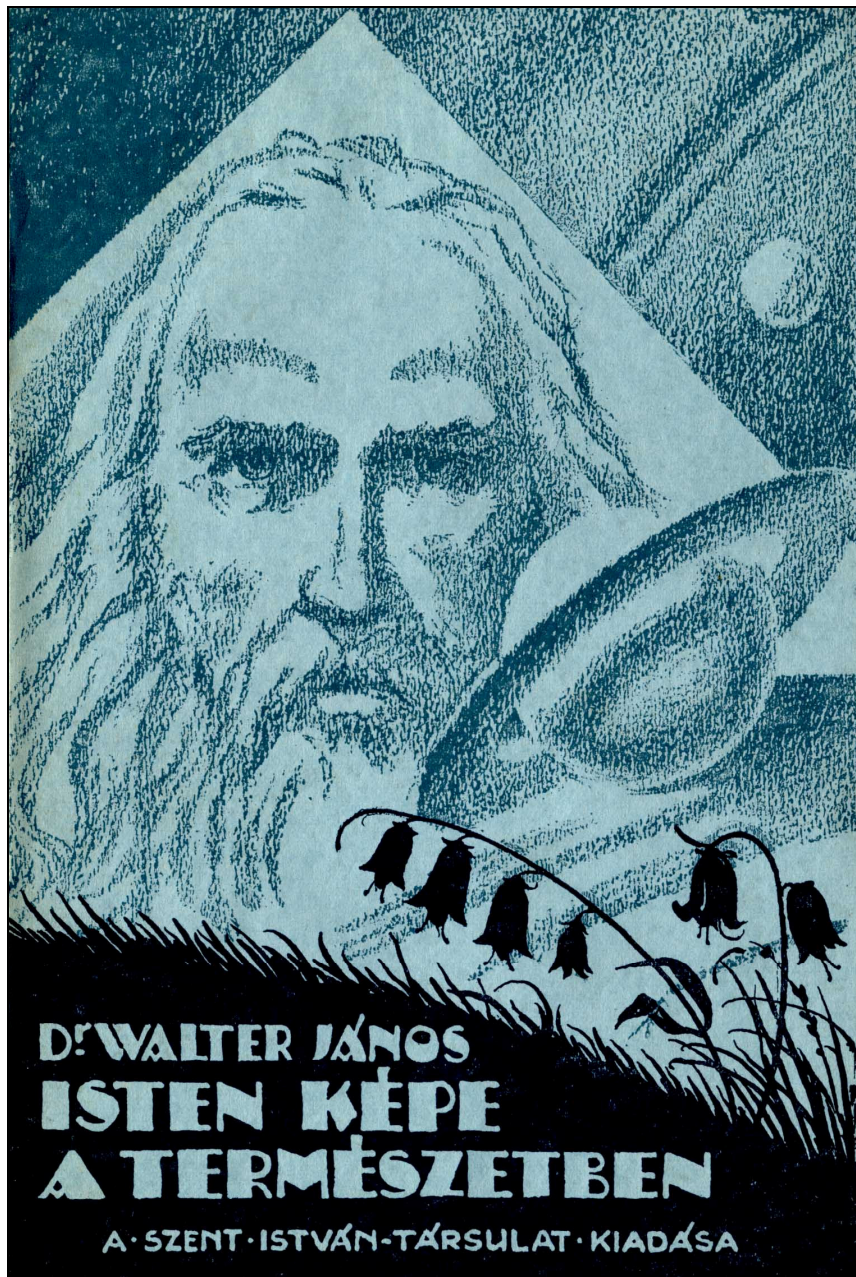


Walter János Isten képe a természetben

mű a Pázmány Péter Elektronikus Könyvtár (PPEK)
– a magyarnyelvű keresztény irodalom tárháza – állományában.

Bővebb felvilágosításért és a könyvtárral kapcsolatos legfrissebb hírekért
látogassa meg a <http://www.ppek.hu> internetes címet.



Impresszum

Walter János dr.
Isten képe a természetben

Imprimi permittitur.
Romae, 29. Junii a. 1937.
Josephus Del Buono,
Praepositus Generalis Ordinis Scholarum Piarum.

Nihil obstat.
Dr. Michael Marczell
censor dioecesanus.

Nr. 3740/1937. Imprimatur.
Strigonii, die 24. Novembris 1937.
Dr. Joannes Drahos
vicarius generalis.

„A szemlélő lelkét a világ összes lényei Istenhez vezetik,
mert az ő árnyékai, kihangzásai, rajzai, nyomai, képmásai és tükrei.”
Szent Bonaventura. (†1274)

A könyv elektronikus változata

Ez a publikáció az 1938-ban, Budapesten, a Szent István Társulat kiadásában megjelent könyv második, átdolgozott kiadásának elektronikus változata. Az elektronikus változat a piarista rend magyarországi tartományfőnökének és a Szent István Társulatnak az engedélyével készült. Az elektronikus könyvet szabadon lehet használni lelkipásztori célokra. Minden más szerzői jog a piarista rend magyarországi tartományáé.

Tartalomjegyzék

Impresszum	2
Tartalomjegyzék	3
A természet és a modern ember	4
A legnagyobb művész	12
Pallas Athene tanítványa	15
„Tarka lepke, szép aranypillangó.”	19
A tél művészete	22
A tengerfenék művészete	26
A természet törvényeinek összhangja	33
A természet csodája, Isten dicsőítő éneke	34
A szilárd váz	36
A vérkeringés	38
A véredények	41
A szív szerepe	43
A vérkeringés rendje	46
A szem	49
Nézzétek az ég madarait!	54
A madár táplálkozása	55
A fészekrakás művészete	56
Amiről a növények beszélnek	62
Az ég és a föld a növényzet szolgálatában	62
A gyökér	64
Miből táplálkozik a növény?	65
A levélhelyezés	66
A levelek együttműködése a gyökérrel a táplálkozás céljából	67
A levelek és a napsugár	68
A levegőnyílások (pórusok) szerepe a táplálkozásban	70
A növény szára az építkezés csodája	72
A virágos réten	78
A beporzás	80
A termés fejlesztése	82
Az Isten számol	86
Az elemek szakaszos törvénye	87
Az aranymetszés a természetben	91
Lex minimi	92
A méhek sejtépítése	94
A legrövidebb út és a leggyorsabb megérkezés	96
Bepillantás a világegyetembe	98
Ki magyarázza meg az ég törvényét?	101
Az égitestek mechanikája	104
A Föld mozgásai	109
Isten képe bennünk	111

A természet és a modern ember

A modern embernek a természet szeretetére a művelődés eddigi irányának ellensúlyozása miatt több szempontból szüksége van.

Első helyre tenném a *természetesség visszaszerzésére* való törekvést, a természetben való *egészségesebb nevelődést*. A túlnyomóan elméleti elemekkel megterhelt művelődési irány ugyanis főként a városban szobára kárhoztatja a gyermekeket s elsősorban szabad mozgásukat, zavartalan testi fejlődésüket akadályozza meg. A szegény gyermekek ahelyett, hogy szabad idejüket a természet ölében töltenék, ahol minden napsugár, mozdulat és lélegzetvétel friss életet, pótolhatatlan örömeket jelent, lapos mellel, összeszorított tüdővel órák hosszat görnyednek szellemtelen regények felett, zongora mellett, angol, francia vagy német órán. Vagy táncteremben, moziban, zsúron szívja testük-lelkük az elpetyhüdttségnek, fásultságnak, az ifjúkori megöregedésnek fizikai és erkölcsi csíráit. Ennek egész természetes következménye, hogy a nemesebb ízlés már csírában kipusztul belőlük. Lassanként minden érzéküket elveszítik a természet és a természetes iránt, s amint már serdültebb korban többre becsülnek tánctermet, utcai ténfergést és korzót, felnőtt korukban is vendéglők és kávéházak párás-füstös levegőjében töltik legszívesebben vasárnapjaikat.

A természet azonban nemcsak a szervezet egészséges kifejlődését segíti elő, hanem *a szellemi és erkölcsi életre is kedvező befolyást biztosít*. Amint a nagyemberekkel való társalgás átsugároz valamit nemességükből, a természettel való összeköttetés által ugyanaz történik velünk. A természet esztétikai ízlésünket fejleszti s erkölcsi világunkat nemesebbé teszi.

* * *

Giotto (†1336), a középkor legjelentősebb festője előtt a természet a sok szépségtől szinte megelevenedett. *Ille sum, per quem natura moriens revixit* – mondja sírírata. Hozzá hasonlóan a természet minden figyelmes szemlélője rájön, hogy hiába keres hozzáfogható élvezetet. Érzi, hogy a megismerésére fordított nap nem profán nap, s az embert annyi szépség környezi, hogy kellő előkészület nélkül szinte nem is szabad közjük lépni. Amikor szemei megfürdenek színtengerében s betelnek formagazdagságával, meggyőződik róla, hogy nagyobb ünnep tárul eléje, mint aminőt emberi ízlés, gazdagság, hatalom bárhol rendezni képes. Nincs benne semmi nyegleség, éretlen kisserűség, beteges érzélgősség. Ott a porszemtől a csillagos égig minden a hamisítatlan műremek félreismerhetetlen jegyével van ellátva. A szemlélő színben, hangban, formában rendkívül sok szépséget lel egy helyen, s szeretne festő lenni, hogy megrögzítse a színeket, amelyektől megittasul; szeretne költő lenni, hogy versbe szedje az eddig néma formák összhangját; szeretne zenész lenni, hogy hallhatóvá tegye a nagy csönd harmóniáját. Érti *Arany Jánost*, hogy művész-lelke már gyermekkorában olyan szeretettel csüngött a természetben, s egy-egy szünetnap vackoron és kökényen élve járta és kutatta szépségeit.

Olvasni, fűbe ha letelepedett –

mondja magáról

Nem olvasott, csak egy mohlepte cser-tőn,

A mikrokozmoszt, sürge hangyabolyt

Órákig nézte, amint fel s le folyt.

Vagy elbocsátá lelkét ringatózni

Szellő fuvalmán, bólító gallyon,
 Felhők futásával versenyt hajózni
 Hanyatt terülve egy partoldalon,
 Engedte önmagából kilopózni.
 (Bolond Istók)

Ebben a környezetben – amint beszámol róla – *Petőfi Sándor* is otthon érezte magát:

Ottan némán, mozdulatlan álltam,
 Mintha gyökeret vert volna lábam.
 Lelkem édes mély mámorba szédült
 A természet örök szépségétül.

 Oh természet, oh dicső természet,
 Mely nyelv merne versenyezni véled?
 Mily nagy vagy te! mentül inkább hallgatsz,
 Annál többet, annál szebbet mondasz.
 (A Tisza)

Haydn azért ment ki annyiszor a természetbe vetést nézni, fűszalat, bogárcát csodálni, pacsirtaszót hallgatni. *Beethovennek* is nem egy darabját sugallta a természet. A sötét felhőkön végig cikázó villámok szülte félelmes dörgésben a legtöbb ember egy rettegett hatalom megnyilvánulását szokta érezni; ő a citera hangjait hallotta belőle, s örövendve vetette papírra a felfedezett új melódiát. *Wagner* szintén nagyon élvezte a természet muzsikáját. Egy alkalommal Londonba utaztakor vihar érte utol hajóját. Minden recsegett rajta. Az utasok félve siettek kabinjaikba, a mester azonban a fedélzeten maradv hallgatta az árbocok és a bordák recsegését, a szél süvöltését, a tenger moraját s ez a hangzavar szolgáltatta a *Bolygó hollandi* alapeszméjét.

Cennini, a XV. századbéli freskófestő, a művészek nevelésére írt könyvében ezt az utasítást adja a fiatal művészeknek: „Vedd tudomásul, hogy a lehető legtokéletebb vezető és irányító, sőt diadalkapud a természet után való rajzolás. Ez minden más mintát fölülmúl. Ebben bízzál mindig teljes lelkeddel”. *Dürer Albert* (†1528) művészi alkotásaiban a természetet kívánta megeleveníteni. „Nem hiszem, hogy él olyan ember, aki a legkisebb élő teremtményben rejlő szépséget ki tudná méríteni” – vallotta a természet szépségéről. „Szemléld szorgalmasan a természetet – oktatja növendékeit. – Igazodjál hozzá, és el ne távozzál tőle abban a hiszemben, hogy magadtól megtalálod a jobbat, mert tévútra kerülsz... Minél szigorúbban megfelel a művészet az életnek, annál jobbnak fog látszani. Ez az igazság. Azért ne tedd fel soha magadban, hogy jobbat csinálhatnál, mint amilyen Isten a természetet felruházta.”

Aki végignézi ezen a soron, belátja, mennyire igaza van Cicerónak: „Pabulum ingeniorum contemplatio naturae”. A természet szépségeibe való elmélyedés a valódi tehetség legjobb tápláléka. Alkotásuk magán is viseli a forrás gazdagságát, nemességét, üdeségét, amint azt Arany, Petőfi, Wagner, Haydn, Beethoven munkái mutatják. Műveik mellett milyen szánnalmas nyöszörgések azok alkotásai, akik a természetet „némának vagy zavart szimbólumokban beszélő örök titoknak” mondták. Akik írásaikban a természetből nem merítenek, hanem modernség címén a kabarék és kávéházak szellemtelenségét ráerőszakolják s érzélgős lelkiviláguk, zagyva gondolataik úgy dísztelenkednek annak örökszép művein, mint a csiganyál a frissen nyílt árvácskán.

A természet azonban egyúttal mindenkinek való elmélkedő könyv. Ihletett szemlélete valónkat átjárja, megnemesíti.

Életünk a sokaságtól távol
 Hangot talál a fáknak, könyvet
 A csobogó patakban, a kövekben
 Beszédet, és mindenben csak jót.
 (Shakespeare: IV. Henrik)

Hatása alatt nemes érzés és gondolat járják át valónkat, mint ahogy a réten virág borul a virágra. Friss lelkiület, nyugalom, szeretet, szokatlan öröm és megértés kerekedik bennünk fölül, s mindezt magunkkal visszük, mint az alpesi nyáj a gyapjába kapaszkodó hegyi illatot. Egy sikerült napi kirándulás hatása is meglátszik rajtunk. A jól töltött nyár után pedig egész környezetünk jóleső érzéssel veszi tudomásul az egész lényünkön végbement változást. S ha még konkrétabban akarom érezni a természet jó hatását, felkeresem az erdőt.

Der Wald, das ist mein Gotteshaus,
 Und soll es ewig sein.
 Gereinigt tret' ich stets heraus,
 Ging sündig ich hinein.¹

énekli Hugó (Der Wald) s énekelhetjük valahányan megfordulunk benne. Mindenfelől egy eszményi világ erkölce sugárzik felénk. Ott nem időszerűek szerencsétlen korunk küzdelmei és rémlátásai. Érvényesülni-akarás, irigység, elkeseredés, gúny, pöffeszkedés, szemrehányás, s annyi élet egyéb megrontói, mintha hiányoznának belőle. A sudárfák zavartalanul emelkednek a magasba, s árnyában a hangya vidáman birkózik nehézségeivel, az ibolya gondtalanul illatozik tövükben. Mindenütt az Úr békéje és csöndje honol. Nem halált és némaságot akarok mondani, hanem törvényekből fakadt harmóniát, kifogyhatatlan dalokkal, ódákkal és himnuszokkal. Felhangzik a tölgyes suttogása, a cserjék sóhaja, a patak csobogása, a millió jeladás, mindegyik másnak és másnak szánva; megszólal a nyáj kolompja, a madarak éneke, a ciripelő tücsök. S mindez kedves harmóniát és mélységes csendet ad. Ha szükség van rá, néha felzúg a természet, de itt általában csendes; hatalmát inkább kellemben és gyöngédségben mutatja, sejtetni akarván azt, hogy így beszél és lesz az életnek első oka és végső célja, a szeretet. S csönddel parancsol idegeinknek, haragunknak, lármás hangulatunknak. S nagyravágyó terpeszkedésünk is megkapja a maga leckéjét: vegyük figyelembe, hogy az erdő legmélyén, ahol ember nem is jár, a gyöngyvirág illatozik. Nem kutatja, keresik-e vagy nem: minden szálán a rejtekben is úgy meglátszik a műgond, mintha fejedelmi asztalra készülődne. No annál magasztosabb a feladata, mert Isten szabad oltárán díszleg és int bennünket is a Teremtő imáadására.

Hört ihr der Vögel Schall
 Den Schöpfer preisen?
 Seht ihr die Säulen all
 Zum Himmel weisen?

¹ Az erdő számomra Isten temploma, s az marad mindenkor. Mindannyiszor megtisztulva jöttem ki belőle, ahányszor mint bűnös léptem be.

Zu einem Tempel ein
Sind wir getreten;
Nun laßt uns stille sein
Und kindlich beten.²

(Martin Greif: Andacht im Walde)

A legnagyobbak közül hánynak volt a természet a megújulás hathatós forrása.

Ó Isten szép szabad világa,
Igazsággal, fénnel megáldva,
Kútfejeid mily kiesek.
Hol égő homlokom kihülhet,
Szívemre száll vigasz s üdülhet,
Én kebeledre sietek.

S mint a bűvár, ki hab közé dől,
Él a fennről vitt tiszta légből,
Míg rá mélység s tenger borul:
Erőt innen kölcsönzött, innen!
S míg fenn futok, küzdelmeimben,
Én lábam meg nem tantorul.

Ez *Tompa* hálája a természet iránt.

Holott „az ember lelke erejének
Öntudatára fejlődött egészen –
Vezess, hol pálmák virulnak,
A napnak, illatoknak szép honába.”

– mondja *Madách* Ádámja. Beethoven szenvedései közt sokszor felkereste a természetet és párbeszédet kezdett vele. Lelke így felüdült, kedélye megtisztult. A mosolygó mezők látása a keserűséget elűzte. Órák hosszat hevert az erdőben, járt kedves fái alatt, hallgatta körülötte a muzsikát. „Mindenható! Az erdőben boldog vagyok, ahol minden Rólad beszél. Itt nyugalom van!” – olvassuk ott készült írásai közt.

Ugyan hol vannak ettől a szellemi és erkölcsi magaslattól a pogány természetismerők és természetimádók, akik számára a természet vonzás, taszítás, rezgés, tücsök, bogár, bőregér, kálium, nitrogén, hegymászás és sporttelep. Ezért darabos az ő lelkük, Darwiné, aki az anyagi természet kutatásában szinte vak lett minden esztétika iránt, s pl. egy költemény végén azt kérdezte: mit lehet ezzel bizonyítani? Vagy nem volt-e félrefejlődött lelke annak a természettudósnak, aki nem értette, mit lehet látni a kölni dóm homályában, s mikor szépségeit mutogatták, élvezésük helyett a padláson bőregereket kutatott.

A nyers természet egyoldalú szeretete a lelket durvává is teheti, amint durva volt Hannibál lelke. Nagyon szeretett a természet ölén tartózkodni, mondja róla Livius, de utána teszi, hogy ebben a természetnevelte hatalmas valakiben az embertelen vadsággal, a hűtlenséggel, a szent, igaz tiszteletének hiányával milyen pogány lelkület lakott s a pún éghajlat nyers erői benne milyen nagy vétkek lendítőkerekei lettek. Mintha csak a mi

² Halljátok a madarak énekét, amint Istent dicsérik? Látjátok, hogy az oszlopok égre mutatnak? Templomba léptünk; csend legyen tehát, és gyermeki áhitattal imádkozzunk.

atlétáinkról beszélne, akik messziről bámulatba ejtenek izmosságukkal; de mikor egyszer közelről hallottam durva beszédjüket, káromkodásukat, a *mens sana in corpore sano* helyett bizony Euripides panasza jutott eszembe, hogy a sok hitvány ember között Athénben az atléták legalább is *nem* a legnemesebbek.

* * *

S végül a természet a modern ember vallástanítója. Szent Ágoston szerint ugyan a legfőbb igazságra a hittudomány talál rá (*theologia invenit veritatem*), Bacon szerint a mély bölcsélet vezet Hozzá (*philosophia plene hausta adducit ad Deum*). Mivel azonban az átlagos modern ember hittudományi elmélyedésre kevésbé alkalmas, bölcséleti problémák iránt való érdeklődése pedig ma holtpontra jutott, hittudomány és bölcsélet néma prófétái Isten nagyságának. De éppen a modern ember kezes tanítvány lesz, ha a természet szépségei szólnak hozzá. Belátja, hogy míg önmagából magyarázva ez a nagy világ mérhetetlenségével és rettenetes erőszakkal megoldatlan talány, a legfőbb lénytől származtatva, művésziessen kigondolt és kidolgozott gyönyörű alkotás. Sőt belátja, hogy a természet egyenesen a Teremtő leghitelesebb kezeírása,³ remek képeskönyve vagy Szent Bonaventura szerint még találóbban az Úristennek képe, tükre. Benne az Ő képét tanulmányozták a génusz éleslátásával s csodálták a gyermek áhítatával azok, akiket a hit, művészet vagy tudomány nagyoknak mond. Legnagyobb eredménnyel tanulmányozták azok, akik úgy néznek a természetre, mint az arabok Alhambrájukra, amelynek minden téglácskája Isten nevét, vagy egy jámbor gondolatot rejtegetett. Vonalai az avatatlan előtt csak a termékeny keleti képzelet

³ A természet Istennek az emberhez intézett levele. Plato. – Az én kódexem a természet. Rem. Szent Antal. – A világ kódex, amelyből állandóan olvasnunk kell. Szent Bernát. – A természet örök könyvét forgatni ne szűnjél, Benne az Istennek képe leírva vagyon – mondja Vörösmarty. A hegyek tele vannak képes kéziratok kincseivel – mondja Ruskin, angol műkritikus. – „Van egy könyv, nyitva áll mindenki előtt: a természet könyve. Nincs mentsége, aki nem olvas belőle.” Rousseau.

Die ganze Welt ist wie ein Buch,
darin uns aufgeschrieben
in bunten Zeilen manch ein Spruch,
wie Gott uns treu geblieben.

Wald und Blumen nah und fern
und der helle Morgenstern
sind Zeugen von seiner Liebe.

(Olyan az egész világ, mint egy könyv. Tarka sorokban sok szép mondat van benne megírva arról, hogy Isten milyen hűséges hozzánk: erdő, virág távol s közel s a tündöklő nyári reggel szeretetének jelei. Emmanuel Geibel: Morgenwanderungen.)

Álljanak még itt Longfellownak, az amerikai híres angol költőnek, Agassiz természettudós 50. születésnapjára írt emléksoraiból az Atya képeskönyvéről szóló szavai:

A természet térdére vette
(A vén dajka) a gyermeket:
„Nézd fiam, ezt a mesekönyvet,
Jó Atyád írta ezt neked!

Láss utakat, hol láb se járt még,
Olvasd, amit még senki más;
Csodákat tár e könyv elébed:
Az Istené e kézírás.”

(Sík Sándor fordítása.)

játékának látszottak, de az igazhívó kibötúzta belőlük a Teremtő nevét, és leborult imádására. Az Isten titkaiba avatott lelkek így szemlélik a természet szépségeiben az Urat: jelenlétének melegét érzik s mindent rá tudnak vonatkoztatni. Ki ne ismerné *Asszisi Szt. Ferencet*, a természetben megnyilvánuló isteni szeretet trubadúrját, akinek szemében a természet annyira szép volt, hogy szinte mentesült a ráért büntetéstől. „Mivel mindenben Istent látta és érezte, a tűz nem égette meg, a gubbiói rettenetes farkas kezés báránként lábaihoz simult és parolát adott neki. Az üldözött nyúl hozzá sietett. A madarak hozzá szálltak, ő Isten jóságáról prédikált nekik s a kis állatok csőrüket nyitogatva, szárnyaikat teregetve jelentették, hogy őt megértették. Naphimnuszában Isten dicsőítésére hívja fel fényes napbátyánkat, szép holdnénénket, a jó és rossz időt, a pajkos tüzet, a tiszta vizet, virágos földnénénket.” (Balanyi.) *Szt. Nothburga* (†1313, a szolgálok patrónája) a szobájába özönlő napsugarakat e gondolattal fogadta: „Isten éppen így tekint a mi szíveinkbe s tudja, mit gondolunk”. Mikor reggel a madárdalt hallotta, így szólt: „A madarak dicsérik teremtőjüket; egyesülnöm kell dicséretükkel”. Amint a virágok felfelé tekintenek, a Nap felé, – mondta a mezőn járva – gondolatainknak az Úrhoz kell emelkedniük. Ha a réten sarlója virágot ért, ez volt óhajta: „Bárcsak az örök életre viragoznám s hervadhatatlan virág lennék”. *Szalézi Szt. Ferenc*, genfi püspök a szántóföld megpillantásakor ezt mondta: „Mi a jó Isten szántóföldjei vagyunk. A földet be kell vetni, az isteni ige magvait kell benne elszórni”. A virágos fa látásakor mondta: „Az Isten nemcsak virágot, hanem a jó tettek gyümölcsét is kívánja tőlünk”. A szép kertben az isteni erényekkel díszített lelket szemlélte. A bárán a megváltóra emlékeztette. „Mikor ihatunk az Üdvözítő forrásából?” – sóhajtott fel, ha patakot látott.

A művészek közül hallgassuk meg két költőnek istenimádásra intő szavait.

Kinek porszem, mi nekünk egy világ,
S egy rebbenés határa az időnek:
Ki, ami ember-agyban miriád,
Nem olvasod, mert semmiség előtted:
Ki buborék gyanánt elfújhatod,
Mit összehordtak népek, századok:
Minden fűszálban érezlek; de elmém
Nem bír felfogni, megnevezni nyelvén.

— — — — —
Érzése elfogy a parányiságnak
És leborulva térdemen imádlak.

Reviczky: Isten

* * *

És mint az ifjú, egyre ment,
Amerre szép táj csalta, arra
Irányozá lépéseit.
Meggámulva a síkot és hegyet,
A sík mezőt és a hegy erdejét
És mindent, ami csak szemébe tűnt,
Mert minden oly új volt előtte,
Először látta a természetet,
A természet szépségeit.

És ott a rengetegben,
A fellegekbe

Ágaskodó bércek között,
 Ahol mennydörgés a folyam zúgása
 S a mennydörgés ítéletnap rivalma ...
 Vagy ott a puszták rónaságán,
 Hol némán ballag a csendes kis ér.
 S hol a bogárdöngés a legnagyobb zaj ...
 Ottan megállt az ifjú,
 Körültekintett áhítattal,
 S midőn szemét, lelkét meghordozá
 A láthatár fönségein,
 Erőt vett rajta egy szent érzemény,
 Letérdepelt s imádkozék:
 „Imádlak Isten; most tudom, ki vagy,
 Sokszor hallottam és sokszor kimondtam,
 De nem értettem nevedet.
 A nagy természet magyarázta meg
 Hatalmad és jóságodat...
 Dicsértessél, dicsértessél örökre!
 Imádlak, Isten; most tudom ki vagy.”
 Petőfi: Az apostol (önmagáról)

Mivel azonban a modern ember ebben a kérdésben inkább a tudósnak adja az elsőséget, ne hiányozzanak itt azok, akiknek hitvallása a tekintélyen alapuló Isten-bizonyításnak gyöngyfűzése. *Leibnitz* a német bölcsele (†1716) szükségesnek tartja a tudományt, hogy „általa behatoljunk az isteni csoda megismerésébe s eredményeképpen imádjuk Isten nagyságát.” „Átvonultában láttam az Istent, mint Mózes; láttam őt s a bámulattól, csodálattól lesújtva megnémultam. A teremtés műveiben lépteiből néhány nyomot fel tudtam fedezni s legcsekélyebb műveiben, még azokban is, amelyek elenyésző semmiségek, mily erő, mily bölcsesség, mily megmagyarázhatatlan tökéletesség van.” Ezek a természetrajz rendszerező atyjának, *Linnének* (†1778) örökszép szavai. „Minden természetismeret vége és eredménye az, hogy az angyalok dicsőítő énekébe belevegyülve kiáltunk: Gloria in excelsis Deo” – mondja *Humboldt Sándor* német természettudós (†1859). S vehetjük a természet legkisebb vagy legnagyobb területét, „a zenitet vagy nadírt, a szélvésznek bús harcát, az égi láng villámát, a harmatcseppet vagy virágszálat”, az alapos kutató mindegyikben az Úr nyomaira bukkan. Érdemes megismerni a csillagászat nagy képviselőinek mély hitét is, amelyről később lesz szó s itt csak utalás történik rá.

* * *

Gondolkodó ember nem engedheti, hogy a hitetlenség megmételje lelkét, amikor legparányibb alkotásaiban is maga Isten beszél hozzánk. Beszél törvényeivel, amelyeket csak az Ő értelme gondolhatott ki, s csak az Ő akarata valósíthatott meg. Velük az egész természet hatalmas kórus. És amint a művész most halk beszéddel, majd fortéval, most szólóval, majd összjátékkal iparkodik gondolatait kifejezni, a természet így tesz törvényeivel. Egyik csoportjuk formaszépségről beszél. Azt mutatja be, hogy a vonalak aránya, a színek játéka az egész természetet ünnepi ruhába öltözteti, amiért a görögök s a rómaiak a világot szépnek, rendezettnak, csinosnak (= κοσμος, κοσμεω, = rendezek; mundus = rendes, tiszta) nevezték; természetismerőik a natura geometrans pontosságáról szólnak, költőik felsőbb hatalom jelenlétét keresték benne. *Jovis plena omnia* – mondja Vergilius. A törvények második csoportja a *célkitűzés és célratörekvés* tényeivel, a harmadik a *mennyiségtani* pontossággal

lep meg. S amint a zenében a szólamok külön dallama adja az egésznek a harmóniáját, a természetben is az egyes törvények külön szépsége szolgáltatja a Teremtőnek az eszes lények imájával egybeforrt dicsőítő énekét, ahogy azt a természetszerető Beethoven hallotta, s ahogy dala mondja:

Dicsőít téged, nagy égi Teremtő,
A mindenség nagy szent dala:
Az ég, a föld és a csillagok ezre
S a buzgó keblek imája.

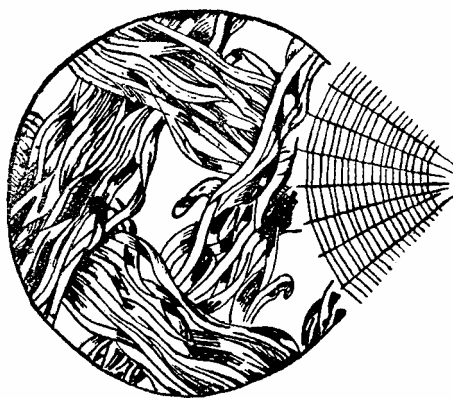
Ki int s az égi csodák is remegnek,
Vezér, kit napsugár követ.
Az Úr hatalmas parancsa lehangzik
És áldás tölti völgyünket.

A legnagyobb művész

A természet állandóan imádkozik – mondja egy arab bölcs. Öntudatlan Isten-hódolatának egyik módja a formaszépség, amely miatt, aki kivitelben és célszerűségét tekintve egyaránt nagyon bravúros műremeket akar látni, hozzá forduljon. Az ember ui. kalapáccsal, vésővel, esztergapaddal, ecsettel, tűvel, cérnával, fúróval dolgozik, s ezekkel mint művész sem tud igazán finom munkát előállítani. Nagyító alatt a Munkácsy-képen ide-oda húzott vonalak, elszórt festékfoltok látszanak. A Stróbl-szobor arcúerdői durva barázdák. Ellenben a természet akadálytalanul dolgozik olyan helyen is, ahol a tű hegye alig fér el. Anyagtalan erővel fúr, vés, simít, illeszt parányt parányhoz és hozza létre fonalait és lemezeit, amelyeknek előállítására az ember még a XX. század technikája mellett sem gondolhat.

Az angol gyárakban 1,37 cm kerületű motolla gombolyítja fel a szálakat; 100 fordulattal 1 fonál (1,37 m szál) van rajta. 80 fonál egy ige (109,72 m), 7 igéből matring (770 m), 18 matringból orsó (13.825 m szál) lesz. A kereskedelemben a szám azt jelzi, hogy 1 angol fontba (= 453 gr) hány matring megy. Minél több kell bele, annál finomabbak a szálak. A számok 6-tól (ez a legvastagabb pamut, melyből 6 matring 453 gr!) ugrás nélkül haladnak 12-ig. Innen a páratlan számok kimaradnak 150-ig. Az utána következő legfinomabb pamutfajok a patyolatgyolcs (batiszt) anyaga. Elgondolhatjuk, hogy a 2150-es gyolcs, a legutolsó londoni kiállítás ritkasága mennyire fölkelte a gyárosok irigységét.

Pedig hát ez semmi a természet tárlatra készült cikkeinek, mondjuk pl. a Vénusz-kosárnak fonalai mellett. Sőt az éppen nem kiállításra készült pókhálósövedék meg a patyolatgyolcs közül, hogy melyik érdemli meg a versenydíjat, egyforma nagyítás mutatja meg. (1. ábra.)



1. ábra. A patyolatgyolcs és a pókhálósövedék egyforma nagyításban.

Műveihez az ötvös kb. 0,0001 mm vékony rézlemezeket készíti. A természet sokkal vékonyabb lemezekkel dolgozik. A víz színére esett olajcsepp szétterül s egy bizonyos vékonyságnál megáll. A hártya apró foltokká szakad, majd teljesen eltűnik. A szétszakadáskor 0,0001 mm (= 0,1 μ) vékony.⁴ Ilyenre kalapálható az arany is, tehát ez még nem az a bravúros lemez, amivel a természet remekelni akar. Az előbbi hártya csakugyan tovább finomodik, bár nem is látjuk. Jelenléte abból világos, hogy a kámforszemcsék, amelyek a vízre szórta szeszélyes táncot járnak, az előbbi olajos víz színén meg sem moccannak, viselkedésüket nyilván az olajhártya befolyásolja. De ez a 0,02 μ vékony hártya

⁴ Egy μ = mikron (μkpóv) a mm ezredrésze; kisebb egység a millimikron (μμ), a mikron ezredrésze.

tovább finomodik, mégpedig annyira, hogy a szemcsék ott is táncot járnak: a hártýáról már nem vesznek tudomást. Pedig a lemez még ott van, sőt tovább finomul: $0,0005\ \mu$ méretét a természettudomány még ki tudja mutatni, de minden fizikai és kémiai módot nélkülöz, hogy finomodását tovább nyomon kövesse.

A természet más anyagot is megfelelő finomságú lemezre tud kiállítani. S ha az alkotóelem finomabb az emberművész anyagánál, remekei is megfelelők lesznek. Hol marad a szappanbuborék finomságától a leggondosabban csiszolt elefántcsontgolyó felülete, amelynek érdességeit szabad szem észre nem veszi, kéz meg nem tapintja, csak a nagyító találja meg. A növény szárán található szörképlettel és a méh fullánkjaival összehasonlítva a legfinomabb tű is vasdorong. A rügyből kibontakozó apró leveleket mintha tündérkezek hajtogatták volna össze. Vagy van-e szövet, amelynek hajlásai finomabban simulnának göngyölbe, mint ahogy a káposztalevelek borulnak egymásra. (2. ábra.)



2. ábra. A rügyből kibontakozó levél hajlásai.

És sok remekét a természet-művész megfelelően színezi is. Hogy színgazdagságát megismerjük, menjünk föl képzeletben a svájci Alpok Rigi csúcsára, amikor a nap éppen kelőben van s ott megismerjük színskáláját. „A sötét éjjeli égen még számtalan sok csillag fénylik s keleten gyenge világosság jelzi a nap közeledtét. A pirkadó sáv mindig magasabbra hág s egymásután oltogatja el a halványodó csillagokat. A hegyek hóval takart csúcsai kísértetiesen emelkednek ki körskörül a homályból. A kelet kapuja fölé kis felhőkből vont rózsaszínű koszorú átellenében nyugat felé a homály mindig hátrább vonul. A földnek az égboltra vetett sötétkék árnyékát is pír szegélyezi s az is mindig lejjebb vonul. Végre megérinti a legkimagaslóbb hegycsúcsokat, amelyek az érintéstől ragyogó bíborba öltöznek. S most megjelenik az első napsugár. A szem minden sérelem nélkül pillanthat még bele, a fenséggel emelkedő csillagba, de nemsokára a vakító fény legyőzi, s a szem örömmel fordul a gleccserek remek panorámája felé. A bíborpiros szín, amely a mély völgyek homályát takarta, lassanként rózsapiros és sárga vegyületté s végül fénylő fehér színné lesz. A nap fehér sugarai leemelik a leplet a gyönyörű hegyvidék színpompájáról és formagazdagságáról, amely fölé az azúrkék égboltozat van kifeszítve.” (Lommel, német természettudós.)

Az itt talált színpompából sok megvan a legkisebb alkotáson is. Pl. a légyen, amely ott zümmög a szobában, ott torkoskodik az éléstárban s a virágoskertben. A szabad szemmel rozsdafakó egyszínű rovar mikroszkóp alatt a természet remeke. Az egyik fajta bíborszínű testét két fényes acélkék öv díszíti. A másik élénkzöld derekú. A harmadik szárnyatövét zöldes-aranyos színvegyület köríti. A negyedik potrohán karmazsin ragyog, aminek változatait sem drágakő, sem selyem, sem festmény nem mutatja. Ugyanez a színváltozat a virágok, rovarok, madarak, halak, tojások, kövek gyűjteményén, amely annyi vigaszt,

felüdülést, szellemi és erkölcsi erőforrást jelent a természetszeretők számára. S még a színpompánál is csodálatosabb *a mód*, ahogyan ez a színezés keletkezik.

Ha a gyertya fényét egy nyíláson átengedjük, üveghasábon megtörjük, a felfogó-ernyőn tarka sugárnyalábot találunk. Ami itt kicsiben történik, a természet ugyanazt létesíti nagyban. Gyertyája, a Nap $1,547.970,620.000,000.000 \text{ km}^3$ tömege, tőlünk 150 millió km távolságból szórja egyszínű sugarait. Ezekből készül a pillanatról-pillanatra változó gyönyörű panoráma. Fuvarosuk az éter, a levegőnél sokkal finomabb anyag: rezgése közvetíti a napfényt, s a belecsomagolt színt. A művész kezében tehát az ecset ugyanaz az erő, ami a szélvészt és harangzúgást eredményezi: a mozgás. Csakhogy amint maga az anyag rendkívül finom, a rezgés is, olyan arányokban történik, amelyeket példák segítségével sem igen lehet érzékelhetővé tenni.

Szín	Hullámhossz ($\mu\mu$)	Rezgések száma másodpercenként (billió)
Vörös	686	437
Sárga	656	457
Világossárga	579	518
Zöldessárga	546	550
Zöld	527	570
Kékeszöld	517	580
Kék	486	617

Tehát a szín nem a testek külsejére mázolt tulajdonság; oka belső szerkezetükben rejlik. Az egyik parányai a fehér színből csak a 686 $\mu\mu$, vagy csak 656 $\mu\mu$ hullámokat veri vissza. Ez a vörös, illetve a sárga test. A másik minden sugarat elnyel: ez a sötét test. A harmadik minden sugarat visszaver: ez a fehér test. Az a test, amely különféle helyeken csak piros, sárga, kék stb. színt ver vissza, másutt minden színt visszaver, vagy elnyel, tarka test. A Naptól a *fehér* fénnel a tárgyak felületéig nyargaló éterhullámok ott a velük együttrezgésre alkalmas atomokat mozgásra indítják (amint az azonos hanggal a tárgyak együtthangzanak), s bennünk színérzet keletkezik. Ahol a fényhullámok ilyen atomokat nem lelnek, eltűnnek, s ott szín nem keletkezik. A színvisszaverés különböző foka szerint a színárnyalatok keletkeznek. Mert ne gondoljátok, hogy a szivárvány hét színében a természet színkészlete ki van merítve. A tudomány még csak arra sem vállalkozhatik, hogy egyetlen szín összes árnyalatait elemezze.

A mondottakból látszik, hogy milyen értelmet és tetterőt követel az a tény, hogy az ezerféle rovar következetesen a legkülönbélebb rajzokkal van földísztve, s hogy mit jelent a lepkeszárny kifogyhatatlan és állandó művészete, a virágok jellegzetes színezése, mikor mindez annyi föltételtől függ. S még a színválasztás sem ötletszerű. Legalább is a virágok színváltozataiból (148. l.) lehetetlennek látszik kizárni a célszerűségi mozzanatot, ami a színpompa keletkezését még szövevényesebbé teszi.

S azt se gondolja senki, hogy a felület festésében kimerül a természet remeklése. Nem. A mély tenger örök sötétségében a korálokat, gyöngyöket ugyanaz a pazar színezés díszíti. A föld mélyében az ásványok parányai úgy helyezkednek el, hogy fölszínre kerülve a színszórás, a színtörés, a fényvisszaverődés törvényei érvényesülnek rajtuk, amiből színgazdagságuk változatos volta származik. Tehát a természet a rejtekben sem bizonyul szűkkeblű művésznek. Sőt még az ásványok belseje is díszítve van. A tudomány most kezd különféle fogásokkal bepillantani a kristályok belsejébe, aminek egyik módja a turmalinvizsgálat. Két turmalin-ásvány lemeze között a kristálylapok a legkülönbélebb ábrák és színes gyűrűk rendszerét tárják szemeink elé. Vagyis a természet nem a látszatra dolgozó

mesterember elnagyolt munkája, hanem a legerjtettebb részletekben is tudatos művész remeklése; azért a legnagyobb művész. Az ember-művész csak utánzója lehet. (Aristoteles.)

Pallas Athene tanítványa

A szép név alatt rejtőző állat a közfelfogás szerint nem mintaképe sem a szépségnek, sem a kedvességnek. A gazdaasszony csak mérgelődve tud rágondolni. A népnyelv világszerte a legerősebb kifejezésekkel bélyegzi meg mohóságát. „Éhes, mint a pók. Telhetetlen, mint a pók. Kegyetlen, mint a pók.” A háziasszony még csak a nevét sem szívesen hallja, annál kevésbé viseli el látását. S ez a kis állat a közfelfogásnál magasabb, mert a tudománnyal igazolt szempontból nézve tökéletesen beleillik a teremtés programjába. A hit szemével nézve meg éppen részesévé válik az általános isteni minősítésnek: *Látta Isten az összes lényeket, amelyeket létrehozott, hogy nagyon jók.* (Ter 1,41)

* * *

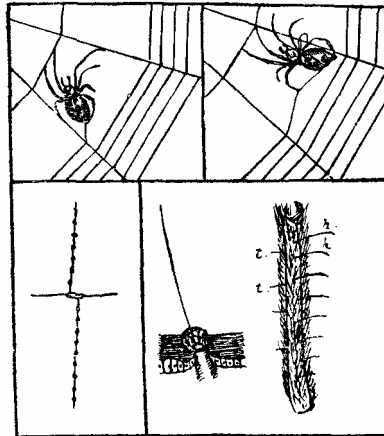
A rovarvilágnak e nagyon kevésbé méltányolt rengeteg egyedeivel mindenütt találkozunk. Vannak köztük *ugrók*, amelyek zsákmányukat egy jól irányzott ugrással leshelyükről leteperik, amire jó szemük képesíti őket. A *repülő* pók szélnek engedi fonálát, amelybe kapaszkodva a szél viszi a megcélzott zsákmányhoz. Legismertebbek a *hálószővő pókok*.

A déli sivatag forró fővénye és a magasabb hegyek jégmezői fölött, a trópusok erdeiben és Szahara kiégett homoktengerén, a mély bányákban és a barlangok nyirkos szögleteiben egyformán lesben állnak. S főként a vizek közelében tanyáznak bőven, ahol vérengző természetük legtöbb zsákmányra akad. Bozótok, nádasok áttörhetetlen sűrűsége, ahol a madár nem röppen keresztül, az ő zónájuk: tele vannak hálókival, azok meg hullákkal. S aki egy vidék rovarvilágát ismerni akarja, a pókháló megvizsgálását el nem kerülheti, mert azok a rovarok legjobb lelőhelye.

Potrohuk fonószemölcs-mirigyeiben termelt szintelen nyúlós váladék mennyiségéről fogalmat közvetít az az egy adat, hogy a 18 cm átmérőjű, 20 csigavonalas és 24 küllős hálóhoz 18 m fonál kell. S mivel szükség esetén meg kell ismételni a hálószővést, egyfolytában 72–108 m-t is termel. S így a pók nem előnyösen, de az igazságnak teljesen megfelelően szerepel a népek szókincsében. Minden nép mondja, hogy kegyetlen, mint a pók, de egy sem mondja, hogy kapzsi és csaló, mint a pók. Minden pók fáradtsággal maga szerzi táplálékát. A máséhoz nem nyúl.

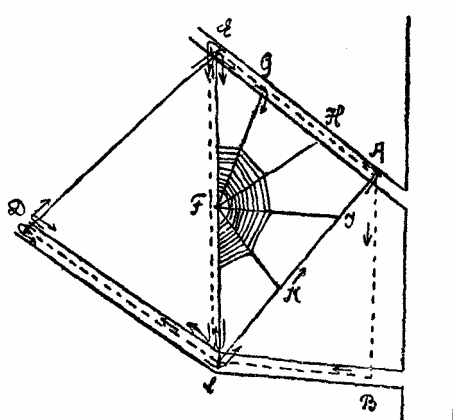
A kitermelés után azonnal megszilárdult nyálka a *háló anyaga*, aminek szerkezete aszerint változik, hogy hol nyer alkalmaztatást, mert még ugyanazon háló sem áll egészen azonos anyagból. A keretfonás és a sugarak, a szilárd váz, erősebb anyagot igényel. A keresztespók pl. 200 fonálból sodorja keretfonálát. A csigavonalak tele vannak *ragadós cseppekkel*, amelyre a rovarok rátapadnak, s amelyek a nedvességet gyöngyökké tömörítik, ami a *háló szárazon* maradását biztosítja. Szép szeptemberi reggeleken e cseppek csillognak gyémántkövekként a kelő nap sugaraiban. A hálóanyag továbbá olyan finom, hogy itt minden jog igazán a természetnek van fenntartva. Az utánzat nem tilos, de lehetetlen. Vegyelemzése ismeretlen. A szemölcsökből kikerült egyszerű fonál nemcsak Homérosz takácsai előtt volt ismeretlen, de a lyoni selyemgyár sem vállalkoznék előállítására. Aki egyszer jól megnézte szövedékét, érti a legendát, hogy a Szent Szűz mennybemenetele napján belőle készült palástot viselt. Az azonban már teljes valóság, hogy a legkényesebb optikai műszerek mikrométereiben pókhálószálat használnak, mert, míg az ezüstsál csak 0,028 mm átmérőjű finomságra nyújtható, az egyszerű pókháló száláé 0,0004 mm is lehet. Úgyhogy 18.000 egyszerű szál összesodrása adja egy közönséges cérnaszál vastagságát. S a szál mégis nagyon erős. Bírja a pók súlyát, dacol a szellő erejével, ellenáll a kétségbeesett zsákmány

erőlködéseinek. Ha a hajókötél a pókháló szívósságához mérten volna erős, tízszer nagyobb súllyal lehetne megterhelni, mint most.



3. ábra. A keresztespók utolsó lábaival a fonalat húzza és rögzíti. Lent balról a nagyított csigavonal. Jobbról az érzőtest, mellette erősen nagyítva a tapintó és hallószervek (t, h).

Az anyagnál nem kevésbé csodálatos maga a háló, amelynek formája kerék, sokszög, kosár, félgömb, lap stb. Néha beborítja a bozótot, vagy éppen az egész fát, és a rovarokat kiéhezteti. Szövése szítás vagy tömött. A kivitel hadvezéri és mérnöki remekmű. Mielőtt a pók készítésébe kapna, meggyőződik róla, hogy a hely otthona-e a keresett rovarnak, s rendelkezik-e a kifeszítéshez megkívánt szilárd pontokkal. S utána következik a szálak olyan vezetése, hogy azok sem egymással, sem a faágakkal össze nem zavarodnak, s emellett egy nehéz mérnöki probléma oldódik meg. A fésűhöz hasonló szövőkarommal a fonómirigyből kikerült fonalat tartja, a szükségnek megfelelően vezeti. Rögzíti A pontban, leereszkedik 13-ig, s a C-ig vitt fonalat ott megerősíti. Az AC keretrész elkészítése után a tovább húzott vonalat D-ben rögzíti meg, amivel elkészül az ACD keret. A legnehezebb feladatot, DE kifeszítését úgy oldja meg, hogy DAC irányba visszamenve fonál nélkül, E-ből lebecsátkozik C-be, az EC fonalat D-ben rögzíti és készen van az ACDE keret. Most leereszkedik EC irányba és megcsinálja az első átlót. Elkészíti a kereszthálót, majd F-ből minden irányba sugarakat húz. Ha valamelyik fonál közben meglazul, segédvonalakkal feszebbre húzza az egész alkotást.



4. ábra. ...hadvezéri és mérnöki remekmű.

Remekmű a háló a gyors munka miatt is. A keresztespók pl. 40 mp alatt elkészül vele.

E munka gyorsaságához fűződik a régi arab hagyomány, amely miatt a pók a mohamedánok szentelt állata lett, és a Koránba is belekerült. Akkor történt a dolog, amidőn a mekkaiak a prófétát üldözték (622), s már-már nyomában voltak, és ő egy barlangba menekült. Az üldözők tüvé tették érte a hegyoldalt. Egyikük a barlangba is be akart nézni, amelynek bejáratát azonban pókháló zárta el. „Ide a háló leszakítása nélkül nem mehetett be. Az idő drága, keressük máshol!” Ezzel az okoskodással a próféta meg volt mentve, s hálát adott Allahnak, hogy ilyen erőt adott e kis állatnak. „Miképpen nézne ki most a világ – kérdezi egy író –, ha a kellő pillanatban a prófétának nem akadt volna ez az ügyes segítsége? A diplomaták és a politikusok fejüket nem törték volna olyan sokáig a keleti kérdésen. A tanulóknak kevesebbet kellene a keresztes háborúkról tanulniok. De viszont annál többet kellene klasszikus szerzőkkel foglalkozniuk, mert hiszen az alexandriai könyvtár nem lett volna a tűz martaléka s az auktorokat most szünet nélkül olvashatnánk. A világtörténelemben jelentős események így függenek sokszor össze az apró okok pókhálószerű szövedékével.”

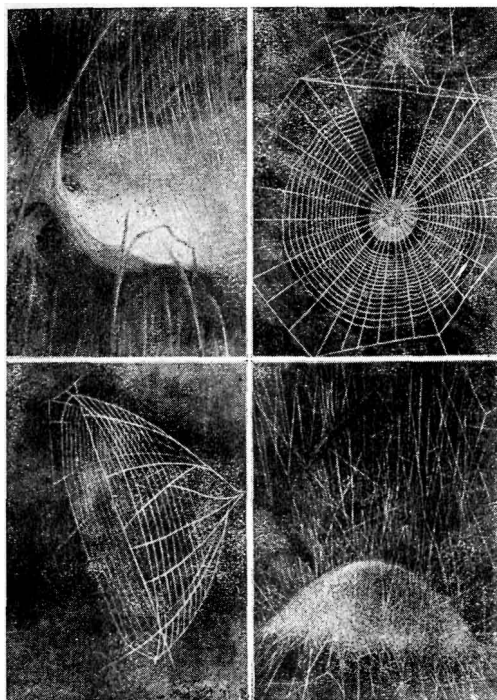
S a természet életében szintén nagy eredmények függenek össze a legszorosabban magával a pókhálóval, vagy magával a pókkal. Hiszen a pókok a természet háztartásában az annyira szükséges egyensúly nélkülözhetetlen tényezői. Ha az 1 mm³ térfogatnak 1000 millió és egyenként 1 μ³ nagyságú baktériuma 7 napon keresztül akadálytalanul szaporodnék, rettenetes tömegük a 7. nap végén csak olyan kockában férne el, amelynek egyik élét a fény 300.000 km/sec sebességével rohanó vonat csak 100.000,000 év alatt járná be. Ez a szaporodási menet minden más életet lehetetlenné tenne. A póknak tápláléklul szolgáló légy ugyan nem ennyire szaporodik, de viszont az előbb mondott menetben szaporodó baktériumhoz képest elefánt, és utódaival, ha nem egy hét, akkor egy hónap alatt kiszorítana bennünket a világegyetemből. Nekik köszönjük, hogy a legyekből nem készül egy újabb egyiptomi csapás, vagy, hogy egyéb rovarfaj nem lepi el a világot.

* * *

A kész háló legszembetűnőbb részéből, a terecskéből indulnak ki a küllők, köztük a rejtekhelyig érő vezetősugár. Lábát mindig rajta tartva lesi a pók áldozatát. S bár a hegységekben, erdőségekben a 8–10 méteres hálók sem hiányoznak, rejtekhelyéből az ilyen nagy hálók minden rezdülését is megérzi. Érzékszüléke az egész testét borító szőrszálak, amelyekből még parányibb szörképletek állanak ki. Közülük némelyek a hallás, mások a tapintás műszerei. Ha valaki a pókláb halló szőröcskéit és a hegedű G-húrját meghúzza, a szőröcskék a húrral együtt rezegnek. A hálóban vergődő légy zizzzenését a pók így veszi tudomásul. Természetesen a hálónak is mindig tisztának kell maradnia. A hullákat tehát kidobálja belőle. Ha sok a parányi rovar, vagy ha a szél telehordta levéltöredékekkel, a pók otthagyja, és másik hálót készít magának. Indiában van olyan pókfaj, amelynek más apróbb rovarok végzik el ezt a szolgálatot: ezek eszik fel a neki nem ízlő kis zsákmányokat, és így a hálót kitisztítják.

Amint a pók tudomásul veszi, hogy a hálóba préda akadt bele, rögtön a színhelyen terem, már csak azért is, hogy a hálóban minél kevesebb kár történjék. S a háló részei közt az akadály nélkül átbúvik, mert a hálónak a rovarokat fogó ragasztó gyöngyöcskéi ellen saját testének semlegesítő izzadmánya védi. Néha megrezegetti az egész hálót, ami által se pók, se háló nem látszik, és az egész közel jutó rovar csak akkor veszi észre a veszedelmet, amikor már benne van. Ha éhes, a préda vérét azonnal kiszívja, különben csak megbénítja. A légy szárnyát elnyesi, hogy vergődésével a hálót ne rontsa. Ha a vergődő állat olyan erős, hogy nem fér a szárnyakhoz, a szemölcsseiből szálát enged, rákeni a rovarra, a hálót megszakítja és az állatot szédületes gyorsasággal megpergeti, s mint valami orsóra felcsavarja az egész alkotást, benne a prédával, amely egy pillanat múlva csak tompa zizzzenésekkel ad jelet

szenvetéiről. Ha olyan rovar akad bele, amellyel nem bír, elszakítja azokat a fonalakat, amelyekbe az állat kapaszkodik, hogy az egész hálót tönkre ne tegye. Mert a hálókészítés anyag veszteséggel jár, fáradtságos mesterség, s a háló minél kisebb sérülésével akarja fogni áldozatát. Ha vihar közeleg, nem fon. A kész háló szálait megritkítja, hogy a szél kevesebb kapaszkodó felületre találjon. A meglazult hálót pedig faághoz, vagy kőhöz egy szállal feszesebbre húzza.



5. ábra. ...a küllők közt a rejtekhelyig érő vezetősugár.

* * *

A hálókészítésben rejlő nagy ügyességnek a régiek legendás magyarázatát adták. Pallas Athene a kolofóni bíborfestő leányát, Arachnét, megtanította a szövésre, s a leány a munkát olyan tökéletesen értette, hogy a nimfák is csodájára jártak. Arachné ez elbizakodottá tette, s oktalanságában mesterét versenyre hívta ki. Az istennő egy szőnyeget készített, s az embereknek az istenek ellen elkövetett bűneit, köztük főleg az elbizakodottságot szötte belé. Arachné megértette a célzást, s úgy viszonzta, hogy ő meg az istenek gyarlóságairól szötte képét. Erre Athene úgy megharagudott, hogy tanítványa szőnyegét széttépte, a lányt pedig pókká változtatta. Innen kapta nevét (αράχνη = pók).

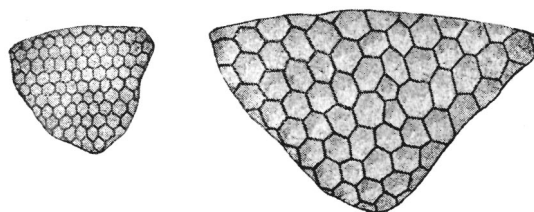
Ami sokkal egyszerűbb magyarázatunk szerint a pók is egyike a mindenség harmóniájához tartozó lényeknek, amelyek maguk nem gondolkoznak ugyan, de az életfenntartáshoz szükséges ösztön révén róluk gondoskodott és helyettük gondolkozott az Úr, aki a természet egyensúlyának fenntartásában őket is eszköznek használja.

„Tarka lepke, szép arany pillangó.”

Kisgyermekkorában ki ne nézett volna rá számtalanszor vágyakozó szemmel.

„Tarka lepke, szép arany pillangó
Lepj meg engem, szállj rám kismadár!
Vagy vezess el, merre vagy szállandó,
Ahol a nap nyugodóba jár.”
(Vörösmarty.)

S melyikünk ne neheztelt volna, hogy a hozzáintézett sok-sok hívás ellenére olyan fűgén faképnél hagyott, mikor már hálónkban gondoltuk. De volt öröm, ha végre sikerült zsákmányul ejteni! A lepkekergetés számunkra már nem öröm, azonban gyermekkori hű pajtásunk most más értelemben szerezhet kellemes perceket. Élvezet megismerni a lepke szemét, amely észrevett bármilyen halkán közeledtünk is feléje. Élvezet megismerni főként szárnyát, amelynek ügyességére annyiszor haragudtunk, hogy nem bírjuk vele a versenyt.



6. ábra. A lepkeszem 1 mm^2 -nyi darabja 50-szeres és 150-szeres nagyításban.

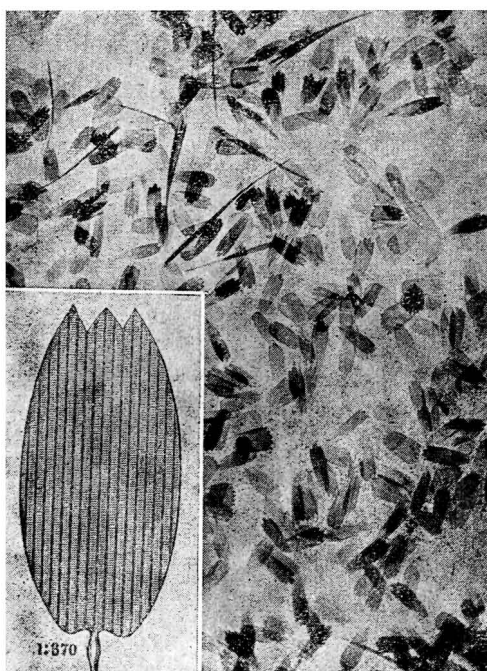
A lepke szeme a facettás vagy recés rovarszem. Az alkoholban megölt rovar szemének 1–2 óráig kálilúgban ázott 1 mm^2 darabja a mikroszkóp alatt pompás látványt varázsol szemeink elé. Csupa hatszögű réce (6. ábra). Eredeti méreteiben a világ első rajzolója se tudná lerajzolni; hiszen a récek olyan picinyek, hogy egy mm vonalra 15–40 helyezhető el belőlük. Fokozott nagyítással látunk közöttük kisebbet, nagyobbát, elnyomottat, egyenlőtlen, de valamennyi hatszögű. Ne csodálkozzunk azon, hogy mértanilag nem mind sikerült egyformán, mert számuk rengeteg sok. A hangya szeme 50, a folyóka szenderé 1300, a házi légyé 4900, a selyemlepkéé 6236, a cserebogaré 6300, a marhapöcsöké 7000, a fűzfáronató lepkéé 11.300, a halálfejű lepkéé 12.400, a szitakötőé 12.544, sok nappali lepkéé 17.400, egyes bogaraké 25.088 récéből van összetéve. Nem hiányoznak 34.650, sőt 60.000 récéből összetett szemű lepkék. Minden réce egy-egy fénytörő közeg, külön-külön festékhártyával és látóideg kúpocskával. Tehát ahány kis lemez, annyi egyszerű szem. Ez annyit jelent, hogy a receszemű állatok minden tárgyról mozaik-képet kapnak és a sokféleség az érzetben mégis egy kép lesz. Ami tehát mértanilag nem tökéletes, az az állatpszichológiában ugyancsak remekül eléri célját.

* * *

A szárny művészete. A lepkeszárnny hímporát letörölve átlátszó, hálószerű szövet marad a kezünkben, a technika csodája, amelynek a XX. század repülőgépgyárai csak alakját és vázát próbálják utánozni, de a kivitelben még ott is olyan távol vannak tőle, mint a kis gyermek sárkánya a mai legtokéletebb repülőgéptől. Anyaga áttetsző hártya, melyet tündéri kidolgozású csövek, az ún. chitin-csövek, az erek és bordák feszítenek s egyúttal bennük

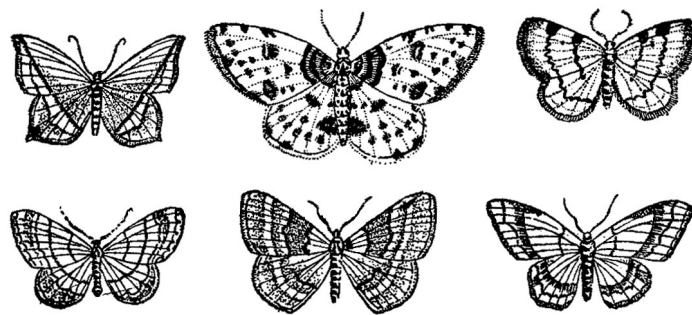
kering a szárnyak javítására szolgáló nedv. Jellegzetes elrendezésük miatt a természettudós úgy beszélhet a szárny beosztásáról, mint a geográfus egy-egy vidék vízrajzáról.

A *hímpor mikroszkóp alatt* új meglepetést nyújt. Amit szemünk alaktalannak látott s kezünk pornak tapintott, azt a mikroszkóp szárból és testből álló gyönyörű alkotások, apró pikkelyek tömegének mutatja. Nagyságuk rendkívül változó. A káposztalepke közép nagyságú pikkelyéből egy mm vonalkán egymás mellett 21 fér el, egynek-egynek a hossza 1/5 mm. Alakjuk legyező, háromszög, kerek, egyenesen metszett vagy ívelt, hegyes vagy fogazott. A fogak tompák vagy hegyesek. Számuk 2, 3, 4, 5, 10 s még több. A simának gondolt pikkelyen, ahol a művészet számára sem teret, sem módot nem sejtettünk, 370-szoros nagyítással számos vonal, csík, lécs mutatkozik: kétségtelenül a most még hozzáférhetetlen művészetnek egyúttal praktikus célt is szolgáló elemei (7. ábra).



7. ábra. A lepkeszárny *hímpora*; balra egy háromfogú pikkely erősen nagyítva.

A pikkelyek szárral vannak a szárny hártájába tűzdelve s zsindelyekhez hasonlóan borulnak egymásra, példátlan rendetlenségben, mintha keresztül-kasul volnának egymáson hányva (7. ábra). Mégis a látszólagos összevisszaságból keletkező árnyékok, csíkok, sávok, szalagok, ívek, foltok, nyilak, gyűrűk, csapok, gúlák, félholdak szemek változatai adják a lepkeszárny legszembeütőbb szépségét, a rajzokat (8. ábra) és a színezést. S csodálatos következetesség! Minden lepkefaj egyedei hasonlóan vannak földíszítve. Ha az egyik szárnyon két szem van, a másikon is annyit találunk. Ha az egyiket 8 folt tarkítja, megfelelőjén is annyit lelünk. A rajzok elemei egy-egy szárnyon az erekhez és a bordákhoz hasonlóan külön tervezésről és beosztásról tanúskodnak. S mit mondjak a színezésről? Ki merne vállalkozni rá, hogy csak egy lepke pompáját leírja, nem is szólva egy lepkegyűjtemény varázslatos színeiről. Munkácsy vagy Rafael képein nincs annyi árnyalat, amennyi egyetlen vidék lepkéin látható. Hiszen ha valamelyik lepkéről azt mondjuk, hogy barna, ítéletünk csak elnagyolt, mert a barnás szín számtalan árnyalatot tüntet fel.



8. ábra. Néhány lepkeszárnyrajz.

A lepkeszárny, mint mechanikai műszer, a legbámulatosabb alkotás: mint más rovar szárnya a legtökéletesebb repülőgép.

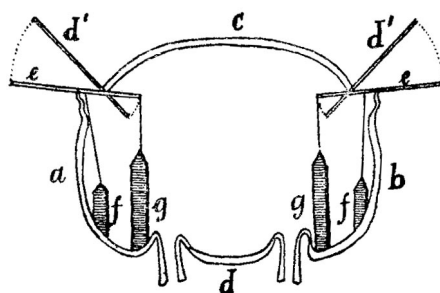
Nyári, meleg időben gyakran láthatjuk a lebegő legyet (*Syrphus pyrastris*). Elégszer berepül a nyitott ablakon. Egy ponton megállapodik; mintha nem is repülne, csak fel volna függesztve. Majd nagy ívvel egy fordulót tesz a szobában s újra egy helyben marad. Egy másodperc alatt 4 m utat tesz meg; ez annyi, mintha mi egy másodperc alatt 60 km-t tudnánk ugrani. De nem ez a csodálatos ezen a kis rovaron.

A repülés közben adott hang kb. *a*. Ez annyit jelent, hogy ott másodpercenként 440 légrezgés keletkezik, tehát ez a parányi rovar minden másodpercben 440-szer csapja le a szárnyát. Aki tudni akarja, hogy ez milyen erő, próbálja meg és emelje föl egy másodpercben karját csak kétszer, háromszor, ötször, tízszer. Alig bírja megtenni. S a géppel másodpercenként 440-szer rázott kar száz darabbá foszlanék szét.

Mikor a repülés már valamivel előbbre volt Ikarusz álmánál, de még mindig csak gyermekkorát élte, a francia Chavez egy szép, derült napon a Simplon átrepülésére vállalkozott. Az Alpok lakói csodálattal adóztak bátorságának. A hegy olasz oldalán százezrekre menő tömeg állt feszült várakozásban és lélegzetét visszatartva leste a pillanatot, mikor a hős kibontakozik a felhők fátyola mögül. Végre a hegygerinc fölött megjelent egy elenyésző pont s folyton nagyobbodott. A nézők lelkesedése és öröme elemi erővel tört utat, és a szünni nem akaró kiáltásból csak egy szót lehetett hallani: Chavez. Mégis legyőzte a természetet és a magasságot! Az ember szelleme megalázta az Alpokat! – mondogatták. A győző a veszedelem és bátorság teljes tudatában indokolt büszkeséggel közeledett zakatoló gépével a föld felé. A kormányt erősen tartva szemeit a hódoló tömegen jártatta. Már csak 10 méternyire volt a földtől, mikor a hajtóerő fölmondta a szolgálatot. Az üdvözlés megdermedt, jajkiáltássá változott s a következő pillanatban a győzöt holtan húzták ki az összetört gép törmelékei közül. Mikor odasiettek hozzá, azt suttogta: Je ne meurs pas. Nem halok meg. De mégis meghalt. Repülésével évezredek álmát valósította meg, s az álom a győzöt elragadta. A sok emberi ésszel és fáradtsággal megszerkesztett gép az utolsó pillanatban csalta meg és vitte sírba kormányosát.

Nézzük meg, hogy ehhez képest bármelyik rovar, a lepke is, milyen gond nélkül libben virágról-virágra, átrepülve a maga arányaihoz mérten Himaláját és Csendes-óceánt. Mennyire nem probléma nekik a repülés. Bár számukra minden szellő orkán s az esőcsepp Balaton, mégis dacolnak velük. Vagyha mindenképpen lehetetlen tovább menni, bevonulnak a legközelebbi garázsba: bármelyik falevél alá, míg az út újra fel nem szabadul. Azonkívül sem olaj, sem kormányos, sem tatarozó nem kell ennek a gépnek, mindenről maga gondoskodik. S még hozzá azt se higgyétek ám, hogy ez valami nagyon különleges gép! Nem. Sőt éppen az a furcsa benne, hogy szerkezete a gép legegyszerűbb formája, ti. mindegyik szárny közönséges kétkarú emelő. A 9. ábrán az *a b c d* a lepke keresztmetszete, *d* a lepke szárnyai, *e* a szárnycsapás tere. A rövidebb kar a test belsejébe hatol, a hosszabbik kar kiáll. A rövidebb

kar az erőkar: a végére tapadnak a szárnyemelő izmok (*g*). A rögzítés pontjához közel pedig a hosszabb karra a szárnylecsapó izmok (*f*) vannak erősítve.



9. ábra. A lepkeszárny a gépek legegyszerűbb formája.

Maga a repülés a szárnyemelő és lecsapó izmok váltakozó működésén alapszik. A szárnyak lecsapódása után a forgató izmok a szárnyat egy kissé elfordítják, így kisebb felület súrlódik a levegővel, ami megakadályozza azt, hogy a szárny fölemeléskor a test ugyanannyira essék vissza, mint amennyire a szárny lecsapásakor emelkedett.

A másodpercre eső szárnymozdulatok száma a szárny kisebb vagy nagyobb voltától függ. A lepke szárnya a testhez viszonyítva valamennyi rovar szárnyánál nagyobb felületen súrolja a levegőt. Ezért van a lepkéknek szükségük a repüléskor kevesebb szárnycsapásra. Repülésük azért olyan könnyed, libegő, lágy, mint a moll-nóta hangzatai. S mégis milyen biztos!

A repülés könnyűségét a szárnyak aránylag nagy terjedelme, a szárnyerek levegős volta és a nagyon erős repülőizomzat biztosítja. Főként az utóbbi nagy tényezője a kitartó repülésnek.

* * *

Ugye joggal mondhatta Diderot, hogy „A lepke szeme és szárnya elég, hogy egy istentagadót összemorzsoljanak”?

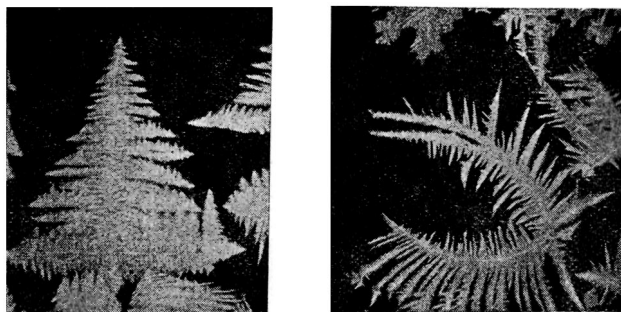
A tél művészete

Az egész természetben nyomon követhető a törekvés, hogy valahányszor a cseppfolyós test szilárd halmazállapotba megy át, a parányok szigorú törvények szerint helyezkedjenek el. Eredményei a szervezetben és a szervetlen világban feltalálható kristályok. Közülük csak a hó és a tengeri homok kristályaival ismerkedünk meg.

1. *A tél művészetén* tulajdonképpen a víz parányainak szabályos tömörítését értjük. Ilyen értelemben a tél művészete már a novemberi hideg zúzmarás rajzaival, fákat, bokrokat, kristályokat gyöngyökbé öltöztető pompájával kezdődik. Mikor az időjárás hidegebbre fordul, a rajzok a bokrokról ablakainkra kerülnek. Nem tudom, más hogy van velük, de én nagyon szívesen nézegetem őket. Sokszor megállók az ablak előtt, és figyelmesen szemlélem a rávarázsolt jégvirágokat. Fagy hozta létre, s mégis megmelegíti kedélyemet. Sokaig gyönyörködöm az üvegre húzott jéglemez páfrányleveleiben, mohautánzataiban, fenyőfáiban s a legkülönbébb növények csodálatosan össze-vissza szőtt-font leveleiben, virágaiban (10. ábra). Felfogásra eredetibb, a vonalak hajlékonyságát tekintve, mesteribb kompozíció művészi képzelettől sem telik. Merészebben és biztosabban művész keze sem stilizálhat. Hátha még a nap sugarai megtörnek az ablakon s a szivárvány hét színe a virágokon keresztül betáncol a szobába! A sok szépség méltán magával ragadja lelkemet s csodálkozom rajta, hogy ennyi formaszépséget és színharmóniát balga emberek a parányok véletlen

tömörüléséből származtatnak. Pedig az eddig látott kép a tél művészetének csak elenyésző része. Elém varázsolt világa csak érdeklődésemet szította fel. Lelkem új szépségekre szomjas. Sietek ki. Éppen jókor!

Havazni kezd. Nincs semmi nesz. A nagy csöndben először csak pici fénylő csillagok keringenek. Vonakodva libbennek a házak közé. Mintha félnének és visszariadnának a várostól, ahol az emberáradat olyan hamar összetapossa azt, ami égi. Végül komolyan hozzáfog és könnyű szárnyon sűrű, puha pelyhek szálldogálnak lefelé. Hosszú útjukat befejezve fáradtan zizzennek az utca kövezetére. Szünet nélkül mozgó függönyükön át az egész város álmoképnek látszik. A szép fehér leplen a környező hegyek, tornyok, hídfők óriásivá nőtt körvonalai derengenek át. A Duna, Gellérthegy, Országház, Várpalota a szokottnál is szebbek. Még Tabán ódon viskói is tündérpaloták lettek. A bérkaszárnnyák éktelensége eltűnik. A tereket és parkokat, épet és pusztulót, szépet és ízléstelent egyforma csillámos, sima takaró vonja be. Most semmi se rút, minden gyönyörű. Semmi sem kopott, minden új. Semmi sem mocskos, minden szeplőtelen fehér. S a külső nagy átalakulás magával ragadja a lelkeket is. Mindenki örül.



10. ábra. Erős hidegben felvett jégvirág.

A gyermekek vígabban csevegnek ablakom alatt. S egészen értem a régi olasz iskolai szokást, hogy az iskolai munkát ott hagyták abba, ahol a havazás érte. Ennek eltörlését nem helyeslem Mussolini programjában. A felnőttek sem olyan mogorvák havazáskor. Készségesebben szólnak, s hangjuk nem olyan érdes. Istenem! egy kis hó miatt mekkora változás. Mi más volna az élet, ha tartósabban eltűnnék belőle a rút és érdes, s az élet tülekedése több puha szót hagyna az emberek között.

A havazás azonban a szabadban érvényesül legjobban. Mire az ember kiér a városból s végignézi a határon, az egész földet végtelenbe nyúló fehér köntös fedi. Jólesik a szemnek. Szívesen látja a lélek, mert rokonára ismer benne. Képzelete és hite ilyen eszményi szépnek tudja a tiszta lelket s még inkább örök vágyának kútfejét és végállomását, az Istent. Tél és hőmező már csak azért sem lehet egyhangú.

Azonkívül a hólepel a föld meleg takarója. Ha 13–15°-os hidegben cseppfolyós csapadék esnék, ráfagyna a fákra, megdermesztené a csírákat, megakasztaná a földkéreg lélegzését, szóval az életet lehetetlenné tenné. Ez azonban nem történhetik meg, mert a lég párái 0° alatt millió és millió központ körül tömörülnek, növekednek, esnek lefelé. Útközben egymásba ütköznek és gomolyokban, pelyhekben a földre érkeznek s „gyapjúként borítják a mezőt”. (Zsolt 147) A természet számára abból készül a meleg téli takaró. A hőmérő higánya a hórétteg alatt csakugyan nem esik le a fagypontra. Azért az Alpok vidékén, ahol nyolc hónapig tart a tél, éppen azért mindent hó takar, a rügyek a hó alatt erősen készülnek az életre, sőt néhol kinyílt virágok kandikálnak ki a hótakaró alól.

2. *A hókristály szerkezete.* Bennünket azonban most a hó, a legkevesebb ember által ismert művészi szerkezete miatt, esztétikai szempontból érdekel. Erre a német származású

középkori nagy hittudós, Nagy Szt. Albert (†1280) terjesztette ki először figyelmét. Szerinte a hókristály csillag alakú (figura stellae). Bővebb tájékoztatást Nagy Olav upszealai érseknek „De variis figuris nivium” című könyvében (1555) találunk. „Inkább bámulatba ejt – mondja –, mint kutatásra sarkall a tény, hogy a természet ezeket a parányi tárgyakat miért és hogyan látja el a művész számára megközelíthetetlen rajzokkal.” Észreveszi a jégvirágok szépségeit is, amelyeket utánozhatatlanoknak mond, habár művészek poharakon, serlegeken, csipkében néha az utánzásra próbát tesznek. Rajzai azonban kezdetlegesek; közülük csak kevésben tűnik fel a hókristály jellegzetes formája. Ezt Kepler látta meg először, aki 1611-ben megjelent munkája címében már a *hatszögű hóról* (de nive sexangula) beszél. Decartes és Erasmus Bartholinus dán fizikus után Hooke Róbert angol természettudósnak köszönhetünk legtöbbet, mert vizsgálódásaihoz először használt mikroszkópot.

A hókristály mikroszkopikus képe. A hókristály művészi kiállításának eredményesebb megismerése azonban csak a tökéletesebb mikroszkóp birtokában volt lehetséges. Azok között a természettudósok között, akik éveket szenteltek a nagy türelmet igénylő munkának, Bentley amerikai s főként Glaisher angol természettudósnak köszönhetünk legtöbbet. Ez a hangyaszorgalmú angol tudós 1855. február 8-tól március 10-ig nagy önfeláldozással állandóan a hókristályok szerkezetét vizsgálta. Kevés ember tudja méltányolni ezt a rendkívüli munkát, mert kevesen tudják, hogy ez számára mennyi szenvedést jelentett. Mivel a finom kristályokat a test melege is összerontja, hideg helyen dolgozott. A finom vonalak megfigyelése miatt egészen közel kellett hajolnia s a testből sugárzó hő éppen a legnehezebben megfigyelhető vonalakat rögtön eltüntette, azért a szoba hidegét még fokozni is kellett. De a nagy türelem győzött. A kiszemelt kristály egy részét összpontosult figyelemmel rögzítette, didergő kézzel nagyjából lerajzolta, s a szabályos felépítés miatt a többi emlékezetből könnyen pótolta. A kész rajzot minden részletében újabb megfigyeléssel ellenőrizte. Munkáját Hellmann német természettudós folytatta.

A már kész rajzok gyűjteménye korántsem meríti ki a természetnek a hókristályokban mutatkozó formagazdagságát. Még kevésbé tarthat számot arra, hogy művészi kivitelükről hű képet adjon. Pusztán csak nagyon szerény bepillantást enged abba a tüneményes világba, amelyet a szabad szem egyformának lát, voltaképpen pedig a legnagyobb változatosság rejlik benne. Mert bár a 3–4–5 oldalú gúla, oszlopok, egyszerű vagy kombinált hasábok, lemezek, csillagok és a többi forma összekapcsolásából keletkező különféle alakok főbb csoportját különböztetjük meg, valójában ahány kristály, annyi alak.

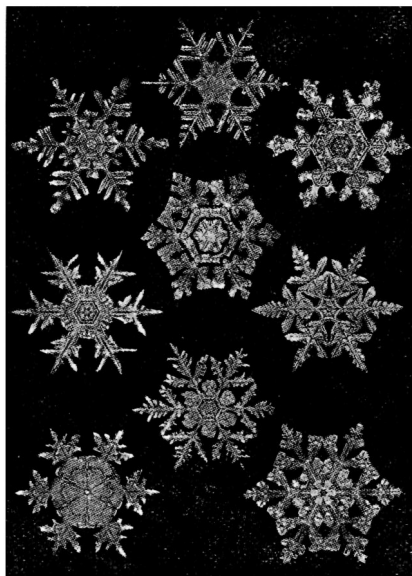
Csodálatos tündéri kiállítás! Parányi voltukat méreteik jelzik. A 0,01 mm vastag és 2 mm átmérőjű csillagos kristály már a nagyobbak közé tartozik; súlya 2-3 mg. S ezek a parányi tűkből összerakott apró alkotások telve vannak a legtüneményesebb szépségekkel (11. ábra). Ha az összes formákból kiválasztjuk a csillagokat és jól szemügyre vesszük, kidolgozásukat figyelmesen megnézzük, mennyi finom árnyalatot és eltérést találunk bennük.

Alle Gestalten sind ähnlich, doch keine gleicht der andern
Und so deutet der Chor auf ein geheimes Gesetz.⁵
(Goethe)

Hasonlítanak abban, hogy a főkéllők 60°-ú szögben metszik egymást. Belőlük ugyancsak 60°-ú szögben melléküllők ágaznak ki. Egyébként azonban nagyon eltérnek egymástól. Az egyikben a központi díszítés elenyészően csekély, de annál szebb a kerület. A másikban a központ és kerület egyforma ékességgel kelti fel a figyelmet. A kerület díszé itt egyszerű vagy összetett kereszt, ott kör vagy virág, amott levél, a negyediknél csillag. A fő- és

⁵ Minden forma hasonlít a másikra, de nem azonosak egymás közt, s így az egész kar titkos törvényt sejtet.

mellékküllőkben két-két légüres cső mutatkozik, végükön egy-egy légüres gömböcske. Sok kristály kiálló ágacskái egy-egy parányi levegőszemecskét rejtegetnek, amelyek gyémántként csillognak. Sötétebb helyeik még sok ismeretlen díszítést sejtetnek, azonban itt is úgy vagyunk, mint a csillagos ég szemléleténél. Mikor azt hisszük, hogy ismerjük titkait, kitűnik, hogy még mindig a műszer gyenge. A további díszítések felkutatását itt is csak a még tökéletesebb mikroszkóp szerkesztése után lehet várni.



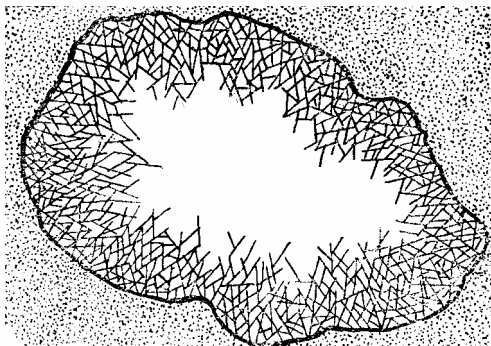
11. ábra. Néhány csillag alakú hókristály.

S micsoda tömegben készülnek ezek a remek kristályok! Német tudósok kiszámították, hogy 1886. dec. 19–22. között egy havazás alkalmával Németország területén annyi hó hullott, hogy a megolvasztására szükséges 960 billió kalória meleg 172,095.000 lóerőre berendezett gépeinket egy álló évig munkában tartaná. Azt is kiszámították, hogy a jelzett négy napon kb. $4 \cdot 10^{19} = 40,000.000,000.000,000.000$, azaz negyventrillió hókristály esett. Mit akarnak mondani a nagy számok? Ha figyelembe vesszük, hogy míg millió másodperc 12 nap, milliószor millió = egy billió másodperc már 33.333 év. S így egy trillió perc milliószor billió év alatt telik el. A Szentírás többször említi, hogy a hó szépségével Istent dicséri. Abban a kórusban tehát, amely Alkotójának öntudatlan hódolattal adózik, a hó egy maga ilyen rengeteg imádkozóval szerepel.

3. A télnek nem utolsó szépsége a *jég művészete*. Megnyilvánul elsősorban a módban, ahogy a megdermedés, az élettelenség szimbólumából a vízi élet meleg takarója készül.

A téli hideg beálltával ui. a vízben lévő éles és a hideg levegő harcra kelnek egymással. *Mors et vita duello confixere mirando*. A levegő a víztől meleget akar kicsalni, a víz pedig menteni akarja a menthetőt az élet számára, és csak annyit ad át, amennyit éppen át kell adnia. Lehűlt felső rétege erre megnehezedik, lesüllyed s más réteg áll a fronton. Hővesztés után megnehezedve az is alászáll és új rétegnek ad helyet. A rétegek e szabályos váltakozása addig tart, amíg az egyik el nem éri a $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot. A fel- és lejárásnak akkor végeszakad. Eddig a hővesztés kisebb térfogattal, nagyobb súllyal járt, ezentúl a hidegebb réteg kiterjed és könnyebb lesz. Tehát az a törvény, hogy a meleg a testeket kiterjeszti, a hideg összehúzza, a meleg test könnyebb, a hideg nehezebb, a vízre csak a $+3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig érvényes. Ebben a pillanatban a hideg víz kiterjedtebb, könnyebb és így nem süllyed alá. Most már tetszése szerint hűlhet a levegő. A felső réteg olajként födi a tó tükrét s védi az alatta lévő vizet. S milyen nagyszerűen készül maga a jég! A part mentén úgy kezd képződni, hogy egy bizonyos

pontból temérdek parányi tű fekszik a víz színére; 60°-nyi szög alatt egy második, egy harmadik stb. csatlakozik, s rövid idő múlva a tó tükre össze-vissza helyezett jégtűk benyomását teszi (12. ábra). Így jön létre az élet és dermedtő halál küzdelméből a tó téli tükre, a jég; átlátszó, akár az üveg és sok helyen sima, mint a csiszolt gyémánt.



12. ábra. A befagyni készülő tó jégtüi.

Hogy a billiónyi túhalmaz belső szerkezete más szépséget is rejt magában, ezt Tyndall angol fizikus (†1893) úgy mutatta ki, hogy jéglaapon elektromos fényt bocsátott át. Rövid idő múlva gyönyörű kép tárult hallgatói elé. Az elektromos lámpa fénye elérte azt, amire emberi kéz képtelen: behatolt a jég parányai közé, melege a jeget olvasztani kezdte s a tábla belsejében végbemenő változások eredményeként, szebbnél-szebb kristályok mutatkoztak a felfogó ernyőn. Minden kristálynak szembetűnő sajátsága ismét csak a hatszöges sík. A kristályok közepében a sötét pont onnan van, hogy a jég a víznél nagyobb térfogatú lévén, olvadáskor a jég térfogata csökken s a cseppé zsugorodott víz a középpontban helyezkedik el.

Így készül és ilyen művészi kiállítású a télnek a hó mellett második meleg takarója, a jég. Kemény, mint a kő. A folyókra fektetve óriási szekerek dübörögnek át rajta. S ha a hó egyszerű takarója a télnek, a jég valóságos dunna. Alatta a halak és vízinövények nyugodtan élhetnek, a befagyás ellen biztosítva vannak. Sőt minél nagyobb a hideg, annál erősebb kéreg szövődik följük, amelyen a külső hideg át nem hatolhat. S egyúttal a fagyás korlátozása más bölcsességet is jelent. A világ háztartásának állandóan szükséges jégkészlete kb. 4.000.000.000 km³. Ha azonban ez az összes folyók és tengerek korlátlan fagyásával tetemesen megszaporodnék, a nap melegének a földre sugárzott energiája az óriási jégtömeget föl nem olvaszthatná s a növényi, állati élet elpusztulna.

Istennek ekkora bölcsessége nyilvánul meg a hóban és jégben. S szép gondolat, hogy az Alpok jég- és hókoszorúja közt a chamonix-i kápolna szentélye felett ez a találó szentírási hely figyelmezteti az embert Istennek a legkevesebb figyelemre méltatott teremtményeiben megnyilvánuló hódolatára:

Jég és hó dicsőítések Istent.

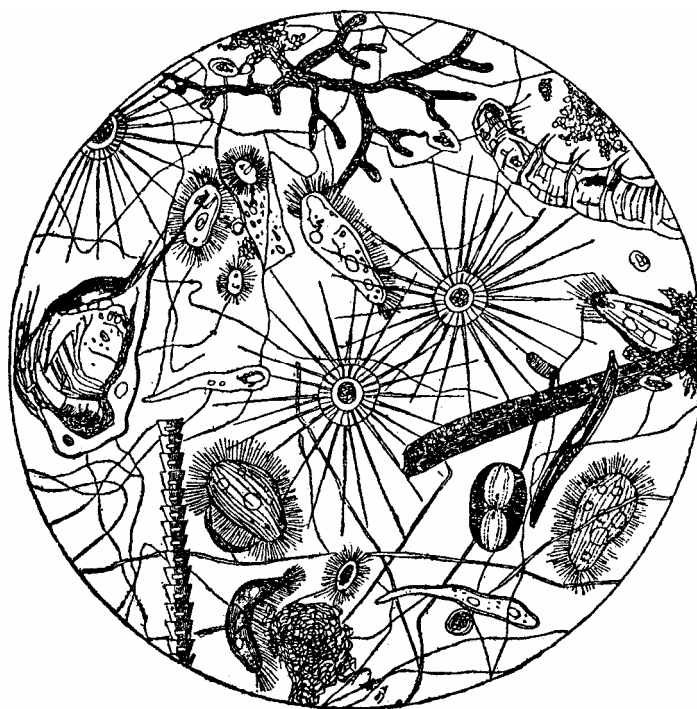
A tengerfenék művészete

Az élet formáinak igazi gazdagságába a mikroszkóp enged bepillantást. Vele sikerült megállapítani, hogy a szabad szemmel látható állat- s növényvilág csak csekély része a még ki nem kutatott tenyészetnek s egyúttal a természet szépségeinek.

Az élőlények ezidőszert ismert legparányibb alkotásai a baktériumok. Mindenütt óriási számban találhatók. A gyümölcs lemosása után a víz 1 cm³-jében 6,000.000 nyüzsg. Az iskolalevegő m³-e több milliónak ad tanyát. Méretük parányi. Az influenza bacilusát az

emberrel és a föld területével hasonlítva össze, a bacilus nagysága úgy viszonylik az ember magasságához, mint az utóbbi a föld 40.000 km területéhez. Ha olyan tornyot akarnánk építeni, amely magasságában annyira meghaladná egy ember magasságát, mint ahogy az ember meghaladja a bacterium megatherium-ot, annak a toronynak $150.000 \times 1,5 = 225.000$ m-nek, vagyis 225 km magasnak kellene lennie (valamivel több Budapest és Pozsony távolságánál!). Pedig a $10 \mu (= 1/1000 \text{ mm})$ hosszú bacterium megatherium, amint neve is mutatja (nagy baktérium), elefántja a baktériumoknak.

Vagy vegyük mikroszkópi vizsgálat alá a folyóvíz, az állott kútvíz egyetlen cseppjét (13. ábra). Milyen eleven, nyüzsgő élet tárul szemünk elé. Apró napállatkák és különféle infuzóriumok, fonálkák és egyéb parányi élőlények gazdag változata tölti ki a mikroszkóp lencséje alá eső néhány mm^2 -nyi teret.



13. ábra. Egy vízcsepp, a legkisebb állatkert.

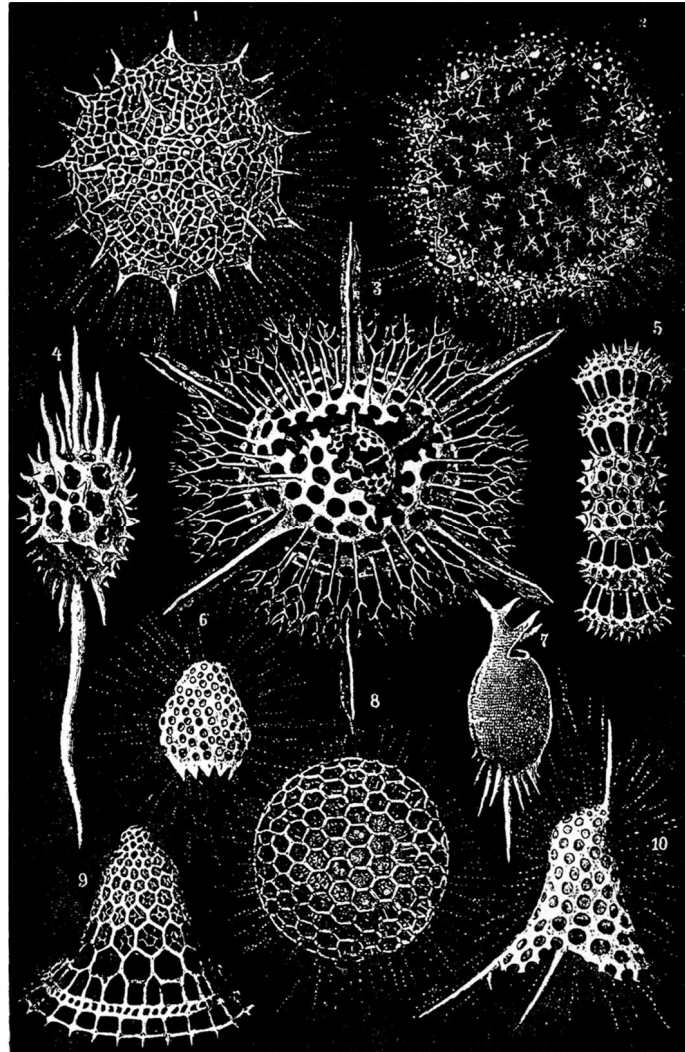
A nedves föld, a nyirkos fal sárgavörös és zöldes darabja: tócsákkal borított, vizekkel átllyuggatott és élőlényekkel telt mocsár. Ahol a vízből szemünk semmit sem vesznek észre, ott – mondhatjuk – a kiterjedt tavak tükrei csillognak, mert hiszen a benne élő növényekre és állatokra nézve, amelyek egy vesszőnek $1/200$ sőt $1/1000$ részei, a harmatcsepp Balaton, a vízparány kis tavacska, s a kezünkben tartott faltörmelék kicsinyített Finnország.

A tavak, a folyók, a patakok iszapjának egy parányi részében is az egysejtű moszatok végtelen száma tanyázik. Egyenként még a mikroszkóp is alig mutatja, de billió, trillió számban a havasokat zöld, piros, sárga színben pompázó vérmezökké változtatják, a mocsarakat kiszáritják, a tavak szegélyét eliszaposítják. A zürichi tó egy rákfajának petéi a roppant víztömeget csillogó porral fedett óriási tükörlappá változtatják.

Aki éppen számuk iránt érdeklődik, tudja meg, hogy a Kongó vagy a La Plata háborítatlan ösvilági lapjainak 1 cm^3 területén 40 billió él belőlük. Aki bírja, képzelje el, mennyi van belőlük összes folyóinkban!

A szabad szemmel láthatatlan élők igazi otthona azonban a tenger. Fenekét mérhetetlen iszap borítja. Ha a víz eltűnnék róla, öt földrésznél terjedelmesebb sivatag mélysége tárulna elénk, s a számum felhőbe nyúló homoktölcséreket keverhetne. A nagyító alatt minden

porszeme új csoda. Az egy-egy parányi élet egykori védőpajzsának, most üres koporsójának anyaga jórészt ugyanaz a kovakő, amiből a hegyi kristály áll. Az élet ezt szánta tündérpalásnak a tenger éjszakájában tartózkodó aprólények számára, amelyektől évezredekkel előbb nyüzsgött a tenger hatalmas vízoszlopa. Amióta pedig elpusztultak, az aláhullott héjak a fenékén vastag iszappá sűrűsödtek, sziklákká keményedtek, vagy éppen kiemelkedve, terjedelmes felföldet alkottak. Trinidad szigete radiolária-csontvázakon áll. Karlsbad, Berlin, Norvégia nagyrészt diatomácea-talajon épült. Sőt sokkal közelebb is szemlélhetjük a tengeri iszap múzeumává vált részletét. Amikor ui. a köszörős kést élesít, millió évekkel előbb élő tengerlakók porhüvelyével keresi kenyerét. Sőt névjegyeink sima felületén mi is tengeri állatok kagylóit hordjuk zsebünkben.

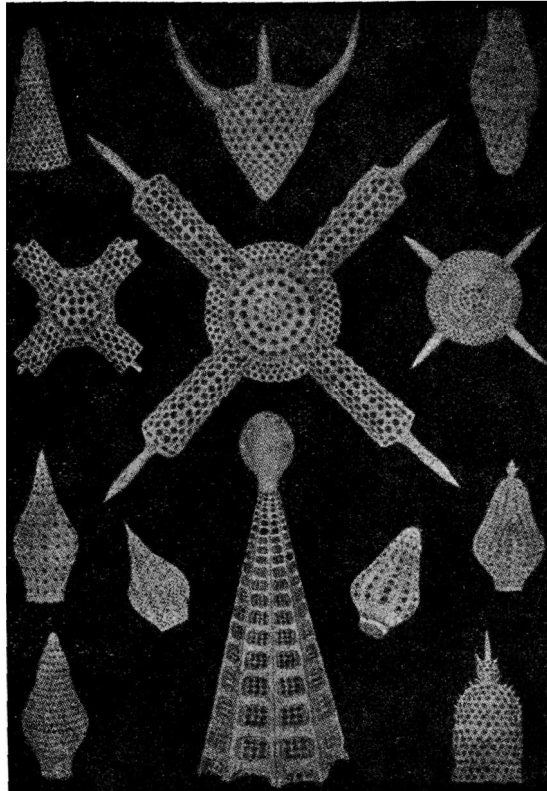


14. ábra. Sugárállatkák.

A sugárállatkák (radiolaria, radius = sugár, radiolus = sugárka), a legbámulatosabb kiállítású élőlények. Számuk rendkívül nagy. A Challenger-expedíció a tengeri lények felkutatásakor (1872–76) rájuk is figyelemmel volt, s tíz évi munkával 4318 faj, 739 nem leírását tette közzé. S a fajok nagy száma mellett kivitelük valami gyönyörű. A parányi lényekkel a tengerfenék minden mm²-ére a művészi alkotások elképzelhetetlen tömege van előntve. Aki hallott valamit a középkori főurak híres művészek-készítette remekeiről s

először lát mikroszkóp alatt néhány radioláriát, az azt hiszi, hogy Cellini műremekei vannak előtte. De kivitelük százszorta művészebb (14. ábra).

Épületkövük a kovató. Ezek hozzák létre a változatos formákat. Ha valamelyitek azt a feladatot kapná, hogy gömbtervezeteket készítsen, hamar kimerülne a találékonysága. A rajzolóművész is hamar kifogyna a tervekből. No egy radiolária-albumban annyi s olyan gömbformákat találtak, hogy sejtelmek sem volt róluk. Más fantasztikus alakok: pajzsok, csipkék, rácso, kannák, tálak, sisakok, kosaracsák laternák, bogáncsrózsák, varsák, keresztek, korongok, csészék, csatok, boglárók, tornyok és más sok ezer semmihez sem hasonlítható, egészen sajátos csecsebecsék. De minden forma elegáns, bámulatos szépségű (15. ábra).



15. ábra. Fantasztikus alakú sugárállatkák.

Rajzaiknak nem volna szabad hiányozniok egyetlen iparművészeti iskolából sem, mert a motívumok olyan gazdag, kiaknázatlan kincsesháza van bennük, aminőt emberi képzelet ki nem gondolhat.

A *diatomácek* (διατεμνω = szétvágok, διατομος = szétaprózott) $1/3 = 3$ mm nagyságú, egysejtű növényi szervezetek. Egyenként, vagy fonalakká tömörülve élnek. Későn télen, vagy kora tavasszal a folyó fenekén látható barnás színű, bársonyos terítő diatomácea-szőnyeg. Szaporodásuk rendkívül gyors. Ivadékuk 4 nap alatt 140 billióra rúg. Ennek megfelelően számuk a tengerben rendkívül nagy. Néhány cm^3 ténre 40–50.000 millió esik belőlük. S mégis mindegyik tokja milyen remekül van kidolgozva! A rajzok teljes tisztaságukban csak a savakkal kezelt páncélokban láthatók, ahol a bordák, sávok, sugarak, csillagok összevisszaságából egy-egy gyönyörűen tervezett mozaik – a mellékelt ábrán megváltásunk jele – áll elő (16. ábra). Díszítéseik fáradhatatlan kutatója Möller. Páratlan nagy szorgalommal összeállított munkája az *Universum Diatomacearum Moellerianum*, amelynek legkisebb képe is remekül bizonyítja Istennek a legparányibb alkotásban megnyilvánuló nagyságát.

Ludit in exiguis divina potentia rebus,
Maximus in minimis cernitur esse Deus.

Ha az eddigiek után valakinek az a gondolata támadhat, hogy a mesébe illő formákkal a természet haszontalan munkát végez, mert pl. a radioláriákat és diatomáceákat a tenger mélye fedi, s parányi alkotásaikat a hókristályokkal együtt szabad szem nem is láthatja. A hókristályok továbbá már estükben eltorzulnak; ami megmarad, porrá esik, a szél tovaragadja, végül pocsolyává lesz. Nem annyi-e ez, mintha valaki esztergályozott fával vagy remekművű bútorokkal fűtené?

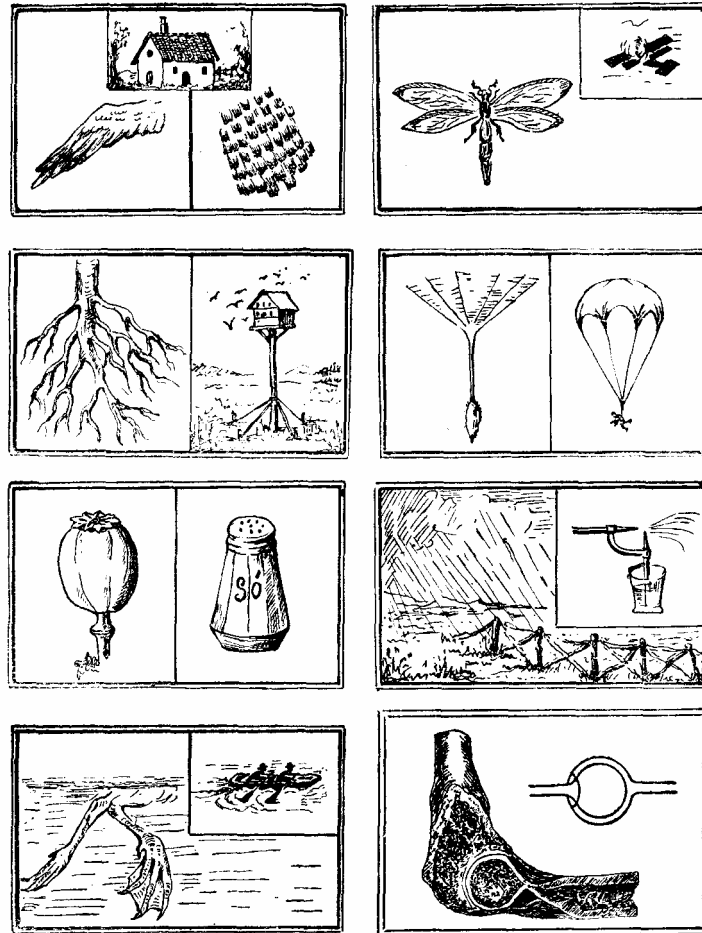


16. ábra. Egy diatomácea-tok fedőlapjának rajzolata.

Aki így beszél, az azt hiszi, hogy a radioláriák, diatomáceák és a hókristályok elsősorban vagy éppen kizárólag gyönyörködtetésünkre készülnek. Nem! Azok azért szépek, mert alkotójuk a szép kimeríthetetlen forrása, akinek szépet alkotni nem nehéz, művésztlent készítenie lehetetlen. Munkácsy Mihály annyira irtózott a művésztlentől, hogy nem tudott hibás képet nézni; ha tehetségében állott volna, minden torz alkotást elpusztított volna. S akkor a minden szép kútfejtől telnék ki valami olyannak a létrehozása, ami művészi szempontból kifogás alá esnék? A helyes kérdés itt csak az lehet, hogy minden szépben és jóban mily gazdag lehet az, aki még a tengerfenék porszeméit, vagy az eltapodásra szánt kristályok miriádjait is műremekeknek készíti. Vagy hogy milyen szép lehet ünnepi köntösében, a megszentelő kegyelemben az Isten képére teremtett lélek, ha az élettelen anyag ily gyönyörű formában jelenik meg, s az élet kezdetleges formája is tündérpalotában lakik.

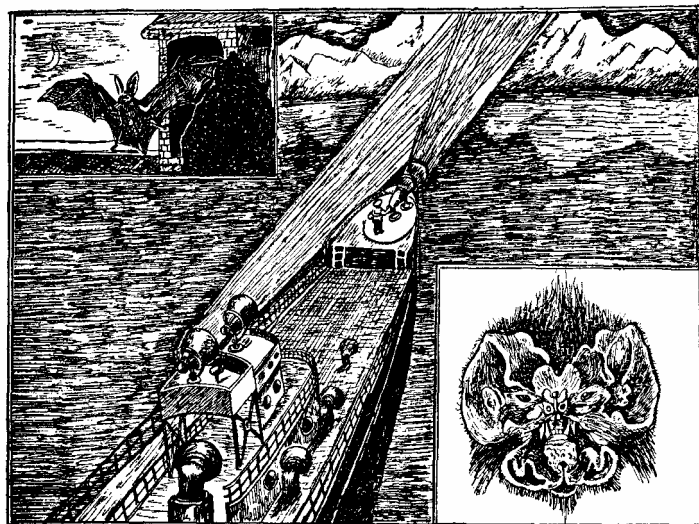
E parányi alkotásokról azonban csak az alkothat magának tökéletes fogalmat, aki az esztétikai szépségükön kívül azt is észreveszi, hogy mindegyik egy-egy gondolatnak bravúros megvalósítása. (17. ábra.) Házainkon a cserepek elhelyezése azonos a madár- vagy a lepkeszárnyon a tollak és pikkelyek elhelyezéséhez. A legtökéletesebb repülő mellett messze elmarad az ember találmánya. Mi a galambdúcot kötelekkel erősítjük meg; a természet óriási fákat erősít meg sokkal bravúrosabban, mert kötelei nem is látszanak. A hókristály vagy az oroszlánszáj termése ejtőernyő. Sótartónk a mákfaj utánpótlása. A virágpermetezőben s az esőben egyugyanazon gondolat valósul meg. Ugyanazon mozdulatok viszik előre a csónakot és a ludat. A mechanika számtalanszor használt dióízülete szervezetünkben előfordul. Az első „sommeregibile” a gömbhal (Tatisdon hispidus), az első mikroszkóp a vízcsepp, a legtökéletesebb zár az osztriga kagylókerete, a fogó őse a rák ollója, a legelső szivattyú a szívben található; mielőtt Savart megszerkesztette volna az első szirént, a tücskök régesrégén

használták a mezei koncertben. A legmodernebb technikának álma, hogy valami érzékeny készülékkel felfogja a jéghegyekről visszavert sugarakat és így elejét vehesse a Titanic-szerencsétlenség megismétlődésének, a patkósorrú denevéren régen megvalósult. Ez a csúnya állat mindent ki tud kerülni, mert a közeli tárgyakról jövő légrezgéseket csúnya orrának bőrlebernyegecskéivel megérzi. (18. ábra.)



17. ábra. ...egy-egy gondolatnak elmés megvalósítása.

A diatomáceaák és radioláriák minden emberi szellemet fölülmúló leleményességgel készült tengeralattjárók. Pl. a diatomáceaák mesterien oldják meg a feladatot, hogy páncéljuk szilárd és amellet könnyen mozgatható legyen. A szilárdságról gondoskodik a páncél anyaga, a kovasav, amelyből az acél is alig-alig tud néhány parányt lehorzsolni. Mivel azonban csak váza van a páncélnak s a fölösleges részek kitöltetlenek, a páncél leheletszerű takarója a benne rejlő életnek. S az egész felszerelést igen elmés szerkezet hajtja tovább. A természetkutatók sokszor leírták a diatomáceaák testét, lerajzolták a testükön végighúzó s a két végén csavarban végződő csövet s csak legutóbb vették észre, hogy a csavaros csövön kiszorított víz hatása a turbina erő kifejtésével egyenlő. Tehát minden diatomácea egy-egy turbinával van felszerelve. Ez a szerkezet a látszólag mozdulatlan diatomáceaát aránylag nagyon gyorsan mozgatja: az 1 mm hosszú és 0,02 mm széles diatomácea 12 másodperc alatt 1 cm utat tesz meg. Ennek arányában a 200 méter hosszú és 15 méter széles hajónak 12 másodperc alatt 200 km hosszú utat kellene megtennie. S ugyan hol van a technika még ettől a teljesítménytől?



18. ábra. A technika álma s a patkósrú denevér orra.

Az eddigiekből látszik, hogy az is milyen rossz úton jár, aki csak a nagyarányú természeti tüneményekben fedezné fel s kívánná látni Isten képét, hasonlóan Illés prófétához, aki Hóreb hegyén az Úrral szeretett volna találkozni. A hegyre érvén, hatalmas szél kerekedett. A fákat kicsavarta, a sziklákat lehengerítette. A próféta úgy vélte, hogy ez az Úr ereje. Földrengés következett, s a próféta azt hitte, hogy abból kell az Úrnak szólnia; de újból tévedett. A földrengést követte tűzből sem szólt. Végre lágy szellő susogott, s az Úr megszólította őt. Illés a palásttal befödte arcát s belátta, hogy az Úr nemcsak a hatalmas természeti tüneményekkel szólhat hozzánk, hanem legparányibb alkotásaiban is láthatjuk képét és hallhatjuk szavát.

A természet törvényeinek összhangja

A formaszépség a természet tökéletességeinek csak jelentéktelenebb része. Törvényeinek fontosabb másik tulajdonsága a bennük rejlő csodálatos összhang. E mindent átfogó összhangból kifolyóan a Nap és legtávolabbi csillaga, a fű és a Szíriusz csillag között összefüggés van. Szemünk szerkezetéhez a szabad szemmel nem látható égitesteknek is van közük. Szervezetünkben az egyik erő sietteti, a másik lassítja a vérkeringést: a vér így kering kellő ütemben. Egy erő a Nap felé húz, hogy az életet adjon, a másik távol tart tőle, hogy hője össze ne perzseljen. Ez az összehangolás eredményezi az egész természetnek egyensúlyi állapotát. Ha egyetlen erő, pl. a nehézkedési erő megváltoznék, az egész világ elvárzásolt kastély lenne, amelyben sem égen, sem földön semmi sem volna a maga helyén. Nagyobbodása esetén a földön minden kelleténél súlyosabb volna. A fák ágai már a bimbók súlya alatt letöredeznének. Testünk súlya miatt járni nem tudnánk. Az esőcsepp elől menekülni kellene. A jég szem egyenesen kézigránát volna. Viszont ha a nehézkedési erő kisebbednék, a feldobott kő porszemként, támasz nélkül, a levegőben libegne. A felhők elillannának a föld közelségéből. Eső többé nem permetezné vetéseinket. A tenger víztartalma cafatos rétegekben szökkenne el tőlünk s a bazilika kupoláját a legkisebb szellő játékgömbként hajtana faluról-falura.

A különféle erők szembeszökő összhangja az is, hogy minden eredményt az összes tényezők békés együttműködése biztosít. A természet osztályai, a szervesek és szervetlenek, növények és állatok között nincs emberi értelemben vett osztályharc. Minden élet rászorul a szervetlenekre, mert kálium, nátrium stb. a tápláléka. Táplálékhoz minden csak úgy juthat, ha a földet eső öntözi. Eső csak akkor van, ha a vizet a levegő felemeli s újra a földre engedi. Ezt a munkát a levegő csak a Nap hatása alatt teljesíti. Tehát a növény kedvéért teljes felszerelésével az egész naprendszer munkában áll.

Das Stäubchen, selbst der unfruchtbare Stein,
Indem er sein Gesetz hat, muss er wirken
Und tätig für das grosse Ganze sein.
(Goethe)

A természet összhangja mégis a szervesek életének következő két mozzanatában mutatkozik legjobban:

1. Minden élőlény szervezett egység, benne minden rész az egészért fárad. A szerves világ főelemei: a szén, oxigén, hidrogén, nátrium, klór, kálium, foszfor, kén, kalcium, magnézium és vas élő sejteket adnak, azok szövetté alakulnak, a szövetekből csont, bőr, szem, kéz, porzó, levél, szírom, gyökér lesz. Külön képességeivel mindegyik az egész szervezetért dolgozik. A szív nem önmagáért dobog. A gyomor nem önmagának emészt. Az izmok nem önmagukért fáradnak. A gyökér nem önmagának szív vizet. A levél nem önmaga számára készít táplálékot. Valamennyi az egész szervezet jólétét mozdítja elő.

2. A szerves világ összhangjának másik megnyilvánulása, hogy minden működése mindig olyan cél érdekében történik, amely a dolgok valóságos rendjében még nem létezik. A növény összes életműködése a virágért történik. A virág minden szerve a termésért fejlődik. Mintha a karmester élete előtt vezényelne s Napóleon születése előtt irányította volna az ütközeteket. „Bárhová tekintesz az egész világban, mindennek a belőle nem magyarázható irányítottság az anyajegye” – mondja Kant. „Melyik állat, melyik növény nem viseli magán annak keze nyomát, akit Platón örök mérnöknek nevez?” – kérdi Voltaire.

Ezt a kettős harmóniát szemlélteti az emberről és a növényekről szóló két következő fejezet.

A természet csodája, Isten dicsőítő éneke

Így nevezték a régiek az embert és méltán nevezték így, mert minden porcikája befejezett remek, szervezete pedig valóban csodája a természetnek. Ha valamihez hasonlítani akarnám, azt mondhatnám, hogy szervezetünk nagy hozzáértéssel készült valóságos gyárüzem.

* * *

Főntartója a *szilárd váz*, melynek különben vaskemény anyaga itt hajlékony, mint a vessző. Amint az összhangzatos eljárás biztosítására minden cégnek van üzletvezetősége, s minden nagy üzemben van központi felügyelet, szervezetünk sem lehet el az agyra bízott kettős feladat nélkül. Elhelyezése és felszerelése a fontosságnak megfelelő. A test egyes részeiből állandóan kapja a jelentéseket, amiknek összessége a közérzet, és ennek megfelelően küldi parancsait mindenhová. Az érzőszervek útján a nagyvilágból őt érdeklő dolgokról is tudomást vesz, s a híradás szerint intézkedik. Jól szerelt mellékállomása a kisagy, erősen védett kábele a gerincvelő. Az egész szervezetet behálózó idegrendszerrel valami fogalmat alkothatunk magunknak, ha meggondoljuk, hogy a nagyagy 600 millió idegsejtből, a hozzájuk tartozó rengeteg idegrostból áll, mely utóbbiak a fülben, orrban, nyelvben, izomzatban, belekben, bőrben különféleképpen felszerelten végződve a fotografálás, a kémlelés, olajozás stb. bonyodalmas tevékenységét indítják meg és irányítják. A 1/2 mm látóideg 80–120 ezer, a szürke agy egymilliárd idegszálból áll. Nem kis tökéletessége a berendezésnek az, hogy minden részlete, pl. akár az egész világot befogadó szem és fül, milyen kis helyen elfér. A másik nagyobb tökéletessége a nagy pontosság, amellyel a vezetékek a benyomásokat veszik, és a parancsokat közvetítik. Tudvalévően a járás, légzés, evés és sok más, éppen az életfőntartás legbonyolultabb működései, a lélek tehermentesítése céljából automatikusan folynak le. S öntudatos tevékenységünkben az idegrendszer pillanatról-pillanatra milyen bonyolult munkát végez a legtökéletesebben! Hiszen csak a látóideg mennyi behatást szállít az agyba, amikor szemeinket egy virágoskertben végigjártatjuk. Mennyi szín, mennyi árnyalat, mennyi forma rajzolódik szemünkre, s mi azt mind elemezzük és élvezzük. Vagy mennyi behatást szállít a központba a hallóideg, ha egy erdő szélén merengve hallgatjuk a tenyészet életét, a madárvilág zenéjét, a fák zúgását, a bogarak dongását, a méhek zümmögését, a távoli harangok hangját s a forgalmas utak zörgő, dobogó, prüszkölő zaját. Az idegrendszer mindezt úgy vezeti, hogy a különféle behatások a valóságnak teljesen megfelelnek. S végigmehetnénk az összes érzőszerveken: mindegyik ezerféle változatban veszi és szállítja a benyomásokat, a felvevő központ egyszerre kiváltja az összes fény-, hang-, tapintás-, íz- és szagingernek megfelelő érzetet. Vagy a gyakorlott zongorajátékos idegrendszerének minden parányi része pillanatonként mennyi feladatot old meg! Vigyáz az ütemre, leolvassa a hangjegyeket, azokat időtartam és hangmagasság szerint leméri. Közben egy idegen kulcs, egy új előírás változtatja a menetet. Emellett pillanatról-pillanatra a billentyűkön néha egyszerre 10 ujjnak egymástól való pontos távolságát kell megéreznie. Van művész, aki ezek mellé költeményt szaval, a hallgatóság halk beszédjére figyel, közben a jelenlevőkről is tudomást szerez.

Ezenkívül az idegrendszer szabályozza azt a sok felszerelést, amely a gyár jókarbantartásáról gondoskodik.

Ilyen felszerelés a gyomor, ez a legbonyolultabb kémiai laboratórium, amely arra vigyáz, hogy a szervezetbe idegen anyag ne kerüljön. Az állati és növényi fehérjealkatrészek ui. egymástól nagyon eltérnek. A szervezet számára ezeket a gyomor készíti el: faji jellegüket

elpusztítja, s elemeikre bontva a felszívásra alkalmassá teszi. A gyomor fala a lenyelt étel ingerlésére rázó mozgásnak indul (perisztaltikus mozgás), melytől az étel a gyomorfalhoz rázódik. Ugyanakkor a gyomorfal mirigyei pepszinből és erősen hígított sósavból álló nedvet választanak ki, amely a táplálékot feloldja, s a felszívásra alkalmassá teszi. (Pl. a fehérjéket a pepszin sósav jelenlétében peptonná változtatja.) A gyomornedv azonkívül fertőtleníti, sőt a romlott étel bizonyos fokig a gyomorban elveszíti legalább is ártalmas, romlott voltát. Főként a sósavnak van itt nagy szerepe; tehát ugyanaz a folyadék, amely minden élőt megmar, a fémeket megtámadja, a csontot feloldja, a gyomrot érintetlenül hagyja, mert az, mikor a sósavat fejleszti, egyúttal a gyomorfalat kémiai ellenszerrel vonja be. Ez már aztán igazán bravúros teljesítmény! Ha valaki azt állítaná, hogy ólomkatlanban ólmot olvaszt, vagy fakatlanban fát éget el, lehetetlennek mondanók. S íme itt lehetséges, hogy a húskatlan a húst megemészelve maga sértetlen marad, sőt még a húsnál szívósabb dolgokat is szétszedi. Tehát olyan bámulatos munkát végez, mintha a fakatlan nemcsak fát égetne, hanem ólmot, sőt aranyat olvasztana.

Ilyen a *vese*, ez a tökéletes *szűrőkészülék*, amint régi neve mondja: Cribrum benedictum, áldott szita, amely a vízfelesleget és a bomlási termékeket átengedi, eltávolítja, de a szükséges fehérjéket gondosan visszatartja. A vér ui. mint a köztisztaság felügyelője, mindenütt összeszedi a hulladékot, átadja a májnak, tüdőnek és vesének. Ezek a még használható anyagot visszatartják, a többit kidobják. A kettős munkát a szív, e legtökéletesebb szivattyú végzi, amely az egész üzemet mozgásban tartja, sőt saját mozgató izmainak frissességéről is gondoskodik.

A máj a szervezet éléstára és fűtőberendezése; különféle táplálékot halmoz fel, tartogat s bocsát a szervezet rendelkezésére. Ilyen termék pl. a cukor. A vér cukortartalma közönségesen 0,1%; a 0,3%-on túl a szövetek nem tudják felhasználni, tehát a vese mint haszontalan anyagot kiválasztaná s a legdrágább tápláló anyag veszendőbe menne. A szervezet ezen úgy segít, hogy a fölös cukrot a májba elraktározza. S még hozzá milyen elmésen? Maga a cukor hamar erjedésnek indul, tehát romlandó. Ezért a szervezet helyette a vele egyenlő értékű, de nem romlandó kémiai anyagot, a glikogént halmozza fel. Mikor a szervezetnek hő, vagyis cukor kell, a májba inger érkezik. A jelre bőséges erjesztőanyag keletkezik, a cukorra alakult glikogént a vér széthordja.

Mindez *rendes körülmények közt* történik így. Rendkívüli esetekben mennyi eltérés, különös megoldás iktatódik be az egész vonalon! Pl. az anyai méhben lévő magzat a táplálékot egyenesen az anyai vérből kapja. A magzatnak nincs vele semmi veszélye. A megszületéssel az állapotnak vége szakad, s működésbe lépnek az eddig még nem használt, de már előre elkészült gyomor s a bélcsatorna. De az anyai szervezet most meg arról gondoskodik, hogy az újszülött feladata ne legyen nagyon nehéz. A születés utáni napokban az anyai emlő ebből a célból tej helyett egyelőre valami különleges összetételű anyagot választ ki; ez a kolosztrum. Tápláló értéke kétszer akkora, mint a tejé, tehát kevesebb elég belőle. Alkotórészei fehérje, zsír, cukor és különféle sók, de valamennyi külön e célra készítve. A fehérje pl. vérfehérje, semmi dolog nincs vele; a bélfalon keresztül egyenesen a vérbe szűrődik át. A következő napokban a vérfehérje fogy, helyette megjelenik a tejfehérje, a casein. A kolosztrum azonkívül igen bőven tartalmaz védőanyagokat a külvilág baktériumaival szemben. Több védőanyagot közvetít, mint amennyi saját használatára az anyai testben van. Így történik ez mindaddig, míg az új szervezet maga nem képes önmagát ellátni táplálékkal és védőanyaggal.

* * *

Szóval ennek a csodálatos gyárüzemnek minden részecskéje megérdemli a figyelmet. S ahol a természet alkotásainak egyszerű voltáról van szó, ott a test szervei nem maradhatnak

említés nélkül. Hozzá tartoznak a természet szépségéhez és Isten nagyságának bemutatásához. Rájuk gondolva nevezte Galenus pogány orvos anatómiai munkáját olyan helyes érzéssel Isten dicsőítő énekének. Ez a sok szépség támogatta Belle Károly idegfiziológus hitét, „aki – sírfelirata szerint – halandó testünk csodálatos épületét páratlan elmével, türelemmel és eredménnyel magyarázta s legnagyobb fölfedezéseiről mégis csak akkor nem gondolkodott lekicsinylőleg, ha azoknak a hatalmas Teremtő végtelen bölcsességéről és jóságáról önmagában és másokban keletkezett fogalmát kellett mélyíteni”.

A szilárd váz

Ha az utca kövezetén egy mecklenburgi ló elcsúszik, csak úgy reng a talaj, mikor térde a köre csapódik. Azt hinné az ember, hogy vagy a ló csontja, vagy az utca köve törik porrá. Ám a ló a következő percben felugrik és továbbmegy. A mészáros acélbárdja több helyen kicsorbul; néha egész darabok pattannak le róla a csont széttörésekor. Ásáskor a földből csontok kerülnek elő, amelyekkel az enyészet századokon át nem bírt. Ilyen szilárd anyagból van szervezetünk főntartó váza, a csontváz; a csontanyag kőkeménységét a csontföldből és a mészából veszi, az acél rugalmasságát egy enyvszerű anyag adja hozzá.

Az anyag szilárdságán kívül elosztása és a csontok kifejlődése is a külön célnak megfelelően történik. A szervezet minden csontjának ui. más és más a rendeltetése. A gerincoszlop a bordarácsozattal a tüdőt és a szívet védi. A fej-, halánték- és homlokcsontok az agyvelő, a szem és a fül védelméről gondoskodnak. Az állkapocs a fogaknak nyújt erős alátámasztást. A fogak az eleséget őrlik. A lábszár- és a medencecsontok nagy terhet hordanak. S a különféle céloknak megfelelően különféleképpen fejlődik ki a csontváz minden része. Azok a csontok, amelyek üreget zárnak (koponyacsont), vagy nagyobb izmok támaszai (vállcsont, medence) aránylag vékonyak, ellenben azok, amelyek nagy terhet hordanak, tömörek, nehezek, vastagok.

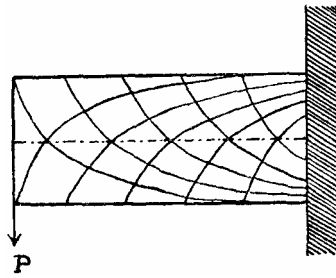
* * *

A csontváz erősségét szolgálja továbbá a csontok összeillesztése. A koponyacsontok cikkcakkos szélei varrásszerűen ereszkednek egymásba, a nevük is varrat, sutura. Számukra külön szövet, a varratréteg képződik. Rendeltetésük az agy védelme. Aki látta, hogy hordárok és kofaasszonyok milyen terheket cipelnek fejükön, annak a koponyacsont erősségét nem kell külön bizonyítani.

A csont-összekötés másik módja a kétféle ízület. A *dióízület* abban áll, hogy a gépeknél két érintkező felület közül az egyik tokja a másik forgó felületét szilárdan befogja. A *forgóízület* pedig két hengeres csont fejét foglalja össze. Szervezetünkben az ízületvégek és ízületgödrök felülete a köszörült üvegnél simább; simaságát fokozza az ízületi tok belső falán kiválasztott ízületi nedv. Rendeltetése ugyanaz, mint a gépek ízületeire csepegtetett olajé: kitölti a felületek egyenetlenségét s így a mozgató erőt a súrlódás nem emészti.

Ismeretes továbbá, hogy két nedves üveglemez a simaság, meg a légmentesség miatt milyen erősen tapad egymáshoz. A csontízületek összetartását is a légüresség fokozza. Ha a nyúl combízületéről a szalagokat levágjuk s az állatot lábánál fogva felemeljük, combja nem esik ki az ízületből. De ha az ízületet megfürjük, szétesik, mert a fürés helyén a levegő beáramlásával az összefüggés meglazul.

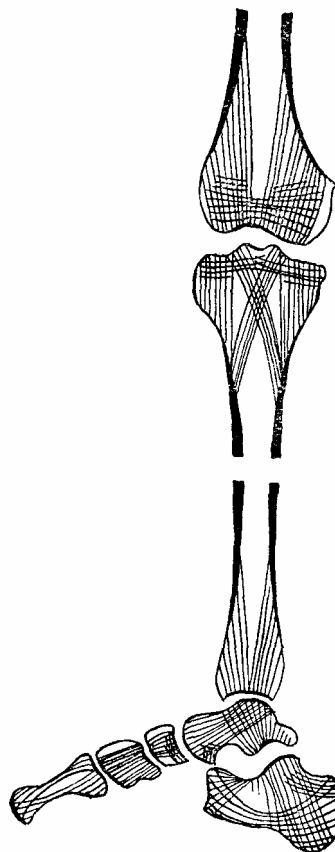
Ízületeink azonban még mással is felkelthetik a mechanikusok irigységét. A szilárd talajra eséskor a csontok felületei nagy erővel ütődnek egymáshoz és a merev csontok mégsem törnek izzé-porrá. Ez azért van, mert a csontok ízülő felülete kékes színű, porcogó réteggel van bevonva. A csontokra ható lökés a porcogón feszítő erővé alakul át. Tehát kb. az a szerepük, ami a vonatknál a kocsí ütközőké.



19. ábra. ...az erő az ún. erővonalak mentén hat.

A csontanyag, a csontok célszerű fejlődése és az ízületek erőssége nem adják a csontváz szilárdságának teljes magyarázatát, s főként arra nem vetnek kellő világot, hogy néha *kis csontok* is miként vihetnek olyan *nagy terheket*.

A fizika szerint 1 kg súlynak 1 m magasba emelése egységnyi munka. Tehát a 70 kg súlyú hegymászót a 2000 m magas hegyre lábai 140.000 mkg munkával cipelik fel: a láb apró csontjaira ez a munka nehezedik. Hát még milyen nehéz munkát végeznek a munkásember vállcsontjai, aki naponként reggeltől estig 7–8 m magasba 70–80 kg súlyú gabonaszákokat cipel föl.



20. ábra. Az ember lábcsonthozzárt erővonal-vázlata.

Ezt a teljesítményt a csontok mechanikai szerkezete magyarázza. A csont szerkezetében ugyanis két részt különböztetünk meg: az egyik a substantia spongiosa, az orsós csontok hüvelye; a másik a substantia compacta, az orsós csontok belső része, amelynek a közepébe a csontvelő van beágyazva. Az orsócsontban a substantia spongiosa látszólag minden rend

nélkül egymásra fektetett apró lécek tömege, pedig ez az összevisszaság az építészet csodálatraméltó alkotása.

A mechanika mutatja, hogy a vízszintes gerendára kötött P súly, vagy a felülről ráható erő a gerendát nem mindenütt húzza vagy nyomja egyformán: az erő mindkét esetben az úgynevezett erővonalak mentén hat (19. ábra). Ha tehát az építő egy ilyen célra szánt gerendát készít, s azt kevés anyag felhasználásával kívánja minél erősebbé tenni, akkor a legnagyobb ellenállóképességről az erővonalak mentén gondoskodik.

Ez a terv valósul meg a csontokban is. Az egész csontváz összes csontjaiban a substantia compacta szerkezete pontosabb megfigyeléssel az erőműtan szabályai szerint készült remekmű.

Cuvier francia természettudós (†1832) csodálta először a csontváz fölépítését. *Culmann* (1821–1881) matematikus azt is észrevette, hogy a finom csont-lemezek a sztatika törvényeinek megfelelően fekszenek, s a legügyesebb technikus sem tudna célszerűbb hidat szerkeszteni, ha nagy nyomással vagy húzással kellene számolnia (20. ábra). Az ember felső combfeijéből vett hosszmetsetet összehasonlítva azzal az erővonal-vázlattal, amelyet a mérnök hasonló alakú fölvonógép számára szerkeszt, azt találjuk, hogy a lemezek iránya és a keresztvezésszögek a vázlat szögeinek teljesen megfelelnek.

* * *

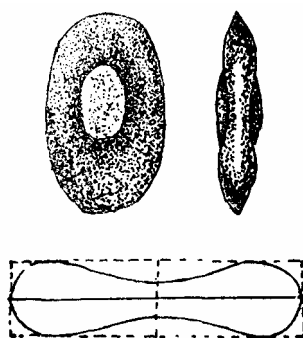
Ugye mennyi joggal énekeli a zsoltáros: „Uram, csontjaim mondják, ki hasonlít hozzád?” (Zsolt 34)

A vérkeringés

Az élet fönntartásához szükséges, hogy legparányibb alkotórészeiben a szervezet folyton megújuljon, s a káros bomlási termékektől megszabaduljon. Ezt a munkát a vér végzi, amikor a tüdőben, a gyomorban, a bélben felvett táplálóanyagokat rendeltetési helyükre szállítja, az egész szervezetben összeszedett bomlási termékeket pedig a tüdőbe, vesékbe, májba szállítja.

* * *

A vér alkotóelemei. Amit mi vérnek mondunk, az nagyon sokféle anyagnak csodálatos összetétele. Köztük a legismertebbek a piros és fehér vérsejtek. Egyetlen terület, ahol a fehér és vörös nem halálos gyűlöletet és ellenségeskedést, hanem nélkülözhetetlen békés munkát jelent szervezetünk.



21. ábra. Piros vérsejtek.

A piros vérsejtek kiszáradva, csillag- vagy gömbformát vesznek föl, a szervezetben lapjukról nézve ellipsziseknek, elülről tekintve két oldalon kidudorodott borbélytányéroknak látszanak (21. ábra). A nagyító alatt vérben úszkáló aranytallérok benyomását teszik. Színük azonban csak a tömegben piros; egyébként zöldbe hajló sárgás színűek. Hőmérsékletük $37,5^{\circ}\text{C}$. Sűrűségük 1,06, tehát a víznél súlyosabbak. Méreteik rendkívül parányiak. Egynek-egynek a hossza $7,5\ \mu$, legnagyobb vastagsága 2,5, legkisebb vastagsága $1,08\text{--}2\ \mu$. Felületük $0,000128\ \text{mm}^2$, köbtartalmuk $0,000000072217\ \text{mm}^3$. Súlyuk $0,0008\ \text{mg}$. Hogy valami fogalmatok legyen az itt található méretek parányi voltáról, gondoljátok el, hogy egy közönséges kis gyufaskatulyába 500 ezer millió darabot lehetne belőlük elraktározni s nyolcmillió hatszázezer darab nyomna annyit, mint a golyózásnál használt egy kis golyó.

Amilyen parányi a méretük, olyan rengeteg a számuk. Egy mm^3 vérben átlag 5,000.000 piros vérttest úszkál. A szervezet öt liternyi vérben körülbelül 25 billió van s így a parányi felület mellett is körülbelül $3250\ \text{m}^2$ területet adnak. Csodálatos dolog! Az ember termete $1\ 1/2\ \text{m}$ magas és szervezete mégis $3200\ \text{m}^2$ tálcán kapja a földolgozott táplálékot, a levegőt s mindazt, amit a szervezet megkíván. Csak ezzel a fölülettel tudja a vér elvégezni a szervezetben neki osztályrészül jutott nagy földadatot. Sőt ha a szervezetben a legkisebb baj van, a piros vérttestek száma jóval emelkedik. Mintegy varázsütésre új sejtek teremnek és állanak munkába a baj megszüntetésére. Az ujj megvágásakor rögtön ott teremnek, ahol a fal áttört: összefognak, hogy megakadályozzák a vér kiömlését. Sok elpusztul közülük, de az utolsó halottak végre is elfogják a nyílást és a vért visszatartják.

S mint a jó munkásnak, nekik is a szívósság főjellemzőjük. Hideget és meleget egyaránt bírnak. A véredényből kikerülve, tovább élnek s ha visszajutnak a vérbe, tovább dolgoznak. Hideg helyen 4–5 napig megtartják életképességüket. A meleget is állják; de 52°C -nál fölbomlanak.



22. ábra. Fehér vérsejtek.

A piros vérsejtek mellett munkájuk kiegészítésére gömb alakú, szemcsés, buroktalan magú és sejtvezű *fehér vérsejtek* is vannak (22. ábra). Számuk egy mm^3 -ként 5–10.000 között váltakozik. Összes vérünkben közönségesen 50 milliárd él belőlük. Szükség esetén számuk megnövekszik. Átmérőjük $0,005\text{--}0,019\ \text{mm}$. Feladatuk a szervezetnek minden kártékony anyagtól való megvédése. Ha valamelyik fehér vérsejt idegen anyagra talál, átfogja, megemészti és ártalmatlanná teszi; utána nyúlványokat bocsát ki magából s azokkal továbbhalad. Ha egyedül nem bír vele, melléte teremnek segítő társai, s az ellenséget viribus unitis megrohamozva oldják meg a földadatot (23. ábra.)

A piros és fehér vérttestek számaránya egyénenként és az életkor, hőmérséklet, egészségi állapot, a nem, táplálékfölvétel, táplálószer, valamint a szervezet minősége szerint

ugyanazon egyénekben is változik; rendes viszonyokra értve átlagosan 1:335 körül ingadozik. Tehát a több millió vörsejt a szervezetben úgy képződik, hogy minden 335 piros vörsejtre egy fehér vörsejt esik. Vagyis, ha egy mm^3 vérben 5,000.000 vörsejt van, rendes körülmények között és átlag a fehérek számát 13.000–14.000-re tehetjük.



23. ábra. ...az ellenséget megrohamozva oldják meg a feladatot.

Az eddig felsorolt elemek azonban sem nem egyszerű, sem nem kizárólagos elemei a vérnek.

Nem egyszerűek, mert mindegyikük igen sok elemből van összetéve s a természettudomány ezidőszereit még sokkal szerényebb eszközökkel rendelkezik, mintsem hogy e téren kutatásai után pontot tehetne. Például a piros vörsejtek piros színüket a hemoglobin nevű, erősen vastartalmú festőanyagtól veszik, melynek elemei pedig

α) a globin néven ismert fehérjeanyag,
 β) a hemochromogén, a vér tulajdonképpeni festőanyaga,
 γ) a hematin, a hemoglobin vastartalma, ugyanaz az anyag, mely mint hematit, vasrózsa, vöröserc s egyéb szebbnél-szebb kristályairól ismeretes. Ennek segítségével képes a vér a tüdőn keresztül haladva a levegő oxigénjét felvenni. És végül

δ) a hemin, a vérnek legidőállóbb eleme; jellegzetes kristályai ezért töltene be a törvényszéki tárgyalásoknál olyan fontos szerepet. Bármilyen régi a vérfoltgyanús pecsét, ha mikroszkóp alatt 2–3 csepp ecet- és konyhasókeverékben üvegre tett vakarékában a hemin-kristályok megjelennek, a gyanús pecsét kétségtelenül vérfolt maradéka. Még az egyiptomi múmiák kiszáradt véréből is sikerült ilyeneket előállítani.

A piros és fehér sejtek nem is kizárólagos elemei a vérnek. Rajtuk kívül a vérben részint kristályformában, részint oldott állapotban igen sok ellentest, védőanyag van. Vegyelemzésük még nem sikerült. Egy részük állandóan jelen van, másrészt esetről-esetre jelentkezik. Főadatuk a szervezetre nézve kártékony anyagok semlegesítése. A bakteriolysin például baktériumokat pusztít, a hämolysin és cytolysin idegen vértetek és sejtek ellen védenek. A toxin (az élő elpusztulása nyomában keletkezett mérges vegyi összetételek gyűjtő neve) hatását az antitoxin ellensúlyozza. A précipitin a fajilag különböző állat vére elleni védelem. Egy sereg védőanyag az emésztést pótolja. Mivel ui. a táplálék szervezetünk számára nyers anyagok halmaza, a vér földolgozás, emésztés nélkül egy morzsáját sem juttathatja a szövetekbe. Ha tehát a táplálék injekció útján jut a vérbe, a gyomor helyett a megfelelő ellentestek végzik az emésztést.

Az eddig említett elemek egy önmagában is nagyon komplikált összetételű világossárga folyadékban, a vérnedvben (plazma) úsznak; a véredényrendszerben keringenek, amelynek középpontja a szív. Öt liter vérből három liter a nedv, két liter a többi alkotórész: ennyi a szervezet pótolhatatlan és azért nagyon megbecsülendő folyadéka, a Szentírás nyelvén az

anima carnis, Vergilius szókinsében *anima purpurea*. Élet csak vele lehetséges. Ha megromlik vagy veszendőbe megy, pótolni semmivel sem lehet.

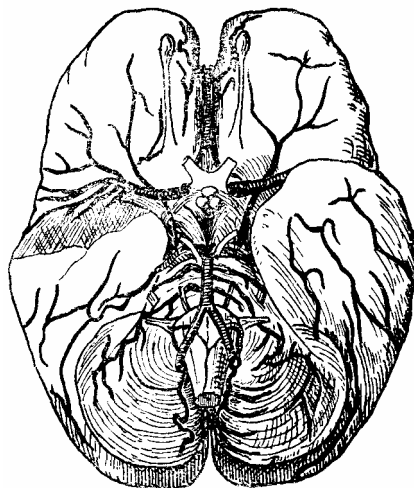
Azt a kis patakot, mely a szívet hajtja,
Ha egyszer elapadt, ki nem pótolhatja
Óceánja vérnek.
(Arany)

A véredények

A szívből jövő véredények az aorták, elágazásai az ütőerek (osztóerek, artériák) és a hajszálerek. A visszamenő erek pedig a gyűjtő-, vivőerek vagy vénák.



24. ábra. Aorta, hat ütőérkiágazással.



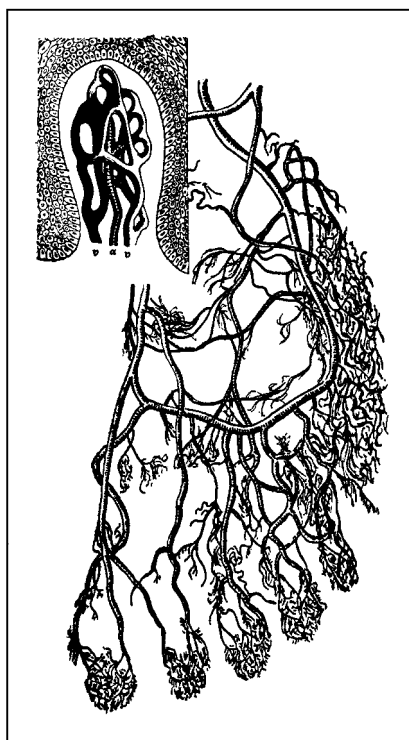
25. ábra. Az agy ütőere.

A főütőér az össze véredények törzse, neve: aorta (αορτεω = αειρω = αιρω = főlegyenésíték, fölfelé irányítók; αορτη = a vérnek fölfelé irányító ere). Átmérője a torkolatnál 3 1/2 cm. A szívből kilépve, fölfelé tart (a. ascendens), majd lekanyarodva (a. descendens) a mell-, hasmedence környékét látja el osztóerekkel. A legjelentősebbek például

a névtelen-, a jobb kulcscsontalatti s a jobb fejűtőér (art. anonyma, subclavia, dextra, carotis communis dextra) az aortaívából ágaznak ki.

Az aorta kiágazásai az artériák (αερ-τηρειν = levegőt szállítani). A régiek ui. azt hitték, hogy levegőt szállítanak (24. ábra). – Átmérőik 9–5 1/2 mm között váltakoznak. Amint az osztóér elnevezés mutatja, mindegyik a maga területét látja el vérrel. A fejosztóerek a fejről (25. ábra), a kulcscsontalattiak a felső tagokról gondoskodnak. A lekanyarodó aortából eredt artériák az alsó végtagokat táplálják. Ha valahol több vér szükséges, a szív erősebben működik, az artériák itt kitágulnak, máshol összehúzódnak, hogy ide több vér kerüljön. S a baj megszűntével, újra az előbbi méreteik állnak vissza.

Az ütőerek végső elágazásai s a szervezet tápláló csatornái a *hajszálerek* (26. ábra). Nincs a szervezetnek oly eldugott részecskéje, amelyet föl ne keresnének. Minden izmot, ideget, ízületet, eret, mirigyet útbaejtenek, keresztül-kasul járnak s a hozott kincsből mindenhova juttatnak. A piros vérsejtek a csontokba meszet, az ízületekbe olajat, az izmokba táplálékot, a körömgyökerekhez s a hajszálakhoz szaruanyagot, a szembe üvegtanyanyagot stb., stb. visznek. S az idő pénz; gyorsan átadják terhüket, éppen olyan gyorsan felszedik a kiválasztás termékeit, s tovább sietnek.



26. ábra. A lábfej hajszálereinek szövete. Fönt a szövetbe fűrődő hajszálér.

Számuk rendkívül nagy. Tetemboncolásnál az egy mm-es ágak még jól kivehetők, s látszik, hogy tovább osztódnak. A mikroszkóppal látható 1/100 mm-es és hálózatban összeszőtt hajszálerek száma már igen sok milliárdra rúg. A csontvelőben és a májban 10–20 μ hajszálerek is vannak. *A kis méretek* azt bizonyítják, hogy a vérsejtek parányiságukon kívül milyen simák és hajlékonyak, hogy e náluk sokkal keskenyebb vezetékeken olyan könnyen átjutnak. *Számukból* pedig az tűnik ki, hogy bár a vér a szívtől távolodva folyton szűkebb csövekbe kerül, tulajdonképpen mindig tágabb ürbe jut, mert az erek együttes keresztmetszete folyton nagyobbodik. Amíg az egész aortában csak 100 cm³ vér fér el, a hozzátartozó hajszálérhálózat 1-2 liter folyadékot fogad be. A meder nagyobb ugyan, de a nagyobb sűrűlódás miatt a folyás mégis meglassul, mint a széles mederben hömpölygő folyóé.

Innen van, hogy a vér, amely a szíven szinte átrepül, az aortában másodpercenként 35–50 cm-nyi utat tesz s az artériákon és vénákon gyorsan átfut, a hajszálérhálózatban másodpercenként csak egy mm utat tud megtenni. Itt tölt legtöbb időt. A millió és millió hajszálérben érintkezik a szervezet billió és billió sejtjével s végzi a fölfrissítést, tisztogatást.

A szív szerepe

A szív 150 mm hosszú, legnagyobb átfogatban 250 mm széles, körülbelül 300 gr súlyú s vérerekkel keresztül-kasul font, szabálytalan kúpalakú izomtömeg. Alig ököl nagyságú s mindamellett nincs szervezetünknek még egy ilyen fontos föladatot teljesítő része.

A régiek előtt fontossága még jelentékenyebb volt azért, hogy az élet minden megnyilvánulását a szívre vezették vissza. A Szentírás sokszor emlegeti s értelmi életünk középpontjába a szívet helyezi. Homines splene rident, felle irascuntur, corde sapiunt – mondják a régi latinok. Az emberek lépből nevetnek, epéből haragszanak s szívben gondolkodnak. Ezért a francia és angol nyelv ehelyett: „valamint jól tudni” ezt mondja: „szívből tudni” (savoir par coeur, to know by heart). S bár ma tudjuk, hogy egész szervezetünknek s főképpen gondolkodásunknak az agy a középpontja, mégis úgy beszélünk, mintha a szívnek szellemi életünkben nagy szerepe volna. Érezzük, hogy amitől húzódozik, azért minden dobbanást milyen terhesnek íté; viszont amihez boldogságát köti, azért az izmokat agyon fárasztja, az észet falhoz állítja, tisztánlátását elhomályosítja, sőt önmagát is megcsalja.

Mi a szív? – megáradt folyam,
Melyen a szenvedély rohan,
Míg földuzzadnak a habok
S kifordítják a csónakot.
(Mindszenty Gedeon)

Látszólag a szív még inkább kiapadhatatlan forrása érzelmi életünknek. Tele van vérrel, de még inkább telve van érzelmekkel, vágyakkal s azok kifürkészhetetlen indítékaival. Minden bűnt a szív érez először: az arc pírja az ő szégyene. Az erénynek a szív örvend először: a nyugodt tekintet vidámságát sugározza. Érzésvilága az egész életet befolyásolja. „A vidám szív virágzó életet teremt, a szomorúság elszárítja a csontokat.” (Péld 17,22) El nem rontva igen szerény: a legparányibb örömtől szinte táncol boldogságában. Egyúttal rendkívül erős: mázsás fájdalmakat megbír. Mit nem kell egy szívnek szenvednie, míg meg tud szakadni! – éneklé Byron.

S végül a szív az ember magasabb származásának kézzelfogható bizonyítéka. Az érzelmek végtelen tengerét érzi meg, de semmi véges meg nem nyugtatja, ki nem elégíti. Aki azt hiszi, hogy a művészet kielégít, tekintsen Michelangelóra; ő kijelenti, hogy ami boldogságban része volt, nem festékből és márványból való. Tudomány boldoggá nem tesz; Goethe 75 éves korában mondta, hogy minden tudománya dacára egész életében alig volt néhány boldog napja. A hatalom nem boldogít; Nagy Sándort hatalma tetőpontján elkésértette a gondolat, hogy még van föld, ahol nem az ő nevében parancsolnak. Szeretet nem boldogít. Petőfi eljegyzése napján mondja, hogy a boldogság tetőpontján van s a reményre többé nincs szüksége; s rövid idő múlva a szeptember vég zúzmarája megrendíti boldogságában. Kincs boldogít? Strindbergtől megtanulhatjuk, hogy nem. Ez a szocialista vezér sokat agitált a munkások anyagi jólétéért s csak élete vége felé vette észre munkájának hiábavalóságát. Belátta, hogy „Európa összes pénzügyminiszterei és cukrászai sem vállalkozhatnának rá, hogy csak egy suszterinast is kielégítsenek. Egy pillanatra boldog, de utána panaszkodik, hogy soha emberrel úgy nem bántak, mint vele”. S ez a radikális,

szocialista újságíró halálos ágyán a Szentírásra mutatva, azt mondta leányának: „Ez az egyetlen igaz könyv”. Sírfeliratul ezt kérte: O crux ave spes unica. Üdvözlégy szent kereszt, egyetlen reményünk.

Csak egy van, ami emberi szívet boldoggá tehet: Isten. „Nyugtalan a mi szívünk, míg benned meg nem nyugszik, Uram. Amint a követ nehézsége húzza a földhöz, az embert szíve vonja Istenéhez” – mondja Szt. Ágoston, a keresztény világnézet legnagyobb gondolkozója. Azért legyen valaki tudós vagy tudatlan, ifjú vagy idős, szegény vagy gazdag, csak úgy lehet boldog, ha szíve állandóan Istenre irányul. Akkor, mint a naphoz igazodó óra, mindig megbízható, minden próbát kiáll, nem siet, nem késik, sem erősebben, sem gyengébben nem ver. S ha végül ez életben csendesen megáll, az örökkévalóságban az Úr újból megindítja.

Stell' himmelwärts, stell' himmelwärts
Wie ein' Sonnenuhr dein Herz;
Denn wo das Herz auf Gott gestellt,
Da geht es mit dem Schlag, da hält
Es jede Prob' in dieser Zeit,
Und hält so bis in Ewigkeit.
Es geht nicht vor, es geht nicht nach,
Es schlägt nicht stark, es schlägt nicht schwach.
Es bleibt sich gleich wohlgemut,
Bis zu dem letzten Stündlein gut,
Und steht's dann still in seinem Lauf,
Zieht's unser lieber Herrgott auf.⁶

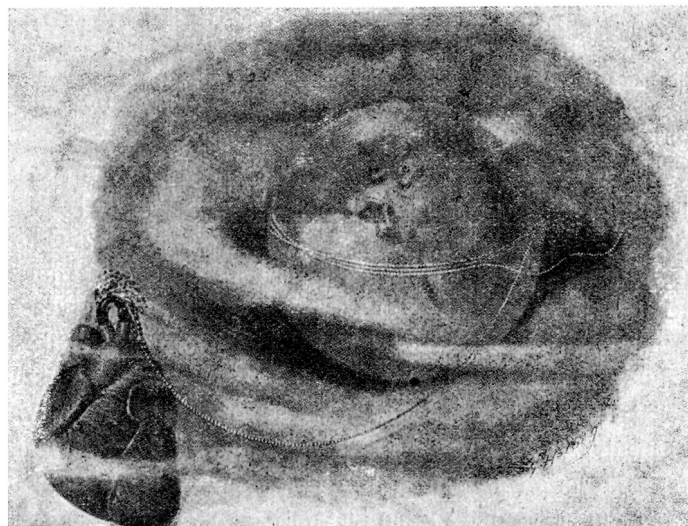
Bennünket a szív ezúttal inkább élettani szempontból, vagyis mint a vérkeringés szerve, a vértisztítás kohója, testünk melegének, összes szerveink működésének legősibb forrása érdekel. Ebből a szempontból pótolhatatlan. A vértől duzzadó edényekbe ugyanis csak úgy folyhat a vér és az egész szervezetben csak úgy lehet élet, ha valami az egész vérszlopára nyomást gyakorol, és azt előre löki. Ezt a munkát szivattyús szerkezetével a szív végzi. Szerepének jelentős voltát kifejezi az elhelyezése. Tüdőnk kettős bársony kárpítja mögött puha, védett trónuson nyugszik. Mellkas a vára, bordák az őrei. A jelszava: in honore labor. Munkásabb szervünk egy sincs. Első dobbanásával kezdődik, utolsó verésével fejeződik be az emberi élet és a hosszú idő alatt ébrenlétünkben és édes álmunkban, izzó munka között és aléltágunkban öntudatlan boldogsággal állandóan az életet szolgálja. A kéz és láb pihenhet, a gyomor szünetelhet, a fej egy időre minden gondolatától megszabadulhat, de a szív létének első pillanatától a halálig folyton munkában van. Nagy baj volna, ha csak egy pillanatra is megpróbálná a pihenést. Ha valamely tagunk beteg, akkor is neki akad legtöbb tennivalója.

Ha egy üzem két kotrógépe vagy vízsűrítője közül az egyik elromlik, a másikat nagyobb hajtóerő szaporább munkára készíti, hogy ugyanannak a munkának megfelelhessen. Ez történik a szervezetben is. Amikor vesegyulladásakor a likacsok eldugulása miatt valamelyik vese rosszul szűr, a szív kétszeres munkával lükteti a kellő vérmennyiséget a bomlási termékek összeszedésére. Sőt megtörténik, hogy az egyik vese nagyfokú feloszlásban szenved és a kiválasztás – ismét csak a szív fokozott tevékenysége miatt – mégis rendes. Ha egy fecskendő billentyűje gyenge s a víz egy része visszafolyik, ugyanazon idő alatt szintén csak nagyobb erővel lehet megfelelő vízmennyiséget szívni. Ugyanaz történik a szervezetben is. Ha valamennyi szívbillentyű hiányosan működik, a szív fala megizmosodik,

⁶ Diepenbrock Menyhért bíboros költeménye, amelyet egy német püspök utolsó óráiban gyakran végighallgatott.

több munkát végez. A természet tehát itt a szívnek kisebb rendellenességével, elváltozásával ellensúlyozza a nagyobb veszedelmet. Vagy ha a vérben megfogyatkozik a hemoglobin, újra csak a szívnek kell erősebben működnie, hogy ugyanazon idő alatt több vért s benne több piros vérsejtet hajtson a tüdőn át a szervezet jókarbantartására. Igaza van a Szentírásnak: „a test élete a szív egészsége”. (Péld 14,30)

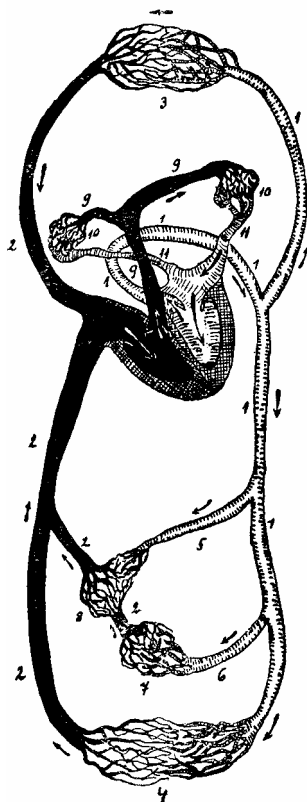
A szív élettani szempontból jelentős, fizikai egyenértéke is meglepő. Verésének száma percenként 70, naponként 100.000, évente 40.000.000, egy emberéletben 2 milliárd. Tehát többet ver, mint ahányat lépni, ahány szót olvasni vagy ahányat lélegzeni tudunk. Minden lüktetéskor 100 gramm vért dob ki magából, egyetlen perc alatt 10 liter vért lök tovább. Mivel 20–60 év között összes vérünk 5–6 liter, percenként az összes vért kétszer áthajtja a vérkeringés rendszerén. De talán többet mond az előbbi adat, hogy minden szívverés kb. 100 gr vért mozdit meg. Ez 70 év alatt 250 millió liter vér szállítását jelenti. A vér 29 mp alatt egyszer, tehát naponta 3000-szer teszi meg körútját. Ha egyszeri útját csak 3 m-nek vesszük, 70 év alatt a 250 millió liter vérnek 230.000.000 méternyi, kb. a hatszoros egyenlítő kitévő úton való továbbviteléről van szó. Mennyi vonat képes ilyen terhet szállítani?



27. ábra. Az emberi szíven annyi piros és fehér vérsejt megy át, hogy egymás mellé sorakoztatva háromszor átfognák a 40.000 m-nyi földegyenlítőt. Az erő pedig, amelyet a szív egy év alatt kifejt a vér továbbhajtásával, egy szívnagyságú tömeget 70-szer körülhordozna a föld körül.

Vagy még másképpen, kgm-ben szólva, a szívnek munkája naponta 19.000, évente 6,835.000, egy közepes emberéletben 410.000.000 kgm, amellyel 19.000, illetve 6,835.000, illetve 410.000.000 kg súlyt 1 m magasra lehet fölemelni. Szívünk energiájával egy munkás naponként 160, évenként 58.400 zsák gabonát tenne föl a szekérre. Egy évben a szív saját súlyával egyenlő tömeget 70-szer meghordozna a föld körül. Ilyen megterhelt munkás léte megérdemli a kíméletet, hogy ne gyötörjük a lépcsőn rohanva, fölöslegesen szaladgálva, a hegyre fölfelé sietve, a tornán bravúroskodva, amikor 80–100-at is kénytelen lüktetni. A nehéz munkát nem egy, hanem 50–70–100 évig végzi s ezzel a munkával már 5,000.000.000 zsák gabonát lehetne a szekérre fölrakni. S a munkát végzi anélkül, hogy valaha megpihenne. Ha kellő kíméletben részesül, munkáját nyugodtan, kímérten, dallamosan végzi. Nyugodt mozdulatainak ritmusát az erre készült eszköznek a szfigmográf-nak (σφυγμος = lökés) rajza, a kardiogram kottája mutatja. Mozdulatai pontosak, kimértek, túlságosan megnagyobbodott nyomásra a hajszálereket megrepesztene, s ha a nyomás kissé meglágyodna, az élet szünné

meg. Csodálatos gépezet! Egész fölszerelése egy csomó izom, két kamrára és pitvarra osztott üreg, néhány váltakozva nyíló és csukó szelep és mégis ilyen tökéletes! Egyrészt olyan erőt fejt ki, hogy a hasonló energiára beállított gőzgép falát néhány mm fémről kell készíteni s másrészt olyan egyenletes, finom löktetésekkel végzi munkáját, hogy a hajszálér százszázad mm vékonyságú falát nem töri át. Tökéletességeinek kikutatására emberi értelem elégtelen. Megismerésére, vezetésére csak az képes, aki alkotta: az Úr, a szívek vizsgálója, (Jer 17,10)



28. ábra. A nagy és kis vérkör vázlatos rajza.

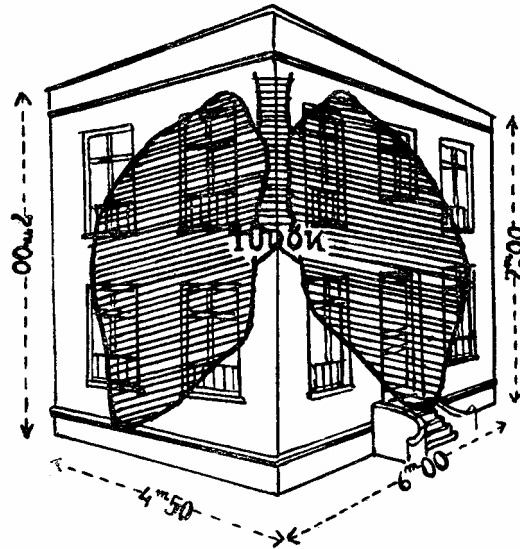
A vérkeringés rendje

A vér a szövetvényes véredényrendszerben állandó úton a nagy és kis vérkörben kering (28. ábra).

a) *A nagy vérkör* a vér útjának az a része, amelyen a tiszta, piros vérből kiválasztott anyagokkal terhelt kék, vénás vér lesz. Kiindulópontja a szív balkamrája. A belőle kiszorított vér a megfelelő aorta és artériák révén (1) bejárja a felső- és alsótestet. Külön artériák (5–6) vezetnek a belekbe és a májba. A fönt, lent, valamint a belekbe és a májban képzett hajszálerektől (3, 4, 7, 8) az elhasznált vért a vénák veszik át (2) és a jobb pitvarba vezetik, ahonnan a jobb kamrába kerül. A hajszálerek elhasznált vérét a vénák (a gyűjtő, vivőerek) szedik össze. Amint az ütőerek a szívtől távolabb vékonyodnak, a gyűjtőerek a szívhez közeledve vastagodnak. A fej, kéz, láb, vese, máj stb. vénás vagy kék vérét mind megannyi fővéna fogadja be. Tartalmuk a törzsvénába ömlik, honnan színében és alkotó elemeiben megromolva a szív jobb pitvarába kerül, hogy felfrissüljön. A felfrissülés helye a tüdő, azért a vér a jobb pitvarból a jobb kamrába nyomul és onnan készül a kis vérkör megtételére.

b) *A kis vérkör* a vérnek a jobb kamrától a tüdőig, a tüdőtől a bal pitvarig megtett útja, amely alatt a kék vér újból piros, tiszta vér lesz. A jobb kamrából kiágazó ütőér a tüdő felé (9, art. pulmonalis) két ága hajszálereivel (10) a két tüdőszárny sok millió tüdőhólyagocskából

alkotott puha, rugalmas, szivacsos szövetét át meg átjárja. A köztük kígyózó hajszálerek minden szívveréskor 180 gr vért továbbítanak a tüdőbe. Ezzel a munkatempóval a 70 kilós emberben 24 óra alatt kb. 700 kg oxigént hordanak szét a parányi vörös sejtek, amelyek közül egy-egy csak $0,0000002 \text{ mm}^3$, 24 óra alatt $0,0003 \text{ mm}^3$ oxigént szállít percenként.



29. ábra. Ha a tüdő csak egyszerű tömlő vagy szövetlap volna.

Miért ilyen a tüdő berendezése? A sok széndioxid eltávolítása miatt a szervezetnek nagy lélegző felületre van szüksége. Ha a tüdő más berendezésű volna, csak egyszerű tömlő esetén mindenki saját nagyságával felérő lélegző készüléket, vagy egy házhoz mérten a 29. ábrának megfelelő tüdőlapot cipelhetne maga után. Ez nem volna kellemes dolog.

A természet szerencsénkre úgy oldotta meg a kérdést, hogy a szervezetben a tüdő számára kijelölt egynéhány (körülbelül 4) dm^3 térfogatot s azt a térfogatot a tüdő anyagának minél mesteribb elrendezésével aránylag óriási mértékben megnagyobbította. A tüdő szivacsos tömegének 150 millió, külön-külön alig 0,03–0,09 mm átmérőjű hólyagocskáit (alveolus) egyenként körülbelül egy mikron ($= 1/1000 \text{ mm}$) vastagságú hártya választja el a közük szívott légrészecskéktől. A hólyagocskák belső felszínéhez simuló vér és kívül a vékony választófalakra tapadó légrészecskék között a gázcsere könnyen végbemegy, a sok apró hólyagocska felülete pedig azt eredményezi, hogy az aránylag kis felületű és térfogatú tüdőkből mindig kellő mennyiségű vér frissülhet fel. Számítással kimutatták, hogy az embernél minden kg testsúlyra $1/2 \text{ m}^2$ lélegzőfelület esik, tehát a 70 kg súlyú ember tüdeje 35 m^2 lélegzőfelületet rejteget.

Mivel percenként 70 a szívverések száma, a vér csak 70-ed percig érintkezik a hólyagocskákkal, de ez éppen elég arra, hogy a kívánt csere megtörténjék. A tüdőhólyagocskákat ugyanis oxigéntartalmú levegő, a falak hajszálereit pedig széndioxidos (CO_2) vér telíti. A vér széndioxidot ad, a tüdőhólyagocskák cserébe oxigént adnak a vérnek. A belehelt levegő alkotórészei 20,93% O, 79,04% N, 0,03% CO_2 , a kilehelt levegő pedig 16,7% O-t, 79,7 N-t, 3,6% CO_2 -t tartalmaz úgy, hogy a belehelt O-nek 1/5-ét a tüdő a vér számára mindig visszatartja s a vér ugyanolyan mennyiségű CO_2 -t ad cserébe. Az így megtisztult vért a tüdővéna két ága (11) visszaszállítja a szív bal pitvarába, onnan a bal kamrába kerül, s újra készen áll a nagy vérkör megtételére.

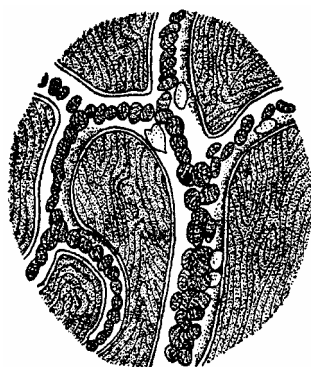
c) A billentyűk s az ütőér szerkezete. A vérédenyrendszer két kérdésre kíván feleletet.

Az egyik az, hogy mi biztosítja a vér egy irányba való haladását? A vér egész útján s a szívben is elhelyezett billentyűk. Pl. a pitvar és a kamra közt levő zacskóforma billentyű megakadályozza, hogy a kamra összehúzódásakor a vér a pitvarba vonuljon vissza. Az aortában az artériák elágazásánál lévő billentyűk 3 félholdalakú hártából (valvulae semilunares) állnak. Mikor a vízkamrák a vért az aortába hajtják, a vér lendítőereje a 3 lemezt felpattantja s a vér tovább árad. (30. ábra *a*). A kamrák tágulásakor visszahajlott három hártya a vér visszajutását megakadályozza, (*b*).



30. ábra. Nyitott és zárt szívbillentyűk.

Bámulatosan egyszerű szerkezet, amely egész életen át sok milliószor nyílik és csukódik, s falai a nagy nyomás alatt feszülnek, ami a vér egy irányba való tereléséből áll elő. Aki szívét túlerőlteti, billentyűi romlanak meg először. Egy Herkules termetű zsákhordó társai előtt fitogtatni akarta erejét, s három telt zsákot tetetett vállaira. Összeesett, rövidesen meghalt. Mikor felboncolták, kiderült, hogy az aorta billentyűje nem bírta a vér visszaható erejét, s kettérepedt. Kisebb baj, ha a billentyűk nem zárnak pontosan. Ilyenkor a szív megnagyobbodik, az üregek kitágulnak, fala megizmosodik – mint ahogy a fokozott munka megvastagítja a munkás karját – s erősebb lökéssel akadályozza meg a vér visszafolyását. Ha nem győzi a fokozott munkát, súlyos zavarok állnak elő.



31. ábra. A piros és fehér vérsejtek útja.

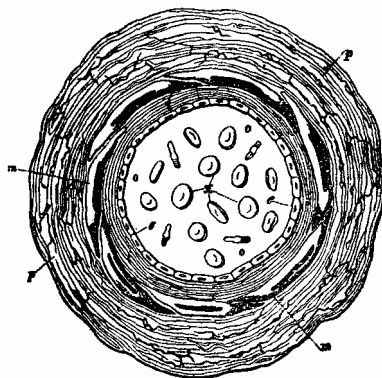
Budapest 1676 utcáján 1 millió lakos sűrű-forog. Párizsban 2470 utcáján, 120 sugárútján, 87 körútján, 146 terén, 31 hídján, 356 átjáróján, 45 partján és 313 zsákutcájában 4 millió ember törtet előre. Hát még mi van Londonban és New Yorkban! S mindez semmi a vérsejtek viselkedéséhez a vérerekben. Aki egyszer látta mozgalmas életüket mikroszkópban, nem fogja elfeledni. Ha London egész lakossága kint volna egy nap az utcán, megállna minden közlekedés. A kórházak tele lennének sebesültekkel. A véredényrendszer állandóan mozgásban lévő összes lakossága baj nélkül közlekedik. Egyiknek a lábfejjében van dolga, a másik a veséhez siet, a harmadikat parancsa a fülhöz irányítja. Mindegyik megtalálja rendeltetési helyét. Teljes biztonsággal csavarodik jobbra-balra, aortából artériába, artériából hajszálérbe, onnan a szövetbe, majd ismét vénába, s a közlekedés minden fennakadás nélkül lebonyolódik, mert szépen elsimulnak egymás mellett össze nem ütközve. Ezt szerkezetük hajlékonysága biztosítja. S aztán még más valami. Mussolininek Rómában mindössze három

utcán sikerült azt keresztülvinni, hogy jövők-menők külön járdát használjanak, és így ne zavarják egymást. A vörsejtek iránya minden véredényben ki van szabva. Egy úton járnak, *ugyanazt az irányt követik*, de az úttesten mozgásterületük ki van mérve. (31. ábra.)

A piros vörsejtek a hajszálerekben egymásután, a tágasabb edényekben egymáshoz tömörülve, s mindig a véredény közepén úgy haladnak, hogy az egészet 5 részre osztva a belső 3/5 részt foglalják le, a külső 2/5 részt pedig a fehér vörsejteknek hagyják. Ez utóbbiak legfőbb feladata ui. a szervezetet az idegen anyagok egy részétől megszabadítani (phagocytek). Tehát számukra a szabad tér biztosítása éppen olyan szükséges, mintha felvonulások alkalmával a mentők vagy a rendőrök részére a tömeg saját érdekében utat tart fenn.

* * *

A másik kérdés az, hogy a szív gyenge lüktetése miképp elég arra, hogy a nagy vérmennyiséget állandó mozgásban tartsa, szétossza, a szűk hajszálerek hálózatára átnyomja, újra összeszedje, a szívtől a fejig, a lábtól a szívig felszorítsa, a sűrűlődni mindenütt leküzdje?



32. ábra. Egy ütőér szerkezete.

Szerencsénkre a munkának tetemes részét az ütőerek vállalják, mert ha egyedül a szív végezné, legalább 10-szer akkora kellene lennie. Egy ütőér szerkezete ui. a következő (32. ábra). Az átmetszetnek *o*-val jelzett része a vértetécskék (*x*) útja. Ezt négyrétegű fal veszi körül. A legelső *e*-szövetre az úgynevezett intima (*i*) borul, ami után az erős izomrostokból álló s rugóhoz hasonló gyűrű (*m*) következik. Az egész érnek külső és legvastagabb kötőszövet-takaróját a *p* jelzi.

A négy réteg közül az izomrostos gyűrű a legfontosabb. Ha véredényrendszerünk merev csövekből állana, a szív minden összehúzódásánál az 5 liternyi s a testsúly 1/18-át kitevő vér egyszerre mozgásnak indulna, de az így nyert mozgási energia rögtön veszendőbe is menne. Ezáltal a szív munkája megnehezednék, pillanatról-pillanatra éppen olyan sok kárbavesztett munkát kellene végeznie, mint a lokomotívnek a folytonos megállás miatt. A szív munkájának egy részét azonban a véredények végzik. A vérnek a szív dobbanására mozgásban hozott mennyiségét az ütőerek átveszik s edényfaluk rugalmassága folytán a szív munkája nélkül a kisebb ütőereknek továbbítják. Onnan ugyanolyan erőtakarékosan jut a hajszálerekbe, ahol az eddig megőrzött energia hajtja végső céljához.

A szem

A szem leírása. A külső világ egy részéről az anatómiai rétegekből sokszorosán összetett golyó, a szem révén szerzünk tudomást. Külső fehér rétege (sclerotica) és az átlátszó

porchártya (cornea) az érhártyát (chorioidea) borítja; tömegét erős, rugalmas, rostokba foglalt ütőér- és vivőér-fonatok teszik. Bennük kering a szemszövetek táplálására szánt vér. Az érhártya elül a sugártestté vastagszik; folytatása a szivárványhártya (iris), közepén a kerek nyílás, a szembogár (látólik, pupilla). A szemgolyó harmadik nagyobb rétege az ideghártya vagy recehártya (retina), tulajdonképpen a szétterült látóideg, a szétágazott idegszálak. A szemgolyó nagy része az üvegtest (corpus vitreum), egy kocsonyás, átlátszó és finom hártyába zárt fénytörő anyag, mélyedésében a szemlencsével (lens), amelyet a Zinn-féle öv (zonula Zinnii) tart szilárdan és szorít az üvegtesthez. Az így felszerelt szemgolyópár a fejszontok között magasan, mintegy megfigyelőtoronyba kirendelt két őrszem végzi feladatát.

A szem feladata a fényképezőkészülék feladata, s ahhoz hasonlóan sötét szekrényből, optikai lencséből és felfogó ernyőből áll. A sötét szekrény a szemgolyó: tömött, fehér, fényes külső anyaga az összes ráeső sugarakat visszaveri, a belső fekete festékréteg minden sugarat elnyel, s így csak ott van benne világosság, ahova a kép rajzolódik. Lényeges része még a fényérző ideghártya, a felfogó ernyő és az optikai lencse. Az első nélkül a legnagyobb fény sem adna látási érzetet. Viszont a fényérző ideg semmit sem érne lencse nélkül, mert a retina nyújtotta világossági érzettel látásunk olyan volna, mint mikor lehunyt szemmel fordulunk a fényforrás felé. A lencse azonban a retina egyetlen pontján úgy sorakoztatja az összegyűjtött sugarakat, hogy hű kép jön létre. A szem tökéletességéről nagyjából vázolt képet a következők egészítsék ki:

1. A fényképész sokat vesződik a sötét kamra olyan elhelyezésével, hogy a kívánt kép a lemezre essék. Világos, hogy a látás lehetetlen volna, ha a szemnek beigazításáról öntudatosan kellene gondoskodnunk. Ez azonban tőlünk függetlenül történik: két szemünket az idegek és izmok úgy helyezik el, hogy a kép mindkettőben éppen a sárgafoltra esik.

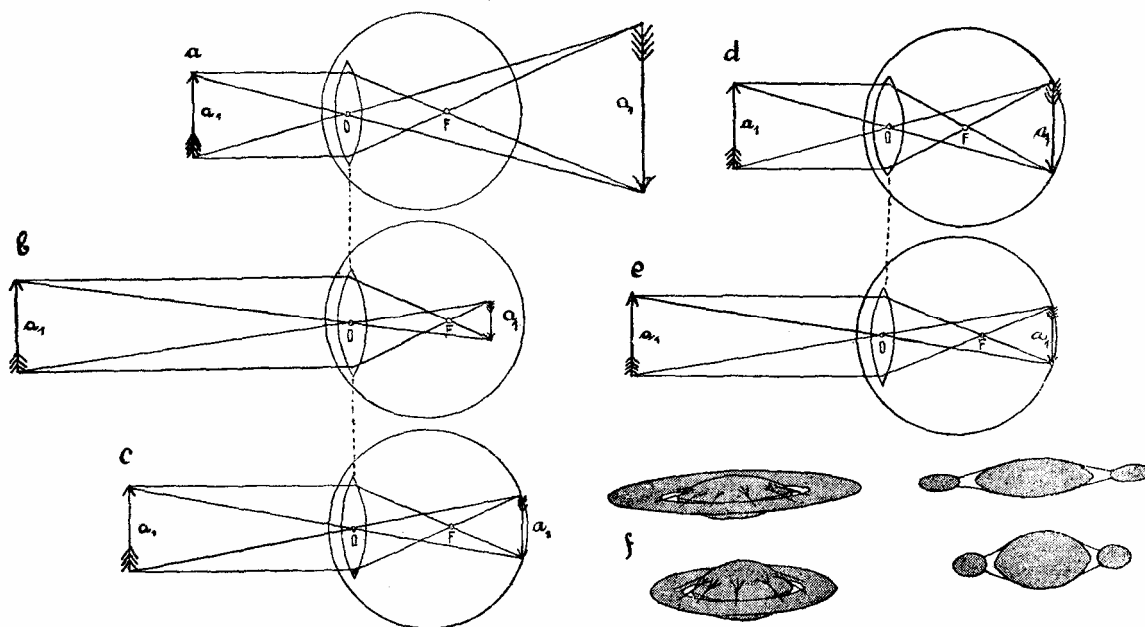
2. A szem az egész életre kapott egyetlen fényérzőkeny lemez, s mert a fény bántja, a homály rontja, mindkettő ellen védelemre szorul. A védelemről szintén maga a szem gondoskodik.

Erősebb fényforrásra a szemhéjak záróizma a kártékony fényt távol tartja. A szivárványhártya záróizma összehúzódik s az 1 mm-nyire szűkült pupillán keresztül csak a szükséges sugarak jutnak a sárgafoltra. Viszont, ha kevés a fénysugár, a szemhéjak és a szivárványhártya izmai tágulnak, a szembogár átmérője a 8 mm-t is eléri. Mivel a beeső fény mennyisége a nyílás négyzetével arányos, a szem gyöngye világításnál is 64-szer annyi fényt tud felfogni, mint nagyon erős világításnál, amikor a szembogár átmérője 1 mm-nyire összehúzódik.

3. Optikai törvény, hogy a lencse mögött a kép oly mértékben távolodik a lencsétől, amennyire a tárgy a lencséhez közeledik. A 33. ábra *a b c* képein az O lencse ugyanazon helyen van. Jelentése az, hogyha az a_1 tárgy távolodik a szemlencsétől (*b*) vagy közeledik a szemlencséhez (*a*), a kép helye is távolodik a sárgafolttól s a sugarak mindaddig nem adnak képet, míg a sugarak éppen a sárgafoltban éles képpé nem egyesülnek (*c*). Mivel a szemlencsének a fényérző sárgafolthoz való viszonya nem változhatik, s a távolabb álló tárgyak közelebb nem jönnek, a közelebb lévők nem távolodnak: megfelelő berendezés nélkül a tiszta látás még mindig lehetetlen volna. Ezen ismét nem segíthetnénk önmagunk, mert a szemlencse helyét nem lehet a messzelátó lencséjéhez hasonlóan változtatni. Különben nem is tudnánk mit kezdeni a kis méretekkkel, amelyekkel a szem dolgozik. Hiszen az 5 m helyett 2,5 m távolság különbsége a szemben 0,025 mm hiba kiigazítását jelentené, ami lehetetlen. S maga a szem a következő módon oldja meg ezt a nehéz feladatot.

A lencse annál erősebben töri a fényt, minél domborúbb, s a megtört sugarak annál előbb egyesülnek képpé, minél nagyobb törést szenvednek. S viszont a kevésbé domború lencsében megtört sugarak később adnak képet (*d e*). Mivel a tárgyak majd közelebb, majd távolabb vannak, a látáshoz hol domborúbb, hol kevésbé domború lencsepár volna szükséges, amit a szem úgy pótol, hogy az egy pár lencsét egy elmés szerkezet a szükséghez képest majd

domborúbbá, majd laposabbá teszi. Az ideghártya vagy recehártya előtt a lencsét rögzítő szalag (Zinn-féle övecske) révén összeköttetésben van a lencsével. Ez a két szalag a távolra nézéskor a lencsét annyira az üvegtesthez lapítja, hogy a sugarak éppen a sárgafoltra esnek. Közelnézéskor viszont a lencse saját rugalmasságánál fogva annyira domborul, hogy a sugarak a sárgafolton egyesülnek (*f*).

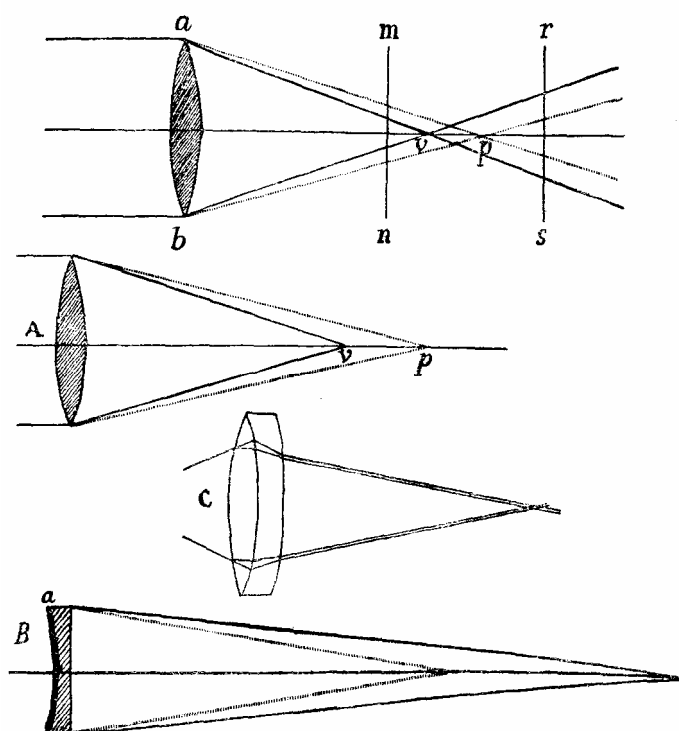


33. ábra. A szemlencse alkalmazkodása (*a b c d*) és a Zinn-féle öv (*f*).

A szem alkalmazkodása a világossághoz. Ha napfényről sötét szobába megyünk, először minden sötét körülöttünk. Előbb szemünk elé tett ujjunkat nem láttuk, később a bútorok körvonalai is bontakozni kezdenek. Viszont mikor hosszabb szobai tartózkodás után kimegyünk, be kell fogni szemünket, míg a szem nagyobb világításhoz nem alkalmazkodik. Az alkalmazkodás tökéletessége kitetszik abból, hogy szemünk a sötétség után nagyon csekély fény mennyiségre is reagál. S sötétséghez szokott szem 1500-szor érzékenyebb a világosságon lévénél. Más szóval a sötét szobából kilépve 1500-szor kevesebb fény kelti bennünk ugyanazt az érzetet, mint belépéskor. Kísérletek nagyobb eredményeket is mutatnak. A szemnek még nem ártalmas legmagasabb fény által keltett érzet a legnagyobb sötétthez szokott szemben 270.000-szer kisebb ingerre is támadhat. Ha tehát egy nagy teremben 270.000 gyertya világít, a teljes sötétséghez szokott szemre egy gyertya ugyanazt a hatást teszi, mint előbb a 270.000 gyertyafény tette.

A szemlencse tökéletessége. Tudjuk, hogy milyen sok idő múlva sikerült az optikai lencsét előállítani s az anyag csiszolása mennyire próbára teszi a technikust. A nehézség abból eredt, hogy fénytöréskor a színek különféleképpen töretnek meg s gyújtópontjuk eltér. Mivel a kék szín a sárgánál, a sárga a pirosnál erősebben tör, legtávolabb kerül a piros, legközelebb marad a kék; közöttük ismert rend szerint a többi szín sorakozik. Ez a színi eltérés, amely miatt az *ab* lencse piros sugarai *p*, a viola sugarak *v* pontban egyesülnek, s akár az *mn*, akár az *rs* ernyőn piros-viola, illetve violapiros gyűrűvel szegélyezett kép keletkezik (34. ábra *a b* lencse). Mikor észrevették, hogy a kisebb eltérés a kisebb töréstől függ, annak pedig a távoli gyújtópont a feltétele, a zavar kiküszöbölésére *Hevel* danzigi polgármester 140 láb gyújtótávolságú messzelátóját 90 láb emelőre kötelekkel húzták fel. Hosszú kísérletezés dacára Newton lemondott a színi eltérés leküzdéséről, mert úgy tapasztalta, hogy mihelyt törés van, eltérés is van. Bár minden szín törésének 1/50 részével tér el, de éppen elég a

tisztalátás megakadályozására. *Euler*, *D’Alambert*, *Clairault* fizikusok szintén eredménytelenül tettek próbát a kiküszöbölésre. Végre kiderült, hogy a fénytörést nem minden anyagban követi arányos fényeltérés. A flint- és koronaüvegből⁷ készült egyenlőszögű prizmák közül amaz kétszer olyan hosszú színeképet ad, mint a koronaüveg, de törése kisebb, s így a kétszeres szögű koronaüveg színeképe éppen olyan hosszú lesz, mint az előbbié, de a törés, a sugáreltérése kisebb. Tehát a törőszögekkel ellentétesen egymás mellé állított ilyen prizmák segítségével a színi eltérés megszűnik. Végre *Dollond János* londoni fizikus 1757-ben a kétfajta üvegből egy domború és egy homorú lencsét színeltérés nélkül állított össze. Az A gyűjtőlencse sugarai eltérnek: a piros sugarak gyújtópontja p , a violasugaraké v . A B flint-szórólencse éppen ellentétesen engedi át a sugarakat. A két lencsét összetéve (34. ábra C), a sugarak a koronaüvegben szenvedett törés után a flintüvegbe mennek: ez az előbbi törést kiigazítja, az eltért sugarakat eredeti útjukba visszatereli, és pedig a violát a pirosnál annyival erősebben, hogy a kettős törés után az eltérés megszűnik. A gyújtópont távolabb lesz, mintha csak az A, de közelebb, mintha csak a B lencsében történt volna törés. Ennyi nehézséget old meg a szemlencse, ami éppen nem fizikai tökéletességén múlik.



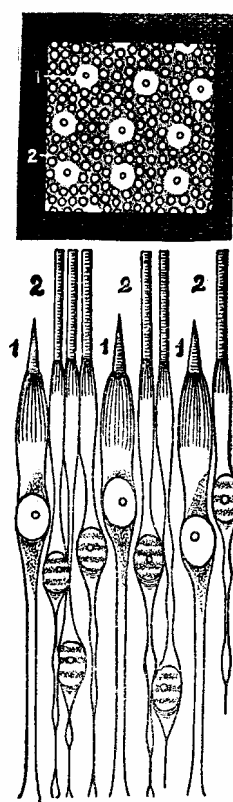
34. ábra. A színeltérés problémája a szemben.

Sőt *Helmholtz* fizikus éppen azzal elégedetlen. „Ha egy optikus nekem olyan eszközt akarna eladni – mondja ő –, amely a szem hibáiban leledzik, munkáját tökéletlensége miatt visszautasítanám.” S szavait annyiszor felhasználják a világ célszerű berendezése ellen, – teljesen igazságtalanul! Mert hiszen a szemlencsének éppen az a tökéletessége, hogy *omnis gloria ejus ab intus*: belül van minden tökéletessége, s külső formátlansága dacára is oly remekül beválik, hogy az optikus *Helmholtz* saját szeméről így kénytelen írni: „Az én saját

⁷ A flintüveg igen dús, 50%–60% ólomoxid tartalmú üveg. A koronaüveg kevés ólmot tartalmaz, de annál több benne a kálium. Ma optikai célokra mindkettő helyett inkább a jénai üveget használják.

szemeimet illetőleg természetesen nem teszem az utóbbit, hanem ellenkezőleg boldog leszek, ha minél tovább megtarthatom”. Erről azonban már nem szoktak írni az Úr Isten munkáját Helmholtz tekintélyével és szavaival bíráló bölcsek. Még kevésbé felelnek a zsoltáros kérdésére, hogy a szem alkotójának lehetséges-e nem látni (Zsolt 94,9); lehetséges-e élettelen anyagnak lenni?

A felfogó ernyő. A szem belseje sárgáspiros felület, véredények szelik át, melyek egy fehéres központ felé tartanak. Ez a szemidegek találkozási helye, itt tömörülnek az idegvezetékek, hogy a felfogott képről az agyba értesítést küldjenek. És sajátságos, ez a szemnek legkevésbé fényérző pontja (= *vakfolt*). Régen éppen emiatt úgy vélték, hogy a kép nem is az ideghártyán keletkezik. Ma már tudjuk, hogy a természetben minden feladatnak megvannak a *maga* munkásai és egyik a másik feladatába bele nem kontárkodik. A vezeték nem felvevő vagy feldolgozó, mint ahogy a telefonvezeték sem fel nem veheti, sem le nem adhatja, csak továbbítja az üzenetet.



35. ábra. A szem felfogó ernyőjének vázlatos rajza.

Az idegvezetékek az ideghártyát bélelő 60 μ hosszú és 2 μ vastag csapokkal és pálcikákkal vannak összefüggésben (35. ábra). Mindegyik sejtmagból és függelékéből áll, azzal a különbséggel, hogy a pálcikák (2) sűrűn egymáshoz szorúlnak, a csapokat (1) udvar veszi körül. Az összes idegvezetékek a vakfolt felé tartanak, és pedig úgy, hogy a lencsével éppen ellentétes helyen fekvő pontot feltűnően kikerülik. A kép felfogása ezen a ponton történik. Feléje közeledve a csapok száma gyarapszik, a pálcikáké csökken. Ott pedig tisztán csapok vannak, s a pálcikák hiányzanak. Ez a *sárgafolt* (macula lutea), közepe az ideghártyagödör igen sok csappal. Az emberé mm^2 -ként 160.000, a verébé 444.000, a vándorpatkányé 1,400.000 csappal van ellátva.

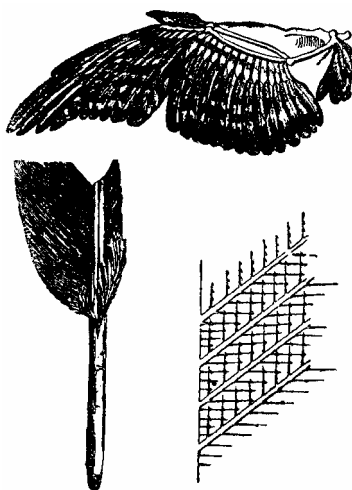
A kérdésben, hogy mi a csapok és pálcikák szerepe a kép felfogásánál, s hogy a tudósok miképpen állapították meg a külön szerepkört, eligazít az a körülmény, hogy a sötétben élő

állatok retináján csak pálcikák képződnek, a nappali állatok retinája ellenben csapokat növeszt. Ez arra enged következtetni, hogy a pálcikák a világosság, a csapok a színek felfogására vannak jelen. Éjjel szín nincs, tehát a sündisznó, a bagoly színelemző berendezést nem igényelnek. Nappal viszont minden színes, tehát a nappal járó állatok ilyen berendezés nélkül el nem lehetnek. Az éjjel és nappal járó állatok mindkettőre rászorulnak. Tehát a pálcikák világossági érzetet közvetítenek, ellenben a csapok azt elemzik, és a lélek a különbséget színnek fogja fel. Csapok és pálcikák, sárgafolt és az ideghártya többi része jótékonyan kiegészítik egymást. A tárgy hű képe a sárgafolt tiszta képe, környéke ellenben homályos körvonalakat ad. Az elenyésző világosságú csillagot keresve sandítva melléje kell nézni, hogy képe a sárgafolt *környékére* essék, mert a sárgafolt csapjai erre a világossági fokra nem elég érzékenyek. A sötétben kanyarodást, ösvényt szintén csak melléje nézve vesszük észre.

Tehát a tudomány szerint a csapok és pálcikák a látásnak utolsó elemei. Arra azonban a tudomány nem képes feleletet adni, hogy az anyagra esett sugár *miképpen alakul át szellemi képpé*. Ezzel a kérdéssel a tudomány útján megtudható dolgok határán vagyunk, amelyre magasabb helyről, a bölcsellettől jön az a válasz, hogy a szem csak eszköz. A látás lényünk szellemi részének, a léleknek munkája.

Nézzétek az ég madarait!

A pünkösdi utáni XIV. vasárnap evangéliumában az Üdvözítő a szabad természetbe utal bennünket, s a gondviselésről szólva bölcséleti fejtegetések helyett a legközvetlenebb bizonyítékokat szolgáltatja a tárgyához. A nálunk kevesebbet érő lények életében mutatja meg a gondviselés valóságát, hogy mi, akik méltóságban annyira fölöttük vagyunk, hogy kevéssel maradunk el az angyalok mögött, e méltóságnak megfelelő erős hittel bízzunk a Gondviselésben. *Considerate lilia agri et volatilia coeli!* (Mt 6,26) Madár és virág, általában növény egyaránt beszédes bizonyossága a felettünk örködő Hatalom bölcsességének és jóságának.



36 ábra. A madár tollai, mint a háztető zsindelyei borulnak egymásra; az egyes tollak szövete.

Igen, figyeljétek meg először a lég urait, a madarakat, hogy minden szervük mennyire a levegőben való életre alakul, ahol táplálékuk egy részét szerzik, ami tudvalévően a rovarvilágnak táplálékra szánt nagy mennyisége. Erre fejlődik szervezetük a levegő sztatikájának ismerete nélkül és mielőtt az ottani életet még csak meg is próbálhatták volna.

Az aránylag kis test, a hegyes csőr, a test sima felülete a levegő ellenállását csökkenti, s a madár pompásan metszi a levegőt. Mozgásának eszköze a szárny, ez a legcsodálatosabb repülőfelszerelés. „Igen sok mechanikai ismeret szükséges még ahhoz, hogy a szárnytollazat minden részének célszerűségét fel tudjuk érteni. Arról meg ne is beszéljünk, hogy valamikor az ember ilyen tökéletes szerkezetet fel tudna találni” – mondja egy fizikus. Szinte súlytalan alkotóelemei, a tollak, puha takarói, de a háztető cserepei módján egymásmellé rakott részei a levegőnek áttörhetetlen akadály. (36. ábra) Hogy a ráhullott portól tiszták és minél könnyebbek legyenek, a bőr felületét behálózó izmokból az egyes tollak tüszőjéhez tapadt 3–4 izomrost azokat időnként megrázza, felborzasztja és kiporolja.

A test könnyű voltát a legtöbb esetben a csontváz levegős volta is előmozdítja, de sokkal fontosabb a mell és hasüreg összes szerveit körülvevő öt pár légzacskó, amelyek a bőr alatt az izmok közé befurakodnak s nyúlványaik az utolsó lábperecig leszolgálnak s a tüdőből a szükséghez képest több vagy kevesebb levegőt kapnak. Azonkívül a mellüregben s annak környékén lévő három pár légzacskó az alapul szolgáló szilárd részeket, főként a vállövet széttolja s a repülőizmok felületét nagyobbítja.

Igen, nézzétek meg a lég urait, rajtuk a sok tökéletes berendezés már maga Istenhez emeli lelketeket és imára hangol. Nézzétek meg, hogy a mindennapi táplálékért miként mondanak hálát gondozójuknak énekükkel, s aztán kiterjesztett meg össze-összecsapott szárnyaikkal. *Aves exsurgentes eriguntur ad coelum, et alarum crucem pro manibus extendunt, et dicunt aliquid, quod oratio videatur.* (Tertullian, orat. 29.) Nem üres szó, hogy imádkoznak. Teszik ezt természetüknek megfelelően öntudatlanul. Hálát adnak a mennyei Atyának, hogy bár nem szőnek és fonnak, mégis táplálkoznak, mert megkapják csodálatos felszerelésüket a táplálék megszerzésére.

A madár táplálkozása

Nézzétek a mezei madarakat! Minden szervük között a legfinomabb szerv, a szem, mennyire a levegőben való életre fejlődött. A mi szemünket mozgó izmok anyaga a harántcsíktal izomrostoknál sokkal lomhább sima izomrost, azért látásunk a gyorsan változó tárgyakhoz nem tud hirtelen alkalmazkodni: a gyorsvonat mellett elmaradó virágokat vagy a kifolyó víz sugár cseppjeit nem tudjuk egymástól megkülönböztetni, az elsurranó rovarokat sem tudjuk felismerni. Erre nekünk az életben nincs is szükségünk. Ellenben a fecske a legyet, szúnyogot stb. a leggyorsabb repülés közben fogja el, tehát igen jól alkalmazkodó szemének kell lennie, hogy táplálékát fölismerje. Éppen ezért a szemében lévő izomgyűrű gyorsmozgású harántcsíktal izomrostokból fejlődik. Szeme gyorsan alkalmazkodik a hirtelen változó képekhez, s amint pl. számára a mi mozgóképeink lomha mozgású képek gyűjteménye volna és csodálkoznék rajta, hogy mi mit tudunk nézni az egymásután következő értelmetlen figurákon, – fönt a légtérben a szembekerülő rovar azonnal felismeri. S bárhova tekintesz, mindenütt ugyanezt a célratörékvést és összhangot, a lábak alakjában és felszerelésében is a táplálkozás biztosítására kifejlett felszerelést találsz. A falakra és sziklára kapaszkodó sarlós fecskének a négy ujj előreáll (kapaszkodó láb); a farkán felfelé kúszó harkálnak két ujj előre, kettő pedig hátrafelé van (kúszó láb); a ragadozó madarak három ujj előre, egy hátrafelé áll és erős, sarlóídomú karmokkal van ellátva (ragadozó láb). A vízben, mocsárban keresgélő géme, gólya, szalonkák lábaszára és csüdje hosszúra nyúlt (gázló láb); a sár vizeken élő kacsák, búbárok mellső ujjai egészen begyökig össze vannak kötve hártárával (úszó láb); a kormoránnak, gödénynek a hártárá mind a négy ujját összeköti (evező láb). A búbos vöcsök vastag lábai oldalcsapók: a lebukás alkalmával kirúgják maguk alól a víz egy részét s könnyen lemerülnek. A karvaly karmai hajlékonyan összecsuphatók.

A madár csőre majd hosszú, majd rövid, majd egyenes, majd görbe, majd lefelé, majd fölfelé ívelt; néha csontkemény, máskor puhább; hol hegyes, hol tompa; egyszer oldalt nyomott, máskor fölülről van késformára lapítva; egyszer mindkét fele egyforma hosszú, máskor hol az egyik, hol a másik fele nő hosszabbra; a legtöbbször a két félcsőr födi egymást, de sokszor olyan ügyetlenül állanak keresztbe, mintha tévedésből kerültek volna egymás fölé; néha mind a két félcsőr mozog, máskor az egyik rögzítve van. S mind e sok változatnak szerepe van a táplálkozásban.

Azoknak a madaraknak csőre, amelyek evés közben eledelöket nem is láthatják (pl. hatyú, kacs), túlságos finom idegvégződésükkel egyúttal a tapogató szerepét is betölti. Az erdei szalonka hosszú csőre olyan, mint a bognár fűrője: belemélyed az erdő puha földjébe, érzékeny hegyével kitapogatja és elcsípi a gilisztákat. A fecske csőre kitűnő szunyogfogó, a harkály kalapácsnak használja csőrét. A keresztes csőr harapófogó módjára fészegeti szét a fenyőtoboz pikkelyeit. A gödény csőre háló, amellyel halakat fog. A kacs, a hatyú és a flamingó csőre szita. A szürkegém eledelét megapírítja; csőrének kávaélei olyanok, mint a kés.

A csőrök és karmok különféle formáit egymás mellé téve, az ács műhelye vagy az orvos műszertáskája jut eszünkbe. Amint ott minden eszköz külön célra készült, itt hasonlóképpen minden egyes forma külön körülmények szerint fejlődött ki. Ezzel a berendezéssel szerzik a madarak táplálékukat s biztosítják részben számunkra is az élet lehetőségét.

Hiszen a legtöbbször hosszú időn át a mesés termékenységű rovar a tápláléka, ami korlátlan szaporodással a mi életünket tenné lehetetlenné. Ha pl. a komlóféregnek 13 nemzedék után létrehozott 10 sextillió utódait cm-ként 35-ével egyenes vonalra képzeljük, a másodpercenként 300.000 km utat megtevő napsugár az utolsótól 2500 év alatt jutna el az elsőhöz. S ami a legnagyobb baj, e rovarok nemcsak megdöbbentően szaporák, hanem étkesek is. Egy nap és egy éjjel súlyuk 200-szorosát megeszik, ami annyit jelent, mintha az egyéves gyermek naponként 1500 font marhahúst fogyasztana el. A selyemhernyónak 56 nap alatti tápláléka meg 68.000-szer múlja fölül saját testsúlyát. Az *Ocheria dispar* korlátlan szaporodással 8 év alatt az Egyesült Államok területén minden falevelet eltüntetne, amivel növény és állat pótolhatatlan károkat szenvedne. A *Doryphora decemlineata* évenkénti 60 millió utóda néhány esztendő alatt a föld burgonyatermését annyira eltüntetné, hogy hónaponként minden embernek csak fél burgonyát számítva, sem maradna elég egy hold bevetésére. *Considerate volatilia coeli!*, amelyek mindennek dacára nemcsak maguk élnek a mennyei Atya jóvoltából, hanem rajtuk is segítenek, akik elvakultságunkban sokszor azt hisszük, hogy a legmodernebb aratógépek munkába állításával a gazdasági élet legfőbb feltételeiről mi gondoskodunk. Nem; gondoskodott arról a mennyei Atya a verebek révén, amelyek közül egyetlen pár óránként 40, naponként kb. 3500 hernyót pusztít el; a sárgarigó révén, amely hetenként legalább 4000 rovar továbbszaporodását akadályozza meg mindenkorra; a többi madarak révén, amelyek mind a mennyei Atya gondoskodásának tárgyai s a rólunk való gondoskodásának pótolhatatlan eszközei. *Considerate volatilia coeli!*

A fészekrakás művészete

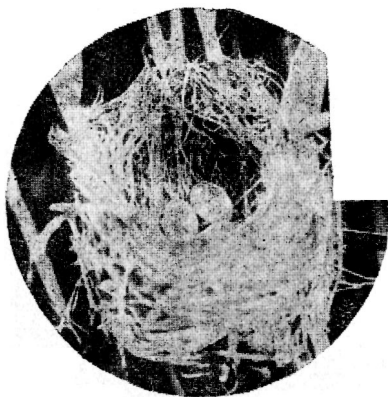
Nagy figyelemre méltassa az ég madarait, akinek van érzéke a természet iránt, mert bizony kevés szépsége rejt magában annyi művészetet, mint a madarak fészeképítése. S egyik sem közvetít olyan életbevágó gondolatokat, mint az a kis otthon, amit madárfészeknek nevezünk.

Először is a fészek a szeretet munkájának eredménye, a másokról való gondoskodásnak, sok áldozatnak szimbóluma. Amíg a madár csak saját életéről gondoskodik, gondtalanul röpköd az erdő verőfényes tisztásain, a lombos fák sátorai között. Minden megváltozik, mikor a természettől belejött ösztön a jövőendő nemzedék érdekében munkára hajtja, amely

a családi otthon elkészítésével kezdődik. Aki a vakációban ennek tanúja lehet, igen sok kedves élményben van része és igen sok kellemes emléket szerez.

Hím és nőtény egyszerre fognak az anyag gyűjtéséhez. Mikor az az idő beköszönt, fűgében röpködnek, amiben van valami a természet nagy terveinek kijáró feltétlen engedelmességéből, s amellet a nagy értékeket rejtegető óvatosságból. A röpködés gyorsabb, hogy a munka előbb befejeződjék, s amellet emberi szem ne igen követhesse irányát, ne fürkészhesse helyét. Ha valaki megáll s röptüket nézi, a madarak először másfelé tartanak, s csak később mennek a rendeltetési helyre. A kút kövei között fészkelő veréb először a kútkávéra száll s szétnéz: ha fürkésző szem kémleli, nem repül le. A pacsirta nem ott bukik alá a vetésbe, ahol fészket rakja, hanem valamivel tovább. S bár mindig énekel, közvetlenül a föld fölött elhallgat. A kétajtós istállóba a fecske nem a fészkekhez közelebbi ajtón repül be.

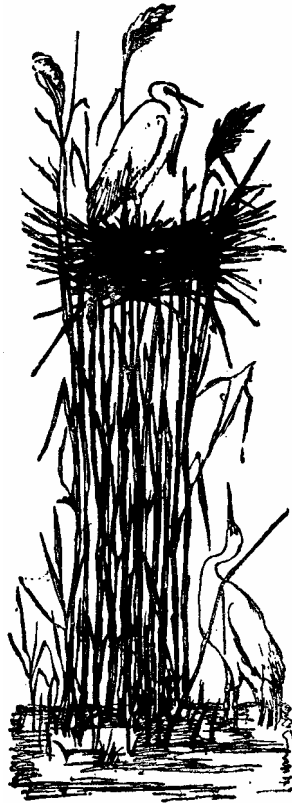
A fészkek anyaga levél, fűszál, szalma, széna, pamut, céna, toll, szövet, szőr, mohszövedék, barka, ágacskák stb. A nyáját órahosszat követik a madarak, hogy a hullófélben lévő gyapjút kicsipegezzék a juhok borzas bundájából. A száradásra kitett kendert megdézsmálják. A napra kitett bunda körül soká elolálkodnak, hogy óvatlan pillanatban elcsíphessenek belőle néhány szálát. Mindezt a sokféle s rossz melegvezető s a környezetben nem feltűnő anyagot a pár közösen hordja össze, de az elkészítésnek, az összerakásnak már nem egyformán mesterei. *Általában nem a tarkább, az erősebb, a nagyobb, hanem az egyszerűbb, a gyengédebb, a leendő anya, a fészkek művésze.* Benne kell meglennie annak a képességnek, hogy a fészkek csinos és meleg legyen. A természet őt képesítette rá. Az erősebb (a hím) anyagot hord és énekel, de a nyersanyag elkészítését s magát a fészkekrakást a gyengédebb végzi. Annak van rá gondja, hogy a fészkek a tojáshoz megfelelő otthona legyen, mert benne van elrejtve a jövőendő élet, amelyet neki meg nem felelő minden hatás, főként a hideg, bánt, gyöngít. Az élet mezítelenül születik benne s számára minél jobb takaró szükséges. Azért annak jórésze, amit a hím összehord, csak oszlop és alzat. A hím hoz kendert, de az durva; a nőtény megtöri, s a pozdorjától megtisztítja. A hímhozta szövetdarabot foszlánnyá kell szétszednie. A nagy tollat meg kell fosztania. S ha mindez nem elég puha, a nőtény saját tollat tépi s azzal bélel.



37. ábra. Az énekes rigónak földi mohából készült fészke.

A madarak a természettől minden anyagot nyersen kapnak – nem gondosan összeszöve, összerakva, csak amint a szél összekuszálta, az eső összeverte, a víz összeöblögette. S ezt olyan mesteri módon illesztik egybe, hogy munkájuk minden csodálatra érdemes. Pedig összes eszközük a láb, a csőr s még inkább a leendő anya teste. Mikor a nyersanyag nagyjából már el van rendezve, az anya addig forog, mozog benne; mellét, begyét addig nyomogatja érdes falához, míg meg nem kapja jellegzetes formáját. Meg kell vallanunk, hogy ember ilyen tökéletes madárotthont nem készíthet. Kerületét körzővel sem lehet pontosabban

kimérni. Van madár, amely az anyagot összevarrja, a másik összeszövi, a harmadik összeékeli stb. Az anyag s elrendezése adják minden madárfaj fészekrakásának stílusát. Egy-egy nyári kirándulás alkalmával a halászcsernek vagy a tyúknak a pusztai földbe vájt sekély gödrétől a függőcinke remekéig a fokozatok egész sorával megismerkedhetünk.



38. ábra. A gémelek várkastélya.



39. ábra. A nádirigó fészke.

Ki ne ismerné pl. a pacsirtát, a mezők legfáradhatatlanabb énekesét! Amikor a napsugár bíbora megfesti a látóhatárt, nyílegyenesen reppen fel. S a magasban sötétséget, göröngyöt, veszedelmet felejtve, trilláival megkezdi a mezők kórusát. Éneke friss, mint a reggeli harmat. Vidám, mint a gyermekcsevegés s kifogyhatatlan. Reggel éneke keltegeti a kint alvó aratókat, s este nótában marad a búzatábla fölött. Tavasszal az első barázda megvonásakor már kint lebeg, ősszel a következő év termésének vetésekor még kint énekel. Dala a magasból az egész idő alatt mint himnusz szűrődik le a föld munkásaihoz, amint együtt dolgoznak, együtt is imádkoznak: – amaz az öntudatlan teremtmény vidámságával, emezek az eszes lény bizalmával és tudatos hódolatával. Akinek a vakációban búzavetés mellett vezetett el útja, bizonyára meglelte ott a pacsirta rövid pihenőjének helyét: az egyszerű fészket, amelyet a barázda mellett a rögök közé helyezett. Egészen az út mellett van, pajkos gyermek szívtelenségének és kóbor állat kegyetlenségének kitéve, ezer veszedelemtől környezve. S mikor a ködön át belefúrja magát a magasságba, mindent felejt; mintha nem is a rög, egyszerű fészke volna otthona. Talán ez a madár lebegett az Üdvözítő szemei előtt, mikor a Nyolcboldogság hegyén a fölösleges aggódás káros voltáról beszélve az ég madaraira hivatkozott, amelyek nem vetnek, aratnak, sem csűrökbe nem hordanak, s mégis vígan vannak.

Az énekes rigó fészke finom ágakból, földi mohából készül. A kis madár fáradhatatlanul ezerszer ide s tova repül, gyűjtögetve csőrében a mohaszirmot, finom gyökeret, gyapjút, szőrt, pelyhet! Rakosgat, fonogat, varr, forgolódik, esztergályoz, s egyszer csak elkészül csészealakú meleg otthona, s belsejét apró forgácsokkal kirakja, majd ragacsos nyálával finomra tapasztja és simítja.



40. ábra. A harkály, a madarak ácsa...

A tatai Öregtő nádasában és a Hortobágyi halastó táján töltött néhány kedves óra után el tudom képzelni a nagy nádasok titokzatos világát, ahova sohasem téved emberi tekintet. Ahonnan sudárlábakkal meredten lépegető szürke gémek járnak a vidékre. Vadkacsák húznak a magasban s rozsdaszínű bakcsók járnak a zombékos partok kémlelésére, ami nem egy béka, halacska vagy meggondolatlan vízisikló halálát jelenti. Ahol apróbb madarak hangosan vitázva, sárszalonnák és nádirigók kapkodnak szitakötők után, míg a szellőtől ide-oda lengetett barna buzogányok közt és néha felette meg nem reccsen a bölömbika, ami mély csöndre inti a kis rakoncátlanokat és elnémulnak; elsősorban a különben nagyon hangos jégmadár, amely megvonultan egy nádtorzsára telepedve lesi áldozatait. Ez a vásári láрма az életért folytatott harc színhelye. A tanyák, ahol a jövő élet megvonul, a nádas mélyén vannak. A gémek és kócsagok itt erősítik tört száakra várkastélyaikat. Lábalva vagy csónakon senki meg nem közelíti. Ott van a vadkacsák levelekből hevenyészett otthona, vagy a nádirigó kosárfészke, vagy akár valóságos házikója; csak födele hiányzik, mint az alföldi karámnak.



41. ábra. ...szellő ringatja.

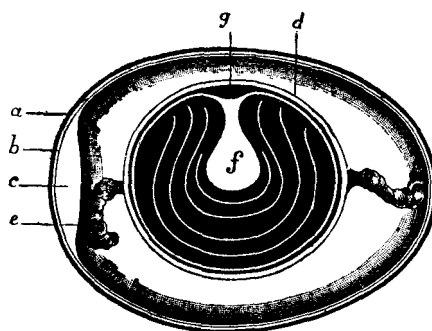
Bizonyosan mindenki ismeri a madarak kőmívesének, a fecskének eresz alá rakott fészket. Pici csőrükkel csipetenként összehordott épületanyagukat, a sarat, nyáluk teszi összefogóvá. A fészek belsejét szépen kisimítják. A harkály a madarak ácsa, egy-egy fa vastag törzsébe vés odút, az aljára finom forgácsot hint, s arra rakja tojásait. Még arra is van gondja, hogy a lehullott fadarabokat tisztára összeszedje, hogy fészket a hulladék el ne árulja. Ez az ösztön szava, amelyet az állat a természet rendjében örökségképp magával hoz, de azon felül nem emelkedik. Ha valaki a forgácsokat visszahordja, a harkály vígan és gondtalanul repül el mellette. Amit a természeti ösztön diktált, azt megtette. Többre képesítve nincs. A partifecske és a jégmadár a függőleges partba vájják csőforma fészkeket s így oltalmazzák tojásaikat a rájuk vadászó menyét támadásaitól. Az aranybegy két ág között szagos füvekből készített fészket papírszeletekkel díszíti fel. A tengelice majdnem tisztán lószőrből és nyárfalevélből veri kis fészket. Ki ne ismerné a gólyáknak a háztetőkön, pajtákon és kéményeken erős gallyakból font nagy fészket, amelybe tavaszkor alig győzzük várni a melegebb idő hírnökeiként megérkező őslakókat. A délafrikai szövőmadarak százzszámra fészkelnek a víz fölött csüngő ágakon s mindig azt a helyet választják ki, ahová csak repülő állat férhet. A varrómadár a fa nagy leveléből valóságos tasakot állít elő, amelyből kedvesen

kandikálnak ki a kis buksifejű éhes fiókák. Európa legnagyobb fészeképítő művésze a függőcinke. Árszerű csőröcskéjével egy nyár- vagy fűzfa lehajló ágára köti a nyár-, fűzfa és bogáncs finom gyapjából oly tökéletesen bolyhosan és tartósan megszőtt fészket, hogy nincs kalapos, aki a formát vagy kivitelt jobban eltalálná. A fészek zacskóalakú. A bebúvóját soká kell keresni, hogy az ember meglelje. Mindig a víz fölött függ. Szellő ringatja, vihar csapkodja, de finom hánccsal oly erősen fel van kötve, a hajlékonyság annyira enged, hogy se tojás, se poronty ki nem pottyán belőle. Bélelése pedig olyan tömött és meleg, hogy a dunamenti füzeseket a rácok sokszor felkutatják cinke fészekért. Összegyűjtik, felhasogatják s a télre elteszik a kisgyermek számára melegkapcának.

Considerate volatilia coeli! Mert még mindig van, mit nézni rajtuk. S ez a fészekben rejlő tojás.

* * *

A tyúktojás felbontásakor előkerülő különféle részek közt szembeötünik a szőlőfürtalakú tojástartó, rajta a kisebb-nagyobb tojásokkal, amelyek a megtermékenyülés után helyükről leválva a tojásjáratban nyerik különféle burkok felvétele által végső formájukat és teljes anyagukat. Az első a tojássárgát borító, véredényekben gazdag réteg, amire a kettős takaróval befogott tojásfehérje kerül. Így elkészülve a tojásjárat végén a madárfajok szerint eltérő színű, rajzolatú és különféleképpen pettyezett erős burok, a tojáshéj ad neki tartót.



42. ábra. A madártojás szerkezete, a) méshéj, – b) a méshéjhártya, – c) légkamra, – d) tojássárgájának hártája, – e) jégzsínór, – g) a tojás szeme, – f) pete.

Ami a tartalom anyagát illeti, a tojásfehérje kénhidrogén, kálium, 80% víz, 15,5% elemzhetetlen útravaló és 4,5% nyálka. A tojássárga pedig szintén vizet, olajat s vegyileg nem elemzhető más anyagot és nyálkát tartalmaz a fejlődő élet táplálására. S a sok anyagban, mint nagy tengerben a tündérsziget, elmerülés ellen biztosítva egy kis pontocska, a petesejt rejlik. A legkisebb sérülés megölné benne az életet, s azért jelentős az elhelyezésében megnyilvánuló nagy gond, amely miatt ütődés, rázódás és lökés dacára simán izeg-mozog kemény burkában. Nekünk mikroszkóp kell, hogy észrevegyük, de a kotló anélkül megérzi benne az életet. Tudja, hogy ott rejlik az ő folytatása. Hogy melegben éled, tehát állja érte a mozdulatlanságot, a rabságot, éhséget, szomjúságot és a lázt. Remegve teregeti szárnyait a fészkek felett, hogy befogja a tojásokat. Melege fűti mindegyiket. Eddig kénye kedve szerint élt, most szinte semmi jelét sem mutatja az előbbi fürgeségnek, s ebből a némaságból és életteleniségből új élet áll elő. Ezt nem egy csodálatos berendezkedés biztosítja. Mivel a megtermékenyített petesejtet a nyugodt test egyenletes melege kelti életre, a tojáshéj anyaga rossz melegvezető, s a már átmelegedett tojást akkor is megtartja a kellő hőfokon, ha a madár egy pillanatra helyét elhagyni kényszerül. S hogy a petesejt mindig közel jusson az anyaszív

melegéhez, a tojássárgának különféle fajsúlyú két részéből a petesejtet befogadó könnyebb rész a tojásfehérjében mindig felvetődik, a súlyosabb rész pedig mindig alul marad. A tojássárga jégzsínórja szintén e célnak biztosítására a sárgáját a fehérjében kifeszítve tartja. S a szendergő élet egyszer csak megérzi az anyai szeretet melegét, s legbelsőbb szerkezetében megmozdul. Sok minden történik ekkor belül, aminek egyetlen célja, hogy a benne összehalmazott anyag az őt keltegető élethez hasonljon. A tojáshéj és a fehérje közé szorult légbuborék a fejlődő étellel arányosan növekszik. A kemény burok a légzés termékeit átengedi, de a levegőt nem, sőt pórusain új levegő szűrenkezik be. A tojás anyaga lassanként a csirke szerveinek szükséges anyaggá alakul át. S amikor a kicsiny teljesen kifejlődött, hangot ad. Az anya boldogan fülel. Meghallotta és megértette az első nyöszörgést, amiért annyit fáradott, s a hallott szót szívesen viszonzozza a maga tájszólásán. Ez a csemetét még erélyesebb fellépésre bírja. Nekiveti magát a börtön falának. Kicsiny csőrével az előbb erős, de most már éppen ebből a célból meggyengült héjvázat megnyitja, és az új élet kikel. A madarak ivadék gondozását látva mondotta Goethe, hogy aki ilyeneket tapasztalva nem hisz Istenben, azon sem Mózes, sem a többi próféták nem segíthetnek. Aki a természet ilyen beszédes tényeiben sem látja meg az anyagon uralkodó Szellemet, azt semmiféle tudomány sem képes hitetlenségéből kigyógyítani.

Amiről a növények beszélnek

Az ég és a föld a növényzet szolgálatában

Minden gimnazista tudja, hogy az ég habpelyhei és ragyogó fodrai a levegőben lehűlt vízpárák rétege. Nyáron nem látjuk a szánkából kilehelt párákat, de télen minden lehelet ködfelhőt alkot. A jégbehűtött vizes palack az asztalon rögtön telirakódik a melegebb levegő nedvességével. Ha a kávéházak szellőztetőit kinyitják, a páratelt levegő felhő alakjában árad ki a hidegbe. Ami itt kicsinyben történik, ugyanaz megy végbe a nagy természetben. A nap melege párákat fejleszt; a párák a forró víz gőzéhez hasonlóan a lehető legmagasabb helyre iparkodnak. Mivel pedig a föld színétől fölfelé a levegő hőfoka folyton kisebbedik (4000 m magasan a hőmérő júliusban is a fagypontra áll, a 12.000 m magas levegő hőmérséklete pedig állandóan -50° !), a hideg légréteggel érintkező levegő párái lehűlnek, vízzé sűrűsödnek s a szelek rendelkezésére állanak.

S így a felhők a növényzet érdekében roppant nagy energiával üzemben tartott vízgyűjtők. Arago francia matematikus (†1853) kiszámította, hogy a roppant energia egyenértékét a föld népei együttdolgozva 200.000 év alatt se tudnák előteremteni. Ha a nagy vízmennyiség szabályozás nélkül hullana vissza a földre, összezúzná házainkat, lerombolná hegyeinket, kiszaggatná érdeinket. De aki a sok vizet a növények öntözésére észrevétlenül fölszivattyúzza, az az öntözés módjára is vigyáz. S amint a kertész kannájából apró nyílásokon gyöngyözik a víz, a magas légrétegen át a felhőből is apró gyöngyökben gördül a földre s még a legkisebb fűszálra is úgy ráhelyezkedik, hogy azt meg sem hajlítja. Sőt arról is történt gondoskodás, hogy eső nélkül is legyen nedvesség a földön. Az Alpok, a Pireneusok és a többi hegyóriások jégmezői fölfogják a déli felhők víztartamát s a tél havát. Réteg rétegre borul. Itt van a föld állandó öntözésére szolgáló vízraktár. Mikor a meleg szél késő tavasszal, kora nyáron a megdermedt vizeken végigfúj, azok föltámadnak, megindulnak s ezer folyó, patak révén levegőnek és talajnak egyaránt nedvességet juttatnak.

* * *

A növényzet érdekében a termőföldnek is különleges a berendezkedése.

1. A termőföld a növényi táplálékokat megköti. A talajban lévő táplálóanyagokat, a káliumot, ammóniát, nátriumot, kalciumot, magnéziumot, foszforsavat, kovasavat és a cseranyagokat, festékanyagokat az esővíz előbb-utóbb kilúgozná, ha ezt meg nem akadályozná a talaj elnyelőképesége vagy abszorpciója, amely nélkül a föld nem termőföld vagy talaj. „Az egész kémiának – mondja Liebig – nincsen csodálatraméltóbb jelensége, mint amelyet a növényvilág érdekében a termőföld mutat. A legegyszerűbb kísérlettel mindenki meggyőződhet róla, hogy a víznek a termőföldön való átszűrése után a káliumnak, az ammóniáknak, a foszfornak nyomát se találjuk benne, s hogy a föld a növényi élet táplálékából egy parányi részt sem enged át a víznek, s még a legtartósabb eső sem képes a talajból a termékenységet kivonni. S a föld nemcsak hogy saját növényi táplálékkészletét őrzi híven, hanem a rajta átszűrődő vízből is mindig kivonja az oldott állapotban lévő ammoniákat, káliumot, foszfort stb.” Ellenben a kénsavat, a salétromsavat és sósavat, szóval ami nem tápláléka a növénynek, a termőföld vagy nagyon kis mértékben, vagy egyáltalában nem köti meg.

Tölts meg egy lámpaüveget jó kerti termőfölddel, a másikba pedig homokot tégy s mindkettő alsó nyílását zárd el. Onts mindkettőre 100 cm³ vízben oldott 3,5 gr foszforsavas nátriumot. Az első esetben teljesen tiszta vizet kapsz, jelölj annak, hogy a föld a foszforsavat magába szívta, a második esetben a folyadék foszforsavat tartalmaz.

2. Mivel a növényi táplálék földolgozásához és szállításához víz kell, a talaj mindig gondoskodik a nedvességről. Ez nehéz dolog, mert a csapadék természete szerint a föld mélye felé törekszik. Egy tekintélyes részét a talaj a maga számára későbbi használatra leköti. Ez a termőföld vízfoghatósága vagy vízkapacitása.

A víz azonban még a termőföldben sincs a napsugarak elől elrejtve. Így a termőföldből a vízkapacitás mellett is előbb-utóbb minden nedvesség elpárologna. Ezen a bajon a talaj vízfelszívóképesége úgy segít, hogy a termőréteg hajszálcsovecskéi az alsótalaj nedvességét felszívják. A homoktalaj 120 cm, a jó termőföld száraz időben 2–8 m mélységből is pótolja az elpárolgott nedvességet. Így a növényzet 2–3 hónapos szárazságot is kibír. A vízfelszívóképeség igazolására tölts meg egy lámpacsövet száraz földdel és szövettel bekötött alját mártsd vízbe. A talaj sötétedő színe elárulja, hogy a víz a csőben emelkedik. A nedves talajjal megtöltött csőbe öntött vízmennyiségnek pedig csak egy része folyik ki alul. A homoktalaj 1000 súlyrésze 304, a televénytálaj 1000 súlyrésze 1052 súlyrész vizet tart vissza.

3. A kálium, nátrium, kalcium, magnézium, foszfor stb. a természetben nem tisztán, hanem mint különféle vegyületek fordulnak elő. A növényi életnek e nyers tápanyagát felszívásra alkalmassá kell tenni. Ha a gazda, miután a földet fölhasogatta és a trágyát beleszántotta, azt hinné, hogy földje most már rendben van és a bevetett mag csírázásnak indulhat, erősen tévedne. Ha az elvetett magnak abból a munkából kellene megélnie, amit a talaj ekével való megmunkálása jelent, akkor egy szem búza sem teremne. A komoly átdolgozás, a nyers táplálék átalakítása a földműves munkája után kezdődik; azt a termőföld ismeretlen napszámosai, a mikroorganizmusok, a földbaktériumok végzik. Tavaszkor, a tenyészélet megindulásakor a talaj felső rétegeiben nagy tömegben látnak munkához. Rendesen 75 cm mélyen már nem igen fordulnak elő, de ha kell, sokkal lejjebb hatolnak. Számuk rendkívül nagy: a szántóföld 1 cm³-nyi tömege átlagosan 50.000–100.000, ugyanannyi erdei föld 150.000 mikroorganizmust tartalmaz, a művelés alatt álló kert földje cm³-ként 30.000–100.000 baktériumot foglalkoztat.

* * *

Ezekből kitetszik a szocialista tudatlansága, aki a Miatyánk imádságát „koldusok nyöszörgésének” tartotta, mert a mindennapi kenyeret munka helyett Istentől várja. Bizony úgy van, ahogy az apostol mondja: „Az is semmi, aki vet, az is semmi, aki öntöz. Isten a

valaki, aki a termékenységet adja.” (1Kor 3,7) A legmodernebb gazdasági gépek dacára sem volna mindennapi kenyér, ha a mennyei Atya bölcsessége nem gondoskodnék arról a sok föltételről, amelyektől a jó termés függ.

Ezt nagyon jól tudja a földműves és bár kezét kergesre dolgozza, a munka minden mozzanatában külön kéri a felső segítséget, s érte köszönetet is mond. Mikor a mezei munka tavasszal megkezdődik, fölkeresi az Isten házát. Mikor ekéje nekifeszül az első barázdának, „Jézus segíts” hangzik ajakán. Amikor nekifog a vetésnek, három marék búzát dob szét az Atya, Fiú és Szentlélek nevében. Búzaszentelő körmenetben az egész község körülállja papját, s buzgó imával megszentelik a már zöldellő határt. Mikor a vetés megérett, hálából leszakít három kalászt, s otthon az Atya, Fiú és Szentlélek tiszteletére a kereszt mellé teszi. Meg is becsüli ám a kenyeret! Nemcsak azért, mert szerinte a búzaszem horpadt vége az Úr Jézus képét őrzi, s mert anyagából készül az örök élet kenyere, hanem, mert az Úr Istennel együtt munkálkodott érte. Bármennyi terem belőle, minden morzsáját megbecsüli. Felesége kenyérsütéskor az Atya, Fiú és Szentlélek nevében teszi be a kenyeret a kemencébe. Ő maga a kenyeret a kereszt jelével megjelölve szeli meg. Gyermeke a leejtett kenyeret megcsókolja, s ha vétke volt, kiengesztelésül térdel. Városi fiúk, ti szerettek vele kérkedni, hogy a falusi fiúknál műveltebbek vagytok. Pedig nem lehettek műveltek, ha a kenyeret meg nem becsülték, érte nem imádkoztok, hálát nem adtok, s nem vigyáztok gondosan, hogy egy morzsáját se tapossátok el az iskola folyosóján. Becsüljétek meg a kenyeret; amiben nem is csak a falusi gyermekeket követitek. *Jörgensen* dán író beszéli, hogy milyen nagy hatást tett rá, amikor egy ferences kolostorban a noviciusok étkezés előtt kegyeletesen megcsókolták a kenyeret. *Carlyle*, a nagy angol író, lehajolt az úton talált kenyérdarabért, s a közeli ablakba vagy oszlopra tette, hogy szegény fiúk vagy az ég madarai megtalálják. Őket követni csak dicséret lehet. S az evangéliumban nem azt olvassuk-e hogy az Úr Jézus parancsára a tanítványok összeszedték a földről a morzsákat? (Jn 6,12)

A gyökér

A gyökér a növénynek az a szerve, amely a talajhoz erősíti és abból a táplálékot fölveszi. Kezdetben kúpalakú szövettetesecske, s belőle ágazik szét a gyökérszövet.

Amint az állatok különféle területen, a madarak különféle magasságban keresik táplálékukat, a növények is különféle mélységben eresztik szét gyökereiket. Ha a mag kelleténél mélyebbre vagy magasabbra kerül, először megkeresi a maga rétegét, s csak ott kezd gyökereket fejleszteni. Minden növény több gyökeret ereszt. A főgyökér ugyanis egymagában nem biztosítja a növény megélhetését, mert a talaj kis területével érintkezik. A talajfelületet a mellékgyökerek s még inkább a hajszálgyökerek nagyobbítják. Pl. a borsógyökér 1 mm² felületén a kb. 232 hajszálgyökér a talajfelületet 12-szer megnagyobbítja. Ezek a hajszálgyökerek a táplálékért befurakodnak a talaj legelrejtettebb részei közé. Magukhoz ölelik a talajmorzsákat. Nincs az a kopár föld, kavicsos vagy csonttá fagyott talaj, amelyből ki ne kényszerítenék a táplálékot. Vannak a sziklákon élő növények; a szél ide s tova hajtja őket. Addig bolyongnak, míg a sziklán egy kis rést találnak: gyökerüket belemélyítve addig marják, ássák a sziklát, míg létüket nem biztosították.

A másik ok, miért szívja sok apró gyökér a növény táplálékát, szintén könnyen érthető. Mit csinál a munkás, mikor cölöpöt akar a földbe juttatni? Meghegyezi, számára gödröt ás, s végül a fejszével erősen üti. A cölöp mégis milyen lassan mélyed a földbe! A sok apró hajszálgyökér helyett egy vastagabb gyökér földbeeresztése még nehezebb volna, mert a növénynek nincs megfelelő szerszáma, s nem olyan ellenálló, mint a karó. A hajszálgyökerekkel azonban nagyon könnyen megoldja a természet föladatát: a földet egyszerűen félretolja, s áttöri még a kőkeménységű földet is. A gyökérszálak a helyükre jutnak s mélyebbre, mint amennyire mi egy vékonyabb drótot a földbe bírunk szúrni. Mi alig

érünk el néhány cm-nyi eredményt, ellenben a búza 50–60 cm, a tök meg éppen 251 cm gyökeret enged a földbe. Hát még milyen csodálatraméltó munkát végeznek a fák, például a Wellingtonia gigantea, a libanoni cédrusfa, amelyek 20 m-es gyökerekkel kötik magukat a földhöz. Mennyi erőfeszítés, szerszám, fejsze, fűrész, kötél, emelő, ásó, csákány, kapa szükséges egy fa kidöntéséhez s a nagyobb gyökerek kivételéhez! Pedig szétszedni, rombolni mindig könnyebb, mint alkotni. Ezt a munkát a természet mély csendben, szinte játszva s észrevétlenül végzi.

Miből táplálkozik a növény?

Aki a növények és fák hasznát abban találja, hogy ózondús, oxigénben gazdag levegőről gondoskodnak, a tényeknek meg nem felelő módon beszél. Ha ugyanis a föld összes növényzete csupa bükkfából állana (a bükkfa ad legtöbb oxigént), a növényekből nyert oxigén akkor is csak parányi részét tenné a levegő oxigéntartalmának. Szahara növénytelen légköre nem sokkal szegényebb, az erdő vagy az üvegházak levegője nem sokkal gazdagabb oxigénben, mint Budapest levegője. A föld összes növényzetének elpusztulása után még sok ideig nem volna érezhető a levegő oxigénhiánya. A kb. 1600 millió ember növényzet nélkül is csak 1,531.874 év múlva használná föl a levegő oxigénmennyiségét. A szükséges oxigénmennyiség tehát a növényektől függetlenül mindig készen van.

A növények a levegőt azáltal tisztítják, hogy táplálékuknak szén részét kizárólag a levegő szénoxidjából,⁸ ebből az életre veszélyes gázból veszik, amely mint melléktermék elárasztja a légkört, s ha valami úton-módon abból ki nem kerülne, a növények, állatok és emberek elpusztulását vonná maga után.

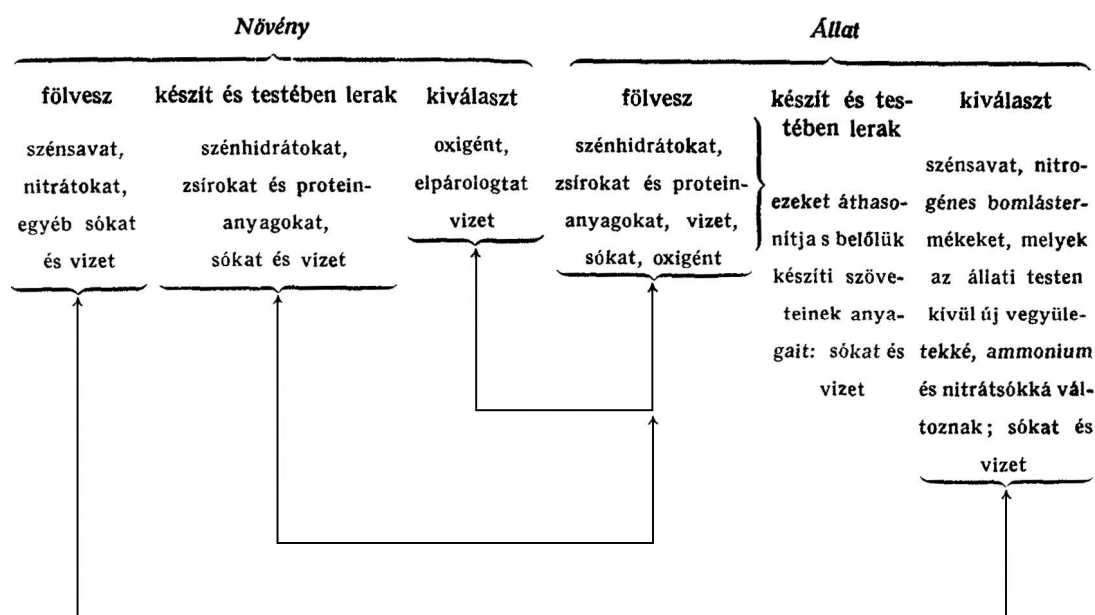
A szervezetek széndioxid-termelése ugyanis, amint a következő adatok mutatják, igen jelentékeny.

Egy ember tüdeje naponként 450.000 cm³ széndioxidot lehel ki, ez súlyban 900 grammot nyom és 245 gramm szenet tartalmaz. Az összes emberek számát 1600 millióra becsülve az egész emberiség naponként 1440 millió kg széndioxidot lehel ki s 392 millió kg szenet termel. Évenként tehát az emberi lélegzés útján 525.600 millió kg széndioxid és 143.080 millió kg szén jut a levegőbe.

Figyelembevée az állatoknak az emberekénél nagyobb számát, a levegő széndioxiddal való telítése még súlyosabb veszedelmet jelent. Ehhez járul még a növényzet széndioxidja, amely számokban csak megközelítőleg fejezhető ki. De ha szilárd földfelület 150-ed részét, azaz 11.629 km²-t borít növényzet, akkor is igen tekintélyes mennyiséggel növelik naponta a levegő széndioxidját.

S végül a levegő széndioxidtartalmát rendkívül növeli a szervetlen világ: a vasút, a gőzhajó, a gyár. Teljes üzemen az essen Krupp-gyár naponta 230.000 kg kőszén tüzelt el; az átlagos széntartalmat 85%-nak véve, naponként 1,950.000 kg tiszta szén égett el 7,168.333 kg széndioxiddá. Egy esztendőben 300 munkanapot számítva, maga a Krupp-féle gyár 586,5 millió kg széndioxidot bocsátott a levegőbe.

⁸ A széndioxid, szénsav, szénoxid rokonhangzású, de egymástól igen különböző szénvegyületek. A széndioxid CO₂ a karboniumnak tiszta oxigénben vagy levegőben való elégeésekor keletkezik. Szintelen-szagtalan gáz, a levegőnél 1,5-szer nehezebb. Az égő test elalszik benne, az előre káros hatású. A közönséges életben szénsavnak mondják. A levegő 100 térfogatában 0,02–0,04 térfogat lehet. Ha a 0,06 térfogat-százalékot meghaladja, akkor már veszélyes. A szénsav vízben föloldott széndioxid: H₂CO₃. Nagy nyomás alatt a széndioxidgáz folyóssá sűrűsödik s vaspalackokban hozzák forgalomba. A szénoxid CO a szénnek kevés levegőjében való elégeésekor keletkezik. A közéletben szengőznek vagy szengáznak mondják. Belehelve mérges, a levegőben 0,3% már halált okoz.



A nyersvastermelés évi 22 millió tonna. Az előállítására szükséges 44 millió tonna szénben 37,5 millió tonna karbonium 137,333.333 tonna széndioxidot szolgáltat. Az élet feltétele, hogy a nagy széndioxidmennyiség a levegő összetételét meg ne változtassa, a természet azon bámulatos berendezkedése által valósul meg, hogy a növény- és állatvilág táplálkozása a mellékelt táblázat szerint egymásnak éppen a fordítottja. Növény- és állatvilág két egymásra utalt gyárhoz hasonlóan dolgozik. Ami az egyikben haszontalan, sőt káros hulladék, az a másik számára nélkülözhetetlen anyag. A széndioxid veszedelmünk, de a pázsit s a fejünk fölött lévő lomb számára táplálékot, szenet tartalmaz. Kitermelését a növénynek egy furcsa összetételű eleme, kémiai nyelven a $C_{758} H_{1203} N_{195} O_{218} FeS_3$ vagy másként a klorofil, levélzöld végzi. Ez az ismert összetételű s mesterségesen mégis előállíthatatlan vegyület a fénysugarak hatása alatt a levegő szénsavát felbontja szénre és oxigénre. Amaz a gyökérből a levélbe szállított anyaggal egyesülten táplálék lesz, emennek egy része felszabadul, leköti a levegő szabad nitrogénjét s tiszta levegőt ad.

Bár a növénynek minden szerve választ ki széndioxidot, szenet pedig csak a levél vehet föl, a széndioxid azért nem halmozódik fel, mert 6 súlyrész szén termeléséhez 22 rész széndioxid kell. – így 10.000 m^2 (= 1 hektár) erdő évenként kb. 3040 kg szenet 11.150 kg, vagyis 5660 m^3 széndioxidból termel. Ennyi széndioxid pedig csak $14.000.000 \text{ m}^3$ levegőben van. Más szóval az 1 hektár felett 10 m légréteget 140-szer lehetne telíteni széndioxiddal s az erdő azt mindannyiszor megtisztítaná. Mivel ennyi széndioxidot évenként kb. 40 ember termel, a régi Magyarországnak évenként 89.200.000.000 kg széndioxidot 24.320.000.000 kg szénre feldolgozó 8 millió hektár erdősege az élet lehetőségéről bőven gondoskodott. Erdőink túlnyomó részét most elvesztettük. Ha a trianoni békét a természet is végrehajtana s észak és dél erdősegeiből nem kapnánk tiszta levegőt, Csonkamagyarország majdnem szó szerint a lélegzés lehetőségétől volna megfosztva.

A levélelhelyezés

Táplálóanyagát a növény a földből veszi; a víz révén, amely azt a levelekbe szállítja, ahol a napsugár hatása alatt alakul át kész táplálékká. Így a táplálék körútjában a leveleknek központi szerepük van, és elhelyezkedésük kettő szempontból van szabályozva.

1. A természet mindenképpen, a levelek elhelyezése révén is, biztosítani akarja a célt, hogy a gyökerek nedvességhez jussanak, hogy egyik növény a másik elől el ne vegye a

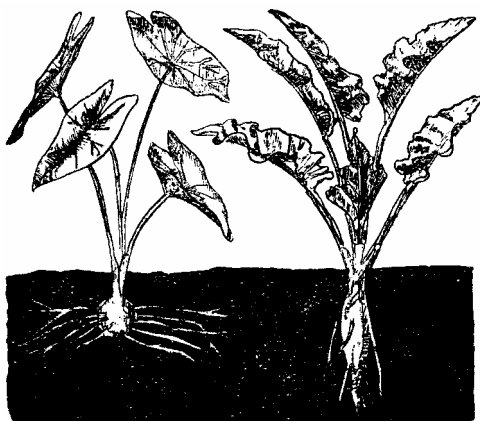
táplálékot, ellenkezőleg minél több terület igazán kihasználtság. A levelek elhelyezésével is rajta van, hogy ez a cél megvalósuljon. 2. A szervezetlen anyagok a levélzöld erejével a nap hatása által válnak táplálékká; ezért törekszik arra a természet, hogy a növény sugárhoz és minél több levele minél több sugárhoz jusson. A pincébe zárt növény fölfelé törekszik. Az ablakba tett növények, mint a napot áhító buksi gyermekfejek minél több sugarat akarnak felfogni. Sok növény külön kapaszkodókkal tör a magasba. Másokon a bemetszett, karéjos, áttört levelek biztosítják a minél több fényt. A felső levelek alól hosszan kinyúlnak az alsó levelek. A minél több napsugár felfogását szolgálja aztán a levélhelyezkedésnek szövevényes törvénye, amelynek révén minél több levél fürödhetik a napsugárba és segíthet klorofilja révén a táplálék átalakításában.

A levelek együttműködése a gyökérrel a táplálkozás céljából

Esős időben megfigyelték-e már, hogy az egyik levélen végiggördülő csepp az alatta lévőre, onnan a következőre s végül a földre hull. Minél több levélen megy keresztül, annál közelebb van a korona széléhez. S így történik, hogy míg a fa alatt alig hull néhány csepp, a korona széle szinte meghajlik a nagy teher alatt, s a fát a dús eső-vájta árok veszi körül, mintha csak a fa védősáncot vont volna maga körül. Miért van ez így?

Az angoloknak van egy életrevaló közmondásuk: My castle is my house = Az én házam az én váram. A fának is megvan a maga vára és az sáncsal van körülvéve. Az árok a korona vetülete. Ha ott, ahol a szélső levelek cseppjei a szép kört megrajzolják, a földbe ásnánk, a fa gyökérzetének végső ágait érnénk. Ott van a legtöbb hajszálgyökér, amelyekről már tudjuk, hogy a növényvilág élelmezői. Belül, a már elhalt hajszálgyökerek közt, nem olyan szükség a táplálékot feloldó víz, ellenben a kerületen minél több nedvesség kell. A falevelek, sőt sokszor a levélszár állása, alakulása olyan, hogy a levelekről a legtöbb esőcsepp a kerületre gördül. A kerületen érik a hajszálereket, táplálékot adnak nekik, majd éppen úgy gördülnek érről-érre végig az egész erezen, mint ahogy az fordított irányban fönt a leveleken történt. Ezért van az is, hogy a gyökérzet és a korona arányosan fejlődnek, ami természetesen más növényekre is áll. A nedvességet ezek is a gyökérzethez vezetik. Sok közülük ezzel a céllal a levélszárból csatornát sodor. A gyöngyvirág levele csővé alakul. A Rebarbara csatornája az egész levélnyélén folytatódik. A *Gentiana Germanica* levelén és szárán a lefolyás irányában a víz tapad s a gyökér felé gördül, míg másutt olajos felületéről leperreg. Sok kúszónövény, több egy évig élő növény gyökerei szétágaznak s a leveleikről kifelé csurgó esővíz éppen a gyökereket éri (centrifugális levélállás, 43. ábra bal képe). Ennek ellenkezője az az eset, mikor a levelek a karógyökérhez befelé vezetik a felfogott vizet (centripetális levélállás, uo. jobb kép). Az *Alfredia ceruna* – takács-kóró – levelein végigengedett sörétszem mutatja, hogy a víz a felső levél csatornáján végigcsorogva a második, onnan a következő stb. levélre hull. Lefelé a levelek és csatornáik nagyobbodnak, amivel a felfogott víz is egyre gyarapszik s a legalsó levél tekintélyes vízsugárral öntözi a gyökereket.

A *Verbascum phlamoides* – ökörfarkkóró – leveleinek 2/3 része merev, 1/3 része lekonyul, s így a víz a levél belső részén centripetális, a külső részén centrifugális irányú. A kettős vezeték az összes gyökereket ellátja nedvességgel.



43. ábra Az esővizet kifelé (centrifugális) és befelé (centripetális) vezető levélállás.

A levelek és a napsugár

A sűrű erdők fái versenyeznek abban, hogy melyik tud karcsúbb lenni, és magasabbra szökkenni. Valamennyinek *Sursum corda!* a jelszava, mert napfürdő a vágya. Ezért vannak a bemetszett, a karéjos, az áttört levelek, amelyek az alattuk lévőnek is adnak a sugárból. Ezt a célt szolgálja az a berendezkedés, hogy a kisebb nyelű levelek alatt hosszabb nyelűek fejlődnek. Még jobban ezt a célt szolgálja a levelek elhelyezése a száron.

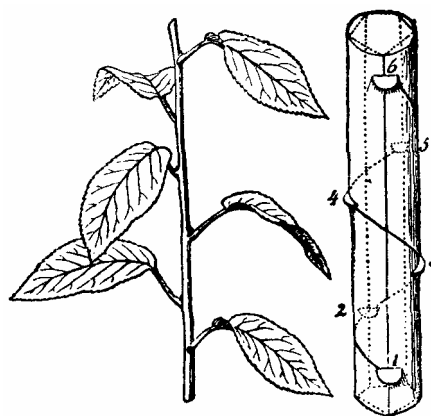
A) Egy magasságban több levél esete

1. Egy magasságban két szembenéző levél (folia opposita) esetében 180° elfordulás vezet egyiktől a másikig. Az egymás fölött lévő leveleket összekötő merőleges a hosszvonal. A szár körül egyik levéltől a másikig vezető távolságot, a levélhajlást vagy divergenciát szöggel mérjük s törttel fejezzük ki. Mivel a szár egész átmetszete 360° , a 180° elfordulás annak fele, tehát az ilyen levélállást $360/2 = 180^\circ$, féldivergenciás levélállásnak nevezzük. Ismert példája az akácfa. Ennek sajátos esete az átellenes levélállás (folia decussata), midőn az első levélpár után minden második 90° -kal eltolódik az első hosszvonalától. Ismert példája az orgonafa, a platánfa.

2. Ha egy magasságban 3 levél ül, az egyik 120° alatt hajlik el a másiktól. Az elhajlás az egész átmetszet $360/120 = 1/3$ része. Ez az egyharmad-levélállás. Ennél is előfordul az az eset, hogy minden második levélcsoport elcsúszik a távolság felével, 60° -kal. A levelek tehát 6 hosszvonalba kerülnek. Ilyen levélállása van az oleandernek.

B) Egy magasságban egy levél esete

Igen sok növény levelei látszólag minden rendet nélkülöznek. De ha megpróbáljuk egyik levelet a másikkal összekötni, ettől a harmadikig, negyedikhez jutni, csigavonalat kapunk (1–6). Két egymásfölötti levelet a *csavarmenet* köt össze. Egyik levéltől a másikig terjedő része a csigavonalnak a *levélelfordulás*, vagy *levélciklus* (1–2). A legelső elfordulás az *alapspirális* (44. ábra). Ennek a csavarmenetes levélállásnak igen tanulságos eseteit bárki egy sétán nyomon követheti.



44. ábra. A csavarmenetes levélállás és vázlatos rajza.

1. Ha egy csavarmenetben két levél van, a levélfordulás 180° , az átmetszet (360°) fele. A kezdőlevelek egy hosszvonalban kerülnek. Az összes leveleket egy egyenes köti össze. Ez az egyfeles levélállás. Ismert példája a szilfa, a hársfa.

2. Ha csavarmenetenként 3 levél fejlődik, a levélfordulás 120° , az egész átmetszet (360°) $1/3$ része. A levelek 3 hosszvonalba esnek. Ez az $1/3$ levélállás; példája az éger, bükk, a mogoró.

3. Ha egy csavarmenetben a levelek száma 5; csavarmenetük kétszer fogja át a szár kerületét. A csavarmenetek 1., 2., 3., 4., 5. levele egymás fölé esik, tehát a levelek 5 hosszvonalon ülnek, amelyek egymástól a kerület $1/5$ részére, vagyis 72° -ra vannak. A divergencia a kerület $2/5$ -e ($= (360 \times 2)/5 = 720/5 = 144^\circ$). Ez a $2/5$ levélállás. Legismertebb példája a meggyfa.

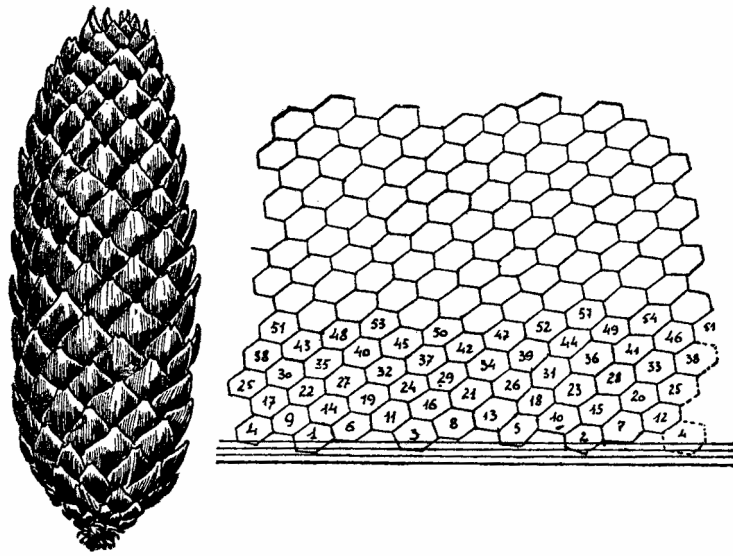
4. Ha a csavarmenet 8 levelet hord, azokat összekötve háromszor kell a szárt megkerülni, tehát a divergencia az átmetszet $3/8$ -a ($= (360 \times 3)/8 = 1080/8 = 135^\circ$). Ez a $3/8$ levélállás. Ilyen a rózsza, a himpér, a körtefa és a nyárfa.

5. A keskeny levelű fák (mandula, babérfűz, hipófa) és bozótok 1–1 csavarmenete 13 levéllel ötször megy a szár körül. Két levél távolsága a kerület $5/13$ része, vagyis $(360 \times 5)/13 = 1800/13 = 138^\circ$. A hosszvonalak száma 13. Ez az $5/13$ levélállás.

6. Az is előfordul, hogy a 21 leveles csavarmenet 8-szor, a 34 leveles csavarmenet 13-szor kerüli meg a szárt. Az első esetben 21, a másodikban 34 a hosszvonalak száma. Két-két levél divergenciája előbb $8/21$ ($= (360 \times 8)/21 = 2880/21 = 137^\circ$), utóbb $13/34$ ($= (360 \times 13)/34 = 4680/34 = 138^\circ$).

A csavarmenetes levélállás itt megismert divergenciáit egymásmellé írva, az $1/2$, $1/3$, $2/5$, $3/8$, $5/13$, $8/21$, $13/31$ sort kapjuk. Más formákra mi nem terjeszkedünk ki, természettudósok azonban $25/55$ levélállást is tanulmányoztak. Más formák az $1/4$, $1/5$, $2/9$, $3/14$, $5/23$... sort adják, ismét mások az $1/4$, $2/7$, $3/11$, $5/18$, $8/29$... törtekre vezetnek. Valamennyi törtsorban az egymásután következő számlálókat illetve nevezőket a két előbbi tört számlálójának illetve nevezőjének összege adja. Ez a sor volt *Lamé* francia matematikus (†1870) vizsgálódásainak tárgya, aki után *Lamé-sornak* is nevezzük. A természet, íme mintha játszanék a levelek elhelyezésében való érvényesülésével, aminél még szövevényesebb formát a tülevelűek mutatnak. A levelek keletkezési sorrendjét, ami elhelyezkedésüket is feltünteti, a kiterített toboz szemlélteti (45. ábra). Az 1. pikkelyt a 2., 3., 4. stb. követi. A második sorban a megfelelő szomszédok 6., 7., 8., 9., 10. következnek. A 3. sor 11., 12., 13., 14. és 15. pikkelyei ugyanezt a rendet követik. A természet műhelyében tehát minden a legapróbb részletekig sokkal szövevényesebb törvények szerint történik, mintsem azt gondolnók. Darwin a *Lamé*-féle sorra gondolva mondta, hogy e törvény érvényesülése a természetben „a leghiggadtabb embert is meg tudná bolondítani”. Már ti. azt, aki nem akar

Istenben hinni, mert ilyen világos tényeket le kell tagadnia, vagy figyelmen kívül hagynia, hogy a hitetlenség dogmája sértetlen maradjon.



45. ábra A fenyőlevelek kifejlődésének sorrendje.

A levegőnyílások (pórusok) szerepe a táplálkozásban

A táplálék összekeresését a helyhez kötött növény helyett a gyökér végzi: állandó növekvése képessé teszi rá. Azonban a talajt szükséges sókkal a víz látja el. Sőt azoknak a növényekbe való szállítása is a víz feladata. A táplálékrészecskéket a víz parányai cipelik a gyökér és a szár millió és millió sejtjei között a levelekbe s onnan, mint kész táplálékot a szervekbe. Az egyik foszfort, a másik káliumot, a harmadik nátriumot stb. cipel fölfelé. Az átalakítás után ebből készül a gyökér, a bél, a klorofil, a hancs, a pollen, a virágpor, a méz, a gyanta. Belőle van a cseresznye csillogó színe, húsának zamata, magjának kemény tokja.

A táplálék-elszállítás után az illető vízparány fölöslegessé válik, s a szervezetből a levegőnyílásokon (pórusokon) át távoznia kell. A párolgás tehát a növény lélegzése, a levegőnyílások pedig a lélegzőcsatornák végződése. Számukról a következő táblázat nyújt felvilágosítást.

A növény neve	A levegőnyílások száma a levél 1 mm ² felületén		A levegőnyílásoknak milliméterekben adott			A levél felületén mm ² -ként elfoglalt terület		A levél mindkét felületén a levegőnyílásoknak 1mm ² területre eső	
	a felszínen	a fonákon	hossza	szélessége	területe	a felszínen	a fonákon	száma	területe
Fehér eperfa	–	480	0,018–0,029	0,008–0,021	0,000114–0,00047	–	0,0547–0,2298	480	0,0547–0,2298
Közönséges orgona	–	330	0,028	0,016	0,000352	–	0,1162	330	0,1162
Közönséges útilapu	–	243	0,026	0,021	0,000429	–	0,1142	243	0,1142
Csöves tengeri	94	158	0,037	0,029	0,000843	0,0792	0,1332	252	0,2124
Veteményborsó	101	216	0,024	0,017	0,00032	0,0323	0,0691	317	0,1014
Tányérrózsza, napraforgó	175	325	0,034	0,023	0,000614	0,1074	0,1995	500	0,3069

A nyílások száma rengeteg, főként a nagyobb növényeknél. A csertölgy egy középnagy (50 cm²) levelén 2,000.000, egy szőlőtő 45 levelén 172,000.000, a tündérrózsán 144,000.000, a Victoria regán 1.055,000.000 nyílást számláltak.

Miért dolgozik a természet ilyen nagy számokkal? Azért, mert egyrészt sok kis nyílás az apró nyílások területének megfelelő egyetlen nagy nyílásnál fizikai kísérletek szerint nagyobb párologást biztosít. A leveleknek tehát sok nyílással nagy a lélegző felületük. A napraforgó levele olyan háromszög, amelynek alapja 30 cm, magassága 30 cm, vagyis egyenként fonák és felszín 450 cm², vagyis összesen 900 cm² felület. A levélszint 1 mm² területén 175, a fonákén 325 levegőnyílás van. Tehát a 450 cm² levélfelületnek 7,875.000, a szintén 450 cm² fonákfelületnek 14,625.000 levegőnyílás felel meg. Vagyis a növény egyetlen levele 22,500.000 nyíláson párologtat. Az egyes nyílások területe középértékben 0.000908 mm². Tehát az egy levélen a pórusok területe 20,43 cm², 900 cm² felületből kerekén 20 cm² a párologtató felület; másként kifejezve az egész levél területének 2,2%-a nyílás.

A nyílások rengeteg száma egyúttal tisztántartásuk feltétele. Erről ugyan a természet mással is gondoskodik, pl. azzal, hogy nagyobb számuk a jobban védett fonákon fejlődik. Sok növénynek továbbá valami különös bevonat nyújt jó védelmet; pl. a kankalin, mák, káposzta viaszos leveleiről lepereg a gyöngyökké zsugorodott víz. De legjobb védelmet nyújt a nyílások parányi volta. A 0,000114–0,00047 mm² terület méretű nyílásokat a levegőben szállingó porszem durva kódarabja el nem torlaszolhatja.

S mi biztosítja a talaj nedvességekészletével arányos szabályos párologást? Hogy ti. a levél a kelleténél több vizet ne veszítsen?

α) Egyrészt a nyílások fölött fejlődő *apró szőrözet* a porszemeket távol tartja, egyúttal a levegőt is megköti: a páratelt régi levegő helyébe nem enged páraéhes új levegőréteget. S miért éppen szőrözet védi a levegőnyílást? Mert a védelemre a szőrözet holt sejtjei a legalkalmasabbak: védelmet nyújtanak, s maguk sem vízre, sem táplálékra nem szorulnak.

β) A túlpárologás ellen védelem a levél különleges *formája*. A majomkenyérfa leggyökeresebben oldja meg a feladatot: száraz időben leveti lombját. Sok növény levele meg úgy segít magán, hogy felülete az adott térfogatnak megfelelő legkisebb felület lesz, hogy minél kisebb felület párologtasson. A gyermekláncfü levelei sovány helyen kicsinyek, keskenyek. A Földközi-tenger mellékén otthonos *Ulex europeus* nedves időben leveleket fejleszt, száraz időben tüskés, levéltelen. A sivatagi kutytej levelei tüskévé alakulnak. A borsós varjúháj leveleit összehengerli.

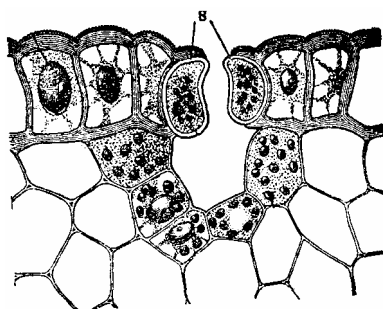
γ) Sok növény levele a napsugarak ellen *helyváltoztatással* védekezik. Kánikulában a fehér akác leveleit összecsucolja. Az olasz akácok levelei csak éjjel terülnek szét, nappal összecsucódnak. A madársóska levelei nagy melegben alácsapódnak.

δ) A levegőnyílások *száma* függ a talaj nedves vagy száraz voltától. Ha a növény nedves talajt szeret, több nyílással párologtat és viszont. Pl.:

A növény neve	Termőhelye	A levegőnyílások száma mm ² -ként	
		a színén	a fonákon
Fehér tündérrózsa	víz	460	0
Hévívízi tündérrózsa	víz	625	0
Kocsánytalan tölgy	nedves erdő	0	346
Kocsányos tölgy	nedves erdő	0	288–438
Közönséges búza	szántóföld	47	32
Borsos varjúháj	köves	21	14
Házi fűfű	száraz	11	14

ε) A száraz éghajlat növényeit ezenkívül *a levelek vastag borító-rétege*, a cuticula védi. Közülük többet oxalsavas mész vont be, sejtjeik sósanyaga a vizet megkötik. Belsejükben is vannak vízkötő sejtek. Ezt a vizet csak a végső szükségben használják el, viszont esős időben legelőször ezek a sejtek szívódnak tele.

ζ) S végül a szabályos párologtató automatikus módon biztosítja a nyílások olyan *berendezése*, hogy a duzzadt zárósejt (s) a nyílást szabaddá teszi. A víztartalom csökkenésével leapadt zárósejtek a nyílásokat jobban zárják (46. ábra).

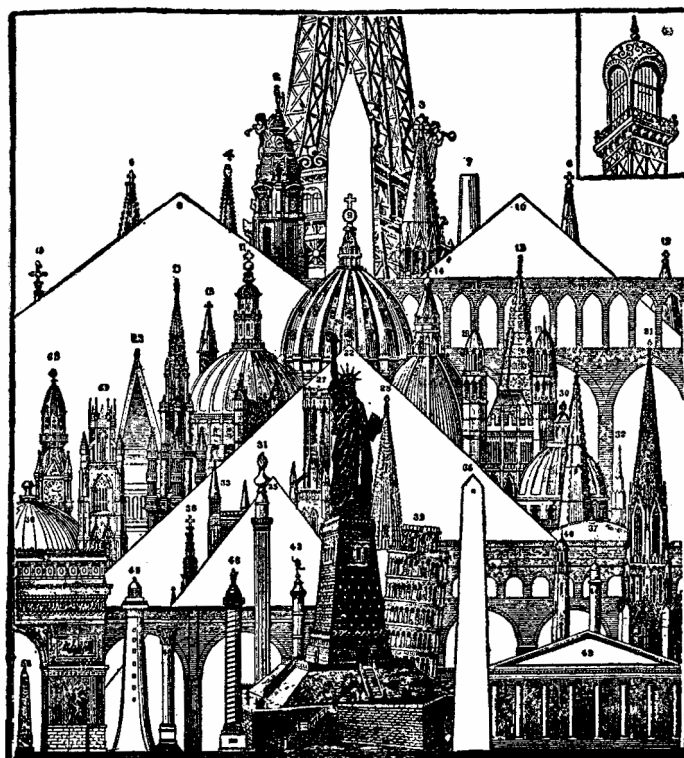


46. ábra. Levegőnyílás duzzadt zárósejttel (s).

Ki tudná elhinni, hogy egy berendezésben ennyi célszerűség tisztán a véletlen munkája? Vagy hogy az anyagtól származik, amelynek egyik lényeges tulajdonsága az, hogy önmagától mozdulatlan, tehetetlen.

A növény szára az építkezés csodája

A mérész építkezés mértéke az alap és magasság viszonya. Annál merészebb az épület, minél kisebb alapon minél nagyobb a magassága. Ha a növényeket ebből a szempontból épületeinkkel összehasonlítjuk, azt találjuk, hogy az építészet még megközelítőleg sem készített a természet műveihez fogható remeket. A rozs 1500 mm magas és 3 mm vastag szárának viszonyszáma 1500 : 3. A nád 3000 mm magas, 15 mm vastag; viszonyszáma 3000 : 15. Tehát a nád magassága 200-szor, a rozsé meg éppen 500-szor múlja felül az alapot.



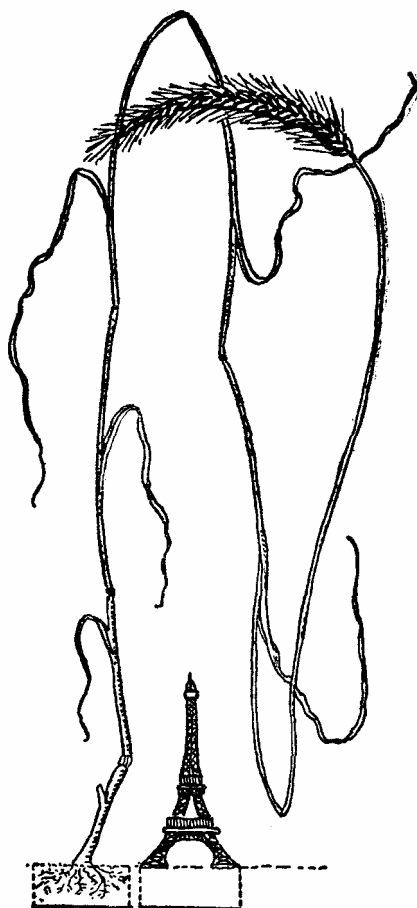
47. ábra. Azt mutatja, hogy a New York-i Kleopátra-tűből (20,70 m) a Washington- emlékgig (169,18 m) felsorolt összes leghíresebb épületek közt merészségével mennyire kimagaslik az Eiffel-torony.

Ezzel szemben a 100 m magas esztergomi bazilika 107 m hosszú és 64 m széles alapon épült; holott ilyen alapnak 45.000 m magasság felelne meg. A vasépítés csodáját Eiffel csak 300 m magasra építette, s az alap oldalát 135 m-re kellett venni, hogy a ránehezedő vaskolosszust megbírja. Ha most a bazilika, illetve az Eiffel-torony alapjait körnek gondoljuk, a körnek amott 90, emitt 150 m átmérője felel meg, s így a bazilikának 100 : 90, az Eiffel-toronnak 300 : 150 a merészségmutatója. Vagyis az Eiffel-torony magassága csak kétszer, a bazilikáé pedig csak egyszer múlja fölül az alap átmérőjét.

Tehát a szóban forgó alkotások merészsége a mutatók szerint így következnek egymásután:

rozs.....	1500	:	3	=	500
nád.....	3000	:	15	=	200
Eiffel-torony.....	300	:	150	=	2
esztergomi bazilika	100	:	90	=	1.1

A bazilika és az Eiffel-torony felfelé karcsú. Továbbá a bazilika tetejére csak a kis kereszt kerülhetett, ellenben a rozs legnagyobb súlya, a szár súlyának kb. ötszöröse, a szár tetején van. Mivel a magasság és átmérő viszonya 500, a bazilika viszonyzáma pedig 1,1, tehát kb. 455-ször kisebb a rozsénál: a súly szempontjából csak úgy vehetné fel vele a versenyt, ha annál viszont 455-ször nagyobb terhet, vagyis önsúlya 2275-szörösét bírnia meg, ami gondolatnak is borzasztó.



48. ábra. Az ember és Isten remekének magassági és megterheltetési viszonya az elgondolt egyenlő alap mellett. Az első Eiffel mérnök 676 m² cementlapon 6,500.000 frank költséggel 1540 munkás 645 kézimunkanapon hozta létre, miután tudósok, mérnökök, építészek már előbb éveken át készítették a tervet. A másik létesítésére az Úr kezdetben egyszer ezt mondta: Teremjen a föld zöldellő fűvet, amely magot ad neme szerint... (Ter 1,11.) S azóta meg nem szűnik a csoda ismétlődése.

De még mindig nem mondtam el mindent. Pl. hogy az Eiffel-torony rengeteg pénzbe, sok munkás verejtékébe került. A rozs az Úr *Legyen!* szavára állt elő s azóta megszámlálhatatlan mennyiségben keletkezik évről-évre. Vagy hogy az egyetlen Esztergomi-bazilika és Eiffel-torony csekély megterheltetésük dacára is összedülnének, ha a talaj alattuk meginogna. Ellenben a rozs a jégverés után fölegyenesedik. A tört szár bütyke rendellenesen fölfelé hajlik s néhány nap múlva az egész vetés olyan, mintha valaki fölfésülte volna. Mire a kalász megjelenik, a veszedelemnek semmi nyoma. A futóka, bükköny és konkoly fölé emelkedve zavartalanul éri a napsugár, és a növény a rendbejött táplálékvezető-csatornákon át vígan szívja a földből a táplálékot.

* * *

A rozs karcsú szára a merész felépítés tekintetében legnagyobb fáinkkal is vetekszik.

A fa neve	Magassága (m)	Átmérője (m)	Merésszég
Wellingtonia gigantea	100	11	9
Abies pectinata	75	3	25
Abies excelsa	60	2	30
Larix Europea	54	2	27
Cupressus fastigiata	52	3	17
Pinus silvestris	48	1	48
Quercus sessiflora	35	4	9
Platanus	30	15	2

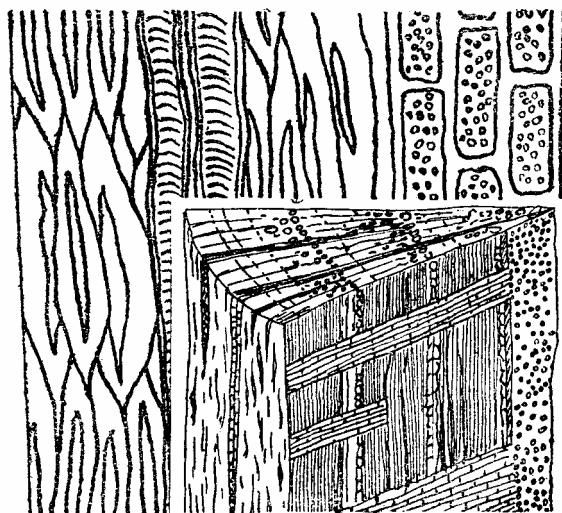
Mivel a rozs magassága 500-szor nagyobb átmérőjénél, míg a felsorolt fák közül a legmagasabb is csak 48-szor múlja fölül átmérőjét, talán közöttük is a rozsé az elsőség. Ez csak látszat! A fáknál nem az alap és magasság aránya, hanem az alap és korona különbsége, valamint a korona súlya fejezi ki az építés merésszégét. Van fügefá, amelynek alig 2 m átmérőjű törzsén a 35–40 m hosszú ágakból álló és 10.000 m² korona 6–7000 embert takar be. Gondoljátok el, hogy a törzsön milyen teher nyugszik, s milyen erő van e fa rostjaiban, mikor óriási koronája nemcsak a sok-sok métermázsá gyümölcsöt emeli, hanem esős időben leveleire az esőcseppek mint valami tengerszemek nehezednek. Azonkívül tele van élősdiekkel s mindegyik aránylag a házra épített tornyocska súlyával egyenlő. S hozzá még a fügefát nemcsak a zefír simogatja, hanem a vihar tépő, forgató, feszítő erejével is küzdenie kell. S győz vele szemben. A vihar belekapaszkodik ágaiba, az egész kolosszus recseg, ropog, egy-egy ágát letöri, de mikorra törzsét ledönti, akkorra háztetőket bont meg s mire egyet kicsavar, vasúti mozdonyt dob le a pályáról.

Mindezek után önként kínálkozik a kérdés, hogy építkezéseinkben miért nem tudjuk elérni ugyanezt a szilárdságot? A megfelelő nyersanyag hiányzik? Dehogynem! Hiszen az oxigén, hidrogén, nitrogén, jód, klór, szén stb. mind nagyon ismerősek. A kémikus folyton dolgozik velük. A növény éppen úgy a földből szívja a szilárd váz nyersanyagát, mint ahogy mi is onnan bányásszuk ki épületeink nyersanyagát. A különbség ott kezdődik, hogy mi *nem tudjuk a nyersanyagokat a növényhez hasonlóan vegyíteni, épületanyaggá készíteni*, megfelelően elhelyezni s megfelelő mennyiségben előállítani.

A növény utolérhetetlen tökéletességű épületanyaga ugyanis a sejt, mert nem kell kívülről felhordani, hanem a helyszínén terem; egyik a másikból s annyi fejlődik, amennyire éppen szükség van. A másik jelessége, hogy belül üres, a nagy tömeg sem sokat nyom s így egyenesen bravúros építkezésre van teremtvé. Ha az épülő házak mellett meglátjátok az üres téglákat, jusson eszetekbe, hogy amit az emberek most kezdenek használni, azt a növények már a teremtés napjától kezdve használatba vették. Csakhogy a növények téglái a durva és nehéz anyag, a sár helyett cellulózéból, tehát ugyanabból az anyagból készülnek, ami a papírunkat adja. Könnyűsége mellett az ilyen papírtégla rossz hővezető s így a növény függetlenebb a külső hőmérséklettől. Ebből épül a tölgyfa is, csakhogy építés közben a törzs sejtei faanyaggal ivódnak tele és megkeményednek. S így ugyanaz az anyag, mely mint papír összegyűrhető, mint kész fa keménysége miatt a hajthatatlan erő jelképe. Különben az összes növényekben miatta van ellenálló erő. A vízben ázott kender hosszú rothadás után is mennyi munkát ad a kendertörőnek! A vászon forró lúgba kerül, s a háncs rostjai a kifőzés után is mily erősen összetartanak. Kiszámították, hogy mikor 1 m³ megnedvesített növényanyag dagadni kezd, sok métermázsá súlyt feleml. Ha az épületsejtek anyaga kova és vas, ezeket gumilakk-, cement- vagy enyvbevonat védi a gyors hőváltozástól. A növény

vázának szilárd voltát az anyagon kívül a különféle elemek és elhelyezésük is biztosítják. A növény vázának egymást kiegészítő legfontosabb elemei a rost, a sugár és a háncs. A rostot keskeny és belül üres sejtek adják, amelyek a szár hosszában párhuzamosan húzódnak s hegyes végeikkel szorosan egymáshoz ékelődnek. Miattuk olyan nehéz a fát szétvágni (49. ábra fönt).

De ha velük a fa egy irányban erős volna, viszont annál könnyebben széthasadna, ha irányukra merőlegesen elhelyezett bélsugár keresztpántokhoz hasonlóan a fát tömötté és ellenállóbbá nem tenné (uo. lent). Pusztán a két előbbi anyagból összeszerkesztett fa azonban minden *erőssége* mellett is annyira merev volna, hogy ágait a leggyöngébb szellő is letördelné, s a vihar törzsét leterítené. Ezen a bajon rendkívül rugalmas sejtjeivel a faháncs segít. Tőlük van a növény hajlékonysága. Lám a természet is mennyire törekszik a *fortiter et suaviter* keresztülvitelére! Ha a növény szívósságát a vaséval akarjátok összehasonlítani, azt találjátok, hogy a mm^2 -es átmérőjű kovácsolt vasdrót 12,1 kg terhet bír meg, ellenben a növénynek 1 mm^2 háncrestjét 15–25 kg-mal is meg lehet terhelni. A szegfű szárának 1 mm^2 háncrestja 14 kg súlyt bír el. Az újjélandi len rostja mm^2 -ként 21 kg súlyt tart fönn. Az erkölcsi életben is a *fortiter et suaviter* eljárás és föllépés képesít a legjelentősebb eredményekre.



49. ábra. A fa rostjai és (lent jobbra) a bélsugár.

S végül a növényekben a különféle elemek olyan formában és úgy vannak elhelyezve, mintha mindegyik számára mérnök jelölte volna ki a legmegfelelőbb alakot és helyet.

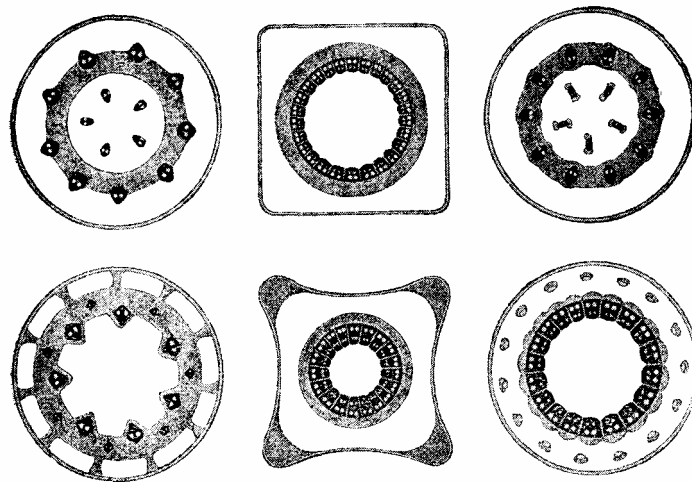
A növény erősítő szervei: a törzs, a szár ui. hengeresek. Mintha csak a mechanikában tanulta volna, hogy a minden oldalról támadásnak kitett testet a hengeres alak védi legjobban. A négyszögű karó egy ugyanolyan méretű hengeres karónál könnyebben görbül. Az ugyanannyi anyagból készült üres henger pedig mindkettőnél tovább ellenáll. Az ív papírból göngyölt cső az ugyanakkora papírból sodrott tömör pálcánál erősebb. Az 1 kg vasból készült tömör pálcánál az ugyancsak 1 kg vasból készült 1 m hosszú, üres cső ellenállóképessége sokkal nagyobb.

A növények szilárdító szervei ezért legtöbbször hengeresek és sokszor üresek. S a szilárdító anyagok mindig oda kerülnek, ahol a legszükségesebbek. Hogy hol a legszükségesebbek, ezt megint a mechanika mutatja. A meghajlított pálca domború részén a szakító-erő maximuma, vele szemben a nyomóerő maximuma lép fel. A közép felé a két ellentétes erő kiegyenlíti egymást, ott nyugalom van. Az ellentétes erők hatása alatt egy gyárkéménynek vagy oszlopnak is a kerületén vannak a káros hatásai. Éppen ezért kerül az

ilyen épületekben a szívós anyag a kerületre. A közbeeső részeket pedig kevésbé erős anyag tölti ki, vagy üresek is lehetnek. Ez a felépítés bármely oldalról jövő támadással szemben védelmet nyújt.

Ugyanez az előrelátás valósul meg a növény szár vagy a fatörzs fölépítésében is. (50. ábra). A szilárd rostok a szár kerületén vannak, a védettebb részek vagy üresek, vagy bélsugárral bélelték. Tehát a növények az embereknel régebben használják a betonépítkezést.

S mivel a húzóerővel szemben a szilárdabb anyag belül szükséges, azt (a gyümölcs szárában, a gyökérben) belül is találjuk.



50. ábra. Több növény szár átmetszete.

A szár és a törzs azonkívül, hogy a növény szilárd váza, egyúttal a tápláló nedvet szállító elmés szerkezet. Galilei idejében egy kút felszerelésénél a flórenci kútkészítők minden ügyessége csütörtököt mondott. Nagyon mély kutat ástak, s a víz a szívócsőben sehogyse akart 7 m-nél magasabbra emelkedni. Több próba után a kútkészítők Galileihez fordultak, aki Toricellivel együtt először jött rá arra, hogy a vizet csak 7 m magasra lehet felszívni s ott új szerkezettel kell a továbbításról gondoskodni.

Tíz méternél magasabbra a vizet csak hajtani lehet, de megfelelő erősségű csövek szükségesek hozzá. Ezt a módot alkalmazzák a bányavíz kiszorításánál. A bánya mélyén víztartók mellett, éjjel-nappal zakatol a sokezer lóerős vízfelhajtó gép. A többszáz méteres földréteg szinte reng bele. A földalatti folyosók félelmesen továbbítják a tompa morajt. Mintha a föld ezzel akarná kifejezni bosszúságát, hogy évezredes csöndjét háborgatják. S ha fönt megnéznéd a víz kifolyását, csodálkozva kérdenéd, ennyi az egész? Mennyi energia kell hozzá, hogy a nagy mélységből a kevés víz felszínre kerüljön, (egy 1 liter vizet másodpercenként 1 lóerő hajt 75 m magasságra!)

Kisebb mértékben ugyanezzel találkozunk a növények életében is. A frissen szakított vérehulló fecskefű, vagy a tavasszal nyesett szőlő vékony csöveiből nedv csordul ki. A kis növény néhány cm-nyire, a nagy fák tekintélyes magasságra emelik a nedvet. Míg a falusi templom tornya 30 m, a városi 60 m, az ulmi dóm 161 m magasból tekint Ahhoz, akinek tiszteletét hirdeti, a jegenyefenyő legfelső levelei 75 m magasban várják az alulról szállított nedvet. A kaliforniai mamutfák 142, az ausztráliai eukaliptuszok 152 m magasságra is megnőnek. A kúszófák tekervényes úton 180 m-nyire viszik a nedvességet. Ha pedig a gyökérmélységet is figyelembe vesszük, van fa, amely óránként 80–100 cm-nyi sebességgel 200 m magasra juttatja a nem is megvetendő vízmennyiséget; ugyanis a kukorica nyaranta 14, a kender 24, a napraforgó 66 kg vizet párologtat el, amely gyökér útján mind a földből kerül elő. Egy nyárfa nyáron át naponként 38 kg vizet szív fel. Mivel Budapest vízellátására

kb. naponként 140.000 m³ víz szükséges, ezt a vízmennyiséget a kb. 18,5 km² területen 3,634.210 fa állítaná elő. De míg Budapest vizét 3200 lóerő bonyolult szerkezettel juttatja rendeltetési helyére, az erdőben sem gépnek, sem zakatolásnak, sem megerőltetésnek semmi nyoma. Ugyan mi dolgozik a fák törzsében? Szerintünk végeredményben az Úristennek mindent rendező ereje. A mindent anyagi erővel magyarázó természetkutatók a gyökérnyomásra, vagy a hajszálcsovésségre, majd ozmózisra, átszivárgásra gondoltak. S mivel kiderült, hogy a gyökérnyomás hatása ennél sokkal kisebb, hogy a vízszállító rendszer a levegő nyomásától el van zárva s a hajszálcsovésség nem érvényesülhet, hogy az ozmózisnak ellene szól a felszállított vízmennyiség, most azt mondják: „A víz felszállítása tekintetében ismereteink még mindig tökéletlenek. Még a legelemibb kérdésekre nézve is hiányzik tudásunkból minden biztosság”. Így járnak ezek a jó tudósok, akik azt ígérik, hogy a természetet önmagából magyarázzák. Mikor arra kerül a sor, hogy egy legkisebb berendezésnek adják helytálló magyarázatát, a felelet: ignoramus.

A virágos réten

Keresztes Szt. Pál, a passzionista szerzet alapítója, nagyon szerette a virágokat. Egy séta alkalmával így szólt társához: „Kié ez a terület?” A társ megnevezte a birtokost s a Szent erősebb hangon ismételte meg a kérdést: „Kié ez a terület?” S mikor most sem kapott kielégítő feleletet, a Szent harmadszor tette fel a kérdést: „Kié ez a terület?” Mivel a kísérő még most sem értette meg, maga felelt: „Ez a terület a jó Istené”. Valósággal átszellemülten szemlélte és hallgatta a természet szépségeit. „Nem hallod – mondá kísérőjének az erdőben járva –, hogy mondogatják a fák és levelek, szeressétek az Istent?” Ha idegennel találkozott, így szólította meg: „Testvérem, hallgasd csak, a fák levelei azt suttoják, hogy szeressük az Istent”. Tavasszal örömmel köszöntötte az első virágokat. Kisietett hozzájuk, megsimogatta őket. Ha ment valahova, az útszélen melléjük ült és társalkodott velük. A végén megköszönte kedvességüket, megsimogatta őket. „Most már hallgassatok, nyugodjatok”, mondotta nekik s azután folytatta útját.

Az a kérdés, hogy miképpen tudott Szt. Pál természetrajzi ismeretek nélkül annyit foglalkozni a virágokkal, annak jut eszébe, aki szerint a növények ismerete egyenlő a porzók megszámlálásával, a gyökerek kihúzogatóásával, szirmaik letépésével és a lepréslésével. Pedig jó növényismerő az, aki a legegyszerűbb fűszálban is úgy gyönyörködik, ahogyan az Úr beleszötte a mező ünnepi szőnyegébe, s akinek a természet azt mondja, amit az Úr közlésre rábízott. „Halljatok engem tiszta nemzedék, és mint a vízfolyás mellé ültetett rózsá nyílnak. Mint a Libanoné, legyen gyönyörűségeis illatotok. Virágozzatok, mint a lilium és illatozzatok kedvesen” (Sir 39,17–20) – ezekkel a szavakkal küld a szentíró mindenkit a természetbe a mezei virágok közé, amelyek változatos formáikkal mint a mező csipkézete emelik a mező ünnepi hangulatát. Hogyan ne mondanának azok nagyon sok szépet elsősorban az erényről, amellyel mindegyik rokonságban van.

Tudod, mi a virág?
A földnek jósága.
Tudod, mi a jóság?
A lélek virága.
(Petőfi)

A patak partján a nefelejcs, az erdőben az ibolya szerénységről beszél. A lilium a tisztaságot köti lelkedre. A rózsá állhatatosságra int. A búzavirág kék színe az eget tükrözi. Az Úr megbízásából (Mt 6,28) valamennyi a gondviselésbe vetett bizalom tanítója.

Állandóan emlékeztetnek a lelki nemesség, az előkelő gondolkozás, szeretet végső okára, a jó Istenre.

Die Blümlein, wenn sie aufgewacht,
Sie atmen auch den Herrn alsbald
Und schütteln rasch den Schlaf der Nacht
Sich aus den Augen mit Gewalt,
Und flüstern leise rings im Kreise,
Der liebe Gott geht durch den Wald.

Aki így tudja élvezni a virágokat, annak aztán fokozottabb gyönyörűség megismerni azt a nagy bölcsességet is, amely a gyökértől kezdve a növény legkisebb részéről lerí, s mutatja az örök szépség és bölcsesség tengerét, amelynek minden virág parányi cseppje.

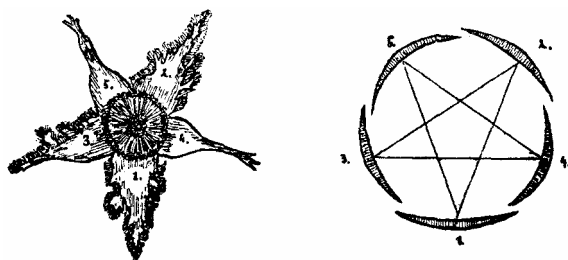
Isten, ó mondd a világon
Azt a pontot hol lelem,
A fűszálat, a bogárkát,
Ahol nem Te vagy jelen.

Mintha arcod mosolyogna
A természet kék egén
S virágok közt járva mintha
Leheleted érezném.
(Reviczky: Isten)

Így beszél a költő s így beszélhetünk mi is. Virágok közt közel érezhetjük magunkat az Úrhoz, hiszen róla beszél illatuk, színük, de még inkább formájuk. „Ha valamelyik szövőgyár az Urat üzemének megnyerhetné – mondja egy természettudós – gyönyörű rajzaiért nagy tiszteletdíjat utalványozhatna ki neki.” S a flórenciek nagyon meg akarván tisztelni gyönyörű dómjukat, amelynek *Campanileje* Giotto elgondolásában a liliomot volt hivatva utánózni, ezt a nevet adták neki: *Santa Maria del fiore*. A virág-templom. Olyan szép, mint a virág. Ha Flórencben valaki nagyon szépet akar mondani egy nőnek, azt mondja:

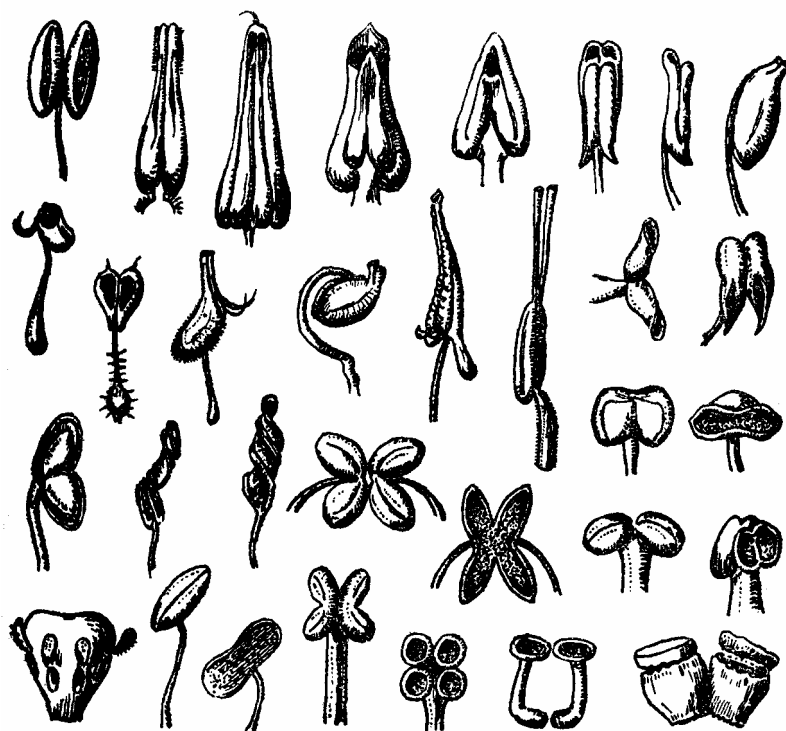
Sei bella, come il Campanile.

S hogy védi a természet a virágot! Csak egy jelentéktelennek látszó semmiséget akarok felemlíteni erre vonatkozólag. A vadrózsa szirmait leszedve megmaradnak a porzók s alattuk az öt murvalevél. Nézd meg, hogyan vannak ellátva szőrözettel! Emlékezzél vissza, mikor a geometriához keménypapírból testet, mondjuk éppen ötoldalú piramist kellett fabrikálni! Úgy kellett a lapokon fület hagyni vagy nem hagyni, s a füleket úgy kellett bekenni enyvvvel, hogy a lapokat összehajtva fületlen lap füleshez érve tartsák egymást. Így van összeszerkesztve az öt murvalevél, amelyeket a szőrözet tart össze s csak a nyíláskor megerősödő szíromlevelek szorítják őket szét.



51. ábra. A vadrózsa szőrözött murvalevelei és elhelyezésük állandó rajza.

S ha a szabad szemmel fölismerhető virág-formák kimeríthetetlen változata bámulatra ragad, a legparányibb részek szépsége himnusszá fokozza csodálkozásunkat. Itt vannak pl. a különféle porzók rajzai. (52. ábra.) A csecsebecsék milyen tömege tárul elénk, s minden formában mennyi báj és műgond! Vagy nézzük meg a porzók tartalmát, a pollenszemecskéket, a virágport, midőn a burok fölhasadásával a réseken kiömlik. Ujjunkhoz tapad s szabad szemmel alig látni rajta valamit, hiszen az árvácskapollen átmérője 0,062–0,071, a folyókáé 0,076–0,084, a kígyósziszé 0,010–0,014 mm között ingadozik. Azért igen erős nagyítás szükséges hozzá, hogy feltáruljon szépségük, amelyeket szem előtt tartva, még mélyebb értelmet tulajdoníthatunk az Üdvözítő szavainak, hogy Salamon minden pompája sem fogható a legszerényebb mezei virág szépségéhez. (53. ábra.)



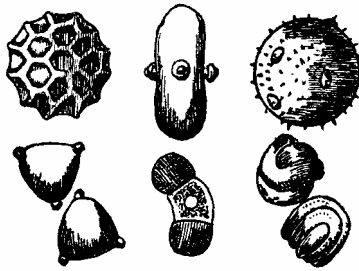
52. ábra. A csecsebecsék e gyűjteménye különféle növények virágporzói.

A beporzás

A beporzás különféle módjaiban meglep az az előre kiszámított biztosság, ahogy két külön célt szolgáló ok egy harmadik közös cél biztosításában találkozik. A szél pl. hőkülönbséget kiegyenlítő légmozgás. Feladata *nem* a virágpor átvitele; azt mellékesen csak azért végzi, mert az átvitelre rábízott pollenek léggömbökké válnak ellátva. Levegőjüket a

nappali hő felhevíti, a gömbök felszállnak, s ha a lég később hűvösödik, az egész felhő leereszkedik. A bibére esett pollen ablakai kinyílnak s a tartalom nyúlós fonálkák alakjában rendeltetési helyére, a termőre siet.

Még érdekesebb berendezéssel történik a *rovarporozta virágok* beporzása. A rovarokra bízott növényeknek méz az árujuk, virág a cégtáblájuk s hogy az üzlet keresett legyen, a természet a cégtáblát nagyon ügyesen készíti. Csalogató már illata is, de még csalogatóbb szíkontrasztja.



53. ábra. Nézzük meg a pollenszemcséket!

Jelzőkészülékeiben a vasút piros és zöld színt használ. Hadgyakorlatok alkalmával fehér-fekete táblák tartják távol az embereket a veszélyes helyektől. A kereskedők táblái a színellentét felhasználásával keltik fel az emberek figyelmét. A természet ugyanígy csalogatja a rovarokat a virágokhoz. Mivel a legtöbbnek háttérre zöld levél, a legtöbbnek színe a zöld ellentétes színe. Egy rét virágainak 33%-a fehér, 28%-a sárga, 20%-a piros: a zöld *kiáltó* ellentétes színei. Ellenben csak 9%-a kék, vagy 8%-a viola, amely távolról kevésbé üt el a levél zöldjétől; és 2%-a barna, amely távolról szinte beleolvad a zöld környezetbe.

A legtöbbször a szíromlevelek, néha a melléklevelek ritkán a virágnél mutatnak szíkontrasztot. Az is előfordul, hogy virágzáskor a felső levelek öltözködnek ellentétes színbe. A harang- vagy gombvirágnak általában csak a külseje színes. Ha azonban a rovar belsejét is láthatja, hasonló műgonddal van színezve. Néhány csengővirág kívül zöld, belül fehér, sárga, piros színű.

A csalogatáshoz a szíkontraszton kívül szükséges színingert néhány növény *nagy szirmokkal* (a Filippi-szigetek 11 kg-os *Rafflesia Schadenbergia*-jának átmérője 80 cm, a *Paphiodelium caudatum* szirmai 70 cm hosszúak), a legtöbb azonban inkább *kis virágok halmazával* biztosítja. A bodzafa 1 mm szirmai pl. a virágzatban összehalmozva messze ellátszanak.



54. ábra. A tátika beporzása.

A szíkontraszt csak odacsalogatja a rovar, amely mézet keres, és így különféle szerkezettel ismét a virágnak kell úgy berendezve lennie, hogy a rovar a mézzel együtt a virágport is tovább vigye.

Egyik a horoló szerkezet. A bibe lehajló ajka a rovar szívójáról a másik virágban hozzátapadt pollent lehorolja. Az érintésre a bibe két ajka összezsugorodik. Mire a rovar szívóját visszahúzza, a bibe már összezsugorodott, és ekkor a rovar virágport szed fel, amelyet más virágba visz. Mivel azonban megtörténik, hogy a rovar virágport nem hozott s a bibe-ajkak beporzás nélkül összezáródtak, a záródás után még néhányszor felnyílnak. A *Mimulus luteus* (tátika) bibéje az érintés után 5 percig marad zárva s utána megnyílik. A beporzás után az ajkak végleg zárva maradnak (54. ábra). A *Salvia glutinosa* (zsálya) ajakos virágát a pösméh porozza be. Bemenet egy emelőszerkezettel találkozik. Rendes állását a kép jobb felső ábrája mutatja. A pösméh az emelőt lebillenti s mivel az emelő maga a porzó, portartalmát a rovar hátára szórja. A bejáratnál elhelyezett bibe pedig a másik virágból hozott pollent a rovar hátáról fölszedi. A *Lotus corniculatus* (szarvassárga herefű) pillangós virágja a pollent a rovar lábára keni. A rovar mézet keres, a hajóalakú szíromlevélen tapogat s arra nyomást gyakorol. A nyomást átveszi az alatta lévő, amely a porzók tövét a virágportartóval köti össze. A nyomásra a húr megrövidül, a virágportartót meghúzza, a hegyén a virágpor vékony fonálalakjában kijön s a rovar lábára kenődik. A porzók közül ki-kiemelkedő bibe a más virágból hozott pollent fölszedi. A *Crucianella stylosa* (szálkónyak) két porzóburka a bibét átkarolja. Mikor a pollen megérik, lassanként a bibére rakódik. Közbe a bibeszár erősödött, feszítő ereje megnőtt s a bibét a szíromkupoláig tolt, ahol a szár feltoló ereje s a szíromlevelek záróereje közt egyensúly áll fenn. Amint azonban az ott röpködő rovar a leveleket megérinti, a szár feltöri a kupolát s a kiegyenesedő bibe a rovar testére röpíti a pollent. A nyílt bibe pedig alkalmassá vált a máshonnan hozott pollen föl vételére.

A termés fejlesztése

A termés a természet szemefénye, a csírázástól a hervadásig minden életnyilvánulás végső célja. A növény saját élete fölállozásával iparkodik olyanná lenni, amilyen maga volt: széppé a színek bájával, a magház szimmetrikus fölépítésével, cukrának illatával, s teszi elsősorban különféle berendezésekkel a fajfönntartásra alkalmassá. Első stádiumában a magház kemény falai védik, a zöld lombok között föl nem tűnő szövet pólyázza be. A szendergő csemetét ellátja gyermeklisztrel, magfehérjével. Gondoskodik friss levegőről, meleg selyemtakaróról. Sziklevek formájában egy-két dajkát állít melléje. A madarak és rovarok elriasztására a pólyát mérges anyagokkal keni be. A szemtelenebbek ellen töviszuronyokkal, tüskekardokkal, a sok nedvesség ellen viaszbevonattal, a kiszáradás ellen bőrpáncéllal vagy húsosburokkal védi. Ez a természet stílusa! Fejlődjék az élet magva elvonultságban s nagy védelemben. Mi emberek mennyit tanulhatunk ebből s mennyit tanulhatnának főként meggondolatlan szülők, akik megvonják gyermekeiktől azt a ritka áldást, amit az otthon védelme alatt való nyugodt érés jelent. Az otthon csöndje, az elvonultság helyett a kicégérezés: színes felső zsebkendő, gyűrű, túlgondozott haj, sok beszéd, minél több szereplés, könyvek minden válogatás nélkül, táncterem, zsúr, látogatás és egyéb tényezők hány jól induló gyermeket kárhoztatnak örök éretlenségre és tartalmatlanságra.

Ha a természet gondoskodása tovább nem terjedne, az évről-évre egy helyen fölhalmozott termés egy halomban rothadna el. Ez azonban nem történik meg, mert az Úr a termésbe a térfoglalás feladatát oltotta. Az éréskor ez a vágy dolgozik és idéz elő benne nevezetes változásokat, amelyek lényege az, hogy a fiatalos nyersség, ízetlenség, merevség, zöltség helyébe a tartalom gazdagsága lép. A magház kemény fala meglágyul, megtelik illatos anyagokkal. Cukra, méze, színe messziről csalogatja a bölcsőtől oly ridegen elriasztott

vendégeket. Víz, szél, állatok rendelkezésére állanak. Védőpáncélja utazóköpennyé alakul. S még ezen fölül minden termésen valami célszerű berendezés a terjesztést biztosítja. A magszórás, a mászás, úszás, repülés ezerféle módja (ernyő, légsavar, repülőgép stb.) az akasztók, a ragadós anyaggal való tapadás stb., mind a terjesztésnek elmésségben vetekedő kivitelei (55. ábra).

A vízre bízott magvakat légüres hólyagok tartják a felületen. A vízirózsa magvát a takaró alatt lévő légréteg tartja fönn; mikor a köpeny leázik, alámerül. A *Sagittaria sagittaeifolia* (nyílfü) vízhatlan termése a vízen mindenfelé úszik. A mocsári gólyahír magvai erősen tartják a közmondást: *qui habet tempus, habet vitam*. Türelemmel megvárják, hogy vizes talajba kerüljenek, s csak akkor indulnak csírázásnak.



55. ábra. ...a terjesztésnek elmésségben vetekedő kivitelei.
Repülő termés: 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 10., 11., 13., 16., 17., 18., 25.
Kapaszkodó termés: 8., 9., 12., 15., 20., 22., 23.
Magszóró termés: 14., 19., 24.
Mászó termés: 21.

Az állatok is többféle módon terjesztik a termést. Egyik mód az, hogy a húsos burok az állat elesége, hóálló magja az állat bélcsatornájában sem veszíti el tenyészőképességét. Ez a terjesztési mód teszi szükségessé a termés madárcsalogató eleven színét és erős illatát. A vérehulló fecskefű termését a hangyák hurcolják szét. Sok vízi növény lehullott termése a vízi

szárnyasokra tapad. A ló patkója, a szarvasmarha csülkei is sok magot hurcolnak szét. Darwin egy fogoly lábára tapadt rögben 82 magot talált. Némely termés szöge szinte belefürödik az állat lábába, más termés ragadós anyagával tapad, vagy fogak, kapcsok, szigonyok révén az állat tollzatába, szőrébe vagy bőrébe csimpaszkodva vándorol tovább.

A szélre bízott magvak térfogatukhoz képest nagyon könnyűek. Pl.:

Növény neve	Magjának súlya (gr)
Goodyera repens	0,000002
Stanhopea oculata	0,000003
Monotropa glabra	0,000003
Pirula uniflora	0,000004
Umbilicus erectus	0,000006
Gymnadenia conopea	0,000008
Sempervivum acuminatum	0,00002

Ezenkívül laposak, súlypontjuk miatt lapjukkal fekszenek, mert így maradhatnak sokáig a levegőben s így jutnak nagy távolságra. A külön berendezések közül a bóbíta vagy ernyő a legismertebb. A *Cirsium nemorale* (aszott) termésén a gyengén összefüggő ernyő és mag útközben a legkisebb rázásra elváltnak egymástól: az ernyő tovább száll, a mag földre esik. A *gyermekláncfű* ernyője este összezsugorodik, reggel szétnyílik. Szálai a szélnek nagy kapaszkodó felületet biztosítanak: a legkisebb szellőre kiugró magvak az ernyővel messze szétrepülnek.

A *magszóró növények* magvai általában aprók. Ha nagyobbak, a lökő erő is nagyobb lesz. Ellipszoid vagy gömbölyű alakjuk győzi le leginkább a levegő ellenállását. A lapos magvak, mint az eldobott diszkosz, röptükben is forogva és élükkel hasítják a levegőt. Lépéseik aprók, s mégis teljesül a bennük rejlő életnek szóló parancs: *Euntes in mundum universum...*

A növény neve	A termés alakja	Leg-		Súly (gr)	Ellökés távolság (mm)
		hosszabb	rövidebb		
		átmérő (mm)			
Cardamine impatiens (kakuktorma)	ellipszoid	1,5	0,7	0,005	0,9
Viola canina	tojásforma	1,6	1,0	0,008	1,0
Dorycnium decumbens (dárdahere)	gömbölyű	1,5	1,5	0,003	1,0
Geranium columbinum (golyaorr)	gömbölyű	2,0	2,0	0,004	1,5
Geranium columbinum palustre	hengeres	3,0	1,5	0,005	2,5
Lupinus digitatus (csillagfűrt)	négyszögű	7,0	7,0	0,08	7,0
Acanthus mollis (medveköröm)	babforma	14,0	10,0	0,4	9,5
Hura crepitans (csattanós maglövő)	lencseforma	20,0	17,0	0,7	14,0
Bauhinia purpurea	lencseforma	30,0	18,0	2,5	15,0

A mag ellökése célszerűen, igen sokszor 45° -ú szög alatt történik, ami a fizika szerint a legnagyobb távolságot biztosítja, s amit az ágyúk használata közben az olasz Nicolo Tartaglia figyelt meg először a XV. század végén. Sok növénynek ezenfelül még külön berendezés áll rendelkezésére. A fröcskölő ugorka szúrós ágon lógó termését a szár eldugasolja. A termésfal belső része terjeszkedni, külseje zsugorodni kíván. Az érett termés nyálkás külső része és a feszülő belső közt az egyensúly felbomlik, egy robbanásra a termés leszakad, s a magvak 20 m-nyire is szétszóródnak. Éréskor a hüvelyesek megkeményedő keretsejtjei ellenkező irányban eltolódnak, a hüvely megcsavarodik, és a magvak kiugrálnak.

Az ellökés erejére nézve szívesen felemlítem azt a kedves anekdotát, amit Goethe életrajzában olvastam, aki tudvalevően nagyon szerette a botanikát. Szép őszi időben tett kirándulásáról több növényt vitt haza érett terméssel és már későn lévén, betette az egész szerzeményt a szekrénybe. Éjjel felriadt. Az első pillanatban nem tudta megmagyarázni a szekrényfal időnkénti erős pattogását. Csak később jött rá, hogy a magával hozott növények magvai ugráltak ki a tokokból.

A gazdának a termésről való gondoskodása akkor ér véget, amikor a magot csűrbe viszi, majd elveti. A természet is vet. S az elvetett magot rögzíti is. Legegyszerűbb módjától, az esőcseppek által való beveréstől kezdve a legszövevényesebb szerkezetek állnak rendelkezésére. A *sulyom* termését négy nyúlvány valósággal behorganyozza az iszapba. A *földi mogyoró* legfelé növe szárával a talajba dugja magvát. Miközben a *gólyaorr*-termés szőröcskéekkel ellátott érzékeny szárát a légkör nedvessége ide-oda csavargatja, a mag a talajba fúródik. Ezzel a természet elérte célját. Minden feltétele teljesedett annak, hogy a hervadó növény magtakarója elrothadjon, s a halálból új élet keletkezzék.

Az Isten számol

A természet formagazdagságán és színpompáján, célszerűségén és a törvényszerűségén kívül pontos számításaival is remekel. „A világon minden súly, szám és mérték szerint van elrendezve” – mondja a Szentírás. Pythagoras görög bölcsele és matematikus iskolája $\delta \theta \epsilon \omicron \varsigma \alpha \rho \iota \theta \mu \epsilon \iota$ tételbe foglalta megfigyeléseit. A modern természettudomány pedig mindent latolva és képletekbe foglalva a legszebb magyarázatokat fűzi a Szentírás szavaihoz.

* * *

„Az Isten számol.” Ezt a tételt igazolja a szervezet elemeinek aránya, állandósága. Testünk $2/3$ része H_2O , vagyis a 60 kg súlyú emberi szervezet 40 kg-ja víz s ez utóbbinak minden parányát két súlyrész hidrogén és egy súlyrész oxigén teszi. A szervezet $1/10$ – $1/13$ része, vagyis 5–7,5 kg-ja vér, benne a fehér és piros vérsejtek viszonya 1 : 335, vagyis minden 335 piros vérsejtre 1 fehér vérsejt esik. A szervezet $1/16$ része csont s váza 297 darabból áll. A csontoknak 22, a májnak 69, az izomzatnak 75, a vesének 82%-a víz. Szervezetünk részeinek fejlődése alkalmazkodik a szervezethez. Gyermekekben a test minden kg-jára 5, később 4, megállapodott korban csak 3-5 gr szív esik. A szív a véredényekbe másodpercenként 70–72-szer lüktet vért. Minden 3–4 szívverésre 1 lélegzés esik.

Hajszálaink meg vannak számlálva – mondja az írás, aminél azonban sokkal meglepőbb, hogy egyébként is meg vannak mérve. A fajonként állandó vastagság középértéke

Faj	Hajvastagság (mm)
Maláji	0,067–0,060
Európai	0,047–0,074
Mongol	0,063–0,093
Néger	0,044–0,079
Kínai	0,106–0,175

Két fog csak kétféleképpen nőhetne. Három fognak már hat elhelyezés lehetséges. Minél több a fog, annál több az elhelyezés lehetőségeinek a száma, úgy hogy a felnőtt ember 32 fogát 242.976,028.895,459.364,814.561,576.960,000.000, azaz több mint 242 ezerkvintrillió változatban lehetne elhelyezni. S mégis mindig a $\frac{3\ 2\ 1\ 2\ 2\ 1\ 2\ 3}{3\ 2\ 1\ 2\ 2\ 1\ 2\ 3}$ képlet valósul meg. Hát még milyen csodálatos a fogak elhelyezése a csiga nyelvén, amelynek reszelős voltát a tapintás nem érezheti, a kézi mikroszkóp csupán sejteti, s csak erős nagyítás fedi föl előttünk művészi kiállítását, tüneményes felszereltségét. A fész-, agyar-, ár-, kapocs-, fűrész-, hordó- stb. alakú fogak igen nagy számban s rendszerességgel váltogatják egymást. Az *Actinocyclus* nyelve 6200, a *Zonites fuliginosus* 10.455, az éti csigáé 19.000 fogacskából áll. Azok teszik érdekessé, amiért a neve radula, reszelő. S noha az elhelyezésnek annyi a lehetősége, hogy számát reggeltől estig írva sem lehet feljegyezni, a rendszeresség miatt az egyes csigák radulája állandó képlettel fejezhető ki. A *Scaphander* képlete 1–0–1, ami annyit jelent, hogy a nyelv két szélének egy-egy fogsora a középén hagyott üres sort zár be. A két sor fogai egyenlők s mindegyikben 1–1 fog áll. A *Fornatella* képlete 8–0–8; eszerint a nyelv közepén hagyott üres sortól jobbra-balra 8 fog áll. A *Gilicha alba* képlete 5–1–1–1–5, amely szerint a középső fog mellett jobbra-balra 1–1 hasonló fog áll s a nyelv szélét az eddigiektől elütő, de egymáshoz hasonló 5–5 fog szegélyezi. Ha a képlet mellé a sorok számát is odaírjuk, akkor a csiga nyelve s egyúttal a csiga is meg van határozva. Pl. a (55–6–1–6–55) x 85 képlet az 1500

fajban meghatározta a *Zonites fuliginosus*. A nyelv 85 sorában a 10.455 fog így helyezkedik el: a középfogtól jobbra-balra 6–6 hasonló fog van, a perem 55–55 foga egymás közt egyenlő, de az eddigiektől eltér.

* * *

A természet rendezettségét legjobban mégis a benne található mennyiségtani elvek mutatják, amilyen az elemek szakaszos törvénye, az aranymetszés szabálya és még jobban a *lex minimi*, amelynek fölismerése s a gyakorlati életben való alkalmazása a legnagyobb elmék dicsérete. A természetben való keresztülvitele az Úr dicsősége.

Az elemek szakaszos törvénye

A primitív ember nagyon távol volt a természet öntudatos élvezésétől, mert pl. a hegységek égbe nyúló szikláiban nem látott mást, mint formátlan anyagot, amelynek eredetét nem ismerte, céljáról sejtelve sem volt, méreteik és összetételük tekintetében ma mosolyt keltő vélekedések rabja volt. Sok időbe került, míg ez a formátlan anyag, ahonnan annyi vihar fenyegette, amelynek hócsuszamlásai sok életre borítottak szemfödőt, a természet háztartásában, a földművelés számára fontos tényezőnek bizonyult. S mire megismerkedett a földnek még most is tartó átalakulásában betöltött jelentős szerepével. S még később gondolkodott a hegyek tartalmára, a salétromnak, mésznek, kénnek, foszfornak s a többi alkotórésznek súly, szám és mérték szerint való összefogására, ami nélkül számunkra éppen úgy veszedelmet jelentenének, mint a fenevadak ketrec nélkül. Ma a tudományt e sajátságos berendezkedés miatt inkább érdeklik az elemek, mint az egész Mont Blanc. Ezek tulajdonságát kutatja. Figyelme inkább a vegytan, mint a mechanika, inkább a vegyirokonság, mint az összetartás felé fordul. Feltevése az, hogy amint a jövő épület helyét, minőségét figyelembe véve a gyárban súly és mérték szerint készülnek a különféle téglák, éppen ilyenféle célzattal vannak megállapítva a legkisebb alkotórészek méretei, amelyeknek a világ végéig a természet háztartásában dolgozniuk kell. Ez az összeszerkesztés teszi lehetővé, hogy az elemek egymást kellően lefogják, ami nélkül a Föld felszíne örökös robbanások színhelye lenne és képtelenné válna rajt az élet.

* * *

Alapfogalmak. A természeti tárgyaknak további elemzéssel föl nem bontható részei egyszerű testek vagy elemek. Egy részük szabad állapotban fordul elő, pl. arany, ezüst, platina, kén stb., nagyobb részük csak vegyületben található. Jellegüket tekintve, fémek (pozitív elemek) és nem fémek (negatív elemek). Amazokat a fémfény, nyújthatóság, a jó hő- és villanyvezetőképesség jellemzi, emezek nem nyújthatók, törékenyek, rossz hő- és villanyvezetők.

Valamely elemnek tovább semmi módon sem osztható részecskéje a *parány* (atom). Több elem atomjai vegyületet adnak, amelynek még a vegyület tulajdonságait fölmutató, de csak kémiai úton elemezhető legkisebb részecskéje a *tömeccs* (molekula).

A vegyületeket a kémiában képlettel jelöljük. Pl. a víz H_2O képlete azt fejezi ki, hogy a hidrogén kétszeres atommennyisége egyszeres oxigénmennyiséggel vegyül, s azután jelzi a molekulasúlyt, amely az alkotó elemek atomsúlyainak összege, ez a jelen esetben $2,015 + 16 = 18,015$.

Az elemeknek *vegyértékük* is van. Minden elem annyi vegyértékű, ahány atomjával egyesül az alapul vett elemnek, a hidrogénnek. Pl. 1 atom klór 1, 1 atom oxigén 2, 1 atom

nitrogén 3, 1 atom szén 4 atom hidrogént képes lekötni; a klór tehát 1, az oxigén 2, a nitrogén 3, a szén 4 vegyértékű elem.

Az elemek atomsúlya és egyéb tulajdonságai közt már régebben találtak homályos összefüggést. Először *Newlands* angol kémikus kísérelte meg az összes addig ismert elemek atomsúly szerint nyolcas sorokba való csoportosítását (1863). Elméletében sok volt a fogyatékoság, s amikor a Royal Society-ben *Az oktavok törvénye* címén felolvasta vizsgálódásainak eredményét (1866), megmosolyogták, de 21 év múlva a Davy-éremmel tisztelték meg emlékét. S az általa világosan felismert szabályszerűséget az oktavok szabályának nevezték. Utána *Mendeljev* vagy *Mendeljeff Dimitrij Ivanovics* orosz, valamint *Meyer Lotár* német vegyészeknek 1870-ben világosabban sikerült kimutatni az elemek optikai, kémiai és fizikai tulajdonságai meg az atomsúly közt fönnálló szabályszerűséget.

A z e l e m e k								
vegy- értéke	0	I	II	III	IV	III	II	I
	3	2	2	1	2	2	3	
atom- súlyai	He 4	Li 7	Be 9	B 11	C 12	N 14	O 16	F 19
	16	16	15	16	16	17	16	16,5
atom- súlyai	Ne 20	Na 23	Mg 24	Al 27	Si 28	P 31	S 32	Cl 35,5
	3	1	3	1	3	1	3,5	
vegy- értéke	0	I	II	III	IV	III	II	I

Két-két elem
atomsúly-
különbsége

Az analo-
nok atom-
súlykülön-
bsége

Két-két elem
atomsúly-
különbsége

E szabályszerűség pedig abban áll, hogy a fajsúly, nyújthatóság, forráspont, hő- és elektromosságvezető képesség, vegyérték, illékonyság, keménység stb. akkor ismétlődnek, amikor az atomsúly 16 egységgel nagyobbodik. Álljon itt az elemek sora és tulajdonságaik változása.

1. *Li*(thium) atomsúlya 7, erősen pozitív elem, fémre emlékeztető tulajdonságokkal.
2. *Be*(ryllum) atomsúlya 9, gyengébben pozitív elem, kevesebb fémre emlékeztető tulajdonsággal.
3. *B*(orium) atomsúlya 11, még kevesebb fémeket jellemző tulajdonsággal.
4. *C*(arbonium) atomsúlya 12, negatív elem; kevés fémre emlékeztető tulajdonsággal.
5. *N*(itrogén) atomsúlya 14, a fémre emlékeztető tulajdonságok fogynak.
6. *O*(xigén) atomsúlya 16, a fémre emlékeztető tulajdonságok fogynak.
7. *F*(luor) atomsúlya 19, negatív fémre emlékeztető tulajdonságok nélkül.
8. *Na*(trium) atomsúlya 23, fémeket jellemző tulajdonságokkal, éppen olyan pozitív, elem, mint a *Li*.

9. Mg(nesium) atomsúlya 24,4, éppen olyan, mint a B.

10. Al(minium) atomsúlya 27, éppen olyan, mint a B.

11. Si(licium) atomsúlya 28,4, éppen olyan, mint a C.

Vagyis, mikor a Li atomsúly 16 egységgel nagyobbodik ($7 + 16 = 23$), analogonjaként a Na következik. A berillium analogonja Mg (24,4) szintén az atomsúly közel 16 egységgel (15,4) való nagyobbodása ($9 + 15,4 = 24,4$) után tűnik föl. A natrium-atomsúly értéke (23) 16 egységgel növekedvén, megjelenik a Li analogonja, a kálium; atomsúlya $23 + 16 = 39$.

Az atomsúly növekedése és a fizikai-kémiai tulajdonságok szabályos változása szerint az elemeket nyolcas sorokba, szakaszokba írjuk. Ez a szakaszos törvény. A mostanig ismert összes elemek két első szakaszát a vegyérték és az atomsúlyok változásának a föltüntetésével a következő tábla mutatja.

Amint a táblázatból kitetszik, az elemek vegyértéke minden szakasz közepéig növekszik s a középtől az egységig fogy. Minden szakasz első eleme 0 vegyértékű, vagyis olyan elem, amelynek eddig semmiféle hidrogénvegyületét sem sikerült előállítani. Az is látszik, hogy az elemek atomsúlyai a periódusok elejétől a végéig olyan módon növekszenek, hogy az atomsúlykülönbségek szabályos sort (3, 2, 2, 1, 2, 2, 3; 3, 1, 3, 1, 3, 1, 3,5) adnak. Az analogonok atomsúlykülönbsége általában 16, s csak néha mutat fölfelé vagy lefelé egy kis kilengést. Szakaszosan változik az elemek fajsúlya is. Ez abban áll, hogy – a mellékelt példa szerint – a fajsúly a szakasz közepéig növekszik, utána ismét a minimumra tér:

elem:	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
fajsúly:	0,98	1,74	2,56	2,49	2,34	2,07	1,38

Szakaszosan változnak az atomsúly és az atomtérfogat:

elem:	Li	Be	B	C	N	O	F
atomtérfogat:	11,9	4,9	4	3,6	5	8	13

elem:	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
atomtérfogat:	23,7	13,9	10,6	11,4	13,5	15,7	25,6

Tehát az atomtérfogat a szakasz közepéig csökken s a minimum után ismét nő.

A szakaszos törvény értéke. A szakaszos törvényben több kérdés pontosabb magyarázatra vár, pl. hogy az analogonok atomsúlyának különbsége miért nem mindig 16. Még olyan rendszert sem sikerült felállítani, amely a törvényszerűséget a legapróbb részletekig pontosan megmutatná. Viszont azonban kétségtelen, hogy benne Mendeljev a természetnek biztos törvényét fedezte föl. Törvény jellegét legmeggyőzőbben az a tény mutatja, hogy a rendszer felállításakor még ismeretlen elemek létezését, vegyi jellegét, atomsúlyát, sűrűségét, vagyis térfogatát Mendeljev a törvény alapján előre megmondotta. S mikor a gallium-, scandium-, germanium-elemek napfényre kerültek, mindhárom igazolta a 40 évvel előbb kimondott tudományos jóslatot.

Mendeljev jóslata a germaniumról:

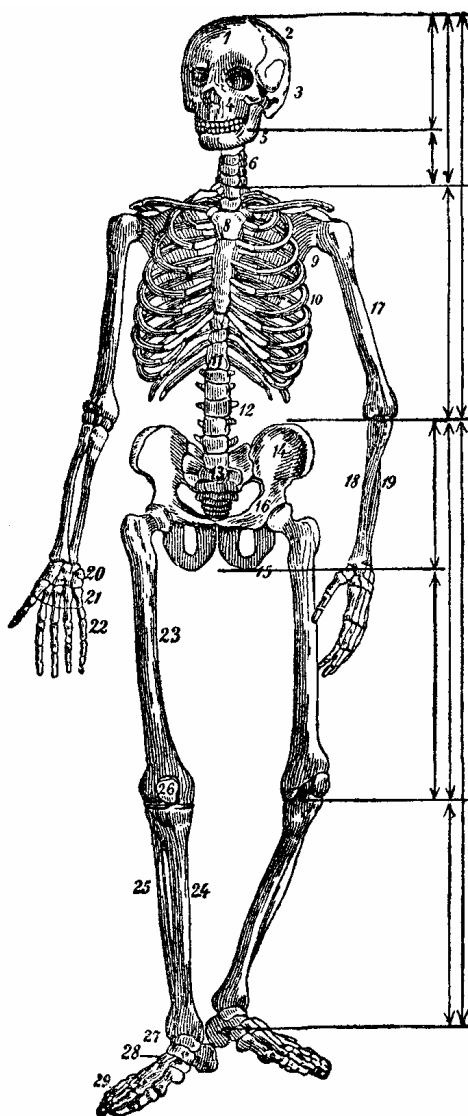
1. Az új elem atomsúlya 72,85 lesz.
2. Az új elem fajsúlya 5,5 lesz.
3. Az atomtérfogat Si (13) és Sn (16) között lesz és csak valamivel haladja meg a 13-at.
4. Az új elemnek forrási pontja 160° .

Winkler meghatározó adatai:

1. A germanium atomsúlya 72.
2. A germanium fajsúlya 20°-nál 5,469.
3. Atomtérfogata 13,1.
4. Az új elem 160°-nál forr.

A föld légkörében fölfedezett legújabb elemek a neon, argon, krypton, xenon, laelium szintén beleillenek a számukra hagyott helyre. Sőt a berillium hibás atomsúlyát a szakaszos törvény alapján helyesbítették és a számítások a szakaszos rendszert igazolták. Mindezek után nem lehet kétséges, hogy a szakaszos törvény a mindenség legparányibb alkotórészeiben rejlő törvényszerűségnek bizonyítja.

Amit tehát Pythagoras több mint kétezer éve tanított, hogy „az Isten is számol”, amit a Szentírás úgy fejez ki, hogy „Isten mindent szám, súly és mérték szerint rendezett el”, azt a modern természettudomány a világmindenség legelemibb épületköveinek megszerkesztésében is feltalálja.

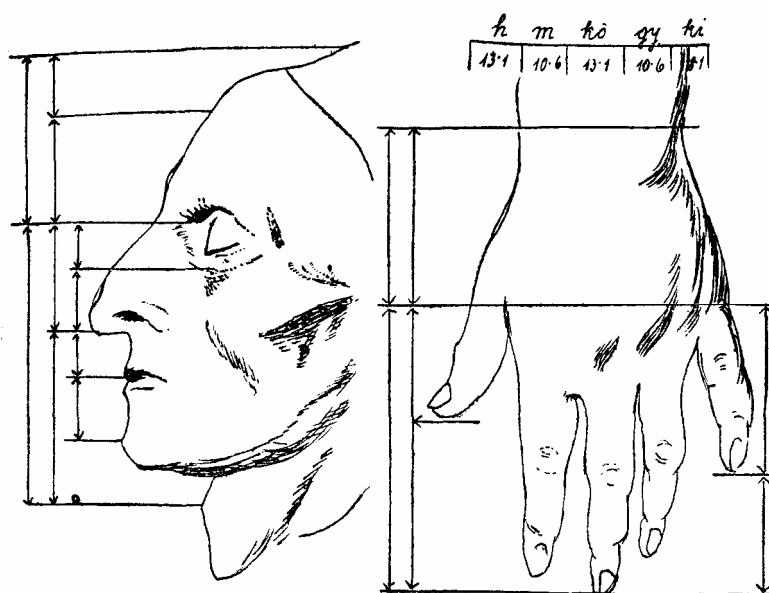


56. ábra. Az arany metszés az ember termetén.

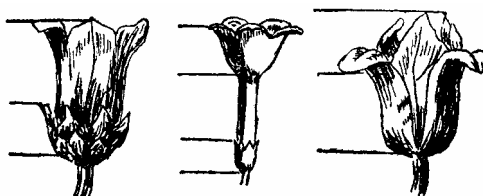
Az arany metszés a természetben

A művészi szép jelentős eleme a részeknek egy olyan arány szerint való összeillesztése, amelyet arany metszésnek (sectio aurea) nevezünk. Egy épület, fészület, torony, ajtó csak a részek ilyen viszonya mellett szép, ami abban áll, hogy három méret közül (az egész, annak kisebb és nagyobb része) a kisebb úgy viszonylik a nagyobbhoz, mint az utóbbi az egészhez. A természet telve van ezzel az arányossággal.

Az emberi test arany metszési szembeszökők (56. ábra). Παντων χρηματων μετρον ανθρωπος = minden dolognak méreteke az ember, – mondja Protagoras görög bölcse. Mintha a természetben minden róla volna mintázva! Az egész testmagasság fő felezési pontja a csípőcsont felső széle. A felső kisebb rész a gégefő, az alsó kisebb rész a térdkalács. A kézen a könyök, azon alul a kéztőcsontok közepe felező pont. A kézfej az alsókarhoz, a kézfej szélessége hosszúságához, az ujjpercek egymáshoz szintén az arany metszés arányában állanak. Az ujjak szélességén (a szélességeket a számok tüntetik fel!) szintén megvalósul az arany metszés. Az arc, a kéz (57. ábra), a láb, lábfej és a lábujjak arany metszési viszonya a rajzból könnyen kivehető. Az ádámcsutka és fejtető között a szemöldök, az ádámcsutka és szemöldök között az orrhegy a felező, pont. S amint az ábrából láthatod, ezeken kívül is bőven lehet arany metszést találni. Leolvasásuk könnyű dolog.



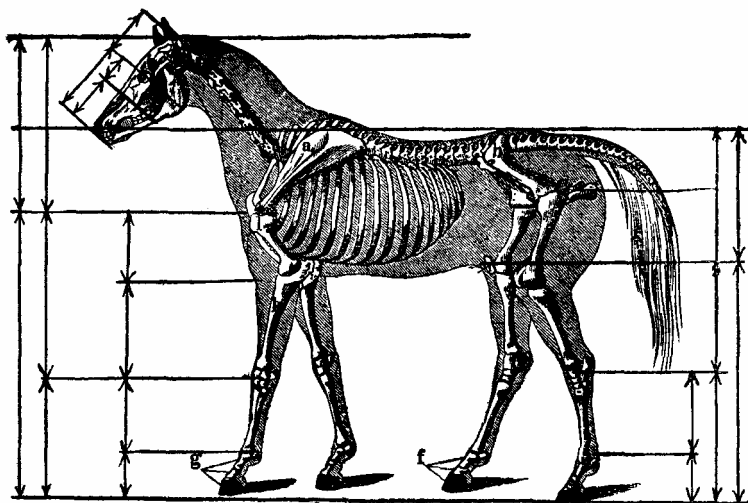
57. ábra. Az arc és a kézfej arany metszési arányai.



58. ábra. Az arany metszés három kis virágon.

A természet egyéb tárgyain – élőkon és életteleneken, állatokon és növényeken – az arany metszésnek se szeri, se száma. A levelek elhelyezése, szélességi méretei, erei, a

legkisebb virágok és virágzatok, a hókristály, a csigaház, a fejlődő agancs, a ló egész teste és részei az aranymetszésnek kimeríthetetlen példáit adják (58., 59. ábra). Itt a szemlélet többet beszél, mint amennyit a szó mond.



59. ábra. Aranymetszés a ló termetén.

Lex minimi

Története. Egy területnek legnagyobb s területének legkisebb, egy útnak, munkának legnagyobb, valamint a hozzá szükséges idő vagy erő legkisebb értékeire nézve (maximum-minimum) az ókor tudósainak is voltak észrevételeik. *Pythagoras* (Kr. e. 500 körül) tanította, hogy egyenlő terület mellett a kör területe legnagyobb. *Heron* (Kr. e. II. század) tudta, hogy a visszavert fény a legrövidebb úton jár. *Pappus* (Kr. u. IV. század) a szerves világ életében kereste a lex minimi és a méhek sejtépítésében konkrét módon is rámutatott a minél kevesebb anyagból épített minél nagyobb tartóra. Az újabb korban *Kepler* (†1630), *Fermat* (†1665) francia s *Huyghens* (†1695) holland matematikus, *Bernoulli János* (†1748) a szintén híres *Bernoulli Jakab* öccse és a bázeli egyetemen utódja és *Euler* (†1783) svájci matematikus erejük legjavát fordították a törvény megismerésére. Általános érvényű elvét az utóbbi következőképpen mondta ki: „Mivel a világmindenség a legtökéletesebb alkotás és a legbölcsebb Teremtő munkája, benne semmi sem történik anélkül, hogy a maximum-minimum meg ne valósulna. Éppen azért nincs kétség benne, hogy a világ összes tényeit a maximum-minimum igénybevételével eredményesen meg lehet határozni”.⁹

Értelme. A lex minimi vagy a maximum-minimum-elvek a természet háztartásának takarékosági törvényei. Ahol a 8800 méter magas Gaurizankár sziklái, az óceánnak 5–6000 méteres víztömegei és a széntelepek mérföldes rétegei, az energiák felmérhetetlen készletei, az egymásután következő évmilliók azt a benyomást keltik, hogy a kő, víz, só, vas, szén, idő kifogyhatatlan, az erő és idő végtelen, ott az anyagban, erőben, időben a takarékoság nyomára akadunk. A pazarlás a buták hibája, a zsugoriság az ostobák bűne, ellenben a takarékoság Isten bölcsessége, okos ember erénye s a természet tökéletessége. A tojás héja, a dió csonthéja, a rozs szára, a teknősbéke páncélja, a bogár szárnyfedői a takarékoság elve szerint vannak megszerkesztve. A diatomáékból a tenger néhány cm³-nyi vizére 40–50.000 millió esik és még ezeknek a kovapajzsa is úgy van kiszabva, hogy fölösleges

⁹ Euler: Methodus inveniendi lineas curvas maximi – minimive proprietate gaudentes. Lausannae. 1741.

építőanyag lekötése nélkül a lehető legjobb védelmet nyújtásuk lakóiknak.

Takarékoskodásának más módja az, hogy *az egyik helyen már fölösleges anyagot másutt felhasználja*. A virág részeiből gyümölcs lesz. A virágpor érésekor a porzóburok egy része a pollent építi. A tojásban a csirke erősödik, a védőbástya gyengül: a héj messze a csirke csontanyaga lesz, s mire kifejlődik, feltöri a héjat, amely azelőtt nagy erővel sem volt összenyomható. Vagy ahol látszólag nincs sürgős munka s mindegy, hogy az új geológiai korszak százezer vagy millió év alatt készül-e el, hogy valamely állócsillag fénye 22 vagy 222 év alatt jut-e hozzánk, ott minden *expressz paranccsal s a legrövidebb úton* történik. Time is money! Az idő pénz! Sőt a nyelvtudomány szerint a nyelvek fejlődésének is az az iránya, hogy az ember minél nagyobb időmegtakarítással, minél kevesebb megerőltetéssel, minél világosabban fejezhessen ki gondolatait. A germán nyelvek fejlődésében ezért egyszerűsödött a gót nyelv ó-felnémétte, majd közép- és új-felnémétte a kettős szám eltűnésével, a végzetek fokozatos gyengülésével, a hangsúlynak a szó törzsére való átcuszásával, ami által a végzet magánhangzói elerőtlenedtek, azonosultak, illeszkedtek, a mássalhangzók színtelenedtek s végül teljesen lekoptak, amint egy főnév (a nap) fokozatos átalakulása mutatja.

Nyelv	Egyes szám				Többes szám			
	nom.	gen.	dat.	acc.	nom.	gen.	dat.	acc.
gót	dags	dagis	daga	dag	dagôs	dagé	dagam	dagans
ó-felnémét	tag	tages	tage	tag	taga	tago	tagum	taga
középfelnémét	tac	tages	tage	tag	tage	tage	tagen	tage
új-felnémét	Tag	Tages	Tage	Tag	Tage	Tage	Tagen	Tage

Sőt az egyszerűsödés még tovább megy: a dativus *e* betűje elmaradhat (dem Tage helyett dem Tag). Legtovább egyszerűsödött az angol nyelv, amelynek szavai nemcsak a ragozásban maradnak szinte teljesen változatlanok (*I count* = számotok, *you count* = számolsz, *he counts* = számol, *we | you | they count* = számolunk stb.), hanem sokszor ugyanaz a szó főnév, melléknév és ige. The *water* is very useful = a víz nagyon hasznos. The gardener *waters* the flowers = a kertész öntözi a virágokat. There are *water* flowers in the aquarium = az akváriumban vízinövények vannak.

A természet ezenkívül is leleményesen iparkodik időt takarítani. A harang hangja kikeresi fülünkhöz *a legrövidebb utat*. A napsugár a levegő rétegein, vízpáráin, az ablaküvegen keresztül *a legrövidebb idő* alatt jut szemünkbe. A méh *a legrövidebb úton* hozza a mézet a mezőről. (Az angol nyelvben talán ezért *bee-street*, méh-utca a nyílegyenes utca.) A költöző madár a tengeren át *a legrövidebb utat* választja. Szervezetünkben a vér útja, az idegszálakban az inger útja *a legrövidebb út*.

Végül a természet mindenütt *energiát takarít meg*, amint diót mi sem pörölllyel törünk s a tű fölemelésére nem acéldarut használunk. Ugyanaz a természet, amely a hirtelen szükséges földalakulást földrengéssel, vulkánnal, hegyomlással bonyolítja le, ha ráér esőcseppekkel, baktériumokkal észrevétlenül készít és szántogat új geológiai korszakot. Megremegtet égháborúval, ciklonnal, jégesővel, de ha nem kell erősebb eszközökhöz nyúlni, szellővel is tud dolgozni. A folyók vizét, a tenger páráit a napsugár parányi rezgésével emelgeti a felhőbe. Egy év alatt ez a munka olyan erőt képvisel, hogy egy 50.000 km hosszú, 6000 km széles és 4 m mély tó 1,200.000 km² vizét 1000 m magasba lehetne vele fölemelni. Mivé törpül itt a Balatonnak kb. 2070 km³ vize, s mily gyermekjátékok a hamburgi kikötő sokezer tonnás súlyok emelésére készült darui.

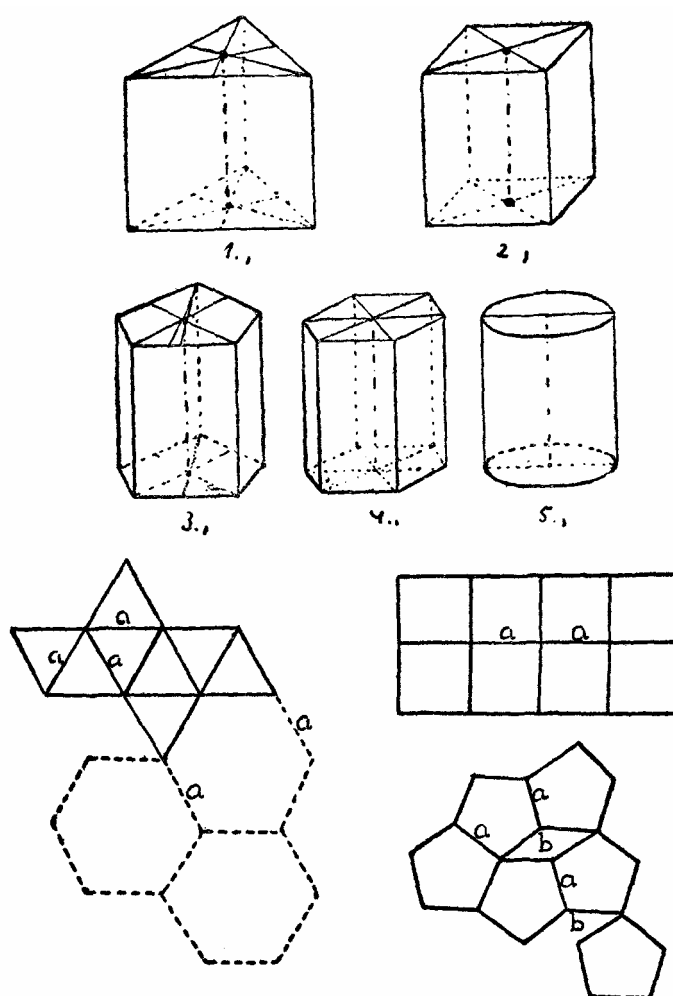
Szóval a takarékoság a természetben nem olyan ritka jelenség, mint a kaliforniai homokban rejtőző aranysem. S a már máshol említett példákra (A szilárd váz [66.1.](#), A növény szára [134.1.](#), A levegőnyílások nagy száma [129.1.](#), A tüdő berendezése [85.1.](#)) való

utalás után a bőségből a legmeglepőbbeket választva mutatom be a méhek sejtépítését és a fény útját.

A méhek sejtépítése

Si sapis, sis apis. Ha okos vagy, úgy tégy, mint a méh – mondja egy őskeresztény dicséret, amelyre a méhek több okból rászolgáltak. Vajon miért érdemlik meg a méhek ezt a nagy elismerést? Elsősorban a sejtépítésben rejlő bölcsességükkel.

A méhek munkaidejében a méztartók készítése összeesik a mézgyűjtéssel. Világos, hogy minél tovább tart az előbbi munka, annál kevesebb idő jut a mézgyűjtésre; a méz pedig számukra téli élelem. Tehát azt a problémát kell megoldaniok, hogy milyen formájú edények készülnek a lehető legkevesebb anyagból, legkevesebb munkával minél több méz elraktározására.



60. ábra. Hasábok és alapjaik, amelyek között a mézelő méh válogathatna, a = kettő helyett egy közfalat, b = káros teret jelöl.

1. A mennyiségtan szerint a gömb alakú edény a leggazdaságosabb, tehát a pöszméh okosan választotta, viszont *a méh cserbenhagyta a matematikát, mert hatszögű sejteket készít.* Igaz? Nem; látszatos tévedése fokozott bölcsesség. A pöszméh választhatja az abszolút gazdaságos formát, mert egyedül él. A méh ellenben „*vita communis perfecta*”,

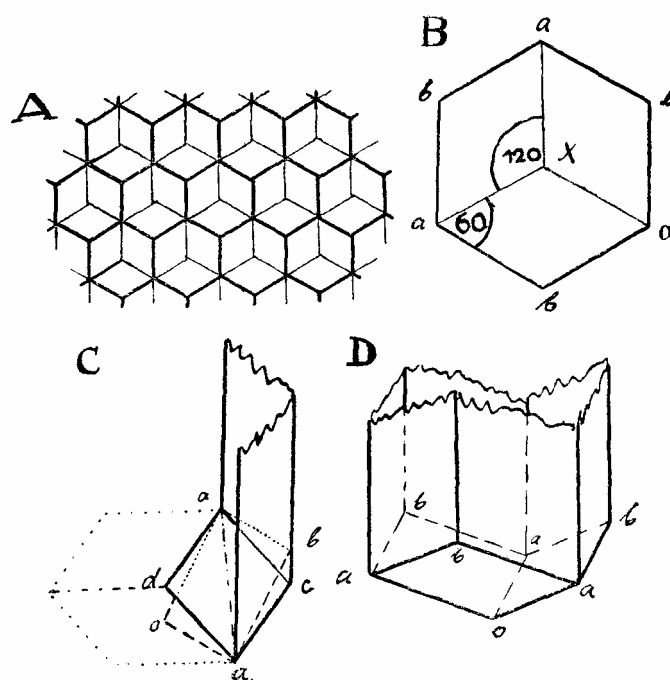
közösségében építi méztartó sejtjeit. A gömb alakú edényekkel az egyes méhek takarékoskodnának, a közösség időben és anyagban vesztené, mert a gömböket káros tér nélkül nem lehet egymás mellé illeszteni. „Hát akkor miért nem gyűjtik a méhek mézüket egy nagy-nagy gömbbe?” – kérdezi a kritikusabbja. Azért, mert a méhek tulajdonképpen téli konzervet készítenek. S amint a konzervgyárosok nem nagyhordó-dobozokat bocsátanak forgalomba, amelyek egyszer felbontva nem védik többé a tartalmat a megromlás ellen, a méheknek is kis adagolású edényre van szükségük. Hát csak a hatszögű hasáb felel meg mindenben a *lex minimi* követelményeinek? Hiszen a *káros tér kiküszöbölése* céljából a 60. ábra formái közül csak a henger és az ötoldalú hasáb hagyandó figyelmen kívül, mert amint az alaprajzok mutatják, mindegyik káros térrel (a) dolgozik. A többi annyival is inkább megfelelné, mert két közfal helyett mindenütt csak egyet kell építeni (b). De viszont *az anyagban való takarékoság* céljából azon mennyiségtani tétel szerint, hogy egyenlő térfogat és magasság esetén a több lap zárt test előnyösebb, a három- és négyszögű hasáboktól is el kell tekinteni. A legtöbb, vagyis végtelen sok oldallapja miatt a henger volna legelőnyösebb, ami meg a sok káros tér, valamint a közfal építésénél előbb említett nyereség elmaradása miatt nem felel meg. *Így tehát a méh az összes testek közt a legelőnyösebben a hatszögű hasábot választotta.*

* * *

2. Ezzel a sejtépítésnek csak a kisebb nehézsége van megoldva; sokkal nehezebb a sejtfenék és szögeinek megválasztása. Megértéséhez tudni kell, hogy a lép egymás mellé és fölé épített sejtek tömege. A 61. ábra *A* képén a vastagon húzott vonalak az előre meredő, a vékonyabb vonalak a hátra nyúló sejtek fenekéi. A két sejtréteg közös fenéklapjai a lépnek tartósságot, szilárdságot adnak. S milyen legyen ez a fenék? Talán félgömb? Önmagában előnyös volna, de a túlsó réteg miatt nem lehet róla szó. Az egyetlen számba jöhető megoldás a három rombuszsal való elzárás (uo. *B*). Mivel az edény nagysága azáltal változik, ha a három rombusz nem egy síkban zárja a sejteket, a zárás a középpont süllyedésével történik. Az *x* szögek *o*-ba billennek (uo. *C*; a *D* a kész sejtet mutatja). Ezzel természetesen a rombusz szögei változnak. El nem billentve a rombusz hegyesszögei 60° , a tompaszögek 120° -úak. S mivel az edény nagysága éppen az elbillentés egy bizonyos nagyságától függ, amelyen innen és túl a köbtartalom egyformán kisebb, kérdés, hogy milyen fokú elbillentés mellett következik be a sejtfenék rombuszainak a legelőnyösebb köbtartalmat biztosító szögviszonya.

Nagyon erőseknek kellene a mennyiségtanban lenniök azoknak a diákoknak, akikre a tanárok az érettségin rá mernék bízni ezt a feladatot, amelyben különben nagy elmék is soká tudtak helyes eredményre jutni. *Reaumur* (†1751) francia fizikus méréssel a tompaszöveget $109^\circ 28'$, a hegyesszöveget $70^\circ 32'$ nagyságúnak találta. Ugyanezen eredményekhez jutott *Meraldi* (†1729) olasz matematikus. Utána ezt a feladatot tűzte ki *König* német matematikusnak: „Adva van egy hatoldalú edény, amelynek alapja 3 rombuszlap. Milyen nagyoknak kell lenniök az alaplapon szögeinek, hogy a legkevesebb anyag felhasználásával a legnagyobb teret zárják be?”

A megoldás az volt, hogy az edény a tompaszög $109^\circ 26'$, a hegyesszög $70^\circ 34'$ nagysága mellett felel meg a maximum-minimum törvény követelményeinek. *Cramer* (†1752) genfi matematikus a hegyesszögekre nézve $70^\circ 31 \frac{1}{2}'$ -et, a tompákra nézve $109^\circ 28 \frac{1}{2}'$ -et állapított meg. Tehát a számítás szerint a méhek a sejtépítésben $\frac{1}{2}$ vagy $2'$ -et hibáznak. Meg is bocsátották nekik a matematikusok; tekintve azt, hogy sötétben, zsúfolt kaptárban, nagy hőségben szögmérő és logaritmus nélkül munkálkodnak. *Maclaurin* (†1746) skót matematikus azonban nem tudott belenyugodni a gondolatba, hogy a méh téved, s még egyszer elvégezte a számadást. Az eredmény most is 2 percnyi különbség volt, a tényen változtatni nem lehetett.



61. ábra A) Sejttömeg vázlata. – B) Egy sejt alapjának vetülete.
– C) Az alapszög elbillenése. – D) Kész sejt.

Ebben az időben egy hajótöréssel kapcsolatban megejtett vizsgálat azonban kiderítette, hogy az addig használt logaritmusokba hiba csúszott be. A kapitány hibásan számította ki a hosszúsági fokot s ez volt a hajótörés oka. Maclaurin a kijavított logaritmustáblával ismételte a méhsejtre vonatkozó számítást s az eredmény most pontosan megegyezett a méh sejtépítésében talált méretekkel, a tompaszög $109^\circ 28'$ a hegyesszöge $72^\circ 32'$ értéket kapott. A legpontosabb eredmény *Lalanne* matematikustól való. Szerinte a méhek és a mennyiségtan a $109^\circ 28' 16''$ és $70^\circ 31' 44''$ -ban találkoznak.

Ha valaki mindezek után azt következteti, hogy a méhek ésszel dolgoznak, nagyon téved. A ténynek egyetlen helyes megoldása az, amit általánosságban Leibnitz mondott az állatokról: „Nem az állatok gondolkodnak, hanem Isten gondolkodott helyettük”. Isten számol a méhek helyett.

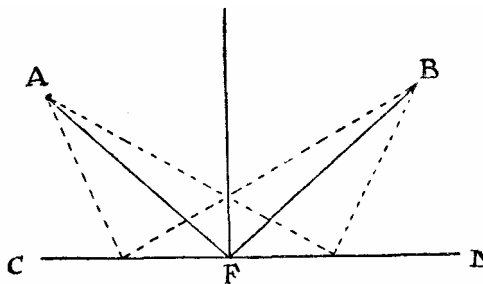
A legrövidebb út és a leggyorsabb megérkezés

A probléma legegyszerűbb bemutatása (62. ábra) szerint a CD egyenes folyású patak, B kert; A ház lakója a patak vízből öntözi kertecskéjét. Az a kérdés, hogy a legrövidebb idő alatt melyik úton érheti el célját. A patak érintésével számtalan úton mehet kertecskéjébe. Annyi azonban pontos kronométerrel is tapasztalható, hogy a patakot az F ponttól távolabb érintve több idő kell az út megtételére s az F ponthoz közelebb érintve hamarabb ér B -be. Utána az idő s az út is nagyobbodik világos jeléül annak, hogy az utak nem mind egyenlők s kell egy legrövidebb útnak lennie. Mennyiségtani számítás szerint tényleg az AFB az egyetlen legrövidebb út, amelynek a patakhoz vezető és az attól elvezető része egyenlő szög alatt hajlik az érintési pontba (F) a patak irányára húzott merőlegeshez.

A természet számtalan hasonló problémáiban a megoldás szintén ezen elv szerint történik.

Az előbbi ábrát szem előtt tartva α) az az út, amelyen az A -ból kilőtt golyó a CD falon szenvedett visszaverődés után B -be jut, β) amelyen az A hangforrásból jövő hanghullám a CD

falról visszaverődve B -be jut s végül, γ) amelyen az A fényforrásból jövő *sugár* a CD tükörfelületről visszaverődve B -ben látszik, szintén a lehető legrövidebb út. Ezt a törvényt a természettudomány *a legrövidebb út elvének* nevezi. A fény visszaverődésére nézve ezt már Kr. e. a II. században az alexandriai *Heron* is ismerte. „A vonalak, amelyek egy közegről egyenlő szög alatt verődnek vissza, kisebbek, mint az egyenlőtlen szögek esetén nyert vonalak úgy, hogy a fénysugaraknak, ha a természet nem akar velük fölösleges utat tétetni, egyenlő szögek alatt kell visszaverődniök.”



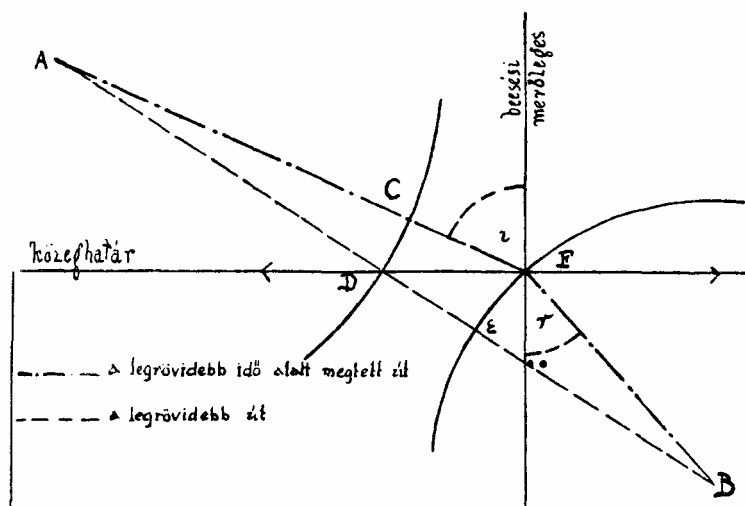
62. ábra. A legrövidebb út.

Ugyanezt az elvet a fénytörésre *Fermat* (†1665) alkalmazta. Tétele szerint a fény két közegen át (pl. a levegőből üvegbe jutva) a *legrövidebb idő* alatt ér ugyan a célhoz, de a megtett út most nem egyszersmind a legrövidebb út is. A fény ti. különböző közegekben sűrűségüknek megfelelően majd kisebb, majd nagyobb gyorsasággal terjed. Ezt a különbséget az úgynevezett törésmutató jelzi; jele n , formája törtszám, értéke a beesési merőleges (a sugár beesési pontján a közeghatárra húzott merőleges) és a még meg nem tört sugár, valamint a beesési merőleges és a már megtört közötti szögek szinuszainak hányadosa. A 63. ábra szerint tehát a törésmutató $n = \sin i / \sin r$. A levegőre és a koronaüvegre kiszámított értéke $3/2$, ami annyit jelent, hogy amíg a fény a levegő kényelmes sétaútaján 3 egységre halad, a koronaüveg döcögős országútján csak 2 mértékegységgel juthat előbbre.¹⁰ A levegő és gyémánt $12/5$ törésmutatója meg azt jelenti, hogy a levegőből a gyémántba jutott fény valósággal kátyúba került, s ugyanazon időegység alatt feleannyival sem jut benne előbbre, mint a levegő könnyű ösvényein.

S éppen a törésmutató jelentése adja a kezünkbe a kulcsot a megtört fénysugár útvalasztásának a megértéséhez. A fenti ábra szerint ui. a fénysugárnak A forrásból B pontba kell érkeznie. Ez számtalan úton történhetné. A legrövidebb út a két pontot összekötő AB egyenes volna s a fény mégsem azon halad. Miért? Az AD vagy AC részek a levegőnek ismert és könnyű útjai. Tehát a fény akármerre mehet, miattuk időt sem nem nyer, sem nem veszít. Az FB vagy EB utak meg már az új közeg útján vezetnek s egyiken sem járható időtakarítással. Az útirány választása tehát egyedül a CF , illetve DE utakon múlik; ezeken fordul meg, hogy merre járhat a fény időtakarítással.

Ha időegységül vesszük, azt az időt, amely alatt a fény a levegőben 3 mm utat tesz meg, akkor a sugár a még levegőre eső 20,5 mm-nyi CF utat 6,8 időegység alatt teszi meg. Ugyanolyan időegység alatt a koronaüvegben csak 2 mm-rel jut előbbre s így a 17 mm hosszú DE útrészre 8,5 időegység szükséges. Ez annyit jelent, hogy az $ADEB$ út a DE rész $8,5 - 6,8 = 1,7$ időegységnyi nyeresége miatt előnyösebb.

¹⁰ Más példák: A kvarcnak *levegőre vonatkozó* törésmutatója $7/5$, a jégé $6/5$, a timsóé $7/6$, a sósavé $7/5$, a kanadabalzsamé $8/5$, az éteré $4/3$, az alkoholé $3/2$. Az oxigénnek *légüres térre vonatkozó* törésmutatója $624/625$, a nitrogéné $2501/2500$, a klóré $1303/1302$.



63. ábra. ... a levegőből a gyémántba jutott fény.

Azt könnyű belátni, hogy a fénynek az új közegbe való behatolása a nyíl irányában balra minél távolabb esnek az F ponttól, a nehezebben járható út annál nagyobb s a könnyebben járható út annál rövidebb lenne. Vagyis F -től balra minden beesési pont idővesztést jelent. Ugyanilyen idővesztés áll elő, ha a beesési pont a nyíl irányában jobb felé távolodik. Így az $ACFB$ útnak FB része ugyan mindig rövidülne, de a folyton hosszabbodó AF út megtételével egyúttal mindig több időpazarlás történne, mint amekkora időtakarítást az FB megrövidülése jelentene. A fény így időben többet veszítene a réven, mint amennyit nyert a vámon. Végeredményképpen tehát az A -ból B -be törekvő sugár úgy választja meg irányát, hogy a kényelmesebb közegben kelljen a hosszabb útrészt megtenni, s a kisebb útrész maradjon a nehezebb közegre. Így áll elő az $ACFB$ út, akadályok miatt nem ugyan a legrövidebb, de a leggyorsabban megtehető út. Változó sűrűségű közegre a Fermat-tétel érvényességét Huygens mutatta ki. A keletkező pálya görbe lesz, amely az összes elgondolható utak közt a legrövidebb idő alatt befutott pálya. Tehát a fény minden körülmények közt a legtakarékosabb úton jár.

Bepillantás a világegyetembe

„Isten nagyságát hirdeti az ég, a mennybolt vallja keze művét” – mondja a Szentírás. (Zsolt 18,1) Aki nyári naplementekor megfigyeli az egymásután felbukkanó csillagokat, először az eléje táruló szépség fogja meg lelkét.

Gottes Pracht am Himmelbogen
Ist in Sternen aufgezo-gen.
Welch ein heilig stiller Chor!
Daß das Herz dir größer werde,
Blicke von der kleinen Erde
Zu dem ew'gen Glanz empor.
(Mahlmann)

A szépség azonban csak parányi része az égbolton rejlő sokszerű tökéletességnek.

Aki látta, biztosan csodálattal szemlélte a strassburgi dóm híres óráját, amely minden délben egy sereg mozgalmasság révén adja tudomásul, hogy a nap delelőjéhez ért. Csodálkozott Olsson stockholmi mérnök óráján, amely a rendes időn kívül mutatja a

napkeltét, járását, feltünteti a virradat és szürkület kezdetét, a hold változásait. Számolja az éveket, napokat, hónapokat és heteket. Kiemeli a többi napok közül a névnapot. Egy sereg más asztronómiai értesítésen kívül körforgó csillagtérképéről leolvasható az égboltozat minden mozzanata. Két forgatható glóbusával pillanatok alatt a föld bármely pontján megállapítható az ottani idő. Kovácsműhelyt ábrázoló tetején minden óra előtt vörösen kigyullad a kohó, a kovács felemeli kalapácsát, és az üllőn kiveri az órák számát, mire a kohó ismét kialszik. Az egész bonyolult szerkezet tökéletességeihez még az is hozzátartozik, hogy a szökőévvvel együtt járó változásokat is feltünteti.

Akit a kétségtelenül ügyes formába foglalt szemernyije az ég tökéletességeinek csodálatra indít, az nem hagyhatja összekulcsolás nélkül kezeit, ha fogalmat alkot magának az égitestek méreteiről, ha nagy természettudósok kutatásai nyomán betekint csodálatosan sokszerű és pontos mechanikájukba. Az Isten-eszme a maga lenyűgöző nagyszerűségében áll előtte.

* * *

1. A hosszúság gyakorlati mértékegysége a méter, a súlyé a kilogramm. A mindennapi élet ezekhez szoktatott hozzá bennünket, s azért a világegyetem nagyságának feltüntetésekor is ezekből indulunk ki.

Tegyünk le valahol a szabadban egy dm átmérőjű tekegolyót, az legyen a Nap. Attól $4\frac{1}{2}$ m-nyire lefektetett $\frac{1}{3}$ mm átmérőjű s 1 milligramm súlyú homokszem a Merkúr. A Naptól $7\frac{3}{4}$ m-re 1 mm átmérőjű mákszem formájában a Vénusz kering. A Föld, a Vénusznál egy elenyésző csekélységgel nagyobb mákszem, már közel 11 m távolba jut. A Mars – nem egészen $\frac{1}{3}$ mm átmérőjű homokszem – $16\frac{1}{3}$ m távolságra jut. Most 29 m távolban 12m széles öv, az aszteroidák öve következik; ezeket olyan porszemek jelölik, hogy 10-szeresen nagyító lencsével még éppen csak látni lehet őket. Távobbb 56 m-nyire 1 cm-es kőkény alakjában a Jupiter, 103 m-re 8,6 mm átmérőjű ribizkeszem alakjában a Szaturnusz, 206 m-re mint 3,5 mm vastag gombostűfej az Uránusz és 323 m-re $4\frac{1}{2}$ mm-es ribizkeszem, a Neptunusz foglal helyet. Ha ugyanebbe a térképbe még a legközelebbi állócsillagot is jelezni akarjuk, akkor 3000 km-rel kellene odább menni, tehát valahol a Kaspi-tó keleti partjain tehetnénk le a Napnál valamivel nagyobb tekegolyót, az α Centauri képét.

Csak hogy ez a kép 1 : 14 ezermillió arányban tünteti fel a valóságot. Tehát az előbbi hosszúsági mértékeknek és súlyoknak is a 14 ezermilliószorosa adja a valóságot. Ezt nehéz elgondolni; teljesen szabadjára engedett képzelettel sem megyünk sokra.

Az 1 kg-ról annak ezerszeresére ugorva, még nem érezzük a nehézséget; hiszen 1 m^3 víz csak 1000 kg-t nyom. Egy nagyobb víztorony még súlyosabb tömeg elgondolásában is segítségre van. Az 50 m széles, 10 m mély víztartó víztömege 20.000 m^3 ; súlya 20 millió kg. Sőt még egy km^3 elgondolásánál is eléggé otthon érezzük magunkat, mert méreteiről könnyen fogalmat szerezhetünk. Ha Budapesten az Andrássy út kezdetétől az Oktogonig terjedő távolsággal formált négyzetre a János hegy kétszeres magasságát állítjuk, egy km^3 kockát kapunk. Amikor azonban ennek a kockának víztömegét akarjuk lemérni, minden mértékegység kiesik kezünkéből. Hogy mit jelent e kockában az 1,000.000,000.000, vagyis egy billió kg víz súlya, azzal még a legmerészebb képzelet sem tud mit kezdeni. Forduljunk új analógiához! Egy ügyes bankpénztáros másodpercenként öt pénzdarabot számlálva, 6000 év alatti szüntelen munkával számlálna meg egy billió pénzdarabot. De még csak egy billió kg víz elgondolásával sem lenne sohasem kész! Földünk térfogata pedig 1,082.841,320.000, kerekén éppen egy billió előbb leírt km^3 , súlya pedig kb. hat kvadrillió kg. S ez a tökéletesen elképzelhetetlen súly még semmi az Uránusz 14-szer, a Neptunusz 17-szer, a Szaturnusz 93-szor vagy a Jupiter 310-szer súlyosabb tömege mellett. S mindez micsoda csekélység a Nap arányaihoz képest, amely a Földnél 1,300.000-szer nagyobb. Szörnyű tömege 5 kvintrillió

kg-t nyom; a Földnél 350.000-szer súlyosabb, az összes eddig ismert bolygók tömegét pedig 700-szor múlja fölül.

S még ezzel sem értünk a végére. A Szíriusz nemcsak a babszemnyi Földnél nagyobb 16 milliószor, hanem 12 darab s a Földnél egyenként 1,300.000-szer nagyobb Nap férne el benne. Pedig még az a Szíriusz sem a legtávolabbi csillag. A messzelátóban sok égitest kék alapról csillogó parányi aranyszem benyomását teszi, s minél távolabb vannak a ködösfényű csillagok sötétes központjai, annál jobban meghaladják itt a földön még analógiákkal is megsegített fogalmainkat.

* * *

2. Ezidőszerint a kilőtt ágyúgolyónak másodpercenként 1000 m sebessége a legnagyobb mechanikai sebesség. A technika büszke rá, pedig csak csigamozgás a fény sebességéhez képest, amely másodpercenként 300.000 km utat tesz meg. S mégis 1 1/4 másodpercet vesz igénybe, hogy a Holdból hozzánk jusson. Igazán parányi idő figyelembe véve azt, hogy a Napra vonatkozó idő 8,5 perc, a hozzá legközelebb eső állócsillag, a Proxima Centauri 3 év és 7 hó, az α Centauri meg éppen 4 év és 3 hónap alatt juttatja el hozzánk fényét. Hogy micsoda távolságról és gyorsaságról van itt szó, közlöm néhány állócsillagnak tőlünk való távolságát, s az időtartamot, ami alatt a fény hozzánk érkezik:

Állócsillag	Távolsága tőlünk (trillió km)	Mennyi idő alatt ér hozzánk a fénye (év; hó)
Szíriusz	81	8; 6
61 Cygni	106	11; 3
Cassiopeia	114	12; 1
61 Virginis	220	23; 3
85 Pegasi	308	32; 6

S még mindig nem vagyunk a csodálkozni való határán! Az 1933. évi chicagói világkiállítás előkészítő bizottságának az az ötlete támadt, hogy a kiállítást csillaggal nyitattja meg. S ezt nem szimbolikusan kell érteni, hogy talán valamelyik csillag feltűnésekor vette volna kezdetét a kiállítás. Nem, a terv az volt, hogy valamelyik állócsillagnak egy nagy távcső lencséjében összegyűjtött s a fotocellára eső sugarai működésbe hoznának egy kis relét, amitől a kiállítás ívlámpái kigyulladnának. S a rendezőség olyan csillagra gondolt, amelynek közbeléptével az 1933-i világkiállítás szimbolikusan összekapcsolódott volna a 40 évvel előbb tervezett világkiállítással. Ez a csillag a Göncölszekér, vagy a Nagy Medve-csillagkép lett volna. (Arcturus.) Ennek a csillagnak a fénye éppen 40 év alatt közelíti meg a mi naprendszerünket és így a Földet. Az a sugár, amelynek a terv szerint a kiállítás megnyitásának a napján a távcsőbe kellett esnie, 40 évvel előbb indult el a világűrbe. Négy évtizeden át 300.000 km-es gyorsasággal repülve tíz billió km utat tett meg. Ami alatt repült, rettenetes események zavarták össze a föld népeit. S ő minderről tudomást nem véve ragyogva jutott hozzánk, parancsára Annak, akinél évszázadok vagy akár milliónyi évezredek lefolyása alatt sincs még árnya sem az elhomályosodásnak vagy megzavarodásnak.

* * *

Míg a Naptól 8,5 perc alatt érkezik el hozzánk a fény, az óránként 50 km gyorsasággal rohanó vonat megállás nélkül 342 év alatt jutna a Napba. Az α Centuri-ból 4 év és 3 hónap alatt jut hozzánk a fény, de az óránként éjjel-nappal 100 km sebességgel száguldó expresszsel

48,663.000 év alatt érne vissza. Az 513 trillió km távolságú Aldebaranból idejövő fénynek 54 évre és 3 óra van szüksége; mily borzasztó sebesség volna ez a gyorsvonatra átszámítva!

Az ilyen óriási sebességek és távolságok új mértékegysége a fényév, a csillagászat métere; az a távolság, amelyet a másodpercenként 300.000 km sebességgel haladó fény egy év alatt befut, ami 9,600.000,000.000 km, vi. 64.000 naptávolság.

Ez a csillagászati mértékegység úgy viszonylik a kilométerhez, mint 1 mp viszonylik 1,425.000 évhez. Egy legmodernebb gyorshajó 750 km napi sebesség mellett 118 millió, a leggyorsabb ló 59 millió év alatt tenné meg.

Sőt a csillagászatnak kilométerre is van szüksége, amivel a még távolabbi csillagokról hozzánk érkezett fény gyorsaságát méri. Ez a Szíriusz-fényév, vagyis 8 közönséges fényév. Nevét a Szíriusztól vette, amelynek fénye 8 év alatt érkezik hozzánk, s a nála távolabbi égitestekre vonatkozó számításokban fordul elő. Ilyen távolabbi csillag a Véga, a sarkcsillag, amelynek fénye 36, illetve 40 év és 6 hónap alatt ér a földre. Sőt a csillagászok azt rebesgetik, hogy pl. az Andromeda és a Vadászkutya spirális ködében lévő gyenge fénye $y1/2$, illetve $6\frac{1}{2}$ millió fényév alatt reszket el hozzánk.

* * *

Ezekből az adatokból lehet megszerkesztteni a következő feladatot. Ha a 150 millió km távolságban lévő Nap fénye 8,5 perc alatt érkezik hozzánk, milyen messze van tőlünk az a csillag, amelyet felkelte után 3.428,900.000,000.000 perc, vagyis csak 634 millió fényév múlva látunk meg? A feladatot könnyű megszerkesztteni; megoldani sem nehéz, hogy kb. 400,000.000,000,000.000 km a modern természettudománynak valamennyire hozzáférhető, és égitestekkel telt gömbterület. Megértése azonban teremtett elmének szinte lehetetlen.

Mikor sok ezer évvel ezelőtt az Úr hatalmát akarta megmutatni Ábrahámnak, kivezette a csillagos ég alá, s azt mondta neki: Számláld meg a csillagokat, ha tudod. (Ter 15,5) A parancs ma is ez. Az Úr nagyságának megismeréséhez nekünk is a csillagok számát kellene tudni. Azonban a tudomány minden fáradsága dacára mindig a kutatás elején érzi magát. Úgy van, ahogy Linné mondta: „Isten az ő szentélyét nem egyszerre tárja ki előttünk. Sokszor hisszük, hogy már a belsejébe hatoltunk, pedig még csak az előcsarnokban ácsorgunk”. Bármennyire tökéletesek is a csillagászat eszközei, előbb-utóbb kihullanak a csalódott csillagászok kezeiből s nem a csillagok száma fogy, hanem a műszer tökéletlen s a csillag mindig több lesz. „Ha meggondoljuk, hogy a Tejúton kívül látható csillagok száma több millióra rúg – mondja Mädler német csillagász – s hogy ebből 20 millió csak azokra az égitestekre esik, amelyek maguk világítanak, míg a másik nem kevesebb számú tömeg sötét marad, a csillagok számát végtelennek kell mondanunk.”

Ki magyarázza meg az ég törvényét?

Ez az értelme a néhány szónak, amivel a Szentírás (Jób 38,33) diadalmasan utal a tudomány legérdekesebb kérdéseire, s mintegy versenyre hívja a tudósokat. S ezek a felfedezők, a modern csillagászat úttörői előálltak, akiknek az egek beszélték Isten nagyságát, s éppen azért szó szerint ajkukra vették a Szentírás szavait: Láttuk csillagát és imádtuk őt.

* * *

Kopernigk Miklós (1473–1543) a thorni kereskedő fia. Tízéves korában elvesztette édesatyját és a sok viszontagság dacára szépen kiművelte magát a görög nyelvben, a kánonjogban, a mennyiségtanban és a rajzban, sőt az orvosi tudományokban is (medicinae et

philosophiae laureatus). Az orvosi gyakorlatból is kivette a részét, de legszívesebben a csillagászzal foglalkozott. Még ma is megvan egyetlen felszerelése, néhány magakészítette favonalzója. „Ezekkel a nagyjából megfaragott és minden művészet nélkül készített fadarabokkal fogott hozzá Kopernigk, hogy törvényt szabjon az égnek és megszabja a csillagok járását. Szellemével olyan magasságra jutott, amelyet előtte halandó meg nem közelített. Ó, ennek a nagy embernek megbecsülhetetlen emlékei! Közönséges fából készültek s a legtisztább arany is elhalványul mellettük.” Ezt írta *Tycho de Brahe* (1546–1601), híres csillagász Kopernigk favonalzójára. Munkáját mély hit éltette s vezette.

A geocentrikus rendszer azért nem elégítette ki, mert hiányzott belőle az egész természetben félreismerhetetlenül megnyilvánuló harmónia. „Az egész világmindenség olyan alkotás lenne, amelyben a kéz, láb, szem, fő, szív, szóval önmagában egyenkint minden tag szép, azonban összesen egység nélkül való rettenetes valami. Melyik építő rajzol és tervez így? S Isten tervezte volna így napunkat és földünket? – kérdezi. – Semmi által sem találtam meg a világmindenség csodálatos szimmetriáját, a pályák oly harmonikus összefüggését, mint azáltal, hogy a napot, a körülötte forgó csillagok vezetőjét, a természet fölséges templomának közepére helyeztem, ahonnan mindent beláthat.” (*De revolutionibus orbium coelestium*, 1543) Ez volt rendszerének alapgondolata. Azaz dehogy is az *övé!*

Mikor kezdték megismerni a tanítást, minden tiszteletet elhárított azzal a nyilatkozattal, amelyet mindig használt, valahányszor valaki *rendszeréről* beszélt: „Nem az én rendszerem, hanem Istené”. Egész életében érte dolgozott. Ezt vésette sírkövére:

Non parem Pauli gratiam requiro
Veniam Petri neque posco, sed quam
In crucis ligno dederas latroni
Sedulus oro.

(Nem várok Páléhoz hasonló kegyelmet, a Péternek adott bocsánatot sem kérem, a keresztfán a latornak juttatott irgalomért buzgón imádkozom.)

Kepler János (1571–1630) először pincér volt, később belépett a tübingeni protestáns szemináriumba. A 22 éves korában már gráci tanár feladata az volt, hogy Kopernigk tanításához megtalálja a mennyiségtani igazolást. Az alapgondolat önála is a világban levő nagy rend. „Be akarom bizonyítani – kezdi leírni felfedezéseit –, hogy Isten naprendszerünket megalkotva az eddig ismert öt bolygónak a számát, arányát és mozgási módját tervszerűen határozta meg.” Csak a mennyiségtanban s a csillagászatban jártas ember képes mérlegelni, hogy mit jelentett a terv megvalósítása a logaritmustáblák nélkül. Számadásai 700 oldalt tettek ki. A munka magának is gyönyörűségére volt. „Gyönyörködjék fölséged lelke Isten műveinek szemléletében – mondja munkájának a királyhoz intézett ajánlása – és amennyire az országlás köteles gondjai között teheti, az Isten látható műveiben föltűnő összhangzat példáival erősítse és buzdítsa föl magában az egyetértésre és békére való törekvést.” Mindenkinek érdemes megismerni befejező szavait is. „Ennyit a teremtő Isten műveiről. Most hátra van, hogy szememet és kezemet dolgozóztáblámról az égre emelve a világok Atyjához ájtatosan és esdve fohászkodjam: Ó Uram és Teremtőm, aki a Természet világosságával felgyújtod bennünk a kegyelem világát, hogy ezáltal minket a mennyei dicsőség világába vezess, hálát adok Neked, mivel alkotásodban gyönyörködtetél és örvendeztem kezed munkáiban. Befejeztem művem, melyben elmémnek minden erejét foglalkoztattam. Megnyilatkoztattam alkotásaid dicsőségét az embereknek, amennyit azok végtelenségéből elmém fölfoghatott. Lelkem éber volt, hogy helyesen kutassa. S ha én, aki féreg vagyok s bűnben születve a Te gondolataidhoz valami méltatlant szólottam, ihless meg, hogy azt még kijavítsam. Ha műveid csodás szépsége alaptalanságokra ragadott, avagy az

embereknel saját dicsőségemet kerestem, kegyelmesen bocsásd meg nekem és add, hogy bizonyításaim a Te dicsőségedre és a lelkek üdvösségére szolgáljanak és senkinek ne ártsanak. Neked legyen dicséret, tisztelet és dicsőség mindörökon-örökké. Amen.”¹¹

Meghalt 1630. nov. 15-én Regensburgban, ahova nagybetegen ment, hogy az országgyűléstől elnyerje a visszatérés engedélyét. Sírfeliratát önmaga készítette.

Mensus eram coelos, nunc terrae metior umbras;
Mens coelestis erat, corporis umbra jacet.

(A ragyogó eget mértem, most mérem az árnyat; szellemem égi vala: test pora hamvadoz itt.)

Newton Izsák (1642–1727), egyszerű bérlő gyermeke, mint a cambridge-i iskola növendéke Kepler munkáit és Euklides elemeit oly világosaknak találta, hogy nem értette meg, mi van azokon magyarázni való. Utánuk Descartes munkáihoz fogott; 27 éves korában már a cambridge-i egyetemi tanár, 30 éves korában a londoni akadémia tagja. Emlékoszlopán ez van: *Genus humanum superavit* (= az emberi nemet felülmúlta); méltán, mert nála eredményesebben senki sem pillantott be a világmindenség szerkezetébe és szépségébe. A szobában, ahol meghalt, Pope következő szavait írták egy emléktáblára: *Nature and nature's law lay hid in night. God said: „Let Newton be!” – and all was light.* (A természet törvényeivel sötétben rejtett. Isten életbe hívta Newtont, és minden világossá lett.)

Mikor a nehézkedési erő törvényeit fölfedezte, nyitva állott előtte a mindenség szerkezete. A Nap összes bolygóival, a bolygók kísérőikkel, az üstökösök, az állócsillagok rendszere, amelyek a tér legtávolabbi határáig terjednek, egyszóval az összes égitestek mozgása szelleme előtt lebegett. Mikor az elmélet kidolgozása után föltevését megerősítette a számítás, azt az örömtől nem tudta befejezni, barátjának adta át befejezésre. *Nagy elménél* csodálatosabb szerénysége. Az a férfiú, aki „*Genus humanum superavit*”, sohasem elégedett meg tudásával. Halála előtt mondta: „Én nem tudom, hogy mit tart felőlem a világ, de magam előtt olyan vagyok, mint egy gyermek, aki a tengerparton ül, és abban gyönyörködik, hogy időnként a többinél szebb kagylót és csigát talál, pedig az igazság egész óceánja kifürkészhetetlen.” Tudományát és szerénységét is fölülmúlta hite, aminek alapja az égitestek összefüggésében, a világmindenség fölépítésében tapasztalt harmónia. „Hogy a maga összes mozgásaival ilyen rendszer keletkezzék, ahhoz ok kellett, aki jól ismerte, összehasonlította a Nap, a bolygók egyes tömegeit, a belőlük származó vonzóerőt, a nagyobb bolygók Naptól való távolságát, a kisebb bolygóknak, a Szaturnusznak, a Jupiternek, a Földnek távolságát s végül a gyorsaságot, amellyel e bolygók a középponti égitestek körül mozoghatnak. Ennyi dolgot összehasonlítani és összeegyeztetni ilyen sokféle égitest között csak olyan ok tudott, amely nem vakon és véletlenül tett, hanem a mechanikában és a mértanban járatos volt.”

Az Úristen Newton számára éppen ezért eleven valóság volt, akit szóval és tettel megvallott. Nevét kalaplevétel nélkül ki nem mondta. Mint egyetemi tanár sem szégyellte, hogy este az egyetem kápolnájába betérjen. Aki vallási dolgokról gúnyosan vagy csak tiszteletlenül mert szólni, igen hamar rendreutasította. „Hallgasson – szokta mondani az erős meggyőződés tüzevel –, én ezeket a dolgokat jobban átkutattam”. Egyszer a világmindenség glóbusza előtt állt s gondolataiba mélyedve fogadott valakit, aki nemrég kifejezést adott Isten létében való kételkedésének. Newton természetesen nem feledkezett meg a merészségről, s mikor a belépő csodálkozott a glóbusz gyönyörű kiállításán s lelkendezve kérdezte: „Kitől van ez a remek glóbusz”? – szemrehányóan mindössze ennyit felelt: „Senkitől”. Halála is méltó az istenfélelemben élő tudós halálához. Végrendeletében 50 font

¹¹ Joannis Kepleri Harmonicae mundi libri VI (Lincii, 1619) befejezése.

sterling évi járadékot hagyott egy lektori állás szervezésére azon kikötéssel, hogy a jövedelem élvezője a főváros valamely templomában 8 szentbeszédet mondjon el a keresztény tanok megvilágítása s a hitetlenség visszaszorítása céljából. A westminsteri apátság templomában lévő sírjára ezt írták: „Itt nyugszik Newton Izsák aranyrendjeles lovag, aki mennyiségtanának fénye mellett saját lelkének szinte isteni erejével elsőnek mutatta ki a bolygók mozgását, alakját, az üstökösök utait, a tenger apályát. Fölfedezte a fény sugarainak különbözőségét s az innen származó színek tulajdonságait, amiről senkinek még csak sejtelve sem volt. A természetnek, a történelemnek, a Szentírásnak szorgalmas, elmés, hűséges kutatója. A fölséges Isten nagyságát bölcsességgel bizonyította, az evangélium egyszerűségét életével kifejezésre juttatta. Örvendezzenek a halandók, hogy az emberi nemnek ilyen s ekkora díszje támadt. Született 1642. dec. 25-én, meghalt 1727. márc. 20-án”.

* * *

Igaza van a legújabb kor nagy német csillagászának, *Mädlernek* (†1874), hogy „komoly természettudós nem lehet istentagadó, mert aki hozzá hasonló mélységben nézi Isten műhelyét és alkalmá van rá, hogy örök bölcsességét csodálja, annak alázatosan meg kell hajtania térdét a legfőbb szellem kormányzása előtt

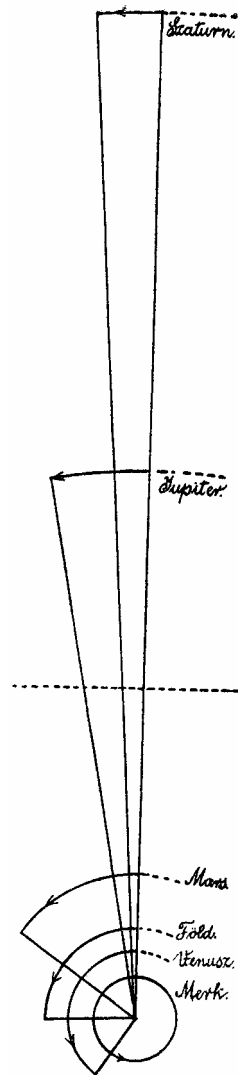
Milyen más hangok ezek, mint az öntelt materialista pöffeszkedés hangja, amely szerint egy természettudós se találkozott kutatásaiban Istennel. „Ha van Isten, írja föl nevét a csillagos égre” – mondotta Büchner német materialista. „Ha van Isten, miért nem jön a teleszkóp elé?” – kérdi a másik. „Isten még soha sem került a bonckésem alá” – mondja a harmadik. Sőt arról is meg vannak győződve, hogy a teológiai szellemtől függetlenített természettudománynak nincs is szüksége Istenre. A világ a materialisták szerint nem rejtély, csak nagyon bonyolult mechanika: rezgés, vonzás, taszítás és egyéb fizikai törvények szövevénye. S mert ők Istent nem ismernek, kimondják a merész szót, hogy igazi természettudós nem lehet istenhívő, hit- és természettudomány összeférhetetlenek. Aki kápolnát nyit, laboratóriumát bezárhatja (*J'ouvre mon oratoire, je ferme mon laboratoire*). S viszont az Istenben való hittől megszabadulva, egyesek és korok rohamos léptekkel haladnak a világ kielégítő magyarázata felé. Ma a haladó korban élünk. A természettudósok hitetlenek. *Si tres physici, duo athei* – mondják, s szerintük természetesen a két istentagadó a nagyobb tudós.

Csak hogy amikor a természettudomány mai haladását korunk hitetlenségével összefüggésbe hozzák, megfélekeznek róla, hogy a hitetlenség százada kényelmesen azt aratja, amit a mély vallásosság kora kemény munkával vetett. Az induktív kutatás módszere, az asztrofizika törvényei, a differenciálszámítás a legvallásosabb században Bacon-, Newton-, Kepler-, Leibnitz-, Pascalig vezetnek vissza. Mi az ő vállukon emelkedtünk fel. Ők a természettudomány ígéretföldjének Mózesei. Bár az ígéretföldre nem léphettek be, kutatásaik végső következményeit nem láthatták, de az odavezető utat ők mutatták meg. Ennek hálás elismerése helyett Büchnerék önmagukat teszik meg legfőbb tekintélynek. Tévedéseket lopnak be az emberek gondolkozásába, elrontják tisztánlátásukat, s lerontják azt a legfőbb igazságot, amelyben állandóan élünk, mozgunk és vagyunk.

Az égitestek mechanikája

Aki tudja, hogy az égitestek óriási tömege nem ugyanannyi aranyszeg az ég azúrszönyegén, amint azt a görögök hitték, sem nem szellőszárnyakon libegő teremtések, amint a középkorban vélték, szabályos elhelyezkedésükben és mozgásukban még csodálatosabb tudnivalóra akad.

1. *A bolygók elhelyezkedésében* már az ókor csillagászai sejtették azt a törvényszerűséget, hogy távolságaik úgy aránylanak egymáshoz, mint a dinamikus skála hangmagasságai. (Arist. de coelo II. 9.) Amit ők a világot teremtő szellem tökéletességéből következtettek, azt az újabb kor tudósai mérésekkel igazolták. Kopernigk (Copernicus, †1543) közelebbi meghatározása nélkül csak szabályosságot emlegetett, s a Mars és Jupiter között annak megtörését gyanította. *Kepler* (†1630) a bolygók elhelyezéséről írt könyvében a Mars és Jupiter között még egy bolygóra következett. (Inter Jovem et Martem planetam interposui. Myst. coposmogr. 1596. 7. l.)



64. ábra. „A Mars és Jupiter között még egy bolygót vettem fel.” Kepler

Másfélszáz év múlva *Lambert* csillagász a bolygók távolságának a következő skáláját

Merkur	387
Vénusz	723
Föld	1000
Mars	1524
Jupiter.....	5203
Szaturnusz	9539

látva furcsállja, hogy a fokozatokat szerető természet a Mars és Jupiter között olyan nagy hézagot hagyott (64. ábra). Ennek észrevételével a megoldásra váró feladat kettős volt: ki kellett fejezni az elhelyezés törvényét, s meg kellett találni a hiányzó bolygót.

α) A szabályszerűség kulcsát 1772-ben *Titius* wittenbergi tanár találta meg. *Bode* János (†1826) berlini csillagász a törvényt végleges formába öntötte, és terjesztette, s azért Titius-Bode törvénynek nevezik. Alakja $0,3 \times 2^{n-2} + 0,4$, ahol n az illető bolygó száma a bolygók sorrendjében (1-ső Merkúr, 2-ik Vénusz, 3-ik Föld, 4-ik Mars, 6-ik Jupiter, 7-ik Szaturnusz), az egység pedig a Földnek a Naptól való 150 millió km távolsága. Ha tehát pl. a Marsnak a Naptól való távolságát akarjuk tudni, akkor $0,3 \times 2^{4-2} + 0,4 = 1,60$ szorzandó 150 millióval.

β) Bár a szabályos elhelyezkedés kulcsa adva volt, s *Wurm* csillagász már 1787-ben a hiányzó bolygó Naptávolságát 2731-ben, forgási idejét 4 évben állapította meg, *P. Piazz* teatinus szerzetes a gyanított helyen 1801. jan. 1-én Palermóban meglegelte a régen keresett égitestet, a Cerest. A következő év márc. 28-án a Pallasra bukkantak. 1804. szept. 1-én a Júnót, 1807. márc. 29-én a Vesztát lelték meg, 1845. dec. 8-án az Asztraea került elő, majd egyre-másra jelentkeztek a kisbolygók, aszteroidák, amelyeknek száma 1908-ig kb. 635 volt. Ma azt hiszik, hogy az aszteroidák gyűrűje számtalan égitestet magában rejtő „*poussière d’astre*”; tehát egy szabályos rendszerbe ékelt s még nem kikutatott rendszerű világ annál bravúrosabb összetétele.

Még az első aszteroida felfedezése előtt *Herschel* Vilmos angol csillagász 1781. márc. 13-án meglegelte az Uránuszt, s *Leverrier* francia csillagász 1846. szept. 23-án a ma ismert legszélső bolygóra akadt: mindezek a bolygók beleilleszkednek a Titius–Bode-féle szabályosságba. A Nap–Neptun-távolságot 388 részre osztva az egyes bolygók arányszáma a következő:

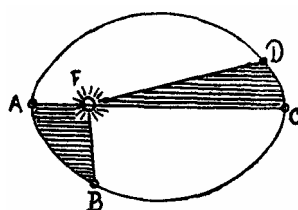
Merkúr	$4 + 0$	$= 4$
Vénusz	$4 + 2^0 \times 3 (= 3)$	$= 7$
Föld	$4 + 2^1 \times 3 (= 6)$	$= 10$
Mars	$4 + 2^2 \times 3 (= 12)$	$= 16$
Aszteroidák	$4 + 2^3 \times 3 (= 24)$	$= 28$
Jupiter	$4 + 2^4 \times 3 (= 48)$	$= 52$
Szaturnusz	$4 + 2^5 \times 3 (= 96)$	$= 100$
Uránusz	$4 + 2^6 \times 3 (= 192)$	$= 196$
Neptunusz	$4 + 2^7 \times 3 (= 384)$	$= 388$

A bolygók távolságát tevő összegek két-két összeadandó eredményei, amelyek közül az egyik mindig 4, a másik bolygóról-bolygóra haladva mértani haladvánnyá növekszik. Az összes bolygók Naptól számított távolsága nagyjából megfelel a Titius–Bode-féle törvénybe foglalt szabályszerűségnek, csak a Neptun mutatott jelentékenyebb eltérést, aminek oka 1930-ig ismeretlen volt. A szabálytalanság vezetett 1930-ban a naprendszer legszélsőbb bolygójának, a Plutó-nak felfedezésére, amely 5.950.000.000 km-nyire van a Naptól. Így vált a szabálytalanság teljes törvényszerűséggé.

* * *

2. *A bolygók mozgásában* megnyilvánuló szabályosság nagyszerű voltát a következő tények adják. A bolygók *más-más irányban s óriási gyorsasággal mozognak*. A Merkúr napi útja 7 millió km. A Föld másodpercenként 50, percenként 3000, óránként 180.000, naponként 4.200.000 km utat tesz meg a Nap körül. S a gyorsaság nem is mindig egyforma. A Kepler-törvény értelmében egy ellipszis-pályán, amelynek gyújtópontjában a Nap van, minden bolygó úgy mozog, hogy a vezetősugar, vagyis a Napot a bolygóval összekötő egyenes (*FA*,

FB , FC , FD radius vector) egyenlő idők alatt egyenlő területeket sűrol (65. ábra). Tehát sebességük napközben nő, naptávolságban fogy. Ezt a mechanikát a következő kis gyermekjáték teszi érthetővé. Legyen a 10 cm hosszú zsinór vezetősugár, a végére kötött súly a bolygó. Az így elkészített ingát forgassuk ujjunk – a Nap – körül. Ha forgás közben a zsinórt kinyújtott mutatóujjunkra engedjük csavarodni, érezzük, hogy a forgás sebessége folyton növekszik. A zsinór hossza eredetileg 10 cm volt, tehát a mozgás kezdetén a zsinór minden másodperc alatt a 10 cm sugarú kör $r^2\pi$ területet, vagyis $10^2 \times 3,14 \text{ cm}^2$ -t sűrolt. Ha a zsinórból annyi csavarodik fel, hogy eredeti hosszúságának fele marad meg, akkor ott a kör területe csak $5^2 \times 3,14 \text{ cm}^2$, vagyis négyszerte kisebb lesz. A sűrolt terület azonban nem változik, mert itt a súly négyszer olyan gyorsan forog, s ha kezdő sebességével másodpercenként a nagy körben egy fordulatot tett, a négyszer kisebb körben ugyanazt az utat másodpercenként négyszer teszi meg. Ha az eredeti sugárnak csak $1/3$ része szabad, az 3-szor kisebb kört sűrol, $3^2 = 9$ -szer gyorsabban forog.



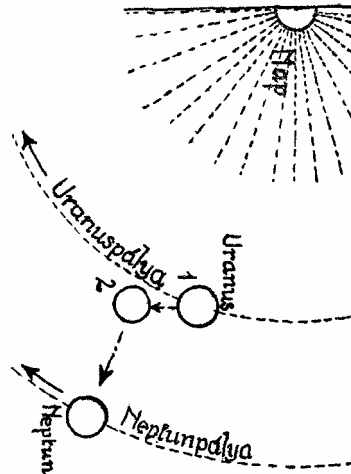
65. ábra. A vezetősugar sűrolta egyenlő területek ($AFB = CFD$).

3. *A mozgás pontossága.* Ennyi látszólagos önkénykedés dacára minden bolygónak percnyi pontossággal meg van határozva a forgási ideje, amely alatt saját tengelye körül egyszer megfordul és a keringési ideje is, amely alatt egyszer a Napot körüljárja.

Bolygó	Keringési idő	Forgási idő
Merkúr	87,969 nap	88 nap
Vénusz	224,701 nap	24 h 21 m
Föld	365,256 nap	23 h 56 m 4 s
Mars	686,980 nap	24 h 37 m 23 s
Kis bolygók	$3 \frac{1}{3}$ – $6 \frac{2}{3}$ év közt váltakozik	forgási idő különböző
Jupiter	4.332,588 nap	9 h 55 m 37 s
Szатурusz	10.759,201	10 h 14 m 24 s
Uránusz	30.586,29	9 h 55 m 38 s
Neptun	60.188m,71	88 nap

S éppen a nagy pontosság miatt a legkisebb eltérés okát is meg lehet találni. *Herschel* (†1822) angol csillagász 1781. márc. 13-án fedezte fel naprendszerünk hetedik bolygóját, az Uránuszt. Utána pályáját megrajzolták, keringési idejét kiszámították s bár a szomszédos bolygók vonzását is számításba vették, az eredmény nem volt kielégítő. Egyelőre nem tudták eldönteni, vajon a régi megfigyelések pontatlansága, vagy más körülmény magyarázza-e az észlelet és a mennyiségtanilag igazolt törvény közt mutatkozó eltérést; az nem érte el a 2'-et,

de *Adams* (†1892) angol és *Leverrier* (†1877) francia csillagászok egymástól függetlenül mégis lázasan kutatták az égi mechanikába „becsúszott kis hibát”. Először átvizsgálták figyelmesen az összes számítást. Mivel az kifogástalan volt, az eltérés más magyarázatot követelt, amelyet *Leverrier* már 1845-ben a következőképpen fogalmazott meg: „Az Uránuszt egy ismeretlen égitest téríti ki pályájából”. Mivel az eltérés iránya az Uránuszon túlra mutatott, *Leverrier* és *Adams* a háborgási számítások alkalmazásával megszerkesztették az új bolygó pályáját. *Adams* német csillagász 1846. aug. 4-én Berlinben megjelölte az új bolygó helyét, s 1846. szept. 23-án *Leverrier* útbaigazításával *Galle* a kijelölt helyen tényleg meglelte az akkor legszélsőnek ismert bolygót, a Neptunt (66. ábra).



64. ábra. A Neptun feltételezett pályájáról (1) a tényleges pályára (2) téríti az Uránuszt.

4. *A csillagok szabályos mozgása.* Több égitest állandóan egy helyen van. Ott látták a régiek is, innen a stella fixa (= állócsillag) elnevezés. Közülük a képzelet játéka többet külön csoportokba foglalt (csillagképek). Ilyenek a Göncölszekér, a Fiastyúk, a Vízöntő, a Nyilas stb. Ma már tudjuk, hogy a csillagképek csillagai rendkívül távol vannak egymástól s a nagy távolság miatt csak szemeink számára vannak azonos felületben. Azt is tudjuk, hogy a világűrben nem állanak, sőt borzasztó sebességgel vágtatnak.

A Szíriusz	másodpercenként	22.000 m
A Véga	”	24.000 m
A Kapella	”	33.000 m
Az Aldebaran	”	49.000 m
Az Arkturusz	”	674.000 m

sebességgel iramlik tova.

Az egymástól 30–40 m távol tartott repülőgépek vezetőit megtapsolja a lelkes nézőközönség, ha félórán keresztül megőrzik az elinduláskor formált alakot. S most szóljatok hozzá, nem minden emberi képzeletet felülmúló rendezőerő szükséges-e ahhoz, hogy az egymástól több milliárd kilométernyi távolságban hihetetlen sebességgel száguldó égitestek olyan pontosan végzik mozgásukat, hogy napról-napra, évről-évre sőt századokon keresztül ugyanabban a csillagképben maradnak, pedig pl. az Aldebaran egyik napról a másikra 4.233,600.000, egyik évről a másikra pedig 1,545.264,000.000 méterrel jut előbbre.

Azaz, hogy valami változás mégis csak történik a csillagképekben, aminthogy a természet semmiben sem merev, egyhangú, kínosan pedáns. Sőt az egységes terv fönntartásával a kivétel minden esetben új remekelés. A két színes test bizonyosan nem egyforma. Két levél

egészen különbözik egymástól. A csillagképek sem kihalt, merev formák. Valami változás, ritmikus mozgás itt is történik. Ha az egyiptomi csillagászok már a mostani fotometriával tudták volna lefényképezni a szabad szemmel nem látható csillagokat, több példát tudnánk mondani arra, hogy a csillagképek miként változtak. Így csak egyes feljegyzések igazítanak el bennünket. Az alexandriai Erathosthenes (Kr. e. 280 körül) idejében pl. α Lyra volt a Lant-csillagkép legfényesebb csillaga, ma ez egy fokkal elmarad az Antares mellett. A csillagászok kiszámították, hogy a Göncölszekér 50 ezer évvel ezelőtt keresztformát mutatott s 50 ezer év múlva rúdja kiegyenesedik, kerekai eltolódnak, szóval útban lesz egy új forma felvételére. Tehát amit legállandóbbnak vélünk, az is folyton változik. Igaz, hogy ehhez a változáshoz 50 ezer évek kellene, s azért éppen úgy nem a mi számunkra készül, mint ahogy nem a mi szemeink gyönyörködtetésére van kigondolva a tengerfenék megszámlálhatatlan sok szépsége. Az az év óriási idő nekünk, akik percekre beosztott idő szerint végezzük teendőinket, azonban a világmindenségben 50.000 év elenyésző idő. Akinek örök élete van, arra az 50.000 év eltűnése úgy hat, mint ránk az inga lengése s úgy megérzi benne a ritmust, mint mi a hangok és színek játékában.

A Föld mozgásai

A Föld majdnem legkisebb és ránk való jelentősége miatt mégis legfontosabb csillaga naprendszerünknek. Az emberiség lakóhelye, a megváltás színhelye. A Szentírás kicsinysége dacára is ezért tulajdonít neki központi helyet a többi égitest között. Átmérője az egyenlítőnél 12.892 km, az észak-déli sarkok irányában 12.842 km. Felülete mennyiségtanilag kifejezve 510.101×10^6 km, kereskedelmi nyelven 509,950.943 km²; köbtartalma $1,083.320 \times 10^6$ km. Elférne benne 50 Hold. Tömegének 3/4 része víz, amelyet az összes folyók 15.000 év alatt vezethetnének csak le, s a Duna egyedül, noha Budapestnél óránként 100 millió m³ vizet enged tova, 25 trillió év alatt sem volna kész a munkával. Súlyban kifejezve ez az óriási víztömeg 25 trillió métermázsá. A többi alkotórészek a Föld felületén megmérve 12.000 trillió métermázsát tesznek ki. *Víz és föld* együttes súlya 598.810⁶ tonna, azaz 6,000.000.000.000.000.000.000. (= 6 kvadrillió) kg. A legmerészebb fantázia sem tudna olyan acélkapcsot elgondolni, amellyel az óriási tömeget fel lehetne akasztani, s nem volna képes olyan szerkezetet elképzelni, amellyel meg lehetne mozdtítani.

– Hát Archimedes? Aki a rajta kívül kapott pontról megmozdította volna a Földet, amint mondta: „δοξ μοι που στω και ταν γαν κινω”.

– S ha megkapta volna azt a kívánt pontot?

– Földünk most minden lakójával együtt a mélységből kiáltana segítségért.

No ha az Úr szaván fogta volna Archimedest és megadta volna neki azt a támaszpontot, ahhoz a legszerényebb eredményhez, hogy a Földet helyéből csak 25 mm-nyire is kimozdítsa, a középpontjától 20.000 km távol lévő ponton először is 1317 kvadrillió km hosszú emelőrudat kellett volna lefektetnie. A rúd hosszabb felét pedig – feltéve, hogy ő maga legalább 100 kg súlyos volt, ami matematikusról nehezebben tételezhető fel – a leggyorsabb ágyúgolyó sebességével a Nap és Föld távolságának tízszeresére kellett volna lefelé nyomni; ez a mozgás 63.238 millió évet vett volna igénybe. Tehát ha rögtön hozzálátott volna, ma még csak elenyésző részét végezte volna a vállalt feladatnak.

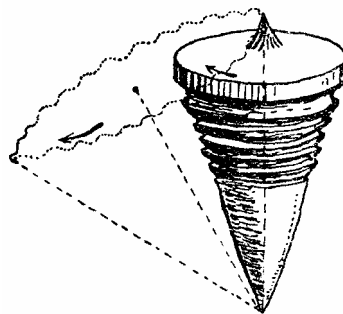
– Csakhogy Archimedes a csigasorral tett volna kísérletet!

– Igen, de éppen olyan kevés eredménnyel. Mert hogy egy álló- és 76 mozgócsigából álló csigasorral, 1 cm-rel magasabbra emelje a Földet, ahhoz a 755.500.000.000.000 km hosszú kötelet éjjel-nappal dolgozva s percenként 30 métert húzva éppen 47,500.000.000.000, azaz több mint 47 billió évig kellene húznia.

S ez az óriási tömeg a világmindenség láthatatlan finom kapcsaiba foglalva némán siet tovább és zökkenés nélkül végzi szövevényes mozgásait.

Közülük a saját tengelye körüli forgás a legismertebb. Minden fordulása egy napot vesz igénybe s oly gyors, hogy mi a felületén másodpercenként 30.000 méter utat teszünk meg. (önmagában őrületes gyorsaság, de a világmindenségben egészen stílszerű. Ha az óramutatót és az óralapot a Föld sugarához, illetve kerületéhez viszonyítjuk és a két sebességet összemérjük, a Föld forgása még egyszer olyan lassú lesz, mint a kisebb mutató járása.) Gondolkozzunk csak az önmagában szédületes sebességen. A legjobb művű fegyver 800 méter sebességgel lövi ki a golyót. A Krupp-féle hajóágyú 40–46 cm átmérőjű és 920 kg lövegét 940 m másodpercnyi sebességgel 43 km-nyi távolságra röpíti. Még ezek a legnagyobb technikai gyorsaságok is mivé törpülnek Földünk irtózatossá sebecségéhez viszonyítva. Minden lélegzetvételre 30 km utat teszünk! Ha a Földön kívül állva néznők végig a vágatást, megesküdnénk rá, hogy benne az élet lehetetlen. S a valóságban annyit sem érzünk belőle, mint a hajó dongájában rácsáló szú a hajó hánykódásából. S ez a 30 km másodpercnyi sebesség nem kezdő vagy átlagos, hanem a legpontosabb kronométer állandó, egyenletes sebessége. De minek hasonlítsam a Föld mozgási pontosságát bármihez, mikor még a legmerészebb álmok országában sincs e pontosságot megközelítő kronométer. Hisz hónapok vagy évek múlva a legjobb órák is késnek vagy sietnek. Kerekeik kopnak, a légkör változásait megérik s valamennyit igazítani kell. Mihez? Berlinben a hamburgi csillagvizsgáló adja a pontos időt. A pesti ember a Múzeum-körúton a bölcsészeti kar órájához igazítja napirendjét. Rómában a Capitoliumi csillagvizsgáló villanycsengővel adja tudtul a Gianicolón lévő katonáknak azt a pillanatot, amikor a Nap a Föld mozgása következtében átlépi a delelőpontot. Nápolyban egy utca a delelővonal. Tehát az egész világon minden óra ahhoz igazodik, amelyet az Úr jelként állított az égboltozatra. Amely a Föld forgása következtében évezredek óta mutatja a pontos időt, és évmilliók múltán sem kell igazítani: a legkisebb sietés vagy késés nélkül 23 óra 56 perc és 4,09 másodperc alatt végzi egy-egy fordulátát.

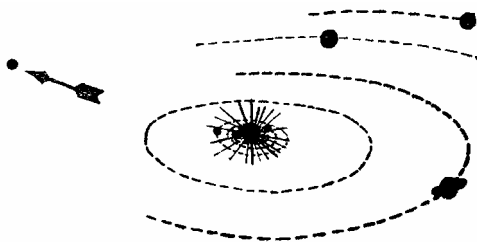
A Föld második mozgása keringés a Nap körül. Középsébebe másodpercenként 29,7 km. A 945 millió km-nyi egész pálya megtételére mégis 365 nap, 6 óra, 9 perc és 10,75 másodperc kell. Harmadik mozgása a precessio. A földtengely ti. a Nap körül végzett mozgás síkjára, az ekliptikára nem merőleges, hanem a merőlegessel 23,5°-nyi szöget zár be s a Nap és Hold vonzása a Föld tengelyét felegyenésíteni törekszik. Emiatt a Föld tengelye a gyorsan forgó pergettyűhöz hasonlóan (67. ábra) $2 \times 23,5^\circ$ nyílásszöggel kúpfelületet ír le, amelynek befejezéséhez 25.800 év szükséges. A sarkcsillag a Földtengely szabályos eltolódása miatt változik. Ma a Kismedve α -ja, 12.000 év múlva a Véga α Lyrae lesz a sarkcsillag. S e mozgáshoz járul az égitestek helyzetváltozásából származó mozgás; azoknak a Földre gyakorolt változott vonzása miatt ui. Földünk sarka a kúpfelület rajzoláánál a lassúdó pergettyű tengelyéhezonlóan hullámos



67. ábra. Földünk sarka a pergettyű csücskéhez hasonló hullámos kört ír le.

kört ír le. (67. ábra.) A pergettű egy hulláma a pillanat ezredrésze alatt elkészül, a Föld-precessio libegései 18 1/2 évet vesznek igénybe. S még ezek sem egyenlők, a földtengely kisebb-nagyobb kilengései miatt. A legnagyobb Kr. e. 3000 évvel történt, amikor az egyenlítő és az ekliptika által bezárt szög $27^{\circ} 31'$ volt. Kr. e. 15.000 évvel $21^{\circ} 20'$ -nyi szög alatt a legkisebb kilengés állott be. Attól kezdve nagyobbodott; Kr. e. 2000 évvel $23^{\circ} 53'$, Kr. e. 6600-ban $22^{\circ} 54'$ volt. Az óriási időperiódusok tehát mindössze 7° kilengésváltozást mutatnak. A nagyon tökéletesnek gondolt emberi alkotás, az Eiffel-torony csúcsa nem is a legerősebb szélben 15 cm körben forog.

S végül a Nappal, annak egész rendszerével együtt Földünk is másodpercenként 16, percenként 960, óránként 57.600, naponként 1,382.400, évenként nem kevesebb, mint 503,576.000 km sebességgel rohan a világűrben (68. ábra). Bármennyire nyergeljük is meg képzeletünket, ezt a gyorsaságot felfogni nem tudjuk. Bizonytalan, hogy nyílegyenesen vagy kör-, ellipszis-, parabola-úton haladunk-e. Bizonytalan, hány millió év kell a megérkezéshez, mivel azt sem tudhatjuk, hogy hova repülünk ilyen megdöbbentő gyorsasággal. Valamikor azt mondták a tudósok, hogy a Herkules-csillag felé száguldunk. Ma azt vélik, hogy a Tejút homályos pontja vonz bennünket. S kérdés, hogy azzal a vonzó csillaggal együtt nem száguldunk-e még gyorsabban egy más ismeretlen állócsillag felé, amely újból egy harmadik égitesttel való egyesülésre törekszik. Sok idő múlik el, míg az ember e kérdésekre valamennyire is kielégítő feleletet remélhet, ha egyáltalában azon problémák közé tartozik, amelyek megoldására értelmünk hivatva van.



68. ábra. Az ismeretlen csillag felé száguldó naprendszer.

A nagy bizonytalanságban a természettudomány csak egyetlen biztos ismeretet és szilárd talajt jelöl meg számunkra, s ez Isten. „Az a gyönyörű kötelék, amely az égitesteket egymáshoz fűzi, csak egy értelmes és hatalmas lény bölcsességétől és akaratától származhatik. S ha az állócsillagok hasonló rendszerek középpontjai, akkor ugyanilyen tervben kiépítve azok is ennek az egynek uralma alatt állanak. Ez az egy kormányoz mindent, nem mint a világ lelke, hanem mint a mindenség ura. S uralma miatt Őnek, Istennek, mindenhatónak (παντοκράτωρ) nevezzük.”

Ezt mondja Newton a *Principia philosophiae naturalis mathematica* (1687) befejezésében. Tehát Isten a mi szilárd alapunk, vonzó csillagunk és kormányosunk. Hozzá ragaszkodva, jó irányban haladunk, s ezer kilométeres utakat téve is állandóan „benne élünk, mozgunk és vagyunk”. (ApCsel 17,28)

Isten képe bennünk

Egy európai tudós arab vezetőjével sivatagon haladt keresztül. Amikor a nap nyugovóra tért, az utóbbi kis szőnyegét leterítette, és mintha senki sem lett volna közelében, zavartalanul imádkozni kezdett. A tudós hol a napot nézte egykedvűen, hol az igazhívőre tekintett szánakozva. A végén ilyen párbeszéd folyt le közöttük.

– Mit csináltál?

- Imádkoztam.
 - Kihez?
 - Allahhoz.
 - Láttad már valaha?
 - Nem.
 - Kezeid illették?
 - Nem.
 - Ha sem nem láttad, sem kezeiddel nem illeted, mégis imádod, akkor te ütődött vagy.
- Így a nap végeztével mindketten pihenni tértek. Másnap a tudós korán kiment sátorából, majd visszatérve arabjához így szól:
- Éjjel egy eltévedt teve járt sátrunk körül.
 - Láttad? – kérdi az arab.
 - Nem.
 - Érintetted?
 - Nem.
 - Ha sem nem láttad, sem nem érintetted, és mégis hiszed, akkor te ütődött vagy.
 - Láttam a lábnyomát a homokban.
- Erre már a nap teljes fényességében pompázott a látóhatáron.
- Én pedig az égen Allah kezenyomát látom, hiszem létét és imádom őt.

* * *

Az életsivatagon keresztül haladva az előbbi arab okoskodása szerint *értelmünknek* lehetetlen elzárkóznia az elől, akinek léte világít, mint az égő nap. Mivel azonban a kérdéssel összekötött nehézségek miatt bajos róla $2 \times 2 = 4$ szabású ismeretet szereznie, s még inkább mivel az értelem az akaratot arra kötelezi, hogy fölségének megfelelő módon, azaz törvényeit megtartva helyezkedjék el vele szemben, ami sokkal nehezebb, mintha mások ütődötteknek mondanak bennünket: Isten létének elfogadása nincs minden nehézség nélkül. Az akaratra kegyelmével közvetlenül csak Isten hat. Ami embertől telik, az az értelmén keresztül történhetik. Amint okvetetlenkedő tudákosok gáncsot vethetnek az akarat elhatározásának, az Istenről az értelemnek közvetített világos fogalom viszont az akaratot elhatározásában segíti. Ez volt a jelen könyvnek célja és feladata. Az értelem hamar belátja, hogy hajnal, bogár, szegfű, patakmoraj és kristály mindmegannyi képe a tökéletességben magasan felettünk álló lénynek, minthogy minden csak azt juttathatja másnak, amivel maga rendelkezik. Tehát abban a felsőbb lényben kell lennie rendnek, szépségnek, igazságnak, és minden e földön tapasztalható kiválóságnak, „*Isten minden tökéletesség állítása*” – mondja Areopagita Szent Dénes (Myst. theol. 2.). Értelmünk a természettudományok haladása után ma jobban, mint előbb belátja, hogy a szóban forgó tökéletességek száma szinte végtelen, s így ma még igazabb, amit a régi arabok mondtak: *Ha minden tenger tinta volna, előbb kifogyna a tengerek tartalma, minthogy az emberiség együttes munkával leírhatná Isten tökéletességeit.* Főként ma világos ez előttünk, amikor a megismerés határai a végtelenbe tolódtak. Amikor rádióink pillanatok alatt fogja Berlint és Londont. Közvetíti a repülők bugását, s az erdőből a tengelice énekét. Szobánkba hozza a Niagara zúgását. Asztalunkra vetítjük a legtávolabbi állócsillagok anyagát, vegyi vizsgálattal betekinthetünk a tárgyak belsejébe, s ugyanakkor a tapasztalatainknak *már* hozzáférhető világot a *még* tudnivalók óceánja mellett kis pataknak sejtjük. Értelmünk minden felszerelésünk dacára kis gyertyává zsugorodik, amellyel koromsötét éjjel valaki a Szent Péter-bazilika szépségeit kívánja megismerni. A nagy világ szépségeiből minden készségünk dacára is csak azt a keveset ismerjük, amit gyertyánk éppen bevilágított. Az egyenlőre még csak sejtett tökéletességek száma végtelen lévén, végökukat is csak valami még magasabb rendű tökéletességekkel rendelkező végtelenben sejtjük: tehát a

teremtett lényekben nekünk hozzáférhető rend, erő, szépség, célszerűség, jóság, igazság, szentség stb. nem egyéb, mint rendtelenség, erőtlenség, botorság és mocskok és rossz meg igazságtalanság és elvetemültség amellelt, akinek szemei a napnál fényesebbek (Sir 23,28), akinek a napfény csak árnyéka (Michelangelo), s aki még az angyalokban is talál kivetnivalót (Jób 4,18). Ez a lény fölül van minden földi tökéletességen, azért az összes megismert tökéletességek csak emberies ízűktől megtisztítva állíthatók róla. Azért mondja az előbb említett Szent Dénes: „Az Isten nem lényeg, nem élet, nem világosság, nem értelem, nem lélek, nem bölcsesség, nem jóság, nem istenség” (Myst. theol. 3.). Azért mondja Damaszkuszi Szent János, hogy sokkal találóbb Istenről valamit úgy mondani, hogy mindent tagadunk róla. Nem olyan értelemben, mintha Isten nem volna, hanem mert ő mindazt felülmúlja, ami létezik. Magát a létezést is felülmúlja. (De fide orthod. I, 4.)

* * *

Az Istenkereső értelem munkájának ezt a mozzanatát Szent Ágoston magánbeszélgetései így adják elő.

„Nagy fáradsággal kerestelek, Uram. Bejártam a világ, térségeit és útjait. Előre küldtem kutatóimat, érzékeimet. Révükön akartalak téged szemtől-szembe látni. Szemem azonban azt mondta: ha Isten nem látható, én nem tudom őt felfogni. Füleim mentegették magukat, hogy ha hangot nem ad, rajtuk keresztül nem vehetek róla tudomást. Szaglászom azt mondta, hogy ha nem illat, nem hagyatkozhatom reá. Ízlésem sietve hozzátette, hogy csak az ízt ismerheti meg. Kezeim pedig kijelentették, hogy csak a tapintható dolgokról adhatnak ismereteket. Ezek után észrevettem, hogy amikor Istent keresem, nem szabad testet kutatni; nem szabad a fénynél vagy a méz édességénél megállni. Nem szabad az érzékieknél időt veszteni. Helyesebben Istent keresve keresem a mindent homályba borító fényt, amiről a szemek nem vehetnek tudomást. Keresem a minden dallamnál szebb hangot, amelynek elemzésére és felfogására a fül képtelen. Keresem az érzékek előtt kitérő illatot, s azt az ízt, amely elfeledtet minden ismert édességet, s amiről emberi érzék tudomást nem vehet. Ezt kutatom, Istent keresve. Értem, hogy megkérdeve a földet, Isten-e, azt felelte, nem. A rajtalévő tárgyak mind hasonlóan beszéltek. Megkérdeztem a tengert mérhetetlen mélységeivel, a benne lévő állatokkal, s tiszteletüknek tartották azt felelni, mi nem vagyunk Isten. Máshol keresd őt! Megkérdeztem a levegőt szeleivel együtt, s azt mondta, nem vagyok Isten. Hiába fordultam naphoz, csillagokhoz. Valamennyi egy hangon tagadólag felelt.” (Ed. Parisiis 1910. cap. 31.)

* * *

Ha a legkiválóbb emberek értelme is ilyen nehezen szerez Istenről fogalmat, még kevésbé képes összes tökéletességeit megismerni, és róla világos képet alkotni az *emberiség*, éppen az e célra Istentől rendelt tanítótekinetly nélkül, amely a kinyilatkoztatás világánál s a tudósok kutatásainak eredményeképpen a következő néhány szóban foglalja össze elemeit annak a fölséges képnek, amely századok gondolkodásának és vizsgálódásainak eredménye.

„A római katolikus és apostoli egyház hiszi és vallja, hogy létezik egy élő és igaz Isten, teremtője és ura az égnek és földnek, aki mindenható, örök, mérhetetlen, fölfoghatatlan, értelmében és akarátában, valamint tökéletességeiben végtelen; egy teljesen egyszerű, egyedül való s természetével a világtól különböző szellemi állag, aki önmagában önmaga által a legboldogabb, kimondhatatlanul fölülmúlja az összes létező és elgondolható lényeket. Ez az egy igaz Isten nem saját boldogságának megszerzése vagy gyarapítása céljából, hanem egyedül azért, hogy a nekik juttatott jók által tökéletességeit a teremtményekkel közölje, az idők kezdetén teljesen szabadakarátából alkotta az anyagi és szellemi világot, aztán az embert, aki testből és lélekből állván, mindkettőt egyesíti magában. Továbbá valljuk, hogy

Isten előrelátással és gondoskodással véd és kormányoz minden teremtményt, hatalmával elérvén végtől a végig mindenhova, és mindent kedvesen elrendez.” Így beszél a vatikáni szent zsinat Istenről (Sess. III. cap. I.), akinek arcáról a fátyolt semmiféle emberi tudomány el nem vonhatta. Akit szemtől szembe csak az örök boldogságban láthatunk és élvezhetünk, ha itt a földön a lelkünkbe rajzolódott képnek megfelelően hódolattal tiszteljük, létünk sarkpontjává, cselekedeteink indítékává tesszük.