

Gimesi Judit

Tradicionális technikák alkalmazásának mai  
lehetőségei

*Anyagba szőtt dallam*

témavezető: Harmati Hedvig DLA egyetemi docens

Moholy-Nagy Művészeti Egyetem Doktori Iskola

Kaposvár, 2016

## Tartalomjegyzék

1. Bevezetés .....	2
Tézisek .....	4
2. A téma zenei, képzőművészeti vonatkozásai .....	5
2.1. A zenéről .....	5
2.1.1. A mestermunkámban megjelenő zenék.....	7
2.2. Zene és vizualitás .....	7
2.2.1. Zene és az absztrakt festészet .....	8
2.2.2. Fény-szín-hang rendszerek és elméletek.....	10
3. A téma iparművészeti megközelítése, iparművészeti vonatkozásai.....	20
3.1. A szövés technológiájának fejlődése .....	21
3.2. Előzmények, inspirációk, párhuzamok .....	31
3.2.1. Inspirációk .....	31
3.2.2. Intelligens textilek.....	36
3.2.3. Párhuzamok .....	41
4. A mestermunka.....	44
4.1. Ismerkedés az anyaggal, kísérletek .....	45
4.2. A programozás.....	47
4.3. A három struktúra.....	47
4.3.1. Az első modul .....	47
4.3.2. A második modul .....	49
4.3.3. A harmadik modul.....	49
5. Összegzés .....	50
6.Theses .....	51
7.Summary .....	52
8. Források .....	53
9. Képek jegyzéke .....	56

## 1. Bevezetés

Egyes keleti filozófiák és mai tudományos kutatások szerint a világ dolgai ugyanannak a valóságnak a különböző megnyilvánulásai. E tétel szerint az egymástól különböző és távol eső dolgokat a mélyben láthatatlan szálak fűzik egymáshoz. Az érzékszerveink által érzékelt világ milliányi megnyilvánulása tehát bizonyítottan (Aspect-kísérlet)<sup>1</sup> ugyanannak a valóságnak a különböző formái. Kézművesség, zene, szín, digitális világ. Látszólag különálló dolgok, a valóság egy-egy szelete mindegyik. Célom, hogy feltárjam a köztük lévő mélyebb kapcsolatot, hogy a szeletek egységgé álljanak össze.

Mestermunkámban a hagyományos kézműves szövési technikákat ötvözöm a modern eljárásokkal, modern anyagokkal, valamint összekapcsolom a zenei és vizuális élményt egy alkotáson belül. Igyekszem bemutatni, hogy a külső valóságot felfogó érzékszerveink milyen összefüggésben állnak egymással. Hogyan tudom az egyik érzékszervemmel felfogott és általam bennem kiváltott hangulatot, érzést a saját művészi eszközeimmel érzékeltetni.

Szándékom az, hogy a zenei hangokat színekkel érzékeltetem, színekkel próbálom visszaadni a választott zene hangulatát. Mivel nagyon lenyűgözött az ikatok festőisége, és már régebben kipróbáltam ezt a technikát, először ikatechnikával, a láncfonalak festésével kívántam megvalósítani az elképzelésemet. Készítettem is erre vonatkozólag néhány kísérletet.



1. kép

---

<sup>1</sup> [S. n.]: Hologram a való világ? In: Index: Tudomány [online] 2004. június 26. <URL: <http://index.hu/tudomany/holo0626> [Letöltés ideje: 2016. október 13.]

Hiába is voltak zeneiek az ikattechnikával készült alkotások, a zene időbeli folyamatának és a látvány statikusságának ellentétét nem oldották fel. Az én célom pedig egy olyan intermediális alkotás létrehozása volt, ahol a zenei és vizuális élmény együttesen jelenik meg. Ezért kerestem azokat a vizuális kifejezőeszközöket, technológiákat, amelyekkel ez megjeleníthető. A digitalizálás új lehetőségeket nyitott a több műfajt összekapcsoló alkotások létrehozására. A zene hangulatát vizuálisan a továbbiakban a színek digitálisan vezérelt időbeli váltakozásával szeretném visszaadni.

Mivel a kutatásom több területet is felölel, ezért szükségesnek tartom a kérdéskör interdiszciplináris megközelítését. Vizsgálom egyszer a témához kapcsolódó képzőművészeti és zenei vonatkozásokat, másrészt feltárom az iparművészeti hátteret, harmadrészt a számítástechnikai elektronikai összefüggéseket is tanulmányozom. A képzőművészet kapcsán megvizsgálom a zene és a vizualitás kapcsolatát, a hang-szín rendszereket, hang-szín analógiákat. Az iparművészet relációjában pedig azt kutatom, hogy a hagyományos technikákat inspirációs forrásként használó alkotók milyen módszerekkel, eszközökkel kapcsolták össze a különböző kézműves eljárásokat a modern technológiákkal.

Másfelől vizsgálom, hogy a digitalizáció hogyan jelenik meg a textilművészetben, a designban, és milyen perspektívái vannak a jövőben ennek az innovációnak.

## Tézisek

### 1. A hang- szín analógiák szubjektív érzéseken alapulnak

A 17. századtól hang-szín elméleteket végig tekintve, meg kell állapítani, hogy a mindegyik szubjektív érzéseken és benyomásokon alapul, ezért eltérőek hang- szín megfeleltetések a különböző teóriákban. A hang-szín kapcsolatok nem fizikai úton, hanem az emberi agyban jönnek létre.

### 2. A látvány segít a kortárs atonális zenék megértésében

A hangnem nélküli zenéket agyunk nehezebben dolgozza fel, megértésük is nehezebb. A vizuális megjelenítés komplexebb élményt ad, ami segíti az atonális zenék felfogását.

### 3. A digitális technikák megkönnyítik a műfajok közti átjárhatóságot

Az analóg jeleket a számítógépek képesek digitális jelekké átalakítani. Ez az egységes kód rendszer segíti az átjárhatóságot különböző analóg jeleket kibocsátó médiumok között.

### 4. A kézműves technikák jól lehet ötvözni az új technológiákkal, digitális technikákkal

Nagyon sok intelligens textil alapja valamilyen hagyományos technika, mint pl. szövés, hímzés kötés. Ezek új kontextusba helyezése, új anyagokkal való használata új távlatokat nyit meg kézműves technikák előtt.

## 2. A téma zenei, képzőművészeti vonatkozásai

### 2.1. A zenéről

„A zene az ember legősibb kifejezési formája, őszibb, mint a nyelv vagy a képzőművészet.”

Yehudi Menuhin

Mestermunkám egyik lényeges eleme a zene. Az általam választott különböző stílusú és hangulatú zenék az alkotás fontos komponensei.

A hallás az az érzékszervünk, ami már az anyaméhben is működik. A magzat már az anyaméhben is hallja anyja szívdobogását, és a külvilágból jött zenét is érzékeli. A hangok, a zene az első információk számára a külvilágból.

A zene szorosan kapcsolódik a többi érzékszervünkhöz. Egy-egy dallam úgy raktározódik el az agyban, hogy viszi vele a színeket, az illatokat, hangulatot, tehát ha felidézünk egy dallamot a múltból, újra átélhetjük a régi élményeket, érzéseket.

A zene egy intenzív emóció, páratlan erejét a legújabb kutatások is igazolták. Detlef B. Linke agykutató kutatása szerint „ha például valaki zenét hallgat, jelölt glukóz adagolásával megállapíthatjuk, hogy az agy melyik régiója aktív pillanatnyilag, vagy például megvizsgálhatunk hangszeren játszó embert is, és megfigyelhetjük, hogy agyának mely részei érzékelik a zenét. E vizsgálatokkal megállapítható, hogy zenehallgatás során általában mindkét agyfélteke aktiválódik. Sok minden szól amellet, hogy ezért játszik olyan nagy szerepet a zene. Hiszen nem csupán egyoldalú agyfunkcióként jelenik meg, hanem integrálja a két agyféltekét.”<sup>2</sup> Ami azért fontos, mert az agyféltekék összehangolt működése hat az intelligenciára, kreativitásra.

„Nina Kraus, az Illinois állambeli Northwestern Egyetem professzora, szintén az agy és a zene kapcsolatával foglalkozott egy nemrég megjelent tanulmányában. Kutatásai szerint az agyhullámok visszafordíthatóak zenei hangokká. Kraus zenét játszott le önkénteseknek, majd rögzített agyhullámokat visszajátszva arra a megállapításra jutott, hogy ha nem is egészen pontosan, de felismerhetővé válik az eredetileg hallgatott dallam.”<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Tilmann J. A.: Detlef B. Linke. In: Kulturális és Kommunikációs Központ Alapítvány honlapja [online] 1997. <URL: <http://www.c3.hu/~tillmann/konyvek/ezredvegi/linke.html> [Letöltés ideje: 2016. október 04.]

<sup>3</sup> [S. n.]: Nehezen fogja fel az agyunk a kortárs klasszikus zenét. In: Index: Tudomány [online] 2010. február 27. <URL: [http://index.hu/tudomany/2010/02/27/nehezen\\_fogja\\_fel\\_az\\_agyunk\\_a\\_kortars\\_klasszikus\\_zenet/](http://index.hu/tudomany/2010/02/27/nehezen_fogja_fel_az_agyunk_a_kortars_klasszikus_zenet/) [Letöltés ideje: 2016. október 4.]

Láthatjuk, hogy a zene képes szinte egész agyunkat stimulálni, ezért utánozhatatlan hatással bír az emberre. Zeneszerzők, teoretikusok így írnak erről.

„A zene »a« művészet: a mindenség közvetítésére leginkább képes, kozmikus művészetként a zene képezi a szépművészetek paradigmáját, és a növekvő zajok, sebességek és zűrzavarok közepe máig képes volt megőrizni »metafizikai méltóságát« (Böhringer).”<sup>4</sup> A zene érzékiségét, anyagtalanságát a képzőművészek is próbálták utánozni, de az ő kifejezőeszközeikkel nehezebb visszaadni, ami a zenénél olyan magától értetődő.

Dobszay László zenetudós szerint „a zene, a jó zene az embert nemcsak pillanatnyi hangulatában, hanem egészében alakítja; nemcsak a szférák zenéjét jeleníti meg, de a rend iránti érzékét és a világrendbe, a kozmikus rendbe való beilleszkedés élményét serkentgeti benne, és kapcsolatba hozza őt a szellemi világ egészével és annak az értékeivel.”<sup>5</sup> A zene befogadása, hallgatása szinte nélkülözhetetlen az ember harmonikus létéhez. De felmerül a kérdés, amikor mindig mindenhol szól valami, hogy mi a jó zene? Tudunk-e jól zenét hallgatni? Vagy csak afféle háttérzajnak érzékeljük a zenét?

Hortobágyi László így vélekedik a zenéről: „Az igazán jó zenék soha nem az egészségről, az Igenről, a haladásról szólnak, hanem mindig a fájdalmak valamilyen esszenciájából jönnek létre. A zene olyan »fizikai kábítószer«, amelyet semmi más nem tud helyettesíteni. Arányokat kapsz a füleden keresztül, konstrukciók szállnak beléd, melyek semmilyen más érzékszerven keresztül nem settenkednek beléd. Csak a füleden keresztül juthatnak el ezek a látszólag elemezhetetlen, furcsa hatások az arányok és törvények kinyomozhatatlan viszonylataiban.”<sup>6</sup>

A zene eljut a lélek mély bugyraiba, hatással van az ember egész lényére. Viszont a mai világ túlzott zaja, túl sok zenéje, hogy nagyon egyszerűen bárhol, bármikor, bármilyen zene elérhető, nem jó folyamatokat generál. „Ma a legtöbb rádióadó az emberek lelkét rombolja. Odáig jutottunk, hogy az ember egyik legcsodálatosabb képességét, a zenélni tudást, amely képes túlmutatni az emberi léten, a zeneipar teljesen lezüllesztette, édes mérget gyártott belőle.”<sup>7</sup> Mivel nem kell semmiféle erőfeszítést tennünk, hogy zenét hallgassunk, ezért manapság kevesebb ember, gyerek érzi szükségét annak, hogy zenélni tanuljon, zenélni tudjon.

---

<sup>4</sup> Idézi: Tilmann J. A.: A zene szóbahozatala: Vidovszky László – Weber Kristóf: Beszélgetések a zenéről. In: Kulturális és Kommunikációs Központ Alapítvány honlapja [online] <URL:

<http://www.c3.hu/~tillmann/irasok/zene/vidovszky.html> [Letöltés ideje: 2016. október 4.]

<sup>5</sup> Tilmann J. A.: Dobszay László. In: Kulturális és Kommunikációs Központ Alapítvány honlapja [online] 1997.

<URL: <http://www.c3.hu/~tillmann/konyvek/ezredvegi/dobszay.html> [Letöltés ideje: 2016. október 4.]

<sup>6</sup> Monory M. A. – Tilmann J. A.: Hortobágyi László. In: Ezredvegi beszélgetések [online] Bp.: Kijárat Kiadó, 1998.

<URL: <http://mek.niif.hu/02900/02950/02950.htm#13> [Letöltés ideje: 2016. október 4.]

<sup>7</sup> Tornai Sz.: Digitális menny és pokol. In: Heti Válasz [online] 2001. december 07. <URL: <http://valasz.hu/kultura/digitalis-menny-es-pokol-2406> [Letöltés ideje: 2016. október 04.]

### 2.1.1. A mestermunkámban megjelenő zenék

Az a számítógépes program, amely egy algoritmus alapján a hangokat frekvencia és hangerősség szerint színekre, fényerőre kódolja, tulajdonképpen minden zenét, zajt képes megjeleníteni látványként. Összeállítottam egy zenei válogatást, ahol a különböző hangulatú és stílusú zenék más-más vizuális képet mutatnak. Így össze lehet hasonlítani a tonális klasszikus és az atonális kortárs zenék leképezését. Hogyan fejeződik ki ez színekben? A kortárs zene nehezebben érthető. Philip Ball, a *The Music Instinct* című könyve a legújabb agykutatási eredményekre támaszkodva bizonyítja be, hogy egy dallam szerkezete és a benne rejlő motívumok alapvetően meghatározzák a zenei élményt. „Az agy folyton mintákat keres, tehát a zenében is olyan motívumok után kutat, amelyek révén értelmezni tudja a hallottakat. Bach zenéjében rengeteg ilyen sémát fedezhetünk fel”<sup>8</sup> – magyarázza a szerző. „Azonban Schönberg művei lehetetlenné teszik, hogy az agynak ez a felfogó képessége segítséget nyújtson az értelmezésben. Az ő zenéje töredezetté vált, ami megnehezíti az agy számára, hogy megértse a mű szerkezetét. Ez persze nem azt jelenti, hogy ezt a zenét lehetetlenség hallgatni, csupán nehezebb az átlagosnál.”<sup>9</sup>

A színek, a vizuális látvány segítenek a kortárs zene hallgatásában, az atonális dallamok megértésében.

### 2.2. Zene és vizualitás

A zene érzékelése átütő erővel bír. Mint azt már említettem, agykutatások bizonyították, hogy zenehallgatás közben mindkét agyfélteke, az agy nagy része stimulálódik. Valószínűleg ebből a látásközpont se marad ki. Tehát a zene képeket, színeket, formákat képes megidézni. A hallás és a látás, a zene és a vizualitás szoros kapcsolatban állnak egymással. A fény és a hang is hullám, csak a rezgésszámuk eltérő. Ahogy a látványnak, a zenének is van tere, „a zene eredendő tériessége magából a hangokból: a hangmozgásból, a hangok egymásmellettségéből és egymásutánjából adódik. [...] A zene *primer mozgásélmény*, mozgás pedig csak térben történhet.”<sup>10</sup> De azért óvatosan kell bánni a hasonlóságokkal, mert „a hang és a látvány, pontosabban a hang és a kép teljesen különböző természetű médiumok fizikai és működési szempontból is. Példának okáért: a dallam transzponálható és megmarad egyéni jellege, míg a színsorral ez nem tehető meg, vagy egy másik példaként említve: a spektrum színei nem különíthetők el élesen, összemosódnak, addig a hangok egyértelműen elválaszthatóak egymástól, azontúl az egymás melletti színek (a színekörön) harmonikusak,

---

<sup>8</sup> Idézi: [s. n.]: Nehezen fogja fel az agyunk a kortárs klasszikus zenét. In: i. m.

<sup>9</sup> Uo.

<sup>10</sup> Tillmann, J. A.: Hangmozgás. Avagy a zenei képről. In: Kulturális és Kommunikációs Központ Alapítvány honlapjának kiterjesztése [online] 2013. július 14. <URL: <https://zenetextek.wordpress.com/2013/07/14/tillmann-j-a-hangmozgas-avagy-a-zenei-keprol/> [Letöltés ideje: 2016. október 04.]



míg a szomszédos hangok disszonánsak együtt alkalmazva. A közös nevező, az eltérő médiumok kapcsán a ritmus, az arányok, a kompozíciós formák környékén keresendő.”<sup>11</sup>

### 2.2.1. Zene és az absztrakt festészet

„Minden művészeti ág a zene állapotára törekszik”<sup>12</sup> – mondta Walter Pater. Hang és zene szintézise a képzőművészek régi vágya. E két szubsztancia párbeszédének története a posztimpreszionista stílusig nyúlik vissza. Szimbolista festők újra felfedezték a szinesztéziát, képeiken a színek már szinte zenélnek. Surányi László szerint a kép muzikalizálódása Gauguehennel és van Gogh-gal kezdődik, és a Blau Reiterrel, Kandinszkijjal teljesedik ki. „Ami a kép muzikalizálódását illeti, nem újdonság, hogy az olyan alapkategóriák, mint a tónus, a harmónia, a festészet és a zene mély rokonságára utalnak. Az újdonság az a radikalizmus, amellyel az alapkategóriák zeneiségét most a festészet vezérlő elvévé teszik.”<sup>13</sup> Surányi szerint „a muzikalizálódás és a forma leválása a tárgyról ugyanannak a történesnek két oldala”<sup>14</sup> A huszadik századi képzőművészek a zene metafizikáját szerették volna átültetni alkotásaikba. A látvány térbeliségének és zene időbeliségének ellentétét elvont tiszta formák és színek ábrázolásával oldották meg, mellyel létrehozták az absztrakciót, új művészeti stílust és eszmét teremtve.

Kandinszkij művészetében mindenhol megjelenik a zene. „A zenei hangoknak közvetlen útja van a lélekhez”<sup>15</sup> – mondja Szellemiről a művészetben, különös tekintettel a festészetre című írásában. A festészet és a zene rokonságát alapul véve a festészetben az alapvető vizuális kifejező elemek a pont, a vonal, a forma és a szín tudják rezgésbe hozni a lelket. „Általában a szín olyan erő, mely közvetlenül hat a lélekre. A szín a billentyűzet, a szemek a kalapácsok, a lélek a zongora a húrokkal. A művész kéz, mely játszik. Megérinti az egyik vagy a másik billentyűt, és megrezegteti a lelket.”<sup>16</sup>

*Kompozíciók, Improvizációk, Impresziók.* Kandinszkij képsorozatai szorosan köthetők a zenéhez. Három évtized munkásságát átfogó 10 darabból álló *Kompozíciók* című sorozata olyan, mint egy szimfóniaciklus. Képei nagyméretűek, sok vázlatot, előtanulmányt készített előttük. Ahogy távolodik a művész a naturalizmustól, úgy lesznek egyre muzikálisabbak a sorozat képei. Belső érzelmeit fejezi ki élénk színekkel, szíkontrasztokkal, bonyolult alakzatokkal. Az *Improvizációk* képei nem annyira monumentálisak, de annál drámaibbak vibráló színekkel, expresszív kifejezéssel. Szabadon

<sup>11</sup> Gyenes Zs.: A vizuális zene aktualitása – magyar példákkal. In: Gyenes Zsolt honlapja [online] <URL: [http://vizualzene.hu/vz\\_akt\\_tan\\_gyenes.pdf](http://vizualzene.hu/vz_akt_tan_gyenes.pdf) [Letöltés ideje: 2016. október 04.]

<sup>12</sup> Peacock, K.: Instruments to Perform Color-Music: Two centuries of Technological Experimentation. In: Leonardo, 1988. No. 4. pp. 397–406.

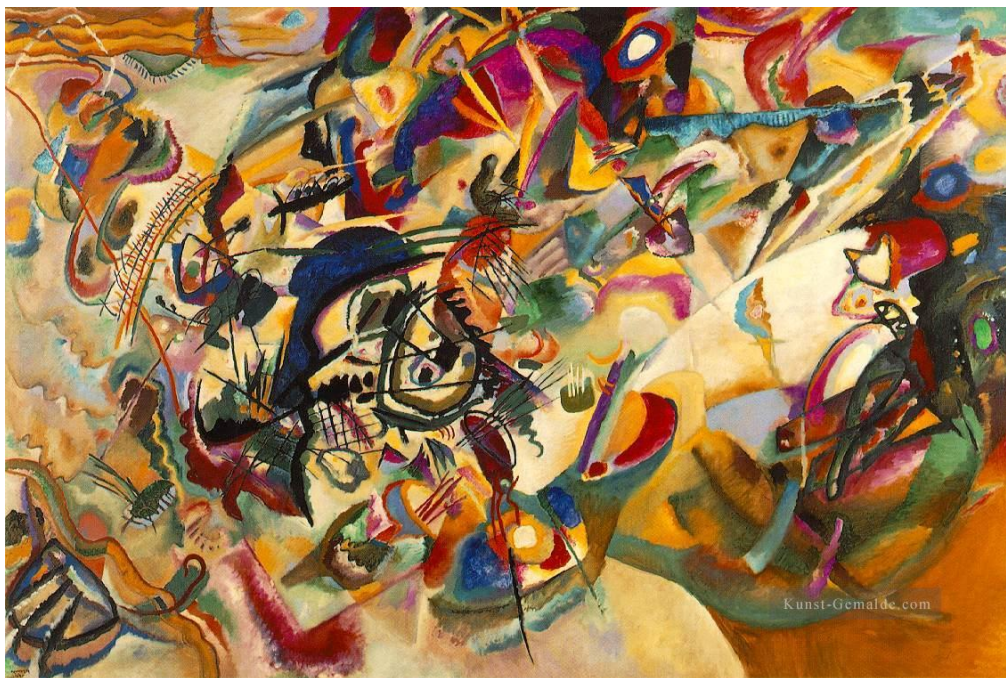
<sup>13</sup> Surányi László: A kép muzikalizálódása: A Blaue Reiter kiadásának 100. évfordulójára. In: Gyenes Zsolt honlapja [online] <URL: [http://vizualzene.hu/suranyi\\_laszlo.pdf](http://vizualzene.hu/suranyi_laszlo.pdf) [Letöltés ideje: 2016. október 08.]

<sup>14</sup> Uo.

<sup>15</sup> Kandinszkij, V.: Szellemiről a művészetben, különös tekintettel a festészetre. In: Mezei Otto (szerk.): A Bauhaus. Bp.: Gondolat, 1975. p. 102.

<sup>16</sup> Uo.

komponált formák és színek, zenei kifejezéssel élve: mint egy „concerto”. Az *Impressziók*-sorozat pedig közvetlen zenei tapasztalat élményéből született. 1913-ban a *Hangok* című verseskötetet illusztrálta fametszetekkel. Kandinszkij absztrakt stílusa a zene metafizikájához közelít.



2. kép Kandinszkij: *Kompozíció VII.*

Paul Klee, az absztrakció másik mestere is közel állt a zenéhez, zenész családban nőtt fel, ő maga is kiválóan hegedült. Festményeiben, színeiben, átlátszó lebegő tónusaiban felfedezhetjük a zenét, a zenei harmóniákat. Színekről és formákról alkotott nézeteiben is zenei analógiákat figyelhetünk meg. Több zenei témájú, zenei ihletésű festmény is található munkásságában.



4. kép Klee: *Fűga vörösből*

„...az avantgárd művészeti mozgalmak a művészetek médiumainak közelítését vagy újraegyesítését, illetve a művészet és az élet közötti határok felszámolását hirdetik meg [...] A hang, a kép, a szó, a tér, a fény, a matéria és a technológia olyan új szintéziseit ígérik, amelyek egy megújult életforma, egy felfrissült világérzékelés és egy komplexebb világmegértés felé mutatnak.”<sup>17</sup>

### 2.2.2. Fény-szín-hang rendszerek és elméletek

Az új médiumok, a videó, számítógép elterjedésével a zene és vizualitás egyre közelebb került egymáshoz. Megjelent egy új műfaj, amit már az avantgárd mozgalmak előkészítettek: a vizuális zene. Gyenes Zsolt így határozza meg a vizuális zene fogalmát: „...zenei struktúrák határozzák meg a vizuális kifejezést. Ide tartozik a hang/zene vizualizációja – tehát amikor lefordítjuk/transzformáljuk a hangot vizuális nyelvre, a szonifikáció – nem hangzó jelek (pl. kép, adat) meghangosítása.”<sup>18</sup>

Gyenes Zsolt a vizuális zenének három típusát különíti el:

1. Statikus, ahol a zene, hang vizuális megformálására tesz kísérletet, de hang nem társul hozzá. Például: Paul Klee: *Fűga a vörösben.*
2. Dinamikus, ahol a mozgókép kerül előtérbe. Időben kiterjesztett vizuális struktúrákról van szó. Ide kapcsolható az absztrakt film. Például: Viking Eggeling: *Diagonális szimfónia.*
3. Tiszta, amikor a hang és kép szintetizálva (szintézist alkotva), teljesen összhangban, „egymásból következően” van együtt. Amit láatsz, azt hallos. Például: Norman McLaren *Synchromy* című absztrakt „mozija”.<sup>19</sup>

Napjaink számítógépes világában a vizuális zene egyre népszerűbb. A digitális környezet egyre könnyebbé teszi a műfajok közti átjárhatóságot. Különböző szoftverek színek és hangok paramétereit számokká kódolják, ezért egyre könnyebb őket társítani.

Már az ókorban rájöttek, hogy a zenét számokkal is lehet értelmezni. A püthagoreusok ráeszméltek, hogy a zenei harmóniakat le lehet írni számokkal. A fülnek kellemes konszónanciákat pozitív egész számok arányaival írták le. „A püthagoreus számnak az a jelentősége, hogy egy egészen új korszakot vezet be, a mítoszra érzékeny logosz korszakát, amelynek a mérés van a középpontjában. Ennek a mérésnek az eszköze a szám. A mérték minden kultúrában fontos,

---

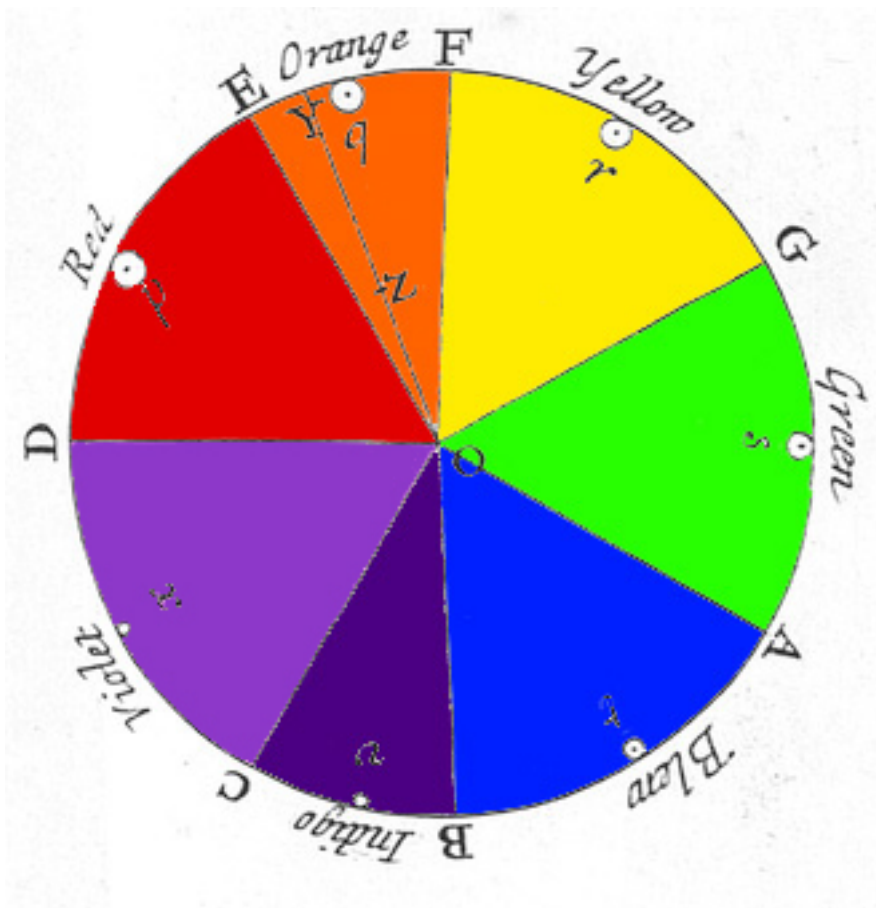
<sup>17</sup> Veres B: Hangképek – kiállításmegnyitó. In: Robert Capa Kortárs Fotográfiai Központ honlapja [online] <URL: <http://capacenter.hu/veres-balint/> [Letöltés ideje: 2016. október 08.]

<sup>18</sup> Gyenes Zs: A vizuális zenéről. In: Gyenes Zsolt honlapja [online] <URL: [http://gyenes62.hu/text\\_title.htm](http://gyenes62.hu/text_title.htm) [Letöltés ideje: 2016. október 08.]

<sup>19</sup> Gyenes Zsolt: A vizuális zenéről: Rendszerezési kísérlet. In: Gyenes Zsolt honlapja [Online] <URL: [http://vizualzene.hu/gyenes\\_zsolt.pdf](http://vizualzene.hu/gyenes_zsolt.pdf) [Letöltés ideje: 2016. október 08.]

de a görögöknél lesz a tudomány alapja. És a szám, az arány jelen van a költészetben, szobrászatban, táncban, gondolkodásban.”<sup>20</sup>

Hang-szín analógiákat véltek felfedezni a 16-17. századi fizikusok a fény természetének kutatása során. Huygens mondta először, hogy a fény a hanghoz hasonló hullámmozgás. A világ-egyetemet betöltő finom anyagnak, az éternek a mozgása. A fényforrás meglöki az éterrészecskéket, és ezek adják és terjesztik tovább a mozgást. Newton színelmélete fénytani kutatásainak eredményként jött létre. Ő Huygens-szel ellentétben nem hullámnak, hanem korpuszkuláris eredetűnek tartja a fényt. Megállapítja, hogy a fehérfényt összetett fény, amit a prizma alkotóelemeire bont. A szétbontott színek tovább nem bonthatók. A prizma különbözőképpen téríti el a színeket, a vörös szín törésmutatója a legkisebb, a narancs, a sárga, a zöld és kék felé haladva egyre nagyobb lesz, és az ibolyát téríti el a legjobban a prizma. Newton a spektrum hét színét a skála hét hangjához rendelte, és létrehozta ezzel az első szín-hang kombinációt. A D hangtól indulva a legmélyebb hang vörös színű, a legmagasabb hanghoz pedig az ibolyát társította.



6. kép Newton színekőre hangokkal

<sup>20</sup> Márkó Anita: „A szám hallható” – Surányi László matematikus a zenéről és a számokról. In: Magyar Narancs [online] 2016. 19. sz. (05. 12.) <URL: <http://magyarnarancs.hu/zene2/a-szam-hallhato-99342> [Letöltés ideje: 2016. október 08.]

Newton kortársa, a francia jezsuita szerzetes, Louis-Bertran Castell volt az első, akiben felmerült az ötlet egy olyan szerkezet létrehozására, amely által hangok és színek együtt jelennek meg. Kircher Egyetememes zeneművészet című könyve adta az inspirációt a „csembaló a szemnek” elkészítésére. Kircher analógiákat vélt felfedezni a hang és fény között, mindkettő visszaverődik a sík felületről, mindegyik képes behatolni egy sűrűbb közegbe, ahol megtörik. Ezek a megfigyelések alátámasztották Castell elképzelését, mely szerint a hang és fény ugyanannak a fizikai folyamatnak megnyilvánulásai.<sup>21</sup> Newton elvetette a fizikai analógiát a fény és hang között, és Castell is elfogadta, hogy az egyezés nem tökéletes. Ám ő úgy gondolta, hogy ezeket a nehézségeket át lehet hidalni. Két tanulmányt is írt kísérleteiről. A másodikban, amely 1735-ben jelent meg, már szerkezete továbbfejlesztett változatról számolt be. A kiváló matematikus Castell elsősorban filozófusnak és nem gyakorlati szakembernek tartotta magát, ezért eredetileg csak elméletben foglalkoztatta a gondolat. Ám mivel sokan nem hitték el, hogy működőképes lenne az elmélete, nekiállt a megvalósításnak, és 1734-re el is készült egy modellje. Ismerte Newton hang-szín skáláját, melyet 1704-ben mutatott meg *Optika* című művében, de ő más rendszert dolgozott ki. A legmélyebb C hanghoz a kéket társította, A G-hez pirosat, a B-hez a lilát. A különbség még az, hogy amíg a newtoni skála d-mollra épül, az övé C-dúr alapú. Egy leírás szerint az első modell ötöktávós lehetett, a magasabb hangok egyre világosabbak voltak a skálán. De Castell terveiben egy 12 oktávós hangszer szerepelt, mivel szerinte az emberi fül ennyi hang befogadására képes. Először prizmákkal kísérletezett, de a kevés fény miatt a kapott színekkel nem volt megelégedve. Később tükörrel, gyertyákkal és színes papírokkal próbálkozott. 12 színt (a félhangokhoz is rendelt színt) fehérrel és feketével keverve, megkapta a 12 oktáv hangterjedelmének 144 színárnyalatát. A korabeli dokumentumok alapján valószínűleg működött a szerkezete, de túl meleg, bűdös és pontatlan volt. Castell munkássága, hang-szín csembalója hatással volt a 19. század első felének színhang nézeteire, amelyek később audiovizuális kor fejlesztéseinek alapját képezték.

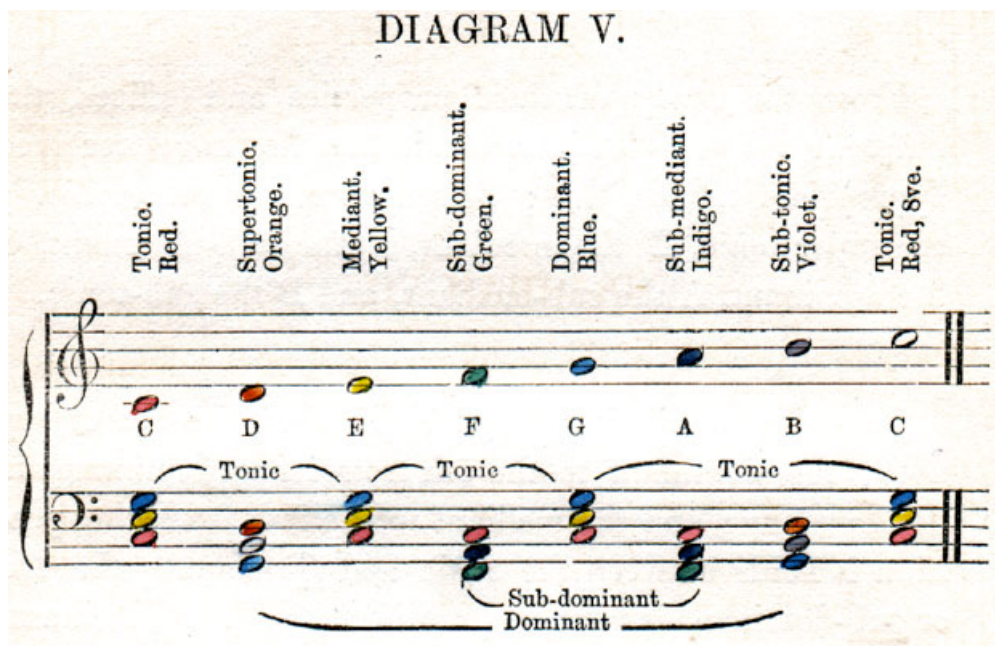
---

<sup>21</sup> Franssen, M.: The Ocular Harpsichord of Louis-Bertrand Castell. In: Tractrix, 1991. No. 3. pp. 15–77.



7. kép Castel hang-szín csembalója

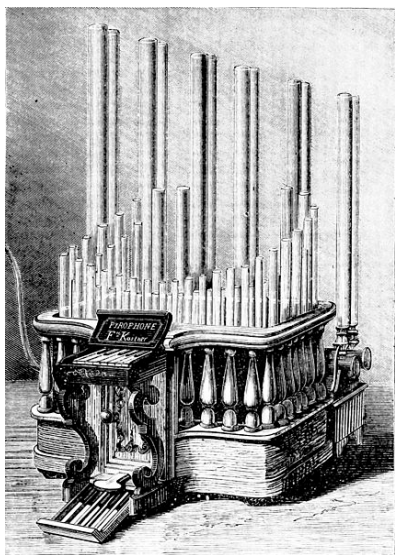
1789-ben Erasmus Darwin ( Charles Darwin nagyapja) azzal a javaslattal állt elő , hogy színes üveggel borított Argand olajlámpákat lehetne használni gyertyák helyett a vizuális zene eszközeihez. Talán Castel inspirálta D. D. Jamesont, aki az 1844-es kiadású *Colour-Music* című füzetben számolt be egy szín-hang berendezéséről. Hét oktávot átfogó zongora billentyűi mozgatták a színes folyadékkal töltött gyógyszeresüvegeket takaró lapokat. A fényt a színes üvegeken át vetítették egy sötét szobába, amelynek a falait fényvisszaverő ónlapokkal borították.<sup>22</sup> A füzetben kívül erről a konstrukcióról más beszámoló nem maradt fenn.



8. kép Jameson szín-hang megfeleltetései

<sup>22</sup> Jameson, D. D.: *Colour-Music*. Cornhill, London: Smith, Elder and Co., 1844. 65 p.

Frederik Kastner 1873-ban feltalált tűzorgonája, vagy ahogy ő nevezi: Pyrophonja, a hangot és a fényt hozza kapcsolatba egymással.



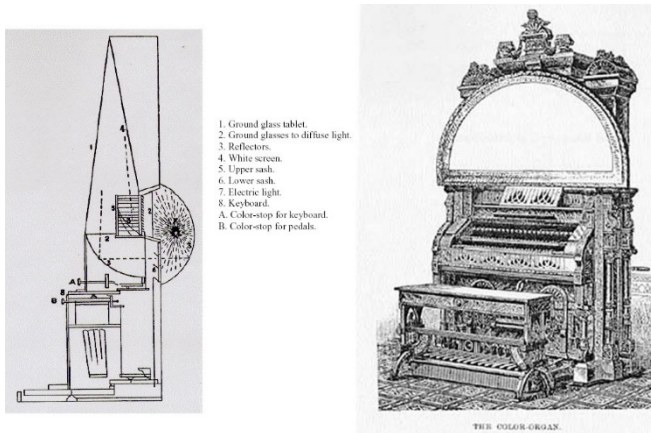
9. kép Kastner Pyrophonja

Az Egyesült Államokban Bainbridge Bishop keresett analógiákat a zenei és a színharmonikiak között. Színelméletét *A fény harmóniája* című esszéjében fejtette ki részletesen. Ezt egy új tudománynak tartotta, „ami a zene vagy a hangok harmóniájához hasonlítható, a zenéhez kapcsolható, és a zenei jelek és zenei harmónia által kijelölt.”<sup>23</sup> A színeket a C-dúr skála szerint társította hangokhoz, a C hang vörös lett, a B hang vöröses ibolya, a felső C pedig egy világosabb árnyalatú vörös. Szerinte minden színnek van dúr és moll kvalitása. Például a C-skála mollja az a-moll, ehhez a liláskék billentyű kapcsolódik. Ahogy a liláskék szín, úgy az a-mollban játszott zene is szomorkás, melankolikus hangulatú. Úgy találta, hogy nem az egyes színek adják vissza a zenei hangok érzetét, hanem a lágy színátmentekkel lehet jobban érzékeltetni a zenei harmonikiakat, hangközöket. Több orgonát is építtetett, az 1893-ban megjelent esszéjében a legjobban sikerült szerkezetéről számolt be. Egy otthoni orgona tetejére épített egy olyan berendezést, amely egy másfél méter átmérőjű félkör alakú tejuveg képernyőből állt, erre vetítette a színeket.

---

<sup>23</sup> Bainbridge, Bishop: *A Souvenir of the Color Organ, with Some Suggestions in Regard to the Soul of the Rainbow and the Harmony of Light*. New Russia, Essex County: N. Y., 1893. 18 p.

A billentyűzethez kapcsolt emelő és redőnyrendszer segítségével vetült a fény a hátulról megvilágított színes üveglapokon keresztül a félkör alakú üvegre. A megvilágítás eleinte napfényel, később elektromos árammal történt.

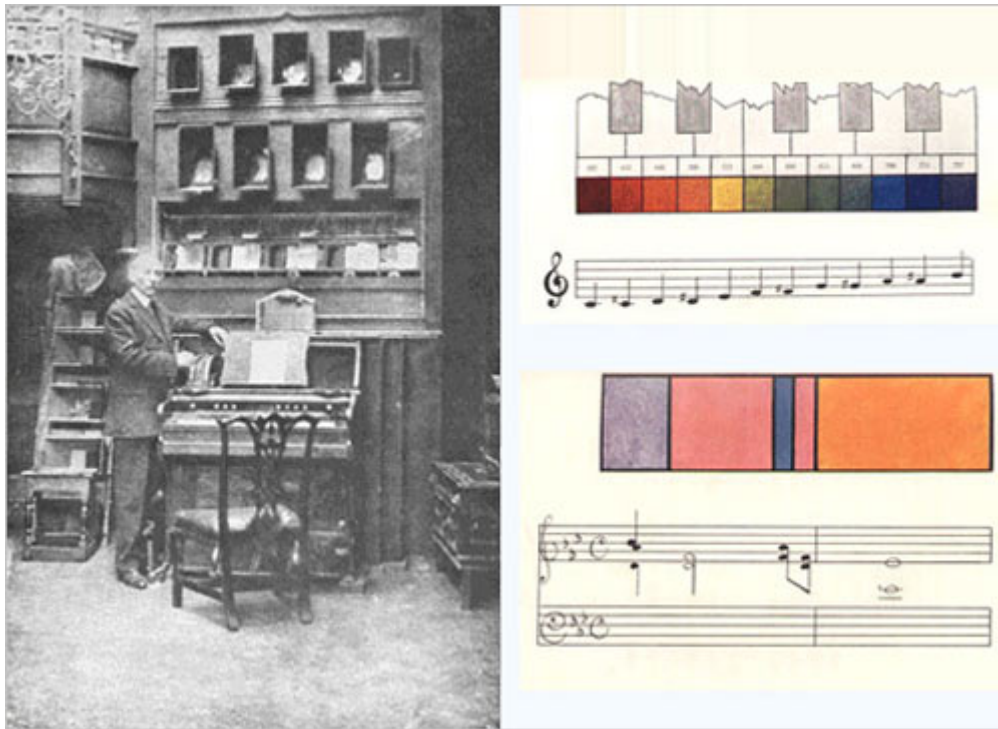


10. kép Bishop színgongonála

A legismertebb színhangszert Alexander Wallace Rimington, a londoni Queen's College képzőművészet-professzora készítette 1893-ban. Találmányát színgongonának nevezte, ezek után ez lett az általánosan elfogadott elnevezése az ilyen típusú hangszereknek. Rimington az 1911-ben megjelent *Szín-Zene: A színek változásának művészete* című könyvében ismertette színelméletét, és mutatta be hangszerét. A színt és hangot összehasonlítva megállapította, hogy mindkettő rezgés, csak egyik a hallóideget a másik a látóideget stimulálja. Elméletében azért volt némi kételkedés, az analógiát csak nagyvonalakban fejtette ki. Rimington nem keresett párhuzamot a fény és hang rezgései között, hanem a zenei oktáv arányai szerint osztotta fel a spektrumot. Minden oktáv ugyanazokat a színeket ölelte fel azzal a különbséggel, hogy a magasabb oktávok több fehér fényt tartalmaztak. A színgongona egy három méter magas 14 ívlámpával és sok anilinnel befestett szűrővel felszerelt bonyolult készülék volt. Az ötoktávós billentyűzet össze volt kötve a blendenyílásokkal, a regiszterekkel lehetett szabályozni a fényerősséget, a telítettséget és a színárnyalatot. Ahogy az összes előző színhangszer, Rimington szerkezete sem volt képes hangot előállítani, de a komplexebb élvezet kedvéért ő zongorakísérettel képzelte el a fényjátékot. Rimington több koncertet is adott, ahol a színgongonát zongora és egy zenekar is kísérte.<sup>24</sup>

<sup>24</sup> Peacock, K.: i. m.





11. kép Rimington színorgonája

A szín-fény-hang rendszerek fejlődésének következő állomása Alexandr Nyikolajevics Szkrjabin *Prométhész a tűz költeménye* című zeneműve. Szkrjabin a partitúrában a zenei hangok mellé lejegyzett még két fényszólamot is. Az elődökhöz képest az előrelépést az jelentette, hogy a zenét és színeket egyszerre, együtt komponálva alkotta meg, bár technikai kivitelezésről nem tett említést. „A fényszólamok analízisét megkönnyítette, hogy Szkrjabin az eltérő színű fényhullámokat eltérő hangmagasságokkal jelölte, ráadásul azt, hogy egy adott szín elvben mennyi ideig látható, szintén pontos ritmikai értékekkel rögzítette, vagyis: a vizuális és zenei jelek közti átkódolást már ő maga elvégezte a komponálás során.”<sup>25</sup> *Prométhész: A tűz regénye* darab bemutatója 1911 március 15-én volt, de ott a színeket előállító gép hibája miatt nem volt „szín” kíséret. Az első nyilvános színes fényvel kísért előadására a Carnegie Hallban került sor. Preston S. Millar, elektromos fény specialista volt a felelős a szín kivetítő készülékért, amit később Chromolanak neveztek el. A General Electric speciális lámpákat gyártott, amivel a készülék 12 színt vetített ki. Ezt 15 billentyűs billentyűzetről irányították – az extra billentyűk a skála első három színét ismételték. Amikor a billentyűk kapcsolatai lezáródtak, egy alacsony feszültségű DC áramkör aktiválta a kivetítő lámpák egyikének 110 voltos AC áramkörét. Az előző készülékektől eltérően ez a gép nem a fény és a hang közötti kapcsolatot akarta

<sup>25</sup> Ignác Á. – Szigeti M.: A misztikus akkordon innen és túl. Kompozíciós problémafelvetések Alekszandr Szkrjabin Prometheus című művében. In: Szigeti Máté honlapja [online] 2011. július. <URL: <http://mateszigeti.com/wp-content/uploads/2011/07/Ign%C3%A1cz-Szigeti-Prometheus.pdf> [Letöltés ideje: 2016. október 08.]

érzékeltetni, hanem kifejezetten a Prometheus számára készült. Az előadása nem nyerte el a kritikusok tetszését. Az egyik kritika elutasítóan fogalmazott a színes fényekről „amik egy kicsi fehér képernyőre voltak kivetítve.” Több ok miatt a Chomolát a zenekar egyik hangszerének titulálták, és nem volt akkora hatása, mint az egész zenekarnak és kórusnak együttvéve, ahogy Szkrjabin szeretne volna. A nézőközönség is többet várt. A technikai problémák hozzájárultak a nehézségekhez. A nem megfelelő színházi adottságok még jobban csökkentették a színek sikeres alkalmazását.<sup>26</sup>

12. kép Prométheusz partitúrája

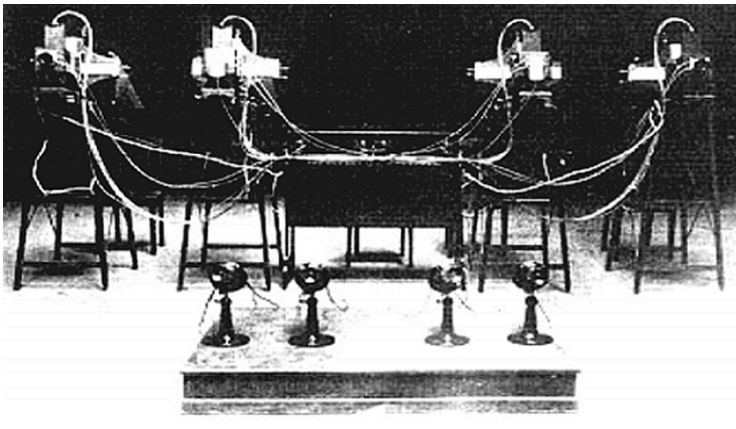
A *Prométheusz* színes fényes adaptációja után sokféle „szín-orgona” jelent meg, amihez Szkrjabin műve is hozzájárulhatott.

Az 1920-as évek elejére láthatóvá vált, hogy nem létezik objektív kapcsolat a színek és a hangok között. Bár sok színelmélet a newtoni teóriát vesz alapul, nem volt egységes nézet a „helyes” hangszín párosítások terén. Ha ugyanazt a zeneművet adták volna elő Például Castel vagy Rimington hangszerén az eredmény teljesen más színekhez vezetett volna. Amíg a 18-19. századi találmányok a fény hang között a fizikai kapcsolatot keresték, a 20. század első felében megjelent készülékek már nem keresték ezt. Ebből egy új művészi forma a fényművészet fejlődött ki a későbbiekben, de ez már nem volt szorosan kapcsolatban a hanggal. Ilyenek voltak Moholy- Nagy László Fény-tér modulátorai, amelyek gyorsan mozogtak fényt és hangot bocsátottak ki.

Alexander László magyar származású zeneszerző se a pontos fizikai kapcsolatot kereste a szín és hang között, elvetette newtoni spektrum/oktáv szín –hang kapcsolatot, mivel az nem veszi fi-

<sup>26</sup> Peacock, K.: i. m.

gyelembe a két minőség különbségeit. Szerinte a fénynek absztrakt formában kell jelen lenni a zenében, mert anélkül csak alárendelt szerep jut neki. Ezenkívül figyelembe kell venni azt a különbséget is, hogy a fül gyorsabban képes felfogni a hangokat, mint a szem a színeket. ( Akkor még nem sejtette a mai vibráló videojátékokat, rajzfilmeket, akció filmek retina gyilkos jeleneteit) Ezért ő egy színt több hanggal állít szembe. 1922-ben írja első színfény darabját zongorára, de ez még csak kísérlet. Később rájött, hogy külön berendezést kell készítenie, amelynek a színfényzongora vagy szonokromatoszkóp nevet adta. Ezzel akarta bizonyítani a színfényzene létjogosultságát. A színfényzene a hang és színművészi ötvözése. A zene időbeliségét és a festészet időtlenségét, úgy próbálta kiegyenlíteni, hogy a színt a fény optikai anyagába emelve elvontan jeleníti meg. A színfény kompozíciót is ugyanúgy meg kell tervezni, mint egy festményt, ehhez kidolgozott egy színfényírást, ami a színzongora kottája. A színfény zene első bemutatója a németországi Kielben volt 1925-ben.<sup>27</sup>



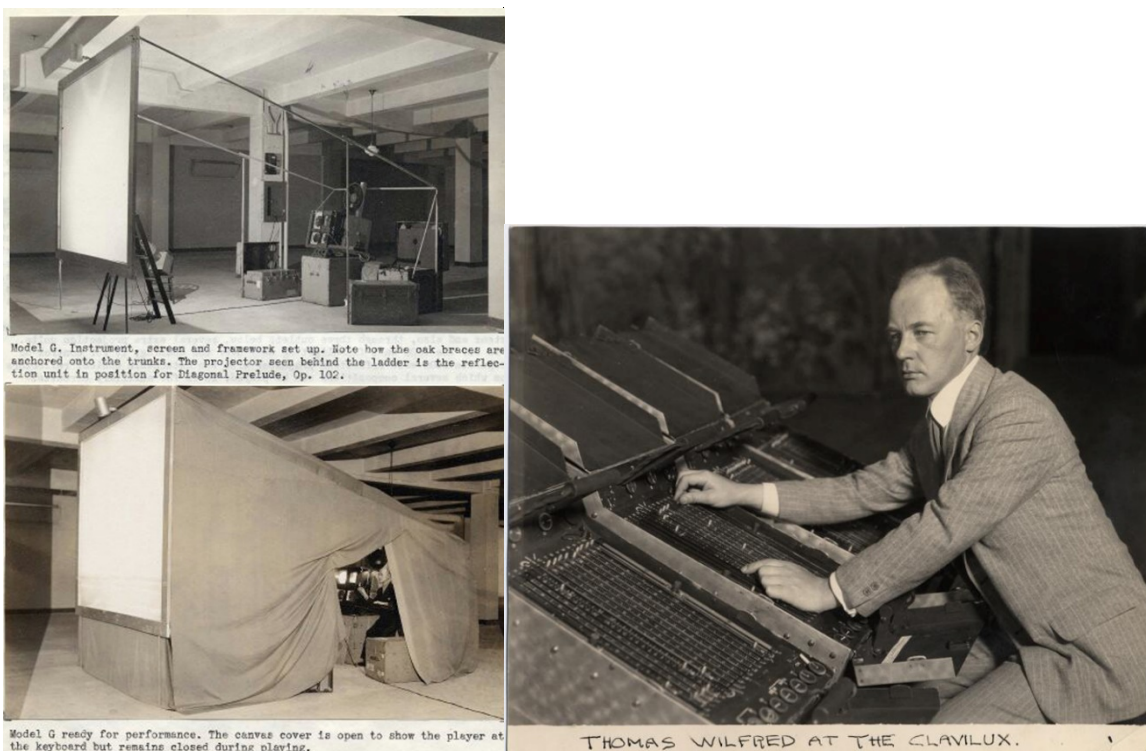
13. kép Alexander László szonokromatoszkóp

Az 1920-as évektől szín-hang megfeleltetések egyre inkább szubjektív asszociációkra épülnek, a látvány egyre jobban előtérbe kerül, a zene alárendelt szerepet kezd játszani. Thomas Wilfred Chavilux fényhangszerénél pedig már teljesen eltűnik, néma zenévé válik. „Wilfred arra törekedett, hogy vizuális zenéjét függetlenítse az auditív zenétől. Hangokat mellőző szerzeményeit, amelyeket „Lumiá”-nak nevezett, önálló művészeti formaként kívánta elfogadtatni.”<sup>28</sup>

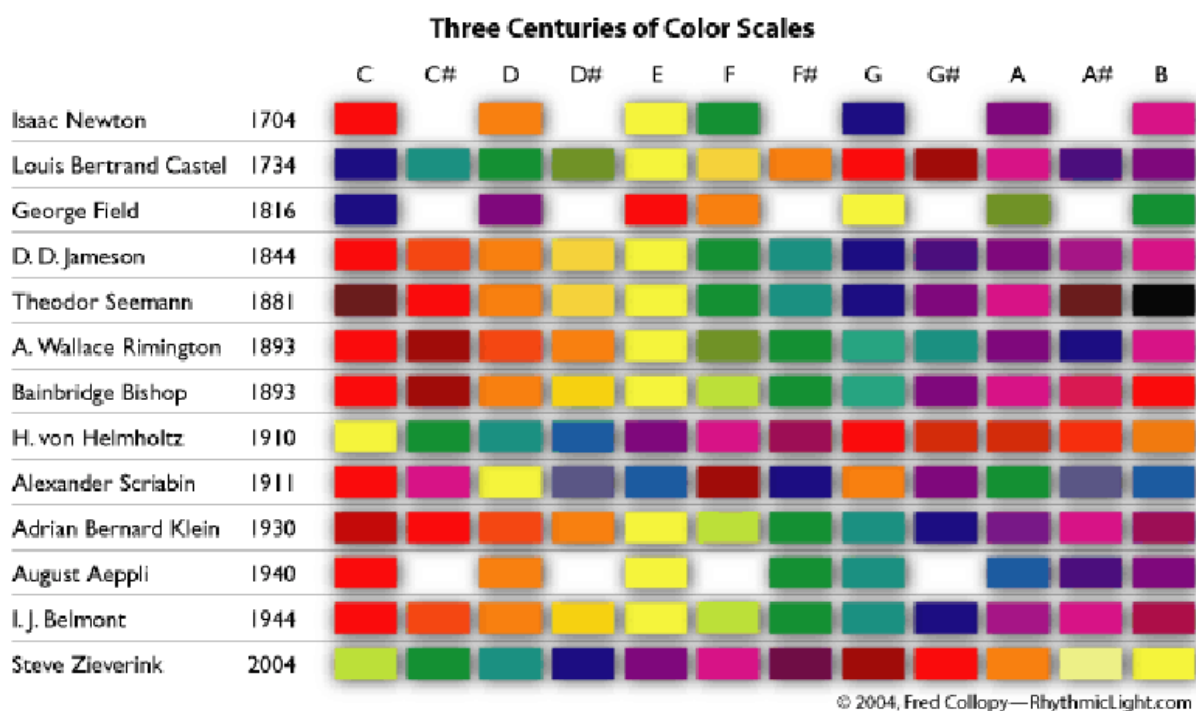
---

<sup>27</sup> Alexander László: Die Music 1925. június, XVII.9. pp.679-683.

<sup>28</sup> A magyar fényművészeket az egész világon elismerik- <URL:http://mrfoster.blog.hu/2016/01/04/magyar\_fenymuveszek\_a\_nagyvilagban letöltés:2016. október 2.



14.15. kép Wilfred Chavilux fényhangszere



16. kép 300 évszín-hang megfeleltetései

Már az ókortól próbálkoztak az emberek a színt a hanggal megfeleltetni. Newton fizikája és optikai kísérletei nagy hatással voltak a későbbi színhangszer készítőkre, feltalálókra, zenészekre. Innentől kezdve már nemcsak teóriákat, színelméleteket gyártottak, hanem mechanikusan működő

színhangszereket is készítettek. Ezek kezdetben a fény és hang fizikai megfeleltetésén alapultak, később szubjektív érzetekre támaszkodtak. Kezdetben a szín a fény alárendelt szerepet játszott a zenével szemben, zenei aláfestésként, kiegészítő látvány elemként indult. A későbbiekben ez megváltozott, egyre nagyobb szerep jutott a látványnak, míg végül az játszotta vezető szerepet. Ez egy új művészeti ághoz a fényművészethez vezetett, amely bár a zenétől indult eltávolodott tőle.

Kép és hang szintézisének vonatkozásában az új médiumok, a film a videó és a számítástechnika hozott áttörést. Az absztrakt film a következő műfaj, amely ötvözi fényt a mozgást és a zenét. Általában geometrikusformák elvont kompozíciók ritmikus mozgása jelenik meg. Az absztrakt festészettel rokon irányzat, a festészet időbeli kiterjesztése. Viking Eggeling Diagonális szimfóniája, Hans Richter Ritmus 23 filmje a műfaj '20-as években indult első próbálkozásai..

Napjainkban a számítástechnika fejlődése kiszélesíti a vizuális zene lehetőségeit. Nem kell bonyolult mechanikus szerkezetek alkotni a zene és kép összehangolásához. A digitalizáció megkönnyíti a médiumok közti átjárhatóságot, ezzel lehetőséget teremt új műfajok létrejöttének. A vizuális zene műfajában technikai fejlődésnek köszönhetően új távlatok nyíltak meg, ezért népszerűsége fokozatosan növekszik.

Mestermunkámban a zene időbeliségét a fény, a fényszínnek követik. A szín-hang megfeleltetés, ahogy szubjektív alapokon nyugszik. A zene analóg jeleit egy szűrő négy csatornára bontja frekvencia szerint, majd a csatornán belül mér még hangerősséget is. Az analóg jelet a mérési eredményeknek megfelelően bit jellé alakítja, ez a bit jel programozza a LED lámpákat. A program egy adott algoritmus alapján alakítja át jeleket bitekké. Az algoritmus alap adatait én adtam meg. A mélyebb oktávok sötétebb, magasabban lévő oktávok világosabb színeket kaptak. A mély hangoknak a mély vörös, a magasabb hangoknak kék felel meg. A megjeleníthető színárnyalatok száma 250000. Munkámban a zene és a látvány egyforma hangsúllyal szerepel. A szövött struktúra miatt a tűnékeny időbeliség és maradandó materialitás egyensúlyban van. Egy demó program lehetővé tesz, hogy hangforrás nélkül is legyen fényhatás.

### 3. A téma iparművészeti megközelítése, iparművészeti vonatkozásai

Mivel alkotásaimon különböző szövött struktúrákon jelennek meg a fényszínek, a hang-szín analógiák kutatása mellett célom még azt a kérdést vizsgálni, hogy hogyan lehet a régi, tradicionális technikákat újraértelmezve, átírva, ötvözve a modern technikákkal, anyagokkal kortárs alkotást létrehozni. Ezt a kérdéskört az iparművészet szemszögéből járom körül, bemutatva, feltérképezve

azokat az iparművészeti alkotásokat, módszereket, fejlesztéseket, amelyek inspirálták mestermunkámat.

### 3.1. A szövés technológiájának fejlődése

Munkám kiindulópontja a kézi szövés. Hogy bizonyos összefüggésekre rá tudjak mutatni, fontosnak érzem a szövés, és a szövés technológiájának fejlődését röviden bemutatni. Az alábbi táblázat összefoglalja a szövőeszközök fejlődését a neolitikumtól napjainkig. Végigkísérve a szövés technológiájának fejlődését, megállapíthatjuk, hogy a szövetek szépségét, a minták bonyolultságát a szövőszék technikai színvonala nem befolyásolja. A legegyszerűbb szövőszékeken is ugyanolyan csodálatos textileket lehet készíteni, mint a legmodernebb számítógép vezérelte szövőgépeken. A technikai fejlődés nem a szövés alapstruktúrájának változásában nyilvánult meg, hanem más műfajokban hozott alapvető változásokat.

1. táblázat.

	Szövőszék típusa	Hol	Mikor	Technológia, funkció
Álló szövőszék	láncnehezékes vagy súlynehezékes	Egyiptom	neolitikumtól	gyapjúszövés
		Görögország	1–7. században számuk csökken, eltűnik	később van félnyüst, nyüst
		Norvégia, Izland	vikingepektől a 18. századig	
	Chilikat szövőszék	Észak-Amerika Csendes-óceánparti indiánok		takaró, hegyi kecske gyapja nyüst nincs
kétkeresztfás szövőszék		Egyiptom, Rómaiak, Palesztina, Szub-Sahara		falikárpit szőnyeg
		navajo-pueblo szövőszék	Észak-Amerika	
		kárpitszövőszék szőnyegszövőszék		

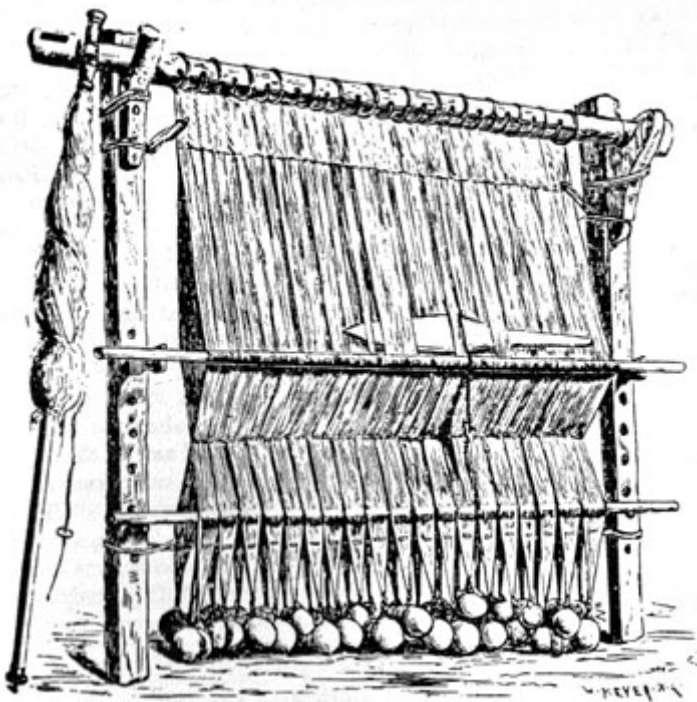
Horizontális szövőszék	horizontális föld szövőszék	Egyiptom, Szudán, beduinok	i.e. 5000 ma is	len
	háttal feszített vagy deréköves szövőszék	Peru, Közép-Amerika		kettősszövet
		Délkelet-Ázsia		ikat
	lábítós szövőszék nyüstös	Kína	4–6. sz.	selyem
		India	4–6. sz.	pamut, selyem
		Bizánc	6. sz.	selyem
		Kelet-Európa	9–10. sz.	2–24 nyüst len, kender, pamut
	húzószövőszék vagy drawloom	Kína Olaszország Franciaország	középkor – 17. század továbbfejlesztett változatok	bonyolultabb, figurális minták, selyemszövések
	Jacquard szövőszék	Franciaországban először	1804-től	figurális minták

Forrás: saját szerkesztés

A szövés valószínűleg az emberi civilizációval egyidős kézműves technika, amely térben és időben egymástól független területeken, szinte mindenhol elterjedt. Az eltérő földrajzi adottságok, a különböző éghajlati viszonyok, a másfajta társadalmi, gazdasági fejlődés miatt más alapanyagokat, színeket, ornamentikát alkalmaztak a különböző területeken. A szövésben az a csodálatos, hogy alapelve az évezredek során, a technikai fejlődéssel sem változott. Ennek ellenére a rengeteg variációs lehetőség miatt rendkívül változatos. Megfigyelhető, hogy ugyanazok a technikai fogások térben és időben egymástól távol eső helyeken, egymástól függetlenül felbukkannak, de mindig alkalmazkodnak az adott helyhez, korhoz, szokásokhoz, a sokszínűséget fenntartva. Tehát az alapelvek két egymásra merőleges, egymást keresztező fonalrendszer. „Ezek a fonalrendszerek egymástól különálló szálakból állnak, a sok-sok száll, alakítja a szövetet. A függőlegesen haladó fonalak a láncfonalak, ezek alkotják a láncrendszert. Ezek közé a láncfonalak röviden láncok közé az ún. szádnilyáson vetik be a vízszintesen haladó vetülékfonalakat, a vetüléket, s az így alakul ki vetülékrendszer, s egyben a szövet is. A szövéssel kialakított textilszerkezet stabil, tartós.”<sup>29</sup>

<sup>29</sup> Landgráf K. – Penkala É. – Szittner A.: Nagy szövéskönyv 2. Budapest: Mezőgazda, 2004. p. 10.

A szövény valószínűleg a kosárfonásból alakulhatott ki, a civilizáció hajnala környékén. A vesszőből font sövény lehetett az átmenet a kosárfonás és a szövény között. Általánosan elfogadott nézet, hogy az első szövőszékek a neolitikumban készültek. A legősibb szövőszékek két függőleges és egy kereszttrúdból álltak. A láncfonalak szabadon lebegtek a felkötözött kereszttrúdon, de az is lehet, hogy csak egy vízszintes faágra kötötték a láncot. A fonalaknak elég erősnek kellett lenni, hogy viszonylag párhuzamosan álljanak, ne gubancolódjanak össze. A legkorábbi szövőszékek függőlegesek voltak. A láncnehezékes szövőszék már nagy fejlődést jelentett. A láncfonalak végére agyag- vagy fémsúlyokat kötöttek, ami a láncot egyenesen és valamennyire feszítve tartotta. A szövény fentről haladt lefelé, így minden újabb sort letről kellett az előző sorhoz hozzászorítani, ami meglehetősen körülményes volt. A szövet mérete korlátozott volt, a szerkezet méretétől függött.



17.kép láncnehezékes szövőszék

A láncnehezékes szövőszék múltja hosszú, a legrégebbi időkig nyúlik vissza. Agyagsúlyokat találtak az anatóliai Catal Hüyük városában i.e. 7000-ból. Európában már a neolitikumtól ismerték ezt a technikát. Ilyen szövőszékeket használtak az ókori Görögországban, ahogy a festett vázák képei bizonyítják, de ismert volt még Egyiptomban, a Közel-Keleten. Norvégiában és Izlandon a 18. századik használták szinte változatlanul a viking kori technológiát.

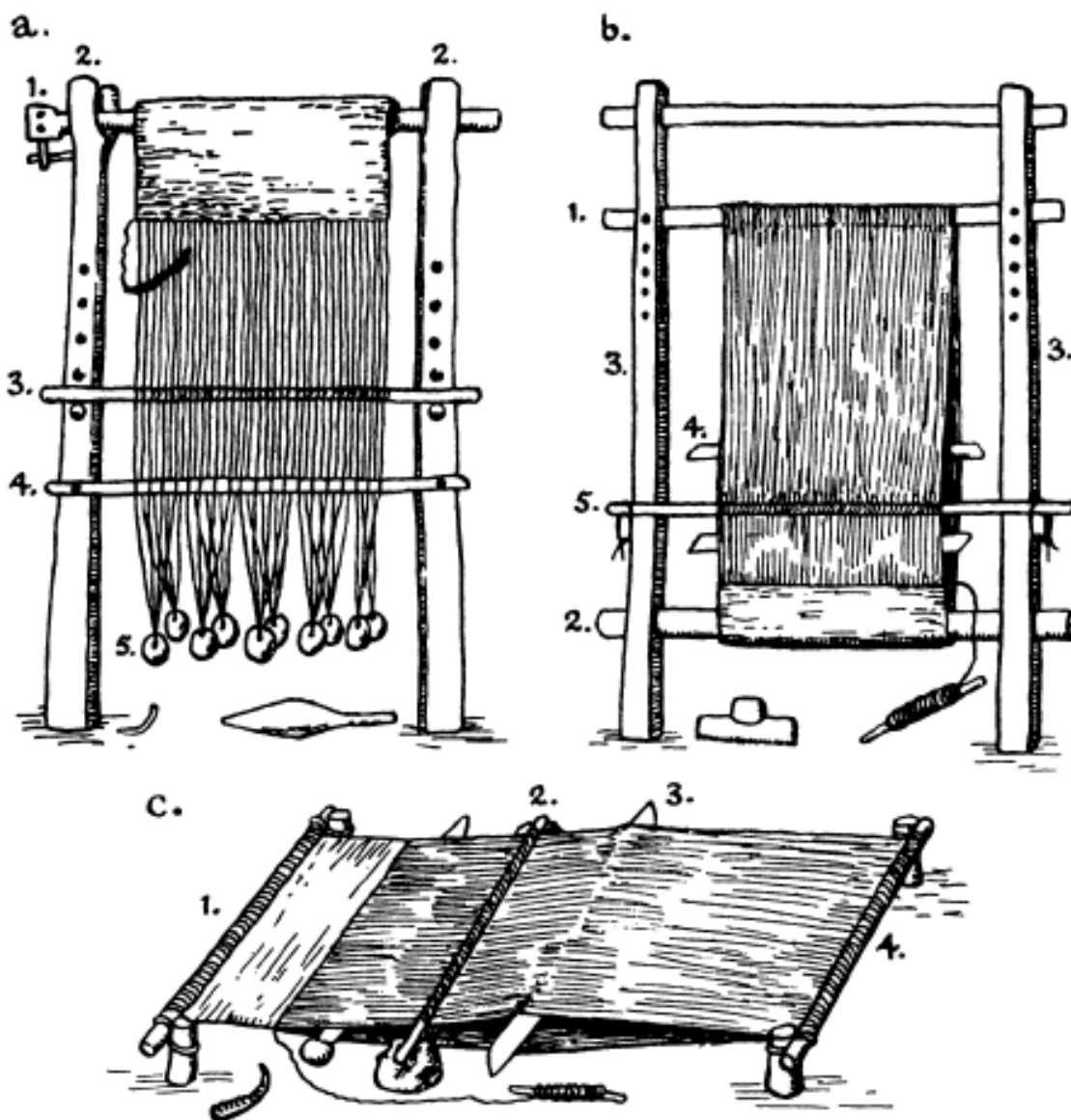
A függőleges szövőszékek fejlődésének következő állomása a *Two-Bar Loom*, a kétkeresztfás szövőszék. A láncfonalakat alul már nem agyagsúlyok feszítették, hanem egy alsó keresztfához kötötték őket. Ez egy forradalmi újítás volt a szövény technológiájának fejlődésében, a világon mindenhol



elterjedt. Ez a legjobb módja a láncfonalak párhuzamosan és feszesen tartásának. Később a szövőszekek kiegészült különféle berendezésekkel, mint borda, nyüstkeretek, amelyek előrevetítik a lábítós, valamint a kárpitszövőszekek megjelenését. De ne szaladjunk annyira előre az időben. A függőleges kétkeresztfás szövőszekek Egyiptomban és az ókori Görögországban is felváltotta a láncnehezékes változatot. Ez terjedt el az ókori Rómában, Palesztinában, a szub-szaharai régióban.

## OF THE WARP-WEIGHTED LOOM

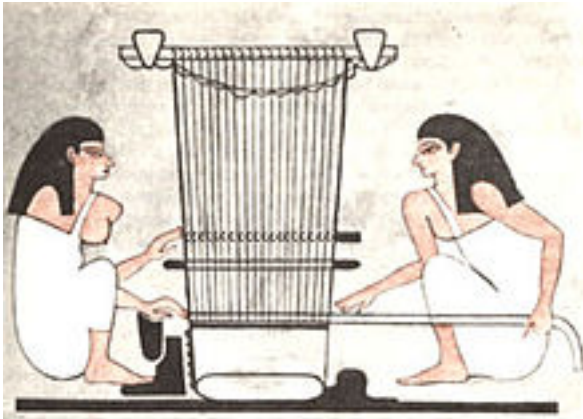
FIG. 1.—DIAGRAMS OF THREE LOOM TYPES.



18. kép láncnehezékes, két-keresztfás vertikális és két-keresztfás horizontális szövőszekek

A függőleges szövőszekek finom kelmék szövését nem tette lehetővé. A második keresztfa használatával lehetővé vált a szövés vízszintesbe fordítása. Ezzel a módszerrel már finomabb szöveteket is el tudtak készíteni. Az első ilyen szövőszekek ábrázolása látható az egyiptomi predinasztikus korból,

a badari kultúrából származó cserépedényen i.e. 5000-ból, és a Beni Hasszán-i sírok falfestményein a Középbirodalom idejéből.



Ткачество на фреске Beni-Хасана

19.kép egyiptomi vertikális és horizontális szövőszék

A korai vízszintes szövőszékeket felváltották a horizontális szövőszékek, amelyek föld szövőszék nevet kapták, mivel a láncfonalak a földtől alig néhány centiméterre vannak. Ahogy a szemiatikus ábrázoláson látszik, hogy a szövő a földön ülve szőtt. Valószínűleg az első változatoknak nem volt nyüstje. A Líbiai sivatagban élő beduinok a mai napig hasonló szövőszéket használnak.

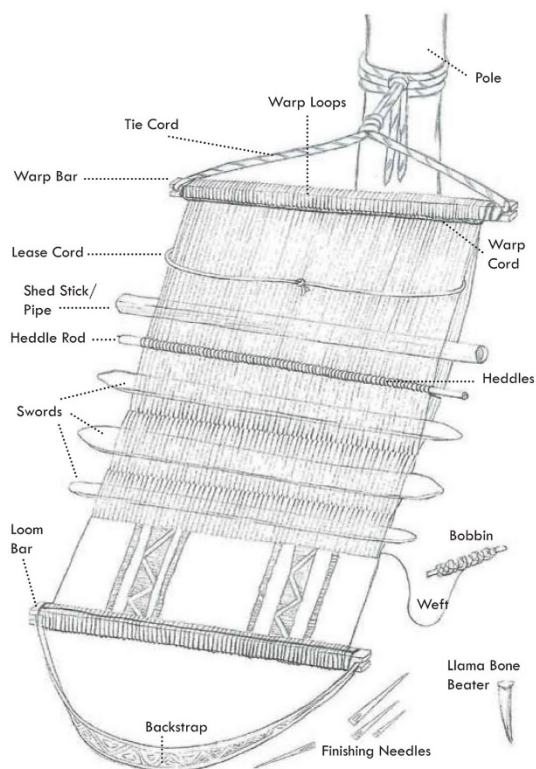


20.kép beduinok horizontális földszövőszéke

Ezeket az egyszerű szerkezeteket már nagyon finom lenszövetet tudtak szőni. A Zer fáraó sírjában megtalált szövetdarab 1cm-ében 50-60 len fonal volt, de találtak olyan múmia betekerésére használt gyolcsot, ahol 210 lenfonal volt 1 cm-ben.

### *A hátfeszített vagy deréköves szövőszék*

Ennek az egyszerű kialakítású horizontális szövőszéknek a gyökerei is a régmúlta vezethetők vissza. A láncfonalakat két rúd közé kötik, az egyik rudat egy fix helyre rögzítik, a másik rúd egy hevederen keresztül a szövő derekára van rögzítve, és a szövő hátradőlve a testsúlyával feszíti a láncot, a földön, egy gyékényen vagy egy kis széken ülve sző. A derékhoz rögzített rúdhoz hozzá van csatolva egy másik rúd, erre csavarják a kész szövetet. A láncfonalakat szétnyitását nyüstbottal és cséppálcával oldják meg. A szövetet vetőkarddal verik le. Mivel pár rúdból áll az egész szerkezet, ezért könnyen hordozható, nem foglal el sok helyet. Hátránya, hogy a szövet szélessége és hosszúsága korlátozott. Nagyon szép szövetek készíthetők ezzel a puritán eszközzel. A régmúlt idők óta máig használják még különféle változatait Dél- és Közép-Amerikában, Délkelet-Ázsiában, az indonéz szigetvilágon. Ezzel készítik a perui kettős szöveteket, az indonéz ikatokat, hogy pár példát említsek.



*21 kép hátfeszített szövőszék*

### *A lábítós szövőszékek*

A következő állomás a lábítós szövőszék kialakulása. A hátfeszített szövőszékek teszik lehetővé, hogy a láb szabadon maradjon. A kínai Huangho völgyéből, a selyemszövés bölcsőjéből származik a lábítós szövőszék. Persze ez nem véletlen, mert a selyem szövése nélkülözhetetlenné teszi a szálakat rendező borda használatát. A borda kézben tartásához viszont szükség van a kézre, tehát a szádníálás váltásában a lábaknak is részt kell venni. A kínai selyemszövőszékek első változatai egy-lábítósak voltak.

A kínai selyem és selyemszövés titkát sokan próbálták ellesni, ennek következménye a lábítós szövőszékek gödrös változatának kialakulása, amikor is lábítónak gödröt ásnak. Ez főként Indiában terjedt el, és ebből alakult ki az indiai pamutszövőszék.

Tehát a lábítós szövés a keleti (kínai és hindu) szövési technikából alakult ki. Elő-Ázsiában a 4–6. században a szövőszéken a fonalsíkot lábbal mozgatott nyüsttel választották szét, s a keresztoszál leverésére lengő borda szolgált. A 6. században Bizáncban már lábítós szövőszéket használtak. Kelet-Európában bizánci, illetve szláv közvetítéssel terjedt, s a 9–10. századra a Kárpát-medencébe is eljutott. Az arab hódítások révén a 7–8. században Szicíliába is elkerült, és Spanyolországban a mór hódítás előtti időkben már megvolt a lábítós szövőszék. A 9–11. századra Nyugat-Európában általánossá vált.<sup>30</sup> Európában évszázadokon keresztül ez a szövőszéktípus volt a legelterjedtebb.

A lábító használata később lehetővé tette a nyüstkeretek számának növelését, ami összetettebb minták és struktúrák kialakítására nyújtott lehetőséget. Viszont minél több nyüstkeret van, mozgásuk annál bonyolultabb. Ezért a legelterjedtebbek a két-, négy- és nyolc nyüstkeretes szövőszékek lettek. 18 nyüstkeretnél többet nem nagyon használtak.

---

<sup>30</sup> Endrei W.: A lábítós szövőszék kialakulása és feltűnése Európában. In: Történelmi Szemle, 1958. 3–4. sz. pp. 331–350.



22. kép lábítós szövőszék

#### *Húzószövőszék vagy drawloom*

Bonyolultabb mintás szövetek elkészítéséhez összetettebb szövőszékre volt szükség. Eredete ismeretlen, de valószínűleg a kelet-ázsiai selyemszövők használták először, később a középkorban olaszországi selyemszövő-központokban is elterjedt. „A nyüst szálakat a szövőszék fölötti szintről emberek, rendszerint gyerekek mozgatták, meghatározott sorrendben.”<sup>31</sup> A 17. században Olaszországban és Franciaországban továbbfejlesztették a szövőszéket, egy mechanikus szerkezetet építettek be, így a húzogató fiúnak nem kellett szövőszék tetején dolgoznia, hanem a talajon, a szövőszék mellett ellenőrizte nyüstszalak emelését. A húzogató fiúk hibázási lehetőségeinek kiküszöbölésére még tovább fejlesztették a húzószövőszékeket. A nyüstszalak emelését már egy mechanikus szerkezet végezte, így a segítő szerepe feleslegessé vált. „Brösel 1690 körül vászonszalagra faelemeket ragasztott, ezzel határozták meg a szőtt anyag mintáját. A mintát a vászonszalagok cseréjével lehetett változtatni. A lyoni selyemszövőgépekben kb. 1725 óta lyukasztott papírcsíkok látták el ugyanezt a feladatot.”<sup>32</sup>

<sup>31</sup> Landgráf K. – Penkala É.- Szittner A.: i. m. p. 49.

<sup>32</sup> [S. n.]: Jacquard automata szövőgépe. In: Óbudai Egyetem honlapja [online] <URL: [http://tig.kgk.uni-obuda.hu/targyak/vir/anyag/sztch\\_tort/Jacquard.html](http://tig.kgk.uni-obuda.hu/targyak/vir/anyag/sztch_tort/Jacquard.html) [Letöltés ideje: 2016. október 9.]



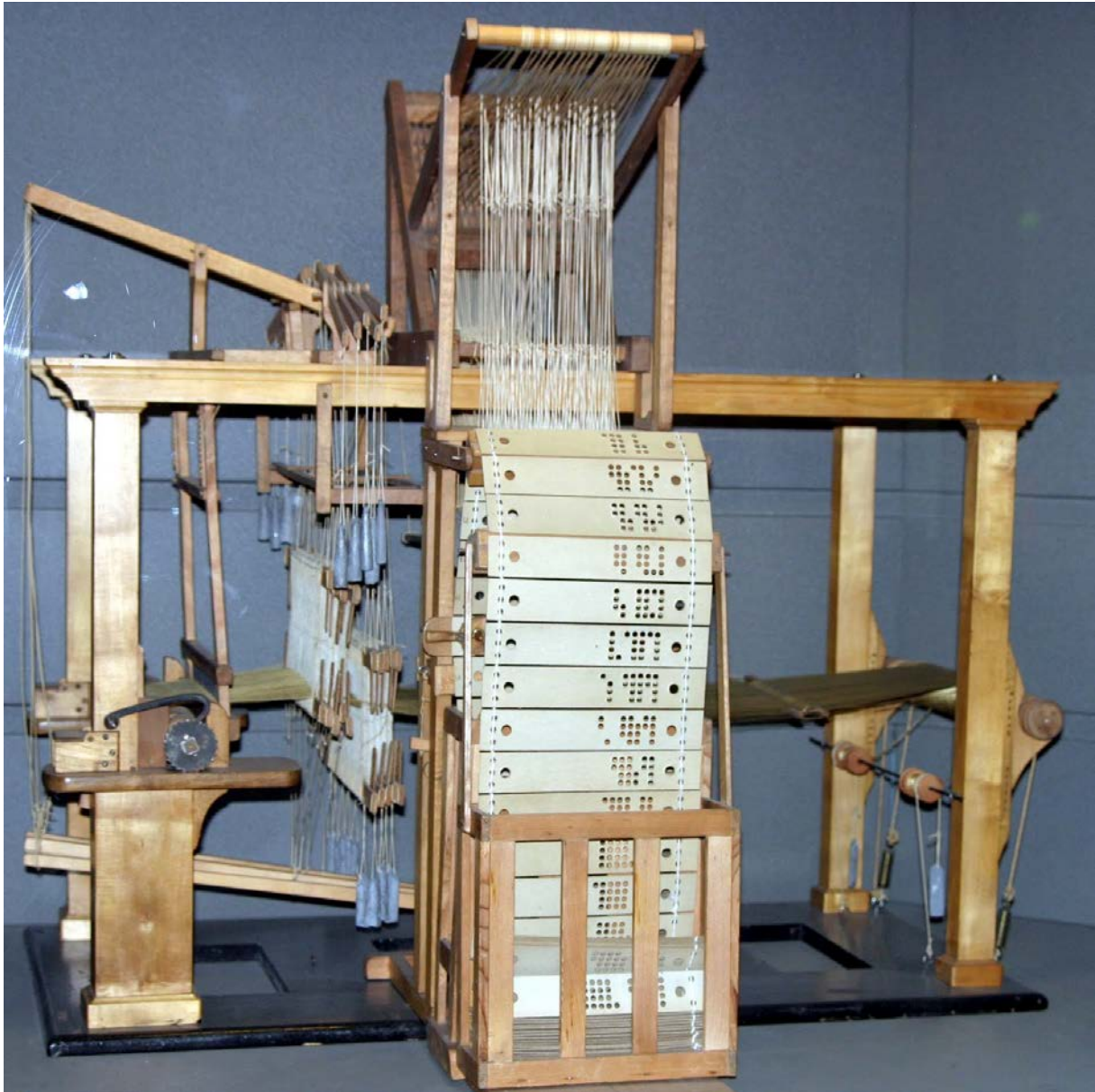
23.kép húzószövőszék

### Jacquard szövőszék

A Jacquard szövőszéken keresztül azt szeretném bemutatni, hogyan kapcsolódik a zene, a szövés és a vezérlés egymáshoz. A mestermunkámban is e fogalmak között keresem az összefüggést. A kulcsszó a vezérlés. A zenegépek vezérlését hasonló lyukasztott papírlapokkal oldották meg, mint Jacquard a róla elnevezett szövőszék vezérlését. Joseph Marie Jacquard (1752–1834) francia feltaláló 1804-ben olyan automatikus szövőszéket tervezett, amelynél fából készült, vékony, megfelelően kilyuggatott lapok („kártyák”) vezérelték a bonyolult minták szövését. A lyukkártyák mindegyik láncfonalat külön-külön vezérlik. A lyukkártyákat láncra fűzte, ezzel lehetővé téve a minták (azaz a szövőszék vezérlésének) gyors és könnyű megváltoztatását. „Ahol van lyuk a kártyán ott elég bonyolult rendszer segítségével felemelkedik a láncfonal a vetülék fonal útjából, így a színoldalon lánckötéspont lesz. Mivel minden láncfonalnak külön »mondhatjuk« meg, hogy felemelkedjen vagy ne, ezért szabadon rajzolhatunk. Vetülékirányban elméletileg akármekkora is lehet a mintaelem, gyakorlatban a vezérlőkártya súlya, illetve a kártyatartó szerkezet mérete befolyásolja a mintaelem hosszát. Minél könnyebb a papír, ami az információt hordozza, annál hosszabb lehet a mintaelem.”<sup>33</sup> Később a papírkártyát felváltotta műanyag kártya, manapság már számítógép-vezérelt elektronikus mintázó berendezések vették át kártyák szerepét. Még a számítógépek megjelenése

<sup>33</sup> Landgráf K. – Penkala É. – Szittner A.: i. m. p. 49.

előtt a minta információjának tárolása ezeken a kártyákon történt meg. Jacquard rendszere adta azt az ötletet, hogy lyukkártya alkalmas bármilyen információ tárolására, adatfeldolgozásra. A lyuk vagy nem lyuk analóg az igen-nemmel, nullával vagy az eggyel, ami ma a számítógépek programozásának, a bináris kódolásnak az alapja. Tehát a vezérlés, a bináris kódrendszer teremt kapcsolatot a zene, a szövés, az információtárolás és a számítástechnika között.



*24.kép Jacquard szövőszék*

## 3.2. Előzmények, inspirációk, párhuzamok

A szövés alapelve a technológia fejlődésével nem változott. Léteznek olyan hagyományos mintázási módok, eljárások, amelyek bár évszázados múltra tekintenek vissza, a hagyományos kultúrák felbomlásával, a gazdasági viszonyok változásával majdnem feledésbe merültek. A hagyományos technikákban, így a szövésben is hihetetlen letisztult, nagyon sokrétű tudás rejtőzik. Példákat kerestem arra, hogy a kortárs designban miként van jelen a hagyományok inspiráló hatása, hogyan tud az ősi tudásanyag tovább élni napjainkban.

### 3.2.1. Inspirációk

Munkám során a japán textilművészek jelentették számomra a legfőbb inspirációt, mivel a hagyományait mélységesen tisztelve, de bátran és kreatívan újragondolva azokat, a legújabb anyagokkal, legújabb technológiákkal rendkívül innovatív, modern dolgokat hoznak létre. A leginspirálóbb számomra *Reiko Sudo* és *Yub Okano* munkássága volt.

#### 3.2.1.1. *Reiko Sudo*

Reiko Sudo japán textiltervező művész, designer. Az ő alkotói tevékenysége adja meg a választ arra, hogyan lehet és hogyan kell a tradicionális kézműves technikákat integrálni a mai modern tervezésbe. Textilipari cége a Nuno Corporation a leginnovatívabb textilipari cég, amely a hagyományos technikák tisztelete mellett a legmodernebb eljárásokat alkalmazva egyedülálló szöveteket hoz létre nagyipari technológiával. Ő és tervező csapata a természetes anyagokat (pamut, selyem, kézzel készült papír) és a tradicionális eljárásokat (szövés, shibori festési technika, kötés) rendkívül harmonikusan használja együtt a modern szintetikus anyagokkal (mint például poliészter, nylon) és a legmodernebb technológiákkal. Rendkívül kreatív módon, hosszú kutatások során új eljárás módokat fejleszt ki, kísérletezik a régi módszerek megújításával, ami szokatlan és nagyon érdekes felületeket, textúrákat eredményez.

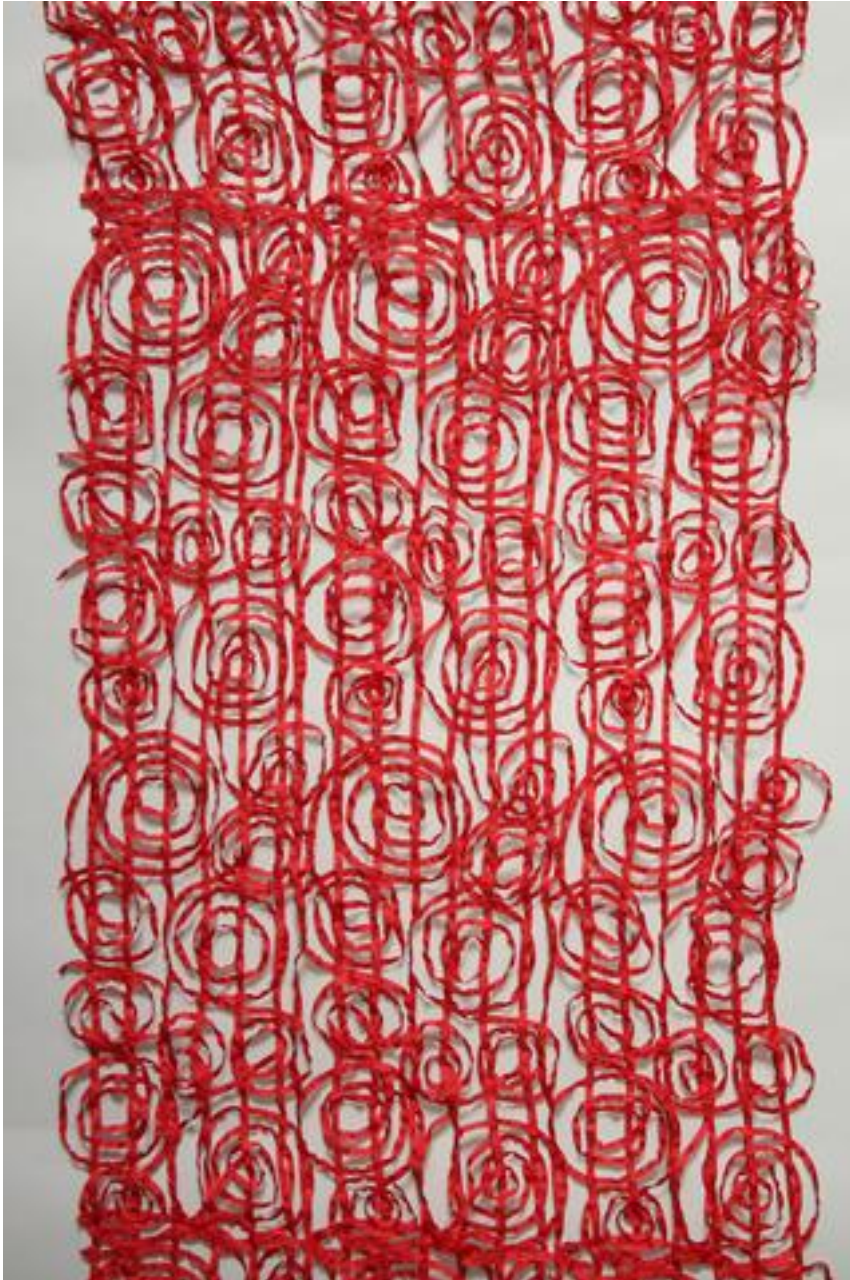
Átlátszó anyagokon, selymeken nagyon szép absztrakt mintákat, érdekes textúrákat lehet létrehozni egy hagyományos japán eljárással, az enshukival vagy sózsugorítással. A sóban áztatott helyeken a szálsűrűség csökken. Reiko Sudo úgy újította meg ezt az ősi technikát, hogy nem tenger vízbe áztatta az anyagot, mint régen, hanem kalcium-kloridba vagy kalcium-nitrátba, amivel sokkal kiszámíthatóbb lett a végeredmény.





25. kép Reiko Sudo

A Nuno *Paper Roll* sálját régi redőnyök kopott lécei ihlették. Keskeny polieszter vagy nyilonszalagokat hímezték egy vízben oldódó anyagra. A közvetítő anyag a hímzés után feloldódik és egy áttört struktúrát eredményez. Az áttört részek és keskeny szalagok együtteséből lehet könnyű anyagot kapunk. A különböző méretű körök és csigavonalak egy rendkívül változatos, dinamikus mintázatot adnak ki.



26.kép Nuno Paper Roll

Nuno *Patched Paper* munkája nagyon harmonikusan ötvözi a természetes és mesterséges anyagokat. Jacquard-szövött organtinból és mino washi papírból áll. A mino washi egy tradicionális japán, kézzel készített, finom, vékony papír, amit a nyolcadik századtól használtak lámpaernyők és elhúzható ajtók, ablakok borítására. Ezeket a papírcsíkokat kézzel vágják, hogy ne legyenek egyformák, és ahogyan régen a brokátokba beleszőtték az aranyozott papírcsíkokat, úgy beleszővik a poliészter

organtin anyagba is. Az átlátszó anyagon a vékony papírcsíkok véletlenszerű mintázata, mozgalmos játéka szokatlan hatásokat és bámulatos felületeket eredményez.<sup>34</sup>



27. kép Nuno Patched Paper

#### 3.2.1.2. Yuh Okano

Yuh Okano úgy jellemzi magát, mint designer és művész. Munkáiban a művészi kifejezés közeli kapcsolatban áll a kreatív és gazdasági értékekkel. Alkotásai a hagyományos és modern technikák egyedi kombinációját tükrözik. A Water-sorozat három darab kellemes, meleg, az ősz színeit idéző munkából áll, két anyag, a műselyem és gyapjú kombinációja. A gyapjúból készült finom textúrát alkotó, amorf formájú mintás területek a művész által megújított ősi shibori technikával készültek, és kellemes harmóniát alkotnak a gyűrt gyapjú által összehúzott műselyem alappal.

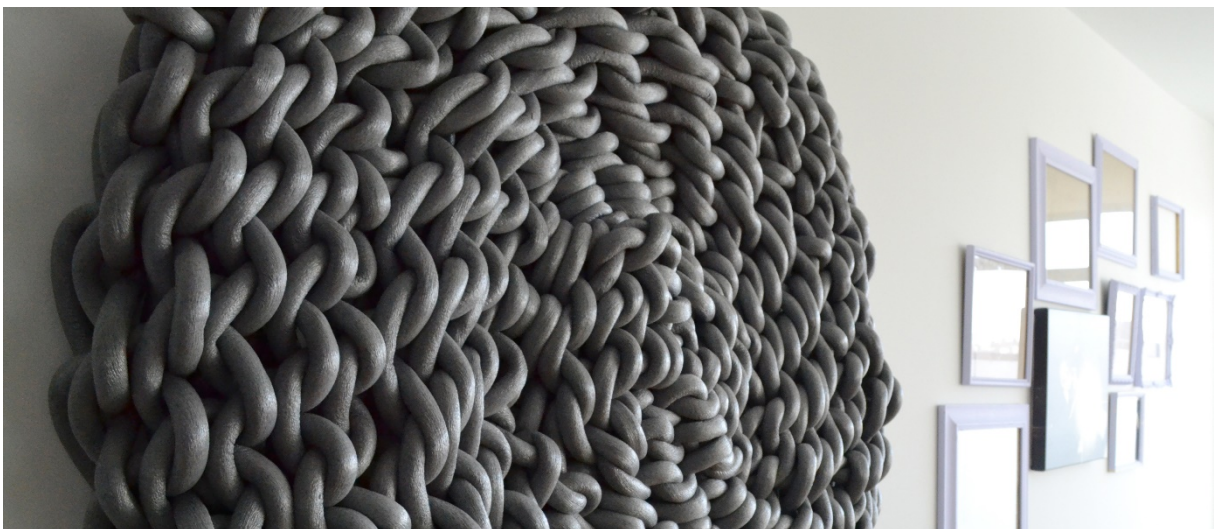
---

<sup>34</sup> Reiko Sudo: Nuno Patched Paper. Fotó: Sue McNab. In: The Jerusalem Center for the Visual Arts (JCVA) honlapja [online] 2010. <URL: <http://www.jcva.org/artist.asp?artistid=104&catid=1&sec=3> [Letöltés ideje: 2016. február 28.]



28. kép Yuh Okano

Inspirálók voltak még számomra Alex Worden horgolással készítette munkái, mert ő megmutatta, hogy modern, mesterségesen előállított anyagot, jelen esetben a polietilén rudat, hagyományos technikával társítva, izgalmas struktúrákat, szokatlan dolgokat lehet létrehozni.



29. kép Alex Worden

### 3.2.2. Intelligens textilek

Az intelligens textilek egy teljesen új, innovatív területét képezik a textiliparnak. A hadiipar és az űrtechnikai kutatások eredményeit felhasználva a mindennapi életbe is betörték, és hamarosan forradalmasíthatják életünket. Ezek a termékek attól lesznek intelligensek, hogy a gyártók különböző érzékelőket, elemeket, polimereket építenek a textíliákba, amelyek figyelhetik egészségünket, reagálhatnak a környezeti változásokra. Felhasználási területei is elég széleskörűek, az intelligens textileket kezdi felfedezni a sport, az egészségügy, a divat, és egyre nagyobb jelentősebb szerepet kapnak az építőiparban és a belsőépítészetben is. A fejlesztést az teszi lehetővé, hogy az érzékelőket és a jeleket kiértékelő „számítógépet” sikerült annyira lekicsinyíteni, hogy jól elrejtethők a ruhában, textíliában, valamint sikerült elektromosságot vezető szálakat kifejleszteni, ami alkalmas szövött és kötött anyag készítésére is. Az új technológiákat dekorációs és látványelemként is használják.

Az intelligens textilek két csoportra oszthatók. Az egyik textíliába építhető számítógéppel van ellátva, amelynek feladata a kapott információk értékelése és a tájékoztatás. A kelmébe épített érzékelők érzékelik a mozgást, nyomást, hangot, hőmérsékletet és még sok mindent, adatokat küldenek az apró beépített számítógépnek, mikroprocesszornak, majd az a feladatnak megfelelően értékeli az adatokat és reagál. Például szövetbe olyan érzékelők építhetők, amelyek érzékeli a viselőjük szívritmusát, glükózsintjét, agyi aktivitását. Ezeket a jeleket, információkat mobil telefonra küldik, és ha bajt észlelnek, a telefon hívja az orvost.

A másik csoportja az intelligens textileknek a környezeti körülmények változását érzékeli, és arra reagál. Itt speciális anyagokat, szálakat használnak, mint például szénszálat, amely ellenállóvá teszi az anyagot. De fejlesztettek például olyan esőkabátot is, amely víz hatására színes lesz. Még számos példát lehetne sorolni, a lehetőségek határtalanok ezen a területen.

Néhány olyan példát szeretnék bemutatni az intelligens textilek közül, amelyek kapcsolatba hozhatók mestermunkámmal. Ezek főleg alkalmazott textilek a divat- és öltözékkiegészítők és lakástextilek világából.

A 2010-ben Christian Bruns által alapított Moon Berlin Csoport optikai szálakat használ öltözékeihez és öltözékkiegészítőihez. Céljuk hogy az újításokat ötvözzék az emberek természetes szükségleteivel. Az elektronikus kiegészítő elemek nagyon kicsik és vékonyak, mint egy bankkártya, így jól elrejtethetők a zsebekben vagy a bélésben. A bőr és optikai szállal szőtt szövet kombinációját figyelhetjük meg klasszikus formájú kezításkájukon. Az optikai szálakat LED-lámpák világítják meg, amelyek áramellátását újratölthető elemek biztosítják. Az egyszerű, letisztult forma nem vonja el a figyelmet a változó intenzitású, de nem tovakodó fényhatástól. A finom fényjáték a táskák szerves részévé válik.



30. kép. Forrás: Moon Berlin készítéska

Fény és transzparencia érdekes játéka figyelhető meg vödör táskájukon, ahol LED-lámpával megvilágított optikai szállal szőtt szövetet és átlátszó műanyagot társítottak egymással. Az anyagok eleganciája érdekes ellentétet képez a forma sportosságával szemben. Öltözékeiken betétként szintén megjelenik az optikai szállal szőtt szövet.

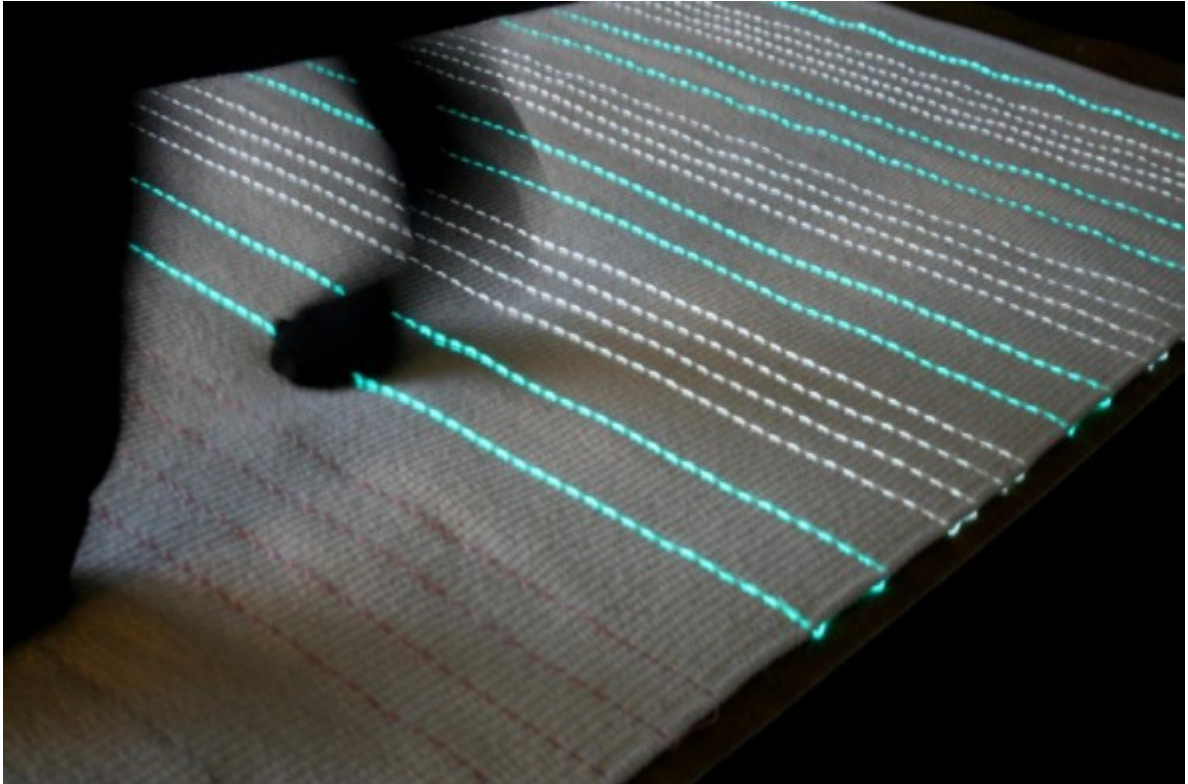


31. kép Moon Berlin vödörtáska

A lakástextilek világában is megjelentek az intelligens textilek. Anna Persson és Linda Worbin három darab interaktív szőnyeget terveztek. A *Spar* vagy *Lábnym* szőnyeg látszatra olyan, mint bármely más szövött szőnyeg, de ha valaki átsétál rajta, akkor a fehér és türkiz fénycsíkok világítani kezdenek, és bizonyos ideig jelzik az illető lábnyomát.<sup>35</sup> A szürke szőnyegen a türkiz és rózsaszín, vékony fénycsíkok szabályos ritmusban váltakoznak, megtörve a monotonitást.

---

<sup>35</sup> Persson, A. – Worbin, L.: Funktional Styling. In: Smart Textiles Design Lab Blog [online] <URL: <http://stdl.se/?p=611> [Letöltés ideje: 2016. október 10.]



32. kép *Lábnym szőnyeg*

A *Dimma* vagy *Köd* szőnyeg tűzött technikával készült, és fényforrásokkal látták el. A fényviszonyoktól függően a fényminták három különböző helyzetben tudnak változni. A környezet fényviszonyainak változása különböző hangulatú mintákat eredményez.<sup>36</sup>



33. kép *Köd szőnyeg*

---

<sup>36</sup> Uo.



Az *Izzás* szőnyeg pedig olyan, mint egy mobil fűtőtest, a hideg padlóra letéve felmelegszik, és ha melegítő szenzorok működnek, a szőnyeg mintája a hő hatására megváltozik.<sup>37</sup> A csíkos szőnyeg hő hatására kockás mintázatú lesz, és úgy működik, mint egy szőnyegbe épített padlófűtés.



34. kép *Izzás* szőnyeg.

Myrto Karanika *Peacock* nevű hímzett, színes, gránátalmamintás szőnyege a mozgást érzékeli, és ezt a mozgást hanggal párosítja. Ha a szőnyegen bárki végigmegy, ráül vagy játszik, hangokat bocsát ki. Ezt a szőnyeg aljába épített szenzorok segítségével érte el a készítő. Egy térbeli, áramot vezető rácsot helyezett a szőnyeg aljába, és ez áll kapcsolatban a hangmotorral és a mikrovezérlővel. Mivel az elektromos érzékelőket a szőnyeg alján lévő rácsszerkezetbe rejtette, így a szőnyeg kellemes, puha tapintású, az érzékelő felület észleli az emberek mozgását, és hangválaszt generál.<sup>38</sup>

---

<sup>37</sup> Uo.

<sup>38</sup> [S. n.]: Queues of People Eager to Explore Contemporary Art World. In: NyArts Magazine [online] <URL: <http://www.nyartsmagazine.com/?p=22232> [Letöltés ideje: 2016. október 11.]



35. kép Myrto Karanika Peacock szőnyeg

Theresa Scholl belső térbe tervezte *Folded Light* elnevezésű moduljait. Az origamiból jól ismert v-hajtogatás az alapja mind az öt modulnak. Az ebből kialakított struktúrákat kombinálta fénnel. A hajtogatott modulokat papír- és lenfonallal szőtte. A fényt fehér LED-lámpák szolgáltatják, melyek egy mikroproceszorral és egy mikrofonnal állnak kapcsolatban. A környezet zajait a LED-lámpák fényerejének változása tükrözi vissza. A zajokat a mikroprocesszorba épített számítógépes program írja át fényintenzitás-változásra egy algoritmus alapján.<sup>39</sup>

Megfigyelhető, hogy az intelligens textilek létrehozásához nagyon jól használhatók a hagyományos technikák. A hagyományos technikák új funkciót, új értelmet kapnak, a textilek interaktívvá válnak, kapcsolatba lépnek a környezetükkel, összekapcsolják a látás, hallás, tapintás élményét.

### 3.2.3. Párhuzamok

Szeretném bemutatni azokat az alkotókat, akik velem párhuzamosan szintén az optikai szálban rejlő vizuális kifejezőerő megjelenítésének lehetőségeit kutatják. Érdekes megvizsgálni, hogy a textilen

---

<sup>39</sup> Scholl, T.: *Folded Light – Interactive Smart Textile Modules created by the design parameters of Paper, Folding and Light*. In: *Smart Textiles Salon*, 2015. Vol. 4. p. 35. <URL: [http://www.smarttextilessalon.com/sites/default/files/downloads/2015\\_sts\\_booklet.pdf](http://www.smarttextilessalon.com/sites/default/files/downloads/2015_sts_booklet.pdf) [Letöltés ideje: 2016. október 11.]

megjelenő fényt milyen elemekkel hozták interakcióba és milyen struktúrát adtak a textileknek, milyen funkciót szántak alkotásaiknak.

*Malin Bobeck*

Fiatalkorú textiltervező, akinek célja, hogy a kézműves technikákat kombinálja modern innovatív eljárásokkal, mérnöki fejlesztésekkel. Jacquard-szövegeiben optikai szálakat használ, amelyeket LED-lámpákkal világít meg. Tapintásra a szövet változtatja színét, hangulatát. Inspirációt a természetből merít, például a vízcsepp és fény kapcsolatát vizsgálja, vagy az ablakon lefolyó vizet jeleníti meg. Textíliáit bútorszövetként vagy belső térbe helyezve térelválasztóként lehet használni. A *Those Who Affected Me* egy színes fénykibocsátó interaktív fényinstalláció, amely érintésre színváltozással reagál. A jacquard-szövetbe szőtt optikai szálak több mint 500 egyedileg programozható LED-lámpához csatlakoznak, a LED-lámpákat egy mikroprocesszor vezérli. Az érintést vékony elektromosságot vezető rézszálak érzékelik. Az installációt egy kicsi, ferdén álló tükörrel borított szobában állították ki, ahol a megsokszorozódott tükörképek a végtelenbe nyúlnak.<sup>40</sup>

Unum egy háromdimenziós kettős szövet, egy térelválasztó. Az optikai szál adja a mintázatot. A fényt vezető optikai szál a minta szerint, hol a szín-, hol a fonáloldalon jelenik meg. A szövet jellegét a hullámos, absztrakt formájú fény-árnyék foltok és kettős szövet háromdimenziós karaktere adja.



36. kép *Those Who Affected Me*

---

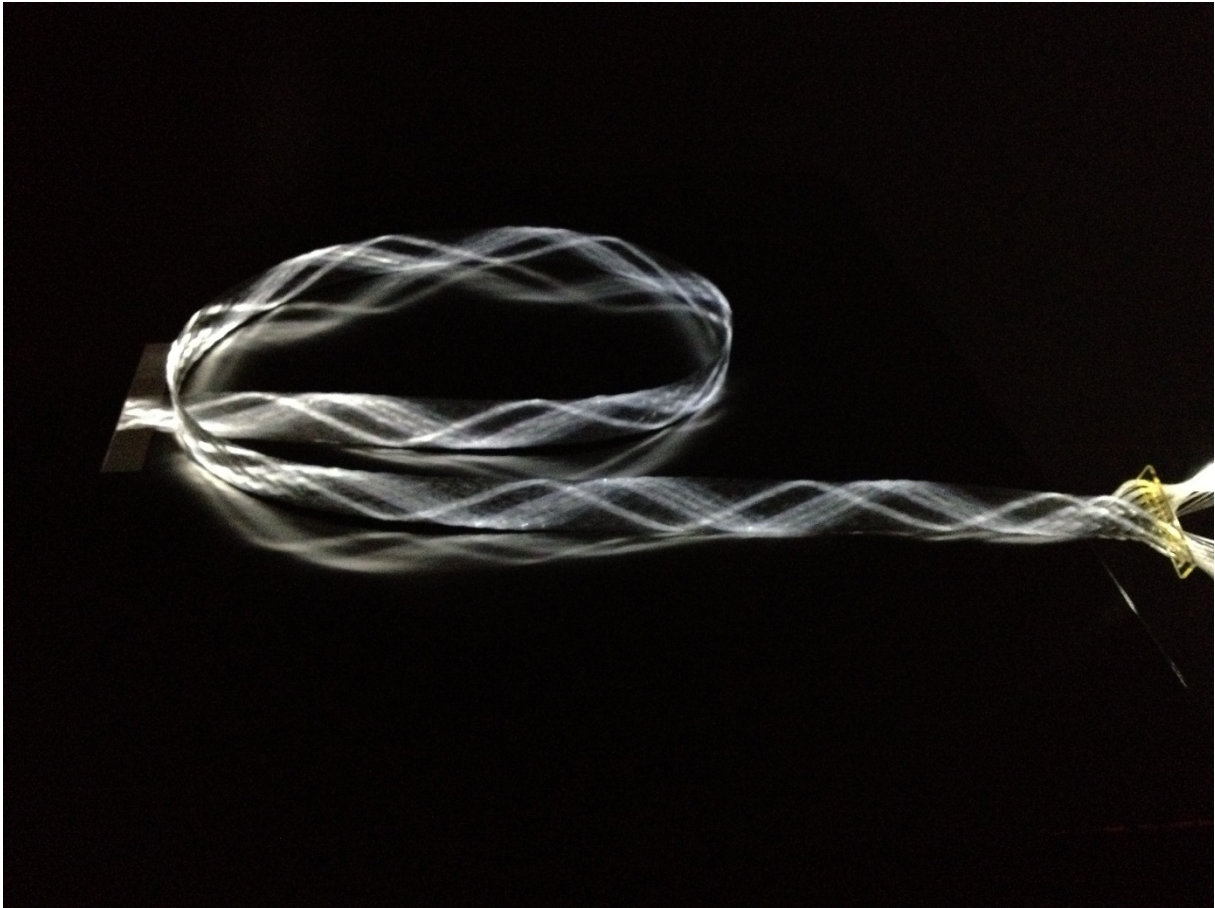
<sup>40</sup> Bobeck, M.: *Those Who Affected Me*. In: Malin Bobeck honlapja [online] <URL: <http://www.malinbobeck.se/optical-fiber-textile/those-who-affected-me/> [Letöltés ideje: 2016. október 10.]



*37. kép Unum kettősszövet*

*Barbara Jansen*

Ő is ötvözi a kézműves és ipari technikákat. Azt vizsgálja, hogy a mozgás, az idő, a változás hogyan hozható kapcsolatba textiltervezéssel. A negyedik dimenziót, az időt a fény által szeretné kapcsolni a textillel, és ehhez optikai szálakat használ. A ritmust mint a mozgás egyik elemét fényvel próbálja érzékeltetni a szövött textileken. Azt kutatja, hogyan viselkedik a fény a textilstruktúrákban.



*38. kép Barbara Jansen munkája*

#### 4. A mestermunka

Mestermunkám is egy példa a tradíciók megújításának egyik lehetséges módjáról. A hagyományos kézi szövést modern anyagokkal, jelen esetben optikai szállal helyezem új kontextusba. Azt vizsgálom, hogy az új anyag használata mint új vizuális kifejezőeszköz, milyen lehetőségeket rejt magában.

A mestermunkám elkészítésekor céloim tehát az volt, hogy az alkotásomon a zene és a kép egyidejűleg jelenjen meg. Ehhez kellett a megfelelő anyagokat és technológiát megválasztanom. Digitálisan vezérelt fényekkel, RGB LED-lámpákkal ez a technológia már rendelkezésre állt. A fényt közvetítő struktúrát az optikai szál adja.

Az optikai szál már korábban felkeltette a kíváncsiságomat. Egyszer vásároltam is néhány métert, hogy megnézzem, lehet-e vele struktúrát kialakítani valamilyen textiltechnikával. Ahhoz, hogy ez kiderüljön, pár méter nem volt elég, az optikai szál azonban túl költséges volt, a nagyobb léptékű kísérletekhez. A kisebb mennyiség viszont elég volt ahhoz, hogy a 4. Textilriennáléra készült minitextil alkotásomban felhasználjam. Ez volt az első nagyon kezdetleges kísérletem, játék optikai szállal és a fényvel.



39.kép

#### 4.1. Ismerkedés az anyaggal, kísérletek

„Az optikai szál, az optikai kábel (vagy más néven üvegszál) nem más, mint egy nagyon tiszta kvarc-üvegből vagy műanyagból (PMMA) igen vékonyra kihúzott szál, amelyet egy többrétegű, külső védőburok vesz körül. A szálban nagyon gyorsan lehet fényimpulzusokat továbbítani.”<sup>41</sup> Működése a fényvisszaverődésen alapszik. A szál egyik végén belépő fénysugár visszatörést szenved, ezért majdnem változatlanul lép ki a másik végén. Fényszállító képessége miatt adatátvitelre és az orvos-

---

<sup>41</sup> Zsigó Zs.: Az optikai szál. In: Sulinet Hírmagazin [online] 2013. július 17. <URL: <http://hirmagazin.sulinet.hu/hu/pedagogia/az-optikai-szal> [Letöltés ideje: 2016. október 09.]

tudományban, endoszkópos műtétek során használják, de utóbbi időben felhasználási területe kiszélesedett. Designerek, belső építészek, divattervezők egyre többször alkalmazzák dekorációs és látványelemként is.

Mestermunkámhoz műanyagból készült optikai szálatat használtam. Anyaga üvegszerű, átlátszó polimer, amely metakrilsav metil-észterének polimerje. Ezt egy fluor-polimer bevonat védi, ami jó vegyszerálló, hideg és hőálló is. Ez a bevonat akadályozza meg hogy a fény oldalról kijöjjön a szálból. Nekem viszont pont az kellett, hogy ne csak végén, hanem oldalt is világítson. Szerencsére ez bevonat nem karcálló, és nem jó kopásálló, így csiszolással elő tudtam csalogatni a fényt szálak oldalán is.

Először kiprobáltam, hogy ez a damilszerű műanyag mennyire szőhető. Ha láncnak használom, hogyan tudom felvetni, hogyan tudom a szálakat egyenletesen megfeszíteni. Ki kellett próbálnom, milyen vetülékekkel tudom szőni, milyen láncsűrűség a legoptimálisabb. Megvizsgáltam többféle vastagságú szálat, és a 0,5mm-es bizonyult a legjobbnak. A felvetésnél az egyik legrégebbi módszert kellett alkalmaznom. Felvetőkeretre tekertem rá a szálakat, mivel szétorsózni egyrészt nem lehet ezt az anyagot hagyományos orsóra, másrészt akkor túl sok lett volna hulladék, ami jócskán megnövelte volna a költségeket.

Nagyon kellett még vigyáznom, hogy szálak véletlenül se szakadjanak el, mert összekötni a szakadt részeket lehetetlen. A szálakat minél egyenletesebben kellett feszíteni, mert ha túlfeszültek, megnyúltak, és korrigálási lehetőség itt sem volt. A kisebb darabokon megvizsgáltam, hogy a fény hogyan viselkedik az optikai szálaban, hogyan tudom a LED-lámpákat a szálakhoz kötni. Ezek után a technikai jellegű kísérletek után állhattam neki a nagyobb darabok leszövésének.



40. kép kísérletek

Ezen a ponton a tervezés menete kétfelé vált. Az egyik, hogy milyen szövési struktúrát, milyen formát adjak a különböző daraboknak. Másik pedig, hogy fény és a színek hogyan jelenjenek meg ezeken a struktúrákon az RGB-lámpák digitális programozásán keresztül.

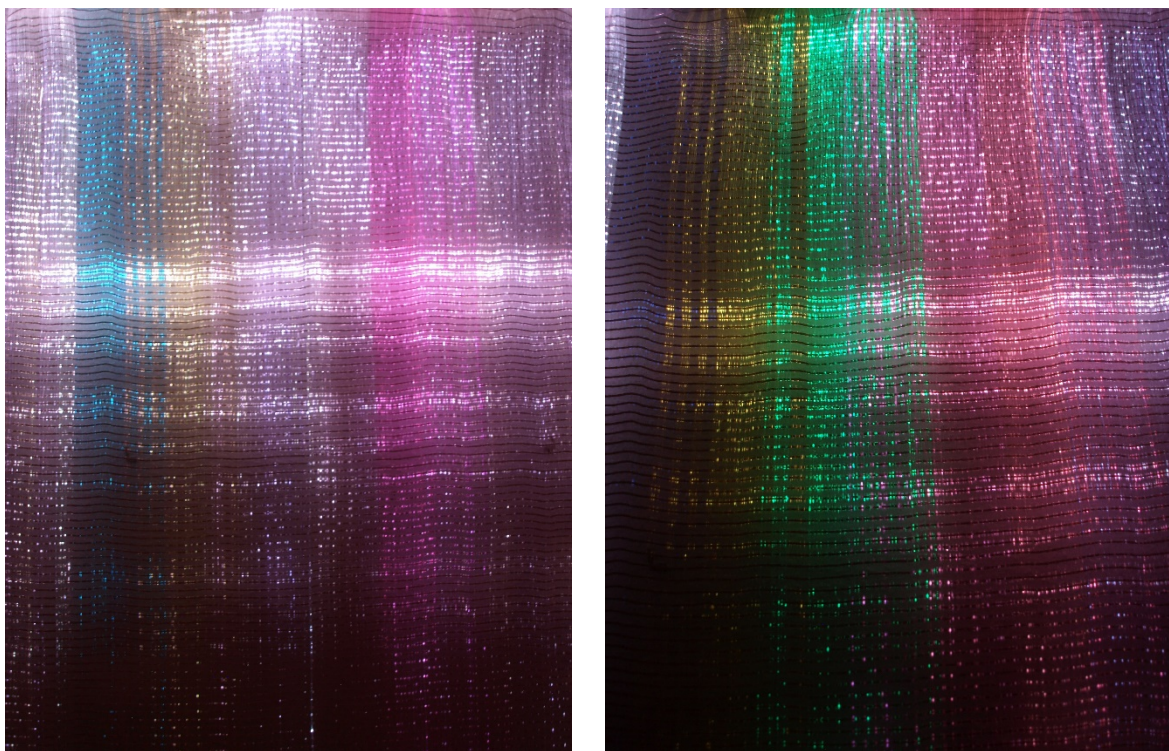
## 4.2. A programozás

### 4.3. A három struktúra

#### 4.3.1. Az első modul

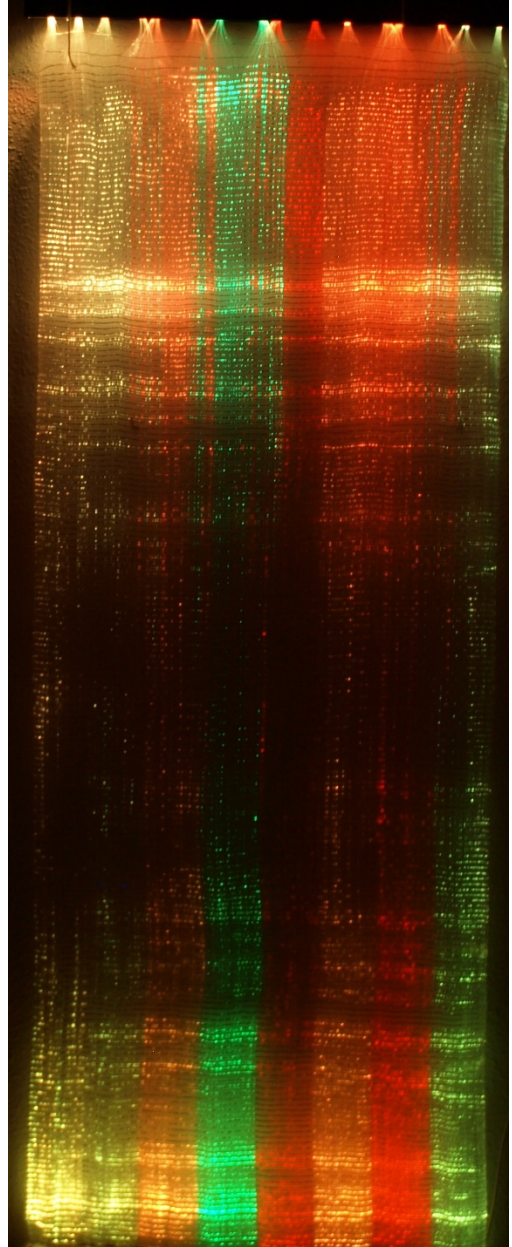
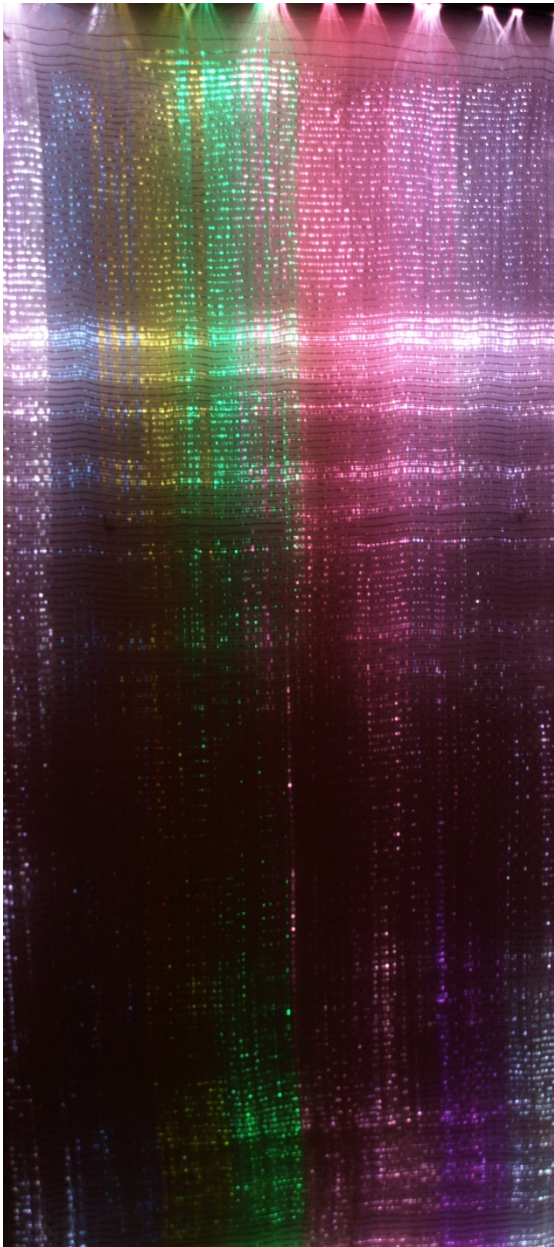
Három 80X180 cm-es darabot készítettem, más-más struktúrával, ezért mindegyiken máshogyan jelenik meg a fény.

Az első esetben az optikai szálak adják a láncfonalat, a vetülék pamutszál, amelynek a funkciója a szövetszerkezet biztosítása. A szálakat nyolc pár LED-lámpához kötöttem mindkét oldalról. Az optikai szálak bekötése a LED-lámpákhoz a két oldalon nem teljesen egyforma. Az egyikoldalon szabályos, körülbelül 10 cm-es csíkonként történt a bekötés, a másik oldalon szélesebb és keskenyebb csíkok váltakoznak. Így a szemben lévő oldalakból jövő színes fény közepén keveredik, ami a vizuális élményt erősíti. A zene ritmusát a színek mozgása adja, a dinamika változását a fényerő követi.



41-42. kép

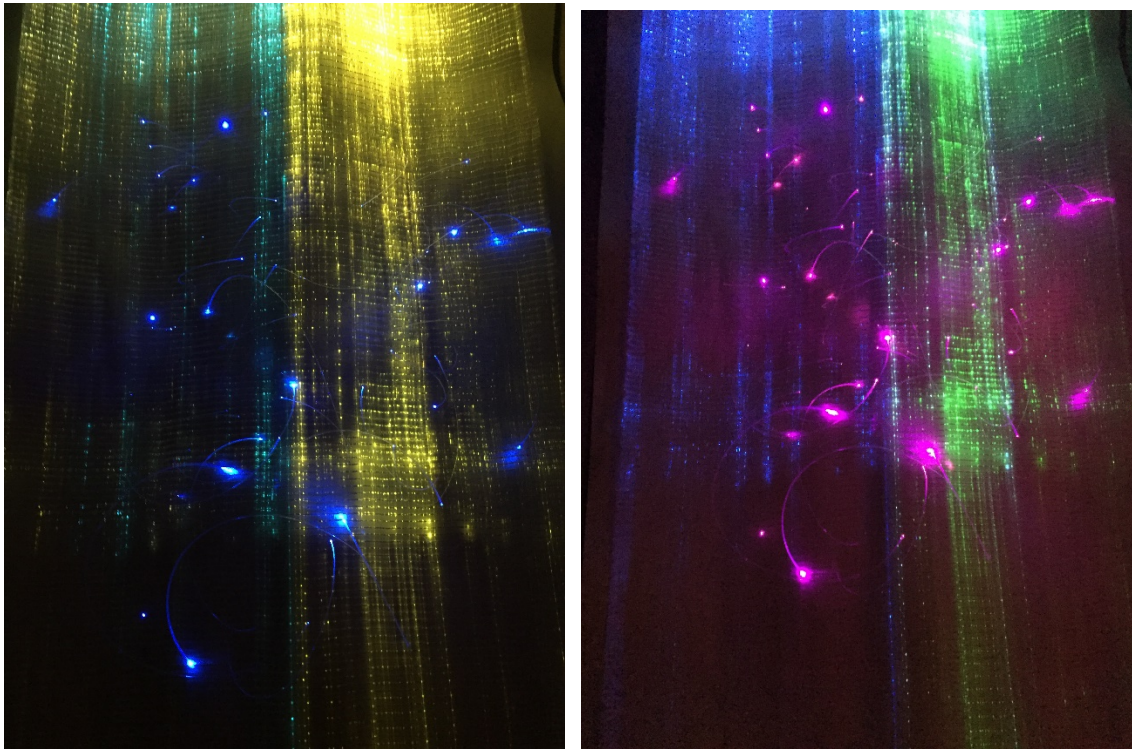




43-44. kép

#### 4.3.2. A második modul

Itt is az optikai szálak adják a láncot és a szerkezetet a pamutvetülék biztosítja. Észrevettem, hogy az optikai szálak végpontja nagyon szép, kicsi, de erős fényt ad. Ennek az esztétikai hatását mindenképp szerettem volna kihasználni, ezért különböző hosszúságú szabadon logó szálakat építettem a második modulba. Itt a zene ritmusát, dinamikáját ezek a szabad szálak adják leginkább, a szövetet adó háttér színei is változnak a zenére, de nem annyira dinamikusán, így a figyelem a kicsi pontszerű fényekre összpontosul.



45-46. lép

#### 4.3.3. A harmadik modul

A harmadik egységnél a vetülék az optikai szál, ezért ez az egység horizontális elhelyezkedésű. A hagyományos szövések szedetttes mintáit alapul véve, de kicsit felnagyítva, a szövés mintázatát lebegő optikai szálak képezik. Ezeken a területeken a fényhatás is erőteljesebb, így a minta határozottabban rajzolódik ki, a zene hangulatának visszaadásában a szövet struktúrája is szerepet játszik.

## 5. Összegzés

Mestermunkám és a dolgozatom a kapcsolatok kereséséről szól. Kapcsolódási pontokat véltem felfedezni képző- és iparművészet, hang és szín, kézművesség és modern technológiák, design és a mérnöki tudomány között. Észrevettem hogy a különböző médiumok, a zene és a vizualitás a szöveg technikáján és a digitalizáción keresztül kontextusba kerülnek egymással és egy más minőséget hoznak létre. A digitalizáció, korunk vívmánya még rengeteg lehetőséget rejt magában. Ahhoz, hogy ezzel okosan tudjunk élni a különböző tudomány területek párbeszéde szükséges. Designerek és mérnökök együttműködése a jövőben csoda dolgokat hozhat létre. Mestermunkámat több szempontból is kísérletnek tartom. Nem lezárása, hanem elindulása egy sorozatnak, amiben rengeteg kiaknázatlan lehetőséget vélek felfedezni. Az optikai szál struktúra képzési lehetőségeit lehetne még tovább vizsgálni. Szinte határtalanok e lehetőségek a programozásban, az analóg jelek digitálissá alakításának folyamatában. Mi történik például, ha nem hangfrekvenciát alakítunk át, hanem ennek analógiájára agyhullámokat, gondolatokat? És az milyen algoritmus szerint programozná a LED lámpákat?

Ez a terület egy gyorsan és dinamikusán fejlődik. Mestermunkám 3-4 éve még nem valósulhattott volna meg az alapanyagok és a technológia drágasága miatt. A lehetőségek adottak és egyre bővülnek, csak okosan kell élni velük.

## 6.Theses

### 1. Sound-colour analogies are based on subjective emotions

Overviewing theories on sound and colour from the 17th century, it is clear that all of them are based on subjective emotions and impressions, and as a result sound-colour correspondence is different in different theories. The link between sound and colour is generated in the human brain, not through a physical process.

### 2. What we see helps us understand contemporary atonal music

Music that lacks tonality is more difficult for the brain to process and it is more difficult to understand. Visual representation provides a more complex experience, which helps us comprehend atonal music.

### 3. Digital techniques make it easier to move between genres

Analogue signs can be converted to digital signs by computers. This uniform system of codes makes it easier to move between different media transmitting analogue signs.

### 4. Craft techniques can be combined nicely with new technologies and digital techniques

Many intelligent textiles are based on some traditional technique like weaving, embroidering or knitting. When these are put in a new context and used together with new materials, it opens up new perspectives for craft techniques.

## 7.Summary

My degree work and my thesis are about looking for connections. I sensed that there are points where visual arts and applied arts, sound and colour, craft techniques and modern technologies, and design and engineering are connected. I have found that a context of different media, i.e. of music and visuality, evolves through weaving techniques and digitalisation, and they create a new class. Digitalisation, a great achievement of our time, still has a lot of potential. We need a dialogue between the different areas of science to exploit this wisely. Designers and engineers working together can create amazing things in the future. My degree work is experimental, for several reasons. It is not the final, but the first piece of a series where I believe there is great potential yet to be exploited. The possibilities of creating structures from the optical fibre could be further examined. Opportunities are almost unlimited in programming, in the process of converting analogue signs to digital signs. What happens, for example, if it is not an audio frequency we transform, but, in the same way, brainwaves and thoughts? According to what algorithm would that program LED lights? This field is growing quickly and dynamically. My degree work would have been impossible to create 3-4 years ago because of the high cost of the materials and the technology. Opportunities are available and expanding, we just have to use them wisely.

## 8. Források

- Bainbridge, Bishop: *A Souvenir of the Color Organ, with Some Suggestions in Regard to the Soul of the Rainbow and the Harmony of Light*. New Russia, Essex County: N. Y., 1893.
- Bobeck, Malin: *Those Who Affected Me*. In: Malin Bobeck honlapja [online] <URL: <http://www.malinbobeck.se/optical-fiber-textile/those-who-affected-me/> [Letöltés ideje: 2016. október 10.]
- Bobeck, Malin: *Liquid Light*. In: Malin Bobeck honlapja [online] <URL: <http://www.malinbobeck.se/optical-fiber-textile/liquid-light/> [Letöltés ideje: 2016. október 08.]
- Botár Olivér: *Természet és technika, Az újra értelmezett Mohly-Nagy 1916-1923*, Vince Kiadó, Budapest, 2007.
- 
- Csókos Varga Györgyi: *Fonás, vetés, szövés*. Budapest: Planétás, 1998.
- Droste, Magdalena: *Bauhaus 1919–1933*. Budapest: Taschen; Vince, 2003.
- Düchting, Hajo: *Vaszilij Kandinszkij 1866–1944: Forradalom a festészetben*. Budapest: Taschen; Benedikt, 1992.
- Endrei Walter: *A lábitós szövőszék kialakulása és feltűnése Európában*. In: *Történelmi Szemle*, 1958. 3–4. sz. pp. 331–350.
- Franssen, Maarten: *The Ocular Harpsichord of Louis-Bertrand Castel*. In: *Tractrix*, 1991. No. 3. pp. 15–77.
- *Fiber Futures: Japan textile pioneers* Kiállítás katalógus, Japan Society New York, 2011.
- 
- Garai Tamás: *Intelligens anyagok*. In: BME OMIKK honlapja [online] <URL: [http://www.omikk.bme.hu/collections/mgi\\_fulltext/trend/2003/04/0406.pdf](http://www.omikk.bme.hu/collections/mgi_fulltext/trend/2003/04/0406.pdf) [Letöltés ideje: 2016. október 06.]
- Gyenes Zsolt: *A vizuális zene aktualitása – magyar példákkal*. In: Gyenes Zsolt honlapja [online] <URL: [http://vizualzene.hu/vz\\_akt\\_tan\\_gyenes.pdf](http://vizualzene.hu/vz_akt_tan_gyenes.pdf) [Letöltés ideje: 2016. október 04.]
- Gyenes Zsolt: *A vizuális zene a kortárs művészetben*. In: Gyenes Zsolt honlapja [online] <URL: [http://www.gyenes62.hu/gyenes\\_vizmuz\\_kor.pdf](http://www.gyenes62.hu/gyenes_vizmuz_kor.pdf) [Letöltés ideje: 2016. október 09.]
- Gyenes Zsolt: *A vizuális zenéről*. In: Gyenes Zsolt honlapja [online] <URL: [http://gyenes62.hu/text\\_title.htm](http://gyenes62.hu/text_title.htm) [Letöltés ideje: 2016. október 08.]
- Gyenes Zsolt: *A vizuális zenéről: Rendszerezési kísérlet*. In: Gyenes Zsolt honlapja [Online] <URL: [http://vizualzene.hu/gyenes\\_zsolt.pdf](http://vizualzene.hu/gyenes_zsolt.pdf) [Letöltés ideje: 2016. október 08.]
- Gyenes Zsolt: *Szinkronia: Médiumpok közötti átjárhatóság*. In: Gyenes Zsolt honlapja [online] <URL: <http://www.gyenes62.hu/szinkronia12.pdf> [Letöltés ideje: 2016. október 09.]
- Ignác Ádám – Szigeti Máté: *A misztikus akkordon innen és túl. Kompozíciós problémafelvetések Alekszandr Szkrijabin Prometheus című művében*. In: Szigeti Máté honlapja [online] 2011. július. <URL: <http://mateszigeti.com/wp-content/uploads/2011/07/Ign%C3%A1cz-Szigeti-Prometheus.pdf> [Letöltés ideje: 2016. október 08.]
- Jameson, D. D.: *Colour-Music*. Cornhill, London: Smith, Elder and Co., 1844. 65 p.

- Jansen, B.: Composing over time, temporal patterns – in *Textile Design* [Licentiate thesis, monograph]. University Of Borås: Studies In Artistic Research, 2013. No. 5. <URL: <http://hb.diva-portal.org/smash/get/diva2:877043/FULLTEXT01.pdf>
- Kandinszkij, Vaszilij: Szellemiről a művészetben, különös tekintettel a festészetre. In: Mezei Otto (szerk.): *A Bauhaus*. Bp.: Gondolat, 1975.
- Landgráf Katalin – Penkala Éva – Szittner Andrea: *Nagy szövéskönyv 1*. Budapest: Planétás, 2001.
- Landgráf Katalin – Penkala Éva – Szittner Andrea: *Nagy szövéskönyv 2*. Budapest: Mezőgazda, 2004.
- Lázár Károly: Hőszabályozó textíliák. In: *Magyar Textiltechnika*, 2006. 3. sz. pp. 75–76. <URL: [http://www.lazarky.hu/08pub/MT2006\\_3.pdf](http://www.lazarky.hu/08pub/MT2006_3.pdf) [Letöltés ideje: 2016. október 06.]
- Lázár Károly: Intelligens ruházat. In: *CÉLiránytű*, 2004. július 28. pp. 24–25. <URL: <http://www.lazarky.hu/08pub/CI295.pdf> [Letöltés ideje: 2016. október 06.]
- Márkó Anita: „A szám hallható” – Surányi László matematikus a zenéről és a számokról. In: *Magyar Narancs* [online] 2016. 19. sz. (05. 12.) <URL: <http://magyarnarancs.hu/zene2/a-szam-hallhato-99342> [Letöltés ideje: 2016. október 08.]
- Monory M. András – Tilmann J. A.: Hortobágyi László. In: *Ezredvégi beszélgetések*. Bp.: Kijárat Kiadó, 1998. <URL: <http://mek.niif.hu/02900/02950/02950.htm#13> [Letöltés ideje: 2016. október 4.]
- Partsch, Susanna: *Klee 1879–1940*. Budapest: Taschen; Vince, 2003.
- Peacock, Kenneth.: Instruments to Perform Color-Music: Two centuries of Technological Experimentation. In: *Leonardo*, 1988. No. 4. pp. 397–406.
- Persson, Anna – Worbin, Linda: Funktional Styling. In: *Smart Textiles Design Lab Blog* [online] <URL: <http://stdl.se/?p=611> [Letöltés ideje: 2016. október 10.]
- Reiko Sudo: Nuno Patched Paper. Fotó: Sue McNab. In: *The Jerusalem Center for the Visual Arts (JCVA) honlapja* [online] 2010. <URL: <http://www.jcva.org/artist.asp?artistid=104&catid=1&sec=3> [Letöltés ideje: 2016. február 28.]
- [S. n.]: About Nuno. In: *Nuno honlapja* [online] <URL: <http://www.nuno.com/en/about/> [Letöltés ideje: 2016. március 22.]
- [S. n.]: About Smart Textiles. In: *Smart Textiles honlapja* [online] <URL: <http://smarttextiles.se/en/about-smart-textiles/> [Letöltés ideje: 2016. október 06.]
- [S. n.]: Hologram a való világ? In: *Index: Tudomány* [online] 2004. június 26. <URL: <http://index.hu/tudomany/holo0626> [Letöltés ideje: 2016. október 13.]
- [S. n.]: Jacquard automata szövőgépe. In: *Óbudai Egyetem honlapja* [online] <URL: [http://tig.kgk.uni-obuda.hu/targyak/vir/anyag/sztch\\_tort/Jacquard.html](http://tig.kgk.uni-obuda.hu/targyak/vir/anyag/sztch_tort/Jacquard.html) [Letöltés ideje: 2016. október 9.]
- [S. n.]: Nehezen fogja fel az agyunk a kortárs klasszikus zenét. In: *Index: Tudomány* [online] 2010. február 27. <URL: [http://index.hu/tudomany/2010/02/27/nehezen\\_fogja\\_fel\\_az\\_agyunk\\_a\\_kortars\\_klasszikus\\_zenet/](http://index.hu/tudomany/2010/02/27/nehezen_fogja_fel_az_agyunk_a_kortars_klasszikus_zenet/) [Letöltés ideje: 2016. október 04.]
- [S. n.]: Queues of People Eager to Explore Contemporary Art World. In: *NyArts Magazine* [online] <URL: <http://www.nyartsmagazine.com/?p=22232> [Letöltés ideje: 2016. október 11.]
- Scholl, Theresa: Folded Light – Interactive Smart Textile Modules created by the design parameters of Paper, Folding and Light. In: *Smart Textiles Salon*, 2015. Vol. 4. p. 35. <URL: [http://www.smarttextilessalon.com/sites/default/files/downloads/2015\\_sts\\_booklet.pdf](http://www.smarttextilessalon.com/sites/default/files/downloads/2015_sts_booklet.pdf) [Letöltés ideje: 2016. október 11.]

- Séllei Lilla: Mit gondol a pulóverem? In: HG.hu [online] 2011. február 05. <URL: <http://hg.hu/cikkek/design/11212-mit-gondol-a-puloverem> [Letöltés ideje: 2016. október 10.]
- Simonyi Károly: A fizika kultúrtörténete. Budapest: Gondolat, 1986.
- Structure and Surface, Contemporary Japanese Textiles, Museum of Modern Art , New York, 1998
- Surányi László: A kép muzikalizálódása: A Blaue Reiter kiadásának 100. évfordulójára. In: Gyenes Zsolt honlapja [online] <URL: [http://vizualzene.hu/suranyi\\_laszlo.pdf](http://vizualzene.hu/suranyi_laszlo.pdf) [Letöltés ideje: 2016. október 08.]
- Tilmann J. A.: Detlef B. Linke. In: Kulturális és Kommunikációs Központ Alapítvány honlapja [online] 1997. <URL: <http://www.c3.hu/~tillmann/konyvek/ezredvegi/linke.html> [Letöltés ideje: 2016. október 04.]
- Tilmann J. A.: Dobszay László. In: Kulturális és Kommunikációs Központ Alapítvány honlapja [online] 1997. <URL: <http://www.c3.hu/~tillmann/konyvek/ezredvegi/dobszay.html> [Letöltés ideje: 2016. október 4.]
- Tilmann, J. A.: Hangmozgás. Avagy a zenei képről. In: Kulturális és Kommunikációs Központ Alapítvány honlapjának kiterjesztése [online] 2013. július 14. <URL: <https://zenetek.wordpress.com/2013/07/14/tillmann-j-a-hangmozgas-avagy-a-zenei-keprol/> [Letöltés ideje: 2016. október 04.]
- Tilmann J. A.: A zene szóbahozatala: Vidovszky László – Weber Kristóf: Beszélgetések a zenéről. In: Kulturális és Kommunikációs Központ Alapítvány honlapja [online] <URL: <http://www.c3.hu/~tillmann/irasok/zene/vidovszky.html> [Letöltés ideje: 2016. október 4.]
- Tornai Szabolcs: Digitális menny és pokol. In: Heti Válasz [online] 2001. december 07. <URL: <http://valasz.hu/kultura/digitalis-menny-es-pokol-2406> [Letöltés ideje: 2016. október 04.]
- Veres Bálint: Hangképek – kiállítás megnyitó. In: Robert Capa Kortárs Fotográfiai Központ honlapja [online] <URL: <http://capacenter.hu/veres-balint/> [Letöltés ideje: 2016. október 08.]
- Zsigó Zsolt: Az optikai szál. In: Sulinet Hírmagazin [online] 2013. július 17. <URL: <http://hirmagazin.sulinet.hu/hu/pedagogia/az-optikai-szal> [Letöltés ideje: 2016. október 09.]
- .



## 9. Képek jegyzéke

1. kép: saját kép
  2. kép : Düchting, Hajo: Vaszilij Kandinszkij 1866–1944: Forradalom a festészetben. Budapest: Taschen;
  3. kép: Partsch, Susanna: Klee 1879–1940. Budapest: Taschen; Vince, 2003
  4. kép: [www.roelhollander.eu/en/tuning.../sound-light-colour](http://www.roelhollander.eu/en/tuning.../sound-light-colour)
  5. kép: [https://en.wikipedia.org/wiki/Louis\\_Bertrand\\_Castel](https://en.wikipedia.org/wiki/Louis_Bertrand_Castel)
  6. kép: [musictheory.zentral.zone/huntsystem7.htm](http://musictheory.zentral.zone/huntsystem7.htm)
  7. kép: <https://www.pinterest.com/pin/40602834110954576/>
  8. kép: [homepage.tinet.ie/~musima/visualmusic/visualmusic.htm](http://homepage.tinet.ie/~musima/visualmusic/visualmusic.htm)
  9. kép: [www.dataisnature.com/?p=443](http://www.dataisnature.com/?p=443)
  10. kép: [www.farediunamosca.com/spartiti-c-era-una-volta-in-amer...](http://www.farediunamosca.com/spartiti-c-era-una-volta-in-amer...) -
  11. kép: Peacock, Kenneth.: Instruments to Perform Color-Music: Two centuries of Technological Experimentation. In: Leonardo, 1988. No. 4. pp. 397–406
  12. kép: <http://www.marcodebiasi.info/sin-e/breve-storia-del-rapporto-suono-colore/?lang=en>
  13. kép: <http://www.marcodebiasi.info/sin-e/breve-storia-del-rapporto-suono-colore/?lang=en>
  14. kép: [rhythmiclight.com/archives/ideas/colorscales.html](http://rhythmiclight.com/archives/ideas/colorscales.html)
  15. kép: [www.lynngrayross.co.uk/page/Warp\\_Weighted\\_Looms](http://www.lynngrayross.co.uk/page/Warp_Weighted_Looms)
  16. kép: [archaeology.tau.ac.il/ben-yosef/CTV/textile/index.htm](http://archaeology.tau.ac.il/ben-yosef/CTV/textile/index.htm)
  17. kép: [https://pl.wikipedia.org/.../Plik:Women\\_weaving\\_in\\_Beni\\_...](https://pl.wikipedia.org/.../Plik:Women_weaving_in_Beni_...) -
  18. kép: <https://backstrapweaving.wordpress.com/backstrap-basics-an-article-f...>
  19. kép: [www.beduinweaving.com](http://www.beduinweaving.com)
  20. kép: [woolery.com/weaving-looms/looms-by-types/floor-looms.htm](http://woolery.com/weaving-looms/looms-by-types/floor-looms.htm)
  21. kép: [woolery.com/weaving-looms/looms-by-types/floor-looms.htm](http://woolery.com/weaving-looms/looms-by-types/floor-looms.htm)
  22. kép: [quod.lib.umich.edu/d/did/](http://quod.lib.umich.edu/d/did/)
  23. kép: [attilad.org/vicky/doku.php/login/atmenet\\_az\\_okorba](http://attilad.org/vicky/doku.php/login/atmenet_az_okorba)
  24. kép: Structure and Surface, Contemporary Japanese Textiles, Museum of Modern Art , New York, 1998
  25. kép: Structure and Surface, Contemporary Japanese Textiles, Museum of Modern Art , New York, 1998
  26. kép: Structure and Surface, Contemporary Japanese Textiles, Museum of Modern Art , New York, 1998
  27. kép: Fiber Futures: Japan textile pioneers Kiállítás katalógus, Japan Society New York, 2011
  28. kép: [www.knotwe.com/studiotjoa/](http://www.knotwe.com/studiotjoa/)
  29. kép: [http://www.moonberlin.com/\\_p/prd13/4540206441/product/leuchtende-"sternenstaub"-](http://www.moonberlin.com/_p/prd13/4540206441/product/leuchtende-)
  30. kép: [http://www.moonberlin.com/\\_p/prd13/4542861181/product/electrical-illuminated-bag](http://www.moonberlin.com/_p/prd13/4542861181/product/electrical-illuminated-bag)
  31. kép: Persson, A. – Worbin, L.: Funktional Styling. In: i. m
  32. kép: Persson, A. – Worbin, L.: Funktional Styling. In: i. m
  33. kép: Persson, A. – Worbin, L.: Funktional Styling. In: i. m.
  34. kép: Queues of People Eager to Explore Contemporary Art World. In: i. m
  35. kép Scholl, T.: i. m. p. 34
  36. kép: <http://www.malinbobeck.se/optical-fiber-textile/liquid-light/>
  37. kép: <http://www.malinbobeck.se/optical-fiber-textile/liquid-light/>
  38. kép: [smarttextiles.se/aktuellt/nyheter](http://smarttextiles.se/aktuellt/nyheter)
- 39-46. kép saját kép

