

Magyar Képzőművészeti Egyetem Doktori Iskola

Léptékváltás térben és időben – az észlelés művészete

DLA értekezés
Szécsényi-Nagy Loránd
2024

Témavezető:
Dr. habil, DLA Szegedy-Maszák Zoltán,
egyetemi tanár

Tartalomjegyzék

Köszönetnyilvánítás.....	3
Előszó.....	4
Bevezető.....	7
Az idő születése.....	19
Az idő ciklusainak feltérképezése.....	25
A Nap pályájának képe: szolárgráfia.....	37
Az idő fragmentumai.....	44
A tér időben változó koordinátái.....	52
A múlt távoli fényei.....	67
Csillagfény a lemezen.....	76
Léptékek és képzetek.....	82
Összegzés.....	89
Irodalomjegyzék.....	91
Internetes hivatkozások.....	93
Képjegyzék.....	95

Köszönetnyilvánítás

Hálával tartozom édesapámnak, Szécsényi-Nagy Gábornak, aki oly nagy odaadással és türelemmel tárta fel előttem az Univerzum különböző dimenzióit, és aki nélkül nem lehettem volna gyerekként ennyire közel a csillagokhoz.

És hálásan köszönöm témavezetőmnek, Szegedy-Maszák Zoltánnak a segítségét, akire mindig feltétel nélkül számíthattam és aki nélkül nem jöhetett volna létre ez a disszertáció.

Továbbá köszönöm mindazoknak akik támogattak, különösen Majsai Rékának, aki a mestermunkámat bemutató kiállítás kurátora volt.

Előszó

A doktori kutatás során az volt a célom, hogy minél közelebb kerüljek az Univerzum megismerésének és megértésének civilizációkon átívelő folyamatához, valamint, hogy az ezzel kapcsolatos felismeréseimet alkotóművészeti munkám segítségével átélhetővé tegyem mások számára is.

Az Univerzum feltérképezésére irányuló törekvések észleléseken alapulnak, melyek egészen az emberiség hajnalához vezetnek vissza. Kezdetben pusztán tekintetünkkel próbáltuk értelmezni a Világ rezdüléseit, később a megfigyelések és felismerések sokaságának köszönhetően eszközöket hoztunk létre a tér és idő összefüggéseinek mélyebb feltárásához. Később ezeket az ismereteinket arra használtuk, hogy a tér és idő urai legyünk, mely során sikerült feltérképezni először a bolygónk legrejtettebb zugait, majd kozmikus környezetünket is. Egyre kifinomultabb műszereinkkel egészen az Univerzum születésének kezdetéig sikerült elérnünk, napjainkban pedig a tér és idő legtávolabbi általunk megismerhető részeit vizsgáljuk éppen.

Ehhez a folyamathoz ugyanakkor nem volt önmagában elég a technológia fejlődése, sőt éppen ellenkező irányban történtek a dolgok: egy feltevés igazolása érdekében hoztak létre olyan eszközöket vagy észlelési feltételeket, amelyek képesek lehettek azok bizonyítására. Ugyanakkor ez elképzelhetetlen lenne olyan emberek nélkül, akik képesek voltak elvonatkoztatva gondolkodni és olyan új megközelítéseknek teret engedni, amik mások számára addig ijesztőek és felfoghatatlanok voltak. Így aztán új világképek tudtak megszületni.

A legtöbb esetben a tér és idő léptékének, valamint mibenlétének mélyebb felismerését szubjektív megfigyelések és benyomások vezérelték, melyek különösen fontosak. Ez olyan tapasztalatok és érzetek összessége, mely bárkiben alakot ölthet, ezzel újabb dimenziókat nyitva meg az emberiség számára.

Nekem – mint doktori kutatást végző művésznek – azt gondolom, hogy elsődlegesen az a feladatom, hogy műveimen keresztül feltárjak valamit az előbbi folyamatból, valamint a kozmosz szubjektív megismerésének érzetéből.

Kutatásom során az elméleti ismeretek mellett éppen ezért elsősorban a gyakorlati munkára koncentráltam, hogy saját megfigyeléseim és

tapasztalataim összessége által még tökéletesebben tudjam a doktori témámat feltárni. Hiszen éppen ez a megközelítés az, amivel sikerült mind közelebb és közelebb kerülünk az Univerzum megértéséhez is.

Emiatt kezdetben olyan új fotografikus eljárások kidolgozásán dolgoztam, melyek a tér és idő kozmikus léptékű összefüggéseit segíthetnek megjeleníteni. Ezek mind olyan észlelések lenyomatai, melyeket addig nem létező kísérleti szerkezetek kifejlesztésével és analóg kamerák létrehozásával örökítettem meg¹, a téridő olyan jelenségeinek megragadása céljából, melyek így jobban átélhetővé váltak. A megörökített észlelések sokszor az értelmezhetőség határán vannak, teret engedve a nem megfoghatónak, ugyanakkor a megfelelő tudással és eszközökkel vissza is fejthetőek, azaz dekódolhatóak belőlük a képkészítés idő- és térbeli dimenziói.

Ennek a kettősségnek a fúziója miatt tartom igazán érdekesnek ezeket a képeket. Egyszerre örökítenek meg valamit az elemien szubjektívból és az ismeretek alapján dekódolható objektív valóságból, ami maga az Univerzum.

Kutatásom zárásaként pedig az volt a célom, hogy az időközben megismert összefüggések mellett ezeket az észleléseket, valamint közvetlen tapasztalásaimat összegző és feldolgozó műveket hozzak létre. Olyan fényinstallációkat, melyek közvetlenül idézik meg azokat az érzeteket, amik a kutatásom befejezésekor bennem voltak. Ezeken keresztül remélem mások számára is út nyílik a tér és idő összefüggéseinek élményszerű megismerése felé.

Mivel alapvető fontosságúnak tartom a szubjektív nézőpontot a kutatásomban, ezért egyrészt igyekeztem minél több művészetiileg fontos művet közvetlen módon megtapasztalni, valamint földrajzilag – a földi idő érzékelés viszonylagossága miatt – szélsőséges helyre eljutni, másrészt igyekeztem az értekezésben minél több és érzékletes leíró részt használni élményeim leírásakor.

A szöveg formálásakor igyekeztem az Univerzum megismerésére irányuló kísérletek közül az érdekesebb és a kutatás szempontjából releváns állomásokat nagyjából kronologikus megközelítéssel bemutatni, ugyanakkor a megfelelő helyekre beleszöttem azokat a művészeti alkotásokat és saját műveket is, amiket az adott helyen logikusnak tartok. Így egy olyan folyamatot igyekeztem létrehozni, amiben az

¹ Az elmúlt évek folyamán összesen öt különböző eljárást fejlesztettem ki.

egymással összefüggő rétegek segítségével jobban kibomolhatnak a kozmikus összefüggések, az azokra adott reflexiók, valamint az egyes jelenségek és értelmezések szubjektív befogadásának dimenziói is.

Bevezető

„...a múlt, a jelen és a jövő közötti különbségtétel kétségkívül nem más, mint megrögzött illúzió.”²

Tikk - Takk. Tikk - Takk.

Az idő az amit az óra mutat...

Vajon tényleg az idő az lenne amit az órám mutat?

Azon tűnődtem gyerekként, ha tényleg lelassul az idő a fénysebességhez közelítve, akkor vajon az órám számlapját figyelve feltűnne ez? Vagy létezik, hogy ahogy az idővel lelassulnék én is, észre sem venném?

Tikk - Takk.

Tényleg viszonyítás kérdése lenne az egész?

...

Az obszervatóriumot vezérlő központi óra ütemes kattogását hallom kezelőfelületének vastag fém borítása alól. 2 másodpercenkénti ütése áthatja a kupolát.

K a t t - K a t t.

2 másodperc. Sehol máshol nem tapasztaltam az idő ilyen osztását.

Katt.

² Saját fordítás, részlet Albert Einstein 1955-ös leveléből, amit Michele Besso halálakor írt annak családjának. A teljes idézet angolra fordított szövege: 'Now he has again preceded me a little in parting from this strange world. This has no importance. For people like us who believe in physics, the separation between past, present and future has only the importance of an admittedly tenacious illusion.'

<https://www.christies.com/features/Einstein-letters-to-Michele-Besso-8422-1.aspx> [2023]

Akkor gyerekként egészen áthatott az óramű hangja és most is tisztán fel tudom idézni azt az érzést amit kiváltott.

Katt.

Elementáris volt. Egy addig nem ismert távoli világ hangja.

Katt.

Az obszervatórium műszerei hihetetlen precizitással, megállíthatatlanul követik az űr egy szeletét, a tér egy darabját a vezérlő óramű szinkronjelére. Az egyedi számlap minden egyes percben körbefordul, miközben a távcső lassan, szinte észrevehetetlenül követi a cél koordinátákat. Mindeközben a világ árnyékos oldalán lévő összes, éppen észlelést végző obszervatórium távcsöve hasonlóképpen tesz. Szimultán fordulnak a távcsövet mozgató fogaskerek és mechanikák, kiiktatva bolygónk mozgását az észlelés folyamatából. Ezzel a távoli tér egy darabjának koordinátái változatlanul válnak az észlelés szemszögéből – a műszer számára –, miközben pedig az óráról leolvasható értékek is rögzítésre kerülnek. Ezzel összekapcsolva a tér és az idő dimenzióit egy fotografikus hordozón.

Katt.

Az üveglemezen létrejött apró fekete pöttyök tengere, mind-mind távoli égi objektumok – egyszer réges-rég kibocsátott – fényeinek lenyomata, mely a tér végtelenjén keresztül úszva elérte a bolygónk felszínét és épp egy hatalmas fénygyűjtő optikai elem által koncentrálódva elszínezték a fényérzékeny felületet. Vagy fogalmazhatnánk úgy is, hogy az adott égitestekből kisugárzott fotonok fizikálisan elérték a fotografikus lemezt útjuk végén és abba becsapódva létrehoztak egy látens fekete foltot a nyersanyagon. Az útjuk végére értek ezáltal, viszont olyan egyedi lenyomatot hagytak ezzel maguk után, mely segítségünkre lehet az univerzum megértésének folyamatában.

Katt.

Miközben ezeket a szavakat gépelem, minden egyes leütéssel és az óra minden egyes kattánásával egyre távolodunk a Világ azon pontjától, aminél ennek a mondatnak az első betűjét leütve voltam "annak idején".

Katt.

Ha a Galaxisunk Univerzumhoz viszonyított elmozdulását venném alapul a számításhoz, akkor ez a távolodás közelítené a másodpercenkénti 299792 kilométert, ha a Galaxisunk forgásához mérnénk a Naprendszerünk elmozdulását akkor viszont csak 230 kilométer lenne, ha pedig a Föld Nap körüli átlagos pályasebességét venném alapul, akkor 29.78 kilométer, s ha a Föld átlagos felszíni forgási sebességet nézném, akkor csupán 327 méter.

Katt.

Az órákra nézek ezen tűnődve.

Katt.

Közben tova úszom a végtelen térben, pontosan úgy, ahogy a bolygó összes lakója is velem egyetemben.

Katt.

Vajon az idő különböző pillanataiban "majd" – amit talán "most" épp a "jövő" névvel lehetne illetni – amikor ezen sorokat olvassa valaki, milyen távol lehetünk attól a "kiindulási" ponttól? Egyáltalán meghatározható ez?

Katt.

Igen, biztosan meghatározhatónak kell lennie! Elméletileg minden megfigyelhető, meghatározható is.

Katt.

Az biztos, hogy a Föld felszínének kiindulásul szolgáló pontját a Naprendszeren belül megtalálnánk a megfelelő idő koordináták és a pályáiv ismeretében. Aztán a Galaxisunk közepét alapul véve – és annak forgási sebességének ismeretében – ki tudnánk számítani a Tejútrendszerben megtett mozgásunkat is. Bár lassan a spirál örvénylése is változik az azt felépítő sokmilliárdnyi égi objektum egymásra hatása által.

Katt.

Ezután pedig már az Androméda galaxis és a Tejútrendszer egymásra hatását kellene figyelembe venni.

Katt.

Azon túl a galaxisok helyi csoportját.

Katt.

Majd az egész galaxishalmazunkat.

Katt.

Aztán a helyi szuperhalmazt.

Katt.

Majd ezek szövetét.

Katt.

Végül pedig az összes tag egymásra hatását és a kozmikus tágulást.

Katt.

A sötét energiáról sem szabad megfeledkeznünk a számítás során, ami egyre gyorsítja a tágulást.

Katt.

Viszonyítás kérdése az egész.

Katt.

Ha a billentyű leütésének pontját vesszük alappontnak és ahhoz viszonyítunk, akkor vehetjük úgy is, hogy az univerzum minden egyes eleme mozdult el ahhoz képest.

Katt.

Akkor nem mozdultunk egy szemernyit sem el. Csak minden más hozzánk képest.

Katt.

Viszonyítás kérdése az egész.

Katt-katt.

...

Egy repülőn ülök valahol az Északnyugati-átjáró fölött; egyenletesen haladok úti célom felé a kutatásom miatt. Azon tűnődöm, hogy a terek, amiket órák óta látok sok ezer kilométerre vannak mindenféle emberi jelenléttől.

Katt.

Leszakadt jéghegyek úsznak a mélykék éggel egy valószínűtlen gradienssé egybeolvadt fagyos víz felületén.

Katt.

2022.

Katt.

Néhány tucat, néhány száz repülőgép haladhat el errefelé az Atlanti-óceánt átszelve, pár ezer embert átrepítve egyik kontinensről a másikra, életfenntartásra kitalált apró kapszulákban.

Katt.

Kint -52C fok van, a sebességünk 875 km/h, magasságunk 11582 m.

Katt.

Látni vélem a Föld gömbölyűségét igazán közel hajolva az ablakhoz.

Katt.

Vagy csak a plexi görbülete játszik a tudatommal?

Katt.

Az ég egész másmilyennek tűnik innen. Sötétbe hajlik az atmoszféra ritkább rétegében.

Katt.

A táj lassan változik, a gép monoton morajlik tovább. Végtelennek tűnik a felszín világos zöldje, ami soha nem látott tavakkal és furcsa hullámokat mintázó folyók mindent átszövő hálójával van szabdalva. Olyan formák, melyeket térképen sem láttam eddig.

Katt.

De vajon miért?

Katt.

Lehet, hogy annyi a magyarázat, hogy soha nem figyeltem meg, nem közelítettem rá a térkép eme területre eléggé és ezért tűnik most úgy, mintha egy másik bolygót látnék, egy ismeretlen Világot?

Katt.

Éterinek tűnik abba belegondolni, hogy soha nem fogok ennél közelebb jutni ezekhez az ismeretlen földekhez.

Katt.

Soha.

Katt.

Ez a nézőpont, a megfigyelés ezen szöge lesz e táj valóságának és sajátmagamnak a legközelebbi közös metszete.

Katt.

Két egymást igazán soha nem metsző halmaz.

Katt.

Az idő kifagyott. A napszak szinte változatlan már hosszú-hosszú órák óta.

Katt.

De erre számítottam. Végül is keletről megyek nyugat felé.

Katt.

A gép tovább siklik az atmoszféra ritka rétegében.

Katt.

2022.06.06 17:47:54

Katt.

Legalábbis a kvarcórám ennyit mutatott épp.

Katt.

Azon tűnődöm, hogy összehangoljam-e a senki földjének időzónájával? Van-e értelme közelebb kerülni az éppen "valódi" időhöz? Vagy ez is csak illúzió lenne? Engedjem el?

Katt.

Több mint 10 óra telik majd el, de a reptér órája szerint nagyjából 3 órával később már meg is érkezem.

Katt.

8397 kilométer.

Katt.

Mindeközben viszont néhány nanoszekundummal idősödni fogok a Földön velem egy szélességi fokon lévő többi emberhez képest.

Katt.

Mindez a bolygónkhoz mért relatív sebesség veszteség miatt, ami az út során hat rám.

Katt.

Mindegy. Visszafelé visszafiatalodom majd.

Katt.

Az idő úgyis magára talál majd, ha visszaérek a kiindulási pontra.

Katt.

Régóta foglalkoztat, hogy az elődeink által felrajzolt csillagképek valójában milyen alakban töltik ki a teret? Hogyan nézhetnek ki az egyes csillagképek önmaguk körül körbeforgatva? Emlékeztetnének-e – akár csak egy szikrányt is – a pontjaik koordináta hálójának térbeli rajzolata a megszokott nézetű formára? Vagy milyen új alakot öltenenek térbeli pontjaikat összekötve? Maradna bármi az addig nekik tulajdonított jelentéstartományból? Vagy milyen új értelmezési lehetőségeket kínálna fel a mélységgel rendelkező nézetük?

Ha valamiféleképpen sikerülne áthidalni a kozmikus távolságokat és átjutnánk az intersztelláris mezőn egy másik csillagrendszerre elérve, akkor onnan a mi csillagképeink felismerhetetlenek lennének. Értelmüket vesztenék égi mítoszaink és mondáink, helyüket újaknak kéne átadniuk.

Minden csillaghoz más és más világ tartozik. Ismeretlen bolygók, holdak, társ csillagok. Ezek mind megváltoznának egy másik rendszerbe érve. Ez valahol elég magától értetődőnek is tűnik. Ennél viszont sokkal elemibbnek tűnik, hogy egy teljesen ismeretlen égből tárulna fel minden egyes csillagrendszerrel. Attól függően pedig, hogy milyen pozíciót foglalnak el a Tejútban – vagy más galaxisban –, a galaktikus központ fénymezejének a derengését is attól függően lehetne megfigyelni a helyi égbolton. Hiszen lényegében minden egyes csillagrendszer egy galaxis ölel körül valamiféleképpen.

A távoli múltban gyökerező csillaghagyományaink alakzatain tűnődve lehetetlen a tér mélységét felismerni az egyes formákban. Műszerek nélkül az egyes csillagok térbeli elhelyezkedéséről elképzelésünk se lehetne. Csillag- és égtérképeink, planetárium programjaink szinte csak és kizárólag síkban ábrázolják a kozmosz Földről nézett gömbjének belsejét. Megközelítőleg kétszáz évvel ezelőttig egyáltalán nem is voltak adataink a tér mélységi dimenziójáról.

Pedig a Nap körül keringő földi nézőpontunkból nézve némi változást lehet tapasztalni a csillagok pozíciójában: a közelebbi égitestek esetében ez nagyobb, a távoliaknál egyre kisebb ez a parallaxisnak nevezett elmozdulás. Amíg ezeknek a parányi változásoknak a mérésére nem álltak rendelkezésre kellően pontos eszközök, addig semmilyen, a tér 3. – azaz mélységi – dimenziójának rekonstruálásához szükséges adattal nem rendelkezünk a Naprendszerünket körülvevő égitestekről. Érdeemes itt azt is megjegyezni, hogy a parallaxis-eltérés észlelhetőségének kivitelezhetetlensége sokáig érvként is szolgált a heliocentrikus világkép ellen. Elképzelhetetlennek tűnt, hogy a csillagok olyan távol vannak tőlünk, amilyen parányi ellipszist az év napjai során bejár a látszólagos helyük.

Ugyanakkor amint sikerült kimérni – és ezzel egyúttal a Föld Nap körüli keringését is empirikus bizonyítékkal alátámasztani – az egyik legközelebbi csillag távolságát, korábban valószínűtlennek tűnő, elképesztő távolságok tárultak fel. Szinte hihetetlen lehetett. Az egyik hozzánk legközelebb lévő csillag, amit sikerült így kimérni, több fényévre volt tőlünk. Azaz a legközelebbi csillagok fényének is több évébe kerül, mire eljut hozzánk és ugyanennyi idő az is, mire egy rádióüzenet elérne hozzánk abból a rendszerből.

Így következett be – avagy lépett új kozmikus szintre – a 19. század első felében az Univerzum megismerése és annak feltérképezésének folyamata. Egyszer csak elkezdtek az addig nem detektált léptékek kirajzolódni. Felkerültek az Univerzum 3 dimenziós térképére az első pontok. Ugyanakkor ezen pontokat mindössze nagyjából további 60 követte a 20. század kezdetéig. Csak egészen lassan kezdett el kibomlani a körülöttünk lévő tér távolsági vetülete.

Mivel csillagászati megfigyeléseink helyszíne a Föld, műszereink legalábbis kozmikus léptékben elhanyagolható távolságra vannak a földfelszíntől – gondolva itt többek között a Hubble űrteleszkópra, ami csak pár száz kilométerre van a felszíntől, vagy akár a nemrég üzembe helyezett James Webb űrteleszkópra, ami szintén csak egy kozmikus karnyújtásnyira van bolygónktól a maga néhány Föld-Hold távolságával –, így lényegében az összes észlelési adat ehhez a szemszöghöz, a Naprendszerünkhöz köthető. Alapvetően emiatt triviálisnak tűnhet a 2 dimenziós csillagtérkép. Ha valamilyen okból kifolyólag szükségünk lenne az űr mélységi információira is, akkor elég csupán a távolsági adatok számaival kibővíteni ezeket a térképeket.

Ugyanakkor, ha a tér és idő szövetét is látni szeretnénk, azaz az idő dimenzióját is szeretnénk hozzáadni a megjelenítettekhez, akkor az égitestek elmozdulásainak irányával és mértékével (azaz saját mozgásukkal a térben) kell tovább bővíteni az eddigieket, melyek feltárhatják a múlt és jövő pozícióit is.

Mindazonáltal ez a vetületi nézet csillagászati értelemben eléggé ellehetetlenítené az együttműködést távoli csillagrendszerekben lévő civilizációk között, mivel kölcsönösen felismerhetetlenné tenné számukra az égbolt képét, így nem lenne vizuális támpont a koordinátákon elhelyezkedő pontok mezejében. Persze egy számítógép elég gyorsan felülkerekedne ezen, a két különböző megfigyelői szemszög pedig feltételezhetően rendkívüli lehetőségeket is teremtené számos kutatásban. Csak a kommunikáció sebessége maradna kérdéses.

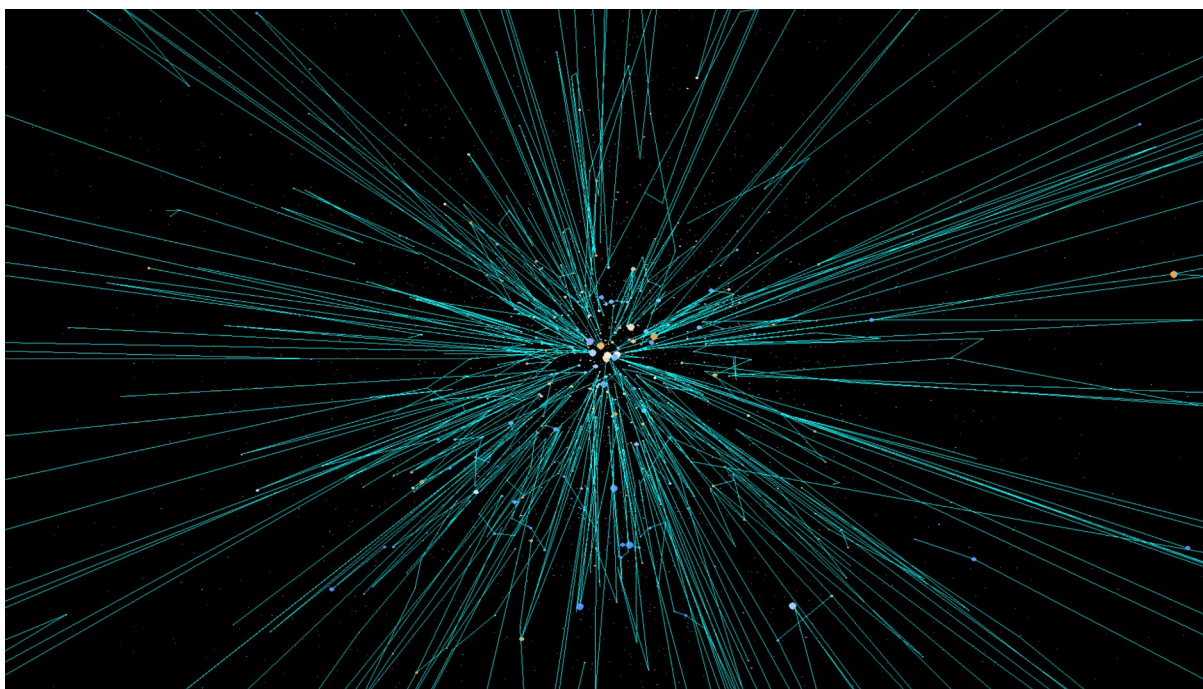
Viszont éppen az előbbiek következtében korunk embere is hasonlóan láthatja az eget, mint ahogyan azt elődeink pusztán szemmel látták. Eggyel kevesebb dimenzióval, egy egészen szubjektív szemszögből szemlélve azt. Olyannak látva, mint egy világító pontok sokaságával elborított fekete gömbfelület.

Ahogyan az égboltra tekintünk, tudatunk valahol még mindig ugyanabban a tiszta, érintetlen állapotban van, mint amiben annak idején a kezdetekkor lehetett. Valahol hátborzongató belegondolni, hogy valójában nem sok olyan ember van, akinek fogalma lenne arról, hogy merre lehetnek a legközelebbi csillagok egy térhálón. Bár az is igaz, hogy egyhamar nem is lesz olyan eszközünk, amivel sikerülhet átjutni akár a legközelebbi csillagrendszerekbe is.

Sok évvel ezelőtt sikerült rálelnem egy 3 dimenziós adatokat tartalmazó csillagkatalógus alapján összeállított interaktív csillagtérképre. Ezen jelölve voltak a csillagképeket alkotó struktúrák is a csillagokat összekötő vonalakkal, amiknek élénk ciánkék színe kontrasztosan világított ki az űr szimulált sötétjéből.

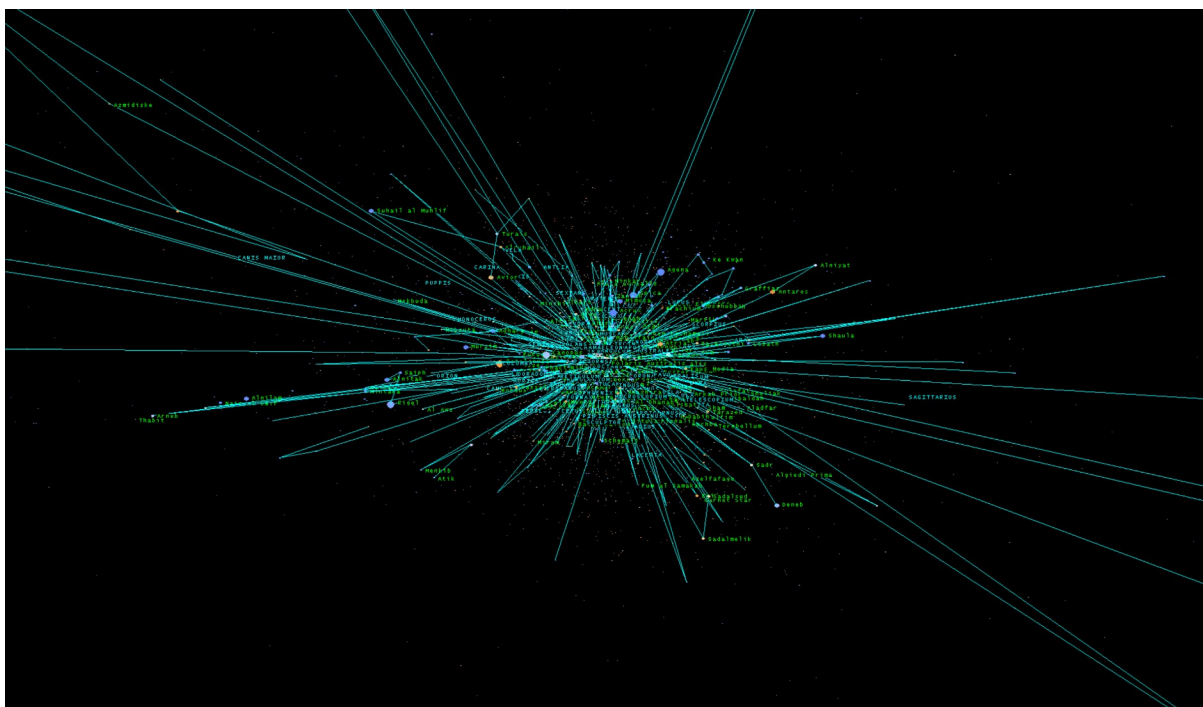
A program kezelőfelülete tovább erősítette ezt a hatást, a grafikus operációs rendszerek előtti kort megidéző interfészével, a személyi számítógépek 80-as évekbeli hajnalából.

A kiindulási pontként szolgáló, alapkoordinátaként definiált Nap körül – melyet mindössze néhány pixel jelölt – feltűntek a ma ismert csillagképek. A Naprendszerünkben körbetekintve pedig mind a 88 ma ismert csillagkép rajzolódott ki a megszokott elrendezésben.



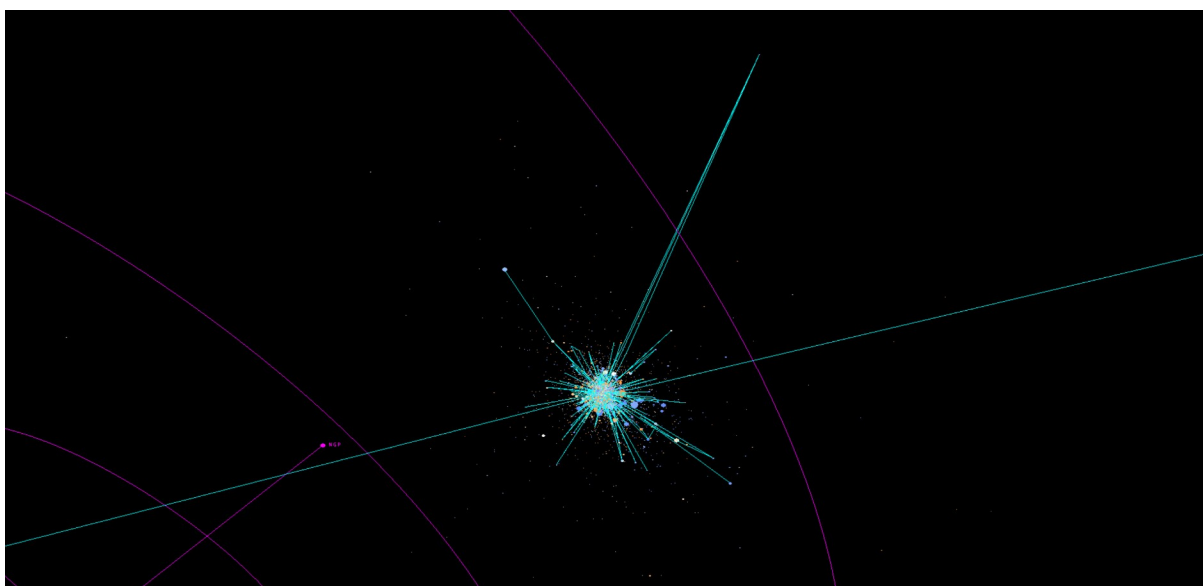
A virtuális pozícióm egyszer csak kiszakadt a szimulált űr addigi középpontjából és ezzel egyidejűleg elképesztően messze repültem az észleléseink központjául szolgáló Földtől és mindattól, amit valaha sikerült elérnünk.

Ahogy feltárult a csillagközi tér eme tartománya, úgy hasított belém egy felismerés, megpillantva azt a kusza gombolyagot amit csillagképeink vonalai alkottak. Ebből a szögből sokkal inkább tűnt valamiféle kaotikus gömbhalmaznak a csillaghagyományaink téri rajzolata – amiben véletlenszerűen vannak pontok elszórva és összekötve –, mintsem valaminek, amit az archaikus korokban rendeztek össze transzcendentális eredet feltételezések alapján.

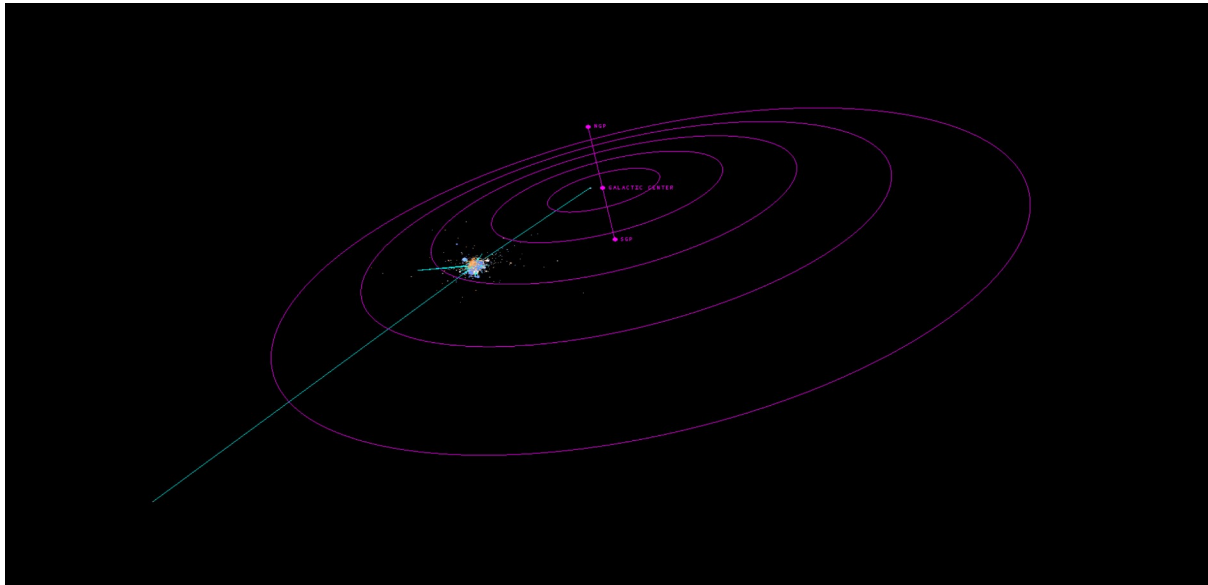


Váratlanul mélymagenta színben tündöklő koncentrikus körök szeletei tűntek fel, melyek körbefogták csillagképeink gombolyagát. Tovább távolodva a középpontot jelentő otthonunktól, egyre nagyobb része vált láthatóvá a köríveknek, mígnem egyszer csak összeértek a vonalak és bezáródtak a körök.

Ez volt számomra a felismerés és kozmikus léptékváltás megtapasztalásának egyik legszignifikánsabb pillanata.



A bezárult körök a galaxisunkat jelölték. A csillagképek pedig a körök által kijelölt lemezen, annak elenyésző töredékét foglalták el. Úgy tűnt, hogy amire a szabadban az égre tekintve azt gondoljuk, hogy az egész Univerzum, az mindössze a saját galaxisunk egy töredéke. Az összes csillagképből összesen 2 égi objektum van ami túlnyúlik ezen az egészen kicsi tartományon. Minden más ott van abban az apró gombolyagban.



A csillagos égboltra tekintve csak a legközelebbi, relatíve legfényesebb csillagokat látjuk, valamint a saját galaxisunkat, a Tejutat. Emellett néhány mélyég objektum figyelhető csak meg szabad szemmel. Az egyik ezek közül az Androméda Galaxis, mely egyben az egyik legtávolabbi, ha nem a legtávolabbi³ égi objektum, ami észlelhető mindenféle optikai eszköz segítségével nélkül.

A galaxisunk közepét a Napunk tömegét 4 milliószor meghaladó tömegű fekete lyuk foglalja el. Néhány éve sikerült csak vizuálisan megörökíteni⁴. Ehhez az észleléshez a legnagyobb obszervatóriumok összehangolására volt szükség, az így összeállt bolygó léptékű Eseményhorizont teleszkópra. Csak ezzel az egyesített rendszerrel sikerülhetett annyi adatot összegyűjteni, hogy feltűnjön a fekete lyukat körülvevő akkréciós korong, kirajzolva annak határait.

³ Szemünk érzékenységének függvényében, akár valamivel távolabbi galaxist is észre lehet venni az égen. Az Androméda galaxis távolsága nagyjából 2.5 millió fényév.

⁴ Az Event Horizon Teleszkóp észleléseinek összegzésével sikerült képet alkotni a Tejútrendszer közepén található fekete lyukról.

<https://eventhorizontelescope.org/blog/astronomers-reveal-first-image-black-hole-heart-our-galaxy> [2023]

Az idő születése

A legősibb és egyben legelemibb tapasztalásaink része a Nap fénye, a csillagos égbolt és az azon mozgó égitestek által kirajzolt szabályos ciklusok. Csillagunk kelése és nyugvása a horizonton meghatározza és el is választja a nappal és az éjszaka fogalmát, a Hold mozgásának periodikus ismétlődése a hónap hosszát, míg a Nap körül keringésünk a leghosszabb alap idő egységünket, az évet definiálja.

Ezek a ciklusok alapjaiban formálták és formálják ma is életünk ritmusát. Ezek alakították ki az időről való fogalmainkat, majd további részletesebb megfigyelések segítségével sikerült később ezek alapján a naptár rendszerét is megalkotnunk.

Ugyanakkor ezen szabályosan ismétlődő periódusok, amelyeket a Naprendszerünkben történő elemi fényváltozások rendeztek egykoron ritmusba, különböző pontokból szemlélve más-más mértékben tűnhetnek hangsúlyosnak.

Érdemes belegondolni például abba, ha kellő távolságból szemlélné valaki a Naprendszerünket az ekliptika síkjára – azaz a Naprendszerben lévő bolygók nagyjából egybeeső pályasíkjára – merőlegesen, akkor azt látná az egyes égitestek részleteinek hiányában, hogy 8 kisebb-nagyobb, pontosan félárnyékban lévő apró gömb köröz kissé elnyújtott – elliptikus – pályán egy náluk jóval nagyobb gömb körül, ami a rendszer középpontjából megvilágítja őket. Azaz ebből a nézőpontból – mivel a részletek hiánya miatt a bolygók forgása nem látszik – tulajdonképpen megszűnne, avagy értelmetlenné válna az idő napokként definiált vetülete. Lényegében azt tapasztalnánk ugyanis, hogy a fény-árnyék vonal az egyes gömbökön "évente" egyszer – tehát egy teljes ciklust megtéve a Nap körül – 360 fokban körbejárna, de ennek a mozgásnak az egyes pillanatképeit ha elforgatnánk, teljesen azonos megvilágítású testeket kapnánk az egyes felvételeken.

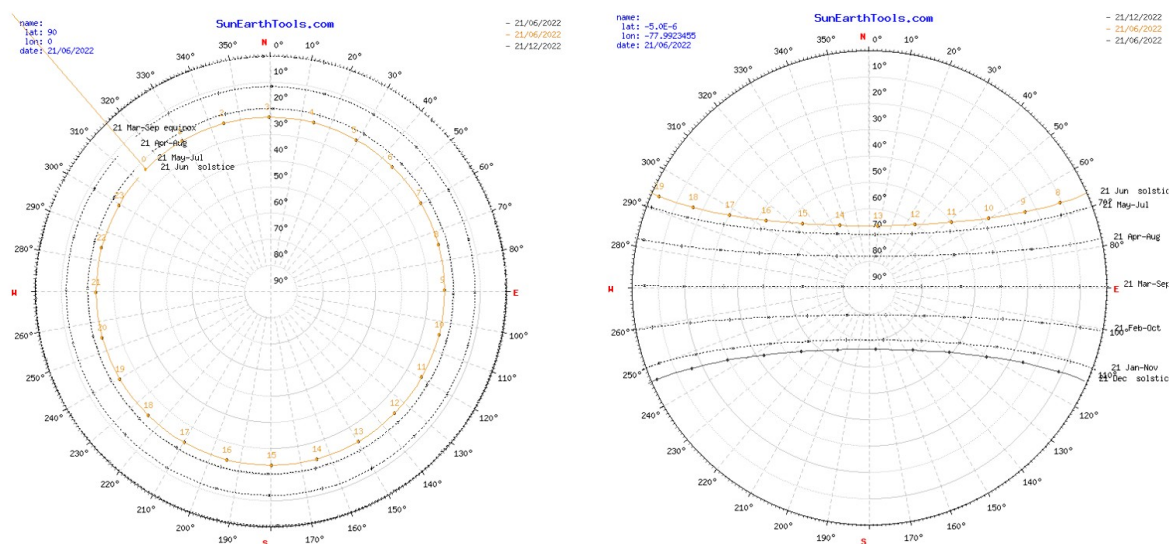
Egy másik szemszögbe helyezkedve pedig azt tapasztalnánk – ezúttal vizsgáljuk bolygónkat sokkal közelebről, képzeletben szinkronizálódva annak forgásával egy geostacionárius pályán "álló", vagyis pontosabban inkább épp a Földdel azonos sebességgel annak tömegközéppontja körül az egyenlítő felett keringő műhold szemszögéből –, hogy épp az előbbi gondolat felvetésben az idő dimenziójából akkor eltűnt alapegység válna elképesztően szembeötlővé. Hiszen a Föld felszíne feletti rögzített helyzetünkől effektíve azt látnánk, hogy az egyes napok úgy peregnek le

előttünk, mintha a Hold összes fázisa 24 órába tömörödne be. Avagy így közelre tekintve, egy statikus pozíciójú gömböt látnánk, amin minden egyes nap körbetáncol a fény. Viszont ebből a nézőpontból meg épp az éves ciklus tapasztalása szorulna háttérbe, mivel csak azt vennénk észre, hogy szép lassan mintha eltolódna a fény-árnyék vonala, mígnem egyszer csak lenne egy pont az időben, amikortól kezdve épp visszafordulni látszódna ez a folyamat. Majd az előbbiekkal azonos idő után, visszatérne a választóvonal az eredeti szögébe. De a szemlélő számára ez utóbbi periodika akkor válna csak igazán jól kivehetővé, ha ezt a folyamatot a megfelelő sebességre gyorsítva látná, átugorva az egyes napok egymásutánjának hosszú folyamát.

Na de miképp változik az idő dimenziójának tapasztalása bolygónk különböző téri koordinátáin? Itt egyből felmerül az alapvetés, hogy az év során a Föld tengelyferdesége és a Nap körüli pályája miatt – ahogy az előzőekben már külső szemszögből épp érintettük is – bolygónkon végbemegy a különböző évszakok körforgása, az adott helyre eltérő szögben és mennyiségben érkező fény következtében, és ezzel párhuzamosan a nappalok hosszúsága is folyamatosan változik.

Attól függően, hogy a Föld melyik szélességi fokán tartózkodunk, elemien eltérő helyzeteket tapasztalhatunk meg. Vannak szélsőségek a napok hosszában, melyeket csak bizonyos szélességi körökön túl tapasztalhatunk meg. Míg a Rák- és Baktérítő között egészen egyenletes a nappalok hossza, addig a sarkkörön túl teljes mértékben binárisá változik az év során a helyzet attól függően, hogy milyen távolságra vagyunk az északi- vagy a déli pólustól. Minél közelebb kerülünk hozzájuk, annál több nappal és éjszaka folyik egybe, azaz annál szignifikánsabb lesz az év során a változás a nyár és tél, avagy a nappal és az éjszaka között. A pólust elérve pedig nem is tapasztalhatunk mást, csak az abszolút világosat vagy abszolút sötétet. Innen közelítve egészen szembeötlő az is, ahogyan a tér és az idő összefügg, azaz ahogy alapvetően egymásból következnek.

Ezek a fényváltozások persze most már teljesen triviálisak számunkra, ugyanakkor az ő- és ókor sokkal inkább helyhez kötött embereinek ez koránt sem lehetett ilyen egyértelmű.



6. kép: Az égbolt horizont feletti részét mutató, az év során tapasztalható északi sarki és egyenlítői nappályák diagramjai.⁵

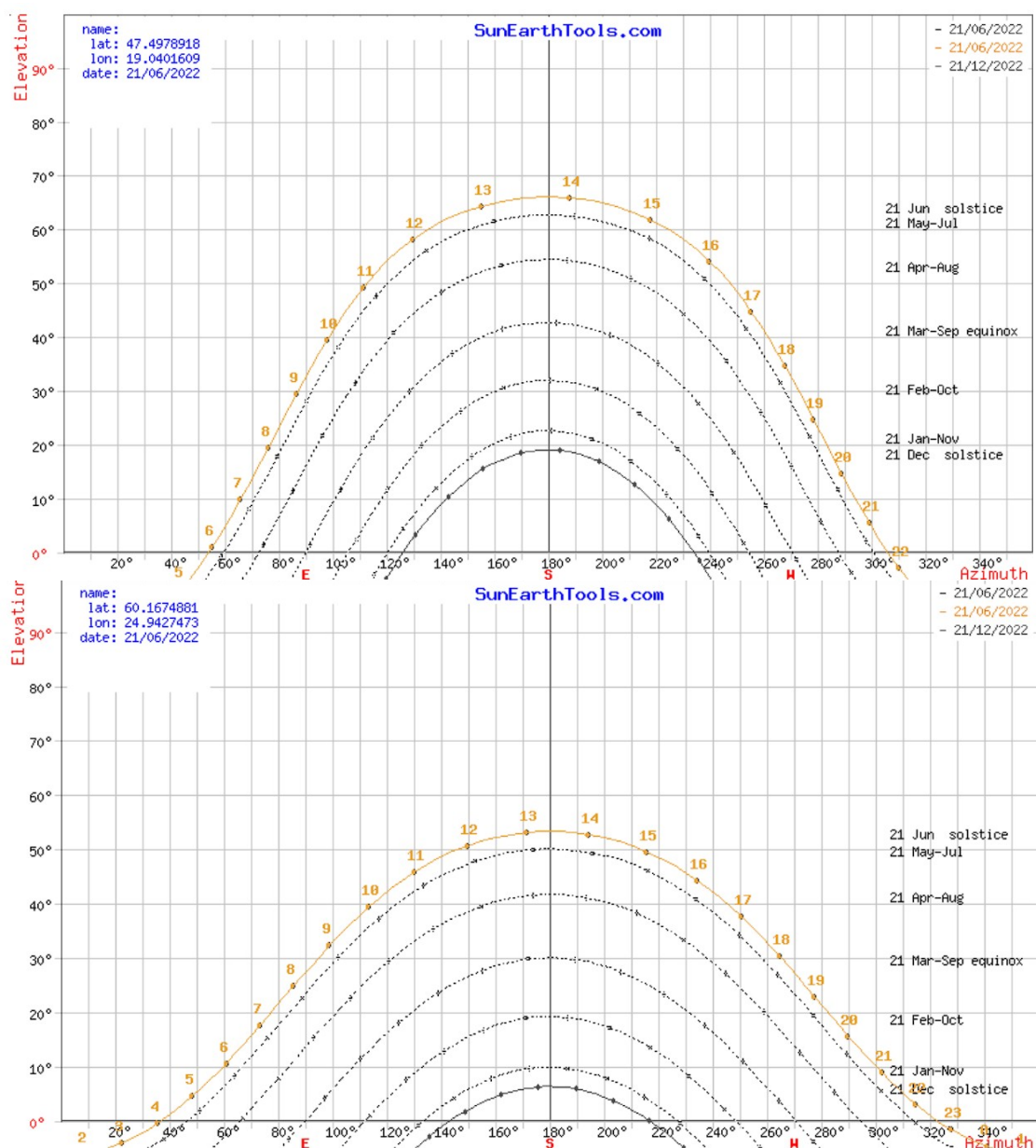
Pont emiatt, ennél talán még sokkal érdekesebb az idő érzékelésének az egyes napokon belül is megtapasztalható relativitása, ami sokkal rejtettebben jelentkezik és egészen meglepő tud lenni. Eddigi tapasztalásaim közül számomra a legkirívóbb az volt, amikor egy rezidencia program során egy hónapot töltöttem a nyári napforduló környékén Helsinki mellett. Ennek során sikerült átélnem az északi nyarat a véget nem érő nappalaival. Egészen szürreális volt budapestiként a Napot csak este 11-körül látni a horizont alá ereszkedni, illetve azt megtapasztalni, hogy hetekig nem lehetett csillagot látni az éjszakában, mert egyszerűen nem volt annyira sötét, hogy feltűnhessenek az égen. Tisztán előttem van, milyen elementáris és meglepő érzés volt az első csillag fényét megpillantani azok után az éterien világos hetek után. Addig csak különös, a magasban úszó világító felhők tartották az eget a napnyugták és a napkelték közötti derengésben. De ekkor, egyszer csak – szinte előjel nélkül –, felsejlett váratlanul az éj, egy véget nem érőnek tűnő nappal lezárásaként.

Viszont az, ami miatt belekezdtem ennek az útnak a taglalásába, az nem is a Nap pályaívének horizont feletti szakaszának a hossza – azaz tulajdonképpen az adott nappal időbeli hossza –, hanem sokkal inkább az ív horizonttal bezárt szöge. Ugyanis ez szabja meg az egyes napokon belüli fényintenzitás változásnak a sebességét.

A napok hosszának megváltozásához viszonylag gyorsan hozzá lehet szokni egy másik földrajzi szélességre érkezve – vagy legalábbis nekem

⁵ A kép forrása: https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=en [2023]

így tűnt –, viszont folyton az az érzés fogott el este 8 órát követően Helsinki környékén, hogy megállt az idő. Egyszerűen nem tudtam összhangba hozni a kvarcórámról leolvasott számokat azzal az érzettel, amit a napfény változásának a sebessége indukált bennem. Az északi szélesség 47. fokán élve hozzászoktam ahhoz, hogy ha a horizontot megközelíti a Nap, akkor már alig fél óra van hátra a napnyugtáig. Ott északon ugyanakkor több mint 2 óra telt el a kettő között. Egészen elképesztő volt. Mintha kifagyott volna a pillanat; az idő múlásának sebessége – vagyis inkább annak az érzete – a töredékére redukálódott.



7. kép: A Budapesten és Helsinkiben tapasztalható nappályák az év egyes időszakaiban.⁶

⁶ A kép forrása: https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=en [2023]

Ez volt az a helyzet, amikor elementárisan értettem azt meg, hogy az idő múlásának megtapasztalása abszolút nem egységes a bolygónk felületén sem és nem csak a nappalok hosszától, hanem a központi csillagunk látszólagos égi pályájától is tud modulálódni annak időbelisége.

Minél közelebb tartózkodunk a sarkokhoz, annál inkább azt tapasztaljuk – a Nap lassú ereszkedésének és emelkedésének következtében –, hogy egyre változatlanabbnak tűnnek a napszakok és ezért az idő múlása is annál nehezebben érzékelhető. Ezzel ellentétben, közelebb kerülve az egyenlítőhöz egyre szignifikánsabban lehet érzékelni az egyes napokon belül az idő múlását – a derékszögű, vagy az azt megközelítő Napfény miatt –, viszont az éves változásokat annál kevésbé.

Ha visszatérünk a korábbi gondolathoz, azaz újra hátrébb lépünk bolygónktól és abból a szögből tekintünk rá, mint azok az űrhajósok, akik a Hold felé tartottak, akkor triviálisnak tűnik, hogy a különböző hosszúságúnak megélt napkelték és napnyugták, vagy épp a ténylegesen más hosszúságú nappalok és éjszakák egyszerre, egy időben, és egymással szimultán történnek a bolygónkon. Mindegyik állapot pár, nappal és éjszaka, tavasz és ősz, nyár és tél folyamatosan és egyszerre jelenvaló. Mindet egyszerre tapasztaljuk a bolygón, de szubjektíven egyszerre csak az egyik – az általunk épp átélt – állapot tűnik igazán valóságosnak, a Föld átellenes pontjain pedig ugyanakkor pontosan az ellenkező nap- és évszak van.

Ezzel a gondolattal pedig visszajutunk újra oda, hogy a megfigyelő térbeli pozíciója határozza meg annak időbeli dimenzióit. Ugyanakkor ismerve ezeket az időbeli koordinátákat, ezekből egzakt módon meghatározható a téri is. Azaz mindkét irányból oda-vissza következtethetőek a kérdéses koordináták. Ez lesz aztán az a kulcsfontosságú összefüggés, amit a csillagászat segítségével, az élet legkülönbözőbb helyzeteiben használ majd fel az emberiség oly módon, hogy közben az Univerzum megértéséhez is közelebb kerül.

Az éjszakai égbolt törvényszerűségei hasonlóan feltűnőek lehetnek a szemlélő számára, mint a nappali égbolté. A geológiai északot napjainkban a Sarkcsillag jelöli az égen, mivel a Föld forgástengelye nagyjából épp ebbe az irányba néz. Emiatt a csillagok látszólag a Sarkcsillag körül forognak 15 fok/óra sebességgel. Ha egy megfigyelő pont az északi pólus ponton tartózkodik, akkor nagyjából épp a zenitben⁷

⁷ Az a pont az égen, ahol a megfigyelő helyzetéből indított merőleges az égboltot metszi.
https://graphics.stanford.edu/projects/gantry/design/astronomical_terms.html [2023]

találja a Polaris-t, ugyanakkor távolodva a sarokponttól, egyre inkább alacsonyabban figyelheti azt meg. Aztán az egyenlítőt elhagyva, már többé ezt a csillagot nem lesz képes észlelni. Ugyanakkor a déli féltekén nincs olyan csillag, amely ilyen határozottsággal jelölné a déli póluspontot, leginkább a dél keresztje csillagképre lehet támaszkodni.

Az előbbiekből kifolyólag, ha nem pont az egyenlítő magasságában vagyunk – ahonnan az összes csillag megfigyelhető az év során –, akkor mindig lesznek olyan csillagok, amik az adott szélességről az év minden napján megfigyelhetőek lesznek, míg más csillagok sosem emelkednek a horizont fölé. Előbbiek az adott helyhez köthető cirkumpoláris csillagok. Épp emiatt, nagyon mást tapasztalhatnak meg az esti égbolt szemlélői a Föld különböző szélességi fokairól.

Míg északon – napjainkban – látszólag a Sarkcsillag körül forog minden más égitest, addig az egyenlítőnél nincs ilyen kitüntetett pont, olyan mintha a földi megfigyelő körül forogna a teljes égbolt, ezzel azt az érzést keltve, mintha a Föld azon pontja lenne a mozgás középpontja.⁸

Ezekből több dolog is következik, amik egyértelműen hatottak a kor emberére függetlenül attól, hogy a bolygónk melyik részén élt. Egyrészt ahogy John D. Barrow rá is mutat, hogy a sarokpont sok ókori és más hagyományos kultúrájú nép számára kitüntetett jelentőségű volt, egyfajta biztos pontot jelentett számukra. Ugyanakkor az óceáni népek számára – az égi tengely megfigyelhetetlensége miatt –, az égbolt egy másik vonatkozása volt meghatározó, mégpedig az, hogy sok olyan csillagképet képzelt az égre, ami lineáris és követi az égbolt mozgását. Viszont ennek az égi mozgásnak megvan az a sajátossága, hogy a csillagok kelési és nyugvási pozícióit fel lehet használni az óceáni navigációhoz, mivel az egyes csillagok horizontálisan csak csekély mértékben térnek ki az idő során. Így amikor a megfelelően fényes csillagok a horizont közelében vannak, akár órákig is pontos irányzékként szolgálhatnak az ottani hajósok számára.⁹

Ennek a jelentősége pedig abban is áll, hogy ez az egyik legősibb módszer, mely segítségével eszköz nélkül lehet tájékozódni a nyílt vízen, csupán a csillagok fényére támaszkodva.

⁸ John D. Barrow: A művészi Világegyetem, Vince kiadó, Budapest, 2000, 170. old.

⁹ John D. Barrow: A Művészi Világegyetem, Vince Kiadó, Budapest, 2000, 168.-172. old

Az idő ciklusainak feltérképezése

Az első egyértelmű lenyomatai annak, hogy az emberiség a kozmikus környezetének dekódolásával sikerrel kezdett el foglalkozni, a Föld különböző pontjain fennmaradt ősi obszervatóriumok. Civilizációnk hajnalán ezek az építmények egymástól függetlenül szolgáltak az Univerzum megértésére. Ezeknek jelentősége ugyanakkor nemcsak abban állt, hogy alkotóiknak sikerült közelebb kerülniük bizonyos kozmikus – az időben változást mutató – ciklusoknak a nyomon követéséhez, hanem egyszersmind mementóul is szolgálnak a tér és idő közötti kapcsolat feltérképezésének első pillanatairól.

Ezek olyan obszervatórium funkcióval rendelkező építmények, melyek a legkülönbözőbb kulturális megfontolások között jöttek létre, ugyanakkor az emberiség legősibb fennmaradt építményei között vannak. Valamilyen kitüntetett csillagászati megfigyelésre lettek tájolva, így eltérő égitestek megfigyelésére alkalmasak.

Olyan észlelési helyszínek voltak, melyek segítségével műszer nélkül lehetett a kozmosz ismétlődő eseményeit megfigyelni, vagy talán még pontosabban úgy lehetne fogalmazni, hogy ezek az obszervatóriumok önmaguk funkcionáltak műszerként, ezzel egyúttal az elsők lehettek ebből a szempontból is.

Mivel az általunk tapasztalt időperiódusok a kozmikus környezetünkben szabad szemmel is megfigyelhető égitestek mozgásából adódnak, ezért az a relatív¹⁰ kozmikus tér, amin keresztül folyamatosan újra és újra áthaladnak, kölcsönösen összefüggenek a Földön megélt és definiált idő fogalmával. Így ezek az ősi építmények a következő nagy állomásai a tér és idő szövetének feltérképezésében.

Ezen észlelési helyszíneknek segítségével az idő dimenziója leolvashatóvá, dekódolhatóvá vált az építőik számára. Érdekes belegondolni, hogy ezáltal az adott téri koordináta – azaz az észlelés helyszíne – valamiféle kapoccsá, összekötő elemmé vált az idő múlt és a jövőbeli szegmensei között a jelen észlelései által. Ugyanakkor egy ilyen szabad szemes észlelőhely megalkotásához rengeteg kitartóan végzett megfigyelésre lehetett szükség a tervezés során.

¹⁰ Mivel a Tejútrendszer is folyamatosan mozgásban van, ezért nem beszélhetünk ebben az esetben fix térről.

Az ilyen típusú észlelések összegzésével viszont lehetőség nyílt megfigyelni a nagyobb törvényszerűségeket is, ami aztán utat nyitott azok naptárakba rendezése előtt is.

Az archeoasztronómiai helyszínek a leggyakrabban a Nap, illetve a Hold égi járásából adódó megfigyeléseket tesznek lehetővé, azaz a Naprendszer legfényesebb – Nap – és legközelebbi – Hold – égitestjeinek látszólagos égi mozgását – jellemzően azok valamilyen szélső pozícióit – észlelhetjük bennük. A legjellemzőbben az ősi obszervatóriumokat a téli és nyári napfordulók megfigyelésére hozták létre. Ilyen az angliai Stonehenge, az egyiptomi Karnakban található Amon-Ré temploma, vagy a guatemalai Uaxactún Maszkok temploma¹¹ is. De ez utóbbi a napéjegyenlőségek megfigyelésére is alkalmas volt, ugyanúgy mint ahogyan a mexikói Chichén Itzá¹² is.



8. kép: A Stonehenge éjszakai látképe.¹³

¹¹ Ken Taylor: Celestial Geometry, Watkins, London, 2012, 64. oldal

¹² Ken Taylor: Celestial Geometry, Watkins, London, 2012, 164.-165. oldal

¹³ Fénykép forrása: Till Credner

<http://www.allthesky.com/nightsapes/stonehenge2566.html> [2023]

Viszont több olyan rendkívüli obszervatórium is van, mely a Nap éves járásának részletes nyomon követésére is alkalmas, például a Kínában található dengfeng-i Gaocheng obszervatórium¹⁴ vagy a Peruban található chankillo-i Tizenhárom Torony¹⁵.



9. és 10. kép: A perui Tizenhárom Torony távolból is jól kivehető struktúrája látható bal oldat, valamint egy napkelte a júniusi napfordulókör a jobb oldali képen.¹⁶

A Hold mozgásának leghosszabb, 18.6 éves periódusának – amelyet leginkább holdfordulónak lehetne fordítani az angol [minor és major] lunar standstills-ből kiindulva – rögzítésére is számos példát lehet találni: a skóciai Callanish kőör¹⁷, a franciaországi Brisé nagy menhir¹⁸, vagy akár az egyesült államokbeli Chaco Canyon-nál található Sun Dagger¹⁹ helyszín. Ez utóbbi a napfordulók megfigyelésére szintén alkalmas.

¹⁴ Ken Taylor: Celestial Geometry, Watkins, London, 2012, 96.-97. oldal

¹⁵ Ken Taylor: Celestial Geometry, Watkins, London, 2012, 98.-99. oldal

¹⁶ Képek forrása:

<https://www3.astronomicalheritage.net/index.php/show-entity?identity=51&idsubentity=1> [2023]

¹⁷ Ken Taylor: Celestial Geometry, Watkins, London, 2012, 136.-139. oldal

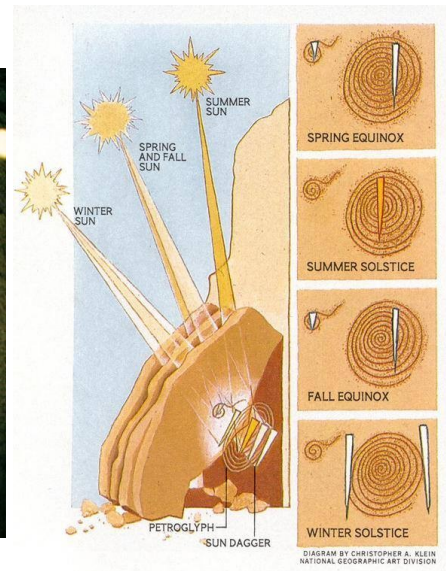
¹⁸ Ken Taylor: Celestial Geometry, Watkins, London, 2012, 146.-147. oldal

¹⁹ A helyszín feltárásának leírása:

The Sun Dagger Interactive Computer Graphics Model: A Digital Restoration of a Chacoan Calendrical site

<https://www.academia.edu/35844011/>

[The Sun Dagger Interactive Computer Graphics Model A Digital Restoration of a Chacoan Calendrical site](https://www.academia.edu/35844011/) [2023]



11. és 12. kép: A Sun Dagger helyszínén²⁰ készült kép és annak vázlatos működése²¹.

Ezenkívül találhatunk számos olyan helyszínre is példát, ahol a Naprendszerünkben lévő, az égbolt csillagaihoz képest szignifikáns mozgást végző bolygó a megfigyelés tárgya. Ilyen a mexikói Uxamal-ban található, az nagyjából i.e. 750 környékén épült Kormányzó Palotája²², ami a Vénusz legdélebbi kelésére lett hangolva, vagy a szintén Mexikóban található, már említett Chichén Itzá²³.



13. kép: A Chichén Itzá éjszakai képe, felette az Orion csillagkép látható.²⁴

²⁰ A kép forrása:

https://www.geocities.ws/donperry44111/Chaco_Sun_Dagger.jpg [2023]

²¹ Az ábra Christopher A. Klein diagramja a Sun Dagger archeoasztronómiai helyszínéről. [National Geographic Art Division]

²² Ken Taylor: Celestial Geometry, Watkins, London, 2012, 162.-163. oldal

²³ Ken Taylor: Celestial Geometry, Watkins, London, 2012, 164.-165. oldal

²⁴ A kép forrása: <https://apod.nasa.gov/apod/ap121221.html> [2023]

Bizonyos építmények fényes csillagok észlelésére is szolgálhatnak, ilyen például az egyiptomi Nagy Piramisának Királyok Terme²⁵, ahonnan az alfa Draconist és Alnitak-ot lehet megfigyelni, de más esetben akár csillaghalmazok – mint a Pleiades – észlelhetősége is felmerül, ahogyan azt a húsvét szigetek Ahu Tongariki²⁶-ről feltételezik.



14. kép: A húsvét szigetek Ahu Tongariki felett a Tejút osztja ketté az égboltot.²⁷

Úgy is összegezzhetjük az előbbieket, hogy ezek olyan cél-obszervatóriumok, melyek az előbbi megfigyelések valamelyikét, vagy egyszerre többet is szolgálhatnak.

Ugyanakkor fontos kiemelni az archeoasztronómiai helyszínekkel párhuzamosan azokat a land art munkákat is, amelyeket szintén a kozmosz megértésének vágya inspirált, valamint az a szándék, hogy ezeket az alapvető égi jelenségeket a maguk elementaritásában tudjuk újra átélni, hasonlóan mint ahogyan elődeink tapasztalhatták meg őket.

Napjainkban egyre távolabb kerülünk azoktól a természetes ciklusoktól, amik a kezdetek óta megszabták az életünket. Korunk embere egyre kevésbé kötődik az őt körülvevő kozmikus tér alapvető fényváltozásaihoz. Azzal, hogy sikerült ezektől függetlenedni, a magunk urai lettünk, már

²⁵ Ken Taylor: Celestial Geometry, Watkins, London, 2012, 172. oldal

²⁶ Ken Taylor: Celestial Geometry, Watkins, London, 2012, 184.-187. oldal

²⁷ A kép forrása:

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bd/>

[Moai Under the Milky Way at Ahu Tongariki%2C Easter Island.jpg](#) [2023]

nem kötnek ezek a ritmusok minket többé. Műholdas navigációs rendszereink és Wi-Fi hálózataink a legtávolabb és a legmélyebb szinten is átszövik mindennapjainkat és életünket. Ezek segítségével biztonságban érezhetjük magunkat a bolygónk bármely pontján, sosem tévedhetünk el és leszünk igazán egyedül. Fényes városainkban a napszaktól függetlenül bármikor lehetünk aktívak.

Ugyanakkor ezzel azoktól a kapcsolódásoktól is távolabb kerültünk, amik mindeddig épp közvetlenül az Univerzumhoz kötöttek. Ezzel pedig eltávolodtunk annak valódi megtapasztalásától is.

Az Egyesült Államok délnyugati térségében több nagy léptékű land art mű is a kozmikus valósághoz – a Nap és a Hold látszólagos mozgásához – kötődik, a befogadót helyezve az Univerzum megfigyelőjének pozíciójába. Ezeknek a jelentős és olykor igen komplex műveknek az eredete mind az 1970-es évekre nyúlnak vissza, ami egyrészt a land art irányzat virágzásával is egybeesik, másrészt abból a szempontból is érdekesek, hogy keletkezésük az űrverseny legaktívabb időszakát is közvetlenül követi.

A művek közül mindenképp érdemes kiemelni Nancy Holt 1973-1976-os *Sun Tunnels*²⁸-ét, Charles Ross 1976-ban elkezdett és jelenleg 2026-ra befejezni tervezett *Star Axis*²⁹-át, vagy James Turrell 1977-ben elkezdett és szintén a mai napig épülő *Roden Crater*³⁰-jét.

Valamint érdemes az előbbieket mellett megemlíteni Robert Smithson 1970-ben létrehozott *Spiral Jetty*³¹-jét is, mert bár ez utóbbi nem rendelkezik kozmikus tájolással vagy egyéb idő meghatározásra alkalmas képességekkel, ugyanakkor a spirál szimbólum több szálon is kapcsolható a tárgyalt témához. Ez az a szimbólum, ami számos sziklarajzon és archeoasztronómiai helyszínen is felfedezhető, például a valamikor i.e. 3200 körül épült newgrange-i folyosós kamrasírban³² is. Itt a bejárattal szemközt az építmény folyosójának végén található egy hármasspirál – a végső kamrában –, amit a téli napforduló hajnalán világított meg a Nap

²⁸ A *Sun Tunnels* leírása:

<https://diaart.org/visit/visit-our-locations-sites/nancy-holt-sun-tunnels/> [2023]

²⁹ A *Star Axis* leírása:

<https://www.staraxis.org/> [2023]

³⁰ A *Roden Crater* leírása:

<https://rodencrater.com/about/> [2023]

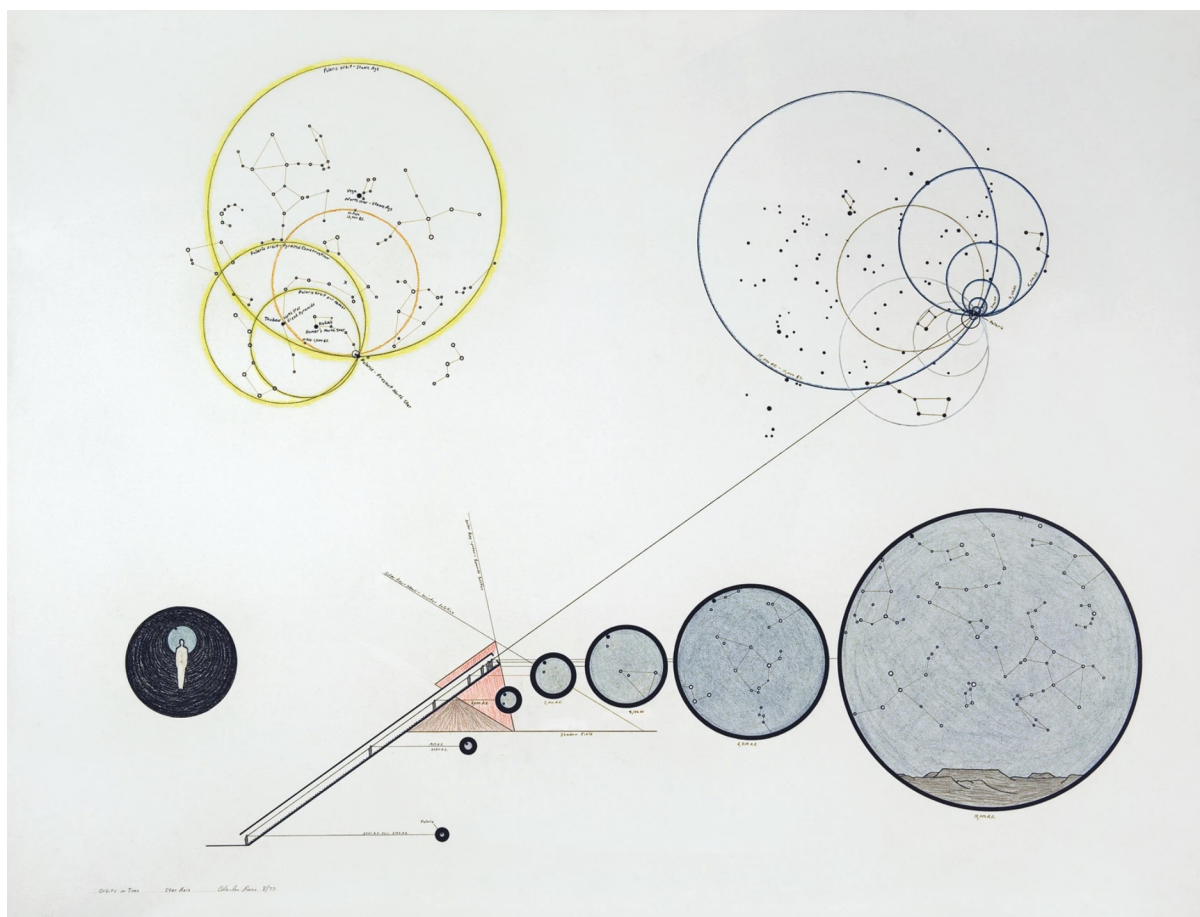
³¹ A *Spiral Jetty* leírása:

<https://www.diaart.org/visit/visit-our-locations-sites/robert-smithson-spiral-jetty> [2023]

³² Ken Taylor: *Celestial Geometry*, Watkins, London, 2012, 74. oldal

több mint 5000 évvel ezelőtt. Azóta ez a kitüntetett időzítés némiképp elhangolódott a földtengely elmozdulásának³³ következtében, mely viszont segítségünkre lehet – bármelyik hasonló építmény esetében is – az építés idejének kikövetkeztetésében.

A *Star Axis* legfőbb struktúrája, a Star Tunnel éppen ezt, bolygónk forgástengelyének időben történő elhangolódását vizsgálja. A precesszió ciklusa nagyjából 26000 év. Ennyi idő alatt ér vissza a kiindulási pozíciójába az égi pólus. Jelenleg a Föld északi pólusa nagyjából éppen a Sarkcsillag felé néz, de 72 évenként 1 fokot eltolódik, így néhány évszázad múlva nem fogja fényes csillag jelölni a póluspontot.



15. kép: Charles Ross 1977-es rajza - Orbits in Time: Star Axis³⁴

A mű főtengelye kijelöli a Föld forgástengelyét is, így a lépcsősor, mely végigfut rajta jelenleg a sarkcsillag felé vezet, az égi elfordulás középpontjába. Legalsóbb foka a jelenhez legközelebbi pontjait jelölik a

³³ Joachim Herrmann: Atlasz – Csillagászat, Athenaeum 2000 Kiadó, Budapest, 2002, 62-63., 65. oldal

³⁴ A kép forrása:

<https://www.charlesrossstudio.com/star-axis-drawings> [2023]

tengelyelmozdulásnak. Ugyanakkor a lépcsősoron feljebb haladva kitágul az általunk belátható tér, a legmagasabb pontra érve a szemünk elé tárul az összes, a precesszió során lehetségesen feltűnő tengelypont.³⁵



16. kép: A *Star Axis* esti, hosszú expozícióval készült képe, amin jól kivehető a Star Tunnel, ahogy a Sarkcsillag irányát jelöli napjainkban.³⁶

³⁵ A *Star Axis* Star Tunnel térrészének leírása:
<https://www.staraxis.org/star-tunnel> [2023]

³⁶ A fénykép forrása:
<https://www.designboom.com/architecture/charles-ross-star-axis-2-9-2015> [2023]

Nem messze található a *Star Axis*-tól a chaco canyon-i Sun Dagger³⁷ archeoasztronómiai helyszíne is, ami a napfordulók mellett a Hold legnagyobb időbeli ciklusainak megjelenítésére is alkalmas egy spirál alakú sziklarajz segítségével. Ez a spirál³⁸ úgy lett kialakítva a körülötte lévő sziklanyílásokkal egyetemben, hogy a szimbólum közepére és a szélére essen a Nap és a Hold fénye nap- és holdfordulókkor.

A spirál motívum mindemellett a Nappal és annak járásával is összefüggésbe hozható, valamint az univerzum nagyobb építőelemeivel, a galaxisokkal is, melyek legtöbbször valamiféle spirál formával³⁹ rendelkeznek.

A *Spiral Jetty* – ahogyan a legtöbb eddig említett mű is – igazán távol van a világ zajától. A Nagy Sóstó egyik eldugott zugában található, amit egy nagyjából 20 kilométeres murvás bekötőúton keresztül lehet megközelíteni.

Azzal, hogy ezek a művek távol vannak a civilizációtól és jellemzően csak célirányosan lehet megközelíteni őket, már közvetett módon is eléri azt, hogy más léptékben tudjuk meg tapasztalni a természethez és a kozmoszhoz való viszonyunkat.



17. kép: A *Spiral Jetty* és a Nagy-sóstó látképe.⁴⁰

³⁷ A helyszín feltárásának leírása:

The Sun Dagger Interactive Computer Graphics Model: A Digital Restoration of a Chacoan Calendrical site

<https://www.academia.edu/35844011/>

[The Sun Dagger Interactive Computer Graphics Model A Digital Restoration of a Chacoan Calendrical site](#) [2023]

³⁸ A Sun Dagger helyszínen található spirált formázó sziklarajz leírása:

<https://solsticeproject.org/2020-2/> [2023]

³⁹ Joachim Herrmann: Atlasz – Csillagászat, Athenaeum 2000 Kiadó, Budapest, 2002, 196. oldal

⁴⁰ Saját felvétel.

A tó színe attól függően más és más, hogy melyik részén járunk épp, a magas oldott sókoncentráció és egyéb komponensek következtében a sötétvöröstől a fakó kéken keresztül a türkizzöldön át minden árnyalat megtalálható benne. Salt Lake City-be repülőgéppel érkezve jó lehetőség nyílik a színhatások megfigyelésére.

A táj formája szempontjából pedig az a különleges, ahogy a spirál bekötésénél megállva előttünk terül el a tó, és csak egészen messze, nem kivehető távolságban töri meg a síkságot néhány piramisszerű formákból összeálló hegylánc. A tó ottjártamkor tapasztalható fakó indigó színe a barna hegyekkel és az azoknál világosabb árnyalatú síksággal egészen nem evilági atmoszférába vonták akkor a vidéket.



18. kép: A *Spiral Jetty* háttérben a Nagy-sóstóval.⁴¹

Szerencsém volt amiatt is, hogy épp naplementekor érkeztem úgy, hogy teljesen egyedül voltam a tájban. A felhőkön meg épp elkezdett átvilágítani a Nap alacsony fényállás mellett, ami ezekkel az atmoszférikus hatásokkal társulva a távoli horizont színvilágát egy alig kivehető halványlilás irányba tolta el. Egészen elementáris volt ott a téren és időn kívül kerülni néhány pillanatra.

Érdemes belegondolni, hogy hasonlóan nagy hatásúak lehetnek az ősi obszervatóriumok is a civilizáció hajnalán. Látványukkal és funkcionális időmeghatározó képességükkel akkor úgy tűnhetett, hogy a valóságon is valamiképpen túlmutatva képesek az Univerzum dekódolására.

⁴¹ Saját felvétel.

A térségben található egy másik land art munka is, Nancy Holt *Sun Tunnels*-e, ami pedig egyértelműen az archeoasztronómiai helyszínek hagyományát követi. Négy darab hatalmas betonhengerből áll, melyek a téli és nyári napfordulók napkeltéinek és napnyugtáinak irányába néznek. Tömegükkel kijelölik Nap pályájának szélső pozícióit a tájban. Így azok, akik ezeken a kitüntetett napokon járnak a Nagy Sóstó sivatagának eme területén, elképesztő fényjelenség tanúi lehetnek. A mű megfelelő tengelyén keresztültekintve megpillanthatjuk a Napot ahogy épp velünk szemben keresztezi a horizontot. Amellett, hogy ezek a betonformák a tájból egy kör alakú fragmentumot vágnak ki, keretként is funkcionálnak a Nap körül, kiemelve égi pályájának bizonyos szélső értékeit. Ahogy csillagunk keresztülvilágít a hengereken, a kitüntetett pillanatokban egyszerre kitölti fényével azok belső felületét. A kozmikus tér és idő ismétlődő metszéspontjai ekkor még elementárisabbá válnak ezen az amúgy elhagyatott területen.



19. kép: A *Sun Tunnels* látképe, egy – a mű középről készített – panorámafelvétel, valamint az



egyes betonhengerekből látható táj részletek.⁴²



⁴² Saját felvételek.

A 4 hengeren egy-egy csillagkép formájában – Capricorn, Columba, Draco és Perseus – kivágások találhatóak, melyeken a Nap átvilágítva, az adott hengerek belső falán fénykörök formájában megjelöli a teret. Ezek a fényfoltok pedig a Nap látszólagos mozgásával együtt haladnak az idővel a beton felületén. Ott járva meglepően szignifikánsnak tűnnek ezek a fénnel kirajzolt minták is, mivel a sivatagi viszonyok következtében a Nap kápráztatóan süt arrafelé. Ugyanakkor a betonhengerekbe belépve, azok szinte teljesen betöltik és leárnyékolják a körülöttünk lévő teret, izolálva minket a napégett tájtól. Ezzel olyan kontrasztot hoznak létre a ready-made objektokban, amit szemkápráztató megfigyelni. A lépteink megtapasztalható visszhangja meg csak tovább erősíti a betonhengeren kívüli és azon belüli világ között feszülő választóvonalat.



20. és 21. kép: Nancy Holt, *Sun Tunnels* (1973-76) Great Basin Sivatag, Utah⁴³

⁴³ A kép forrása: Nancy Holt
<https://holtsmithsonfoundation.org/sun-tunnels> [2023]

A Nap pályájának képe: szolárgráfia

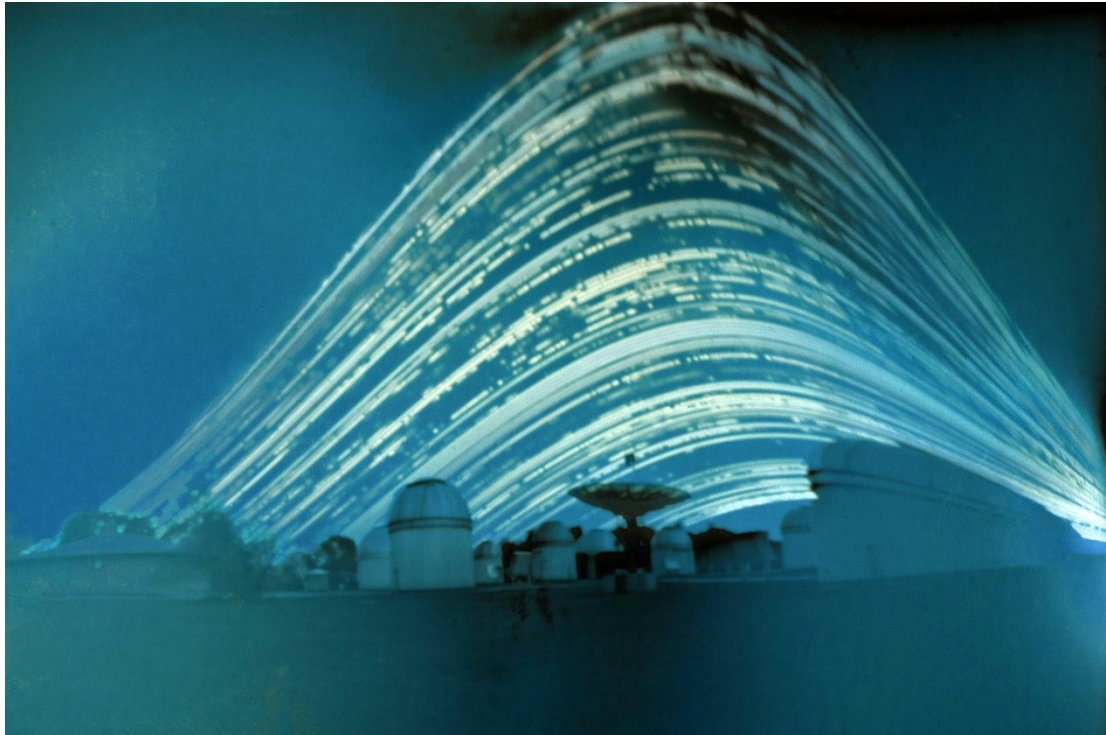
A szolárgráfia a Nap égi útjának és annak szélső pozícióinak észlelésére szolgáló archeoasztronómiai helyszínek, valamint a hasonló funkcióra tervezett land art munkák bizonyos értelemben vett közvetett párja.

Ez egy olyan fotografikus eljárás, mely célja csillagunk pályájának napokon, hónapokon, éveken át tartó rögzítése, azaz lényegében az idő ciklusainak feltérképezése egy észlelés megörökítésének segítségével. Az ezzel a módszerrel készült képek az idő lenyomatát hordozzák a kirajzolódott kozmikus elmozdulásokon keresztül.

Fotografikus szempontból az eljárás legfontosabb sajátossága az expozíció extrém hossza. Ennek következtében csak rendhagyó módon lehet rögzíteni így képeket.

Az analóg szolárgráfiában jellemzően lyukkamerát és alacsony érzékenységű nyersanyagokat – általában valamilyen fekete fehér fotópapírt – használnak. Ezek némiképpen kompenzálják az expozíció során bekövetkező szélsőséges megvilágítást, de még így is sok nagyságrenddel meghaladja a szükséges értéket a leképezett fény ereje. Emiatt az előhívás műveletét teljesen elhagyják a képrögzítés folyamatából. Mivel a fotográfiában használt fényérzékeny anyagok ilyen mértékű túlexpozícióra a legintenzívebb részekben eleve elsötétednek, így nincs is szükség előhívásra. Eredendően úgy tűnnek, mint ha elő lennének hívva.

Pont emiatt is, valamint – az általában használt – fekete fehér fotópapír tulajdonságainak következtében színeltolódással reagál a nyersanyag az ilyen típusú extrém megvilágításra. Emellett az időjárás viszonyosságainak való hosszú kitétel is aktívan hat a készülő szolárgráfiára, mely tovább fokozza az előző hatást. Így általában valószerűtlen színek összessége és roncsolódások jellemzik ezeket a képeket.



22. kép: A Bayfordbury Obszervatóriumról készült – fél év hosszúságú expozícióval rögzített – szolárgráf felvétel.⁴⁴

Az így készült fényképeket ugyanakkor valamiféleképpen rögzíteni, fixálni kell, hogy a további megvilágítás ne okozzon újabb elszíneződést. Ha elég markánsan rajzolódott ki a leképezett kép, akkor azt lehet valamilyen rögzítőszóval is véglegesíteni. Ugyanakkor, ha csak halvány volt a leképezés, akkor általában közvetlenül beszkennek a képet, mielőtt az kifakulna.

A szolárgráfia egy extrém változata, amikor lencsét is használnak a képrögzítéshez, melynek következtében annyira koncentrált lesz az emulzióra eső napfény, hogy nem csak abban okoz elszíneződést, hanem átégeti azt, és vele együtt olykor a hordozó egy részét is. Ilyenkor a fény sávot éget a megörökített képekre, félreérthetetlen módon megjelölve ezzel a Nap égi útját. Chris McCaw éppen ezzel kísérletezik, de a *Star Axis*-t alkotó Charles Ross is készített felvételeket ehhez hasonló módon.

⁴⁴ A kép forrása: <https://apod.nasa.gov/apod/ap120121.html> [2024]



23. kép: Chris McCaw *Sunburn* című sorozatának egyik képe.⁴⁵

2017-ben kezdtem el foglalkozni először ezzel az eljárással egy lisszaboni rezidencia program során. Ezt követően pedig további 4, ehhez az eljáráshoz kapcsolódó projektet valósítottam meg mostanáig. Ezen munkák egyik sajátossága, hogy mindegyikhez speciális kamerát építettem, melyeket az adott észlelés körülményeihez terveztem.

⁴⁵ Sunburned GSP #676 (San Francisco Bay), 2013. 8"x10" unique gelatin silver paper negative. Personal collection

A kép forrása: <https://www.chrismccaw.com/sunburn> [2024]

A lisszaboni fotósorozatomban megvalósításának idejében már jó néhány éve készítettem olyan installációkat, amik valamiképpen kozmikus jelenségeket, vagy éppen a tér és idő kapcsolatát vizsgálták. Ugyanakkor ez volt az első olyan munkám, ami lényegében egyetlen észlelés sorozatnak is tekinthető. Mivel behatóan ismertem addigra számos experimentális fotografikus eljárást, és a kísérletezés amúgy is központi eleme alkotómunkámnak, ezért erre az útra egy olyan új eljárást szerettem volna kidolgozni, ami valamiféleképpen kiterjeszti az addig ismert technikákat. Így született az elhatározásom, hogy kidolgozok egy olyan módszert, amellyel a valóságban tapasztalható színek is valamilyen módon megragadhatóak. Végül ezt sikerült is elérnem, bár a projekt során több váratlan nehézségbe is ütköztem a film hívása közben, illetve a helyben nem elérhető speciális hívó következtében. Viszont amikor hazaérve sikerült előhívni az első színes képeket, azzal egy olyan új irány vette kezdetét fotografikus munkáimban, ami aztán a gyakorlati doktori kutatásomra is alapvető hatást gyakorolt.

A rezidencia program hossza miatt az 1 napos expozíciós intervallum tűnt a leglogikusabbnak, többek között amiatt is, mert az ilyen hosszán exponált képen a legalapvetőbb Földről megfigyelhető időciklus jelenik meg.



24. kép: *1 day*, Jardim do Rio (2017)⁴⁶

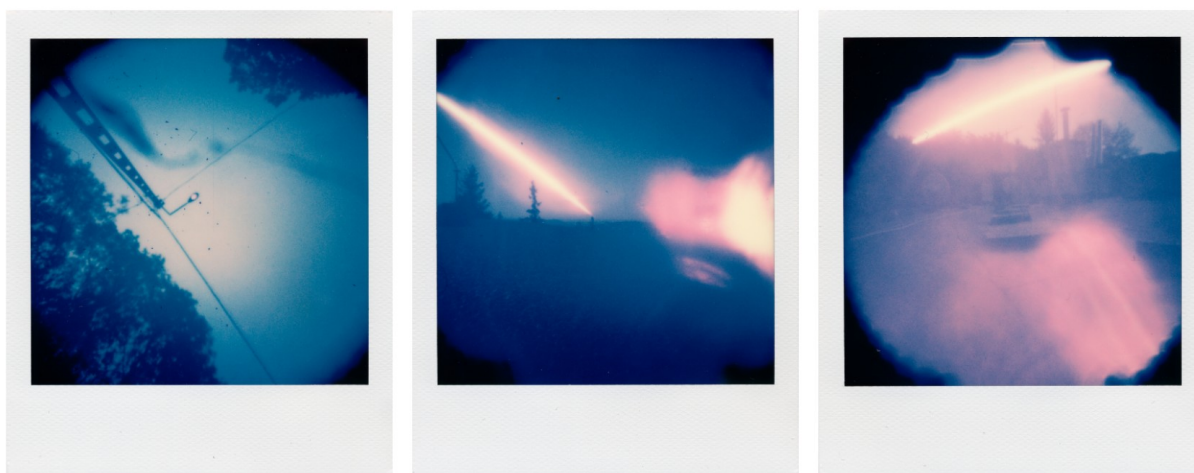
⁴⁶ Saját szolárgráf felvétel.

Azt hiszem azt fogott meg a legjobban ebben az eljárásban, hogy a legegyszerűbb fotografikus eszközökkel képesek lehetünk olyan észlelések megörökítésére, mely során nem csak csillagunk tőlünk megfigyelhető látszólagos mozgása rajzolódik ki, hanem annak időben változó jellege is. Képes megragadni az adott földi koordinátákon tapasztalható egyedi napjárásokat az év során, ezzel feltárva valamit a tér és idő kapcsolatából.

Két évvel később folytattam a kísérleteimet a szolárgráfiával, melyeket az FKSE Stúdió Galériájában megrendezett *Days, 864000.00066 sec* című kiállításra készítettem, két különböző sorozat formájában. Ebben az esetben is az lebegett a szemem előtt, hogy valamiféleképpen új megközelítéssel tárjam fel kozmikus mozgásunkat fotografikus eszközökkel. Ugyanakkor az elsődlegesen megfigyelt idő – azaz az egyes expozíciók – hosszán nem változtattam, az továbbra is egy nap maradt. A kiállítás címe is erre az időtartamra reflektál, valamint arra, hogy bármennyire is stabil és állandó egységeknek vesszük az idő egyes, valamihez viszonyított szeleteit, azok a valóságban el fognak térni a pontos értékektől; ráadásul az egyéb tényezők tengerében folyamatosan változásban is vannak. Vagy legalábbis képesek rá. Ahogy a Föld sem pontosan 24 óra alatt tesz meg egy teljes fordulatot, hanem a másodperc néhány tizedes részével folyamatos és napról-napra változó eltérésben⁴⁷ forog a tengelye körül. Emiatt állandóan új napra ébredünk, ami sohasem fog éppen annyi ideig tartani mint az előző.

A kiállításra készített egyik sorozatban egy pozitív instant eljárást alkalmaztam, melyhez úgy terveztem kamerát, hogy az a speciális film fogadására képes legyen. Ezáltal olyan felvételek jöttek létre, melyek 24 órás expozíciót követően instant film módjára váltak láthatóvá, némiképp új megvilágításba helyezve a kiinduló eljárást.

⁴⁷ Az információ forrása:
https://en.wikipedia.org/wiki/Earth%27s_rotation#/media/File:Deviation_of_day_length_from_SI_day.svg [2023]



25. kép: *Days*, 864000.00066 sec – *instant*, 3 fénykép a sorozatból⁴⁸

Másik sorozatomban pedig az egymást követő napok között megfigyelhető égi nappálya-utak eltérését próbáltam vizualizálni oly módon, hogy egyetlen képszekvenciába egymás után téve az egyes észleléseket, összeálljon belőlük az idő egy nagyobb szelete. 10 különböző helyszínre helyeztem el az ehhez a sorozathoz kifejlesztett kamerákat, melyek elektronikusan voltak képesek az egy napos expozíciókat követően a filmtovábbításra. A fotósorozat készítésének 30 napja során nagyjából 300 kép született, amiket egymás után fűzve az idő és a tér különös ritmusát fedték fel. A képek 35mm-es diapozitív nyersanyagra készültek annak érdekében, hogy a kiállításon vetíteni lehessen őket.

Egészen meglepő volt látni először a fénnel kirajzolódott eltérést az egyes napok között. Ahogyan a körtárcsás diavetítők monoton ritmussal, kattogva léptettek a képek között, úgy tárultak fel újabb egymást követő napok – avagy mondhatnánk azt is, hogy újabb letűnt napok – lenyomatai a galéria elsötétített terében. Ezzel az idő ciklusának egy nagyobb szeletét tárva fel a szemlélők számára. Az idő megszokott és megtapasztalt folyásától eltérő hosszúságú leképezéseket összefűzve, azok képesek lehetnek az idő olyan ciklusait átélhetővé tenni, amik amúgy kívül esnének a szokásos megfigyeléseinken.

⁴⁸ Saját szolárgráf felvételek.



26. kép: *Days, 864000.00066 sec* – szekvenszer sorozat egy helyszínén 27 egymást követő nap során rögzített fényképek⁴⁹

Az előbbiekhöz köthető első multimédia installációm is, aminek az idő hasonló szemlélése szolgáltatta az alapját még 2011-ben. Ebben egy theremin segítségével lehetett navigálni az időben 11 darab, jellemzően tudományos kamera egy napi felvételeinek képei között. Igyekeztem olyan kamerák képeit összegyűjteni, amik a világ minél inkább távolabbi helyein működnek. Így került néhány magas hegyi obszervatórium és az antarktiszi kutatóállomás napja mellé egy, a nemzetközi űrállomásról megfigyelt napfelkelte – a maga nagyjából 90 perces ismétlődésével⁵⁰ –, egy geostacionárius műholdról megfigyelt nap – aminek kis felbontású képén a Földgolyót a fénytelennek tűnő űrben körbetáncolja a Nap fénye –, valamint a SOHO űrszondával⁵¹ rögzített egy nap képe, a Nap atmoszférájának változásáról.

⁴⁹ Saját szolárgráf felvételek.

⁵⁰ Az Nemzetközi Űrállomás pálya mozgásának leírása:
<https://eol.jsc.nasa.gov/Tools/orbitTutorial.htm> [2023]

⁵¹ A Solar & Heliospheric Observatory misszió aktuális állása:
<https://soho.nascom.nasa.gov/home.html> [2023]

Az idő fragmentumai

A tér és idő kapcsolatának feltérképezésében a következő nagy lépést az jelentette, amikor sikerült az idő apróbb, a természet által meg nem különböztetett szeleteit lemérni és nyomon követni a napok önkényes órákra és percekre osztásával, másrészt pedig sikerült a bolygónk összes koordinátáját kimérnünk, valamint számon tartanunk anélkül, hogy akár valaha is jártunk volna azok metszéspontjain. Mindezek feltérképezésére olyan eszközökre volt szükség, amik képesek az idő és a tér dimenzióit megfigyelni és azokat egységekre osztva lemérni, nyomon követni.

A napórának pont egyszerűségében rejlik a varázsa. Tulajdonképpen egyetlen pálcára van csak szükség hozzá – valamint a Nap delelése alapján is megállapítható észak-déli tájolásra –, a többi a Nap fénye és bolygónk elmozdulásának a következményeként magától kirajzolódik. Csupán egy skálát kell rajzolni és már nyomon is követhetjük a saját léptékünkre osztott kozmikus időt.

A napóra a legegyszerűbb eszköz arra, hogy megjelenítsük a folyamatos planetáris mozgásunkat a világűrben. A pálca által vetett árnyék, ahogy végigfut a körülötte lévő tér felületén egy nap alatt, valójában a Földünk forgását is kirajzolja, míg az év során vetett különböző árnyékívek pedig a Nap körüli mozgásunkat jelenítik meg. A földre vetülő árnyék maga a kozmikus tér kicsinyített rajzolata, egységes ritmussal felosztva pedig visszaolvasható belőle az idő vetülete.

A napóra egyszerűségében az a legkülönlegesebb, hogy tökéletesen megjeleníti azt, hogy egymásból következik a tér és az idő. Ráadásul oda-vissza is működik, mint ahogyan számos más csillagászati eszköz is. Ha egy fix ritmussal jelöljük a Nap által okozott árnyékot, akkor kapunk egy – a helyi koordinátáinkon tökéletesen működő – órát. Viszont ha azt figyeljük, hogy ezen a kijelölt skálán hogyan fut végig a Nap által vetett árnyék, akkor le tudjuk olvasni az időt úgy a napszak, mint az évszak viszonylatában is. Ezen felül a használt felosztás – azaz a Nap által bejárt éves út, az adott pozíció felett – alapján a téri koordinátákat is vissza lehet következtetni.

Valamikor közvetlenül az egyetemi éveim után elkezdtem foglalkozni egy olyan mű körvonalazásával, amely ötvözi egy napóra és egy camera obscura funkcióit oly módon, hogy közvetlenül a Nap vetett képe jelölje ki az installáció áttetsző gömbfelületére felrajzolt nappálya diagramon az

aktuális időpontot. A diagram segítségével pedig nem csak az adott napon belüli időpont válik kiolvashatóvá, hanem az is, hogy aktuálisan az év melyik szakaszában járunk.

Ebben a szerkezetben az kezdett el foglalkoztatni, hogy lényegében a valóság képe jelenik meg rajta egy adathalmazzal kiegészítve, ami által egy funkcionális eszközzé válik a mű. A felület, amin ezáltal megjelenik az idő, közben a valóság effektív lenyomatát is hordozza.

Ez a gondolat aztán több irányba is tovább futott az évek folyamán. Egyfelől a szolárgráf kísérleteim felé vezettek, melyekben a horizont felett az égbolton lekövethető kozmikus mozgás effektív leképezései jelennek meg egy nappálya diagram fragmentumainak képében. Másfelől az első olyan kinetikus fényinstalláció⁵² megalkotásához is vezetett, mely a kiindulási pont valamiféle kifordításának is értelmezhetőek.

A *Pályaív* című munkámban ugyanis éppen egy csillagászati távcső optikai leképezését vettem alapul, majd fordítottam annak irányát a visszájára, így a célja nem valamilyen beérkező fény leképezése volt, hanem éppen a rendszer fókuszpontjában lévő fény kivetítése egy adott koordináta felé. Az installációt úgy terveztem meg, hogy a Nap horizont feletti útját kövesse le egy adott koordinátán a teljes év során. Így egy fókuszált fénynyalábbal mindig csillagunkat jelöli az installációt körülvevő kiállító terében, tulajdonképpen úgy, mint egy visszájára fordított napóra, vagy mint egy planetáriumi szerkezet része.



27. kép: *Pályaív* (2017)⁵³

⁵² *Pályaív* (2017), leírás:

<https://www.lorandszecsényi-nagy.com/hu/portfolio/trajectory/> [2024]

⁵³ Saját felvétel.

2022-ben Finnországban egy rezidencia program során elhatároztam, hogy kiegészítem az addigi szolárgrafiás észleléseimet és a fotografikus megfigyelés helyett közvetlenül kezdek az idő és a tér összefüggéseinek megfigyelésébe. Szereztem 100 darab azonos pálcát és elkezdtem felcímkézni őket 20 perces idő bontásban. Az volt a tervem, hogy a program helyszínéül szolgáló ház tetejének egyik csúcsát árnyékvetőnek használjam és megfigyelésem segítségével egy töredékét valamiféleképpen kirajzoljam a helyi napjárásnak, megjelölve az árnyék helyét a megfelelő ritmusban a pálcákkal. A tető csúcsa a korábbi napok felületes megfigyelései alapján tökéletesen kivehetőnek és követhetőnek tűnt, ráadásul sok órán keresztül olyan sík helyen futott az árnyéka, ahol semmilyen akadály sem volt. Így tökéletesnek ígérkezett a jelölésre. Ezzel párhuzamosan, egy digitális szolárgráf eljárás is dolgozott, aminek kameráját végül erre a megfigyelésre átállítottam a napóra készítés performanszának rögzítésére.

Délelőtt kezdetem el az észlelést, viszont kora délutánra beborult az ég, emiatt aznapra fel kellett függesztenem a kísérletet. Így végül másnap kezdtem újra a jelölést, viszont amikor az első pálcát az előző napi mellé szúrtam, meglepődve tapasztaltam a látható eltérés mértékét.

Először azt hittem, hogy pontatlanul mértem az időt, azaz egy észlelési hiba jelent meg előttem. De miután 20 perccel később az újabb időpont ellenőrzése és megjelölésekor is hasonló eredmény vált láthatóvá, kizártam a hiba lehetőségét. Egészen egyszerűen arról volt szó, hogy bolygónk az előző naphoz képest több mint két és félmillió kilométert tett meg a Nap körüli pályáján és a tető magassága a helyszín földrajzi elhelyezkedésével együtt adta ki ezt a nagyjából 10 cm-es eltérést a leszúrt pálcák között.

A napóra alapját jelentő árnyékvető pálca segítségével akár kozmikus léptékben is meghatározhatóak bizonyos távolságok, sőt, akár bolygónk valódi mérete is. Ebben az esetben viszont két dologra van szükség. Az első, hogy a Földön két megfigyelési ponton egyszerre történjen a vetett árnyék szögének leolvasása, kiiktatva ezzel az idő kvóciensét az egyenletből. A második, hogy megfogalmazódjon a Föld gömb alakjára tett előfeltételezés. Ez utóbbit lehet például arra alapozni, hogy a holdfogyatkozások során a Föld vetett árnyéka a Holdra mindig kör alakú, függetlenül a Nap aktuális pozíciójától⁵⁴.

⁵⁴ Forrás: Kutrovátz Gábor: A csillagászat története 1. - A föld mozgása és a világ méretei prezentáció

A fentebbi elgondolások alapján a jól ismert mérést a Föld kerületének meghatározására az i.e. 3. században Eratoszthenész görög tudósnak sikerült véghezvinnie. Ehhez lényegében egy adott napon, két városban a Nap különböző delelési magasságainak ismeretére és a városok közötti távolsági adatra volt mindössze szüksége.

Volt egy kút Szüénében – a mai Asszuánban –, amiben a nyári napfordulókor délben szinte pontosan levilágított a Nap egészen a legaljáig. Mivel a kút jó esetben merőleges a felszínre, ezért a Nap feltehetőleg éppen 90 fokon delelt, így az által vetett árnyék 0 fokos szöget zárt akkor be. Ugyanezen a napon délben Alexandriában egy függőleges bot árnyéka viszont 7.2 fokos szöget rajzolt ki a Nap által a földön. Ezt figyelembe véve, valamint a két város közötti mért 5000 stádiumnyi távolságot, egyszerűen meghatározható ezek alapján a Föld átmérője. Mindössze a 360 fokot kell elosztani 7.2-vel, amiből kijön, hogy ez a Föld átmérőjének 1/50-ed távolsága. Így az 5000 stádiumot fel kell szorozni 50-nel és meg is kapjuk a Föld kerületét, ami attól függően, hogy a stádium alap távolságot mekkorának vesszük, 46250 vagy 39250 kilométer. Mindkettő igen közel van a tényleges 40075 kilométerhez.⁵⁵

Ezzel a korai égitest méret meghatározással ugyanakkor megnyílt az út Univerzumunk valódi méreteinek feltérképezése előtt is.

Mindazonáltal ha egy rossz feltevésből indulunk ki, akkor ugyanezekkel a számokkal egészen más eredményt kapunk, ahogy Anaxagorasz is annak idején. Ő ugyanis abból a felvetésből indult ki, hogy a Föld lapos és a két városból azért látszik más szögben a Nap, mert az közel van hozzá. Ezzel a felvetéssel amúgy nagyjából 9000 kilométerre lehet a Nap távolságát tenni⁵⁶.

A napórákat tárgyalva mindenképp érdemes megemlíteni Olafur Eliasson 2020-ban elkészült *Our glacial perspectives* című munkáját. Különösen azért is, mert ez egy olyan napóra, ami elszakad a szokásos megközelítésektől és a nézőt helyezi a középpontba. A megfigyelőt gyakorlatilag egy nappálya diagram veszi körül, melyet kisebb színes üveglemezek osztanak további részekre. Így leolvashatóvá válik róla az idő napszakhoz és évszakhoz köthető vetülete is, ezzel feltárva annak mélyebb rétegét is.

⁵⁵ Simon Singh: A Nagy Bumm, Park könyvkiadó, Budapest, 2006, 22.-24. oldal

⁵⁶ Szécsényi-Nagy Gábor: Tájékozódás a csillagos égen, Tankönyvkiadó Vállalat, Budapest, 1987, 12.-13. oldal

Lélegzetelállító több mint 3000 méterrel a tengerszint felett a magashegyi napsütésben figyelni a sziporkázó lemezeket és kiolvasni segítségükkel a mű struktúrájából az aktuális időt.



28. kép: Olafur Eliasson, *Our glacial perspectives*⁵⁷

Néhány éve azon tűnődtem, hogy most már tényleg elértünk abba a korba, ami lehetővé tenné, hogy mindenki folyamatosan a saját, tökéletes idejében legyen. Amúgy már most is automatikusan állnak át a telefonjaink a világ különböző pontjain a helyi időre, így könnyű lenne írni egy olyan kódot, ami az országhatárok és egyéb politikai és gazdasági megfontolások helyett egyszerűen saját – pontos – koordinátáinkhoz viszonyítva osztaná ki mindig a tökéletes időt. Nem lenne többé olyan, hogy nem délben delelne a Nap, vagy olyan, hogy egy fiktív vonalat átlépve hirtelen 1 órával – vagy egyéb önkényesen választott idő mennyiséggel – arrébb kell állítani az óránkat, átcsöppenne ezzel hirtelen egy másik idődimenzióba.

Ugyanakkor annak idején pont a technológia volt az, ami egyszer csak ilyen módon fragmentáltta tette az időt⁵⁸. Ami a legérdekesebb az egészben az az, hogy ezt pont azért lett így rendezve, hogy össze lehessen hangolni a világ különböző pontjainak történéseit és ezzel egyúttal egységessé tegyék a különböző földrajzi terek időzítéseit.

⁵⁷ Olafur Eliasson 2020-as munkája.

A kép forrása:

<https://olafureliasson.net/artwork/our-glacial-perspectives-2020/> [2024]

⁵⁸ Carlo Rovelli: Az idő rendje, Park kiadó, Budapest, 2022, 63-64. oldal

Mivel nem voltak időzónák egészen 1883-ig, minden város és terület saját helyi idejében létezett.⁵⁹ Ennek megvolt az az előnye, hogy az adott téri koordinátaához tökéletesen illeszkedő időt eredményezett a helyi napórák leolvasására, viszont az egymás mellett lévő városokban éppen emiatt más-más idők jártak.

Mielőtt a most ismert időzóna rendszert megalkották volna, az is felmerült, hogy az egész világ igazodhatna egyetlen időhöz, akár a térbeli koordináták szempontjából amúgy is meghatározóvá vált londonihoz⁶⁰. Végül persze elvetették ezt az elképzelést és az egész bolygót lefedő különböző időzónákat alakítottak ki.

Ennek a folyamatnak volt a nyitánya az az 1883. november 18-i vasárnap, mely a „nap két déllel”⁶¹ elnevezést érdemelte ki. Ugyanis ez volt az a nap, amikor az Egyesült Államokban átállították az órákat a standard időre és ezzel beiktatásra kerültek az új időzónák. Helyi idő szerint pontban délben átállították az összes órát az új standard idő szerint. Ezzel az egyes területeket maximum fél órával eltolták a csillagászati déltől, viszont összehangolták az összes teret egy egységes rendszerbe. Ezzel feloldották azokat az anomáliákat, amiket a közlekedésben és a kommunikációban a helyi idő használata eredményezett.

1900-ra nagyjából a bolygónk összes lakott területén elfogadásra kerültek a standard időzónák, de számos helyen még az adott ország helyi obszervatóriuma által mért időt használták tovább, mígnem végül teljesen egységessé vált a rendszer.⁶²

Amikor kutatóútamon Salt Lake City felé tartottam egy repülővel és próbáltam rögzíteni a tér és idő különböző kapcsolódásait vizuálisan, egy olyan anomáliával szembesültem, ami épp ezekre a viszonyokra hatott vissza. Ahogyan a telefonom és én egyszerre próbáltuk szinkronizálni a kiindulási és érkezés között meghúzódó idő tartományt a valós téri koordináták időzónáihoz, az azzal készített fényképeken az idő címkék arra a néhány órára teljesen kaotikussá váltak. Ahogy később megnyitottam a galériát, ami a készítési idő szerint állítja sorrendbe a képeket, azt tapasztaltam, hogy a rendezés abszolút figyelmen kívül

⁵⁹ Carlo Rovelli: Az idő rendje, Park kiadó, Budapest, 2022, 64. oldal

⁶⁰ Carlo Rovelli: Az idő rendje, Park kiadó, Budapest, 2022, 64. oldal

⁶¹ Az esemény leírása:

<https://historymatters.gmu.edu/d/5748> [2023]

⁶² Az időzóna rendszer leírásának forrása:

https://en.wikipedia.org/wiki/Time_zone [2023]

hagyta, hogy milyen időzóna szerinti idő bélyeg került mentésre a képekkel, csak és kizárólag az idő dimenzióját figyelte. Így abban az időperiódusban alapvető zavar keletkezett a képeim sorrendjében és ennek következtében az Atlanti Óceánt, Északnyugati-átjárót és Észak-Kanadát ábrázoló fényképeim véletlenül tűnő sorrendben kerülnek azóta is lejátszásra a galériámban, ezzel egy fix téridő csavart képezve képeim időbeli narratívájában.

Az előbbi helyzet jól mutatja, hogy milyen káoszt tud eredményezni, ha két különböző rendszer adatai mosódnak egybe. De az is kihívások elé állíthatja az embert, ha a megszokott időegységek relatív hosszúsága változik meg.

A vízórához köthető egy igen érdekes középkori gyakorlat⁶³, ami lényegében egy napon belül tette relatívvá az idő rövidebb – óra hosszúságú – egységeit attól függően, hogy éppen milyen évszak volt. Egy szerzetesrendhez kötődően ugyanis az az igény merült fel, hogy a napkelték és napnyugták közötti egységes időosztások segítségével megkapják különböző vallási tevékenységeik végzéséhez szükséges időpontokat. Mivel azonban az év különböző részein más-más időpontra tolódott a napkelték és napnyugták időpontja és ezzel a nappalok és éjszakák hossza is megváltozott, szükség volt egy olyan eszközre, ami lehetővé tette az idő egyes pillanatainak relatív detektálását az év különböző napjain. Így egészült ki ekkor a vízóra egy olyan skálával, ami képes volt az adott évszak adott napjához viszonyítva megjeleníteni az idő múlását, ezzel relativizálva az idő haladásának sebességét több évszázaddal azelőtt, hogy az idő abszolút volta igazán megkérdőjeleződött volna.

Az idő relativitásának kérdéskörével már az egyetemi éveim alatt is többször foglalkoztam. 2012 táján aktívan érdekelt egy konzol játék meghekkélése. Arra voltam kíváncsi, hogy miképpen lehet az adott programban véletlenszerűvé tenni az előre kódolt eseményeket és ezzel új lehetőségeket teremteni az előre definiáltak helyett. Ezt végül sikerült is elérnem a programkazetta áramköreinek összezavarásával. Ennek a kísérletsornak a folyamában sikerült egy olyan áramkört rekreálnom, ami képes volt az adott konzolt szabályzó órajel felülírására és így annak műveleti sebességének a megváltoztatására is. Lényegében amilyen ütemben kapja egy processzor az órajelet, úgy hajtja végre lépésről-lépésre az egyes utasításokat. Ha lelassul a kapott frekvencia, akkor a

⁶³ James Burke: Kapcsolatok, Pécsi direkt Kft. Alexandra Kiadója, Pécs, 2006, 138.-139. oldal

számítások is vele lassulnak – vagy itt épp a grafikusán megjelenített mozgások –, míg ellenkező esetben egészen addig gyorsul a rendszer, ameddig el nem ér teljesítőképességének határaihoz, amikor is egyszerűen lefagy az adott program futása és vele együtt a rendszer is. Mivel egy processzor és egy kvarc óramű szinkronjelhez kötött működése tulajdonképpen megegyezik, ezért ezzel az áramkörrel képes voltam egy másik kísérletben elhangolni egy kvarcóra alapú elektromos óraművet is. Miután az óramű járásával összehangolható frekvenciákat végigpróbáltam, a Naprendszer egyes bolygóinak napjainak hosszát is sikerült szimulálnom az áramkör segítségével. Végül pedig a kísérletezések zárásaként elkészítettem a *32768 Hz* című installációm, melyen bárki a saját érzései szerint hangolhatta el egy interfész segítségével az órát működtető alaphangfrekvenciát – azaz a *32768 Hz*-et –, ezzel egy saját szubjektív időt⁶⁴ létrehozva.

⁶⁴ Az installáció a Malomkőzészeti kiállítás keretében 2012-ben volt bemutatva Szentendrén.

A tér időben változó koordinátái

A navigáció alapjait kezdetektől a csillagászati megfigyelések és eszközök határozták meg. Az asztrolábium volt az egyik kiemelkedően fontos műszer, mely sokáig kulcsfontosságúnak számított. Ezzel az elképesztően sokoldalú és rengeteg variációban létrehozott csillagászati eszközzel a helyi idő ismeretében meg lehet határozni bizonyos égitestek pozícióját (azaz irányukat és magasságukat az égen a megfigyelőhöz képest), illetve ugyanez visszafelé is működik: lemérve valamelyik jelölt égitest pozícióját az aktuális időpont számolható ki általa.

Ezen eszköz az égitestek mérése által kitérte a kaput a földi tér és idő koordináták oda-vissza kalkulálására és ezzel az ismeretlen távoli földek felfedezése felé is. Ezzel a tulajdonságával vált az asztrolábium a bolygónkon való hatékony navigáció eszközévé több évszázadon keresztül.



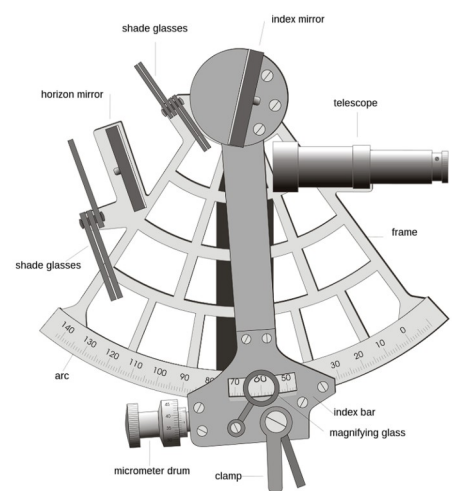
29. kép: Észak-afrikai asztrolábium a 9. századól⁶⁵.

Az ókor homályába vesző feltalálását követően az asztrolábium számtalan változata született meg, és egészen a nagy földrajzi felfedezésekig használatban volt. Idővel olyan céleszközök szorították háttérbe, amelyek lehetővé tették az égi koordináták pontosabb és egyszerűbb leolvasását.

⁶⁵ A kép forrása:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d5/Khalili_Collection_Islamic_Art_sci_0430_back.jpg [2023]

Erre szükség is volt, mert a viharos tengeren gyakran nem volt egyszerű egy ilyen típusú mérés elvégzése. Egy ilyen újonnan megjelenő eszköz volt a Jákob botja is, mely gyorsabb és pontosabb szögmérésre volt alkalmas, míg később ennek a helyét a szextáns vette át. Ez utóbbi már a fok töredékének meghatározására is alkalmas volt, ezzel jelentősen pontosítva az eredményeket. Mindkét eszköz egy adott égitest horizont feletti magasságának lemérésére volt alkalmas, az utóbbi jóval kifinomultabb formában. Ezeket pedig egy pontos órával és táblázattal – mely az égitestek időbeli pozícióját tartalmazza – kiegészítve, precíz helymeghatározást lehet végezni.



30. és 31. kép: Mérés vázlata egy Jákob botjával⁶⁶ és egy tengerészeti szextáns⁶⁷.

A navigáció fejlődésének egy kifejezetten érdekes állomása, hogy az Apolló-misszió során is alkalmaztak az űrhajósok szextáns⁶⁸ űrbeli helyzetük meghatározására, amikor a küldetés során a földi navigátorok segítségére épp nem lehetett támaszkodni. Annak ellenére, hogy ez az eszköz a földi navigációhoz lett kitalálva, az égitestek közé emelkedve is képes volt az aktuális koordináták meghatározására.

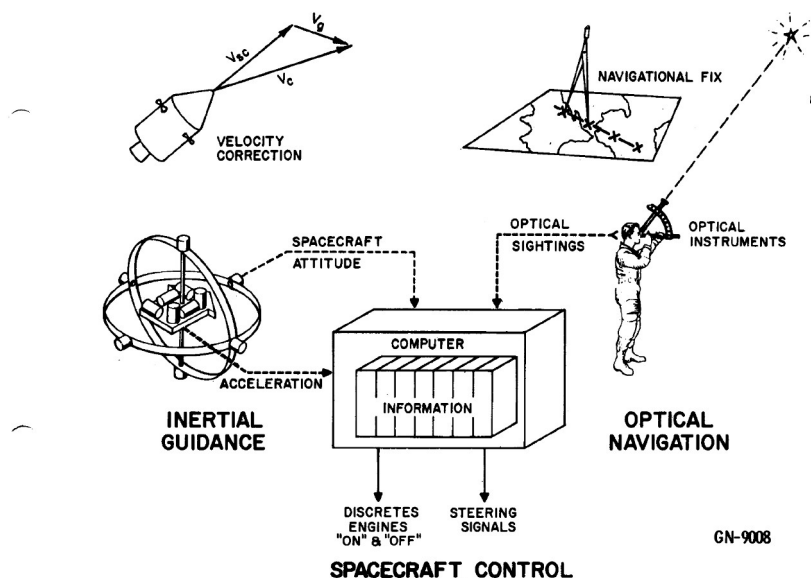
⁶⁶ A kép forrása:

https://hu.wikipedia.org/wiki/J%C3%A1kob-p%C3%A1lca#/media/File:C3%A1jl:Fotothek_df_tg_0006295_Geometrie^_Mathematik^_Vermessung^_Jakobsstab^_Turm.jpg [2023]

⁶⁷ A kép forrása:

https://en.wikipedia.org/wiki/Sextant#/media/File:Marine_sextant.svg [2023]

⁶⁸ Az Apolló-misszió parancsnoki moduljának navigációs rendszerének leírása: https://www.ion.org/museum/item_view.cfm?cid=6&scid=5&iid=293 [2023]



30. kép: Sematikus rajz az Apolló modul navigációra támaszkodó irányításáról.⁶⁹

A Griffith Obszervatóriumban ki van állítva az a korabeli Zeiss gyártmányú planetárium, ami egykoron az obszervatórium dómjára vetítette a csillagokat. Mellette pedig a látogató egy leginkább napozóágyra emlékeztető fekvőalkalmatossággal találkozhat, melyen anno az Apolló-misszió űrhajósai feküdtek, miközben az űrbeli navigáció elsajátítását gyakorolták⁷⁰.

Kissé szürreálisnak hat a két eszközt egymás mellett látni ebben a kontextusban és abba belegondolni, hogy az űr feltérképezését megkezdő emberek, akik először léptek másik égitestre, egy ilyen napozóágy szerű bútoron készültek fel a végtelennek tűnő űr meghódítására és az égitestek közötti navigálásra.

⁶⁹ A kép forrása az Apolló-misszió „Apollo – Guidance and Navigation System” (1965. július 1.) című kézikönyve.

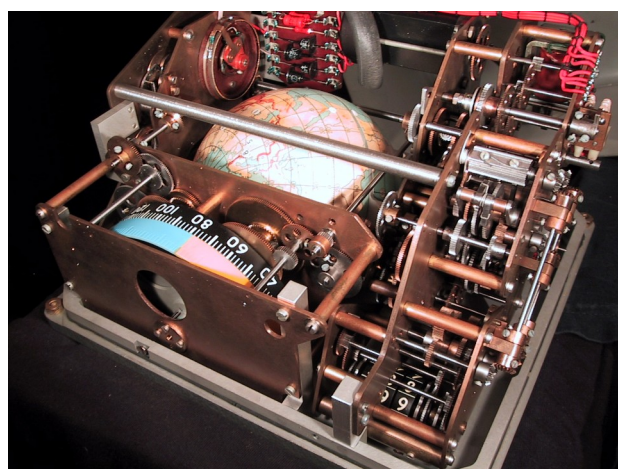
⁷⁰ Az információ forrása:

<https://griffithobservatory.org/exhibits/edge-of-space/our-moon/> [2023]



33., 34. és 35. kép: A Griffith Obszervatóriumban található Zeiss planetárium, ami az Apolló űrhajósok kiképzésére is használtak, valamint az általuk begyűjtött holdkőzet egy darabja és az egyik bemutatótávcsőre mutató éjszakai jelzőtábla.⁷¹

Ennél talán még meglepőbbnek tűnhet a mostani kor számítógépekkel átszőtt világában, hogy azok az űreszközök⁷², melyek egészen mostanáig a Nemzetközi Űrállomásra való eljutást is szolgálták, a Föld körül aktuálisan elfoglalt pozíciót egy műanyag Földgömbön jelenítették meg, még a millenniumot követő évben is.



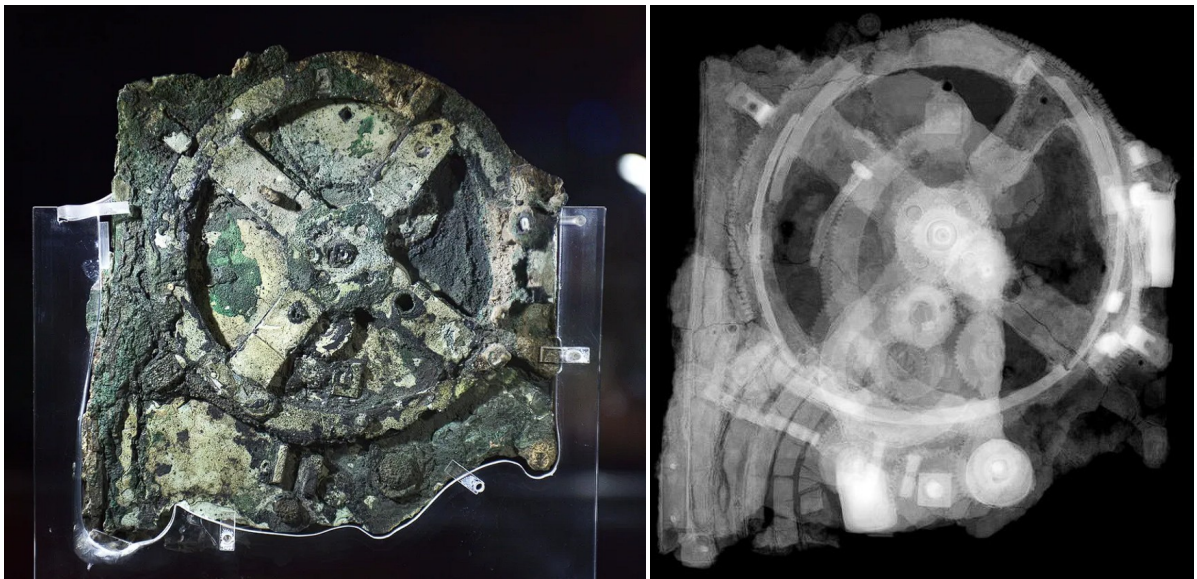
36. és 37. kép: Voskhod űrhajó navigációs visszajelző berendezése.⁷³

⁷¹ Saját felvételek.

⁷² Mind a három szovjet űrhajó (Vostok, Voskhod és Soyuz) típus ilyen eszközt használt 2002-ig.
Forrás: https://en.wikipedia.org/wiki/Voskhod_Spacecraft_%22Globus_%22_IMP_navigation_instrument [2023]

⁷³ A Képek forrása: https://en.wikipedia.org/wiki/Voskhod_Spacecraft_%22Globus_%22_IMP_navigation_instrument#/media/File:Voskhod_spacecraft_IMP_'Globus'_navigation_instrument,_front_view.jpg [2023] és https://en.wikipedia.org/wiki/Voskhod_Spacecraft_%22Globus_%22_IMP_navigation_instrument#/media/File:Voskhod_spacecraft_IMP_'Globus'_navigation_instrument,_inside_view.jpg [2023]

Ezek a kijelzők ugyanakkor lényegében mechanikus számítógépnek is tekinthetők, így kifejezetten érdekes összevetni azzal a több ezer éves szerkezettel⁷⁴, amit azon az Antiküthéra mellett elsüllyedt hajón találtak az 1900-as évek legelején. A Voszod űrhajó mechanikus szerkezete ugyanazt a funkciót tölti be, mint ókori elődje: az eligazodást az űrben az égitestek segítségével.



38. és 39. kép: Az Antiküthéra szerkezet legnagyobb egyben maradt darabja⁷⁵ és az arról készített röntgenkép⁷⁶.

⁷⁴ <https://www.britannica.com/topic/Antikythera-mechanism> [2024]

⁷⁵ A kép forrása: <https://www.vox.com/science-and-health/2017/5/17/15646450/antikythera-mechanism-greek-computer-astronomy-google-doodle> [2023]

⁷⁶ A kép forrása: <https://www.computerhistory.org/revolution/calculators/1/42/144> [2023]

Az ilyen és ehhez hasonló navigációs szerkezetek nélkülözhetetlenek egy űrutazás során.

A holdraszállás 50. évfordulójakor az Egyesült Államok egy nagyszabású eseménysorozattal ünnepelt. Ennek keretében tisztelegtek Margaret Hamilton előtt is, aki a repülési program alkotója volt. Portréját a holdfény segítségével kirajzolták⁷⁷ a Mojave sivatagban található Ivanpah naperőmű tükrei összehangolásának segítségével a kaliforniai éjszakában.



40. és 41. kép: A kaliforniai Ivanpah naperőmű és az Apollo 10 űrhajó parancsnoki moduljának egy részlete.⁷⁸

Az erről található dokumentációkon jól kivehető a performansz volumene, amit az erőművet nappal egy légi-folyosóról megpillantva is meg lehet sejteni, ahogyan a tükrein megcsillanó napfény végigtáncol annak felületén. Ami pedig valahol hasonlít ahhoz, ahogyan az Apollo 10 parancsnoki moduljának, a visszatérést követően szabaddá vált fém struktúráján csillannak meg a Londoni Tudományos Múzeum fényei.

Ugyanakkor abba is furcsa belegondolni, hogy nem telt el egy holdtölte sem az első emberes holdraszállás és – azt a korszakot kulturálisan átható – Woodstock fesztivál között. Így azok, akik akkor a Holdra felnéztek, azzal a tudattal tehették ezt, hogy nem egész egy hónapja

⁷⁷ Az esemény leírása:

<https://hackaday.com/2019/07/31/reflecting-on-margaret-hamilton/> [2023]

⁷⁸ Saját felvételek.

jártak az égitest felszínén emberek. Ami egy évtizeddel azelőtt még szinte elérhetetlennek tűnt, az addigra valósággá vált.

Ugyanakkor hihetetlennek tűnik, hogy alig több mint 100 évvel ezt megelőzően, még a Föld forgására sem volt tényleges bizonyítékunk. Ezt csupán 1851-ben sikerült kísérleti úton közvetlen módon igazolnia Léon Foucault-nak. Ebben az évben először a Párizsi Obszervatórium meridiánja fölött, majd később a Párizsi Panthéon dómjában installált egy-egy hosszú függő ingát. Az inga a tehetetlenség miatt megőrzi a kezdeti mozgásának irányát, ugyanakkor annak következtében, hogy a Föld időközben elmozdul alatta, az inga Földhöz viszonyított mozgásának tengelye lassan körbefordul a függesztési pont által kijelölt függőleges tengely körül. Így a pólusokon éppen 1 nap alatt, míg az egyenlítőhöz közelítve egyre lassabban fordul körbe. Az egyenlítőnél pedig megszűnik az inga eme viselkedése és nem mutat eltérést saját mozgása az indítási szöghöz képest.

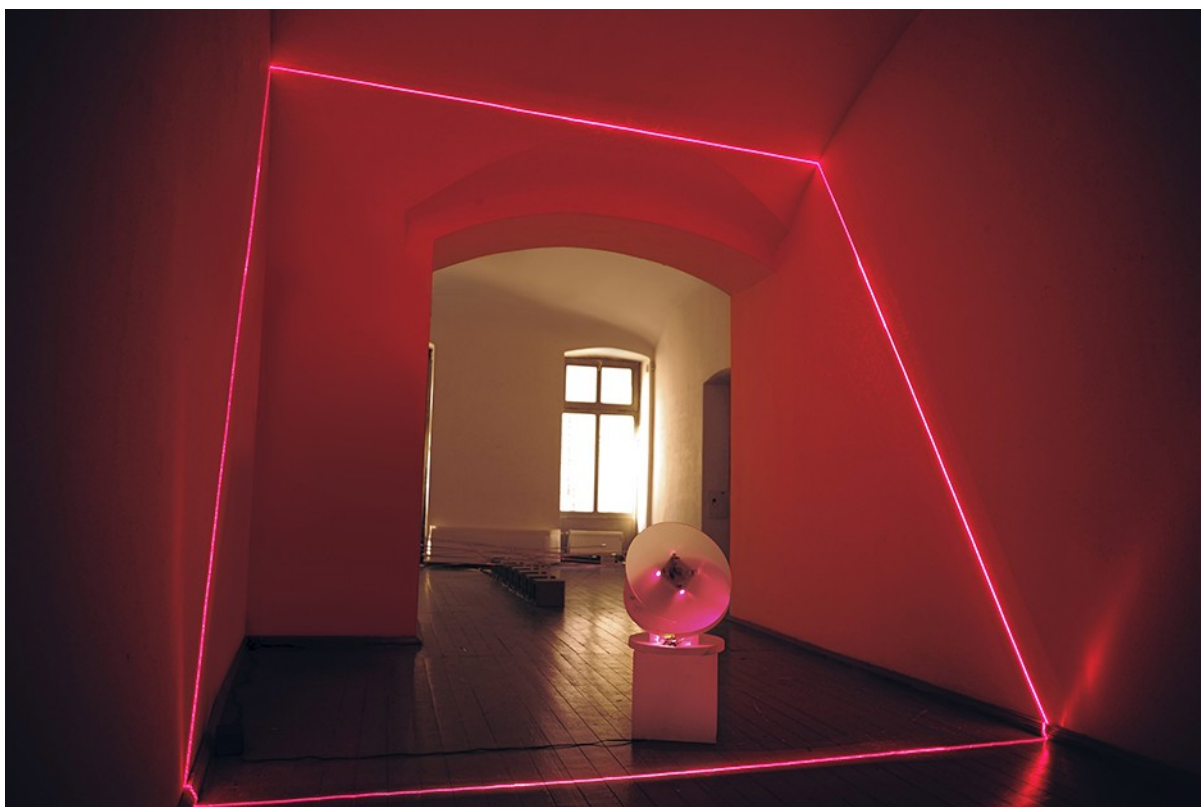
Némiképp eltávolodva a Földtől, de szemmel tartva annak mozgását is, elénk tárulnak a Naprendszerben lévő bolygók és azok forgása csillagunk körül, háttérben a minket körülvevő galaxisunkkal és mélyég-objektumokkal.

Amikor a 2018-as *Csillag-tér* kiállítás tervezésébe fogtunk⁷⁹ és elkezdtem gondolkodni a koncepción valamikor a 2017-es *Pályaív* című munkámat követően, még nem sejtettem, hogy a kozmikus rendszerek által kijelölt időciklusok végül milyen határozottan a tér koordinátaíhoz vezetnek majd. Ekkor több különböző szempont mentén azokon az alapvető időperiódusokon gondolkodtam, mint amik a szolárgráf munkáimat és a korábbi installációimat is meghatározták.

Végül az ekliptika síkja és annak a mozgása megragadt bennem. Hogyan lehetne ezt a mozgást megjelenteni? Mi lehet az, ami a leginkább meg tudná ragadni annak mivoltát?

Ez az a sík, melyen a Naprendszerünk tömegének több mint 99.9%-a található, az összes bolygó és anyag lényegében itt tömörül. A velünk együtt a Nap körüli keringő bolygók pályasíkja mind ehhez közelít.

⁷⁹ A *Csillag-tér* kiállítást és annak multimédia installációit az Implausible Works kollektíva [2015-2020] hozta létre. Alapítók: Szekeres Ágnes, Szécsényi-Nagy Loránd



42. kép: *Ekliptika síkja* – multimédia installáció (2018)⁸⁰

Ugyanakkor lényegében ezen a síkon található mindaz, amit elérni remélhetünk eszközeinkkel. Ezt a síkot eddig mindössze csak néhány eszköznek sikerült elhagynia eddig, mint például a 45 éve indított Voyager 1 és 2-nek. Ezek azok a szondák, melyek üzenetet is hordoznak egy-egy aranylemez formájában, melyek az emberiségről őriznek alapvető információkat. Beláthatatlan ideig szelik majd át a kozmikus teret.

Az útjukat egy olyan bolygóegyüttállás segítette, mely csak 175 évente következik be⁸¹. Ennek segítségével voltak képesek akkora sebességre gyorsulni hintamanőverek sorával, hogy mostanra túljussanak a helioszférán, ezzel elsőként elhagyva Naprendszerünket. Ugyanakkor navigációs rendszereik segítségével antennáikat még most is a Föld felé képesek fordítani, így tartva kapcsolatot a készítésük helyszínével, a Földdel.

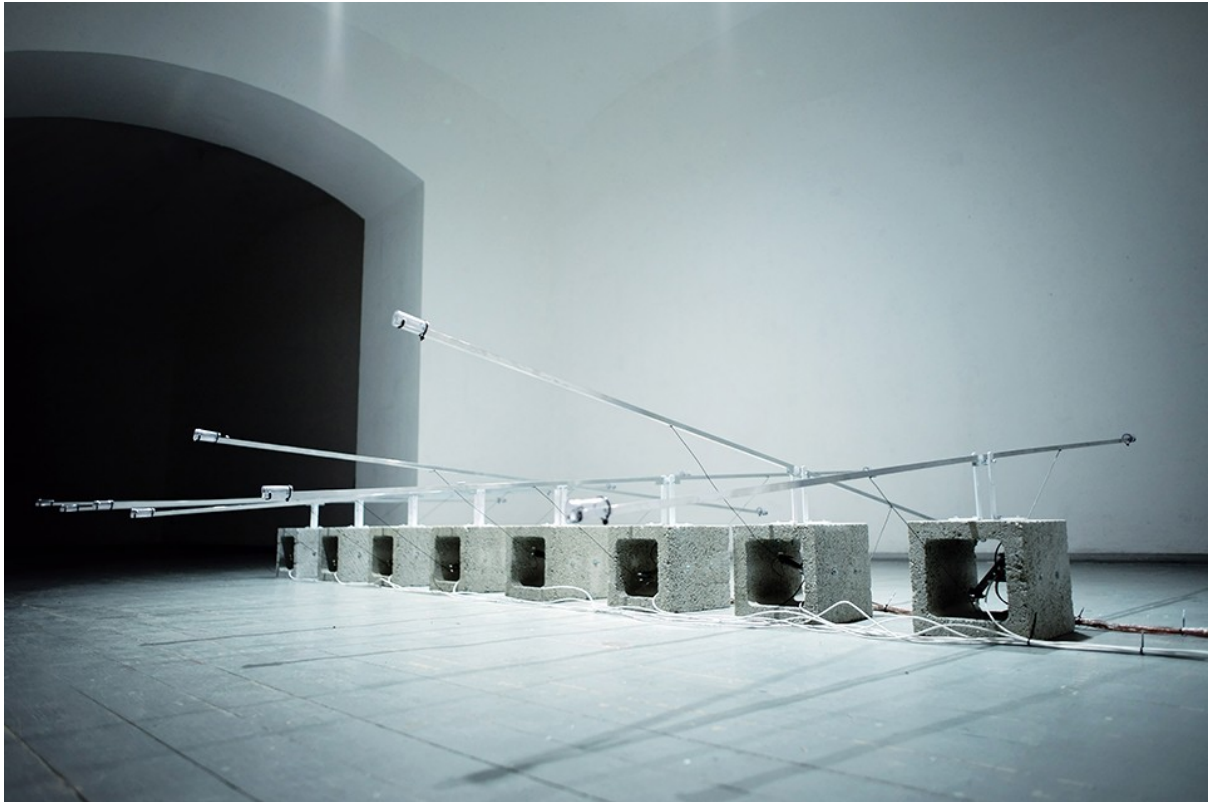
Emellett és a kiállítás körvonalazása előtt egy olyan hanginstalláción is gondolkodtam, ami képes a minket közvetlenül körbevevő égitestek

⁸⁰ Saját felvétel.

⁸¹ A Voyager missziók leírása:

<https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/science/planetary-voyage/> [2023]

mozgásából adódó ritmust szonifikálni. Ennek a közös továbbgondolásával hoztuk létre aztán az *Égi frekvenciák* hanginstallációt.



43. kép: *Égi frekvenciák* – multimédia installáció (2018)⁸²

A harmadik mű egy olyan helyspecifikus installáció volt – egy oda tervezett csillagtérkép formájában –, mely a kiállítás megnyitójának pillanatában a minket körülvevő csillagok és égitestek pozícióját jelölte meg a terem falain körbeérve. Mindezt oly módon, hogy a kiállítóterem fizikai adottságaihoz mérten tényleges helyzetük szerint reprezentálódjanak azok pozíciói.

⁸² Saját felvétel.



44. kép: *Csillag-tér* – helyspecifikus installáció 2018⁸³

Emlékszem gyerekkoromból arra pillanatra amikor beléptem az MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézetének abba a termébe, amiben hozzávetőleg egy tucat mátrixnyomtató volt felsorakoztatva, melyek megállás nélkül adatokat nyomtattak. Egészen elképesztő volt az a hangtér, amit együtt létrehoztak. A nyomtatás függvényében különböző frekvenciájú, leginkább valami gépi kabócára emlékeztető hangot adtak ki, melyek összeadódva egy homogén akusztikus mezővé sűrűsödtek. A hangeffektus mellett pedig leporelló lapok végtelenített folyama fordult ki belőlük lassan, immár az adatokkal megbélyegezve. Akkor azt hiszem még nem értettem tisztán ennek az egésznek az értelmét.

A csillagtérkép ilyen nyomatokból állt össze a kiállítás végére. A tér és az idő lassan összekapcsolódott.

Olyan eszközöket sikerült létrehozni, melyek által olvashatóvá váltak az Univerzum bizonyos perspektívái. Az ekliptika síkjának megjelölésével, mely nagyjából 23 óra 56 perc alatt fordul körbe látszólag körülöttünk a sziderikus idővel⁸⁴ szimultán, valamint az egy kitüntetett pillanatban az adott észlelési pontból megfigyelhető égbolt csillagaival együtt.

⁸³ Saját felvétel.

⁸⁴ A sziderikus idő leírása: <https://lco.global/spacebook/sky/sidereal-time/> [2023]

A távcső nélküli, vizuális-műszeres csillagászati észlelés egyik legkiforrottabb példájaként érdemes említeni az indiai Jaipur-ban a 18. században épült Jantar Mantar obszervatóriumot és annak műszereit, melyek előképül is szolgáltak több mű esetében is, és részben az előbbi kiállításához is köthetőek. Számos, az égitestek pozíciójának meghatározására alkalmas eszköz található itt, valamint a világ legnagyobb kvadránssal rendelkező napórája is, mely beosztása lehetővé teszi a helyi idő 2 másodperces pontossággal történő leolvasását is. Így a műszer falán lévő skálát szemlélve, megelevenedik az idő járása.



45. kép: A *Star Axis Solar Pyramid* elnevezésű struktúrája, mely a Shadow Field-re árnyékot vetve, lényegében egy óriási napóráként is funkcionál.⁸⁵

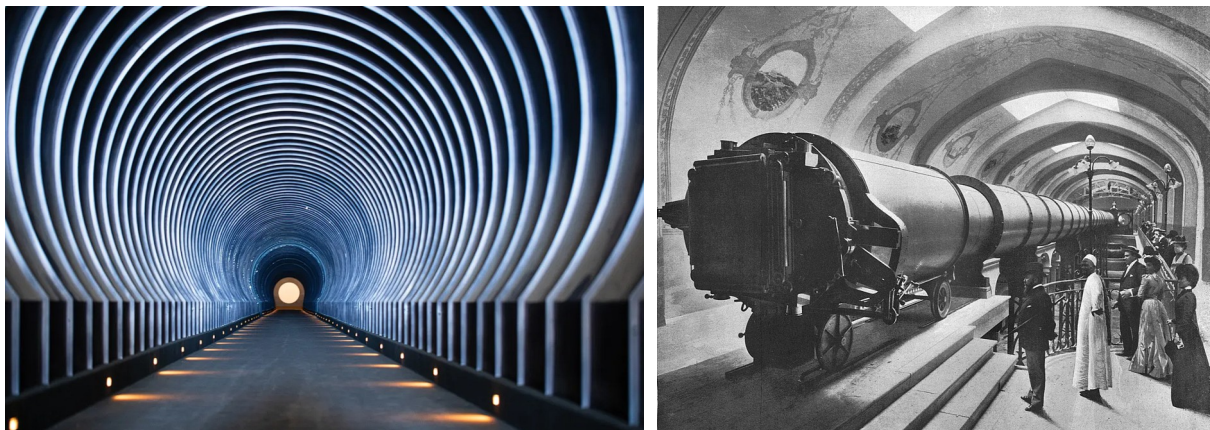
James Turrell szabad szemes obszervatóriumának, a *Roden Kráternek* tereit olyan funkciókra tervezte, amik valamiféleképpen a csillagászati megfigyelésekhez kapcsolódnak. Épp emiatt sok olyan térelrendezés van benne, ami közvetlenül kötődik, vagy köthető szabad szemes obszervatóriumokhoz.

Az egyik ilyen az indiai Jantar Mantar obszervatórium, melynek Jai Prakash Yantra elnevezésű műszerének működése adta az alapját a *Roden Kráter South Space* terének megtervezéséhez.

⁸⁵ A kép forrása: <https://www.staraxis.org/solar-pyramid> [2023]

Emellett a Kráterben található Sun | Moon Chamber és az ahhoz vezető Alfa Tunnelt is fontos kiemelni, melyek együttesen, mindkét irányba képesek kiemelni égitestek mozgásának szélső értékeit. Míg a teremben található Kép Kövön a tervek szerint a Nap és a Hold képe jelenik meg kitüntetett pillanatokban, onnan kitekintve az Alfa Tunnel végén az East Portal-nál pedig a Hold 18.6 évenként bekövetkező szélső pozíciójának holdnyugtája pillantható meg, ahogy az építmény tere körülöleli égi kísérőnket.

Ezeket a tereket, illetve funkciójukat érdemes összevetni a Párizsi Nagy Teleszkóppal.



46. és 47. kép: Baloldalt a Roden Kráter Alfa Alagútja⁸⁶ míg jobboldalt a Párizsi Nagy Teleszkóp⁸⁷ látható.

Ez a kor legnagyobb távcsöve volt, egy fotografikus és egy vizuális megfigyelésre szolgáló lencsével, valamint egy olyan eszközzel kiegészítve, mely a vízszintesen fekvő távcső előtt kapott helyet és képes volt az égitestek fényét betükrözni a távcső optikai tengelyébe. A fennmaradt tervek alapján képes volt az észlelést élőben kivetíteni egy színházteremszerű térbe, ahol a kozmikus megfigyelést élőben követhette a nagyközönség. Megdöbbentő belegondolni, milyen lehet a kor legnagyobb fénygyűjtő képességű lencsén keresztül megfigyelni mondjuk a napfoltokat élőben, vagy épp a Hold krátereit.

⁸⁶ A kép forrása:

<https://www.artnews.com/artnews/news/james-turrell-roden-crater-asu-12802/> [2023]

⁸⁷ A kép forrása:

https://en.wikipedia.org/wiki/Great_Paris_Exhibition_Telescope_of_1900#/media/File:Great_Ex_Telescope_Telescope.jpg [2023]

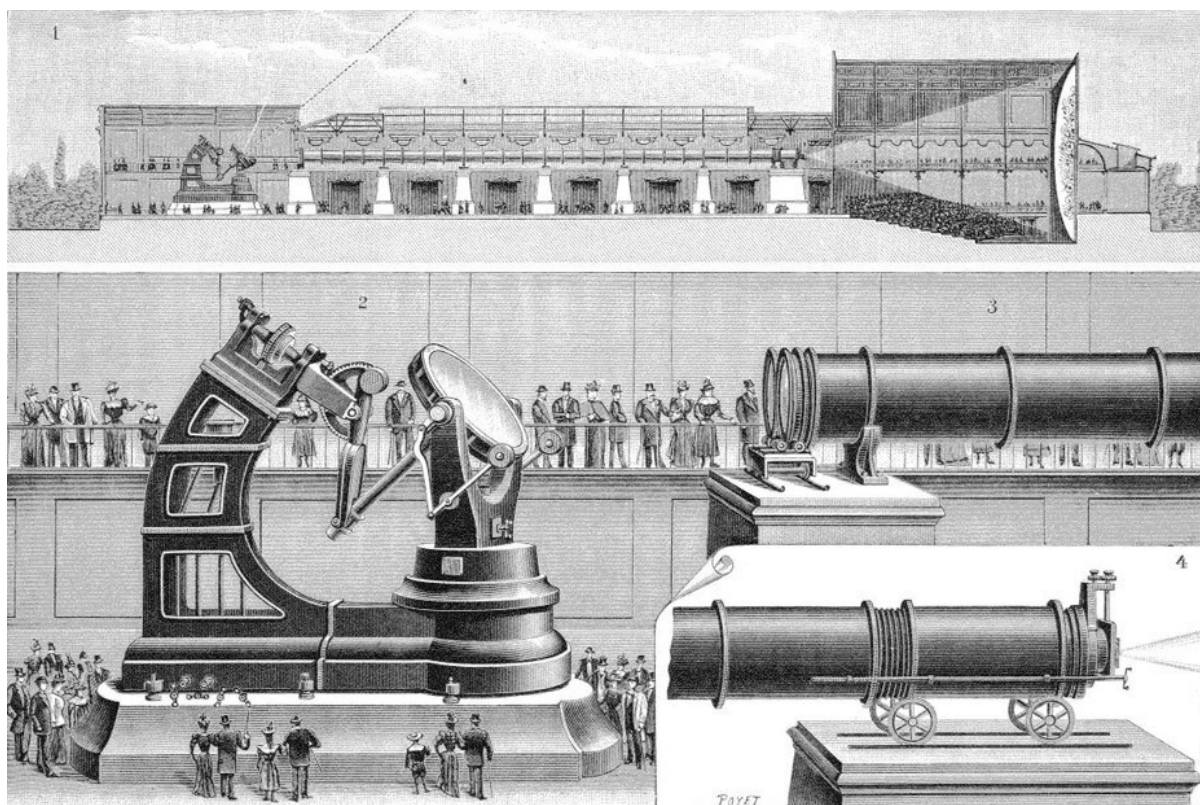


Fig. 3. — Détails de la grande lunette. — 1. Vue d'ensemble. — 2. Le siderostat. — 3. La lunette. — 4. L'oculaire.

48. kép: A párizsi nagy teleszkóp: teljes szerkezet oldalnézetben (fent), a siderostat (balra) és a lencse tubusa (jobbra); okulár lencse (képbeillesztés)⁸⁸

Ugyanakkor épp a helyzete miatt – Párizs már akkor is igen fényszennyezett város volt – végül nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket és a világkiállítás után a Nagy teleszkópot szétszerelték.

A *Roden Kráter* dedikált termében ugyanakkor ideálisak a körülmények égi tűnemények megfigyelésére. A mű távol esik mindenféle koncentráltabb fényforrástól és bármilyen más emberi működéstől is. Emiatt a helyszín és a terem tájolása olyan környezetet hoz létre, mely segítségével zavartalanul fogadhatjuk be a kozmikus jelenségeket, köztük a Hold 18.6 évente beköszöntő holdfordulóját, vagy épp bizonyos napfordulókat.

A tér időbeli feltérképezéséhez kötődik a legutóbbi két szolárgráf munkám, melyek által a tér és az idő kapcsolatának egyedi reprezentálása volt az elsődleges szándékom.

Elsőként 2020-ban terveztem egy olyan rés-panoráma kamerát, mely egy nap alatt fordul meg tengelye körül – követve a Nap horizontális elmozdulását –, ezzel leképezve az idő múlásának és a kamera körüli

⁸⁸ Ismeretlen szerző illusztrációja – Magazine *La Nature*, 1899. február 11., 167.-170. oldal

térnek a korrelációját. Emellett alapvetően arra voltam kíváncsi, hogy miképpen jeleníthető meg egyszerre, egyetlen fotografikus expozíció során a nappal és az éjszaka képe. A képek rollfilmre készültek egy általam átalakított középformátumú kamerával, melyet egy erre a célra készített elektronika és mechanika vezérelt. Ahogyan a kamera az egynapos expozíció közben lassan követte a Nap mozgását, úgy képeződött le a tér egy vékony függőleges sávja a nyersanyagra, miközben csillagunk fénye egy fényívet hagyott maga után. Maga a fényképezés folyamata távolról hasonlított ahhoz, ahogyan egy szkennerek képezi le egyszerre a látvány egyetlen sávját az idő folyamában. A képkészítés közben a mikrokontroller – mely az egész rendszert vezérelte – egy fénymérő szenzor adatai alapján folyamatosan korrigálta a kamerába érkező fény mennyiségét egy erre kialakított optikai rendszerrel, igyekezve fenntartani a helyes megvilágítást a teljes negatívon. Így amikor a Nap a horizont alá ereszkedett, megjelent a felvételen a többi csillag fénye, ezzel egy képkockán kirajzolva az idő legalapvetőbb ciklusának két szélső állapotát.



49. kép: A *Téridő panorámák* sorozat első elkészült körpanoráma felvétele.⁸⁹

Ezzel az eljárással aztán a Hold pályájának időbeli leképezésével is kísérleteztem, ami kirajzolja a Naphoz hasonlóan azokat a kozmikus görbéket a térben, ami az égitestek Naprendszerben történő mozgásának eredménye.

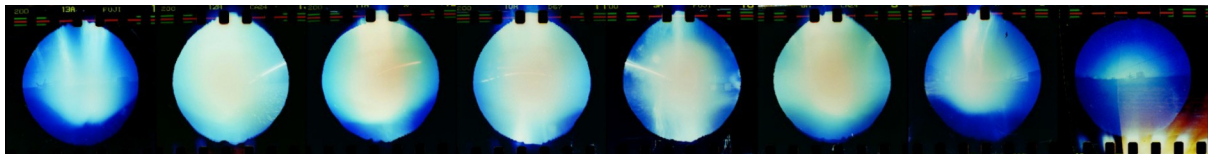


50. kép: Egy kísérleti fénykép a *Téridő panorámák* sorozatból, mely a Hold égi útjának az expozíció során fragmentálódott részletét ábrázolja.⁹⁰

⁸⁹ Saját szolárgráf felvétel.

⁹⁰ Saját szolárgráf felvétel.

A legújabb szolárgráf munkám a 2022-ben elkezdett Téridő Horizontok, melyben az előbbiekhez képest a fókusz Napunk égi útjának időbelisége helyett a készítés terében megjelenő pályáív rajzolatának téri pozíciójára helyeződött át. Ebben a projektben egy olyan 3D nyomtatott kamerát terveztem, mely szimultán készít 8 képet az azt körülvevő horizontról egyenletes felosztással. Ezáltal a megfelelő észak-déli tájolás segítségével, fő- és mellékégtájakra osztódik a tér. Így végül egy olyan 8 képből álló képsor keletkezik egy nap alatt, mely centrumában a nappálya legmagasabb része látható. Ettől szimmetrikusan távolodva, mindkét irányban a Nap által kirajzolt ív egyre közelíti a horizontot, egészen addig amíg teljesen eltűnik alatta az északi szegmens felé közelítve.



51. kép: A teljes horizontot megörökítő, 8 egyszerre exponált képkockából álló fénykép.⁹¹

Ennek az eljárásnak az az érdekessége, hogy a kamera megfelelő paramétereinek ismeretében visszakövethetővé válhatnak az aktuális észlelés helyének szélességi koordinátái a rögzítés idejének ismeretében – és ugyanez visszafelé is igaz. Ezzel a tulajdonságával pedig tulajdonképpen egy olyan szerkezetet sikerült létrehoznom, mely a kozmikus környezetünk tér-idő adatainak rögzítésére is alkalmas lehet.

⁹¹ Saját szolárgráf felvétel.

A múlt távoli fényei

A csillagászati megfigyelésekben az egyik legszignifikánsabb változást és egyben a legnagyobb előrelépést a távcső feltalálása eredményezte. Elképesztő módon járult hozzá ez az eszköz olyan felismerésekhez, melyek az univerzum megértése felé vezettek. Segítségével sikerült Galileo Galileinek felismernie, hogy a Tejútrendszer nem egy derengő ködszerű képződmény, hanem különálló csillagok óceánja, amivel megnyílt az út galaxisunk tényleges struktúrájának felismerése előtt. A Jupiter 4 legnagyobb holdját és azok mozgását is Galileinek sikerült először megfigyelnie távcsővel, ezzel egyértelmű bizonyítékot találva arra is, hogy más égitestek körül is keringhetnek holdak. Emellett a Holdról is készített számtalan észlelési rajzot, olyan részleteket is megörökítve felszínéről, melyek azt megelőzően kivehetetlenek voltak.

A távcső jelentősége elsősorban nem abban áll, hogy felnagyítja az észlelt objektumokat – persze ez sem elhanyagolható szempont, mint ahogy az előbbi példákból is látható –, hanem amiatt kulcsfontosságú, hogy képes a fényt összegyűjteni és ezzel olyan távoli, egészen halvány objektumokat is láthatóvá tenni, amik messze túl vannak a szabad szemes észlelés korlátain. A távcső alapú észlelések során összehasonlíthatatlanul több égitestet sikerült megfigyelnie ahhoz a pár ezer csillaghoz képest, amit amúgy egy ragyogó csillagfényes éjszakán, messze mindentől szabad szemmel is láthatunk.

A távcsövek optikai képességét legjobban leíró adat az átmérőjük. Ez határozza meg, hogy a megfigyelt objektumból érkező fotonok milyen mennyiségét képes összegyűjteni, azaz végső soron azt is, hogy milyen messzire, milyen mélyre lát el az űrben, avagy mennyire rég indult fények megfigyelésére alkalmas. Ennek a leírására szolgál a határmagnitúdó érték is, mely leírja, hogy egy csillagászati eszközzel mi az a tőlünk látható leghalványabb objektum, ami még éppen észlelhető.

A távcsöveknek két fő fajtája létezik, az egyik a refraktor, avagy lencsés távcső, a másik a reflektor, avagy tükrös távcső, melyben egy parabolatükrö gyűjti össze és fókuszálja a fényt egy lencse helyett.

Napjaink csillagászati obszervatóriumaiban szinte kivétel nélkül az utóbbi található és a nagy űrteleszkópok is ezt az optikai rendszert használják. Érdekesség, hogy az utolsó óriás lencsés távcső – ami mind a mai napig a

világ legnagyobb elkészült lencsés távcsöve⁹² – a már említett, 1900-ban a párizsi kiállításra készült Nagy teleszkóp⁹³ volt.

Végül a tükrös rendszerű távcsövek terjedtek el, mert a lencsés távcsövek méretét a tömegük szélsőséges növekedése miatt már nem lehetett tovább növelni.

A távcsövek méretének növekedése amúgy is kihívást jelentett, még az amúgy sokkal kisebb tömegű tükrös teleszkópok esetében is. Ugyanis nemcsak a távcső optikai elemeit kellett megfelelően irányba fordítani, hanem arra is figyelni kellett, hogy ezek az elemek ne torzuljanak mozgatás közben – ami egy több tonnás üvegtömb esetén amúgy is igen körülményes –, de meg kellett oldani a távcsövek mechanikákkal történő forgatását is, hogy azok kompenzálni tudják a Föld állandó elfordulását. A 19. század második felétől felmerült az igény arra, hogy mindezt ráadásul olyan pontossággal tegyék, hogy – az akkor megjelenő fotografikus rögzítés során – akár a hosszú percek, sőt órákon keresztül tartó expozíció közben is mindvégig tökéletes legyen a nyomkövetés.

Érdemes megemlíteni itt William Parsons-nak, azaz Lord Ross-nak Leviathan⁹⁴ nevű teleszkópját, mely a 19. század legnagyobb távcsöve volt a maga 1.83 méteres átmérőjével. Ezt a címet 1917-ben, a 2.54 méter átmérőjű kaliforniai Hooker teleszkóp vette csak át.

A Leviathan távcső észak-déli tájolással és több mint 10 tonna tömeggel rendelkezett. A távcső felfüggesztése alapvetően Alt-Az elrendezésű, azaz függőlegesen és vízszintesen lehetett a felfüggesztése mentén elforgatni. Ugyanakkor a vízszintes tengely mentén mindössze nagyjából 15 fokban, míg függőlegesen nagyobb szögben lehetett az optikai tengelyét forgatni. Viszont éppen ezen fizikai megkötések miatt igen korlátozott volt az egy adott időben megfigyelhető objektumok száma.

⁹² A világ legnagyobb távcsöveinek listája:

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_largest_optical_refracting_telescopes [2023]

⁹³ A Nagy teleszkóp leírása:

https://en.wikipedia.org/wiki/Great_Paris_Exhibition_Telescope_of_1900 [2023]

⁹⁴ A Leviathan távcső leírása:

https://en.wikipedia.org/wiki/Leviathan_of_Parsonstown [2023]



52. kép: A Leviathan teleszkóp egy 1885-ös fényképen.⁹⁵

Mindazonáltal ennek a teleszkópnak a segítségével sikerült Lord Rosznak azt az észlelést is megörökítenie 1845-ben, melyen az akkor még nebulának (porból és gázból álló csillagködnek) gondolt M51 mélyég objektumot ábrázolta. Ezen a rajzon⁹⁶ sikerült az objektum spirál szerkezetét igen nagy pontossággal megörökítenie, ami kérdéseket vetett fel a nebula voltával kapcsolatban. Hasonló észlelést sikerült készítenie néhány évvel később egy másik spirális formájú mélyég objektumról, az M99⁹⁷-ről is.

⁹⁵ A fénykép forrása:

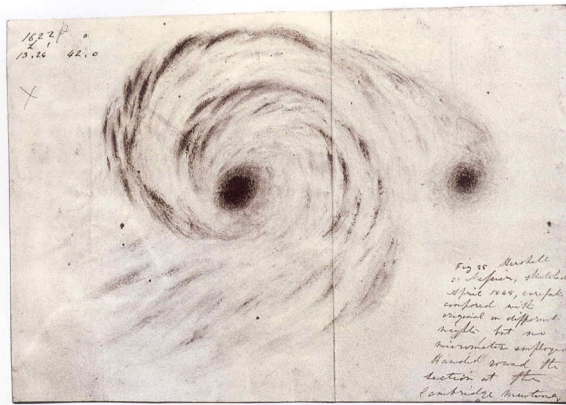
<https://www3.astronomicalheritage.net/index.php/show-entity?identity=198&idsubentity=1> [2023]

⁹⁶ Az M51 észlelési rajza alább elérhető:

http://www.messier.seds.org/more/m051_rosse.html [2023]

⁹⁷ Az M99 észlelési rajza alább elérhető:

http://www.messier.seds.org/more/m099_rosse.html [2023]



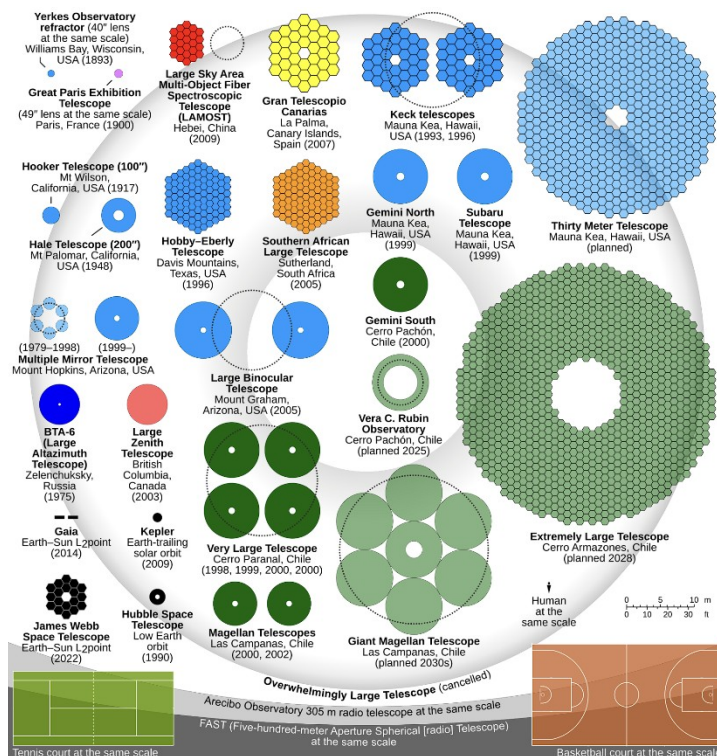
53. kép: Lord Ross észlelési rajza 1845-ből és a Hubble űrteleszkóp által készített 2005-ös fénykép az M51 galaxisról.⁹⁸ Az, hogy az M51 valójában egy spirálgalaxis, csak jó néhány évvel Lord Ross megfigyelése után derült ki.

Érdemes itt a világ legnagyobb teleszkópjait ábrázoló grafikát – amin látható a fénygyűjtő területük egymáshoz arányos mérete – is szemügyre venni és a távcsövek átmérőjét összevetni a szemünk pupillája által épp kirajzolt mérettel, mivel ez az, ami megszabja annak fénygyűjtő képességét. Ha valamelyik képen szereplő optikai teleszkópon keresztül⁹⁹ képesek lennénk az éjszakai eget szemlélni, gyakorlatilag mindent csillagok borítanak el.

⁹⁸ A képek forrása:

<https://writescience.files.wordpress.com/2014/01/messier51rosseht.jpg> [2023]

⁹⁹ Ugyanakkor érdemes megjegyezni, hogy a legtöbb csillagászati észlelést végző teleszkóp kialakítása miatt nem alkalmas közvetlen vizuális észlelésre.



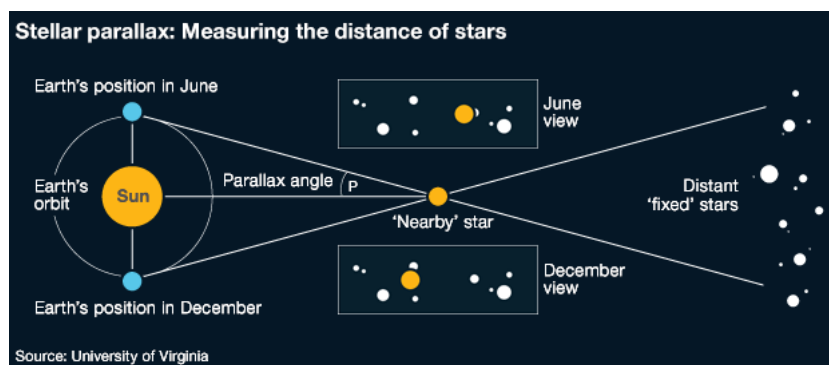
54. kép: A világ legnagyobb távcsöveinek összehasonlító ábrája.¹⁰⁰

Naprendszeren túli távolságokról először a 19. században lett kézzelfogható adataink, addigra érte el a technológia azt a szintet, hogy lehetségessé váljon azokat a parányi szögeltéréseket felismerni, ami addig lehetetlennek tűnt. A parallaxis módszert használva – mely azon alapszik, hogy a Nap körüli pályánk két ellenpontján lemérik egy adott égitest pozícióját a körülötte lévő több égitesthez viszonyítva –, a kapott eltérés alapján kikalkulálhatóvá válik az, hogy milyen távol van tőlünk az adott égitest. Ehhez a méréshez először a legnagyobb saját mozgással rendelkező égitesteket kezdték el vizsgálni¹⁰¹, mivel azoknál volt feltételezhető, hogy a legközelebb vannak hozzánk és így könnyű lehet kimérni őket.

¹⁰⁰ A kép forrása:

https://en.wikipedia.org/wiki/Extremely_large_telescope#/media/File:Comparison_optical_telescope_primary_mirrors.svg [2023]

¹⁰¹ Giles Sparrow: Milyen alakú a világűr?, Scolar kiadó, Budapest, 2019, 21. oldal



55. kép: A parallaxis mérési módszer vázlatos rajza.¹⁰²

Ugyanakkor már két évezreddel korábban is felmerült a görögöknél, hogy ezt a módszert használják a távolság meghatározáshoz. Sokáig amúgy épp ennek a mérésnek a sikertelensége volt az, ami egy plusz érvet szolgáltatott a ptolemaioszi, azaz földközéppontú világkép mellett. Ha a parallaxis módszerrel nem lehet kimérni a távolságokat – azaz minden csillag távolsága egymáshoz képest változatlanak tűnik –, akkor ebből az a következtetés válhat elképzelhetővé, hogy egy gömbfelületen vannak rajta egy amolyan égi búraként, mind egyenlő távolságra tőlünk.

Az első sikeres mérés ugyanakkor olyan meghökkentő távolságot mutatott ki, melyet addig elképzelhetetlennek tartottak. A végtelen tér ekkor elkezdett feltárulni.

Friedrich Bessel 1838-ban 10.4 fényévre mérte ki a 61 Cygni távolságát. Ezzel ez lett az első csillag a Napon kívül, aminek sikerült meghatározni távolságát hozzánk viszonyítva.

Ez ugyanakkor azt is jelenti, hogy az egyik legközelebbi csillag fénye is több mint 10 évig utazik a térben mire eljut hozzánk, azaz lényegében az égbolt összes hozzánk eljutó látható fénye már a réges-rég múltnak a része. Ennek viszont van egy másik következménye is: képesek vagyunk a múlt megfigyelésére. Sőt, tulajdonképpen csak a múlt megfigyelésére vagyunk képesek. Ezáltal viszont a távolság függvényében az Univerzum más-más korára látunk rá és tudjuk megfigyelni. Ez pedig számos lehetőséget nyit az Univerzum feltérképezésére és megismerésére.

A technikai fejlődésével a 20. század elejére értünk az Univerzum léptékének meghatározásában egy újabb mérföldkőhöz.

Ekkor, 1920-ban érte el a tetőpontját a Nagy Vita, mely lényegében arról szólt, hogy a Tejútrendszer egyenlő-e az egész Univerzummal – azaz

¹⁰² A kép forrása: <https://socratic.org/questions/how-stellar-parallax-is-measured> [2024]

lényegében maga az Univerzum –, vagy mindössze annak csak egy része volna?

Felmerült, hogy azok a rejtélyes – addig egyszerűen nebulának hívott –, ködszerű képződmények, ha tényleg a Tejút részei, akkor miért pont azokon a helyeken található belőlük a legtöbb, ami kiesik a Tejútrendszer legsűrűbb részeiből?

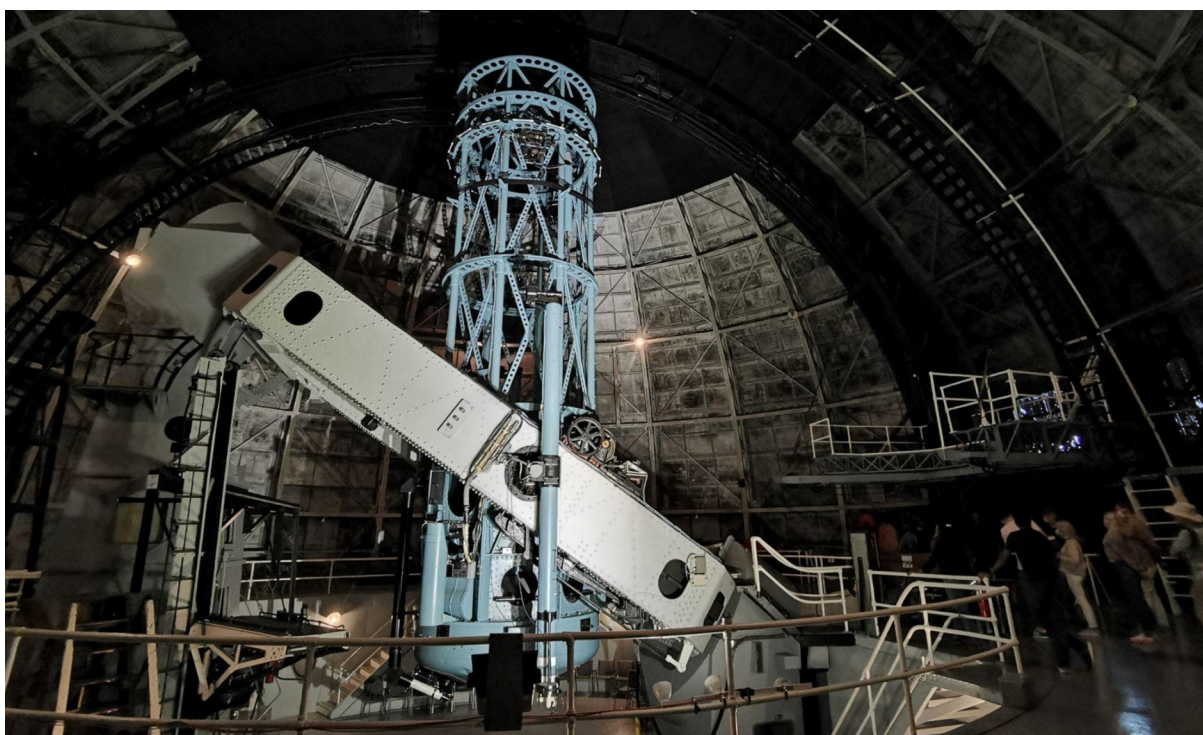
A vita fókuszába épp azok a Lord Ross által is megfigyelt spirális formájú égi objektumok kerültek, mint amilyen az M51 is, vagy akár a hasonlóan spirális alakú Androméda.

Ugyanis addig nem lehetett eldönteni a csillagászati eszközök felbontóképessége miatt, hogy ezek az objektumok valamiféle gázfelhők lennének, vagy csillagok sokaságából összeálló, a mi galaxisunkhoz hasonló képződmények.

Ekkor válik egészen szignifikáns jelentőségűvé az a távcső, melyet a Mount Wilson Obszervatóriumban 1917-ben installáltak a helyére. Ez a teleszkóp az első óriástávcső volt a Leviathan-t követően, felülmúlva fénygyűjtő képességében elődjét, ráadásul már mozgását sem kötötte saját struktúrája, így teljesen szabadon tudott körbefordulni a hatalmas kupolában. Ez a 2.54 méter átmérőjű Hooker távcső volt, melynek mechanikus rendszere már ekvatoriális tájolású volt, és az asztrofotográfiára optimalizálva tervezték.



56. kép: A kaliforniai Mount Wilson obszervatórium Hooker teleszkópot rejtő kupolája.¹⁰³



57. kép: A 100" átmérőjű Hooker távcső.¹⁰⁴

¹⁰³ Saját felvétel.

¹⁰⁴ Saját felvétel.

1924-ben ennek a teleszkópnak a segítségével sikerült Edwin Hubble csillagásznak megválaszolnia a nagy kérdést: az Univerzum határai közel sem egyeznek a Tejút méreteivel, hanem messze-messze túlnyúlnak azon. Ugyanis ezzel a távcsővel már sikerült olyan képeket készíteni, amin egyértelműen kivehető csillagok rajzolódtak ki az addig csak nebuláknak azonosított spirális objektumok spirálkarjain.

A Henrietta Swan Leavitt amerikai csillagász által azonosított Cefeidák változócsillagok fényváltozásainak törvényszerűségének ismeretében Hubble-nek lehetősége nyílt kiszámítania, hogy ezek milyen távolságra vannak tőlünk. Ezzel pedig lehetősége volt azt is megbecsülni, hogy az Androméda objektum milyen távolságra lehet¹⁰⁵. A mérések alapján kiderült, hogy az egészen addig elképesztően messzinek tűnő 2.5 millió fényévre helyezkedik el, ami miatt az is egyértelművé vált, hogy bőven a mi galaxisunk távoli határain túl található. Ezzel pedig végső bizonyítékot szolgáltatva amellett, hogy a Tejútrendszer csupán egyetlen a galaxisok milliárdjainak tengerében, a szabad szemmel még épp kivehető, hozzánk egyik legközelebb lévő ilyen, az Androméda galaxis pedig minden addigi elképzelésnél távolabb van.

Hubble számításai arra mutatnak rá, hogy a legkülső magenta kör – ami a tejútrendszer külső határát jelöli¹⁰⁶ – átmérőjénél nagyjából 25-ször van messzebb az Androméda galaxis, az egyik égi szomszédunk, amit egészen a 2.54 méter átmérőjű Hooker távcsővel való fotografikus megfigyelésig egyszerűen képtelenek voltunk részleteiben kivenni.

Ezen kozmikus távolságok felismerését pedig nagyjából csak egy évszázaddal ezelőtt sikerült feltárni.

Néhány évvel később Hubble-nek sikerült kimérni a vöröseltolódás tanulmányozásának segítségével azt is, hogy Univerzumunk nem csak sokkal nagyobb annál, mint ahogy addig elképzeltük, de egyben tágul is. Azaz minden, ami a galaxisunkat és a gravitáció által összetartott néhány másik galaxist körülvesz, távolodik tőlünk. Még hozzá annál jelentősebben, minél távolabb van tőlünk. Ezt írja le a Hubble állandó.

Ez pedig gyakorlati bizonyítékkal szolgált az Ősrobbanás elméletére, mely leírja a Világ keletkezését. Ez a standard kozmológiai modell, mely a legnagyobb léptékváltást, az idő és a tér születését, az Univerzum létrejöttét és formálódását írja le.

¹⁰⁵ Giles Sparrow: Milyen alakú a világűr?, Scolar kiadó, Budapest, 2019, 27.-28. oldal

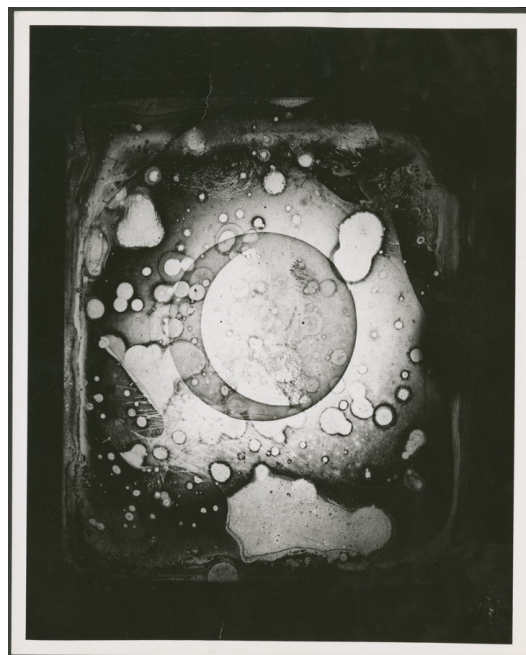
¹⁰⁶ Az értekezés elején található ábrán látható legkülső magenta színű kör, mely a galaxisunk kiterjedését jelöli.

Csillagfény a lemezen

A távcső feltalálása után a fotografikus képrögzítés volt az, ami alapvetően írta felül az addigi lehetőségeket és ezáltal új kaput nyitott a Kozmosz feltérképezésére. Ezután már nem csak megfigyelni lehetett az Univerzum távoli részeit, de az észlelést magát lehetett rögzíteni. Ezzel egyrészt sikerült kiiktatni a megfigyelő esetleges pontatlanságát, másrészt olyan új módszerek felhasználásához is vezetett – például a spektroszkópos¹⁰⁷ megfigyelésben –, melyek egészen egyszerűen addig kivitelezhetetlenek voltak.

Ugyanakkor az első olyan képek, amelyeket fotografikusan sikerült rögzíteni, elsősorban nem tudományos szempontból voltak különösen érdekesek, de minden kétséget kizáróan egy új korszak beköszöntének hírnökei lettek.

A fotográfia médiumának 1839-es bemutatását követően egy évvel már John William Draper-nek sikerült fényképet készíteni a Holdról és így az első égitest lett, amit ezzel az új eljárással dokumentáltak.



58. kép: Az első fénykép a Holdról.¹⁰⁸

¹⁰⁷ A spektroszkópos vizsgálat leírása alább elérhető:

<https://www.eso.org/public/teles-instr/technology/spectroscopy/> [2023]

¹⁰⁸ A kép forrása:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/34/John_W_Draper-The_first_Moon_Photo.jpg [2023]

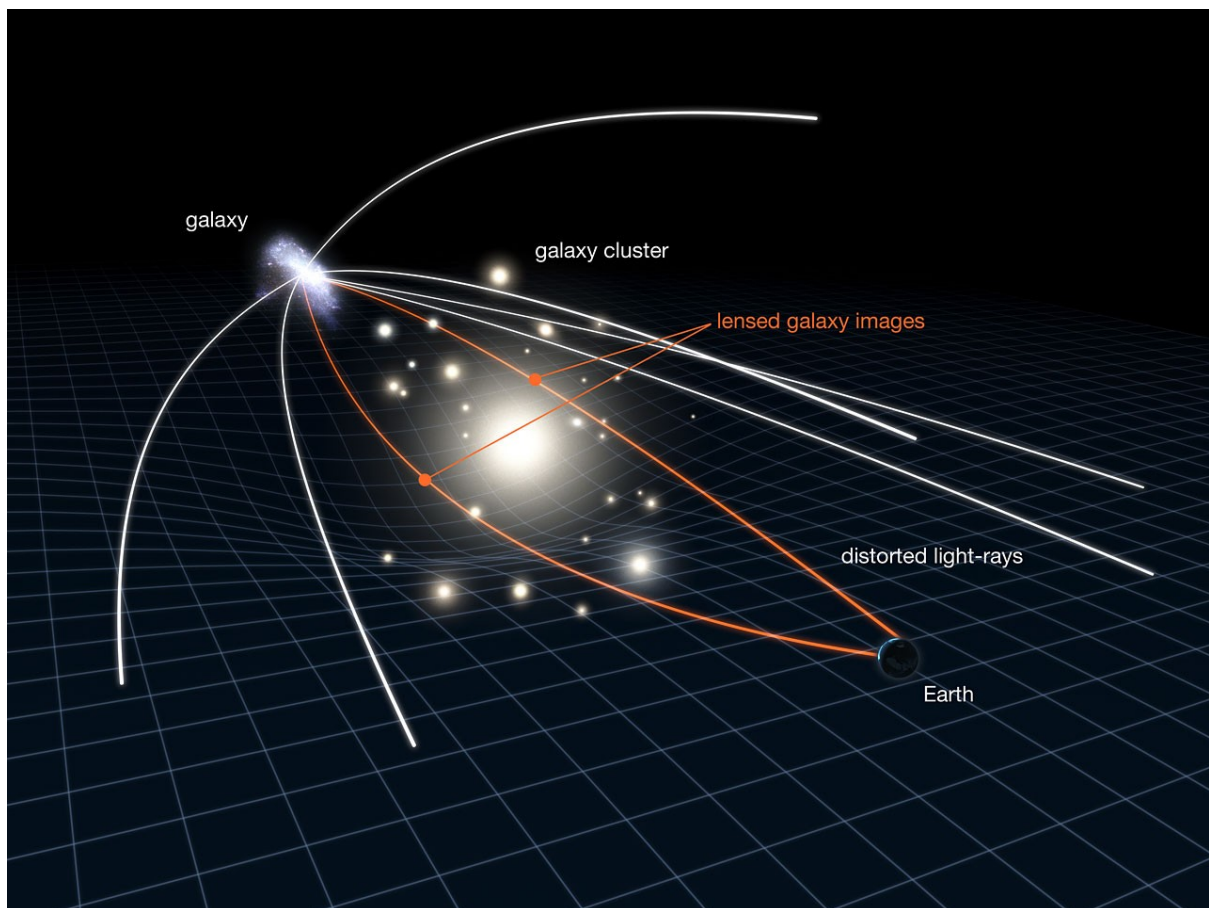
1851-ben elkészült az első éles fotográfia egy napfogyatkozásról is. Aztán ahogy sikerült tökéletesíteni a fotografikus módszereket és a távcsövek követő mechanizmusát, úgy tárult fel a Univerzum vizuális képe nem csak a kutatók, hanem mindenki más számára is.

Ugyanakkor az asztrofotográfia segítségével nemcsak az abszolút – vagy annak hitt – „valóságot” sikerült rögzíteni, de a segítségével lehetőség nyílt a téridő relatív voltának feltárására is.

Einstein a relativitás elméletében előre jelezte, hogy egy nagy tömegű test meghajlítja maga körül a téridő szövetét és ezzel képes a közelében elhaladó fény egyenes vonalú mozgását is eltéríteni, ezzel gravitációs lencsehatást létrehozva a világűrben. Ennek jelentősége rengeteg irányba terjed ki amellet, hogy belegondolni is egészen elképesztő.

Egyrészt a legkézenfekvőbb következmény az, hogy egy gravitációs lencsehatás fotografikus megörökítésével alátámasztható az elmélet. Másrészt ennek a jelenségnek a segítségével az Univerzum olyan távoli részeibe is be lehet látni, amit amúgy nem lehetne megfigyelni, mert például épp kitakarja valamilyen égitest, vagy egyszerűen annyira apró, hogy amúgy nem látnák meg. A gravitációs lencsehatás egy másik következménye az is, hogy egy adott égi objektum akár többszörözve is megfigyelhetővé válhat a lencse körül. Így a tér egy szegmense látszólag az űr több részét is képes kitölteni, avagy képes több mezőben is feltűnni. Ráadásul létrejöhet olyan szituáció is, aminek következtében több egymást optikailag átfedő gravitációs lencsehatás úgy „töri szét” a teret és időt, hogy ugyanaz az esemény – a tér egy bizonyos szeletében – több időszámban is megfigyelhető lesz, ezzel megidézve egy kozmikus időgépet¹⁰⁹.

¹⁰⁹ Giles Sparrow: Milyen alakú a világűr?, Scolar kiadó, Budapest, 2019, 58. oldal

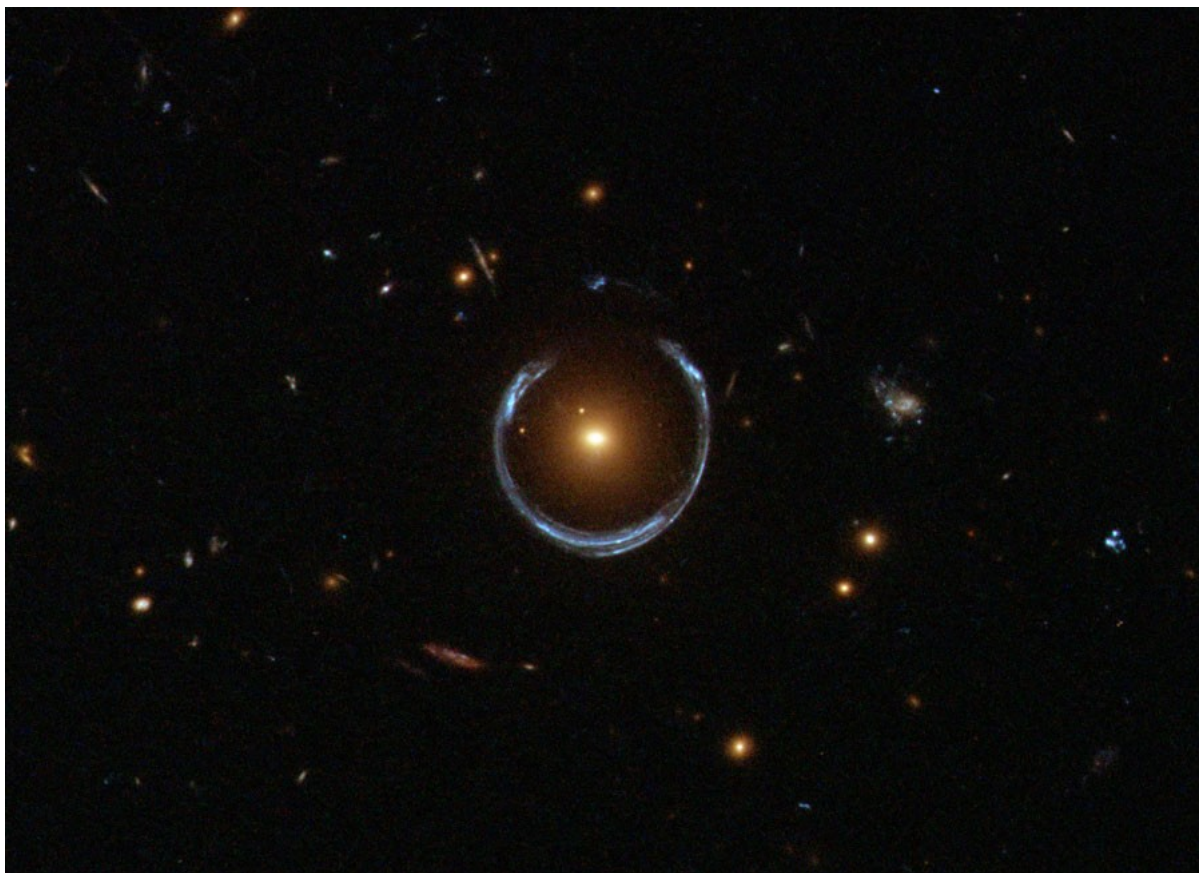


59. kép: A gravitációs lencsehatást magyarázó ábra.¹¹⁰

Ugyanakkor az a helyzet is előállhat, hogy egy mozgó nagy tömegű objektum elmozdulása közben képes úgy meggyűrni maga körül a téridőt, hogy az deformálja az űr terét miközben az idő folyamán a szemlélő "előtt" elhaladva egy folyamatosan változó torzulást hoz létre a téridő szövetén.

¹¹⁰ A kép forrása:

<https://esahubble.org/images/heic1106c/> [2024]



60. kép: A gravitációs lencsehatás miatt kirajzolódó Lópatkó Einstein gyűrű a Hubble űrteleszkóp egyik felvételén.¹¹¹

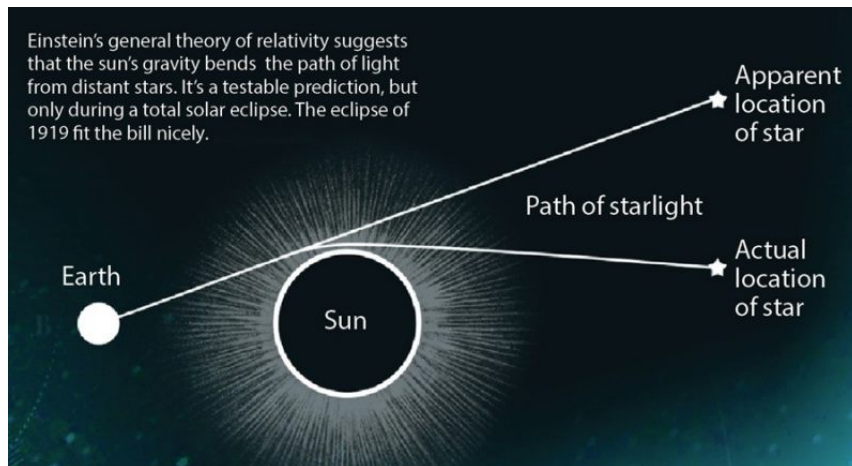
1919-ben a Nap segítségével lehetőség nyílt az általános relativitáselmélet alátámasztására¹¹², mivel csillagunk tömege akkora, hogy környezetében már fellép a gravitációs lencsehatás, fényelhajlást okozva. Így a relativitáselmélet alapján a Nap mellett megfigyelhető csillagoknak egy fényképen máshol kellene megjeleníteniük, mint az a csillagtérképek alapján várható lenne. Viszont ahhoz, hogy ezt meg lehessen örökíteni fotografikusan, egy speciális helyzetre van szükség amire egy napfogyatkozás kínál tökéletes lehetőséget, mivel ekkor a Hold által kitakart Nap mellett előtűnnek a csillagok.

¹¹¹ A kép forrása:

<https://apod.nasa.gov/apod/ap111221.html> [2024]

¹¹² A kísérlet leírása:

https://en.wikipedia.org/wiki/Eddington_experiment [2023]



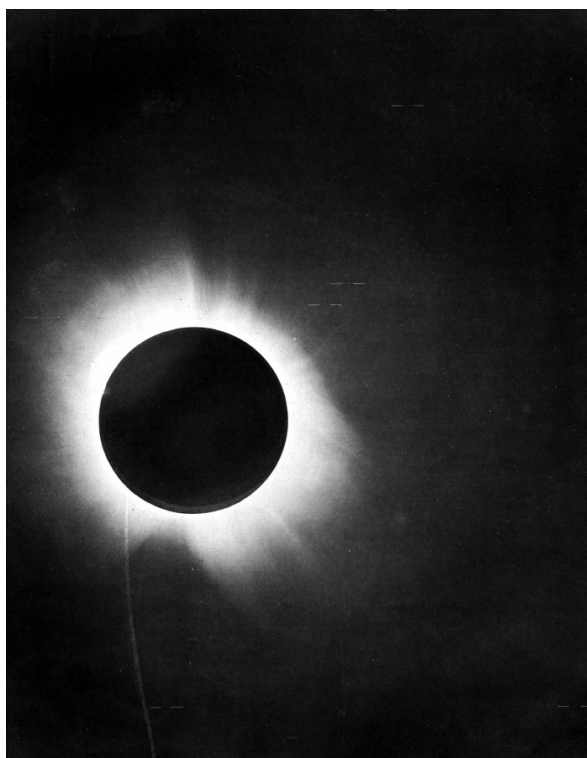
61. kép: A napfogyatkozásakor tapasztalható eltérés vázlatos és túlzó rajza.¹¹³

Az 1919-es napfogyatkozás megfigyelésére két expedíció is indult, az egyik a Brazíliában lévő Sobral városába, míg a másik a nyugat afrikai Príncipe szigetére. Végül ezek sikerrel jártak, bár mindkét megfigyelési helyen adódtak nehézségek. Míg Brazíliában a főtávcső élességi beállításával voltak problémák, addig Afrikában az időjárás okozott gondot.

Ugyanakkor néhány fotografikus lemez egyértelműen bizonyította, hogy Einsteinek igaza van. Ennek jelentősége pedig amellet, hogy a gravitációs hatásról azóta egészen máshogy gondolkodunk – mivel a téridő elhajlítására is képes –, arra is kiterjed, hogy a megfigyelt – a tisztán látott és rögzített – valóságról is új fogalmat alkothattunk.

¹¹³ A kép forrása:

<https://earthsky.org/upl/2019/05/eclipse-solar-light-bends-star-positions-GSFC-NASA-e1559038971248.jpg> [2023]



62. kép: Az 1919-es Napfogyatkozás során készített fénykép mely bizonyította, hogy Einstein relativitáselmélete helyes.¹¹⁴

John G. Barrow A Művészi Világegyetem című könyvében rámutat arra a véletlen egybeesésre, hogy ha a Föld-Hold távolság eltérne a mostanitól¹¹⁵, akkor egy napfogyatkozás alkalmával ezt az eseményt nem lennénk képesek megfigyelni és emiatt valószínűleg jóval később lehetett volna csak bizonyítani a relativitás elméletét.

Ennek a térbeli eltérés észlelésének a tulajdonképpeni párja a Joseph Hafele és Richard Keating által végzett 1971-es kísérlet¹¹⁶, melyben nagy pontosságú atomórákat vittek repülőgépekkel a Föld körül, ezzel lelassítva vagy épp felgyorsítva az adott eszközöket a Föld forgási sebességéhez viszonyítva. A visszatérés után aztán összehasonlítva az eredményeiket a Föld felszínén hagyott referencia órákhoz viszonyítva azt tapasztalták, hogy eltérés keletkezett a megfigyelésben résztvevő eszközök által rögzített időben. Ezzel igazolták az idő dilatáció létezését, és tulajdonképpen azt is, hogy Einsteinnek igaza van: az idő valóban az, amit a megfigyelő órája mutat.

¹¹⁴ A kép forrása:

<https://earthsky.org/human-world/may-29-1919-solar-eclipse-einstein-relativity/> [2023]

¹¹⁵ John D. Barrow: A Művészi Világegyetem, Vince Kiadó, Budapest, 2000, 164. oldal

¹¹⁶ A kísérlet részletesebb leírás az alábbi linken érhető el:

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Relativ/airtim.html> [2024]

Léptékek és képzetek

Olykor az egyszerűen megfigyelhető égi jelenségek is lehetnek szubjektívan ugyanolyan meghatározhatóak, mint az Univerzum titkait sejtető nagy észlelések. Akár egy Hold- vagy Napkelte, vagy éppen nyugta is lehet elementáris. Ahogy a Nap fénye lassan átszínezi az égboltot, majd annak hiánya engedi kirajzolni a csillagokat körülöttünk, felfedve egyúttal kozmikus helyzetünket is. A közben kirajzolódó gradienst pedig a víz hullámaival széttörölve – és így változó frekvenciákba összefogva – a látvány még elemibbé válik. Talán pont amiatt, mert így épp megsejthetünk valamit a fény természetéből is?

Ha szerencsénk van egyszer repülőgépből hajszolni a Napot, akkor tanúi lehetünk annak, ahogy látszólag drasztikusan lelassul vagy épp felgyorsul az általunk érzékelt idő annak függvényében, hogy milyen sebességgel és milyen irányba haladva tapasztaljuk meg az égi eseményt. Egy ilyen speciális észlelés képes egészen mélyen felülni a belső óránkat, amellet, hogy elképesztő látni egy ilyen alapvető kozmikus jelenséget szétfolyni az időben. Vagyis inkább az idő folyik szét, a jelenség pontosan ugyanannyi ideig történik, mint bármikor máskor, csak a térbeli koordinátáink által, adott esetben több időnk jut a megfigyelésére.

Az előbbi érzet hasonló ahhoz, ahogy a különböző földrajzi szélességeken a már tárgyalt módon tűnik felgyorsulni vagy éppen lelassulni az adott napszak időérzékelése – az adott helyen tapasztalható égi nappálya szöge miatt. Csak ebben az esetben a tér írja felül a szokásos benyomásainkat.

Ez a tapasztalás nagyon fontos amiatt is, hogy közelebb kerüljünk az idő relativitásának megérzéséhez és akár megértéséhez is, valamint a Naprendszeren belüli téridő összefüggés egyes aspektusainak közvetlen átéléséhez.

Egy égi jelenség repülőgéppel való elnyújtásának talán az egyik legtökéletesebb példája az lehetett, amikor 1973-ban egy teljes napfogyatkozást vettek üldözőbe egy Concord-dal a kutatók, hogy minél tovább meg tudják figyelni azt a Szahara felett átsuhanva. Ezzel aztán sikerült minden idők leghosszabb – 74 perces – teljes napfogyatkozását észlelniük a gépen tartózkodóknak.

Persze egy teljes napfogyatkozás önmagában is elképesztő élmény. Emlékszem, hogy számomra mennyire szürreális volt átélni 1999-ben Tihanyban a 20. század utolsó teljes napfogyatkozását. Ahogyan a Hold

egészen kitöltötte a Napkorongot csak egy vékony gyűrűt hagyva maga körül. Ezzel addig nem tapasztalt módon árnyékba borította körülöttem a tájat néhány egészen éterinek tűnő percre.

Először csak erőtlenné vált a Nap fénye, majd szinte teljesen elhalt, miközben megzavarodott madarak vijjogva kezdtek körözni az égen. A világ egészen sötétbe borult miközben olyan érzetem támadt, mintha abban a pillanatban maga az idő került volna egy addig nem tapasztalt dimenzióba velem együtt. Egyszer csak mindenféle előjel nélkül váratlanul kifagyott minden. Megállt az idő.

Mámorító volt.

Azt hiszem akkor nem csak én éreztem így, körülöttem mindenkin hasonló ámulat lett úrrá. Az alattam elterülő tó egy nagyobb szeletét belátva pedig megtapasztalhattam, hogy a gépeket is kizökkentette megszokott működésükből a jelenség: vakuk százai villantak értelmetlenül egymás után körben a parton a megzavarodott fénymérők következtében. Megdöbbentő volt ahogyan mindenfelé egyszerre sziporkáztak. Paradox módon így épp a jelenség észlelői váltak jelenséggé néhány rövid pillanatra.

A napfogyatkozás éteri volta miatt nem nehéz elképzelni, hogy milyen érzetet vált ki a jelenség, ha teljesen váratlanul következik be. Egészen valószínűtlennek tűnhet, ahogyan látszólag szétbomlik a valóság szövete annak bekövetkezésekor.

Az első rögzítetten előre prognosztizált napfogyatkozás¹¹⁷ több mint 2600 évvel ezelőtt a feltételezések szerint olyan hatást gyakorolt egy csatában épp egymással harcoló seregekre, hogy az évek óta vívott háborúnak is véget vetett, nem csak az aktuális harcnak.

A korábban már tárgyalt 1919-es principe-i észlelés viszont nem közvetlen hatása miatt vált történelmi jelentőségűvé, hanem a róla készült képen kimérhető mikró eltérések miatt nyitott új kapukat a világűr értelmezésére. Ezek az alig kimérhető eltérések ugyanakkor két világkép – a newton-i és einsteini-i – között meghúzódó elképesztően eltérő világlátást először rajzolták ki sikeresen.

Meghökkenítő lehetett kimérni a fényképen a Nap körül megjelenő csillagok távolságát a tényleges távolságokhoz viszonyítva és ily módon bizonyítékot kapni csillagunk hatalmas tömegének fényelhajlító

¹¹⁷ A napfogyatkozás részletes leírása az alábbi linken érhető el:

<https://artsandsciences.syracuse.edu/2024-eclipse/the-first-predicted-eclipse/> [2024]

képességére. Ezzel pedig nem csak a fény útjának meghajlása rajzolódott ki a térben, hanem közvetlen bizonyíték is keletkezett a relativitáselmélet helyességére és a téridő mélyebb összefüggéseire is.

Enélkül pedig nem csak a csillagközi távolságok eltolódása válna megjósolhatatlanná, hanem már a Földön is képtelenek lennénk navigálni¹¹⁸.

Visszatérve a napfogyatkozáshoz, de a bolygónk felületét némiképp elhagyva megpillanthatjuk az atmoszférában a Hold által létrehozott árnyékkúpot miközben a Nap gyűrűje ragyog benne. Vagy még feljebb emelkedve a Nemzetközi űrállomásról már egy valószínűtlen sötét foltként jelenik meg bolygónk felszínén a Hold vetett árnyéka következtében sötétbe borult térrész.



63. kép: Repülőgép ablakából látható kúpszerű árnyék egy teljes napfogyatkozás során.¹¹⁹

¹¹⁸ A jelenség okainak magyarázata az alábbi linken érhető el:

<https://www.astronomy.ohio-state.edu/pogge.1/Ast162/Unit5/gps.html> [2024]

¹¹⁹ A kép forrása: <https://apod.nasa.gov/apod/ap240331.html> [2024]



64. kép: A Hold vetett árnyéka látható a Földön egy teljes napfogyatkozás során a Nemzetközi Űrállomásról.¹²⁰

Ugyanaz a jelenség, mégis a megtapasztalás nézőpontjának függvényében mennyiféleképpen képes kirajzolódni, vagy éppen hatást gyakorolni ránk.

Ugyanakkor a tér játéka egészen egyszerű, de mégis egészen éteri égi tűnemények létrehozására is képes.

2022-ben szerencsés módon éppen a nyári napforduló környékén tölthettem egy hónapot Helsinki mellett a Budapest Galéria rezidencia programja keretében. A sarkkörhöz közeli éjszakák nem csak a korábban már leírt relatív idő tapasztalás miatt voltak számomra jelentősek, hanem az éjszaka olykor megfigyelhető sejtelmes fényben úszó felhők miatt is. Napnyugta után csillagunk még hosszú ideig képes megvilágítani az atmoszféra magasabb tartományában lévő felhők alját, ezzel földöntúli derengésbe vonva a vidéket.

Ugyanúgy a tér egy speciális együttállása kelti életre őket, mégis egészen máshogyan jelentős, mint amikor épp egy hosszú égi ciklus végpontját elérve válik tapinthatóvá az idő dimenziója.

¹²⁰ A kép forrása:

<https://www.abc.net.au/news/2024-04-11/nasa-shows-solar-eclipse-from-space-station/103694564> [2024]

Az archeoasztrolómiához köthető ősi építmények éppen ezeket a kozmikus hullámzásokat emelik ki és fokozzák fel meghökkentően. Ahogyan a tér szélső dimenziói megjelennek az adott ciklus során – mint például a tél és nyár kulminációja, – vagy a Hold 18,6 évenkénti szélső értékei. Elképesztő ahogyan hatalmas kőtömbökbe voltak képesek kódolni az idő ritmusát. De az is, ahogy azok segítségével olvashatóvá válik mindez. Akik pedig ezeket voltak hivatottak megfigyelni, mit élhettek át egy hosszan várt jel feltűnésekor? Vagy akkor amikor a kiválasztott kőtömbök között végigvilágított a Nap első vagy utolsó sugara, vagy épp egy spirál kitüntetett részét futotta be a kiválasztott helyen, megjelölve az év egy adott pontját?

De ezek a jelek nem csak az idő egy adott pontját jelölik, hanem térbeli koordinátákat is, bolygónk Nap körüli útjának kitüntetett pontjait.

Mekkora biztonságot jelenthetett a megfigyelők számára ahogyan egy végpont elérése után a fény megindult visszafelé?

A kozmossszal foglalkozó land art munkák éppen ebbe a nézőpontba helyezik a befogadót: az Univerzum ritmusát vizsgáló kiválasztott helyen lévő megfigyelőjébe, aki közvetlenül tapasztalhatja meg a predesztinált kozmikus eseményeket. Így elsőkézből teszik átélhetővé azt, amit egykoron élhettek át elődeink szabadszemes obszervatóriumaikban.

Bolygónk két pontján – a pólusokon – ugyanakkor elvesznek a legalapvetőbb kozmikus ciklus megszokott koordinátái, minden nappal új helyen virrad ránk a Nap évente egyszer.¹²¹ Persze az irányok megszokott értelme is elveszik, hiszen az Északi-sarkon állva csak dél felé indulhatunk el, míg a Déli-sarkról csak észak felé mehetünk.

Mindazonáltal bolygónkról ezekről a pontokról szemlélhetnénk a leghosszabb egybefüggő időtartamban a Nap égi útját. Egyben rajzolódik ki annak a dupla kettős spirálnak az egyik fele, amit csillagunk felettünk bejár az égen. Nem véletlen, hogy megannyi helyen és korban tűnik fel a spirál forma egymástól függetlenül.

Számos eltérő csillagkép-hagyomány jött létre bolygónk különböző részein, ami abból a szempontból nem is meglepő, hogy mennyire máshogyan tapasztalható meg és mennyire másmilyennek tűnhet az égitestek mozgása különböző térbeli pozíciókból.

¹²¹ Szécsényi-Nagy Gábor: Tájékozódás a csillagos égen, Tankönyvkiadó Vállalat, Budapest, 1987, 39.-45. oldal

Vajon milyen szinten szőtte át ez az adott helyen élők gondolatvilágát? Az biztos, hogy egészen eltérő mintákat és történetek rajzoltak fel az égre egyes népcsoportok, benépesítve az adott helyről észlelhető égrészt.

Azon elődeink számára, akik nem voltak helyhez kötve és eljuthattak távoli világokba, addig ismeretlen csillagok képe is feltáruhatott.

A kozmosz ismétlődő jelenségei mellett viszont még kardinálisabbak lehettek azok az észlelések, amikor egy égi jelenség váratlanul tűnt fel.

Milyen lehetett előzmény nélkül megpillantani egy ismeretlen égitestet ami napokon-heteken keresztül valószerűtlen utat jár be a jól ismert csillagokhoz képest? Egy üstökös most szemlélve is látványos jelenség, de ismeretek hiányában könnyű lehetett földöntúli jelnek tekinteni. Persze épp az észlelések hatására most már ismerjük eredetüket.

Vagy hosszan szemlélni azokat a ritka meteorraj viharokat az égen, amik közben akár másodpercenként tucatnyi meteor felfénylést lehetett detektálni?

Káprázatos lehetett az 1833. novemberi éjszaka¹²², amikor a Leonidák meteorraj elképesztő intenzitásban jelentkezett, egészen elborítva az esti eget, mély hatást téve az azt átélőkben, megannyi pillangóhatást kiváltva ezzel a feljegyzések alapján.

Vagy fehér Flare kitörést megpillantani a Napon?

Először Richard Carrington angol csillagásznak sikerült ilyen megfigyelnie¹²³, Richard Hodgson-nal egyidőben. A feljegyzéseiből kiderült, hogy az addig nem tapasztalt nagyon ritka napkitörés komoly izgatottságot váltott ki a megfigyelés közben a csillagászból. A jelenséget aztán az eddig rögzített legerősebb geomágneses vihar követte, mely során olyan intenzív sarki fény ragyogta be az eget, ami mellett Amerika Északkeleti részén olvasni lehetett az éjszaka során és még megdöbbenőbb módon Kubából meg Mexikóból is látható volt. Ez a később Carrington eseményként elhíresült jelenség abból a szempontból is elgondolkodtató, mert mindössze két ember volt, aki detektálta az azt kiváltó okot, magát az eseményt – aminek eredete akkor még ismeretlen

¹²² A jelenség részletesebb leírása az alábbi linken érhető el:
<https://leonid.arc.nasa.gov/history.html> [2024]

¹²³ Szécsényi-Nagy Gábor: Flércsillagok statisztikus fotometriai vizsgálata a Pleiádokban [Doktori értekezés], Budapest, 1978, 10.-12. oldal

volt –, viszont a következményeket sok millióan élték át, ami így az egyik legnagyobb kozmikus jelenség észlelés is lehetett.

De azt gondolom, hogy azok az észlelések is ugyanennyire jelentősek, amiket csak egymagunk figyelünk meg.

Mondjuk látni az állatövi fényt feltűnni a horizonton és tudni azt, hogy naprendszerünk pályasíkjának kirajzolódását látjuk épp, apró porszemcséket, melyeket a nap fényében derengenek.

Vagy akár csak egy autóban suhanva percek alatt figyelni egy hegygerinc által kettészelt kelő Holdat táncolni a horizonton.

Vagy egy sivatag mély sötétjéből figyelni ahogyan galaxisunk körbe öleli bolygónkat.

A kozmikus valóságot egy teleszkóppal figyelve pedig olyan távoli dolgok elevenedhetnek meg előttünk, amikről addig nem volt fogalmunk sem. A bolygók holdjai, a világ közepének kérdésköre, a galaxisunk mérete, a csillagok távolság, az Univerzum viselkedése és léte mind így vált ismertté.

Amikor Hubble belepillantott a Mount Wilson Obszervatórium óriástávcsövébe a szemnél 130.000 szer érzékenyebb optikába, addig nem ismert dimenziók tárultak fel előtte. Kirajzolódtak csillagok millió az odáig felhőnek vélt formákból, addig nem érzékelt mélységben tárva fel a Világot előtte, majd mindannyiunk előtt.

Összegzés

Az Univerzum megértésének folyamata alapvetően határozza meg mindannyiunk életét, gondolkodását és végső soron azt is, hogy hogyan tekintünk a minket körülvevő Világra.

Egy sokezeréves folyamat végeredményeként sikerült a minket körülvevő égitesteket elhelyeznünk a térben és ezzel lassan feltárnunk azt is, hogy az a rendszer, amiben élünk, mennyi ideje is formálódik.

Azt találtuk, hogy a tér és az idő alapvetően függ össze, egymást határozzák meg kozmikus szinten.

Ennek a mai napig tartó felfedezés sorozatnak a segítségével sikerült kapcsolatuk mibenlétének részleteit felfejteni, és így az egymásból következő természetüket arra felhasználni, hogy a téridő szövetének adott esetben éppen ismeretlen szegmensét fel tudjuk tárni.

Ehhez ugyanakkor nemcsak szenzoraink és műszereink hihetetlen érzékenysége és finomhangolására volt szükség, hanem olyan képzelőerőre is, mely teret engedett az Univerzum addig még fel nem tárt mélységeinek gondolati előfeltételezéseire.

Ennek segítségével sikerült aztán átlépni olyan – elméleti és gyakorlati – tér és idő korlátokon, melyek addig elképzelhetetlennek tűntek. A felismerések ezen pillanatai vezettek aztán olyan nézőpontváltozásokhoz, melyek egyetemes léptékváltást eredményeztek mindannyiunk számára. Ezek a léptékváltások pedig addig ismeretlen világképekhez vezettek el minket.

Ezeket a létrejött új világképeket olyan elméletek és feltevések támasztották alá, melyek az adott korban a lehető legtökéletesebben próbálták egyenletekbe sűríteni az Univerzum működését. Ezzel egyúttal kalkulálhatóvá is tették azt, előre jelezve annak jelenségeit.

Ennek az elképesztő folyamatnak a végeredményeként sikerült egészen a megfigyelhető Univerzum határait is elérni végül legérzékenyebb detektorainkkal. Ezen a térben gömbfelületet öltő felszínen túl, az utolsó határt, a kozmikus eseményhorizontunk jelenti, amit a még gondolat formájában sem létező, jövőbeli műszerekkel is csak utódaink remélhetnek megfigyelni.

Ez az, ami a térbeli helyzetünkből az Univerzum beláthatóságának abszolút végső határát jelöli a jövőben.

Ugyanakkor minden viszonylagos. Ez is. Ahogy tovamozdulok a térben, az Univerzum Eseményhorizontja is követ engem.

Irodalomjegyzék

1. John D. Barrow: A művészi Világegyetem, Vince kiadó, Budapest, 2000, 170. old.
2. John D. Barrow: A Művészi Világegyetem, Vince Kiadó, Budapest, 2000, 168.-172. old
3. Ken Taylor: Celestial Geometry, Watkins, London, 2012, 64. oldal
4. Ken Taylor: Celestial Geometry, Watkins, London, 2012, 164.-165. oldal
5. Ken Taylor: Celestial Geometry, Watkins, London, 2012, 96.-97. oldal
6. Ken Taylor: Celestial Geometry, Watkins, London, 2012, 98.-99. oldal
7. Ken Taylor: Celestial Geometry, Watkins, London, 2012, 136.-139. oldal
8. Ken Taylor: Celestial Geometry, Watkins, London, 2012, 146.-147. oldal
9. Ken Taylor: Celestial Geometry, Watkins, London, 2012, 162.-163. oldal
10. Ken Taylor: Celestial Geometry, Watkins, London, 2012, 164.-165. oldal
11. Ken Taylor: Celestial Geometry, Watkins, London, 2012, 172. oldal
12. Ken Taylor: Celestial Geometry, Watkins, London, 2012, 184.-187. oldal
13. Ken Taylor: Celestial Geometry, Watkins, London, 2012, 74. oldal
14. Joachim Herrmann: Atlasz – Csillagászat, Athenaeum 2000 Kiadó, Budapest, 2002, 62-63., 65. oldal

15. Joachim Herrmann: Atlasz – Csillagászat, Athenaeum 2000 Kiadó, Budapest, 2002, 196. oldal
16. Kutrovátz Gábor: A csillagászat története 1. - A föld mozgása és a világ méretei prezentáció
17. Simon Singh: A Nagy Bumm, Park könyvkiadó, Budapest, 2006, 22.-24. oldal
18. Szécsényi-Nagy Gábor: Tájékozódás a csillagos égen, Tankönyvkiadó Vállalat, Budapest, 1987, 12.-13. oldal
19. Carlo Rovelli: Az idő rendje, Park kiadó, Budapest, 2022, 63-64. oldal
20. Carlo Rovelli: Az idő rendje, Park kiadó, Budapest, 2022, 64. oldal
21. James Burke: Kapcsolatok, Pécsi direkt Kft. Alexandra Kiadója, Pécs, 2006, 138.-139. oldal
22. Giles Sparrow: Milyen alakú a világűr?, Scholar kiadó, Budapest, 2019, 21. oldal
23. Giles Sparrow: Milyen alakú a világűr?, Scholar kiadó, Budapest, 2019, 27.-28. oldal
24. Giles Sparrow: Milyen alakú a világűr?, Scholar kiadó, Budapest, 2019, 58. oldal
25. John D. Barrow: A Művészi Világegyetem, Vince Kiadó, Budapest, 2000, 164. oldal
26. Szécsényi-Nagy Gábor: Tájékozódás a csillagos égen, Tankönyvkiadó Vállalat, Budapest, 1987, 39.-45. oldal
27. Szécsényi-Nagy Gábor: Flércsillagok statisztikus fotometriai vizsgálata a Pleiádokban [Doktori értekezés], Budapest, 1978, 10.-12. oldal

Internetes hivatkozások

1. <https://www.christies.com/features/Einstein-letters-to-Michele-Besso-8422-1.aspx> [2023]
2. <https://eventhorizontelescope.org/blog/astonomers-reveal-first-image-black-hole-heart-our-galaxy> [2023]
3. https://graphics.stanford.edu/projects/gantry/design/astronomical_terms.html [2023]
4. https://www.academia.edu/35844011/The_Sun_Dagger_Interactive_Computer_Graphics_Model_A_Digital_Restoration_of_a_Chacoan_Calendrical_site [2023]
5. <https://diaart.org/visit/visit-our-locations-sites/nancy-holt-sun-tunnels/> [2023]
6. <https://www.staraxis.org/> [2023]
7. <https://rodencrater.com/about/> [2023]
8. <https://www.diaart.org/visit/visit-our-locations-sites/robert-smithson-spiral-jetty> [2023]
9. <https://www.staraxis.org/star-tunnel> [2023]
10. https://www.academia.edu/35844011/The_Sun_Dagger_Interactive_Computer_Graphics_Model_A_Digital_Restoration_of_a_Chacoan_Calendrical_site [2023]
11. <https://solsticeproject.org/2020-2/> [2023]
12. <https://eol.jsc.nasa.gov/Tools/orbitTutorial.htm> [2023]
13. <https://soho.nascom.nasa.gov/home.html> [2023]
14. <https://historymatters.gmu.edu/d/5748> [2023]
15. https://en.wikipedia.org/wiki/Time_zone [2023]

16. https://www.ion.org/museum/item_view.cfm?cid=6&scid=5&iid=293 [2023]
17. <https://griffithobservatory.org/exhibits/edge-of-space/our-moon/> [2023]
18. https://en.wikipedia.org/wiki/Voskhod_Spacecraft_%22Globus%22_IMP_navigation_instrument [2023]
19. <https://www.britannica.com/topic/Antikythera-mechanism> [2024]
20. <https://hackaday.com/2019/07/31/reflecting-on-margaret-hamilton/> [2023]
21. <https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/science/planetary-voyage/> [2023]
22. <https://lco.global/spacebook/sky/sidereal-time/> [2023]
23. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_largest_optical_refracting_telescopes [2023]
24. https://en.wikipedia.org/wiki/Great_Paris_Exhibition_Telescope_of_1900 [2023]
25. https://en.wikipedia.org/wiki/Leviathan_of_Parsonstown [2023]
26. <https://www.eso.org/public/teles-instr/technology/spectroscopy/> [2023]
27. https://en.wikipedia.org/wiki/Eddington_experiment [2023]
28. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Relativ/airtim.html> [2024]
29. <https://artsandsciences.syracuse.edu/2024-eclipse/the-first-predicted-eclipse/> [2024]
30. <https://www.astronomy.ohio-state.edu/pogge.1/Ast162/Unit5/gps.html> [2024]
31. <https://leonid.arc.nasa.gov/history.html> [2024]

Képjegyzék

1.-5. kép: Az AstroFly¹²⁴ planetárium szoftver segítségével előállított saját képernyőképek.

6. kép: Az égbolt horizont feletti részét mutató, az év során tapasztalható északi sarki és egyenlítői nappályák diagramjai.

7. kép: A Budapesten és Helsinkiben tapasztalható nappályák az év egyes időszakaiban.

8. kép: A Stonehenge éjszakai látképe.

9. és 10. kép: A perui Tizenhárom Torony távolból is jól kivehető struktúrája látható bal oldat, valamint egy napkelte a júniusi napfordulókör a jobb oldali képen.

11. és 12. kép: A Sun Dagger helyszínen készült kép és annak vázlatos működése.

13. kép: A Chichén Itzá éjszakai képe, felette az Orion csillagkép látható.

14. kép: A húsvét szigetek Ahu Tongariki felett a Tejút osztja ketté az égboltot.

15. kép: Charles Ross 1977-es rajza - Orbits in Time: Star Axis

16. kép: A *Star Axis* esti, hosszú expozícióval készült képe, amin jól kivehető a Star Tunnel, ahogy a Sarkcsillag irányát jelöli napjainkban.

17. kép: A *Spiral Jetty* és a Nagy-sóstó látképe.

18. kép: A *Spiral Jetty* háttérben a Nagy-sóstóval.

19. kép: A *Sun Tunnels* látképe, egy – a mű középről készített – panorámafelvétel, valamint az egyes betonhengerekből látható táj részletek.

¹²⁴ A program online elérhetősége:
<https://www.anumajor.com/astrofly/>

20. és 21. kép: Nancy Holt, *Sun Tunnels* (1973-76) Great Basin Sivatag, Utah

22. kép: A Bayfordbury Obszervatóriumról készült – fél év hosszúságú expozícióval rögzített – szolárgráf felvétel.

23. kép: Chris McCaw *Sunburn* című sorozatának egyik képe.

24. kép: *1 day*, Jardim do Rio (2017)

25. kép: *Days, 864000.00066 sec – instant* sorozatból 3 fénykép

26. kép: *Days, 864000.00066 sec – szekvenszer* sorozat egy helyszínén
27 egymást követő nap során rögzített fényképek

27. kép: *Pályaív* (2017)

28. kép: Olafur Eliasson, *Our glacial perspectives*

29. kép: Észak-afrikai asztrolábium a 9. századól.

30. és 31. kép: Mérés vázlata egy Jákob botjával és egy tengerészeti szextáns.

32. kép: Sematikus rajz az Apolló modul navigációra támaszkodó irányításáról.

33., 34. és 35. kép: A Griffith Obszervatóriumban található Zeiss planetárium, ami az Apolló űrhajósok kiképzésére is használtak, valamint az általuk begyűjtött holdközvet egy darabja és az egyik bemutatótávcsőre mutató éjszakai jelzőtábla.

36. és 37. kép: Voskhod űrhajó navigációs visszajelző berendezése.

38. és 39. kép: Az Antiküthéra szerkezet legnagyobb egyben maradt darabja és az arról készített röntgenkép.

40. és 41. kép: A kaliforniai Ivanpah naperőrmű és az Apolló 10 űrhajó parancsnoki moduljának egy részlete.

42. kép: *Ekliptika síkja* – multimédia installáció (2018)
43. kép: *Égi frekvenciák* – multimédia installáció (2018)
44. kép: *Csillag-tér* – helyspecifikus installáció 2018
45. kép: A *Star Axis* Solar Pyramid elnevezésű struktúrája, mely a Shadow Field-re árnyékot vetve, lényegében egy óriási napóráként is funkcionál.
46. és 47. kép: Baloldalt a *Roden Kráter* Alfa Alagútja míg jobboldalt a Párizsi Nagy Teleszkóp látható.
48. kép: A párizsi nagy teleszkóp: teljes szerkezet oldalnézetben (fent), a siderostat (balra) és a lencse tubusa (jobbra); okulár lencse (képbeillesztés)
49. kép: A *Téridő panorámák* sorozat első elkészült körpanoráma felvétele.
50. kép: Egy kísérleti fénykép a *Téridő panorámák* sorozatból, mely a Hold égi útjának az expozíció során fragmentálódott részletét ábrázolja.
51. kép: A teljes horizontot megörökítő, 8 egyszerre exponált képkockából álló fénykép.
52. kép: A Leviathan teleszkóp egy 1885-ös fényképen.
53. kép: Lord Ross észlelési rajza 1845-ből és a Hubble űrteleszkóp által készített 2005-ös fénykép az M51 galaxisról. Az, hogy az M51 valójában egy spirálgalaxis, csak jó néhány évvel Lord Ross megfigyelése után derült ki.
54. kép: A világ legnagyobb távcsöveinek összehasonlító ábrája.
55. kép: A parallaxis mérési módszer vázlatos rajza.
56. kép: A kaliforniai Mount Wilson obszervatórium Hooker teleszkópot rejtő kupolája.

57. kép: A 100" átmérőjű Hooker távcső.

58. kép: Az első fénykép a Holdról.

59. kép: A gravitációs lencsehatást magyarázó ábra.

60. kép: A gravitációs lencsehatás miatt kirajzolódó Lópatkó Einstein gyűrű a Hubble űrteleszkóp egyik felvételén.

61. kép: A napfogyatkozásakor tapasztalható eltérés vázlatos és túlzó rajza.

62. kép: Az 1919-es Napfogyatkozás során készített fénykép mely bizonyította, hogy Einstein relativitáselmélete helyes.

63. kép: Repülőgép ablakából látható kúpszerű árnyék egy teljes napfogyatkozás során.

64. kép: A Hold vetett árnyéka látható a Földön egy teljes napfogyatkozás során a Nemzetközi Űrállomásról.