

DIPLOMADOLGOZAT

**KOLOZSI ATTILA
GÉPÉSZMÉRNÖKI SZAK**

**GÖDÖLLŐ
2023**



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Gépészmérnöki Szak

SPECIÁLIS ZSALURENDSZER TERVEZÉSE

Design of Special formworksystem

BELSŐ KONZULENS:	DR. OLDAL ISTVÁN EGYETEMI DOCENS
KÜLSŐ KONZULENS:	DR. KOTROCZ KRISZTIÁN FEJLESZTŐMÉRNÖK
KÉSZÍTETTE:	KOLOZSI ATTILA S6MOMV LEVELEZŐ TAGOZAT
INTÉZET/TANSZÉK:	MŰSZAKI INTÉZET GÉPSZERKEZETTANI TANSZÉK

GÖDÖLLŐ
2023

MŰSZAKI INTÉZET GÉPÉSZMÉRNÖK MESTERSZAK
Fejlesztőmérnök specializáció

DIPLOMADOLGOZAT

feladatlap

Kolozsi Attila (S6MOMV)
részére

A diplomadolgozat címe:

Speciális zsalurendszer tervezése
Design of special formworksystem

Feladatkiírás:

1. Vizsgálja meg az építészeti alapanyagok fejlődésének történetét
2. Elemesse a beton előállításához, szállításához és felhasználásához szükséges berendezéseket
3. Ismertessen zsalurendszer mozgatásához szükséges hajtáselemeket
4. Határozza meg a tervezendő berendezés követelményeit
5. Tervezze meg a berendezéshez szükséges alkatrészeket és egyéb elemeket
6. Vizsgálja meg a további megvalósítás, illetve fejlesztés lehetőségét

Közreműködő tanszék: Gépszerkeztani tanszék

Külső konzulens: Dr. Kotroczy Krisztián, Sparktech Innováció Kft, 2100 Gödöllő, Ganz Ábrahám u. 2.

Belső konzulens: Dr. Oldal István, Egyetemi Docens, MATE, Műszaki Intézet

Beadási határidő: 2023.05.02.

Gödöllő, 2023.04.25.

Jóváhagyom



(tanszékvezető)



(szakfelelős)

Átvettem



(hallgató)

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

Gödöllő, 2023.04.28.



(külső konzulens)

Külső konzulens (név, beosztás, cím): Dr. Kotroczi Krisztián, Fejlesztőmérnök,
Sparktech Innováció Kft. 2100 Gödöllő, Ganz Ábrahám u. 2.

Belső (intézeti) konzulens (név, beosztás): Dr. Oldal István, Egyetemi docens

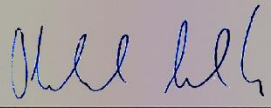
Beadási határidő: 2023. év 05. hó 03. nap.

Időpontja	Konzultáció	Külső konzulens aláírása
	témája	
03.12	CAD modell megbeszélés	
04.03	Szimulációs vizsgálatok áttekintése	
04.21	Számítások ellenőrzése, javaslatok	
04.28	Diplomadolgozat véglegesítése	

Benyújtás időpontja: 2023. év 05. hó 03. nap

A diplomamunka benyújtható, bírálatra bocsátható.


külső konzulens


belső konzulens

Külső bíráló (név, beosztás, munkahely): _____

Külső bíráló által javasolt érdemjegy: _____ ()

Elfogadom /Intézeti javaslat:

Gödöllő, 20__ év _____ hó ____ nap

intézetigazgató

Védés eredménye: _____ ()

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés, célkitűzés.....	7
2. Építészeti anyagok korok szerinti ismertetése.....	8
3. Beton előállítása, szállítása, felhasználása technológiai szempontok szerint	12
3.1 A beton előállítása.....	12
3.2 A beton keverőberendezései	12
3.3 Beton szállítása csővezetékben	17
3.4 Lőtt beton technológiája	19
3.5 Adalékanyagok	21
3.6 Zsaluzástechnológia	22
4. Szerkezetmozgatás hajtáselemei	25
4.1 Lineáris hajtástechnika.....	25
4.2 Erő, illetve nyomaték kifejtő berendezések	27
4.3 Végtelenített hajtáselemek	29
5. A zsaluszerkezet tervezési követelményei	31
5.1 Zsaluszerkezet formai tulajdonsága	31
5.2 Szerkezeti koncepciók bemutatása.....	37
5.2.1 Részelemekből épített zsaluszerkezet	37
5.2.2 Zsaluzat íves acél elemekből.....	38
5.2.3 Polimer-fólia alkalmazása	39
5.3 Mozgatás koncepciói	40
5.3.1 Sodronyköteles húzás	40
5.3.2 Zsaluzat mozgatása munkagéppel	40
5.3.3 Mozgatás hidraulikus hajtáslánccal.....	41
6. Mozgó zsaluzat tervezése.....	43
6.1 A zsaluszerkezet szilárdsági vizsgálata	43
6.2 A héjszerkezet elválasztásának szerepe	46

6.2.1 Mozgatás munkahengerrel	50
6.2.3 Mozgatás orsós emelővel	50
6.2.4 Mozgatás ollós emelővel	51
6.3 Orsós emelő méretezése	53
6.4 A szerkezet elmozdításának lehetőségei	64
6.5 A tervezett szerkezet bemutatása	66
7. Lehetséges továbbfejlesztési irányok	70
8. Összefoglalás	71
Summary	72
Források	73
Mellékletek	76

1. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉS

A mezőgazdasági terményeket, eszközöket és gépeket a környezeti hatásoktól szintén védeni kell. Ehhez a feladathoz gyorsan, és könnyen felhúzható épületszerkezetek lehetnek szükségesek. A diplomadolgozatom célja, hogy egy gyorsépítészeti eljáráshoz tervezek egy alátámasztó szerkezetet. A diplomadolgozat szorosan kapcsolódik az építészethez és a gépészethez is, a felhasznált anyagok és technológia mind a két területen képviselteti magát különféle megoldások révén. A diplomadolgozatom címe a következő:

Speciális zsalurendszer tervezése

A zsalurendszerek lehetővé teszik a napjainkban legmeghatározóbb alapanyag (beton) külső- és belső alakformázását, illetve formatartását a megkötés idejéig. A téma egy főleg matematikában és mára már építészetben is elterjedt láncgörbe formát ölel fel.

A kidolgozás során a következő pontok kerülnek ismertetésre:

- Építészeti alapanyagok fejlődésének története
- Beton előállítását, szállítását és felhasználását segítő berendezések
- A lehetséges hajtáselemek a zsalurendszerek mozgatásához
- Meghatározásra kerül a tervezendő berendezés követelményei
- A szükséges alkatrészek és elemek koncepcionális kidolgozása
- Utolsó sorban a további fejlesztési lehetőségek.

A diplomadolgozatban igyekszem megfelelő körültekintéssel eljárni a kidolgozás során, alkalmazni a korábban megszerzett ismereteket és az új, irodalomkutatás során összegyűjtött tapasztalatokat.

2. ÉPÍTÉSZETI ANYAGOK KOROK SZERINTI ISMERTETÉSE

Az első fejezetben az építő – és alapanyagok fejlődését vizsgáljuk meg a történelmi korok feljegyzései alapján. A történelmi korszakok szerint csoportosítom az ember által használt építőanyagokat, ezáltal képesek leszünk elhelyezni az alapanyag jelenlétét korban és az akkori rendelkezésre álló technológiákat.

Őskor

Az őskor időszámításunk előtt 6 millió és 3500 évek között tartják számon a jelenlegi ismereteink szerint. Események szempontjából az első ember megjelenésétől az írásbeliség kialakulásáig tartott.

Az őskor a következő korszakokra bontható:

- Kőkorszak
- Őskőkorszak (Paleolitikum)
- Középső kőkorszak (mezolitikum)
- Újkőkorszak (neolitikum)
- Kőrézkor

Az ősember vándorló életmódjából adódóan főleg a természetben könnyen fellelhető természeti képződményeket (barlangok, odúk, sziklamélyedések) használta óvóhelyként, de épített kezdetleges védelmeket természetes alapanyagokból is. Ezen anyagok a következők voltak:

- | | |
|---------|----------------------|
| • kő | • állati eredetű bőr |
| • fa | • csontok |
| • agyag | • elhullott agancsok |

Ókor

Az ókor időszámításunk előtt 3500-tól a Nyugat-Római Birodalom bukásáig jegyezték fel, azaz Krisztus után 476.

A korszakok, melyek az ókort jellemezték a következők:

- kőrézkor
- bronzkor
- vaskor

Az ókor ideje alatt új szerszámok és korszaknak megfelelő technológiák alakultak ki, melyek lehetővé tették az építőanyagok, illetve a természetben talált kőzetek feldolgozását. Az ókort jellemző építőanyagok ezen ismeretek alapján a következők lehettek:

- gránittömbök
- fejtett mészkő
- habarcs
- egyiptomi kultúrában kutatások alapján ismerhették már a bitument, illetve építésekhez használtak homokköveket, nádat és agyagot.
- ázsiai kultúrában főbb építőelem, területkialakításként döngölt földet használtak
- európai kultúrában főbb építőanyagokként az agyagot, kőzeteket, növényi és állati rostokat és fémeket használtak, ezenfelül megjelent az üveg, mint építészeti felhasználás. További alapanyagok is erre az időszakra vezethetőek vissza (tégla, mész, gipsz, vulkanikus tufa)

Középkor

Ez az időszak 476-1492-ig tartott, az utóbbi dátumot Amerika felfedezésének jegyzik. Több kultúrában elindult a nagy építmények megalkotása, ezek közé sorolhatóak a kastélyok, katedrálisok, erődítmények.

Jellemző alapanyagok a korban:

- téglák / díszítőelemek
- habarcs
- kerámia / csempe

A téglák jellemző felhasználása a homlokzatok kialakításában volt megtalálható, de díszítő elemekként is jelen volt.

A habarcs napjainkban is ismert kötőanyag, mely mészből és homokból állt össze. Fontos volt a kor építész mestereinek a homok minősége, ugyanis a folyami homok kevesebb agyagtartalommal rendelkezett, mely kedvezett a tapadásnak.

A korszak vége a török hódításokkal zárult, így a behódolt, vagy leigázott területeken megjelentek a kerámia, illetve csempe alkalmazása az építészetben. Török hódítás a csempe burkolatok és csempevel való díszítés virágkora volt.

Újkor

A 15. század végétől egészen a 20. század elejéig tartott. Ezen időszak alatt számos fejlődésről van feljegyzésünk. Építészetben az előző korhoz képest jelentő változások történtek, ugyanis a 16. századot uraló és több szempontból megváltoztató reneszánsz időszak alatt megjelent az építőmesterek technológiai között a vasszerkezetű tetők.

Később az ipari forradalom során, mely már az 1800-as évek közepére tehető számos új anyag jelent meg a mérnökök munkájának köszönhetően, ezek a következők:

- Öntött és kovácsolt vas
- Acél
- Alumínium
- Beton és vasbeton
- Üvegek
- Polimerek

A felsorolt anyagoknak köszönhetően ezen kor végére a gyárak, magasabb épületek (felhőkarcolók), acél szerkezetű hidak építése vált lehetővé.

Modern kor

Az idővonalon a modern kor az 1900-as évektől egészen napjainkig terjed, számos új technológia, eljárás és anyag jött létre a kutatások és a mérnökök segítségével. A korszak az alábbi új alapanyagokat adta (a felsorolás a teljesség igénye nélkül készült):

- Edzett üvegek
- Kőolaj származékok és finomított termékek
- Polimerek (PVC, PE)
- Kompozitanyagok (szálerősítésű műanyagok és beton)
- Nanoanyagok (általában bevonatok)

A felsorolás a téma terjedelme miatt nem kerül részletezésre, illetve külön irodalmi munkát lehetne alkotni a jelenlegi kor színes építőanyag palettájának ismertetésével.

A felsorolások az [1.] forrás felhasználásával készültek.

3. BETON ELŐÁLLÍTÁSA, SZÁLLÍTÁSA, FELHASZNÁLÁSA TECHNOLÓGIAI SZEMPONTOK SZERINT

3.1 A BETON ELŐÁLLÍTÁSA

A beton a legmeghatározóbb építőanyag napjainkban, az összetevők bekeverése után egy ideig még alakítható masszát kapunk, amiben a víz és a kötőanyag között megindul a kémiai reakció és fokozatosan mesterséges kőzetté szilárdul.

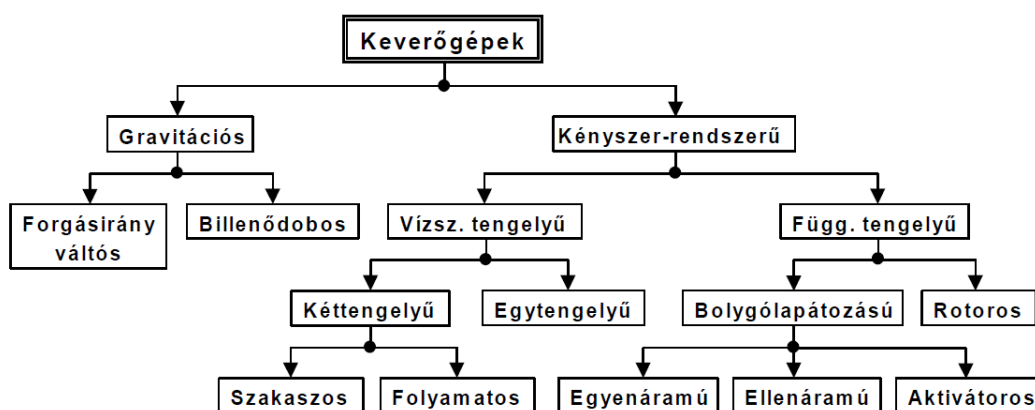
A beton felhasználása rendkívül sokrétű, főleg építkezések alkalmával használják fel, mint például ház alapozás és helyszíni betonozási munkák, útburkolat készítése, de megjelenik napjainkban a gyorszobrászat és különféle díszítőelem készítése során is. A beton alkotóelemei a következők:

- Kötőanyag
- Víz
- Adalékanyag (homok)
- Adalékszer
- Levegő

Az előállított betonkeveréket a helyszíni felhasználás során zsaluzatba kell önteni, hogy a szilárdulás idejéig megtartsa a kívánt formát. A zsaluzástechnológia elemeiből csak a témához szorosan illeszkedő elemeit ismertetem később.

3.2 A BETON KEVERŐBERENDEZÉSEI

Az összetevők gondos elkeverése, és az összetevők egyenletes eloszlását csak keverőgépek segítségével tudjuk biztosítani. Ebben a fejezetben röviden ismertetem **3.1. ábrán** látható keverőgépeket.



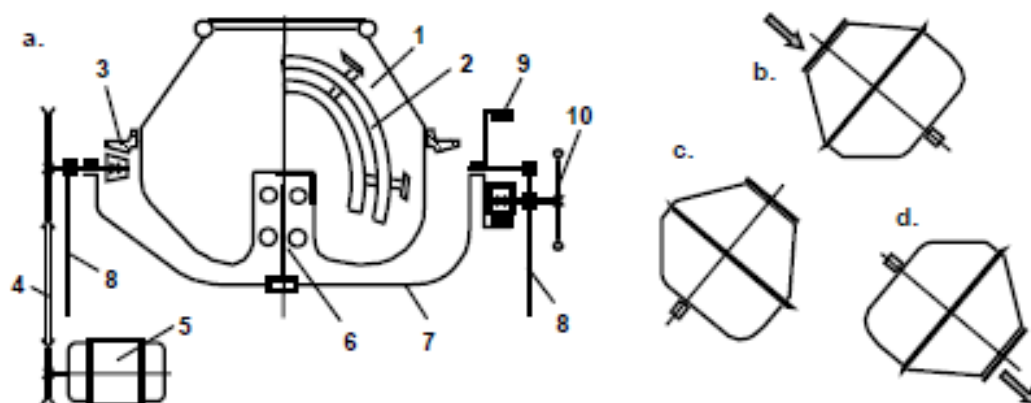
3.1. ábra: Beton keverőgépek osztályozása

Gravitációs rendszerű keverőgépek

A gravitációs rendszerű keverőgépek felépítésük révén biztosítják a megfelelő összetétel-eloszlást. Az összetevőket egy hengeres testbe (keverődob) adagolják, a keverődobot különböző mechanizmusok révén forgásra kényszerítik. A dob belső palástjára erősített lapátok minden forgás során kiemelnek egy adagot az összetevőkből, majd visszajejtik a keverékbe.

Billenődobos keverőgépek

A betonelőállítás legelterjedtebb berendezése a billenődobos betonkeverőgép **3.2. ábra**, amely széles körben megtalálható építkezési területeken és akár háztáji felhasználásban is.



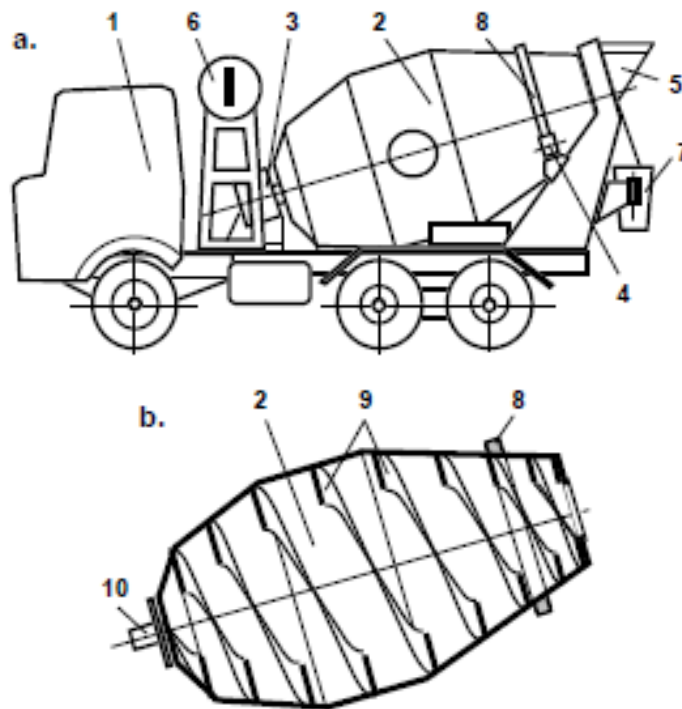
3.2. ábra: Billenődobos betonkeverő vázlata

1. keverőedény, 2. keverőlapát, 3. kúpkerék áttétel, 4. ékszíjhajtás, 5. motor, 6. tengely, 7. billentőkengyel, 8. gépváz, 9. fogaskerék áttétel, 10. billentőkar

A dob (1) a billentőkengyelben (7) csapágyazott, a billentőkar (10) segítségével kézzel könnyen elforgatható, így biztosított a keverődob kiürítése. A keverődob forgatásáról a fogaskoszorús áttételes meghajtás gondoskodik.

Forgásirányváltós keverőgép

Jellemzően az építőiparból ismert mixerkocsi **3.3. ábra** tartozik ebbe a kategóriába. A mixerkocsit elsősorban nem a bekeverési feladatok elvégzésére használják, hanem nagyobb mennyiségű betonkeverék szállítására.



3.3. ábra: Betonkeverő-kocsi, mint forgásirányváltós keverőgép

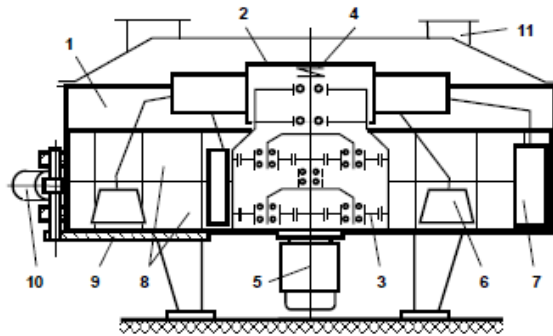
1. gépjármű, 2. keverődob, 3. hajtómű, 4. támasztó görgő, 5. adagoló tölcser, 6. víztartály, 7. surrantó, 8. vezetőgyűrű, 9. keverőlapát, 10. hajtott tengely

A betonkeverő kocsi jellemzően hidraulikus hajtással rendelkezik. A keverődob forgatását egy változtatható fordulatszámú hidromotor végzi. Fontos megjegyezni, hogy a tartály telítettségét előírások szabályozzák, ugyanis a túltöltés problémát jelenthet a betonkeverő gépjármű közlekedésében, túltöltés miatt a gépjármű indulásakor, leállításakor, illetve meredek útszakaszok esetén az ürítő nyíláson kifolyhat a betonkeverék.

Kényszerrendszerű keverőgépek

A beton megfelelő eloszlásáról a keverőedényben elhelyezett vízszintes vagy függőleges tengely körül elforduló lapátok gondoskodnak. Jellemzően ezek a berendezések a térfogatkiszorítás elvén működnek.

Rotoros keverőgépek



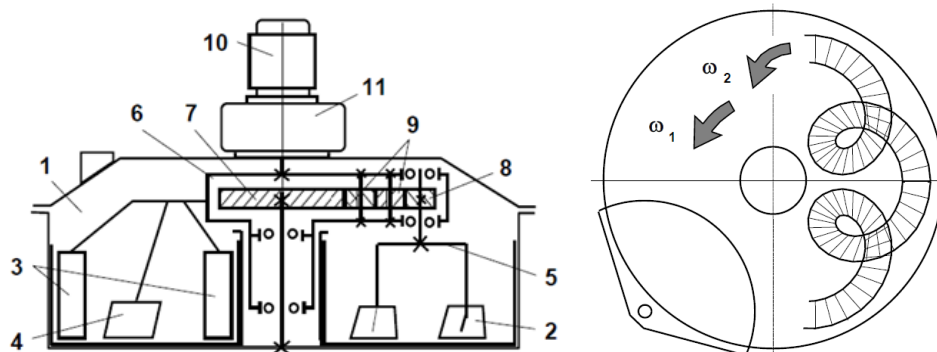
3.4. ábra: Rotoros keverőgép vázlata

1. keverőedény, 2. keverőmű, 3. két fokozatú bolygóhajtómű, 4. tengelykapcsoló, 5. motor, 6. keverőlapát, 7. faltisztító lapát, 8. betételemezek, 9. ürítőajtó, 10. ajtó nyitó munkahenger, 11. töltőnyílás

A **3.4. ábrán** látható berendezésnél látható, hogy a keverőlapátok a keverőedény közép pontjától távolabb helyezkednek el. Az ebből fakadó holtteret használják ki a keverőmotor elhelyezésére. Az alapanyagok betöltése a berendezés tetején végezhető, a keveréshez szükséges vízmennyiség a keverőedény palástjára szerelt csöveken keresztül történik, míg a megfelelő keverék az edény alján elhelyezkedő ejtőajtón keresztül távozik a keverőtérből.

Bolygólapátózású keverőgépek

A bolygólapátózású keverőgépek **3.5. ábra** esetében a lapátok nem egy körpályán mozognak, hanem két tengely által meghatározott úgynevezett ciklois görbén. Ez a keverési mód hatékonyabb keverést biztosít, mint az egyszerűbb konstrukciók.



3.5. ábra: Bolygólapátos keverőgép

1. keverőedény, 2. bolygómozgású lapát, 3. faltisztító lapát, 4. körmozgású la-pát, 5. keverőcsillag, 6. keverőmű, 7. álló fogaskoszorú, 8. legördülő fogaskerék, 9. szabadonfutó fogaskerék, 10. motor, 11. előtét hajtómű, 12. csigahajtómű

Vízszintes tengelyű keverőgépek

Ezen berendezések egy vagy két keverőtengellyel készülnek, az edény alakja miatt jellemzően „teknős” keverőknek nevezik. A berendezés kialakításából adódóan nagy mennyiségekben képes hatékony keverést biztosítani.

Egytengelyes keverőgépek

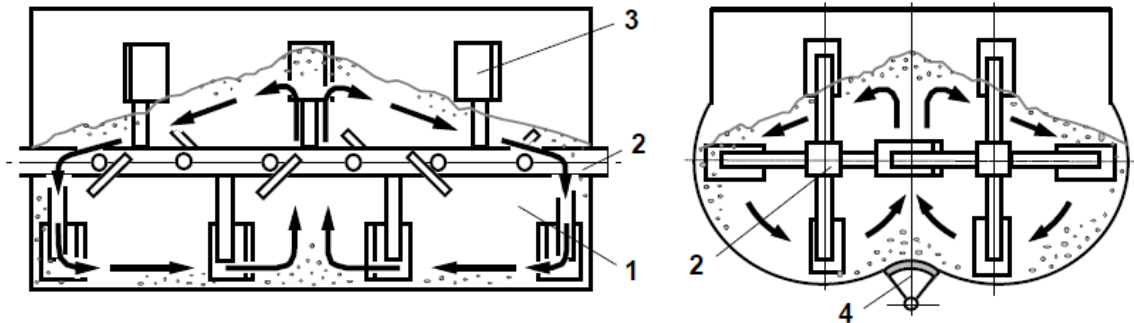
A típus jellegzetessége, hogy lapátosága 90, 60 vagy 45°-os osztással elhelyezett egyedi lapátokból áll, de létezik csavarvonal mentén kialakított szalagos lapátos gép is. Felhasználását elsősorban közepes kapacitású betonkeverő telepeken részesítik előnyben, de hasonló keverő egységeket alkalmaznak betonszivattyúk adagoló tartályaiban is, vagy úgynevezett keverőkanálként **3.6. ábra** is.



3.6. ábra: Keverőkanál

Kéttengelyes keverőgépek

A kéttengelyes gépekre a szakaszos üzem jellemző. A bekevert összetevők a kialakításból adódóan a keverőtér közepe felé áramlanak. A keverés hatékonysága érdekében a keverőtengelyek egymással szemben forognak.



3.7. ábra: Kéttengelyes keverőgépek

1. keverőedény, 2. tengely, 3. keverőlapát, 4. ürítőajtó

A 3.7. ábrán látható kéttengelyes berendezés általában nagymennyiségű felhasználást biztosít, ennek érdekében a lapátok hajlásszögét úgy alakítják ki, hogy a keveréket tengelyirányba közvetítse.

A felsorolások az [5.] forrás felhasználásával készültek.

3.3 BETON SZÁLLÍTÁSA CSŐVEZETÉKBEN

A beton szállítása többféle módon történhet, a betonkeverő berendezéseknél említést tettem a betonkeverő kocsira, mely az egyik legjellemzőbb szállítási mód. A 3.3 fejezetben a beton csővezetékben történő szállításának problémáit ismertetem, mivel a téma szorosan kapcsolódik a későbbiekben ismertetésre kerülő betonlövés technológiájával. A szállítás közben a következő problémák léphetnek fel:

- A betonkeverék konzisztenciája
- A betonkeverékben a levegő mennyisége

Mind a kettő probléma duguláshoz vezethet, mégis különböző folyamatok során következhet be.

A betonkeverék konzisztenciája

Konzisztencia alatt a szállítandó közeg anyagsűrűségét, vagy tömörségét értjük. Betonkeverék esetében az alkotók közül csak a vizet tudjuk szivattyúzni, a víz az egyetlen közeg a keverékben, ami a szivattyú által kifejtett nyomást közvetíteni képes. Tehát a szállíthatósághoz biztosítanunk kell, hogy a szilárdanyagtartalom megfelelő vízmennyiséget zárjon magába.

Telítetlen betonkeveréknek nevezzük azt az összetételi arányt, ahol a finomszemcsék és víz aránya a szállítási feltételekhez nem megfelelő. Ebben az esetben a nyomás nem a hordozó közegre (víz) terhelődik, hanem a szárazanyagtartalomra, ami a cső falán kenőanyag hiányában kiékelődik, így a szállítandó anyag elakad a csőben.

Megfelelő mennyiségű víz és finomszemcse tartalom esetén beszélhetünk telített keverékről, ekkor a nagyobb szemcséjű szárazanyagtartalmat a szuszpenzió egy összenyomhatatlan folyadékfázisként körbeveszi, így az anyag dugulásmentesen tud áramlani a csőben.

A szivattyúzhatóságot segíti, hogyha a keverék úgynevezett kissé túltelített állapotban használják. A túltelítettségi állapotnak határt szab a kritikus szétválási nyomás, ahol a szilárd és folyékony fázis kettévál, ekkor a nyomás a szilárdanyagtartalomra helyeződik át, ami szintén duguláshoz vezet. A víz adagolásával a dugulás elkerülését segíthetjük elő, azonban a nagy víztartalmú keverék alacsony nyomáson szintén szivattyúzhatatlanná válik.

A szállítási előírásoknak megfelelő keveréket célszerű adalékanyagokkal beállítani, nem pedig víz adagolásával. Az adalékanyagokat röviden ismertetem később.

A betonkeverékben a levegő mennyisége

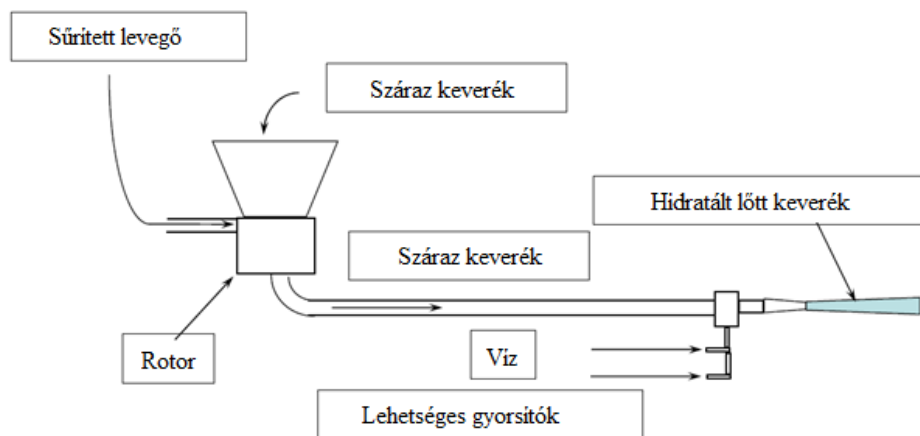
A másik probléma a betonkeverék levegőtartalma, a megfelelő eloszlású keverék csak 1-3% levegőtartalommal rendelkezik. Ebben az esetben a levegő buborékok mérete kb 50 µm. A levegő a munkahengeres szivattyúzás során fog gondot okozni, ugyanis tömörítés során a levegő összenyomható közegként viselkedik, ekkor a szállítandó anyag összetétele nem lesz egyenletes, ami a korábban ismertetett telítetlen keverék problémájához fog vezetni. További probléma, hogy a beton szétterítése során az összetevők szétválhatnak. A levegőtartalmat adalékanyagokkal célszerű szabályozni.

3.4 LŐTT BETON TECHNOLÓGIÁJA

A lőtt beton technológia napjainkban egy korszerű betonozási műveletnek számít. A betont nagy sebességgel a felhordási felületnek ütköztetik, majd a megszilárdulásig pihentetik. Ezekután a műveletet újra kezdik rétegről rétegre. Számos helyen alkalmazható eljárás, mivel különleges felületeket, felületíveket lehet létrehozni a technológia alkalmazásával.

A betonozás szempontjából két eljárást különböztetünk meg, a nedves és a száraz betonlövés technológiát. Jellemzően a két technológia gépi felszereltsége eltér egymástól.

Száraz technológia



3.8. ábra: Száraz-beton technológia vázlata

A 3.8. ábrán látható betonozási technológia lényege, hogy a száraz keveréket sűrített levegővel juttatják el a szórópisztolyhoz, ahol megkapja a hidratációhoz elengedhetetlen vizet és a további adalékanyagot (gyorsítók, fagyásgátló stb).

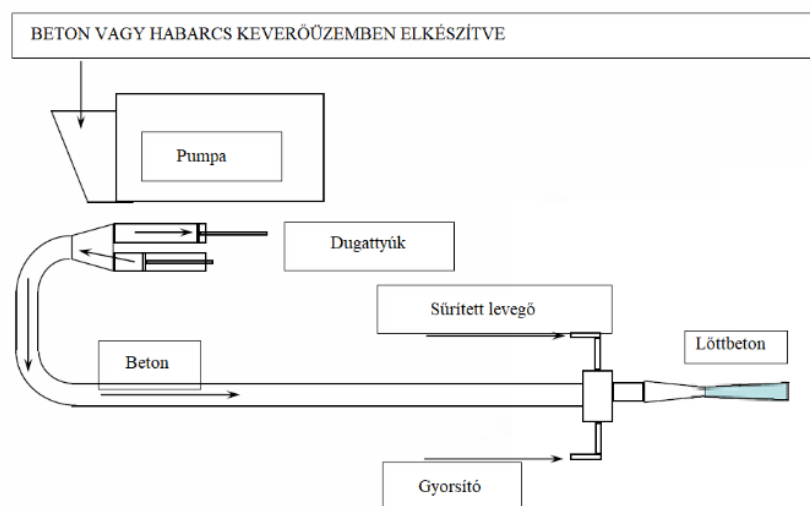
A technológia előnyei:

- Az alapanyag szállítása folyamatos
- Betonlövés nagyobb teljesítménnyel történik, ezáltal nagyobb távolságra képesek elhordani az alapanyagot
- Kevés berendezés szükséges a technológia alkalmazásához
- Adalékanyagok bekeverése egyszerűbb
- A tömlő tisztítása nem kerül nagyobb összegbe, illetve munkaigénybe
- Az így kialakított keverék gyorsabb kötési idővel rendelkezik

Hátrányai:

- A visszahullási veszteség jelentősebb
- Porképződés nehezíti a munkavégzést
- Betonozási paraméter (v/c) nehezebben ellenőrizhető

Nedves technológia



3.9. ábra: Nedves-beton technológia vázlata

A nedves technológia **3.9. ábra** során a már előre bekevert betont vagy habarcsot egy beton szivattyúzására alkalmas szerkezettel juttatják a szórópisztolyhoz, ahol a magas

nyomást sűrített levegővel érik el, illetve itt a szórópisztolynál adagolják a különféle adalékokat a keverékhez.

Előnye a száraz technológiával szemben:

- Betonozási paraméter (v/c) ellenőrizhetőbb, egyenletesebb
- A munkaterületen kevesebb a porképződés
- Óránként nagyobb betonozási sebesség érhető el.
- A lőtt anyag kevésbé terül

Hátrányai:

- Több idő szükséges a tömlő és az alkatrészek tisztításához
- Nagyobb gépparkot igényel a technológia

A nedves lőttbeton technológia főleg alagútépítésnél jelenik meg, melyet a bányászati kiépítés során a belső támasztó rétegeket alakítják ki. A nyílt alagútépítési lehetőségénél egy zsaluszerkezetre hordják fel az anyagot, majd szilárdulás után a zsaluszerkezetet kimozzgatják a megszilárdult alagút alól. A diplomamunka során ezt a lehetőséget dolgozom ki részletesebben.

3.5 ADALÉKANYAGOK

A betonlövés ismertetése során láthattuk a vázlatokban, hogy a friss betonkeverékhez különböző adalékanyagokat alkalmazhatnak. Ezen adalékokat a következő sorokban ismertetem röviden, hogy milyen előnyös tulajdonságokhoz jut a betonkeverék ezek alkalmazása során.

Levegő elvonó adalékanyag

A beton kötés alatt különböző nagyságú pórusokkal telítődik meg, melyekben a beton víz tartalma miatt megtelítődhetnek. Amikor hidegben válik szükségessé a beton használata, előfordulhatnak fagypont alatti hőmérsékletek, emiatt a víz szilárd halmazállapotot vesz fel, mely jégkárokat okozhat a betonszerkezetben (repedés, törés stb.).

Vízcsökkentő adalékanyag

A beton viszkozitási tulajdonságaira lesz befolyással azáltal, hogy a cement szemcsék felületén elektrosztatikus töltést hoz létre, illetve a szemcsék felaprozódását segítik elő. Ennek a hatásnak a következménye az lesz, hogy a szemcsék könnyebben tudnak egymáson elcsúszni, ezáltal a beton keverékhez kevesebb víz szükséges, ami nagyobb tartósságot és szilárdságot fog eredményezni.

Késleltető és gyorsító adalékanyag

A késleltető anyagok a beton szilárdulási idejét hivatott késleltetni, ezáltal a viszkózus állapot tovább tart, ami lehetővé teszi a beton kijavítását még megkötés előtt. Megkötés után a beton nagyon nehezen javítható. A gyorsító anyagok pedig a cement szemcsék hidratációját indítják be, ezáltal a beton rövidebb szilárdulási idő alatt éri el a kötött állapotot, a gyorsítók alkalmazásának előnyei a gyorsépítészetben alkalmazhatók (a 3D-s betonépítészetben feltehetően gyorsító anyagokat alkalmaznak a többi adalékanyag mellett).

Színező adalékanyagok

Az adalékanyagok közül a színezékeket a legegyszerűbb ismertetni. A fehér portland cementhez különböző színű (folyékony, vagy por) színezékeket adnak, ezáltal a megkötött beton a kívánt színre festhető. Számos belső építészetben, díszítésként alkalmazható.

3.6 ZSALUZÁSTECHNOLÓGIA

A zsaluzatok feladata az építés alatt a kő, téglá, a beton és a vasbetonszerkezetek anyagának közvetlen megtámasztása, hogy az csak kismértékben tudja megváltoztatni formáját vagy alakját a még megengedhető mértékben.

A zsaluzatok osztályozása anyagok szerint

- | | |
|---------------------|---|
| • Fa | • Alumínium |
| • Acél | • Betonból |
| • Kezelt fa | • Bizonyos esetekben földből és egyéb különleges anyagokból |
| • Matricás zsaluzat | |

A feladat kivitelezése során a külső héjszerkezetet fából, pontosabban rétegelt lemezből célszerű kialakítani. A fából készült héjszerkezetek gyárthatósága könnyebben megoldható, az alapanyag beszerzése olcsóbb, léteznek rétegelt lemezek különleges bevonatokkal, mely azt a célt szolgálja, hogy a beton nedvességét a fa ne szívja el. A több víztartalommal szilárduló beton tömörebb, szilárdsági szempontokból jobb lesz.

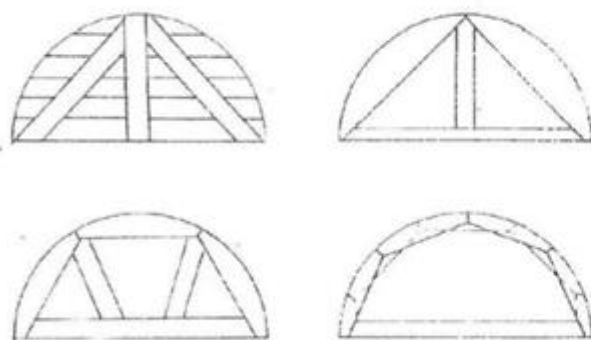
Zsalurendszerek szerkezeti kialakítás szerint

A diplomamunka során a teljesség igénye nélkül mutatom be a zsaluzási lehetőségeket. Zsalurendszerek formai megjelenéseiket csak a témához szorosan kapcsolódóan dolgozom ki, ezért csak a következő példákat mutatom be:

- Íves támasztékok
- Mozgatható támasztékok

Íves támasztékok

A technológia lényege, hogy vonalmenti felületeket, vagy többszörösen ívelt, vagy másnéven görbült felületeket tudjunk a megkötés idejéig formában tartani **3.10. ábra**. Egy íves felület létrehozása többféleképpen hozható létre. Első megoldás, hogy deszkákat kellően keskenyre kell szabni, hogy az ív mentén az egyenes alkotók helyére lehessen illeszteni. Figyelni kell arra, hogy a görbület mentén milyen sűrű az elhelyezés, ugyanis ez szabja meg a forma szögletességét.



Íves felületek zsaluzása

3.10. ábra: Íves felületek lehetséges zsaluzása

Amennyiben fát használunk zsaluzatnak, a megfelelő merevítés érdekében vezérgörbe alakjára vágott mintaíveket is használhatunk. A másik lehetőség, hogy a faanyagot helyettesítjük egyéb anyagokkal, például acéllemez behajlításával. Ennek az alkalmazásnak

az előnye, hogy többször felhasználható, illetve merevebb zsaluzatot hoz létre, továbbá a poligonitás is elkerülhető.

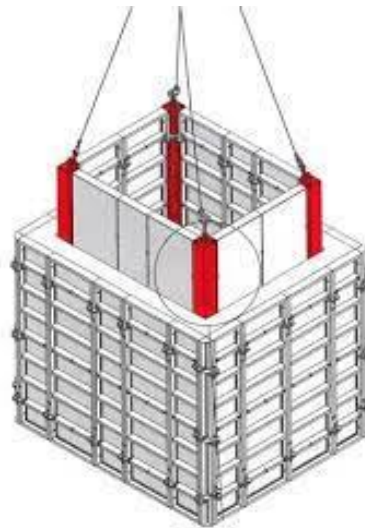
Mozgatható támasztékok

A címben szereplő támaszték szerepe, hogy a beton megkötése után, vagy a szilárdulás folyamata alatt egy pozícióból a következő betonozási pozícióba lehet mozgatni. A mozgatások lehetnek vízszintes, függőleges, illetve ferde irányúak. Ütemezés szerint pedig megkülönböztetünk folyamatos és szakaszos mozgatási formákat. A mozgatható támasztékok legfőbb jellemzője és előnye, hogy többször felhasználhatóak, így gazdaságos megoldást biztosítanak a betonozási eljárásokban.

Eltolható formatartó berendezések alatt a vízszintesen elmozdítható szerkezeteket értjük.

Átállítás során szakaszos mozgásról beszélünk, ahol a zsaluzatot vízszintesen, függőlegesen, vagy ferdén mozdítjuk el eredeti pozíciójából.

A **3.11. ábra** egy függőlegesen elmozdítható aknazsaluzási technológiát szemléltet.



3.11. ábra: Függőlegesen elmozdítható zsaluzat

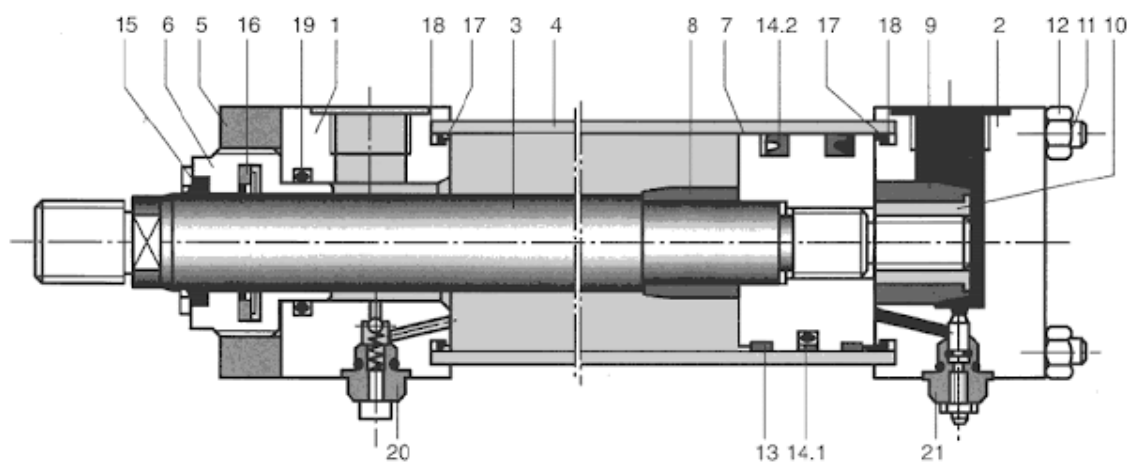
4. SZERKEZETMOZGATÁS HAJTÁSELEMEI

A 4. fejezet során olyan elemeket szándékozom bemutatni, amik alkalmasak lehetnek egy mozgatható zsuszat, függőleges, vízszintes irányú elmozdítására. A ferde-vonalú elmozdításokkal a téma keretein belül nem foglalkozom. Az alkalmazások és berendezések a teljesség igénye nélkül kerül bemutatásra.

4.1 LINEÁRIS HAJTÁSTECHNIKA

Munkahengerek

A munkahengerek a lineáris technikában ismert berendezések, melyek a folyadék energiáját alakítják át egyenes vonalú mozgássá. A munkahengerek használata széleskörű, ide sorolhatjuk a különféle szakító, préselő, emelő, mozgató, leszorító szerkezeteket. A felsorolt feladatokban a közös, hogy gyors, illetve lassú mozgásokat lehet precízen végrehajtani az alkalmazásukkal. A **4.1 ábra** egy kettősműködésű munkahengert mutat be szerkezeti felépítés alapján, a többi kialakítású munkahengerekre a téma keretein belül nem tértek ki, ugyanis külön szakkönyvek foglalkoznak a más és más munkahengerek alkalmazásával és felépítésével.

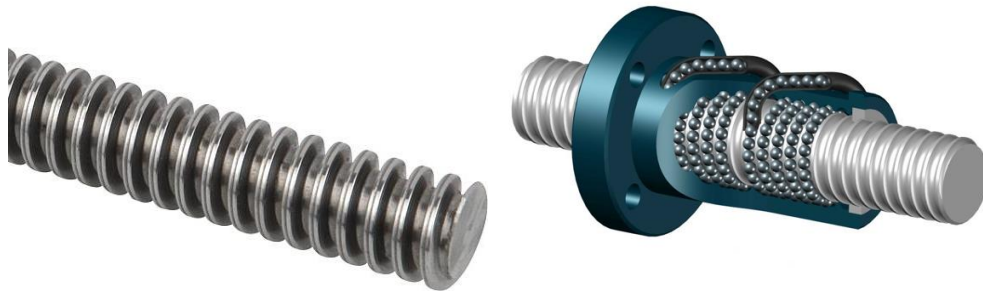


4.1 ábra: Kettős működtetésű munkahenger

1. Fej, 2. Fenék, 3. Dugattyúrúd, 4. Hengercső, 5. Karima, 6. Vezetőhüvely, 7. Dugattyú, 8. Csillapítópersely, 9. Csillapítópersely, 10. Menetes persely, 11. Rögzítőpálca, 12. Anya, 13. Vezetőszalag, 14.1 Dugattyú-tömítés, 14.2 Dugattyú tömítés, 15. Lehúzógyűrű, 16. Dugattyúrúd-tömítés, 17. O-gyűrű, 18. Támasztógyűrű, 19. O-gyűrű, 20. Visszacsapó-szelep légtelenítővel, 21. Fojtószelep

Menetes orsók

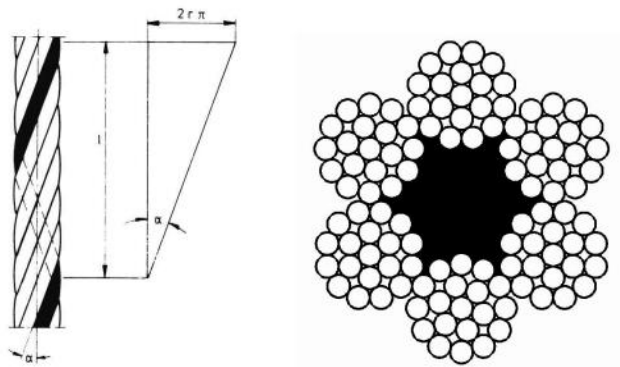
A lineáris technikában alkalmazhatók még a mozgató orsók **4.2 ábra**. Az orsók kialakítása lehet metrikus és trapéz menetesek, illetve a gyors és precíz mozgásra a golyós orsók adnak lehetőséget. Bizonyos esetekben a trapézmenetes orsók, illetve a golyósorsók megfelelő alternatívát nyújtanak a munkahengerekkel szemben, ez főleg felépítésük, illetve a könnyű kezelhetőségük és a hidraulikus rendszerek bonyolultságának a mellőzése teszi lehetővé.



4.2. ábra: Trapéz orsó (balra), golyós orsó (jobbra)

Vonóelemek

A vonóelemek nem a lineáris technika részét képezik, ugyanakkor a zsalurendszerek mozgása során egyenes vonalú mozgásokat tesznek lehetővé, ezért kerültek ebbe a kategóriába. Legegyszerűbb vonóelemként a kötelet tudjuk idesorolni, mely anyagát tekintve lehet acél, poliamid, kender stb. A témához szorosan illeszkedő vonóelemként az acélsodronyt mutatom be, melynek a felépítése az **4.3. ábrán** látható:



4.3. ábra: Acélsodrony felépítése

A lineáris technika elemeivel végezhető feladatok:

- Egyenes vonalú mozgatás
- Emelési feladatok ellátása
- Merevítések, támasztékok állíthatósága

4.2 ERŐ, ILLETVE NYOMATÉK KIFEJTŐ BERENDEZÉSEK

Villanymotorok

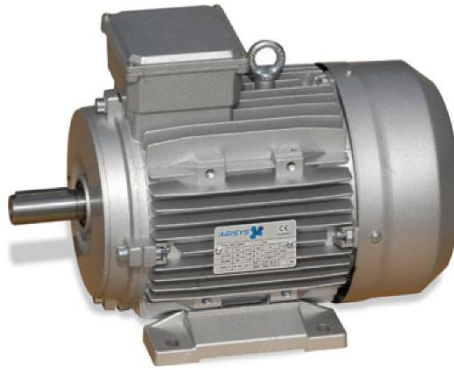
A villanymotorok **4.4 ábra** a nevükből következtethetően villamos energia felhasználásával működő berendezések. A motor belsejében a tekercselésre kapcsolt feszültség mágneses teret gerjeszt, ami miatt a motor tengelye forgásba indul. A különféle motokra és típusokra nem térek ki, de felsorolás szinten a következő motorokat ismerjük:

Egyenáramú motorok:

- Soros
- Párhuzamos
- Külső gerjesztésű
- Állandó mágneses gerjesztésű (például szervó)

Váltakozó áramú motorok:

- szinkron
- aszinkron
 - háromfázisú
 - egyfázisú



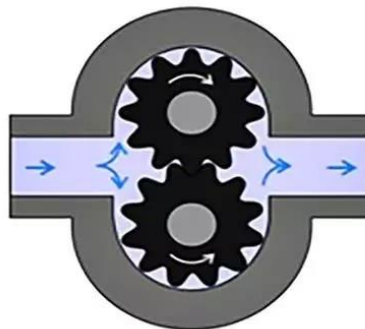
4.4 ábra: Villanymotor

Hidromotorok

A hidromotorok szintén nyomaték leadásra alkalmas berendezések, de itt a korábban említett villamos energia helyett a folyadék nyomását és térfogatáramát használja fel a forgómozgás előállítására. Számos felépítése ismert és használatos:

- Fogaskerekes motor
- Radiáldugattyús motor
- Axiáldugattyús motor
- Orbit-rendszerű bolygókerék elvű motor
- Vezérlőpályás axiáldugattyús motor

A egy fogaskerekes hidromotor belső felépítése látható:



4.5 ábra: Fogaskerekes hidromotor

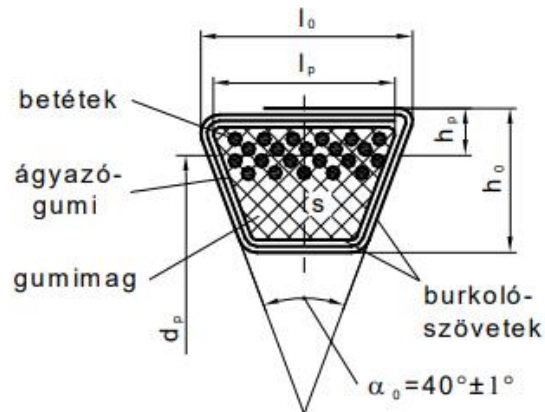
4.3 VÉGTELENÍTETT HAJTÁSELEMEK

A címben szereplő elnevezés alatt az olyan erő és alakzáró hajtáselemeket értjük, melyeknek az eleje és a vége saját alkatrészével, vagy egy technológia révén össze van kapcsolva. Az hajtáselemek főleg erőátvitelt oldanak meg, illetve a felépítésnek megfelelő lánc vagy szíjkerék páros alkalmazásával a hajtó tengelyen ébredő erőt vagy nyomatékot csökkenteni, illetve növelni tudjuk.

Erőzáró hajtás

Az erőzáró hajtások kategóriájába tartoznak a szíjhajtások, melyeknek kialakításuk lehet:

- lapos
- heveder
- normálékszíj (4.6. ábra)
- fogazott ékszíj
- többsoros ékszíj
- széles ékszíj
- hosszbordás ékszíj



4.6 ábra: Normálékszíj-profil felépítése

A szíjhajtás fő jellemzője, hogy a hajtó illetve hajtott tengelyen a szíjtárcsák és a végtelenített szíjhajtás között erőzáró kapcsolat áll fenn. Elengedhetetlen feltétel, hogy a hajtóelem és a tárcsa között súrlódás lépjen fel. A hajtás megválasztásánál figyelembe kell venni a rendelkezésre álló helyet, kívánt hajtások számát, illetve irányát. Fogaskerékes hajtásokhoz képest nagyobb helyre van szükség.

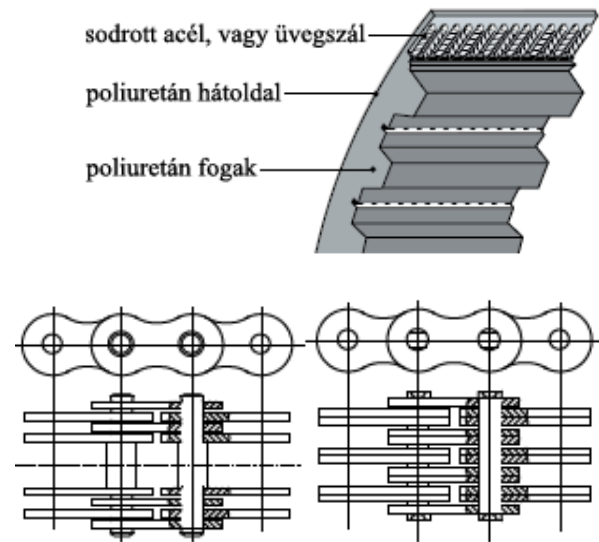
Alakzáró hajtások

Alakzáró hajtáselemek alatt értjük azokat, melyek húzóterhelés kifejtésére alkalmas vonóelemeket tartalmaznak. A hajtó, és a hajtott tárcsa között csak a megfelelő vonóelem segítségével jön létre a nyomatékátvitel.

Ebbe a kategóriába tartoznak a fogasszíj- és a lánchajtás.

Főbb alkalmazási területek:

- Finommechanika
- Háztartási gépek
- Közúti járművek
- Építőgépek
- Görgőjáratok
- Papírgyártó gépek



4.7 ábra: Bordásszík felépítése és
lánc típusok

5. A ZSALUSZERKEZET TERVEZÉSI KÖVETELMÉNYEI

5.1 ZSALUSZERKEZET FORMAI TULAJDONSÁGA

Láncgörbe, mint matematikai alakzat

A láncgörbe (5.1. ábra) megnevezés alatt egy két pont között rögzített kötél vagy lánc önsúlyából felvett alakzatot értjük. Az alakja szerint nagyon közel áll a parabolához, amely azon pontok összessége, amely egy vezéregyenestől és egy tetszőlegesen felvett fókuszponttól egyenlő távolságra vannak. A legegyszerűbb parabola az $f(y) = x^2$ függvény. A láncgörbe viszont már kicsit komplexebben a cosinus hiperbolikus függvény alkalmazásával írható fel.

A láncgörbe paramétereit a következő egyenletek adják meg:

$$\begin{aligned}x(t) &= t \\y(t) &= \frac{1}{2} * a * \left(e^{\frac{t}{a}} + e^{-\frac{t}{a}} \right) = \\&= a * \cosh\left(\frac{t}{a}\right),\end{aligned}$$

$t=0$ pillanatban értelmezzük a függvény csúcsát, az „a” paraméter pedig meghatározza, hogy a görbe milyen gyorsan „nyíljon ki”. Az „a” értéke 0,05 és 1,00 között lehet.

A láncgörbe további paramétereit a következő egyenletekkel adhatók meg (ha $t > 0$):

$$\text{ív hossz: } s(t) = a * \sinh\left(\frac{t}{a}\right)$$

$$\text{görbület: } \kappa(t) = \frac{1}{a} * \operatorname{sech}^2\left(\frac{t}{a}\right)$$

$$\text{tangenciális szög: } \phi(t) = 2 \tan^{-1} \left[\tanh\left(\frac{t}{2a}\right) \right]$$

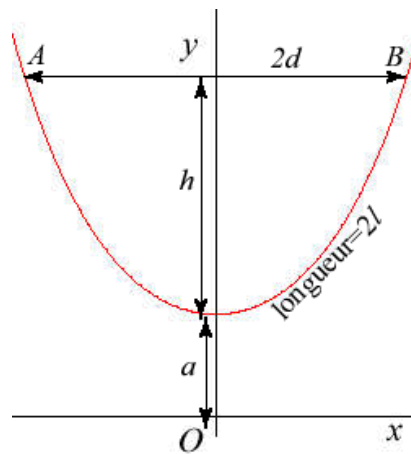
A láncgörbe meredeksége a szimetriaközépponttól mért ívhosszal arányos. Ezt a formulát Cesaro-egyenletnek nevezik.

$$\rho * a = s^2 + a^2$$

A láncgörbe lerajzolásához egy egyszerűbb eljárás is létezik, mely a következő:

$$y = -a * \cosh\left(\frac{x}{a}\right)$$

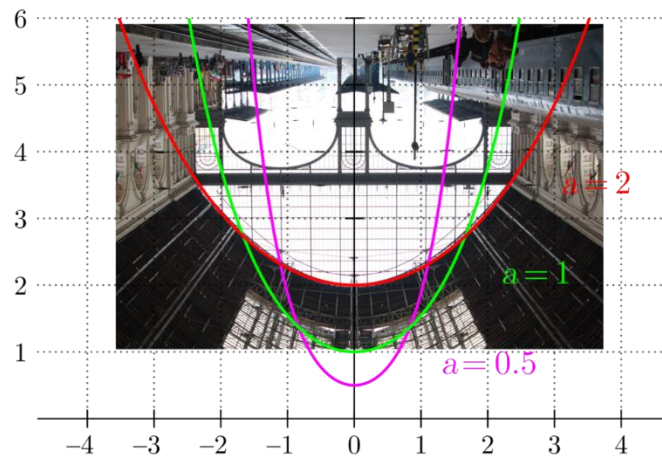
$$Ahol A \equiv R * \cot\left(\frac{\pi}{n}\right)$$



5.1 ábra: Tetszőleges láncgörbe formája

Láncgörbe alakzatok alkalmazásának előnyei

A láncgörbe, mint építészeti alakzat már az időszámításunk szerinti 6. században is ismert lehetett, ugyanis maradtak fent láncgörbe alakú régészeti értékű épületek. A láncgörbét építészeti szempontból olyan szerkezeteknél alkalmazzák elsősorban, ahol a szerkezet csak az ív saját súlyát kell elviselje. Míg ez a görbe eredeti állapotában csak húzófeszültségeket vesz fel, fejjel állított helyzetében csak nyomó terhelések jelentkeznek, mely kedvező a beton szerkezeteknek. Ezáltal vasalatok alkalmazása nélkül is megépíthetők a betonkupolák. Hasonló szerkezet megtalálható Budapesten is, a Keleti Pályaudvar kupola szerkezete megközelítőleg láncgörbe alakot vesz fel **5.2. ábra**.



5.2. ábra: Láncgörbe alakzat Budapesten

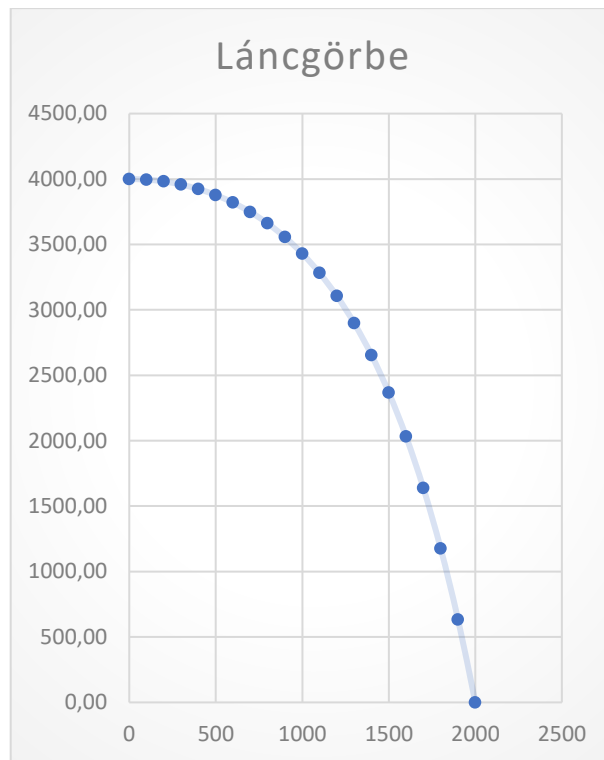
A láncgörbe adatai

A megépítendő szerkezet 4 méter magas és 4 méter széles, ehhez a mérethez tartozó láncgörbe pontjainak koordinátái 100 mm-es vízszintes osztásban az alábbi táblázatban láthatóak. Ehhez kell a zsalszerkezetet megtervezni. Az **5.1. Táblázatban** szereplő adatok a láncgörbe egyik felét írják le **5.3. ábra**, a másik fele ezeknek a pontoknak a tükörképe.

5.1. Táblázat: A fél láncgörbe ívének koordinátái

N	X	Y
1	0	4000,00
2	100	3995,33
3	200	3981,21
4	300	3957,29
5	400	3922,97
6	500	3877,41
7	600	3819,49
8	700	3747,76
9	800	3660,46
10	900	3555,43

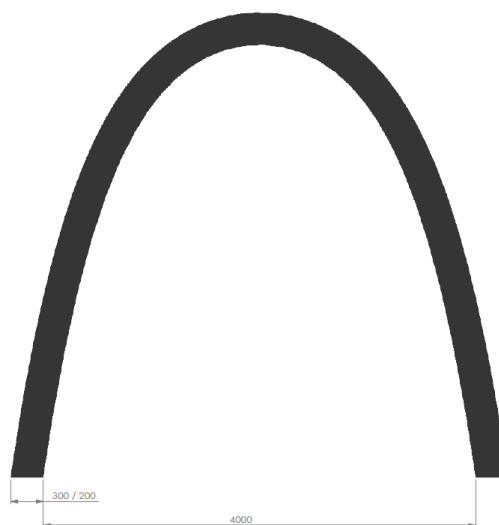
N	X	Y
11	1000	3430,07
12	1100	3281,28
13	1200	3105,38
14	1300	2898,02
15	1400	2654,09
16	1500	2367,53
17	1600	2031,28
18	1700	1637,02
19	1800	1174,99
20	1900	633,78
21	2000	0



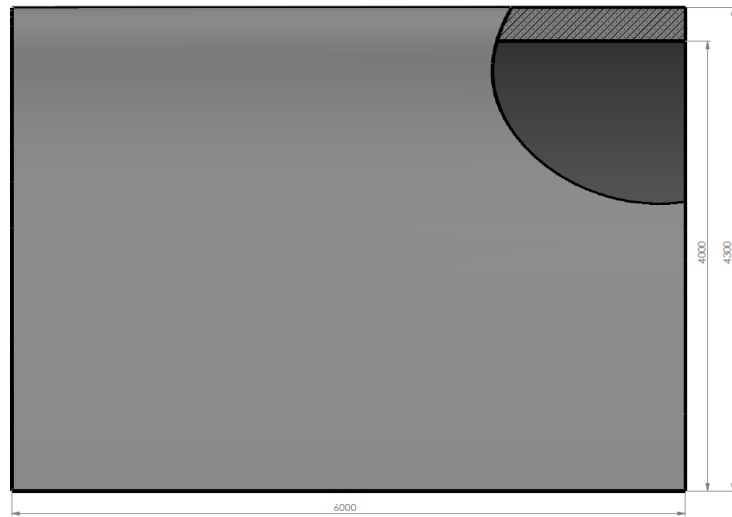
5.3 ábra: Az adatok alapján felvett fél láncgörbe

A betonkupola bemutatása

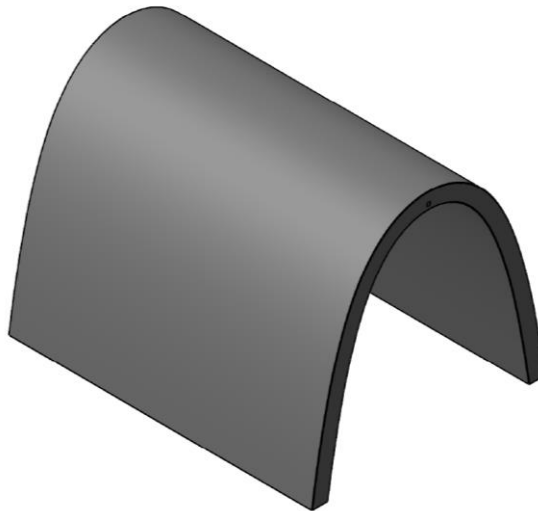
Az 5.4-5.6 ábrákon bemutatásra kerül a beton kupola egy része, mely a tervezési adatok alapjait szolgáltatja. Az kupola részlet 6 méter hosszú, a láncgörbe paramétereinek megfelelő geometriai tulajdonságokkal rendelkezik, a betonréteg vastagsága gyártástól függően 200-300 mm vastag. A terhelés alapjául szolgáló információt a tervezőprogram segítségével fogom meghatározni.



5.4 ábra: Betonkupola 1



5.5 ábra: Betonkupola 2



5.6 ábra: Betonkupola 3

A betonkupola tömege az alábbi mechanikai tulajdonságok figyelembevételével számítható ki (Normal weight concrete).

Property	Value	Units
Elastic Modulus	17000	N/mm ²
Poisson's Ratio	0.2	N/A
Shear Modulus	10	N/mm ²
Mass Density	2240	kg/m ³
Tensile Strength	3.5	N/mm ²
Compressive Strength	30	N/mm ²
Yield Strength	20	N/mm ²
Thermal Expansion Coefficient	1e-05	/K
Thermal Conductivity	0.5	W/(m·K)
Specific Heat	750	J/(kg·K)
Material Damping Ratio	0.05	N/A

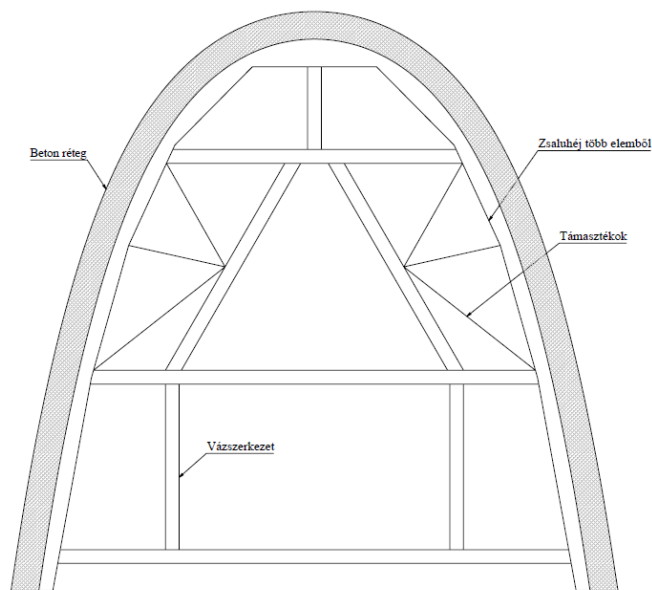
5.7. ábra: Alkalmazott beton műszaki adatai

A tervező program segítségével meghatározott össztömeg: 40586.034 kg ~ 41 tonna.
A összsúly, mint tervezési paraméter 410 kN.

5.2 SZERKEZETI KONCEPCIÓK BEMUTATÁSA

Ebben a részfejezetben általam készített zsaluszerkezet koncepciókat **5.8., 5.9., 5.10. ábrákon** mutatok be, melyek alapján a zsaluzat formáját megadom, illetve bemutatok olyan mozgatási lehetőségeket, melyek lehetővé teszik a zsaluzat egyenes vonalú mozgását. Az ismertetés után egy összehasonlító táblázatban összegyűjtöm a tulajdonságokat, majd kiválasztom, hogy melyik koncepciós tervet fogom részletesebben kidolgozni.

5.2.1 RÉSZELEMEKBŐL ÉPÍTETT ZSALUSZERKEZET

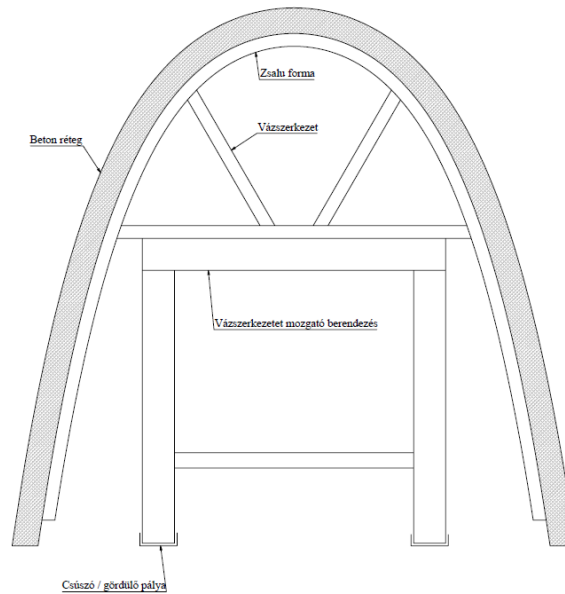


5.8. ábra: Részelemekből felépített zsaluzat

Rövid leírás az ábrához:

- A zsaluszerkezetet több elemből álló ív alkotja, mely szerkezeti szempontból a terheléseket szinte hajlítás nélkül veszi fel.
- A biztosabb megtámasztás érdekében szükségessé válhat több támasztó alkalmazása is.
- A zsaluszerkezet merev kialakítású, így mozgatás során nehézségek léphetnek fel, mivel a betonkupola a zsaluszerkezetre ránehezedik, leszorítja azt.
- A több elemből álló héjszerkezetek szerelés során illesztési pontatlanságot eredményezhetnek, melyek helyes rögzítése így nehezebb feladat.

5.2.2 ZSALUZAT ÍVES ACÉL ELEMÉKBŐL

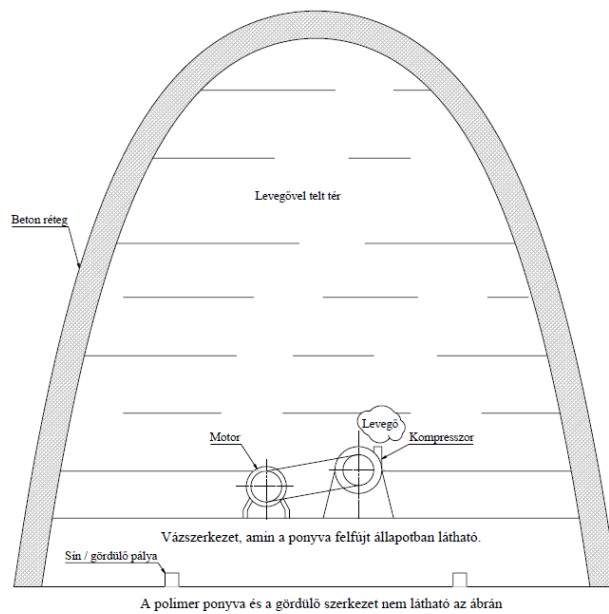


5.9. ábra: Héjszerkezet alkotta láncgörbe megvalósítása

Rövid leírás az ábrához:

- A zsaluszerkezet egy vékony héj (általában rétegelt lemez) megfelelő rovátkolásával eléri, hogy felvegye a szükséges alakzatot.
- A zsaluszerkezetet a kisebb összeköttetés miatt könnyebb mozgásra bírni, ki lehet alakítani a szükséges elválasztási technikákat.
- A zsaluszerkezet mozgatása egy szállító szerkezet segítségével megvalósítható
- A héj szerkezetet alátámasztani egyszerű, CNC technológiával legyártott elemekkel is könnyen kivitelezhető

5.2.3 POLIMER-FÓLIA ALKALMAZÁSA



5.10. ábra: Levegővel feltöltött tér, mint zsaluzat

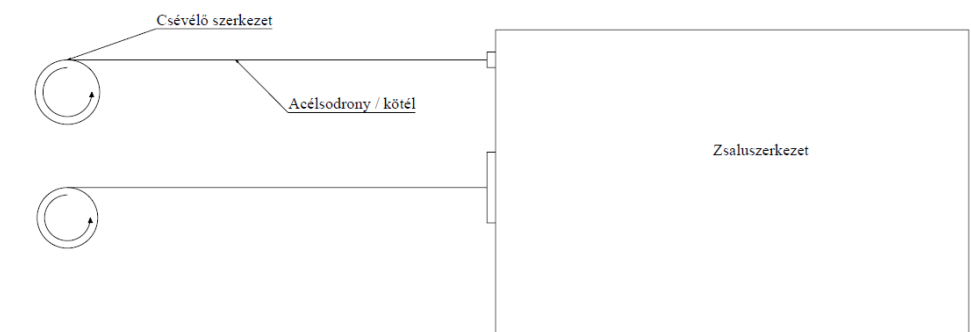
Rövid leírás az ábrához:

- A zsaluszerkezetet egy felfújható polimer fóliarétegből alakítják ki, melyet folyamatosan táplálnak kompresszorral.
- Nehézségek léphetnek fel a beton adagolásnál, ugyanis a magas nyomás a fóliaréteget helyi benyomódásokra kényszerítheti, így nem lesz alaktartó.
- A beton száradása után a ponyvát könnyebb eltávolítani a felületről, így a szállítása könnyebben megoldható

5.3 MOZGATÁS KONCEPCIÓI

A korábban ismertetett hosszú hangár jellegű épületeknél fontos, hogy a zsaluzat egyenes vonalú mozgás során haladjon a következő munkaállomásra. Az esetleges elmozdulások beékelődést, az alakban bekövetkezett torzulást teszik lehetővé. Az alább ismertetett példák közül a kevesebb rizikóval járó megoldást igyekszem kiválasztani.

5.3.1 SODRONYKÖTELES HÚZÁS



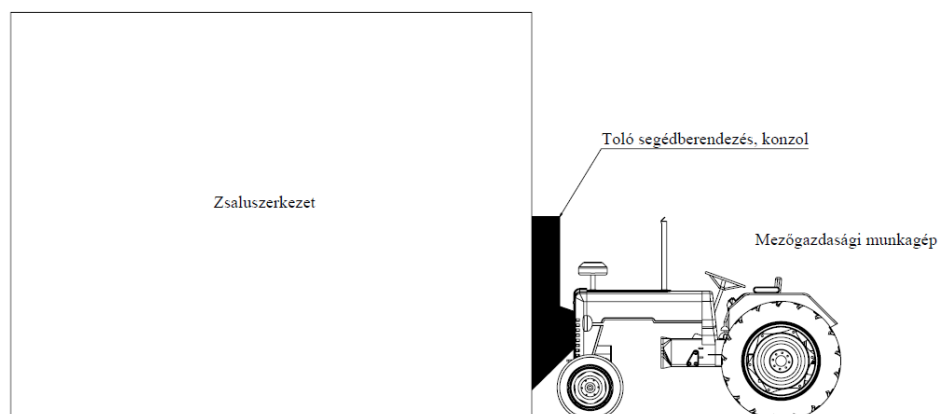
5.11. ábra: Sodronyköteles vontatás vázlata

Megoldás rövid ismertetése:

Az **5.11 ábrán** szemléltetett megoldás során a zsaluszerkezetet 3 db sodronykötél segítségével (az ábrán nem látható) mozgatjuk a következő munkaállomásra. A megvalósítás során figyelembe kell vennünk a zsaluszerkezet súlypontját, ugyanis a sodronykötél rögzítési pontjait meghatározzák. A húzás ezzel a megoldással egyenletes, kiegyensúlyozott és a megfelelő rögzítés alkalmazásával egyenes vonalú mozgást eredményez. A csévéző szerkezetet – mellyel a húzást ki fogjuk fejteni – akár egy ember is kezelni tudja a megfelelő konstrukció és áttétel megválasztásával.

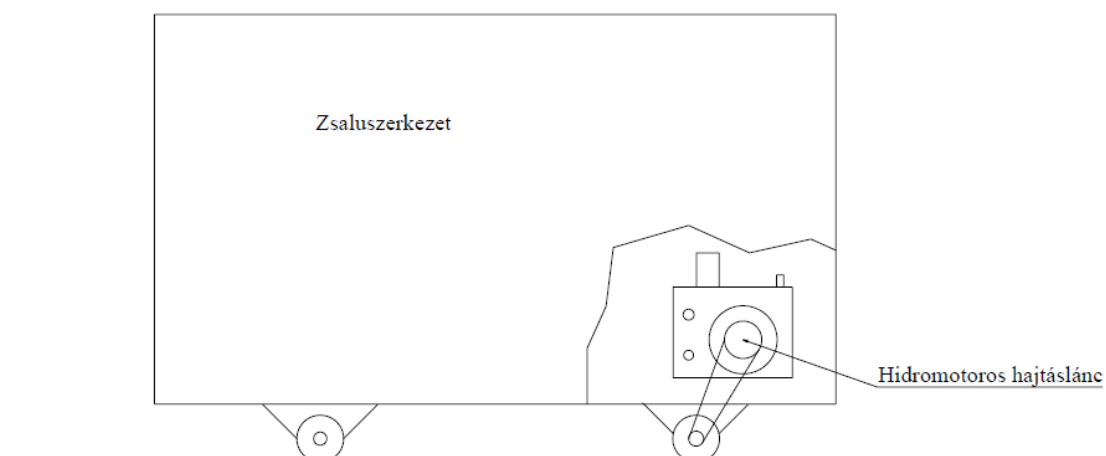
5.3.2 ZSALUZAT MOZGATÁSA MUNKAGÉPPEL

Az **5.12. ábrán** feltüntetett megoldás variáns az alapvető eszközön alapszik, ami nem más, mint egy mezőgazdasági munkagép. A zsaluszerkezet mögé egy adapter készülék segítségével rácsatlakoztatjuk a munkagép orrára. Az egyenes vonalú mozgást megvezető sín lerögzítésével tudjuk garantálni.



5.12. ábra: Zsaluszerkezet tolása munkagép segítségével

5.3.3 MOZGATÁS HIDRAULIKUS HAJTÁSLÁNCCAL



5.13. ábra: Hajtáslánc alkalmazása

Az **5.13 ábra** egy olyan zsaluszerkezetet mutat be, melynek a hajtásáról egy hidraulikus tápegységről üzemeltetett hidromotoros hajtáslánc gondoskodik. Az egyenes vonalú mozgatáshoz szintén megvezető sínre van szükség. A hajtáslánc felépítése bonyolult, alkatrészeket tekintve szükséges hozzá villanymotor (vagy robbanómotor), hidraulika szűrő, végtelenített hajtáselem, hidromotor, csővezetékek, szíj vagy lánckerék.

5.2. Táblázat: Összehasonlító szempontok a zsaluzat konstrukcióihoz

Szempontok	Részelemekből épített zsaluszerkezet	Zsaluzat íves acél elemekből	Polimer-fólia alkalmazása
Komplexitás	Sok tagolt alkatrészből áll, illesztési nehézségek léphetnek fel	CNC technológiával gyártott acél ívek alkalmazása	Polimer-fólia gyártása, szükséges fóliafelület kalkuláció bonyolult lehet
Hajtáselem(ek)et igényel	Nem	Nem	Igen
Kialakítás	Több elemből áll a zsaluzat kupolája, amely illesztési nehézségeket okozhat	A kupola kialakítása CNC technológiával gyártott acél ívekből és csövekből áll, melyhez könnyen rögzíthető a rétegelt lemez héjszerkezet	Felépítésében egyszerű, de kezelhetőségében és gyárthatósági szempontokból kihívást jelentő kialakítás
Hátránya	Nagyon masszív szerkezet, nincs rugalmassága	Mozgató szerkezet / váz szükséges a kupola szállításához	Lokális benyomódások keletkezhetnek a betonlövés közben

5.3. Táblázat: Összehasonlító táblázat a zsaluszerkezet mozgatásához

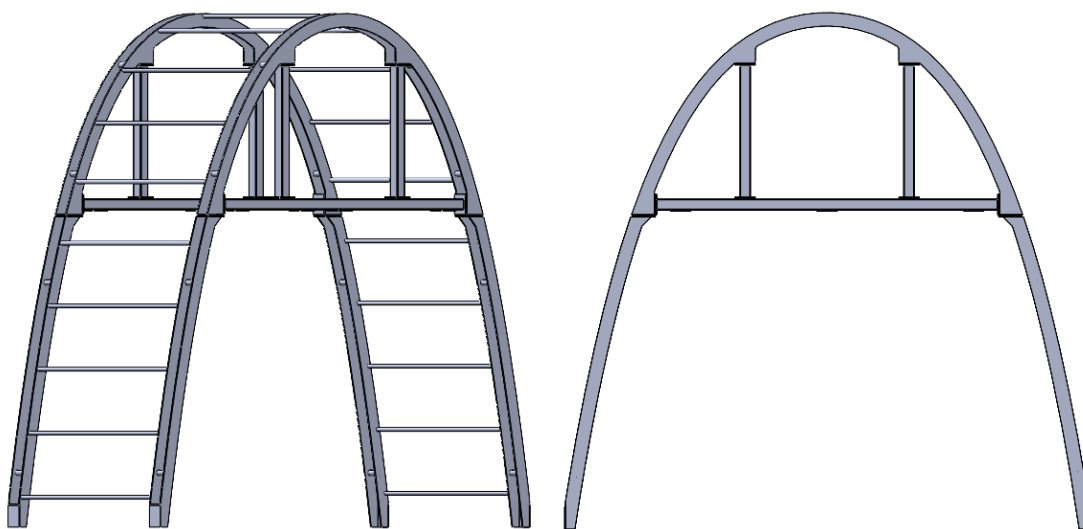
Szempontok	Sodronyköteles húzás	Zsaluzat mozgatása munkagéppel	Mozgatás hidraulikus hajtáslánccal
Komplexitás	A beszerzése és kialakítása nem bonyolult	A munkagép rendelkezésre áll az agrárgazdaságban	Hidraulikus szelepek és bonyolult csőhálózatot is igényelhet
Hajtáselem(ek)et igényel	Csévélő szerkezet kialakításától függően igényelhet hajtáselemet	Közvetlenül nem igényel hajtáselemeket	Több hajtáselemet is igényelhet
Kialakítás	A sodronykötelek gondos elhelyezése biztosítja az egyenes vonalú mozgatást	Megvezetést az egyenes vonalú mozgáshoz igényelhet	Megvezetést az egyenes vonalú mozgáshoz igényelhet
Hátránya		Megvezetés hiányában nem lehet egyenesen mozgatni a szerkezetet, csatlakozó elem szükséges a munkagéphez	Több alkatrész egyidejűleg helyes működése szükségeltetik a rendszer használatához.

A szempontok és a rövid működési leírás figyelembevételével a zsaluszerkezetnél a 2-es koncepciót, mozgatásnál az 1-es koncepciót választom.

6. MOZGÓ ZSALUZAT TERVEZÉSE

6.1 A ZSALUSZERKEZET SZILÁRDSÁGI VIZSGÁLATA

Az ábrán látható kialakítás a zsaluszerkezet egy részét képezi, ugyanis a 6 méteres hosszúságon a terhelés ismétlődő hatásokat generál. A szakasz, amin a terheléses szimulációt elvégzem 1587 mm hosszú. Ezen a szakaszon a beton 10736,563 kg tömeggel rendelkezik, így a szimuláció során a terhelést 11 tonnának megfelelő erővel (110 kN) azonosítom.

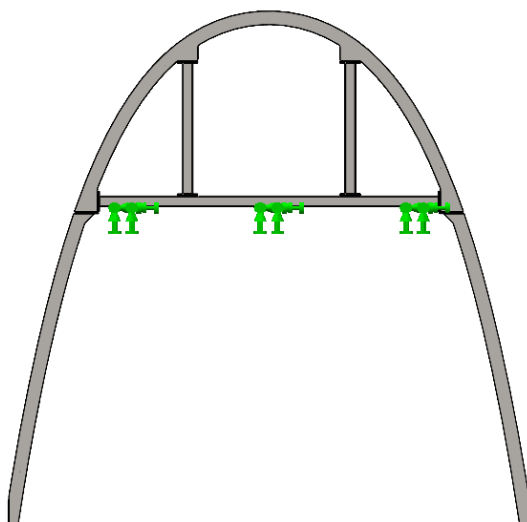


6.1 ábra: Zsaluszerkezet felépítése

Az ábrán bemutatott zsaluszerkezetet **6.1. ábra** végeselemes szimuláció segítségével ellenőrzöm „X”, „Y” irányú elmozdulásra és a zsaluszerkezet alkatrészeit folyáshatárra Von Mises redukált feszültség analízissel. A zsaluszerkezet anyagául az S275JR szerkezeti acélt választottam. A következő ábrákon a szimuláció lefolyását szándékozom bemutatni.

A rögzítési pontok meghatározása

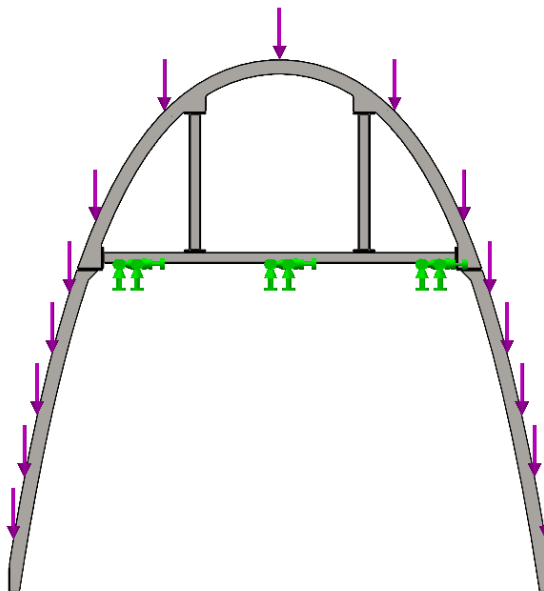
A rögzítési pontokat a kupola kereszt tartóján elhelyezett rögzítő lapokon állapítom meg. A zsaluszerkezet ezen keresztül csatlakozik a mozgó állványzathoz, ezért fix megfogatást alkalmaztam. A művelet végrehajtása a **6.2. ábrán** látható.



6.2 ábra: A zsaluszerkezet rögzítési pontjainak felvétele

A terhelés felvétele

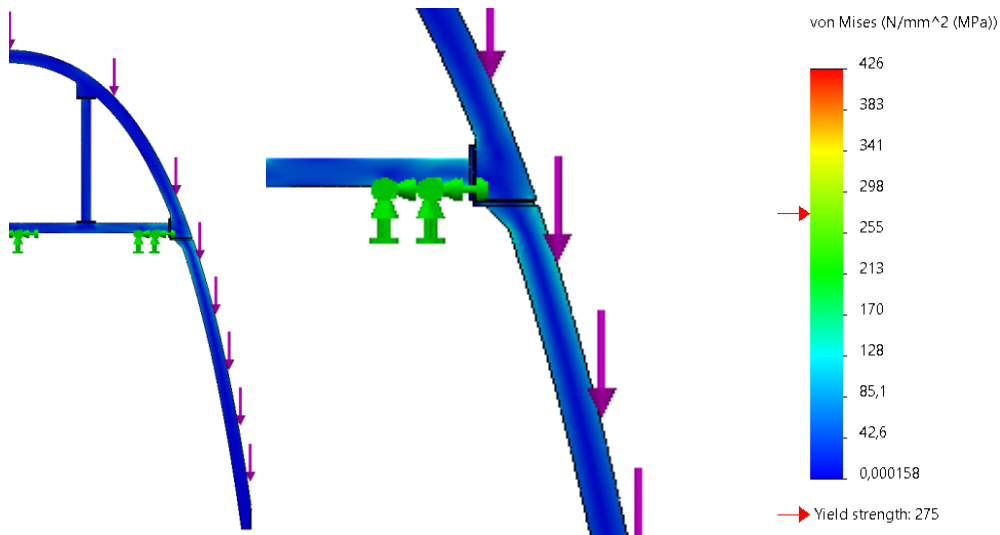
A korábban említett terhelés Y irányú erőkomponensekből áll, ez a hatás a zsaluszerkezet íve mentén veszem figyelembe. A teljes terhelés mennyiségét feltételezzük, hogy egyenletesen oszlik szét a szerkezeten. A szerkezetet 110 kN erőhatás éri. Az **6.3 ábrán** látható az erővonalak elhelyezkedése.



6.3 ábra: A zsaluszerkezet terhelés felvétele

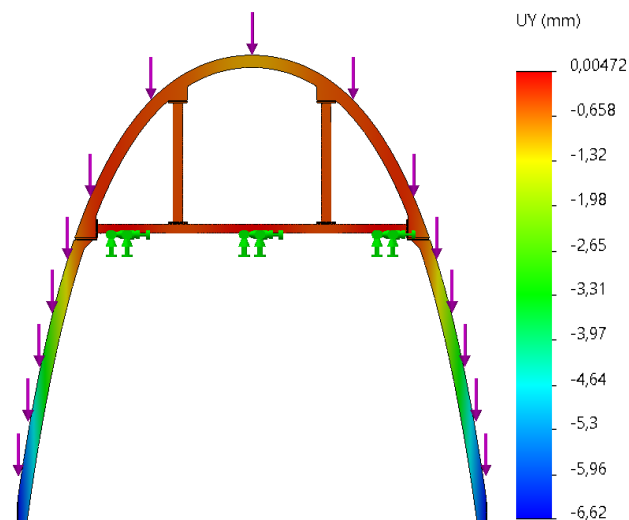
Eredmények és kiértékelés

A szimulációt lefuttatva a **6.4 ábrán** látható eredményt kaptuk. A Von Mises redukált feszültség megmutatja, hogy a kijelölt anyag hol lépheti túl a folyáshatárt. A szerkezetben számított feszültségek biztonságosan a folyáshatár alatt vannak a szerkezetben. Lokálisan néhány ponton jelentkezik feszültségtúllépés, azonban ez a szerkezet állékonyságát és teherbírását nem rontja.

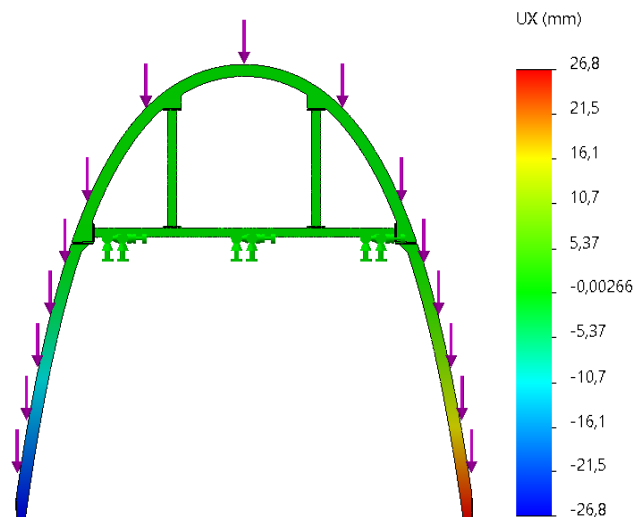


6.4 ábra: Folyáshatár vizsgálat

Az elmozdulási paraméterek a **6.5. és a 6.6. ábrán** láthatóak. Az Y irányú elmozdulás a szár alsó részén jelentős, ennek a mértéke 6,62 mm.



6.5 ábra: Y irányú elmozdulás

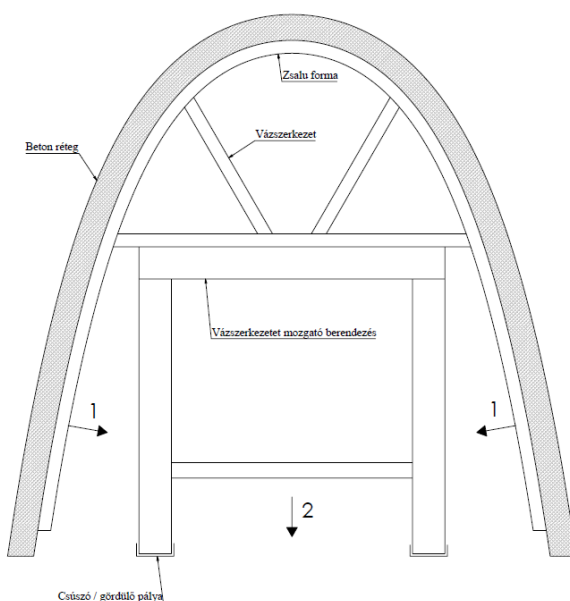


6.6 ábra: X irányú elmozdulás

Az oldalanként körülbelül 27 mm elmozdulás, összesen 54 mm-t mozdul el X irányban a szerkezet. Az építészeti tűrések ekkora méreteknél ezt az eltérést megengedik, ugyanakkor a zsalu elválasztása során magasabb feszültségi értékek léphetnek fel, vagy nagyobb erő szükséges a további elmozdítás megvalósítása során. Ezeket az értékeket a 6.2 fejezetben szemléltetett módon szándékozom javítani.

6.2 A HÉJSZERKEZET ELVÁLASZTÁSÁNAK SZEREPE

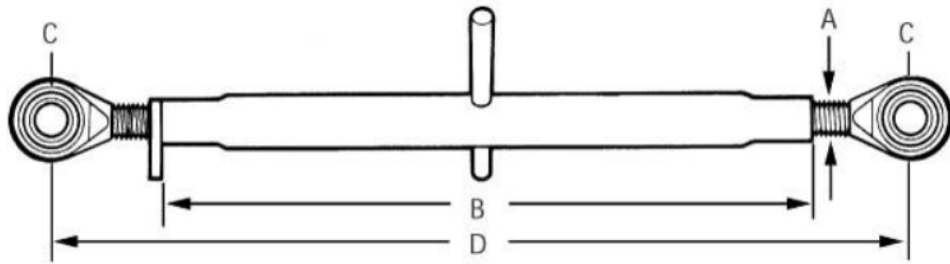
A szerkezet elválasztása a betonkupolától egy fontos feladat, ahhoz, hogy a szerkezetet könnyen el tudjuk mozgatni. A 6.7. ábrán látható az általam javasolt elmozdítási irányok.



6.7 ábra: Elválasztáshoz szükséges mozgások

A héjszerkezet oldalirányú elválasztása

A héjszerkezet oldalirányú elválasztását egy orsós szerkezettel biztosítom, amelynek két csatlakoztatási pontja egy jobbos és balos menetű trapéz orsó. Erre a célra egy úgynevezett függesztő orsó **6.8. ábra** alkalmazása is elegendő lehet a megfelelő terhelések figyelembevételével.



6.8 ábra: Függesztő orsó

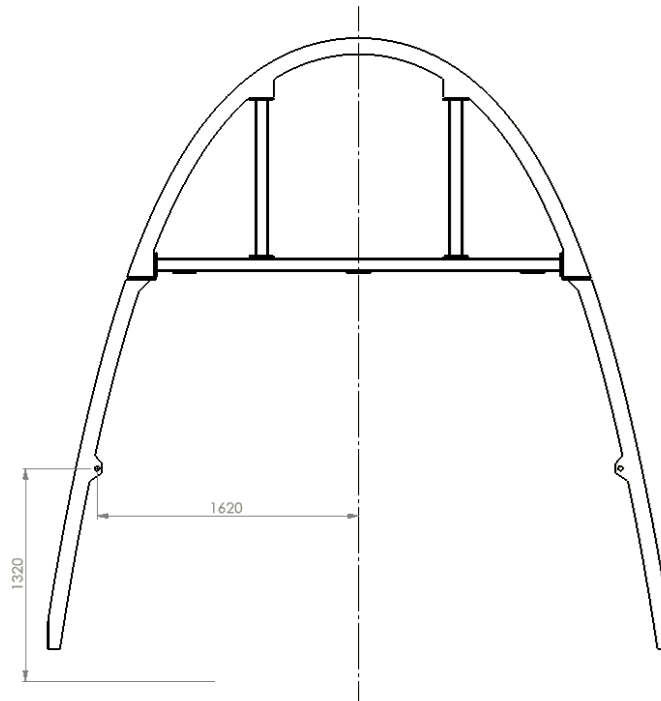
Mindemellett a korábban ismertetett szimulációban látható elmozdulási értékek javítására is alkalmazni tudjuk. A támaszték alkalmazásával (a bemutatott támasztási pont csak javaslat) az elmozdulási értékek a következőképpen módosultak.

A támaszték csatlakozási pontját az alábbiak szerint jelöltem meg:

Vertikális irányban 1320 mm a talajtól

Horizontális irányban a láncgörbe szimmetriatengelyétől 1630 mm

Az értékeket a **6.9. ábra** mutatja.

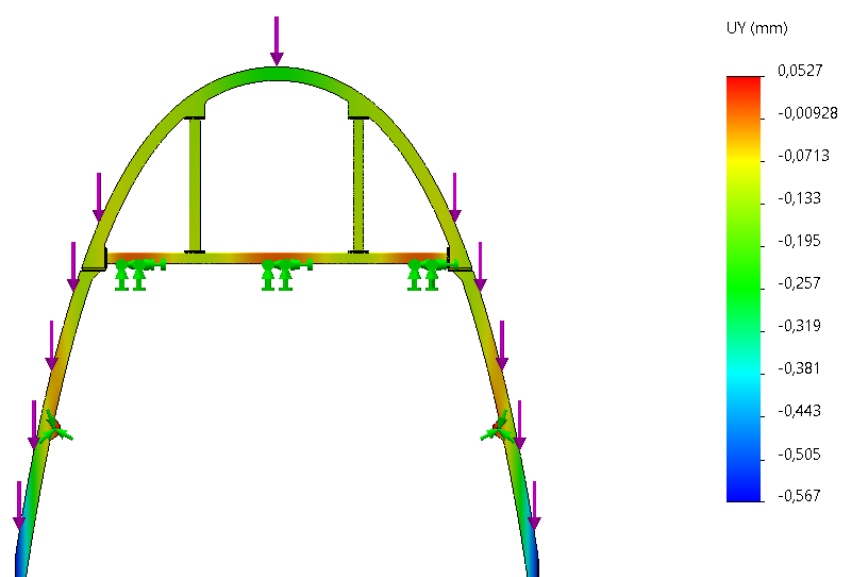


6.9. ábra: Támasztó pont helyzete

Ezekkel a paraméterekkel az elmozdulási értékek a **6.10 és 6.11 ábra** szerint alakultak.

Y irányú elmozdulás

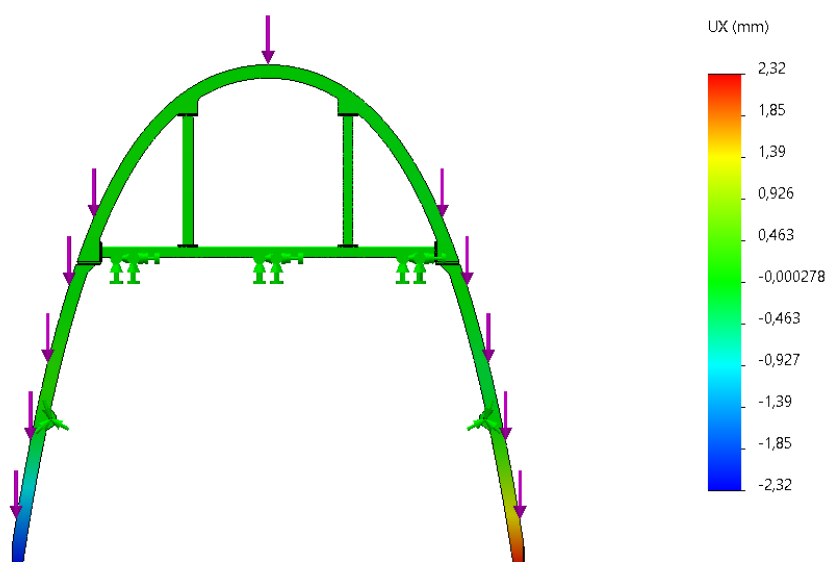
A megtámasztás alkalmazásával már csak 0,56 mm-t mozdul el függőleges irányban a szerkezet, mely jelentősen javít a zsálzat merevségén.



6.10. ábra: Y irányú elmozdulás támasztás után

X irányú elmozdulás

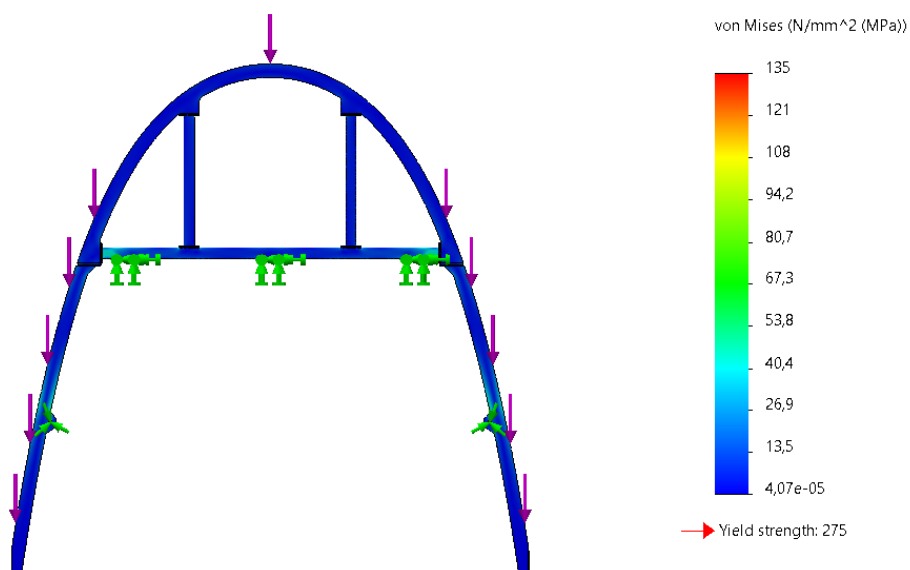
A megtámasztás alkalmazásával az X irányú elmozdulás is jelentősen javult, a korábbi 26,8 mm-es értékhez viszonyítva.



6.11. ábra: X irányú elmozdulás támasztás után

Feszültségi értékek változása

A feszültségi értékek 6.12 ábra is jelentősen javultak, a kimutatás szerint a helyenként fellépő feszültségi értékek is megszűntek.

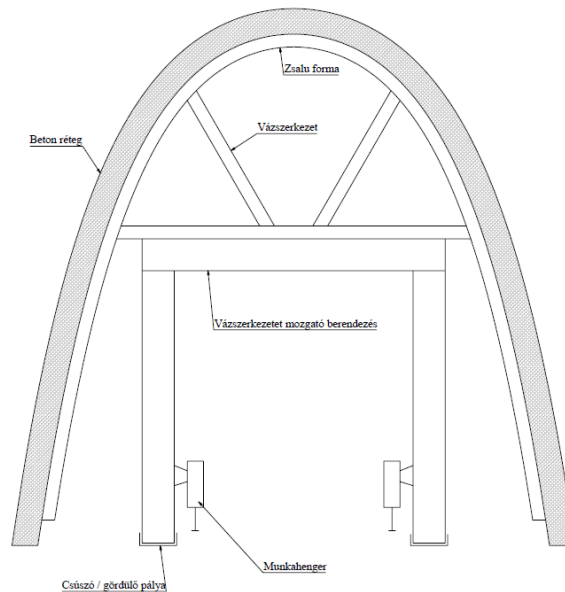


6.12. ábra: Feszültségvizsgálat támasztás után

A zsaluszerkezet függőleges elmozdítása

A zsaluszerkezet függőleges elmozdulását többféle szerkezet segítségével biztosíthatjuk. Ismertetni fogok három szerkezetet, majd összehasonlítva azokat az általam vélt legjobb megoldást kiválasztom a feladat elvégzésére. Az elemzést követően a kiválasztott megoldást szilárdsági szempontok szerint méretezni fogom.

6.2.1 MOZGATÁS MUNKAHENGERREL



6.13 ábra: Munkahengeres függőleges elmozdítás

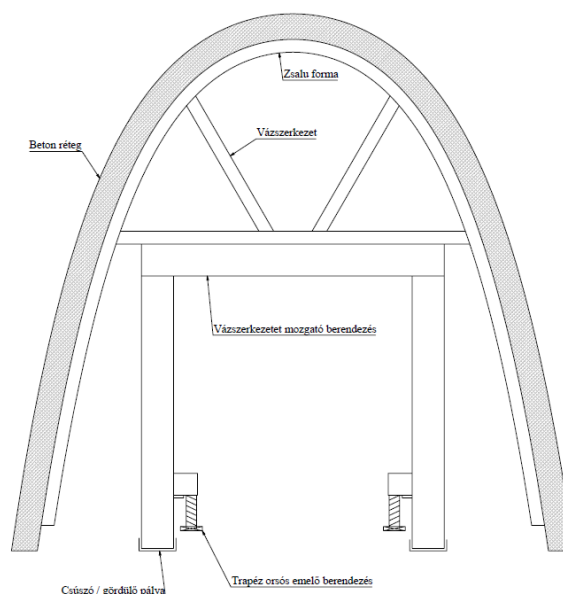
Az **6.13. ábrán** vázolt munkahenger elhelyezkedés nem végleges, a koncepció kidolgozása során a megfelelő pozíció megtalálása is feladat lesz.

Oldalanként három darab munkahengert helyezünk el, melyek gondos csőhálózat révén (szinkron mozgás) összeköttetésben vannak a munkaközeget szolgáltató hidraulikus tápegységgel. A munkaközeg továbbításához elengedhetetlen a külső, villamos energiaforrás, vagy olyan hidraulikus berendezés alkalmazása, mely képes a munkaközeget továbbítani a munkavégzés helyére (hidraulikus kézi pumpa).

6.2.3 MOZGATÁS ORSÓS EMELŐVEL

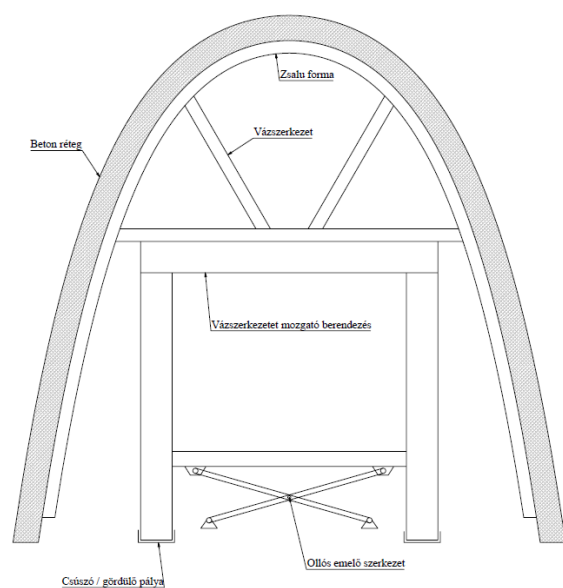
A **6.14. ábrán** bemutatott szerkezeti elrendezés szintén nem végleges, csupán a koncepció része. Az orsós emelőket rendkívül széles körben használják, ahol szűk helyen kell nagy erő kifejtését, illetve nehéz terheket megmozgatni függőleges irányba. Az orsós emelő

működtethető kézi tekeréssel, illetve hajtásláncként összekapcsolva szinkronmozgást érhetünk el. Jellemzően kevés alkatrész és könnyű karbantarthatóság jellemzi.



6.14 ábra: Trapézorsós függőleges elmozdítás

6.2.4 MOZGATÁS OLLÓS EMELŐVEL



6.15 ábra: Ollós emelős függőleges elmozdítás

A harmadik megoldás **6.15. ábra** egy ollós emelőszerkezettel oldottam meg, az ollós emelőszerkezetek stabil, robusztus konstrukciók nagy terhek megtartásához és emeléséhez használják. Jellemzően kis karbantartás igény mellett képesek működni, ugyanakkor több mozgó alkatrész található bennük, mint az előző két megoldásnál.

6.1. Táblázat: Elválasztási lehetőségeket összehasonlító táblázat

	Munkahenger	Orsós emelő	Ollós emelő
Bonyolultság	Egyszerű felépítés, kevés mechanikailag kopó alkatrésszel	Egyszerű felépítés, mechanikailag kopó alkatrészeket tartalmaz	Felépítése bonyolult, sok mechanikailag kopó alkatrésszel
Karbantarthatóság	Karbantartása körülményes, a helyszínen nem végezhető el könnyedén	Karbantartása egyszerű, könnyen cserélhető alkatrészek a helyszínen is	Karbantarthatósága körülményes, helyszínen nehezen kivitelezhető, több szerszám és gép is szükséges lehet
Újszerűség	Számos technológia megköveteli napjainkban is a munkahengerek használatát	Napjainkban bizonyos feladatok ellátására a munkahengerek legfőbb kiváltója.	Ellátandó feladatok jellemzik a berendezés alkalmazását.
Kezelhetőség	A bonyolultabb munkahenger rendszerekhez kezelőszervek szükségesek, szelepek, tápegység, stb.	A kezelése egyszerű, csavarkulcs, vagy erőkar segítségével hajtható	Kezelése egyszerű, hajtókar, vagy motoros rásegítéssel
Kinézet	Kompakt szerkezet, különféle kivitelben, főleg csatlakozó szervekben van eltérés	Kinézete elrendezésfüggő, feladatspecifikus	Kivitel szempontjából nincs sok variáns, ugyanakkor más elrendezés és hajtásbevitel jellemzi
Tulajdonság	Kompakt szerkezet révén nagy erő kifejtésére képes, gyors és lassú mozgása is könnyen szabályozható, precíz mozgásra is képes	Kompakt szerkezet, nagy erő kifejtésére képes, lassú, de precíz mozgás / mozgítás jellemzi, szabályozása roppant egyszerű	Robosztus szerkezet, precíz mozgásra képes, mozgása lassú, jellemzően magas emelési tartománynál alkalmazzák
Hátrány	Szeleprendszer szükséges, munkaközeg szűrése fontos, környezetszennyező szivárgás esetén, karbantartás nem egyszerűen megoldható.	Szinkronban mozgítás konstrukció függő, fizikai erőt igényel a működtetése, ha nincs hajtórendszere,	Karbantartása jellemzően bonyolult, helyigényes (konstrukció méretétől adódóan), fizikai erőre van szükség a működtetéséhez hajtórendszer hiányában

A rövid leírás, illetve a táblázatban látható szempontok szerint a 2. koncepció megoldást (orsós emelő alkalmazása) választom. Szilárdsági ellenőrzését a következő alfejezet taglalja.

6.3 ORSÓS EMELŐ MÉRETEZÉSE

Az orsós emelőt a következő paramétereknek, illetve kritériumoknak megfelelően tervezem meg.

- A kiválasztott anyag minimális magátmérőjének megválasztása
- Az orsó visszaellenőrzése keletkező feszültségekre
- Emeléshez és süllyesztéshez szükséges nyomaték
- Orsó méretezése kihajlásra
- A menetes persely méretezése, menetszám meghatározása

Az orsós emelő magátmérő meghatározásánál elsősorban a váz-szerkezet össztömegét veszem alapul, kihajlás során azonban a betonkupola tömegét is figyelembe kell vennem.

A váz szerkezet össztömege 2500 kg, amit biztonsági okokból 3000 kg-ra növelek.

A betonszerkezet össztömege 40,6 tonna, amit 41 tonnával veszek figyelembe.

A váz szerkezetet oldalanként 3 db orsós emelővel lehet függőleges irányba mozgatni. A szerkezet mozgatása során egy orsót terhelő súlyerő:

$$\frac{3000 \text{ kg}}{6 \text{ db}} = 500 \frac{\text{kg}}{\text{db}} * \sim 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 5000 \text{ N}$$

A betonkupola tömege egy orsóra vetítve:

$$\frac{41000 \text{ kg}}{6 \text{ db}} = 6833,33 \frac{\text{kg}}{\text{db}} * \sim 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 68333 \text{ N} \sim 68400 \text{ N}$$

Statikusan az összterhelést kell figyelembe venni:

$$F_{\text{summa}} = 5000 \text{ N} + 68400 \text{ N} = 73400 \text{ N} \sim 74000 \text{ N}$$

Az orsós emelő tervezéséhez szükséges paraméterek az alábbi táblázat tartalmazza:

6.2. Táblázat: Tervezési alapadatok

Megnevezés	Érték
Orsó választott anyaga	C45
Menetes persely anyaga	CuSn12
Mozgatás közben a terhelés	5000N
Statikus terhelés	74000 N

Minimális magátmérő meghatározása

Nominal thickness(mm):	to 100	100 - 250	250 - 500	500 - 1000	
Re - Upper yield strength (MPa) (+N)	305	275	240	230	
Nominal thickness(mm):	5 - 10	10 - 16	16 - 40	40 - 63	63 - 100
Rp0.2 0.2% proof strength (MPa) (+C)	565	500	410	360	310

6.16 ábra: C45-ös anyag feszültséghatárai

A **6.16. ábrából** látható, hogy a C45 anyag felső folyáshatára 305 MPa (várhatóan az orsó átmérője 17-40 mm között lesz). Az így megengedett feszültséget $n = 2$ biztonsági tényezővel fogom figyelembe venni.

$$\sigma_{meg} = \frac{R_{EH}}{n}$$

Ahol:

σ_{meg} = Megengedett feszültség [MPa]

R_{EH} = Választott anyag felső folyáshatára [MPa]

n = biztonsági tényező [-]

$$\sigma_{meg} = \frac{305 \text{ MPa}}{2} = 152,5 \text{ MPa}$$

A méretezéshez ismernünk kell még a megengedett csúsztató feszültség (τ_{meg}) értékét is, amit az alábbi tapasztalati összefüggéssel állapítok meg (acélokra jellemző érték):

$$\tau_{meg} = \sigma_{meg} * 0.65$$

$$\tau_{meg} = 152,5 \text{ MPa} * 0.65$$

$$\tau_{meg} = 99,125 \text{ MPa} \sim 99 \text{ MPa}$$

Az orsót emelés során nyomásra és csavarásra kell méreteznünk, amiből a minimális magátmérő állapítható meg.

$$\sigma_{nyomás} = \frac{F}{A_3} \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{nyomás} = \frac{F}{\frac{d_3^2 * \pi}{4}} = \frac{4 * F}{d_3^2 * \pi}$$

Ahol:

$\sigma_{nyomás}$ = Az orsóban ébredő nyomófeszültség [MPa]

F = Az orsót terhelő erő [N]

A_3 = Az orsó keresztmetszete a magátmérőnél [mm²]

d_3 = Orsó magátmérője [mm]

A képletből átalakítva a magátmérőt határozzuk meg:

$$d_3 = \sqrt{\frac{4 * F}{\pi * \sigma_{nyomás}}} = \sqrt{\frac{4 * 5000 \text{ N}}{\pi * 152,5 \text{ MPa}}} = 6,46 \text{ mm}$$

Orsó magátmérőt a teljes terhelés esetén is választanom kell.

$$d_3 = \sqrt{\frac{4 * F_{össz}}{\pi * \sigma_{nyomás}}} = \sqrt{\frac{4 * 74000 \text{ N}}{\pi * 152,5 \text{ MPa}}} = 24,85 \text{ mm}$$

Az orsót csavarásra ellenőrzöm, amit az alábbi összefüggésekkel határozok meg.

Szabványosan az ember 100-150 N erőt képes kifejteni, az erőkart, amivel az orsót majd hajtani fogják 600 mm-ben állapítom meg.

$$M_{csavaró} = F_k * k$$

Ahol:

$$M_{csavaró} = \text{Csavaró nyomaték [Nmm]}$$

$$F_k = \text{Emberi kézi erő [N]}$$

$$k = \text{erőkar [mm]}$$

$$M_{csavaró} = 150 \text{ N} * 600 \text{ mm}$$

$$M_{csavaró} = 90000 \text{ Nmm} = 90 \text{ Nm}$$

A csavarásra ellenőrzött minimális magátmérő:

$$\tau_{csavaró} = \frac{M_{csavaró}}{K_p}$$

Ahol:

$$\tau_{csavaró} = \text{Csavarásra keletkező feszültség [MPa]}$$

$$K_p = \text{Poláris keresztmetszeti tényező [mm}^3\text{]}$$

$$\tau_{csavaró} = \frac{M_{csavaró}}{K_p} = \frac{M_{csavaró}}{\frac{d_3^3 * \pi}{16}} = \frac{16 * M_{csavaró}}{d_3^3 * \pi}$$

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{16 * M_{csavaró}}{\tau_{csavaró} * \pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 * 9 * 10^4 \text{ Nmm}}{152,5 * \pi}} = 14,4 \text{ mm}$$

Előzetesen kiválasztok trapézmeneteket, amihez a teljes terhelésre számolt magátmérő lesz a kiinduló adatom.

6.4. Táblázat: Lehetséges méretek az emelőorsóhoz

No.	Trapézmenet	Magátmérő	Menetemelkedés
A	Tr32,6	25 mm	6 mm
B	Tr32x3	28,5	3 mm
C	Tr36x6	29 mm	6 mm

A választott trapézmeneteket ellenőrzöm nyomásra és csavarásra, majd a legalkalmasabb orsó méretet redukált feszültségre is vissza ellenőrzöm.

6.5. Táblázat: Igénybevételi adatok a lehetséges emelőorsókhoz

No.	Trapézmenet	Igénybevétel nyomásra	Igénybevétel csavarásra
A	Tr32,6	150,75 MPa	29,34 MPa
B	Tr32x3	115,99 MPa	19,8 MPa
C	Tr36x6	112,033 MPa	18,79 MPa

A táblázat eredményeit figyelembe véve az általam választott trapézmenet a **TR36x6**.

A kiválasztott trapézmenetet ellenőrzöm redukált feszültségre az alábbi összefüggés segítségével:

$$\sigma_{redukált} = \sqrt{\sigma_{nyomó}^2 + 4 * \tau_{csavaró}^2}$$

Ahol:

$\sigma_{redukált}$ = Redukált feszültség [MPa]

$\sigma_{nyomó}$ = Nyomásból származtató feszültség [MPa]

$\tau_{csavaró}$ = Csavarásból származtató feszültség [MPa]

$$\sigma_{redukált} = \sqrt{\sigma_{nyomó}^2 + 4 * \tau_{csavaró}^2}$$

$$\sigma_{redukált} = \sqrt{112,03^2 + 4 * 18,79^2} =$$

$$\sigma_{redukált} = 118,17 \text{ MPa}$$

A választott trapézmenet megfelel a támasztott követelményeknek, mivel

$$\sigma_{redukált} < \sigma_{meg}$$

$$118,17 \text{ MPa} < 152,5 \text{ MPa}$$

Emeléshez és süllyesztéshez szükséges nyomaték meghatározása

Az emeléshez és süllyesztéshez szükséges nyomatékot a következő összefüggések segítségével határozom meg.

$$M_1 = F * \frac{d}{2} * \operatorname{tg}(\alpha + \theta')$$

$$M_2 = F * \frac{d}{2} * \operatorname{tg}(\alpha - \theta')$$

Ahol

$M_1 = \text{Emeléshez szükséges nyomaték [Nm]}$

$M_2 = \text{Süllyesztéshez szükséges nyomaték [Nm]}$

$d = \text{orsó névleges átmérője [mm]}$

$\alpha = \text{menetemelkedési szög [°]}$

$\theta' = \text{látszólagos súrlódási szög [°]}$

A következő paramétereket is szükséges meghatározni

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{P}{d_3 * \pi} =$$

$$\theta' = \operatorname{arctg} \frac{\mu}{\cos \frac{\beta}{2}} =$$

Ahol:

$P = \text{menetemelkedés [mm]}$

$\mu = \text{súrlódási együttható [-]}$

$\beta = \text{Trapézmenet profilszöge [°]}$

A számítás a következő:

$$\beta = 30^\circ$$

$$\mu = 0,1$$

$$\alpha = \arctg \frac{P}{d_3 * \pi} = \arctg \frac{6 \text{ mm}}{29 \text{ mm} * \pi} = 3,77^\circ$$

$$\theta' = \arctg \frac{0,1}{\cos 15^\circ} = 5,91^\circ$$

A menet önzáró, mivel $\alpha < \theta'$ reláció áll fenn.

$$M_1 = 5000 \text{ N} * \frac{29 \text{ mm}}{2} * \text{tg} (3,77^\circ + 5,91^\circ) =$$

$$M_1 = 12.366,61 \text{ Nmm} \sim 12,4 \text{ Nm}$$

Súrlódási nyomaték:

$$a = 0,5 \text{ mm}$$

$$t_1 = 0,5P + a = 0,5 * 6 + 0,5 = 3,5 \text{ mm}$$

$$d_1 = d - 2t_1 = 36 - 2 * 3,5 = 29 \text{ mm}$$

$$M_s = \mu * Q * d_1 = 0,1 * 5000 \text{ N} * 29 \text{ mm} = 14.500 \text{ Nmm} = 14,5 \text{ Nm}$$

Az emeléshez szükséges összes nyomaték:

$$M = M_1 + M_s = 12,4 \text{ Nm} + 14,5 \text{ Nm} = 26,9 \text{ Nm} \sim 27 \text{ Nm}$$

A süllyesztéshez szükséges nyomaték a következő képlettel számítható:

$$M_2 = 5000 \text{ N} * \frac{29 \text{ mm}}{2} * \text{tg} (3,77^\circ - 5,91^\circ) =$$

$$M_2 = -2709,13 \text{ Nmm} = -2,7 \text{ Nm}$$

Orsó méretezése kihajlásra

A nyomott rudakat kihajlásra méretezni kell, ehhez elsősorban a karcsúsági tényezőt kell meghatározni az alábbi összefüggéssel:

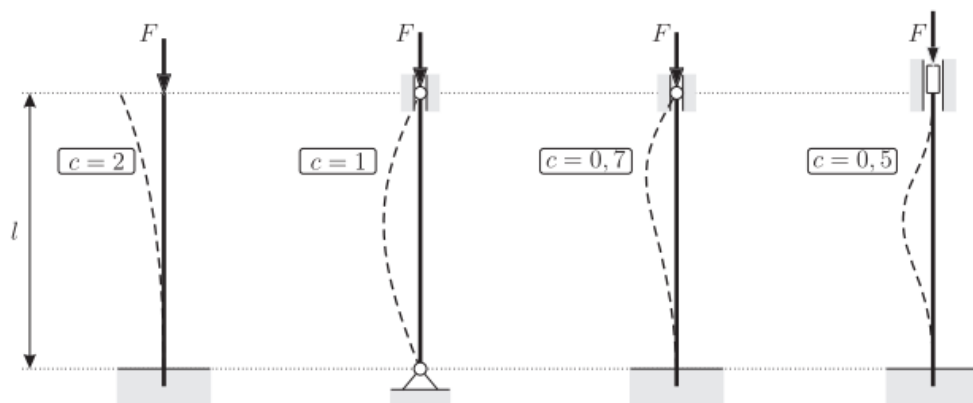
$$\lambda = \frac{l_0}{i_2} =$$

Ahol:

l_0 = kihajló hosszúság [mm]

i_2 = keresztmetszet minimális inerciasugara [mm]

Az $l_0 = c * l$ paramétert egy szorzótényezővel (c) kell figyelembe venni, ami a 6.17. ábráról olvasható:



6.17 ábra: Kihajló hosszúság változója

$$l_0 = 2 * l = 2 * 200$$

$$l_0 = 400 \text{ mm}$$

A minimális inerciasugár:

$$i_2 = \sqrt{\frac{I_2}{A}}$$

Orsó keresztmetszet területe

$$A = \frac{d_3^2 * \pi}{4} =$$

$$A = \frac{(29 \text{ mm})^2 * \pi}{4} = 660,52 \text{ mm}^2$$

Az orsó magátmérőjének másodrendű nyomatéka:

$$I_2 = \frac{d_3^4 * \pi}{64} =$$

$$I_2 = \frac{(29 \text{ mm})^4 * \pi}{64} = 34718,57 \text{ mm}^4$$

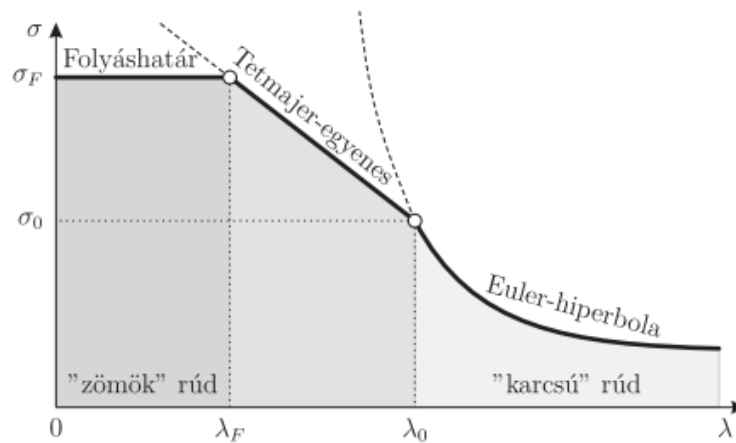
A minimális inerciasugár

$$i_2 = \sqrt{\frac{34718,57 \text{ mm}^4}{660,52 \text{ mm}^2}} = 7,25 \text{ mm}$$

Karcsúsági tényező

$$\lambda = \frac{400}{7,25} = 55,17$$

A karcsúsági tényezővel meg tudjuk határozni mely kihajlási egyenlettel **6.18. ábra** kell számolnunk.



6.18. ábra: Kihajlás elméletek érvényességi tartománya

Anyag	Szakítószilárdság σ_{sz} [MPa]	Folyáshatár σ_F [MPa]	Tetmajer-képlet [MPa]	λ_F	λ_0
Szénacél	370	240	$308 - 1,14\lambda$	60	105
	480	310	$467 - 2,62\lambda$	60	100
	520	360	$589 - 3,82\lambda$	60	100
Ötvözött acél	650	420	$470 - 2,3\lambda$	22	86
Dúralumínium	420	–	$380 - 2,2\lambda$	00	50
Öntöttvas	–	–	$0,053\lambda^2 - 12\lambda + 776$	5	80
Fenyőfa	–	–	$30 - 0,2\lambda$	0	100
Tölgyfa	–	–	$37,5 - 0,25\lambda$	0	100

6.19 ábra: Anyagjellemzők néhány anyag esetén

Mivel a karcsúsági tényező kisebb, mint a szénacélokra jellemző **(6.19 ábra)** $\lambda_F = 60$, ezért a továbbiakban az anyag folyáshatárát tekintem a törőfeszültség értékének is.

$$\sigma_T = \sigma_{ReH}$$

$$\sigma_{ReH} = \sigma_T = 305 \text{ MPa}$$

Törőerő meghatározása a következő képen történik:

$$F_t = \sigma_T * A =$$

$$F_t = 305 \text{ MPa} * 660,52 \text{ mm}^2 = 201458,6 \text{ N}$$

A számított törőerő nagyobb, mint az orsót tényleges terhelése.

$$F_t > F_{teher}$$

$$201458,6 \text{ N} > 74000 \text{ N}$$

A kapott eredmények szerint a választott orsó megfelel kihajlás szempontjából

Az emelőcsavar meneteinek meghatározása

Az anya anyagát bronzból (CuSn12) választom. Az anyagra megengedett felületi nyomás $P_{meg} = 10 \text{ MPa}$.

A szükséges menetszámot a felületkülönbség alapján határozom meg, majd a választott menetszámot ellenőrzöm vissza palástnyomásra.

$$P_{meg} = \frac{F}{A_{összes}}$$

$$A_1 = \frac{d^2 * \pi}{4} - \frac{d_3^2 * \pi}{4}$$

$$A_1 = \frac{36^2 * \pi}{4} - \frac{29^2 * \pi}{4} = 357,36 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{összes}} = \frac{F}{P_{\text{meg}}} = \frac{5000 \text{ N}}{10 \text{ MPa}} = 500 \text{ mm}^2$$

$$Z = \frac{A_{\text{összes}}}{A_1} = \frac{500}{357,36} = 1,39 \sim 2$$

Biztonsági okokból a menetszámmra további 2 menetszámot kell számolni, így a menetes persely minimális mérete a következő:

$$Z_{\text{valós}} = Z_{\text{választott}} + Z_{\text{biztonság}}$$

$$Z_{\text{valós}} = 2 + 2 = 4$$

$$m = Z_{\text{valós}} * P$$

$$m = 4 * 6 \text{ mm}$$

$$m = 24 \text{ mm}$$

A menetes persely visszaellenőrzése felületi nyomásra.

$$P = \frac{4Q}{z * P(2d - P) * \pi} \leq P_{\text{meg}}$$

Felületi terhelés

$$P = \frac{4 * 5000}{4 * 6(2 * 36\text{mm} - 6\text{mm}) * \pi} =$$

$$P = 4,02 \text{ MPa}$$

Mivel a $p_{\text{meg}} > p$ az orsó a választott anyával megfelel.

Kézi erő számítása

A kézi erőt a korábban meghatározott 600 mm-es erőkarral határozom meg.

$$M = F_k * l$$

$$F_k = \frac{M}{l} =$$

$$F_k = \frac{27}{0,6} = 45 \text{ N}$$

A számított erő a szabványosan meghatározott érték alatt van, így megfelel.

6.4 A SZERKEZET ELMOZDÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

Az egyenes vonalú elmozdulás érdekében fontos szerepet tölt be a megfelelő gördülést, illetve csúsztatást biztosító talp megválasztása. A gördülést az alább ismertetett lehetőségek közül, az egyik legalkalmasabb kiválasztásával fogom ajánlani.

6.6. Táblázat: Mozdítási lehetőségek

No.	Megnevezés	Ábra
1	Ipari görgős megoldás	
2	Tömör, illetve levegőtöltetű gumikerék	
3	Acél talp, csúszótalp	

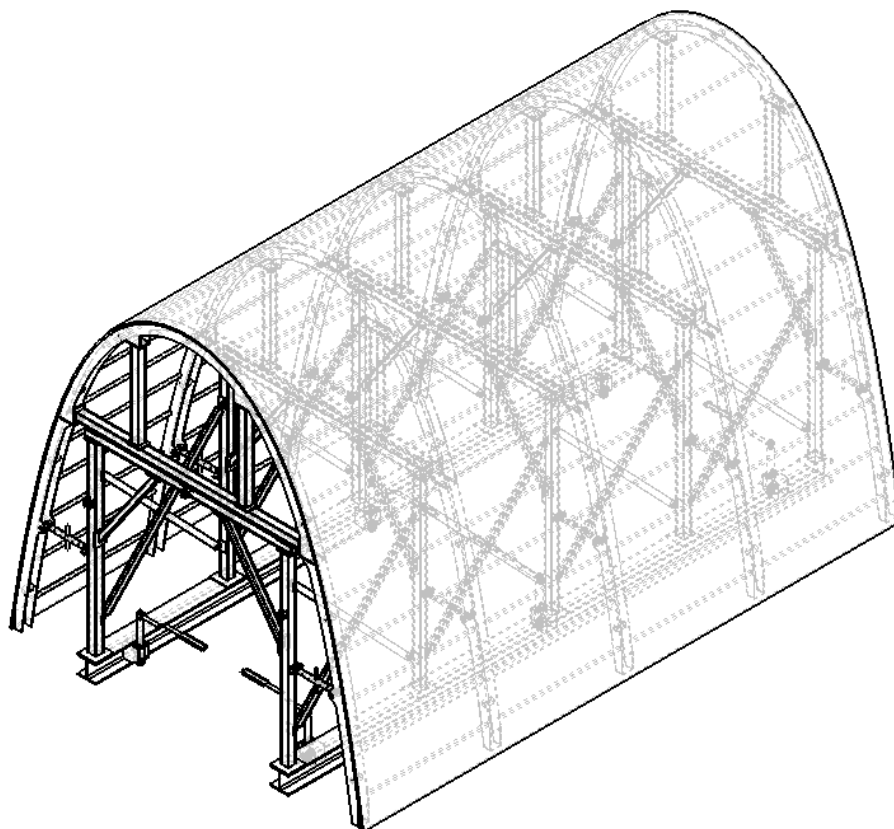
6.7. Táblázat: Mozdítási lehetőségek összehasonlítása

Szemponatok	Ipari görgő	Gumikerék	Csúszótalp
Anyagválaszték	Acél, öntöttvas, különféle polimer anyagok	Kőolaj és kaucsuk származék, vulkanizált gumi	Szerkezeti I gerenda, jellemzően acél
Kezelhetőség	Megvezetése egyszerű, szabványos acél profilokkal megoldható	Kialakításából adódóan nem lehet megvezetni, vagy külön megvezető berendezés létrehozása szükséges	Csúsztatásához acél lapok lefektetése szükséges lehet, nyomáscsökkentése kedvező
Hátrány	Szerelése szűkös helyen nehézkes Terhelhetősége mérsékelt (konstrukciófüggő)	Felszereléséhez külön konstrukció szükséges Levegőtöltésű kerék érzékeny a terepi viszonyokra	A megfelelő rögzítés megfontolandó, az esetleges kopások után a csere lehetőségét biztosítani kell.

A lehetséges megoldások és a jellemzés alapján a szerkezeti I szelvényes megoldást alkalmazom a zsalszerkezet csúsztatásához.

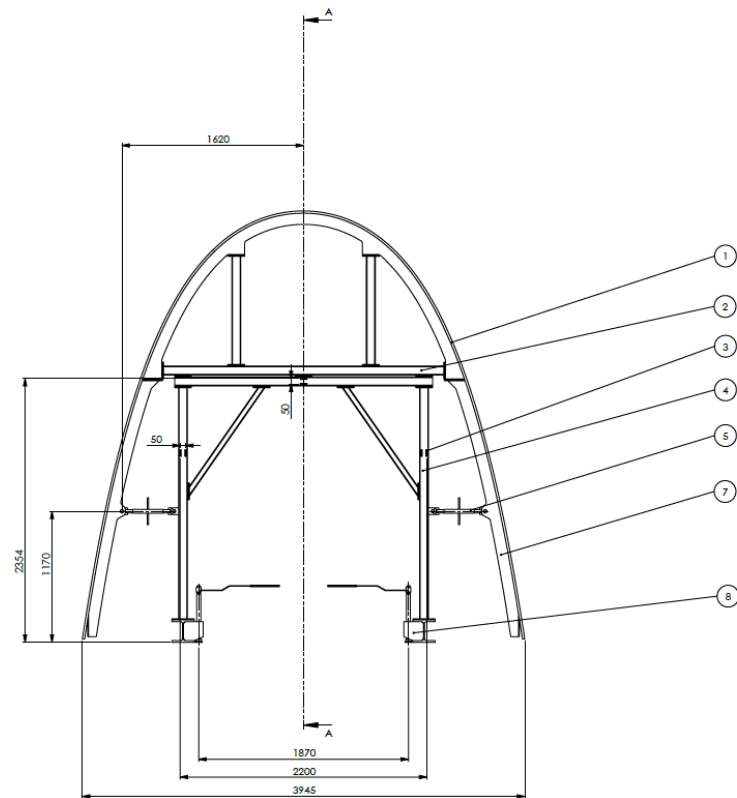
6.5 A TERVEZETT SZERKEZET BEMUTATÁSA

A tervezett szerkezet bemutatását egy axonometrikus nézettel kezdem, amin a szerkezeti elrendezés látható **6.20. ábra**.

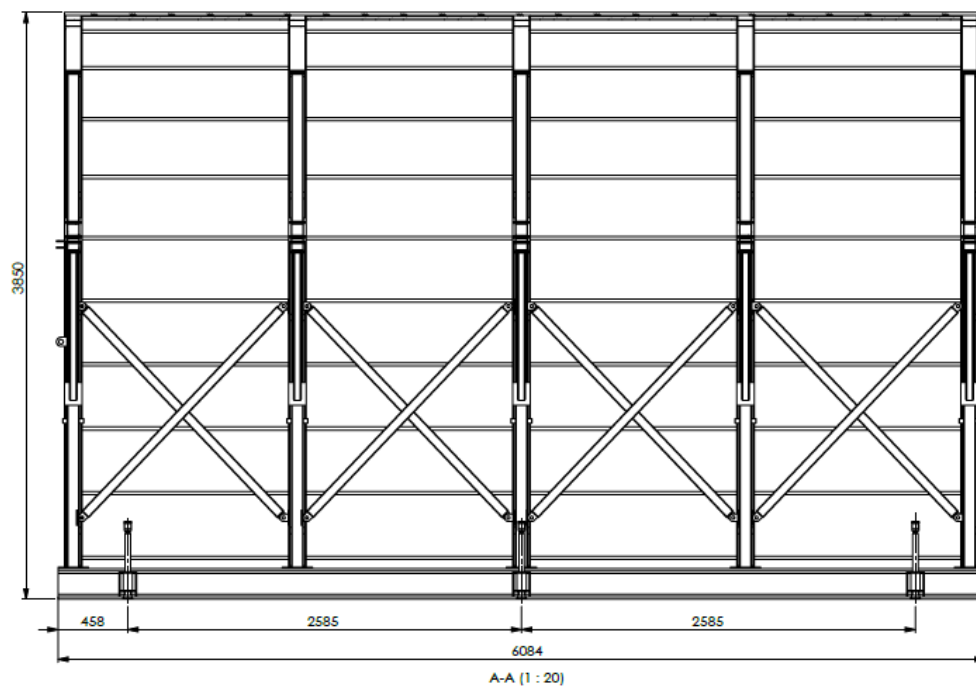


6.20. ábra: Tervezett berendezés axonometrikus nézete

A szerkezet befoglaló méretei a **6.21. és 6.22. ábrán** láthatóak.

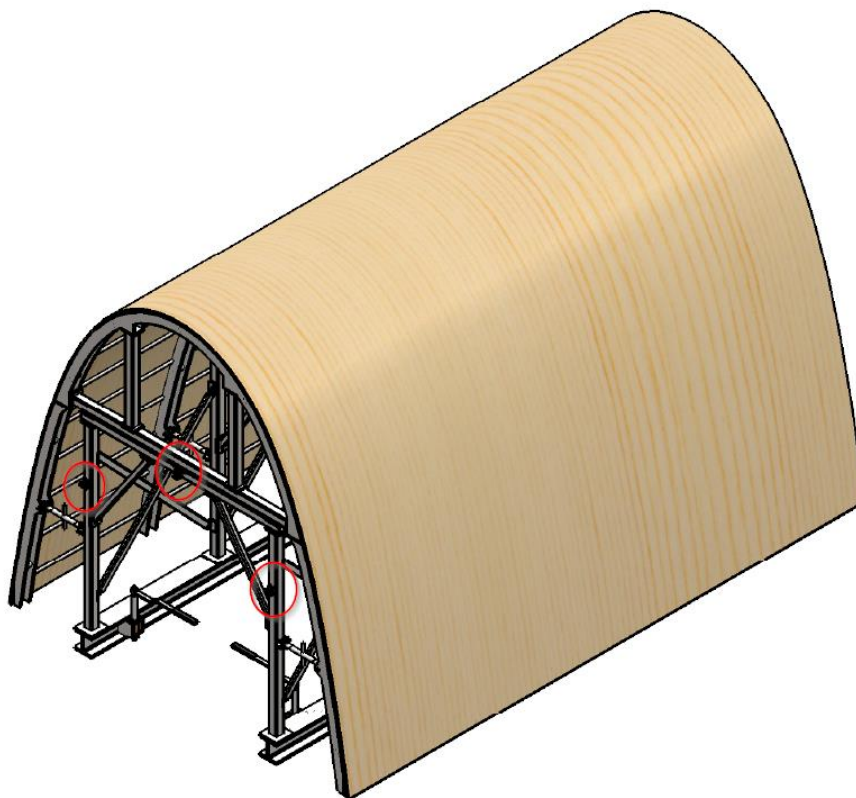


6.21. ábra: Tervezett berendezés méretei 1.



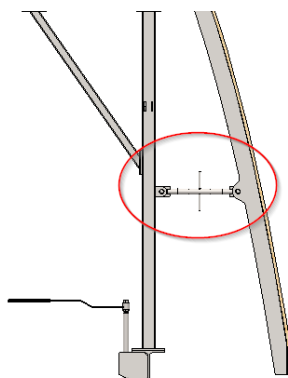
6.22. ábra: Tervezett berendezés méretei 2.

A berendezésen látható, hogy az íves acélszerkezetes megoldást alkalmaztam, a vontatási pontok a szerkezeten a tervezőprogram által kalkulált súlyponthoz képest 120° -os elrendezésben helyeztem el. Az elhelyezés a **6.23. ábrán** látható.



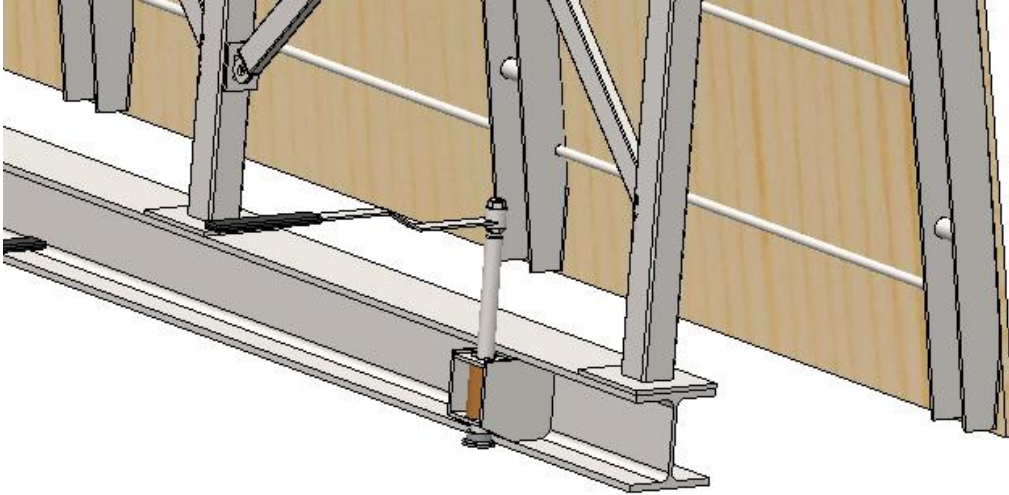
6.23. ábra: Vontatási pontok elhelyezkedése

A héjszerkezet oldalirányú elmozdításáról a dolgozatban szereplő függesztő / támasztó orsó alkalmazása mellett döntöttem. Az **6.24. ábrán** látható módon alkalmaztam.



6.24. ábra: Támasztó orsó alkalmazása

A 6.25. ábrán pedig az egyedi emelőorsó szerkezet és a csúsztatást biztosító talp látható. Az emelőszerkezet fémlemez, illetve bronzpersely alkalmazásával készült. Az orsó emeléséről a hajtókar gondoskodik. A csúsztatótalpnak pedig egy HEB 200-as gerendát választottam.



6.24. ábra: Támasztó orsó alkalmazása

A diplomamunkám során alkalmazott megoldásoktól jelentősen eltérő módszerek is helytállóak lehetnek, a teljes értékű kidolgozás nem volt cél a tartalmi követelmények rövidege miatt. A következő fejezetben ismertetek néhány olyan gondolatot, ami alkalmas lehet a szerkezet átgondolására, a jelenlegi megoldások továbbfejlesztésére.

7. LEHETSÉGES TOVÁBBFEJLESZTÉSI IRÁNYOK

Részelemekből épített zsaluzat vizsgálata

A megtervezett zsaluszerkezet egy merev kialakítású acél, illetve rétegelt lemez váz. Az elválasztás a betonhéjtól az acél rugalmasságának kihasználásával oldottam meg. A szerkezet átgondolása akár egy kedvezőbb kialakítású rendszert is eredményezhet, melynek alapjaihoz a koncepció képzés első megoldásáig kellene visszanyúlni.

Szakaszolt zsaluzat

A kidolgozásban egy 6 méter hosszú zsaluszerkezetet alkottam meg, a zsaluszerkezet ebben a formájában hosszú is lehet, nagy konstrukciót kell tervezni és megvalósítani. Sok tényezőt kell figyelembe venni a robosztus kialakításnál. A zsaluzat szakaszolható is lehet, mivel a korszerű betonok kötési ideje már lehetővé teszi kisebb alátámasztások alkalmazását is, ezáltal kisebb terhelésre kell méretezni, kompaktabb lehet a szerkezet, még kevesebb erő, illetve anyagfelhasználás révén ugyan azt az eredményt el tudjuk érni. Érdeemes lenne figyelembe venni a szakaszolhatóság lehetőségét is.

Orsós emelő-rendszer kialakítása

A megtervezett szerkezetnél az emelő orsók nem szinkronban mozognak, ezáltal a berendezés kezelése több embert is igényelhet. Érdeemes átgondolni azt a lehetőséget, hogy az orsós emelőket tengelyekkel és az ellentétes oldalt forgásirányváltóval összekapcsolni, hogy egy központi helyről tudjuk az emelést végrehajtani. Ezen megoldás alkalmazásával, és megfelelő áttételekkel akár egy főre is csökkenhet a kezelőszemélyzet.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

Az irodalomkutatót az építőanyagok korok szerinti elhelyezésével kezdtem, ahol bemutattam, hogy a történelmi fejlődés során az ember milyen alapanyagokat használt épületeinek megalkotásához. Folytatásul a beton bekeveréséhez szükséges berendezéseket ismerttettem röviden, majd a témát szorosan érintő betonlövés technológiát, illetve a zsaluzástechnológiának a témához illeszkedő részeit mutattam be. Végül a zsalurendszerek mozgatásához szükséges berendezéseket, illetve eszközöket felsoroltam, illetve röviden leírtam a működési elvüket. Olyan berendezéseket, illetve elemeket igyekeztem felsorolni, amelyek szerintem alkalmasak lehetnek egy hasonló zsaluszerkezet különféle mozgatásának ellátására.

A tervezési munkát a szerkezettel szemben támasztott formai követelmények ismertetésével kezdtem, melyben kitértem a láncgörbe alakzatok alkalmazásának sajátosságaira. A koncepció tervezési fázisban több olyan alakzatot bemutattam, amely alkalmas lehet a feladat elvégzésére, összehasonlítottam egyénileg átgondolt szempontok alapján, majd kiválasztottam az általam vélt legjobb megoldást. A kiválasztás után megterveztem, majd szimulációs vizsgálatok segítségével bebizonyítottam, hogy az előírt terheléseknek megfelel a szerkezet. A zsaluzat elválasztásához szintén koncepcionális vázlatokat készítettem, majd a legalkalmasabb kiválasztása után szilárdsági szempontok szerint méreteztem. Legutoljára pedig a láncgörbe alakú zsaluzat elmozdításához szükséges gördülő / csúsztató koncepciót kiválasztva beillesztettem a tervezett szerkezetbe. Végül bemutattam az elkészült terveket néhány ábra segítségével, a tervek részletei a mellékletben megtalálhatók.

A tervezés során az eredeti elvtől eltérő ötleteim is felmerültek, melyeknek megvalósíthatóságát nem vizsgáltam meg és részleteit nem dolgoztam ki, de továbbfejlesztési lehetőségként bemutattam.

SUMMARY

I started my literary research by examining the placement of building materials by historical periods, demonstrating the basic materials humans used to create their buildings during the course of historical development. Next, I briefly introduced the equipment needed to mix concrete, and then presented the concrete shooting technology and the parts of formwork technology closely related to the topic. Finally, I listed and in short described the equipment and tools necessary for moving formwork systems, aiming to include elements that could be suitable for various types of formwork movement.

I began the design work by outlining the formal requirements for the structure, including the characteristics of applying chain curve shapes. In the conceptual design phase, I presented several shapes that could be suitable for the task, compared them based on individually considered criteria, and selected the solution I considered to be the best. After the selection, I designed and demonstrated through simulation tests that the structure met the required loads. I also created conceptual sketches to separate the formwork and then sized it based on strength considerations after selecting the most suitable solution. Next, I selected the rolling/sliding concept necessary for moving the chain-curved formwork and integrated it into the designed structure. Finally, I presented the finished plans with the help of some illustrations, and the details of the plans can be found in the appendix.

During the design process, some ideas that deviated from the original principle arose, the feasibility of which I did not investigate and the details of which I did not develop, but I presented them as possibilities for further development.

FORRÁSOK

[1.] Dr. Pankhardt Kinga, PhD. Kovács József: Építőanyagok, TERC Kft. Budapest 2013.

[2.] <https://www.buildersmart.in/blogs/evolution-of-construction-and-building-materials>
(utolsó látogatás: 2023.05.01.)

[3.] https://jegyzettar.blog.hu/2017/09/10/a_tortenelmi_korszakok_hatarai
(utolsó látogatás: 2023.05.01.)

[4.] <https://urbandesignlab.in/timeline-of-the-history-of-architecture/>
(utolsó látogatás: 2023.05.01.)

[5.] Rácz Kornélia: Betontechnológiai gépek I., Typotex kiadó, Budapest 2012.

[6.] <https://www.peri.hu/termekek/zsalu-rendszerek/falzsalu.html>
(utolsó látogatás: 2023.05.01.)

[7.] <https://edu.epito.bme.hu/local/coursepublicity/mod/resource/view.php?id=71990>
(utolsó látogatás: 2023.05.01.)

[8.] <https://docplayer.hu/45060080-A-betonok-szivattyuzhatosaganak-vizsgalata.html>
(utolsó látogatás: 2023.05.01.)

[9.] http://www.ita-hun.hu/palyazatok/pontokert/mapei_lottbeton.pdf
(utolsó látogatás: 2023.05.01.)

[10.] https://se.sze.hu/images/ngb_se008_1/Zsaluzatok.pdf
(utolsó látogatás: 2023.05.01.)

[11.]
http://www.sze.hu/~szepj/2019_szerkezetepites_1/levelezo/ea/SZERKEZET%C3%89P%C3%8DT%C3%89S%20I%20ZSALUZATOK%20EL%C5%90AD%C3%81S.pdf
(utolsó látogatás: 2023.05.01.)

[12.] <https://www.baustoffwissen.de/baustoffe/baustoffknowhow/garten-landschaftsbau-tiefbau/was-ist-spritzbeton/>

(utolsó látogatás: 2023.05.01.)

[13.]

<http://www.columbia.edu/cu/civileng/meyer/publications/publications/93%20Concrete.pdf>

(utolsó látogatás: 2023.05.01.)

[13.] Bider Zsolt – Borbás Lajos – Eleőd András – Lovas László – Márialigeti János – Rácz Péter – Devecz János – László Gabriella – Szalai Péter: Jármű- és hajtáselemek I., Typotex kiadó, Budapest 2012.

[14.] Dr. Zsáry Árpád: Gépelemek I. kötet, Tankönyvkiadó, Budapest 1989.

[15.] Dr. Zsáry Árpád Gépelemek II. kötet, Tankönyvkiadó, Budapest 1991.

[16.] Jáki Imre: Pneumatikus és Hidraulikus rendszerek, Műszaki Könyvkiadó 2020.

[17.] <https://sites.google.com/a/hidra.hu/hidra-cegcsoport/hidraulika/hidraulika-alkatresz/munkahenger>

(utolsó látogatás: 2023.05.01.)

[18.] <https://mathworld.wolfram.com/Catenary.html>

(utolsó látogatás: 2023.05.01)

[19.] <https://ironlab.hu/accel-hejszerkezetek-gauditól-a-biodomig/>

(utolsó látogatás: 2023.05.01)

[20.] http://www.steelnumber.com/en/steel_composition_eu.php?name_id=152

(utolsó látogatás: 2023.05.01)

[21.] <http://farmtraktor.hu/termek/tamaszto-orso-kat-2-4/>

(utolsó látogatás: 2023.05.01)

[22.] <https://www.mm.bme.hu/~kossa/segedletek/sziltan/kihajlas.pdf>

(utolsó látogatás: 2023.05.01)

[23.] <http://www.sze.hu/~szalai/gepelemek/Gepelemek.pdf>

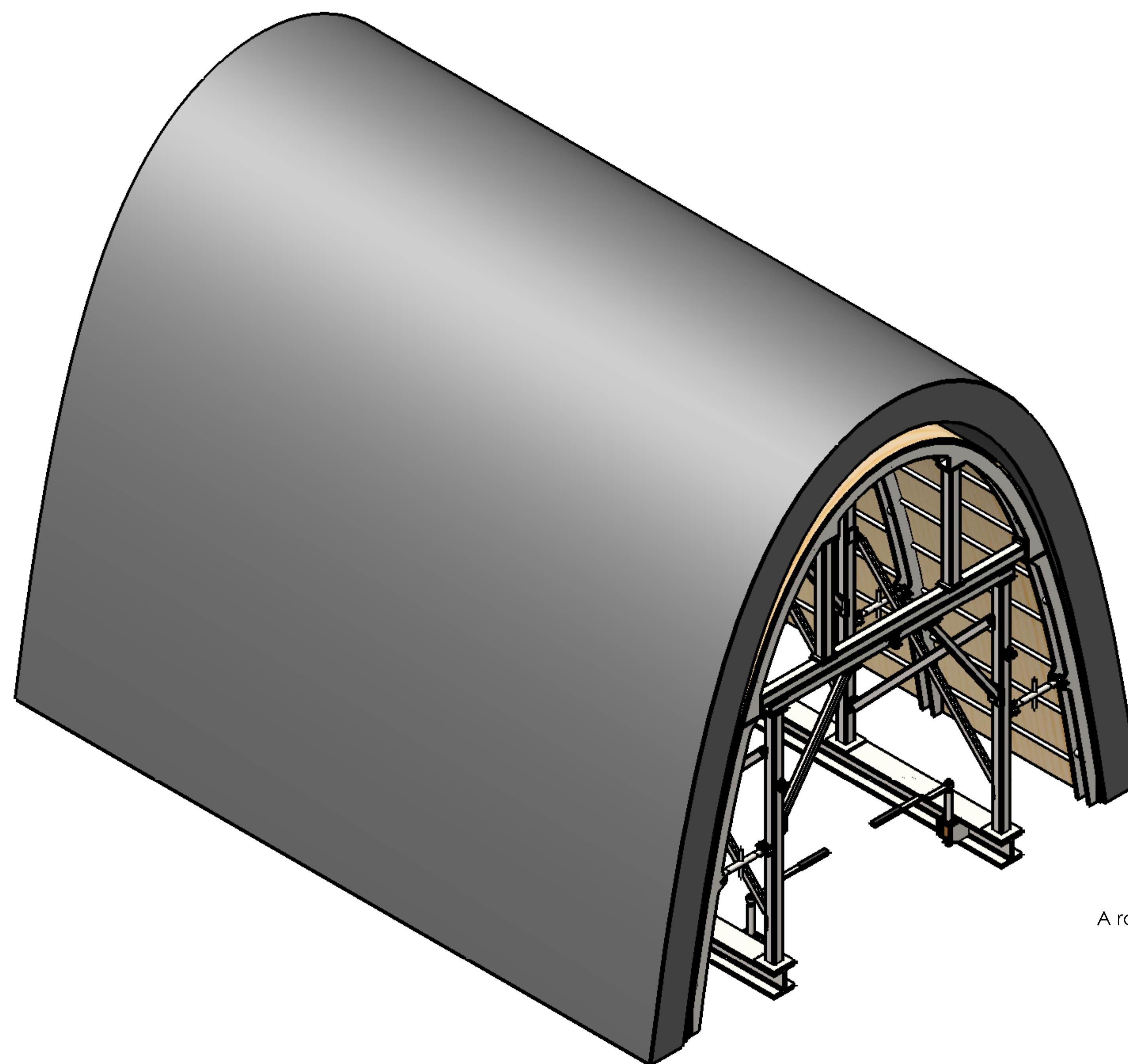
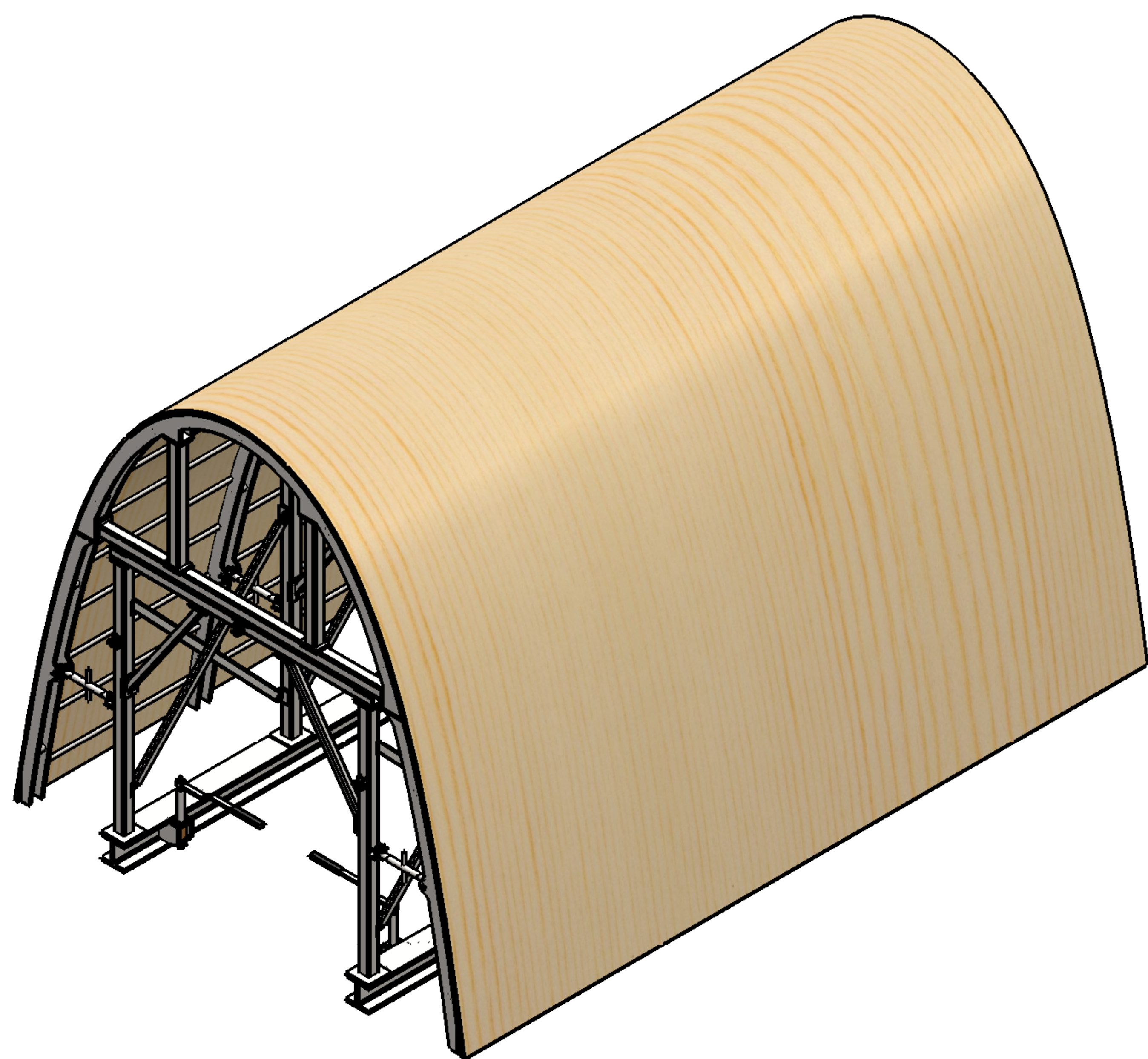
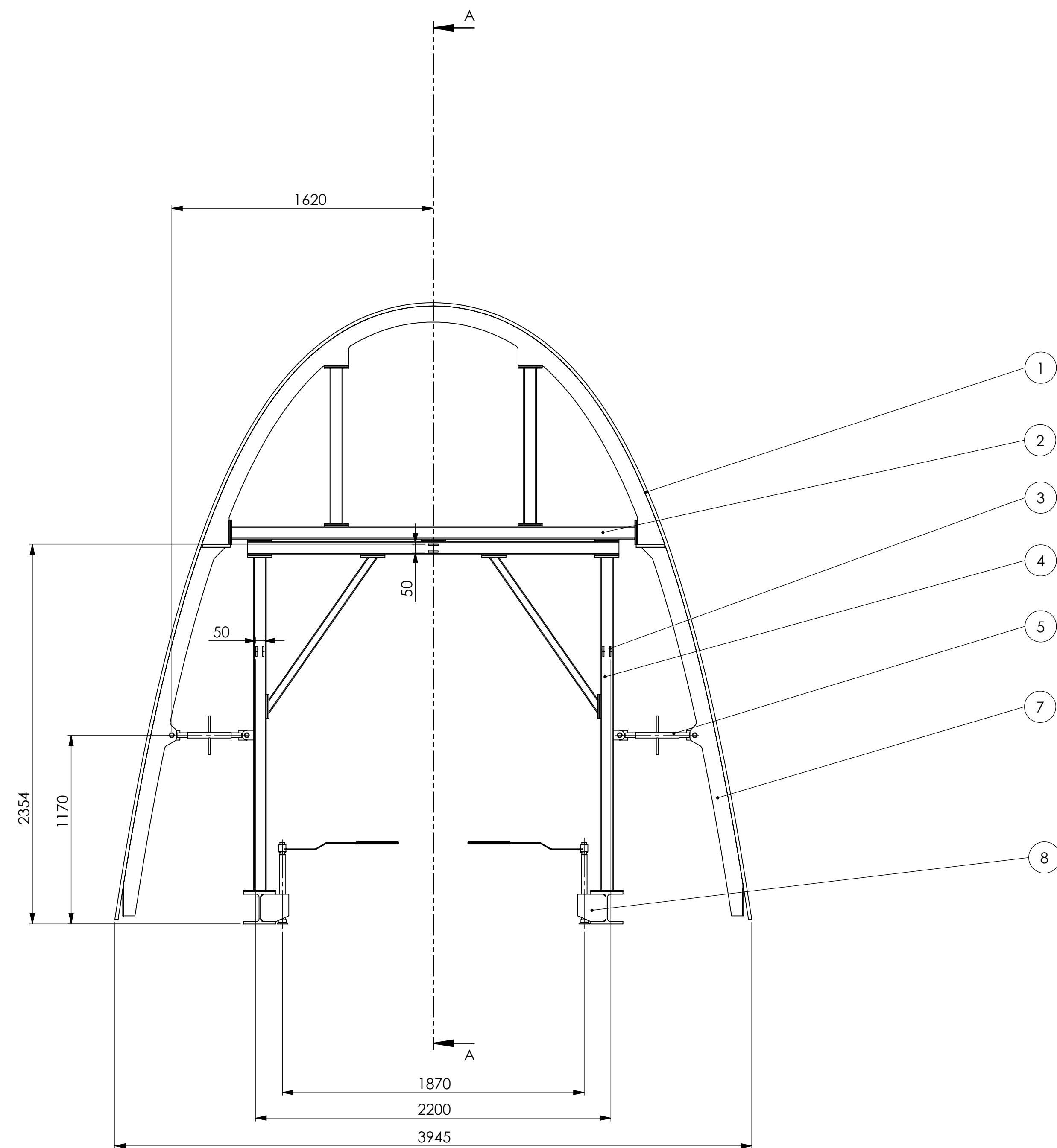
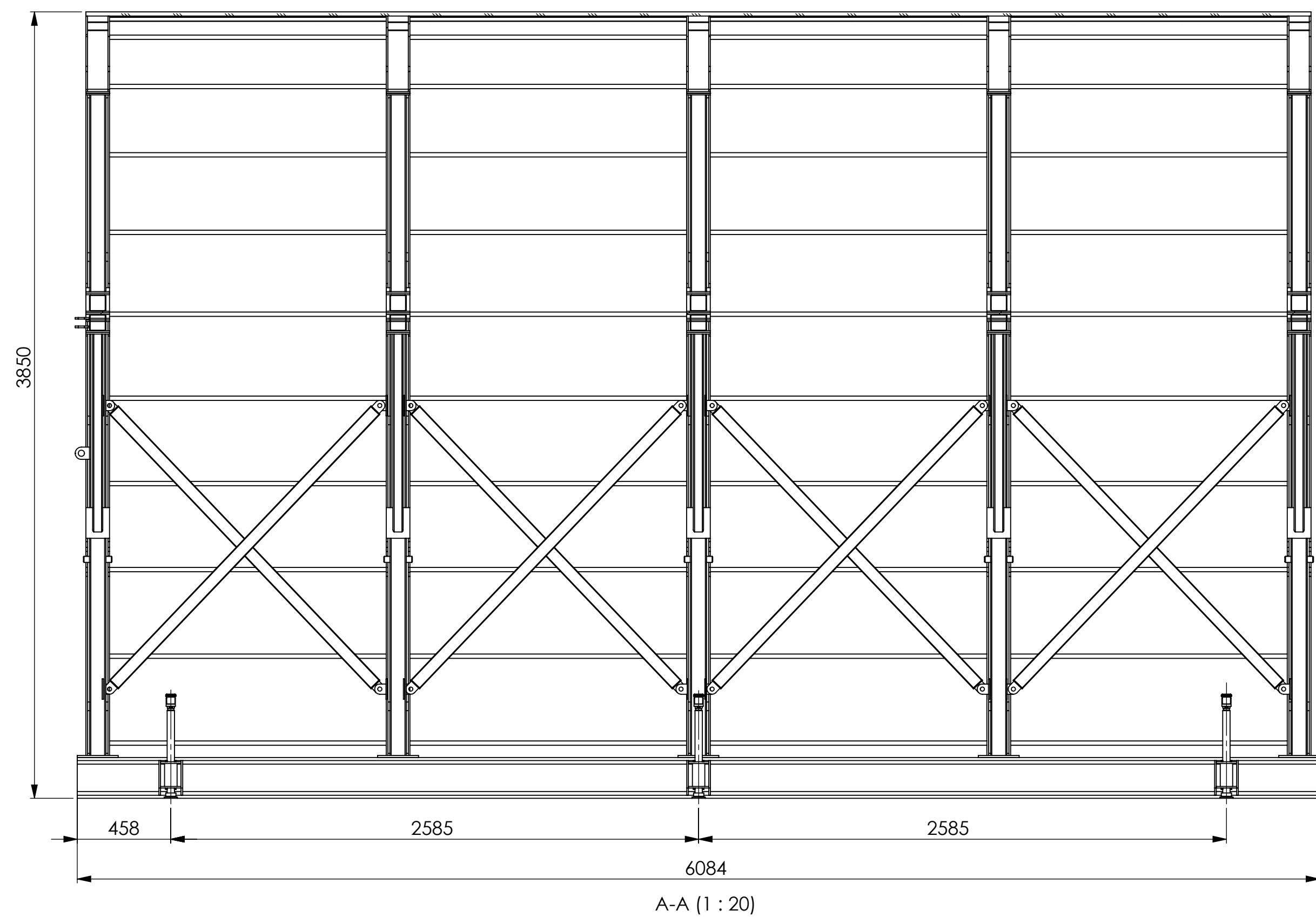
(utolsó látogatás: 2023.05.01)

[24.] Szabadits Ödön: Acélok, Öntöttvasak, MSZT Szabványkiadó, Budapest, 2005.

[25.] <http://invitel.hu/fektiforg/trapez.html>

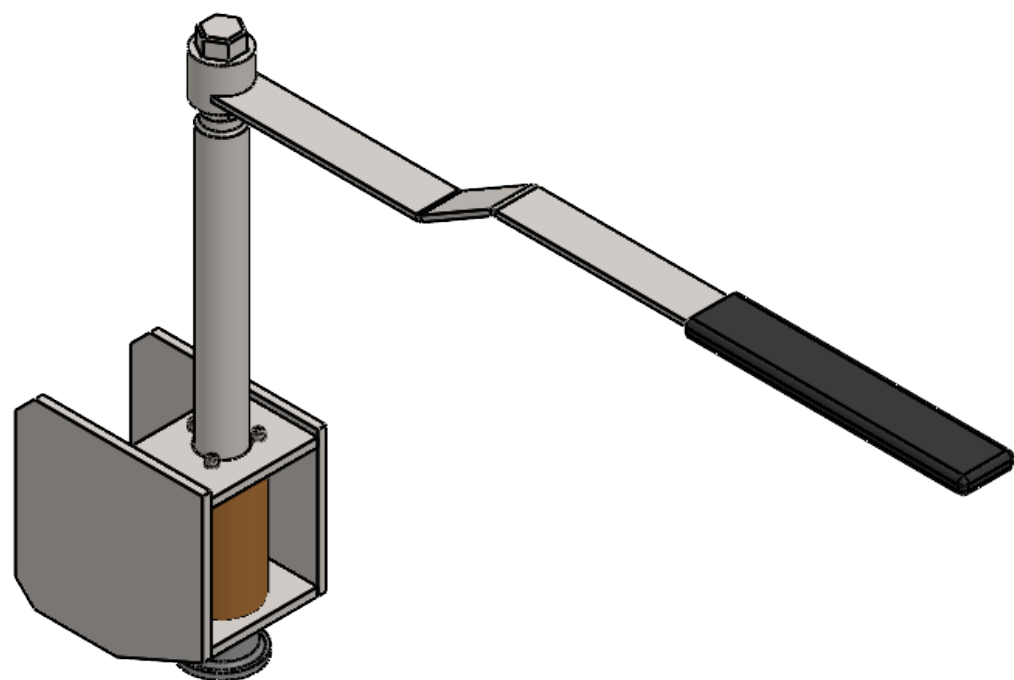
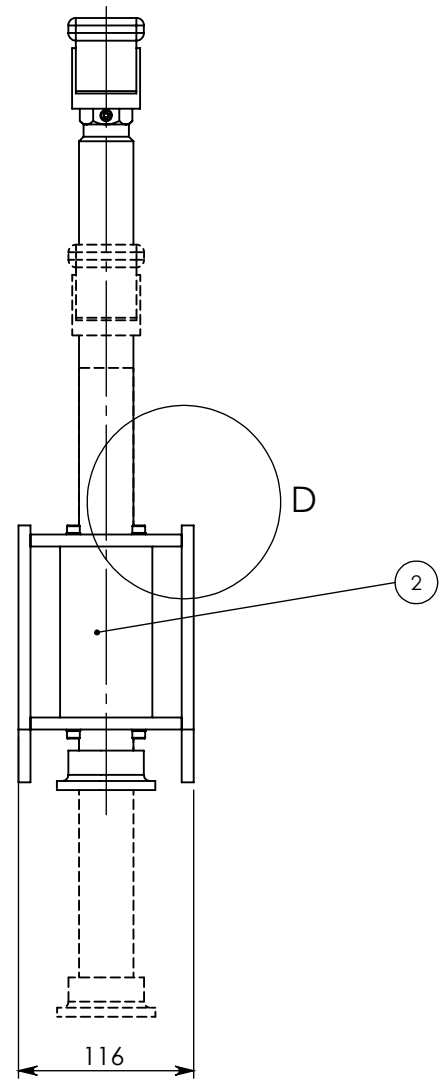
(utolsó látogatás: 2023.05.01)

MELLÉKLETEK

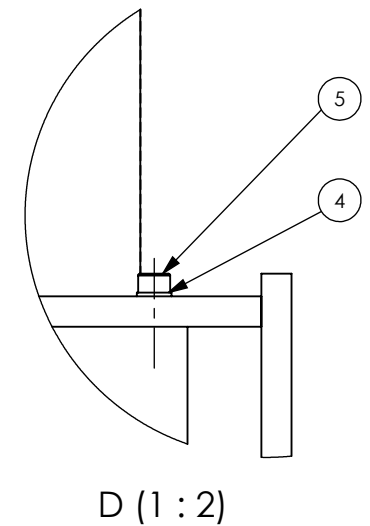
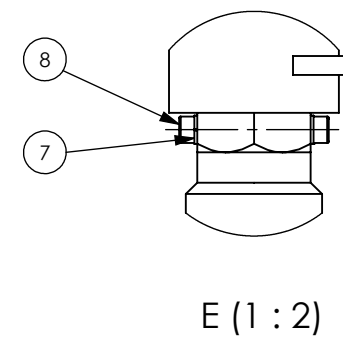
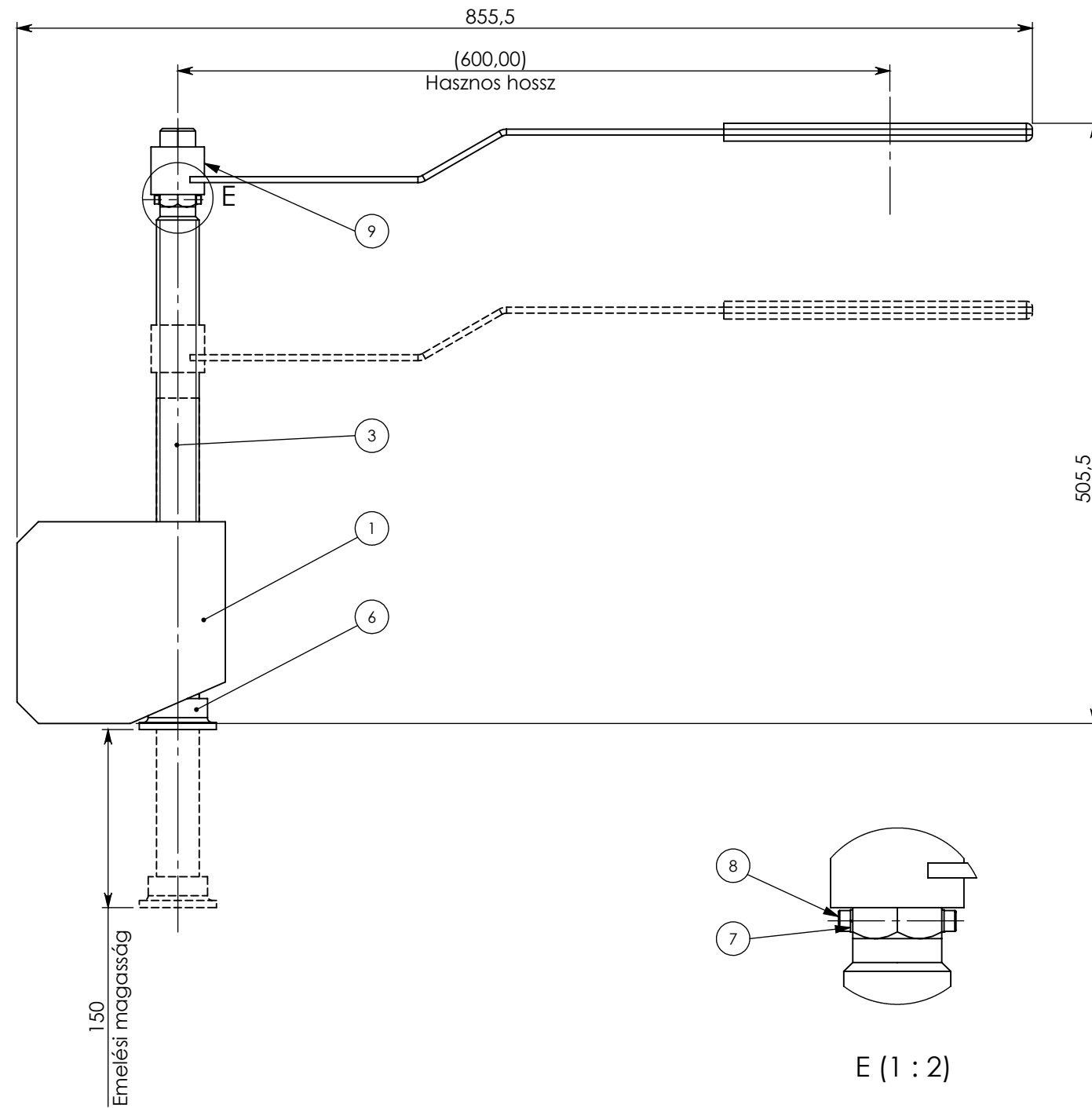


A rajz szemléltetés céljából készült, darabjegyzéket nem tartalmaz

Magyar Agrár- És Élettudományi Egyetem Műszaki Intézet - Gépszerkezettani Tanszék			
Éleddate	Láncgörbe-iv zsalszerkezete	Méretarány	Tömeg
Dátum		M 1:20	
Sorszám	Név, neptun kód	Anyag	
	Kolozsi Attila, S6MOMV	Rajzsám	
			MATE-DD-FOA-00-000



Az ábrán a Tr 36x6 menet nem látható

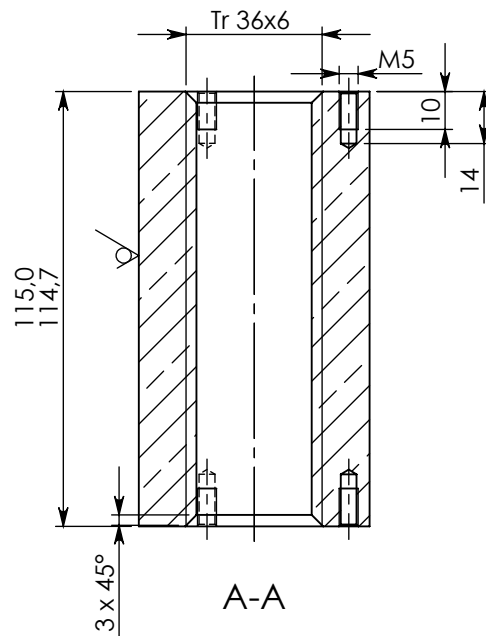
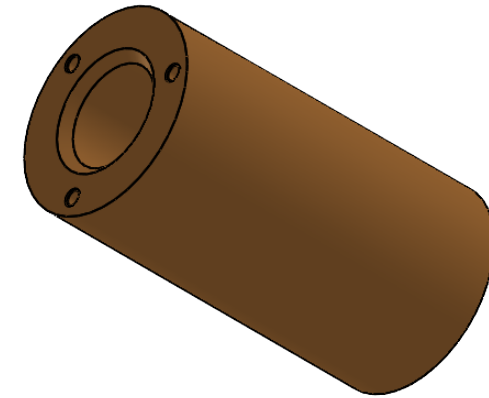
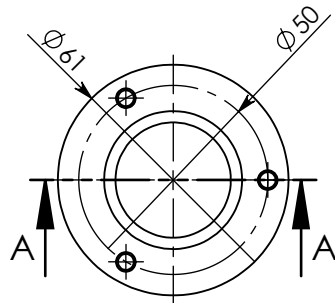


A szerkezet felrögzítése nincs ábrázolva

Magyar Agrár- És Élettudományi Egyetem Műszaki Intézet - Gépszerkezettani Tanszék

Ellenőrizte	Emelő orsó összeállítás	Méretarány	Tömeg
Dátum		M 1:5	11,9 kg
2023.04.30		Anyag	
Sorszám	Név, neptun kód	Rajzsám	
	Kolozsi Attila, S6MOMV	MATE-DD-23-02-000	

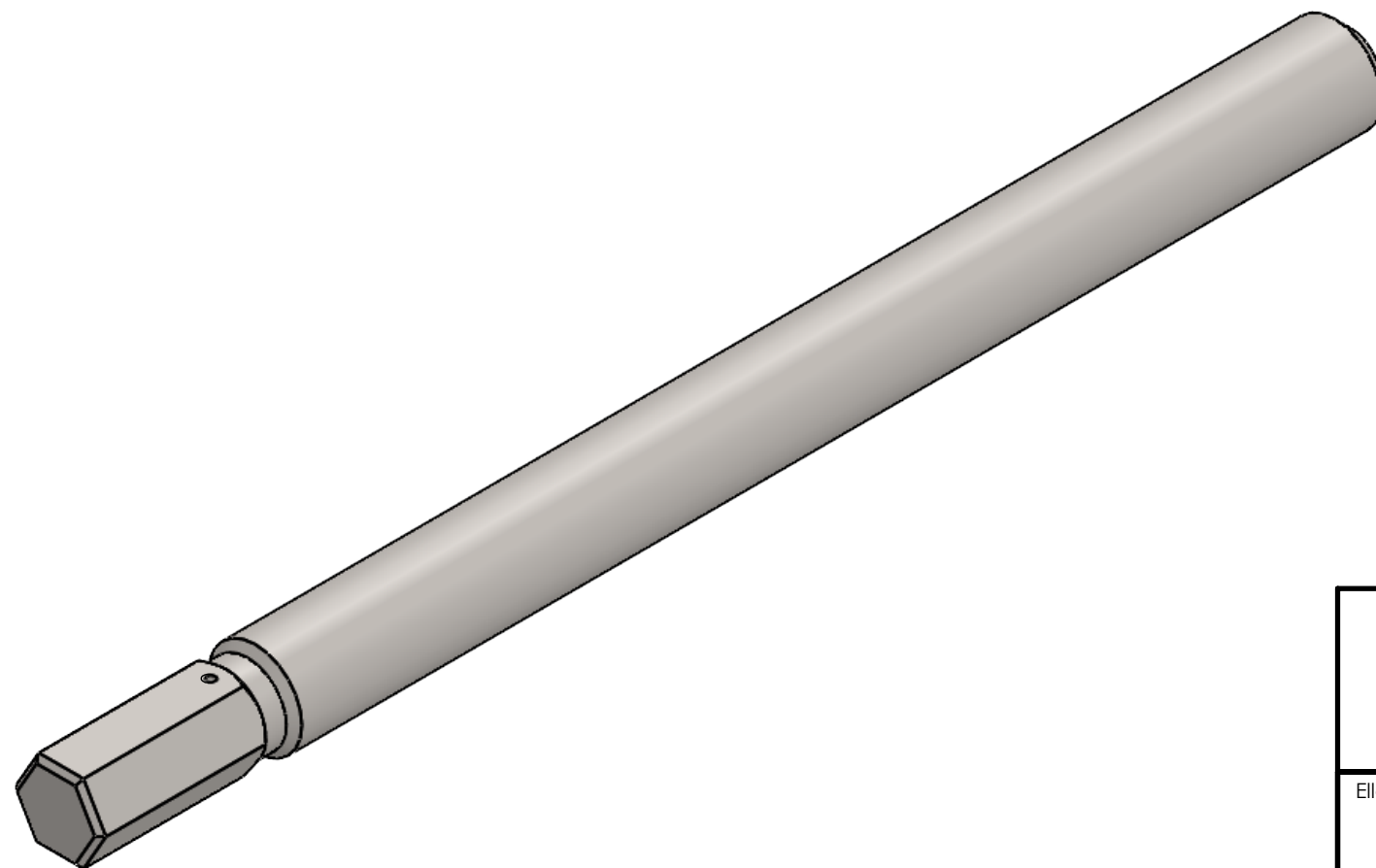
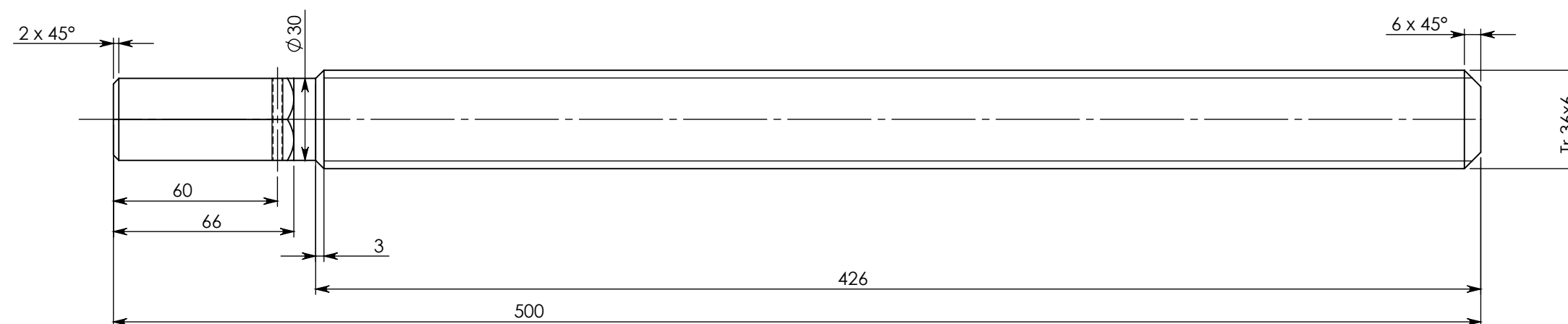
[illegible]



Általános élettörés 0.2 mm x 45° / sorjázás

Magyar Agrár- És Élettudományi Egyetem Műszaki Intézet - Gépszerkezettani Tanszék

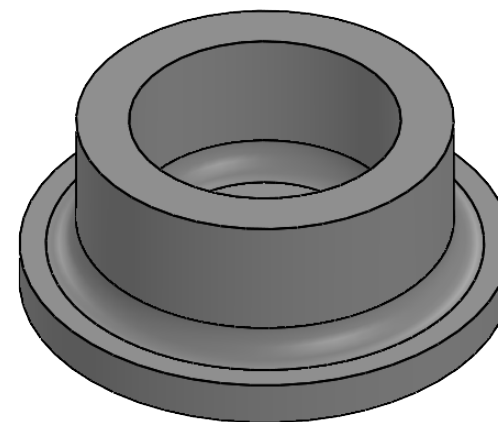
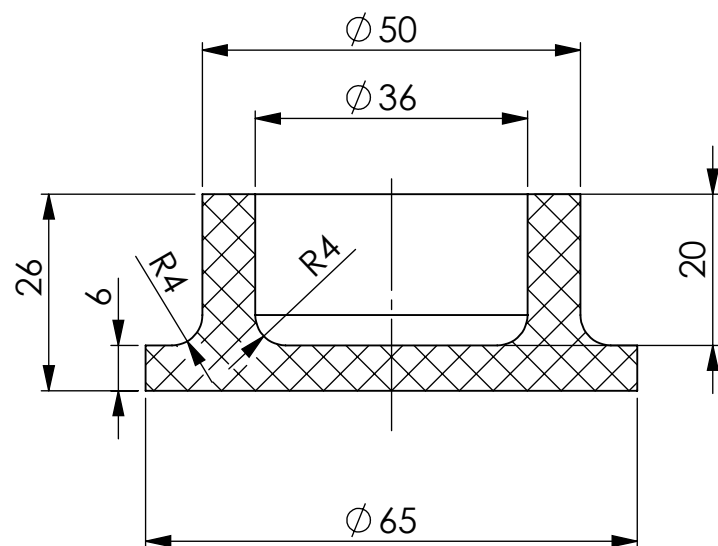
Ellenőrizte	Bronz persely	Méretarány	Tömeg
Dátum		M 1:2	2,2 kg
2023.04.30		Anyag	CuSn12
Sorszám	Név, neptun kód	Rajkszám	
	Kolozsi Attila, S6MOMV	MATE-DD-23-00-001	



A Tr 36x6 menet nincs ábrázolva

Magyar Agrár- És Élettudományi Egyetem
Műszaki Intézet - Gépszerkezettani Tanszék

Ellenőrizte	Trapéz orsó	Méretarány	Tömeg
Dátum		M 1:2	3,8 kg
2023.04.30		Anyag	
		C45	
Sorszám	Név, neptun kód	Rajzszám	
	Kolozsi Attila, S6MOMV	MATE-DD-23-00-002	



Magyar Agrár- És Élettudományi Egyetem Műszaki Intézet - Gépszerkezet-tani Tanszék

Ellenőrizte

TALP

Méretarány
M 1:1

Tömeg

Dátum

2023.04.30

Anyag

PA TYPE 6

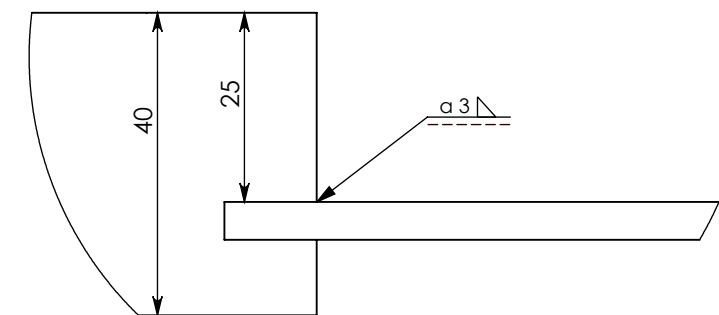
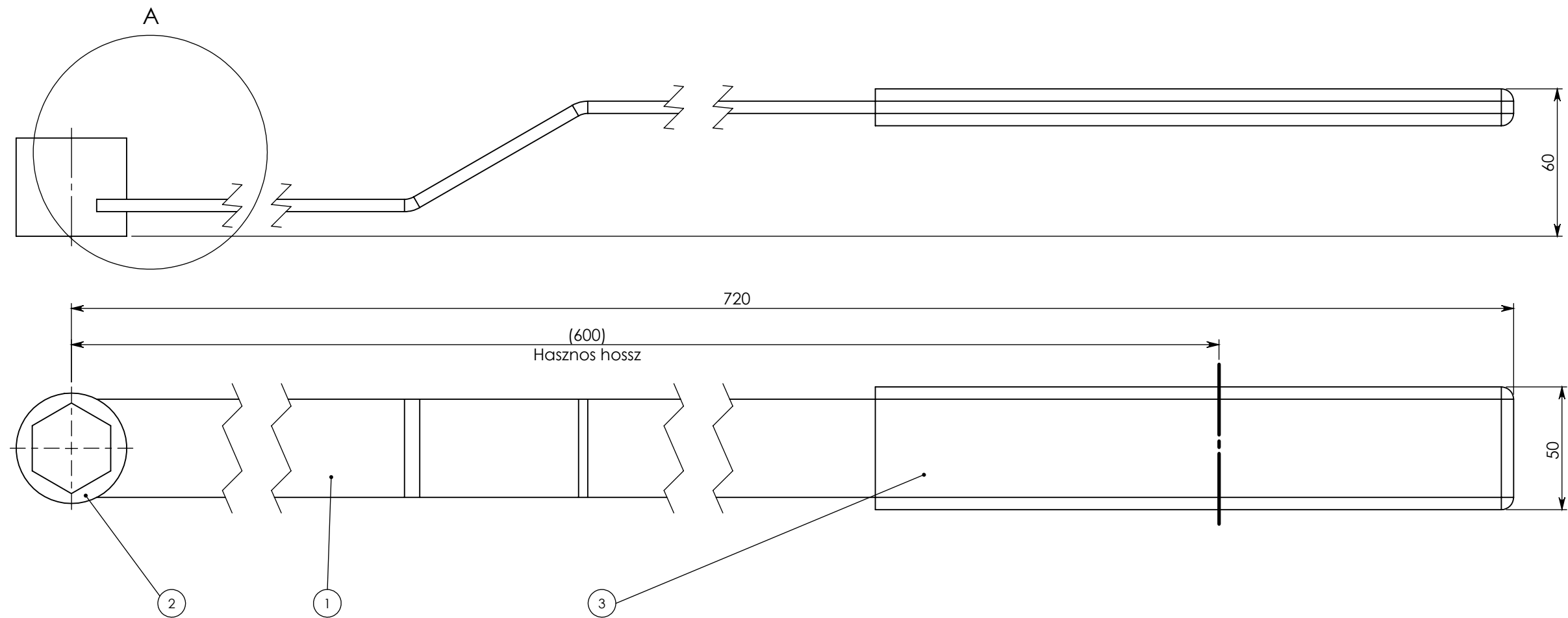
Sorszám

Név, neptun kód

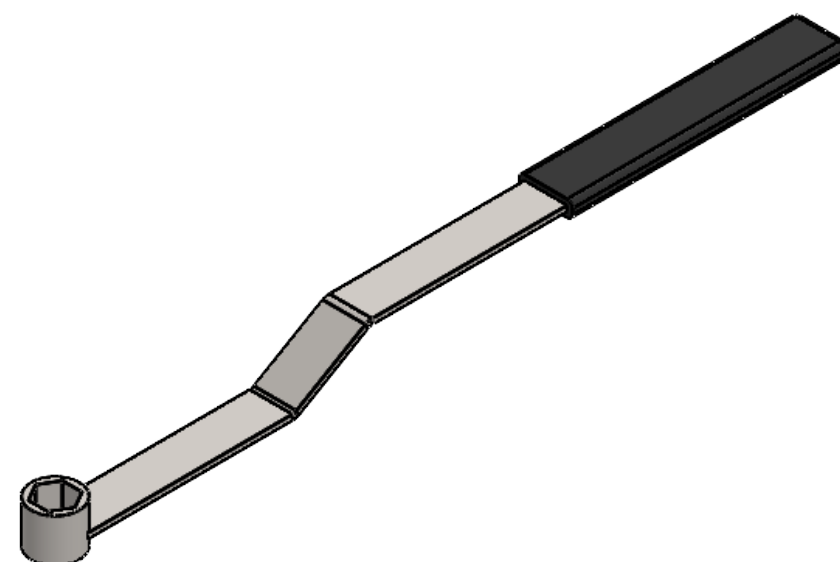
Kolozsi Attila, S6MOMV

Rajzszám

MATE-DD-23-00-003



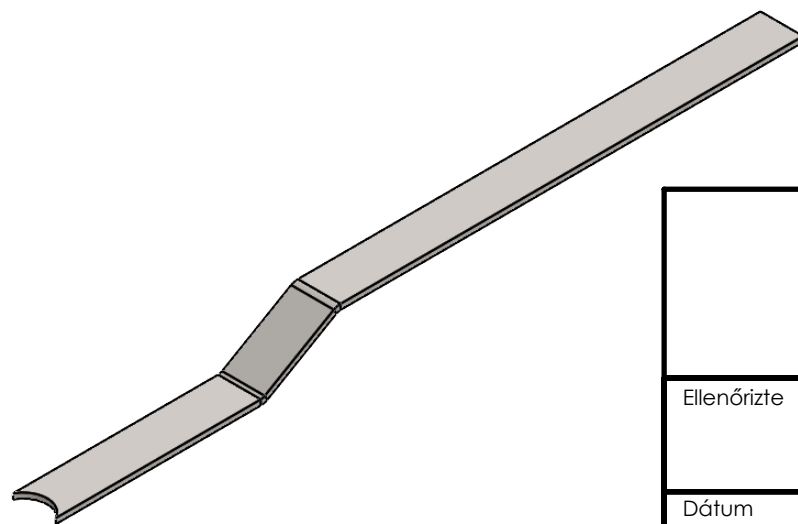
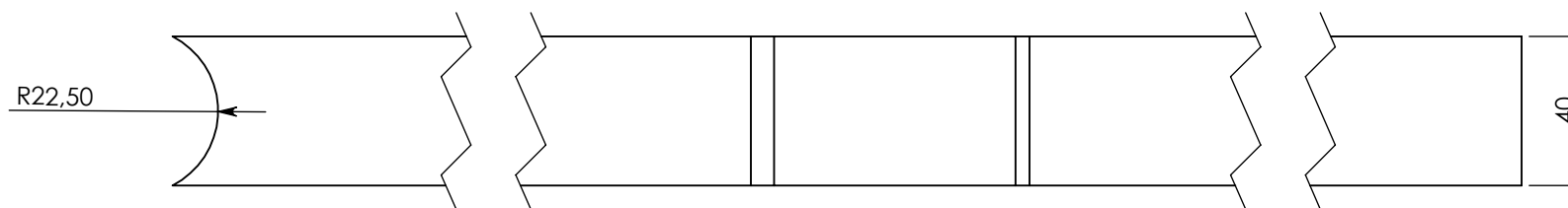
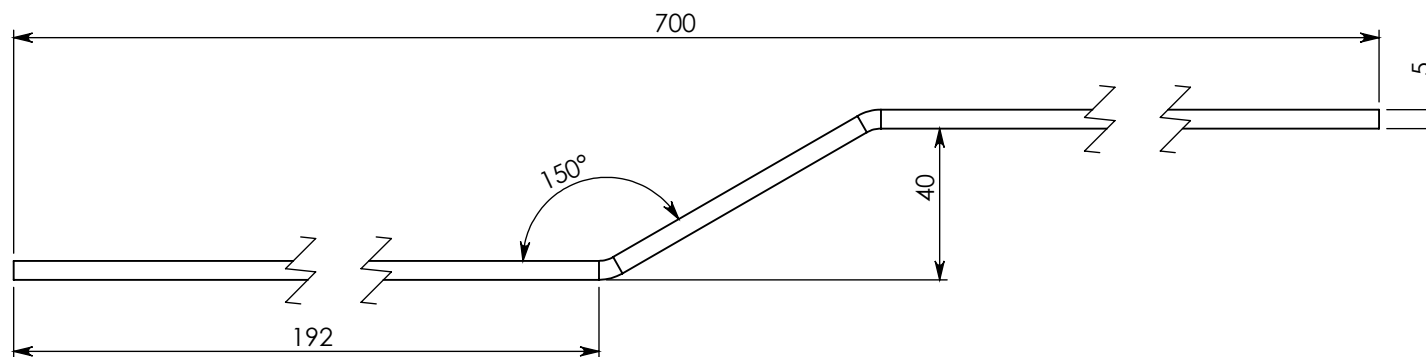
A (1 : 1)



A 3. tétel helyettesíthető öntapadó gumisalaggal
Tételjegyzék: MATE-DD-23-01-000_DBJ.pdf

Magyar Agrár- És Élettudományi Egyetem Műszaki Intézet - Gépszerkezettani Tanszék

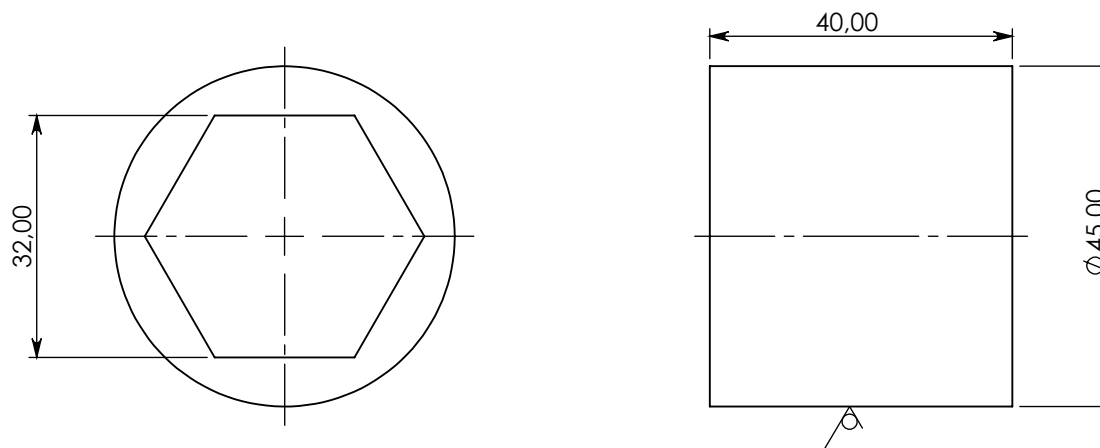
Ellenőrizte	Kar összeállítás	Méretarány	Tömeg
Dátum		M 1:2	1,5 kg
2023.04.30		Anyag	
Sorszám	Név, neptun kód	Rajzsám	
	Kolozsi Attila, S6MOMV	MATE-DD-23-01-000	



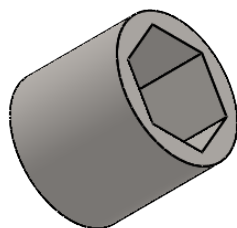
Általános élettörés 0.2 mm x 45° / sorjázás

Magyar Agrár- És Élettudományi Egyetem Műszaki Intézet - Gépszerkezettani Tanszék

Ellenőrizte		Hajlított kar	Méretarány	Tömeg
			M 1:2	1,1 kg
Dátum			Anyag	
2023.04.30			S275JR	
Sorszám	Név, neptun kód		Rajzszám	
	Kolozsi Attila, S6MOMV		MATE-DD-23-01-001	

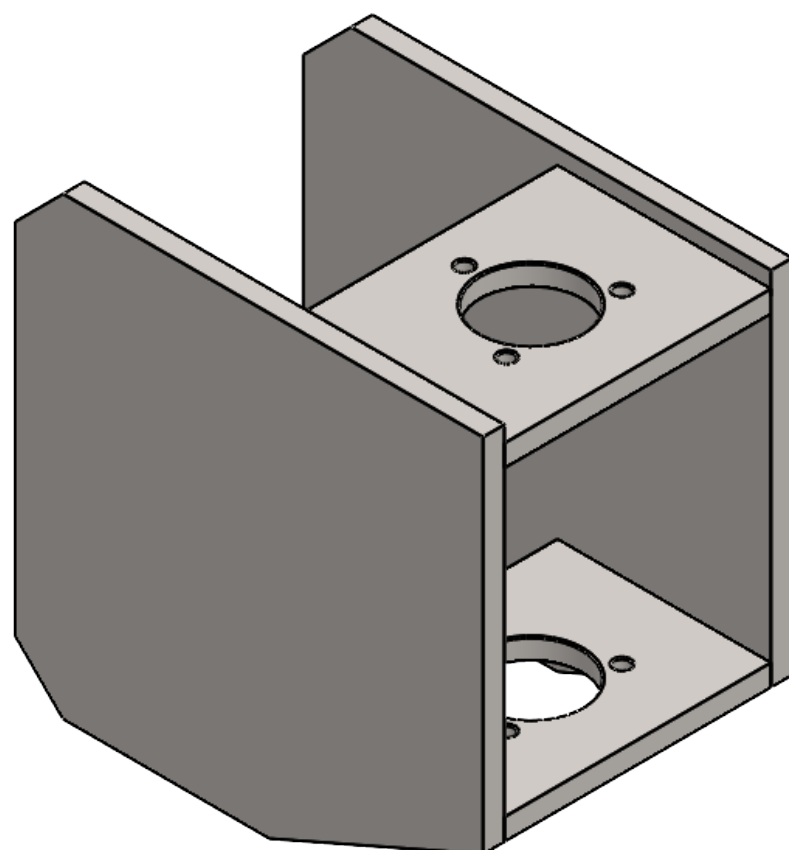
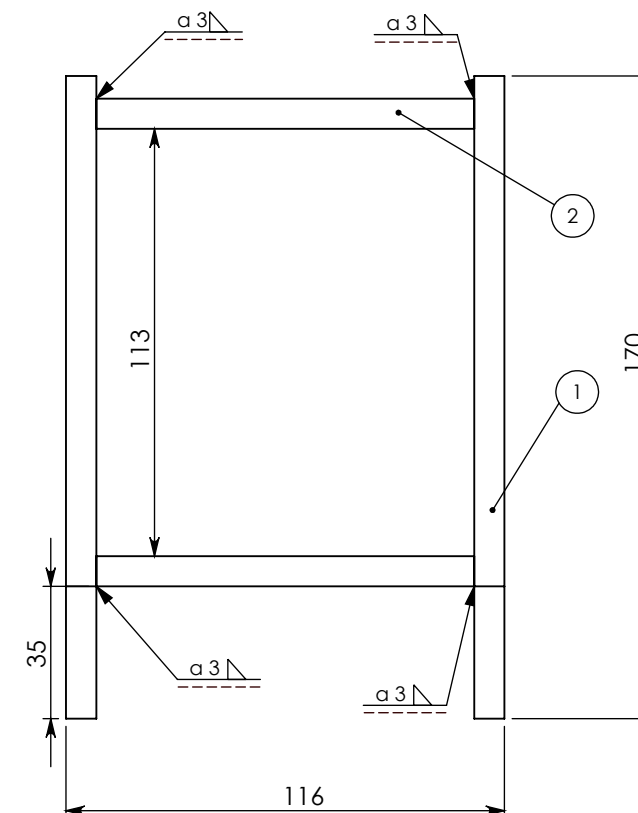
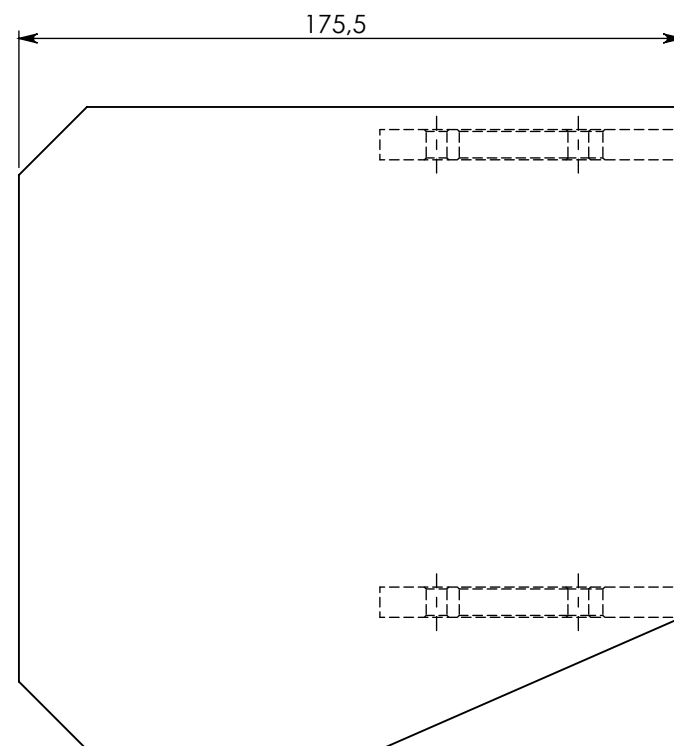


Általános élettörés 0.2 mm x 45° / sorjázás



Magyar Agrár- És Élettudományi Egyetem Műszaki Intézet - Gépszerkezettani Tanszék

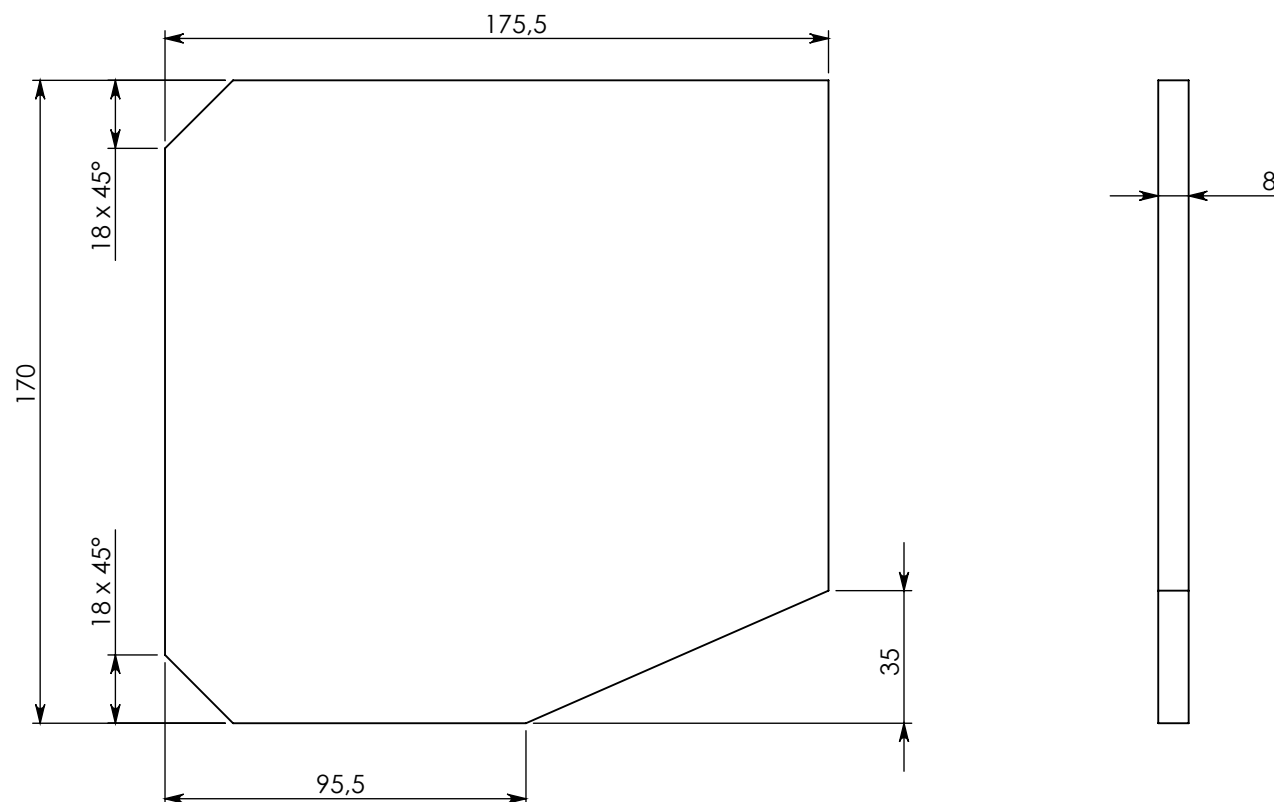
Ellenőrizte		Belső hatszögű persely	Méretarány	Tömeg
Dátum			M 1:1	0,24 kg
2023.04.30			Anyag	
			S275JR	
Sorszám	Név, neptun kód		Rajzsám	
	Kolozsi Attila, S6MOMV		MATE-DD-23-01-002	



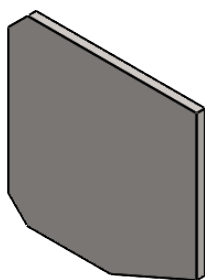
Tételjegyzék: MATE-DD-23-02-000_DBJ.PDF

Magyar Agrár- És Élettudományi Egyetem Műszaki Intézet - Gépszerkezettani Tanszék

Ellenőrizte	Lemez ház összeállítás	Méretarány	Tömeg
Dátum		M 1:2	4,4 kg
2023.04.30		Anyag	
Sorszám	Név, neptun kód	Rajzsám	
	Kolozsi Attila, S6MOMV	MATE-DD-23-02-000	



Általános élettörés 0.2 mm x 45° / sorjázás



Magyar Agrár- És Élettudományi Egyetem Műszaki Intézet - Gépszerkezettani Tanszék

Ellenőrizte

Oldal lemez

Méretarány

M 1:2

Tömeg

1,8 kg

Dátum

2023.04.30

Anyag

S275

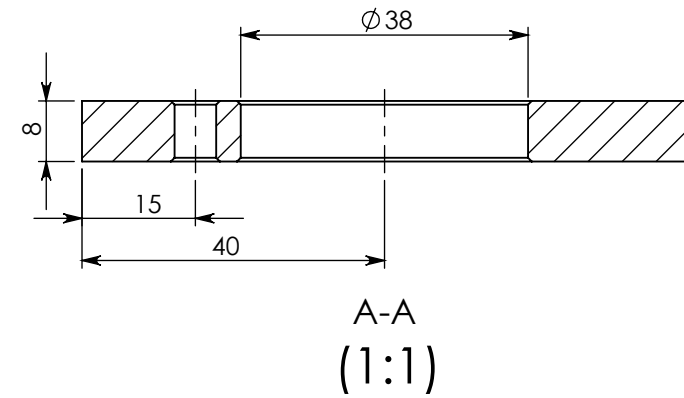
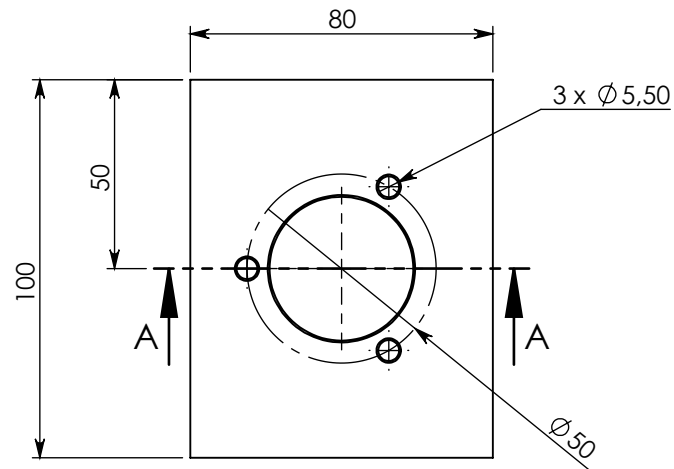
Sorszám

Név, neptun kód

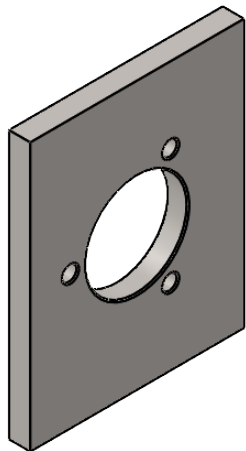
Kolozsi Attila, S6MOMV

Rajzsám

MATE-DD-23-02-001



Általános élettörés 0.2 mm x 45° / sorjázás
Furatok élettörése 0.5 mm x 45°



Magyar Agrár- És Élettudományi Egyetem Műszaki Intézet - Gépszerkezettani Tanszék

Ellenőrizte	Szerelő lemez	Méretarány	Tömeg
Dátum		M 1:2	0,42 kg
2023.04.30		Anyag	
Sorszám	Név, neptun kód	Rajzszám	
	Kolozsi Attila, S6MOMV	MATE-DD-23-02-002	

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: **KOLOZSI ATTILA**
A Hallgató Neptun kódja: **S6MOMV**
A dolgozat címe: **SPECIÁLIS ZSALUSZERKEZET TERVEZÉSE**
A megjelenés éve: **2023**
A konzulens tanszék neve: **GÉPSZERKEZETTANI TANSZÉK**

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

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

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

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

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

Kelt: 2023. év 04. hó 25. nap


Hallgató aláírása

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Kolozsi Attila (S6MOMV) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

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

Kelt: 2023 év 04 hó 26 nap



Belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.