

JAKUS BALÁZS ISTVÁN
SZAKDOLGOZAT

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR
MECHATRONIKA, OPTIKA ÉS GÉPÉSZETI INFORMATIKA TANSZÉK



SZAKDOLGOZATOK

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR
MECHATRONIKA, OPTIKA ÉS GÉPÉSZETI INFORMATIKA TANSZÉK

JAKUS BALÁZS ISTVÁN

SZAKDOLGOZAT

Egy majdnem elfeledett sztereó technika:

Bálint István forgótárcsás 3D felvevő és vetítőgépének felújítása

Konzulens:

Dr. G. Szabó István
ügyvezető igazgató,
Optika Mérnökiroda Kft.

Témavezető:

Dr. Nagy Balázs Vince
egyetemi docens

Budapest, 2020

Szerzői jog © Jakus Balázs István, 2020.



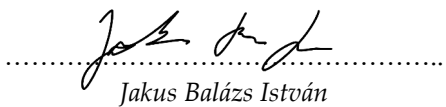
SZAKDOLGOZAT-FELADAT

NYILVÁNOS

AZONOSÍTÁS	Név: Jakus Balázs István		Azonosító: 76491214272	
	Képzéskód: 2N-AM0		Specializáció kódja:	Feladatkiírás azonosítója:
	Szak: Mechatronikai mérnöki alapszak (BSc)		2N-AM0-OP-2017	GEMI:2020-1:2N-AM0:XOKDXL
	Szakdolgozatot kiadó tanszék: Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék		Zárvizsgát szervező tanszék: Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék	
	Témavezető: Nagy Balázs Vince (71428949344), egyetemi docens			

FELADAT	Cím	Egy majdnem elfeledett sztereó technika: Bálint István forgótárcsás 3D felvevő és vetítógépének felújítása An almost forgotten stereo technique: Renovation of István Bálint's rotary disk 3D recorder and projector
	Részletes feladatok	Szakirodalmi és internetes kutatás alapján tekintse át a meglévő 3D megjelenítési technológiákat, az ilyen eszközök működését, különös tekintettel a 3D megjelenítők történetére! Elemezze és értékelje az egyes technológiák előnyeit és hátrányait, valamint a jelenlegi fejlesztési irányokat! 2. Tanulmányozza a Bálint István-féle forgótárcsás 3D rendszert, elemezze a rendszer működéséhez szükséges paramétereket és pontossági követelményeket! 3. Vizsgálja át a berendezéseket, tekintse át a működőképessé tétel érdekében tisztítandó, javítandó vagy újragyártandó ill. pótolandó alkatrészeket! A munka során tartsa be azt a fő irányelvet, hogy a berendezés lehetőség szerint az eredetivel azonos vagy attól csak a legszükségesebb mértékben eltérő, működőképes állapotát nyerve vissza! 4. Tervezze újra a szükséges alkatrészeket! Vegyen részt az alkatrészek legyártásában vagy legyártatásában! 5. Végezze el a készülékek felújítását, javítását és helyezze üzembe azokat! Tartson bemutatót a vetítőkészülékkel, esetleg a felvevő készülékkel is! 6. Értékelje a készülékeket, ill. a felújítás során elvégzett feladatokat.
	Hely	A szakdolgozat készítés helye: Optika Mérnökiroda Kft. 1121 Budapest, Konkoly-Thege Miklós út 29-33. 30. ép. Konzulens: Dr. G. Szabó István, Ügyvezető igazgató

ZÁRÓVIZSGA	1. záróvizsga tantárgy(csoport)	2. záróvizsga tantárgy(csoport)	3. záróvizsga tantárgy(csoport)
	ZVEGEMIBMIE Irányítás elmélet	ZVEGEMIBMOP Optomechatronika	ZVEGEMIBMFV Fény- és világítástechnika

HITELESÍTÉS	Feladat kiadása: 2020. szeptember 15.		Beadási határidő: 2020. december 11.	
	Összeállította: Nagy Balázs Vince (71428949344) témavezető		Ellenőrizte: Dr. Kiss Rita Mária s.k. tanszékvezető	Jóváhagyta: Dr. Bihari Péter s.k. dekanhelyettes
	Alulírott, a feladatkiírás átvételével egyúttal kijelentem, hogy a Szakdolgozat-készítés c. tantárgy előkövetelményeit maradéktalanul teljesítettem. Tudomásul veszem, hogy jogosulatlan tantárgyfelvétel esetén a jelen feladatkiírás hatálytalan.  Jakus Balázs István			

NYILATKOZATOK

Beadhatósági nyilatkozat

A jelen szakdolgozat az üzem/intézmény által elvárt szakmai színvonalnak mind tartalmilag, mind formailag megfelel, beadható.

Kelt, 2020.12.09.

Az üzem részéről:

OM OPTIKA
MÉRNÖKIRODA KFT.
1121 Budapest,
Konkoly Thege Miklós u. 29/33.
Adatsz. 13 79 8780-2 41

üzemi konzulens

BEADHATÓSÁGI NYILATKOZAT

Alulírott, NAGY BALÁZS VINCE, TÉMAVEZETŐ nyilatkozom, hogy JAKUS BALÁZS ISTVÁN (XOKDXL) hallgató a Mechatronikai mérnöki alapképzési szakon a 2020. évben az *Egy majdnem elfeledett sztereó technika: Bálint István forgótárcsás 3D felhívó és vetítőgépének felújítása* címmel készített szakdolgozat (továbbiakban szakdolgozat) az intézmény által elvárt szakmai színvonalnak mind tartalmilag, mind formailag megfelel, beadható.

Kelt, Budapest, 2020. december 10.



Dr. Nagy Balázs Vince

témavezető



ELFOGADÁSI NYILATKOZAT

Alulírott, NAGY BALÁZS VINCE, TÉMAVEZETŐ nyilatkozom, hogy JAKUS BALÁZS ISTVÁN (XOKDXL) hallgató a Mechatronikai mérnöki alapképzési szakon a 2020. évben az *Egy majdnem elfeledett sztereó technika: Bálint István forgótárcsás 3D felhívó és vetítőgépének felújítása* címmel készített szakdolgozat (továbbiakban szakdolgozat) a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Kara által a Diplomatervezési és Szakdolgozat feladatokra előírt valamennyi tartalmi és formai követelménynek, továbbá a feladatkiírásban előírtaknak maradéktalanul eleget tesz. E szakdolgozatot a nyilvános bírálatra és nyilvános előadásra alkalmasnak tartom.

Kelt, Budapest, 2020. december 10.

Dr. Nagy Balázs Vince

témavezető

Nyilatkozat az önálló munkáról

Alulírott, *Jakus Balázs István* (XOKDXL), a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem hallgatója, büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem és sajátkezű aláírással igazolom, hogy ezt a szakdolgozatot meg nem engedett segítség nélkül, saját magam készítettem, és dolgozatomban csak a megadott forrásokat használtam fel. Minden olyan részt, melyet szó szerint vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a hatályos előírásoknak megfelelően, a forrás megadásával megjelöltem.

Budapest, 2020. 12. 06.



szigorló hallgató

TARTALOMJEGYZÉK

Előszó.....	xii
1. Bevezetés	1
2. A témához kapcsolódó szakirodalom.....	3
2.1. Az emberi térlátás	3
2.1.1. A monokuláris jelzőmozzanatok	3
2.1.2. A binokuláris jelzőmozzanatok	4
2.2. A háromdimenziós megjelenítési technikák	5
2.2.1. Sztereó megjelenítők.....	5
2.2.1.1. Az anaglif technikák	5
2.2.1.2. Interferenciaszűrős technikák	6
2.2.1.3. A polarizációs technikák	6
2.2.1.4. Szinkronizált takaráson alapuló technikák	7
2.2.1.5. Csatornajel szétválasztáson alapuló technikák.....	8
2.2.1.6. Párhuzamos akadályokat tartalmazó autosztereó technikák.....	8
2.2.2. Volumetrikus háromdimenziós technikák.....	9
2.2.2.1. Statikus volumetrikus kijelzők.....	10
2.2.2.2. Dinamikus volumetrikus kijelzők	10
2.2.3. Holográfia	11
2.2.4. HoloVizio®	12
3. A Bálint István-féle forgótárcsás rendszer működése	13
3.1. A sztereó vetítő- és felvevőgép története.....	13
3.2. A rendszer felépítése és működése	14
4. A felújítandó alkatrészek	19
4.1. A tisztítandó részek	19
4.2. A javítandó, pótlandó alkatrészek.....	20
4.2.1. A meghajtómotor	20
4.2.2. A világítás.....	22
4.2.3. A nézőkészülékek	28
5. A vetítés.....	37
5.1. A film befűzése	37
5.2. A kép beállítása	38
5.3. A vetítés indítása.....	39
6. Összefoglalás	40

6.1.	Eredmények	40
6.2.	Tanulságok, javaslatok	40
7.	Irodalomjegyzék	42
8.	Summary	44

ELŐSZÓ

A szakdolgozatom során Bálint István 3D vetítőjének felújításán és üzembe helyezésén dolgoztam. Ezt a feladatot az Optika Mérnökiroda Kft. ajánlotta fel, és az ő eszközeit használhattam a megvalósításhoz.

A munkát Horváth Somával közösen kezdtük el 2020 márciusában, de szeptembertől egyedül folytattam tovább.

A dolgozatomban először összefoglaltam a 3D-s megjelenítés történetét, illetve a világban jelenlevő 3D-s eszközök működését. Majd ezek után tárgyalom a vetítő működését és a felújítás lépéseit és folyamatait.

A feladat végrehajtása során az ipari munkatársakkal együtt dolgozva sikerült eljutni a mostani formáig, ami a vetítő működőképes állapotát jelenti.

* * *

Köszönetnyilvánítás

A feladat megvalósításában való segítségért köszönet illeti a részemről Dr. G. Szabó Istvánt, aki kitartóan támogatta a munkámat. Továbbá Horváth Somát, amiért a feladat első felében munkatársként dolgozott velem. Köszönet az Optika Mérnökiroda Kft. munkatársainak: Bujáki Krisztiánnak, Kovács Rékának, Pápai Lőrincnek és Radvánszky Rolandnak. Valamint köszönettel tartozom Palatinus Józsefnek, hogy betekintést nyújtott Bálint István életébe és munkásságába.

Fót, 2020. 12. 06.

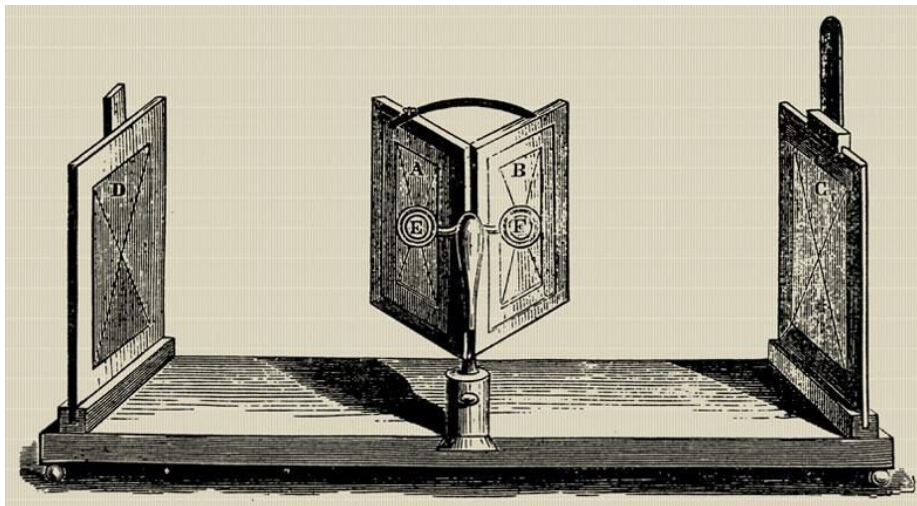
Jakus Balázs István

1. BEVEZETÉS

A háromdimenziós megjelenítés már nagyon régen érdeklődésre tartott számot az emberiség körében. Mindig is voltak olyanok, akik törekedtek a világ minél pontosabb visszaadására a képeken. Miután megjelent a fényképészet ez még inkább fokozódott. Sokan keresték a térbeliség megjelenítésének lehetőségét a fotókon. A filmvetítés elterjedésével felmerült az igény a háromdimenziós mozgóképek iránt, hogy minél inkább a valósághoz közel álló élményt nyújtson a mozi. Ennek következtében alakultak ki a 3D felvételi és vetítési technikák.

A sztereó technikák történetéről számot ad a 3D megjelenítési technikák című könyv 6. fejezete (FEKETE, et al., 2014f) és HONG és társai cikke (2011).

A háromdimenziós megjelenítés első fontos képviselője Charles Wheatstone (1802-1875). Állítása szerint a háromdimenziós hatás a kétdimenziós képek közötti kicsi eltérések miatt alakul ki. Ennek szemléltetésére alkotta meg a sztereoszkópot (1-1. ábra.) 1832-ben, amely két, a szemhez képest 45° -os szögben álló tükröt tartalmaz. A két tükör a két szembe a két szélén található képeket vetíti, ezekből az agy előállítja egy 3D tárgy képét.



1-1. ábra. Wheatstone-féle sztereoszkóp (FEKETE, et al., 2014f)

Az időben következő a Sir David Brewster által 1849-ben felfedezett prisma sztereoszkóp, amit Jules Duboscq valósított meg. Ez két lencsét tartalmazott a két képhez.

Az első magyar sztereó-dagerrotípiát 1850-ben készítette el Strelisky Lipót.

1855-ben feltalálták a kinematoszkópot, ami animációs sztereó kamera volt.

Az 1861-ben Oliver Wendell Holmes által megalkotott kézi sztereoszkópot, amely fából készült, tartalmazott két lencsét és egy képtartót, majdnem 100 évig gyártották.

A háromdimenziós mozgóképek vonzották a filmkészítőket, mert minél látványosabb megjelenésre törekedtek. A legelső 3D rövidfilm az Egy vonat érkezése 1903-ból, amit a Lumière fivérek készítettek anaglif technikával. A 20-as években kezdtek elterjedni a zöld-piros üvegek, amelyekkel lehetett nézni a sztereó filmeket. 1915-ben készült el az első anaglif mozifilm The Power of Love címen, 1922-ben mutatták be.

A Teleview System nevű, 1922-ben Laurens Hammond és William F. Cassidy által megalkotott rendszer váltogatva vetítette a képkockákat a két szemnek, és a nézőkészülék mindig csak az adott képkockához tartozó szemmel engedte nézni a vásznat. A háromdimenziós filmek

készítése ekkor nem volt gazdaságos, főleg a gazdasági világválság alatt. Az első színes 3D film 1935-ben készült.

Edwin H. Land a 30-as években fejlesztette ki a polarizációs technikákat. Ehhez a mozgóképszínházaknak polarizációs szűrőkkel rendelkező vetítőkre volt szüksége, és olyan felületre, ami nem változtatja meg a fény polarizációs tulajdonságait, amikor visszaverődik. Az első színes 3D filmet, a Bwana Devilt, 1952-ben mutatták be „Natural Vision” technikával, ami a polarizációs technikák egyik változata.

Ezután az 50-es években a 3D mozi az első fénykorát élte. Ekkor jelent meg az első térhatású hanggal bemutatott film is. Ennek ellenére a 3D vetítés még mindig meglehetősen drága volt.

Ezt követően a 80-as években az IMAX 3D megjelenésével ismét kezdett nőni a 3D filmek száma. Az 1-2. ábrán ehhez tartozó vetítőgépek láthatók. Ez a technika a 3D kép mellett magában foglal más hatásokat, mint a mozgó székek vagy a köd. Ez elhozta azt is, hogy már nem az anaglif szemüvegek vannak döntő többségben, hanem a polarizációs és az LCD shutter technikát használó megoldások.



1-2. ábra. IMAX vetítőgépek (FEKETE, et al., 2014f)

Az utóbbi időben olyan technikákat fejlesztenek és próbálnak használni, amelyek segédeszköz nélkül is élvezhetőek. Ez az autosztereoszkópia, azaz a szemüveg nélküli 3D.

A történeti összefoglalóból látszik, hogy leginkább három technika elterjedt a 3D vetítésben, az anaglif, a polarizációs és az „Active Shutter”, szinkronizált takarásos módszerek.

2. A TÉMÁHOZ KAPCSOLÓDÓ SZAKIRODALOM

A sztereó megjelenítési technikák hosszú időre nyúlnak vissza. A filmvetítéssel szemben a korai időkben felmerülő kritika volt, hogy a sík képernyőn nem lehet a mélységet megfelelően észlelni és visszaadni. Ugyanis az emberi látás nem ilyen, nagyon fontos része a távolságészlelés, ezért természetellenesnek hatott a vetített kép. Emiatt születtek meg a 3D technikák.

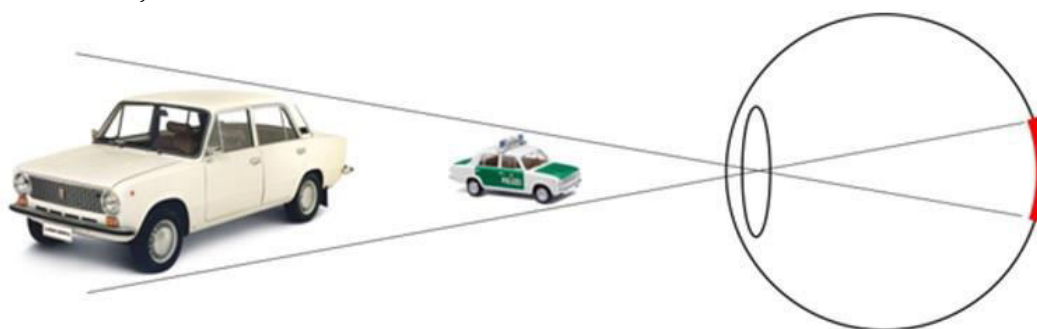
2.1. Az emberi térlátás

A 3D megjelenítési technikák működésének megértéséhez az emberi térlátás működésébe is betekintést kell nyernünk. Erről a 3D megjelenítési technikák című könyv 1.6. fejezetében (FEKETE, et al., 2014a) található összefoglalás, valamint GONZALEZ és PEREZ cikkében (1998).

A háromdimenziós mélységészlelésnek kétféle jelzőmozzanata létezik, a monokuláris és a binokuláris. Tehát vannak olyanok, amelyek egy szemmel is működnek, és segítik a távolságérzékelést, illetve olyanok, amelyek csak mindkét szem használata esetén.

2.1.1. A monokuláris jelzőmozzanatok

A monokuláris jelzőmozzanatok közül az egyik legegyszerűbben értelmezhető a retinális nagyság, amely azt jelenti, hogy minél nagyobb helyet foglal el a retinán egy tárgy képe, annál közelebbinek érzékeljük, amint ez a 2-1. ábrán is látszik.



2-1. ábra. A retinális nagyság jelensége (FEKETE, et al., 2014a)

A horizont hatás szintén egy szemmel működik. Ekkor az segít egy tárgy távolságának megítélésében, hogy a látómező horizontjához képest hol helyezkedik el. Ha alatta, akkor közelebb, ha felette, akkor messzebb látjuk a megfigyelt tárgyat.

A takarási hatás egy nagyon triviális jelenség, ha ugyanis egy tárgyat kitakar egy másik, akkor tudjuk, hogy amelyik kitakarja az van közelebb. A perspektíva egy tanult jelenség, a párhuzamos élek a távolban összetartanak. A textúra észlelése is segít a távolságérzékelésben, mivel minél részletgazdagabbnak látjuk a textúrát, annál közelebb van.

Az elkékülési hatás azon alapul, hogy a Nap fénye a kék tartományban szóródik a legnagyobb mértékben, így a nappali légkört kéknek látjuk. Ha egy tárgyat nagy légtömeg választ el tőlünk, akkor a képe elkékül. A légtávlat ehhez kapcsolódó hatás, a távoli tárgyak a nagy légtömegben keresztül a kontrasztjuk romlik, színeik tompulnak. A fény-árnyék játék is segíthet egy tárgy helyzetének, valamint méretének megbecslésére.

Ha két azonos méretűnek feltételezett tárgyat látunk, akkor a relatív retinakép mérete segít eldönteni, hogy melyik van távolabb, mert annak kisebb lesz a képe a retinán. Az akkomodáció

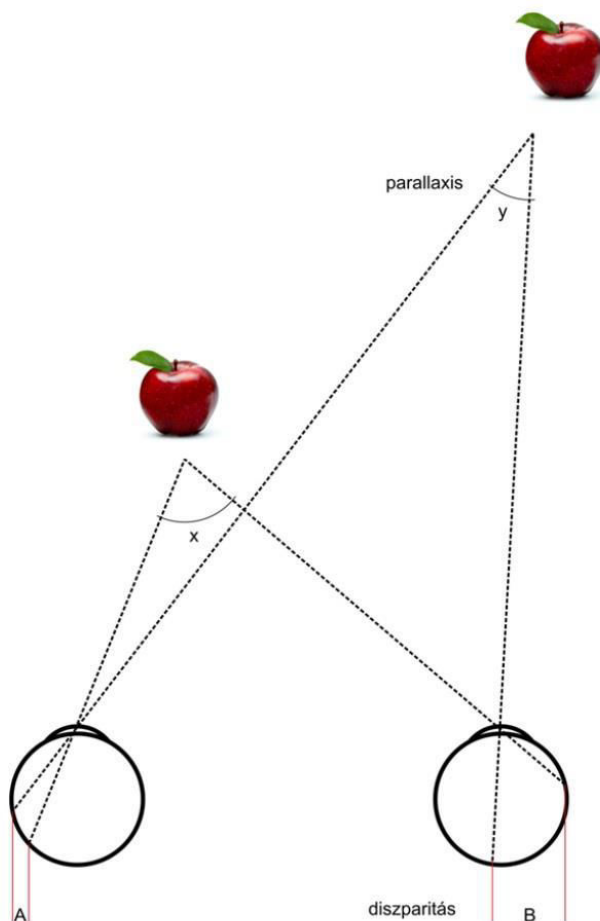
a közelebbi, kb. 2 méteren belüli tárgyak esetén tud segíteni a távolságérzékelésben. Ennek során a szemünk úgy fókuszál a tárgyra, hogy a szemlencse görbületi sugarát állítja, és ebből tud információt kinyerni a feldolgozórendszer.

A mozgási parallaxis jelenségével úgy tudjuk megítélni, hogy melyik tárgyak vannak közelebb, hogy az azonos sebességgel mozgó tárgyak közül melyik halad át gyorsabban a látómezőn.

2.1.2. A binokuláris jelzőmozzanatok

A binokuláris jelzőmozzanatok közé tartozik a konvergencia, amikor egy viszonylag közeli tárgyat nézve a két szem tengelye összetart a tárgyra. Minél kisebb a két szemtengely szöge annál messzebb van a tárgy.

Másik ilyen a binokuláris parallaxis, ami azt jelenti, hogy a tárgyak egymáshoz viszonyított helyzete változik attól függően, hogy honnan nézzük. A két szemmel külön-külön más távolságot látunk két tárgy között, ezt is szemlélteti a 2-2. ábra.

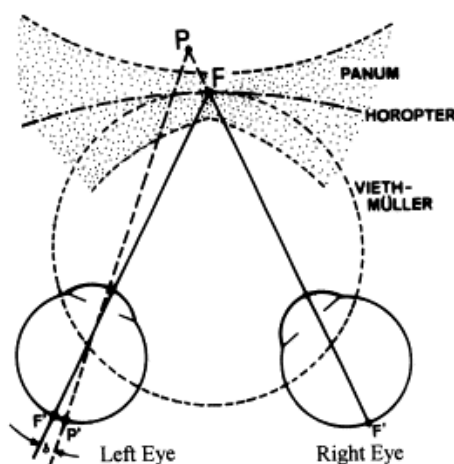


2-2. ábra. Binokuláris parallaxis és diszparitás (FEKETE, et al., 2014a)

Ide tartozik a tárgyak nézete is, ha közlről nézzük a tárgyat, akkor az egyik szem olyan részeit látja, amit a másik nem. Így a retinán a tárgy más részéről keletkezik kép.

A binokuláris diszparitás jelensége, hogy a két szem retináján két eltérő kép keletkezik. A horopter az a térbeli felület, amelynek minden pontját ugyanakkora szögben látjuk a két szemmel. A horoptert körülvevő ún. Panum-mező (2-3. ábra) vagy sztereomélyiség az a hely, amin

belül a tárgyakat még nem látjuk duplán, amelyek kívül helyezkednek rajta azokból kettőt látunk.



2-3. ábra. A horopter és a Panum-mező (pöttyözött rész) (GONZALEZ & PEREZ, 1998)

A diszparitás nem csak vízszintesen, hanem függőlegesen is fellép, mert ekkor más szög alatt látszik a tárgy a két szemben.

Ezekből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy térhatású film készítéséhez két képet kell készíteni egy helyett. Azonban ebben az esetben sem mindenkinek lesz megfelelő a film élmény, mivel mélységészlelési hibák lehetnek a látásban. Ez az ún. amblyopia, amikor az egyik szem sokkal rosszabb, mint a másik, ezért a látórendszer nem tudja összerakni a két képet. Ilyen továbbá a kancsalság, amikor a két szem nem azonos irányba áll. Ezen felül az is zavaró, hogy a 3D filmeknél a szemek végig a vászonra akkomodálnak, és a tartalomtól függően változik a széttartásuk, míg valós helyzetben folyamatosan változik az akkomodáció, és a széttartás kevésbé.

2.2. A háromdimenziós megjelenítési technikák

A Bálint István-féle vetítő tárgyalása előtt érdemes elmélyülni a 3D megjelenítési technikák között. Ezeket a következő módon csoportosíthatjuk:

- Sztereó megjelenítők
- Volumetrikus megjelenítők
- Holografikus megjelenítők

2.2.1. Sztereó megjelenítők

A sztereó megjelenítők is két csoportra oszthatók. Az egyik a hagyományos sztereó, amikor szükséges van nézőkészülékre (pl. szemüvegre) a 3D hatás látásához. A másik az autosztereó, amelyhez nem szükséges segédeszköz, szabad nézéssel is látható a térbeli hatás.

2.2.1.1. AZ ANAGLIF TECHNIKÁK

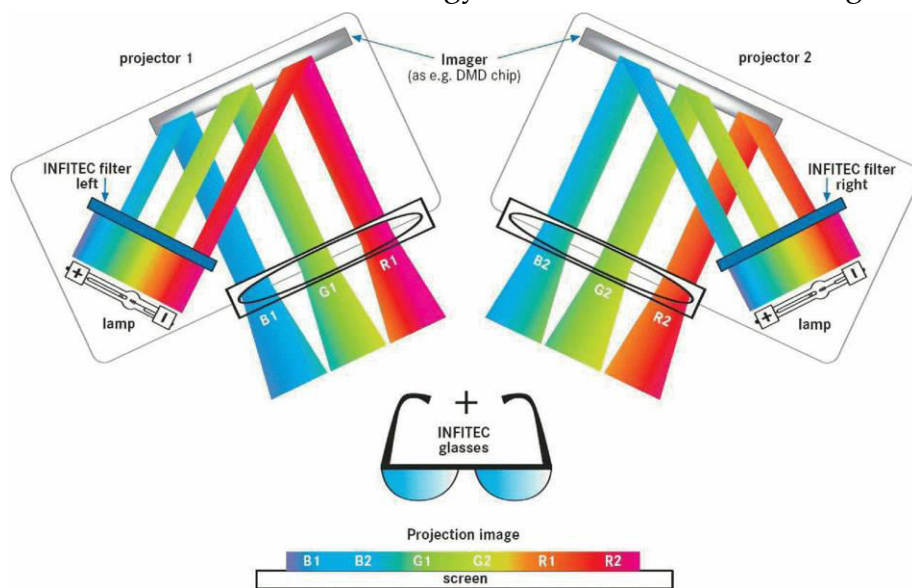
Az anaglif technikákról a 3D megjelenítési technikák című könyv 9. fejezetében (FEKETE, et al., 2014h) olvashatunk. Ez egy hagyományos sztereó eljárás, ami színszétválasztáson alapul. A színcsatornákat kétszínű (általában vörös-cián) szűrőkkel választják szét. A sztereo tartalmat két nézetből, két színnel jelenítik meg a képen a két szem számára. Ez a szemüveg segítségével egy kvázi színtelen 3D képet kelt az agyban.

A technika legnagyobb problémája, hogy a szemüvegben található szűrők és a kép színei is széles spektrummal rendelkeznek, ezért a másik színű szűrőn keresztül is lehet látni az adott színhez tartozó képet, tehát megjelenik az áthallás, és színhelyességi hiba is fellép. Azonban ennek ellenére, főleg állóképekhez és nyomtatott formában még mindig elterjedt az alkalmazása, mert olcsó, és a fejdőlésre nem érzékeny.

2.2.1.2. INTERFERENCIASZŰRŐS TECHNIKÁK

Az interferenciaszűrős technikákba betekintést nyerhetünk az erről írt konferenciákból (JORKE, et al., 2008). Ezek kihasználják, hogy az emberi szem trikromatikus elven működik, azaz három tartományban érzékel a szem, a kékben, zöldben és vörösben. Az egyes receptorok érzékenységi görbéjének maximuma rendre 450, 550 és 650 nm hullámhossznál található. A receptorok félértékszélessége, tehát a maximum felénél közrezárt tartomány rendre 60, 80 és 70 nm. A színkeverés alaptörvénye alapján a szem érzékelőinek félértékszélességén belül több monokromatikus összetevőből kikeverhető az eredő szín. Tehát a két képet eltérő monokromatikus összetevőkből állítjuk össze, és a két szembe megfelelő szűrőkkel jut el a fény, akkor színhelyes térhatást érünk el.

A kivetítők három színtartományban vetítenek, kékben, zöldben és pirosban. Az interferenciaszűrős technikánál két projektorból vetítik a tartalmat (2-4. ábra). Ezeket a színtartományokat két részre osztják szűrők alkalmazásával. A hozzá tartozó szemüveg két lencséje is ennek megfelelően tartalmaz interferenciaszűrőket, így csak az adott szemnek engedik át a fényt.



2-4. ábra. Az interferenciaszűrős technika felépítése (JORKE, et al., 2008)

Előnyös tulajdonsága, hogy nem érzékeny a fejdőlésre, valamint az anaglif technikával ellentétben a színeket is helyesen adja vissza. Azonban ellene szól, hogy az interferenciaszűrők előállítására meglehetősen költséges az egyszerű színszűrőkkel szemben.

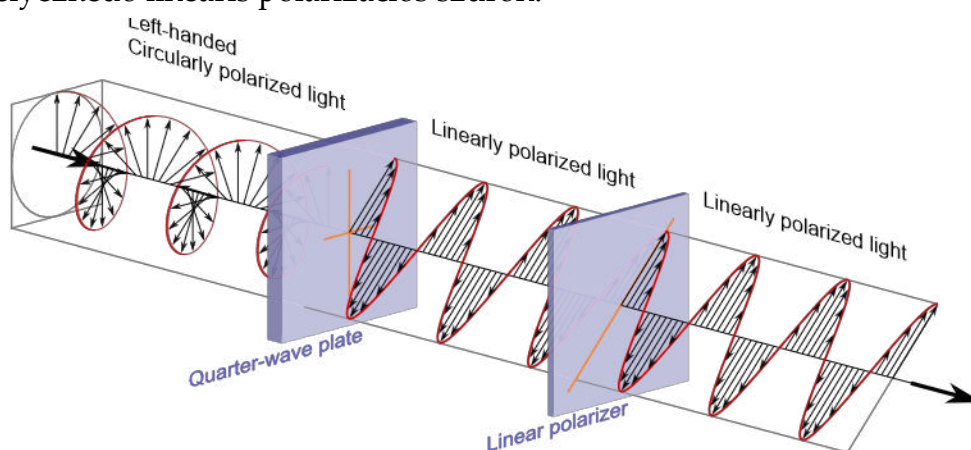
2.2.1.3. A POLARIZÁCIÓS TECHNIKÁK

A 3D filmvetítésben ma az egyik legelterjedtebbek a polarizációs elven alapuló technikák. Ezekről a 3D megjelenítési technikák című könyv 10. fejezetében (FEKETE, et al., 2014b) találhatunk leírást.

A technika alkalmazása során a vetítő felületre két képet vetítenek a két szem számára, melyeket polarizációs szűrővel bontanak külön csatornákra, ezeket pedig a polarizációs szemüvegek a megfelelő szembe vezetik. Fontos feltétel, hogy a vetítő felület ne változtassa meg a polarizációt.

A polarizációs technikák közül kétféle létezik. Az egyszerűbb felépítésű a lineáris polarizáció. Ebben az esetben csak egy-egy polárszűrő található a vetítésnél és a szemüvegben is, mindkét szemhez. Ez azt eredményezi, hogy a lineáris polarizáció érzékeny a fej szögére, mert csak az egyenesen tartott fej mellett nem jut a másik szembe a nem oda illő jel, ami áthallást okoz.

A másik technika a cirkuláris polarizációt használja. Ennek az elvét mutatja a 2-5. ábra. Itt a polárszűrő után egy negyedhullám-lemez is található, amely körkörösén polarizált fényt hoz létre. Ezt a jelet a szemüvegben csak az egyik szemnél található szűrő engedi át, a sodrásirány szerint. Ez előnyösebb, mint a lineáris polarizáció, mert a negyedhullám-lemez bármilyen szögben képes a körkörösén polarizált jelet befogadni, de csak a megfelelő sodrásirányú jut át az utána elhelyezkedő lineáris polarizációs szűrőn.



2-5. ábra. Cirkuláris polarizáció elve (Wikipedia, dátum nélk.)

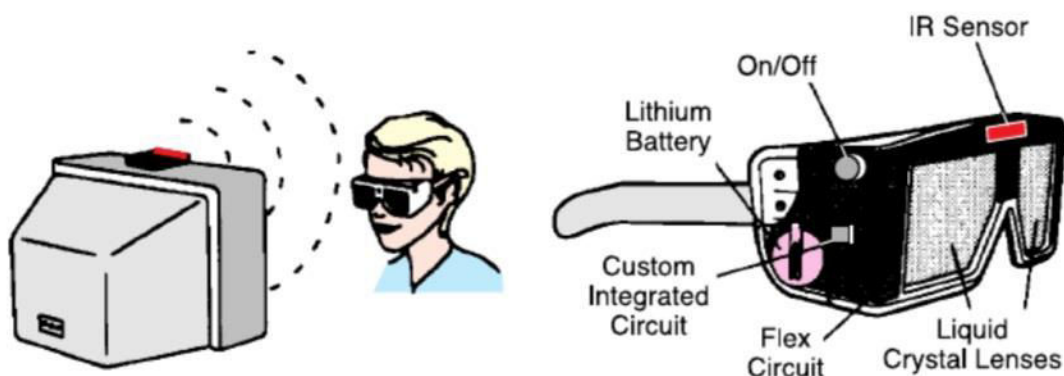
A polarizációs technikák hátránya, hogy a polárszűrők miatt a kép veszít a fényességéből. Ezért a kivetítőre jóval nagyobb fényerővel kell vetíteni, mint egy 2D mozifilm esetén.

2.2.1.4. SZINKRONIZÁLT TAKARÁSON ALAPULÓ TECHNIKÁK

Ezeknek a technikáknak a működését is a 3D megjelenítési technikák című könyv 11. fejezete írja le (FEKETE, et al., 2014c). Ezek a módszerek nem szűrőkkel választják szét a csatornákat, hanem szinkronizált takarással. Azaz egyszerre mindig csak egy képkockát vetítenek az egyik szemnek, aztán egyet a másik szemnek, miközben az aktív szemüveg mindig csak a megfelelő szemnek engedi át a fényt. Az ilyen típusú 3D kijelzőknél fontos a nagy frissítési sebesség, praktikusán 100-110 Hz.

Ide sorolható a forgó szinkrontárcsás eljárás is, amelyet a Bálint István-féle vetítő is használ. Ebben az esetben a takarást két forgótárcsa valósítja meg, a két filmkocka előtt, amelyek időben eltolva sötétítik el a két képet. A megtekintéshez pedig egy szintén szinkronban takaró nézőkészülék szükséges.

Ennek a technikának a nagy előnye, hogy színhelyesen adja át a 3D tartalmat, és a fejdőlésre sem érzékeny. Hátrányként jelentkezik, hogy meg kell oldani a szinkronizációt, ami fejlett elektronikát igényel, és az ár növekedésével jár. Ezen kívül a belátható tér is korlátozott.



2-6. ábra. Az Active Shutter 3D technika (PETRIE, 2001)

2.2.1.5. CSATORNAJEL SZÉTVÁLASZTÁSON ALAPULÓ TECHNIKÁK

Ezek autosztereó technikák, nem kell segédeszköz a megtekintéshez, vagy éppen a technika magában foglalja a segédeszközt.

A párhuzamos nézés technikája az egyik ilyen. Ehhez kell egy képpár, amin egymás mellett található a bal és jobb szemnek szánt kép. Ezt kétféleképpen lehet megoldani, vagy a megfelelő oldalra tesszük a megfelelő képet, vagy az ellentétesre. Az első esetben csaknem párhuzamos szemtengelyekkel kell nézni, míg a másodikban keresztezni kell a szemtengelyeket. Ennek a hátránya, hogy nem mindenki képes látni a 3D hatást, gyakorlott megfigyelőnek kell lenni.

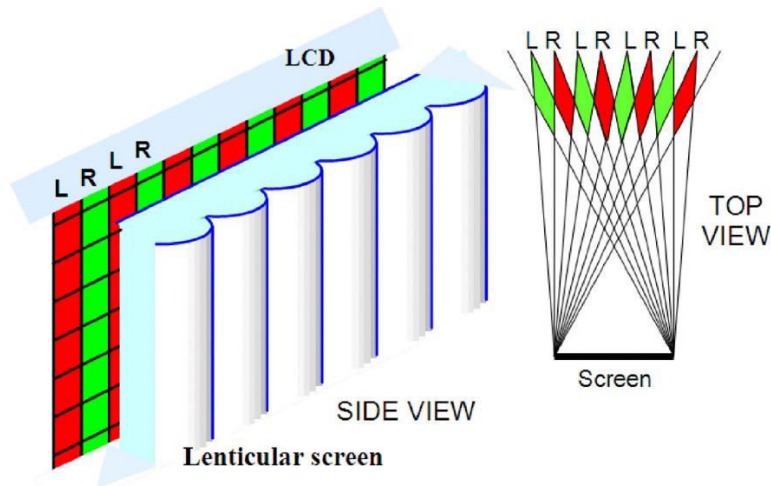
Egy másik ilyen technika a kézi sztereoszkópos térhatású kép. Ekkor szintén két kép van egymás mellett, de a bal szemmel csak a bal oldalit, a jobbal csak jobb oldalit tudjuk nézni, így ez kényelmesebb, mint a párhuzamos nézés.

Ide tartoznak a fejre illeszthető 3D kijelzők is. Ezek általában két LCD vagy OLED kijelzőt tartalmaznak a két szem előtt. Ezzel a térbeli hatáson kívül a virtuális valóság élménye is kivitelezhető. Ez a technológia ennek a legvalószerűbb élményt nyújtó eszköze.

2.2.1.6. PÁRHUZAMOS AKADÁLYOKAT TARTALMAZÓ AUTOSZTEREÓ TECHNIKÁK

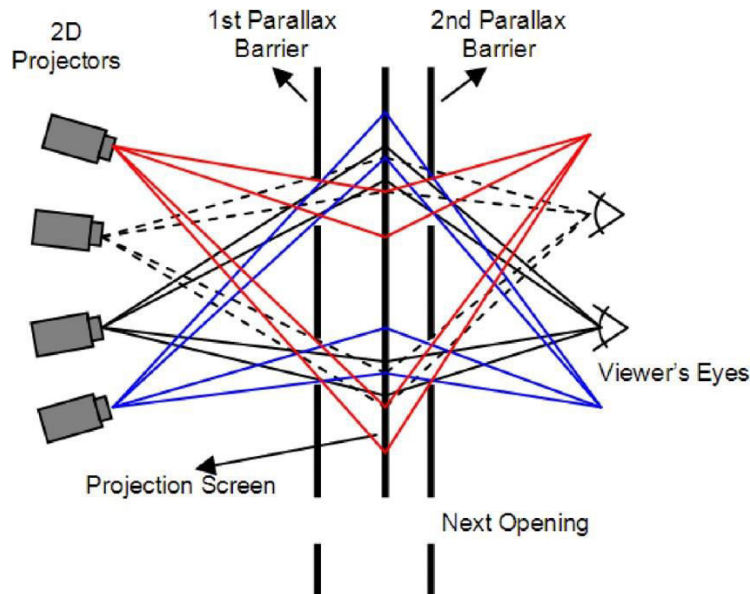
Ez is autosztereó technika, tehát nem kell segédeszköz a megtekintéshez. Ennek a technikának két fő változata terjedt el, a lentikuláris és a parallax sztereó kijelző. (FEKETE, et al., 2014d)

A lentikuláris vagy mikrolencsés rendszerben (2-7. ábra) egy képpontonként vezérelhető kijelző előtt azonos fókusz távolságú mikrolencséből összeállított optikai rendszer található. Ezen keresztül nézve a képet a bal és jobb szem számára különböző képpontok válnak láthatóvá, így létrehozva a sztereó hatást.



2-7. ábra. A lentikuláris 3D rendszer (UREY, et al., 2011)

A parallax sztereó megjelenítő a szintén vezérelhető képpontos kijelző előtt egy, a 2-8. ábrán látható rácsszerkezetet tartalmaz. Ez a térben máshol levő szemeknek más képpontokat tesz láthatóvá. Ezért az elkülönített képpontokhoz különböző képet kell rendelni, hogy a térbeli hatás kijöjjön.



2-8. ábra. A parallax sztereó megjelenítő felépítése (UREY, et al., 2011)

Ezeknek a módszereknek a hátránya, hogy a pozícióra és a távolságra érzékeny. Tehát nem megfelelő távolságból vagy pozícióból szemlélve a képernyőt a helyes kép helyett a fordított képet látjuk, ami zavaros látványt eredményez.

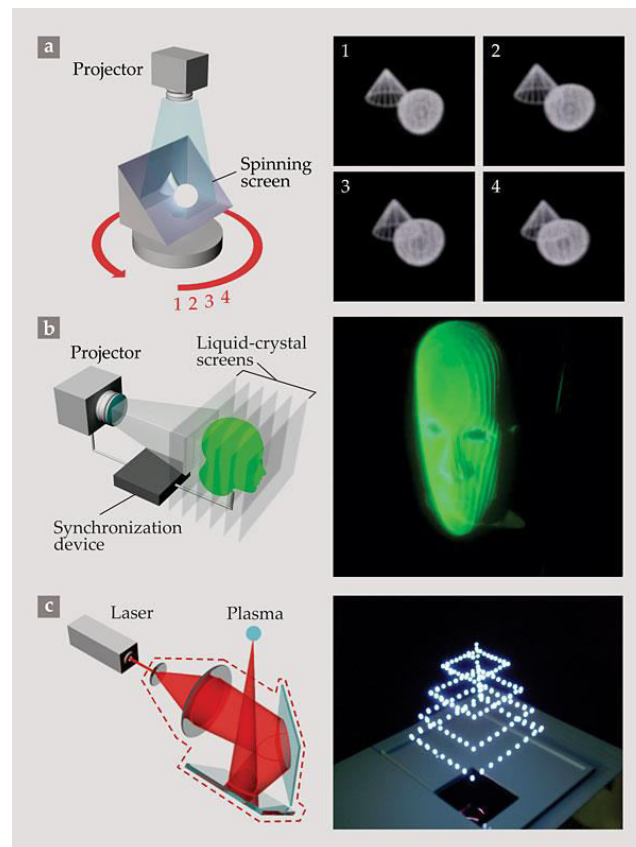
A magyar fejlesztésű HoloVizio technika is ide sorolható, azonban ezt később részletesen is tárgyalom.

2.2.2. Volumetrikus háromdimenziós technikák

A volumetrikus kijelzőkről a 3D megjelenítési technikák című könyv 14. fejezetében (FEKETE, et al., 2014e) olvashatunk. Ebben az esetben a vetítés diffúz reflexióval rendelkező vagy félig-áteresztő anyagra történik. A vetített nagy sebességű vezérelt sugarak által alkotott képek az agyban nem választódnak szét, és térbelinek látszó elemekké állnak össze. Ezek a rendszerek

sokfélék lehetnek. A felület tulajdonságai alapján reflexiós, transzmissziós vagy vegyes. A felület mozoghat vagy állhat is. Az ilyen háromdimenziós megjelenítő rendszerek hátránya, hogy a kép csak az ernyő által behatárolt térrészben lehet.

Ha egy forgó felületre történik a vetítés, akkor előállítható 3D kép. Ez valódi, körbejárható képet eredményez. A volumetrikus kijelzők olyan megjelenítő eszközök, amelyek képesek a különféle objektumok valós térbeli kijelzésére a háromdimenziós térben. A 2-9. ábra néhány típusát mutatja az ilyen rendszereknek.



2-9. ábra. Volumetrikus kijelzők (LEE, 2013)

2.2.2.1. STATIKUS VOLUMETRIKUS KIJELZŐK

A statikus volumetrikus kijelzőkben a képpontok (voxel—volume pixel) megjelenítését statikus források biztosítják állandósult üzemben, a mozgató mechanizmusoknak csak a voxelek elhelyezésénél van szerepe. Amikor a voxelek aktívak, akkor átláthatatlanok, amikor inaktívak, akkor átláthatóak. A meghatározott térrészben egy stabil szilárd mintázatot hoznak létre. A kijelző alapközegét általában lézerfényvel gerjesztik, aminek hatására az látható fényt sugároz ki.

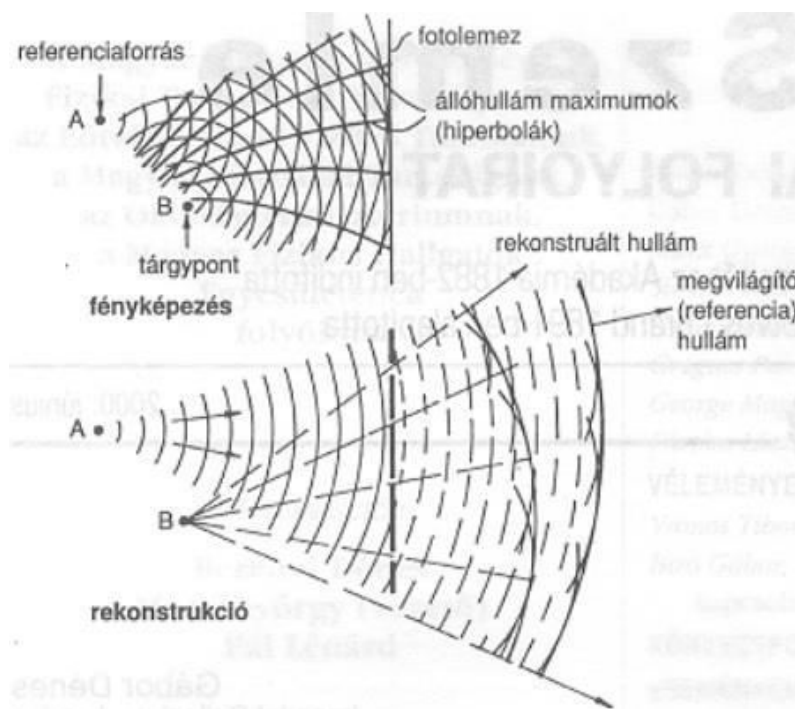
2.2.2.2. DINAMIKUS VOLUMETRIKUS KIJELZŐK

A dinamikus volumetrikus kijelzők esetén azt használják ki, hogy az emberi látás a gyorsan egymás után következő expozíciókat mozgásnak érzékeli. Ezért az egyes voxel összeállítások és beállítások nagyon gyorsan követik egymást. Ekkor a kijelző egyszerre csak egy voxelt jelenít meg, de azt nagyon gyorsan. A szaggatásmentes megjelenítéshez a teljes voxel-konfigurációt másodpercenként legalább 50-60-szor kell kiejlezni.

2.2.3. Holográfia

A holográfiában nagy szerepe volt Gábor Dénesnek, aki Nobel-díjat kapott az ezen a területen végzett munkájáért. A működéséről olvashatunk a 3D megjelenítési technikák című könyv 8. fejezetében (FEKETE, et al., 2014g), illetve GÁBOR DÉNES összefoglaló cikkében (2000).

A holográfia alapelve, hogy egy koherens fényforrásból a tárgyra érkező hullám szóródik, és ezt a tárgy felületéről információt tartalmazó, szóródó hullámot interferáltatják egy referencia-hullámmal. A két hullám találkozási helyén elhelyezett érzékelőn interferencia csíkok jelennek meg.



2-10. ábra. A holográfia alapelve (GÁBOR, 2000)

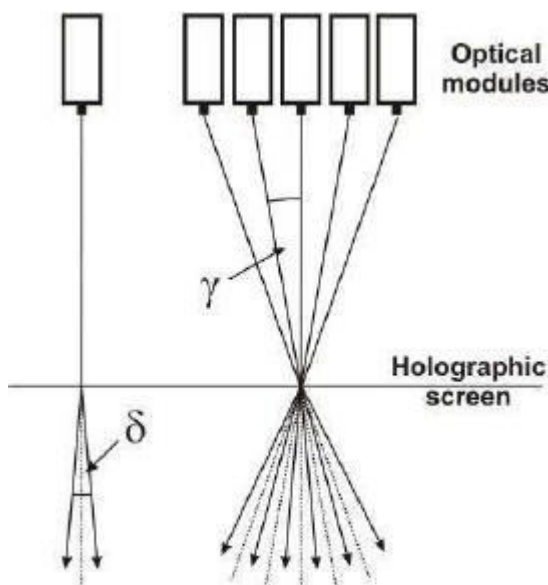
A tárgyra érkező hullám visszaverődik és egy hullámfrontot alkot, mivel a tárgy felületének minden pontja egy gömbhullám forrása. Ezeknek a szuperpozíciója alkotja a tárgyhullámot, ami a tárgy teljes képi információját tartalmazza. Ez a tárgyhullám két fontos paraméterrel rendelkezik, az amplitúdóval, ami energetikai jellegű és a fázissal, ami a tárgy alakjával van kapcsolatban. A tárgyhullám magában nem állítható vissza teljesen, mert fázisinformáció veszteség következik be a fényérzékeny rétegen. Ezért szükség van egy referenciahullámra, ami térben és időben is koherens a tárgyra bocsátott hullámmal. Ennek működését mutatja a 2-10. ábra. Ennek érdekében a rendszerekben lézereket alkalmaznak fényforrásként. A fotolemezen létrejött képet a referenciahullámmal átvilágítva megkapható az eredeti tárgy képe.

Manapság már elterjedt a digitális holográfia is. Ez azt az előnyt hordozza, hogy nem kell a feldolgozáshoz fotokémiai eljárásokat alkalmazni, ugyanis ebben az esetben elektronikus detektorral rögzítik az interferenciaképet. Így a feldolgozás jóval egyszerűbb és gyorsabb, azonban kb. egy nagyságrenddel kisebb a felbontás a hagyományos holografikus lemezekhez képest.

2.2.4. HoloVizio®

A HoloVizio egy magyar cég, a Holografika Kft. által fejlesztett 3D megjelenítési technika. Erről BALOGH TIBOR és munkatársai cikkében (2007) olvashatunk bővebben.

A HoloVizio technológia egy különlegesen erre a célra rendezett optikai modultömböt és egy holografikus kijelzőt használ. A képernyő minden pontja különböző hullámhosszágú és intenzitású fénynyalábot bocsát ki, különböző irányban. Az optikai modulok által kibocsátott nyalábok más és más szögben érik el a képernyő pontjait, és a holografikus kijelző elvégzi a szükséges optikai transzformációkat, így egy tökéletesen folytonos 3D képet láthatunk. A megfelelő szoftveres irányítással a kilépő fénysugarak olyan hatást keltenek, mintha a tér bizonyos pontjaiban elhelyezkedő kiterjedt testekről indulnának. A HoloVizio alapelvének vázlat 2-11. ábr2-11. ábrán látható.



2-11. ábra. A HoloVizio alapelvének vázlata (BALOGH, et al., 2007)

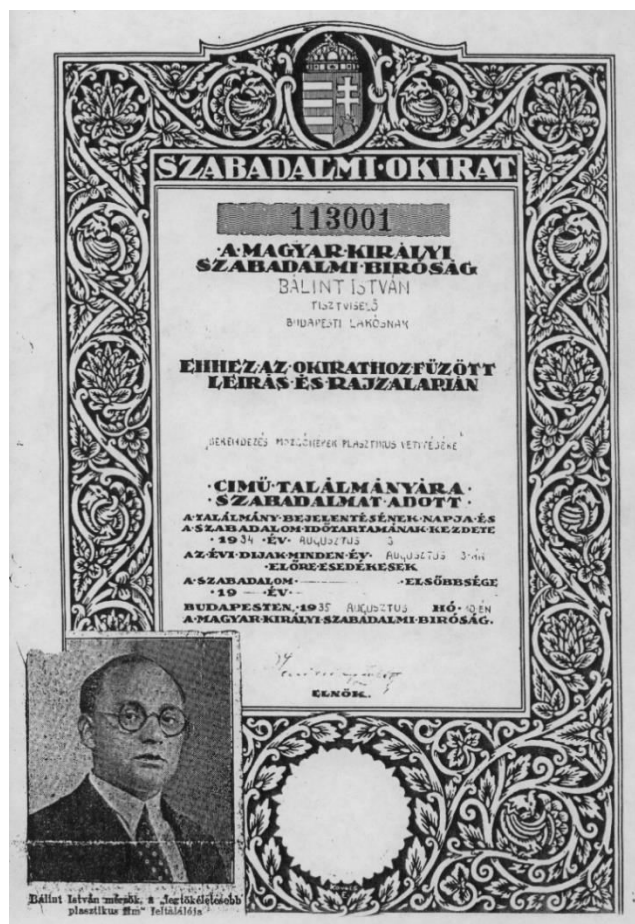
3. A BÁLINT ISTVÁN-FÉLE FORGÓTÁRCSÁS RENDSZER MŰKÖDÉSE

A Bálint István által megalkotott 3D vetítő működéséről nem maradt fenn dokumentáció, csak az alkotó későbbi elmondásából tudunk róla. Ezt megtaláljuk PALATINUS JÓZSEF Bálint Istvánról írt életrajzában (1996).

Bálint István, a vetítő és a felvevő készítője egy műszaki beállítottságú ember volt, akinek szenvedélye volt a sztereo technika. A mozgóképvetítő és -felvevő megalkotása előtt már elmerült a sztereo fényképezésben, illetve készített egy sztereo diavetítőt is.

3.1. A sztereo vetítő- és felvevőgép története

A 3D mozgóképvetítő és -felvevő forgótárcsás rendszert 1934-ben szabadalmaztatta (3-1. ábra). A szabadalom bejegyzése után pénz hiányában nem tudta elkezdni a szerkezet megépítését. Ezért az Amateur Kino Service nevű bolt két tulajdonosa és egy Herceg Kálmán nevű tőkés segítségére siettek. Ezután elkezdődött a gyártási folyamat. Ezt a Svéd és társa nevű cég végezte, miután Bálint István részletes terveket adott nekik. Sajnálatos módon a tervrajzok nem maradtak fenn. A vetítő és a felvevő 1935-ben készült el.



3-1. ábra. A vetítő- és felvevőgép szabadalmi okirata (PALATINUS, 1996)

A szerkezet elkészülte után a cél az volt, hogy Párizsban szakmai bemutatót tartsanak vele a Tobis-Klang és a Pathé filmes cégek képviselőinek. Ezért Bálint István a felvevőgéppel elkezdett felvételeket készíteni Budapesten. Ezeken a II. kerület Margit utca, a Városligeti tó és a

Szentendrei HÉV látszik. Ezután Herceg Kálmán javaslatára elutaztak Algírba (3-2. ábra) és ott is készítettek néhány filmet.



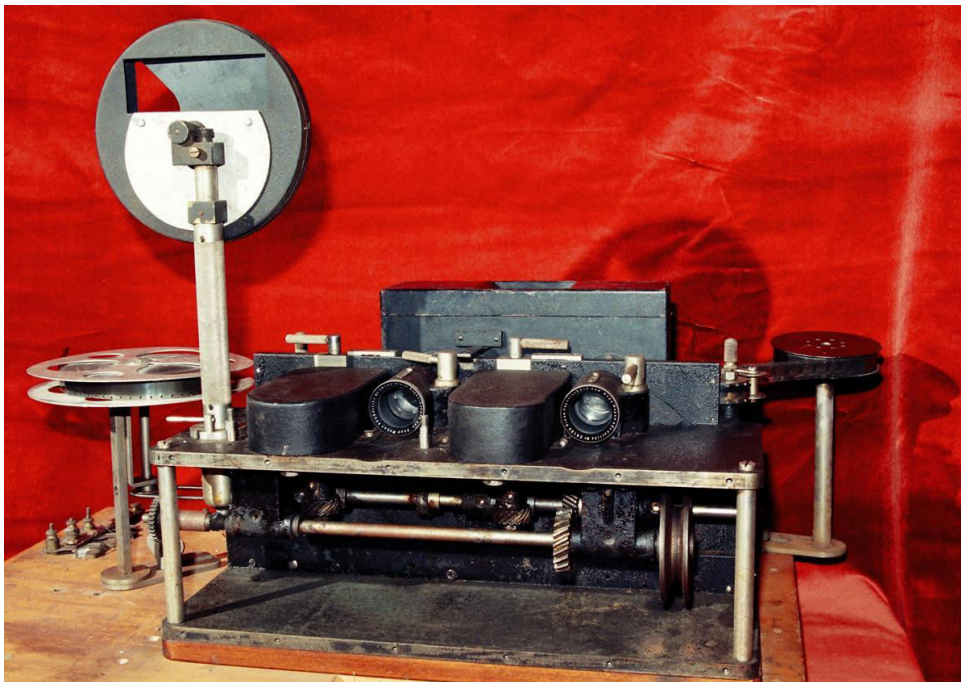
3-2. ábra. Egy filmkocka pár az Algírban készült filmről (PALATINUS, 2009)

Az 1935-ben tartott párizsi bemutatón nagy sikert aratott a filmes szakemberek között a szerkezet, azonban az adott körülmények között pénzügyileg nem látták reálisnak az elterjedését, mivel az ezt megelőző években tértek át a hangosfilmek vetítésére, ami szintén jelentős költséggel járt a mozik számára.

A szerkezet későbbi hasznosítását megakadályozta a II. világháború, majd ezután végleg feledésbe merült. Ebben fontos szerepe volt annak is, hogy a kommunizmusban Bálint István nemkívánatos személy volt, hamis vádakkal perbe fogták, amelyek alól csak nagy nehézségek árán tudta magát tisztázni.

3.2. A rendszer felépítése és működése

A forgótárcsás vetítő egy aktív 3D technikát használó eszköz. Ez azt jelenti, hogy a rendszer először az egyik szemnek vetíti a hozzá tartozó képkockát, és csak a megfelelő szemmel lehet nézni, majd a másik szemnek, és azt a másik szemmel lehet nézni. A 3-3. ábrán látható a vetítő.

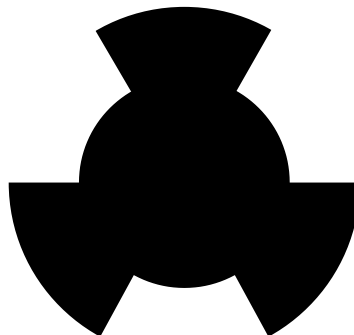


3-3. ábra. A Bálint István-féle forgótárcsás 3D vetítő (PALATINUS, 1996)

A vetítő alapesetben másodpercenként mindkét szem számára 16 képkockát vetít, de minden képkockát háromszor mutat meg mielőtt a következő párra vált. Ez azt jelenti, hogy 32 különböző képkockát látunk egy másodperc alatt. Ahhoz, hogy mozgóképnek érzékeljük legalább 24 kockára van szükség, így ezt kielégíti a rendszer.

A szerkezetben két nagy tengely található, a főtengely és a behajtótengely, ami egy 1:1,5-es áttételen át hajtja meg a főtengelyt. Az aktív 3D létrehozatalában a forgótárcsáknak van kulcszerepe (3-4. ábra), ugyanis ezek biztosítják, hogy egyszerre csak az egyik oldali képet láthassuk. Ezt úgy tudják megvalósítani, hogy a forgótárcsák olyan körlapok, amelyekből 3 részt kivágtak, hogy az adott képkockát egy fordulat alatt háromszor eltakarják és háromszor megmutassák. A forgótárcsák és a főtengely azonos fordulatszámon forognak. Ebből az következik, hogy a főtengelynek az (3.1) egyenlettel számolható a fordulatszáma.

$$n_1 = 16 \frac{1}{s} \cdot 60 \frac{s}{min} = 960 \frac{1}{min} \quad (3.1)$$



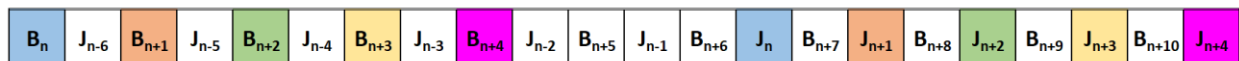
3-4. ábra. A forgótárcsa sematikus képe

Mivel a behajtótengely egy 1:1,5-es áttételen át hajtja meg a főtenget, a meghajtó motor fordulatszámát a (3.2) egyenlet szerint számolhatjuk. Erre azért van szükség, mert az eredeti motort az alkotó kiszerelte a vetítóból és más célra felhasználta.

$$n_{motor} = n_1 \cdot 1,5 = 1440 \frac{1}{\text{min}} \quad (3.2)$$

A motorhoz eredetileg tartozott egy tolóellenállás is fordulatszám-változtatás céljából. Ezt abban az esetben lehetett kihasználni, ha sötétebb felvételt vetítettek, mert a sötétebb kép esetén kisebb váltási frekvenciával is mozgóképet érzékelünk.

Az egy képhez tartozó képkockákat a filmen 12 másik képkocka választja el egymástól. Tehát egymás mellett egy bal és egy jobb szem számára vetítendő kocka van, és a filmszalag továbbhaladásakor két kockával mozdul balra a film (3-5. ábra).



3-5. ábra. A képkockák elhelyezkedése a filmszalagon

A filmtovábbítást körmös filmtovábbító mechanizmussal oldották meg. Ebből kettő van a szerkezetben, a lineáris mozgásokat excenter segítségével valósítja meg. A két filmet nem egy időben továbbítja, hanem egy fázissal eltolva. A főtenget egy fordulata alatt mindkét kockát háromszor vetíti ki a szerkezet, de sosem lehet egyszerre látni a kettőt. Egy ciklus 6 fázist tartalmaz, amelyek a körök és a forgótárcsák mozgása és helyzete szerint különböznek el egymástól. Ezt foglalja össze a Horváth Soma által készített 3-1. táblázat.

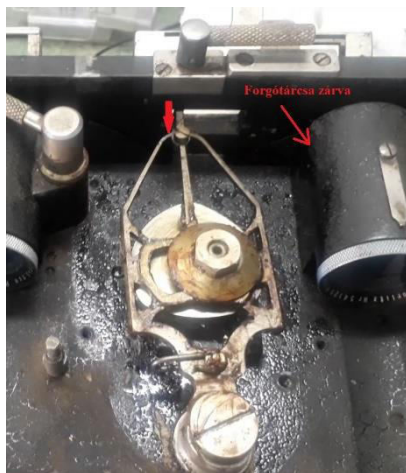
3-1. táblázat. Az egy ciklus alatt bekövetkező fázisok (HORVÁTH & JAKUS, 2020)

Fázis sor- száma	Bal oldal		Jobb oldal	
	Tárcsa	Köröm helyzete	Tárcsa	Köröm helyzete
1	nyitva	áll (kinti helyzetben)	zárva	filmet továbbít
2	zárva	behúzódik, visszajön	nyitva	áll (kinti helyzetben)
3	nyitva	visszajön	zárva	behúzódik, visszajön
4	zárva	visszaér, kimozog	nyitva	visszajön
5	nyitva	áll (kinti helyzetben)	zárva	visszaér, kimozog
6	zárva	filmet továbbít	nyitva	áll (kinti helyzetben)

Ennek megértését segítő egy magyarázó képsort is készített, ami a 3-6. ábrán látható.



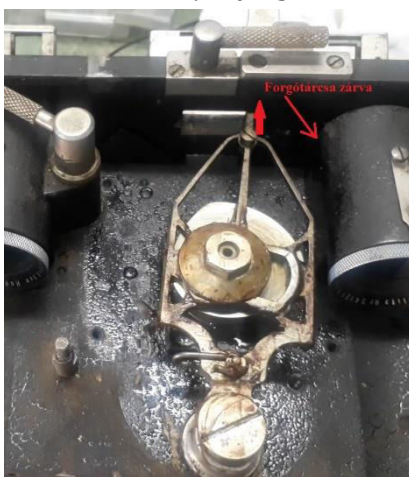
1. fázis



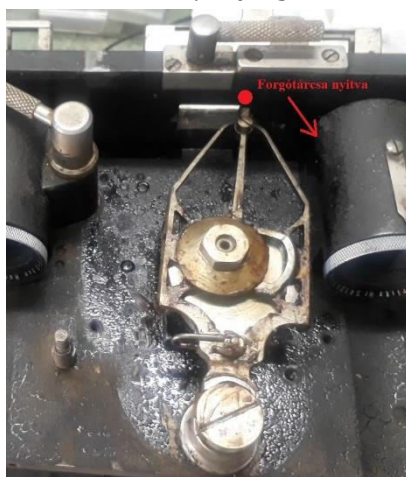
2. fázis



3. fázis



4. fázis



5. fázis



6. fázis

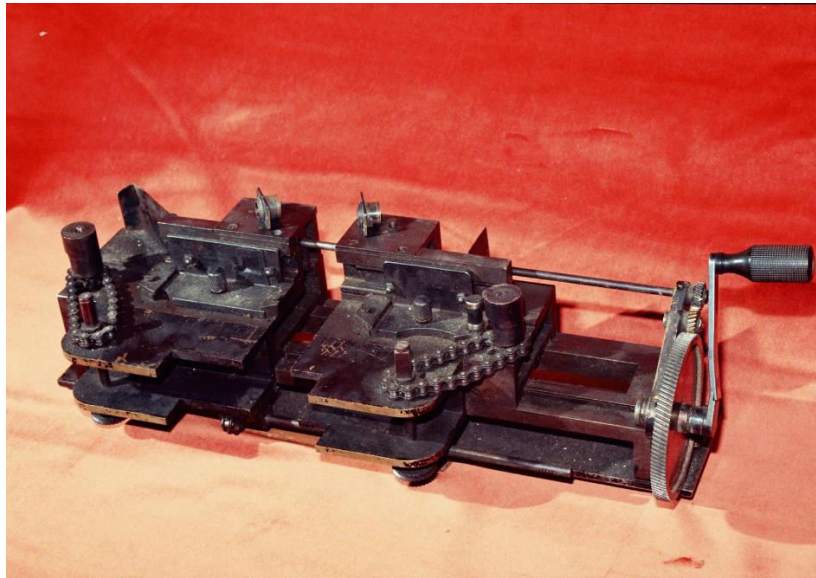
3-6. ábra. A bal oldali képkocka vetítésének és mozgásának fázisai
(HORVÁTH & JAKUS, 2020)

A két kép távolsága 64 mm, de ez bizonyos keretek között állítható, mivel a felvevőkészülék bázistávolsága is állítható. A két objektív Hugo Meyer & Co. gyártmányú. Ezeknek a fókusza 50 mm, a fényereje 3. Ebből adódóan a vetítési távolság 5-6 méter. A világítást két darab 24 V egyenáramról működő 250 W-os halogén vetítőizzóval oldjuk meg. Az izzók mögött egy-egy homorú tükör is található volt, amik eltűntek az idő folyamán. Ezekre azért van szükség, hogy minél kevesebb fényvesztéssel lehessen vetíteni. A lámpák meglehetősen nagy hőteljesítményt adnak le, ezért a lámpaházban hűtést kell alkalmazni. Ehhez ventilátort alkalmazunk.

A film megtekintése eredetileg háromfázisú árammal meghajtott nézőkészülékekkel volt lehetséges, illetve a mozigépészeknek volt egy mechanikus nézőkéje. A háromfázisú készülékek sajnos már nincsenek meg, valószínűleg Párizsban maradtak. Az ilyen technikát használó vetítőnél nagyon fontos, hogy a nézőkészülék és a forgótárcsák megfelelően tartsák a szinkront. Ezért találta ki Bálint István azt, hogy az akkori villamos hálózattal kompatibilis 110 V egyenáramú motor átalakításával állít elő 33 V háromfázisú váltakozó áramú generátort. Ezt úgy tudta elérni, hogy a forgórész kommutátorát 3 helyen, egymástól 120°-ra kivezette három csúszógyűrűre az ellenkező oldalon. Az így kapott háromfázisú árammal hajtotta meg a nézőkészülékek szinkronmotorjait. Mivel a háromfázisú generátort a főtengely hajtotta meg, a nézőkészülékek így a főtengellyel szinkronban mozogtak. A feladatot az még nehezebbé tette, hogy

a szinkronmotorok nem tudnak szinkronban indulni, indításkor szinkronba kell őket ugratni. Azonban, ha ezt kézzel tesszük meg, akkor vége lesz a filmnek mire minden nézőkét beállítunk. Ezért a szinkron motorokat egy aszinkron motorral gyorsították, amíg el nem érték a szinkronfordulatszámot.

A vetítőhöz felvevőgép is tartozik (3-7. ábra). Ez kézi hajtással működött, kurbllival lehetett tekerni. A sebességet nem lehetett külön szabályozni, az attól függött, hogy mennyire tekerte a felvételkedészítő. A bázistávolság alapbeállításon 64 mm, de ezt lehet változtatni, ha a két lencse között a filmszalagba beiktatunk egy hurkot. Akár 20 cm távolsággal is lehet filmezni, de az kifejezetten torz képet eredményez.



3-7. ábra. A felvevőgép (PALATINUS, 1996)

A gépbe csak kisméretű filmorsót lehet behelyezni, emiatt a felvételek kb. 3-4 perc hosszúságúak. A filmet csak sötétkamrában lehet befűzni. Sajnos a gépben az egyik tengely megszorult, ennek következtében nem mozog a szerkezet.

4. A FELÚJÍTANDÓ ALKATRÉSZEK

Mivel a vetítógép 1935-ben funkcionált utoljára, szükség volt az állapotának a felmérésére. Ezért Horváth Somával Palatinus József úr segítségét kértük, ugyanis ő ismerte személyesen Bálint Istvánt, aki mesélt neki a szerkezet működéséről. Vele együtt megvizsgáltuk, hogy mely alkatrészek szorulnak javításra, illetve melyek nincsenek meg.

4.1. A tisztítandó részek

A vetítógép nagyon sok mozgó alkatrészt tartalmaz, mint fogaskerekeket, tengelyeket, tárcsákat. A szerkezet mechanizmusai nem voltak mozgóképesek, amikor először vizsgáltuk a rendszert. Ez amiatt lehetett, hogy a fogaskerekek be voltak zsírozva, de az idő alatt a zsír már megkeményedett, és nem kenőanyagként működött, hanem rögzítőként. Ezért először benzinnel megtisztítottuk a mozgó alkatrészeket, ahogy 4-1. ábrán látható, hogy meg tudjuk nézni, hogy a mozgás során minden megfelelően működik-e.



4-1. ábra. A tisztítási folyamat

A tisztítás után mechanikailag már nem állt fenn probléma. A behajtótengelyt kézzel forgatva tudtuk megfigyelni a filmvetítési folyamatot. Az ebben kulcsfontosságú filmtovábbító mechanizmusokról is el kellett távolítani a zsírt és a koszt.

A következő lépésben az optikákat vizsgáltuk meg. A gépben négy optikai elem található: két objektív és két kondenzor lencse. Ezek meglehetősen koszosak voltak, de nagyobb karcolás nem található rajtuk. Az optikai üveg tisztítását acetonnal végeztük. A tisztítás befejezése után a lencsék megfelelő állapotba jutottak.

A lámpaház, ami tartalmaz egy szellőzőrácsot is, szintén eléggé koszos volt. Ezt is letörölgettük alkohollal. A lámpatartó állványok még benne voltak a házban, de ki kellett őket venni, mert a vetítőizzó foglalattal nem kompatibilisek.

A film vezetését végző alkatrészeket is megtisztítottuk, hogy a rajtuk található esetleges kosz a későbbiekben ne okozza a befűzött filmek tönkremenetelét. Ezek között volt olyan elem is, ami csapokat tartalmaz, ezért szétszedtük és a csapot is letörölgettük és bezsíroztuk, hogy megfelelően mozogjanak.

4.2. A javítandó, pótlandó alkatrészek

A tisztítás után felmértük, hogy mi szükséges ahhoz, hogy vetíteni lehessen. Mint észrevettük, több alkatrész hiányzott, vagy nem volt megfelelő állapotban ahhoz, hogy működtetni tudjuk a készüléket.

4.2.1. A meghajtómotor

A legelső, ami rögtön szembetűnik, hogy a meghajtómotor hiányzik. Ezt Bálint István kiszerezte, és más célra használta fel. Ezért kell egy motor, aminek a (3.2) egyenlet alapján 1440 1/min fordulatszámon kell forgatnia a behajtótengelyt. A 4-2. ábrán a vetítő két tengelye látható, és a köztük található fogaskerék áttétel, valamint a főtengely és a forgótárcsák közötti áttétel.



4-2. ábra. A vetítő hajtóműve

A meghajtáshoz egy régi motort használtunk fel, amely a 4-3. ábrán látható. Ez egy egyfázisú aszinkron motor (230VAC 120W). A feltüntetett specifikáció szerint 1400 1/min-es fordulatszámon működik. Ez egy 1:1-es áttételű ékszíjhajtással majdnem a kívánt fordulatszámot biztosítja.



4-3. ábra. A beépített meghajtómotor

A fordulatszám megfelelő értékének eléréséhez a motor kihajtótengelyére egy kicsit nagyobb ékszíjtárcsát helyeztünk. Ezt saját tervezéssel gyártottuk le (1. melléklet), alumíniumból, ez látható a 4-3. ábrán. Az ékszíjpálya 34° -os, 11,9 mm széles a legszélesebb részén, és 11 mm mély. A tárcsa külső átmérője 76,6 mm, a vetítőn található tárcsa átmérője 73 mm. Így az áttétel 1,05 körüli lesz, amivel a behajtótengely fordulatszáma kb. 1470 1/min, azonban a motor nem éri el a névleges 1400 1/min-es fordulatszámot, így ennyivel nagyobb lehet.

A vetítógép a vetítés kezdetekor még nem szabad, hogy mozogjon, mert akkor a lámpák nem melegsenek fel rendesen, de a film már elkezd futni. Ezért kell egy megoldás arra, hogy a motort elindítsuk, de még ne hajtsa meg a vetítőt. Ebből a célból kihasználjuk, hogy a hajtás ékszíjon keresztül történik. Ugyanis az ékszíj csak akkor hajtja a vetítő behajtótengelyét, ha feszes. Ezért a motort egy Dibond lemezre szereljük (2. melléklet), ami tengelykapcsolóként fog üzemelni, mivel el lehet forgatni a vetítő fa alaplapján, ugyanis a fába két furatot fúrunk, és ezekbe egy-egy menetes betétet helyezünk, hogy az itt elhelyezett csavarokkal lefogjuk a lemezt. A lemezre pedig a forgástengely helyén egy egyszerű átmenő furatot fúrunk, míg a másik csavarnál egy íves hornyot marunk, amely a fordulás ívét követi, ezzel megadva az elforgatás lehetőségét. Az indításkor olyan helyzetben van a motor, ahol az ékszíjtárcsája közelebb van a behajtótengelyéhez, és emiatt nem feszül meg a szíj. Amint készenáll a világítás és a közönség a vetítésre átmozgatjuk egy távolabbi állásba a Dibond lemezt, ahol már megfeszül a szíj, és elkezdődik a film futása.

A hajtást végző ékszíj egy AVX11,5 profilú, fogazott ékszíja. Azért van szükség illye típusú szíjra, mert a klasszikus profilúak közül a 10 mm-es túl keskeny, a 13 mm-es pedig túl vastag.

Ez viszont azzal jár, hogy a legkisebb szíjhossz, amivel az ilyen profilú szíjak kaphatók 685 mm, ezért a motort távolabb kell helyezni a vetítőtől, annak érdekében, hogy fennálljon a feszesség.

4.2.2. A világítás

A vetítéshez nagyon fontos, hogy a filmet megfelelő mértékben megvilágítsuk. Ehhez mindkét filmkockához tartozóan kell egy-egy fényforrást beszerezni, mivel ezek már nem találhatók meg a szerkezetben. Ennek érdekében két OSRAM 64655 HLX vetítőizzót szereztünk be. Ezek 24 V egyenfeszültségről működnek, 250 W-os teljesítményfelvétellel (4-4. ábra).



4-4. ábra. A beszerelt izzók doboza

Az izzókhoz a lámpaházban tartóállványra is szükség van, mert a vetítőizzók nem elég magasak, hogy felérjenek a vetítési hely magasságába, valamint a régi lámpatartók nem voltak alkalmazhatók az új izzókkal. Ezért terveztünk két olyan állványt, amelyek segítségével az izzók pozíciója egy síkon és a magasság is állítható (4-5. ábra).

Ezt úgy oldottuk meg, hogy az eredeti lámpatartót fogó furatokba illeszthető alumíniumhengereket terveztünk. Mivel a furat egy hengerben található, a henger palástján pedig három M3-as furat 120 fokonként, így három hernyócsavarral rögzíteni tudjuk az alumíniumhengert. Annak köszönhetően pedig a magasságát lehet állítani, hogy néhány milliméterrel rövidebb annál, hogy teljesen felérjen a megfelelő magasságig. (3. melléklet)



4-5. ábra. A lámpatartók és az izzók

A pozíció állításra az jelentette a megoldást, hogy az alumíniumhengerek tetejére egy-egy azonos átmérőjű, alacsonyabb hengert (a továbbiakban pogácsa) is terveztünk (4. melléklet). Ezeket úgy képzeltük el, hogy az izzók foglalatának legyen rajtuk rögzítési lehetőség, illetve a kábelnek kivezetési hely. A pogácsán két helyen 5 mm-es átmérőjű átmenő furat található, amelyek a nagy henger tetején található két M3-as furat felett helyezkednek el. A két furatba két M3-as csavart teszünk, és annak következtében, hogy a felső hengeren a furatok nagyobbak, mozgatni lehet bizonyos mértékben a henger felső lapjának síkjában a pogácsát.

A pozíció beállítását úgy végeztük, hogy a két objektívet kivettük a furatából és a furatok elé helyeztünk egy papírlapot. Így jól láthatjuk, hogy az izzószál képe hol helyezkedik el a kör keresztmetszeten belül. A beállításnál arra törekedtünk, hogy a fektetett téglalap alakú kép alsó oldala legyen a kör alakú nyílás középvonalánál, hogy a visszavert kép alá kerüljön. A beállítás néhány állomása látható a 4-6. ábrán.



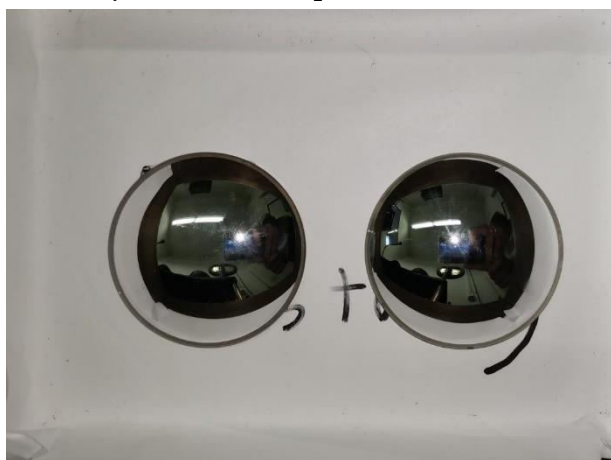
a. A bal oldali izzó



b. A jobb oldali izzó

4-6. ábra. Az izzók pozíciójának beállítása

A világításhoz a két lámpa mögé két homorú tükört is be kell helyezni. A tükörnek olyannak kell lenni, hogy az izzószálat önmaga fölé képezze le 1:1 nagyításban. Ezért olyan tükör kell, amitől az izzószál a kétszeres fókusz távolságának megfelelő távolságra helyezkedik el. A mért távolság 43 mm volt. Ezért az Optika Mérnökirodában készült két 43 mm rádiuszú homorútükör, amelyek a 4-7. ábrán láthatók. Ezeknek kellett foglalatot tervezni. Ez a terv szerint két 5x10,5 mm-es téglalap keresztmetszetű gyűrű lesz, amelyek két M3-as átmenő furatot tartalmaznak, 90°-ra egymástól, mert a szellőzőcső miatt csak így fér el. Ezekre a gyűrűkre ráragasztva a tükroket felcsavarozhatjuk őket a lámpaház hátsó fallemezére (5. melléklet).



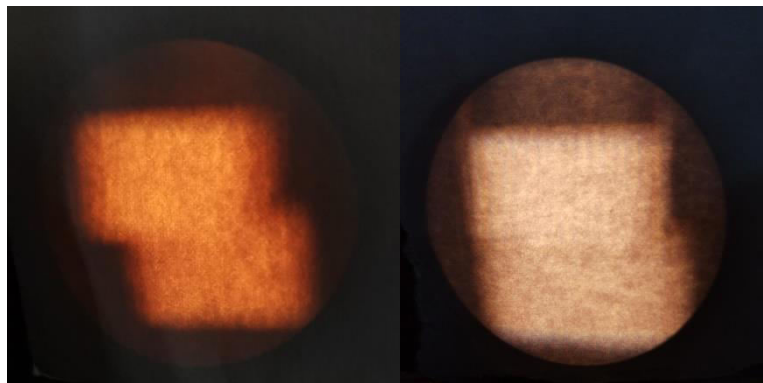
4-7. ábra. A két tükör

A 4-8. ábrán a tükrök már a tükörtartókban láthatóak. Az alumíniumgyűrűkben található két menetes furat segítségével rögzítjük a lámpaház hátsó falára. A falon két-két 8 mm-es átmérőjű lyukat fúrtunk, így a tükrök pozíciója állítható bizonyos mértékben, mert csak M3-as csavarral és alátéttel fogatjuk fel őket.

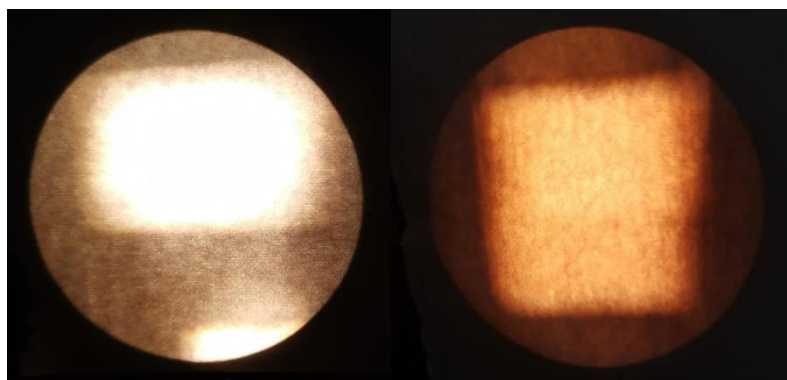


4-8. ábra. A tükörtartók és a tükrök összeragasztva

A tükrök pozícióját az izzókéhoz hasonló módon állítjuk be, egy papírlap segítségével, azonban az izzókat már nem mozgatjuk, csak a tükröket. Ennek a kezdő és végső állapota látható a 4-9. ábrán a két oldal esetére.



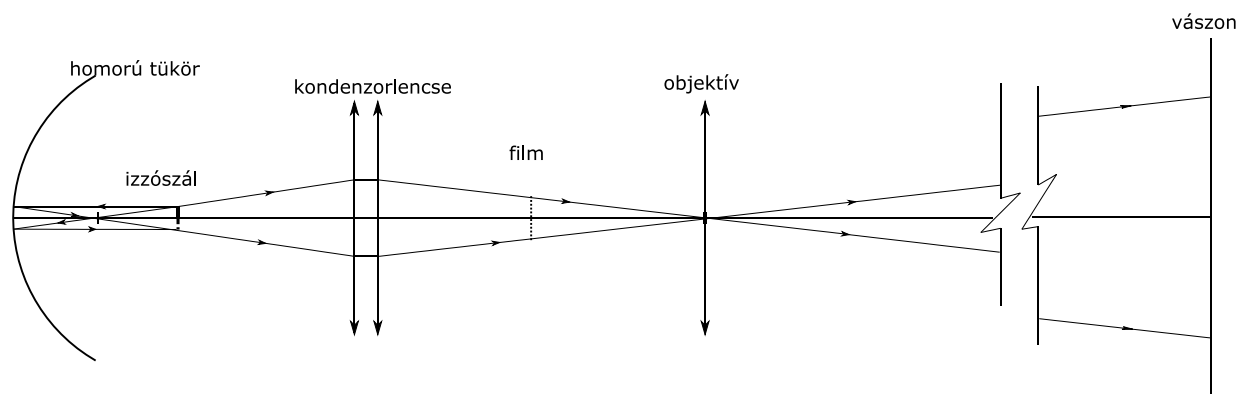
a. Bal oldal



b. Jobb oldal

4-9. ábra. A tükrök pozíciójának beállítása

A 1-1. ábra.4-10. ábrán a vetítő egyik oldalán található optikai rendszer sematikus vázlata látható, a tükrök beépítése után.



4-10. ábra. A vetítő egyik oldalának optikai rendszere

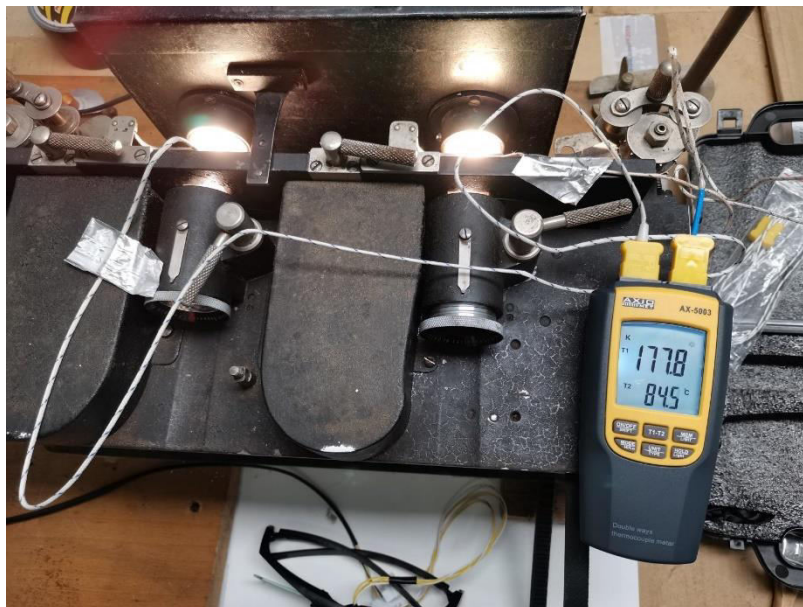
A vetítőizzók a 250 W-os felvett teljesítmény jelentős részét nem hasznosítják fényként, hanem hő formájában kibocsátják. Ezért a lámpaház hőmérséklete a vetítés folyamán igen nagy mértékben növekszik. Ezért mindenképpen érdemes ventilátort beszerezni a házba. Ehhez egy szintén 24 V egyenáramról üzemelő ventilátort választottunk, annak érdekében, hogy egyféle tápegységet kelljen csak alkalmazni. A választott ventilátor a Sunon EEC0252B3 sorozatából került ki (4-11. ábra). Ez egy axiális ventilátor, 2 W-os teljesítményfelvétellel, 127,5 m³/h levegőárammal.



4-11. ábra. A beszerelt ventilátor

A lámpák olyan nagy hőhatással működnek, illetve a kondenzorlencsék annyira összpontosítják a sugárzást, hogy a próbafilm befűzésekor állóhelyzetben megégett az a filmkocka, aminél nyitva volt a fényút. Ennek orvoslására a kondenzorlencsék és az izzók közé egy-egy hővisszaverő réteggel ellátott hőszűrő üveget helyezünk. Ez megoldja azt, hogy a hőhatásért felelős infravörös sugarak jelentős része nem jut el a filmhez. Azonban egy bizonyos hőmérséklet felett ezek sem jelenthetnek megoldást, mivel olyan tartományban már átveszik a hőt és hőforrásként működnek. Ebben az esetben ez nem jelent problémát, mert egyrészt a felvételek

nem olyan hosszúak, hogy nagyon magas hőmérséklet alakuljon ki, másrészt a filmet nem tartjuk álló helyzetben sokáig, ezért nem éri olyan nagy hőhatás, hogy kárt okozzunk benne. A 4-12. ábrán az látszik, hogy a jobb oldalon van hőszűrő üveg, ott 85°C körüli a hőmérséklet, a bal oldalon nincs, ott 180°C körüli, tehát igen nagy a hőmérséklet különbség a film helyén.



4-12. ábra. A hőszűrő üveg hatása a hőmérsékletre

A hőszűrőüvegeknek tartóelemet is kellett tervezni és gyártani (6-8. melléklet). Ezek egyenként két alkatrészből állnak, egy alaptömbből és támasztólemezből. Az alaptömb feladata a függőleges elmozdulás megakadályozása, a támasztólemeze pedig, hogy ne dőljön el az üveg. A lemezen található egy U alakú kivágás, ami azért kell, hogy a fény el tudjon jutni a filmig.

A tartóelem a 4-13. ábrán látható. Látszik, hogy a vízszintes tengely mentén még képes lehet az elmozdulásra az üveg, ezért ragasztóval fogjuk a lámpaház falához, és ennek köszönhetően teljes mértékben rögzített lesz.



4-13. ábra. A hőszűrőűvek beszerelt állapotban

A világításhoz és a hozzá tartozó hűtéshez szükség van egy olyan tápegységre, ami képes 24 V egyenáramot biztosítani. Ezt az Optika Mérnökiroda Kft. segítségével tudtuk megoldani, mivel nekik van olyan tápegységük, ami 230 V-os hálózati feszültségről működik, és képes 10 A-es egyenáramot adni a kimenetén.

4.2.3. A nézőkészülékek

A vetítő nem autósztéreo technikával működik, ezért a sztereóhatás észleléséhez nézőkészülékre van szükség. Az aktív 3D technika ismertetőjegye, hogy a szemüveg a képpel szinkronban takarja ki a látást. Az eredeti nézőkészülékek már nincsenek meg, kivéve azt, amelyikkel a mozigépész tekintette meg a filmet (4-14. ábra), ugyanis ez a vetítőgépre felszerelve használható, és a behajtótengely hajtja meg ferde fogaskeréken keresztül.



4-14. ábra. A mozigépész nézőkészüléke

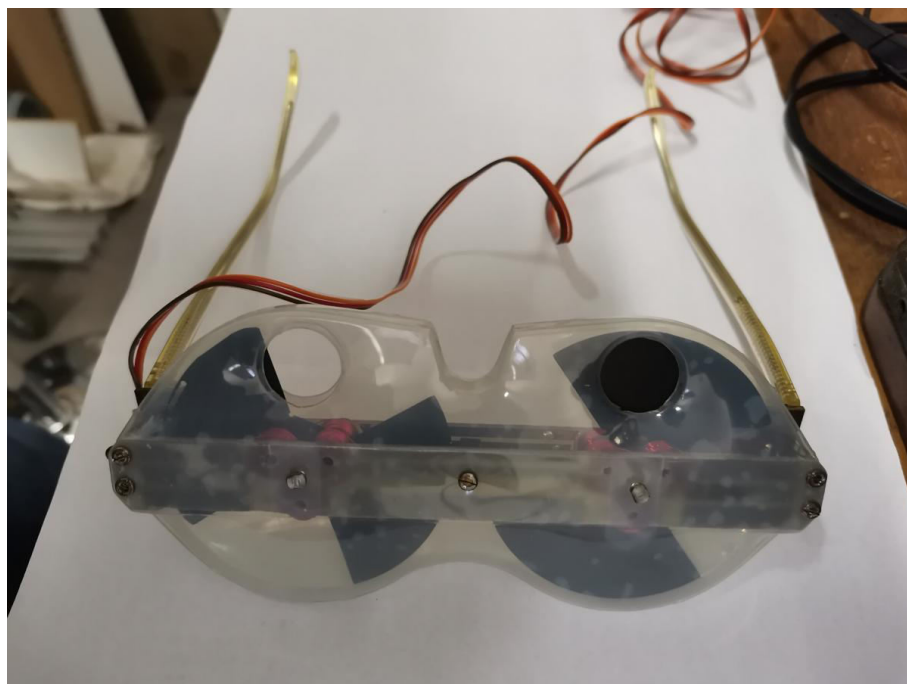
A többi nézőkészülék valószínűleg Párizsban maradt. Azok szimmetrikus háromfázisú váltakozó feszültségről működtek, amit a főtengelyre kapcsolt generátor biztosított. Mi Palatinus József úrtól kaptunk 3 db háromfázisú szemüveget kölcsönszerződéssel, azonban a generátor sincs már meg. Ezért rendeltünk 3 db háromfázisú generátort, ami a 4-15. ábrán látható, amelyeknek a segítségével meg akartuk hajtani a háromfázisú szemüvegeket.



4-15. ábra. A háromfázisú generátor (Ebay, 2020)

A generátorokat fúrógéppel meghajtva kipróbáltuk, hogy hogyan működnek Palatinus úr szemüvegei (4-16. ábra), de sajnos nem igazán mozdultak meg a szemüvegek tárcsái. Ezt annak tulajdonítottuk, hogy a generátor nem ad elég nagy teljesítményt ahhoz, hogy a szemüvegben található motorok forogni kezdjenek, azonban ezek a motorok, mint azt megtudtuk Palatinus

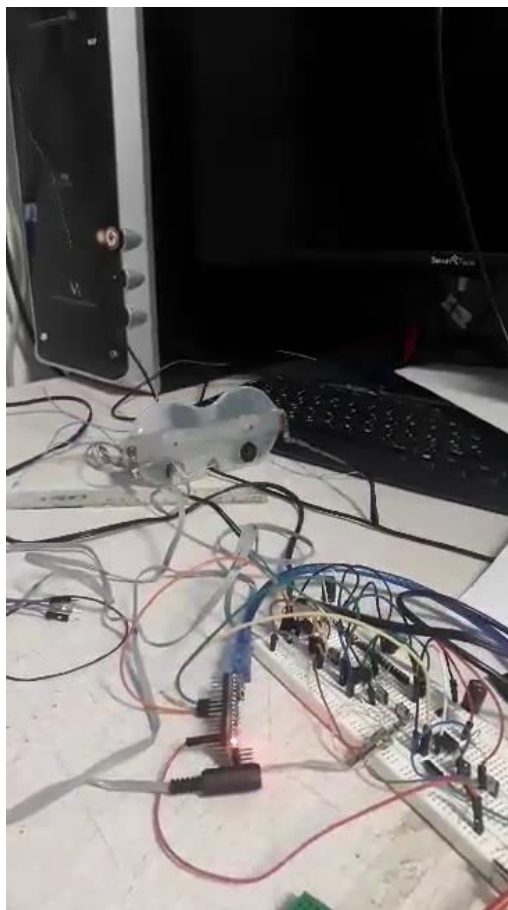
úrtól nem túl nagy teljesítményigényűek. Még arra is gondoltunk, hogy esetleg a kiadott feszültség nem elég nagy ahhoz, hogy elinduljon a forgás. Ezért más megoldást kerestünk.



4-16. ábra. Palatinus József háromfázisú szemüvege

A következő megoldási terv az volt, hogy mikrovezérlő segítségével mérjük a főtengely fordulatszámát, és ahhoz igazítva előállítunk egy háromfázisú feszültséget, amivel meghajtjuk a szemüvegeket. Ehhez egy Arduino Nano mikrovezérlőt használtunk fel, amit Pápai Lőrinc biztosított az Optika Mérnökiroda Kft.-ben. A háromfázisú jel létrehozásához egy erre a célra épített inverter áramkört használtunk.

Az áramkör építéséhez több komplex elektronikai elemet is felhasználtunk. Az egyik ilyen az IR2104 jelű integrált áramkör, amiből három darabot kellett alkalmaznunk a három fázishoz. A másik az AOY2610E nevű térvezérelt tranzisztor volt, amelyből hatot építettünk be, mivel mindhárom fázishoz két darabra volt szükség. Ezeken kívül még több ellenállást és kondenzátort és diódát is kellett betenni. A megépített áramkör a 4-17. ábrán látható.



4-17. ábra. A megépített háromfázisú inverter áramkör

Az Arduino Nano három digitális lábát rákötöttük a három integrált áramkör bemeneti lábára, és az értékét ki-bekapcsolgattuk a feltöltött program segítségével, 120° -os eltolással, amit a tengelyre szerelt lyukas tárcsával és egy fotokapuvval mért frekvencia felhasználásával számoltunk ki. A periódus felében magas értéken van egy láb, a másik felében alacsonyan (4-18. ábra).



4-18. ábra. Az Arduino három digitális lábának értéke a fázis alapján

Ezt a módszert használva sikerült elérnünk azt, hogy a szemüvegek tárcsái mozgásba lendüljenek, azonban a szinkronizmusba nem tudtak beállni, így próbáltuk megkeresni a

probléma okát. A kimenő jel megvizsgálása céljából három LED-et kötöttünk a három fáziskimenetre, és úgy figyeltük, hogy a három fázison ugyanakkora-e a fázisfeszültség, illetve, hogy a fáziskülönbség megfelelő-e közöttük. Ezekben néhány kontakthibás esettől eltekintve nem találtunk kivétnivalót. Emiatt arra a döntésre jutottunk, hogy nem érdemes tovább kísérletezni ezzel a szemüveggel, mert sem elektromechanikai úton, sem teljesítményelektronikával nem tudtuk működésre bírni.

A következő ötlet az egyéb aktív, szinkronizált takarásos technikák áttekintése után jött, miszerint az Active Shutter LCD 3D rendszerek olyan szemüveget tartalmaznak, amely anyagában elsötétül az egyik szemnél, kivilágosodik a másiknál. Ezért arra gondoltunk, hogy beszerzünk egy ilyen szemüveget, és megpróbáljuk átalakítani úgy, hogy a vetítővel szinkronban működjön.

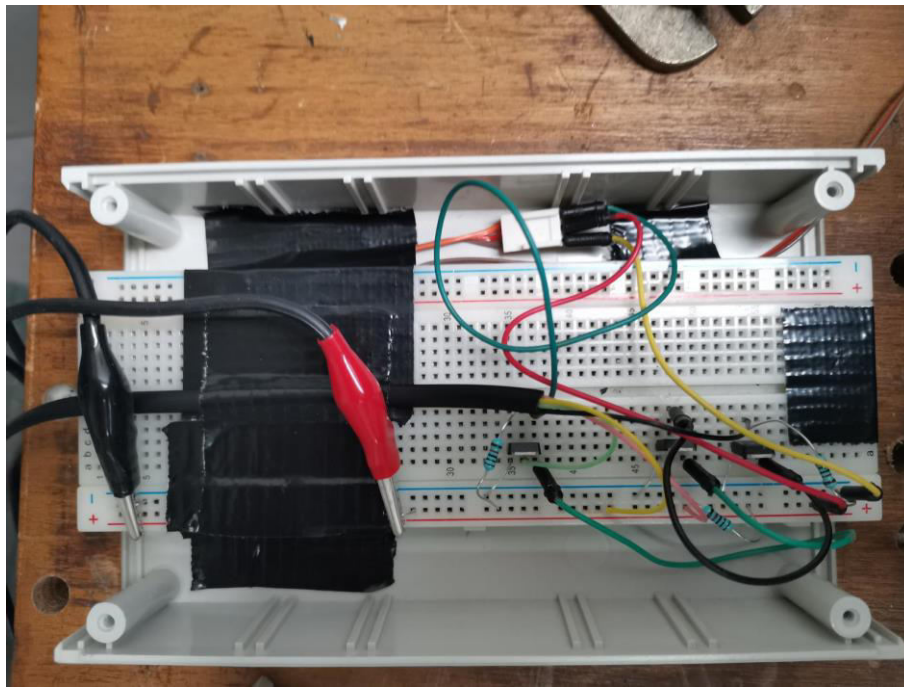
A jofogas.hu oldalon találtunk egy hirdetést, amelyben két Sony TDG-BT400A típusú szemüveget kínáltak megvételre. Ezeket megvásároltuk, és elkezdtük szétszedni. A 4-19. ábrán látható a szemüveg eredeti állapotban.



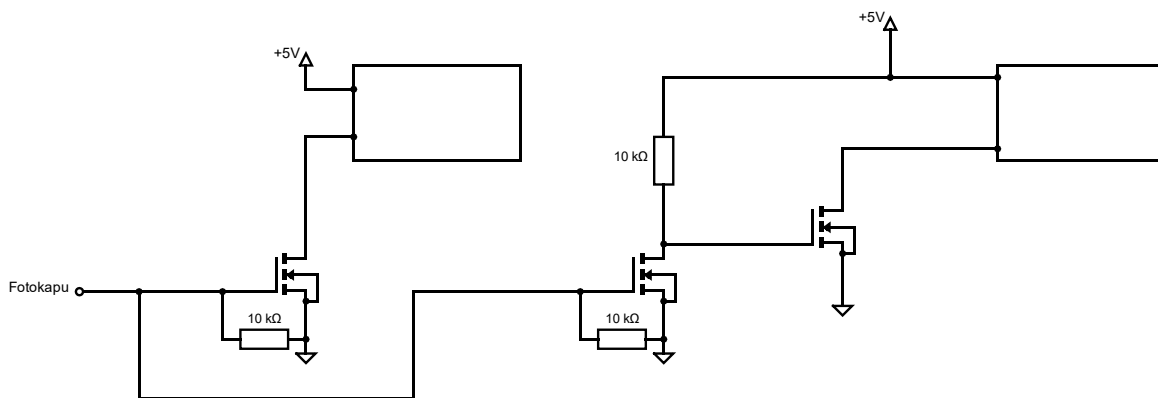
4-19. ábra. Sony TDG-BT400A aktív 3D szemüveg (Webuy, 2020)

Ez alapvetően a Sony aktív 3D televíziókhoz készült, és azokkal tud kommunikálni Bluetooth-on keresztül. Ez számunkra nem volt kielégítő megoldás, mivel a vetítő nem tartalmaz Bluetooth modult, és nem is szerettünk volna felszerelni vele, annak szellemében, hogy az eredeti állapothoz minél közelebb maradjunk.

A szemüveget szétszedtük, és megtaláltuk mindkét lencséhez azt a két kivezetést, amelyeken keresztül a feszültség rájuk kapcsolható. Ezeknek a kapcsolgatását szerettük volna megvalósítani a vetítéssel szinkronban. Ezért terveztünk egy áramkört, amely képes megoldani ezt a feladatot egy fotokapu segítségével (4-20. ábra). A fotokapuhoz 3D-nyomtatással készítettünk egy forgótárcsát, ami ugyanolyan kiosztású, mint amelyek a vetítőben találhatók. Ennek a közepén található egy „furat”, amelynek az átmérője a vetítő főtengelyével megegyező, valamint a tárcsa mögött folytatódik egy hengeres résszel, amelyen keresztül a tengelyre rögzíteni tudjuk a pozícióját, mivel ebben van egy menetes betét. A tárcsát a főtengelyre szereltük, és beállítottuk úgy, hogy a fotokapu úgy adja ki a jelet, hogy amikor a bal oldali kép takarva van, akkor legyen magas érték, ellenkező esetben alacsony.



a. Az összerakott áramkör

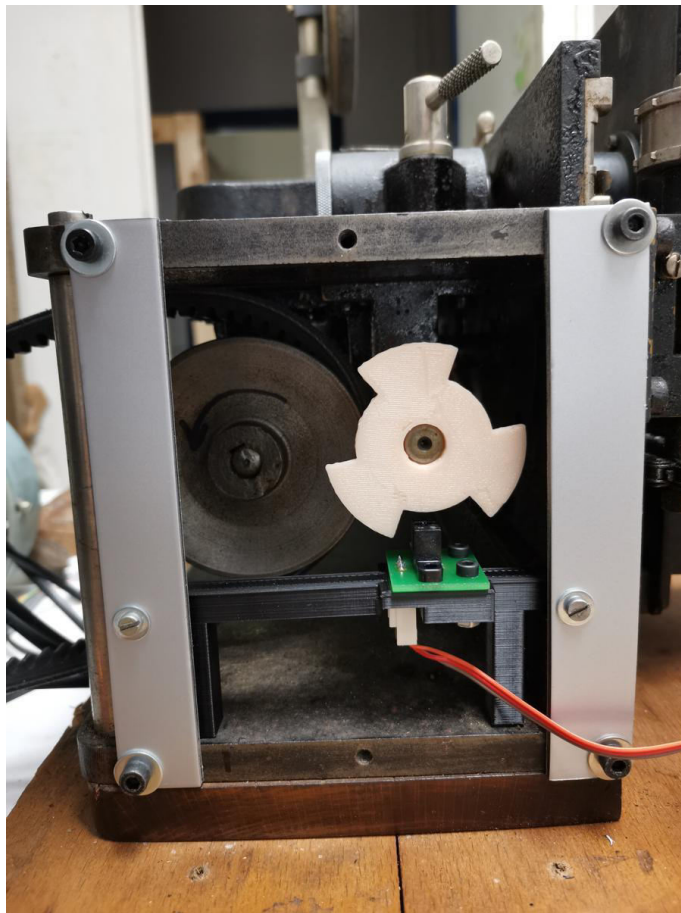


b. Az áramkör terve

4-20. ábra. A nézőkészülék szinkronizációs áramköre

A szemüveg eredetileg 3V-os gombelemről működik, azonban amikor mi rákapcsoltunk 3V-ot, akkor nem sötétült el kellő mértékben, ezért megpróbáltunk nagyobb feszültséget adni rá. Egészen 5V-ig elmentünk, és ez sem okozott problémát a működésében, de a sötétség már megfelelő volt, így ennél maradtunk.

A szemüveg lencségei így szinkronban takarnak a vetítő forgótárcsáival. A 4-21. ábra a 3D-nyomtatott tárcsát és a fotokaput mutatja összeszerelt és beállított állapotban.



4-21. ábra. A fotokapu és a szinkronizáló tárcsa

A fotokapunak megfelelő rögzítést is kellett tervezni. Ehhez először kellett egy állvány, amely a függőleges irányú pozícióját beállítja, illetve a fotokapu érzékelőjét egy síkba hozza a főtengellyel (9. melléklet). Ezt szintén 3D-nyomtatással hoztuk létre, a vetítőről levettük a méreteket, és úgy próbáltuk tervezni az alkatrészt, hogy önmagában is megálljon. Az állvány a 4-22. ábrán látható.



4-22. ábra. A fotokapu tartóállványa

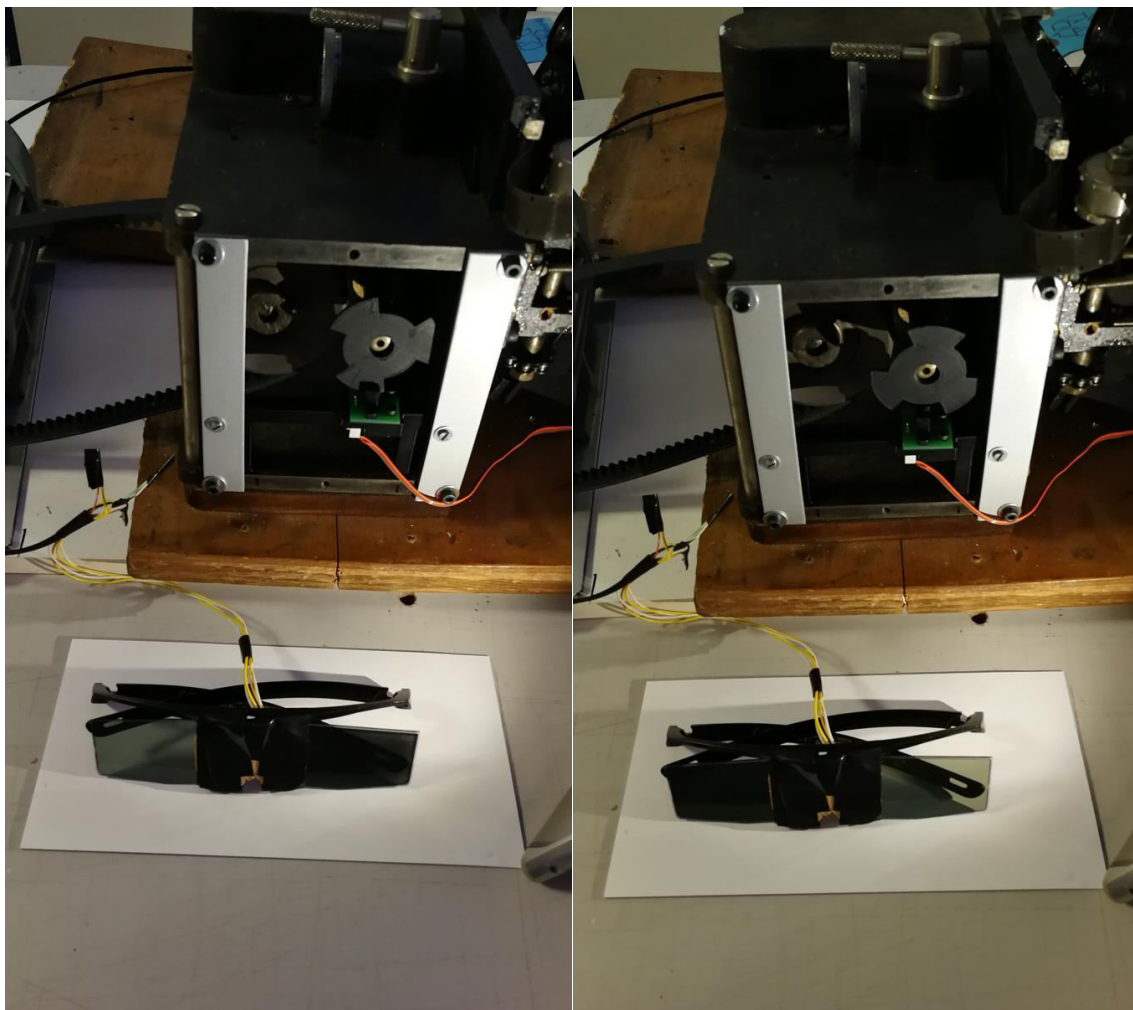
Az állványra felszerelve a fotokaput és a hozzá tartozó kis áramkört az látszott, hogy kisebb lett a nyomtatvány a tervezettnél, ezért ki kellett találni egy megoldást a rögzítésre. A vetítő felső és alsó lapjában is található 3-3 M4-es furat, ezért arra gondoltunk, hogy a két szélén egy-egy lemezt rögzítünk, és ezekhez fogatjuk a tartóelemet. Ezért kifúrtuk a lemezeket az állvány magasságában, valamint magába az állványba is fúrtunk két M3-as menetes furatot. A távolságot pedig úgy állítottuk be, hogy a lemez és az állvány közé megfelelő mennyiségű alátétet helyeztünk, így ez megakadályozza, hogy kifelé elmozduljon, míg a csavar azt, hogy befelé (10-11. melléklet).

Miután összeszereltük a szinkronérzékelőt és a fotokaput, valamint összeraktuk az áramkört, kipróbáltuk a szemüveget, kézzel tekerve a főtengelyt. Ekkor azt vettük észre, hogy a szemüveg jó oldala sötét, amikor álló helyzetben van a tengely, azonban amikor tekertük, akkor villogás volt érzékelhető, akkor is, amikor még nem kellett volna változásnak lenni. Emiatt arra gondoltunk, hogy a tárcsa a fotokapu működési tartományában, a közeli infravörösben átereszt a fényt. Ezért megnéztük IR kamerával és egy NIR LED mátrixsal, hogy ez a jelenség áll-e fenn. A kamera képén láttuk, hogy átereszt a tárcsa anyaga. Ezért kerestünk egy olyan fekete festéket, amely nem áteresztő ebben a tartományban, és lefestettük vele (4-23. ábra).



4-23. ábra. A tárcsa befestése

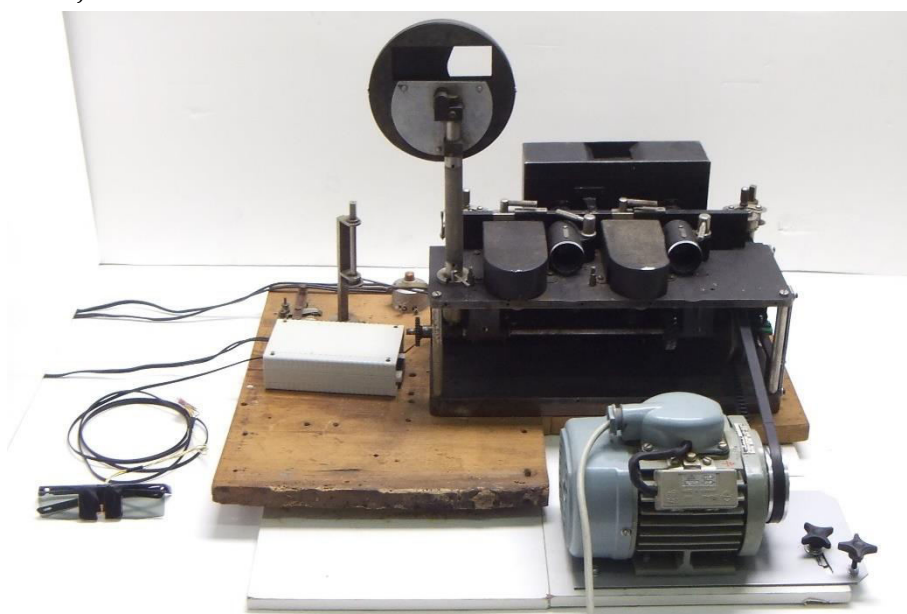
A festés után már nem állt fenn ez a probléma, így a szinkronizáció már zökkenőmentesen történt. A 4-24. ábrán látható, hogy milyen helyzetben melyik oldala sötétedik el a szemüvegnek.



4-24. ábra. A szemüveg két állapota

Az alkatrészek tisztítása, pótlása és javítása után a vetítő újra képes volt önálló vetítésre 1935 után először.

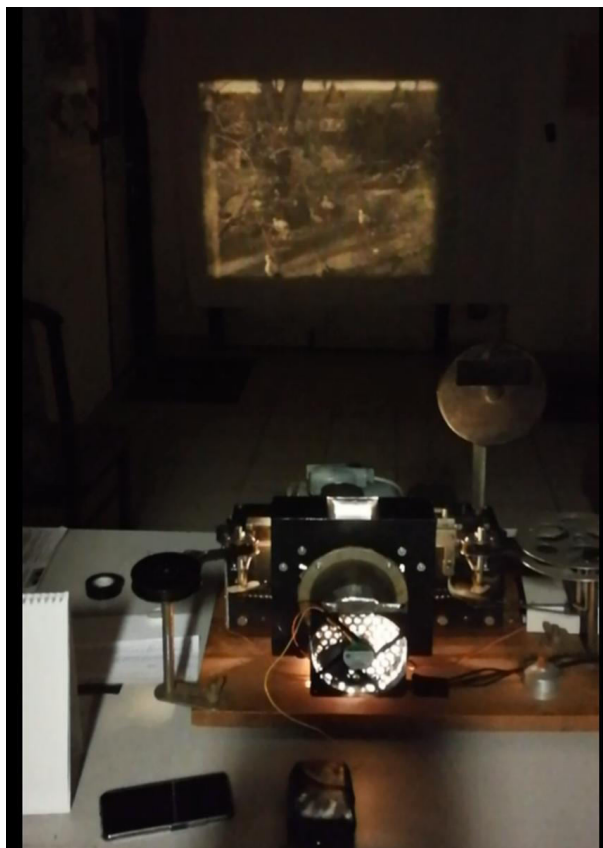
A 4-25. ábrán a felújított szerkezet látszik.



4-25. ábra. A felújított vetítő

5. A VETÍTÉS

Miután minden részét működőképes állapotba hoztuk a vetítőgépet, még ki kellett próbálni vetítés közben. Erre 2020 december 3-án, illetve 4-én került sor az Optika Mérnökiroda Kft. telephelyén. Erről látható egy felvétel az 5-1. ábrán.

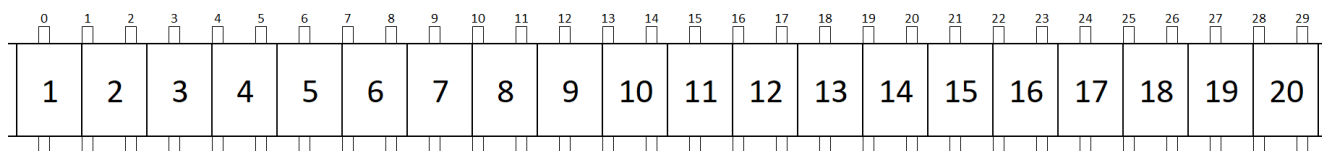


5-1. ábra. A vetítés

5.1. A film befűzése

A vetítés legfontosabb része a film. Ezt be kell fűzni a vetítőbe, figyelve arra, hogy a megfelelő filmkockák legyenek párban. A vetítőhöz csak az eredeti filmeket tudtuk felhasználni, mivel nem igazán lehet 16 mm-es filmet találni, amin sztereó felvétel található, és minden 13. kocka van párban.

A filmen a perforációk két kockányi periódussal ismétlődnek (5-2. ábra), tehát a két párban lévő kockán a perforációk nem ugyanott találhatók, mivel az 1. kockához a 14. tartozik, a másodikhoz a 15., és így tovább. Ennek következtében a két oldali filmtovábbító karom és a kocka között nem ugyanakkora a távolság.



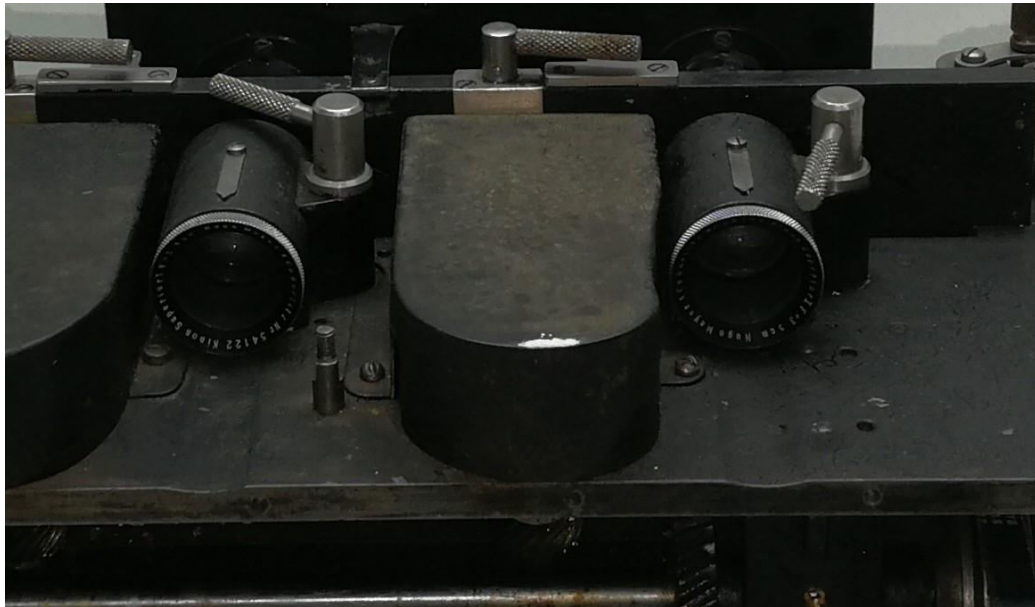
5-2. ábra. A filmszalag és a perforációk

Az 5-2. ábra a filmet a vetítővel szemből nézve ábrázolja. Tehát a páratlan sorszámú kockákat látjuk a jobb szemünkkel, a párosokat a balal vetítéskor. A filmtovábbító karom a jobb oldalon

a legtávolabbi helyzetben, tehát amikor behúzta a következő képkockát a helyére, 70 mm-re van a vetített képkocka közepétől, míg a bal oldalon ez a távolság csak 65 mm. Ezek alapján azt lehet megállapítani a filmszalag megmérése után, hogy a jobb oldalon egy olyan perforációba kell akasztani a karmot, amelyik az 5-2. ábra szerinti számozásban hárommal osztható, a bal oldal esetében pedig egy olyanba, amelyiknek a sorszáma hárommal osztva kettő maradékot ad. A mérés alapján azt kaptuk, hogy ha a jobb oldali karmot a 0. perforációba akasztjuk, akkor a 7. képkocka lesz a jobb oldalon kivetítve. A bal oldalon ekkor a 20. kockát kell vetíteni, mert az következik a 7. után 13-mal, ezért megmérve a 65 mm-t az adódik, hogy itt a 20. perforációba kell akasztani. Ez alapján megkaptuk, hogy mi a film befűzésének módja.

5.2. A kép beállítása

A vetítés során a sztereó hatás fellépéséhez fontos, hogy a két szem számára vetített kép egy helyen legyen, mert ha nem fedik egymást, akkor vibrálást lehet csak látni. Ezt lehet állítani a két objektív jobbra-balra tolásával, amihez rendelkezésre áll egy-egy kar (5-3. ábra).



5-3. ábra. Az objektívek mozgatási lehetősége

A mozgatásnak vannak korlátai, ezért van egy minimális távolság, ami szükséges ahhoz, hogy fedésbe lehessen hozni a képeket, ez kb. 4-5 m.

Az objektíveket élesre kell állítani, mielőtt a vetítést elkezdjük. Ezt az izzókra kis feszültséget adva tudjuk megtenni. Az objektív foglalatát képező henger felületén egy spirális vágat található, amelyen keresztül a tartófuratban lévő pöcök megfogja a lencsét, és a menetnek köszönhetően az éles kép távolsága finoman állítható.

5.3. A vetítés indítása

A film befűzése és a kép beállítása után már el lehet indítani a vetítést. Ehhez a szemüveg áramkörére rákapcsoljuk az 5V egyenfeszültséget. Az izzókat kis feszültséggel kezdjük el működtetni, majd mikor mindenki készen áll a film megtekintésére, akkor a motort kihúзва megfeszítjük az ékszíjat, és feltekerjük az izzók feszültségét, amivel együtt a ventilátor is elkezd forogni. Ekkor elindul a film, és érzékelhetjük a 3D hatást.



A kód beolvasásával megtekinthető a vetítésről készült videófelvétel

<https://youtu.be/TSOjcSL4DgA>

6. ÖSSZEFOGLALÁS

6.1. Eredmények

Bálint István forgótárcsás sztereo vetítőjének a felújítása 2020. márciusában kezdődött. Ekkor Horváth Somával az Optomechatronika projekt című tárgy keretében kaptuk ezt a feladatot. Az Optika Mérnökiroda Kft. biztosította számunkra a lehetőséget ennek a megvalósítására.

A járványhelyzet miatt tavasszal nem tudtunk sokáig eljutni, de annyit sikerült elérnünk, hogy kézzel vagy fúrógéppel hajtva a vetítő mozogni tudjon, illetve a vetítés elvét is sikerült megértenünk.

Majd nyáron folytattuk a munkát, ekkor terveztük a világítás beépítési módját és a hozzá kapcsolódó alkatrészeket. Szintén ekkor próbáltuk Palatinus József nézőkészülékét és a vetítőt összehangolni, majd ennek kudarca után az LCD shutter szemüveget és a hozzá tartozó áramkört építettük be a gépezetbe, egy 3D-nyomtatott forgótárcsával a szinkronizáció miatt.

Ősszel Horváth Soma nem szeretne volna folytatni a vetítő felújításának munkálatait, ezért egyedül dolgoztam tovább rajta. Ekkor került a meghajtómotor a szerkezetbe, amivel önállóan tud működni a gép. Ehhez saját tervezésű ékszíjtárcsa is készült, és tengelykapcsoló, egy forgatható lemez formájában.

Majd beszerelésre kerültek a vetítőizzók, két homorú tükör, ezekhez tartóelemeket is terveztem, és ezeket az OMI-ban legyártották. A tükrök és az izzók pozícióját beállítottam. A lámpák elé hőszűrő üvegek kerültek, ezekhez szintén terveztem foglalatot, amelyet az OMI munkatársai gyártottak. A lámpaházra szereltem egy ventilátort, a megfelelő hűtés érdekében.

A vetítés megtekintéséhez szükséges szemüveghez a fotokapunak állványt és rögzítőlemezt terveztem, ezek közül az előbbi 3D-nyomtatással készítettem, az utóbbit pedig az OMI műhelyében legyártottam.

Az alkatrészek gyártása és javítása után már készenállt a vetítő a vetítésre. Erre sor került 2020. december 3-án. A vetítés során látszott, hogy a felújítás sikeres volt, mivel egyértelműen érzékelhető volt a 3D hatás a filmen.

6.2. Tanulságok, javaslatok

A vetítónél, annak ellenére, hogy az 1930-as években készült, mechanikailag semmi probléma nem állt fenn. A mechanikai megoldások nagyon magas szintűek a szerkezetben.

A mai filmtechnika jóval kevesebb hozzáértést igényel attól, aki a filmet vetíti. A Bálint István-féle vetítő esetén igen összetett feladat a film befűzése és annak elindítása, valamint a kép beállítása.

A felújítás során többször előfordult, hogy egy tervet át kellett alakítani, mert a szakemberekkel konzultálva kiderült, hogy nem gyártható úgy az alkatrész, ahogy a tervben szerepel. Ez értékes tapasztalat volt arra nézve, hogy mire kell figyelni egy alkatrésztervezés során gyárthatósági szempontból.

Fejlesztési és továbblépési lehetőség még van a témában. Ezek közül az egyik legszembetűnőbb a felvevőgép renoválása lenne. Ez azért is lenne hasznos, mert akkor tudnánk filmet

rögzíteni a vetítőhöz, és nem mindig a 85 éves filmszalagokat kellene befűzni, ha vetíteni szeretnénk.

További lehetőség a vetítő eredeti állapothoz közelebbi formába hozásához, hogy saját magunk készítünk egy háromfázisú generátort, amivel a háromfázisú szemüveget meg lehet hajtani. Ehhez azonban nekem sajnos nincs meg a szaktudásom.

A mostani állapoton is lehetne még fejleszteni azzal, hogy több szemüveget is beépítünk, mivel jelenleg a vetítőgép kezelőjén kívül csak egy személy tudja megtekinteni a filmet.

Számomra a legnagyobb tanulság az volt, hogy már az akkori technikai lehetőségekkel is meg lehetett oldani a 3D-s filmvetítést. Ez mutatja, hogy Bálint István mennyire elkötelezett volt a sztereo filmvetítés mellett, és hogy milyen nagy hozzáértésű szakember volt.

7. IRODALOMJEGYZÉK

Balogh, T., Kovács, P. T. & Megyesi, Z., 2007. HoloVizio 3D Display System. In: *Proceedings of the First International Conference in Immersive Telecommunications*. Bussolengo: ICST.

Ebay, 2020. [Online]

Available at: <https://i.ebayimg.com/images/g/9roAAOSwImRYKuu-/s-l1600.jpg>

[Hozzáférés dátuma: 12. 11. 2020].

Fekete, R. T., Antal, Á., Tamás, P. & Décsei-Paróczy, A., 2014a. 1.6. A háromdimenziós mélységészlelés. In: *3D megjelenítési technikák*. Budapest: BME MOGI.

Fekete, R. T., Antal, Á., Tamás, P. & Décsei-Paróczy, A., 2014b. 10. Lineáris és cirkuláris polarizáción alapuló, passzív sztereo technikák. In: *3D megjelenítési technikák*. Budapest: BME MOGI.

Fekete, R. T., Antal, Á., Tamás, P. & Décsei-Paróczy, A., 2014c. 11. Szinkronizált takaráson alapuló, aktív sztereo technikák. In: *3D megjelenítési technikák*. Budapest: BME MOGI.

Fekete, R. T., Antal, Á., Tamás, P. & Décsei-Paróczy, A., 2014d. 13. Párhuzamos akadályokat alkalmazó autosztereo technikák. In: *3D megjelenítési technikák*. Budapest: BME MOGI.

Fekete, R. T., Antal, Á., Tamás, P. & Décsei-Paróczy, A., 2014e. 14. Volumetrikus (térbeli) háromdimenziós technikák. In: *3D megjelenítési technikák*. Budapest: BME MOGI.

Fekete, R. T., Antal, Á., Tamás, P. & Décsei-Paróczy, A., 2014f. 6. A háromdimenziós megjelenítés története. In: *3D megjelenítési technikák*. Budapest: BME MOGI.

Fekete, R. T., Antal, Á., Tamás, P. & Décsei-Paróczy, A., 2014g. 8. Holográfia a háromdimenziós megjelenítésben és a mérés technikában. In: *3D megjelenítési technikák*. Budapest: BME MOGI.

Fekete, R. T., Antal, Á., Tamás, P. & Décsei-Paróczy, A., 2014h. 9. Egyszerű és komplex optikai szűrőn alapuló, passzív sztereo technikák. In: *3D megjelenítési technikák*. Budapest: BME MOGI.

Gábor, D., 2000. Holográfia, 1948-1971. *Fizikai Szemle*, Issue 6., p. 181.

Gonzalez, F. & Perez, R., 1998. Neural mechanisms underlying stereoscopic vision. *Progress in Neurobiology*, Issue 3., pp. 191-224.

Hong, J. és mtsai., 2011. Three-dimensional display technologies of recent interest: principles, status, and issues. *Applied Optics*, Issue 34, pp. H87-H115.

Horváth, S. & Jakus, B. I., 2020. *Optomechatronika projekt beszámoló*. hely nélk.: ismeretlen szerző

Jorke, H., Simon, A. & Fritz, M., 2008. Advanced Stereo Projection Using Interference Filters. In: *2008 3DTV Conference: The True Vision - Capture, Transmission and Display of 3D Video*. Isztambul: 3DTV-CON, pp. 177-180.

Lee, B., 2013. Three-dimensional displays, past and present. *Physics Today*, 4.p. 36.

Palatinus, J., 1996. *Bálint István: A sztereó képtechnika varázslója*, Kecskemét: Magyar Fotográfiai Múzeum.

Palatinus, J., 2009. Bálint István 16 mm-es, 3D filmjei.

Petrie, G., 2001. 3D Stereo-Viewing of Digital Imagery: Is Auto-Stereoscopy the Future for 3D?. *GEOInformatics*, Issue 4., pp. 24-29.

Urey, H., Chellappan, K., Erden, E. & Surman, P., 2011. State of the Art in Stereoscopic and Autostereoscopic Displays. *Proceedings of the IEEE*, 99(4), pp. 540-555.

Webuy, 2020. [Online]

Available at:

https://ie.static.webuy.com/product_images/Electronics/Vision%20Accessories/SACCVISSO NTDGBT400A_1.jpg

[Hozzáférés dátuma: 26. 11. 2020].

Wikipedia, dátum nélk. *Polarized 3D system*. [Online]

Available at:

https://en.wikipedia.org/wiki/Polarized_3D_system#/media/File:Circular.Polarization.Circularly.Polarized.Light_Circular.Polarizer_Passing.Left.Handed.Helix.View.svg

[Hozzáférés dátuma: 05. 10. 2020].

8. SUMMARY

The subject of this thesis was the renovation and revival of István Bálint's rotary disk 3D recorder and projector, which are two devices made in the 1930s by a Hungarian engineer and inventor.

The work on this subject started in March 2020, when Soma Horváth and I had chosen this as an assignment on the course 'Optomechatronics project', offered by Optika Mérnökiroda Kft., who provided us space and equipment to work on this project.

Due to the pandemic situation we were not able to get far with the work in the spring, but we managed to make the projector clean enough to being able to move driven by hand or drilling machine, just as we made clear the principle of the projection and the forward movement of the film.

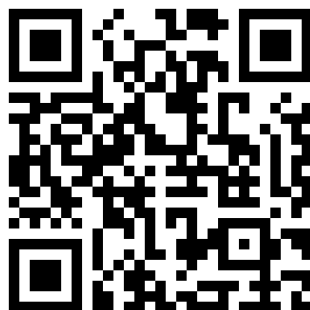
We continued the work in the summer. This was the time when we planned the installation of the lights and the related parts. We also tried to make József Palatinus' glasses work with the projector, but after the failure of it, we built the circuit for the LCD shutter glasses and installed a 3D-printed disk on the main shaft of the projector for synchronization purposes.

In the autumn, Soma Horváth did not want to continue the renovation, so I carried on alone. The drive motor was built in this time allowing the machine the operate without human drive. A self-designed V-belt pulley was manufactured for the motor at OMI, and a clutch, in the form of a rotatable plate.

After that, the display bulbs and the two concave mirrors were installed. I designed mounts for the mirrors, which were manufactured at OMI. I adjusted the position of the bulbs and the mirrors. Heat filtering glass was placed in front of the lights, I designed mounts also for these, and the workers of OMI made them. I installed a fan on the lamp housing with the goal of proper cooling.

I designed a stand and fixing plates for the photogate of the viewing glasses. The stand was made with 3D printing, and the plates were manufactured at OMI by me.

After the manufacturing and repairing of the parts the projector was ready for projection. This took place on 3 December 2020. As we saw during the screening, the renovation was successful as the 3D effect was clearly perceptible on the film.



By scanning this code, a video of the screening can be viewed

<https://youtu.be/TSOjcSL4DgA>

KONZULTÁCIÓS NAPLÓ

Hallgató neve: Jakus Balázs István

Azonosítója: |X|Q|K|D|X|L|

A hallgató elérhetőségei (e-mail, telefon): bala.jakus@gmail.com, 06203651756

Szakdolgozat címe: Egy majdnem elfeledett sztereó technika: Bálint István forgótárcsás 3D felvevő és vetítőgépek felújítása

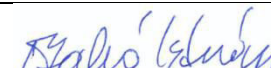
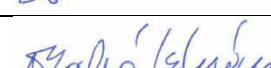
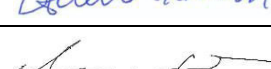
Témavezető: Dr. Nagy Balázs Vince

Konzulens: Dr. G. Szabó István

Tanszék: MOGI

Üzem: OPTIKA Mérnökiroda Kft.

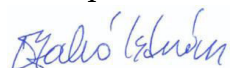
Kérjük, hogy táblázatot olvasható (nyomtatott) betűkkel töltsse ki! A táblázat bővíthető.

Alk.	Dátum	Elvégzett feladat/Megjegyzés/Mérföldkő	Aláírás (T/K)
1.	2020.10.12.	Szakirodalmi kutatás eredményének áttekintése	
2.	2020.11.02.	Eddigi dolgozat áttekintése	
3.	2020.11.16.	Hajtás beépítése	
4.	2020.11.30.	Utolsó alkatrészek beszerelése	
5.	2020.12.03.	Vetítő üzembe helyezése	
6.	2020.12.07.	Dolgozat áttekintése, hibák javítása	
7.	2020.12.09.	Utolsó egyeztetés	

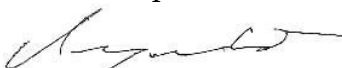
A Konzultációs naplót összesen legalább hét alkalommal az egyes konzultációk alkalmával kell láttamoztatni a témavezetővel vagy konzulenssel. Legalább négy konzultáció a témavezetővel kell történni, ezek közül az egyik az utolsó alkalom kell legyen. A tanszékek a tanszéki elvárásoknak és a feladat jellegének függvényében a kötelező konzultációkon kívül „mérföldköveket”, ellenőrzési pontokat is beiktathatnak/előírhatnak.

A hallgató konzultációs kötelezettségeinek eleget tett, az elkészített szakdolgozat/diplomaterv a követelmények megfelel, az beadható.

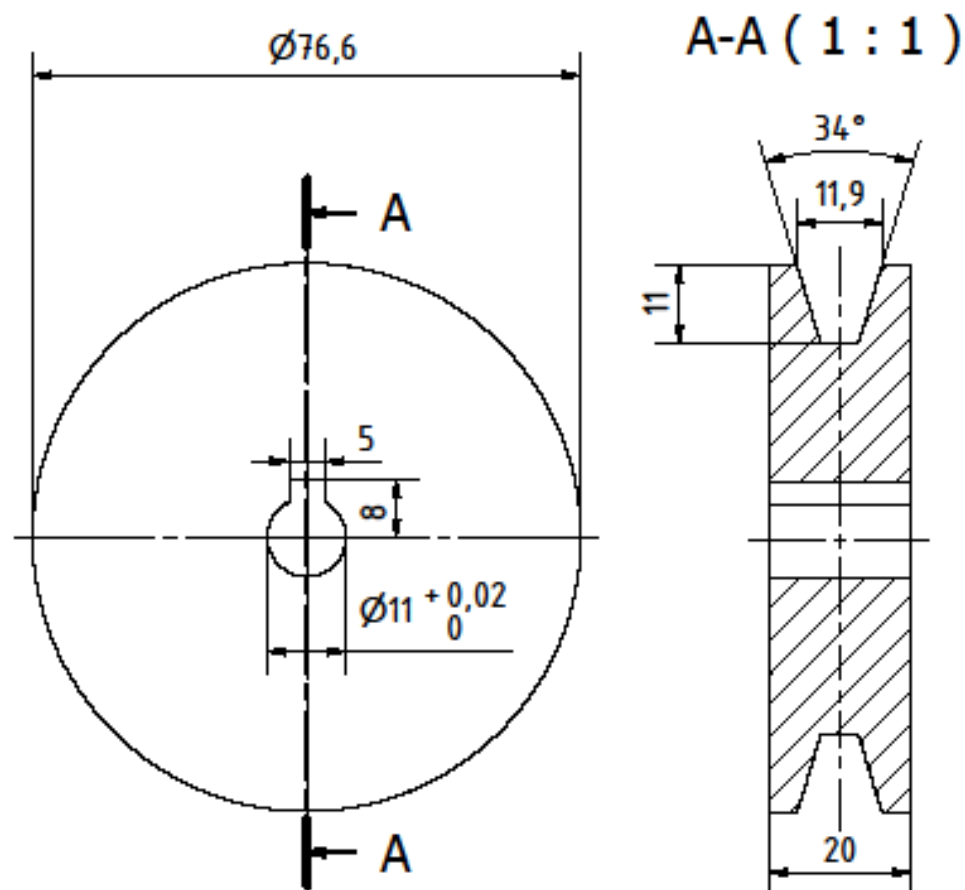
Dátum: Budapest, 2020.12.10.


konzulens aláírása

Dátum: Budapest, 2020.12.10.

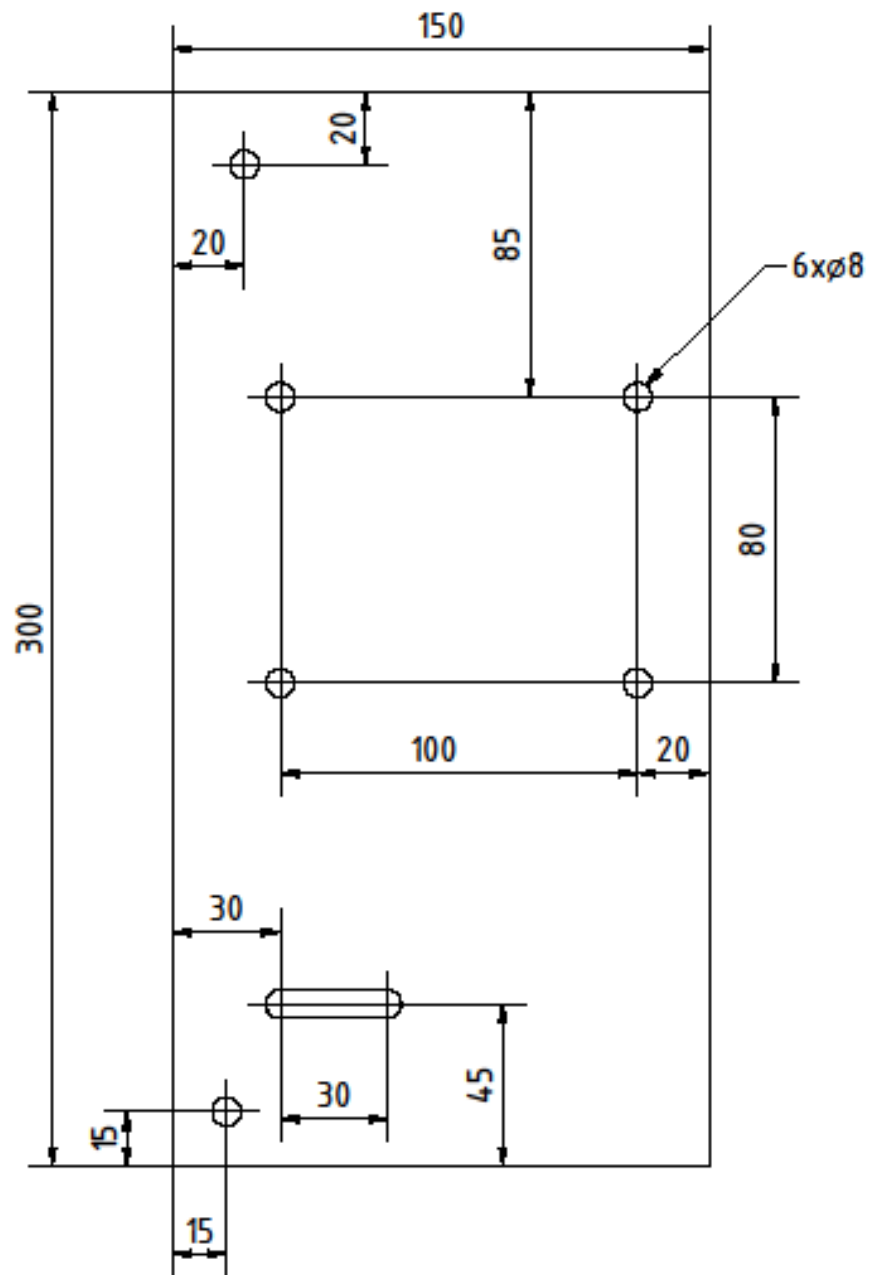

témavezető aláírása

1. MELLÉKLET



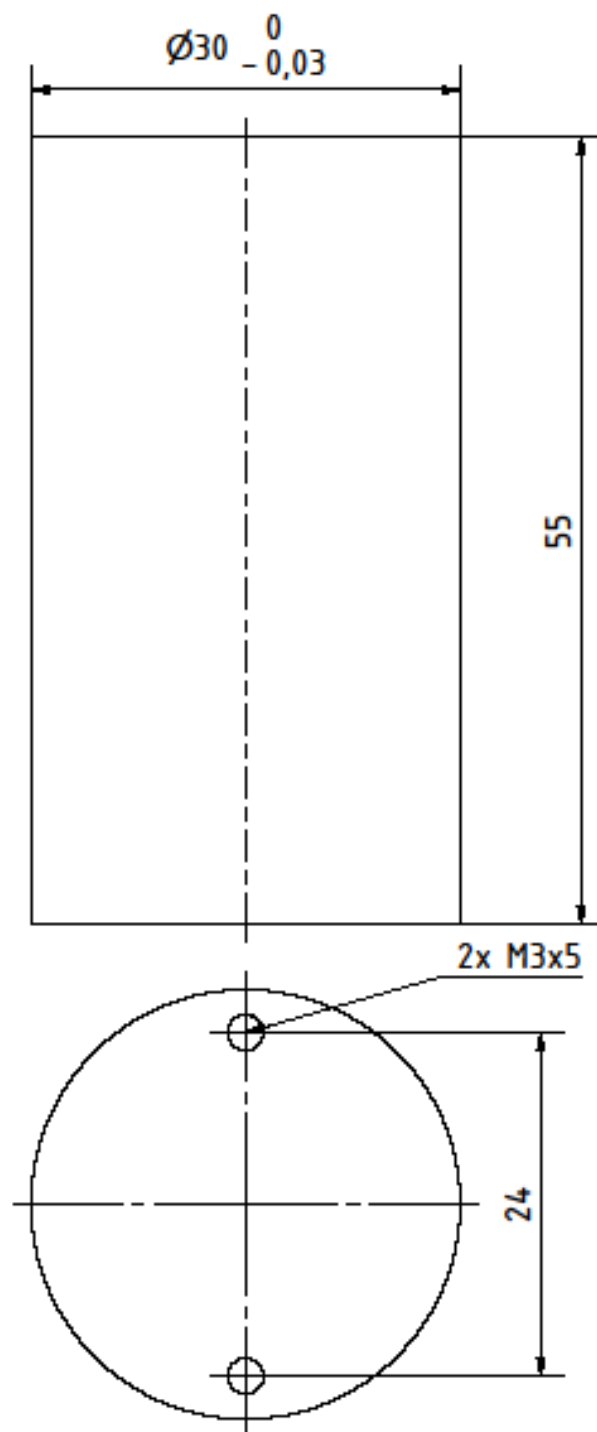
Általános tűrésmező		DIN ISO 2768mH		Tömeg:	Kikészítés:
			Nyers darab:		
☞ Mód	Dátum:	Név:	Anyag:	M1:1	 OPTIKA Mérnökiroda Kft.
Terv.:	2020.11.25.	JB			
Rajz.:			AlMgSi	Csatl. tétel:	
Ell.:			Megnevezés:	Rajzszám: 7-140-001	
File:			Ékszíjtárcsa		

2. melléklet

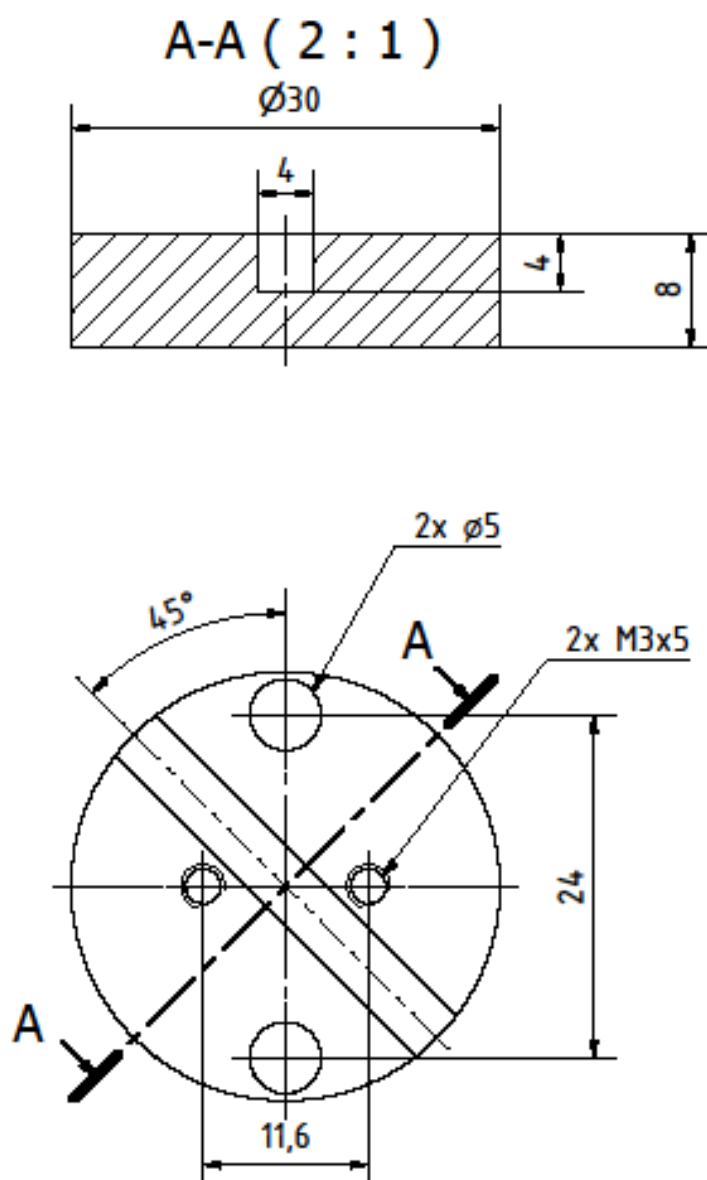


Általános tűrésmező		DIN ISO 2768mH		Tömeg:	Kikészítés:
			Nyers darab:		
♂ Mód	Dátum:	Név:		M1:2	 OPTIKA Mérnökiroda Kft.
Terv.:	2020.12.01.	JB	Anyag:		
Rajz.:			Dibond	Csatl. tétel:	
Ell.:			Megnevezés:	Rajzszám:	
File:			Motortartó lemez	7-140-002	

3. melléklet

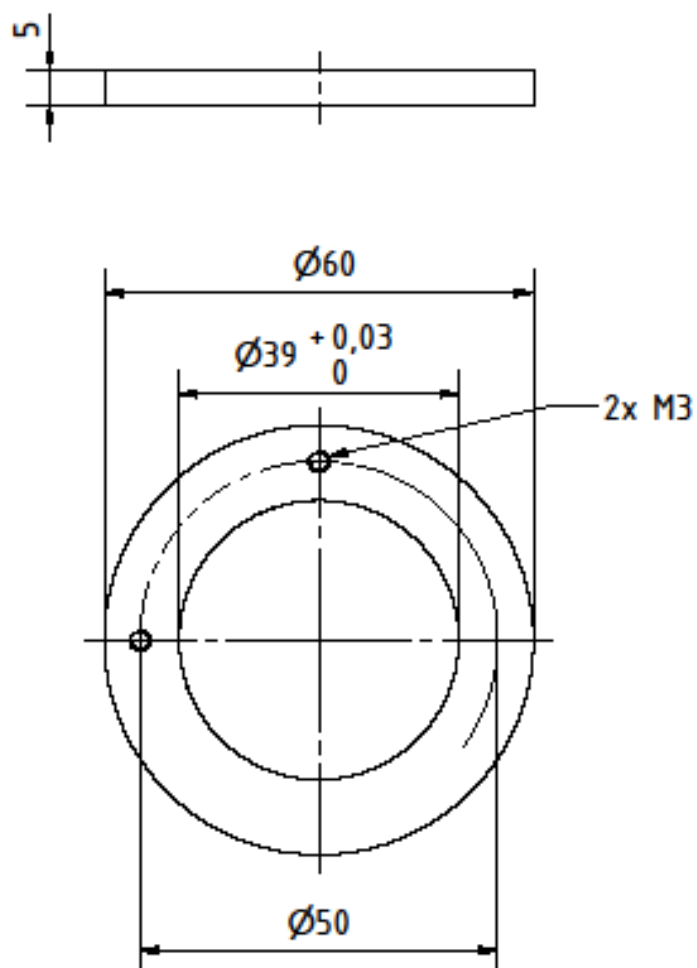


Általános tűrésmező		DIN ISO 2768mH		Tömeg:	Kikészítés:
			Nyers darab: ø35 Henger		
☞ Mőđ	Dátum:	Név:		M2:1	 OPTIKA Mérnökiroda Kft.
Terv.:	2020.08.03.	HS	Anyag:		
Rajz.:			AlMgSi	Csatl. tétel:	
Ell.:			Megnevezés:	Rajzszám: 7-140-003	
File:			Lámpatartó henger		

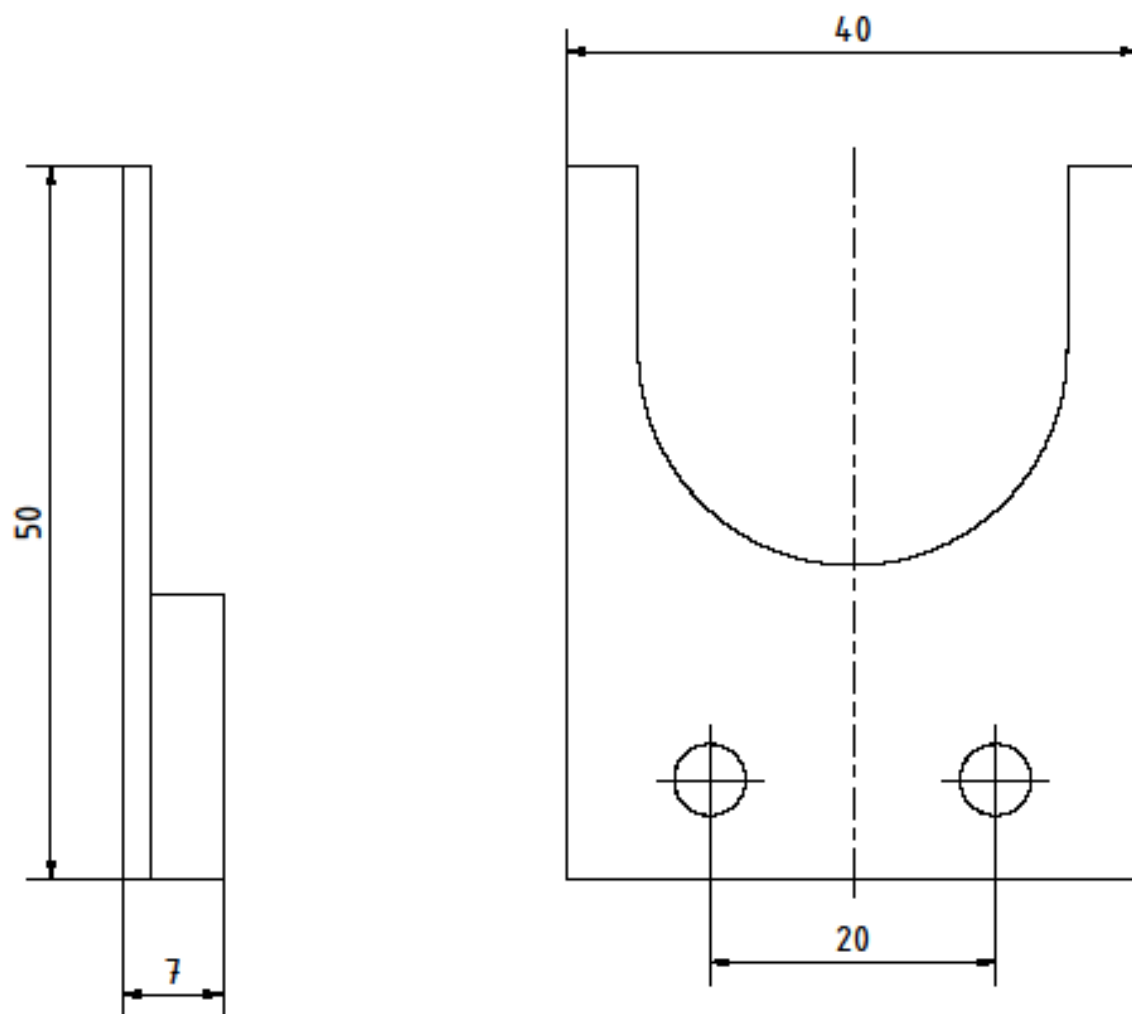


Általános tűrésmező		DIN ISO 2768mH		Tömeg:	Kikészítés:
			Nyers darab: ø30 henger		
† Mód	Dátum:	Név:		M2:1	 OPTIKA Mérnökiroda Kft.
Terv.:	2020.08.03.	JB	Anyag:		
Rajz.:			AlMgSi	Csatl. tétel:	
Ell.:			Megnevezés:	Rajzsám:	
File:			Lámpatartó kis henger	7-140-004	

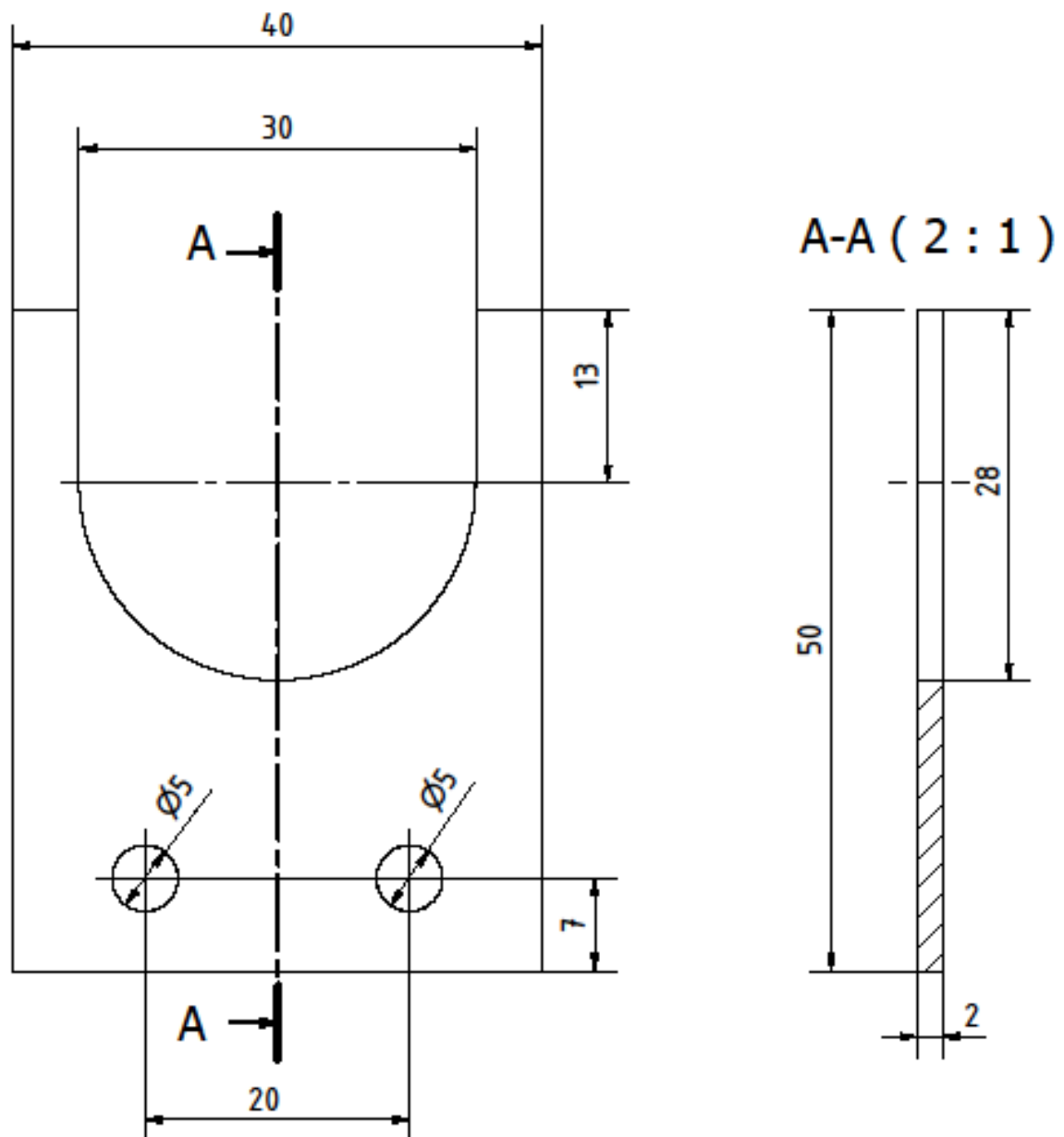
5. melléklet



Általános tűrésmező		DIN ISO 2768mH		Tömeg:	Kikészítés:	
			Nyers darab:			
☞ Mőđ	Dátum:	Név:	Ø60 rúd	M1:1	 OPTIKA Mérnökiroda Kft.	
Terv.:	2020.10.19.	JB	Anyag:			
Rajz.:			AlMgSi	Csatl. tétel:		
Ell.:			Megnevezés:			Rajzszám: 7-140-005
File:			Tüköřtartó			

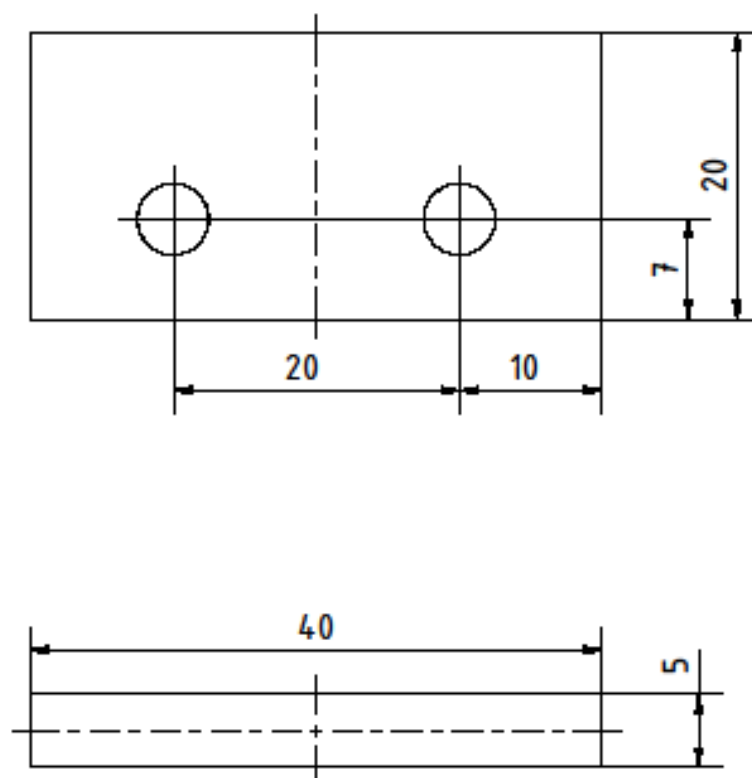


Általános tűrésmező		DIN ISO 2768mH		Tömeg:	Kikészítés:
			Nyers darab:		
♂ Mód	Dátum:	Név:		M2:1	 OPTIKA Mérnökiroda Kft.
Terv.:	2020.10.19.	JB	Anyag:		
Rajz.:			AlMgSi	Csatl. tétel:	
Ell.:			Megnevezés:	Rajzsám:	
File:			Hőszűrőtartó összeáll.	7-140-006	



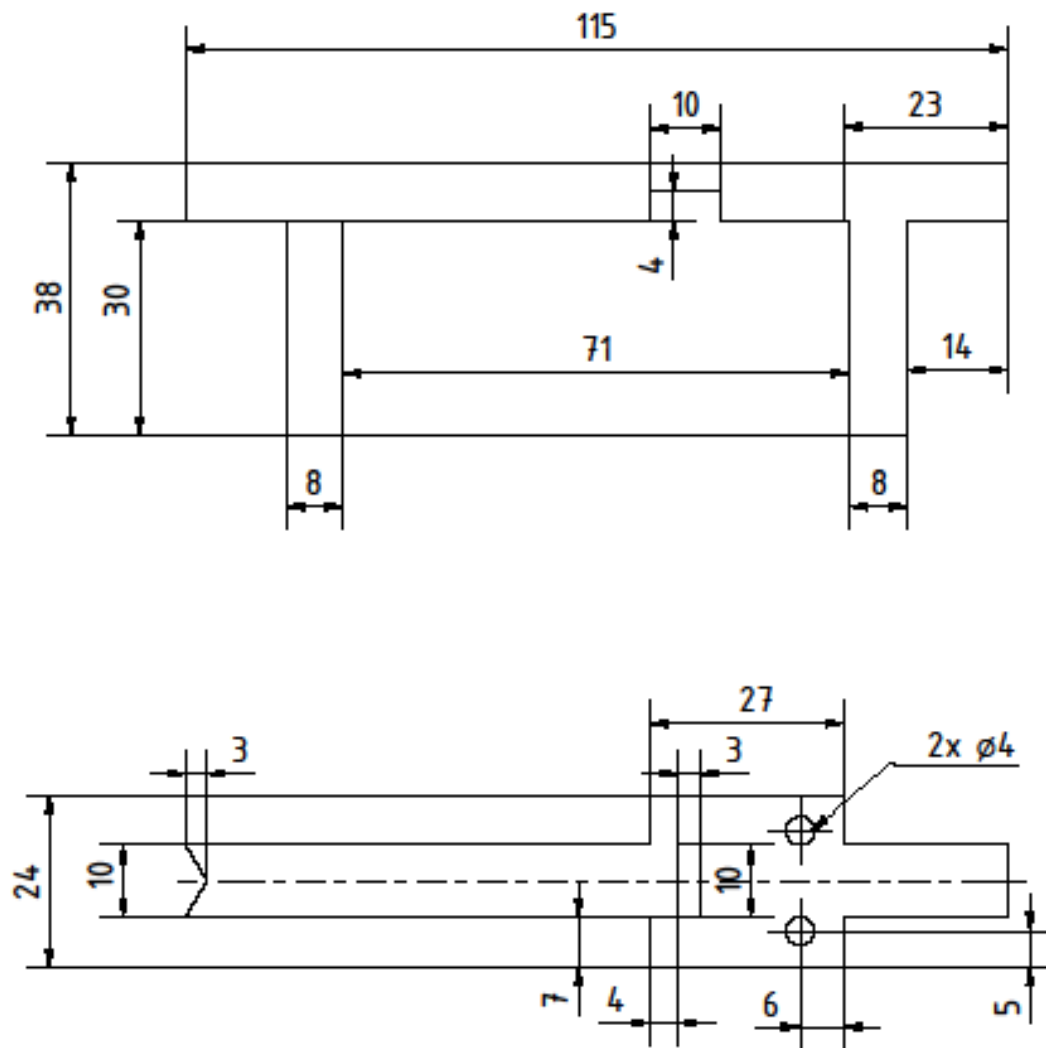
Általános tűrésmező		DIN ISO 2768mH		Tömeg:	Kikészítés:
			Nyers darab:		
♂ Mód	Dátum:	Név:		M2:1	 OPTIKA Mérnökiroda Kft.
Terv.:	2020.10.19.	JB	Anyag:		
Rajz.:			AlMgSi	Csatl. tétel:	
Ell.:			Megnevezés:	Rajzszám:	
File:			Hőszűrő üveg tartó	7-140-007	

8. melléklet

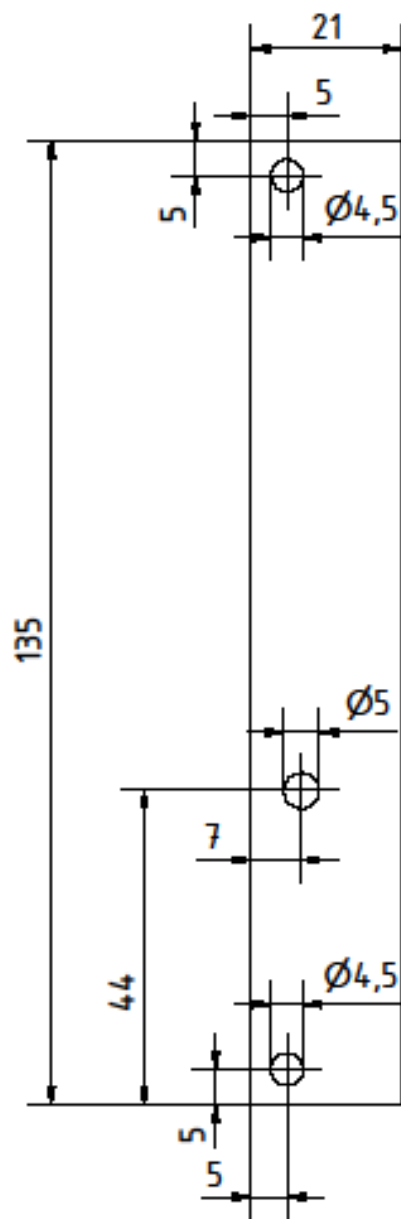


Általános tűrésmező		DIN ISO 2768mH		Tömeg:	Kikészítés:
			Nyers darab:		
♂ Mód	Dátum:	Név:		M2:1	 OPTIKA Mérnökiroda Kft.
Terv.:	2020.10.19.	JB	Anyag:		
Rajz.:			AlMgSi	Csatl. tétel:	
Ell.:			Megnevezés:	Rajzszám:	
File:			Hőszűrő tartó tömb	7-140-008	

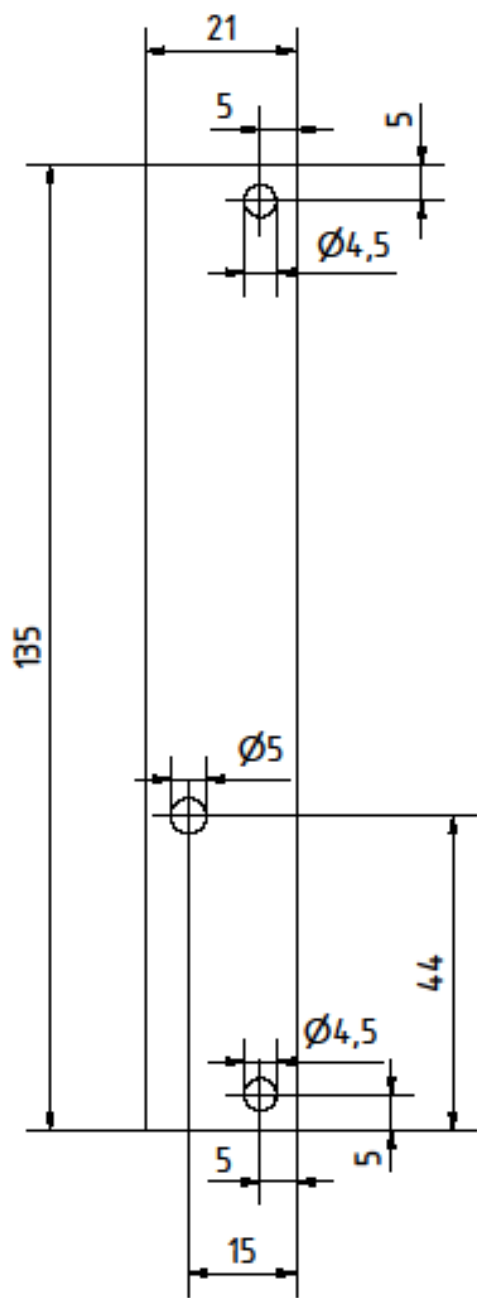
9. melléklet



Általános tűrésmező		DIN ISO 2768mH		Tömeg:	Kikészítés:
			Nyers darab:		
♂ Mód	Dátum:	Név:		M1:1	 OPTIKA Mérmőiroda Kft.
Terv.:	2020.11.23.	JB	Anyag:		
Rajz.:			ABS	Csatl. tétel:	
Ell.:			Megnevezés:	Rajzsám:	
File:			Fotokapu állvány	7-140-009	



Általános tűrésmező		DIN ISO 2768mH		Tömeg:	Kikészítés:
			Nyers darab:		
♂ Mőd	Dátum:	Név:	Anyag:	M1:1	 OPTIKA Mérnökiroda Kft.
Terv.:	2020.12.01.	JB			
Rajz.:			Dibond	Csatl. tétel:	
Ell.:			Megnevezés:	Rajzszám:	
File:			Tartólemez bal		



Általános tűrésmező		DIN ISO 2768mH		Tömeg:	Kikészítés:	
			Nyers darab:			
♂ Mőd	Dátum:	Név:		M1:1	 OPTIKA Mérnökiroda Kft.	
Terv.:	2020.12.01.	JB	Anyag:			
Rajz.:			Dibond	Csatl. tétel:		
Ell.:			Megnevezés:	Rajzszám: 7-140-011		
File:			Tartólemez jobb			