

SZAKDOLGOZAT

Pintér Krisztián Viktor
Gépészmérnök szak

Gödöllő
2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépészmérnök Szak

**Összecsukható üzemi, és szállítókeret tervezése furadék
leválasztó készülékhez**

Belső konzulens: Madarász István
mestertanár

Külső konzulens: Vanó Tamás
Project manager

Készítette: **Pintér Krisztián Viktor**
OCLKG4
Nappali tagozat

Intézet/Tanszék: Műszaki Intézet

Gödöllő
2023

MŰSZAKI INTÉZET
GÉPÉSZMÉRNÖK ALAPSZAK
Mérnökinformatika specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Pintér Krisztián Viktor (OCLKG4)

részére

A szakdolgozat címe:

Összecsukható üzemi, és szállítókeret tervezése furadék leválasztó készülékhez

Feladatkiírás:

Bevezetés, szakirodalom feldolgozása, tervezési szempontok bemutatása, szállítókeret tervezése, gazdasági számítás, összefoglalás

Közreműködő tanszék: Gépszerkezettani

Külső konzulens: *Vanó Tamás*, Projekt Manager, Robert Bosch Kft.

Belső konzulens: *Madarász István*, mestertanár, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

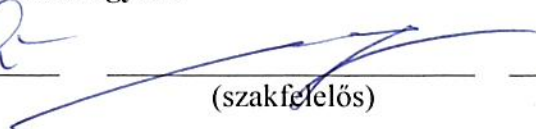
Beadási határidő: 2023. november 06.

Gödöllő, 2023. szeptember 04.

Jóváhagyom



(tanszékvezető)



(szakfelelős)

Átvettem



(hallgató)

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

Gödöllő, 2023. 11. hó 02. nap



(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1	Ábrajegyzék.....	3
2	Táblázatjegyzék	3
3	Bevezetés.....	4
4	Célkitűzés.....	5
5	Irodalom feldolgozás	5
5.1	A kihajlás	5
5.1.1	Kihajlás keletkezése.....	5
5.1.2	Kihajlásra ellenőrzés.....	6
5.2	A nyírás	10
5.2.1	A nyírófeszültség számítása	10
5.3	A Csapszeg.....	11
5.3.1	A csapszegek típusai:.....	11
5.3.2	A csapszegek rögzítése	12
5.3.3	Csapszegek méretezése:.....	12
5.3.4	Csapszegek nyírásra méretezése.....	14
5.4	Végelem módszer	14
5.4.1	Végelem módszer a műszaki gyakorlatban	15
5.4.2	Végelem modellezés alkalmazási területei.....	16
6	Konstruktív tervezés.....	16
6.1	Alapvető konstrukciós elvárások	16
6.2	Szállítókeret/Felépítmény tervezésének lépései.....	16
6.2.1	Geometriai feltételek meghatározása.....	16
6.2.2	Header-Box Dummy elkészítése	18
6.2.3	Az álló rész felépítése	19
6.2.4	A mozgó rész felépítése.....	20
6.2.5	Összeszerelt szerkezet a szükséges kiegészítő alkatrészekkel.....	20
6.2.6	Szállítási állapot.....	21
7	Szükséges számítások	22
7.1	Rudakra nehezedő erő számítása	22
7.2	Kihajlásra ellenőrzés	24
7.2.1	Kihajlási félhullámhossz meghatározása	25

7.2.2	Következő lépésben az inerciasugár (i) és a karcsúsági tényező (λ) számítása	25
7.2.3	Kritikus feszültség meghatározása	26
7.2.4	Egy rúdban ébredő normálfeszültség.....	26
7.2.5	Megengedett feszültség	26
7.2.6	Ellenőrzés	26
7.3	A csapszegek méretezése	26
7.3.1	Alapadatok.....	26
7.3.2	A megengedhető nyírófeszültség meghatározása	26
7.3.3	A legkisebb megengedett átmérő meghatározása a megengedhető nyírófeszültségre:.....	27
7.3.4	A megengedhető hajlító feszültség meghatározása	27
7.3.5	A csapszegre ható hajlítónyomaték meghatározása:	27
7.3.6	A következő képlettel meghatározható a legkisebb megengedett átmérő hajlítófeszültségre:.....	28
7.3.7	A választott átmérő alapján ellenőrzés felületi nyomásra:	28
7.3.8	Biztonsági tényező a választott átmérővel:.....	29
7.4	Csapszegek ellenőrzése Ansys WorkBench használatával	30
7.5	Befeszülési határszög.....	32
7.5.1	A súrlódási félkúpszög a következő képlettel számítható:	32
7.5.2	A szerkezet álló és mozgó rész lábai által maximálisan bezárt szög számítása	33
8	Gazdasági számítás	33
8.1	Szét- és összeszerelési költségek	33
8.2	Jelenlegi konstrukció szerelési költségei	33
8.3	Fix kialakítású szerkezet szerelési költségei.....	33
8.4	Kiértékelés	34
9	Összefoglaló	34
10	Summary	35
11	Hivatkozások	36
12	Mellékletek:	37

1 Ábrajegyzék

1. ábra Rudak különböző befogási módjai a hozzátartozó β tényezőkkel [2].....	7
2. ábra Fél szinuszhullámos kihajlások keletkezése különböző "k" értékeknél [2]	8
3. ábra Keresztmetszeti jellemzők jelölése.....	8
4. ábra Különféle csapszeg kialakítások [3]	11
5. ábra Csapszegre ható erők [4].....	13
6. ábra Klasszikus gyártási folyamatára [6].....	15
7. ábra Végeselem szimulációval egybekötött gyártási modell [6]	15
8. ábra Üzemi állapot.....	17
9. ábra Szállítási állapot.....	18
10. ábra Header-Box dummy.....	18
11. ábra A keret álló részének felépítése	19
12. ábra A keret mozgó részének felépítése	20
13. ábra A keret összeszerelt állapotban a szükséges alkatrészekkel, kiemelve a lábak összezsúszását.....	21
14. ábra A berendezés szállítási állapotban	22
15. ábra A szerkezet tömegközéppontja	24
16. ábra Keresztmetszeti jellemzők jelölése.....	25
17. ábra Az összefüggésekben használt jelölések [4].....	27
18. ábra A csapszeg modellje lábakkal ábrázolva	30
19. ábra Csapszegre ható ébredő feszültség értékei.....	31
20. ábra Lábak befeszülésének mechanikai modellje.....	32
21. ábra A szerkezeten keletkező súrlódási félkúpszög.....	32

2 Táblázatjegyzék

1. táblázat Csapszegre ható ébredő feszültség változása a hálózás finomításának függvényében.....	31
--	----

3 Bevezetés

Egy mélyfúró berendezés üzemeltetése során kihívást jelent a fúrások közötti áttelepülés a helyszínekre. A kiszolgáló berendezéseknek kiemelt feladata van, hiszen ezeknek gyorsan és könnyen szerelhetőnek kell lenniük. Így érhető el, hogy a lehető legrövidebb idő alatt áthelyezhető és újra beüzemeltető legyen a mélyfúró berendezés.

A gyakori helyszínváltozás miatt keletkezett az igény, egy összezsukható szállítókeret tervezésére, mely megkönnyíti a szállítás megoldását és nem utolsósorban jelentős időt takarít meg az össze, illetve szétszerelésnél is.

Az összezsukható szállítókeret egy kiszolgáló berendezés részegysége, mely összeszerelt állapotban tartalmazza a Header-Box-ot. Ez az elnevezés egy, az iparban használt speciális kifejezés, ami a furadék leválasztó berendezés összefoglaló neve. A készülék befoglaló méreteit előre meghatározták, így ezekhez a méretekhez kellett igazítani a tervezett szerkezetet is.

4 Célkitűzés

Egy mélyfúró berendezés kiszolgáló létesítményének megtervezése a megadott szempontok alapján. Üzemi állapotban a földtől magasabban helyezkedik el, míg összecsucskva, szállítási állapotban a szabványos közúti úrszelvény méretei nem haladhatják meg a jogszabályban előírtakat. A befoglaló méreteken túl, súlya igen jelentős, így szállítása csak tehergépkocsival megoldható.

A tervezés szempontjai:

- Összecsucskható legyen, a szállítás megkönnyítése érdekében
- Gyors szerelhetőség kialakítás
- A szerelés ne igényeljen speciális szerszámokat
- Méretei az engedélymentes közúti szállíthatóság határain belül helyezkedjenek el

5 Irodalom feldolgozás

Irodalom feldolgozásomban a tervezéshez szükséges számítások és összefüggések, illetve ezek elméleti hátterének magyarázatai kerültek bemutatásra. Ezen ismeretek alkalmazásával lehetővé válik számomra a feladat pontos és precíz megoldása.

5.1 A kihajlás

A kihajlásra ellenőrzés hosszú, nyomott, karcsú rudak stabilitás vesztesét vizsgálja. A tapasztalat azt mutatja, hogy klasszikus módszerekkel nem értelmezhető, mivel a szilárdságilag szükséges nyomófeszültségnél jóval kisebb ébredő feszültségnél is elvesztheti a rúd a stabilitását. Ilyen esetben rugalmas kihajlás esete áll fenn.

5.1.1 Kihajlás keletkezése

Kihajlás keletkezése a következőképpen történhet. „Ha az átmérőjéhez (keresztmetszeti méreteihez) képest nagy hosszúságú, egyenes rudat a súlyponti hossz tengelyében nyomásra terhelünk, akkor a rúd oldalirányban kihajolhat. Amíg a nyomóerő egy meghatározott értéknél kisebb, a rúd úgy viselkedik, mint azt a nyomó igénybevételnél tapasztaltuk: megrövidül. Ha nyomóerőt növeljük egy F_1 értéknél a rúd oldalt kihajlik. A kihajlás az erőhatás további növelése nélkül is fokozódhat, és a rúd eltörhet.” [1]

A kihajlásra való ellenőrzésnek több szempontja is lehet. Elsődleges és fő szempont a biztonság. Amennyiben egy acélszerkezet túlzott mértékben hajlik és deformálódik, úgy képes veszélyeztetni az emberek és a környező területek biztonságát is. Fontos megemlíteni, hogy ezeket törvényi előírások is szabályozzák. Úgynevezett építési szabványoknak kell megfelelnie az építménynek, ha ezeknek nem tesz eleget, úgy az építmény nem tud biztonságosan és engedélyezett módon működni.

Az acélszerkezetek tervezésekor előre meg kell határozni a megengedett kihajlásokat a terhelési viszonyok és az alkalmazott anyagok alapján. Ha ezeket a kihajlásokat nem tartják be, az befolyásolhatja a szerkezet teljesítményét, például a terhelés elosztását és az esetleges rezgéseket.

Nem utolsó sorban fontos szerepet játszik az esztétika is. Az építészet és várostervezés szempontjából fontos, hogy ne mutassanak az acélszerkezetek szembetűnő kihajlásokat, deformációkat. A rugalmas alakváltozás tartományában a szerkezetek jóval nagyobb mértékű normálfeszültséget képesek elviselni nyomásra, mint húzásra. (Maradó károsodás nélkül)

5.1.2 Kihajlásra ellenőrzés

A kihajlásra történő méretezés alapösszefüggése

$$\sigma_{max} = \frac{F}{A} \leq \frac{\sigma_{krit}}{n} = \sigma_{krit\ meg}$$

Ahol:

σ_{max} – Normálfeszültség

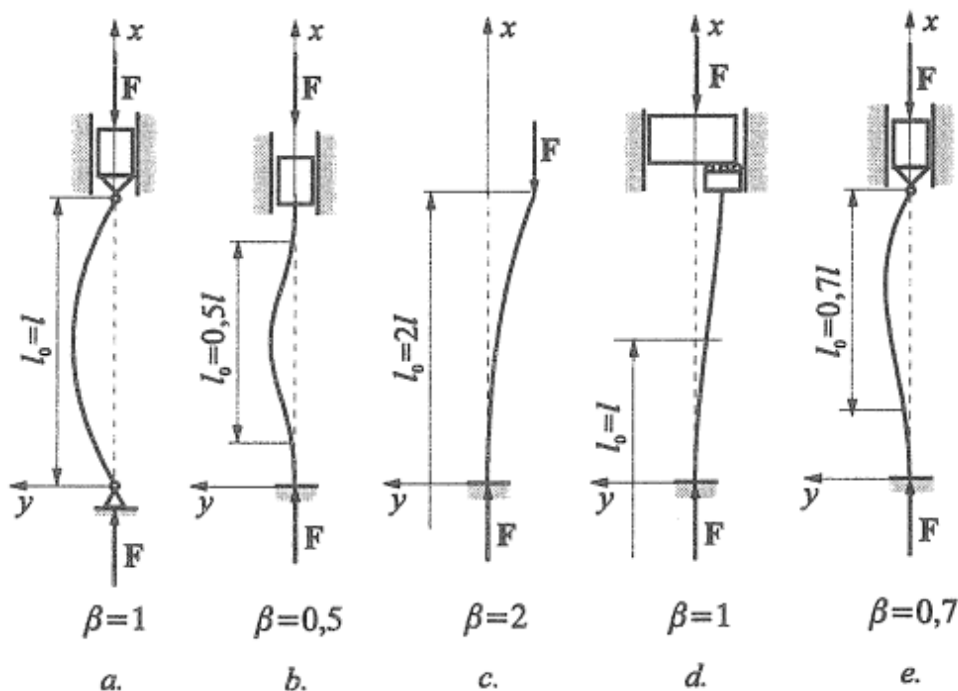
F – Terhelő erő

A – Keresztmetszet

σ_{krit} – Kritikus feszültség

n – Biztonsági tényező (acélra $n = 1,7 - 3,5$)

$\sigma_{krit\ meg}$ – Megengedett feszültség



1. ábra Rudak különböző befogási módjai a hozzá tartozó β tényezőkkel [2]

Az Euler féle összefüggések csuklósan befogott rudakra értelmezhetőek. Ha a rúd befogása eltér ettől, be kell vezetni egy úgynevezett β tényezőt. Ilyenkor a rúd teljes hossza (l) helyett csak a szinusz félhullám hosszúsága vehető figyelembe, ezt a következő összefüggés írja le:

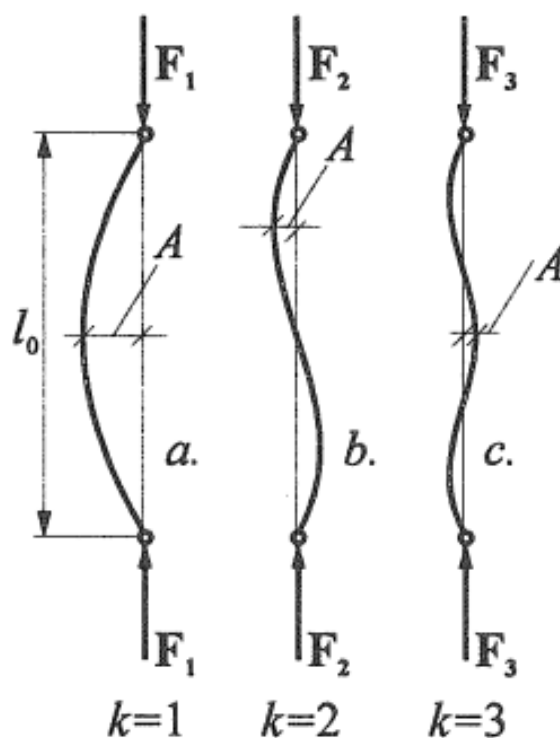
$$l_0 = \beta \cdot l$$

Ahol:

l_0 – Szinusz félhullám hosszúsága

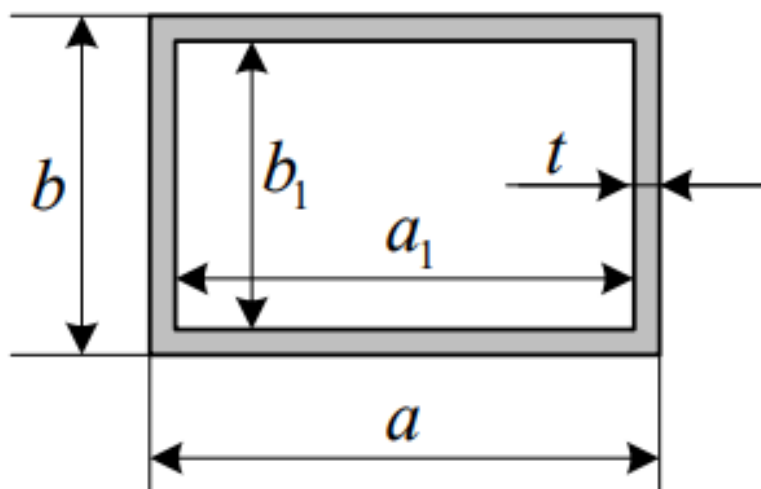
β – Tényező, értékei az 1 ábráról leolvasható

l – Rúd teljes hossza



2. ábra Fél szinuszhullámos kihajlások keletkezése különböző "k" értékeknél [2]

A 2. ábra azt szemlélteti, hogy egy vékony karcsú rúd hogyan viselkedik különböző terheléseknél. Fél szinuszhullámot $k = 1$ -nél vesz fel, ennél négyszer nagyobb erőnél $k = 2$ teljes szinuszhullám alakot vesz fel a rúd. A terhelés értéke nem haladhatja meg F_{krit} értéket, különben a rúd stabilitását veszti.



3. ábra Keresztmetszeti jellemzők jelölése

Keresztmetszeti jellemzők számítása:

$$a_1 = a - 2t$$

$$b_1 = b - 2t$$

$$A = ab - a_1 \cdot b_1$$

$$I_{min} = \frac{a \cdot b^3}{12} - \frac{a_1 \cdot b_1^3}{12}$$

Következő lépésben bevezetésre kerül az inerciasugár (i) és a karcsúsági tényező (λ) fogalmát:

Inerciasugár számítása:

$$i_{min} = \sqrt{\frac{I_{min}}{A}}$$

Karcsúsági tényező számítása:

$$\lambda = \frac{l_0}{i_{min}}$$

Kritikus feszültség meghatározása:

$$\sigma_{krit} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2}$$

Ahol:

E – Rugalmassági modulus

λ – Karcsúsági tényező

Egy rúdban ébredő normálfeszültség:

$$\sigma_{max} = \frac{F}{A}$$

Ahol:

F – Rúdra ható nyomóerő

A – Felület

Megengedett feszültség

$$\sigma_{kritmeg} = \frac{\sigma_{krit}}{n_{kr}}$$

Ahol:

n_{kr} – Biztonsági tényező

Ellenőrzés

$$\sigma_{max} = \frac{F}{A} \leq \frac{\sigma_{krit}}{n} = \sigma_{kritmeg}$$

5.2 A nyírás

A nyírási igénybevétel egy mechanikai fogalom, amely az anyagokban fellépő igénybevételt írja le, amikor a belső erőhatások miatt az anyagot két vagy több részre próbálják szétválasztani egymáshoz képest párhuzamos síkban. Ez a terhelési fajta merőleges a terhelés irányára.

A nyírási igénybevétel fontos a szerkezeti tervezés során, mivel befolyásolhatja a szerkezet stabilitását és teljesítményét. A mérnököknek figyelembe kell venniük a tervezési terheléseket és a szerkezet geometriáját, hogy megfelelően dimenzionálják az anyagokat és a csatlakozásokat, hogy ellenálljanak a nyírási igénybevételnek.

A nyírási igénybevételt számításokkal és modellezéssel lehet meghatározni, és ezek a tervezési folyamat részét képezik a szerkezetek biztonságos és hatékony kialakításában. Az anyagminőség, a csavarozás vagy hegesztés minősége, valamint a csatlakozások kialakítása mind fontos szerepet játszanak a nyírási igénybevétel hatásainak kezelésében.

5.2.1 A nyírófeszültség számítása

$$\tau = \frac{T}{A}$$

Ahol:

τ – Nyírófeszültség

T – Nyíróerő

A – Keresztmetszet felülete

Nyírás és hajlításra a következő összefüggés használható [1]:

$$\tau_{max} = c \cdot \frac{V}{A}$$

Ahol:

c – Alak- vagy Formatényező.

Jelen esetben négyszög keresztmetszetről beszélünk, aminek a képlete a következő:

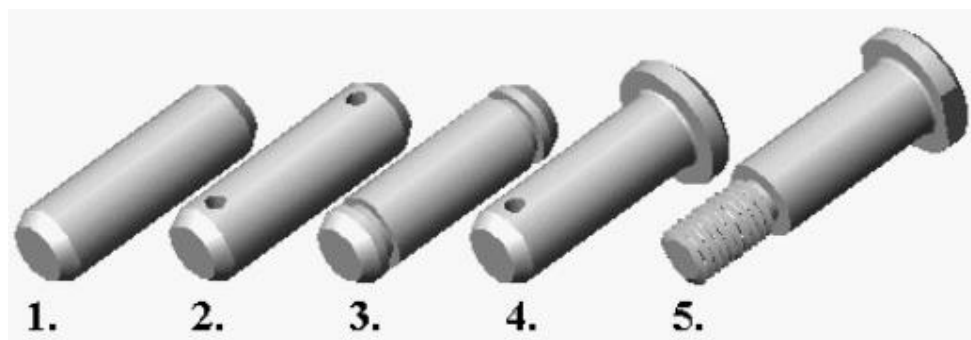
$$\tau_{max} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V}{A}$$

5.3 A Csapszeg

„A gépalkatrészek egyszerű és olcsó kötőelemei a csapszegek és a különböző kialakítású szegek. Laza és szilárd kötések megvalósítására egyaránt használhatók pl.: a csapszegeket rudak, hevederek, láncszakok és vonórudak csuklós kötéseinak létrehozására vagy futókerek, görgők, karok tengelyeként használják.” [3]

5.3.1 A csapszegek típusai:

- Fej nélküli csapszegek
- Fejes csapszegek
- Hornyos csapszegek (rögzítő gyűrűs)
- Menetes csapszeg
- Sasszegfuratos csapszeg
- Stb...



4. ábra Különböző csapszeg kialakítások [3]

5.3.2 A csapszegek rögzítése

Rögzítésük általában csapszegalátéttel, sasszeggel, csavaranyával vagy rögzítő gyűrűvel van megoldva. A csapszegek többféle terhelésnek is ki vannak téve, ilyen például a felületi nyomás, a nyírás és a hajlítás.

5.3.3 Csapszegek méretezése:

Csapszegkötés méretezésénél az első lépés a hajlításra való ellenőrzés, aminek a képlete a következő:

$$\sigma_{hajl} = \frac{M_h}{K} \leq \sigma_{hmeg}$$

Ahol:

M_h – Hajlítónyomaték

K – Hajlítási keresztmetszeti tényező

σ_{hmeg} – Megengedhető hajlítófeszültség

Ha a két végén megtámasztott tartóként értelmezzük és „ l ” hosszúságon megoszló terhelésnek tekintjük, a hajlítónyomaték a csapszeg középső keresztmetszetében:

$$M_h = \frac{F}{2} \cdot \left(\frac{l}{2} \cdot \frac{s}{2} \right) - \frac{F}{2} \cdot \frac{l}{4} = \frac{F}{8} \cdot (l + 2 \cdot s)$$

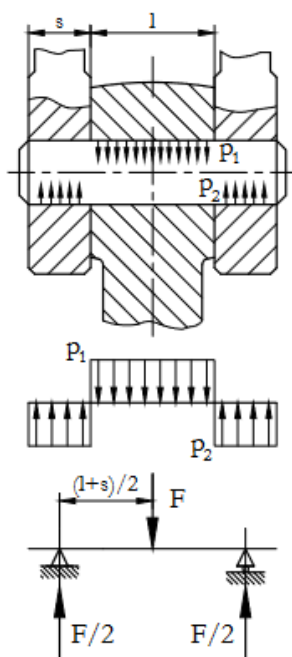
Ahol:

F – Kötést terhelő erő

l – Teljes hossz

s – Külső heveder anyagvastagsága

A megoszló terhelések helyettesíthetők az eredő koncentrált erővel, aminek közvetlenül a megoszló terhelés súlypontján megy át a hatásvonala. A vetületre végzett számítások elvégzése után az ellenőrzést a középső és a szélső rúdfejekre is végre kell hajtani.



5. ábra Csapszegre ható erők [4]

Második lépésben a nyomásra való ellenőrzés kerül elvégzésre:

A rúdfejre ható nyomás (p_1) számítása:

$$p_1 = \frac{F}{l \cdot d} \leq p_{meg}$$

Ahol:

F – Kötést terhelő erő

l – Teljes hosszon megoszló hajlító nyomaték

d – Csapszeg átmérője

A hevederre ható nyomás (p_2) számítása:

$$p_2 = \frac{F}{2 \cdot s \cdot d} \leq p_{meg}$$

Ahol:

F – Kötést terhelő erő

s – Külső heveder anyagvastagsága

d – Csapszeg átmérője

5.3.4 Csapszegek nyírásra méretezése

A nyírófeszültség 2 nyírt keresztmetszettel számolva:

$$\tau = \frac{F}{2 \cdot A_p} = \leq \tau_{meg}$$

Ahol:

F – Kötést terhelő erő

A_p – Palást felület

τ_{meg} – Maximálisan megengedhető nyírófeszültség

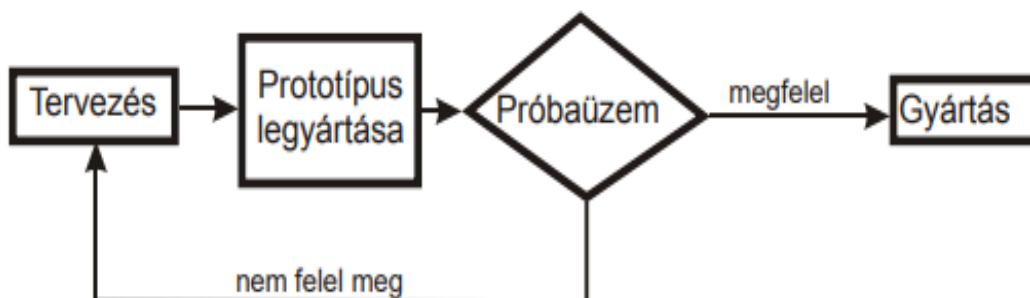
5.4 Végeelem módszer

„A műszaki feladatok megoldásakor több probléma is felvetődik, melyek a fellépő jelenségek leírásához és a számítások elvégzéséhez kapcsolódnak. A végbemenő folyamatok minőségi és mennyiségi leírása egy fizikai-matematikai modell segítségével lehetséges: a felállított modell a tanulmányozandó rendszerben lejátszódó jelenségeket azonosítja, paramétereik között mennyiségi összefüggéseket állapít meg. A mérnöki gyakorlatban e modell többnyire egyszerűsített, nem követi hűen a valóságot, de a segítségével meghatározott és a valóságban mérhető mennyiségek közötti különbségek a megengedhető hibahatárokon belül kell legyenek.” [5]

Egy feladat során mechanikai modellünket véges, adott geometriájú elemekre bontjuk (általában tetraéder). Minden elem fizikai tulajdonságokkal (például anyagi tulajdonságokkal) és határfeltételekkel (például terhelésekkel vagy rögzítésekkel) rendelkezik. A probléma megoldásakor a végeelem módszer számítógépes szoftverek segítségével kiszámítja az egyes elemek viselkedését, majd ezeket az eredményeket kombinálja, hogy meghatározza a teljes rendszer viselkedését. Ez lehetővé teszi például szerkezetek terhelésre adott válaszáának, hőterjedésének vagy áramlásnak a modellezését.

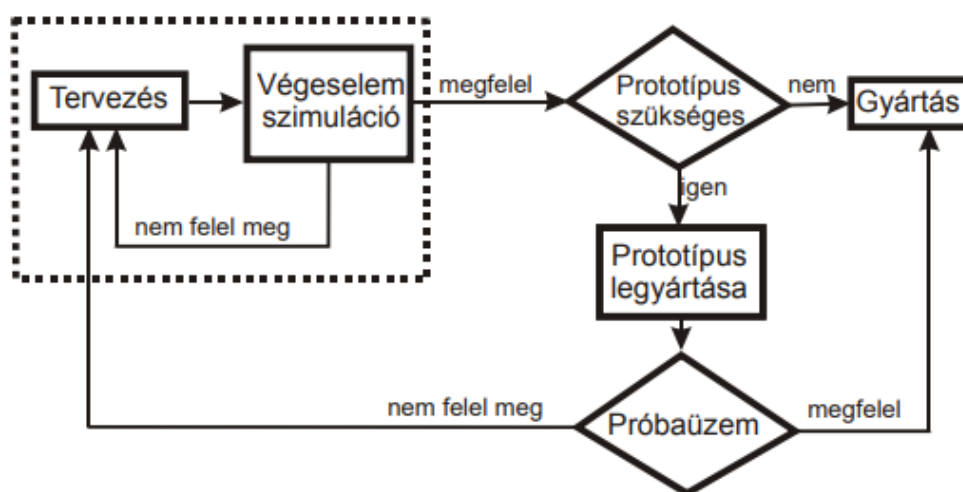
5.4.1 Végeselem módszer a műszaki gyakorlatban

A műszaki folyamatban a végeselem módszer elterjedése gyökeresen megváltoztatta a gyártási folyamatokat. Korábban a gyártási költség jelentős része a kísérleti darabokra, prototípusokra ment el, ez jelentős anyagveszteséggel, gépköltséggel és bérköltséggel járt.



6. ábra Klasszikus gyártási folyamatára [6]

A végeselem szimuláció csökkenti a szükséges prototípusok számát, esetenként akár el is hagyható a prototípusok legyártása. A szimulációs szoftverek segítséget nyújtanak a szilárdságtani vizsgálatokban, a fröccsöntési, mélyhúzási, kovácsolási folyamatok szimulálásában is. Ennek köszönhetően a szerszámköltségek alacsonyabbak, illetve hamarabb megkezdődhet a próbaüzem, a sorozatgyártás.



7. ábra Végeselem szimulációval egybekötött gyártási modell [6]

5.4.2 Végeselem modellezés alkalmazási területei

- „termék szilárdsági, hőtani, áramlástan, elektromos, mágneses vizsgálata, használati körülmények közt, amely a termék minőségét javítja, költségét (pl. súly) csökkenti
- termék gyártás közbeni szimulációja (gyártástechnológia szimulációja), az optimális költségű, de megfelelő termék gyártástervezéséhez
- szerszámok szimulációja, amely azok élettartamát, optimális üzemi feltételeit adja.” [6]

6 Konstrukciós tervezés

6.1 Alapvető konstrukciós elvárások

Az összecuszkható üzemi, és szállítókeret megtervezése során a megrendelő elvárásai a következő szempontok szerint alakultak:

- A szállítókeretet úgy kell méretezni, hogy megfeleljen a szállítójármű méretkorlátainak, közúti szállítmányozás során az útvonal ne legyen engedélyköteles.
- A rövid telepítési határidők miatt gyorsan és könnyen szerelhető kialakításúnak kell lennie
- A terepen történő összeszerelés ne igényeljen speciális szerszámokat, illetve külső energiaforrást, a felállítás során az összeszerelés megoldható legyen kézi szerszámok segítségével
- A projekt teljesítése során kiemelt jelentőségű a költséghatékonyság, a költségek alacsonyan tartása

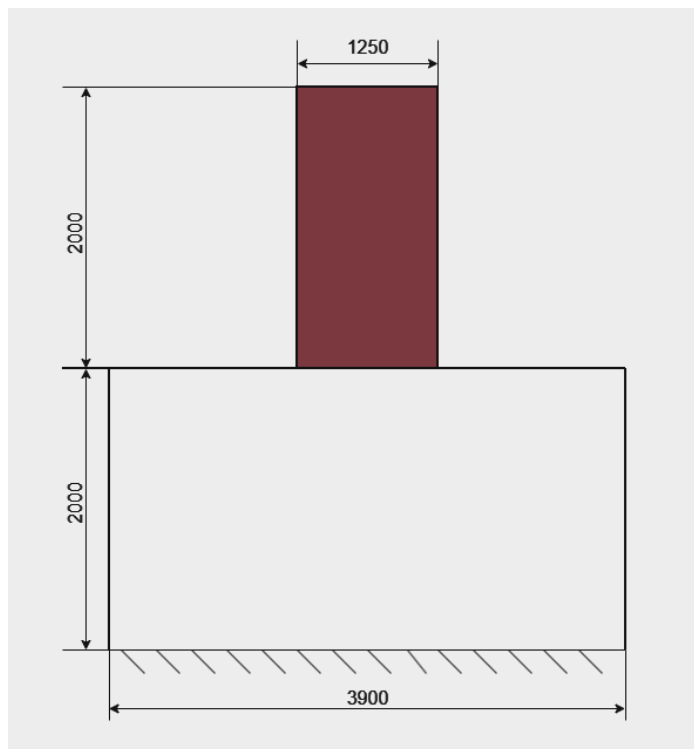
6.2 Szállítókeret/Felépítmény tervezésének lépései

6.2.1 Geometriai feltételek meghatározása

Első lépésként a megadott geometriai feltételekből egy 2D-s leegyszerűsített vázlatot készítettem, amin a szükséges méreteket feljelöltem. A 8. ábrán bordó színezéssel a Header-Box került ábrázolásra, vastag fekete vonallal pedig a szállítókeret.

A Header-Box mérete és pozíciója előre meghatározott és rögzített volt. Az előre meghatározott méret és elhelyezkedés adta a kiindulópontot a tervezés során. Ez azt

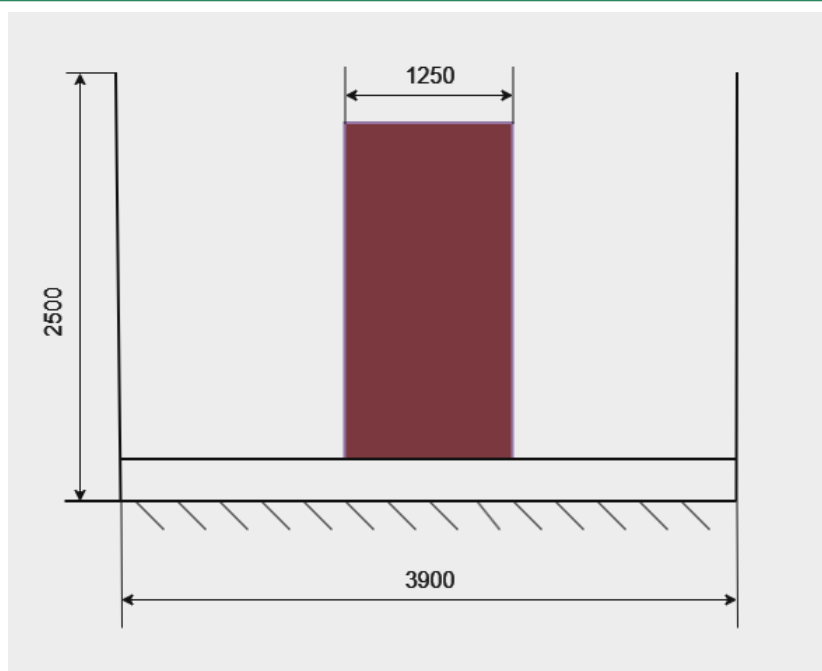
jelentette, hogy a szerkezeti elemek, illetve komponensek pozíciója és mérete ennek az alapvető referenciapontnak a függvényében került meghatározásra.



8. ábra Üzemi állapot

A következő tervezési feladatrészt, a szállíthatóság kialakítása, mivel a szerkezet üzemi állapotban a szállítójárműre kerülve magasabb lenne, mint az engedélymentes közúti szállíthatóság maximális mérete. Ezért elengedhetetlen a magasság csökkentése, így a szerkezet kialakítását összecsuksukhatóvá terveztem.

A Header-Box leszerelésével a magasság ugyan csökkenne, viszont az üzemeltetési körülmények következtében a szétszerelési idő több órát venne igénybe. Ugyanis ez a folyamat speciális szerszámokat és állványozást igényelne.

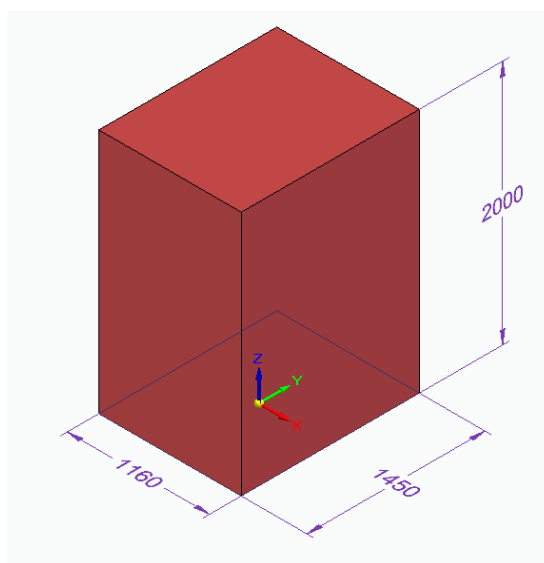


9. ábra Szállítási állapot

6.2.2 Header-Box Dummy elkészítése

A tervezésem során a Siemens Solid Edge Academic Edition 222.00.00. 132 x64-es verziója állt rendelkezésemre.

A modellemben az úgynevezett Header-Box egységet egy tömegmodellel (továbbiakban dummy) helyettesítettem, amelynek befoglaló méretei megegyeznek az eredeti furadék leválasztó méreteivel.



10. ábra Header-Box dummy

6.2.3 Az álló rész felépítése

Harmadik lépésben a szerkezet alapját, az alsó keretrészt állítottam össze. Az összeállítás során a szabványos talpgerendákat merevítőkkal láttam el, ezek hozzájárulnak a gerendák stabilitásához, illetve terhelhetőségéhez.

A felhasznált alkatrészek S235JR acélból készültek. Ez az anyag kiváló szilárdsággal, tartóssággal és könnyű megmunkálhatósággal rendelkezik, így ideális választás ipari alkalmazásra.

A lábak hosszúságát a fogadó berendezés szükséges magassága határozta meg, ezek szintén szabványos alkatrészekből kerültek kialakításra. A csapszegek furatai a kívánt magasság elérése szerint lettek kialakítva.

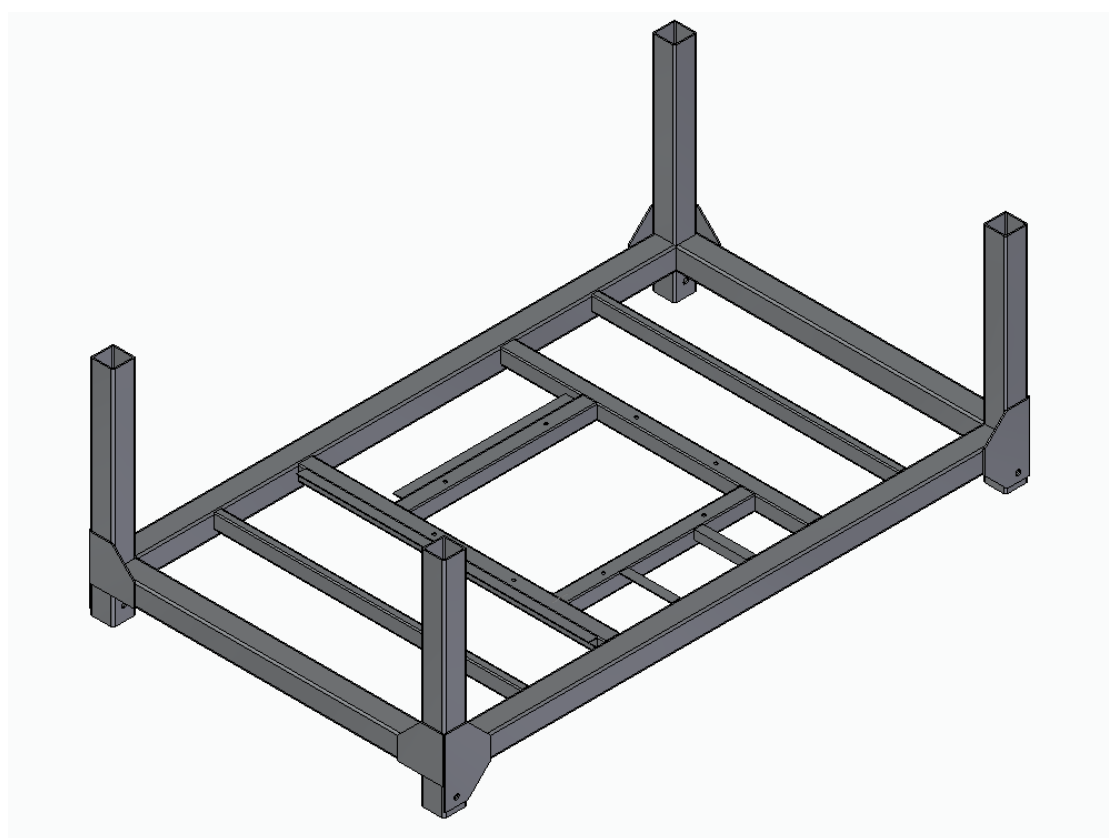


11. ábra A keret álló részének felépítése

6.2.4 A mozgó rész felépítése

A keret mozgó részének tervezése során szintén szabványos alkatrészekből dolgoztam, amelyeket a kívánt méretben állítottam össze. A felhasznált alkatrészek is az S235JR minőségű acélból készültek, éppúgy, mint az álló részben felhasznált alkatrészek.

A csapszegek furatainak mérete megegyezik az állórész paramétereivel. Merevítésként csomóponti lemezeket, illetve különféle profilokat alkalmaztam, így még stabilabb és esztétikusabb lett szerkezet. A lábak problémamentes illeszkedését a 7.5 fejezetben szereplő számítások biztosítják.



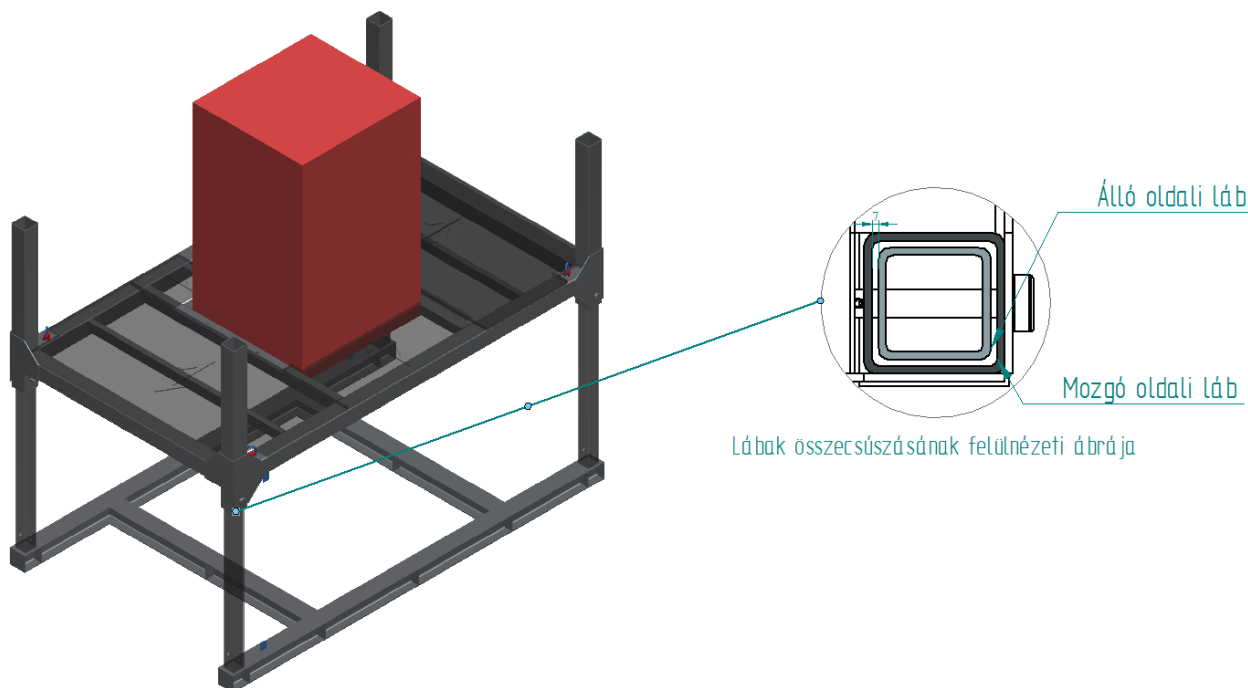
12. ábra A keret mozgó részének felépítése

6.2.5 Összeszerelt szerkezet a szükséges kiegészítő alkatrészekkel

Az összeállított szerkezetet a megrendelő igényei szerint katalógusból kiválasztott alkatrészekkel egészítettem ki, mint például járórácsokkal, csapszegekkel és a daruzáshoz szükséges kampókkal (kék színnel jelölt elemek). A kampók elhelyezése a tömegközépponthoz került kialakításra, így biztosítva a stabil és kiegyensúlyozott emelést.

A csapszeg anyagául a 42CrMo4 minőségű acélt választottam. Ez egy jó alapanyag erre a felhasználásra, mivel szívós és tartós anyag, így biztosítja a csapszeg megbízhatóságát és stabilitását a szerkezetben.

Kereskedelmi alkatrészként kapható járőrácsok (SP-járőrács (SP, 30X3, 34/38, Tűzhorganyzott)) lettek alkalmazva, melyek 1000x1000 mm-es méretűek.



13. ábra A keret összeszerelt állapotban a szükséges alkatrészekkel, kiemelve a lábak összecsiszását

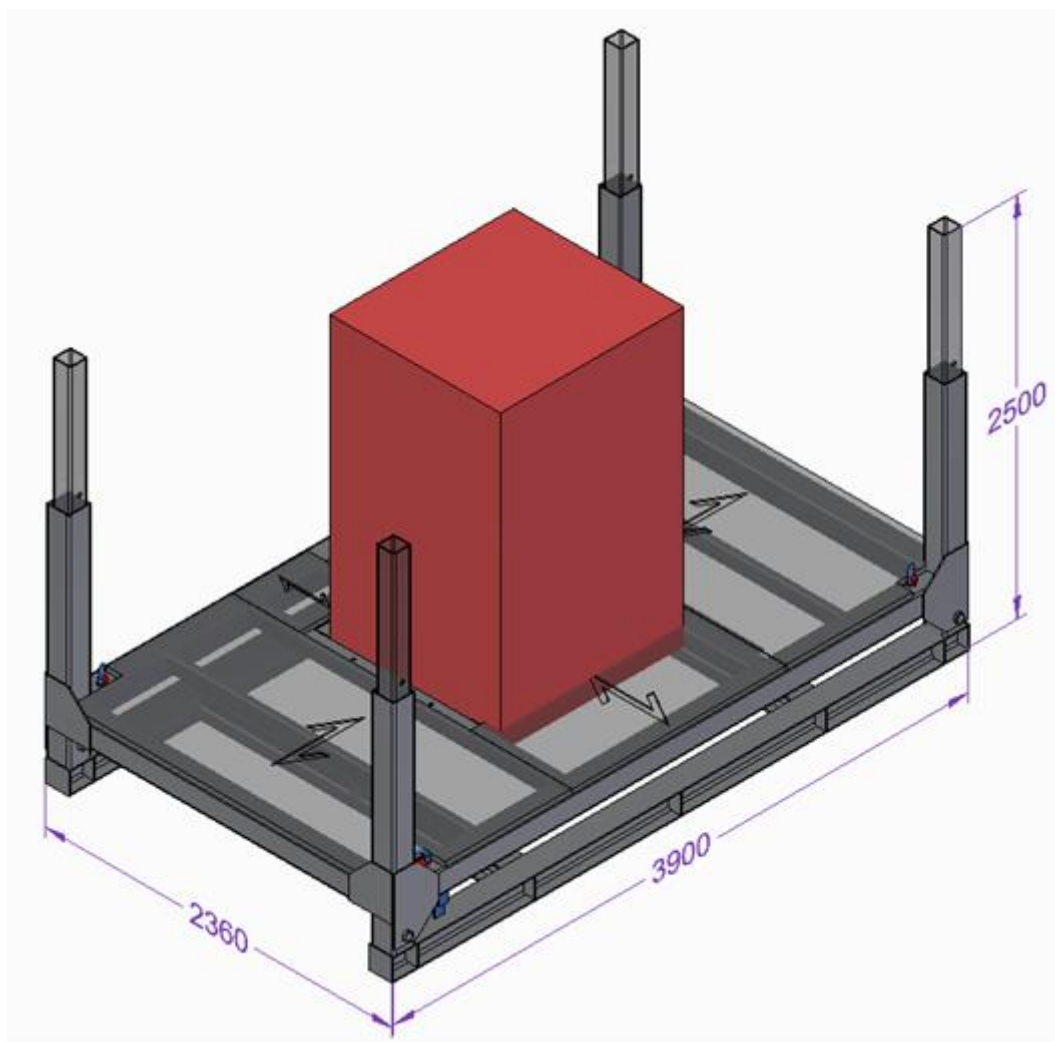
6.2.6 Szállítási állapot

A szerkezet kialakításánál elsődleges szempont volt, hogy megfeleljen a közúti engedély nélküli szállíthatóság követelményeinek, amelynek keretében meghatározták a következő határértékeket: [7]

- Hosszúság 12 m
- Szélesség 2,6 m
- Magasság 4 m

A szerkezet szállítási állapotának befoglaló méretei a következők: 3900 x 2360 x 2500 mm, így minden követelménynek megfelel, amely a biztonságos közúti szállításhoz szükséges. Ennek köszönhetően a szállító járművel történő szállítás

lehetséges és zökkenőmentes. Fontos kiemelni, hogy a szerkezet magassága még a szállító jármű platójának magasságával együtt sem lépi túl a maximálisan engedélyezett 4 métert. [7]
[14. ábra]



14. ábra A berendezés szállítási állapotban

7 Szükséges számítások

7.1 Rudakra nehezedő erő számítása

A szerkezet lábaira nehezedő tömeget határoztam meg a járórácsokkal és a furadék leválasztóval együtt.

A mozgó rész tömege Solid Edge használatával került meghatározásra. A megfelelő anyagminőségek megadása után, a tulajdonságok menüpontban leolvasható a szerkezet tömege.

Ennek értéke:

$$m_{sz} = 816,935 \text{ kg}$$

A járórácsok tömegének meghatározásához egy, a járórácsok gyártásával foglalkozó oldalról szereztem be a szükséges adatokat. A kiválasztott 1000x1000 mm-es SP-járorács (SP, 30X3, 34/38, Tűzihorganyzott) nettó tömege $25,5 \text{ kg}$. Az egész szerkezetre $6,9 \text{ m}^2$ járorácsra lesz szükség, ennek tömege: $175,95 \text{ kg}$. [8]

$$m_{jr} = A_r \cdot m_r = 6,9 \cdot 25,5 = 175,95 \text{ kg}$$

Ahol:

A_r – Felhasznált járorács felülete

m_r – 1 m^2 járorács tömege

A Header-Box tömege a megrendelő által került meghatározásra, melynek értéke a következő: 1500 kg

$$m_{HB} = 1500 \text{ kg}$$

Így a teljes felépítmény tömege:

$$m = m_{sz} + m_{jr} + m_{HB} = 816,935 + 175,95 + 1500 \approx 2493 \text{ kg}$$

A szerkezet lábaira ható erő kiszámítása:

$$F_{össz} = m \cdot g = 2493 \cdot 9,81 = 24456 \text{ N}$$

Ahol:

$F_{össz}$ – Teljes terhelő erő

m – A szerkezet lábaira nehezedő tömeg

g – Földi nehézségi gyorsulás

Mivel a szerkezet felépítése megközelítőleg tengelyesen szimmetrikus és a tömegközéppontja (1-es számmal jelölve a 15. ábrán) is középre esik, ezért kijelenthető az,

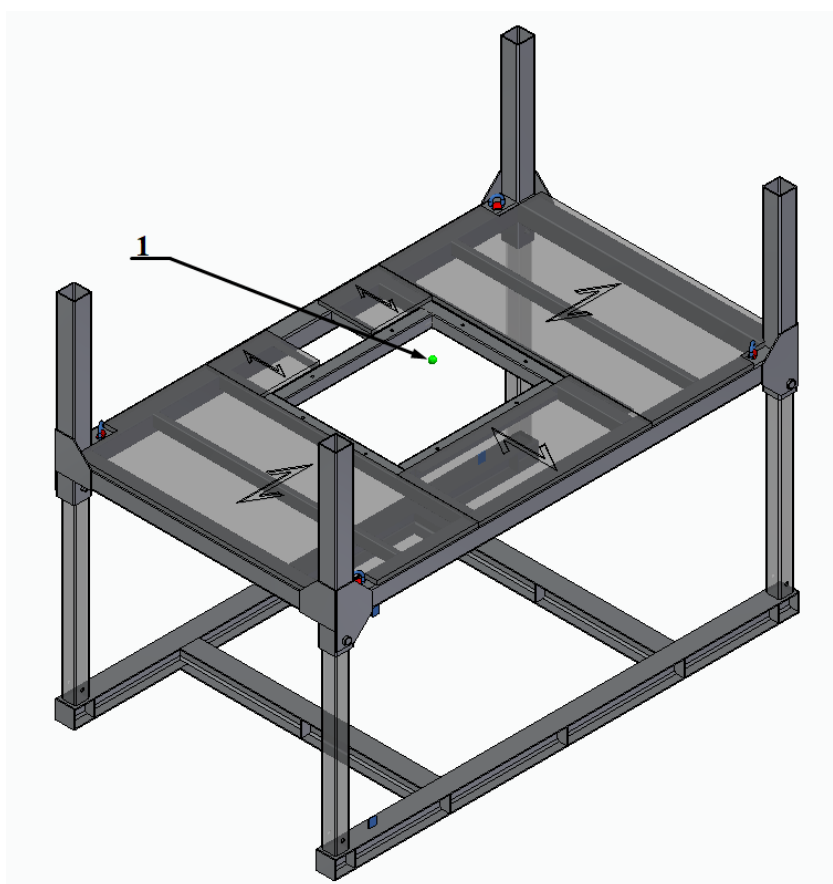
hogy az egy rúdra nehezedő terhelő erő a fentebb kiszámított súlyerő negyed része. Így a következő képlettel meghatározható az egy rúdra ható erő is:

$$F = \frac{F_{össz}}{r_{sz}} = \frac{24456}{4} = 6114 \text{ N}$$

Ahol:

r_{sz} – rudak száma

F – 1 rúdra ható erő



15. ábra A szerkezet tömegközéppontja

7.2 Kihajlásra ellenőrzés

A kihajlásra történő méretezés alapösszefüggése

$$\sigma_{max} = \frac{F}{A} \leq \frac{\sigma_{krit}}{n} = \sigma_{krit\ meg}$$

Ahol:

n – Biztonsági tényező acélra $n = 1,7 - 3,5$

A számítás során alkalmazott biztonsági tényező értéke $n = 2,5$

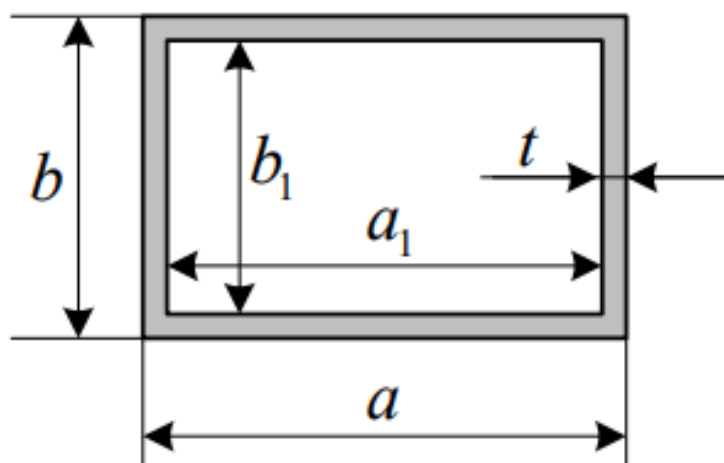
7.2.1 Kihajlási félhullámhossz meghatározása

$$l_0 = \beta \cdot l = 0,5 \cdot 2350 = 1175 \text{ mm}$$

Ahol:

β – Az irodalom feldolgozás [1. ábra] alapján a második terhelési esetnek felel meg, ez alapján az értéke $\beta = 0,5$

l – A rúd teljes hossza



16. ábra Keresztmetszeti jellemzők jelölése

$$a_1 = a - 2t = 120 - 2 \cdot 8 = 104 \text{ mm}$$

$$b_1 = b - 2t = 120 - 2 \cdot 8 = 104 \text{ mm}$$

$$A = ab - a_1 \cdot b_1 = 120 \cdot 120 - 104 \cdot 104 = 3584 \text{ mm}^2$$

$$I_{min} = \frac{a \cdot b^3}{12} - \frac{a_1 \cdot b_1^3}{12} = \frac{120 \cdot 120^3}{12} - \frac{104 \cdot 104^3}{12} = 7531178,667 \text{ mm}^4$$

7.2.2 Következő lépésben az inerciasugár (i) és a karcsúsági tényező (λ) számítása

Inerciasugár számítása

$$i_{min} = \sqrt{\frac{I_{min}}{A}} = \sqrt{\frac{7531178,667}{3584}} = 45,84 \text{ mm}$$

Karcsúsági tényező számítása

$$\lambda = \frac{l_0}{i_{min}} = \frac{1175}{45,84} = 25,63$$

7.2.3 Kritikus feszültség meghatározása

$$\sigma_{krit} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000}{25,63^2} = 3155,16 \text{ MPa}$$

7.2.4 Egy rúdban ébredő normál feszültség

$$\sigma_{max} = \frac{F}{A} = \frac{6114}{3584} = 1,71 \text{ MPa}$$

Ahol:

F – 1 Rúdra ható nyomóerő

7.2.5 Megengedett feszültség

$$\sigma_{kritmeg} = \frac{\sigma_{krit}}{n_{kr}} = \frac{3155,16}{2,5} = 1262,06 \text{ MPa}$$

7.2.6 Ellenőrzés

$$\sigma_{max} < \sigma_{kritmeg} = 1,71 \text{ MPa} < 1262,06 \text{ MPa}$$

$\rightarrow$ Tehát a rudak megfelelnek kihajlásra

7.3 A csapszegek méretezése

7.3.1 Alapadatok

A választott alapanyag 42CrMo4 melynek felső folyáshatára $R_{eh} = 655 \text{ MPa}$ [9]

A számítás során alkalmazott biztonsági tényező $n = 2,5$

Maximális nyírófeszültség meghatározása, Mohr elmélet alkalmazásával. A következő képlettel határozható meg:

$$R_{eh} = \sqrt{\sigma^2 + 4 \cdot \tau^2}$$

7.3.2 A megengedhető nyírófeszültség meghatározása

A következőkben feltételezésre kerül, hogy az anyagunkra kizárólag nyírófeszültség hat, így a maximális nyírófeszültség a következő képlettel meghatározható:

$$655 = \sqrt{4 \cdot \tau_{eh}^2} \rightarrow \tau_{eh} = 327,5 \text{ MPa}$$

Így a megengedhető nyírófeszültség meghatározható:

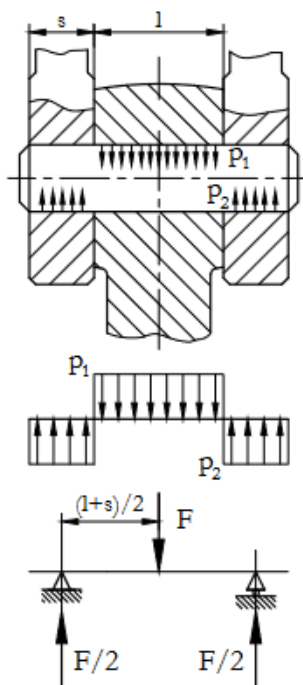
$$\tau_{meg} = \frac{\tau_{eh}}{n} = \frac{327,5}{2,5} = 131 \text{ MPa}$$

7.3.3 A legkisebb megengedett átmérő meghatározása a megengedhető nyírófeszültségre:

$$d_{nyf} = 2 \cdot \sqrt{\frac{F}{\pi \cdot \tau}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{6114}{\pi \cdot 131}} = 7,71 \text{ mm}$$

7.3.4 A megengedhető hajlító feszültség meghatározása

$$\sigma_{meg} = \frac{R_{eh}}{n} = \frac{655}{2,5} = 262 \text{ MPa}$$



17. ábra Az összefüggésekben használt jelölések [4]

7.3.5 A csapszetre ható hajlítónyomaték meghatározása:

$$M_h = \frac{F}{2} \cdot \left(\frac{l}{2} + \frac{s}{2} \right) - \frac{F}{2} \cdot \frac{l}{4} = \frac{F}{8} \cdot (l + 2 \cdot s) =$$

$$= \frac{6114}{8} \cdot (134 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 8 \cdot 10^{-3}) = 114,6 \text{ Nm}$$

7.3.6 A következő képlettel meghatározható a legkisebb megengedett átmérő hajlítófeszültségre:

$$\sigma_{meg} = \frac{M_h}{K} = \frac{M_h}{\frac{d_{hf}^3 \cdot \pi}{16}}$$

Átrendezve és behelyettesítve megkapjuk a legkisebb megengedhető átmérőt:

$$262 = \frac{114,6}{\frac{d_{hf}^3 \cdot 10^{-3} \cdot \pi}{16}} \rightarrow d_{hf} = 13,1 \text{ mm}$$

A megrendelővel egyeztetve a szerelés megkönnyítése érdekében 30 mm átmérőjű csapszeg került kiválasztásra. [10]

7.3.7 A választott átmérő alapján ellenőrzés felületi nyomásra:

A megengedett felületi nyomás értékére szabványban nem találtam utalást, így szakirodalmi adatok alapján $p_{meg} = 80 \text{ MPa}$ [11]

Felületre ható erő: $F = 6114 \text{ N}$

Csapszeg átmérője: $d = 30 \text{ mm}$

Lemezvastagság: $l = 8 \text{ mm}$

Keresztmetszet meghatározása:

$$A = \left(\frac{d}{2} \right) \cdot \pi \cdot l = \left(\frac{30}{2} \right) \cdot \pi \cdot 8 \approx 377 \text{ mm}^2$$

Felületi nyomás kiszámításához használt képlet:

$$p = \frac{F}{A} = \frac{6114}{377} = 16,22 \text{ MPa} \leq p_{meg}$$

Az alkatrész felületi nyomása kisebb, mint a megengedett felületi nyomás, így a választott átmérő megfelel.

7.3.8 Biztonsági tényező a választott átmérővel:

Ébredő nyírófeszültség a választott valós átmérővel:

$$\tau_{ébr} = \frac{4 \cdot F}{d_v^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 6114}{30^2 \cdot 10^{-3} \cdot \pi} = 8,6 \text{ MPa}$$

Ébredő hajlítófeszültség a választott valós átmérővel:

$$\sigma_{ébr} = \frac{M_h}{K} = \frac{M_h}{\frac{d_v^3 \cdot 10^{-3} \cdot \pi}{16}} = \frac{114,6}{\frac{30^3 \cdot 10^{-3} \cdot \pi}{16}} = 21,6 \text{ MPa}$$

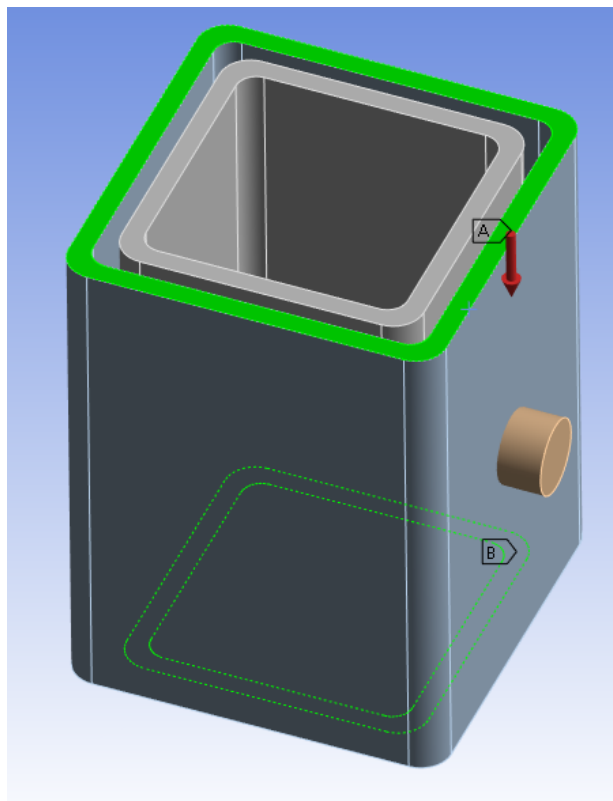
Mohr képlet szerint behelyettesítve kiszámítható az ébredő feszültség:

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_{ébr}^2 + 4 \cdot \tau_{ébr}^2} = \sqrt{21,6^2 + 4 \cdot 8,6^2} = 27,6 \text{ MPa}$$

Majd ebből kiszámítható a valós biztonsági tényező:

$$n_v = \frac{R_{eh}}{\sigma_{red}} = \frac{655}{27,6} = 23,7$$

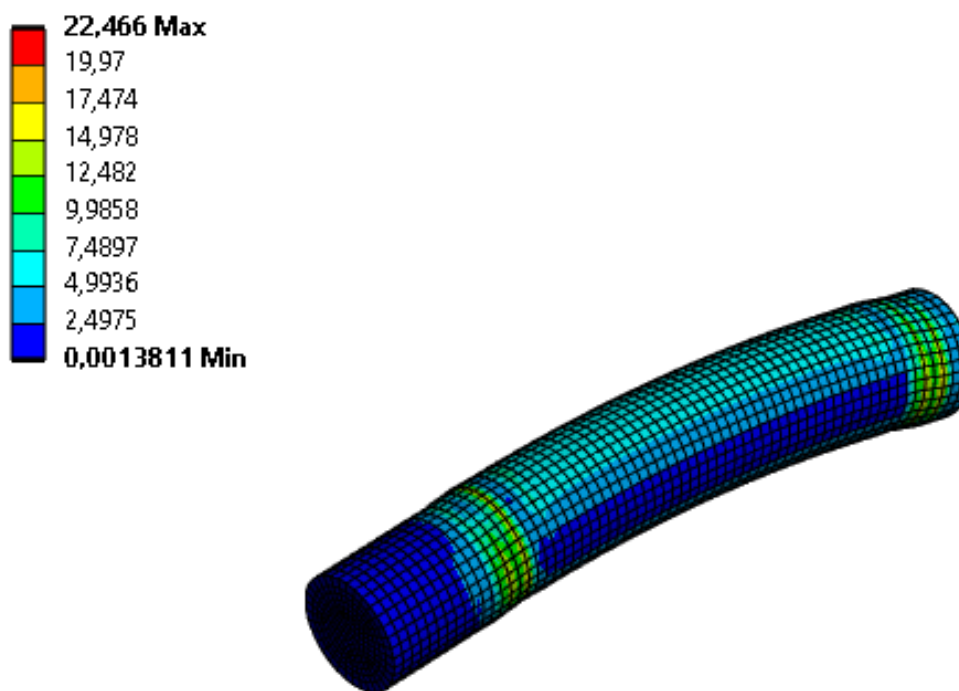
7.4 Csapszegek ellenőrzése Ansys WorkBench használatával



18. ábra A csapszeg modellje lábakkal ábrázolva

Első lépésben elkészítettem a szükséges geometriákat, illetve megadtam a hozzájuk tartozó anyagminőséget is. A csapszeg anyaga (42CrMo4) nem szerepel az anyagtáblázatban, így azt külön anyagként vettem fel és megadtam a hozzá tartozó paramétereket, mint például a rugalmassági modulust és Poisson tényezőt. A 18. ábra A-val jelölt felületén $F = 6114 \text{ N}$ terhelő erő hat a 7.1 pontban elvégzett számítások alapján. A B-vel jelölt felületen rögzített befogást alkalmaztam.

A szimulációt lefuttatva maximális ébredő feszültséget vizsgáltam melynek értéke a következőképpen alakult:



19. ábra Csapszegre ható ébredő feszültség értékei

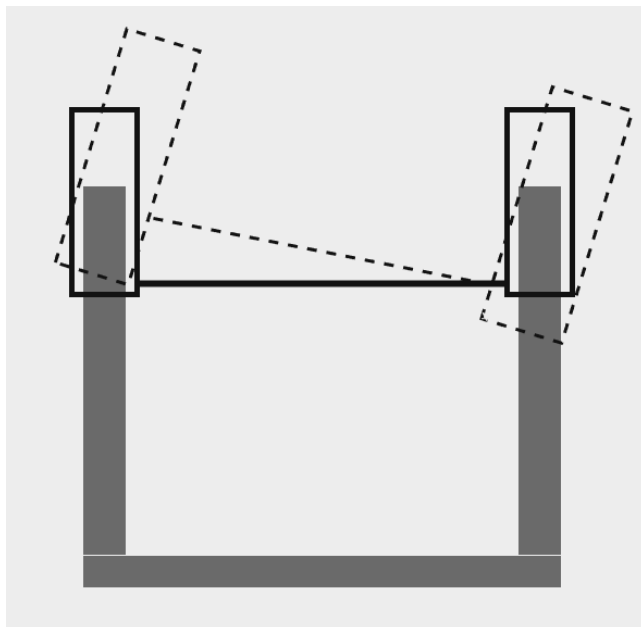
A szimuláció pontosságát javítva a hálózasi sűrűséget finomítottam. Ezen értékek kerültek az 1. táblázatba, ahol megfigyelhető, hogy a sűrűség finomításával az ébredő feszültségre kapott értékek nem változnak nagymértékben. A kapott eredmények közel azonosak a numerikus számítás által kapott értékhez.

1. táblázat Csapszegre ható ébredő feszültség változása a hálózás finomításának függvényében

Elemzés [mm]	Ébredő feszültség [MPa]
15,24 (Default)	14,71
12	13,34
9	13,53
6	17,6
3	21,67
2,9	22,13
2,8	22,47
2,7	22,51
2,6	22,53

7.5 Befeszülési határszög

A szerkezet lábai egy bizonyos közrezárt szög felett a súrlódás következtében befeszülhetnek. A következő számítások során ezt vizsgálom.



20. ábra Lábak befeszülésének mechanikai modellje

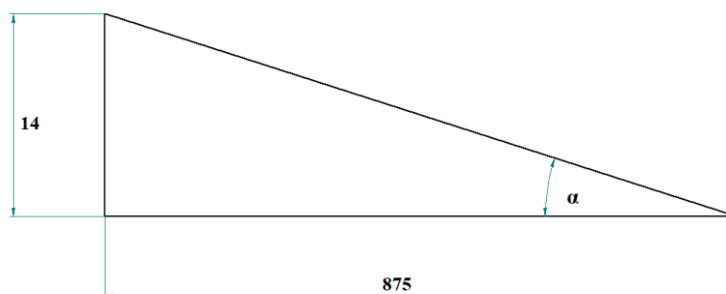
7.5.1 A súrlódási félkúpszög a következő képlettel számítható:

$$\tan \alpha_{fsz} = \mu_0 \rightarrow \alpha_{fsz} = 5,71^\circ$$

Ahol:

$\mu_0 = 0,1$ Tapadási súrlódási együttható acél és acél között

α_{fsz} – Súrlódási félkúpszög



21. ábra A szerkezeten keletkező súrlódási félkúpszög

7.5.2 A szerkezet álló és mozgó rész lábai által maximálisan bezárt szög számítása

$$\tan \alpha_v = \frac{14}{875} \rightarrow \alpha_v = 0,92^\circ$$

Mivel a szerkezet lábai által bezárt maximális szög (α_v) kisebb, mint a súrlódási félkúpszög (α_{fsz}), így a szerkezet lábai között befeszülés nem jöhet létre.

8 Gazdasági számítás

Gazdasági számítás során a szállítókeret jelenlegi összecsuksukható kialakítását hasonlítom össze a fix kialakítással szemben, ahol a Header-Box-ot le kell szerelni, hogy engedélymentesen közúton szállítható legyen a szerkezet.

8.1 Szét- és összeszerelési költségek

Az összecsuksukást, illetve felállítást egy darusautó végzi, melynek bérlete kezelővel:

$$100\,000 \text{ Ft/óra}$$

A szerkezet szét- és összeszerelését mechanikai szerelő képzettségű személyek végzik, akiknek órabére személyenként:

$$8\,000 \text{ Ft/óra}$$

8.2 Jelenlegi konstrukció szerelési költségei

A szét-és összeszerelést jelen esetben egy fő végzi, az ehhez szükséges idő összesen egy óra. A fel-és ledaruzás ideje másfél órát vesz igénybe. Így az összköltség a következőképpen alakul:

$$8\,000 \frac{\text{Ft}}{\text{óra}} \cdot 1 \text{ óra} + 100\,000 \frac{\text{Ft}}{\text{óra}} \cdot 1,5 \text{ óra} = 158\,000 \text{ Ft}$$

8.3 Fix kialakítású szerkezet szerelési költségei

A szét-és összeszereléshez ebben az esetben két főre van szükség. A szereléshez szükséges állványozás és annak elbontása többlet idővel jár. Az ehhez szükséges idő összesen hat óra. A fel-és ledaruzás ideje három órát vesz igénybe. Így az összköltség a következőképpen alakul:

$$8\,000 \frac{\text{Ft}}{\text{óra}} \cdot 2 \text{ fő} \cdot 6 \text{ óra} + 100\,000 \frac{\text{Ft}}{\text{óra}} \cdot 3 \text{ óra} = 396\,000 \text{ Ft}$$

8.4 Kiértékelés

A helyszínváltozások által keletkezett szerelési és daruzási költség az összecsuksukható kialakítás esetén kedvezőbb. A két kialakítás közti különbség:

$$396\,000\text{ Ft} - 158\,000\text{ Ft} = 238\,000\text{ Ft}$$

A haszon nem csak pénzben mérhető, ugyanis az összecsuksukható kialakítás szerelési és daruzási ideje harmad annyi, mint a fix kialakítás során. Ez azért lényeges, mivel az áttelepülés során rengeteg berendezést kell átszállítani, a rendelkezésre álló idő pedig szűkös. Ha a szerződésben vállalt időtartam alatt nem sikerül áttelepülni az új helyszínre, igen magas összegű kötbért számolnak fel a cégnek.

9 Összefoglaló

Szakterdolgozatom célja egy mélyfúró berendezés egyik kiszolgáló egységéhez tartozó könnyen szétszerelhető állványszerkezet tervezése volt. A berendezést előre definiált befoglaló méretekkel kellett megtervezni. A megrendelő egyik kiemelt kérése volt, hogy a szerkezet alkalmas legyen az engedélymentes közúti szállíthatóságra, mivel a fúrások helyszíne gyakran változik.

Első lépésben a különféle méretezési és ellenőrzési eljárások elméleti hátterének ismertetésére került sor. Ebben a részben kitértem a kihajlás keletkezésére és annak ellenőrzésére, a csapszegek fajtáira és azok ellenőrzésére, illetve a végeelem szimulációra is.

A következő lépésben a konstrukciós tervezés menetét mutattam be. Az összecsuksukható szállítókeret CAD modelljének megalkotásához a Siemens Solid Edge 2022-es diákverziót használtam. Ebben a részben említésre kerülnek a felhasznált alkatrészek, mint például a különféle alakú és méretű szelvények vagy gerendák, a csapszegek, a járórácsok és emelőkampók is. A főbb geometriai méretek mellett az anyagválasztásokról is említést tettem.

Legvégül a számításokra került sor, ahol numerikusan és végeelem szimuláció segítségével is leellenőriztem a szerkezetet, amit az Ansys® WorkBench® 2023 R1-es verziójában hajtottam végre. A gazdasági számítással bemutattam, hogy az összecsuksukható kialakítás szerelési időben és költségekben is jobb megoldásnak bizonyult.

10 Summary

The aim of my thesis was to design a easily disassemblable frame structure for a subunit of a deep drilling device. The equipment had to be constructed with predefined enclosure dimensions. One of the client's specific requests was for the structure to be suitable for road transportation without the need for special permits, due to the frequent changes in drilling locations.

In the initial phase, I presented the theoretical background of various sizing and inspection procedures. This section covered topics such as the generation and control of deflection, types of dowels and their inspections, as well as finite element simulation.

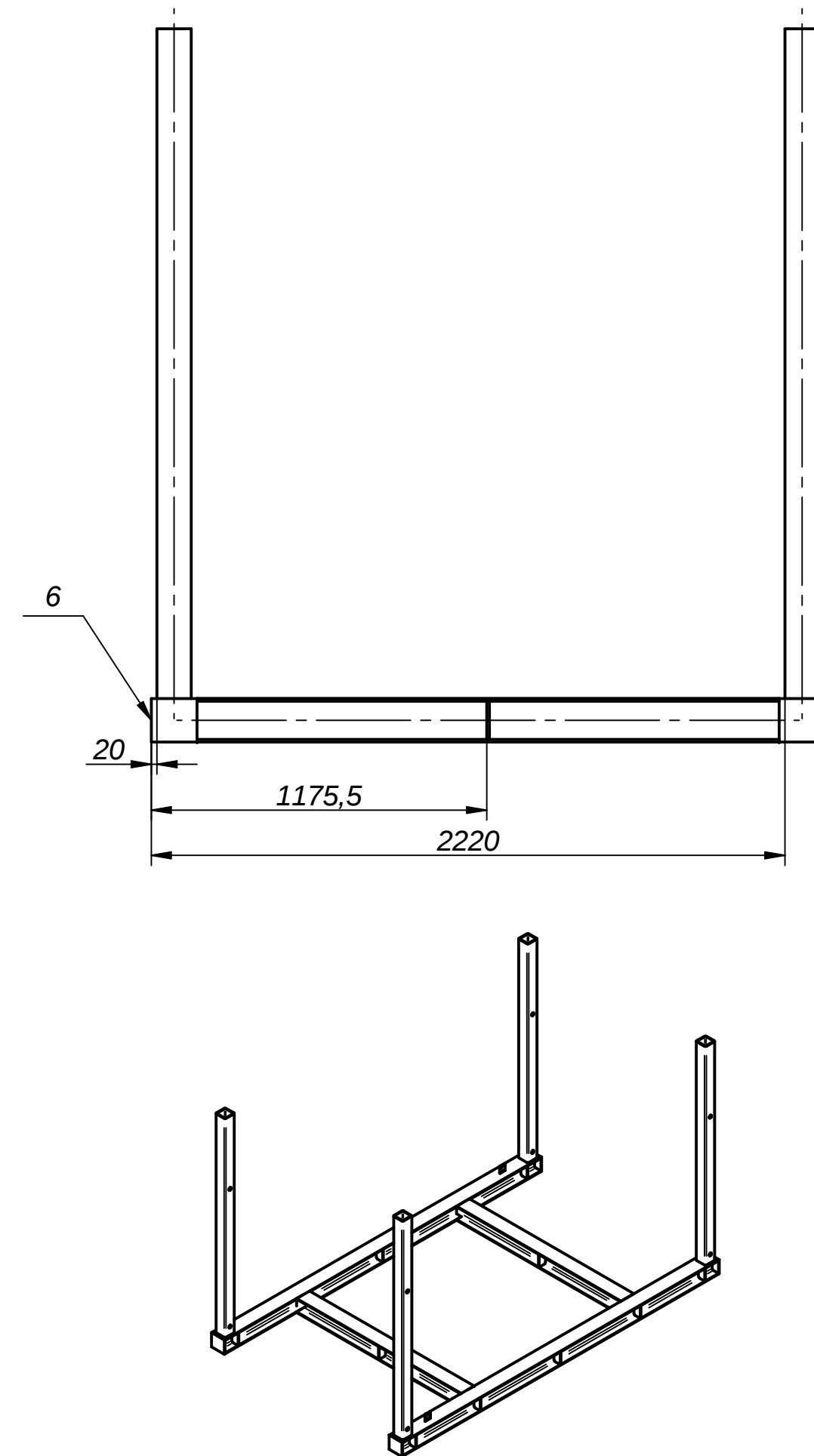
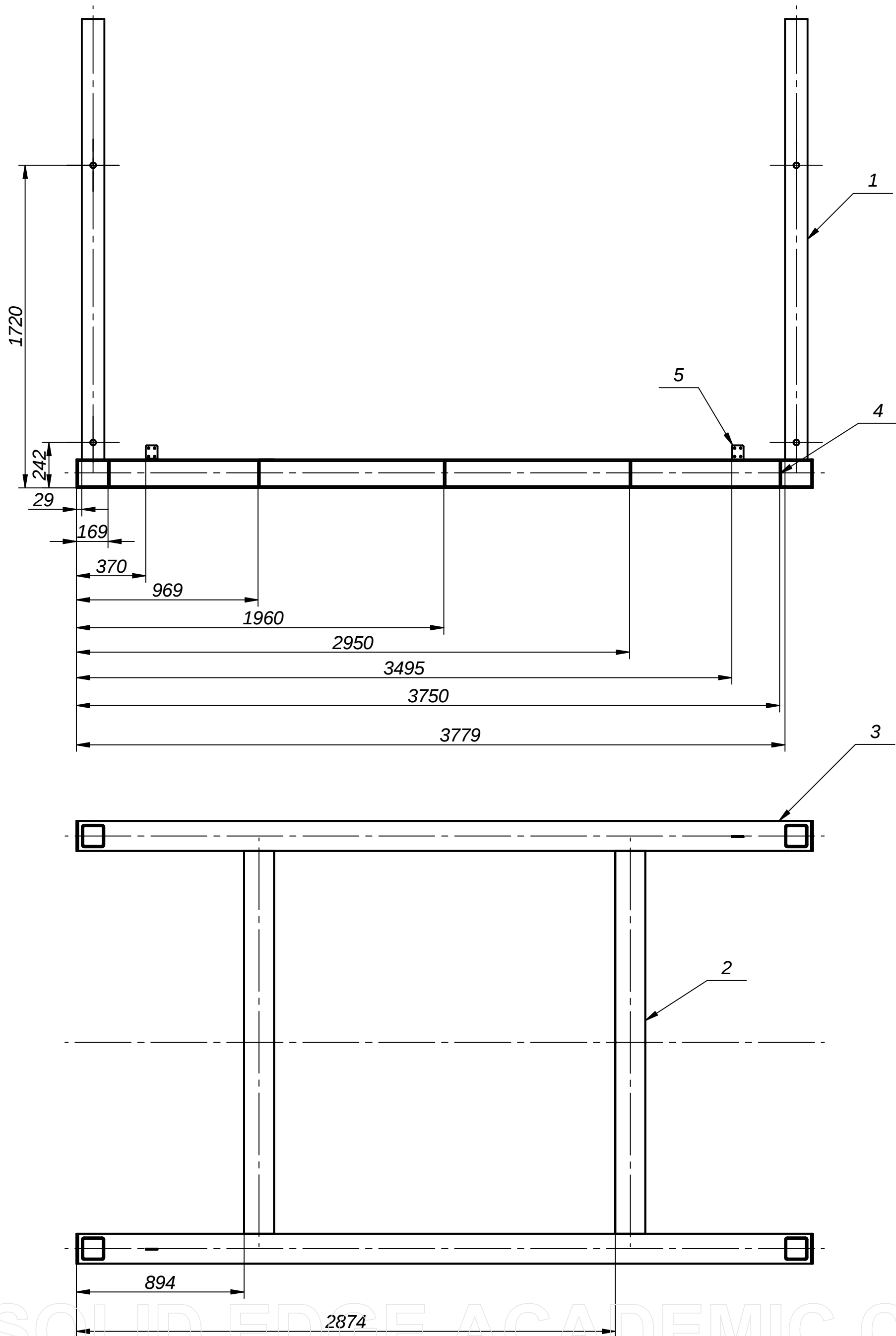
The subsequent step outlined the process of structural design. To create the collapsible transport frame's CAD model, I utilized the Siemens Solid Edge 2022 student version. This section highlighted different components such as various profiles and beams, dowels, walkways, and lifting hooks. Besides the primary geometric dimensions, I also discussed material selections.

Finally, I conducted calculations where I verified the structure numerically and through finite element simulation using the Ansys® WorkBench® 2023 R1 version. Through economic calculations, I demonstrated that the collapsible design proved to be a better solution in terms of assembly time and costs.

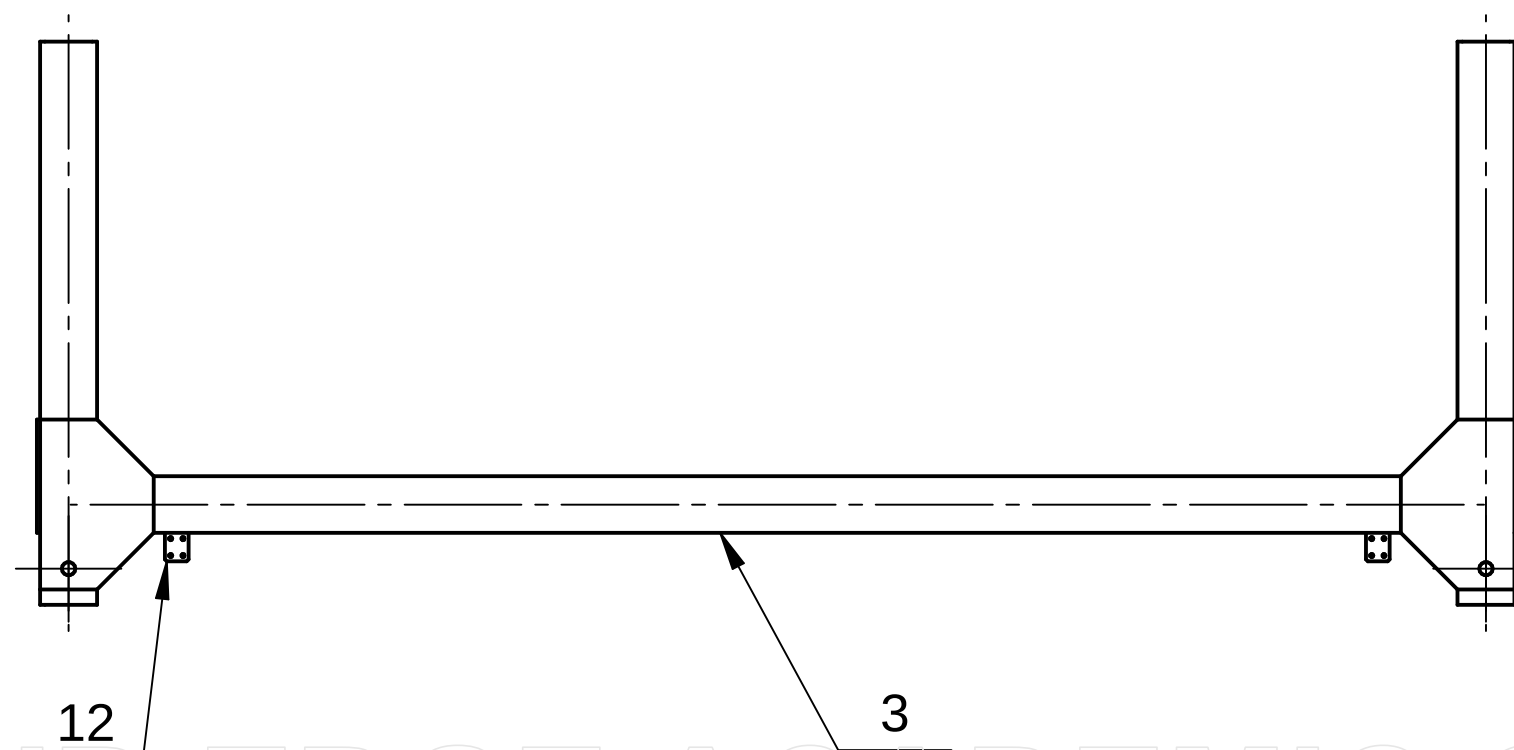
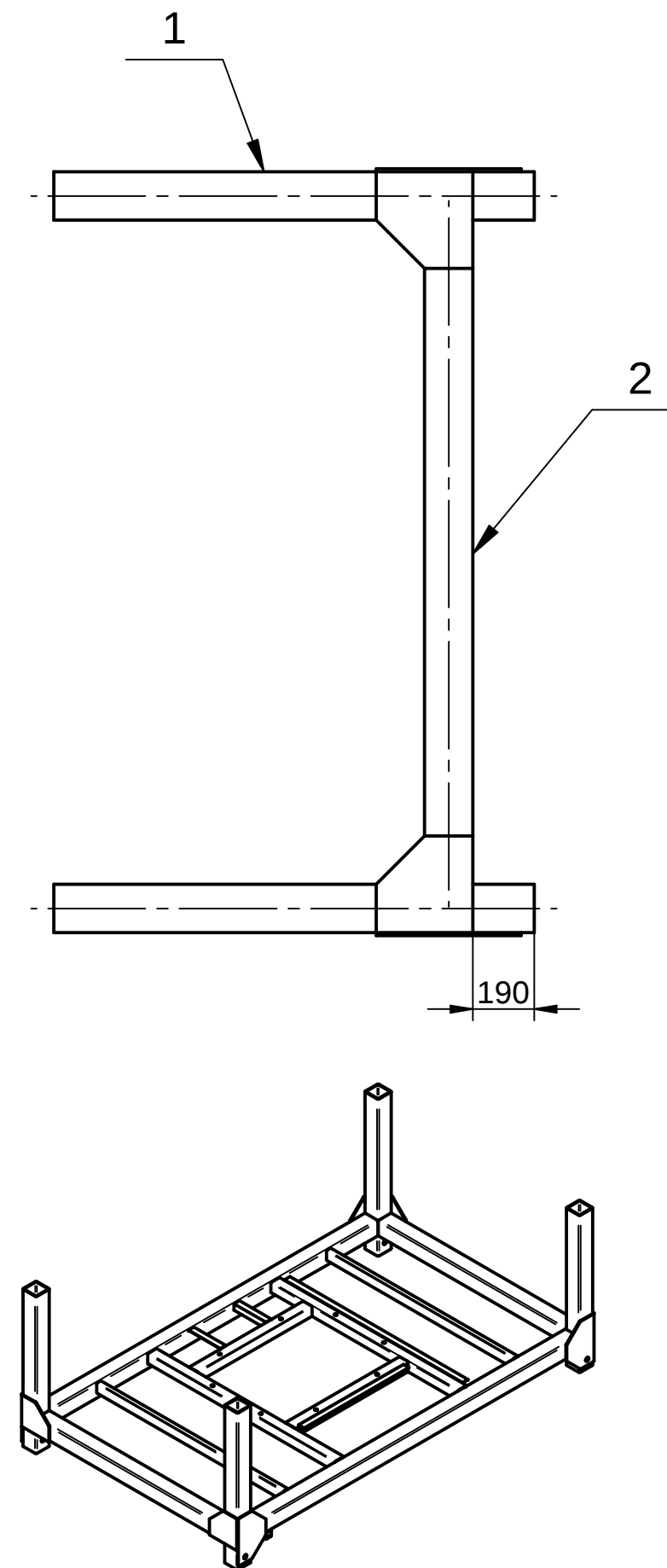
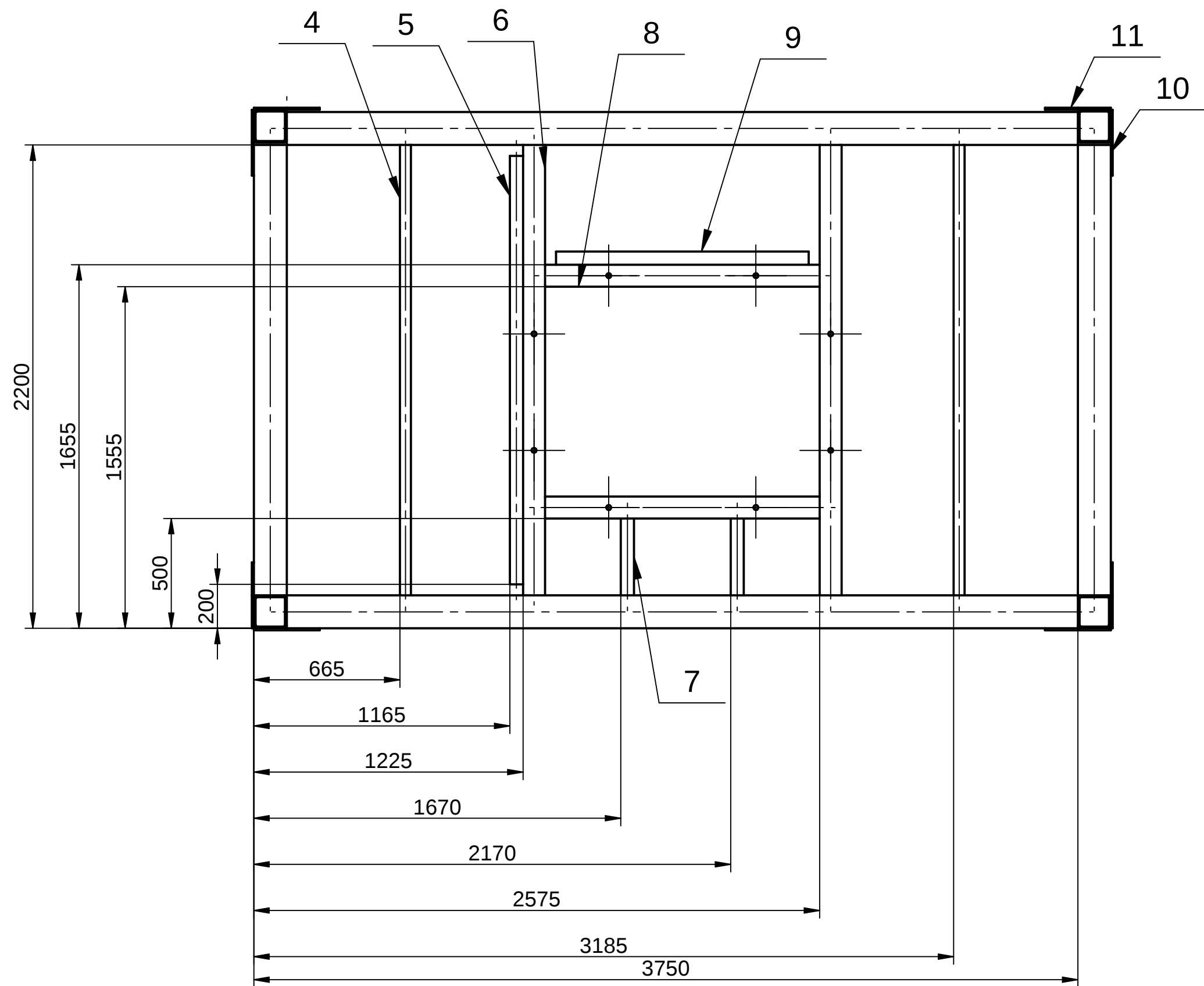
11 Hivatkozások

- [1] [Online]. Available:
<http://users.atw.hu/epeszgepesz/Tantargyak/Mechanika/Szilardsagtan%202.pdf>.
[Hozzáférés dátuma: 27 09 2023].
- [2] Dr. M. Csizmadia Béla és Nándori Ernő, Mechanika mérnökök: Szilárdságtan, Budapest-Gödöllő-Győr: Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., 1999.
- [3] [Online]. Available: <http://www.sze.hu/~szalai/gepelemek/Gepelemek.pdf>.
[Hozzáférés dátuma: 10 09 2023].
- [4] [Online]. Available:
http://www.sze.hu/~baloght/J%E1rm%FBm%E9rn%F6ki_BSC_EF_CV/G%E9pelemek/Video_p%E9ldat%E1r_p%E9ld%E1i_pdf/4_p%E9lda_csapszegk%F6t%E9s.pdf.
[Hozzáférés dátuma: 12 09 2023].
- [5] „https://moodle.ms.sapientia.ro/pluginfile.php/15004/mod_resource/content/2/VegesElemEloadas.pdf,” [Online]. [Hozzáférés dátuma: 03 10 2023].
- [6] Oldal István Moharos István Szekrényes András és Oldal István, Moharos István, Szekrényes András, Végeselem módszer, Budapest: Typotex Kiadó, 2011.
- [7] [Online]. Available: <https://internet.kozut.hu/ugyfelszolgalat/utvonallengedely-uvr-e-office/altalanos-tajekoztato/diak/>. [Hozzáférés dátuma: 17 10 2023].
- [8] [Online]. Available: <https://jaroracsgyarto.hu/jaroracs-tuzihorganyzott-34-S00-30x3-kerttel-1000x1000>. [Hozzáférés dátuma: 20 10 2023].
- [9] MSZ EN ISO 683-2:2018, Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels. Part 2: Alloy steels for quenching and tempering (ISO 683-2:2016), Magyar Szabványügyi Testület, 2018.
- [10] MSZ EN 22341:2000, Fejes csapszeg (ISO 2341:1986), Magyar Szabványügyi Testület, 2000.
- [11] [Online]. Available: https://www.uni-miskolc.hu/gepelemek/tantargyaink/224b_geprajz-gepelemek_mak/4feladat_segedlet_tokos_tengelykapcsolok.pdf. [Hozzáférés dátuma: 13 10 2023].
- [12] MSZ EN 10250-2:2022, Szabadon alakított acél kovácsdarabok általános műszaki célokra. 2. rész: Ötvöztelen minőségi és nemesacélok, Magyar Szabványügyi Testület, 2022.

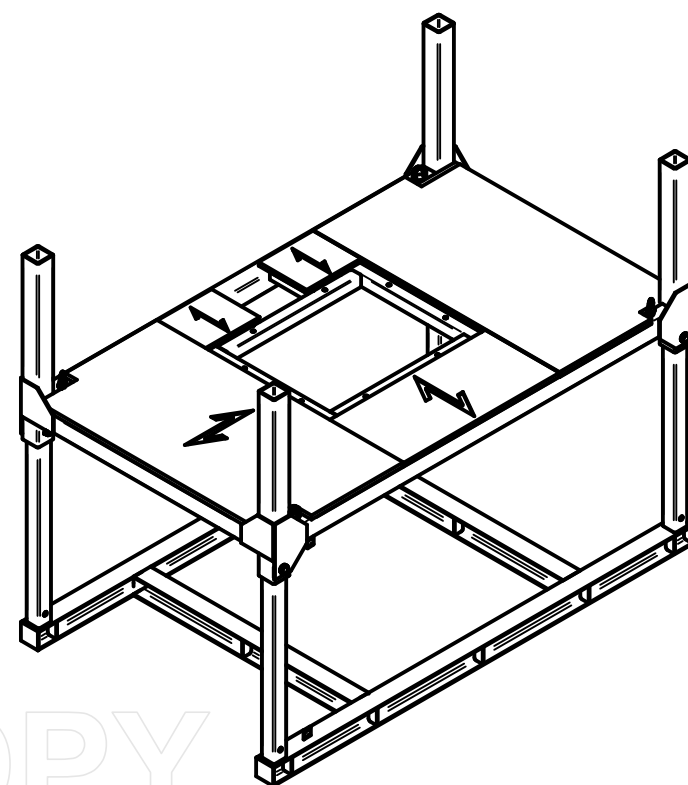
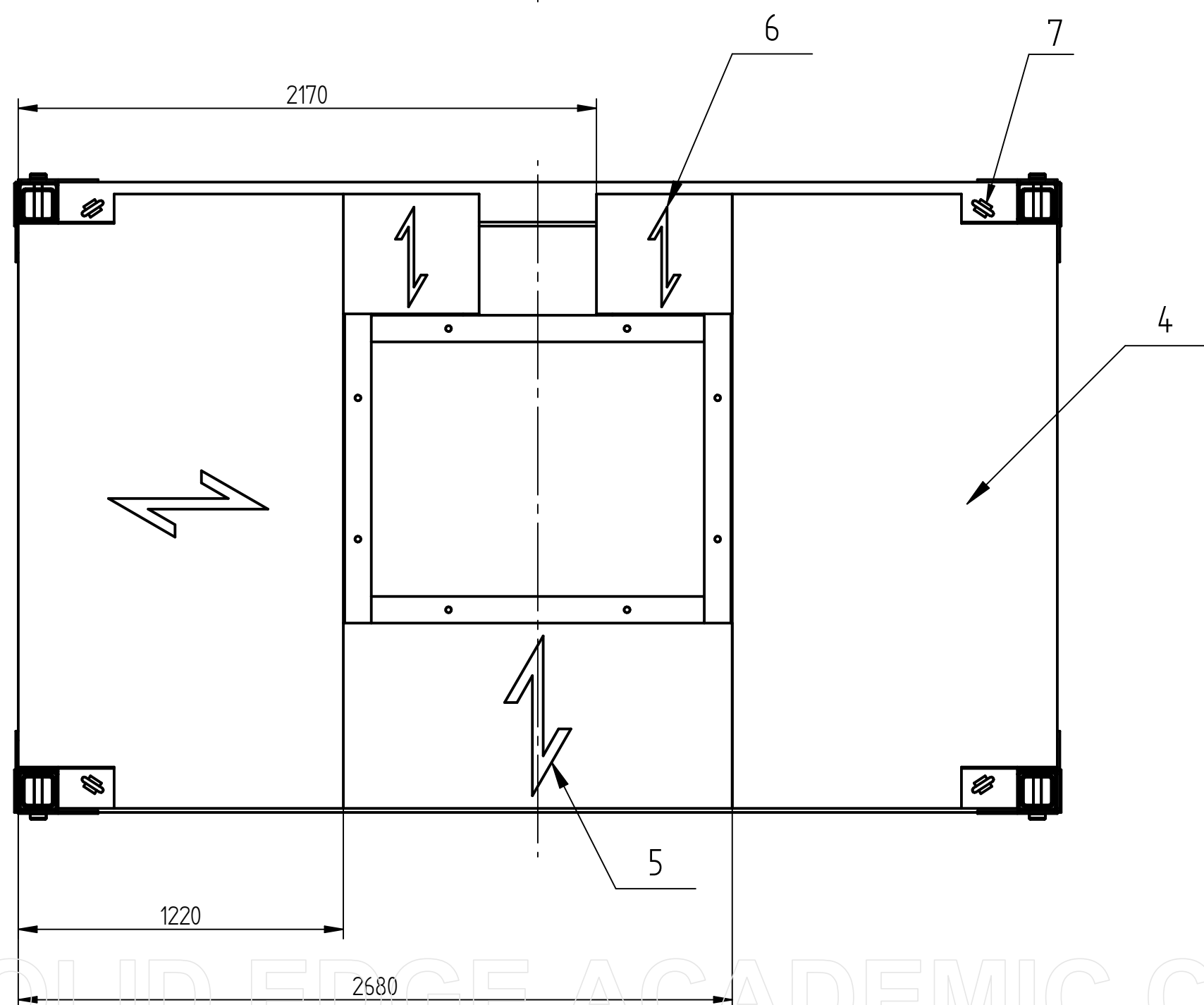
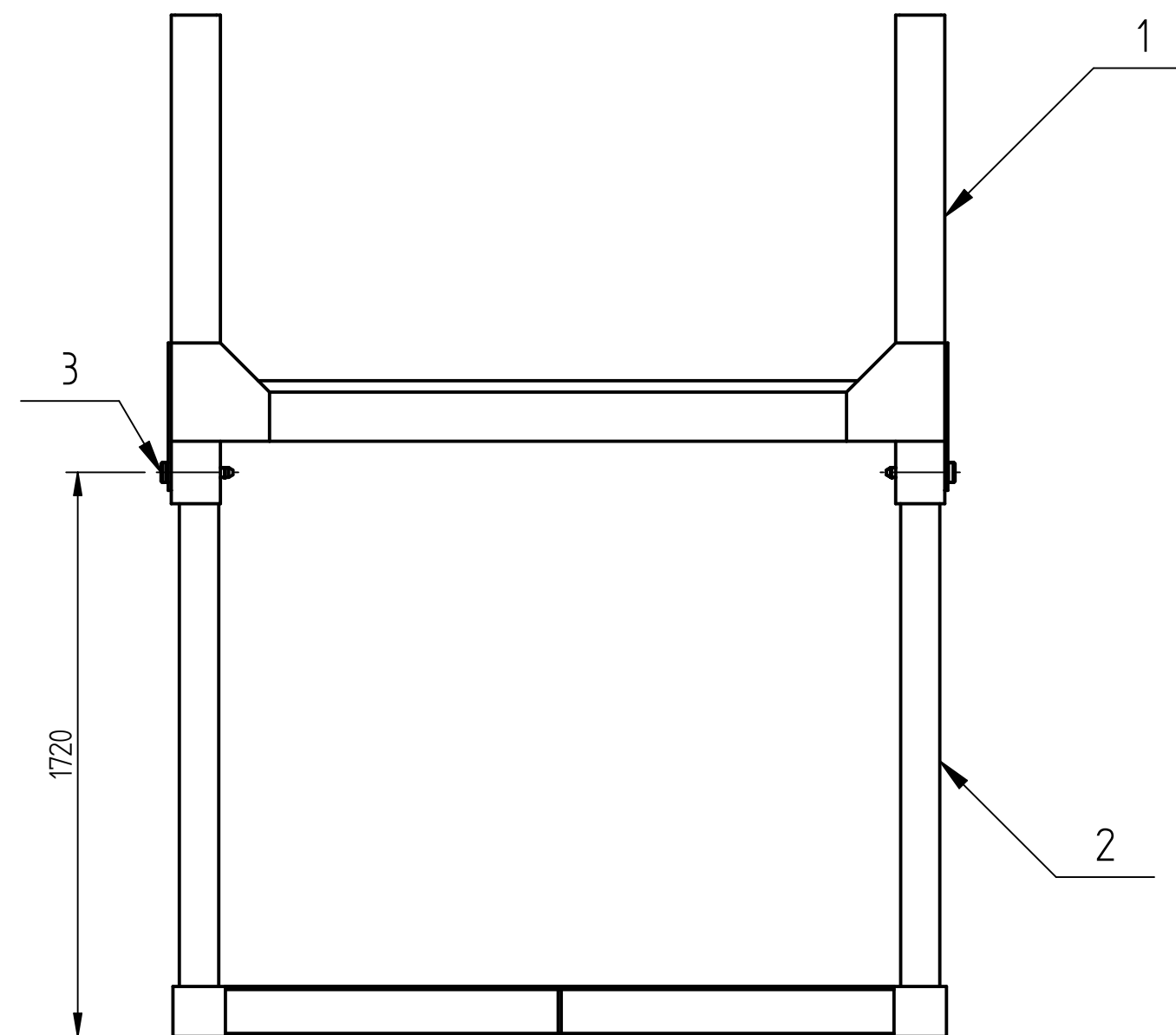
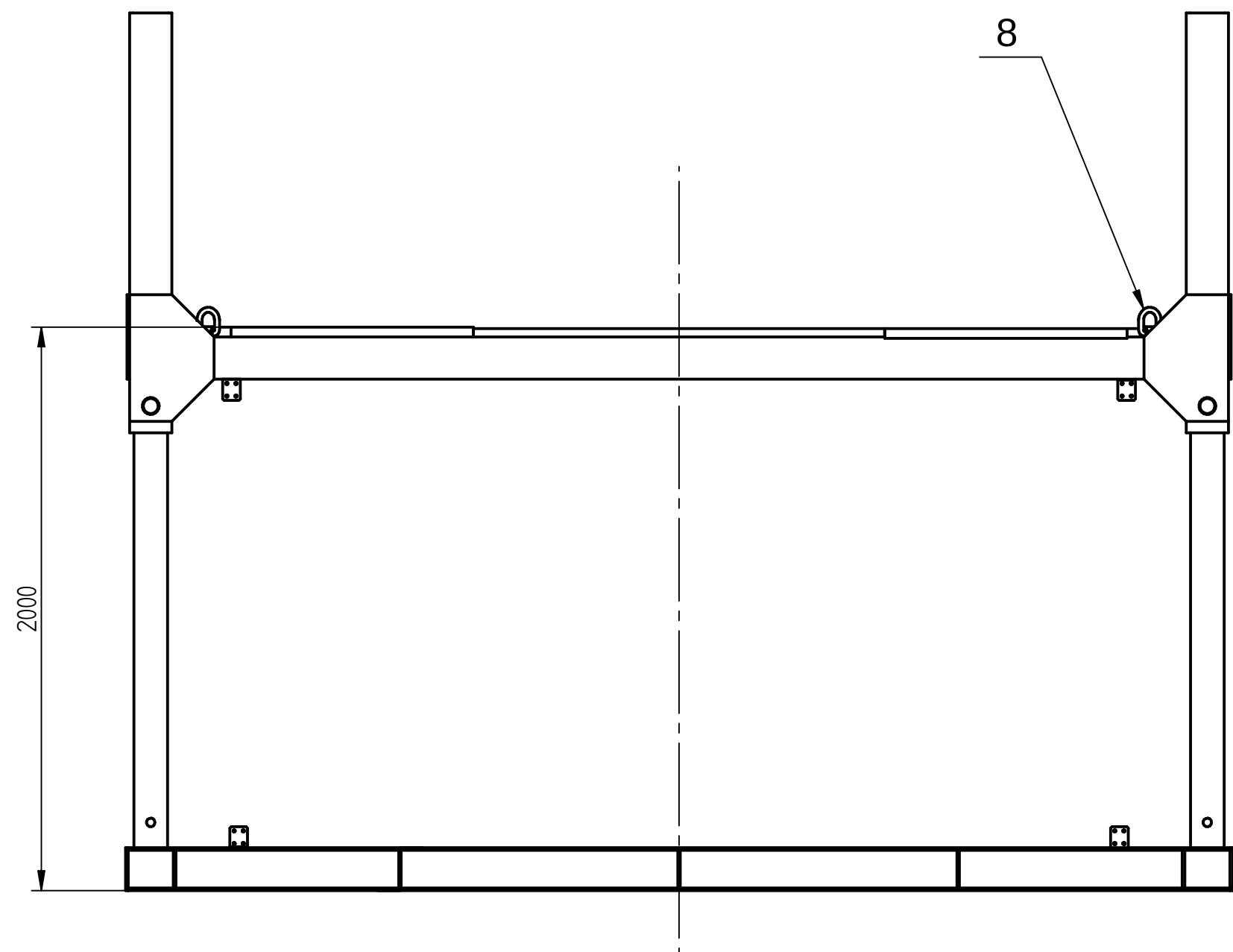
-
- [13] MSZ EN 10210-2:2020, Melegen hengerelt, szerkezeti zárt idomacélok. 2. rész: Tűrések, méretek és keresztmetszeti jellemzők, Magyar Szabványügyi Testület, 2020.
- [14] MSZ EN 10056-1:2017, Structural steel equal and unequal leg angles. Part 1: Dimensions, Magyar Szabványügyi Testület, 2017.



6.	4	Véglemez	160x152x9	-	S235JR	
5.	2	EPH Lemez	70x70x6	-	S235JR	
4.	20	Lábtámasz	134x77x9	-	S235JR	
3.	2	Hosszmerevítő I gerenda	3910x160x152	MSZ EN 10250-2	S235JR	
2.	2	Keresztmerevítő I gerenda	2040x160x152	MSZ EN 10250-2	S235JR	
1.	4	Zártszelvény	2348x120x120	MSZ EN 10210-2	S235JR	
Tétel	Db	Megnevezés	Méret, jellemző adat	Szabványszám, típus	Anyag	Megjegyzés
3.						
2.						
1.						
0.		1. kiadás, jóváhagyásra				2023.10.5
Revízió						
Revision						
Megnevezés/Title						
Szállítókeret álló rész összeállítási rajz						
Méretarány/Scale	Létesítmény/Location			Neptun kód/Neptun code	Rajzszám/Doc. No.	Lapok sz. / Lap sz. No. of sh. / Sheet No.
1:20				OCLKG4	OCLKG4_1	1 1



12.	2	EPH Lemez	70x70x9		S235JR	
11.	4	Csomóponti lemez			S235JR	
10.	4	Csomóponti lemez			S235JR	
9.	1	L vas	60x60x1250	MSZ EN 10056-2	S235JR	
8.	2	Zártszelvény	100x100x1250	MSZ EN 10210-2	S235JR	
7.	2	L vas	60x60x350	MSZ EN 10056-2	S235JR	
6.	2	Zártszelvény	100x100x2050	MSZ EN 10210-2	S235JR	
5.	1	L vas	60x60x1950	MSZ EN 10056-2	S235JR	
4.	2	Zártszelvény	100x50x2050	MSZ EN 10210-2	S235JR	
3.	2	Zártszelvény	150x150x3600	MSZ EN 10210-2	S235JR	
2.	2	Zártszelvény	150x150x2050	MSZ EN 10210-2	S235JR	
1.	4	Zártszelvény	150x150x1040	MSZ EN 10210-2	S235JR	
Tétel	Db	Megnevezés	Méret, jellemző adat	Szabványszám, típus	Anyag	Megjegyzés
3.						
2.						
1.						
0.	1.	kiadás, jóváhagyásra				2023.10.5.
Revízió		Leírás				
Revision		Description				
Megnevezés/Title						
Szállítókeret mozgó rész szállítási rajz						
Méretarány/Scale	Létesítmény/Location			Neptun kód/Neptun code	Rajzszám/Doc. No.	Lapok sz. / Lap sz. No. of sh. / Sheet No.
1:20				OCLKG4	OCLKG4_2	1 1



8.	4	Kampó				
7.	4	Kampó rögzítő				
6.	2	Járórács	450x510x9			
5.	1	Járórács	695x1460x9			
4.	2	Járórács	2305x1220x9			
3.	4	Csapszeg	30x168	MSZ EN 22341	42CrMo4	
2.	1	Álló rész				
1.	1	Mozgó rész				
Tétel	Db	Megnevezés	Méret, jellemző adat	Szabványszám, típus	Anyag	Megjegyzés
3.						
2.						
1.						
0.	1.	kiadás, jóváhagyásra				2023.10.5
Revízió Revision		Leírás Description		Tervező/ Designer Név Name	Ellenőr Név Name	Dátum Date
				Aláírás Signature	Aláírás Signature	
Megnevezés/ Title						
Szállítókeret összeállítási rajz						
Méretarány/Scale	Létesítmény/Location			Neptun kód/Neptun code	Rajzszám/Doc. No.	Lapok sz. No. of sh.
1:20				OCLKG4	OCLKG4_3	1
						1

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: Pintér Krisztián Viktor
A Hallgató Neptun kódja: OCLKG4
A dolgozat címe: Összecsukható üzemi, és szállítókeret tervezése faradékos
terhelésig készülékhez
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Gépszerkezettani Tanszék

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

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 mindenkor 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 védelmet követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelté után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Gödöllő 2023 év október hó 31. nap

Pintér Krisztián
Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Pintér Krisztián Viktor (név) (hallgató Neptun azonosítója: **OCLKG4**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / **nem javaslom**².

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

Kelt: Gödöllő, 2023 október 31.


belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.