

SOLT GYÖRGY

Miért sötét az éjszakai égbolt?

Mitől volna világos, kérdezné az ókori görög tudomány képviselőjében Ptolemaiosz, aki korának csillagászati ismereteit összefoglaló nagy hatású munkájában egyebek között a mediterrán ég minden szabad szemmel látható csillagát helyük és fényességük megjelölésével katalógusba rendezte. A lista 1022 csillagot tartalmaz, és mivel ezek csak elszórt pontokként világítanak az égbolt fekete hátterén és további csillagok létezése fel sem merült, Ptolemaiosz számára a holdtalan éjszaka sötétsége magától értetődött. Ptolemaiosz, akárcsak a csillagok osztályozásában nagy elődje, a kétszáz évvel korábban élt Hipparkhosz, véges, földközéppontú univerzumot képzelt el: az égitestek a Föld körül naponta megforduló, egymásba ágyazott gömbhéjakon (szférákon) vannak elhelyezve, a pályájukon vándorló Hold, Nap és az akkor ismert öt bolygó szféráit nyolcadikként az 1022 mozdulatlan csillagot hordozó kupola veszi körül, ezen túl már csak a világot mozgató misztikus erők és az eget birodalma terül el (1. ábra).



1. ábra. A ptolemaioszi égbolt egy középkori változata: középen a Föld az elemekkel (víz, levegő, tűz), körülötte a Hold, Merkúr, Vénusz, Nap és a külső bolygók szférái, a nyolcadik szféra hordozza a csillagokat. (C. Clavius, Commentarius in Sphaeram, 1581)

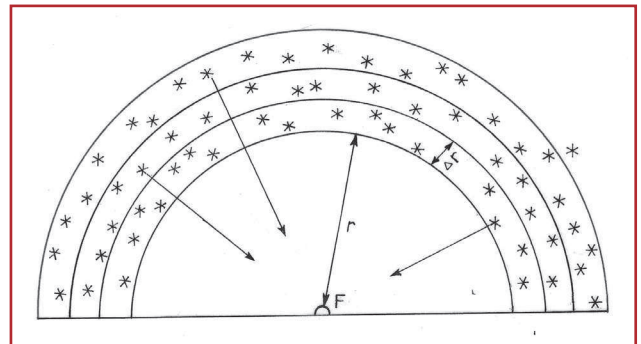
hangba hozható világképhez. A távcsövekben csillagok tízezrei, csillagködök váltak láthatóvá, nyilvánvaló lett, hogy létezésünk szintere egy nem sejtett mértékben nagy, feltehetően végtelen kiterjedésű, középpont nélkül való, mindenhol csillagokkal teli világegyetem. Egy ilyen univerzumban azonban a földi éjszaka sötétsége már távolról sem magától értetődő.

A végtelen univerzum feladja a rejtvényt

Valóban, a távcső felfedezését követő évszázadok során több csillagász gondolkodott el azon, hová tűnik a feltehetően végtelen sok csillag fénye, miért csak a szabad szemmel látható egy-kétezer jól ismert csillag világít a fekete hátterű égbolton. Problémájuk érthetővé válik, ha a kor kozmológiai képének megfelelően abból indulunk ki, hogy az univerzum

1. határtalanul nagy kiterjedésű,
2. benne a csillagok közelítően *egyenletes* sűrűséggel oszlanak el,
3. minden csillag nagyjából olyan fényforrás, mint a Nap, továbbá
4. a világegyetem kortalan, a csillagok is öröktől fogva világítanak.

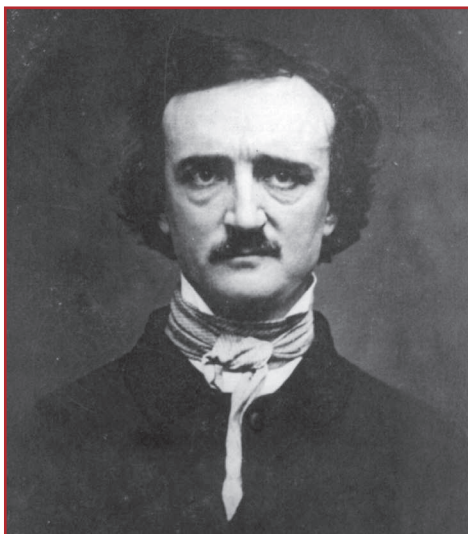
A csillagok ugyan „rövid távon” nem egyenletesen oszlanak el a térben, hanem (ma már tudjuk) halmazokba, galaxisokba tömörülnek, de a galaxisok átlagos méreteinél sokszorta nagyobb térrészekre átlagolva az univerzum anyagának eloszlása mai tudásunk szerint is egyenletes. A csillagokat átlagosan a mi Napunkkal helyettesíteni egyszerűsítés, de nagyságrendi becslésként megfelel, és bár az időtlenül létező univerzum hipotézisét nem támasztotta alá megfigyelés, a kor tudománya nem látott okot arra, hogy ebben kételkedjen. Egy ilyen univerzumban maradvá, képzeljünk az F földi megfigyelő mint középpont fölé egy r sugarú, és egy kevésbé nagyobb, $r + \Delta r$ sugarú félgömböt (2. ábra).



2. ábra. A végtelen sok egyforma vastagságú gömbhéj mindegyike ugyanannyi fényt sugároz a földi F megfigyelőre, mert a távolabbiak éppen annyiszor több csillagot tartalmaznak, ahányszorosán gyengül csillagaik fényárama a nagyobb távolság miatt. Az összegként adódó végtelenül erős éjszakai kivilágítás a kép finomításával ugyan végecssé mérséklődik, de az égbolt az adott feltevések mellett továbbra is vakítóan fényes marad

Ha Δr sokkal kisebb mint r ; a két félgömb között lévő Δr vastagságú réteg V térfogata jó közelítésben $V \approx 2\pi r^2 \Delta r$; tehát az r távolság *négyzetével* arányos. Az egyenletes eloszlás azt jelenti, hogy egy csillagra átlagosan mindenhol ugyanakkora V_0 térfogat jut, ezért félgömb-rétegünkben $V/V_0 = 2\pi r^2 \Delta r / V_0$ csillag található, ezek együttes fénye az égbolt fényességéhez (az egységnyi térszögben a Föld felé kibocsátott fényáramhoz) egy meghatározott, mondjuk L értékkel járul hozzá. Egy ugyanilyen Δr vastagságú, de távolabbi, $2r$ távolságban lévő félgömb-réteg a távolságtól való négyzetes függés miatt négyszer annyi csillagot tartalmaz, de a fényáram erőssége a fényforrástól mért *távolság négyzetével fordított arányban csökken*, ezért a *négyszer annyi*

csillag fényáramának csak *negyed része* jut el F távcsövébe. A $2r$ távolságban lévő csillag-réteg tehát megint csak L -lel növeli az égbolt fényességét, és ugyanez igaz a $3r$ vagy bármilyen más távolságban lévő Δr vastagságú félgömb-rétegre is. A határtalan univerzumban a gömbrétegek száma végtelen, ezért akármilyen kicsiny *egyetlen* réteg L járuléka, a *végtelen sok* L fényességjárulék összegeként az égboltnak végtelenül fényesnek kellene lennie. Az éjszaka mégis sötét, tehát feltevéseinkben hiba van, vagy valamit figyelmen kívül hagyunk. A problémát elsőként felismerő Kepler az univerzum végtelenségében kételkedett: "ha azok a [Galilei távcsövében újonnan felfedezett] napok is olyanfélék, mint a miénk, együttesen miért nem múlják felül a mi Napunk fényességét?" – tette fel 1610-ben a kérdést, és a választ abban kereste, hogy az univerzumnak valahol határai vannak. A következő két évszázad csillagásza (Halley, de Cheseaux, Olbers) úgy érveltek, hogy még ha az univerzum végtelen is, az 1. ábra gömbhéjának fényjáruléka nem egyforma, hanem a távolsággal fokozatosan csökken, sőt bizonyos távolságon túlról már nem is jut el hozzánk, mert:



3. ábra. A költő Edgar Allan Poe, aki elsőként fogalmazta meg, hogy az éjszaka sötétségének magyarázatában a fény véges sebességének fontos szerep jut

a) minél távolabbi egy gömbhéj, annál jobban gyengül a fénye a csillagközi tér részecskéin történő fényelnyelés (abszorpció) miatt;

b) a csillagok nem pontszerűek, messzire nézve tekintetünk előbb-utóbb egy csillag korongjába ütközik. Van tehát egy olyan R_c távolság, 'befedési-sugár', amelyen már nem látunk túl, mert az R_c -nél közelebbi nagyszámú csillag teljesen befedi az égboltot, eltakarva a távolabbi fényforrásokat.

Bár a galaxisok és csillaghalmazok *belsejében* a fényelnyelés valóban komoly tényező lehet, a galaxisok *közötti* térben az abszorpció a megfigyelések szerint nem jelentős, problémánk megoldásában nincs szerepe. A második, 'fától-nem-látjuk-az-egész-erdőt' észrevétel már jogos, csak nem megoldás, mert a csillagokkal teljesen befedett éjszakai ég ha nem is végtelenül, de még mindig vakítóan világos volna: a csillag-burkolat annyi Nap fényességével világítana, amennyi elfér az égbolt felületén, ez pedig 92500 Napot jelent. Az R_c befedési sugár, amely tehát látóhatárunkat geometriai okokból korlátozza, nagyságrendileg könnyen megbecsülhető. Az égbolt sötét foltjainak kitöltéséhez szükséges távolság nyilván annál kisebb, minél nagyobb egy csillag F keresztmetszete, és annál nagyobb, minél ritkábban áll egy csillag tekintetünk útjába, azaz minél nagyobb V_0 térfogat jut egy csillagra. Könnyű számolással valóban azt kapjuk, hogy $R_c \geq V_0/F$. A V_0 térfogat és a Nap keresztmetszete alapján $R_c \approx 10^{25}$ fényévnek adódik, egy ilyen sugarú félgömbben a csillagok száma $\approx 10^{69}$, ami nagyjából 10^{58} Tejútrendszerünkhöz hasonló galaxist jelent. Ezek elképesztően nagy számok, de egy végtelen kiterjedésű univerzumba ez is belefér. Az égbolt sötét háttere viszont azt mutatja, hogy csillagfény valamiért csak egy R_c -nél sok nagyságrenddel *kisebb* távolságból jut el hozzánk. De mi korlátozza R_c -nél nagyságrendekkel rövidebbre látóhatárunkat? A Kepler által megfogalmazott probléma, amely később Olbers-paradoxon néven vált ismertté, továbbra is rejtély maradt.

A költő hozzászól

A megoldásul szolgáló alapgondolat végül is nem csillagász, hanem az első modern science fiction novellák és detektívtörténetek írója, a lírai költő Edgar Poe logikus elméjében született meg. A tudományos haladás iránt szenvedélyesen érdeklődő Poe 1848-

ban *Eureka: egy prózai költemény* című könyvében az univerzumból fejt ki gondolatait, eközben kompetens módon összefoglalja kora természettudományának a csillagok, naprendszerek keletkezéséről és várható sorsáról alkotott elképzeléseit. Poe kitér az égbolt fényességének kérdésére is: "...ha a csillagok száma végtelen volna, az égbolt háttere egyenletesen fénylene ... mivel nem volna egyetlen olyan pont, ahol ne találánk csillagot".

Véges, behatárolt világegyetemet Poe sem tudott elképzelni, ha viszont az univerzum végtelen, akkor „az egyetlen lehetőség annak megértésére, miért találunk távcsöveink megszámlálhatatlanul sok irányban sötét foltot az égbolton, az volna, ha feltételeznénk, hogy a láthatatlan háttér olyan mérhetetlenül messze van, hogy az onnan jövő fény *még*

nem ért el hozzánk.” Az éjszakai sötétség magyarázata tehát Poe szerint a fény véges sebességében és abban keresendő, hogy *a csillagok nem öröktől fogva világítanak*, hiszen különben a mégoly távoli 'háttér' csillagainak fénye is ideért volna. Hogy a kor természettudósai mennyire olvasták az Eurekát, nem tudjuk, de a fizikus Kelvin néhány évtizeddel később precíz tudományos érveléssel ugyanezre a következtetésre jutott. Számításai szerint egy csillag energiakészlete legfeljebb 100 millió évig elegendő a fénykibocsátásra, ugyanakkor az égbolt befedéséhez szükséges legtávolabbi csillagok fényének becslése szerint $3 \cdot 10^{15}$ év volna szükséges ahhoz, hogy ideérjenek. Minthogy ennél a csillagok világító időszaka 30 milliószor rövidebb, *egy időben* csak elenyészően kevés távoli csillag fényét láthatjuk. A világító időszak (a Kelvin korában még ismeretlen nukleáris fűtőanyagoknak köszönhetően) ugyan egy-két nagyságrenddel hosszabb, de a gondolatmenet érvényes marad, a holdtalan éjszaka sötétsége egy olyan világegyetemben is magyarázható volna, amelyben az égitestek egy örök idő 10 óra létező, változatlan (sztatikus) térben a klasszikus, newtoni mechanika szabályai szerint mozognak. Univerzumunk azonban nem sztatikus és nem kortalan. Einstein munkái óta tudjuk, hogy a tér és anyag viselkedését a klasszikus mechanika szabályaitól eltérően az általános relativitáselmélet törvényei szabályozzák, és ez a tény az univerzumból, az égitestek keletkezéséről és mozgásáról, a világűrben terjedő fény viselkedéséről alkotott képünket alapvetően megváltoztatta. Ezt követően a modern kozmológia elméletét az 1920-as években Alexander Friedmann és Georges Lemaître munkái alapozták meg, ennek az univerzum-képnek az alapján kell tehát a csillagos égbolt sötét háttere is magyarázatot találni.

Fény a táguló térben

Mai tudásunk szerint univerzumunk története a 13,7 milliárd évvel ezelőtt történt ősrobbanással (Big Bang) kezdődött, és mint-hogy a fény ennyi év alatt éppen 13,7 milliárd fényév távolságra tud eljutni, az ennél messzebb kibocsátott fényt még nem láthatjuk. Ez nyilvánvalóan korlátozza látóhatárunkat, de elhamarkodott következtetés volna azt gondolni, hogy ez a 13,7 milliárd fényév éppen ma látható univerzumunk határa, hogy az ezen túl

levő csillagokról semmit sem tudhatunk. A valóság ennél bonyolultabb és egyben sokkal érdekesebb. Világegyetemünk tere az ősrobbanás óta kiterjedően van, 'tágul', és a táguló térben a fény kibocsátásának pillanatában még N milliárd fényév távolság a fény utazásának ideje alatt megnövekszik, az út befutásához *több* mint N milliárd évre van szükség. Egy távcsövünkben megjelenő távoli galaxis tehát fényének kibocsátásakor közelebb kellett legyen, mint 13,7 milliárd fényév, és ugyanez a fényforrás ma már jóval nagyobb távolságban található. A 2010-ben megfigyelt HUDF.YD3 galaxis színeke például elárulja, hogy ma látható fényét 3 milliárd fényév távolságban bocsátotta ki, de a fény érkezéséig mégis 13.1 milliárd év telt el, miközben a galaxis már 30 milliárd fényévnire távolodott. Ebből kitűnik, hogy a tér tágulásával arányosan nő annak a gömbnek az R sugara, amely valamennyi olyan csillagot, galaxist tartalmaz, amelyekről a HUDF.YD3-hoz hasonlóan fényük révén tudomásunk van (vagy további megfigyelésekkel tudomásunk lehet). Ez az R sugár a *megfigyelhető univerzum* határa ma, vagy bármely adott időpontban. A növekvő R azonban még nem biztosítja, hogy a látható galaxisok száma is növekedne vagy akárcsak állandó maradna, mert egy galaxis a látható univerzum határain belül is eltűnhet látóterünkéből. Ez a meglepő tény érthetővé válik, ha figyelembe vesszük, hogy a táguló térben két galaxis egymástól való távolodásának v sebessége éppen pillanatnyi l távolságukkal arányos: $v = H \cdot l$. Ez Hubble törvénye, a konstans H neve Hubble-állandó. (Az arányosságot v és l között a csillagász Eddington hasonlata teszi szemléletessé: „Olyan ez, mintha a galaxisok egy felfűvődő léggömb felületére lennének felragasztva”). A tér tágulása miatt fellépő 'széthúzó' v sebesség mellett a galaxisok mechanikai mozgásának sebessége nagy l esetén elhanyagolható.)

Növekvő távolsággal tehát a távolodás v sebessége akármilyen nagy lehet, és ha l nagyobb, mint $l_H = c/H \approx 14$ milliárd fényév, Hubble törvénye szerint v felülmúlja a c fénysebességet is. Ez az l_H távolság a 'Hubble-sugár', és mivel például a HUDF.YD3 30 milliárd fényév távolsága ennek $30/14 = 2,1$ -szerese, ezért a galaxis ma *felénk* küldött fotonjai a köztünk lévő tér tágulása miatt pontosan $v - c = 1,1 \cdot c$ super-fénysebességgel *távolodnak* tőlünk! És ez a helyzet nem mai keletű! Az l_H sugár a korai univerzumban mai értékénél sokszorta kisebb volt, és így a HUDF.YD3 kezdettől fogva a Földtől számított Hubble-sugár *kívül* bocsátotta ki fotonjait. De ha ezeknek a fotonoknak nemcsak ma, de soha nem volt semmi esélyük arra, hogy akárcsak közeledjenek is felénk, miért látjuk mégis őket? És meddig?

Versenyfutás a Hubble-sugárral

A válasz a táguló tér sajátos dinamikájában rejlik. A Hubble-sugár *kívül* kibocsátott fotonok valóban távolodnak tőlünk, azonban ez a helyzet idővel meg is változhat. A H állandó ugyanis csak a háromdimenziós térben állandó, az időtől azonban függ,

csökken a tér tágulása során. Ezért a H -val fordítottan arányos l_H Hubble-sugár az ősrobbanás óta *növekszik*, növekedésének sebességét a tér tágulásának üteme szabja meg. Az univerzum első néhány milliárd évében a tágulás egyre lassult, ezáltal l_H növekedése olyan gyors volt, hogy idővel *utolérte* a HUDF.YD3-hez hasonló galaxisok távolodó fotonjait. Az utolért és 'megelőzött',



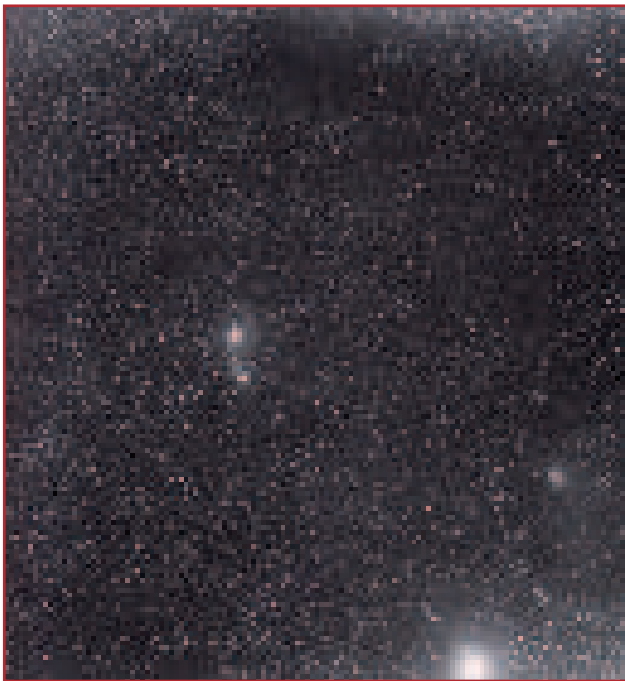
4. ábra. Einstein és G. Lemaître belga csillagász, a modern kozmológia táguló univerzum-modelljének az orosz A. Friedmann mellett egyik megalkotója. Einstein egyenleteinek időtől függő kozmológiai megoldását keresve Lemaître számításaiban jelent meg először a táguló világegyetemet jellemző sebesség-távolság arányosság, ami az összefüggést pontos mérésekkel igazoló csillagász után Hubble-törvényként ismeretes

volság *tizenkét nagyságrenddel* kisebb, mint az $R_c = 10^{23}$ fényév befedési sugár, amely az égbolt sötét foltjainak kitöltéséhez szükséges csillagmennyiséget tartalmazná. Láttuk, hogy ezek a sötét foltok nem fogynak, hanem egyre növekednek, mert a horizont tágulása ellenére a megfigyelhető galaxisok száma csökkenően van. Ehhez még hozzá kell vennünk, hogy a még látható távoli galaxisok csillagairól is valójában kevesebb fényenergia jut el hozzánk, mint ezt pusztán a geometriai távolság indokolná, ami a kozmológiai vöröseltolódás következménye. Ezt a klasszikus fizika Doppler-eltolódásához hasonló jelenséget okozza, hogy a tér tágulásával arányosan a benne terjedő fotonok hullámhossza is 'megnyúlik', a vörös felé tolódik el. Ha a fénysugár terjedésének ideje alatt az univerzum kétszeresére tágul, a fotonok hullámhossza is kétszeresére nő. Minél nagyobb ez a hullámhossz-növekedés (a HUDF.YD3 esetén például 9,6-szeres !), annál kisebb lesz a csillagból ideérkező fényenergia, mivel a fotonok energiája a hullámhosszal fordítottan arányos. A távolodó galaxisok tehát vörösödő fényük mi-

tehát a Földtől mért Hubble-sugár *immár* belülre került fénysugár helyén a 'távolító' v sebesség már kisebb c -nél, a fotonok ettől az időtől kezdve már $c - v > 0$ sebességgel *közelednek* hozzánk. A lassuló tágulás korában kibocsátott fotonok így késve ugyan, de megérkeznek, a kezdettől fogva super-fénysebességgel távolodó HUDF.YD3 korai fénye ezért látható, és még sokáig látható is marad. De mégsem örököké, mert a tér tágulásának üteme is változik. Az elmúlt másfél évtized (2011-ben Nobel-díjjal jutalmazott) csillagászati megfigyelései azt mutatják, hogy az utóbbi néhány milliárd évben a tér tágulása gyorsulóvá vált. A Hubble-sugár ugyan azóta is tovább növekszik, de már nem eléggé gyorsan ahhoz, hogy a fénysebességnél gyorsabban távolodó csillagok fotonjait utolérje, ezek az utóbbi néhány milliárd évben már tartósan a Hubble-sugár *kívül* rekedtek. Utolsó, még a Hubble-sugár által utolért fénysugarának érkezése után a HUDF.YD3 és a hozzá hasonló galaxisok későbbi sorsáról már nem lesz tudomásunk.

A látható univerzum ma és holnap

A kozmológusok számításai szerint a megfigyelhető univerzum táguló sugara ma 46 milliárd fényévre tehető. Ez a szám egyben Kepler problémájának, az Olbers-paradoxonnak is a megoldását jelenti, hiszen egy ilyen horizont-táv-



5. ábra. A Tejút világos csíkja sokmilliárd csillag fényéből tevődik össze. A távcsöves felvétel a Tejút egy részletét mutatja az Orion csillagkép két, szabad szemmel is jól látható csillagának, a γ -Orion (Bellatrix, jobb alsó sarok) és a λ -Orion (középen balra) környezetében

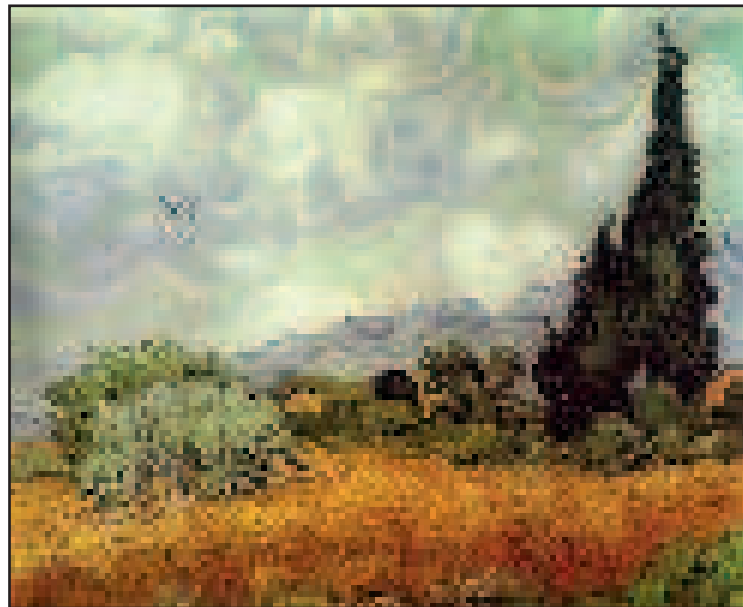
att is egyre halványabbak, mielőtt végleg eltűnnek távcsöveinkből. (A látható univerzumnak ez a kiürülése természetesen nem földi specialitás, a többi csillagrendszer lakói távcsövéket saját égboltjukra irányítva ugyanezt fogják tapasztalni.) Ilyen körülmények között az éjszakai égbolt legalább a jelenleginek megfelelő kivilágítását egyedül saját galaxisunk, a Tejútrendszer csillagai biztosíthatják. Meg is tehetik (legalábbis ameddig a csillagok energiatartalékaiból telik), mert utódaink szerencséjére ezt a néhány százmilliárd csillagot (amelyekből néhány ezer szabad szemmel is kivehető, míg a többiek fénye a Tejút világos csíkját adja) a tér tágulása nem tudja egymástól elszakítani. Ez a galaxisunkat összetartó gravitációs erőknek köszönhető, amelyek Tejútrendszerünk (és bármely más galaxis) belső dinamikáját meghatározzák, és egyben gondoskodnak arról, hogy a csillaghalmozaton belül a távolságokat a tér tágulása ne változtassa.

Kepler éppen 400 évvel ezelőtt csodálkozott el az éjszaka sötéttségén, és ez a mindenki számára érthető 'naív' kérdés négy évszázadon keresztül maradt a tudomány napirendjén. Érthető, miért, hiszen az univerzum szerkezetére, a csillagfejlődés fizikájára vonatkozó alapos tudás nélkül az égbolt sötét háttere érthetetlen 'paradoxon' maradt, a megoldás a megfigyelő csillagászat és az elméleti fizika haladása során csak fokozatosan bontakozott ki. Az általános relativitáselméleten és a műholdas csillagászat adatain alapuló mai kozmológiai világmépünk Kepler problémájára is (feltehetően) végleges választ adott, bár nem kizárható, hogy az univerzumra vonatkozó ismereteink jövőbeni bővülésével ez a válasz is további részletekkel gazdagodik. ☹

IRODALOM

Csabai I., Purger N., Dobos L., Szalay S., Budavári T., Az univerzum szerkezete, Fizikai Szemle LVII, 2007/12

E. Harrison, Darkness at Night, Harvard University Press, 1987



Van Gogh: Provence-i táj

Nem tudható, hogy ha Vincent van Gogh-ot a sorsa Magyarországra vetette volna, megihlette volna-e a magyar táj. Németalföldet, vagy a szőlőskertekkel, ciprusokkal tarkított dél-francia tájat jól ismerte, képei mégis sajátos „vangogh-i” karaktert hordoznak: mintha a természethű valóság harmóniái helyett saját belső vívódása gyűrődött volna rá minden egyes képére. A művészettörténet ezt a látásmódot, illetve tájbárázólást önálló stílusnak tekinti, és felruházta az expresszív jelzővel. Jóllehet van Gogh ma már a világ egyik legismertebb festője: képei előtt, akárhol is állítják ki őket, mindig sorok állnak; a legtöbb ember számára a tájkép fogalma mégsem van Gogh-hoz kapcsolódik. Hanem kihez? – kérdezhetnénk, de erre a kérdésre nem adható egyszerű, egyértelmű válasz.

Mindenesetre a magyar táj legsikeresebb megfestői túlnyomórészt magyarok, vagy legalábbis a térséghez kötődők voltak. Legtöbben a XIX. század gyermekei. Jóllehet, már korábban is, és természetesen később is létezett (létezik) hazai tájfestészet. Így hát az iránta megnyilvánuló vonzódás is létezett. Mint ahogyan a valóságos tájak iránti vonzalom (vagy elutasítás) is – gyaníthatóan – már az ősi idők óta meglévő érzés. Amely viszonyulásra mégsem könnyű sem magyarázatot, sem bizonyítékot találni.

Miért vonzó a táj? Vagy annak festett mása, a tájkép? Avagy miféle érzés az a vonzalom, ami az emberben a táj iránt ébred? E pszichológiai tartalmú kérdésekre régóta keresi az ember a választ. Úgy tűnik, hogy a valós tájak iránti érzelmeink (vonzalom vagy idegenkedés) a bennük való élés-létezés lehetőségét vagy lehetetlenségét sugalló jelzések nyomán alakulnak ki. Ez azonban nem teljesen azonos azzal az érzéssel, amit a tájképek váltanak ki. Részen azért, mert a valós táj mindig háromdimenziós, sőt a negyedik kiterjedés, az idő is tetten érhető benne. Ezzel szemben a festett kép sohasem teljes, mert alkotója szelektáló választásra kényszerül. És éppen e szelektálás miatt válik alkotójától függően egyedivé. Ehhez járul még az ábrázolás módjában (technika és stílus) tapasztalható sokféle különbség is, ami által a kép még kevésbé a valós táj tükröződése, sokkal inkább a szerző lelkületé. Egy képen tehát sohasem a valóságos tájat, hanem annak valamilyen élményét látjuk képben elbeszélve. Ám mind ez azt is jelenti, sőt bizonyítja, hogy szükségünk van a tájélményre, és ha ezt a vágyunkat nem tudjuk kielégíteni, akkor megjelenítő „közve-