

# SZAKDOLGOZAT

Kovács Timon

2025



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

Szent István Campus

Műszaki Intézet

Mezőgazdasági és Élelmiszeripari gépészmérnök

alapképzési szak

**TERVEZZEN MDB LV 500 PRO TÍPUSÚ ERŐGÉPPEL  
ÜZEMELTETHETŐ TALAJMŰVELŐGÉPET.**

**Belső konzulens neve:**

Nagy István

Mesteroktató

**Belső konzulens  
intézete/tanszéke:**

Műszaki Intézet

**Külső konzulens:**

Farmasi Károly

Gépésztervező mérnök Abraziv  
kft.

**Készítette:**

Kovács Timon

Gödöllő

2025

**MŰSZAKI INTÉZET**  
**MEZŐGAZDASÁGI ÉS ÉLELMISZERIPARI GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK**  
Termeléstechológia és műszaki szolgáltató specializáció

**SZAKDOLGOZAT**

feladatlap

**Kovács Timon (CXWP9X)**

részére

**A diplomadolgozat címe:**

**Tervezzem MDB LV 500 PRO típusú erőgéppel üzemeltethető talajművelőgépet**

**Feladatkiírás:** Egy olyan sorközművelő kultivátor tervezési folyamatának levezetése, amely üzemeltethető az MDB LV 500 Pro erőgéppel. Konceptcionális tervek, 3D modell készítése és ezeken keresztül bemutatva a kultivátorral szemben támasztott követelményeket.

**Közreműködő tanszék:** Gépszerkeztetani

**Külső konzulens:** Farmasi Károly, Gépész tervezőmérnök, ABRAZIV kft, 6000 Kecskemét Paul Lechler u. 3

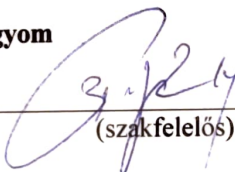
**Belső konzulens:** Nagy István mesteroktató, MATE, Műszaki Intézet

**A dolgozat beadási határideje:** 2025. év 11. hó 4. nap

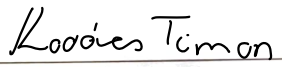
Kelt: Gödöllő, 2025 év 11. hó 3. nap

**Jóváhagyom**

  
(tanszékvezető)

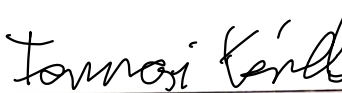
  
(szakfelelős)

**Átvettem**

  
(hallgató)

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

Kelt: Kecskemét, 2025 év 11. hó 3 nap

  
(külső konzulens)

# Tartalomjegyzék

1. Bevezetés .....	5
2. Irodalmi áttekintés .....	6
2.1. A talajművelésszerepe a mezőgazdaságban .....	6
2.2.1. A kultivátorok feladata és felépítése .....	8
2.2.2. A sorközművelő kultivátorok bemutatása .....	9
2.3. A munkagépek és erőgépek kapcsolata .....	13
2.3.1. Kapcsolás és munkavégzés összhangja géptervezési szempontból .....	14
2.3.2. Függesztett munkagépek kapcsolása: .....	15
2.4. Az erőgép jellemzői .....	17
2.4.1. Főbb műszaki jellemzők: .....	18
2.4.2. Felépítés és konstrukciós sajátosságok .....	19
3. A kultivátor tervezése és fejlesztési folyamata .....	22
3.1 A tolt rendszerű frontfüggesztett kultivátor tervezési alapelvei .....	22
3.1.1. A konstrukciós kialakítás fő szempontjai .....	23
3.1.2. Funkcionális kialakítás és Konstrukciós, Tervezési alternatívák .....	24
3.2.1. „A” verzió - Hegesztett, merev vázas kialakítás .....	24
3.2.2. „B” verzió – Moduláris, hibrid vázszerkezetű kultivátor .....	25
3.2.3. „C” verzió – Csuklós, széllességében állítható .....	26
3.2.4. A konstrukciók összehasonlító értékelése .....	28
4. A kultivátor méretezése és számítással való ellenőrzése .....	30
4.1 A kultivátorra ható erők .....	31
4.2 Végeselem analízis .....	32
4.3 A csavarok méretének ellenőrző számításai .....	33
5. A kultivátor gyártásának folyamatai .....	36
5.1 Anyagválasztás és technológizálás .....	37
6. Gazdasági értékelés és költségbecslés .....	41
6.1 Anyag- és alapanyag költségek .....	41

<b>6.2 Gyártási és megmunkálási költségek .....</b>	<b>42</b>
<b>6.3 Vásárolt alkatrészek és szerelvények .....</b>	<b>42</b>
<b>6.4 Összesített költségbecslés és értékelés .....</b>	<b>43</b>
<b>7. Eredmények és értékelésük .....</b>	<b>44</b>
<b>8. Következtetések és javaslatok .....</b>	<b>45</b>
<b>9. Összefoglalás .....</b>	<b>46</b>
<b>10. Irodalomjegyzék .....</b>	<b>47</b>
<b>11. Ábrák jegyzéke .....</b>	<b>49</b>
<b>12. Táblázatok jegyzéke .....</b>	<b>51</b>
<b>13. Mellékletek .....</b>	<b>51</b>

# 1. Bevezetés

A mezőgazdaság gépesítése a XX. század második felétől kezdve alapvetően megváltoztatta a növénytermesztési technológiákat, és jelentősen növelte a termelés hatékonyságát. A különféle művelőgépek fejlődése lehetővé tette a talajkezelés precíz, időjáráshoz és talajtípushoz igazított végrehajtását. A kultivátorok, mint talajművelő eszközök, elsősorban a sekély talajlazítás, a gyomirtás, valamint a talaj nedvességtartalmának megőrzése szempontjából játszanak kulcsszerepet. A hagyományos művelési eljárásokkal szemben a kultiválás hatékonyabb, energia- és környezetkímélőbb megoldást kínál.

Az utóbbi években a kisebb teljesítményű, de sokoldalúan alkalmazható kompakt erőgépek iránt megnövekedett kereslet figyelhető meg, különösen a kis- és közepes méretű gazdaságokban. Az MDN LV 500 Pro típusú erőgép ilyen kategóriába sorolható mely különféle munkagépekkel való kompatibilitásával tűnik ki. Mivel azonban a piac elsősorban nagyobb teljesítményű traktorokra optimalizált munkagépeket kínál, gyakran szükség van célzottan az adott erőgépre tervezett eszközök kialakítására.

A jelen szakdolgozat célja egy olyan kultivátorgép tervezése, amely a gödöllői Szent István kampusz műszaki intézetének tulajdonában lévő MDB LV 500 Pro típusú erőgéppel üzemeltethető. A tervezés során elsődleges szempont a kompatibilitás biztosítása, a hatékony munkavégzés feltételeinek megteremtése, valamint a megfelelő szerkezeti kialakítás, amely figyelembe veszi az erőgép teljesítményét, hidraulikus és mechanikai adottságait, valamint a kapcsolási és mozgatási lehetőségeket.

A dolgozat első részében rövid áttekintést a kultivátorok fejlődéséről, alkalmazási területeiről, valamint az MDB LV 500 Pro típusú erőgép műszaki paramétereiről. Ezt követően meghatározásra kerülnek a tervezéshez szükséges alapvető követelmények, majd részletesen bemutatom a munkagép szerkezeti felépítésének tervezési folyamatát. A dolgozatot a tervezett kultivátor értékelése és az eredmények összegzése zárja.

## 2. Irodalmi áttekintés

### 2.1. A talajművelésszerepe a mezőgazdaságban

A talajművelés a mezőgazdasági növénytermesztés egyik alapvető technológiai eleme, amelynek célja a talaj fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságainak kedvező irányú módosítása. A megfelelően végrehajtott talajművelés elősegíti a vetőmag optimális elhelyezését, a gyökérfejlődést, a víz- és levegőforgalom szabályozását, valamint hozzájárul a gyomok, kártevők és kórokozók elleni védekezéshez.

A talajművelés főbb feladatai közé tartozik:

- a talajszerkezet javítása
- növényi maradványok bedolgozása
- nedvességtartalom megőrzése
- gyommentesítés
- valamint tápanyag-utánpótlás elősegítése

A talajművelés során alkalmazott műveletek közé tartozik a forgatás (pl. szántás), lazítás, a porhanyítás, a keverés és a felszínalakítás. Ezek a műveletek együttesen biztosítják a talaj optimális állapotát a vetéshez és a növények fejlődéséhez.

Az elmúlt évtizedekben a hagyományos talajforgatáson alapuló módszerek mellett egyre nagyobb szerepet kaptak az alternatív, talajkímélő technológiák, mint például a forgatás nélküli (direktvetés) és a minimális menetszámú művelési eljárások. Ezek célja a talaj szerkezetének és élővilágának megőrzése, valamint a költségek és az energiafelhasználás csökkentése.

A kultivátorok alkalmazása elsősorban a sekély talajlazításban, a gyomirtásban, valamint a növényápolási munkákban (pl. sorközművelés, talajlégzés javítása) kiemelkedően fontos. Használatuk különösen előnyös akkor, amikor nincs szükség mély talajforgatásra, viszont szükség van a talaj felső rétegének megmunkálására a gyökérszóna szellőztetése vagy gyomok mechanikai irtása érdekében.

A korszerű talajművelési gyakorlatban, tehát a kultivátorok egyre fontosabb szerepet töltenek be, különösen olyan gazdaságokban, ahol környezetkímélő kialakítása és az adott erőgéphez való illesztése kulcsfontosságú tényező a hatékony mezőgazdasági munkavégzéshez.

A talajművelés hatékonyságát és eredményességét számos tényező befolyásolja, többek között a talaj fizikai jellemzői (mechanikai összetétel, szerkezet, nedvességtartalom), a klimatikus

viszonyok, a termesztett növény igényi, valamint a rendelkezésre álló gépesítési háttér. A helyesen megválasztott művelési módszer hozzájárul a termésbiztonság növeléséhez, valamint a talaj degradációjának (tömörödés, erózió, szerkezetromlás) megelőzéséhez.

A nem megfelelő vagy túlzott mértékű talajművelés komoly problémákat okozhat, különösen kötött vagy érzékeny talajokon. Az intenzív forgatás például rontja a talaj szerkezeti stabilitását, gyorsítja a humusz lebomlást, valamint elősegíti a talaj víz- és szél-erózióját. Ezzel szemben az olyan műveletek, mint a sekély lazítás vagy a minimális bolygatás, képesek fenntartani a talaj biológiai aktivitását és szervesanyag-tartalmát, ezáltal hozzájárulva a talajtermelékenység hosszú megőrzéséhez.

A modern növénytermesztési rendszerekben egyre nagyobb figyelmet kap a konzerváló talajművelés, amelynek alapelve, hogy a talaj állapotát a lehető legkisebb mechanikai beavatkozással tartsák fenn. Ennek eszközei a direktvetés, a mulcsozás, illetve a sekély, célzott talajlazítás. Utóbbihoz szorosan kapcsolódik a kultivátorok alkalmazása.

A kultivátorok megfelelő beállítása, mint például a munkamélység, kapaosztás, haladási sebesség nagymértékben befolyásolja a munkaminőséget és a talaj állapotát. Fontos elérni, hogy a gép egyenletes mélységben, tömörödés nélkül, és gyomirtó hatással dolgozzon, miközben a felszín megőrzése is elsődleges cél lehet, például a vízvisszatartás vagy erózió elleni védelem szempontjából.

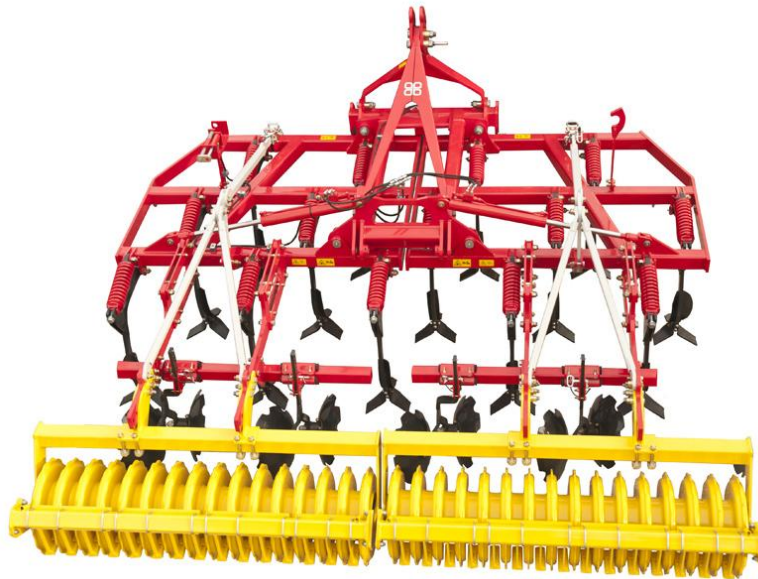
**1.ábra:** sorközművelő kultivátor munka közben (Forrás: <https://www.vigerm.com/ca/maquinaria-agricola/vigerm/-/117120/chopstar/174.html> 05.22. 20:08)



### 2.2.1. A kultivátorok feladata és felépítése

A kultivátorok olyan talajművelő eszközök, amelyek elsősorban forgatás nélküli, sekély vagy közép mély talajművelésre szolgálnak. Használatuk elterjedt a növényápolási munkák, a sorközművelés, valamint tarlóhántás és talaj előkészítés során. Legnagyobb előnyük a művelés gyorsasága, az alacsony energiaigény, valamint a talajszerkezet megőrzése, mivel nem bolygatják meg jelentősen a talajrétegek sorrendjét.

**2. ábra:** kultivátor hengerrel szerelve  
(Forrás: <https://www.agrotec.hu/products/talajmuvelo-munkagepek/szantofoldi-kultivatorok/haromgerendelyes-fuggesztett-kultivator> 05.22. 15:19)



A kultivátorokat feladatuk és kialakításuk szerint több csoportra oszthatjuk:

- Sorközművelő kultivátorok: elsősorban kapásnövények (pl kukorica, napraforgó, szója) termesztése során alkalmazzák. Ezek a gépek precízen igazodnak a vetett sorokhoz, és képesek a növények közötti gyomok eltávolítására anélkül, hogy károsítanák a kultúrnövényeket.
- Szántóföldi kultivátorok: a talaj egész felszínét megmunkálják, így alkalmasak a tarlóhántásra, magágy előkészítésre vagy sekély lazításra. Gyakran használják őket szántás nélküli művelési rendszerekben.
- Középmély lazítók: ezek a gépek nagyobb munkamélységre képesek (akár 25-30 cm-ig), és céljuk a tömörödött talajrétegek feltörése, a víz- és levegőáramlás javítása.

## 2.2.2. A sorközművelő kultivátorok bemutatása

A dolgozat további részében a sorközművelő kultivátorokat választottam részletes bemutatásra és elemzésre, mivel az MDB LV 500 Pró típusú erőgép paraméterei és felépítése alkalmassá teszik egy ilyen kultivátor működtetésére.

A kultivátorok csoportján belül a sorközművelő kultivátorok különösen fontos szerepet töltenek be a mezőgazdaságban. Ezek a gépek a kapásnövények például kukorica, napraforgó, cukorrépa, szója stb. sorközeinek talajápolására, gyommentesítésére és a talaj szerkezetének alakítására, javítására szolgálnak.

**3. ábra:** Omikron sorközművelő kultivátor magyar gyártmány  
(Forrás: [https://omikronkft.hu/kultivatorok?product\\_id=73](https://omikronkft.hu/kultivatorok?product_id=73) 10.25 13:48)



A sorközművelő kultivátorok szerkezeti felépítése több, funkcionálisan elkülönülő, egymással szoros kapcsolatban álló egységekből állnak.

- **Főtartó vázszerkezet:** A gépek alapját egy merev hegesztett főtartó váz képezi, amely a munkaszámok és a segédszerkezetek hordozására szolgál. A váz hosszirányú eleméhez (gyakran gerendelynek nevezett egység) kapcsolódnak a sorközben elhelyezett számtartó egységek, valamint a függesztőelemek. A főtartó rendszerint zártszelvényekből készül. Kialakítása a munkaszélességtől és a sorkiosztástól függ. A szerkezet feladata, hogy elviselje a talajjal szembeni erőket és a fellépő dinamikus igénybevételeket.

- Szerszámtartó egységek: A sorközművelő kultivátorok legfontosabb egysége. Többféle kialakítás létezik ilyenek például a merev szerszámtartó egységek melyek nyíró igénybevételre tervezett csavarokkal rögzítik a kapaszárat, amely a talaj egyenetlenségeiből származó túl nagy erő esetén eltörik így a kapa ki tud emelkedni a földből. Ennek hatására a kapa nem sérül, nem törik el. Emellett alkalmaznak külön-külön rögzített és gyakran rugózott, paralelogrammás felfüggesztést. Ez a kialakítás biztosítja a talaj egyenetlenségeinek követését miközben a beállított munkamélység és a szögállás állandó marad.
- Mélységhatároló elemek: A kultivátorok pontos munkamélységét mélységhatároló kerekek vagy támasztó kerekek is biztosíthatják. Ezek lehetnek központilag vagy egyenként állíthatók, attól függően, hogy a gép milyen mértékű precizitást igényel. A precíz mélységtartás különösen fontos, mert a gyökérszóna megsértése a növények fejlődését hátrányosan befolyásolja.
- Munkaszerszámok:  
A sorközművelő kultivátorok szerszámkialakítása a növényállomány fejlettségéhez és gyomviszonyokhoz igazodik. Leggyakrabban alkalmazott kapatípusok lúdtalpkapa, szárnyas kapa, magyar szabadalom a forgókapa így hazánkban ez is egészen elterjedt. Ezek mellett védőtárcsákat is szoktak alkalmazni melyek a növény sorok védelmét szolgálják.

**4. ábra:** Példa szerszámtartó egységenkénti mélységállításra és védőtárcsák alkalmazására

Kongskilde Vibro crop sorközművelő kultivátor

(Forrás: <https://kongskilde.com/interrow-cultivators/vibro-crop-interrow-cultivator-ycof/> 10.25. 14:14)



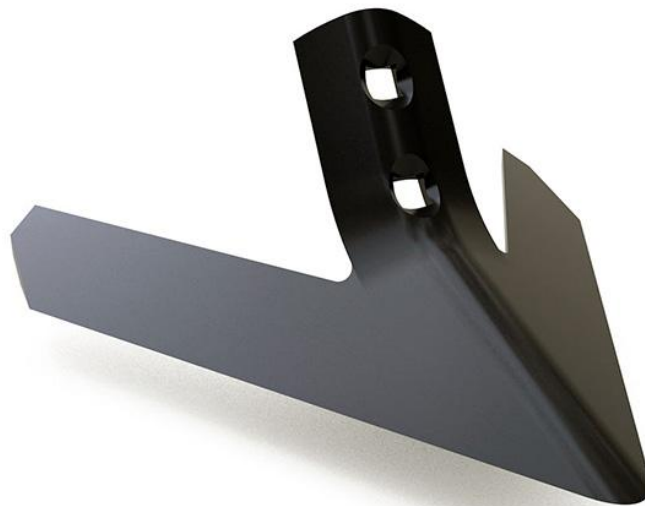
## Kultivátor kapák:

A kultivátorok munkaminőségét és alkalmazási területét jelentős mértékben meghatározza a használt művelőszerszámok kialakítása. A különféle szerszámgeometriák lehetővé teszik a célzott talajművelési feladatok elvégzését, legyen szó gyomirtásról, talajlazításról, keverésről vagy felszíni aprításról. Főbb kapatípusok:

- Dárda alakú kapák: Gyomirtáson kívül talajlazító munkát is végeznek
- Lúdtalp kapák: Szántóföldi és sorközművelésre egyaránt alkalmasak. A növény sor közepén járattjuk őket. Közvetlenül a növény mellett nem célszerű járattni őket, mert a kapák széleit nem tudjuk figyelemmel kíséreni, így megsérthetik a növényzetet. Jó a talajlazító hatása.
- Saraboló kapák: főleg sorközművelésre használják, de szántóföldi kultivátorokra is felszerelhető; feladata a gyomnövények gyökereinek a levágása;

### 5. ábra: Lúdtalpkapa

(Forrás: <https://www.bednar.com/hu/spare-part/kapa-270-mm-swifter/> 11.05. 21:13)



Sorközművelő kultivátorok jellemző kialakításai:

A sorközművelők legelterjedtebb kialakításai közé tartoznak a függesztett kivitelű gépek mivel ezekkel könnyebb manőverezni mind a szántóföldek között mind a közúton is. Elterjedt kialakítás nem csak az erőgépek mögé függesztett kultivátorok, hanem a frontfüggesztett kivitelek is. Ezekkel még pontosabban lehet navigálni a művelendő növény kultúrák között. A front és hátul függesztett kivitelek szinte csak ebben különböznek minden egyéb a művelést segítő eszközzel felszerelhetők a modulációra való lehetőséget gyártója válogatja. Ebben az alfejezetben frontfüggesztett gépen szeretném bemutatni a legjellemzőbb egyéb kialakításokat.

**6. ábra:** Hatzenbichler frontfüggesztett kultivátor művelés közben  
(Forrás: <https://www.hatzenbichler.com/de/fronthackmaschinen> 10.25. 23:01)



Az 6. ábrán látható kultivátor oldal irányban hidraulikus munkahengerek segítségével tud a fővázszerkezeten toldani így további művelő egységek szerelhetők fel. Továbbá az ábrán az is megfigyelhető, hogy művelő egységként mélységátároló kerekkel és a növényzetet védő tárcsával ellátott.

**7. ábra:** Hatzenbichler frontfüggesztett kultivátor művelő egységei  
(Forrás: <https://www.hatzenbichler.com/de/fronthackmaschinen> 10.25. 23:20)



Az 7. ábrán közelebbről szemlélhetjük meg a munkagép művelőegységeit, amelyen jól látható a paralelogrammá rögzítés a főtartószerkezethez mely a talaj egyenlőtlenségeit segít nyomon követni, Ez egy gyakran használt megoldás. E mellett maga a kapa egy merevszárú kapa, ami egy rugós egységre van csavarral rögzítve. Művelőtagonként 2 kapa végzi a talajmunkát. Ezek mellett az erőgép frontfüggesztésénél megfigyelhetünk segéd kerekeket, amelyek elsősorban a munkavégzésközben az erőgép frontfüggesztését hivatottak tehermentesíteni, a közúti közlekedésben és a szállításban nem vállalnak szerepet.

### **2.3. A munkagépek és erőgépek kapcsolata**

A mezőgazdasági erőgépek és a hozzájuk csatlakoztatott munkagépek közötti kapcsolat kialakítása és géprendszer működőképességének egyik alapvetőfeltétele. A kapcsolat módja nem csak a munkagép üzemeltethetőségét határozza meg, hanem kihatással van a gépkapcsolat stabilitására, manőverezhetőségére, biztonságos használatára, valamint a munkaminőségre is. A helyesen megválogatott kapcsolási rendszer lehetővé teszi a vonóerő optimális átvitelét, a munkamélység precíz tartását és a talajvédelmi szempontok érvényesülését.

A mezőgazdaságban a munkagépek közötti kapcsolatok három fő formája terjedt el:

- Függesztett, a traktor hárompont-függesztő rendszerén keresztül,
- Vontatott, a traktor vonóhorgához vagy vonószeméhez csatlakoztatva,
- Félig-függesztett, amely átmenetet képez a két előző lehetőség között.

A kapcsolási mód kiválasztása függ a munkagép tömegétől, méretétől, felhasználási céljától, valamint az erőgép teljesítményétől és kialakításától.

A hárompont függesztés a mezőgazdasági traktorok és felfüggesztett munkagépek közötti leggyakoribb kapcsolási mód. A rendszer ISO 730 szabvány szerint kategorizálható (I-IV), melyek az alsó és felső függesztőkarok távolságában, valamint a csatlakozópontok átmérőjében térnek el egymástól. Az alkalmazott kategóriát a traktor teljesítménye és mérete határozza meg.

**8. ábra:** Erőgép és munkagép kapcsolata  
(Forrás: Kántor Zalán, Kántor családi gazdaság)



### 2.3.1. Kapcsolás és munkavégzés összhangja géptervezési szempontból

Egy munkagép tervezése során alapvető fontosságú figyelembe venni a kapcsolás típusát és annak jellemzőit. A kapcsolási pontok helyes pozicionálása kulcsfontosságú a következők szempontjából:

- Vonóvonal kialakítása: a traktor hátsó tengelyéhez közeli, lehetőleg vízszintes vonóirány csökkenti az erővesztéseket,
- Tömegközéppont elhelyezkedése: minél közelebb a traktorhoz, annál stabilabb lesz a kapcsolat,
- Emelési magasság: szállítási helyzetben biztosítani kell, hogy a munkagép ne érje a talajt még egyenetlen terepen sem,

- Csatlakozási kompatibilitás: figyelembe kell venni a traktor hidraulikus, elektromos és mechanikus csatlakozóinak számát, típusát és elhelyezkedését.

A munkagép és az erőgép közötti kapcsolat nem kizárólag szállítási vagy statikus szempontból jelentős, hanem a dinamikus munkavégzés során is. A kapcsolási merevsége, a csatlakozási pontok játéka, a kapák vibrációja és a talajellenállás mind hatással vannak a rendszer működésére. Kiemelten fontos tehát szerkezeti merevség, a rezgéscsillapítás, valamint az egyenletes munkamélység biztosítása.

A felfüggesztett kultivátorok esetében a keretszerkezet kialakítása (merev vagy osztott váz, központi gerenda elhelyezése), valamint a kapák elosztása közvetlenül befolyásolja a munkagép viselkedését munka közben. A jól megtervezett kapcsolási rendszer segíti a vonóerő hatékony átvitelét, csökkenti a talajellenállásából fakadó rángatásokat, és hozzájárul a stabil vonuláshoz és a szimmetrikus munkavégzéshez.

### **2.3.2. Függesztett munkagépek kapcsolása:**

A Függesztett munkagépek az erőgépekhez közvetlenül, egy függesztő rendszer segítségével kapcsolódnak. Ez a kapcsolási mód a legelterjedtebb megoldásnak számít, mivel stabil, biztonságos és jól irányítható kapcsolatot biztosít az erőgép és a munkagép között.

**9. ábra:** Frontoldali függesztő rendszer

(Forrás: <https://www.busabt.hu/mediatar-sorkozmuvelo-kultivatorok/> 05.22 17:27)



Az MBD LV erőgép nem hárompont-függesztő rendszerrel ellátott, de annak működési elvén alapuló függesztő rendszerrel rendelkezik, amelyet részletesebben egy későbbi pontban mutatok be.

A függesztett rendszerek alkalmazása különösen előnyös olyan esetekben, amikor pontos munkamélység-tartására, gyors manőverezésre és egyszerű szállíthatóságra van szükség- így a kultivátorok esetében is.

A rendszer működési elve, hogy a traktor emelőszerkezete hidraulikus úton süllyeszti vagy emeli a függesztett munkagépet. Ezáltal a munkamélység pontosan szabályozható, a gép pedig gyorsan szállítási helyzetbe emelhető.

A hátul függesztett munkagépek esetében a tömegközéppont elhelyezkedése és a kapcsolási pontok helyzete kulcsfontosságú tényező. A munkagép súlypontjának lehetőleg a traktor hátsó tengelyéhez közel, de azon belül kell elhelyezkednie, hogy a vonóerő hatékonyan adódjon át, és a traktor ne váljon instabillá. A túl nagy hátsó terhelés orrkönnyülést okozhat, ami veszélyezteti a biztonságos haladást. Ilyen esetekben elülső ballaszt súly alkalmazása válhat szükségessé.

A függesztett munkagépek előnyei közé tartozik:

- a kompakt és stabil kapcsolódás,
- a gyors csatlakoztathatóság és leválasztás
- a pontos mélység és szögállítás
- jó manőverezhetőség.

Hátrányaik elsősorban a traktor emelőszerkezetének terheléséből adódnak: a túlzott tömegű munkagépek megterhelik a hidraulikarendszert és a hátsó vagy első tengelyt. Emellett a traktor orr- része könnyebbé válhat, ami különösen dombos terepen kedvezőtlen hatásokat okozhat.

A kultivátorok tervezése során a függesztett kapcsolat előnyei jól kihasználhatók. A gép súlyelosztása, keretszerkezete és kapák elrendezése úgy alakítható, hogy az erőgép a munkagép függesztésével egy egységes, jól szabályozható rendszert alkosson. Ennek eredményeképp a munkagép pontosan követi a traktor mozgását, biztosítva az egyenletes munkamélységet, kisebb energiaigényt és jobb talajművelési minőséget.

## 2.4. Az erőgép jellemzői

Az MDB LV500 Pro típusú erőgép egy korszerű speciális felhasználásra tervezett univerzális erőgép, amely elsősorban meredek lejtőkön, nehéz terepviszonyok között, illetve erdőgazdálkodási feladatokra készült. A gépet az olasz MDB S.R.L. gyártja, amely ismert a professzionális, extrém terepen is bevethető, nagy stabilitású és kiemelkedő manőverezhető képességgel rendelkező erőgépeiről.

Az LV 500 Pro típus egy olyan gumihevederes erőgép, amely egyaránt alkalmas vontatási, és hidraulikus meghajtású munkagépek üzemeltetésére.

A következő alfejezetben szereplő táblázatokban az erőgép pontos műszaki jellemzői, és adatai láthatóak.

**10. ábra:** MDB LV 500 Pro

(Forrás: <https://www.greenclimber.com.au/lv500-pro> 05:22 19:32)



## 2.4.1. Főbb műszaki jellemzők:

### 1. táblázat: Az erőgép paraméterei

(Forrás: Green Climber LV500 Pro kezelési és karbantartási útmutató és napló)

Magasság	1190 mm
Minimum gépszélesség	1340 mm
Maximum gépszélesség	1740 mm
Hosszúság	2170 mm
Maximális rézsűszög maximális szélességnél (1740 mm)	60°
Önsúly	1280 kg

### 2. táblázat: Az erőgép motorjának műszaki adatai

(Forrás: Green Climber LV500 Pro kezelési és karbantartási útmutató és napló)

Méreték h x sz m	726 mm x 570 mm x 863 mm
Üzemi hőmérséklet	-20 +40 °C
Hűtés	víz
Hengerek száma, pozíciója	4 henger soros elrendezés
Furat	88 mm
Futás	90 mm
Lökettérfogat	2190 cm <sup>3</sup>
Maximum teljesítmény	35.5 kW
Fordulatszám	3000 ford./perc
Betáplálás	természetes
Üzemanyag	dízel
Égésrendszer	közvetlen befecskendezés

### 3. táblázat: Az erőgép műszaki adatai

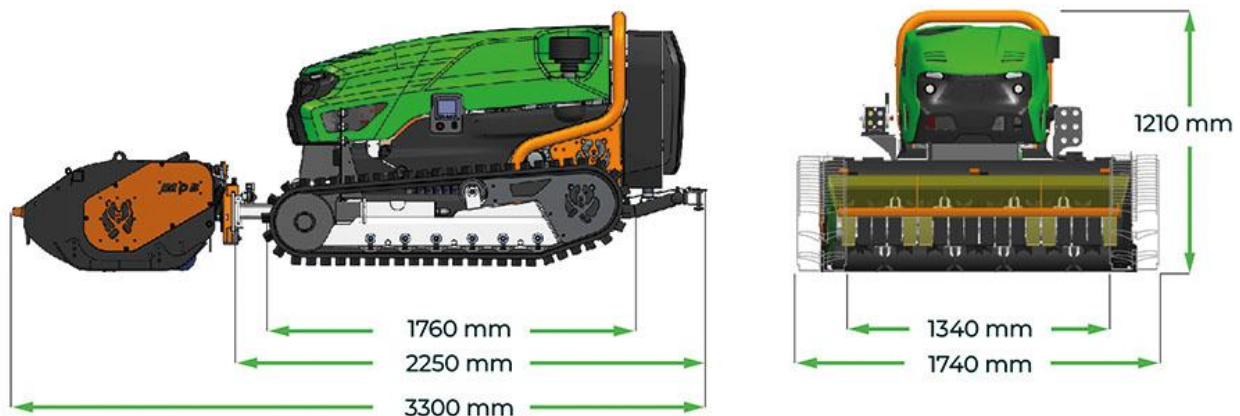
(Forrás: Green Climber LV500 Pro kezelési és karbantartási útmutató és napló)

Max. sebesség	8 km/h
Üzemanyagtartály-kapacitása	34 l
Motorolaj-kapacitása	7,4 +4,0l
Hidraulikaolaj-kapacitása	32 l

## 2.4.2. Felépítés és konstrukciós sajátosságok

A gép hegesztett acélvázból áll, amelyhez rögzíthetők az eszközök. Gumihevederes járószerkezetű. A gép nyomtáv változtatható távirányítóval állítható be. Ennek köszönhetően kiváló terepjáró képességet biztosít laza, meredek vagy csúszós talajokon is. A gumiheveder kisebb mértékű talajnyomása révén minimális a talajtömörödés, így különösen alkalmas mezőgazdasági célú munkákra, ahol talajszerkezet megóvása kiemelt szempont.

**11. ábra:** Az erőgép hossza és nyomtáv szélesítés lehetőségének ábrázolása  
(Forrás: <https://www.mdb srl.com/eng/product/lv-500-pro/7/>, 05.22. 15:07)



A vezetőfülke nélküli kialakítás lehetővé teszi a távvezérléssel történő üzemeltetést, így a gép biztonságosan működtethető veszélyes, meredek vagy nehezen elérhető helyeken is.

A dízel motor hidraulikus szivattyúk segítségével hajtja meg a gép hidraulikakörét. A gép hidrosztatikus hajtásrendszerrel rendelkezik, amely fokozatmentes sebességállítást tesz lehetővé, így a sebesség optimálisan állítható a munkagép működéséhez. A hidraulikus rendszer több körös, amely lehetővé teszi munkagépek párhuzamos működését is. Elöl egy gyorscsatlakozó található, amely kizárólag az MDB által tervezett és gyártott berendezések csatlakozására szolgál. Az LV500 Pro készülékhez használható eszközök a következők:

- aprító
- vágó
- permetező
- fűnyíró
- hómaró
- tolólap
- szárzúzós

- erdészeti zúzók
- tuskómarók
- kultivátorok

### Távírányítás és kezelhetőség

Az LV 500 Pro teljes mértékben távírányítással üzemeltethető, amely akár 100 méteres hatótávolságot biztosít, lehetővé téve a kezelő számára, hogy biztonságos távolságból irányítsa a gépet. A távírányító egyszerű kialakítású, egyetlen joystick segítségével vezérelhető, így a kezelő más funkciókat is könnyedén irányíthat. A gép rendelkezik egy integrált akkumulátortöltő rendszerrel is, amely biztosítja a távírányító folyamatos működését.

**12. ábra:** Az erőgép távírányítóval vezérelve (Forrás: Kite zrt.  
[https://www.youtube.com/watch?v=ViPdaBl3bog&ab\\_channel=KITEZrt](https://www.youtube.com/watch?v=ViPdaBl3bog&ab_channel=KITEZrt). 05.22. 18:22)



### Különleges jellemzők:

- Szabadalmaztatott motorolaj-lubrikációs rendszer: Biztosítja a motor megfelelő kenését extrém dőlésszögek mellett is.
- Gyorscsatlakozók hidraulikus adapterrel: Lehetővé teszi a munkagépek gyors és szerszámnélküli cseréjét.
- Szabadalmaztatott lánctalp-vezető rendszer: Megakadályozza a lánctalpak lecsúszását, növelve ezzel a gép megbízhatóságát.
- Előszűrős levegőszűrő turbina: Fémházas kivitelben, folyamatos porleválasztással.

### 2.4.3 A LDB LV 500 függesztő rendszere

Az erőgép emelőszerkezete két, az alvázhoz csuklósan kapcsolódó karral rendelkezik. E karok mozgatását hidraulikus munkahengerek végzik, amelyek lehetővé teszik az emelőszerkezet fel- és lemozgatását. A munkahengerek tehermentesítése érdekében biztonsági láncokat építettek be.

Az emelőlap, amelyhez a különböző munkaeszközök rögzíthetők, szintén hidraulikus munkahenger segítségével oldalirányban elmozdítható. Ennek köszönhetően a munkagép olyan helyeken is képes munkát végezni, ahol az erőgép közvetlenül nem fér hozzá a munkaterülethez.

**13. ábra:** MDB LV 500 PRO függesztő rendszere  
(Forrás: Saját kép)



### 3. A kultivátor tervezése és fejlesztési folyamata

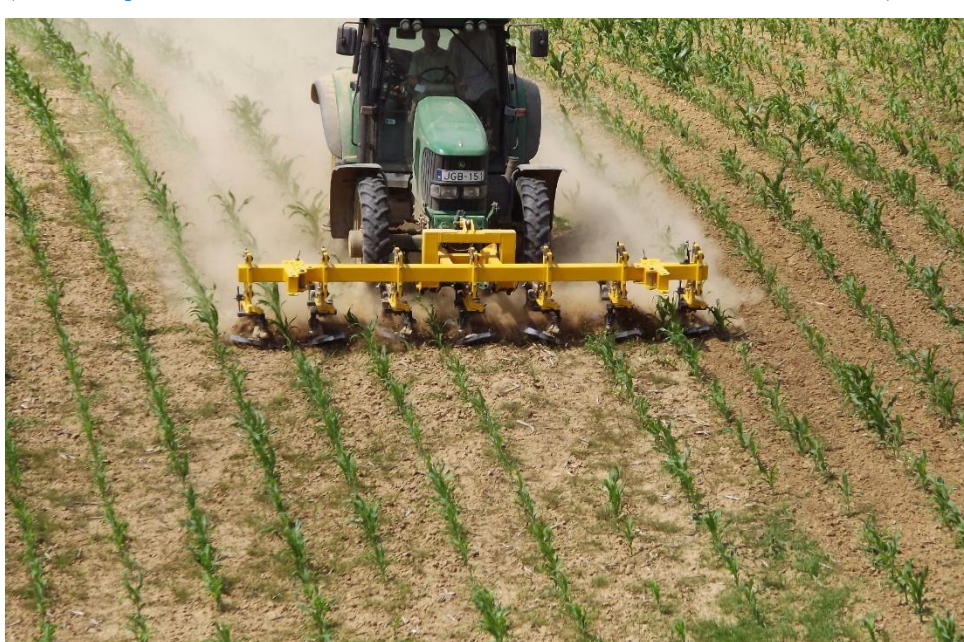
#### 3.1 A tolt rendszerű frontfüggesztett kultivátor tervezési alapelvei

A kultivátor tervezésének első lépése a koncepcionális szintű vizsgálat, amelynek a célja a különböző szerkezeti megoldások, műszaki kialakítások és a konstrukciós elvek összehasonlítása. A koncepciótervezés során meghatározásra kerülnek a fő funkcionális egységek, a szerkezeti arányok, a munkaszámok elrendezése, valamint a gép és az erőgép közötti kapcsolat módja.

A tervezés alapját az MDB LV 500 Pro típusú erőgép műszaki paraméterei adják, különös tekintettel a gép tömegére, vonóerő- és hidraulikus teljesítményre, valamint a csatlakoztatási lehetőségeire. A kultivátor konstrukcióját úgy kell kialakítani, hogy az illeszkedjen az erőgép képességeihez.

Az erőgép konstrukciója alapvetően eltér a hagyományos traktoroktól: kompakt gumihevederes kialakítással, frontoldali függesztő rendszerrel és távirányításos irányítással rendelkezik. Ezek a tulajdonságok meghatározóak a csatlakoztatandó munkagép szerkezeti koncepciója szempontjából. A tervezés kiindulópontja tehát az, hogy a MDB LV 500 Pro erőgépen a függesztő rendszer az elülső traktor részre került elhelyezésre, így a munkagépet tolóüzemben üzemelteti. Ez a konstrukciós megoldás alapvetően meghatározza a kultivátor szerkezeti elrendezését, a vázszerkezet kialakítását és a munkaszámok elrendezését is.

**14. ábra:** Frontoldali kultivátor munkaközben  
(Forrás: <https://www.busabt.hu/mediatar-sorkozmuvelo-kultivatorok/> 10.16. 21:17)



Ezek alapján a front függesztett munkagép tervezését választottam. A front függesztett kultivátor előnye, hogy az erőgép haladási irányába előre helyezett munkaszerszámok közvetlenül reagálnak a kezelőmozdulataira, így javul a művelési pontosság és kormányozhatóság. Az erőgép kezelője munkaterületet közvetlenül szemmel tudja követni, ami precízebb sor- és sorközi talajművelést tesz lehetővé. Ugyanakkor ez a konstrukció nagyobb tervezési figyelmet kíván, mivel a gép a talaj felől ható nyomóerőket és vibrációkat közvetlenül a függesztőkarokra vezeti át, amelyek a traktor homlokrészét is igénybe veszik.

### **3.1.1. A konstrukciós kialakítás fő szempontjai**

A tervezett gép célja egy kompakt, könnyű, ugyanakkor kellően merev vázszerkezetű kultivátor létrehozása, amely az erőgép teljesítményével és méreteivel harmonizál.

A konstrukció kialakításakor az alábbi fő szempontok kerülnek előtérbe:

- **Kompatibilitás:** a kultivátor illeszkedjen az erőgép frontfüggesztő rendszeréhez, mind geometriai, mind szerkezeti szempontból.
- **Merevség és stabilitás:** a tolóirányú terhelések és hajlítónyomatékok biztonságos felvétele.
- **Könnyű szerkezet:** a váz tömege ne terhelje túl az erőgép elejét, a gép teljes tömege maradjon 150-180 kg között.
- **Egyszerű gyárthatóság és szerelhetőség:** a konstrukció előnyösen legyen kialakítható hegesztett és csavarozott kötések kombinációjával.
- **Moduláris felépítés:** a váz szerkezeti tegye lehetővé a munkaszélesség módosítását és szerszámrendszer variálását.

A fenti szempontok figyelembevételével a gép főtartókból, merevítő elemekből, frontkapcsoló egységekből és szerszámtartó konzolokból áll.

Terhelési és erőhatási viszonyok a frontfüggesztett rendszerben üzemelő kultivátorok esetében a következők: tolóirányú és hajlító igénybevételek hatnak jellemzően. A munkaszerszámok talajellenállása a vázon keresztül az erőgép függesztőlapjára és azt tartó karokra adódik át.

A szerkezeti tervezés során figyelembe kell venni:

- A nyomóerőkből származó stabilitás veszteség (kihajlás),
- keresztirányú elcsavarodás kockázatát egyenetlen terhelés esetén,
- valamint dinamikus igénybevételeket, amelyek rázkódás és vibráció formájában jelentkeznek a talajellenállás ingadozása miatt.

### **3.1.2. Funkcionális kialakítás és Konstruksiós, Tervezési alternatívák**

A gép fő funkciója a talaj felső 5-10 cm-es rétegének lazítása és gyomirtó jellegű megmunkálása. Ehhez a vázra 4-8 darab rugós szárú kapa, melyek paralelogrammás felfüggesztéssel kerülnek elhelyezésre, 250-300 mm-es osztástávolsággal.

A munkaszerszámok cserélhető rendszerűek, így különböző talajtípusokra és művelési mélységekre adaptálhatók. A szerszám rögzítési rendszer célja a gyors karbantarthatóság és a szerszámkopások egyszerű cseréje. A gép kialakítása lehetőséget ad a mélységhatároló kerekek vagy oldalsó védőlemezek utólagos felszerelésére is, ezáltal a rendszer modulárisan bővíthető. A frontfüggesztett kultivátor tervezése során több lehetséges konstrukciós elrendezés is vizsgálatra kerül. A különböző változatok célja annak meghatározása volt, hogy a vázszerkezet és a szerszámrendszer milyen módon biztosíthatja a legkedvezőbb szerkezeti merevséget, gyárthatóságot és üzemeltethetőséget, miközben a gép tömege és költsége is gazdaságos szinten tarthatók.

Mivel az MDB LV 500 Pro egy viszonylag kis teljesítményű, kompakt, önjáró erőgép, alapvető elvárásként jelentkezett a könnyű, mégis stabil szerkezet, valamint az, hogy a kultivátor frontfüggesztett, tolt rendszerre legyen alkalmas

A vizsgálatom három fő konstrukciós elvet ölel fel, amelyek a váz kialakítása, az elemek kapcsolódása és a szerszámtartó rendszer alapján különböznek egymástól.

Mindhárom tervváltozat az erőgép frontfüggesztő rendszeréhez illeszthető, változtatható munkaszélességgel és szerszám kiosztással.

#### **3.2.1 „A” verzió - Hegesztett, merev vázas kialakítás**

Az első konstrukció jellegzetessége, hogy egyszerű, könnyen szerelhető és karbantartható kultivátortestet képvisel, amelynek a célja az, hogy a lehető legkisebb költség mellett, de a szükséges szilárdság és üzembiztonság megtartásával valósuljon meg. A váz fő szerkezeti elemét egy központi zártszelvényből kialakított főtartó képezi, amelyhez merőlegesen merevítők és a szerszámtartó konzolok csatlakoznak. A szerkezet egy része csavarozott kapcsolatokkal épül fel, csak néhány kritikus ponton alkalmazva hegesztett rögzítéseket (például a függesztő fülek, vagy a főtartó, és végzáró elemei esetében.)

A konstrukció jellegzetessége, hogy a csatlakozási pontok szabványos zártszelvényekhez illeszkednek, így a szerkezet egyszerűen módosítható vagy javítható, a sérült elemek külön

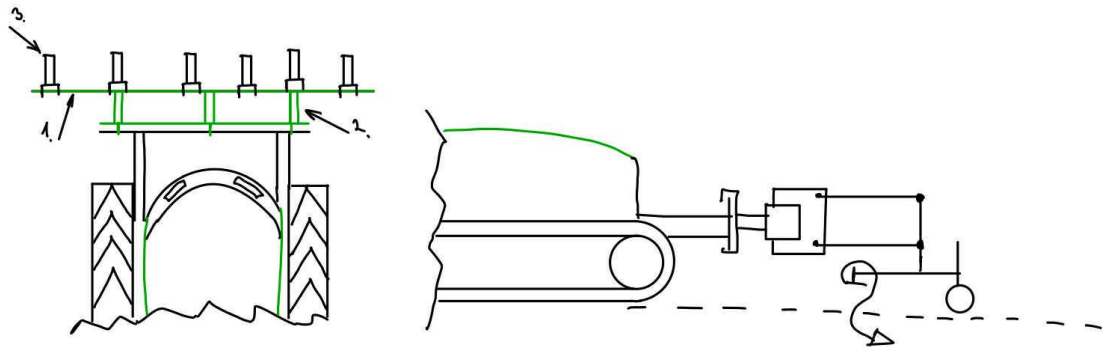
cserélhetők.

A szerszám rögzítés u alakú csavarok rögzítésével kerül megoldásra ez a legtöbb gyártó által bevált, használt módszer. A kapák helyzete a talajviszonyoknak megfelelően áthelyezhető vagy beállítható. A kialakítás emiatt különösen alkalmas változó sorközű zöldség- vagy kertészeti kultúrák műveléséhez.

Hátránya azonban, hogy a számos csavaros kötés miatt a szerkezet hosszabb távon lazulásra hajlamos lehet. Azonban ez könnyen kiküszöbölhető önzáró csavaranyák alkalmazásával.

Ez a konstrukció költséghatékony és egyszerű megoldást kínál.

**15. ábra:** „A” verzió sematikus rajza, 1. fő váz, 2. merevítők, 3. művelőtagok  
(Forrás: Saját kép)



### 3.2.2. „B” verzió – Moduláris, hibrid vázszerkezetű kultivátor

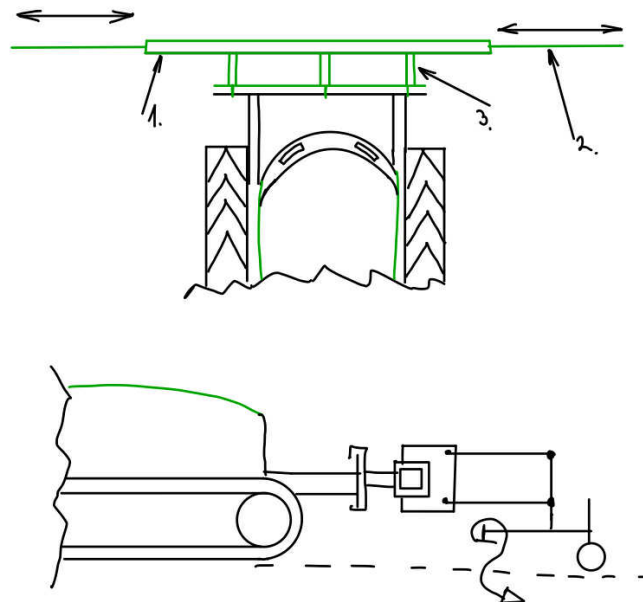
A második konstrukciós változat már egy fejlettebb, moduláris felépítésű rendszert alkalmaz, amely szintén ötvözi a csavarozott és a hegesztett szerkezetek előnyeit. A váz központi része egy hegesztett főmodul, amely a legnagyobb igénybevételnek kitett zónákat fogja össze: ez a főtartó, a függesztő- és merevítőelemek. A központi vázszerkezet mindkét irányban toldható egy-egy a vázból kihúzható vázegységgel, amelyhez további szerszámtartó modulok szerelhetők fel.

Ez a konstrukciós elrendezés lehetővé teszi, hogy a kultivátor különböző munkaszélességben, illetve eltérő szerszámkiosztással működhessen, miközben a vázszerkezet merevsége és stabilitása megmarad.

A főtartó zártszelvény profilból készül, amelyet keresztirányú merevítőgerendák támasztanak alá. A vázra moduláris szerszámtartók egységek kerülnek felszerelésre, amelyek mindegyike önálló egységként is cserélhető. A moduláris rendszer előnye, hogy a munkaszélességet és a szerszámkiosztás távolságát kedvünkre variálhatjuk.

Hátrányként leginkább az összetettebb gyártás és a nagyobb tömeg említhető, de ezek arányban állnak a szerkezet által nyújtott előnyökkel.

**16. ábra:** „B” verzió sematikus rajza 1.középső fő váz, 2.kihúzható váz rész, 3. merevítők  
(Forrás: Saját kép)



### 3.2.3. „C” verzió – Csuklós, szélességében állítható

A harmadik változat egy szintén szélességében állítható, viszont csuklós szerkezettel ellátott kultivátor. Ennél a konstrukciónál is a munkaszélesség változtathatósága és a szállítási helyzet egyszerűsége motivált.

A koncepció központi eleme egy háromrészes főtartó, amelynek középsőrésze fix, a két oldalsó szárnyrész pedig csuklók segítségével kapcsolódik hozzá. A csuklópontokat csapok és biztosítóelemek alkotják, így a szerkezet képes a szárnyrészeket oldalirányban összecukni, illetve kihajtani.

Ez a megoldás lehetővé teszi, hogy a kultivátor különböző sorközökhöz igazítható, vagy a szántóföldek közötti szállításkor kisebb helyigénnyel rendelkező formába hajtható.

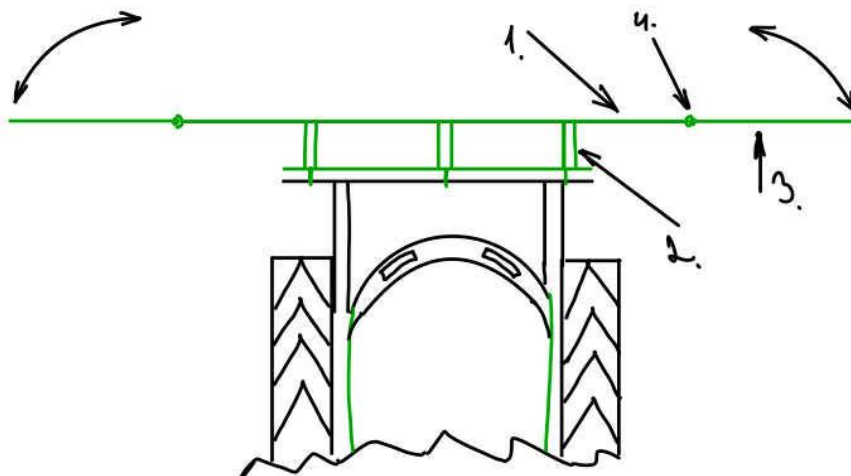
A művelőtagok az szélső vázszerkezetekre is felszerelhető, emiatt nagyobb szerkezeti igénybevétel éri a rögzítő, fő váz szerkezeteket, valamint a csuklókat és biztosításukat. A konstrukció összetettsége miatt a csuklópontok, reteszelő mechanizmusok pontos megmunkálást és rendszeres kenést igényelnek. Emiatt a karbantartási igény jelentősen meghaladja az előző változatokét.

A csuklós kialakítás előnye a rugalmas alkalmazhatóság- különösen előnyös, ha többféle kultúra termesztése zajlik ugyanazon gazdaságban, vagy ha a kultivátor szűk területeken, például üvegházi folyosókon, gyümölcsösökben is használni kívánják.

Hátránya azonban, hogy a csuklós szerkezet nagyobb tömegű, a mozgó elemek miatt érzékenyebb, és a szerkezet tartóssága a folyamatos dinamikus terhelés hatására korlátozottabb.

Az MDB LV 500 Pro teljesítményét és tömegadatait figyelembe véve ez a megoldás a gyakorlatban kevésbé lenne gazdaságos és stabil, mivel a hajtóegység frontfüggesztése nem képes kompenzálni a csuklós szerkezet által generált többletterhelést és vibrációt.

**17. ábra:** „C” verzió sematikus rajza 1. középső fő váz, 2.merevítő, 3. kihajtható váz rész, 4. csuklópont  
(Forrás: Saját kép)



### 3.2.4. A konstrukciók összehasonlító értékelése

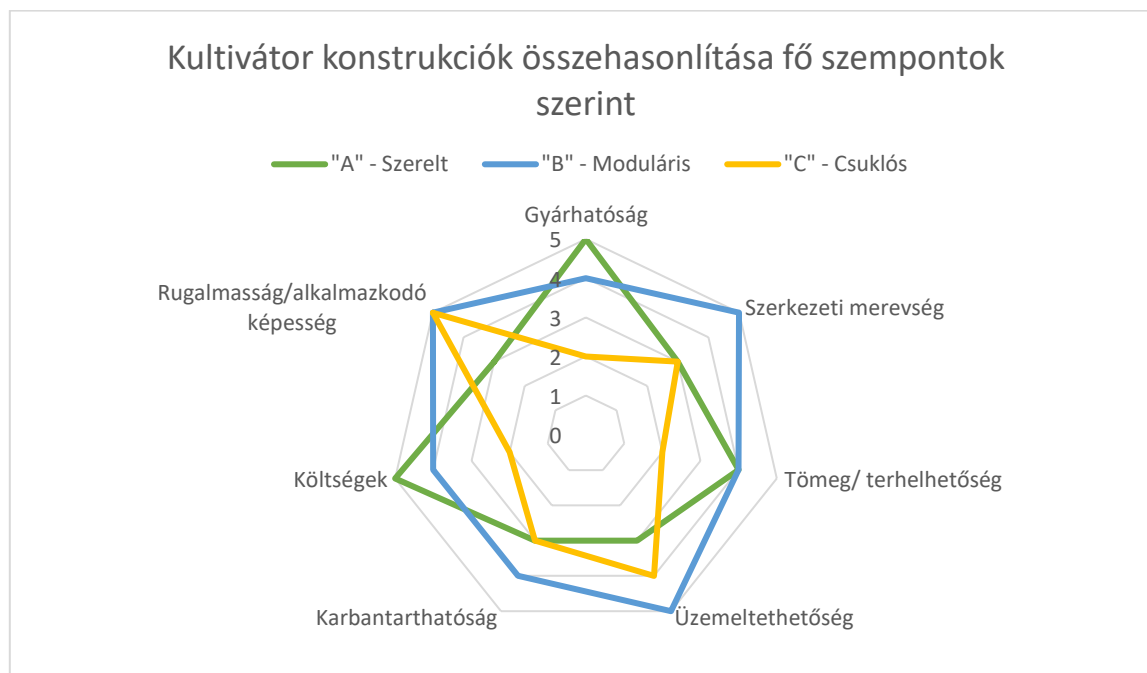
A három konstrukciós változat összehangolása érdekében az alábbi táblázat mutatja be az egyes koncepciók pontozását a legfontosabb műszaki és gazdasági szempontok alapján.

A pontozás 1-5 skálán történik, ahol az 5 jelenti az adott szempont szerinti legkedvezőbb, az 1 pedig a legkedvezőtlenebb megoldást az adott kategóriában.

**4. táblázat:** Szempontok összehasonlítása  
(Forrás: Saját munka)

Szempontok	„A” - Szerelt vázas	„B” - Moduláris	„C” - Csuklós
Gyárhatóság	5	4	2
Szerkezeti mereveség	4	4	3
Tömeg/terhelhetőségi arány	5	3	3
Üzemeltethetőség	4	4	4
Karbantarthatóság	5	4	3
Költségek	5	4	2
Rugalmasság/ alkalmazkodóképesség	4	4	4
Összesített értékelés	32/35	27/35	21/35

**18. ábra:** A Kultivátor konstrukciók értékelése pókhálódigrammon  
(Forrás: Saját munka)



## Értékelés összefoglalása

A pontozás alapján megállapítható, hogy a szélességében nem bővíthető vázas „A” terv érte el a legtöbb összesített pontszámot.

Ez a megoldás megfelelő kompromisszumot kínál a merevség, karbantarthatóság és gyárthatóság között miközben a konstrukció költséghatékony maradt, és az MDB LV 5 Pro gép teljesítményéhez jól illeszthető.

Bár a másik két változat moduláris és további művelőtagok felszerelését teszik lehetővé, a több művelőegység nem biztos, hogy előny az erőgép teljesítményét figyelembevéve.

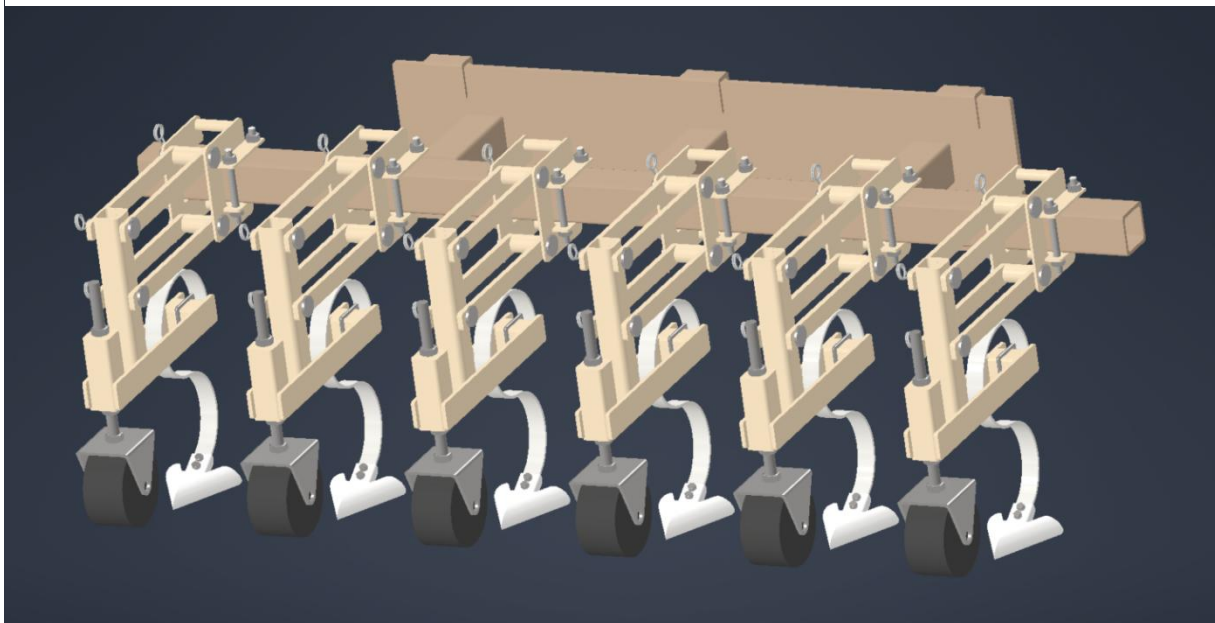
A továbbiakban ezért az „A” konstrukció kerül részletesen kidolgozásra, beleértve a vázgeometria, a szerszámrögzítés és függesztő elemek pontos tervezését, méretezését, anyagválasztását, valamint gyártás tervezését.

## 4. A kultivátor méretezése és számítással való ellenőrzése

Az előzőfejezetben tárgyaltak szerint elkészítettem kultivátor 3D modelljét. A modellt Autodesk Inventor 2026-os program hallgatói verziójában készítettem el. A megvalósítás során korábbi gyártmányok esetén kialakított elveket vettem alapul, figyelembevéve az erőgépnek a paramétereit. Ezek a paraméterek az erőgép szélessége, emelő szerkezetének méretei, ez fontos volt a kultivátorrögzítő szerkezetének kialakításakor, ezeken túl az erőgép emelő szerkezetének leeresztett állapotban a talajtól mért távolságát. Utóbbi a művelő egységek elemeinek méretezéséhez, illetve a kapaszár kiválasztásához volt szükséges. Kötőelemeket, csapokat szintén olyan méretekben alkalmaztam, amiket a gyártók jellemzően alkalmaznak kultivátorokban.

A fejezetben a tervezett modellre ható erőhatásokat majd az erőhatások meghatározását követően a vázszerkezet végeelem analízisét és a csapok kötőelemeken elvégzett ellenőrző számításokat fogom bemutatni.

**19. ábra:** A kultivátor 3D modellje  
(Forrás: Saját kép)



## 4.1 A kultivátorra ható erők

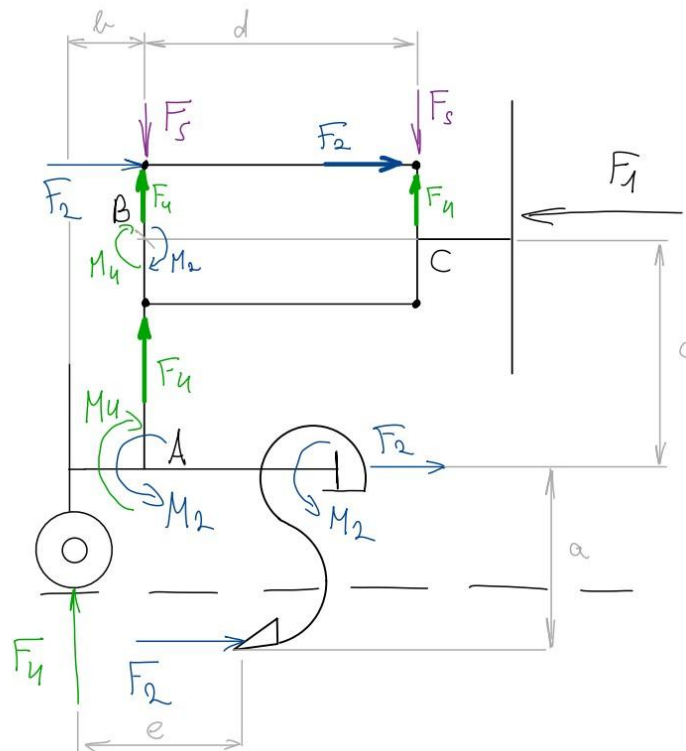
A kultivátorra ható erők meghatározásához fontos kitétel az, hogy a munkagépet jellemzően milyen fajta talajba szeretnénk működtetni. A talajtípus választásánál figyelembe kell venni a kultivátort működtető erőgépet és annak tulajdonságait. Az erőgép tulajdonságai közül a sebessége és a teljesítménye a legfontosabb. A hajtás kialakítása és a talajra miként adja át a teljesítményét. Tudjuk, hogy az MDB LV 500 Pro erőgép maximális sebessége 8 km/h és teljesítménye 35,5kW. Az erőgép gumihevedereken keresztül adja át nyomatékát a talajra így feltételezem, hogy magas hatásfokkal adja azt át a talajra.

Ezek alapján laza puha agyagos kevésbé kötött homokos talajokba szánom a kultivátort és a méretezés során ezeknek a talajoknak a tulajdonságait veszem referenciának.

A talaj ellenállása az a tulajdonság, ami jelen számítás esetében a legszámottevőbb. Az előbbi bekezdésben említett talajtípusok talajellenállása 15-20 kPa.

A soron következő ábrán a kultivátor egyszerűsített rajzán ábrázolom az erőket. Az egyes erők egyszerűsített koncentrált erők.

**20. ábra:** A kultivátorra ható erők  
(Forrás: Saját kép)



Üzemeltetés közben a talajban közlekedő szerszámtestre  $F_2$  koncentrált erő hat. Megfelelő mélységben tartáshoz egy ellenerő lép fel, ami a mélységhatároló kereken keresztül hat. Ez az erő a művelőtag

súlyából  $F_s$ , és a szerkezeti kialakításból származtatható. A megfelelő szinten tartásához, egyensúlyhoz az alábbi összefüggésnek kell teljesülnie:

$$F_4 \cdot b = F_2 \cdot e \quad [1]$$

Ha a talajellenállásból származó erő megnő akkor a szerszám test mélyebbre hatol, ha csökken akkor a földfelszín felé törekszik.

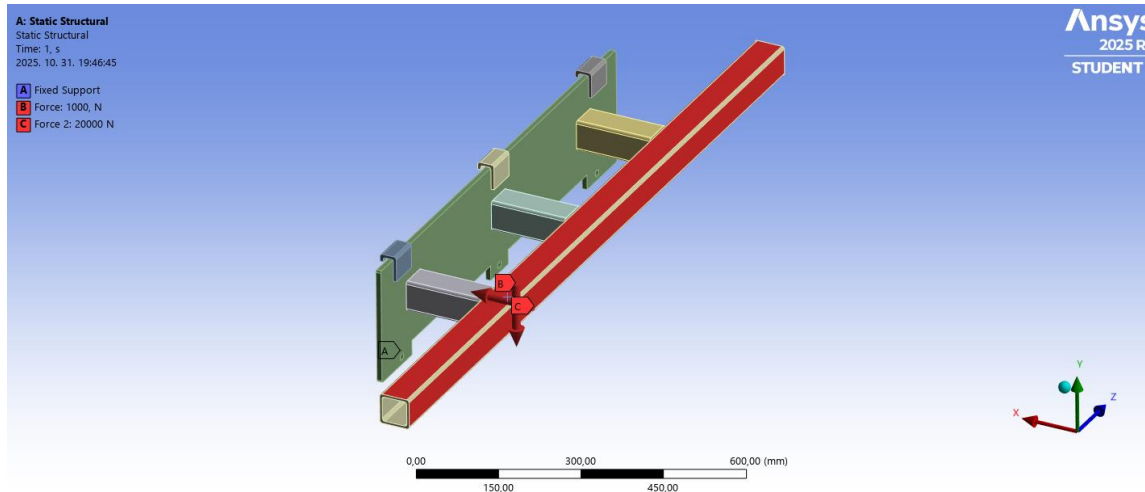
Ezek az erőhatások a 20. ábra alapján származtathatók át a váz szerkezetre. Ezek alapján a referencia talaj maximális ellenállásából az erő 20kN nagyságú.

## 4.2 Végeselem analízis

A meghatározott erők alapján a vázszerkezet kialakításának ellenőrzésére véges elem szimulációt alkalmaztam. A szimulációra az Ansys 2025 hallgatói verzióját használtam a programon belül pedig a Static Structural funkciót. A STEP formátumba kimentett modellt a Geometry fülön belül a DesignModeler-be importáltam.

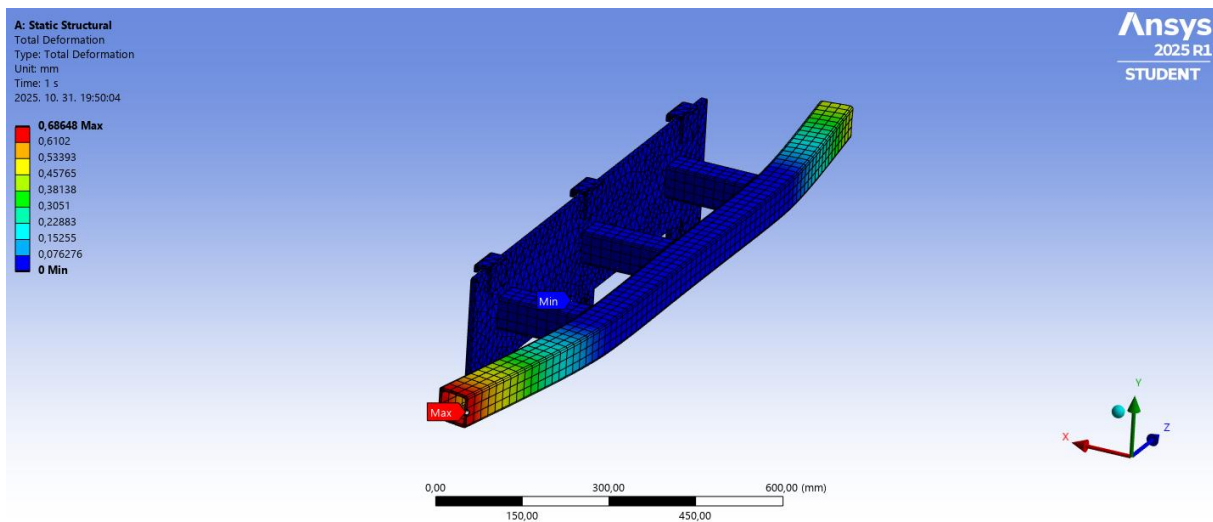
A következő lépésben beállítottam a szükséges kényszereket ahhoz, hogy a szerkezet üzemeltetése közben kialakuló kihajlásokat szimuláljam.

**21. ábra:** Meghatározott erők és kényszerek  
(Forrás: Saját kép)



Force utasítást alkalmazva megadtam az X irányú erőt, amely itt  $F_x = 20\,000\text{N}$ , illetve a gép tömegéből adódó (becsült érték) Y irányú erőt, amely az  $F_y = 1\,000\text{N}$ . A szimuláció hitelessége és teljessége érdekében anyagminőséget rendeltem az alkatrészekhez. Ezt a főablakban található Engineering Data opciók közül lehet megadni. A szimulációs program rendelkezik saját könyvtárral alapanyagokból, de az általam választott S355J2 acél anyagának adatait nem tartalmazta így ezeket az adatokat külön adtam meg, mint új anyag. Ezek az adatok az anyag Young modulusza valamint Poisson tényezője.

**22. ábra:** A szimuláció eredménye  
(Forrás: Saját kép)



Ezeket mindenképpen szükséges megadni, ha azt szeretnénk elérni, hogy a program hiba nélkül fusson le. A szimuláció megjelenítése Auto Scale beállításban ment végbe, ami azt jelenti, hogy a deformáció megjelenítése a valósághoz képest fel van skálázva a szemmel jobban látható végeredmények okán (jelen esetben 110-szeres).

A szimuláció jól mutatja, hogy az X irányú erő hatására a fő váz két végében ébred a legnagyobb deformáció. Kisebb kihajlások figyelhetők meg Y és Z irányokba is. A maximum érték 0,68648 mm. Y irányba elvégezve a szimulációt 0,076276 mm-es a deformációt, figyelhetünk meg. Ezen eredményeket megvizsgálva megállapítható, hogy a munkagép maximális terhelés esetén is jóval kevesebb mint egy millimétert deformálódik, ami a mezőgazdasági munkagépek körében megfelelő.

### 4.3 A csavarok méretének ellenőrző számításai

A mezőgazdasági gépgyártók a paralelogramma felfüggesztéseknél a csuklópontokhoz illesztett szárú csavart alkalmaznak, így én is ezeket fogom alkalmazni. A legelterjedtebb a 8.8-as M16, M20-as méretű csavarok. Azonban jelen kultivátor méreteit, igénybevételeit figyelembe véve, ahol a maximális erő maximum  $F_0=20\text{kN}$  kaptagonként  $F=3,33\text{ kN}$  így egy kisebb méretű M14-es 5.6-os csavar is elegendő lehet Erre a mértre, nyírásra ellenőrző számításokat végzek. A biztonsági tényező S mértéke 2.

5.6-os csavarok esetében a csavar szakító szilárdsága 500 MPa névleges folyáshatára a szakító szilárdság 60%-a, ami  $R_e=300$  MPa. Az igénybevétel jellegének lüktető igénybevételt feltételeztek, mivel a talaj egyenetlenségéből adódóan véletlenszerű nagyságú erőket kell elviselnie a csavarkötésnek. Ebből kifolyólag a következőképpen kell számolni a megengedett legnagyobb nyíró feszültséget ( $\tau_{meg ny}$ ):

$$\tau_{meg ny} = \frac{0,5 \cdot Re}{s} = \frac{0,5 \cdot 300}{2} = 75 \text{ MPa} \quad [2]$$

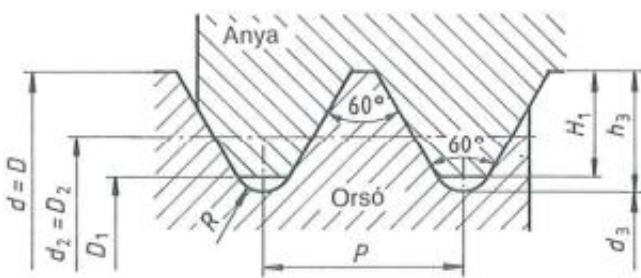
Ezt követően kiszámolom az ébredő nyírófeszültséget a következőmódon ( $\tau_{é ny}$ ):

$$\tau_{é ny} = \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{d_2^2 \pi}{4}} = \frac{3333,3 \text{ N}}{\frac{15^2 \cdot \pi}{4}} = 18,9 \text{ MPa} \quad [3]$$

Megállapítható, hogy  $\tau_{meg ny} > \tau_{é ny}$  a megengedett nyíró feszültség nagyobb, mint az ébredő nyíró feszültség így ez a csavarméret megfelelő jelen igénybevételeknek.

A következő fontos ellenőrizendő alkatrész a mélységhatároló kerék állításához alkalmazandó menetes orsó. Továbbá fontos meghatározni, hogy az, hogy a mélységet a talajba eresztés előtt a szerszám felemelt állapotában kell beállítani. Így az orsóra csak húzó-nyomó igénybevételeknek van kitéve.

**23. ábra:** A számításoknál alkalmazott méretek  
(Forrás: Fémtechnológiai táblázatok)



Néveleges átmérete	$d = D$
Menetemelkedés	$P$
Profilszög	$60^\circ$
Menetmélység: orsó	$h_3 = 0,6134 \cdot P$
anya	$H_1 = 0,5413 \cdot P$
Középmátmérete	$d_2 = D_2 = d - 0,6495 \cdot P$
Magátmérete: orsó	$d_3 = d - 1,2269 \cdot P$
anya	$D_1 = d - 1,0825 \cdot P$
Lekerekítés	$R = 0,1443 \cdot P$
A magfurat átmérete	$d_P = d - P$
Méretezési keresztmetszet	$S = \frac{\pi}{4} \cdot \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$

A választott méret itt is az M14-es 5.6. Mivel az orsót nem terhelésközben állítjuk, hanem a munkavégzés elején állítjuk be a kívánt magasságot így elegendő húzásra, nyomásra, és palástnyomásra ellenőrző számításokat végezni. Először meghatározom a megengedett legnagyobb húzó-nyomó feszültséget ( $\sigma_{meg}$ ):

$$\sigma_{meg} = \frac{R_e}{S} = \frac{300}{2} = 150 \text{ MPa} \quad [4]$$

A következő számításokhoz fontos meghatározni a menetemelkedés szögét ( $\alpha$ ), ehhez szükséges a menetemelkedés  $P=2$  mm, és középtátmérőt  $d_2=12,701$  mm.

$$\alpha = \arctg \frac{P}{d_2 \cdot \pi} = \arctg \frac{2}{12,701 \cdot \pi} = 2,9^\circ \quad [5]$$

Mivel a menetemelkedési szög ( $\alpha$ ) kisebb  $\alpha < 6^\circ$  így a redukált feszültséget ( $\sigma_{red}$ ) 32%-os többletterheléssel számolom.

$$\sigma_{red} = \frac{F}{A} = \frac{1,32 \cdot F}{\frac{d_2^2 \cdot \pi}{4}} = \frac{1,32 \cdot 3333,3}{\frac{11,546^2 \cdot \pi}{4}} = 42 \text{ MPa} \quad (6)$$

Ezek alapján megállapítható, hogy a megengedett húzó-nyomó feszültség ( $\sigma_{meg}$ ) nagyobb, mint az ébredő redukált feszültség ( $\sigma_{red}$ )

$$\sigma_{meg} > \sigma_{red} \quad (7)$$

A választott méret megfelel az igénybevételeknek.

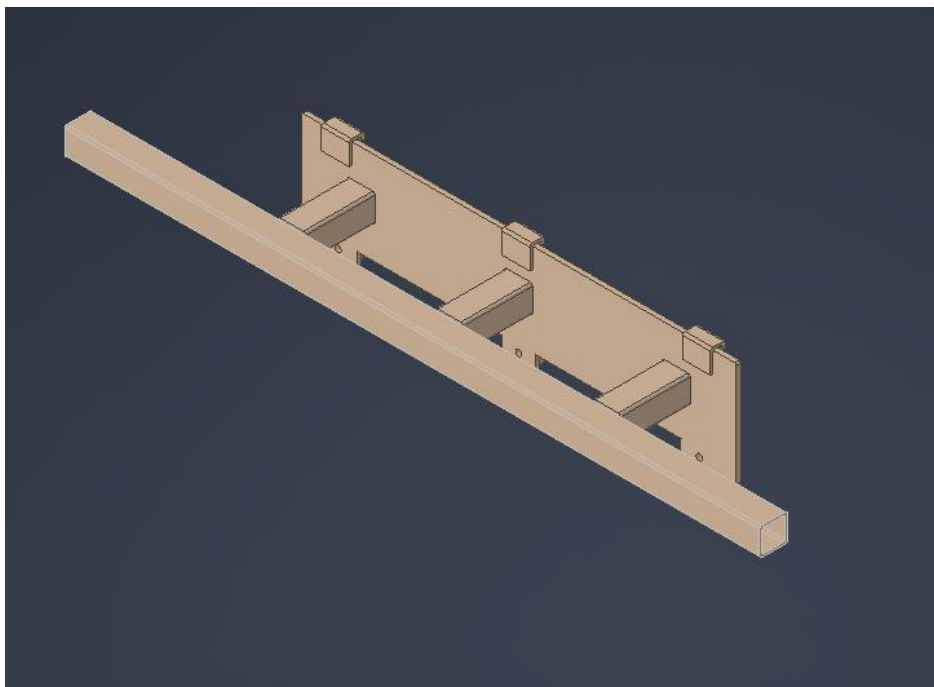
## 5. A kultivátor gyártásának folyamatai

A következő fejezetben a munkagép legyártásához szükséges folyamatokat fogom tárgyalni. A gyártás megkezdését minden esetben a technológizálás folyamata előzi meg, amely során tervezett szerkezeti egységek gyárthatósági szempontból kerülnek kidolgozásra. Ennek célja, hogy a konstrukció a lehető legoptimálisabb módon, gazdaságosan és megbízható minőségben legyen előállítható.

A technológiai előkészítés során meghatározásra kerülnek a gyártandó alkatrészek anyagai, megmunkálási eljárásai, a szükséges gépek és eszközök, valamint az összeszerelési sorrend. Ezt követően a fejezetben bemutatom a főbb gyártási műveleteket, mint a lézervágás, fűrészelés, hajlítás, hegesztés, felületkezelés, és végül az összeszerelés.

A gyártási folyamatok részletes ismertetése nem csak a szerkezeti elemek előállíthatóságát teszi átláthatóvá, hanem rávilágít arra is, hogy a tervezett munkagép miként illeszthetőbe egy valós, ipari környezetben megvalósítható gyártási rendszerbe.

**24. ábra:** Kultivátor vázszerkezete  
(Forrás: Saját kép)

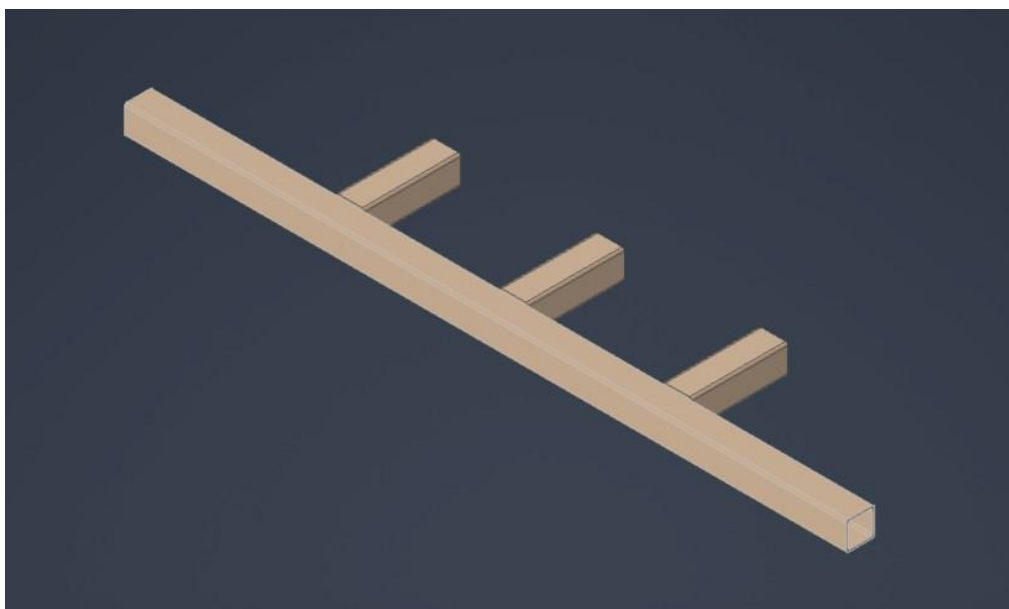


## 5.1 Anyagválasztás és technológizálás

Az anyag megválasztása kulcsfontosságú a gép tartóssága, üzembiztonsága és gyárthatóság szempontjából.

Ebből kifolyólag a főtartó szerkezetnek és a szerszám tartó konzoloknak is a S355J2 minőségű szerkezeti acélt választottam, amely magas folyáshatárral és jó hegeszthetőséggel rendelkezik. A gerendelynek és merevítő, tartó elemeinek 60x60x5 keresztmetszetű zártszelvényt gondoltam ideálisnak, a legtöbb kultivátorkeretnél ez bevált megoldásnak számít, mivel fajlagos egységssúlya 8,42 kg/m kedvező és jól ellenállnak a hajlító- és csavaró igénybevételeknek.

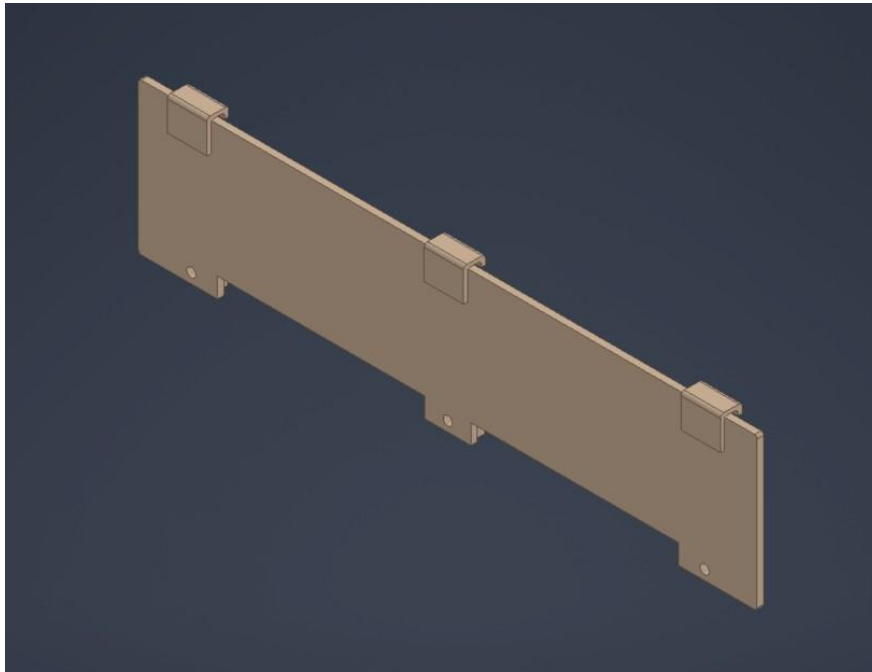
**25. ábra:** Fő váz  
(Forrás: Saját kép)



A rögzítő, csatlakozó rész, amivel az erőgéphez csatlakozik S355J2 minőségű melegen hengerelt 10 mm anyagvastagságú lemezre esett a választás mivel a vázszerkezet ehhez lesz hegesztve és az megköveteli ezt az anyagvastagságot.

A csatlakozó fülek, amivel az erőgép feltudja akasztani a munkaeszközt, illetve a művelőtagok részei is szintén a korábban említett anyagminőségű melegen hengerelt 6 mm anyagvastagságú lemezből kerülnek kivágásra.

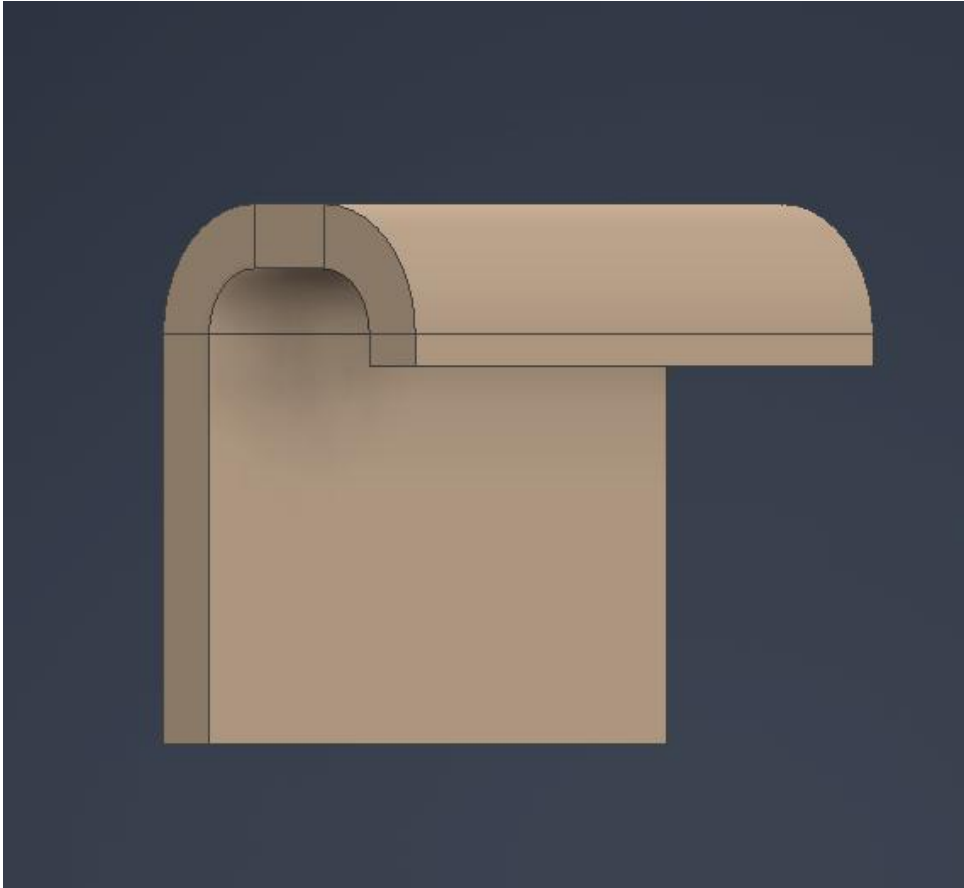
**26. ábra:** Csatlakozó panel  
(Forrás: Saját kép)



A legtöbb mezőgépgyártó a lemezvágásra különböző elven működő lézervágógépeket alkalmaz. A legtöbb ipari lézervágógép 20 mm vastag anyagot könnyedén átolvasztják így a korábban meghatározott 6-10 mm vastag anyagokat is. A lézervágással kivágni szükséges alkatrészek tehát, a csatlakozólap, akasztó fülek melyekből felül és alul is 3-3 szükséges, és a szerszámtartó konzolok alkatrészei. A vázszerkezet részeit automata szalagfűrész segítségével lehet méretre vágni.

Az alapanyag és méretre vágás meghatározása után a szükséges alkatrészeket megfelelő formára kell hajlítani. A következő alkatrészekben szükséges az élhajlítás: szerszámtartó konzolok részei, akasztó fülek.

**27. ábra:** Rögzítőfül 3D modellje  
(Forrás: Saját kép)



A további munkálatok az alkatrészek összeállítása majd készre hegesztése. Az összeállítást pontos és egyértelmű hegesztési összeállítás rajzok mentén történik. A hegesztés technológiája védőgázos fogyóelektródás ívhegesztés (MIG).

A készre hegesztett szerkezetre és tartozékaira a felület kezelés folyamata vár. A felületkezelés nem csak a festést jelenti, hanem annak előkészítését is. Az előkészítés művelete során a hegesztés után ott maradó apró fémolvadékokat el kell távolítani, emellett a fémen olyan felületi érdességet kell képezni, amely az alapozó majd a festés felületre tapadását segíti. A felületkezelés történhet többféleképpen is. Az egyik megoldás csiszológép segítségével kézi erővel míg a másik egy gyorsabb, hatékonyabb viszont költségesebb szemcseszóró folyamat.

A vázszerkezetet RAL 1019, míg a szerszám tartó konzolokat RAL 1015 színekű festékekkel, festőkamrában fényezik le. A festékbevonatok kiválasztása a környezeti igénybevételek figyelembevételével történik. Jelen kultivátor termőföldeken, esetlegesen nagyobb fóliaházakban, kertekben fog munkát végezni így a korrózió védelmi kategóriát is meg kell

határozni. A korrozivitási kategóriák egy egységes szabvány rendszerben vannak összefoglalva, ez a szabvány az ISO 12944. A szabvány C1 jelöléstől C5 jelölésig határoz meg kategóriákat. Minél nagyobb a szám a C után annál erősebb korrozivitást jelent így annál nagyobb korrózió védelmet igényel az adott kategória. A jelen kultivátor C2M kategóriába tartozik, amely kismértékben szennyezett légkör főleg vidéki környezetet jelent közepes (M) élettartammal (5-15 év).

A festék száradása, kikeményedése után a folyamat utolsó lépése maradt hátra az összeszerelés. A főtartó szerkezetre kötőelemek segítségével rögzíteni kell a művelőelem tartó konzolokat ehhez 8.8-as M10-es csavarok, hozzá tartozó alátétek és csavaranyák szükségesek. Ezt követően a művelő tagokat kell összeszerelni és a vázhoz szerelt rögzítő konzolokhoz rögzíteni. A kapaszárat a kaptartóhoz U csavarral szükséges rögzíteni.

Anyagválasztás és technológiai előkészítés során fő szempont volt, hogy a szerkezet nagy szilárdságú, mégis könnyen gyártható és javítható legyen. A kiválasztott acélminőségek és gyártási eljárások ipari környezetben széleskörben alkalmazott, bevált technológiák, amelyek biztosítják a kultivátorok hosszú élettartamát és megbízható működését. A gondosan megválasztott technológiai folyamatok a későbbi összeszerelési műveletek során is előnyösek, mivel lehetővé teszik pontos illesztést és szervizlehetőséget.

## 6. Gazdasági értékelés és költségbecslés

A fejezetcélja a tervezett sorközművelő kultivátor gyártási és beszerzési költségeinek meghatározása. A számtások célja nem a pontos piaci ár megállapítása, hanem a költségstruktúra becslése és agyártás gazdasági realitásának bemutatása.

A költségek három fő kategóriába sorolhatók:

1. Anyag- és alapanyag költségek
2. Gyártási és megmunkálási költségek
3. Vásárolt alkatrészek és szerelvények költségei

A feltüntetett árak magyarországi 2025-ös átlagos egységárak.

### 6.1 Anyag- és alapanyag költségek

A kultivátor főszerkezeti elemei zártszelvényekből, lemezekből, cső és rúdanyagból készülnek.

**5. táblázat:** Anyag- és alapanyag költségek  
(Forrás: Saját munka)

Anyag típusa	Anyagminőség	Átlagos egységár (Ft/kg)	Becsült tömeg (kg)	Összesen (Ft)+ ÁFA
Zártszelvény 60x60x5	S355	725	25	18 125
Zártszelvény 30x30x4	S355	725	10	7 250
Melegen hengerelt (5mm)	DC01	750	10	7 500
Melegen hengerelt (6 mm)	DC01	750	60	45 000
Lemez alkatrész (10 mm)	DC01	750	15	11 250
köracél csapszegekhez	C45	500	10	5 000
Festék	C2M	2000	10	20 000
<b>Összesen</b>	-	-	140	114 125

## 6.2 Gyártási és megmunkálási költségek

A gyártási költségek az alkalmazott technológiai műveletekhez (lézervágás, hegesztés, hajlítás, forgácsolás stb.) kapcsolódó gépidő- és bérköltségeket foglalják magukba.

A következő táblázatban az átlagos magyarországi ipari óradíjakkal számolok:

**6. táblázat:** Gyártásiköltségek  
(Forrás: Saját munka)

Művelet	Egységár (Ft/óra)	Becsült idő (óra)	Összes költség (Ft)
Lézervágás	60 000	1,5	90 000
Hajlítás	6 000	0,5	3 000
Forgácsolás (Esztergálás)	8 000	5	40 000
Összeállítás. hegesztés (MIG)	6 000	16	96 000
Festés felületkezelés	9 000	5	45 000
Szerelés	6 000	4	24 000
<b>Összesen</b>	-		298 000

A feltüntetett óradíjak reális kisüzemi vagy egyedi gyártási viszonyokat tükröznek.

## 6.3 Vásárolt alkatrészek és szerelvények

A munkagép működéséhez elengedhetetlenek a vásárolt alkatrészek, mint például a kapaszerszámok, védőtárcsák, csavarok és csapágyak.

Ezeket érdemes más gyártóktól beszerezni mivel egyedi gyártásuk nem lenne gazdaságos.

**7. táblázat:** Vásárolt tételek költségei  
(Forrás: Saját munka)

Alkatrész	Mennyiség (db)	Egységár (Ft/db)	Összesen (Ft) +ÁFA
Kapaszár, kapaszerszám	6	10 000	60 000
perselyek csapszegekhez	24	1 000	24 000
Kötőelemek (csavar, anya, alátét, menetes száruk)	174	24	4 160
Mélység határoló kerekek	6	8 000	48 000
<b>Összesen</b>	-	-	136 160

## 6.4 Összesített költségbeclés és értékelés

**8. táblázat:** Összesített költségek  
(Forrás: Saját munka)

<b>Költségkategória</b>	<b>Összesen (Ft) +ÁFA</b>
Anyagköltség	114 125
Gyártási és megmunkálási költség	298 000
Vásárolt alkatrészek	136 160
<b>Teljes becsült költség</b>	<b>548 285</b>

A becsült 548 285 Ft összköltség egy prototípus egyedi gyártását mutatja. A kultivátor előállítási folyamatában gyártási folyamat a legnagyobb költségtényező, ez köszönhető az alkalmazott technológiáknak és a szakemberek bérigényének is.

A vásárolt alkatrészek a költségek 25%-át teszik ki. A vásárolt tételek beszerzése ipari forrásból célszerű, mivel szabványosított, tömeggyártott elemek jobb minőséget és kedvezőbb egységárat biztosítanak, mint az egyedi legyártásuk.

Az anyagköltségek a teljes költség mintegy 20%-át adják. Ez arányos a mezőgazdasági gépgyártásban megszokott szerkezeti acél felhasználással, és nem mutat túlzott anyagfelhasználást.

Összességében megállapítható, hogy a tervezett kultivátor gyártása gazdaságilag életképes, a költségek reális tartományban mozognak a hasonló teljesítményű sorközművelő gépekhez viszonyítva. A pénzügyi értékelés tehát alátámasztja, hogy a kialakított konstrukció gazdaságilag megvalósítható, és gyártás kis – vagy közepes kapacitású mezőgazdasági gépgyártó üzemekben hatékonyan kivitelezhető.

## 7. Eredmények és értékelésük

A tervezési folyamat eredményeként egy MDB LV 500 PRO típusú erőgéppel üzemeltethető front oldalra függesztett sorközművelő kultivátor koncepciója készült el. A tervezés célja egy olyan munkagép létrehozása volt, amely stabil, egyszerűen gyártható és kényelmesen állítható a különböző növény kultúrák sorközeihez.

A tervezést három koncepcionális terv megalkotása és értékelése kezdte. A három koncepció egy szélességében nem állítható, egy toldással állítható és egy csuklós mechanizmus segítségével állítható volt. A konstrukciókat a gyárthatóság, üzemeltethetőség, karbantarthatóság, szerkezeti merevség, tömeg/terhelhetőségi arány és költségszint alapján pontoztam (lásd 4.táblázat). Az összesítés eredménye alapján a szélességében nem állítható koncepció került ki győztesként mivel egyszerű szerkezet, könnyen gyártható és karbantartható, emellett kisebb költségből kivitelezhető.

Mielőtt a konstrukciót vizsgáltam meghatároztam azt a talajtípust, ahol szerintem a legalkalmazhatóbb a munkagép. A választott konstrukcióra ható maximális erőnek  $F=20\text{kN}$  nagyságú erőt határoztam meg. Az erőket megvizsgálva véges elem analízis segítségével ellenőriztem a váz statikai tulajdonságait. Az analízis eredménye bebizonyította, hogy a munkagép vázszerkezete ideális és bőven elegendő az általam kiválasztott talajtípushoz. A továbbiakban a paralelogramma csuklópontjainak szánt illesztett szárú csavarokat és a mélységhatároló kerék állítására szánt menetes orsó választott méreteire ellenőrző számításokat végeztem. A választott méret az M14-es volt más gyártók példáját alapul véve. A számítások eredményei azt mutatták meg hogy a választott méret megfelelő a munkagép igénybevételeihez.

Fontos alapkő a tervezési folyamat során a gyártás technológiai tervezés, amely eredménye azt mutatja meg, hogy a szerkezet kis és közepes szintű gépgyártóknál is legyártható.

A gazdasági elemzés megmutatta milyen költségekkel állítható elő a tervezett gép, ami szintén kedvező eredményeket mutatott.

A műszaki és gazdasági értékelés is mutatja, hogy a tervezett talajművelő műszakilag megvalósítható, költséghatékony.

## 8. Következtetések és javaslatok

Következtetések:

1. A front oldalra tervezett munkagép konstrukciója műszakilag megalapozott és kielégíti a kultivátorokkal szemben támasztott követelményeket.
2. A választott konstrukció kedvező megoldást nyújt a sorközművelésben
3. A választott anyagok és technológiák lehetővé teszik a gyártást
4. A végzett analízis és számítások alapján a szerkezet biztonsági tényezője megfelelő ( $S=2$ )
5. A gazdasági értékelés szerint a gép kisüzemi gyártás esetén is versenyképes előállíthatóságban

Javaslatok:

1. A kultivátor tömegének csökkentése pl. a rögzítő lapon kivágásokkal kivitelezhető
2. Modern precíziós technológiákkal, mint pl. szenzoros vagy kameravezérlésű sorvezető rendszerrel felszerelni.
3. Prototípus legyártása és alapos tesztelése
4. Gyártási költségek csökkentése az alkalmazott anyagok vizsgálatával

## 9. Összefoglalás

A dolgozat célja egy MDB LV 500 Pro típusú erőgéppel üzemeltethető, sorközművelő kultivátor tervezése volt, ami megfelel a mai elvárásoknak. A dolgozat során a tervezési folyamat végig ment a koncepcionális tervek megalkotásától a szerkezeti kialakítás, méretezés, a gyártástechnológiai tervezés, és a költség kalkuláció lépésein.

A konstrukció kialakításakor az erőgép adottságainak figyelembevételével szempont volt, hogy egyszerű felépítésű, könnyű, de strapabíró, költséghatékony munkagép terve valósuljon meg. A gép fő váza egy hegesztett szerkezet, amely biztos alapot nyújt a paralelogramma elven rögzített művelőtagok számára.

A könnyen szerelhető művelőegységeknek köszönhetően a sorközök kényelmesen állíthatók a különböző növényi kultúrák igényeinek megfelelően.

A gyártás tervezés és technológiai előkészítés folyamata közben először az alkotóelemek anyagát határoztam meg, amik a S355J2, C45 acélok.

A tervezett technológiai folyamatok a lézervágás, élhajlítás, forgácsolás, összeállítás, hegesztés, felületkezelés festés, és összeszerelés. Ezek kisüzemi gyártás esetén is elterjedt és alkalmazott technológiai lépések.

A költség kalkuláció értékelése alapján a kultivátor becsült gyártási költsége 548 000 Ft, amely szintén reális érték kisüzemi, prototípus gyártás esetén. A szabványos alkatrészek melyek szabványos gépelemek hozzájárulnak a karbantarthatóság és az üzemeltethetőség javításához.

A fejlesztés további lépése lehetne a prototípus legyártása és valós környezetben való alapos tesztelése.

A dolgozat eredményei tehát egy konkrét géptípus megvalósíthatóságát támasztják alá e mellett, hozzájárulhat a mezőgazdasági munkagépek fejlesztésének gyakorlati szemléletű megközelítéséhez is.

A mellékletek között a kultivátor néhány alkatrész műhely és összeállítási rajza található.

## 10. Irodalomjegyzék

1. A.V. Krasznicsenko (1965) Mezőgazdasági gépszerkesztők kézikönyve, Műszaki könyvkiadó, Budapest
2. Bánházi-Koltay-Szendró-Véner (1978) Szántóföldi Munkagépek
3. Barancsi Z.-CZupy Gy. (1966) Szántóföldi növénytermesztés gépei. 2. kiadás. Mezőgazdasági kiadó Budapest,
4. Beer György (1984) Mezőgazdasági gépek anyagai, Mezőgazdasági Kiadó,
5. Frischherz, Dax, Gundelfinger, Haffner, Itschner, Kotsch, Staniczek, (1999) Fémtechnológiai táblázatok, BV kiadó
6. Galambos J. (1960) Egyetemes traktorok vonóképességének javítása függesztett munkagépekkel. Járművek és mezőgazdasági gépek,
7. L. Vladutoiu-P. Cardei-V.Vladut (2017) Modern trends in designing and selecting the machine/ equipment for deep soil tillage, Technical University of Cluj-Napoca, Bucharest
8. Szendró P. (2000) Mezőgazdasági gépszerkezetten, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, pp: 99-108
9. Sitkei Gy. (1967) A mezőgazdasági gépek talajmechanikai problémái, Akadémia Kiadó, Budapest,
10. Krzysztof L. Tomas S. (2018) Vertical Forces Acting on cultivator Tines in the Aspect of shearing speed and Flexibility of Tines pp:32-48
11. Zsáry. Á (2003) Gépelemek I. Nemzedékek tudása kiadó Budapest

Internetes források:

12. <https://www.kuhn.co.hu/mezogazdasagi-technologiak/minimalis-talajmuveles/milyen-eszkozok-szuksegesek-minimalis-talajmuvelesi-modszerekhez> megtekintve:2025.05.04.
13. <https://magyarmezogazdasag.hu/2015/08/13/talajmuveles-szerepe/> megtekintve: 2025:05.04.
14. <https://www.agronaplo.hu/agrofokusz/20140618/a-talajmuveles-hatasa-a-talaj-termekenysere-es-a-biologiai-tevekenysere-35794> megtekintve: 2025.05.04.
15. <https://www.agraroldal.hu/talajmuveles-kifejezes.html> megtekintve: 2025.05.05.
16. <https://www.unido.org/publications/ot/9634847/pdf> megtekintve: 2025.10.10.
17. [http://technika.gmgi.hu/uploads/termek\\_2878/a\\_kultivator\\_kialakulasa\\_tortenete\\_es\\_hazai\\_fejlesztések\\_1.\\_resz\\_24\\_09.pdf](http://technika.gmgi.hu/uploads/termek_2878/a_kultivator_kialakulasa_tortenete_es_hazai_fejlesztések_1._resz_24_09.pdf) megtekintve: 2025 10.28.

18. [http://technika.gmgi.hu/uploads/termek\\_750/sorkozmuvelo\\_es\\_tapkultivatorok\\_15\\_05.pdf](http://technika.gmgi.hu/uploads/termek_750/sorkozmuvelo_es_tapkultivatorok_15_05.pdf) megtekintve: 2025.10.28.
19. <https://magyarmezogazdasag.hu/2017/04/19/sorkozmuvelo-eszkozok/> megtekintve: 2025.10.28.
20. <https://mezohir.hu/2021/08/18/kultivatoros-muveles-technika-mezogazdasag/> megtekintve: 2025.10.29.
21. <https://www.questjournals.org/jraas/papers/v8-i10/B08101015.pdf> megtekintve: 2025.10.31.
22. <https://vasaruhaz.hu/accel-101> megtekintve: 2025.11.02.
23. <https://timarvasker.hu/acceltermekek/k> megtekintve: 2025.11.02.
24. <https://www.tolnayvasker.hu/termekek/acceltermekek/lemezek/vaslemez-hideg-es-meleg-acellemezek/> megtekintve: 2025.11.02.

## 11. Ábrák jegyzéke

<b>1. ábra:</b> sorközművelő kultivátor munka közben (Forrás: <a href="https://www.vigerm.com/ca/maquinaria-agricola/vigerm/-/117120/chopstar/174.html">https://www.vigerm.com/ca/maquinaria-agricola/vigerm/-/117120/chopstar/174.html</a> 05.22. 20:08) .....	7
<b>2. ábra:</b> kultivátor hengerrel szerelve (Forrás: <a href="https://www.agrotec.hu/products/talajmuvelo-munkagepek/szantofoldi-kultivatorok/haromgerendelyes-fuggesztett-kultivator">https://www.agrotec.hu/products/talajmuvelo-munkagepek/szantofoldi-kultivatorok/haromgerendelyes-fuggesztett-kultivator</a> 05.22. 15:19)8	8
<b>3. ábra:</b> Omikron sorközművelő kultivátor magyar gyártmány (Forrás: <a href="https://omikronkft.hu/kultivatorok?product_id=73">https://omikronkft.hu/kultivatorok?product_id=73</a> 10.25 13:48) .....	9
<b>4. ábra:</b> Példa szerszámtartó egységenkénti mélységállításra és védőtárcsák alkalmazására Kongskilde Vibro crop sorközművelő kultivátor (Forrás: <a href="https://kongskilde.com/interrow-cultivators/vibro-crop-interrow-cultivator-vcof/">https://kongskilde.com/interrow-cultivators/vibro-crop-interrow-cultivator-vcof/</a> 10.25. 14:14) .....	10
<b>5. ábra:</b> Lúdtalpkapa (Forrás: <a href="https://www.bednar.com/hu/spare-part/kapa-270-mm-swifter/">https://www.bednar.com/hu/spare-part/kapa-270-mm-swifter/</a> 11.05. 21:13) .....	11
<b>6. ábra:</b> Hatzenbichler frontfüggesztett kultivátor művelés közben (Forrás: <a href="https://www.hatzenbichler.com/de/fronthackmaschinen">https://www.hatzenbichler.com/de/fronthackmaschinen</a> 10.25. 23:01 .....	12
<b>7. ábra:</b> Hatzenbichler frontfüggesztett kultivátor művelő egységei (Forrás: <a href="https://www.hatzenbichler.com/de/fronthackmaschinen">https://www.hatzenbichler.com/de/fronthackmaschinen</a> 10.25. 23:20).....	13
<b>8. ábra:</b> Erőgép és munkagép kapcsolata .....	14
<b>9. ábra:</b> Frontoldali függesztő rendszer (Forrás: <a href="https://www.busabt.hu/mediatar-sorkozmuvelo-kultivatorok/">https://www.busabt.hu/mediatar-sorkozmuvelo-kultivatorok/</a> 05.22 17:27).....	15
<b>10. ábra:</b> MDB LV 500 Pro (Forrás: <a href="https://www.greenclimber.com.au/lv500-pro">https://www.greenclimber.com.au/lv500-pro</a> 05:22 19:32) .....	17
<b>11. ábra:</b> Az erőgép hossza és nyomtáv szélesítés lehetőségének ábrázolása (Forrás: <a href="https://www.mdb srl.com/eng/product/lv-500-pro/7/">https://www.mdb srl.com/eng/product/lv-500-pro/7/</a> , 05.22. 15:07) .....	19
<b>12. ábra:</b> Az erőgép távirányítóval vezérelve (Forrás: Kite zrt. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ViPdaBl3bog&amp;ab_channel=KITEZrt">https://www.youtube.com/watch?v=ViPdaBl3bog&amp;ab_channel=KITEZrt</a> . 05.22. 18:22).....	20
<b>13. ábra:</b> MDB LV 500 PRO függesztő rendszere (Forrás: Saját kép).....	21
<b>14. ábra:</b> Frontoldali kultivátor munkaközben (Forrás: <a href="https://www.busabt.hu/mediatar-sorkozmuvelo-kultivatorok/">https://www.busabt.hu/mediatar-sorkozmuvelo-kultivatorok/</a> 10.16. 21:17).....	22
<b>15. ábra:</b> „A” verzió sematikus rajza, 1. fő váz, 2. merevítők, 3. művelőtagok (Forrás: Saját kép).....	25
<b>16. ábra:</b> „B” verzió sematikus rajza 1.középső fő váz, 2.kihúzható váz rész, 3. merevítők (Forrás: Saját kép) .....	26

<b>17. ábra:</b> „C” verzió sematikus rajza 1. középső fő váz, 2.merevítő, 3. kihajtható váz rész, 4. csuklópont (Forrás: Saját kép).....	27
<b>18. ábra:</b> A Kultivátor konstrukciók értékelése pókhálódigrammon (Forrás: Saját munka) 28	
<b>19. ábra:</b> A kultivátor 3D modellje (Forrás: Saját kép) .....	30
<b>20. ábra:</b> A kultivátorra ható erők (Forrás: Saját kép) .....	31
<b>21. ábra:</b> Meghatározott erők és kényszerek (Forrás: Saját kép) .....	32
<b>22. ábra:</b> A szimuláció eredménye (Forrás: Saját kép) .....	33
<b>23. ábra:</b> A számításoknál alkalmazott méretek (Forrás: Fémtechnológiai táblázatok) .....	34
<b>24. ábra:</b> Kultivátor vázszerkezete (Forrás: Saját kép) .....	36
<b>25. ábra:</b> Fő váz (Forrás: Saját kép) .....	37
<b>26. ábra:</b> Csatlakozó panel (Forrás: Saját kép) .....	38
<b>27. ábra:</b> Rögzítőfül 3D modellje (Forrás: Saját kép).....	39

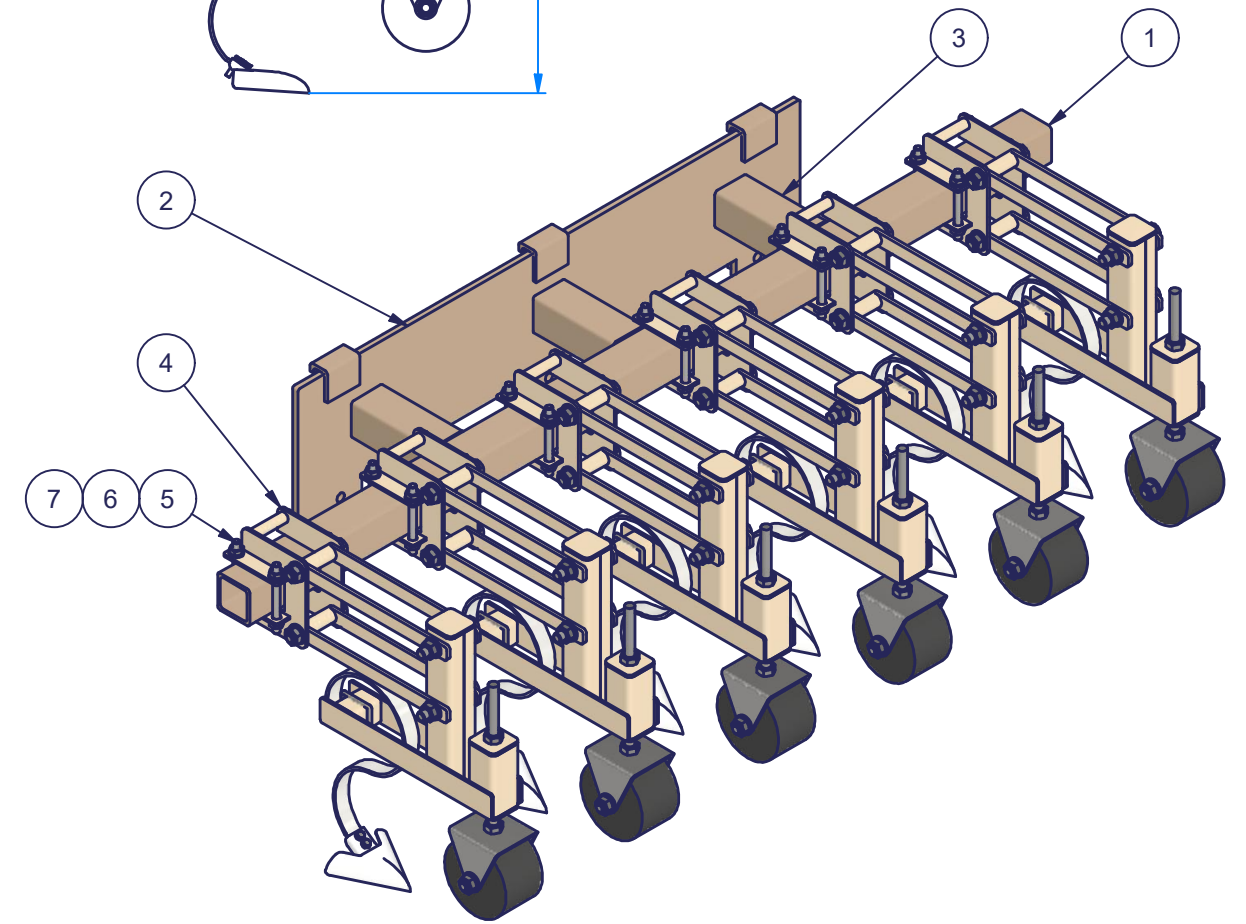
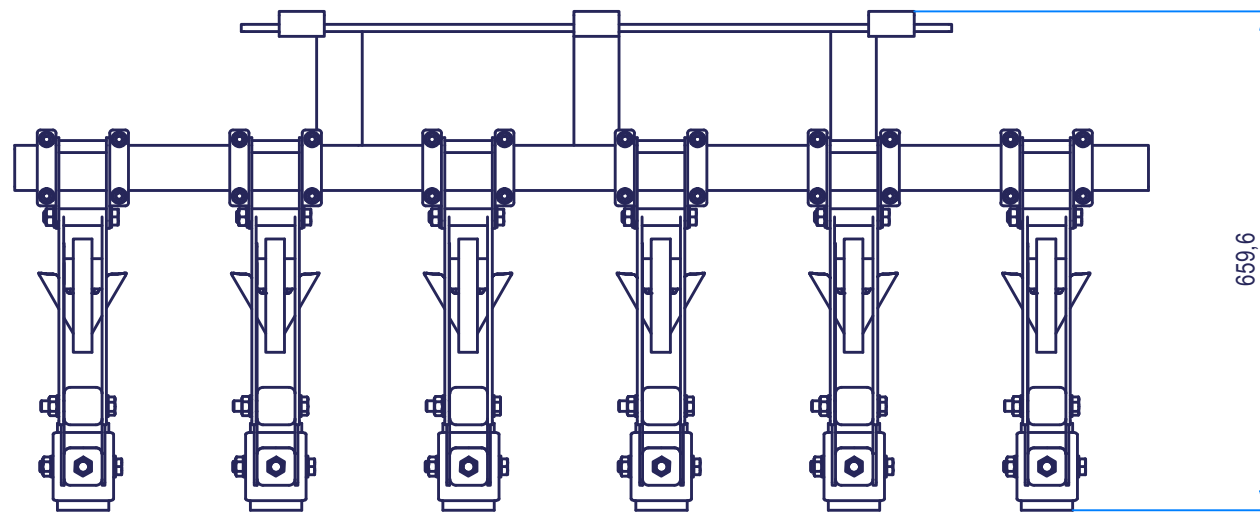
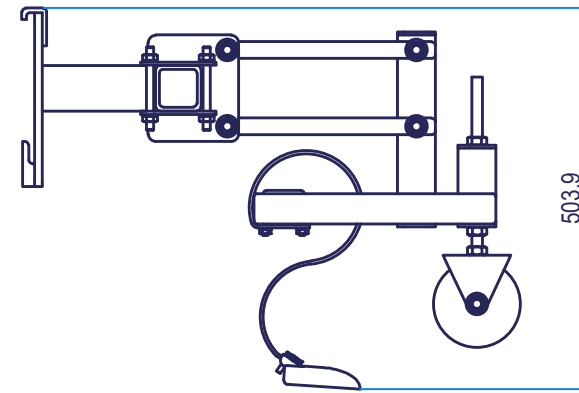
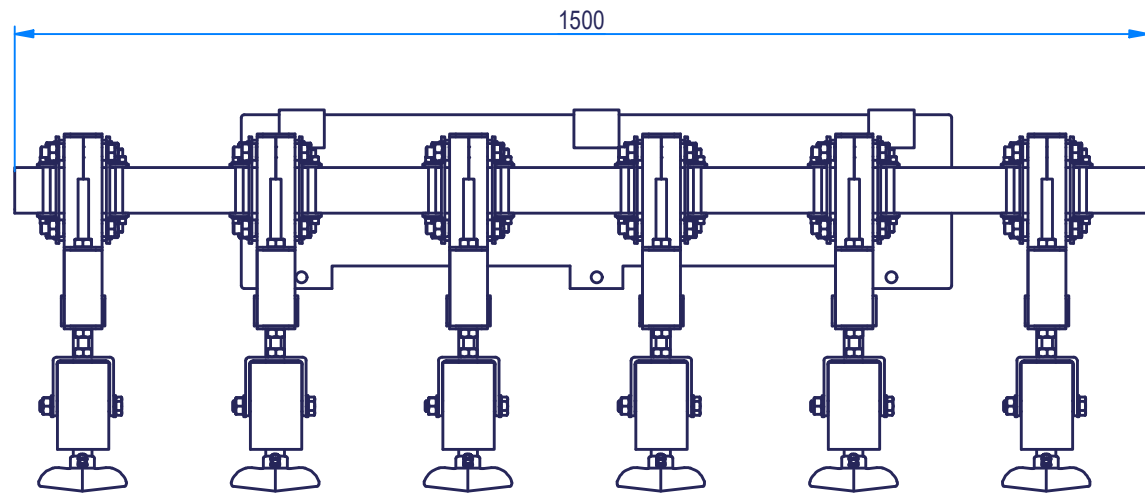
## 12. Táblázatok jegyzéke

<b>1. táblázat:</b> Az erőgép paraméterei (Forrás: Green Climber LV500 Pro kezelési és karbantartási útmutató és napló).....	18
<b>2.táblázat:</b> Az erőgép motorjának műszaki adatai (Forrás: Green Climber LV500 Pro kezelési és karbantartási útmutató és napló) .....	18
<b>3. táblázat:</b> Az erőgép műszaki adatai (Forrás: Green Climber LV500 Pro kezelési és karbantartási útmutató és napló).....	18
<b>4. táblázat:</b> Szempontok összehasonlítása (Forrás: Saját munka) .....	28
<b>5. táblázat:</b> Anyag- és alapanyag költségek (Forrás: Saját munka) .....	41
<b>6. táblázat:</b> Gyártásiköltségek (Forrás: Saját munka) .....	42
<b>7. táblázat:</b> Vásárolt tételek költségei (Forrás: Saját munka) .....	42
<b>8. táblázat:</b> Összesített költségek (Forrás: Saját munka) .....	43

## 13. Mellékletek

<b>1. melléklet:</b> A kultivátor összeállítási rajza.....	52
<b>2. melléklet:</b> A művelőtag összeállítási rajza.....	53
<b>3. melléklet:</b> A kapatartó összeállítási rajza.....	54
<b>4. melléklet:</b> A művelőtag rögzítés összeállítási rajza .....	55
<b>5. melléklet:</b> A művelőelemrögzítő lemez műhelyrajza.....	56
<b>6. melléklet</b> A rögzítőfül műhelyrajza.....	57

# 1. melléklet: A kultivátor összeállítási rajza



### Csavar Meghúzási Erők és Nyomatékok

Méret	Fv [N]	Ma [Nm]
M4	3900	2,9
M5	6350	6
M6	9000	10
M8	16500	25
M10	26200	49
M12	38300	86

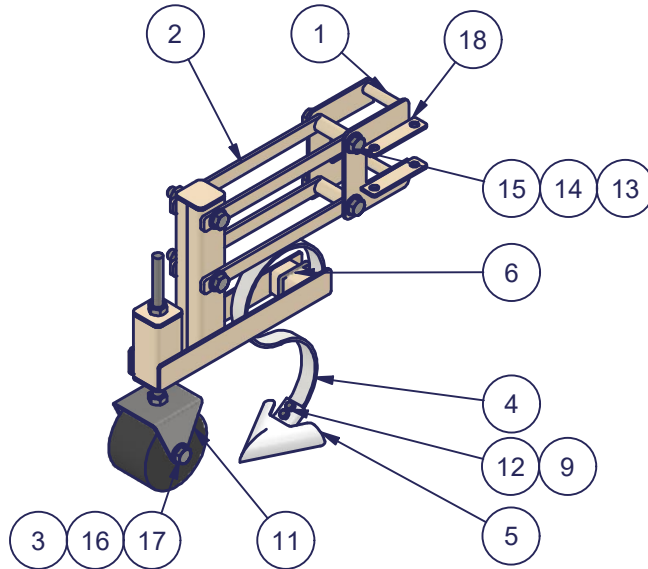
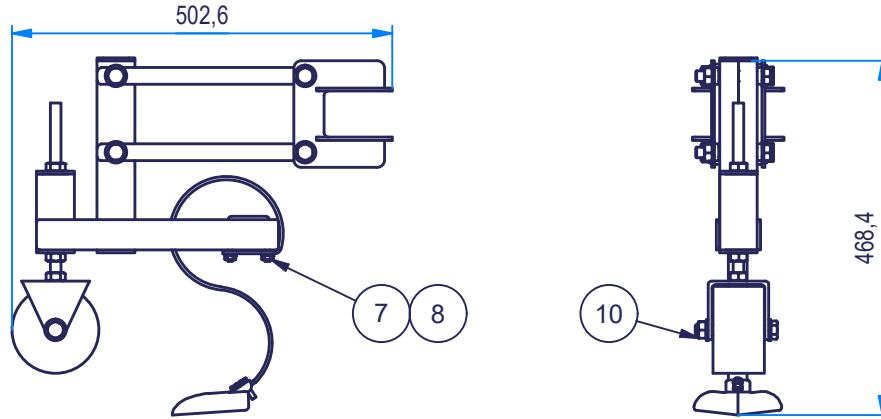
**Élek sorjázva!**  
**Tűrésetlen Méretek Tűrései**  
 Lézervágás MSZ ISO 2768-1 f  
 Hajlítás/Összeállítás MSZ ISO 2768-1 m  
 Hegesztett szerkezetek MSZ 12180-A

7	48	Alátét DIN125 M10_H	105774		Acél Horg.
6	48	HL anya DIN934 M10_H8	101626		8  Horg.
5	24	Menetes szár M10x110_H88	129705	M10x110	8.8 Horg.
4	6	Művelőtag ÖÁ			
3	3	Távtartó merevítő			Steel, Carbon
2	1	rögzítő rész HEG ÖÁ			
1	1	Fő váz			Steel, Carbon
Tétel	Db	Leírás	Cikkszám	Méret	Anyag

Tervezte	Kovács Timon	Rajzolta	Kovács Timon	Dátum	2025. 11. 04.	Méretarány	1 : 10	Formátum	A3	Lap	1 / 1
----------	--------------	----------	--------------	-------	---------------	------------	--------	----------	----	-----	-------

Kultivátor ÖÁ

## 2. melléklet: A művelőtag összeállítási rajza



**Csavar Meghúzási Erők és Nyomatékok**

Méret	Fv [N]	Ma [Nm]
M4	3900	2,9
M5	6350	6
M6	9000	10
M8	16500	25
M10	26200	49
M12	38300	86

18	2	Művelőtag rögzítés ÖÁ			
17	1	Hatlapfejű csavar			Stainless Steel, 440C
16	2	Alátét DIN125 M14_H	106892		Acél Horg.
15	4	Hatlapfejű csavar			Steel, Mild
14	4	Hex Nut			Steel, Mild
13	8	Washer			Steel, Mild
12	2	Hex-Head Bolt			Steel, Mild
11	1	Mélység határoló ÖÁ			
10	1	HL anya DIN934 M14_H8	106891		8  Horg.
9	2	Alátét DIN125 M6_H	101631		Acél Horg.
8	2	Alátét DIN125 M8_H	101643		Acél Horg.
7	2	HL anya DIN934 M8_H8	101695		8  Horg.
6	1	U csavar			Steel, Mild
5	1	Kapa szerszám			Generic
4	1	Kapa		Lv4x665x25	1.0038
3	1	Kapatartó ÖÁ			
2	2	Lengőkar			Generic
1	2	Távtartó			Generic
Tétel	Db	Leírás	Cikkszám	Méret	Anyag

Tervezte	Rajzolta	Dátum	Méretarány	Formátum	Lap
Admin	Kovács Timon	2025. 11. 04.	1 : 10	A4	1 / 1

Megnevezés

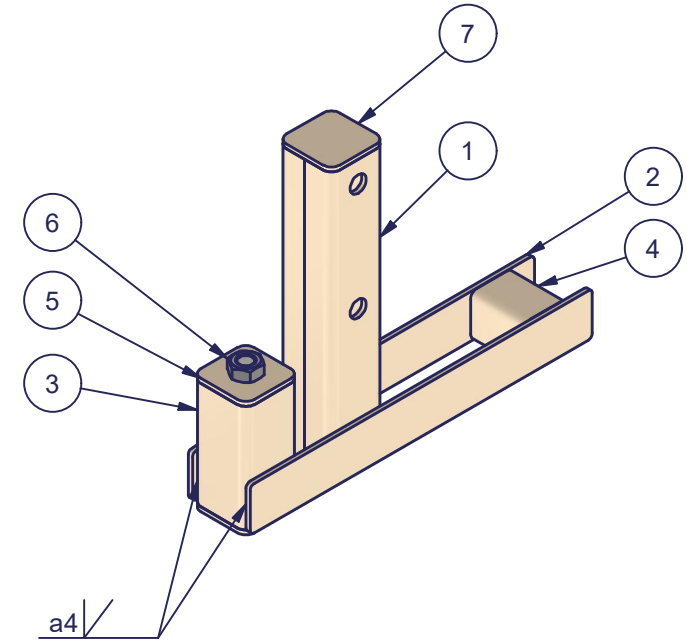
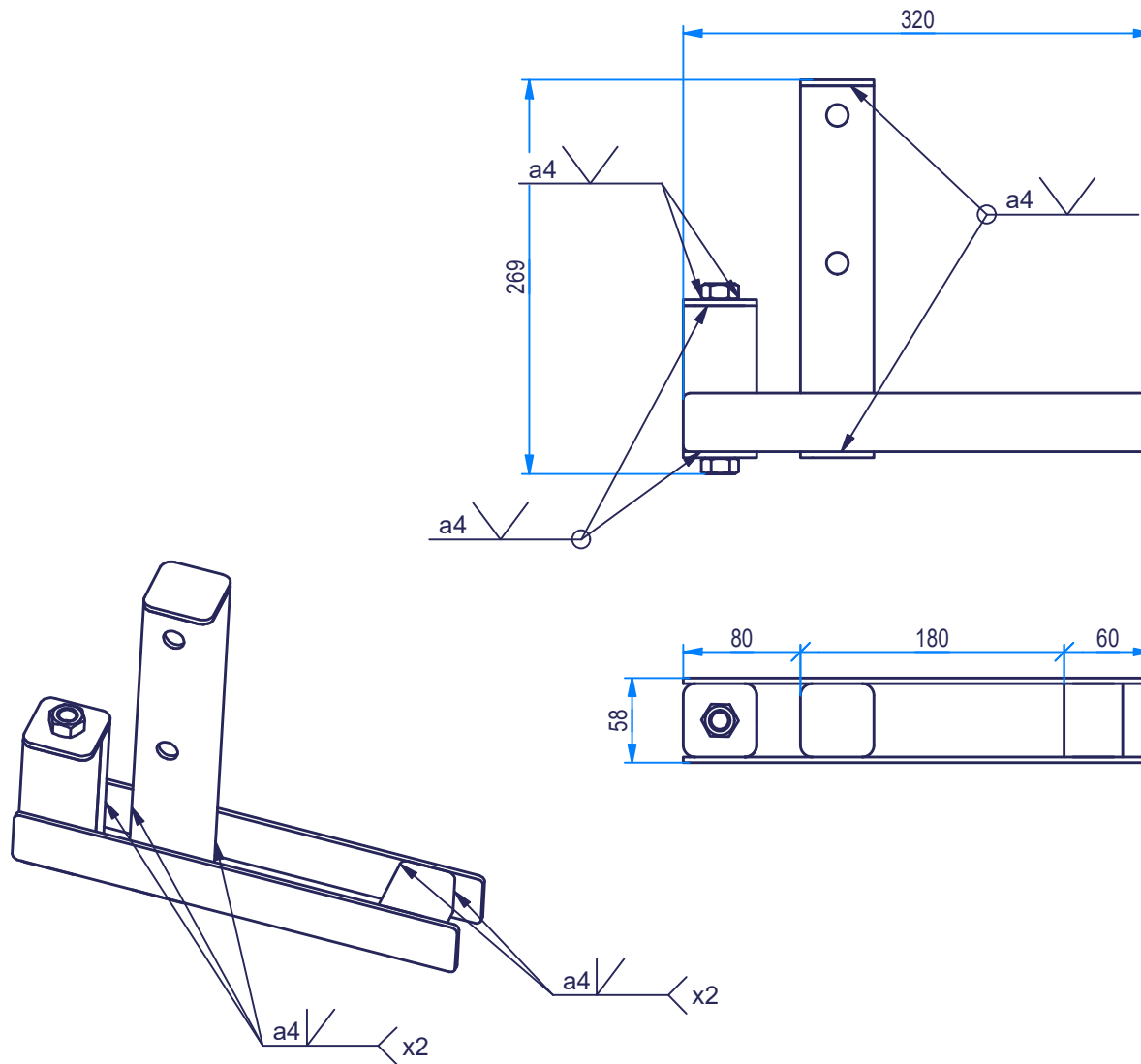
Művelőtag ÖÁ

### Élek sorjázva!

#### Tűrésezetlen Méretek Tűrései

Lézervágás MSZ ISO 2768-1 f  
 Hajlítás/Összeállítás MSZ ISO 2768-1 m  
 Hegesztett szerkezetek MSZ 12180-A

### 3. melléklet: A kapatartó összeállítási rajza



7	2	végzáró lemez 2		Lv4x50x50	1.0038
6	2	HL anya DIN934 M14_H8	106891		8  Horg.
5	2	végzáró lemez 1		Lv4x50x50	1.0038
4	1	Távtartó 50 mm		Lv3x139x50	1.0038
3	1	Mélységhatároló tartó		Lv4x172x100	1.0038
2	2	Kapatartó lemez		Lv4x320x40	1.0038
1	1	függőleges elem			Generic
Tétel	Db	Leírás	Cikkszám	Méret	Anyag

Tervezte	Kovács Timon	Rajzolta	Kovács Timon	Dátum	2025. 11. 04.	Méretarány	1 : 5	Formátum	A4	Lap	1 / 1
----------	--------------	----------	--------------	-------	---------------	------------	-------	----------	----	-----	-------

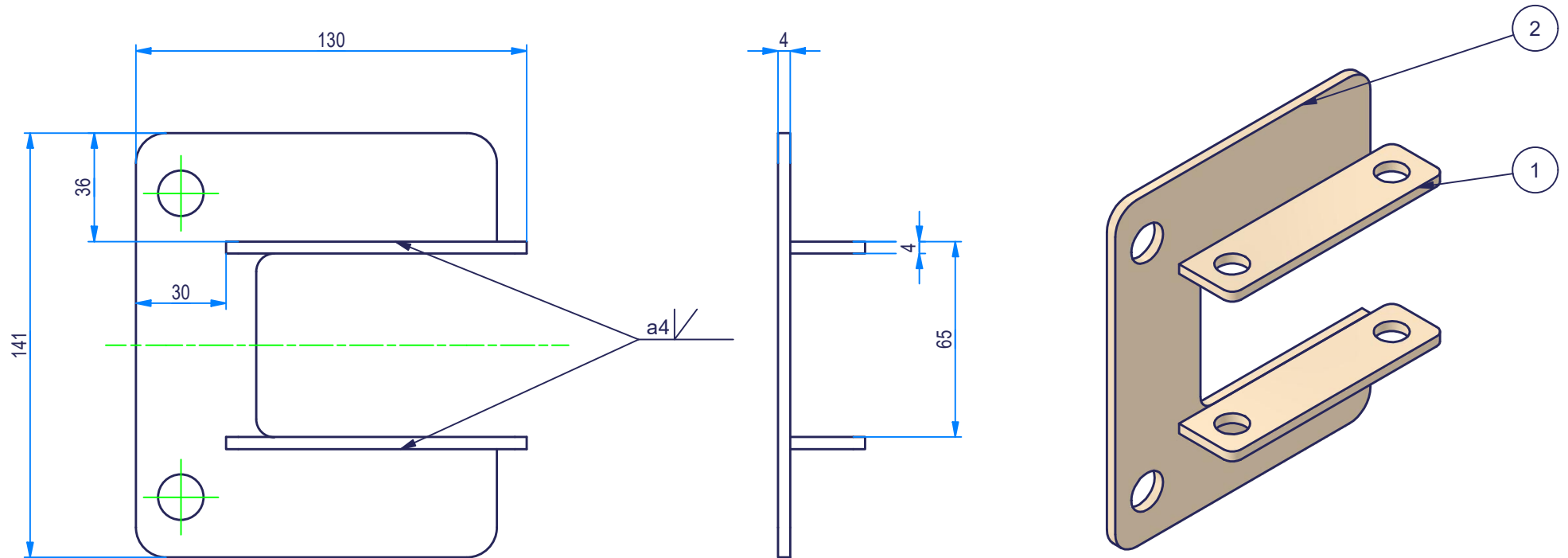
Megnevezés	Kapatartó ÖÁ										
------------	--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

#### Élek sorjázva!

#### Tűrésezetlen Méretek Tűrései

Lézervágás MSZ ISO 2768-1 f  
 Hajlítás/Összeállítás MSZ ISO 2768-1 m  
 Hegesztett szerkezetek MSZ 12180-A

## 4. melléklet: A művelőtag rögzítés összeállítási rajza



2	1	Művelőelemrögzítő lemez		Lv4x141x120	1.0038
1	2	Rögzítő elem		Lv4x100x25	1.0038
Tétel	Db	Leírás	Cikkszám	Méret	Anyag

Tervezte	Rajzolta	Dátum	Méretarány	Formátum	Lap
Kovács Timon	Kovács Timon	2025. 11. 04.	1 : 2	A4	1 / 1

Megnevezés

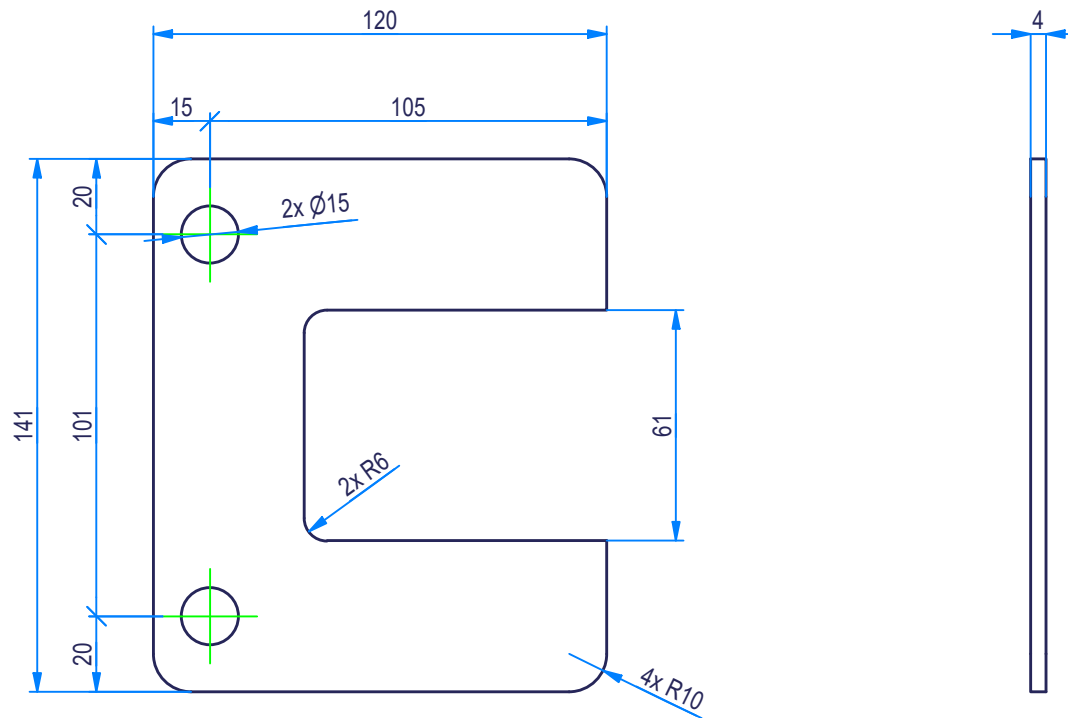
Művelőtag rögzítés ÖÁ

**Élek sorjázva!**

**Tűrésetlen Méretek Tűrései**

Lézervágás MSZ ISO 2768-1 f  
 Hajlítás/Összeállítás MSZ ISO 2768-1 m  
 Hegesztett szerkezetek MSZ 12180-A

## 5. melléklet: A művelőelemrögítő lemez műhelyrajza



Anyagminőség: 1.0038

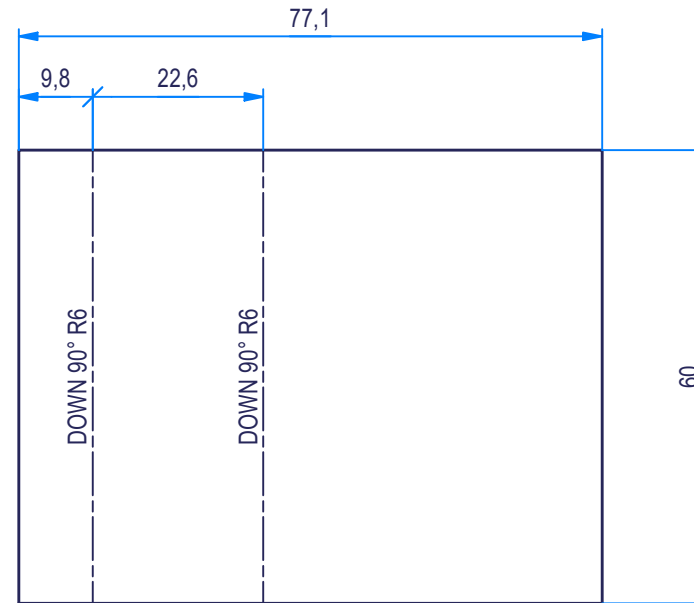
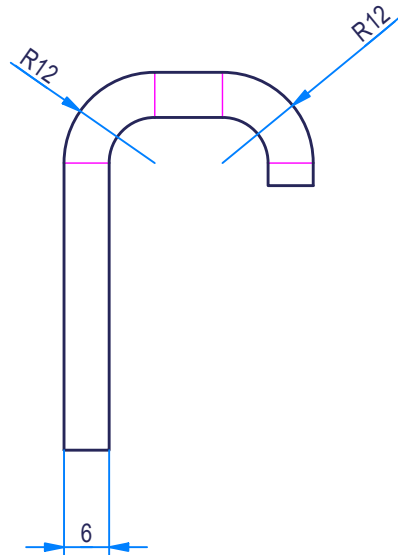
### Élek sorjázva!

#### Tűrésezetlen Méretek Tűrései

Lézervágás MSZ ISO 2768-1 f  
 Hajlítás/Összeállítás MSZ ISO 2768-1 m  
 Hegesztett szerkezetek MSZ 12180-A

Tervezte Kovács Timon	Rajzolta Kovács Timon	Dátum 2025. 11. 04.	Méretarány 1 : 2	Formátum A4	Lap 1 / 1
Megnevezés Művelőelemrögítő lemez					

## 6. melléklet: A rögzítőfűl műhelyrajza



Anyagminőség: 1.0038

**Élek sorjázva!**

**Tűrésetlen Méretek Tűrései**

Lézervágás MSZ ISO 2768-1 f  
Hajlítás/Összeállítás MSZ ISO 2768-1 m  
Hegesztett szerkezetek MSZ 12180-A

Tervezte Kovács Timon	Rajzolta Kovács Timon	Dátum 2025. 11. 04.	Méretarány	Formátum A4	Lap 1 / 1
Megnevezés		Rögzítőfűl			

**NYILATKOZAT**  
**szakdolgozat nyilvános hozzáféréseről és**  
**eredetiségéről**

A hallgató neve: Kovács Timon  
A Hallgató Neptun kódja: CXWP9X  
A dolgozat címe: Tervezzen MDB LV 500 Pro típusú erőgéppel üzemeltethető talajművelőgépet  
A megjelenés éve: 2025  
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet  
A konzulens tanszékének a neve: Gépszerkezettani

Kijelentem, hogy az általam benyújtott záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió<sup>1</sup> egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

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

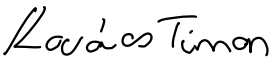
A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

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

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2025 év 11. hó 2. nap

  
Hallgató aláírása

## NYILATKOZAT

Kovács Timon (név) (hallgató Neptun azonosítója: CXWP9X) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

szakdolgozatot a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz:                      nem

Kelt: Gödöllő 2025. év 11. hó 07. nap

  
belső konzulens

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

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

7. sz. melléklete: Műszaki Intézet külső konzulensi nyilatkozat

## KÜLSŐ KONZULENSI NYILATKOZAT

KOVÁCS TÍMON (név) (hallgató Neptun azonosítója: CXWPGX)

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

Kelt: 2025 év 10 hó 27 nap

Fürst Gábor

külső konzulens

# Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról

## 1. Általános adatok

Hallgató neve:	Kovács Timon
Neptun-kódja:	CXWP9X
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: .....
Tantárgy neve/kódja*:	Szakdolgozat készítés 2. MUSZK337N
A munka címe:	Tervezzen MDB LV 500 PRO erőgéppel üzemeltethető talajművelőgépet.

\* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

## 2. Nyilatkozat az MI használatáról

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

*(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)*

A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

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

B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.

(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

## 3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése

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

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

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
nyelvi korrektúra, ötletelés, forrás keresés	Chatgpt, GPT 5	

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

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

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

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

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

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

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

.....

.....

.....

.....

### 4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

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

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

*Kacsa Cs Timon*

Hallgató aláírása

*Nagy F*

Konzulens/Témavezető aláírása