állomásokba. Esetenként a meglévő alkatrészekről készítek szakrajzokat.

A dolgozatom témája is így körvonalazódott meg. Egy készüléket kell terveznem az egyik sori probléma megoldásához. Be fogom mutatni a készüléktervezés alapjait, célját és magát a készüléket. Mivel készülékem a nyáklapokhoz és a motorvezérlőköz köthető, így be akarom mutatni ezek fontosabb tulajdonságait és felhasználásuk körülményeit is. Ehhez át fogom tekinteni a hazai és külföldi szakirodalmat.

A tervezéshez elvégzem a szükséges számításokat, mind a pozicionálásról, mint a különböző alkatrészek kiválasztásához. Készítek egy működési leírást, amiben az alkatrészek működési sorrendjét és elhelyezkedését mutatom be. A számításokat és a táblázatokat, általam készített ábrákkal és fényképekkel fogom kiegészíteni.

A tervezési feladat elvégzése után sorra veszem az alkatrészek beszerzésének vagy gyártásainak költségeit. Ennek nagyságát és idejét igyekszem költséghatékonyan megállapítani, mivel az alkatrészek többségét cégen belül, a gyár saját fogácsoló műhelyében készíttettem el, tehát az ott dolgozó szakemberek költségeivel fogok számolni. Utána feladatom egy megtérülési idő becslése.

Mivel a gyártósor több összeszerelő állomásból tevődik össze, így én nem az egész sor selejtszámával foglalkozok, hanem csak a dolgozatom témájául szolgáló csatlakozóbehelyező állomáson jelentkező selejtekkal. Ez nem egy teljesen automata sor, hanem operátori munkakörre is szükség van a gyártás közben. Így a hibák sem mindig teljesen behatárolhatók, de becslést lehet tenni. A keletkező félkész termékek körülbelül ENNYI %-a volt selejt. A készülék beszerelése után legalább ENNYI %-os javulást várok.

Mivel az összeállításhoz és az alkatrészek tervezésénél is az Autodesk Inventor Professional 2023 programot használom, így a dolgozatom ábráinak elkészítéséhez is ez a kézenfekvő választás.

2. CÉG BEMUTATÁS

Világszerte több, mint 420 000 munkatársat foglalkoztat és 88 milliárd euró árbevételt ért el 2022-ben. A cégcsoport négy üzleti területen végzi tevékenységét, ezek a mobilitási megoldások, az ipari technika, a fogyasztási cikkek, valamint az energia- és épülettechnika. Szakértelmét a szenzortechnológia, valamint a szoftverek és szolgáltatások területén, továbbá saját IoT-felhőjében hasznosítva kínál ügyfelei számára hálózatba kapcsolt, cross-domain megoldásokat egyetlen forrásból. A Bosch csoport stratégiai célja, hogy megkönnyítse a hálózatba kapcsoltságot olyan termékekkel és megoldásokkal, amelyek mesterséges intelligenciát (MI) használnak, vagy annak segítségével fejlesztettek, gyártottak. A Bosch csoport termékei és szolgáltatásai hasznos megoldásokkal javítják az élet minőségét. Az „Életre tervezve” szlogen ezt a világszerte elérhető technológiát jelenti. A Bosch csoport magában foglalja a Robert Bosch GmbH-t, annak mintegy 60 országban működő csaknem 440 leányvállalatával és regionális vállalataival együtt. Értékesítési és szolgáltatási partnereit is beleszámítva a Bosch globális gyártási és értékesítési hálózata a világ szinte minden országát lefedi. A Bosch csoport világszerte több mint 400 telephelye 2020 első negyedéve óta karbonsemleges. A jövőbeli növekedés alapja a vállalat innovatív ereje. A Bosch világszerte 129 telephelyen 73 000 munkatársat foglalkoztat a kutatás és fejlesztés területén, többek között 34 000 szoftvermérnököt.

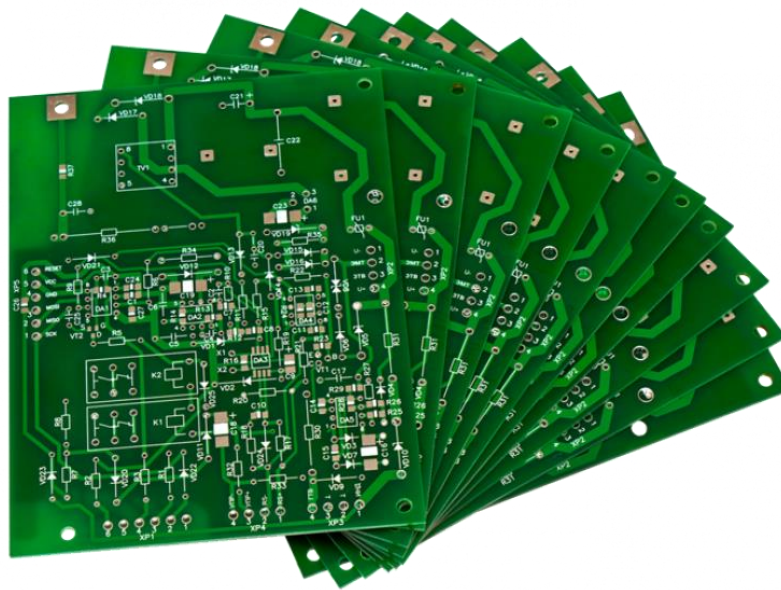
A Bosch termékeivel 1898 óta van jelen Magyarországon. Az 1991-ben újjáalapított regionális kereskedelmi kft.-ből mára jelentős cégcsoport lett. Hazánkban a Bosch csoport kilenc önálló vállalat szoros stratégiai együttműködéseként Magyarország egyik legnagyobb külföldi ipari munkaadója. A magyarországi Bosch csoport több mint 18 000 munkatársat foglalkoztat. Az egyes gyártó, kereskedelmi és fejlesztési egységekhez tartozó kereskedői és szervizhálózat a teljes országot lefedi.

A cég folyamatosan támogatja oktatási lehetőségeket a cégen belül és kívül. Én is az egyetemmel kötött kapcsolatuk által kerültem a hatvani telephelyükre, mint duális gyakornok. Ez a gyár leginkább autóipari elektronikai cikket gyárt, köztük radarokat, automata sebességváltó vezérlőket és motorvezérlőket. Az osztály, ahol mindennapi feladataim végzem, motorvezérlők gyártásával foglalkozik. A leggyártott termékeket számos autógyártónak szállítjuk le, köztük a szinte az összes európai gyártónak (pl. Volkswagen csoport), de több földrészen is elterjedtek, Amerikában például a Fordnál is.

3. SZAKIRODALOM FELDOLGOZÁS

3.1.-Nyáklapok

A nyomtatott huzalozású lemez, ismertebb nevén NYÁK, a nyomtatott áramkörök egyik legfontosabb, központi eleme. Fő feladata összekapcsolni fizikailag az áramkör többi elemét. Biztosítja az alkatrészek elektromos kapcsolását vagy szigetelését egymáshoz képest.



3.1.1. ábra Nyomtatott áramkörök NYÁK lapokon. [1]

Már az 1800-as években el kezdték használni a nyáklapok elődjait. Ezek még elég egyszerű fa- vagy fémlemezre felfogatott áramköri elemek voltak fémszalagokkal összekapcsolva. Ezek a kezdetben nagy méretű áramkörök ma már főleg üvegszálon találhatók meg kis méretben és tömegben (3.1.1-es ábra). Előnyei közé sorolható még, hogy olcsó és megbízható.

A gyártás kezdeti költségei viszonylag magasak az igényes technológia eszközközk miatt, de ez sorozatgyártásban hamar megtérül. Kezdetben 1-2 réteget alkalmaztak, ma már akár 48 réteget is tudnak gyártani. A benne található nehézfémek, üvegszál, epoxi és a különböző műanyagok miatt veszélyes hulladéknak számít. Ezért a gyártás során keletkező hulladékok és a kész termékek elhasználódása után, ezek összegyűjtéséről és újrahasznosításáról gondoskodni kell.

A nyáklapokat olyan széles területen használják, hogy a modern kor elektronikájának elengedhetetlen részévé vált. Megtalálható minden komolyabb háztartási és ipari cikk vezérlőjétől kezdve egészen a motorvezérlőig (3.1.2-es ábra).

A motorvezérlő az autó szenzorjai által szerzett információkat összegyűjti, feldolgozza és ezek alapján valós idejűleg vezérli a különböző egységeket. Már az 1970-es években megjelentek az első vezérlők. Ezek csak mágnesszelepeket vezéreltek a karburátorokban és az alapjáratot szabályozta. Később egyre elterjedtebb lett és egyre több feladatot is látott el.



3.1.2. ábra Bosch motorvezérlő [2]

Már feladata közé tartozott a teljes üzemanyag keverékképzés- gazdálkodás, turbóvezérlés. Napjainkban már az egész autó kommunikál vele, és vezérli a különböző kényelmi- és biztonságtechnikai egységeket, a futóművet, de vigyáz magára a motorra is. Például túlmelegedés esetén nem engedi, hogy a hőmérséklet tovább fokozódjon, hanem visszaveszi a teljesítményt a maradandó károsodások érdekében.

3.2. Készülékezés alapjai, feladata és a hatpont szabály

Az ipari termelés állandó fejlesztésével párhuzamosan folyamatosan fejlődnek a termelési eszközök is. Ez a fejlődés kulcsfontosságúan befolyásolja a termelés technikai színvonalát és meghatározza a munka termelékenységét. Az újítások között egyre több olyan szerszám- és munkadarab befogó eszközt találunk, amelyek nem részei a gép vagy berendezés alapfelszerelésének, és nem is kaphatók a piacokon, mint a szokásos szerszámok és eszközök (például tárcsamárók, fúrófejek, univerzális tokmányok, gép satuk), hanem speciálisan adott technológiai feladatra, bizonyos munkadarabokhoz lettek tervezve. Ezeket

az eszközöket a gyártási eszközök kategóriájában különleges készülékeknek nevezzük. A különleges készülékek segítségével általában egyszerűbbé, gyorsabbá és pontosabbá válik a megmunkálás, lehetővé teszik az alkalmazkodást, csökkentik a nehéz fizikai munkát, valamint a balesetek és selejtveszteség kockázatát. [1] [7]

A készülékek olyan kiegészítő szerkezetek, amelyeket az egyetemes szerszámgépeken alkalmaznak annak érdekében, hogy a gyártási folyamat precízebbé, hatékonyabbá és gazdaságosabbá váljon, valamint, hogy kompenzálják a megmunkáló rendszer (gép) esetleges hiányosságait. A készülékeket többféle szempont alapján lehet csoportosítani, és a technológiai osztályozás lehetővé teszi azon készülékfajta kiválasztását, amelyre részletesen szeretnénk koncentrálni. Ezen osztályozás szerint megkülönböztethetünk forgácsoló készülékeket (például esztergák, marók, fúrók stb.), forgácsnélküli alakító készülékeket (például hajlítók, hegesztők, hőkezelő berendezések stb.), szerelő készülékeket, mérő (ellenőrző) készülékeket stb. [3] [33]

- *Egyedileg tervezett (különleges, egyedi) készülékek:*

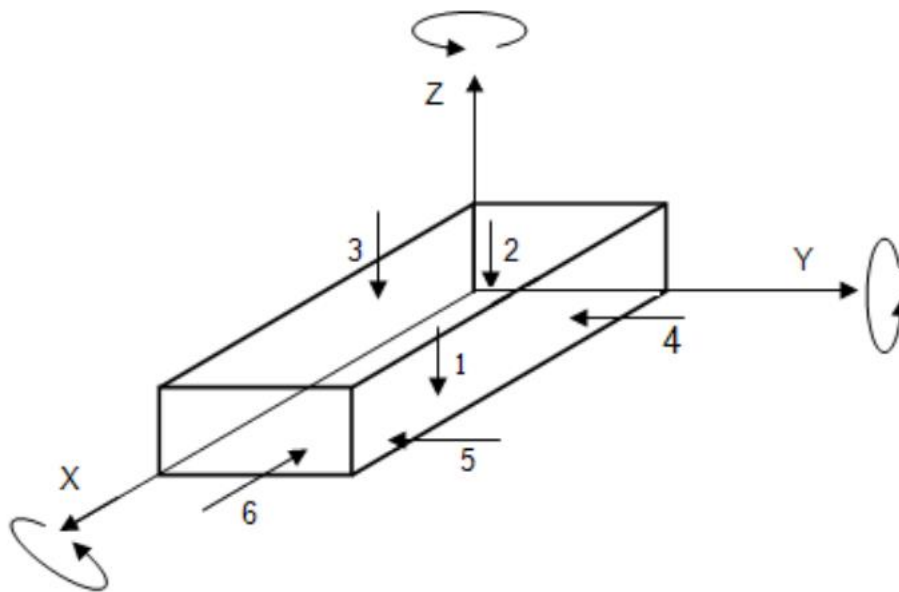
Ezeket a készülékeket úgy tervezik és gyártják le, hogy azok egy adott alakú és méretű munkadarabhoz, azon egyetlen vagy néhány előírt művelet elvégzésére szolgáljanak. Ennek szükségessége akkor merül fel, ha a munkadarab alakja, a technológiai körülmények és a sorozatméret alapján végzett gazdaságossági számítások ezt megkövetelik. Ezeknek a készülékeknek a költségeit a gyártási külön-költség formájában számítják ki és veszik figyelembe.

- *Csoportkészülékek:*

Csoportkészülékek akkor kerülnek tervezésre, gyártásra és alkalmazásra, amikor sorozatban kell megmunkálni azonos vagy nagyon hasonló alakú, de különböző méretű munkadarabokat. Ezek a munkadarabok csoportokat alkotnak, ahol minden csoporton belül az egyes darabok méretei megegyeznek, de az alakjuk közel azonos vagy azonos. A csoportkészülékek esetében lehetőség van egyes készülékelemek célszerű cseréjére vagy átállítására, amikor áttérünk egy csoport munkadarabjairól a másikéra. Ezáltal a készülékek alkalmasak mindegyik munkadarab megmunkálására a csoportokon belül. Általában ezeket a készülékeket egyedi tervezés és gyártás jellemzi, nem szoktak kereskedelmi forgalomban elérhetőek lenni. A csoportkészülékek használati elve hasonló a forgácsolástechnológiában alkalmazott csoportmegmunkálás és csoporttechnológia elvéhez.[8]

Hatpont-szabálynak nevezzük, ha egy merev test mind a hat szabadságfokát el lehet venni hat rögzített ponton való támasztással. Ez teljesen be is határolja így a testet. [9] [43]

Ha a munkadarabot egy térben szabadon mozgó merev testnek tekintjük, akkor a helyzet meghatározása azt is jelenti, hogy a munkadarab mozgási lehetőségeit (szabadságfokait) figyelembe vesszük. Minden merev testnek hat szabadságfoka van, ahogyan azt a 3.2.1-es ábra is illusztrálja.



3.2.1. ábra A hat szabadsági fok

A test mozgását meg tudjuk akadályozni úgy, hogy a felületeit rögzített pontokhoz érintjük. Gondoskodni kell arról, hogy a felületek mindig érintkezzenek a pontokkal.[22] Így a 3.2.1.-es ábrán látható, hogy az egyes pontok korlátozzák a következő mozgási lehetőségeket:

- 1.pont: z tengely menti elmozdulás,
- 2.pont: y tengely körüli elfordulás,
- 3.pont: x tengely körüli elfordulás,
- 4.pont: y tengely menti elmozdulás,
- 5.pont: z tengely körüli elfordulás,
- 6.pont: x tengely menti elmozdulás.

A készülékek egyik alapvető eleme az a rögzítő egység vagy rész, ami az egész készülék pontos és gyors felfogatásáért szolgál a szerszámgépre. Ennek pozicionáló szerepe legalább olyan fontos, mint a szerszám pozicionálása a munkadarabhoz. [29] [30] [35]

Mivel az állomás módosítása körülményesebb, így a készüléket tervezzük a géphez és nem fordítva. Általában a gépek felfogatásai szabványos megoldással vannak elkészítve. Szerszámgépeken például a gépasztal, vagy tokmány, jelen helyzetben Bosch profil. A többi rögzítő elem már a munkadarabhoz köthető. [31] [39]

Ezek a felületek nagysága és kialakítása nagyban függenek a támasztandó test fizikai jellemzőitől. Ezek függvényében kell meghatározni az alkatrészek anyagait, hőkezeléseit, bevonatait. Ha a készülék már egy komolyabb gazdasági értéket képvisel, akkor el kell gondolkodni a könnyen cserélhető betétezésről. A betétek keménységének kisebbnek kell lennie, mint a munkadarabé, hogy a kopásokat minimalizáljuk. Ezzel a megoldással nem kell az egész készüléket kicserélni vagy felújítani, ha elkopna a betét, hanem csak ki kell cserélni azt a kis részt, így költséget és állási időt lehet csökkenteni. [32] [36] [38]

3.3. Anyagismeret

A készülékemhez tartozó alkatrészek anyagait elsősorban a cég forgácsolóműhely anyagkészletéből akartam választani. Mivel a készülékem nincs extrém mechanikai vagy hőhatásnak kitéve, így nem tartom szükségesnek speciális anyagok alkalmazását a cég kívülről. Egyrészt jelentősen megnövelné a készülékem anyagköltségét, másrészt egy plusz szállítási idő is hozzáadódna a tervezés és a kész eszköz beszerelése közötti teljes gyártási időhöz. A műhely szerszámozása és gépei is korlátozottak, így az anyagok is ezekhez lettek berendelve. A műhely vezetőjével egyeztettem és felmértem készletüket. Ezek alapján a következő anyagokcsoportok találhatók meg:

3.3.1. Szerszámacélok

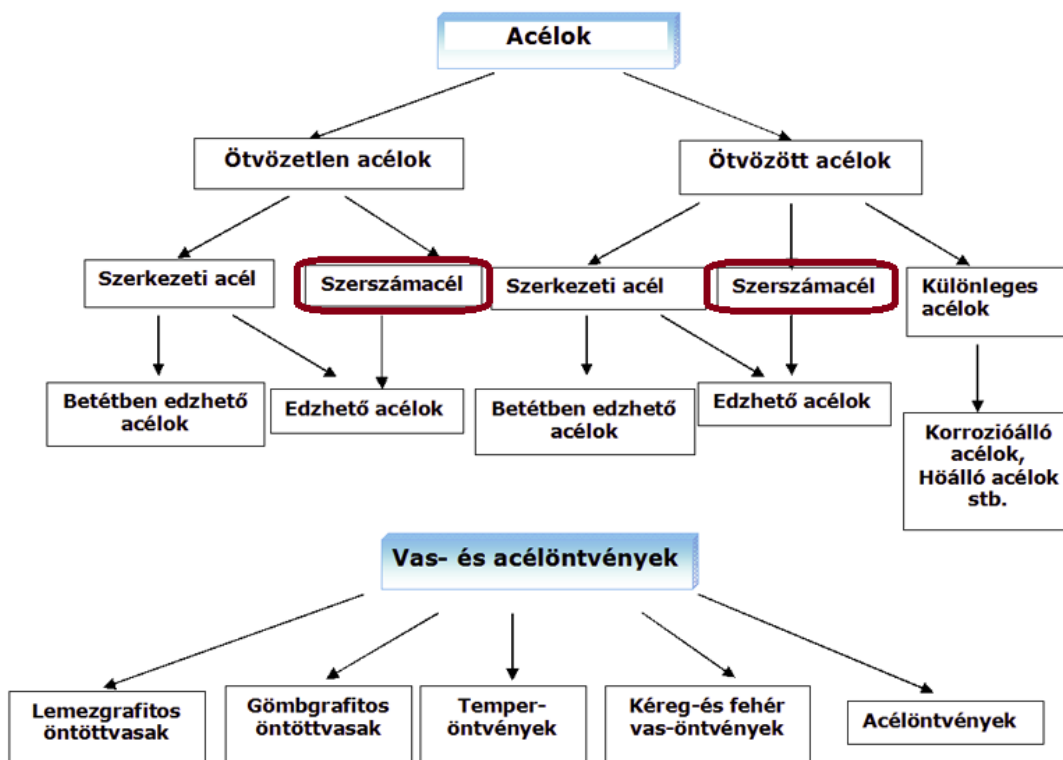
Az anyagokat sokféleképpen lehet kategorizálni. Megkülönböztethetjük őket fizikai, kémiai, mechanikai tulajdonságaik alapján, de felhasználási területük szerint is. A legnagyobb két csoportjuk a szerves és szervetlen anyagok. A szerves anyagok közé tartoznak a különböző mesterséges vagy természetes polimerek. Felhasználásuk olyan sokszínű, hogy a műszaki terület szinte minden rétegében nélkülözhetetlenek. [2] [40] [41]

Az anyagok másik csoportja, a szervesetlen anyagok azonban legalább olyan fontos, vagy még inkább fontosabb is a műszakik életben. Ide tartozik az összes fémes anyag, üvegek, kerámiák és kompozitok. [6]

fémeket is tovább csoportosíthatjuk vasötvözetekké és nemvasfémekké. A nemvas fémek közé tartozik minden olyan fém, ami nem tartalmaz vasat. Ezek lehetnek nehézfémek, mint például az arany, ezüst, réz, wolfram és lehetnek könnyűfémek, mint az alumínium és a magnézium. [10]

Mivel a vasat, mint elemi fémeket a természetben sem lehet fellelni és nem is alkalmazzák ilyen formában, így vasötvözet formájában beszélünk róla. Kettő fő csoportja van: az acélok és az öntöttvasak. Kettőjük között a szénttartalom nagysága teszi a fő különbséget.

Az acélok tulajdonságait különböző ötvöző anyagokkal lehet módosítani, javítani, annak érdekében, hogy az adott felhasználáshoz a legmegfelelőbb legyen. Lehet növelni a keménységét, kopásállóságát, szakítószilárdságát, hő vagy elektromos vezetőképességét stb. Így léteznek ötvözött és ötvözetlen acélok, amit látható a 3.3.1. ábrán is.



3.3.1. ábra A vasötvözetek csoportosítása

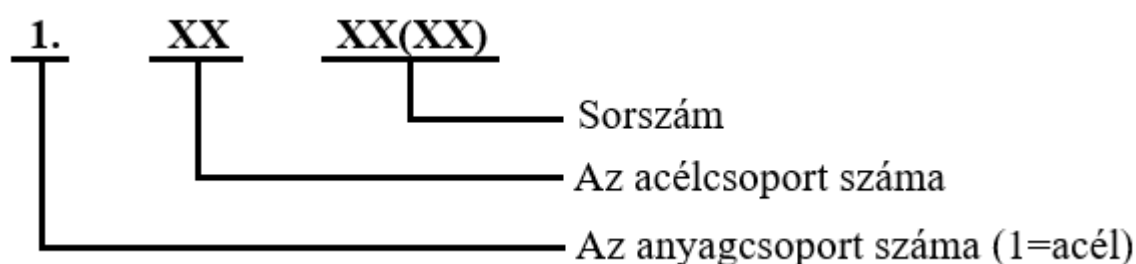
Acélokon belül a felhasználás módja és a szénttartalom alapján megkülönböztünk még szerkezeti és szerszámacélokat. A szerkezeti acélról 0,6 % szénttartalomig beszélhetünk.

Felhasználási területei igen széleskörű. Különböző gépek, gépalkatrészek, épületek szerkezeti elemeit képzik. Ilyen anyagokból készülnek például a zártszelvények is.

A szerszámacélok az acélok azon csoportjába tartozik, amelyek széntartalma 0,6-2,06% közé tehető. Felhasználásuk sokoldalú, elsősorban más fémek vagy nemfémes anyagok megmunkálására alkalmazzák. Ezekből az anyagokból készült szerszámok mindig specifikusak, mindig az adott megmunkáláshoz fejlesztik ki, de legalább egyel nagyobb keménységgűt kell választani, mint a forgácsolandó munkadarab. [21]

Az acélok jelöléseit a szabvány, ami az MSZ EN 10027-es szabvány, két fő részre szedi. Az egyik szabvány az acél valamelyik tulajdonságát garantálja, a másik vegyi összetételre teszi a hangsúlyt. [44] [46]

A választott szerkezeti acélnak is két jelölése van. A rövid jel **90MnCrV8**. A hosszabb számjele a **DIN 1.2842**. Az utóbbi jelölés felépítését a 3.3.2.-es ábra részletezi.



3.3.2. ábra Az acél számjelének felépítése

Az anyagom tehát az „1” -es anyagcsoportba tartozik, a „28” -as acélcsoportba és „42” -es a sorszáma. Ez az acél egy gyengén ötvöztött szerszámacél, ami nagy keménységgel és kopásállósággal rendelkezik. Vanádiumtartalma miatt kisebb a hőre való érzékenysége is.

3.3.2. Alumínium

Az alumínium magában egy puha, vágható ezüstfehér könnyűfém. Felülete rendkívül gyorsan reagál a levegő oxigénjére és védő oxidréteg alakul ki. Az védi meg az alumíniumot a maró hatású savaktól is. Ezt a réteget az iparban gyakran mesterségesen még vastagítják is, ezt hívják eloxálásnak. Természetben ez sem fordul elő tisztán, viszont nagy mennyiségben fellelhető a földkéregben. A legjobban bányászható kőzete a bauxit. Ebből állítják elő nagy mennyiségben a timföldet Bayer-féle eljárással. Ez már az alumíniumgyártás közvetlen alapanyaga.

Az alumínium sűrűsége fémekhez képest viszonylag kicsi, $2,7 \text{ kg/dm}^3$. Jól alakítható és ötvözve jó mechanikai tulajdonságokkal rendelkezik. Kiváló hő- és villamos vezető. A sűrűségének köszönhetően az egyik fő felhasználási területe a járműipar. Vékonyra hengerléssel előállított fólia a csomagolóipar egyik fő elemét is képezi. [49]

1. táblázat Alakítható alumínium ötvözetek jelölései

1000-es sorozat	Színalumínium
2000-es sorozat	Al – Cu ötvözetek
3000-es sorozat	Al – Mn ötvözetek
4000-es sorozat	Al – Si ötvözetek
5000-es sorozat	Al – Mg ötvözetek
6000-es sorozat	Al – Mg - Si ötvözetek
7000-es sorozat	Al – Zn ötvözetek
8000-es sorozat	Egyéb ötvözetek

Az alakítható alumínium ötvözetek szabványos jelölése az **EN AW**. Ahogy az az 1. táblázatban is látható számjelöléseket alkalmazzuk, kiegészítésként szögletes zárójelben meg lehet adni az anyag vegyi összetételére utaló jelölést is. [48]

Például az én általam választott anyag az **EN AW-5083 [Al MgMnSi0,5]**. Ahogy az látható az 5000-es sorozatba tartozik, szóval egy Al-Mg ötvözetéről van szó, de megtalálható benne még mangán és szilícium is. A sokrétegű felhasználása miatt, a világ legtöbbet felhasznált alumínium ötvözete. Hengerelt lemezként a legnagyobb szilárdságú, de még jó alakítható, hajlítható és hegeszthető alumínium lemez típus. Könnyen forgácsolható és jól eloxálható is. [15] [20]

3.3.3. ESD műanyagok

Mivel a gyár szinte minden termékében található nyomtatott áramkör és érzékeny elektronikai alkatrész, így kiemelt fontosságú és elvárt az „ESD” védelem. Az ESD jelentése elektrosztatikus kisülés. Ezek a kisülések két különböző potenciával rendelkező test vagy tárgy között jönnek létre. Ilyenkor nagyon kicsi feszültség keletkezik, ami kiegyenlítődik az

érintéskor. Ez többnyire ártalmatlan, viszont az elektronikai rendkívül érzékenyek rá. A kisülések akár tönkre is tehetik az egyébként tökéletes kész terméket. A feltöltődés és a kisülések érdekében védőintézkedésekre van szükség. Biztosítani kell a gyártás egész tartama alatt és szállítás közben is az ESD védett környezetet. Ezt különböző ESD védőfelszerelésekkel és eszközökkel érik el. Emellett a sűrű és szakszerű földelés is nélkülözhetetlen.

Ehhez az iparban különböző ESD-s anyagokat fejlesztettek ki. Ezeknek célja, hogy ha mégis statikusan feltöltődött volna valamilyen test, akkor azt levezeti a földbe. Ez az ott dolgozó személyekre is igaz, a mozgásuk közben keletkező súrlódás valamilyen szinten feltölti a ruhákat. Ezért ilyen területeken speciális ESD-s cipőket, kesztyűket és köpenyeket kell használni. A felszerelés elvezeti a keletkezett feszültséget az ember felszínéről a földbe.

A teljesen automatizált, emberi jelenlétet közvetlenül nem igénylő gyártás során is szükséges az ilyen anyagok alkalmazása. A gépek, eszközök, futószalagok mozgása közben is jöhetnek létre potenciálkülönbségek. Ezeket keletkezését a földelésekkel jelentősen lehet csökkenteni, de a minőségbiztosítási normák betartása miatt még több intézkedésre is van szükség. A közvetlenül a termékkel vagy félkész termékkel érintkező felületeket ESD bevonattal kell ellátni, vagy alapból ilyen anyagokból kell elkészíteni az alkatrészeket. [42]

A műhelyben használatos konkrét műanyag a **POM C ELS**. Ez az anyag a Polioximetilén kopolimer egy speciális változata. Hőre lágyuló, jó kopásálló műanyag. Adalékok hozzáadásával érik el, hogy kiváló vezetőképességgel és UV állósággal rendelkezzen. Csúszócsapágyak, vezetőgörgő, fogaskerek és forgácsolt alkatrészek jellemző anyaga.

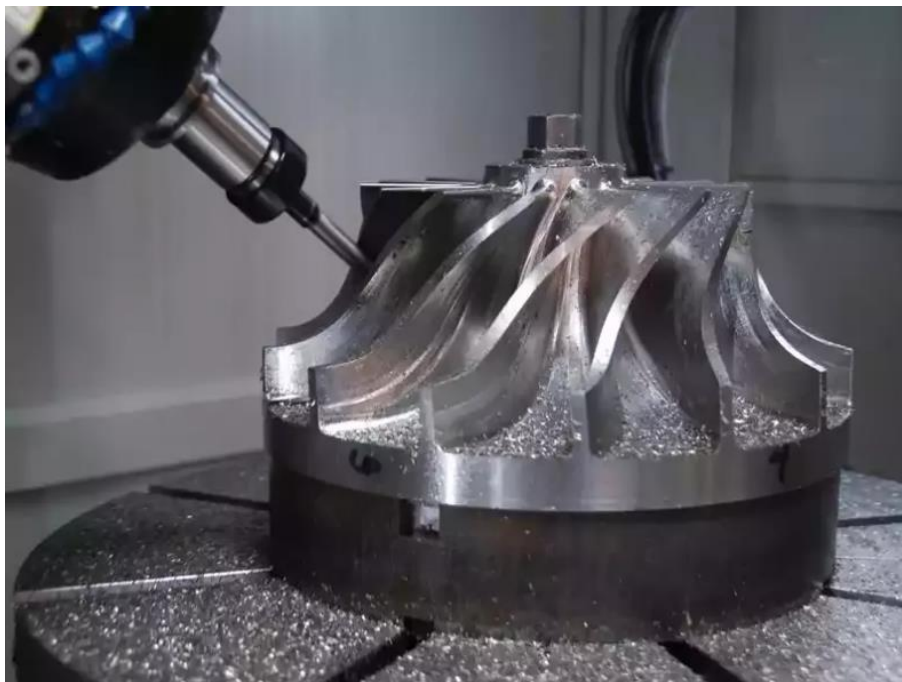
3.4. Gyártási eljárások, kenőanyagok

A készülékem tervezésénél figyelembe kellett venni, hogy a gyártandó alkatrészek a gyár saját forgácsoló műhelyében készülnek. Ennek előnyei közé tartozik a szállítási idők közel nullára való csökkentése, a rugalmasabb, könnyebb megbeszélések és a költségek csökkentése. Hátránya, hogy nem minden megmunkálási eljárás valósítható meg a műhelyben. Egyeztettem a műhely vezetőjével a rendelkezésre álló anyagok, szárszámok és forgácsoló gépek korlátairól. Ezek szerint kiválasztottam a megfelelő anyagokat és megállapítottam, hogy legyártható cégen belül minden alkatrész, vagy a szabványos

alkatrészek rendelkezésre állnak. A gyártáshoz kettő szerszámgépre van szükség: egy maró- és egy eszterga gépre. A műhely lehetővé teszi, hogy nem csak hagyományos, de számítógép vezérlésű CNC gépeken legyen a gyártás. [4]

3.4.1-CNC vezérlés

CNC (computer numerical control), azaz számítógépes numerikus vezérlésű megmunkálásnak nevezzük azt a gyártási folyamatot, amelyben a szárszám és/vagy a munkadarab mozgását nem kézi irányítás végezi, hanem előre programozott számítógépes szoftver. Ez számtalan forgácsoló, alakító szerszámgép vezérlésére használható. A legelterjedtebbek és a legfontosabbak közé tartozik maró- és az esztergagép. Segítségükkel jóval bonyolultabb háromdimenziós testeket lehet készíteni rendkívül nagy pontossággal. Alkalmazásával túlléphetünk a kezelő és a kezelő szervek fizikai korlátjain. A hagyományos megmunkáló gépek kerekei, karjai és gombjai helyett programsorokat kell bevinnünk a gépbe a különböző mozgások elvégzéséhez. Az NC vezérlésű elődje annyiban különbözött, hogy a programot lyukasztókártyákkal lehetett megadni, míg a mai korszerű gépeknél egy külön kialakított speciális „billentyűzet” segítségével vihetjük be a programot. Kezeléséhez külön erre szakosodott szakemberekre van szükség. [18] [23] [37]



3.4.1. ábra Megmunkálás 5 tengelyes CNC marógépen

A sokoldalúsága miatt a legelterjedtebb CNC gép a CNC marógép. Elvégzi a hagyományos maró-, fúró- és sok esztergagép műveletet is. Programozása általában „G-

kóddal” vagy a gép gyártójának saját programnyelvében valósul meg. Az alap gépek általában három tengellyel rendelkeznek (X, Y és Z), de a komolyabbaknál ennek duplája, a hát sem ritka. Pont ezek a tengelyszámok alapján is kategorizálják a CNC marókat. Általánosan elmondható, hogy minél több tengellyel rendelkezik egy gép, annál bonyolultabb geometriájuk alkatrészek készíthetők el azon a gépen, ahogy ez a 3.4.1. ábrán is látszik. Elterjedésük annak is köszönhető, hogy olyan problémákat tudnak megoldani ezeken a gépeken, amit előtte nem lehetett. Másik előnyük, hogy a megírt programok menthetők, másolhatók és utólagosan is módosíthatók a precíz végeredmény érdekében. [14] [34]

A másik nagy csoportja a számítógépes vezérlésű forgácsoló gépek közül a CNC esztergák. Ezek általában nagyon hasonlóak egymáshoz, nem olyan változatosak, mint a marógépek. A változatosság inkább csak a befogási módszer és a befoglaló méretek között van. Nem is képesek annyiféle alkatrész gyártására, viszont nagy precizitással és termelékenységgel végzik a forgástestek megmunkálását. [5] [24] [45]

A maradék CNC gép általában nem forgácsoló, hanem valamilyen speciális plazma- vagy lézervágó, hegesztőgép vagy csiszoló. Ezek feladatai is sokszor el lehetni végezni a maró vagy az esztergagépen, de termelékenység szempontjából és nagyobb darabszámoknál inkább ezeket alkalmazzák. [25]

3.4.2 Hűtő-kenő folyadékok

Mind a CNC, mind a hagyományos megmunkáló gépek kulcsfontosságú eleme a hűtő-kenő folyadékok (HKF). Nélkülük olyan gyártástechnológiai problémák jelentkeznek, amik a melegedésre és a fokozott szerszámkopásra vezethetők vissza. Megjelenésükkor szimplán vizet alkalmaztak. A növekvő termelékenység viszont megkövetelte speciális folyadékok kutatását, a jobb hűtő- és kenőhatás érdekében. Így jelentek meg a napjainkban használt emulziók. [11] [12]

Az emulziók összetétele főleg a felhasználásuk oka befolyásolja. Egyes emulziók jó hővezetők, viszont rosszabb kenési tulajdonságokkal rendelkeznek, míg a másik jobban mossa a felületet, mint amennyire elvezeti a hőt a felületekről. Az adott megmunkálási

technológia meghatározza, hogy melyik kenőfolyadékot kell választani. A legfontosabb tulajdonságai a gyakori hűtő-kenő folyadékoknál a 3.4.2. ábrán látható. [16] [17]

A hűtő-kenő folyadékok legfontosabb tulajdonságai	Hűtő-kenő folyadék			
	Olaj	Emulzió -tejszerű -tanszparens	Félszintetikus	Szintetikus
KENŐHATÁS				
HŰTŐHATÁS				
MOSÓHATÁS				

3.4.2. ábra a hűtő-kenő folyadékok legfontosabb tulajdonságai

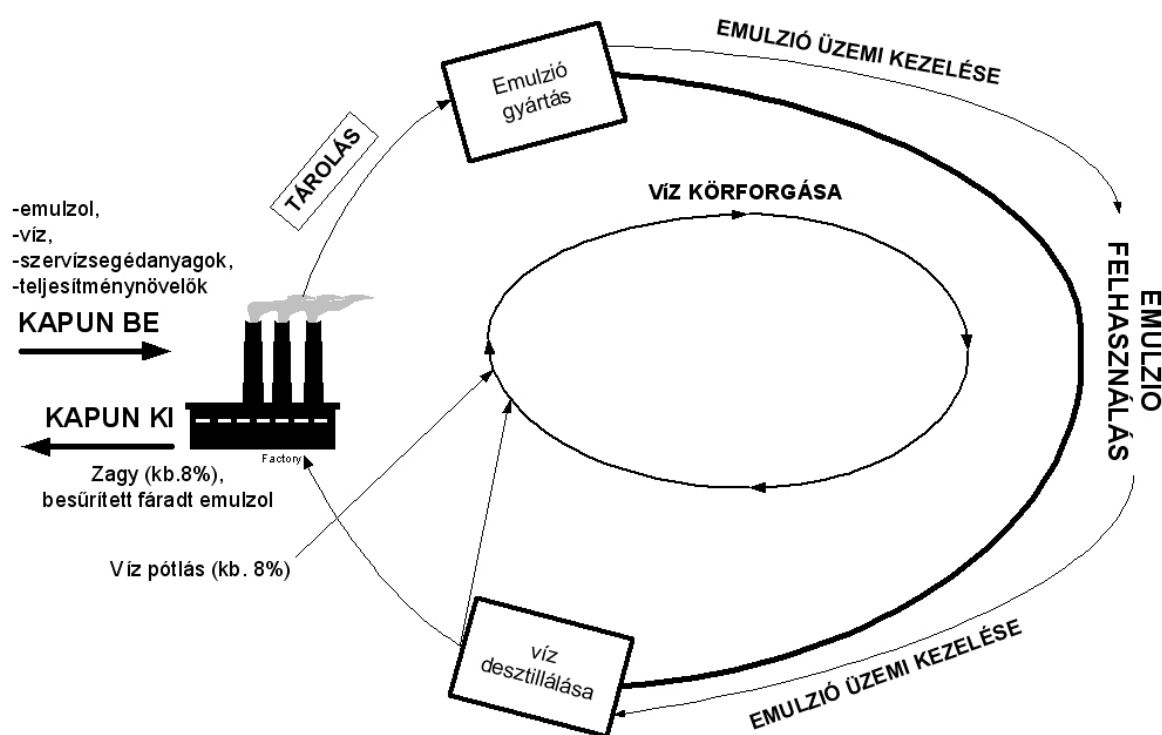
A különböző megmunkáló eljárásoknál a tribológiai folyamatok egyre fontosabb szerepet töltenek be. Az egyre precízebben dolgozó drága szerszámok, egyre kisebb selejttel készítenek hibátlan munkadarabokat. Viszont ennek tartós fenntartásához fokozottan kell figyelni a szerszám hűtéséről és kenéséről is. Ha megfelelő a kenőhatás, akkor a szerszámon és a munkadarabon keletkező kritikus hő kellőképpen elvezetődik, vagy meg sem jelenik olyan szinten, hogy az már káros legyen. Az elvezetett hő így nem lágyíthatja ki a drága szerszámot és a munkadarab méretét sem befolyásolja annyira. A végeredmény egy jó felületi minőséggel és méretekkel rendelkező hibátlan munkadarab. [13] [28]

A másik elhagyhatatlan tulajdonsága a hűtő-kenő anyagoknak a kenés. A hő elvezetése mellett a jó kenési tulajdonságokkal rendelkező olaj vagy emulzió, drasztikusan csökkenti a jelentkező súrlódásokat. A súrlódás a megmunkálás közben keletkezett energia veszteség. Ez alakítja át a gép által bevitt teljesítmény egy részét hő formájába. Ezt a veszteséget nem tudjuk megszüntetni, viszont csökkenteni lehet. Ráadásul, ha csökkentjük a súrlódást, akkor ugyanakkora forgácsleválasztáshoz kisebb teljesítmény szükséges. A kisebb teljesítményigényű forgácsolás kisebb hőt is termel, amit a hűtő-kenő folyadék is könnyebben elvezet. [19] [27] [52]

A kisebb súrlódás kevésbé veszi igénybe a szerszámot, így a forgácsoló él élettartama hosszabb lesz. Ez csökkenti szerszám költséget, hiszen nagyobb periódusban kell azt megélezni, vagy cserélni. Ezáltal csökken a megmunkálási költség és a kész termék piaci ára. A jó minőségű szerszám élettartamának növelése tovább biztosítja a jobb felület- és alakminőséget is, ami tovább növeli a munkadarab minőségét. [50] [51]

Az utolsó, de nem elhanyagolható tulajdonsága a mosóhatás. A forgács eltávolítása a forgácsoló területéről mindig is a fő feladatok közé tartozott, még a HKF-ok nélkül is. A helyben maradt folyó forgács feltekeredhet mind a szerszámra, mind a munkadarabra. Rontják a felületi minőséget karcoló hatásukkal, de akár szerszámtöréshez is vezethetnek. A feltekeredett forgács a forgó szerszámon még balesetveszély is okozhat. A finom, apró, szinte por állagú forgácsokat viszont megköti magában és nem engedi, hogy a környezeti levegőt megtelítse. Ez a látási viszonyok javulása mellett, komoly egészségügyi problémát is elhárít.

Az elhasznált vagy még fel nem használt hűtő-kenő anyagok veszélyes hulladéknak számítanak. Ezek tárolásáról, elszállításáról és újrahasznosításáról gondoskodni kell. A környezetbe kijutva közvetlenül, erősen terhelik az élővilágot és a vízkészletet is. Újra hasznosításakor el kell belőle távolítani a különböző adalékanyagokat. A megtisztított vizet újra fel lehet használni a későbbi emulzió készítéshez, ahogy ez a 3.4.3. ábrán is látható.



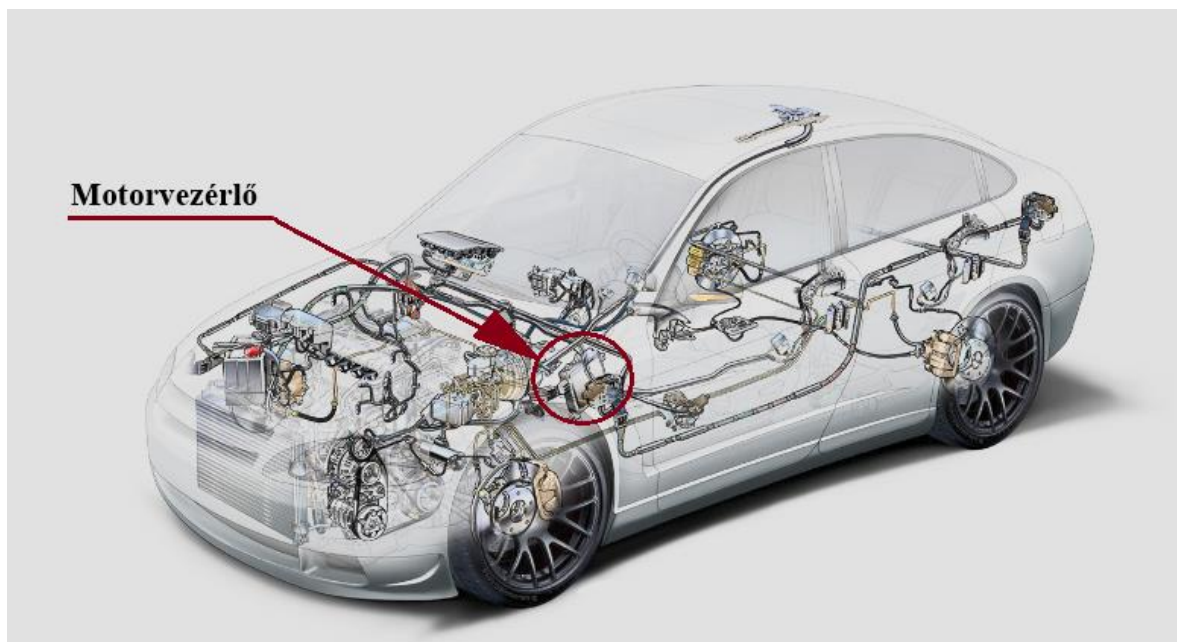
3.4.3. ábra Az emulzió életútjának folyamatábrája

Az EU irányelvei szerint a termék teljes életciklusát figyelembe véve kell végrehajtani a fejlesztést, ami magában foglalja az alapanyagok és komponensek előállítási körülményeit, beleértve az anyag- és energiafelhasználást. Az elhasznált HKF-ok kezelésekor fontos figyelembe venni és betartani a szigorú előírásokat a szennyvízkibocsátásra és a hulladékolajok kezelésére vonatkozóan. [47]

4. A PROBLÉMA BEMUTATÁSA

4.1. A motorvezérlő szerepe

A mai modern gépjárművek elengedhetetlen alkatrésze a motorvezérlő. Az egész autót átszövő elektronika szerves része. Eleinte csak a keverékképzés és az üzemanyaggazdálkodás volt a feladata. Mára már szinte az össze elektronikai alkatrésszel kommunikál és vezérli vagy adatot gyűjt róla. Hatással van az üzemanyagrendszeren kívül a fékrendszerre, biztonsági elektronikára és a komfortelektronikára is. Rendszerük megfigyelhető a 4.1. -es ábrán.



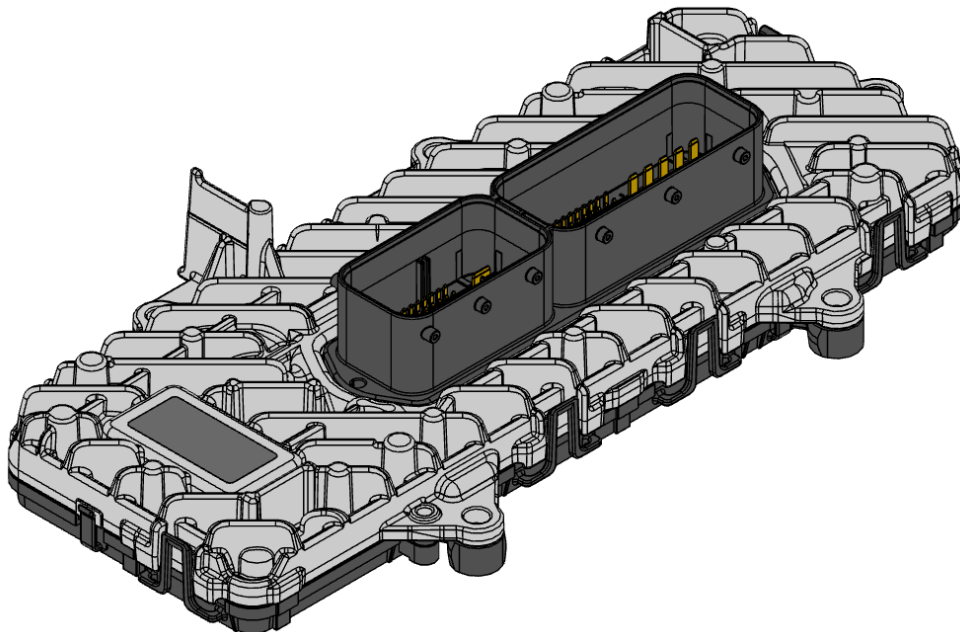
4.1. ábra Egy személyautó elektronikus rendszere

Az autóban egy egységet képző motorvezérlő általában a motortérben található, víztől és olajtól védett helyen. Típustól függően a motorra vagy a karosszériára rögzítik. A hozzáférés után könnyen cserélhető, gyorscsatlakozóval van ellátva. Az ide összefutó kábelek rendszerint egy köteggént csatlakoznak rá a vezérlőre. Előtte a különböző egységekből érkező vezetékeket, kábelek kábelcsatornáknak találkoztatják egymással, így a sok kisebb elágazások külön részekből tevődnek össze, és egyre nagyobb rendszert képeznek. A több csoportból álló vezetékkötegek előnye, hogy probléma esetén hamarabb ki lehet szűrni a hibás szakaszt. Könnyebb javítani is kiszerve, vagy csere esetén nem kell az egész egységet selejtezni.

4.2. A konkrét motorvezérlő bemutatása

Világszerte több millió márkájú, típusú és felszereltségű autó közlekedik vagy közlekedett az utakon. Épp ezért több ezer variációja van a motorvezérlőknek is. A hatvani Bosch gyár is több száz különböző vezérlőt gyárt. Közülük nem mindegyik motorvezérlő, sok váltó és akkumulátor töltésvezérlő. A modern autógyártás irányvonala miatt az utóbbi lesz hangsúlyosabb, míg a régebbi modellek kikopnak a palettáról. A gyártó sorok, amik az elavultabb modellekbe gyártották a vezérlőket vagy átépítésre kerülnek, vagy máshol kerülnek üzembe helyezésre, ahol már csak utángyártott alkatrészek készülnek.

Az érintett vezérlő egy motorvezérlő, amely már 2017-óta a hatvani Boschban kerül gyártásra. Ez a vezérlő a több német prémium autógyártó szereli be autóiba, de a tengerentúlra is szállítják. Ezek a cégek már évtizedek óta állnak szerződésben a nagy multival. A hosszú üzleti kapcsolat többek között a megbízható gyártáson alapul, ami mai napig nem változott, csak javult.



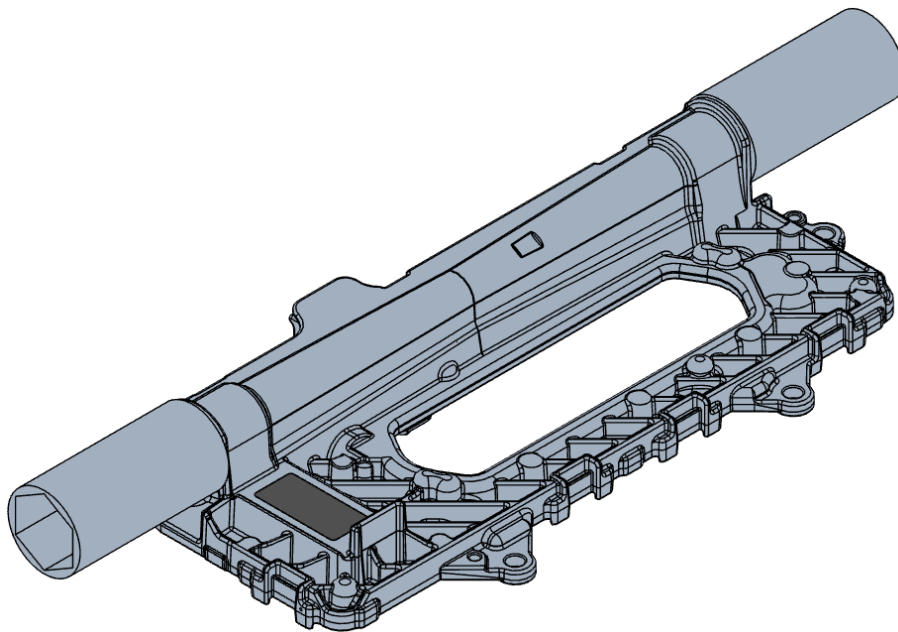
4.2.1. ábra: A konkrét motorvezérlő 3D modellje

Ez a motorvezérlő fő feladata vezérelni az autó teljes üzemanyagrendszerét, mint a többi típusnak is. Felépítését tekintve 4 fő részből áll: A ház, a fedél, a nyák és a csatlakozó.

A ház egy bonyolult geometriájú öntött alumínium alkatrész, ami a 4.2.1. ábrán is megfigyelhető. Feladata a vezérlő alkatrészeinek mechanikus kapcsolatának létrehozása. Megvédi a nyákot és a rajta elhelyezkedő érzékeny kondenzátorokat, tekercseket az esetleges

külső sérülésektől. Ezen az alkatrészen található meg a beszereléshez szükséges rögzítő felfogatások. Felületén megtalálható egy síkfelület, ahová a kész motorvezérlő azonosítására szolgáló címkét helyezik fel. A bonyolultsága az anyagában öntött hűtőbordákból is adódik. Ennek feladata, hogy a rendeltetésszerű üzem közben keletkező hőt a nyák alkatrészeiről elvezesse és átadja a környezetének.

A hűtésnek olyan fontos szerepe van a tartós és megbízható működésben, hogy egyes modelleknél nem elégséges a passzív, hűtőbordákkal való hűtés, hanem szükséges egy aktív hűtőkör is. Ennek érdekében a vezérlőnek van egy olyan változata, aminek a háza módosítva van és rá lehet kötni az autó saját hűtőrendszerére. Ezt a házat a 4.2.2. ábrán lévő modell ábrázolja.



4.2.2. ábra: Az aktív hűtéssel rendelkező vezérlő háza.

A fedél egy fröccsöntött ESD műanyag ház. Ennek egyedül feladata, hogy az összeszerelt motorvezérlőt légmentesen lezárja. Ebben segíti a számos rögzítő fül és patent, amely körben megtalálható rajta. Emellett rendelkezik egy furattal, amelybe a vezérlő szellőzéséért és nyomáskiegyenlítéséért felelős dugó megy. A dugó a levegőt engedi áramlani a vezérlőbe, viszont a vizet, párárt vagy bármilyen más szennyeződés kizár.

A nyák a vezérlő lényeges részét végzi. Ennek gyártása ugyan úgy a hatvani Boschon belül egy másik csarnokban készül. Ott nyomtatják rá a felületére a különböző elektronikai alkatrészeket, chipeket, ellenállásokat.

A csatlakozó szigetelő műanyagból készült. Feladata, hogy a nyákon található kivezetéseket, olyan elrendezésben és egymástól elszigetelve vezesse ki a vezérlőből, hogy az autó oldaláról egy szabványos csatlakozóval össze lehessen kötni az elektronikus rendszerrel.

4.3. Gyártósor bemutatása

Ezt a konkrét motorvezérlőt több gyártósoron is gyártják Hatvanban. A készülékemet viszont egy konkrét sorra terveztem, az „MSL08” nevű sorra. A telephelyen egyaránt megtalálható teljesen automata és részben operátori munkát igénylő gyártósor is. Ez a sor egy több gyártócellából álló „félautomata” sor. A megmunkáló, összeszerelő és programozó feladatokat robotok végzik. Az emberi erőforrás főleg az állomások közötti mozgatáshoz és a kezdeti alapanyagok felrakásánál szükséges.

Az első állomás a másik csarnokból érkező nyomtatott áramkörök nyákjait marja méretpontosra. A ledarabolt nyákokat szállító keretekre helyezik. Utána közvetlenül jön a „Flash” -elés. Itt töltik fel a vezérlőre az alapértelmezett alap programot, amire az autógyártó a saját programját tudja feltölteni.

Ez mellett helyezkedik el az az állomás, amelyre terveztem a szakdolgozatom alapját is adó készüléket. Itt operátori segítséggel helyezik rá a nyákokat a forrasztó keretbe és a nyákba a stekkert, csatlakozót. Egy másik készülék segítségével megadott erővel bepattintja a csatlakozó műanyag füleit a nyákba.

A behelyezett csatlakozó lábai átlógnak a nyákon és a következő állomáson, a szelektív forrasztóban kerülnek leforrasztásra. A leforrasztott nyákok egy másik keretbe kerülnek behelyezésre, ahol már az előre felhelyezett házakba rakják őket.

Utána következik a diszpenzáló állomás. Itt felviszik a hőátadó felületekre a hőátadást segítő pasztát és körbe a tömítőpasztát.

A pasztázás után egy robot ráhelyezi a műanyag fedelet a félkész vezérlőre és bepattintja a füleit a helyére a megadott erővel.

Az összerakott vezérlő utolsó eleme a nyomásiegyenlítő dugó. Ezt a következő állomáson behelyezik és mehet a végső tesztelésre, ahol lefuttatják a vezérlőhöz tartozó tesztprogramot. Ha minden megfelelt mindegyik állomáson akkor a raktározáshoz használt bliszterekbe rakják őket és félre rakják őket, hogy a tömítő paszta kikeményedjen. Ezt

általában több páternoszterben teszik meg. A pihentetett vezérlőket előkészítik szállításra és elküldik a vevőnek.

Tökéletes gyártás nem létezik. Akármennyire is törekszünk a hiba nélküli gyártásra a sok év és a több tízezer legyártott vezérlő során minden állomáson keletkeznek selejtek. Ezek eredetét és körülményeit a minőségbiztosítási csoportok vizsgálják. Ők a kapott adatokból táblázatokat, diagrammokat és statisztikákat készítenek. Munkájukat segíti a többi mérnök és az állomásokba épített kamerarendszer.

Statisztikáik alapján az előző éves selejtszázalékok megközelítőleg így alakultak az MSL08-as szerelősoron, amit a 2. táblázatban szedtem össze.

2. táblázat: Selejtszázalékok az MSL08 gyártósoron 2023-ban

Állomások nevei	Selejtek %-a éves viszonylatban
Nyákmaró állomás	<1%
Flash -elő állomás	<1%
Stekkerbehelyező állomás	13%
Szelektív forrasztó	3%
Házfelrakó állomás	4%
Pasztázó állomás	6%
Fedélbepattintó állomás	2%
Dugó behelyező állomás	1%
Tesztelő állomás	<1%
Összesen	32%

A selejtek keletkezése forrásból is adódhat. Lehet emberi hibából, figyelmetlenségből adódó hiba, lehet géphiba, de akár alapanyaghiba is. Amint az a táblázatban is megfigyelhető a stekkerbehelyező állomás majdnem a felét kiteszi a teljes selejtszámnak. Ennek jelentős része az emberi hibához köthető.

4.4. Probléma megoldása

Mivel operátori munka egy műszakban, azaz 12 órában igen fárasztó, így az idő teltével a figyelmük könnyen csökkenhet. A fő probléma ezen az állomáson, hogy a csatlakozót kézzel helyezik be, és nem mindig sikerül tökéletesen a helyére pozicionálni a bepattintáshoz. Így a bepattintó készülék a vékony szálakból álló csatlakozó lábait könnyen elhajlítja és nem megy át a nyák furatain. Így forrasztáskor nem lehet az összes lábat leforrasztani és nem érintkeznek tökéletesen az áramkör részeivel.

Munkájuk segítéséhez és a selejtszámok csökkentéséhez ezért tervezek egy készüléket. Ez a készülék segít pozicionálni a csatlakozó furatait a nyákhoz képest így emberi hiba lehetőségét csökkentem.

Mivel ezt a készüléket még nem használták az előző években így pontos statisztikák sem készültek azóta a selejtekről. Az értékeket becsülni lehet. Előreláthatólag a stekkerbehelyező állomás **13% -os selejttermelését lecsökkenti legalább 6% -ra.**

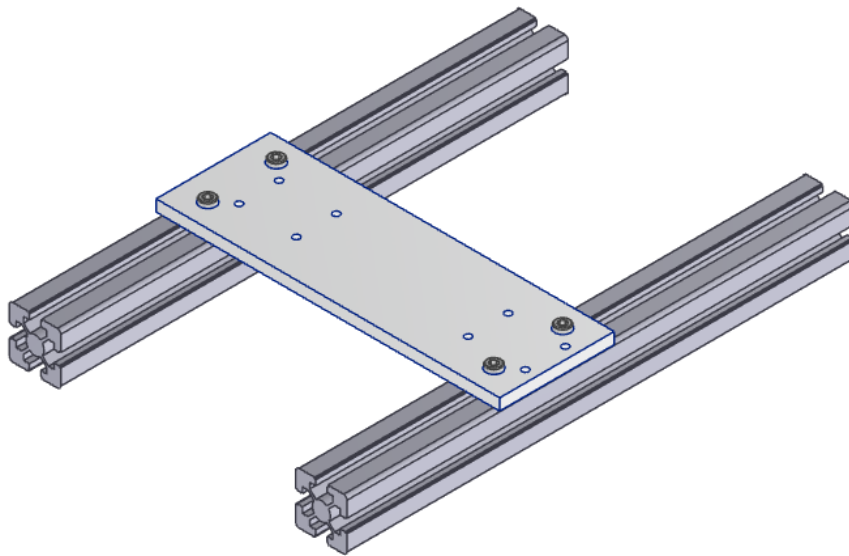
5. TERVEZÉS

5.1. A készülék felépítése

A tervezéshez a forgácsoló műhelyben lévő anyagokat vettem figyelembe a költségek minimalizálása és az anyagbeszerzési idők kizárása érdekében. Így a választott anyagok a következők:

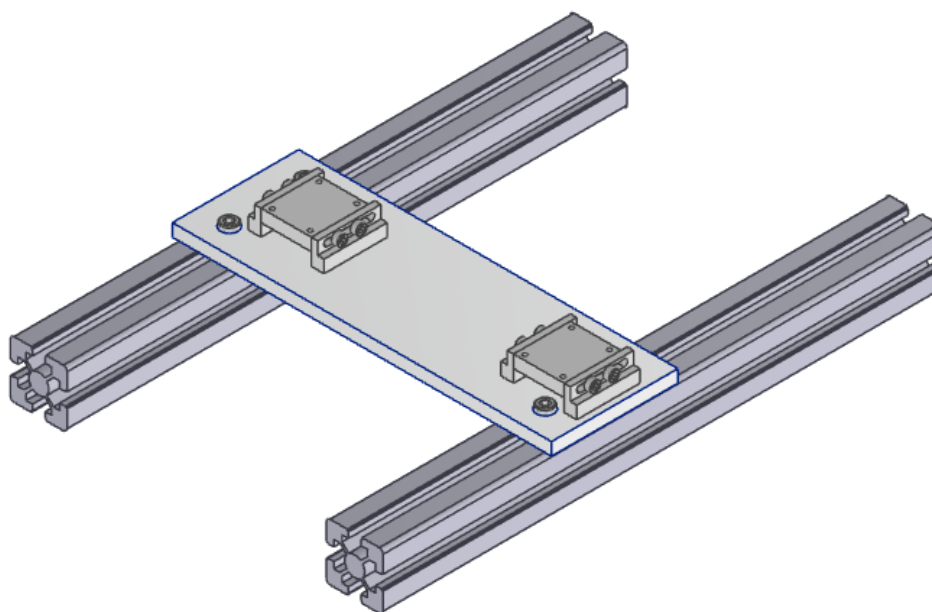
- EN AW-5083 alumínium ötvözet
- DIN 1.2842 szerszámacél

Ezek mellett szabványos belső kulcs nyílású csavarokat gépalkatrészeket és szabványos 45 x 45 mm-es Bosch profilt használtam.



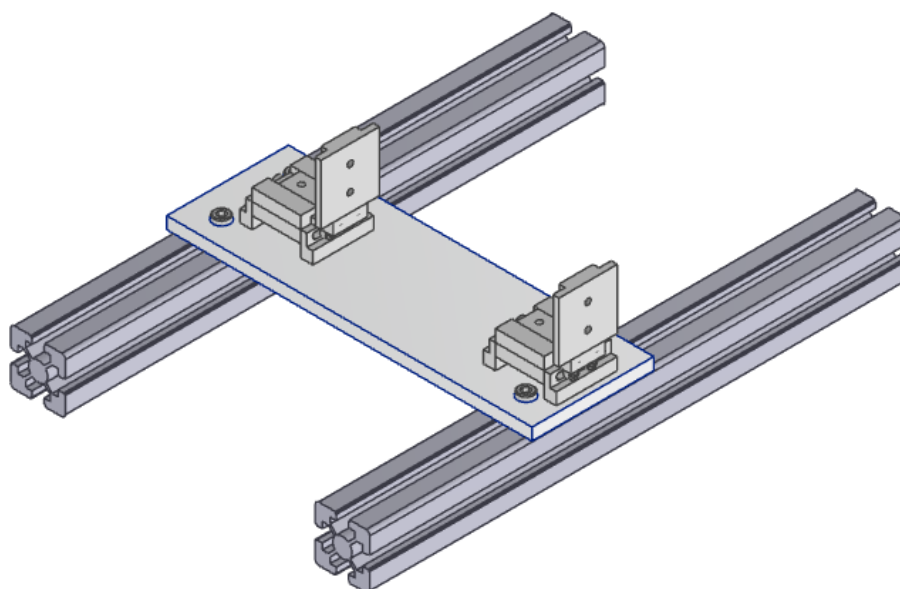
5.1.1. ábra: Az alaplap Bosch profilra szerelve

Készülékem alapját az alaplap képezi. Ez egy 300 mm x 100 mm -es, 10 mm vastag alumínium lap. A súlycsökkentés érdekében nem acélból készítettem el. Mellesleg jóval könnyebben is megmunkálható, kevésbé koptatja a szerszámot és gyorsabb a gyártása. A süllyesztett furatok mérete és a használt csavarok megkövetelték a legalább 10 mm-es anyagvastagságot. Ezt az alkatrészt szabványos 45 mm x 45 mm-es Bosch profilra szereltem fel M8-as csavarral és a profilba illő horonyanyával, ahogy az az 5.1.1. ábrán is látható. Ez a profil megegyezik az állomás többi profiljának méretével, ami a szerkezeti alapját biztosítja. Ez megkönnyítette az állomásra való felszerelés menetét.



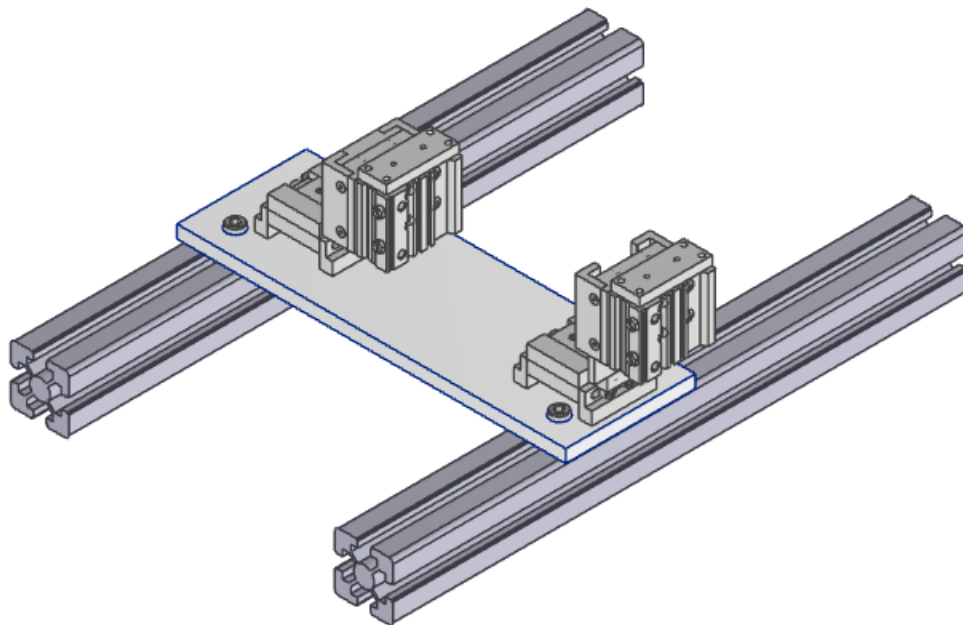
5.1.2. ábra: A felszerelt konzol az alaplagra

A készülékem egyszerre két nyakot pozicionál, így minden alkatrészem duplázva található az alaplapon kívül. Mivel a pozicionálandó méretek nem kerek, egyszerű méretek így ezek felszerelés utáni precíz beállítása kulcsfontosságú. A Bosch profil elhelyezése az állomáson csak tájolás jelleggel kerül felszerelésre. A pontos igazításokat további alkatrészekkel biztosítom a koordinátatengely minden irányába, amik az 5.1.2. ábrán már fel vannak szerelve az alaplagra. Korlátozott határok között fokozatmentesen állítható mindegyik tengely. „X” irányban 4 db belső kulcsnyílású csavar felel. Ezek meghúzása stabil alapot biztosít a következő alkatrészeknek.



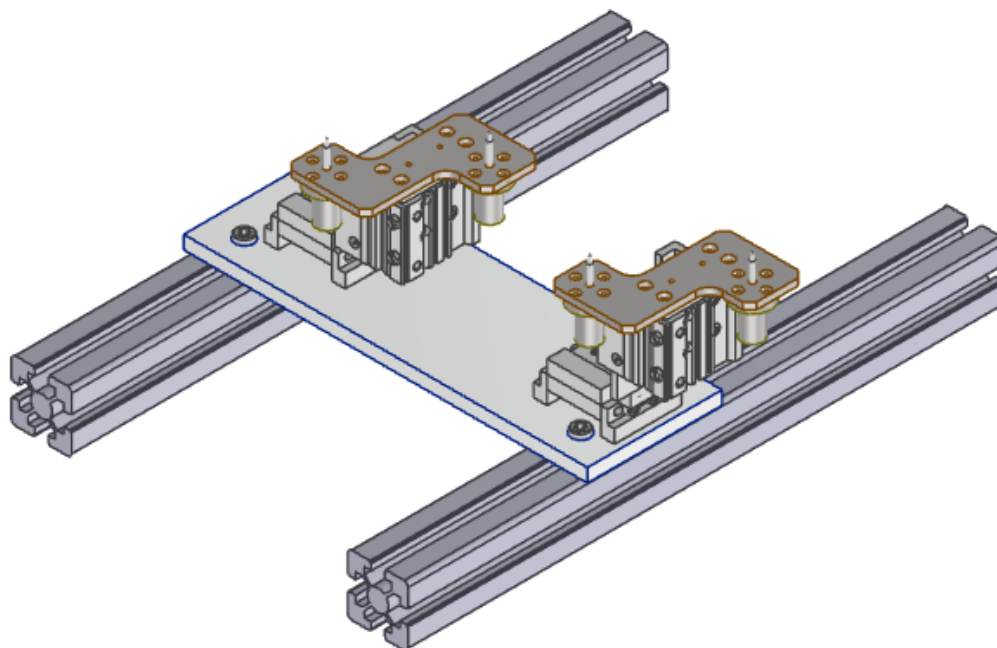
5.1.3. ábra: Az "Y" és "Z" konzol felszerelt állapotban

A további alkatrészek a többi irányba biztosítják az állítás lehetőségét, amik az 5.1.3.ábrán látható, Y” és „Z” tengely irányban hernyócsavarokat alkalmaztam. Erre azért volt szükség, mert ha a csavar feje kilógna az alkatrészek síkjából, akkor akadályozhatná a többi alkatrészt a mozgásában. Ezek anyaga szintúgy az adott alumínium, mivel nincsenek nagy igénybevételnek és kopásnak kitéve. Beállítása egyszer történik meg, a készülék első használata előtt. Ennek a méretnek mindig állandónak kell lennie, hiszen ez szükséges a tartós selejtmentes gyártáshoz. Esteleges karbantartás során, hogy ha akadályozza azt könnyen leszerelhető, viszont ekkor újra be kell állítani.



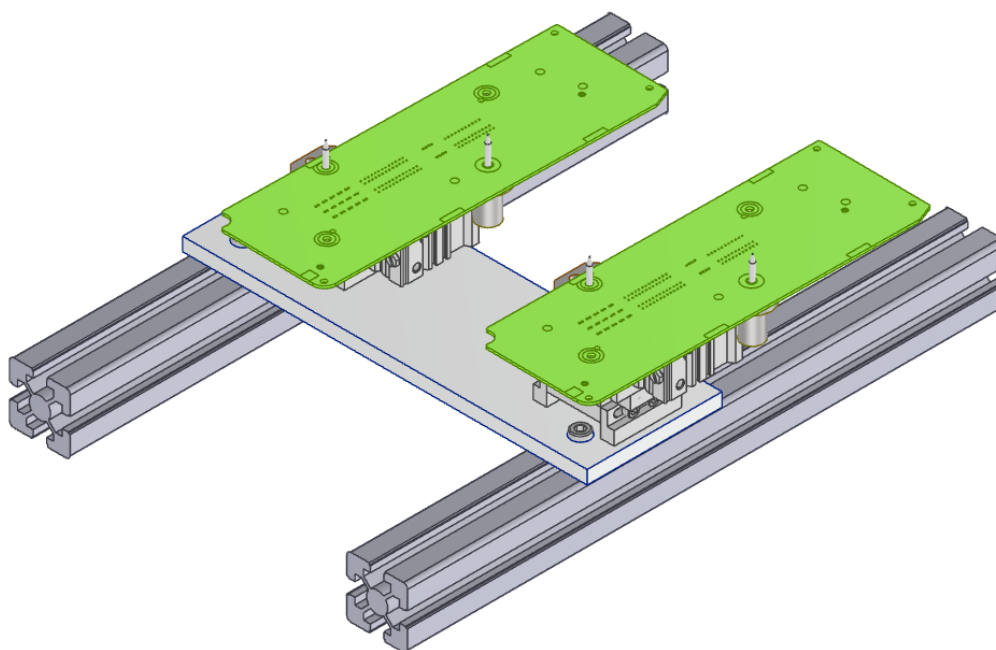
5.1.4. ábra: A munkahengerek felszerelése

A következő lépésben felszerelésre kerülnek a munkahengerek az egyedi felfogató konzoljuk segítségével. Ez biztosítja a munkahenger rögzítését a készülék állító alkatrészcsoportjához. Ezzel a felfogatással precízen állítható a munkahenger alaphelyzete függőleges irányban. A konzol a munkahenger szabványos felfogatási furatait használja alakítás nélkül. Itt figyelembe kellett vennem a pneumatikus csatlakozások elhelyezkedését, hogy a későbbi rendszerbe kötésnél elférjen minden pneumatikus vezeték és érzékelő.



5.1.5. ábra: A készülék kész állapota.

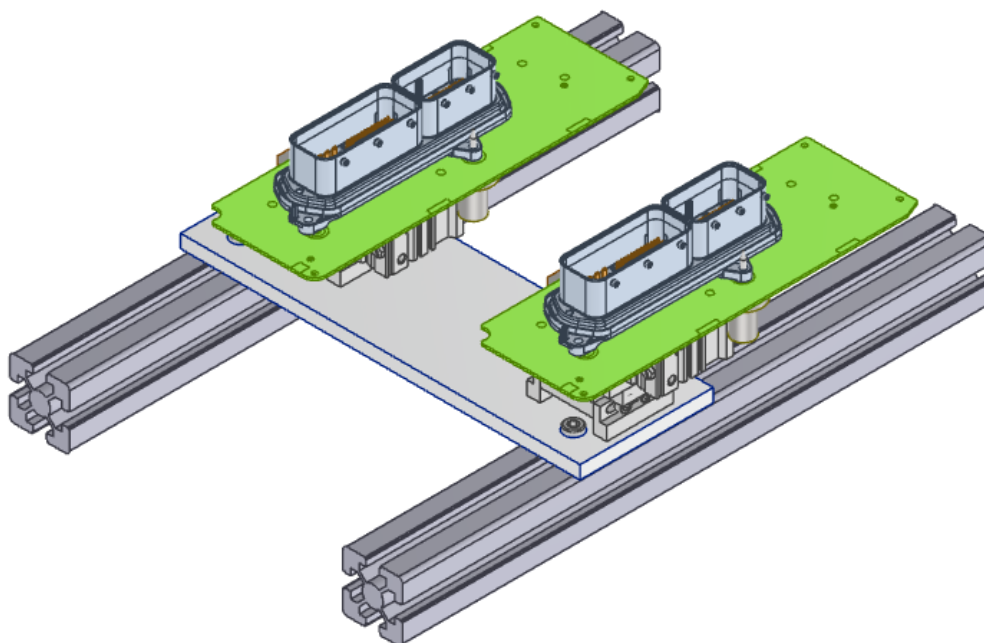
A készülékem utolsó alkatrészei kerülnek felszerelésre. A tájoló lap biztosítja, hogy a nyáklapon pozícionálni kívánt furatok egymáshoz képest állandó távolságra legyenek egymástól. A lapot 4 db csavarral rögzítem a munkahenger felső, mozgó részéhez. Erre kerül felszerelésre a pozícionálást közvetlenül végző „tüske”, ami 5.1.5 ábrán látható. Ennek anyaga a kiválasztott szerszámacél, hiszen a több tízezer nyák hamar elkoptatná, ha



5.1.6. ábra: A nyák elhelyezkedése a készüléken

alumíniumból lenne. A tüske egy szintén acélból készül perselyben fut. A persely engedi, hogy függőleges irányban elmozduljon a csap. Erre azért volt szükség, mert a behelyezés során a tüske károkat tudna okozni a nyákban. Így, hogy van függőleges mozgás, az esteleges pontatlan felhelyezés során a csap be tud nyomódni és nem sérti a nyákot. A kettő alkatrész között egy rugó található, ami az előfeszítésért és az ellentartásért felelős.

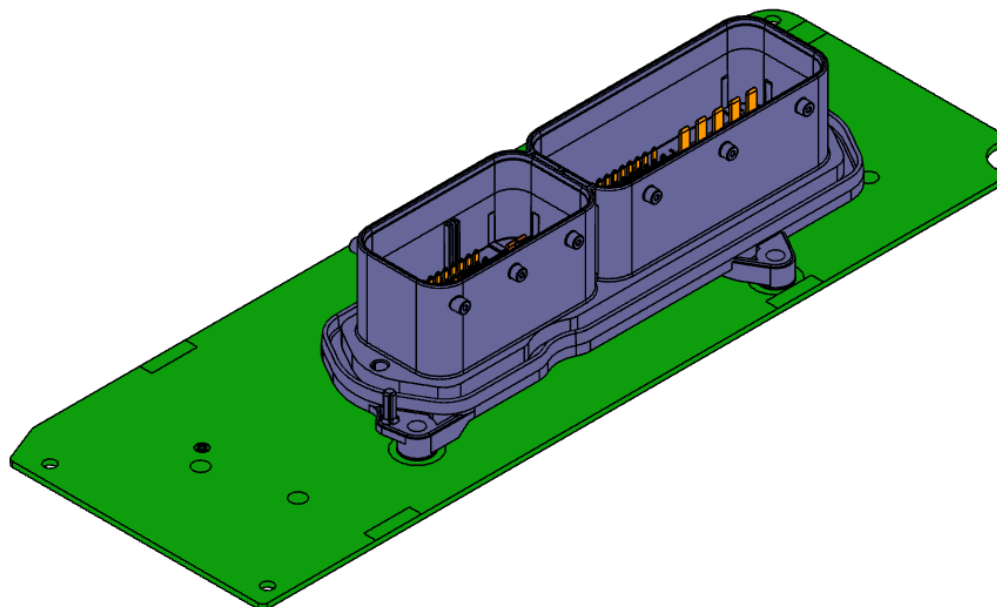
A nyák elhelyezkedése az 5.1.6. ábrán látható. Ez az elhelyezkedés adja meg a tájolását a következő állomásnak is a forrasztáshoz. A nyák és a készülék között egy forrasztókeret található, ami a két állomás között, szállítószalagon végzi a nyák mozgatását. A munkahenger alaphelyzetben fenti végállásban van. A folyamat végeztével kapcsoló segítségével megy az alsó végállásba, hogy a mozgó keret a nyákokkal együtt ne ütközzenek bene a készülékbe.



5.1.7. ábra: A behelyezett csatlakozók a nyákokon

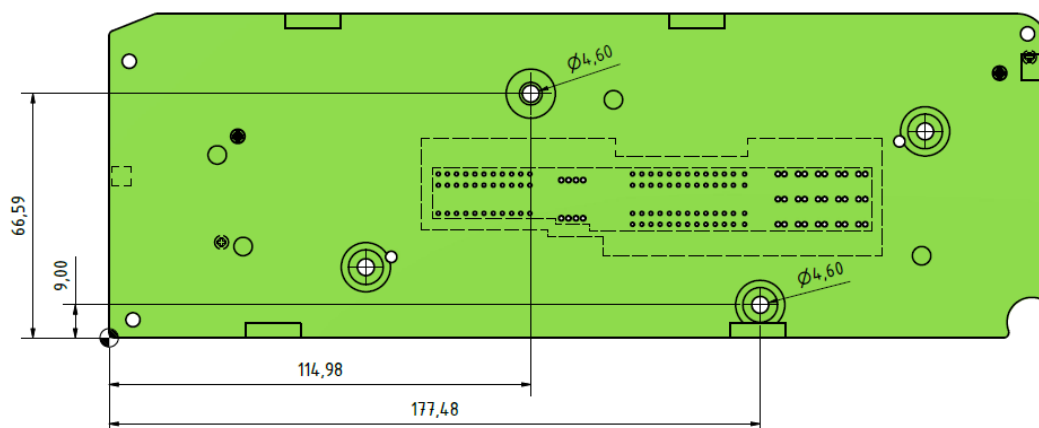
A csatlakozók a 5.1.7. ábrán látható módon vannak felszerelve a nyákra. Ebben a pozícióban a készülékem egyszerre pozicionálja a nyákot és csatlakozót is. Más pozícióban nem lehet felhelyezni a csatlakozót ennek segítségével, vagy ha mégis akkor az olyan látványos, hogy az operátor rögtön észreveszi és korrigálja. Ezt a pozíciót mindaddig biztosítja, amit a másik készülék bepattintja a csatlakozó lábait. Az érintkező lábak ilyenkor pontosan a megadott pozícióban kerülnek rögzítésre és készen állnak a következő állomás kezdetéhez.

5.2. A pozícionálás



5.2.1. ábra: A ház nélküli vezérlő 3D modellje

A nyákon kivágások, furatok és letörések találhatók a széle mentén. Ennek célja, hogy az operátorok rossz tájolásban ne tudják behelyezni a nyákot a forrasztókeretbe, illetve többek között ezek is pozícionálják a házban beszerelés közben. Ezek az 5.2.1. ábrán megfigyelhetők.



5.2.2. ábra: A furatok elhelyezkedése a nyákon

A nyákon több furat is található. Ezek feladata vagy rögzítés, vagy a pozícionálás. Az 5.2.2. ábrán méretezett furatokat használtam fel pozícionálásra. Ezeket a méreteket kellett tartania a készülékemnek. Az egymáshoz való távolságukat a tájoló lap biztosítja. Ebbe a két

furatba emelkednek fel a munkahenger segítségével a pozícionáló tüskék. Ezek átmérője 4,5 mm. A furatok átmérője 4,6 mm, így 0,1 mm-es hézag keletkezik az alkatrészek között. Kisebbre azért nem akartam venni a tűrésmezőt, mert a tüskének is van játéka a perselyben, hogy könnyen tudjon mozogni függőleges irányban. Viszont a megvezetést nagyban segíti a csapok végén elhelyezkedő kúpos felületek, amelyeket lekerekítéssel terveztem, hogy ne okozhasson kárt se a nyákban se az operátorban.

5.3. Munkahenger kiválasztás

A munkahengert több szempont alapján választom ki. Figyelembe vettem, az alkatrészek és a nyák tömegét, a rendszer nyomását és a fizikai korlátokat. Először meg kell határozni a követelményeket. [26]

Lökethossz: Mivel a pozícionáló tüske hossza 56 mm, amiből 15 mm lóg ki a tájoló lap síkjából, így minimum 16 mm lökethosszra van szükség, hogy alsó végállásban lévő készülékbe ne akadjon meg semmi a mozgatás során.

3. táblázat: A szabványos lökethosszok a dugattyú átmérője függvényében

Standard Strokes

Bore size (mm)	Standard stroke (mm)
12, 16	10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250
20, 25	20, 30, 40, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400
32 to 100	25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400

A 3. táblázat alapján a választott szabványos lökethossz: **20 mm**. Ehhez 4 féle dugattyúátmérővel találhatunk munkahengert: 12, 16, 20 és 25 mm.

Emeléshez szükséges erő: Mivel az mozgatandó alkatrészek tömege csekély, mindössze 1,1 kg, így a legkisebb **12 mm**-es dugattyúrúddal számolok, amit később leellenőrzök.

Először is kiszámolom a mozgatáshoz szükséges minimum erőt:

$$F_{min} = m \cdot g = 1,1 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 10,791 \text{ N}$$

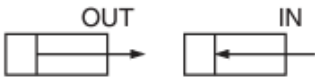
Mivel a rendszer nyomása az adott 6 bar, így ezzel fogok számolni. Átváltom SI mértékegységbe:

$$1 \text{ bar} = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 0.1 \text{ MPa}$$

$$6 \text{ bar} = 6 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 0.6 \text{ MPa}$$

4. táblázat: Adott dugattyúátmérőjű munkahengerek max emelő ereje

Theoretical Output



(N)

Bore size (mm)	Rod size (mm)	Operating direction	Piston area (mm ²)	Operating pressure psi (MPa)								
				29 (0.2)	44 (0.3)	58 (0.4)	73 (0.5)	87 (0.6)	102 (0.7)	116 (0.8)	131 (0.9)	145 (1.0)
12	6	OUT	113	23	34	45	57	68	79	90	102	113
		IN	85	17	25	34	42	51	59	68	76	85
16	8	OUT	201	40	60	80	101	121	141	161	181	201
		IN	151	30	45	60	75	90	106	121	136	151
20	10	OUT	314	63	94	126	157	188	220	251	283	314
		IN	236	47	71	94	118	141	165	188	212	236
25	10	OUT	491	98	147	196	245	295	344	393	442	491
		IN	412	82	124	165	206	247	289	330	371	412
32	14	OUT	804	161	241	322	402	483	563	643	724	804
		IN	650	130	195	260	325	390	455	520	585	650
40	14	OUT	1257	251	377	503	628	754	880	1005	1131	1257
		IN	1103	221	331	441	551	662	772	882	992	1103
50	18	OUT	1963	393	589	785	982	1178	1374	1571	1767	1963
		IN	1709	342	513	684	855	1025	1196	1367	1538	1709
63	18	OUT	3117	623	935	1247	1559	1870	2182	2494	2806	3117
		IN	2863	573	859	1145	1431	1718	2004	2290	2576	2863
80	22	OUT	5027	1005	1508	2011	2513	3016	3519	4021	4524	5027
		IN	4646	929	1394	1859	2323	2788	3252	3717	4182	4646
100	26	OUT	7854	1571	2356	3142	3927	4712	5498	6283	7069	7854
		IN	7323	1465	2197	2929	3662	4394	5126	5858	6591	7323

Note) Theoretical output (N) = Pressure (MPa) x Piston area (mm²)

(1N = 0.22 lbf)

A 4. táblázat alapján választott munkahenger emelő ereje: $F_{\text{választott}} = 68 \text{ N}$

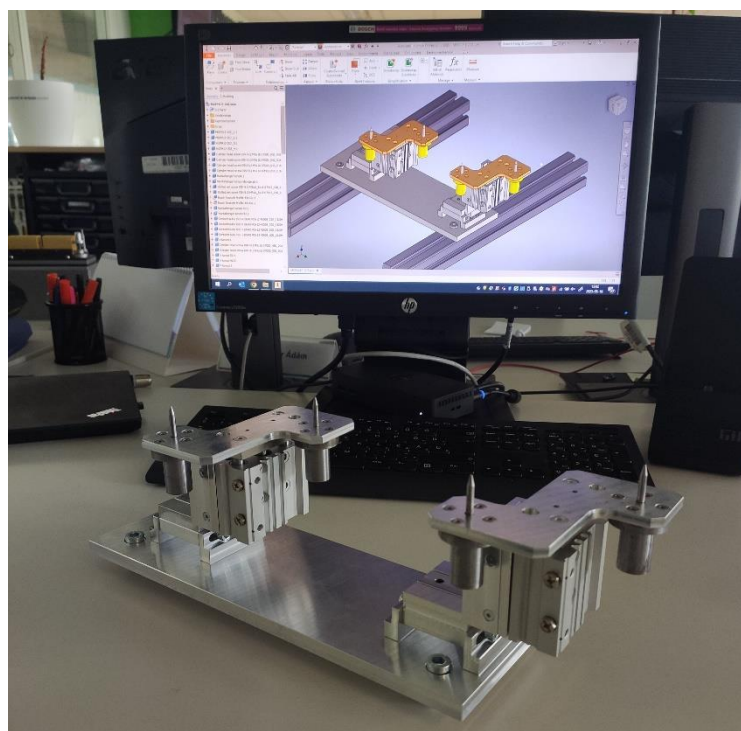
Mivel $F_{\text{választott}} > F_{\text{min}} = 68 \text{ N} > 10,791 \text{ N}$, így a munkahenger **MEGFELEL**.



5.3.1. ábra: A kiválasztott munkahenger

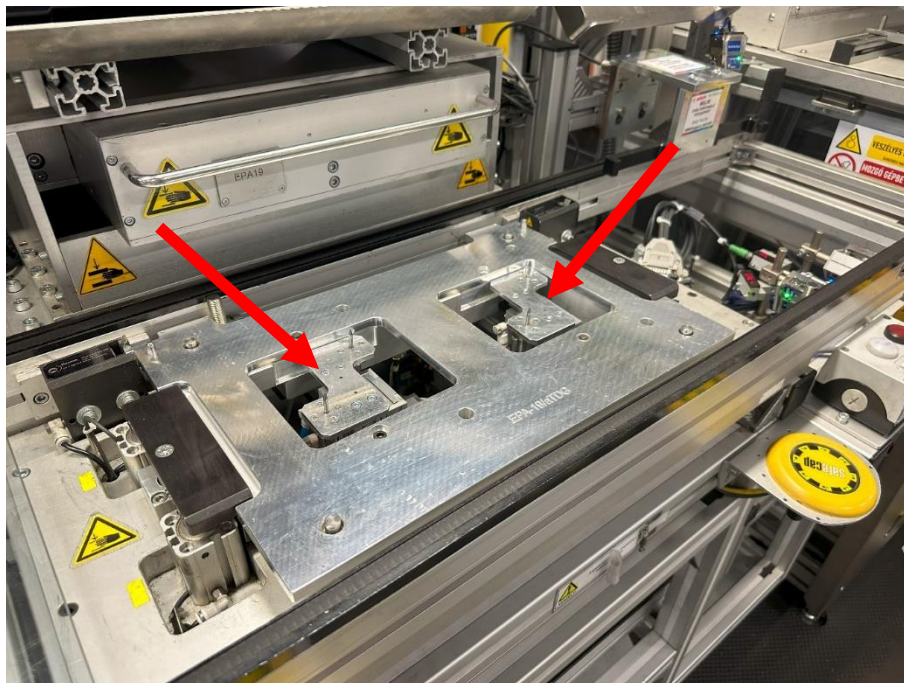
A táblázatból választott és leellenőrzött adatok alapján a választott munkahenger: **MGPM12-20Z**. Ahogy az az 5.3.1. ábrán is látható a munkahenger rendelkezik két vezető csappal, aminek célja a stabilabb megvezetés működtetés közben. A munkahenger házában ki vannak alakítva hornyok a helyzetérzékelő szenzorok részére.

5.4. A készülék elhelyezkedése



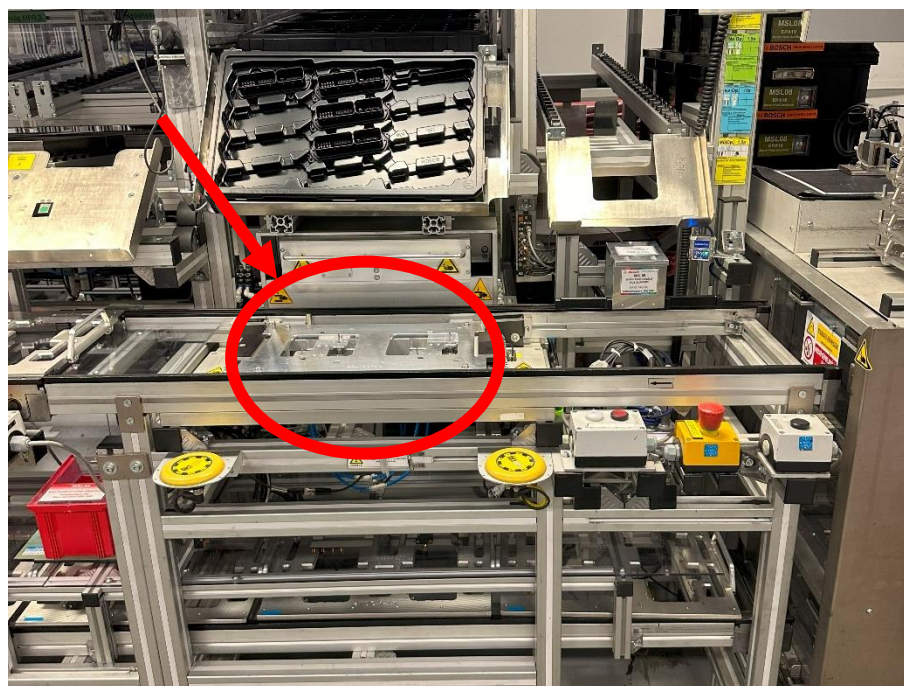
5.4.1. ábra: Az elkészült készülék

Az 5.4.1. ábrán látható a beszerelésre kész, nagyjából előre beállított készülék. A készüléket célszerű előre összeszerelt állapotba az állomáshoz vinni. Az állomáson előtte ki kell alakítani neki levegőellátást és Bosch profilból a felfogatását.



5.4.2. ábra: A beszerelt készülék

Az 5.4.2. ábrán látható beszerelt állapotában. Felette közvetlenül elhelyezkedik a forrasztókeretet tartó lap



5.4.3. ábra: A készülék elhelyezkedése az állomáson

6. GAZDASÁGI SZÁMÍTÁS

6.1. A készülék elkészítésének költségei

A megtérülési idő számolásához először is meg kell határoznom a készülékem anyagi vonzatait. Ezek jelentik mind az alapanyag, a megmunkálás, az összeszerelés és az üzembe helyezés költségeit. A továbbiakban ezeken a lépéseken megyek végig.

6.1.1. Alapanyagok:

Mivel az alkatrészeim befoglaló méretei nem túl nagyok, így kétféleképpen fogok számolni. Egyszer úgy számolok, hogy alkatrészeim anyaga már a műhelyben van és nem kell egy egész, szabványos méretű táblát vagy rudat rendelni. Ilyenkor felület- és hosszarányosan számolok.

A másik esetben az egész tábla és rúdanyagot beszállítással együtt számolom össze. A valóság közelebb áll az első lehetőséghez, de számolnom kell azzal a lehetőséggel, ha minden anyagot be kell rendelni, ami nekem szükséges. Az alkatrészeimet anyagok szerint csoportosítom. Az alkatrészeket méreteit ráhagyással számolom, a későbbi forgácsolási megmunkálások miatt. Az árakat a jelenlegi árfolyamon (2024. április) és ÁFA nélkül számolom.

Rendelés nélkül:

Alumínium alkatrészek:

- Alaplap: $10\text{mm} \times 120\text{mm} \times 320\text{mm} = 38.400 \text{ mm}^2 \times 0,07 \text{ Ft/mm}^2 = \underline{2.800 \text{ Ft}}$
- Pin tájoló lap: $5\text{mm} \times 100\text{mm} \times 120\text{mm} = 12.000 \text{ mm}^2 \times 0,06 \text{ Ft/mm}^2 = \underline{720 \text{ Ft}}$
- „X” konzol és részei: $10\text{mm} \times 60\text{mm} \times 40\text{mm} + 2 \times (60\text{mm} \times 20 \text{ mm}) = (2.400 \text{ mm}^2 + 2 \times 1.200 \text{ mm}^2) \times 0,07 \text{ Ft/mm}^2 = \underline{336 \text{ Ft}}$
- „Y” konzol és részei: $10\text{mm} \times 60\text{mm} \times 60\text{mm} + 2 \times (60\text{mm} \times 40 \text{ mm}) = (3.600 \text{ mm}^2 + 2 \times 2.400 \text{ mm}^2) \times 0,07 \text{ Ft/mm}^2 = \underline{588 \text{ Ft}}$
- „Z” konzol: $10\text{mm} \times 60\text{mm} \times 60\text{mm} = 3.600 \text{ mm}^2 \times 0,07 \text{ Ft/mm}^2 = \underline{252 \text{ Ft}}$

- Munkahenger felfogatás és részei: $15\text{mm} \times 60\text{mm} \times 80\text{mm} + 2 \times (40\text{mm} \times 60\text{mm}) = 4.800 \text{ mm}^2 + 2 \times 2.400 \text{ mm}^2) \times 0,11 \text{ Ft/mm}^2 = \underline{1056 \text{ Ft}}$

Alumínium alkatrészek összesen = 5.752 Ft

Acél alkatrészek:

- Tájoló pinek: $4 \times \varnothing 10 \times 60 \text{ mm} = 4 \times 60 \text{ mm} \times 0,6 \text{ Ft/mm} = 150 \text{ Ft}$
- Pin házak: $4 \times \varnothing 30 \times 40 \text{ mm} = 4 \times 40 \text{ mm} \times 3,3 \text{ Ft/mm} = 535 \text{ Ft}$

Acél alkatrészek összesen = 485 Ft

A felfogatáshoz:

- Bosch profil: $2 \times 45 \text{ mm} \times 45 \text{ mm} \times 500 \text{ mm} = 1.000 \text{ mm} \times 3.600 \text{ Ft/mm} = 3.600 \text{ Ft}$
- Egyéb alkatrészek (Csavarok, anyák stb.,) = $\sim 2.000 \text{ Ft}$

Rendelés nélkül a költsége az alapanyagoknak: 12.040 Ft + 10% szállítás = 13.244 Ft

Rendeléssel:

Alumínium alkatrészek:

1 db 10mm-es tábla = $10\text{mm} \times 1020\text{mm} \times 2020\text{mm} = 10\text{mm} \times 2.060.400 \text{ mm}^2 = \underline{150.000 \text{ Ft}}$

1 db 15mm-es tábla = $15\text{mm} \times 1020\text{mm} \times 2020\text{mm} = 15\text{mm} \times 2.060.400 \text{ mm}^2 = \underline{230.000 \text{ Ft}}$

Összesen = 150.000 Ft + 230.000 Ft = 380.000 Ft

- Alaplap: 38.400 mm^2
- Pin tájoló lap: 12.000 mm^2 (ezt ki lehet munkálni a 10mm vastag táblából is)
- „X” konzol és részei: 4.800 mm^2
- „Y” konzol és részei: 8.400 mm^2
- „Z” konzol: 3.600 mm^2
- Munkahenger felfogatás és részei: 9.600 mm^2

A 10 mm-es táblából összesen 67.200 mm² lett felhasználva és 1.993.200 mm² maradt meg. Ez a táblának mindössze 4 %-a.

A 15 mm-es táblából összesen 9.600 mm² lett felhasználva és 2.050.800 mm² maradt meg. Ez a táblának kevesebb, mint 1 %-a.

Acél alkatrészek:

1 db Ø30-as köracél = Ø30 x 3000 mm = 10.000 Ft

Összesen = 10.000 Ft

- Tájoló pinek: 4 x Ø10 x 60 mm (Ø30-as köracélból gyártva)
- Pin házak: 4 x Ø30 x 40 mm

Az Ø30-as köracélból összesen 400 mm lett felhasználva és 2600 mm rúdanyag maradt meg. Ez a rúd 13 %-át teszi ki.

Bosch profil:

- 1 db 45 mm x 45 mm rúd = 45 mm x 45 mm x 6.000 mm = 21.600 Ft (16% kihasználás)
- Egyéb alkatrészek (Csavarok, anyák stb.,) = ~2.000 Ft

Rendeléssel a teljes költsége az alapanyagoknak: Nettó 413.600 Ft +10%

szállítás = Nettó 454.960 Ft

Amint a kiszámolt összegben is látható, ha külön minden egyes anyaghoz berendelem az egész rúdanyagot akkor több 34-szerese az összeg, mint ha az adott optimális méretű anyagokból készülne. Így a továbbiakban a rendelés nélküli árral fogok számolni.

6.1.2. Munkahengerek

A munkahengerek az SMC gyártói oldalán választottam ki, így az ő áraikat is fogom figyelembe venni. Összesen 2 db munkahengerre van szükségem.

1 db SMC pneumatikus vezető munkahenger, MGPM12-20Z = 65.000 Ft

Összesen a 2 db munkahenger = Nettó 130.000 Ft. + 10% szállítás = Nettó 143.000 Ft

6.1.3. Megmunkálási és szerelési költségek

Megmunkálási idő meghatározása:

Az alkatrészeim két fő forgácsoló gépen készültek: CNC marógép és CNC esztergagép

CNC maró: Az alkatrészeim nagyobb része ezen a gépen készül. Az elkészülésükhöz szükséges időt a befoglaló méretük, anyaguk bonyolultságuk határozza meg. A bonyolultabb alkatrészt több ideig tart programozni és több szerszámmra is lehet szükség. Ezek idejét a gépműhely vezetőjével határoztuk meg és a következőképpen alakultak:

- Alaplap: ~40 perc
- Pin tájoló lapok: ~40 perc
- „X” konzol és részei: ~60 perc
- „Y” konzol és részei: ~50 perc
- „Z” konzol: ~30 perc
- Munkahenger felfogatás és részei: ~60 perc

Összes CNC marási idő: 4 óra és 40 perc

CNC eszterga: Összesen kétfajta alkatrész készült ezen a gépen. Viszont anyaguk már nem alumínium, hanem sokkal szívósabb szerszámacél. Ennek a megmunkálási sebessége jóval kisebb, így tovább tart megmunkálni. Mivel a be- és az átfogás emberi segítséget igényel így az is növeli az időket, viszont az alkatrészeim mérete jóval kisebbek. A becsült idők így alakultak:

- Tájoló pinek: ~30 perc
- Pin házak: ~60 perc

Összes CNC esztergálási idő: 1 óra és 30 perc

Az összes megmunkálási idő: Esztergálási idő + Marási idő = 4 óra 40 perc + 1 óra 30 perc = 6 óra és 10 perc.

Szerelési idő meghatározása:

A szerelési idő töredéke a megmunkálási időnek. Mivel karbantartáskor lesz beépítve a készülékem, így úgy számolok a későbbiekben, hogy egy karbantartó személy fogja összeszerelni és beszerelni. Egy jól képzett karbantartó, minden szükséges szerszámmal és eszközzel felszerelve maximum 60 perc alatt összeszereli kész állapotra. Még 1 óra és 30 perccel számolok a beszerelésre. Ebben benne van a helyszínre szállítás, a felfogatás és a pneumatikus rendszer kiépítése, és a beállítás. ***Így az összes szerelési idő kb. 2 óra 30 perc.***

A költségek meghatározása:

A béreket országos viszonylatban, átlagolva és szakmákra bontva vettem figyelembe.

Egy átlagos CNC gépkezelő órábére az iparban: ~ Nettó 5.000 Ft/óra. Ehhez hozzáadódik a gép és a szerszám kopását, és az egyéb járulékos kiadásokat fedező összeg, ami: ~ Nettó 6.000 Ft/óra. Így egy óra CNC megmunkálási idő ~ Nettó 11.000 Ft/óra. A számolásnál használt összegek **Nettóban** értendők.

Ha a megmunkálási időket összeadom és felszorozom az órábérrel, akkor megkapom a készülékem megmunkálási költségét:

$$\text{Megmunkálási idő} \times \text{órábér} = 6,16 \text{ óra} \times 11.000 \text{ Ft/óra} = 67.760 \text{ Ft} \approx$$
$$\textbf{Nettó 70.000 Ft}$$

Egy átlagos karbantartó órábére az iparban: ~ Bruttó 3.700 Ft/óra. Hozzáadva a szereléshez szükséges szerszámok és eszközök használatát ez az összeg: ~5.000 Ft/óra. Ezt megszorozva a szerelési idővel megkapom a készülékem szerelési költségét:

$$\text{Szerelési idő} \times \text{órábér} = 2,5 \text{ óra} \times 5.000 \text{ Ft/óra} = \textbf{Nettó 12.500 Ft}$$

6.1.4. A készülék teljes költségének meghatározása

A következő táblázatban foglalom össze az eddig meghatározott költségeket, az értékeket felfelé kerekítem, a könnyebb számolhatóság érdekében:

5. táblázat: A költségek meghatározása

Alapanyagok	15.000 Ft
Munkahengerek	145.000 Ft
Megmunkálási költségek:	70.000 Ft
Szerelési költségek	15.000 Ft
Összesen	Nettó 245.000 Ft

6.2.A készülék megtérülése

Ahogy ezt korábban a 2.táblázatban feltüntettem, már adott volt, hogy az előző éves statisztikák alapján a gyártósor selejtjeinek **13 %-ért** a stekkerbehelyező állomás volt a felelős. Az összes selejt közül ez tette ki a legnagyobb százalékot, így az ezen az állomáson elért javulás számít a legtöbbet az összes selejtgyártás csökkentésében. A készülékem előreláthatólag kevesebb, mint felére, **6 %-ra** csökkenheti selejtgyártást az állomáson.

Egy sor termelése, egy hónapban több tényezőtől függ. Függ a soron lévő műszakok és emberek számától, a karbantartások számától és az esetleges üzemi zavarok gyakoriságától is. A 2023-as statisztikák alapján az MSL08-as sor átlagosan **40.000 db** motorvezérlőt gyárt havonta. Ennek mindentől függetlenül körülbelül 32 %-a selejt, ami **12.800** vezérlőt jelent. Ezek a vezérlők nem közvetlenül selejtek. Későbbi minőségügyi vizsgálatok során visszakerülhetnek a gyártósor adott részeire vagy a kész termékek közé.

Az én általam vizsgált állomás selejtszáma a következőképpen alakult:

$$\text{Összes darabszám} \cdot \text{selejtszázalék} = 40.000 \cdot 13 \% = 5.200 \text{ db}$$

A készülékem üzembe helyezése után ez a darabszám várható:

$$\text{Összes darabszám} \cdot \text{selejtszázalék} = 40.000 \cdot 6 \% = 2.400 \text{ db}$$

Ez 7% -os javulást jelent, ami 2.800 db motorvezérlő. Ennyi vezérlőt nem kell felülvizsgálni havonta plusz munkaerővel és készülékekkel. A vizsgálat során jónak ítélt termékek vissza lehet futtatni a sorra, hogy kész termék készülhessen belőle. Ezekkel a vezérlőkkel nem is számolnék, de a legrosszabb lehetőséget veszem figyelembe, amikor mind a 2.800 db nem felelne meg a minőségbiztosítási vizsgálaton. Ilyenkor ezeket a vezérlőket el kell szállítani és megsemmisíteni. Ennek költségét is meg lehet spórolni, ha csökkentjük a selejtszámot.

Egy vezérlő selejtkezelési költsége átlagosan Nettó 230 Ft. Ebben benne van a vizsgálatok, a szállítás és az újrahasznosítás költsége. A számolásban használt összegek **Nettóban** értendők. Ha ezzel az összeggel számolok a következőt kapom:

$$\text{Az elkerült slejtek száma} \cdot \text{selejtkezelési költség} = 2.800 \text{ db} \cdot 230 \frac{\text{Ft}}{\text{db}} = 644.000 \text{ Ft}$$

Így Nettó 644.000 Ft költséggel kevesebb lehet számolni havonta. Így ez egy évre Nettó 7.728.000 Ft-ot, egy napra Nettó 21.170 Ft-ot jelent.

A készülék megtérülési ideje tehát a következőképpen alakul:

$$\frac{\text{A készülék teljes költsége}}{\text{Napi selejtkezelési költség}} = \frac{\text{Nettó 245.000 Ft}}{\text{Nettó 21.170 Ft}} = 11,57 \text{ nap}$$

A készülék költsége tehát kevesebb, mint **12 nap alatt megtérül**, ha a becsült legalább 6 %-os csökkenés teljesül. Ez a rövid megtérülési idő köszönhető a magas darabszámoknak és a jelentős javulásnak egyaránt.

7. ÖSSZFOGLALÁS

Már az 1800-as években el kezdték használni a nyáklapok elődjait. Ezek még elég egyszerű fa- vagy fémlemezre felfogatott áramköri elemek voltak fémszalagokkal összekapcsolva. Ezek a kezdetben nagy méretű áramkörök ma már főleg üvegszálakon találhatók meg kis méretben és tömegben. Elterjedését is ennek köszönheti, hogy kis méretben bonyolult számításokat tudnak elvégezni, emellett jól sorozatgyártható.

A szakdolgozatom során áttekintettem a hazai szakirodalmat és felhasználtam a készülékem tervezésének összes fázisához. Bemutattam a legfontosabb tudnivalókat a nyáklapok történetéről és felhasználásának előnyeiről. Mivel szakdolgozatom témája a motorvezérlőkkel szorosan összefügg, így egy általános összefoglalást tettem a létfontosságukról a mai modern világban. Bemutattam a konkrét motorvezérlő felépítését és feladatát.

A dolgozatom témáját szolgáló készülék szakirodalmi háttérét átnéztem és feldolgoztam. Tagoltam a készülékezés alapjait, feladatait és szabályait. Részleteztem a hat szabadsági fokot és a hatpont szabályt.

A készülék teljes felépítését bemutattam. Az anyagismereti témánál részleteztem az alapanyagként szolgáló anyagokat: a szerszámacélokat és az alumíniumötvözeteket. Emellett kitértem az ESD anyagokra, ezen belül a műanyagokra, mivel egy érzékeny elektronikai termékeket gyártó cég kikerülhetetlen részét képezi. Részleteztem az alkatrészek megmunkálási eljárásait kitérve a CNC vezérlés történetére és előnyeire. Kiemelt figyelmet szántam a hűtő-kenő folyadékok részletezésére. Itt taglaltam hatásmechanizmusukat és alkalmazásuk fontosságát.

Felvázoltam a problémát, ami egy gyártósor állomásán jelentkező selejtek számát hivatott csökkenteni. Ennél a résznél bemutattam, a sor felépítését és a jelentkező selejtek eloszlását. Részleteztem a konkrét stekkerbehelyező állomáson jelentkező selejtek előfordulásának okait. Ennek egy jelentős részére akar a készülék megoldást találni. A dolgozatom célja egy olyan készülék tervezése volt, ami az állomáson jelentkező selejtek előfordulását, ami 13 % volt, legalább 6 %-ra csökkenti.

Utolsósorban készítettem egy gazdasági számítást, ahol tételesen részleteztem a készülék gyártásának költségeit és megtérülésének idejét.

8. SUMMARY

Already in the 1800s, predecessors of circuit boards began to be used. These were initially simple circuit elements mounted on wooden or metal boards connected with metal strips. Today, these circuits, which were once large in size, are mainly found in small sizes and quantities on glass fibers. Their widespread use is also due to their ability to perform complex calculations in a small size and in large quantities, making them easily manufacturable in series.

During my thesis, I reviewed the domestic literature and utilized it for all phases of designing my device. I presented the most important aspects of the history and advantages of circuit boards. Since my thesis topic is closely related to motor controllers, I provided a general overview of their vital role in the modern world. I introduced the specific structure and function of motor controllers.

I reviewed and processed the literary background of the device serving as the topic of my thesis. I outlined the basics, tasks, and rules of device manufacturing. I detailed the six degrees of freedom and the six-point rule.

I presented the complete structure of the device. In the materials science section, I detailed the materials used as raw materials: tool steels and aluminum alloys. Additionally, I addressed ESD materials, particularly plastics, as they are an indispensable part of a company manufacturing sensitive electronic products. I detailed the machining processes of the components, touching upon the history and advantages of CNC control. I paid special attention to detailing the cooling and lubricating fluids, explaining their mechanisms and the importance of their application.

I outlined the problem aimed at reducing the number of defects occurring at a manufacturing line station. In this section, I presented the layout of the line and the distribution of defects. I detailed the causes of defects occurring at a specific plug-in station. The aim of the device is to find a solution to a significant portion of these defects. The goal of my thesis was to design a device that reduces the occurrence of defects at the station, which was initially at 13%, to at least 6%.

Finally, I conducted an economic analysis where I itemized the costs of manufacturing the device and the payback period.

9. NYILATKOZATOK

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Bencze Kornél
A Hallgató Neptun kódja: MSNQ59
A dolgozat címe: Stekkerbehelyező állomás selejtszámának csökkentése készülék segítségével.
A megjelenés éve: 2024
A tanszék neve: Műszaki intézet

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

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

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: 2024 év 04 hó 15 nap



Hallgató aláírása



Szent István Campus, Gödöllő
Cím: 2100 Gödöllő, Péter Károly utca 1.
Tel.: +36-28/522-000
Honlap: <https://godollo.uni-mate.hu>

NYILATKOZAT

Alulírott Bencze Kornél, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Gépészmérnöki 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: 2024 év 04 hó 15 nap

Hallgató

NYILATKOZAT

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

A Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom*.

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

Kelt: Gödöllő 2024. év április hó 22. nap

Belső konzulens

*Kérjük a megfelelő aláírni!

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A Bencze Kornél (név) (hallgató Neptun azonosítója: MSNQ59) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2024 év április hó 22. nap

Dr. Kovács Kornél Attila

Belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

10.FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] [Márton Tibor, Dr.: *Technológia és készülékek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1992*
- [2] Adolf F., Günter K., Klaus G., Werner H., Wilhelm D.; 1997; *Fémtechnológiai táblázatok; B+V Lap- és Könyvkiadó Kft.; Budapest*
- [3] Bakondi K., Kardos Á.; 1972; *A gépgyártás technológiája I. - Forgácsolás; Tankönyvkiadó; Budapest*
- [4] Bali J.; 1985; *Forgácsolás, Tankönyvkiadó; Budapest*
- [5] Bálint L.; 1958; *A forgácsoló megmunkálások tervezése, Műszaki Könyvkiadó; Budapest*
- [6] Beer Gy.; 1989; *Mezőgazdasági gépek gyártása; Műszaki Könyvkiadó; Budapest*
- [7] Czverencz J., Váradi A.; 1985; *A gépgyártás készülékei I-II.; Műszaki Könyvkiadó; Budapest*
- [8] Diószegi Gy.; 1996; *Gépszerkezetek példatár, Műszaki Könyvkiadó Kft.; Budapest*
- [9] Dobrzanski (1977) *Munkadarab befogó készülékek a gépgyártásban, Műszaki Könyvkiadó, Budapest.*
- [10] Dr. Bagyinszki Gyula-Dr. Kovács Mihály *Gépipari alapanyagok és félkész gyártmányok ANYAGISMERET, Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2001*
- [11] Dudás I.; 2001; *Gépgyártástechnológia II.; Miskolci Egyetemi Kiadó; Miskolc*
- [12] Dudás I.; 2011; *Gépgyártástechnológia I., Műszaki Könyvkiadó Kft.; Budapest*
- [13] Dudás László – Valánsik Árpád: *Forgácsolási technológia I., Műszaki Kiadó, Budapest, 1993*
- [14] F. A, Barbasov: *Marás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979*
- [15] Fenyvessy T., Fuchs R., Plósz A.; 2008; *Műszaki táblázatok, Nemzeti szakképzési és felnőttképzési intézet; Budapest*
- [16] Filemon J.; 1979; *Gépgyártástechnológia, kézirat; Tankönyvkiadó; Budapest*
- [17] Firstner Stevan, Dr.: *Gyártástechnológia, Egyetemi Kiadó, Dunaujváros, 2008*
- [18] Fledrich G., Kakuk Gy., Kári-Horváth A., Zsidai L.; *Gépgyártástechnológia, Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar; Gödöllő, 2016;*
- [19] Fledrich G., Kári-Horváth A., Pataki T. I., Zsidai L.; *Mechanikai technológiák, Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar; Gödöllő, 2017;*

-
- [20] *Frischherz-Dax-Gundelfinger_Haffner-Itchner-KotschStaniczek: Fémtechnológiai Táblázatok, B+V lap-és Könyvkiadó Kft 1997.*
- [21] *Gáti J.; 1995; Hegesztési zsebkönyv; Műszaki Könyvkiadó; Budapest*
- [22] *Hiram E. Grant (1970) Munkadarab-befogó készülékek Példatár, Műszaki könyvkiadó, Budapest.*
- [23] *Hornung Andor, Dr.: Marás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1974*
- [24] *Horváth M.; Markos S. 2001; Gépgyártástechnológia, Műegyetemi Kiadó; Budapest*
- [25] *I.; 2003; Gépgyártástechnológia III.; Miskolci Egyetemi Kiadó; Miskolc*
- [26] *Jánossy Gy.-Kári-Horváth A.-Keresztes R.- Zsidai L.: Szereléstechológiák, NSZFI, NS 108 0276 06 004-4 Budapest, 2008*
- [27] *Kakuk Gy., Kári-Horváth A., Szakál Z., Dr. Zsidai L.; 2008; Gyártástervezés; Nemzeti szakképzési és felnőttképzési intézet; Budapest*
- [28] *Kakuk Gy., Kári-Horváth A., Szakál Z., Zsidai L.; Forgácsoló eljárások tervezése, Nemzeti szakképzési és felnőttképzési intézet; Budapest, 2008*
- [29] *Kalotai T. – Kucher J. – Szele T. – Tihanyi J (1969) Szerszámgéptartozékok és készülékek, Műszaki Könyvkiadó, Budapest.*
- [30] *Kardos Á., Percze J., Rábel Gy., Sasi Nagy I.; 1973; Készüléktervezés; Műszaki Könyvkiadó; Budapest*
- [31] *Kári-Horváth A., Dr. Pellényi L., Szabó L., Dr. Zsidai L.; 2006; Gépgyártástechnológia példatár és segédlet, Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar; Gödöllő*
- [32] *Kári-Horváth A. Pataki T. I.; Szerszámok és készülékek, Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar; Gödöllő, 2017*
- [33] *Lechner E.; 1971; Forgácsoló készülékek szerkesztésének elemei; Tankönyvkiadó; Budapest*
- [34] *Makádi András: Marás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1955*
- [35] *Mikó Balázs, Dr. (2015) Forgácsolástechnológia alapjai, Bázisok és készülékek. Egyetemi jegyzet. Óbudai Egyetem.*
- [36] *Molnár J., Dr. - Szabó S., Dr.: Készüléktervezés, ME Kiadó, Miskolc, 1995.*
- [37] *Pintér J.; 2003; Forgácsoló megmunkálás, új technológiák, kézirat; Széchenyi István Egyetem, Anyagismeretei és Járműgyártási Tanszék; Győr*
- [38] *Rábel György: Készülékszerkesztés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968*

-
- [39] Szabó A., Kozma I., Dr.: Gyártóeszközök tervezése és gyártása. Széchenyi István Egyetem, (2011)
- [40] Szabó L., Dr., (2000) Forgácsolás, hegesztés. Egyetemi jegyzet. Miskolci Egyetem. (1.10. A forgácsoló szerszámok)
- [41] Szabó L.; 2000; Forgácsolás, hegesztés; Miskolc
- [42] Szegh I.; 1996; Gyártástervezés, Műegyetemi Könyvkiadó; Budapest
- [43] Szilágyi L. (1967) Munkadarab befogó készülékek, Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- [44] Terdik J., Zeller L. (2014) Szerszámkészítő mestervizsgára felkészítő jegyzet. Magyar Kereskedelmi és Iparkamara
- [45] Walter Bartsch: Esztergálás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1972
- [46] Zsidai, L ; Kakuk, Gy ; Kári-Horváth, A ; Szakál, Z ; Pálinkás, I (szerk.) Előgyártmány és képlékeny alakítási tervezési gyakorlat, Budapest, Magyarország: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet (NSZFI) (2008) , 9 p. ISBN: 9789637469992

Elektronikus hivatkozások:

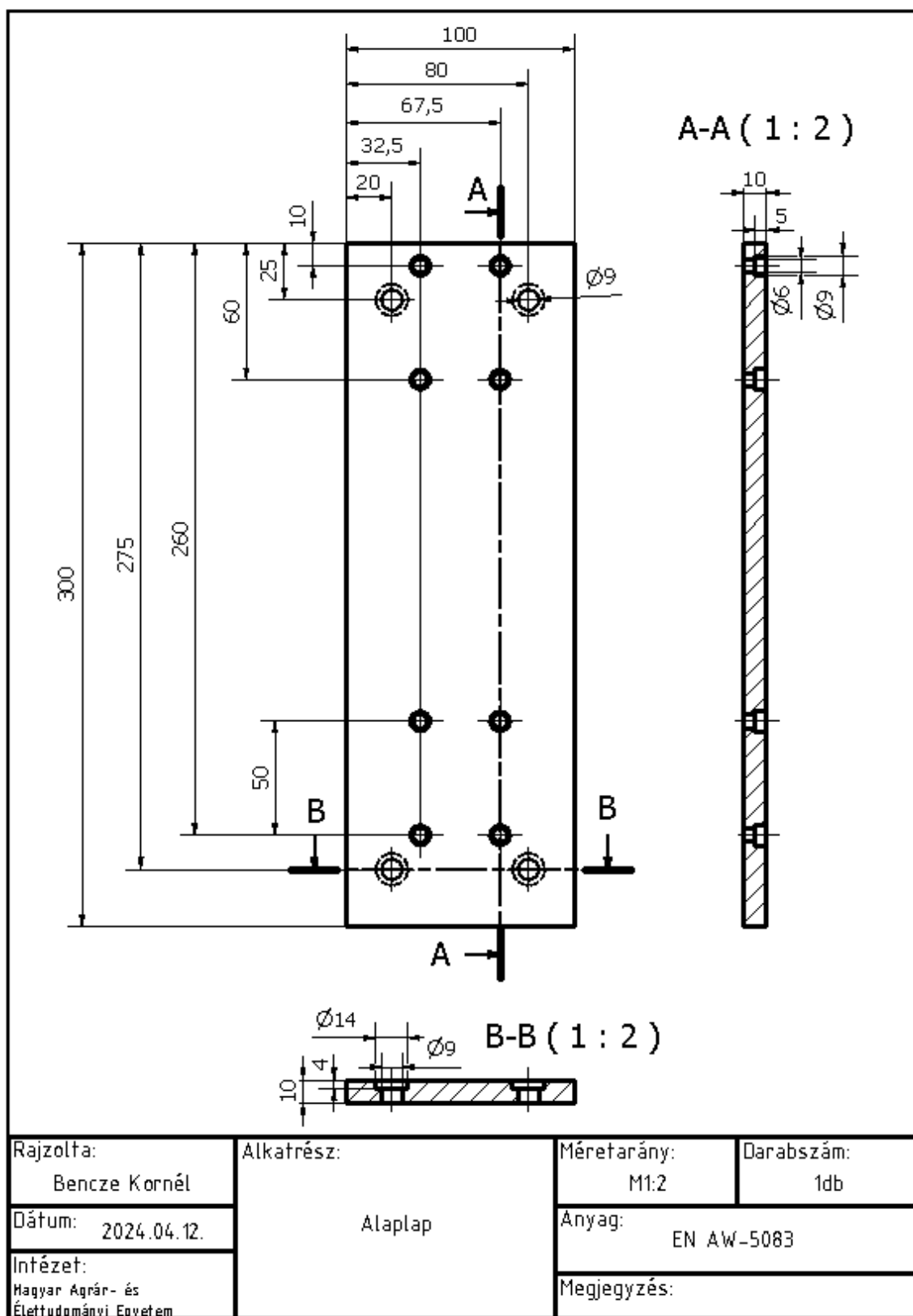
- [47] Dr. Kodácsy János, Dr. Pintér József; 2011, Forgácsolás és szerszámai HU.: https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0007_02-Forgacsolas_es_szerszamai_HU/15_a_gyrtsi_nklts.html (utolsó letöltés: 2024.02.02)
- [48] IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING 749 Paper: 012017 , 8 p. (2020)
- [49] [Kári-Horváth, A](#) ; Dr. Valasek, I :[Demand of Energy for Chip Removal](#), MATERIALS SCIENCE FORUM 659 pp. 489-497. , 9 p. (2010)
- [50] [Kári-Horváth, A](#) ; [Pataki, T](#) :[Analysis of temperature in different cooling methods](#)
- [51] [Kári-Horváth, A](#) ; Valasek, I :[Minimálkenés jelentősége a forgácsolásban](#), TECHMONITOR 1 : 2 pp. 22-24. Paper: ISSN2062-9044 , 3 p. (2011)
- [52] Valasek, I ; [A, Kári-Horváth](#) :[The action mechanism of minimum lubrication and the increase of its efficiency](#), TRIBOLOGIE UND SCHMIERUNGSTECHNIK 58 : 3 pp. 34-47. , 14 p. (2011)

11. MELLÉKLETEK JEGYZÉKE

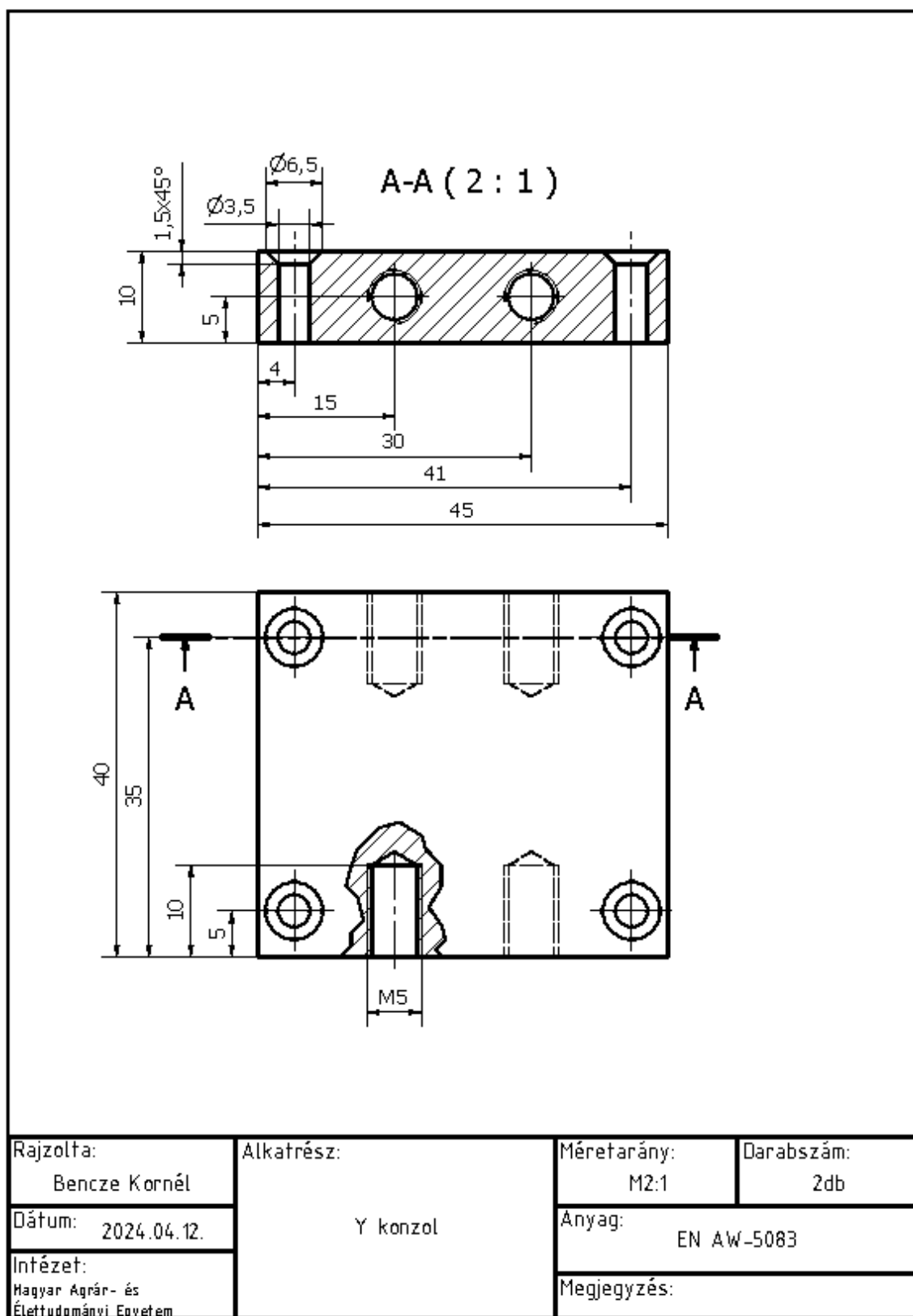
1. számú melléklet: Alaplap műszaki rajza
2. számú melléklet: Y konzol műszaki rajza
3. számú melléklet: Y konzol fül műszaki rajza
4. számú melléklet: X konzol műszaki rajza
5. számú melléklet: X konzol fül műszaki rajza
6. számú melléklet: Z konzol műszaki rajza
7. számú melléklet: Munkahenger felfogató műszaki rajza
8. számú melléklet: Munkahenger felfogató fül műszaki rajza
9. számú melléklet: Pin tájoló lap műszaki rajza
10. számú melléklet: Tájoló pin műszaki rajza
11. számú melléklet: Pin ház műszaki rajza

MELLÉKLETEK

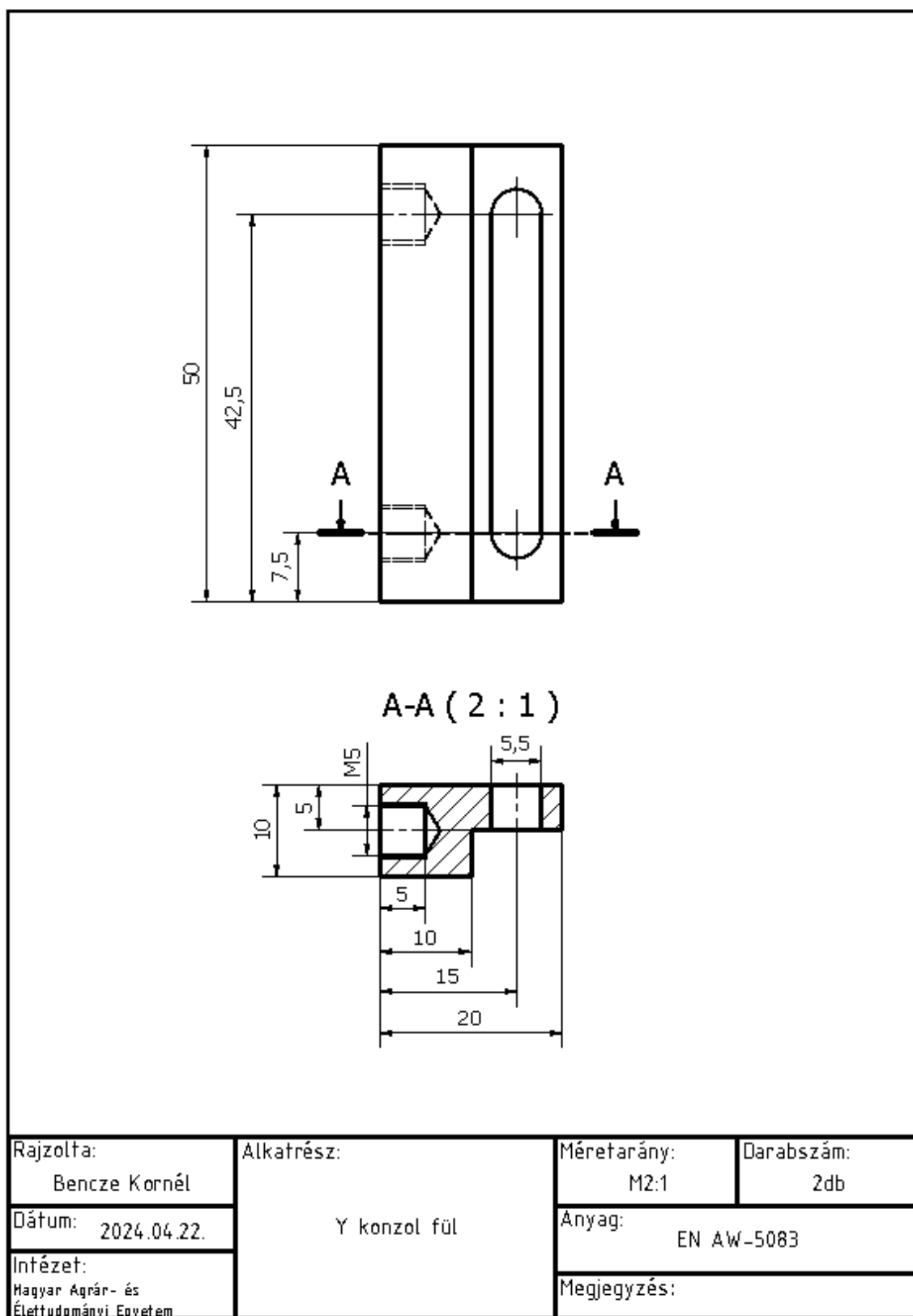
1. számú melléklet: Alaplap műszaki rajza



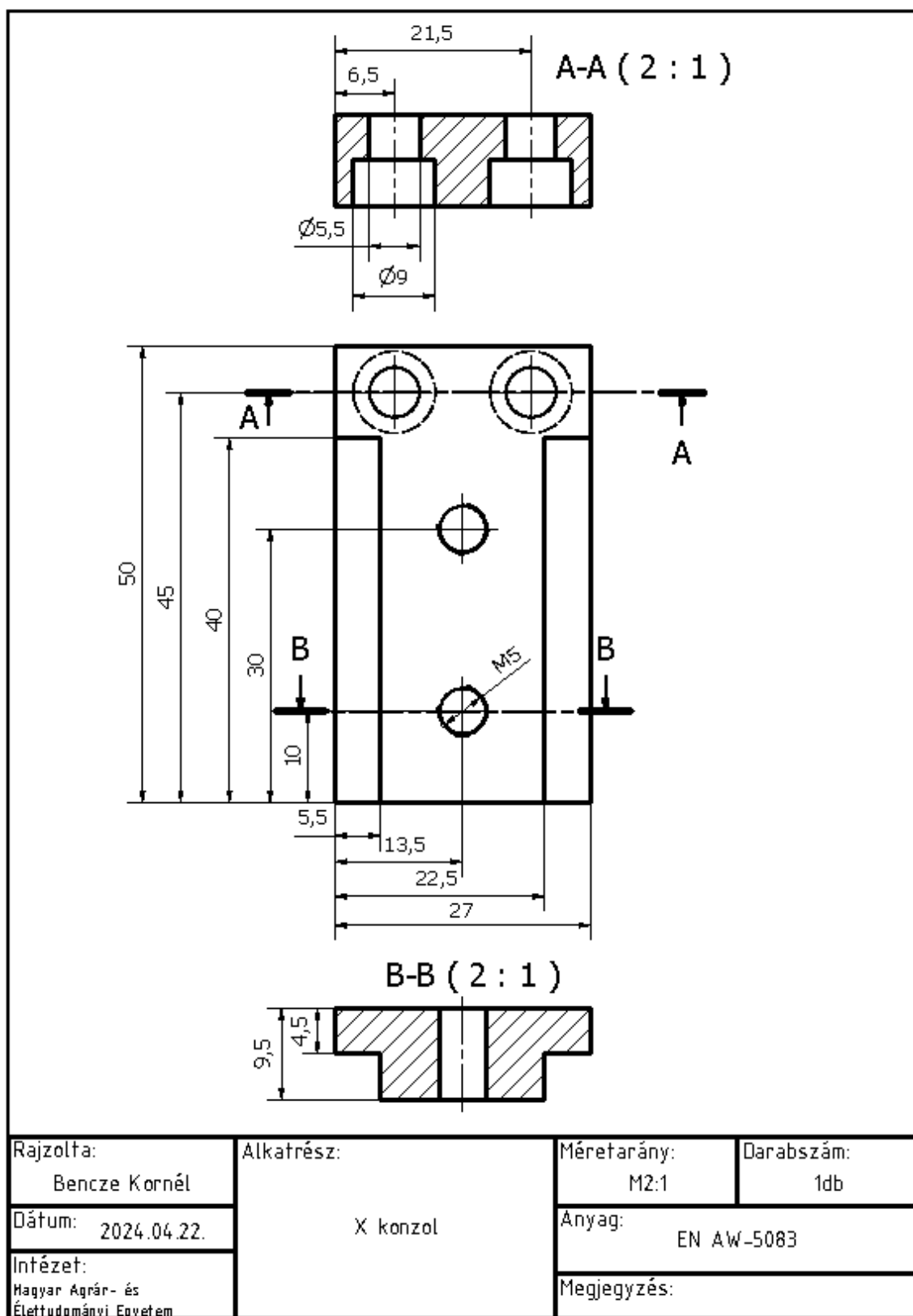
2. számú melléklet: Y konzol műszaki rajza



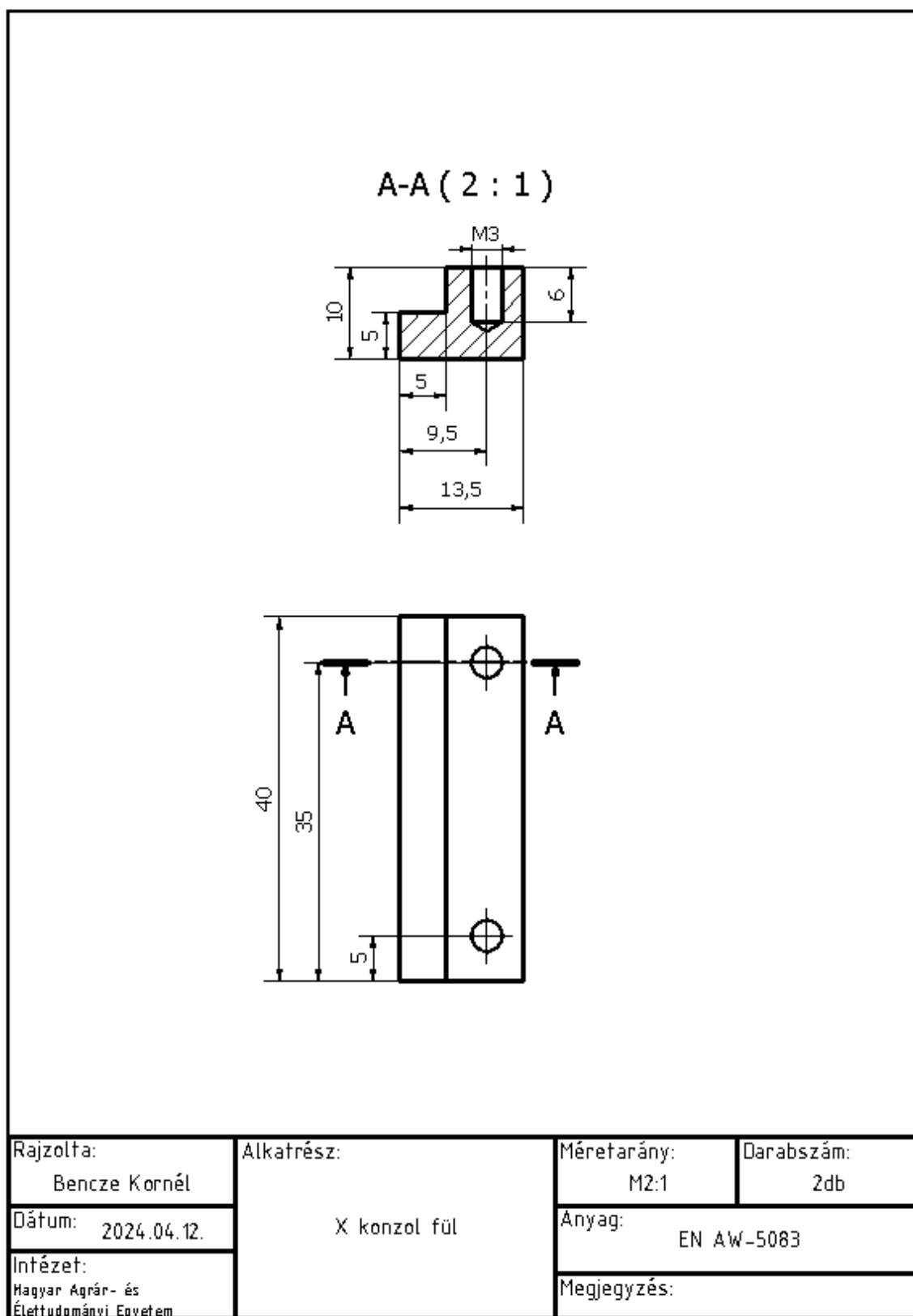
3. számú melléklet: Y konzol fül műszaki rajza



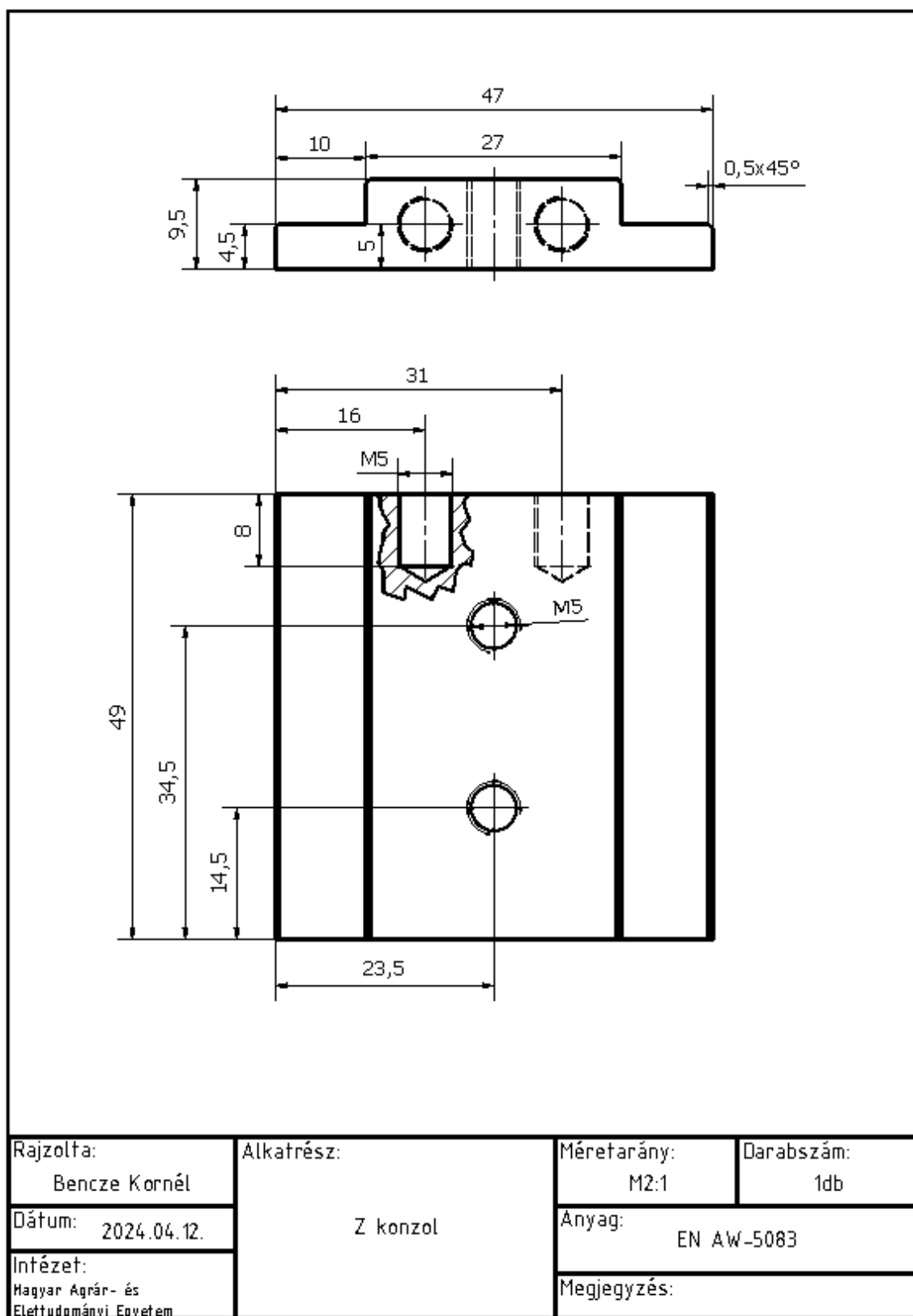
4. számú melléklet: X konzol műszaki rajza



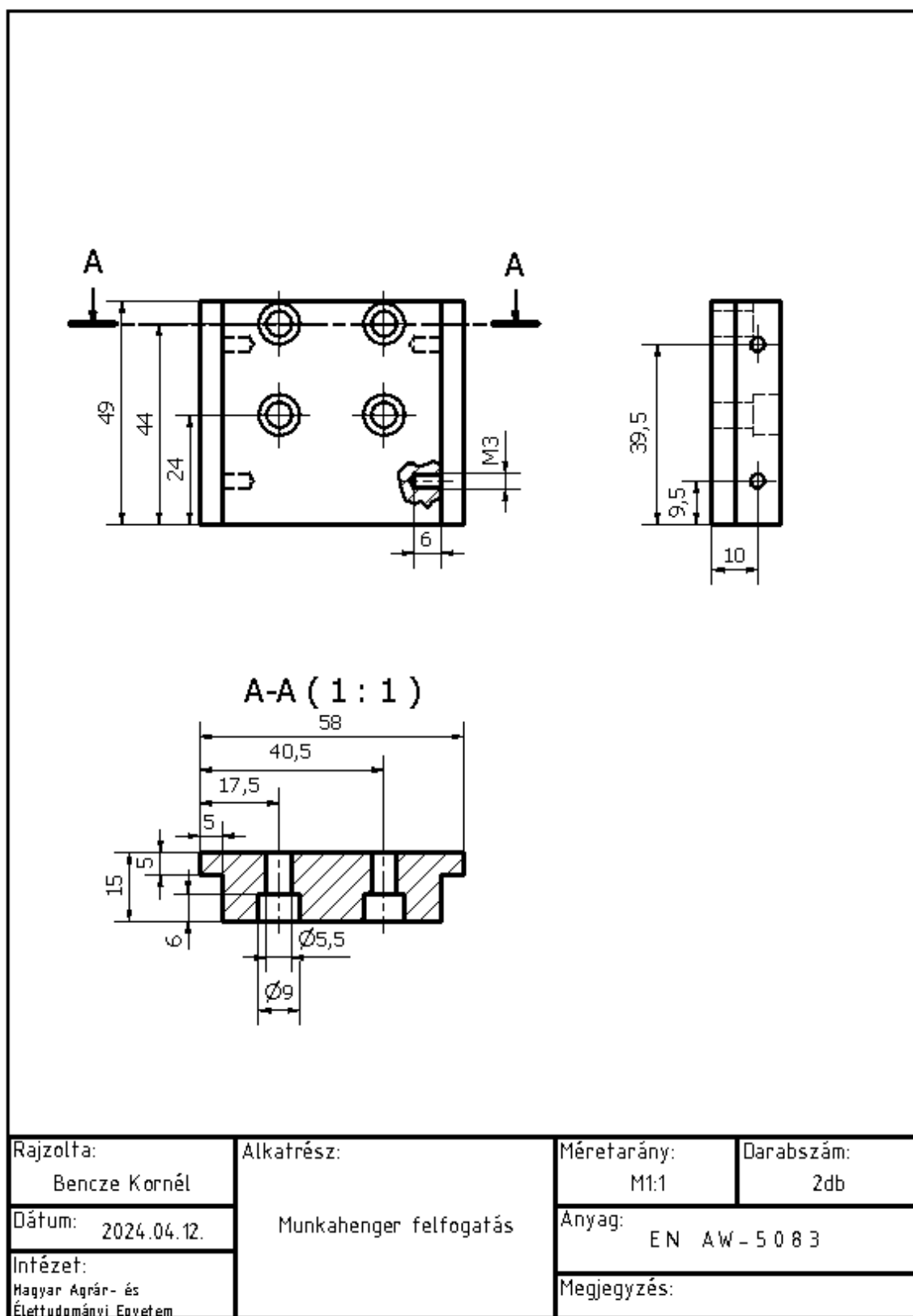
5. számú melléklet: X konzol fül műszaki rajza



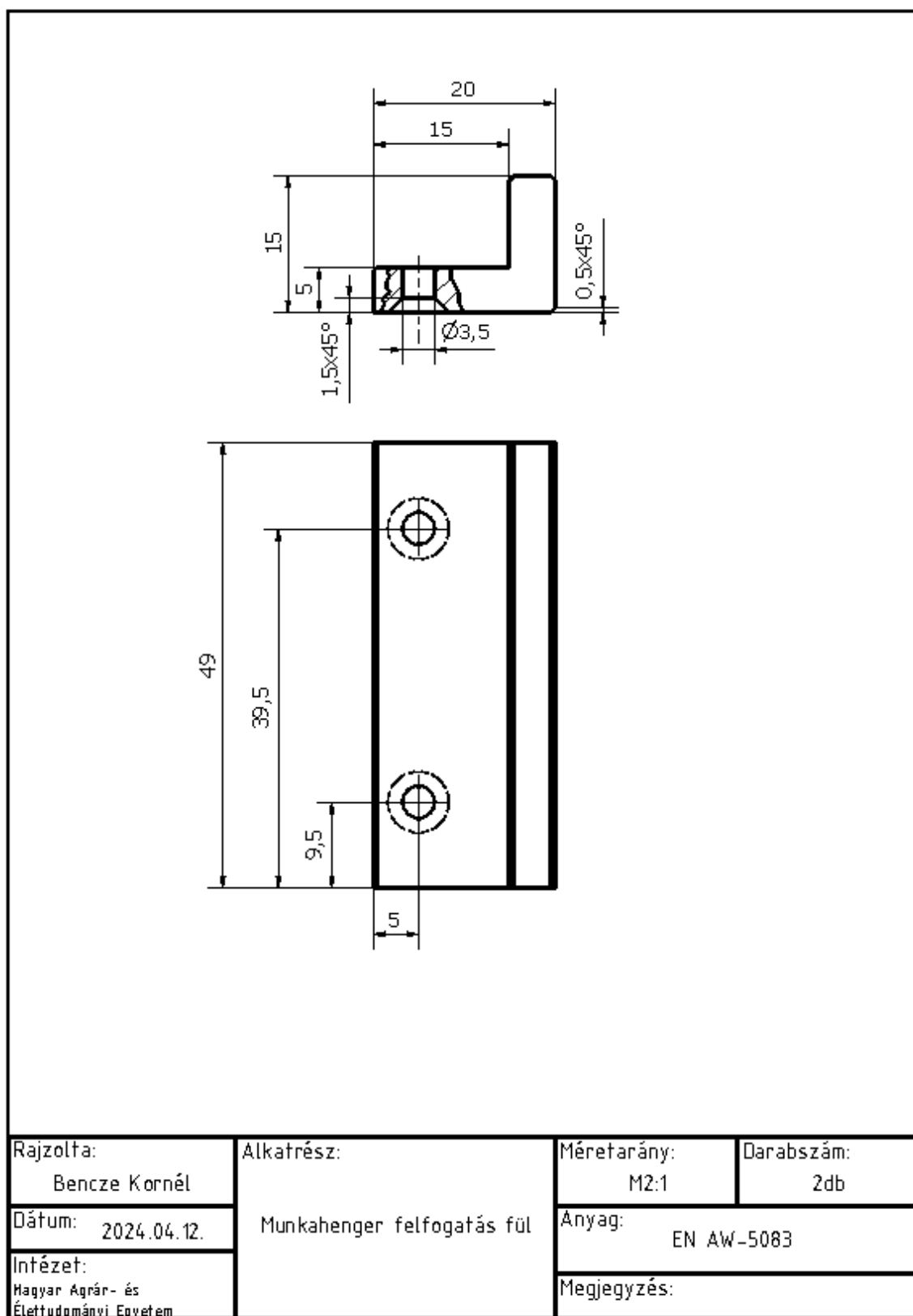
6. számú melléklet: Z konzol műszaki rajza



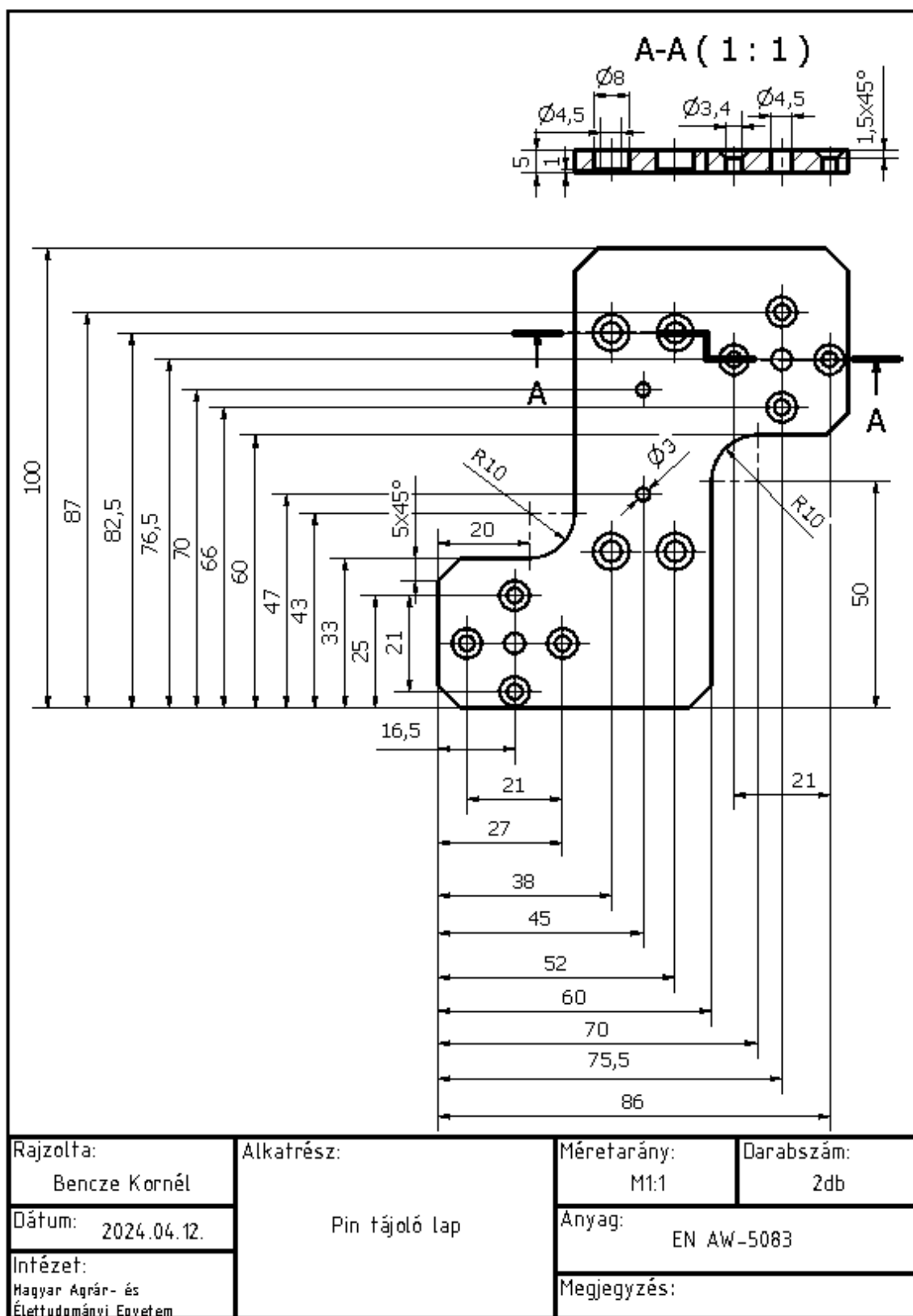
7. számú melléklet: Munkahenger felfogatás műszaki rajza



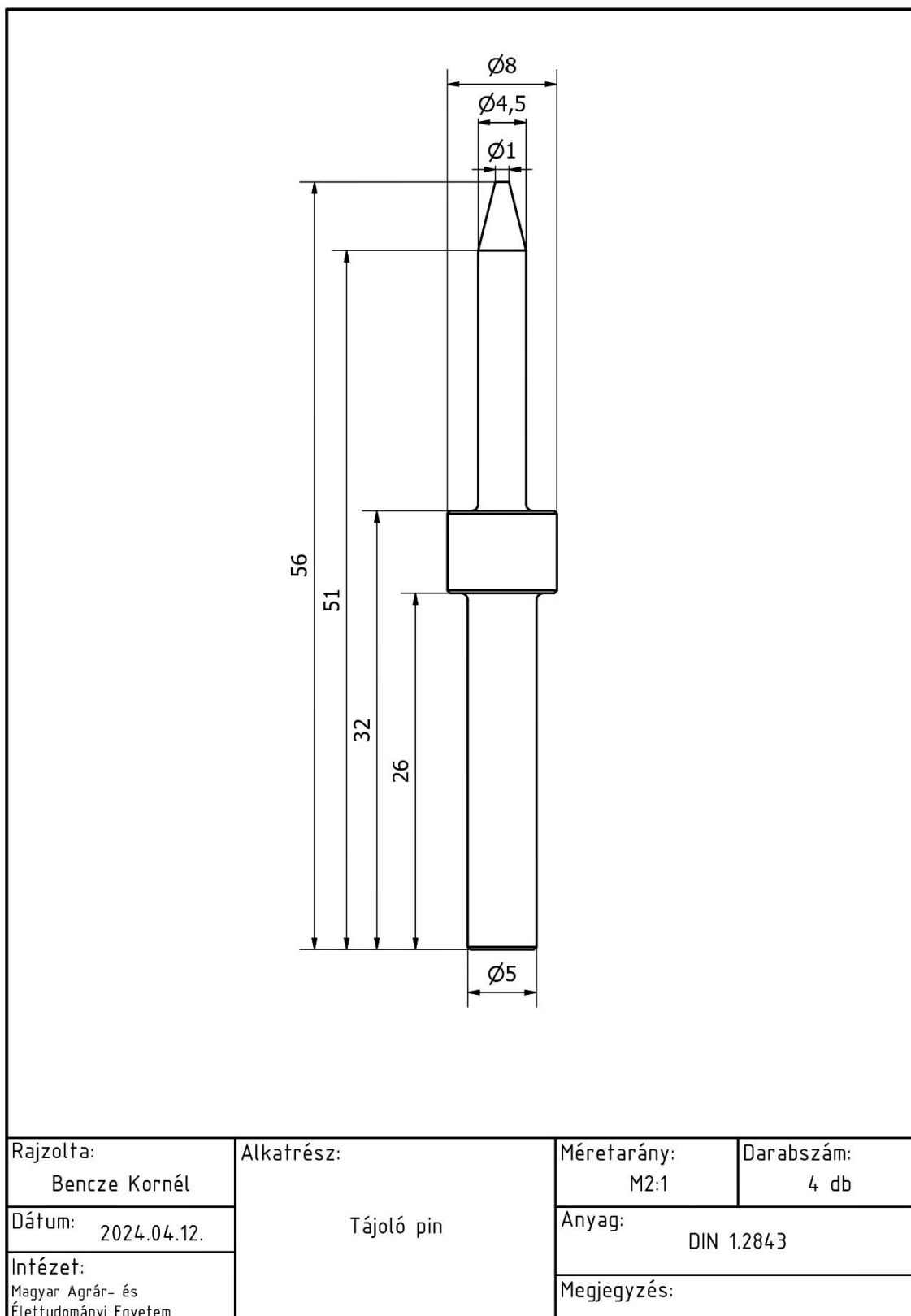
8. számú melléklet: Munkahenger felfogatás fül műszaki rajza



9. számú melléklet: Pin tájoló lap műszaki rajza



10. számú melléklet: Tájéoló pin műszaki rajza



11. számú melléklet: Pin ház műszaki rajza

