

ARTHUR C. CLARKE

A JÖVŐ KÖRVONALAI

HOL KEZDŐDIK A LEHETETLEN

GONDOLAT . BUDAPEST . 1969

A MŰ EREDETI CÍME:
PROFILES OF THE FUTURE

FORDÍTOTTA:
ÁRKOS ILONA

KONTROLLSZERKESZTŐ:
DR. TÓRÓS RÓBERT

©ARTHUR C. CLARKE, 1962

A Huszonegyedik Század Tudományának Intézetében dolgozó
munkatársaimnak, különösképpen pedig

HUGO GERNSBACK-nek, aki mindenre gondolt.

BEVEZETÉS

A jövőt megjósolni nem lehet, és minden, akármilyen részletére vonatkozó efféle kísérlet néhány éven belül nevetségességbe fullad. E könyv célja gyakorlatibb és sokkal becsúgyóbb. Nem akarja leírni *a* jövőt, csupán meghatározni azokat a kereteket, amelyekben belül a lehetséges „jövőknek” lenniük kell. Ha a korokra úgy tekintünk, mint előttünk elterülő feltérképezetlen és felfedezetlen tájra, az első, amit megkísérélünk, hogy a határait felmérjük, és kiterjedéséről valamiképpen tájékozódjunk. Belsejének részletes földrajza nyilván ismeretlen marad — míg csak el nem érjük.

Néhány kivételtől eltekintve, a jövőnek egyetlen vonására, a technikára szorítkozom, és nem foglalkozom az erre épülő társadalommal. Ez nem jelent olyan erős korlátozást, mint amilyennek tűnik, hiszen a tudomány a jövőn sokkal inkább uralkodni fog, mint amennyire a jelenen uralkodik. Sőt, jövőndőlés, véleményem szerint, csakis e téren lehetséges egyáltalában. Van néhány olyan általános törvény, amely lehetővé teszi a tudományos extrapolációt.

Hiszem — és remélem —, hogy a politika és közgazdaságtan a jövőben nem lesz többé olyan fontos, amilyen a múltban volt. Eljön az idő, amidőn mai, e tárgykörökre vonatkozó vitáink legnagyobb része éppoly triviálisnak vagy semmitmondónak fog tűnni, mint a hitviták, amelyekre a középkor legélesebb elméi vesztegették energiájukat. A politika és a közgazdaságtan a hatalommal és a vagyonnal foglalkozik, amelyek egyike sem lehet elsődleges, még kevésbé kizárólag döntő az emberré felnőtt ember számára.

Persze, sok író megpróbálta már — különböző sikerrel — leírni a jövő technikai csodáit. Verne Gyula a klasszikus példa erre — és hozzá foghatóval valószínűleg soha többé nem találkozunk, minthogy ő egészen kivételes időben született, és ezt teljes mértékben ki is használta. Élete (1828—1905) éppen egybeesett az alkalmazott tudomány hajnalával; majdnem pontosan fedi az első mozdonytól az első repülőgépig terjedő időt. Mindeddig csupán egyetlen ember múlta felül Vernét jövőndöléseinek sokféleségét és pontosságát tekintve: Hugo Gernsback amerikai kiadó és feltaláló (született 1884-ben). Noha elbeszélőkészsége elmarad a nagy francia íróé mögött, és hírneve ezért nem ért el ugyanolyan magasságba, Gernsback indirekt hatása, amelyet különböző újságain keresztül gyakorolt, vetekszik Vernéével.

Néhány kivételtől eltekintve, a tudósok nagyon gyatra jósoknak bizonyulnak; ez meglepő, hiszen a képzelőerő egy jó tudósnál egyike a legfontosabb követelményeknek. Mégis, időről időre kiváló csillagászok és fizikusok csináltak bolondot magukból azáltal, hogy nyilvánosan kijelentették egyik vagy másik elgondolás megvalósulásának lehetetlenségét; örömmel szándékozom felvonultatni a következő két fejezetben néhány ragyogó, óva intő példát. Úgy látszik, a nagy probléma az, hogy egyetlen személyben találjunk olyan valakit, aki egyesíti magában a józan tudományos ismereteket — vagy legalábbis a tudomány iránti *érzék*et — a valóban hajlékony képzelettel. Verne ebben tökéletesnek bizonyult, Wells nemkülönben, amikor csak akarta.

Ha már felidéztem Verne és Wells nagy szellemét, hadd menjek el egészen addig a kijelentésig, hogy *csakis* olvasók vagy tudományos fantasztikus regények írói illetékesek igazán a jövő lehetőségeinek megvitatására. Többé már nem szükséges ezt a műfajt a tudatlan vagy kétségkívül rosszindulatú kritikától megvédenünk, mint néhány évvel ezelőtt. Bennünket azonban most nem a tudományos regények irodalmi értéke érdekel, csupán azok technikai tartalma. Az utolsó harminc évben elbeszélések tízezrei derítették fel mindazt, ami elképzelhető, és nagyrészt azt is, ami elképzelhetetlen: a jövő lehetőségeit. Kevés olyasmi van, ami bekövetkezhet, és még nem írtak róla valahol, könyvekben vagy folyóiratokban. A tudományos fantasztikus irodalom kritikus olvasása — ez lényeges — alapvető edzést jelent mindazoknak, akik tíz évnél messzebbre akarnak előre látni. A jövő tényeit olyanok aligha tudják *ab initio* elképzelni, akik nem szoktak hozzá a múlt fantáziáihoz.

Lehetséges, hogy ez a kijelentés felháborodást kelt majd, különösen a másodrangú tudósok körében, akik időnként tréfát űznek a tudományos fantasztikus írásokból (sohasem ismertem elsőrangú tudóst, aki így tett volna — viszont ismerek néhány olyat, aki maga is ír efféléket). De a helyzet egyszerűen az, hogy bárki, akiben elegendő képzelőerő van ahhoz, hogy a jövőt élethűen megadóztassa, elkerülhetetlenül vonzódni fog az irodalom eme válfajához. Egyetlen pillanatig sem állítom, hogy a tudományos fantasztikus irodalom olvasói között egy százaléknál több megbízható próféta lenne, de azt igenis állítom, hogy a megbízható prófétáknak majdnem száz százaléka olvassa a tudományos fantasztikus műveket — vagy maga is írja őket.

Ami e munkával kapcsolatos saját képességeimet illeti, megelégszem annyival, hogy közzétett feljegyzéseim beszéljenek önmagukért. Igaz, hogy mint az űrrepülés minden szószólója, túlbecsültem az időbeli arányok szerepét, és alábecsültem a költségeket, de a legcsekélyebb megbánást sem érzem e hibám miatt. Ha annak idején, a harmincas években megtudtuk volna, hogy az űrjárművek kifejlesztése dollárok ezermillióiba fog kerülni, teljesen kedvünket vesztettük volna. Akkortájt senki sem hitte volna el, hogy ekkora összegek valaha is rendelkezésre álljanak.

Az a gyorsaság, amellyel az űrkutatás előrehalad, éppilyen valószínűtlennek tűnt volna. Amidőn a *Nature* 1924-ben Herman Oberth *Die Rakete zu den Planeten-räumen* (Rakéta a bolygóközi térben) c. úttörő könyvét ismertette, az újság nagy merészséggel jegyezte meg: „A példa nélkül álló teljesítmények e napjaiban az ember nem kockáztathatja meg azt a kijelentést, hogy akár Oberth úr ambiciózus elképzelése is meg ne valósulhatna, még mielőtt az emberi faj kihal.” Igen, megvalósult, még Oberth professzor halála előtt.

Magam valamivel jobb rekordot állítottam fel, mint a *Nature* szemleírója. *Prelude to Space* (Előjáték az űrutazáshoz) című, 1947-ben írt első regényembe pillantva, derűltséggel látom, hogy bár telitalálat volt az első holdrakéta idejére 1959-et megadni, az első, embert szállító űrhajót 1970-re, a Holdra való leszállást 1978-ra tettem. Ez akkortájt a legtöbb ember előtt féktelen

optimizmusnak tűnt de most velem született konzervativizmusomat igazolja. Még jobb bizonyítékot szolgáltat az a tény, hogy eszem ágában sem volt bármiféle kísérletet tenni 1945-ben a hírközlő műbolygók szabadalmaztatására (l. 16. fejezet). Történetesen el sem tudtam volna intézni; de legalább erőfeszítéseket tettem volna érte, ha csak álmomban megfordul, hogy az első kísérleti példányok már működni fognak, mikor én még a negyvenes éveimet taposom.

Persze különböző események jóslása kapcsán könyvünk nem az időbeli arányokkal kíván foglalkozni, hanem a végső eredményekkel. A fejlődés jelenlegi fokán lehetetlen bármi olyan technikai alkotást elképzelni, amelyet ne lehetne a következő öt évszázad során elérni, *ha* az egyáltalában elérhető. De ennek a szemlélődésnek a szempontjából mindegy, hogy a szóban forgó dolgok tíz év vagy tízezer év alatt válhatnak valóra. Csak az az érdekes, hogy *mi*, és nem az, hogy *mikor*.

Az elmondottak miatt a könyvben található ötletek között lesz ellentmondás. Hogy példát mondjunk, egy valóban tökéletes hírközlő rendszer rendkívül gátlólag fog hatni a közlekedésre. Kevésbé magától értetődő a fordítottja: ha az utazás nem igényelne időt, ki törődne a hírközléssel? A jövőnek választania kell majd sok versengő felülmúlhatatlan között; ilyen esetekben mind-egyik lehetőséget úgy írtam meg, mintha a másik nem léteznék.

Hasonlóan, egyes fejezetek optimista, mások pesszimista hangnemben végződnek. Szempontunknak megfelelően mind a határtalan optimizmus, mind a határtalan pesszimizmus egyformán indokolt a jövővel kapcsolatban. A befejező fejezetben megpróbáltam összeegyeztetni a kettőt.

Mondják, az élet művészete abban áll, hogy tudni kell, hol érdemes megállni, és ennél kevéssé továbbmenni. A 14. és 15. fejezetben megkíséreltem ezt oly módon, hogy néhány olyan kérdést fejtegetek, amely majdnem bizonyosan nem tudományos tény, hanem tudományos fantázia. Lesznek, akik időpazarlásnak tekintik, hogy olyan témákkal komolyan foglalkozunk, mint a láthatatlanság és a negyedik dimenzió, de ebben a vonatkozásban ez teljes mértékben jogosult. Éppen olyan fontos annak kiderítése, ami nem lehetséges, mint azé, ami lehetséges; és néha még jóval szórakoztatóbb is.

Míg ezt a bevezetést írtam, kezembe került egy, a huszonegyedik századról szóló, meglehetősen földönjáró szovjet regény ismertetése. Az ismertetést író kitűnő angol tudós a művet kiváltképp ésszerűnek és a szerző extrapolációit teljesen meggyőzőnek találja.

Remélem, ezt a vádat ellenem nem fogják felhozni. Ha e könyv teljesen ésszerűnek és az *én* extrapolációim meggyőzőnek hatnak, nem sikerülhetett nagyon előre tekintenem; mert az egyetlen, a jövővel kapcsolatban bizonyos dolog az, hogy kimondottan fantasztikus lesz.

I. FEJEZET

A JÖVENDŐLÉS KOCKÁZATAI: A JÓZAN ÉSZ CSÓDJE

Mielőtt valaki jóslásra adja a fejét, tanulságos lesz, ha utánanéz, mások milyen sikereket arattak ebben a veszedelmes foglalkozási ágban — és még sokkal tanulságosabb, ha látja, hol fogtak mellé.

Szabályszerű egyhangúsággal következik be, hogy kétségtől illetékes emberek törvényeket állítanak fel a technikailag lehetségesre és lehetetlenre vonatkozóan, s állításaik tévesnek bizonyulnak már nem sokkal azután, hogy a tinta megszáradt a tolluk nyomán. A tények gondos elemzéséből kitűnik, hogy ezek a baklövések két csoportba sorolhatók, amelyek egyikét nevezzük a józan ész, másikat a képzelet csődjének.

A józan ész csődje látszólag általánosabb. Ebben az esetben *minden fontos tény* együtt van ugyan, s az állítólagos próféta mégsem látja, hogy ezek egyetlen kikerülhetetlen konklúzióhoz vezetnek. E tévedések némelyike olyan nevetséges, hogy már majdnem hihetetlen és pszichológiai analízis érdekes tárgya is lehetne. „Azt mondták, hogy megvalósíthatatlan” — ez a frázis végigvonul a feltalálások történetén. Nem tudok róla, hogy valaha valaki is utánanézett volna, *miért* „mondták” ezt gyakran oly szükségtelen hévvel.

Lehetetlen ma már visszaidézni azt a szellemi légkört, amelyben az első mozdonyt építették, és a kritikusok komolyan bizonygatták, hogy fulladásos halál vár mindenkire, aki a félelmetes, óránként harminc mérföldes sebességet elér. Éppen ilyen nehéz elhinni, hogy mindössze nyolcvan évvel ezelőtt a háztartási villanyvilágítást minden „szakember” lefitymálta a 31 éves amerikai feltaláló, Thomas Alva Edison kivételével. Mikor a gáزرészvények 1878-ban zuhanni kezdtek, mert Edison (akkor már félelmetes nagyság, akinek a fonográf és a szénmikrofon emelte hitelét) bejelentette, hogy az izzólámpán dolgozik, az angol parlament bizottságot küldött ki a kérdés kivizsgálására (a Westminster le tudja győzni Washingtont ebben a játszmában).

A kiváló tanúk a gáztársaságok megkönnyebbülésére jelentették, hogy Edison elképzelései „elég jók lehetnek tengeren túli barátainknak ... de méltatlanok gyakorlati vagy tudományos emberek figyelmére”. És Sir William Preece, az angol posta műszaki főnöke kereken kijelentette, hogy „a villanyfény szétoztása tökéletes *ignis fatuus*” (lidércfény, az eszelősök tüze — *a ford.*). Az ember érzi, hogy az együgyűség nem az *ignis*-ben volt.

A kipellengérezett tudományos képtelenség nem valami vad és ködös álom, mint az örökmozgó, hanem a szerény, kicsi villanykörte, amelyet immár három generáción át természetesnek vesznek az emberek, kivéve, amikor kiég, és sötétben hagyja őket. Noha ebben a kérdésben Edison messze előbbre látott kortársainál, később ő is beleesett ugyanabba a rövidlátásba — amely Preece-t és társait sújtotta —, amikor a váltakozó áram bevezetését ellenezte.

A józan ész legismertebb és talán legtanulságosabb csődje a lég- és űrhajózásban fordult elő. A huszadik század elején a tudósok majdnem egyhangúlag állították, hogy a nem léghajós repülés lehetetlen, és bárki, aki repülőgép építésével próbálkozik, bolond. Simon Newcomb, a nagy amerikai csillagász, híres esszét írt, amely így fejeződött be:

„Annak bizonyítása, hogy ismert anyagok, ismert gépalakzatok és ismert erőcsoportok semmilyen lehetséges kombinációja sem egyesíthető egy alkalmas gépben, amellyel az ember hosszú távolságokat repülhet a levegőben, a szerző előtt olyan világos, amilyen egy fizikai tény bizonyítása csak lehet.”

Különös módon, Newcomb elég széles látókörű volt annak elismeréséhez, hogy valami teljesen új felfedezés — a gravitáció semlegesítését említette — lehetővé tehetné a repülést. Nem vádolhatjuk tehát a képzelet hiányával; tévedése az volt, hogy megpróbálta az aerodinamika tényeit rendezni anélkül, hogy ezt a tudományt megértette volna. Nem fogta föl, hogy a repülés eszközei már kézzelfogható közelségben voltak.

Newcomb cikke éppen akkor került a nagy nyilvánosság elé, amikor a Wright fivérek, minthogy nem volt alkalmas antigravitációs eszköz a bicikliboltjukban, szárnyakra erősítettek egy benzinmotort. Mikor sikereik híre eljutott a csillagászhoz, csak pillanatokra döbbsentette meg. Repülni tudó gépek éppenséggel elképzelhetők — ismerte el —, de bizonyos, hogy mindennemű gyakorlati jelentőség nélkül, mert az szóba sem jöhet, hogy az utasnak vagy akár a pilótának a túlsúlyát elbírják ...

A már nyilvánvaló tényeknek efféle megtagadása végigvonul a repülés történetén. Hadd idézzek egy másik csillagászt, William H. Pickeringet, amint rendbe szedi a tájékozatlan közönséget pár évvel *azután*, hogy az első repülőgép nekivágott a levegőnek.

„A köznapi képzelet gyakran fest óriási repülőgépeket, amint az Atlanti-óceán felett száguldanak, és számtalan utast szállítanak, modern gőzhajóinkhoz hasonlóan ... Nyugodtan mondhatjuk, hogy ezek az elképzelések teljességgel víziószerűek, és még ha egy gép át is juthatna egy vagy két utassal, a költségeket más nem győzné, mint egy mágnes, akinek akár saját hajója lehetne. Másik, széles körben elterjedt téveszme az, hogy óriási sebesség érhető el. Gondoljunk arra, hogy a levegő ellenállása a sebesség négyzetével, a munkavégzés a köbével növekszik ... Ha most, 30 lóerővel 40 mérföldes* óránkénti sebességet tudunk elérni, ahhoz, hogy 100 mérföldes óránkénti sebességet érhesünk el, 470 lóerős motorra volna szükség ... világos, hogy jelenlegi eszközeinkkel nincs remény arra, hogy a sebességért akár mozdonyainkkal, akár autóinkkal konkuráljunk.”

Pickeringet történetesen legtöbb csillagásztársa túlságosan fantáziadúsnak tekintette, mivel hajlott arra, hogy növényzetet — sőt, még rovari életre valló bizonyítékot is lásson a Holdon. Örömmel mondhatom, hogy 1938-ban, 80 éves korában bekövetkezett haláláig a bölcs Pickering professzor látott 400 mérföld óránkénti sebességgel haladó repülőgépeket, amelyek jócskán több utast szállítottak, mint „egyet vagy kettőt”.

A jelenhez közeledve, az űrhajózás korának megkezdődése a jövőndölések védelmezésének (és cáfolásának) tömegét hozta létre, olyan mennyiségben és

szaporaságban, amilyenre eddig nem volt példa. Minthogy ebben valamelyest magam is részt vettem, és nem vagyok védettebb,

mint mindazok, akik „előre megmondták ...”, szeretnék feleleveníteni néhány, az ürrepüléssel kapcsolatos, jeles tudósoktól származó állítást. Kell, hogy ezt *valaki* megtegye, és felrázza a pesszimisták figyelemreméltóan szelektív emlékezetét. Az a gyorsaság, amellyel azok, akik egy időben a „lehetetlent” hajtogatták, át tudnak váltani arra, hogy „egész idő alatt mondtam, hogy megoldható”, igazán bámulatos.

Ami a nagyközönséget illeti, az ürrepülés ötlete mint komoly lehetőség először az 1920-as években tűnt fel a látóhatáron, főként az újságokban, az amerikai Robert Goddard és az erdélyi Hermann Oberth munkájáról megjelenő tudósítások eredményeként (az orosz Ciolkovszkij sokkal korábbi munkái akkor még csaknem ismeretlenek voltak hazáján kívül). Mikor Goddard és Oberth elképzelései, a sajtó által általában eltorzítva, kiszivárogtak a tudományos világ elé, valóságos gúnyorkán fogadta őket.

Ízelítőül ahhoz, hogy az űrhajózás úttörőinek miféle gáncsoskodással kellett szembenézniük, bemutatom ezt a kis mesterművet egy bizonyos A. W. Bickerton professzor 1926-ban megjelent cikkéből. Tessék figyelmesen olvasni mint az arrogáns tudatlanság egyik példáját, amely ellen nagyon nehéz harcolni.

„Az a bolondos ötlet, hogy a Holdra lőjünk, példája ama képtelenségeknek, amelybe a káros specializálódás ragadja a gondolatmentesen lezárt fülkékben dolgozó tudósokat. Vegyük kritikai vizsgálat alá a javaslatot. Ahhoz, hogy egy lövedék legyőzhesse a Föld vonzását, 7 mérföld másodpercenkénti sebesség* szükséges. Egy gramm tömeg energiájának termikus egyenértéke ilyen sebességnél 15 800 kalória... Leghevesebb robbanóanyagunk — a nitroglicerín — energiája kevesebb, mint 1500 kalória grammonként. Következésképpen, ha a hajtóanyag semmit sem visz magával, még akkor is csak egytizede az energiája annak, ami a Földről való szökéshez szükséges... Tehát a javaslat alapvetően lehetetlennek látszik ...”

A Colombo Public Library olvasói méltatlankodva mutattak a CSENDET KÉRÜNK feliratra, mikor felfedeztem e kis ékkövet. Megéri, hogy kissé részletesebben megvizsgáljuk. Látni fogjuk, hogy a „káros specializálódás” miként vezette félre a professzort.

Első tévedése ebben a mondatban van: „leghevesebb robbanóanyagunk — a nitroglicerín ...” Az ember kézenfekvőnek gondolhatná, hogy egy rakéta

üzemanyagából *energiát* és nem hevességet akarunk nyerni. Tény, hogy a nitroglicerinnél és hasonló robbanóanyagokból sokkal kevesebb energia szabadul fel súlyukhoz képest, mint például a petróleum és folyékony oxigén keverékéből. Erre Ciolkovszkij és Goddard évekkel korábban rámutattak.

Bickerton másik tévedése ennél sokkal súlyosabb, szépitgetés nélkül mondhatjuk, hogy merő ostobaságból ered. Mit számít, ha a nitroglicerinnél energiája csak egytizede annak, ami a Földről való szökési sebesség eléréséhez szükséges? Csupán annyit jelent, hogy egyetlen font hasznos teher feljuttatásához legalább tíz font nitroglicerinnél szükséges. (A rakéta holt súlya (üzemanyagtartályok, motorok stb.) a valóságban ezt az arányt megsokszorozza, de ez érvelésünk szempontjából érdektelen)

Mert magának az üzemanyagnak nem kell szöknie, a Földről, teljes egészében elég lehet egészen közel bolygónkhoz, csak az számít, hogy energiáját adja át a hasznos tehernek. Amikor a Lunyik II. felemelkedett, harminchárom évvel azután, hogy Bickerton professzor megmondta ennek lehetetlenségét, a benne levő néhány száz tonna petróleum és folyékony oxigén jó része sohasem távozott el nagyon messzire a Szovjetuniótól ... de a fél tonna hasznos teher elérte a Mare Imbriumot.

A fentiek kiegészítésére hozzátehetjük, hogy Bickerton professzor, aki a tudomány aktív népszerűsítője volt, megjelent könyvei közé sorolhat egyet *Perils of a Pioneer* (Egy úttörőre váró veszedelmek) címen. Mindama veszedelmek között, amelyekkel úttörő szembekerülhet, kevés elcsüggesztőbb akad, mint a Bickertonok.

Az 1930-as és 1940-es években kiváló tudósok folytatták a rakétázás úttörőinek elcsüggesztését — ha egyáltalán vették a fáradságot ahhoz, hogy észrevegyék őket. Példa erre a *Philosophical Magazine* 1941. januári száma, amelynek tekintélyes lapjain egy kitűnő kanadai csillagász, J. W. Campbell, az Alberta Egyetem professzorának cikke olvasható: *Rakétarepülés a Holdra*. Egy 1938-as Edmontoni cikkből vett idézettel kezdi: „A Holdra való repülés ma kevésbé látszik távolinak, mint a televízió száz évvel ezelőtt”, majd a professzor matematikai vizsgálat alá veti a kérdést. Néhány oldalnyi számítás után arra a következtetésre jut, hogy *egymillió tonna* indulósúlyra lenne szükség *egy font** hasznos teher oda-vissza való utaztatásához.

A tényleges arány, a mai primitív üzemanyagok és technológia mellett, durván egy tonna fontonként — ami lehangoló, de sokkal kevésbé rossz, mint a professzor eredménye. Mégis, számítása kifogástalan; hol hát a hiba?

Csupán kiindulási feltevéseiben, amelyek reménytelenül valószerűtlenek voltak. Hihetetlen energiatékozlással járó pályát választott a rakétának, és olyan kicsiny gyorsulást tételezett fel, amely mellett az üzemanyag legnagyobb része a földi gravitáció legyőzésére pazarlódik el kis magasságokban. Ez olyan volt, mintha egy befékezett gépkocsi teljesítményét számolta volna. Nem csoda, ha ilyen következtetésre jutott: „Noha mindig veszélyes negatív jóslatokba bocsátkozni, úgy tűnik, ama állítás, hogy a Holdra való repülés nem látszik

olyan távolinak, mint a televízió volt egy évszázaddal ezelőtt, túlzottan derűlátó." Bizonyos vagyok benne, hogy amikor a *Philosophical Magazine* előfizetői 1941-ben e szavakat olvasták, jó néhányan ezt gondolták: „Ez végre beolvas azoknak az örült rakétásoknak!”

Pedig a helyes eredményeket Ciolkovszkij, Oberth és Goddard már évekkel korábban nyilvánosságra hozták. Noha az első kettő munkájából nehéz lett volna eligazodni, Goddard cikke, melynek címe: *Rendkívüli magasságok elérésének módja*, már remekmű, és a cseppet sem jelentéktelen Smithsonian Institution adta ki. Ha ezt Campbell professzor (vagy bármelyik, a témával foglalkozó illetékes író — voltak egy páran 1941-ben is) megnézte volna, aligha vezette volna félre olvasóit és saját magát. És nem kellett volna elviselnie a cikkére tölem kapott meglehetősen gúnyos kritikát, amely a *Journal of the British Interplanetary Society* 1948-as évfolyamában jelent meg, és kétségtelenül némi fájdalmat okozott neki. Ha történetesen olvassa e szavaimat, bocsánatát kérem gorombaságomért — de nem bírálatomért.

A tanulság, amelyet e példákból le lehet szűrni, olyasvalami, amit nem lehet elég gyakran ismételni, és amit ritkán értenek meg a laikusok — akikben szinte babonás félelem van a matematikával szemben. A matematika csak eszköz, noha mérhetetlenül hathatós. Semmiféle egyenlet, bármilyen meggyőző és bonyolult legyen is, nem vezethet helyes eredményre, ha a kiindulási feltevések rosszak.

Valóban megdöbbenő, milyen könnyedén hagyják figyelmen kívül a figyelmeztető jeleket azok a kompetens, de konzervatív tudósok és mérnökök, akik azzal az előítéllettel indulnak, hogy amit vizsgálnak, lehetetlen. Ilyenkor a legjobban képzett embert is elvakítják saját előítéletei, és képtelen látni még azt is, ami közvetlenül előtte áll. Ami még hihetlenebb, nem hajlandók a tapasztalatból okulni: újra és újra elkövetik ugyanazt a hibát.

Legjobb barátaim egyike-másika csillagász, és sajnálom, hogy kénytelen vagyok követ dobni rájuk — de úgy látszik, szörnyű rekordot tartanak mint jószok. Az itt következő történet iróniája miatt akár azzal is vádolhatnának, hogy kitaláltam. De nem vagyok ilyen rosszmájú. A tények irattárban vannak, bárki utánajárhat.

1935 táján, a tudatlanság éveiben, az Angol Bolygóközi Társaság megalapítója, P. E. Cleator eléggé meggondolatlan volt ahhoz, hogy az űrhajózásról megírja az első könyvet, amelyet aztán Angliában adtak ki. Könyve, a *Rockets Through Space* (Rakéták az űrön át) számot adott — mellesleg megjegyezve, nagyon mulatságosan — mindama kísérletekről, amelyeket német és amerikai rakétatudatósok végeztek olyan, ma már közhellyé vált tervek megvalósítására, mint az óriási, több fokozatú hajtóművek és műbolygók. Elég meglepő módon, a higgadt tudományos folyóirat, a *Nature* ismertette a könyvet 1936. március 14-i számában, és a következőket állapította meg:

Meg kell mondanunk, hogy az egész eljárás, amelyet a könyv felvázol, olyan

alapvető nehézségeket tár elénk, hogy kénytelenek vagyunk az elképzelést visszautasítani, mint teljességgel kivihetetlen, a szerző azon kifejezett kérése ellenére, hogy tegyük félre az előítéleteket, és emlékezzünk arra, hogy a nem-léghajós repülést is lehetetlennek tartották, mielőtt megvalósult volna. Az ilyen analógia megtévesztő lehet, és hisszük, hogy ez így van esetünkben is..."

Nos, ma már az egész világ tudja, milyen megtévesztő volt ez az analógia, habár az ismertetés írójának, akit csak a szokatlan „R. v. d. R. W.” kezdőbetűkből ismerünk fel, teljességgel megvolt a joga véleményéhez.

Húsz évvel később — *azután*, hogy Eisenhower elnök bejelentette az Egyesült Államok űrkutatási programját — új királyi csillagász érkezett Angliába, hogy elfoglalja hivatalát. A sajtó felkérésére ismertette az űrrepüléssel kapcsolatos nézeteit, és dr. Richard van der Riet Woolley — mert ő volt az új csillagász —, két évtizeddel később sem látott semmi okot nézeteinek megváltoztatására. „Az űrutazás — horkant fel — merő humbug.”

Az újságok nem engedték neki ezt elfelejteni, mikor az első szputnyikot a rákövetkező évben fellőtték. És ma — a sors iróniája — dr. Woolley, királyi csillagászti tiszténél fogva, az angol kormányzat űrkutatási testületének vezetőségi tagja. Könnyen elképzelhetjük azok érzelmeit, akik egy generáción keresztül próbálták az Egyesült Királyságot az űrkutatásban érdekeltté tenni. (**A dr. Woolley iránti méltányosság kedvéért azt is szeretném közölni, hogy 1936-ban írt könyvismertetőjében — talán elsőként — vetette fel azt a gondolatot, hogy a rakéták gazdagíthatnák csillagászati ismereteinket, ha ultraibolya fényben végeznének megfigyeléseket a Földet körülvevő atmoszféra elnyelő rétegén kívül. Ennek a jelentősége csak mostanában kezd világossá válni*)

A tudományos tekintélyek — Németország és Oroszország kivételével — elutasították még azokat a feltételezéseket is, hogy a rakétákat szerényebb, habár sokkal elitélendőbb célokra lehetne felhasználni.

Mikor a 200 mérföld hatótávolságú V2 létezése a meglepett világ előtt kiderült, komolyan kezdtek foglalkozni az interkontinentális lövedék gondolatával. Ezt azonban dr. Vannevar Bush, az Egyesült Államok háborús erőfeszítéseinek polgári vezetője határozottan befagyasztotta, 1945. december 3-án, egy a szenátusi bizottság előtt lezajlott kihallgatáson. Figyeljük csak meg:

„Sok szó esett egy 3000 mérföld* hatósugarú, ballisztikus rakétáról. Véleményem szerint ilyesmi még hosszú ideig kivihetetlen. Az ezzel foglalkozó írások bosszantó módon olyan 3000 mérföld hatósugarú ballisztikus rakétáról beszélnek, amelyet egyik kontinensről lőnek a másikra, s amely atombombát szállít, pontosan irányítható, és meghatározott célpontra száll le, például egy városra.

Állítom, hogy nincs a világon olyan ember, aki tudná, hogyan lehet ilyesmit műszakilag megoldani, és biztosan érzem, hogy nem is lesz még igen sokáig ... Véleményem szerint az egészét nyugodtan törölhetjük gondolatainkból.

Kívánom, hogy az amerikai közvélemény meg tudjon feledkezni róla."

Néhány hónappal korábban (1945 májusában) Lord Cherwell, Churchill miniszterelnök tudományos tanácsadója hasonló véleménynek adott hangot egy vitán a Lordok Házában. De ez várható volt, minthogy Cherwell szélsőségesen konzervatív és dogmatikus tudós volt, aki úgy tájékoztatta a kormányzatot, hogy a V2 csupán propaganda-hírverés volt. (*Cherwell — rosszindulatú vagy egyéb — befolyása élénk vita tárgya lett Sir Charles Snow: Science and Government (Tudomány és kormányzás) című munkájának megjelenése óta.*)

Az 1945 májusában megtartott védelmi vitán Lord Cherwell egy aritmetikai mutatóvannal kápráztatta el a főrendeket, amelyből hibátlanul következett, hogy a nagy hatósugarú rakétáknak több mint 90 százalékban üzemanyagból kell állniuk, és így a hasznos teher elhanyagolhatóan kicsi. A következtetés, amelyet hallgatóira bízott, az volt, hogy egy ilyen berendezés teljességgel haszontalan.

Ez eléggé megfelelt a valóságnak 1945 tavaszán, de már kevésbé 1945 nyarán. A Lordok Házában megtartott vitán meglepő volt az a mód, ahogyan a túlságosan is jól informált főurak az „atombomba” szót használták, amikor ezt még a legszigorúbb hadititokként kezelték. (Az Alamagordo kísérlet még ezután két hónappal következett.)

A biztonsági intézkedések nyilván félelmetesek voltak, és Lord Cherwellnek — aki természetesen mindent tudott a Manhattan Tervről — teljesen igaza volt, amikor kíváncsiskodó kollégáinak azt mondta, hogy ne higgyenek el mindent, amit hallanak; még akkor is igaza volt, ha ebben az esetben a híresztelések történetesen igaznak bizonyultak.

Amikor dr. Bush ugyanazon év decemberében a szenátusi bizottság előtt beszélt, az egyetlen fontos titok az atombomba körül az volt, hogy öt tonnát nyomott. Bárki kiszámíthatta fejben tehát, mint Lord Cherwell tette, hogy a bombát hordozó interkontinentális rakéta súlyának 200 tonna körül kell lennie — az akkor félelmetes V2 mindössze tizennégy tonnájával szemben.

A dolog kimenetele volt a „józan ész” legnagyobb csődje a történelemben, amely megváltoztatta a világ jövőjét — mégpedig sok világét. Azonos tények és költségek előtt állva, az amerikai és a szovjet technika két teljesen különböző irányt vett. A Pentagon majdnem egy fél évtizedre lemondott a nagy hatósugarú rakétákról, amíg csak a termonukleáris bombák fejlődése lehetővé nem tette, hogy ötször könnyebb robbanófejeket építsenek, amelyek ugyanakkor ötvenszer hatásosabbak, mint a Hirosimára ledobott első atombomba.

A szovjet kutatók más utat választottak. Szükségük lévén egy 200 tonnás rakétára, nekikezdték és megépítették. Mikorra befejezték, nem volt többé szükség rá katonai célból, ezért a szovjet fizikusok nem foglalkoztak az Egyesült Államokban ezermillió dollárért kidolgozott *cul-de-sac* (Zsákutca) tríciumbombával, hanem egyenesen a sokkal olcsóbb litiumbombán kezdték dolgozni. Minthogy a rakétázásban a rossz lovat ülték meg, az oroszok most

beneveztek egy sokkal fontosabb futamra — és megnyerték vele a versenyt az űrben.

A sok tanulságból, amely a jelenkori történelem e kis időszakából levonható, az egyetlen, amelyet hangsúlyozni kívánok: bármi, ami elvileg lehetséges, megvalósul majd, a műszaki nehézségektől függetlenül, ha elég komoly igény van rá. Semmiféle elgondolással szemben nem használható érvelés az, hogy „fantasztikus ötlet!” Az elmúlt ötven év alatt történt legtöbb dolog fantasztikus volt, és pusztán azonos folytatódás feltételezésével lehet egyáltalán némi reményünk a jövő megjósolására.

Hogy ezt megtehessük — és hogy elkerüljük a józan ész csődjét, amelyért a történelem olyan irgalmatlanul rótt ki a büntetést — elég bátraknak kell lennünk ahhoz, hogy kövessünk minden technikai extrapolációt végső logikai következményükig.

És még ez sem elég, mint most majd be fogom mutatni. Ahhoz, hogy megjósoljuk a jövőt, szükségünk van logikára, de szükségünk van hitre is — és képzelőerőre, amely gyakran ellenszegülhet magának a logikának is.

II. FEJEZET

A JÖVENDŐLÉS KOCKÁZATAI: A KÉPZELET CSŐDJE

Az előző fejezetben azt ajánlottam, hogy a tudományos lehetőségekkel kapcsolatos negatív állítások nagy részét és a hajdani próféták durva hibáit, amelyeket a közvetlenül előttük álló lehetőségek megjövendölésében elkövettek, nevezzük a „józan ész csődjének”. Amikor Simon Newcomb „bebizonyította”, hogy a repülés lehetetlen, a repülésre vonatkozó összes alapvető tény rendelkezésre állt — Cayley, Stringfellow, Chanute és mások írásaiban. Hiányzott belőle a bátorság ahhoz, hogy szembenézzon a tényekkel. Az űrutazás összes alapvető egyenletét és alapelveit Ciolkovszkij, Goddard és Oberth évekkel — gyakran évtizedekkel — előbb kidolgozta, amikor kiváló tudósok még tréfát űztek a leendő asztronautákból. A tények értékelésében elkövetett hiba nem annyira intellektuális, mint morális jellegű. A kritikusokban nem volt meg az a bátorság, amelyet tudományos meggyőződésüknek meg kellett volna adnia nekik. Nem tudtak hinni az igazságnak még akkor sem, mikor azt szemük előtt fejtették ki, saját matematikai nyelvükön. Mindnyájan ismerjük a gyávaságnak ezt a fajtáját, mert egyszer-másszor magunk is beleesünk.

A jövendőmondás hibáinak másik fajtája kevésbé hibáztatható és sokkal

érdekesebb. Ez olyankor fordul elő ha az összes rendelkezésre álló tényt helyesen értékelik és rendszerezik — de amikor az igazán létfontosságú tények még felfedezetlenek, és létezésük lehetősége nem magától értetődő.

Híres példát szolgáltat erre a filozófus Auguste Comte, aki *Gours de Philosophic Positive* (Előadások a pozitív filozófiáról ~ *A ford.*) című (1835) művében megpróbálta meghatározni a tudományos ismeretek határait. A csillagászatról szóló fejezetben (2. kötet, I, fejezet) ezt írja az égitestekkel kapcsolatban:

„Tudjuk, hogyan határozhatjuk meg alakjukat, távolságukat, tömegüket, mozgásukat, de soha semmit nem tudhatunk meg kémiai vagy ásványi szerkezetükről — még kevésbé arról, hogy szerves lények vannak-e felszínükön ... Gondosan külön kell választanunk gondolatban a Naprendszert és a világegyetemet, és állandóan tudatában kell lennünk annak, hogy egyedüli, igazi érdeklődésünk csakis az előzőre szorítkozhat. Csakis e határon belül olyan felsőrendű és pozitív tudomány a csillagászat, amilyennek mi tekintjük ... a csillagok csak annyiban szolgálnak bennünket tudományosan, hogy rendelkezésünkre bocsátják helyzetüket, amelyhez saját rendszerünk belső mozgásait viszonyíthatjuk.”

Más szóval, Comte elhatározta, hogy a csillagok sohasem jelenthetnek többet, mint égi vonatkoztatási pontokat, a csillagással való mindennemű belső kapcsolat nélkül. Csak a bolygók esetében lehet reményünk bármiféle határozott ismeretre, és még ez az ismeret is a geometriára és dinamikára korlátozódik. Comte valószínűleg eldöntötte, hogy olyanféle tudomány, mint az „asztrofizika” *a priori* lehetetlen.

Mégis, halála után fél évszázadon belül a csillagászat majdnem egészében asztrofizika lett, és ma már nagyon kevés hivatásos csillagászt érdekelnek elsősorban a bolygók. Comte állítását a spektroszkóp felfedezése véglegesen megcáfolta, amely nemcsak hogy felfedte az égitestek „kémiai szerkezetét”, hanem segítségével sokkal többet tudtunk meg a távoli csillagokról, mint a szomszédos bolygókról.

Comte-ot azonban nem marasztalhatjuk el azért, hogy nem gondolt a spektroszkópra; *senki* sem gondolhatott volna rá vagy a még sokkal kifinomultabb eszközökre, amelyek ma már a csillagász fegyvertárához tartoznak. Sőt egy olyan figyelmeztetést köszönhetünk neki, amelyet mindig észben kellene tartanunk: még olyan dolgok is, amelyek a meglevő vagy előre látható technika alapján teljességgel lehetetlennek látszanak, új tudományos „frontáttörés” eredményeként könnyűnek bizonyulhatnak. Természetüknél fogva ezeket a „frontáttöréseket” nem lehet előre látni, de képessé tettek bennünket arra, hogy a múlt oly sok leküzdhetetlen akadályán áthaladjunk; és amelyeket figyelmen kívül hagyva, a jövőről alkotott egyetlen elképzelés sem remélheti, hogy megvalósul.

A képzelet egy másik nevezetes csődje Lord Rutherford mellett tartott ki

rendületlenül, aki mindenki másnál jobban felfedte az atom belső szerkezetét. Rutherford gyakran tréfálkozott azokkal a szenzációhajászokkal, akik előre megmondták, hogy egy napon igába tudjuk fogni majd az anyagba zárt energiát. És mindössze öt évvel 1937-ben bekövetkezett halála után megindították az első láncreakciót Chicagóban. Rutherford csodálatos éleselméjűsége ellenére elmulasztotta számításba venni azt, hogy felfedezhetnek olyan nukleáris reakciót, amelyben több energia szabadul fel, mint amennyi a megindításához szükséges. Az anyagban levő energia felszabadításához nukleáris „tűzre” volt szükség, a kémiai égéshez hasonlóan, és az urán hasadása szolgáltatta ezt. Miután ezt egyszer felfedezték, az atomenergia igába fogása már elkerülhetetlen volt, habár a háború kényszere nélkül még jó fél évszázadba kerülhetett volna.

Lord Rutherford példája mutatja, hogy nem mindig az az ember adja a jövőre nézve legmegbízhatóbb útmutatásokat, aki legtöbbet tud egy témáról, és tájékozott mestere saját szakterületének. A tudás túlságosan nagy rakománya megkötheti a képzelet kerekét. Ezt a megfigyelést megpróbáltam a „Clarke-törvény”-ben megtestesíteni, amely a következőképpen hangzik:

„Ha egy kiváló, de korosabb tudós azt állítja valamiről, hogy lehetséges, majdnem bizonyosan igaza van. Ha azt állítja, hogy valami lehetetlen, nagyon valószínű, hogy téved.”

A „korosabb” jelző talán még meghatározásra szorul. A fizikában, matematikában és csillagászatban ez harminc fölöttit jelent. Más tudományos szakterületen az aggkori elgyengülés néha kitolódik negyven fölé. Vannak természetesen ragyogó kivételek, de mint minden kutató ismeri ezt kollégáival kapcsolatban, a tudósok ötven felett nem alkalmasak másra, mint tanácskozási ülésekre, és minden áron távol kellene őket tartani a laboratóriumtól.

A nagyon is gazdag képzelet sokkal ritkább, mint a túlságosan szegény — ha mégis előfordul, rendszerint romlásba és csődbe rántja szerencsétlen professzorát —, hacsak nem elég okos ahhoz, hogy ötleteiről csupán írjon, és ne próbálja megvalósítani őket. Az első csoportban találjuk az összes tudományos fantasztikus regényíróit, a jövő történetíróit, az utópiák teremtetőit — és a két Bacont, Rogert és Francist.

Roger (kb. 1214—1292), aki szerzetes volt, képzeletben optikai eszközöket, géppel hajtott csónakokat és repülni tudó gépeket látott — olyan berendezéseket, amelyek messze túlhaladták a meglevő vagy az az idő tájt előre látható technikát. Nehéz elhinni, hogy ezeket a szavakat a tizenharmadik században írták:

„Olyan szerkezetet lehet készíteni, amellyel a legnagyobb hajók vezetéséhez elegendő egy személy, és mégis nagyobb sebességet lehet velük elérni, mintha tömve volnának legénységgel. Szekereket lehet készíteni, amelyek hihetetlen gyorsasággal fognak haladni, állatok segítségével nélkül. Repülő alkalmatosságot lehet szerkeszteni, amelyben az ember kényelmesen ülve és akármin gondolkozva, legyőzheti a levegőt mesterséges szárnyaival, madarak

módjára ... mint olyan gépeket is, amelyek képessé teszik az embert arra, hogy a tengerfenéken járjon ..."

Ez a szakasz a képzelet diadala a rideg valóság felett. Minden megvalósult belőle, de amikor íródott, inkább hitből fakadt, mint logikából. Valószínű, hogy minden hosszú távú jóslás, ha később pontos lesz is, ugyanilyen természetű. A valóságos jövőt ésszerűen nem lehet előre látni.

Charles Babbage (1792—1871) angol matematikus, ragyogó példája volt az olyan embereknek, akiknek képzelete messze megelőzte korát. Babbage már 1819-ben kidolgozta az automata számítógépek működésének alapelveit. Rájött arra, hogy minden matematikai számítás felbontható olyan elemi műveletek sorozatára, amelyeket elvben géppel is lehet végeztetni. A kormányzattól kapott 17 000 font összegű segély — az 1820-as évek táján igen jelentős összeg — felhasználásával hozzálátott, hogy „analitikai gépezetét” megépítse.

Habár élete hátralevő részét és saját vagyona nagy részét is ráfordította, Babbage nem tudta befejezni gépét. Kudarcát az okozta, hogy olyan színvonalú precíziós gépészet, amelyenre fogaskerekeinek és tengelykapcsolóinak megépítéséhez szüksége lett volna, az idő tájt egyszerűen nem létezett. Erőfeszítéseivel azonban segített létrehozni a szerszámgépipart — így hosszú távon a kormányzat 17 000 fontnál jóval többet kapott vissza —, és ma talán az lenne a helyes eljárás, ha Babbage számítógépét befejeznék, amely egyike a Londoni Tudományos Múzeum legérdekesebb látnivalóinak. A maga idejében Babbage csak annyit tudott elérni, hogy a teljes gép egy aránylag kis részének működését bemutatta. Halála után egy évtizeddel életrajzírója ezt mondja: „A nagy teoretikus lángelmének e rendkívüli műve eszerint elméleti lehetőség maradt, és kétségtelenül marad is örökre.”

Napjainkban nem sok maradt ebből a „kétségtelenből”. E pillanatban számítógépek ezrei működnek azoknak az alapelveknek megfelelően, amelyeket Babbage vázolt fel világosan, több mint egy évszázaddal ezelőtt — de olyan széles körben és olyan sebességgel, amelyről ő álmodni sem mert. Ami Charles Babbage esetét olyan érdekessé és megindítóvá teszi, az hogy ő nem egy, hanem két technikai forradalommal járt kora előtt. Ha a precíziós szerszámgépipar létezik 1820-ban, megépíthette volna „analitikai gépezetét”, és az sokkal gyorsabban működött volna, mint egy számoló ember, bár a mai gépeknél sokkal lassabban, hiszen az — szó szerint — a fogaskerekek, tengelyek, bütykös tengelyek és kilincsművek sebességétől függött.

Az automata számítógépek nem terjedhettek el addig, míg az elektronika ezerszer és milliószor gyorsabb működést lehetővé nem tett ahhoz képest, amelyet tisztán mechanikai szerkezettel lehetett elérni. A technológia ezt a szintet az 1940-es években érte el, és ezzel Babbage-t azonnal igazolta. Az ő hibája nem a képzelet csődje, hanem az volt, hogy száz évvel korábban született.

Az ember csupán azáltal készülhet fel a megjósolhatatlanra, hogy

megpróbálja elméjét előítélet-mentesen nyitva tartani — és ez olyan követelmény, amelyet különösen nehéz elérni még a legjobb akarattal is. Valóban, egy teljesen nyitott elme üres lenne, az elfogultságtól és előítéletektől való szabadság pedig elérhetetlen ideál. De van a gondolati gyakorlatozásnak egy olyan formája, amely jó alapedzést jelent a leendő prófétáknak: aki meg akar birkózni a jövővel, menjen vissza képzeletben egykét emberöltőt — mondjuk 1900-ba —, és tegye fel a kérdést magának: mennyire lenne hihetetlen, sőt érthetetlen a mai technika még az akkori idők legélesebb elméi előtt is.

1900 jó, kerek évszám lesz, mert éppen ekkortájt történt, hogy a poklok elszabadultak a tudományban. Mint J. B. Conant mondja:

„Valahol 1900 körül a tudomány *tökéletesen* váratlan fordulatot vett. A tudomány történetében korábban volt néhány forradalmi elmélet és több korszakalkotó felfedezés, de ami 1900 és mondjuk 1930 között végbement, valami más volt. Ez egy általános várakozás kudarca volt, nem lehetett tudni, hogy mi az, amit biztosan el lehet várni a kísérletezéstől.” P. W. Bridgman még keményebben fejezi ki magát: „A fizikus kikényszerített intellektuális krízisen ment át, olyan kísérleti tények felfedezése által, amelyeknek létezését nem látta előre, sőt még lehetségesnek sem gondolta.”

A „klasszikus” tudomány összeomlása valójában 1895-ben kezdődött, amikor Röntgen felfedezte a róla elnevezett sugarakat. Ez volt az első világos jele annak, mindenki számára érthetően, hogy a világról alkotott józan elképzelés egyáltalán nem érvényes. A röntgensugarak vagy X-sugarak — már maga a név mutatja a tudósok és laikusok egyaránti zavarát — át tudtak hatolni a szilárd anyagon, akárcsak a fény egy üveglemezen. Senki sem képzelt vagy jósolt eddig ilyesmit. Hogy az ember be tud pillantani az emberi test belsejébe — ami forradalmasítja az orvostudományt és a sebészetet — olyasvalami volt, amit a legmerészebb próféta sem álmodott.

A röntgensugarak felfedezése volt az első behatolás olyan birodalmakba, ahová eddig emberi elme nem merészkedett. De ez egyúttal egy kis figyelmeztetés is volt, hogy még meglepőbb felfedezések vannak készülóban — a radioaktivitás, az atom belső szerkezete, a relativitáselmélet, a kvantumelmélet, a határozatlansági elv ...

Mindezeknek alapján a mi modern világunk felfedezései technikai berendezései két élesen elkülöníthető osztályba sorolhatók. Az egyik oldalon vannak azok a gépek,

melyeknek működése teljesen világos lett volna a múlt bármely nagy gondolkodója előtt. A másik csoportba kerülnek azok, amelyek tökéletesen zavarba ejtették volna ókor legremekebb elméit is. És nem csupán az ókoriakat: vannak olyan, mostanában használt berendezések, amelyek örületbe hajszolhatták volna Edisont vagy Marconit, ha megpróbálták volna működésüket megfejteni.

Hadd mondjak néhány példát. Ha valaki modern Diesel-motort, autót, gőzturbinát vagy helikoptert mutatott volna Franklin Benjáminnak, Galileinek, Leonardo da Vincinek, vagy Arkhimédésznek — e névsor kétezer évet felölel —, egyiküknek sem okozott volna nehézséget a gépek működésének megértése. Leonardo például néhányat meg talált volna feljegyzései között. Mind a négyen meglepődtek volna az anyagokon és a munka minőségén, amelynek pontossága mágikusnak tűnhetett volna, de a meglepetésen túljutva, teljesen otthonosan érezték volna magukat — míg csak meg nem kísérlik, hogy a kiegészítő szabályozó és elektromos rendszerekbe túlságosan mélyre hatoljanak.

De tegyük fel, hogy egy televíziós készülékkel, elektronikus számítógéppel, atomreaktorral vagy radarberendezéssel kerültek volna szembe. Eltekintve e berendezések bonyolultságától, az ezeket alkotó egyes elemek érthetetlenek volnának bárki előtt, aki a huszadik század előtt született. Tanultsági vagy intelligenciafoktól függetlenül senki nem rendelkezne azzal a szellemi vázzal, amely az elektronnyalábokat, tranzistorokat, atombomlást, hullámvezetőket és katód sugárcsőveket felöleli.

A nehézség, ismétlem, nem a bonyolultságban rejlik. A legegyszerűbb modern eszközök némelyikét lenne a legnehezebb megmagyarázni. Különösen jó példa erre az atombomba — legalábbis a korai változata. Mi lehetne egyszerűbb, mint két fémdarab összezsugorodása? De hogy lehetne megmagyarázni Arkhimédésznek, hogy az eredmény nagyobb pusztulás lesz, mint amelyet a trójaiai és görögök közötti összes háború okozott?

Tegyük fel, hogy valaki odament volna a tizenkilencedik század valamelyik tudósához, és így szólt volna hozzá: „Itt van egy urán 235 nevű anyag két darabja. Ha ezeket egymástól elkülönítve tartja, semmi sem történik. De ha hirtelen összeérinti őket, annyi energiát szabadít fel, amennyit tízezer tonna szén elégetésekor nyer.” Bármilyen előrelátó és nagy képzelőtehetségű is, e huszadik század előtti tudós így szólt volna: „Micsoda képtelenség! Ez mágia, nem tudomány! Ilyen dolgok nem fordulhatnak elő a valóságos világban!” 1890 körül, amikor a fizika és termodinamika alapjait lerögzítették (legalábbis így látszott), szabatosan meg is magyarázhatta volna, miért lenne képtelenség az egész:

„Energia nem lehet a semmiből teremteni — annak kémiai reakcióból, villamos elemből, meghajlított rugóból, összenyomott gázból, pörgő lendkerékből vagy más egyértelműen meghatározott forrásból kell erednie. Minden ilyen forrás ki van zárva ebben az esetben — és még ettől függetlenül is, az említett energiamennyiség abszurd. Hiszen ez több mint *egymilliószor* akkora, mint amennyit a legnagyobb erejű kémiai reakcióból nyerhetünk!”

Ebben a példában az a megkapó, hogy amikor az atomenergia létezése már nyilvánvaló és köztudott volt — mondjuk 1940-ben —, még akkor is majdnem minden tudós nevetett volna arra a gondolatra, hogy az pusztán fémdarabok összeérintésével felszabadítható. Azok, akik hittek a magenergia

felszabadításában, majdnem bizonyosan bonyolult villamos berendezéseket — „atommöröket” és hasonlókat — képzeltek a feladat végrehajtására. (Hosszú távon valószínűleg ez lesz a helyzet; úgy látszik, ilyenféle gépekre lesz szükségünk a hidrogénmagok ipari méretű egyesítésére. De végre is, ki tudja?)

Az uránium hasadásának 1938-ban teljesen váratlanul bekövetkezett felfedezése lehetővé tett ilyen, elvileg nevetségesen egyszerű szerkezeteket (ha gyakorlatban nem is), mint az atombomba és a láncreakciós magreaktor. Nincs az a tudós, aki megjósolhatta volna őket előre, és ha mégis, minden kollégája kinevette volna.

Nagyon tanulságos és képzeletfejlesztő, ha listát készítünk azokról a találmányokról és felfedezésekről, amelyeket előre láttak — és amelyeket nem. Íme, az én erre irányuló kísérletem:

A bal oldali oszlopban szereplő minden tételt megvalósítottak vagy felfedeztek már, és mindegyikben volt egy váratlan vagy teljességgel meglepő elem. Legjobb tudomásom szerint egyet sem sejtettek túlzottan felfedezésének pillanata előtt.

A jobb oldalon ugyanakkor olyan fogalmakat láthatunk, amelyek itt ólálkodnak évszázadok vagy évezredek óta. Néhányat megvalósítottak, másokat meg fognak valósítani, ismét mások talán megvalósíthatatlanok. De melyek ezek?

<i>Váratlanok</i>	<i>Előre láthatók</i>
Röntgensugárzás	Automobil
Magenergia	Repülőgép
Rádió, televízió	Gőzgép
Elektronika	Tengeralattjáró
Fényképezés	Űrhajó
Hangrögzítés	Telefon
Kvantummechanika	Robotgép
Relativitáselmélet	Halálsugár
Tranzisztor	Transzmutáció
Mézer, Lézer	Mesterséges élet
Szupravezető; szuperfluiditás	Halhatatlanság
Atomóra; Mössbauer-effektus	Láthatatlanság
Égitestek összetételének meghatározása	Lebegés
Kormeghatározás (Carbon 14 stb.)	Teleportálás
Láthatatlan bolygók felfedezése	Holtakkal való összeköttetés
Ionoszféra, van Allen-övezet	Múlt és jövő megfigyelése
	Telepátia

A jobb oldali lista szándékosan kihívó: merő fantáziát ugyanúgy tartalmaz, mint komoly tudományos elgondolást. De a lehetséges határait csak egyetlen módon fedezhetjük fel, ha megkockáztatjuk, hogy kevéssel túl is haladjunk rajta, a lehetetlenbe. A következő fejezetekben, remélem, hogy pontosan ezt teszem. De nagyon félek, hogy időről időre nálam is bekövetkezik majd a képzelet csődje — ha ugyan nem a Józan Ész csődje. Mert, ha a bal oldali oszlopra pillantok, néhány olyan tételt látok ott, amelyet csak tíz évvel ezelőtt magam is lehetetlennek tartottam volna ...

III. FEJEZET

A KÖZLEKEDÉS JÖVŐJE

A világ történetében eddig az elhasznált energia legnagyobb részét dolgoknak egyik helyről a másikra való mozgatására fordították. Ezer és ezer éven át a mozgatás sebessége nagyon kicsi volt — két vagy három mérföld óránként, ami egy sétáló ember tempója. Ezt még a ló megszelídítése sem növelte lényegesen, mert bár egy versenyló óránként negyvenmérföldes sebességnél jobban is futhat nagyon rövid ideig, a lovat főként lassú teherhordásra vagy járművontatásra használták. E járművek leggyorsabbika — a Dickens által halhatatlanná tett postakocsi — ritkán tudott óránként tíz mérföldnél többet megtenni a tizenkilencedik század előtti idők útjain.

Így hát az ember történelme és a történelem előtti idők során az ember gondolata és életmódja majdnem végig a sebességspektrum egy szűk, óránként egy és tíz mérföld közé eső sávjára korlátozódott. Mindazonáltal, néhány emberöltő alatt az utazás sebessége megszázsorozódott; és valóban indokoltan gondoljuk, hogy az a gyorsulás, amely a huszadik század közepe táján bekövetkezett, sohasem fog megismétlődni.

A sebesség azonban a közlekedésnek nem egyetlen jellemzője, és előfordulhat, hogy kifejezetten nem kívánatos, különösen, ha összeütközésbe kerül a biztonsággal, kényelemmel vagy gazdaságossággal. A szállítás alapvető lényegét tekintve, lehet, hogy már elértük (ha túl nem szárnyaltuk) a sebesség gyakorlati határát, és a jövőbeli haladást más irányokban kell keresnünk. Senki sem akar az Oxford Streeten hangsebességgel végigutazni, de sok londoni boldog lenne abban a biztos tudatban, hogy ugyanezt egy postakocsi sebességével bármikor megteheti.

A közlekedés osztályozásának sok módja van, a legmagátólértetődőbb talán a következő: szárazföldi, tengeri, légi vagy űrközlekedés. De ez a felosztás egyre inkább önkényessé válik most, amikor már vannak olyan járművek, amelyek egyformán jól használhatók két vagy több vonatkozásban is. Céljainknak leginkább a távolságok szerinti felosztás felel meg: a mi 8000 mérföld átmérőjű bolygónkon mindössze négy körzet adódik.

<i>Körzet mérföldben</i>	<i>Távolság megjelölése</i>	<i>Közlekedés módja</i>	
		<i>Személy</i>	<i>Teher</i>
1. 1-10	Nagyon rövid (helyi, városi)	Gyalog Ló Kerékpár <i>Robogó</i> Gépkocsi Autóbusz Földalatti Mozgó pálya	<i>Teherautó</i> Cső Mozgó pálya
2. 10-100	Rövid (külvárosi, vidéki)	<i>Gépkocsi</i> Autóbusz Kishajó Mozgó pálya	<i>Teherautó</i> Cső Vasút
3. 100— 1000	Közép (kontinensen belül)	Gépkocsi Autóbusz <i>Vasút</i> Kishajó Repülőgép GEM VTOL	<i>Teherautó</i> <i>Vasút</i> Repülőgép GEM VTOL
4. 1000-10 000	Nagy (interkontinentális)	<i>Vasút Repülőgép</i> Hajó Sugárhajtású repülőgép Rakéta	<i>Vasút Hajó</i> Légi jármű Tengeralattjáró

GEM (Ground Effect Machine) = légpárnás jármű VTOL (Vertical Take-off and

Landing aircraft) = függőlegesen fel- és leszállni tudó légi jármű (vertiplán)

Az első kategóriában — nagyon rövid távolságokra — csak rendőrségnek, mentőknek és tűzoltóknak lehet szükségük arra, hogy óránként ötven mérföldnél gyorsabban haladjanak, és joguk ahhoz, hogy ekkora sebességgel a közösséget zavarják. Ilyen távolságokra véleményem szerint az egyéni közlekedés legalkalmasabb eszköze a robogó vagy a nagyon kicsi törpeautó. En ugyan szeretnék gyökeresen reakciós lenni, és azt mondom, hogy a sétálás majdnem idejét múlt szokása még mindig nagyon ajánlható az egészség, a jó szellemi közérzet — és gyakran a gyorsaság érdekében is, amit bárki, aki megrekedt már a nagyvárosi forgalom torlódásában, tanúsíthat. Talán az egyetlen kifogás a sétálással szemben, rövid távolságokról lévén szó, az időjárás lehet, és még ez a kifogás is el fog tűnni alkalmasint. A városok időjárását magától értetődően szabályozni tudjuk majd, még egy újabb évszázad eltelte előtt; a városokon kívül pedig, ha nem is tudjuk szabályozni, egész bizonyosan meg tudjuk mondani előre, és ennek megfelelő terveket tudunk majd készíteni.

Ha már e visszapillantó hangulatban vagyunk, hadd mondjak valami még meglepőbbet. A legjobb személyszállító eszköz, amellyel az ember valaha rendelkezett

— csak rövid távolságokra és szép idő esetére — a ló. Önkormányzó, önreprodukáló, sosem megy ki a divatból

— és csak emeletes buszból kaphatunk a tájról ehhez fogható kilátást. Elismerem, hogy van néhány hátránya is: a ló tartása drága, hajlamos zavarba ejtő viselkedésre, és valójában nem nagyon okos. De ezek nem igazán *alapvető* nehézségek, mert egy napon képesek leszünk majd arra, hogy megnöveljük háziállataink intelligenciáját, vagy kitenyésszünk újakat, amelyek intelligenciafoka sokkal magasabb, mint a mostaniaké.

Ha ez bekövetkezik, a kis távolságú szállítás — legalábbis vidéki viszonylatban — lehet hogy ismét nem-gépi természetűvé válik, habár nem szükségképpen ló a főszereplője. Végtére kiderülhet, hogy a ló nem a legjobb választás. Valami olyan, mint egy „kompakt” elefánt megfelelőbb lehet ügyessége miatt. (Ez az egyetlen négylábú amely finom műveleteket végre tud hajtani, négy-lábú volta ellenére.) Mindenképpen növényevőnek kellene lennie a hűevők táplálása túlságosan költséges, és ezek esetleg kedvet kaphatnának lovasaikhoz.

Amire én gondolok, olyanféle állat, amely elég nagy ahhoz hogy ellássa magát takarmánnyal anélkül, hogy alkalmatlankodna vagy elveszne. Jelentkezne szolgáltatással szabályos időközönként, vagy rádióparancsra, és sok egyszerű megbízatásnak eleget tudna tenni önállóan, emberi felügyelet nélkül. Úgy látom, hogy ilyen teremtmény iránt volna kereslet, és ha az igény fennáll, előbb-utóbb kielégítik.

E biológiai vágyálomból visszatérve a gépek világába, a nagyon rövid távolságok kategóriájában az egyetlen új tétel a mozgó pálya. Ezen teljes,

folytonosan mozgó rendszert értek, amilyen a mozgólépcső vagy a „mozgó út” H. G. Wells *Mikor az alvó felébred* című regényében.

Néhány szerényebb kísérletet megvalósítottak már a mozgó járdára New Yorkban és Londonban, hogy megszüntessék a Grand Central Station és Times Square, valamint a Monument és a Bank közötti hírhedt torlódásokat. Egy egészséges várost, amelyet alapjaitól lakóinak kényelmére terveztek, keresztül-kasul szelnének a különböző szintű lassan mozgó járdák, talán az észak-déli irányúak lehetnének a páros szinteken, míg a kelet-nyugatiak a páratlanokon, gyakori átszállási pontokkal.

Egy mozgó járdákkal átszőtt város némileg unalmas és mechanikus lenne nyilvánvaló műszaki okoknál fogva, habár nem szükségszerű, hogy olyan egyhangúan egyenesekkel határolt legyen, mint a Manhattan. Azt gyanítom, hogy a megvalósítás legnagyobb nehézsége nem műszaki vagy gazdasági, hanem szociális jellegű lenne. A közönség szabad közlekedtetése, habár jó közérzést kelt, nagy átokká válna sokak számára. Máris látom magam előtt az az erőteljes kampányt, amelyet a gépkocsivezetők egyesülete indítana az egészséges individualizmusért az államosított közlekedés borzalmai ellen.

Mégis előbb-utóbb nyilvánvalóvá válik, hogy a járműveket — a közhasználatúak kivételével — lassan ki kell tiltani a városok területéről. Volt valamelyes időnk rá, hogy e ténnyel megbarátkozzunk: több mint kétezer év telt el azóta, hogy a növekvő forgalom zsúfoltsága arra készítette Julius Caesart, hogy a nappali órákra mindennemű kerek járművet kitiltson Rómából — és a helyzet némileg rosszabbodott i. e. 46 óta. Ha a magángépkocsik így folytatják városi tevékenységüket, kénytelenek leszünk az összes épület cölöpökre helyezni, hogy a teljes alapterületet autóutakra és parkolóhelyekre lehessen felhasználni — és lehet, hogy még ez sem oldja meg a problémát.

Habár valószínűtlennek látszik, hogy a gyalogosokat szállító szalagot, rövid távolságoktól eltekintve, valaha is használják, van némely eshetőség arra, hogy kiterjedtebb alkalmazást találjon. Mintegy húsz évvel ezelőtt egy *The Roads Must Roll* (Az utaknak kell mozogniuk) című novellában Robert Heinlein arról ír, hogy a közlekedés még komolyabb távolságokra is egy napon majd a mozgó pályarendszerre fog épülni — ha másért nem is, mert a Benzin Háború növekvő véráldozatai visszaszorítják a gépkocsik folyamatos használatát. Heinlein kidolgozta a maga szokott aprólékosságával a Gördülő Út kultúrájának mind szociológiáját, mind technológiáját. Hatalmas, több sávú útvonalakat képzelt el, amelyek középső expressz szelvénye 100 mérföldet tesz meg óránként, kiegészítve étkezőhelyekkel és pihenőszobákkal.

Egy ilyen rendszer műszaki problémái óriásiak lennének, de nem legyőzhetetlenek (alig lehetne őket azokhoz hasonlítani, amelyeket a nukleáris fegyverek fejlesztése során leküzdöttek, bár a ráfordított összegek talán még nagyobbak is lehetnének). Az én érzésem azonban az, hogy a gépészeti nehézségek igen komolyak lennének, és megoldásuk a *technika mai állása mellett* nem érné meg a fáradságot. Maga Heinlein elég óvatos volt ahhoz, hogy

rámutatson, mi történhetnék akkor, ha egy nagy sebességű szalag néhány ezer utassal a fedélzetén elszakad ...

Egy folytonos mozgást végző személyszállító szalaggal kapcsolatos alapvető probléma az, hogy hogyan lehet épségben feljutni rá? Aki megfigyelt már ideges idősebb hölgyet, amint a mozgólépcső előtt habozik, tudja miről beszélek. Nem hinném, hogy az átlagos utasoktól elvárhatnánk, hogy teherrel vagy gyerekkel a karjukon megbirkózzanak az óránként 5 mérföldes vagy nagyobb sebességkülönbségekkel. Ez azt jelenti, hogy nagyszámú, egymás melletti sáv szükséges, ha óránként ötven mérfölddel vagy még gyorsabban haladó expresszutakat akarunk építeni.

Az ideális mozgó út olyan lenne, hogy sebességgradiense folytonosan növekednék a szélétől a közepe felé haladva, és így nem lenne rajta hirtelen sebességugrás. Semmilyen szilárd anyag nem viselkedhet ilyen módon, és első

ránézésre a gondolat megvalósíthatatlannak tűnik. De csakugyan az?

Egy folyó áramlása ilyenfajta viselkedést mutat. Közvetlenül a part mellett a folyadék mozdulatlan, majd a felületi réteg sebessége egyenletesen növekszik a közép felé és ismét csökken a másik parthoz közeledve. Ezt be is bizonyíthatjuk azáltal, ha egyenletesen áramló folyó felszínére keresztben egy parafadugósort helyezünk jelzőként. A vonal gyorsan elgörbül, a középen levő parafa darabok előre mozognak a széleken levőkhöz képest. A természet előállította a tökéletes mozgó út prototípusát — ama kis rovarok számára, amelyek jární tudnak a vízen.

Korábbi novelláim egyikében felvettem, noha nem nagyon komolyan, hogy egy napon feltalálhatnánk vagy kifejleszthetnénk olyan anyagot, amely függőleges irányban elég szilárd ahhoz, hogy egy ember súlyát elbírja, és vízszintes irányban mégis elég folyékony ahhoz, hogy különböző sebességekkel áramolhasson. Rengeteg anyag viselkedik bizonyos mértékig „anizotrop módon” — azaz tulajdonsága a különböző irányokban más és más. Klaszszikus példa erre a fa: minden ács tudja, hogy a rost irányában egészen más tulajdonságai vannak, mint erre merőlegesen.

Talán a térben megfelelően változó elektromos, mágneses vagy egyéb terek, amelyek porra vagy sűrű folyadéokra hatnak, előállíthatják a kívánt anizotrop hatást; gondoljunk csak arra, hogy mi történik mágneses tér jelenlétében a vasreszelékkel. Amit szemléltetni próbálok (és el kell ismernem, hogy ez csupán reménykedő füttyjel a technika sötétjében) nem más, mint egy X anyagból való meglehetősen vékony réteg, mozdulatlan, szilárd alapon, amely a szükséges polarizáló tér létrehozására szolgál. Ez a tér váltja ki az X anyag szükséges merevségét függőleges irányban és keresztirányban a kívánt sebességgradienst. A szélén tehát tökéletesen biztonságosan lehet fellépni rá, mert ott majdnem áll. Ha valaki a közép felé sétál, folytonos és állandó sebességnövekedést észlel, míg csak el nem éri az expressz-szakaszt. Nincsenek hirtelen ugrások, ami bármely, párhuzamos sávokból álló

rendszerben elkerülhetetlen lenne.

A folytonos keresztirányú sebességváltozás persze meglehetősen idegesítő lenne: nem lehetne nyugodtan állni, mert az egyik lábunk lassan megelőzné a másikat. Ezért meglehetősen széles, egyenletes sebességű sávokat kellene kialakítani, amelyeket különböző színekkel lehetne kivilágítani. Ezeket keskeny átmeneti szakaszok választanák el, ahol a sebesség gyorsan, de folytonosan változnék. A sávok szélességét és irányát a forgalom kívánalmainak megfelelően könnyen lehetne változtatni az őket létrehozó térelosztás megfelelő változtatásával. Az út végén a tér megszűnne, az X anyag visszaváltozna közönséges, szokásosan viselkedő folyadékká vagy porrá, és csővezetéken vissza lehetne szivattyúzni az út elejére.

Az egész elgondolás olyan szép, és a mozgó pályák megszokott rendszerének olyan tökéletesítése, hogy nagy kár lesz, ha egyszer kiderül a megvalósíthatatlansága ...

Másfelől, még sokkal fejlettebb megoldásokat is találhatunk a gyalogos közlekedés problémájára. Ha valaha felfedezzük a gravitáció szabályozásának módját (egy lehetőségről részletesebben beszélünk az 5. fejezetben), ezzel sokkal nagyobb hatalomhoz jutunk, mint a súly semlegesítésével. Nemcsak lebegést, hanem vezérelt mozgást is elő tudunk majd állítani tetszőleges kiszemelt irányban — föl vagy le, vízszintesen vagy függőlegesen.

Minthogy nemzedékünk már megismerkedett a tengeri vagy űrbeli „súlytalansággal”, nem volna szabad egészen fantasztikusnak minősítenünk a lebegő gyalogosokkal teli városról rajzolt képet — ha még lehet őket gyalogosoknak nevezni. Ámbár, kissé hajmeresztő elképzelni, mit jelentene a függőleges közlekedés egy olyan méretű épületben, mint az Empire State Building. Nem lennének lift-szekrények — csak üres aknák, fel s alá 1000 láb hosszúságban. De ezek a bennlevőknek — a kilencven fokkal mesterségesen elfordított gravitációs tér hatására — vízszintes alagutaknak tünnének, amelyben úgy suhannának, mint a bogáncspihe az enyhe szellőben. Csak amennyiben a hálózat kimaradna, térnének vissza a valósághoz, egy — bocsánat a szóhasználatért — puffanással.

Nyilvánvaló, hogy korunk embere nem sokáig bírná ki fizikailag vagy pszichikailag egy ilyen városban. De meddig tartana ki egy 1800-ból való ember a mieinkben?

Ha ki is tiltják valamikor a városokból a motoros járműveket, a rövidtávú (10 — 100 mérföld) közlekedésben valószínűleg még hosszú ideig használatban lesznek. Alig emlékszünk már rá, hogyan is volt másképp, az autó annyira része életünknek; nehéz elhinni, hogy századunk szülötte.

Pártatlanul nézve, hihetetlen egy szerkezet, amelyet semmiféle egészséges társadalom nem tűrne meg. Ha 1900 előtt valaki láthatta volna hétfő reggel vagy péntek este a modern nagyvárosokhoz vezető utakat, azt hihette volna, hogy a pokolban van — és nem is tévedett volna nagyot.

Ott tartunk, hogy a járművek milliói, mint a bonyolultság (gyakran

szükségtelen) csodái, zörögve száguldoznak minden irányban a kétszáz lóerőig terjedő ösztönzés hatására. *Nem* egy közülük akkora, mint egy kisebb ház, és pár tonna ravasz ötvözetet tartalmaz — mégis gyakran egyetlen utast szállít. Járműveink 100 mérföldet tudnának megtenni óránként, de szerencsések, ha a húszas átlagot elérik. Egyetlen üzemi élettartam alatt több pótolhatatlan üzemanyagot használnak el, mint amennyi azelőtt az emberiség egész történetében elfogyott. Az őket hordozó utak, noha nem megfelelőek, annyiba kerülnek, mint egy kis háború; és a hasonlat sajnos azért is jó, mert ugyanilyen méreteket ölt a balesetek száma.

De a megdöböntő anyagi és szellemi károk ellenére (nézzük csak meg, mit tett Detroit az esztétika ellen), civilizációnk tíz percnél tovább nem tudna létezni autó nélkül. Noha könnyen be lehet bizonyítani, hihetetlennek tűnik, hogy lényegét tekintve helyettesíthető más valamivel. A világ kerekeken közlekedik immár 6000 év óta, és töretlen fejlődés vezetett az ökrös szekértől a Cadillacig.

De egy napon ez a fejlődés megszakad — talán a maguk alá hajtott levegőn száguldó légpárnás járművek, talán a gravitációs szabályozás, talán valami még sokkal forradalmibb eszköz miatt. Ezekről a lehetőségekről máshol fogok beszélni; addig is vessünk egy rövid pillantást az általunk is ismert automobil jövőjébe.

Sokkal könnyebb lesz — és ezért sokkal teljesítőképesebb —, mint elődei. A bonyolult és mérgező benzinmotor helyére (amely valószínűleg ugyanannyi ember halálát okozta a levegő beszennyezésével, mint közvetlen fizikai ütközéssel) tiszta és csendes villamos motor kerül a kerekbe építve, így felszabadul a hely a karosszériában. Ez feltételezi természetesen a villamos energia hatékonyabb és kisebb súlyt igénylő tárolását vagy előállítását, amely legalább egy nagyságrenddel jobb, mint a mostani ormóttan telepek. Egy ilyenféle felfedezés esedékes már mintegy ötven éve; lehet, hogy a tüzelőanyag-cella fejlődése során, vagy mint a szilárd testek fizikájának mellékterméke, megvalósul.

Ezek az eredmények azonban sokkal kevésbé fontosak, mint az a tény, hogy a holnapután gépkocsiját nem a tulajdonosa fogja hajtani, hanem az saját magát. Egy napon ugyanis valóban komoly offenzívát jelent majd a gépkocsi hajtása nyilvános autópályán. Nem foglalkozom annak megjósolásával, hogy mennyi időbe telik majd a teljesen számítógépesített autózás bevezetése, de a légi forgalomban és a vasúti közlekedésben már kifejlesztett tucatnyi megoldás ennek az útját is kijelöli. Automatikus egységek, elektronikus útjelzések, radar akadályjelzők, navigációs hálózat — már ma is magunk elé tudjuk képzelni a szükséges alapelemeket. Egy automata gyorsforgalmi műútszisztem bevezetése és fenntartása persze mesésen sokba kerül — de hosszú távon mégis sokkal olcsóbb, mint a mai kézi vezérlés, ami az időt, a roncsolódást és az emberéletet illeti.

A jövő automobilja valóban méltó lesz nevének első felére. Csak közölni kell

vele az úticélt — egy kód tárcsázásával, sőt talán szóban — és odajut majd a legmegfelelőbb útvonalon, miután először tájékozódott az út információrendszerétől a forgalmi akadályok és közlekedési dugók helyzetéről. Mellékesen ezzel a parkolási nehézségek is megoldódnak. Amint az ember a kocsijával a hivatalához megérkezett, utasíthatja, hogy hagyja el a várost. Este rádióhívásra vagy előre rendelt időre ismét jelentkezik szolgáltatételre. Ez csak egyike azoknak az előnyöknek, amelyeket egy beépített sofőr nyújt.

Vannak emberek, tudom, akik szeretnek kocsit vezetni, egyszerű freudi okokból. Ezek vágyaikat könnyen kielégíthetnék megfelelő időben és helyen — de *ne* a gyorsforgalmi utakon. Ami engem illet, rendületlenül visszautasítok minden olyan járművel való kapcsolatot, amelyben nem olvashatok, amikor utazom. (Ezért nincs kocsim: technikai fejlettsége e korai fokán ő birtokolna engem.)

A közlekedés történetének legforradalmibb — és nagyapáink szemszögéből nézve valóban a leghihetlenebb — eseménye a repülés megjelenése volt.

Alkalmasint néhány

száz mérföldnél nagyobb távolságokra a teljes utasforgalom a levegőben fog lebonyolódni. A vasutak tisztában vannak ezzel, amint ez azokból a gyakran nem is titkolt erőfeszítésekből látható, amelyeket az utasok kedvének megnyerésére fejtenek ki. Jobban tennék, ha figyelmüket a teherszállításra fordítanák, amely több hasznot hajt, sokkal kevesebb bajjal jár, mert ritkán siet eszeveszettül, és a teher nem tiltakozik, ha mellékvágányokon várakoztatják néhány órát. Ahhoz sem ragaszkodik, hogy lábait melegítsék és Martiniját behűtsék.

Az emberiséget majdnem fél évszázadon át oly jól szolgáló vasutak története utolsó szakaszába lép. Minthogy az ipar decentralizálódik, amint a szén tüzelőanyagként való felhasználása csökken, és az atomenergia lehetővé teszi, hogy a gyárak anyagforrásaikhoz közelebb kerüljenek, a milliótonnányi nyersanyag ezer mérföldekre való szállításának szükséglete lassan elapad. Ezzel együtt megszűnik a vasút fő feladata, amely mindig a teher és nem az utasok szállítása volt.

Néhány fiatal ország — például Ausztrália — máris kinőtte a vasútkorszakot, és gyorsforgalmi, valamint légi utakon alapuló közlekedési rendszert épít ki. Néhány évtizeden belül a mai pullmanok, étkezők és pihenők éppúgy antik holmivá válnak, mint a Mississippi evezős csónakjai, és ugyanolyan nosztalgiát fognak ébreszteni.

Mindazonáltal egy sajátos paradoxon folytán könnyen lehetséges, hogy a vasutak hőskora még ezután következik. Léggör nélküli világokban, mint például a Hold, a Merkúr és az óriásbolygók holdjai, a közlekedés egyes formái lehet hogy megvalósíthatatlanok, ugyanakkor a léggör hiánya nagyon nagy sebességet tesz lehetővé még a talaj közelében is. Az ilyen helyzet majdnem kiált a vasút után — értve ezen bármely rögzített pályás rendszert. Göröngyös, kis gravitációval bíró világban nagyon ajánlhatók az egysínű vasutak vagy a

magasban kábelén függő kocsik, amelyek lebegve haladhatnának át völgyek, szakadékok, kráterek felett, teljes közönnyel viseltetve az alattuk levő terepviszonyokkal szemben. Lehetséges, hogy egy évszázad múlva a Hold felszínét ilyen hálózat fogja borítani, összekötve egymással az első Földön kívüli települések hermetizált városait.

Eközben itt a Földön az utasforgalom levegőbe áramlása még tovább gyorsul majd, amidőn a VTOL (Vertical Take-off and Landing aircraft = függőlegesen fel- és le- szálló légi jármű) tökéletessé válik. Habár a helikopter, több különleges területen meglevő nagy fontossága ellenére, ma még csekély mértékben hat a tömeges közlekedésre, ez másképp lesz az utódainál, a közeljövő rövid és középtávú légi buszainál. Hogy ezeknek milyen formájuk lesz, és milyen elven működnek majd, most még senki sem láthatja előre — de senkinek sincs kételye afelől, hogy hamarosan használható változatok születnek ama rémes kinézetű szerkezetek egyikéből vagy másikából, amelyek most kínlódva válnak el a talajtól sugárhajtás, forgó hajtómű vagy billegő szárnszerkezetek segítségével. Addig nem hódítottuk meg a levegőt, ameddig nem tudunk egyenesen fel- és leszállni — olyan lassan, ahogy tetszik.

Ami az interkontinentális közlekedést illeti, a csatán már túl vagyunk, az ítélet megszületett. Ahol a sebesség a fontos, a légi forgalomnak nincs versenytársa. Elértük azt a neveltséges állapotot, amikor a repülőtérre utazás és az onnan való elutazás, az útlevel-, vámvizsgálat lebonyolítása mindkét oldalon több időbe kerül, mint az óceán átrepülése.

Mindenesetre, a repülőgépek sebessége még igen számottevően nő a következő néhány évtizedben, és a korlátok inkább gazdasági természetűek, mint műszakiak. (A légi társaságoknak fizetni kell a hajtóanyag folyamatos előállításáért, és a legboldogtalanabbak ők lennének, ha hirtelen szembekerülnének a szuperszonikus közlekedéssel, amelynek teljes kiépítését az 1970-es évekre tervezik.) Az a hiedelem, hogy még mindig nagyobb fejlődés készül, az 1945—1955 közötti időszak üzemanyag- és rakétaforradalmának következménye, amikor minden fennálló rekord olyan alaposan megrendült, hogy a jövővel kapcsolatos konzervativizmus neveltségesnek látszott.

Nem volt mindig ez a helyzet, mint az 1. fejezetben adott példákkal bemutattam. Hadd toldjam meg a sort még eggyel, mert könnyű elfelejteni, hogy a tudományos és műszaki tekintélyek véleménye a jövőbeli fejlődésről milyen gyakran marad el reménytelenül az igazságtól. De a „szakemberek” folytatják ugyanazon hibák elkövetését, és sokan végigmennek ismét előre látható munkamenetükön, mire e szavak nyomtatásban napvilágot látnak.

Annak idején, 1929-ben, a repüléstan egyik vezető mérnöke cikket írt a repülés jövőjéről, amelyet a következő szavakkal vezetett be:

Gátlástalanul jószolgatják, hogy néhány éven belül az utasszállító gépek a mai sebességrekordnál gyorsabban, több mint 300 mérföld/óra sebességgel fognak közlekedni. Ez - nyilatkozott méltóságteljesen — vaskos újságírói

túlzás, mivel a közönséges repülőgépnek meghatározott fejlődési láncolaton kell keresztülmennie, amelyen túl semmiféle előrehaladás meg nem jósolható."

Íme, az eredmények, amelyeket a messze előrelátó próféta megjövendölt, amikor a repülőgép már eléri majd fejlődése határát, *valószínűleg 1980-ra*:

Sebesség: 110—130 mérföld/óra Körzet: 600 mérföld

Hasznos teher: 4 tonna Teljes súly: 20 tonna

Nos, ezek az adatok több mint ötszörösükre nőttek, mikorra elgondolójuk 1960-ban meghalt, az olvasók ezreinek bánatára.

Kétségkívül néhány generáción belül tudunk majd építeni hagyományos sugárhajtású közlekedési eszközöket, amelyek egy-kétezer mérföldet tesznek majd meg óránként. Ez azt jelentené, hogy semmiféle földi utazás nem tarthat tovább hat óránál, és kevés haladja majd meg a két- vagy háromórás időtartamot. Kifejlődhetne a nagy távolságú tömegközlekedtetés módja világméretekben, és az sokkal inkább hasonlítana a mai autóbusz- és vasútszolgáltatásokhoz, mint amit a légi társaságok nyújtanak. Az étkezések és légikisasszonyok éppolyan oda nem illőek volnának, mint az IRT-n, (*Independent Railway Transport — New York-i földalatti vasútvállalat neve. — A ford.)* vagy a londoni földalattin. A hasonlat jó, mert hangzott már el olyan javaslat, hogy nagyon olcsó légikocsikat lehetne közlekedtetni, csak állóhelyes alapon. Azok, akik részesültek már egy mérsékelt árú óceán fölötti repülés örömeiben egy tucat zaklatott gyerek társaságában, boldogok lehetnek abban a tudatban, hogy a jövő még nagyobb gyönyörűségeket is tartogat.

A levegővel való versenyben a hajózási társaságok nagyon bölcsen azon fáradoznak, hogy minél több kényelmet és nyugalmat nyújtsanak. Mostanában ugyan már néhány útvonalon több utas utazik levegőben, mint tengeren, az ügy azonban még nem dőlt el véglegesen a tengerhajózás rovására. Sőt — legalábbis Európában — egy nagyobb hajóépítési programot valósítottak meg, amelynek során olyan pazar hajók vízre bocsátására került sor, mint az *Oriana*, *Leonardo da Vinci* és *Canberra*. Ezek némelyike csakis utasszállító hajó — azaz bevételét még részben sem teheráru-szállításból nyeri. Bármit hozzon is a jövő, a hajók továbbra is közlekedni fognak az óceán két partja között, amíg csak az ember ember marad, és érzi a tenger hívását.

Ami a teherszállító hajók — alkalmi teherhajók, vitorlás hajók, gályák és ősi ötevezőpados gályák sorsát illeti, amelyek hatezer éven át szállították a világ teheráruit — ezeknek már látjuk a végét: egy évszázad elteltével csupán némelyikük marad fenn félreeső helyeken, mint az elmúlt korok festői hagyatéka. Vetélytárs nélkül eltelt korok után a teherhajónak most egyszerre három oldalról támadt ellenfele.

Az egyik vetélytárs a víz alól érkezik. A tengeralttjáró sokkal jobb hatásfokú jármű, mint a felszíni hajó, amelynek energiája nagy részben hullámkeltésre fordítódik. Az atomenergia megjelenésével a Verne Gyula által megálmodott nagy sebességű, hosszú távot járó tengeralttjáró végre valósággá vált, de mind

ez ideig csak katonai célokra fejlesztették. Hogy a komoly kezdeti költségek és a víz alatti üzem a tenger alatti szállítást gazdaságossá teszik-e, más kérdés.

Érdekes kompromisszum, és majdnem bizonyosan gazdaságos is, a flexibilis vontatott tartály folyékony áru részére, amelyet az Egyesült Királyságban fejlesztettek ki. Ezek a hatalmas műanyag „kolbászok” (amelyek olcsón gördíthetők és behajózhatók — vagy akár levegőben vontathatók — két pont között, ha éppen használaton kívül vannak) mostanában már kétszáz láb* hosszúságban is készülnek, és úgy látszik, hogy nincs határa a hosszmeretek növelésének. Mivel teljesen alámerítve vontathatók, a hatásfokuk legalább olyan jó, mint a tengeralattjáróké, azok mechanikai és navigációs nehézségei nélkül. Nagyon könnyűre és olcsón megépíthetők, mivel szerkezeti szilárdságuk rendkívül kicsi. A merev testű hajókkal ellentétben nem állnak ellen a hullámoknak. Akár éles szögben át is hurkolódhatnak, ha vontatójuk hirtelen fordulatot vesz.

Dicséretes becsületességgel a „Dracone” (a flexibilis víz alatti tartály kereskedelmi neve) feltalálója elismerte: „Az ötletet egy tudományos fantasztikus történetből merítettem.” Feltehetően Frank Herbert *Sárkány a tengerben* című kiváló regényéből, amely víz alá meríthető olaj-uszályfűzért vontató atomtengeralattjáró hajmeresztő háborús utazásáról szól. Valóban, e hajófajták legnagyobb haszna éppen az olajszállításnál van, hiszen a petróleumtermékek a világ tengeren szállított árumennyiségének felét teszik ki, most körülbelül egymilliárd tonnát évenként. Lehet, hogy egyes görög hajótulajdonosok igencsak balsejtelemmel figyelik, miként helyettesítik ezek az elburjánzó plasztikpalackok szép hajóikat.

Más, ömlesztett teherárakat (gabonát, szenet, ásványokat és általában nyersanyagokat) ugyanilyen módon lehetne szállítani. Az esetek többségében nem a sebesség a lényeges, csupán az, hogy a szállítás folytonossága biztosítva legyen. Ahol a sebesség létkérdés, légi szállítást vesznek igénybe.

A légi szállítás még fejlődése kezdetén van. Határokat szabni annak, hogy még mi jöhet, dőreség lenne, amint ezt a már idézett példák világosan mutatják. Noha ma még a teherszállítmányok egy százaléka sem utazik légi úton, eljöhethet az az idő, amikor mindent így szállítanak majd. Egy részük ezerlábnyi magasságokban utazik a felhők között, más részük — és talán a legtöbbje — esetleg csak néhány hüvelyknyi* magasan a talaj fölött. Mert lehet, hogy az óceánjáró teherhajók végét nem a tengeralattjáró vagy a repülőgép jelenti majd, hanem a légpárnás jármű, amely légfüggönyön siklik szárazföld és tenger felett egyaránt.

Ez az eredeti és teljesen váratlan fejlődés nagyon fontos lehet, nemcsak önmagában véve, hanem a jövőbe mutatóján keresztül is. Először teszi lehetővé ugyanis azt, hogy valóban nagy terheket úsztassunk a levegőben. Előfordulhat, hogy ez a tény forradalmasítja a szállítást, az is lehet, hogy nem, de biztosan el fogja gondolkoztatni az embereket a valódi gravitáció-szabályozásról, annak egy sokkal köznapibb alkalmazásáról, amit már említettem.

Lehetséges, hogy a gravitáció-szabályozás — az „antigravitáció”, ahogy a tudományos fantasztikus regények írói nevezik —, képtelenségnek bizonyul, de légpárnás jármű már létezik. Nos, nézzük, hogy ez és feltételezett utódja mit tehet civilizációnkért.

IV. FEJEZET

A LEVEGŐ MEGNYERGELESE

Századunk két olyan közlekedési forradalmat látott, amelyek mindegyike alapjaiban változtatta meg az emberi társadalom képét. Az autó és a repülőgép olyan világot hoztak létre, amelyet száz évvel ezelőtti elődeink legvadabb álmaikban sem tudtak volna elképzelni. De most mindkettőt párviadalra hívja valami, ami olyan új, hogy még neve sincs — valami, ami a jövőt éppoly különössé és idegenné teheti számunkra, mint amilyen különösök lennének a mi szuper-autóútrendszereink és óriási repülőtereink az 1890-ből idecsöppent embereknek. Mert ez a harmadik forradalom előidézheti a kerék elmúlását, amely hűségesen szolgált bennünket a történelem hajnala óta.

Számos országban — az Egyesült Államokban, Angliában, a Szovjetunióban, Svájcban és nyilván másutt is — komoly mérnöki munka folyik azért, hogy kifejlesszenek szó szerint levegőben úszó járműveket. Ezek közül néhány — mint például a Curtis—Wright „légikocsi” és a Saunders—Roe SR-N₁ „lebegőhajó” — már szerepelt nyilvánosan, és további modellek is vannak már a piacon. Mind az úgynevezett „légpárnás hatást” használják fel működésükhöz, ezért is nevezik őket légpárnás gépjárműveknek, vagy az angol Ground Effect Machine rövidítéseként GEM-nek.

Bár a GEM, mivel maga alá hajtott levegőre támaszkodik, első pillantásra emlékeztet a helikopterre, mégis egészen más alapelv szerint működik. Ha megelégszünk, a talajfelszín felett néhány hüvelyk magasságban való úszással, *ugyanannyi löerővel* sokkal nagyobb terhet tud fenntartani, mint amekkorával a helikopter a magasba emelkedik. Ezt ki-ki ellenőrizheti akár otthon is egy egészen egyszerű kísérlet segítségével.

Függesztünk fel egy villamos ventillátort a szoba közepén úgy, hogy az előre-hátra szabadon mozoghasson, és kapcsoljuk be. Azt látjuk, hogy a ventillátor hátra-felé mintegy negyed hüvelykkel elmozdul, miközben levegőt fúj előre. A visszalökődés nem nagy; de ezen az elven száguldanak

repülőgépeink és helikoptereink a levegőben.

Most ugyanezt a ventilátort függesztük fel az egyik fallal szemben, ahhoz egészen közel. A bekapcsolás után most azt tapasztaljuk, hogy a visszalökődés kétszer vagy háromszor nagyobb, mint előbb, mivel a kifűjt levegő egy része mint valami levegőpárna, megszorult a ventilátor és a fal között. Mennél hatásosabb a légcsapda, annál nagyobb a visszalökődés. Ha a ventilátor köré burkoló köpenyt helyezünk, hogy a levegő megszokását minden irányban megakadályozzuk, a visszaütés még nagyobb lesz.

Tudjuk tehát, mit kell tennünk, ha légpárnára akarunk támaszkodni. Szükségünk van egy sima felületre és egy ezen nyugvó homorított lapra — erre egy lefelé fordított csészealj kiválóan megfelel. Ha a csészealjba elegendő erővel belefújunk, felemelkedik — míg csak a levegő a szélén körbe ki nem süvít —, és néhány milliméterre a felszín fölött lebeg.

Megfelelő körülmények között még egészen kis levegőmennyiség is tekintélyes emelőhatást fejt ki. Az Európai Atomkutató Központ (CERN) tudósai nemrégiben jó hasznát vették ennek a hatásnak.

Mintegy háromszáz tonna súlyú berendezést kellett felemelniük — és ami még ravaszabb, a milliméter tört részének megfelelő pontossággal áthelyezniük a laboratóriumban. A művelethez csészealj alakú, kb. 1 m vastag acélkorongokat használtak, a szélén körül gumitömítéssel. Ha egy ilyen tasakba négyzethüvelykenként 70 font (kb. 5 kg/cm² — *a ford.*) nyomású levegőt fújnak, könnyedén fel tud emelni tíz-húsz tonnát. Mivel a súrlódás igen kicsi, a teher akár egy ujjal elmozdítható.

Nyilvánvaló, hogy az ipar és a nehézipar ezek az úszó csészealjakat sok helyütt tudja majd használni, de egy köznapi, mulatságos alkalmazásuk máris belépett az otthonokba. Megjelent a piacon egy porszívó, amely saját kifűjt levegőjére támaszkodva könnyedén lebeg tova a szőnyeg felett, és így az elfoglalt háziasszony néhány létfontosságú másodperccel korábban visszaülhet tv-készüléke elé.

De mi köze mindennek, gondolhatják Önök, az általános közlekedéshez? Olyan sima útfelület, mint a laboratóriumok padlója vagy az ebédlőszőnyegek aránylag kevés van, és így aligha kell a derék öreg keréknek sokat nyugtalankodnia.

Ez azonban rövidlátás, mint ahogy azok a tudósok, akik a légpárna elméletével foglalkozni kezdtek, hamarosan rá is jöttek. Igaz ugyan, hogy a kis méretű berendezések, amelyekről az előbb szó volt, csak sima sík felületen működnek, de ha nagyobb méretekben készülnek, a helyzet egészen más és izgalomteli a közlekedés mérnöke számára.

Mert mennél nagyobb a légpárnás jármű, annál magasabbra emelkedik, és ezért annál egyenetlenebb lehet a terep, amely fölött halad. A Saunders—Roe SR-N_i legfelsőbb tizenöt hüvelyk magasságban siklik, de nagyobb utódai vállmagasságban fognak úszni azon a láthatatlan párnán, amelyet saját lefelé mozgó légfüggönyeik alakítanak ki.

Mivel a GEM-nek nincs közvetlen fizikai kapcsolata az alatta levő felszínnel, egyforma könnyedséggel suhanhat jég, hó, homok, szántóföldek, mocsarak, kiömlő láva felett. A többi jármű specializált állat, amely mindössze egy vagy két terepfajtaival tud megbirkózni, és mindeddig semmit sem találtak még fel, amely gyorsan és simán tudna utazni az előbb említett terek bármelyikén. De a GEM számára nincs köztük különbség — és *egy szuperautópálya sem megfelelőbb*.

Némi időbe kerül, míg ezt a gondolatot felfogjuk, és tudatára ébredünk annak, hogy azok a roppant úthálózatok, amelyekre az emberiség két generációja vagyona java részét költötte, hamarosan elavulhatnak. Bizonyos fajtájú közlekedésre szolgáló útvonalakra továbbra is szükség lenne majd amiatt, hogy a járművek elkerüljék a lakott negyedeket, és megelőzzék az abból származó zűrzavart, hogy vezetőik a földrajzilag lehetséges legrövidebb útvonalon igyekeznek rendeltetési helyük felé. De többé már nem kellene kikövezni őket — csupán elegyengetni, hogy mondjuk, hat hüvelyknél jobban kiemelkedő akadályok ne legyenek rajtuk. Még csak jó alapozást sem kívánnának, mert a GEM súlya néhány négyzetméteren oszlik el, és nem koncentráldódik néhány érintkezési pontra.

A mai autópályák generációkon át megfelelnek minden további karbantartás nélkül, ha csak levegőre támaszkodó járművek haladnának át rajtuk; a beton össze-, töredezhetne, és benőhetné a moha — a legkevesbé sem számítana. Világos, hogy az utakra fordított költségeken óriási megtakarítást lehetne elérni — amely évenként milliárdokra rúgna, ha egyszer felszámolnánk a kereket. De nagyon nehéz átmeneti időszak következik még, mielőtt az 1990-es évek jellemző útjelzése: EZEN AZ ÚTON KEREKES JÁRMŰVEK FORGALMA TILOS! elterjed ...

Mivel a GEM-nek vagy a jövő gépkocsijának csak akkor kell az útvonalhoz ragaszkodnia, ha vezetőjének ehhez kedve van, a fő közlekedési szabálysértés a századforduló táján nem a gyorsajtás lesz, hanem a birtokháborítás. Nem valószínű, hogy a városokból menekülő kirándulók lemondanának az érdekes és vonzó ismeretlen tájak felderítéséről egy olyan erő birtokában, amellyel felhők módjára széltében — hosszában száguldnak a föld felett. A drótagadály, amellyel a dühödt farmerek megpróbálják földjeiket a szemetelő vikendezőktől távol tartani, másodszer is bemutatkozhatna Nyugaton. Stratégiai célokból elhelyezett sziklák hatásosabbak lennének, csak hogy ezeknek egymáshoz nagyon közel kellene lenniök, másképp a betolakodók át tudnának csúszni közöttük.

Kevés olyan hely van, amelyet egy ügyes légikocsivezető ne tudna majd elérni. Talán a jövő segélykocsijai olyan családok S. O. S. jeleit fogják venni, amelyek igen különös helyeken feneklenek meg. A Grand Canyon például — micsoda lehetőségeket kínál a vérbeli légi motorosnak. Talán még olyan speciális GEM-et is ki lehet fejleszteni, amely hegyet tud mászni. Vezetőjének kényelmesen futná az idejéből, hogy gondosan kidolgozza útját a lejtős szikla-,

hó- vagy jégfalon — még horgonyt is vethet, ha szükséges. De ez a művelet nem lenne éppen kezdő vezetőknek való.

Ha ezek az ötletek kissé túlzottan merésznek tűnnek, azért van, mert mi még a kerék korának gyermekei vagyunk, és gondolkodásunk nem tud szabadulni zsarnoksága alól. Ez tökéletesen megnyilvánul az ÚTPADKA figyelmeztetésben. E kifejezés unokáink számára már mit sem mond majd. Nekik, ha egy felület eléggé egyenletes, érdektelen lesz, hogy betonból van-e vagy sárból.

Az igazság kedvéért meg kell mondanunk, hogy a magán- vagy családi GEM széles körű használata nem lenne túlzottan célszerű, amíg csak a benzinmotorra számíthatunk. A Curtis—Wright légikocsinak 300 lóerőre van szüksége ahhoz, hogy 60 mérföld/óra sebességgel haladhasson. Bár bizonyosan komoly fejlődés várható. Ma úgy látszik, hogy a katonaságot, az olyan farmereket, akiknek felszántott vagy elárasztott földekkel van dolguk, a filmgyárigazgatókat a szokatlan felvevőgép-beállításokhoz és hasonló különleges, a benzinköltségeket győző ügyfeleket főként a kisebb GEM-típusok érdeklik.

De a benzinmotor útja végét járja, amiről bármely petróleum-geológus biztosíthat bennünket óvatlanabb pillanataiban. Nem is nagyon hosszú időn belül, pusztán kényszerűségből más energiaforrás után kell néznünk — amely talán egy kifinomult áramforrás lesz a mostani esetlen monstrumokhoz képest, legalább százszoros kapacitással. Akármilyen legyen is a megoldás, néhány évtizeden belül lesz valamilyen könnyű, hosszú élettartamú motorunk, váltásra készen, amikor az olajkutak kiszáradnak. Ezek hajtják majd a jövő magánlégikocsijait, mint a benzin hajtotta a földhöz kötött autókat a múltban.

Azáltal, hogy a közlekedés megszabadul az országúttól, végre elérjük, hogy igazán mozgékonyak leszünk a Föld felszínén. Ennek jelentőségét Afrika, Ausztrália, Dél-Amerika, Antarktisz és sok más olyan ország számára, amelyekben nincs (és lehet, hogy már soha nem is lesz) jól fejlett autótúthálózat, aligha lehet túlbecsülni. A pampák, sztyeppék, prérók, hómezők, mocsarak, sivatagok mindegyike alkalmas lesz arra, hogy nehéz, nagy sebességű járműveket hordozzon, simábban és talán gazdaságosabban, mint a mai legkitűnőbb autótutak. A sarki régiók fejlődése is jórészt attól a sebességtől függ, amelylyel a teherszállító GEM-ek fejlődnek majd.

Ehhez a témához később visszatérünk, de most ideje tengerre szállni. A GEM egyforma könnyedséggel utazik majd szárazföld és víz felett. Ezt a Saunders—Roe N_i már bebizonyította, amikor átsiklott Angliából Franciaországba egy kísérlet alkalmával, amely talán éppolyan jelentős, mint Bleriot-é volt.

Az SR-N_i légpárnás jármű súlya négy tonna és 435 lóerős gépével tizenöt hüvelyknyi maximális föld feletti „magasságot” ér el. Sokkal nagyobb utódai lesznek, köztük egy 400 tonnás átkelő komp a Csatornán, amely 1200 utast és 80 gépkocsit tud majd a Kontinensre szállítani, csaknem száz mérföld óránkénti sebességgel. Hatalmas mérete miatt a jármű hat láb magasán fog a víz felett suhanni a megszokott hullámkeltés nélkül. Mindazok, akik légpárnás járművel

utaztak már, állítják, hogy a száguldás egyedülállóan sima és kényelmes, így várható, hogy a Dover—Calais-i utazással járó tengeri betegség rövidesen a múlté lesz. A többi tengerjáró révhajót ezek után tessék elképzelni.

Ezek a nagy járművek forradalmasíthatják a kereskedelmet, a nemzetközi politikát, sőt még a népesség eloszlását is. Használatukhoz nincs szükség új hipotetikus erőművekre. Ha ezer tonnákban gondolkozunk, a mai gázturbinák tökéletesen megfelelnek, a holnapi atomerőművek még inkább. Amint elegendő tapasztalatot szerzünk a jelenlegi primitív modelleken, képesek leszünk arra, hogy óriási légpárnás óceánjáró hajókat építsünk, amelyek legalább 100 mérföld/óra sebességgel tudják majd továbbítani az interkontinentális rakományokat.

A mai hajóktól eltérően, a jövő generáció légpárnán sikló személy- és teherhajói alacsony építésű, lapos fenekű csónakok. Rendkívül könnyen kormányozhatók lesznek — a GEM pusztán a levegő kifúvási irányának megváltoztatásával mozoghat hátrafelé vagy oldalra is —, és átlagosan mintegy tízlábnyi magasságban siklanak majd. Így simán suhannak át szinte a legviharosabb tengereken is. (Még a kis SR-Ni is meg tud birkózni a négy lábnyi magas hullámveréssel.) Ennek a ténynek egyik következménye az, hogy nagyon könnyűre szerkeszthetők. Sokkal jobb hatásfokúak lesznek tehát, mint a tengerbe merülő hajók, amelyeket úgy kellett megépíteni, hogy a roppant nyomásnak és feszültségnek ellenálljanak.

Sebességük lehetővé teszi majd, hogy elkerüljék a viharokat vagy elmeneküljenek előlük: egyébként mire ez komolyan sorra kerül, a meteorológiai műholdak világméretű időjárás-előrejelzéssel fognak ellátni bennünket, és minden kapitány pontosan tudja majd, mi várható abban a néhány órában, amíg tengeren tartózkodik.

Mínthogy a „lebegőhajó” teljesen közömbös a hullám-törőkkel, zátonyokkal és sekély vizekkel szemben, ezért olyan vizeken is boldogulhatna, ahol semmi más vízi jármű típus nem tud navigálni. A kereskedelmi és sporthalászok számára négyzetmérföldek ezreit nyitná meg teljesen szűz területeken, és forradalmasíthatná a sziget-közösségek életét. A hatalmas kiterjedésű Great Barrier Reef (*Nagy zátony*. — *A ford*) — az 1200 mérföld hosszú korallgát, amely Ausztrália északkeleti partját őrzi — csaknem megközelíthetetlen, hacsak nincs teljes szélcsend, és sok kis szigetén még sohasem járt ember. Egy megbízható légpárnás buszszolgálat — sajnos — ezeket a parányi, panpung borította ékszereket is kívánatos lakónegyedekké és nyaralótelepekké változtatná.

Mivel a GEM az eddigi járművek közül a leginkább súrlódásmentes típus, bizonyára sokkal gyorsabban halad majd, mint a meglevő tengeri járművek akármelyike, beleértve az óránként 300 mérföldet megtevő hidrolánokat is. Ez azt sejteti, hogy a légitársaságok erős konkurenciára számíthatnak, mert sok utas tölt szívesen néhány napot — persze nem heteket — a tengeren, különösen, ha az utazás sima lefolyása garantálható. Egy olyan hajó, amely

szerény 150 mérföldet tesz meg óránként, Londonból egy nap alatt ér New Yorkba, és ezzel pontosan betölti azt a hézagot, amely a sebességspektrumban a *Queen Mary* és a *Boeing 707* között volt.

Ami a GEM-et mint utasszállító eszközt olyan vonzóná teszi, nem más, mint nagy biztonsági tényezője. Ha egy repülőgép motorjai elromlanak, vagy akármilyen más defekt áll elő, a fedélzeten tartózkodóknak nem sok reménye lehet a megmenekülésre. De szinte bármi megtörténhet egy GEM-mel, csak a szembejövővel össze ne ütközzék, és lágyan leereszkedik úszótalpaira anélkül, hogy közben a bárban egyetlen korty ital kilötytenne. Nem volna szükség a légi közlekedés számára lényegbevágó, hihetetlenül kidolgozott és költséges navigációs és biztonsági hálózatra. Ebből a szempontból úgy látszik, hogy a GEM egyesíti a hajók és repülőgépek legjobb tulajdonságait, fölöttébb kevés hátrány mellett.

A legnagyobb megrázkódtatást a GEM mégsem sebességével vagy biztonságával okozza, hanem azzal a ténnyel, hogy számára nincs elválasztva a föld és tenger. Az óceánjáró GEM-nek nincs szüksége arra, hogy a partvonalnál megálljon. Folytathatja útját a szárazföldön, felsőbbeséges közönnyel viseltetve a nagy hajóállomások és tengeri kikötők iránt, amelyek a tengeri kereskedelem ötezer éve alatt létesültek. (Az SR-Ni egyszer felfutott a partra húsz teljesen felszerelt rohamcsónakkal a fedélzetén; elképzelhető, hogy mit vitt volna véghez egy ilyen hadiflotta a partraszállás napján.)

Minden olyan partsáv, amelyet nem meredek sziklák szegélyeznek, nyitott kapu lenne a GEM-nek, akár terhet, akár utasokat szállít. Továbbhaladhatna a szárazföld felé, ezer mérföldön szinte egyetlen megállás nélkül, ha szükséges lenne, hogy bejuttassa rakományát és utasait a kontinens szívébe. Minden, amit igényelne, a meglehetősen széles forgalmi sávok vagy átjáróutak, megtisztítva az egy-két méternél magasabb akadályoktól; a régi vasúti pályák, amelyekből szép készlet áll rendelkezésünkre ennek a századnak a végére, kiválóan megfelelnek majd. És ezeknek a sávoknak nem kell élettelen talajból állniuk, mint a mai autóutaknak vagy vaspályáknak. Fel lehetne őket használni sokféle mezőgazdasági célra — habár el kell ismernünk, hogy búzatermesztésre nem. Az ember keltette viharos szél kicsit túlságosan zordon.

Mindez nagyon rossz hír San Francisco, New Orleans, London, Los Angeles, Nápoly, Marseille és sok más tengeri kikötő számára. De még sokkal rosszabb hír Egyiptomnak és Panamának.

Pontosan. A jövő „hajói” nem fognak átkúszni szűk csatornákon ötmérföldes sebességgel és 1000 dollárért óránként, mikor át tudnak siklani a föld felett, hússzor akkora sebességgel — és így *útjukat majdnem ugyanolyan szabadsággal szemelhetik ki és válogathatják, mint a nyílt tengeren.*

Ennek a ténynek a politikai következményei, hogy a legenyhébb kifejezéssel éljünk, szerfelett érdekesek lesznek. A teljes közép-keleti helyzet egészen más lenne, ha Izrael (vagy ebből a szempontból nézve akármelyik fél tucat más ország) kikapcsolhatná a Szezi-csatornát az üzletből csupán azzal, hogy

érintetlen sivatagot ajánl fel nagyon is versenyképes feltételekkel. És ami Panamát illeti — ezt az Egyesült Államok haditengerészetének és külügyminisztériumának bölcs belátására bízom.

Tanulságos agytorna elképzelni egy domborzati világtérkép előtt, hogy merre haladnak majd a jövő GEM kereskedelmi útjai. Vajon fél évszázad múlva Oklahoma City nagyobb kikötő lesz, mint Chicago? (Gondoljunk a millió tonnák behajózására, ami a Great Plainen mehetne végbe!) Merre jobb egy százezer tonnás fuvart vezetni, a Sziklás Hegységen, az Andokon vagy a Himaláján át? Vajon Svájc jobbára hajóépítő országgá válik-e? Fennmaradnak-e csakis vízre termett hajók egyáltalán, ha a szárazföld és óceán egyetlen folytonos tartományt alkot?

Ezek olyan kérdések, amelyekre hamarosan tudni fogjuk a választ. A GEM hirtelen és váratlan fejlődése azt kívánja, hogy néhány különösen fürge szellemi tornát végezzünk; miközben belefeledkeztünk abba, hogy a rakományt a felső légrétegekben hangsebességnél szilajabban röpítsük, tökéletesen elkerülte figyelmünket egy nagyobb forradalom — a tengerszinten.

És ezzel, lehet, hogy szó szerint, az út végéhez értünk.

V. FEJÉZET

A GRAVITÁCIÓN KÍVÜL

Valamennyi természeti erő között a gravitáció a legtitokzatosabb és legkérlelhetetlenebb. Uralja életünket születésünktől halálunkig, és megöl vagy megnyomorít bennünket a legkisebb kisiklásért. Nem csoda hát, hogy az ember földhözragadtságának tudatában mindig sóvárogva nézegette a madarakat és felhőket, és az eget az istenek lakhelyének képzelte. Az „égi lény” kifejezés magában foglalta a gravitációtól való szabadságot, amelyet egészen napjainkig csak álmainkból ismertünk.

Ezeknek az álmoknak sokféle magyarázata volt, néhány pszichológus megpróbálta eredetüket feltételezett fánlakó múltunkban keresni — bár valószínűtlen, hogy közvetlen őseink nagy része valaha fáról fára ugrálással töltötte volna életét. Éppoly meggyőző lenne az az érvelés is, hogy a közismert lebegésálmom nem a múlt emléke, hanem a jövő előérzete. Lesz idő, amikor a „súlytalanság” vagy csökkentett gravitáció az emberiségnek köznapi, sőt talán normális állapota lesz.

Eljőhet a nap, amikor az űrállomásokon és alacsony gravitációjú világokban

többen élnek majd, mint „hazai” bolygónkon. Lehet, hogy mikorra az emberi faj történelmét megírják, az a hozzávetőlegesen 100 milliárd ember, aki vesződséges életét a gravitáció elleni küzdelemben élte le, parányi kisebbségnek bizonyul. Talán újrjáró leszármazottaink éppoly keveset fognak törődni a gravitációval, mint távoli őseink, amikor még vidáman úszkáltak az őket gyámolító tengerben.

Még ma is a legtöbb, bolygónkon élő teremtmény alig van tudatában a gravitáció létezésének. Bár a nagy szárazföldi élőlények — mint például az elefánt, a ló, ember és kutya — életén uralkodik, az egérnél kisebb állatok számára ritkán jelent többet, mint enyhe kellemetlenséget. A rovaroknak még ennyit sem: a legyek és szúnyogok olyan könnyűek és törékenyek, hogy fennmaradnak a levegőben, és a gravitáció nem zavarja jobban őket, mint a halakat.

De bennünket erősen zavar, különösen most, mióta határozott erőfeszítéseket teszünk arra, hogy megszabaduljunk tőle. Az ürrepülést illető állandó érdeklődésünkől eltekintve is a gravitáció problémája mindig izgatta a fizikusokat. Egészen más valaminek látszik, mint a többi jelenség — a fény, a hő, az elektromosság, a mágnesség —, amelyet különböző utakon lehet előállítani és egymásba átalakítani. Valójában a modern technika legnagyobb része ilyen átalakításokra épül — hőt elektromossággá, elektromosságot fénné alakíthatunk és így tovább.

De gravitációt létrehozni egyáltalán nem tudunk, sőt befolyásolni sem tudjuk, mert teljesen közömbösnek látszik minden hatással szemben. Tudásunk szerint a gravitációs tér létesítésének egyetlen módja az anyag jelenléte. Az anyag minden részecskéje vonzóerőt gyakorol az univerzum anyagának minden más részecskéjére, és ezeknek a vonzásoknak az összege az egyes pontokban éppen a helyi gravitáció. Természetesen ez minden világban más és más, mivel egyes bolygók igen nagy anyagmennyiséget tartalmaznak, mások viszont nagyon keveset. Naprendszerünkben mind a négy óriásbolygó, a Jupiter, Szaturnusz, Uránusz és Neptunusz felületén nagyobb a nehézkedés, mint Földünkön — például a Jupiteren két és félszer akkora. Ugyanakkor vannak olyan holdak és aszteroidok, amelyeken a gravitáció rendkívül alacsony: ezek felületén egy esésben levő testet erősen kellene figyelni, hogy az első másodpercekben egyáltalán látni lehessen a mozgását.

A gravitáció hihetetlenül, majdnem elképzelhetetlenül *győnge* hatás. Ez talán ellentmondani látszik a közérzetünknek, és a mindennapi tapasztalatnak is, de nyilvánvalóan igaz. A valóságban gigantikus anyagmennyiség — Földünk hatezermillió-millió-millió tonnája — szükséges ahhoz, hogy ezt a meglehetősen szerény gravitációs teret, amelyben élünk, létrehozza. Százszor erősebb mágneses vagy villamos teret tudunk kelteni néhány kilogramm vas vagy réz felhasználásával. Amikor egy fémdarabot közönséges patkómágnessel felemelünk, a mágnesben levő fémmennyiség tartalmazza az egész Föld vonzását. Egyre nyugtalanítóbb és elkésztőbb az a tény, hogy a gravitációs

erőket rendkívüli gyenge voltuk miatt teljességgel képtelenek vagyunk szabályozni vagy megváltoztatni.

Időről időre rebesgetik, hogy kutatócsoportok a gravitáció szabályozásán vagy „antigravitáción” dolgoznak, de aztán mindig kiderül, hogy az egész csupán félreértés. Tudásunk jelenlegi fokán nincs olyan kompetens tudós, aki megfontoltan hozzálátna, hogy megkeresse a gravitáción való győzedelmeskedés módját. Amivel egy sereg fizikus és matematikus mégis foglalkozik, kevésbé nagyravágyó: egyszerűen megpróbálják feltárni a gravitációval kapcsolatos legfontosabb tudnivalókat. Ha ez a vesződéses munkálkodás a gravitációszabályozás valamilyen formájához vezet, az nagyszerű lesz — de kétlem, hogy a témával foglalkozók közül ebben sokan hinnének. Legtöbbjük véleményét valószínűleg *jól* fejezi ki az a kijelentés, amelyet dr. John Pierce, a Bell Laboratórium munkatársa tett mostanában: „Az antigravitáció szigorúan a madaraké.” De a madaraknak nincs rá szükségük — nekünk viszont van.

Elégge meglepő módon az üzletemberek és a vezérigazgatók kevésbé hitetlenek az antigravitációs berendezéseket illetően, mint a tudósok. 1960-ban a *Harvard Business Review* „Az űrprogram fejlődése” című, részletes 5 oldalas kérdőívére majdnem 2000 választ kapott. Arra a kérdésre, hogy becslésük szerint mekkora valószínűsége van az űrkutatás különböző melléktermékeinek, a megkérdezettek az antigravitációra a következőképpen szavaztak: majdnem bizonyos 11%, nagyon valószínű 21%, lehetséges 41%, nagyon valószínűtlen 21%, sohasem következik be 6%. A becslések szerint sokkal valószínűbb, mint a bolygók bányászása vagy gyarmatosítása. Biztos vagyok benne, hogy a legtöbb tudós sokkal *kevésbé* valószínűnek tekintené. De e pillanatban a Harvard üzletemberek véleménye a dolgokról éppen olyan jó vagy rossz, mint a hivatásos fizikusoké.

Ma még oly keveset tudunk a gravitációról, hogy még arról sem vagyunk meggyőződve, vajon meghatározott sebességgel terjed-e a térben, mint a rádió- vagy fényhullámok — vagy „mindig ott van”. Einstein előtt az utóbbiban hittek a tudósok, abban, hogy a gravitáció terjedéséhez nincs szükség időre. Ma úgy tartják, hogy fénysebességgel terjed, és mint a fénynek is, valamiféle hullámtermészete van.

Ha „gravitációs hullámok” léteznek is, kimutatásuk fantasztikus nehézségekbe fog ütközni, mivel az általuk szállított energia nagyon kevés. Kiszámították, hogy az egész Föld által kisugárzott gravitációs hullámok teljesítménye a lóerő egymilliomod része (kb. 0,7 mW) körül van, és a teljes Naprendszer — a Nap és Összes bolygója — által kibocsátott teljesítmény mintegy fél lóerő (kb. 400 W). Minden elképzelhető, emberalkotta gravitációhullám-generátor milliószor és milliószor gyengébb lenne ennél.

Mindezek ellenére folynak a kísérletek ilyen hullámok előállítására és kimutatására. A kísérletek egy részében, a tervek szerint az egész Földet használnák „antennaként”. A keresett hullámok frekvenciája csupán körülbelül

egy rezgés lenne óránként. (A szokásos tv- és rádióhullámok több tízmilliónyi rezgést végeznek *másodpercenként*.) Még ha ezek a rendkívüli finomságú kísérletek sikerülnek is, messze van az az idő, mikorra valami hasznos alkalmazásra találunk. Az is lehet, hogy soha.

Mégis, két-három évenként néhány reménykedő feltaláló épít és ténylegesen bemutat — legalábbis saját megelégedésére — egy-egy antigravitációs készüléket. Ezek mindig laboratóriumi modellek, amelyek parányi emelést hoznak létre (legalábbis *látszólag*). E gépek némelyike villamos, mások tisztán mechanikai elven működnek. Működésük alapja az ún. „csizmahúzó elv”. Eszerint az akció és reakció nem lehet mindig egyenlő és ellenkező irányú, néha valamelyik irányban maradhat egy kis kompenzálatlan erő. És így bár mindenki egyetért abban, hogy nem emelhetjük fel magunkat a csizmahúzóknak kifejtett *állandó* erővel — talán egy sorozat megfelelő, időben alkalmazott rántás eredményre vezethet ...

Az ötlet bármilyen képtelenségnek látszik is, nem könnyű meggyőzni tévedéséről az intelligens és lelkes feltalálót, aki fenntartja, hogy szépen előkészített, tucatnyi, minden lehetséges irányban mozogni tudó alkatrészt tartalmazó készüléke 10—15 dekagramm súlynyi tiszta emelőerőt fejt ki, és hogy egy nagyobb modell felvihetné az embert a Holdra. Ha a gravitáció szabályozását valaha felfedezik, az bizonyára sokkal rafináltabb technikájú lesz, mint amilyen egy mechanikai gépezet, és valószínűleg úgy bukkannak majd rá, mint a fizika egy teljesen új területén végzett munka váratlan mellékterméke.

Az is valószínű, hogy addig nem számíthatunk komoly előrehaladásra a gravitáció megértésében, amíg el nem tudjuk szigetelni magunkat és eszközeinket tőle — az űrben létesítendő laboratóriumok segítségével. Ha a Föld felszínén tanulmányozzuk, majdnem olyan, mintha hi-fi („high fidelity” hangerősítő, amely gyakorlatilag torzítás-mentes erősítést biztosít) berendezést vizsgálnánk egy kazánkovács műhelyben: a keresett hatást elnyelné a háttér. Csakis egy műhold-laboratórium lesz alkalmas arra, hogy az anyag tulajdonságait súlytalansági állapotban vizsgálja.

Annak az oka, hogy a tárgyak miért súlytalanok az űrben, egyike azoknak a megfoghatatlan egyszerű dolgoknak, amelyeket majdnem változatlanul félreértenek. Az emberek nagy része felelőtlen újságíróktól félrevezetetten, még ma is úgy tudja, hogy az űrhajós azért súlytalan, mert „kikerült a gravitáció hatása alól”.

Ez tökéletes tévedés. Sehol a világegyetemben — még a legtávolibb galaxison sem, amely csak gyenge foltként jelentkezik egy Palomar-hegyi felvételen — nem lehet szó szerint „kikerülni” a Föld gravitációjának hatása alól, habár ez néhány millió mérföld távolságban már csaknem elhanyagolható. A távolsággal csökken, de azokban a szerény magasságokban, amelyeket az ember eddig elért, még majdnem ugyanolyan hatásos, mint a tengerszinten. Amikor Gagarin őrnagy letekintett a Földre kis híján kétszáz mérföldnyi

magasságból, a gravitációs tér, amelyben mozgott, még mindig 90 százaléka volt normális értékének. Mégis, mindezek ellenére, tökéletesen súlytalan volt.

Ha ez zavarba ejtő, az nagymértékben a szegényes jelentéstan rovására írható. Mi, akik a Föld felszínének lakói vagyunk, hozzászoktunk, hogy a „gravitáció” és „súly” szavakat majdnem felcserélhetően használjuk. Normális földi körülmények között ez elég biztonságos: ahol súly van, van gravitáció is és viszont. De a valóságban ezek nagyon is különálló valóságok, és akármelyik előfordulhat a másiktól függetlenül. Az űrben rendszerint ez így is van.

Egyes esetekben bekövetkezhet a Földön is, mint a következő kísérlet bizonyítja. Azt javaslom az olvasónak, *hogy* inkább gondolja át, mint hogy ténylegesen végrehajtsa a kísérletet, de ha valakit nem győz meg a logikám, csak rajta. Galilei elrettentő példáját fogja követni, ő ugyanis szintén elutasította az érvek elfogadását, és kísérleti bizonyítékot kívánt. De én semmiféle kárért felelősséget nem vállalok.

Szükség van egy gyorsan járó süllyesztőre (olyan, amelyet a hóhérok használnak, csodálatosan megfelel) és egy fürdőszobai személymérlegre. Helyezzük a mérleget a süllyesztőre, és álljunk rá. Ez természetesen a kísérletező személy súlyát mutatja.

Most, miközben tekintetünket mereven a skálára szögezzük, felkérünk egy ismerőst („Ez nem baráthoz illő tisztség, uram” — mondja majd, mint Volumnius mondta Brutusnak némiképp hasonlatos helyzetben), hogy indítsa meg a süllyesztőt. A mutató azonnal nullára esik: bekövetkezett a súlytalansági állapot. Pedig bizonyos, hogy a gravitáció hatása alól nem kerültünk ki, és ezt fel is fedezzük egy másodperccel később.

Mi okozza a súlytalanságot az adott körülmények között? Nos, a súly *erő*, és az erőt nem lehet érezni, ha nincs támadási pontja — ha nincs, ami ellenálljon neki. Nem érezzük súlyunkat, ha nincs támasztékunk, és szabadon esünk. Az űrhajós, kivéve, amikor hajtóművei éppen működnek, mindig szabadon esik. „Esni” lehet lefelé, felfelé vagy oldalvást — mint egy pályáján keringő műhold, amely örökösen „esik” a világban. Az irány nem számít, míg az esés szabad, korlátozatlan, mindenki, aki észleli, súlytalan lesz.

Tehát akkor is lehetünk súlytalanok, ha a jelenlevő gravitáció nagy. Ennek a megfordítottja is igaz: nincs szükség gravitációra ahhoz, hogy súlya legyen valaminek. A sebességváltozás — más szóval, a gyorsulás — ugyanezt eredményezi.

Hogy ezt bebizonyítsuk, képzeljünk el egy még valószínűtlenebb kísérletet, mint amit az előbb leírtunk. Vigyük el fürdőszobai mérlegünket a csillagvilág egy távoli helyére, ahol a gravitáció gyakorlatilag zérus. Ott, az űrben lebegve ismét súlytalanok leszünk: ha ráállunk a mérlegre, az nullát mutat.

Most erősítsünk rakétamotort a mérleg alá, és hozzuk működésbe. Amint a mérleg nyomni kezdi a lábunkat, teljesen meggyőző súlyérzetünk támad. Ha a rakéta tolóerejét megfelelően állítjuk be, a gyorsulás folytán megadhatja nekünk ugyanazt a súlyt, amellyel a Földön rendelkezünk.

A „súlynak” ez a gyorsulás keltette érzése egészen mindennapos: megfigyelhetjük felfelé induló liftben, és — vízszintes irányban — hirtelen nekiinduló vagy fékező kocsiban. A gyorsulás segítségével csaknem korlátlan mértékben lehet mesterséges súlyt létrehozni, és sokszor találkozunk vele a mindennapi életben. Egy hintázó gyerek súlya például, a kilengés felső pontján, ahol a hinta egy pillanatig nyugalomban van, zérus, míg az ív alsó pontján a normális súly háromszorosa is lehet. És ha le- ugrunk egy székről vagy falról, a talajhoz való ütdés pillanatában normál súlyunk akár meg is tízszeresződhet.

Az ilyen erőket „gravitációban”, vagy másképp „g”-ben adjuk meg. Ha valaki például 10 g-t tapasztal, ez azt jelenti, hogy normális súlyának tízszeresét érzi. De a Föld tényleges gravitációja a gyorsulás keltette súlyerőben nem szerepel. Tulajdonképpen nem szerencsés dolog, hogy ugyanazt a szót használjuk két teljesen különböző eredetű hatás leírására.

A mesterséges súly előállításának a legegyszerűbb módja nem az egyenes úton való gyorsítás — amely hamarosan a horizonton túlra vinne bennünket —, hanem a körmozgás. Mindenki tudja, aki ült már körhintán, hogy a gyors körmozgás tekintélyes nagyságú erőket tud kelteni; ez volt a tejszeparátor elve is, amint velem együtt néhány vidéki még emlékezhets rá. E gépek modern változatai azok az óriási centrifugák, amelyeket az űrbiológiai kutatásokban használnak, és amelyekben egy ember súlya könnyen lehet tíz- vagy hússzorosa normál súlyának.

Kis laboratóriumi modellekben ennél sokkal többet is el lehet érni. A Beams ultracentrifugában, amely hihetetlen sebességgel pörög: 1 500 000 fordulatot tesz meg *másodpercenként* (nem percenként!), több mint 1 milliárd g-t lehet elérni. Ezzel mindenképpen messze felülmúltuk a természetet. Nagyon valószínűtlennek látszik, hogy bárhol a világegyetemben léteznének olyan gravitációs terek, amelyek erőssége nagyobb, mint a földi gravitáció néhány százezerszerese. (Egy napon lehet, hogy lesz majd ilyen: lásd a 9. fejezetet.)

Tehát elég könnyű mesterséges súlyt létrehozni, és ezt megtehetjük űrhajóinkon és űrállomásainkon is, ha belefáradunk abba, hogy ide-oda lebegjünk bennük. Sima pörgéssel a gravitációtól megkülönböztethetetlen érzetet kelthetünk — eltekintve attól a csekélységtől, hogy a „fent” az űrhajó közepe felé lesz, nem kifelé, mint a Föld esetében.

Utánozni tudjuk a gravitációt — de szabályozni nem. Mindenekelőtt nem tudjuk elszigetelni vagy semlegesíteni. Az igazi lebegés még mindig csak álom. Más módunk nincs arra, hogy ég és föld között lebegjünk, mint a léggömbök vagy reaktív gépek — repülőgépek, helikopterek, rakéták és sugárhajtásos berendezések — segítségével való úzás. Az első esetben korlátozott a hatósugár, és igen nagy mennyiségű drága vagy gyúlékony gázra van szükség. A második nemcsak drága, hanem rendkívül zajos is, és hajlamos a lezuhanásra. Mi pedig valami kellemes, tiszta módot szeretnénk, lehetőleg elektromos vagy atommeghajtással, amely a gravitációt egy gombnyomásra megszünteti.

Egy ilyen berendezés, a fizikusok előbb említett kétkedései ellenére, nem látszik alapvetően lehetetlennek — amennyiben bizonyos jól megalapozott természeti törvényeknek engedelmeskedik. Ezek legfontosabbika az energiamegmaradás elve, amelyet úgy mondhatnánk más szavakkal, hogy: „valamit valamiért”.

Az energia megmaradásának elve egyszeriben törli a gyönyörűségeken egyszerű „gravitációs árnyékolást”, amelyet H. G. Wells használt az *Utazás a Hóidra* c. művében. Az úrfantáziák e legnagyobbikában (mikor ír Disney vagy George Pal egy Edwardianus színdarabot belőle?) a tudós Cavor olyan anyagot készít, amely éppolyan átjárhatatlan a gravitációnak, mint egy fémlemez a fénynek, vagy a szigetelők az elektromosságnak. Egy ilyen „Cavorite”-tal körülvett tér, Wells szerint, képes arra, hogy fölemelkedjék a Földről egész tartalmával együtt. Az ablaktáblák nyitogatásával az űrutasok bármely kívánt irányban mozoghatnak.

Az ötlet hihetőnek tűnik — különösen az volt Wells idejében —, csak sajnos nem működik. A Cavorite körül fizikai ellentmondás van, éppúgy nincs rendben valami, mint ebben a kifejezésben: „mozdíthatatlan erő és ellenállhatatlan tárgy”. Ha Cavorite létezne, kimeríthetetlen energiaforrásként lehetne használni. Nehéz súlyt lehetne felemelni vele — és visszajutni a gravitáció hatása alatt, miközben munkát végezne. A folyamatot vég nélkül lehetne ismételni, megvalósítva minden motoros álmát: az üzemanyag nélküli gépet. Ez, a perpetuum mobilék fel- találóit kivéve, mindenki előtt nyilvánvaló képtelenség.

Bár a gravitációs árnyékolásnak ezt a fajtáját figyelmen kívül hagyhatjuk, nincs semmi belülről fakadó abszurditás abban a feltételezésben, hogy létezhetnek *negatív* gravitációjú anyagok, amelyek nem lefelé, hanem felfelé esnek. A dolgok természete folytán aligha várhatjuk, hogy ilyen anyagot a Föld felszínén találhatunk: ezek valahol az űrben lebegnek, kerülve a bolygókat, mint a pestist.

A negatív gravitációjú anyagot ne tévesszük össze az „antianyaggal”, amelynek létezését néhány fizikus posztulálja. Az antianyag ugyanolyan elemi részecskékből épül fel, mint az általunk ismert közönséges anyag, ezek elektromos töltése azonban ellenkező előjelű: így elektronok helyett pozitronok alkotják és így tovább. Az ilyen anyag még mindig lefelé esne a közönséges gravitáció hatására és nem fölfelé. De abban a pillanatban, ahogy közönséges anyaggal érintkezésbe kerülne, a két tömeg megsemmisítené egymást, olyan mérvű energiafelszabadulás kíséretében, amely sokszorosa az atombombáénak.

Az antigravitativ (negatív gravitációjú) anyag kezelése nem lenne ilyen kényes, de bizonyosan vetne fel ezért problémákat. *Lehozni* a Földre ugyanannyi energiába kerülne, mint ugyanennyi közönséges anyagot felemelni a Földről az űrbe. Így egy aszteroid bányásznak, aki űrdzsidó csomagtartóját megtöltötte negatív gravitációjú anyaggal, ijesztően sok időre lenne szüksége a hazatéréshez. A Föld taszítaná teljes erőből, és meg kellene

verekednie minden lábnyi lefelé jutásért.

Így aztán a negatív gravitációjú anyagok, ha vannak ilyenek egyáltalán, erősen korlátozott felhasználásra találnának. Fel lehetne őket használni szerkezeti anyagokként : az olyan épületek, amelyek a közönséges és negatív gravitációjú anyagot egyenlő arányban tartalmazzák, tulajdonképpen súlyban mit sem nyomnának, tehát korlátlan magasságot érhetnének el. Az építész fő problémája az lenne, hogyan horgonyozza le őket erős szelek ellen.

Képzeljük el, hogy valamilyen eljárással tartósan „degravitizálhatnánk” a közönséges anyagokat, olyanképpen, ahogy egy közönséges vasdarabot permanens mágnessé tudunk tenni. (Sokkal kevésbé ismeretes az a tény, hogy tartósan töltött testek, „permanens elektrétek” is készíthetők.) Az eljárás nagy energiabefektetést igényelne, mert egy tonnányi anyag degravitizálása egyenértékű azzal, mintha véglegesen eltávolítanánk a Földről. Márpedig, rakétamérnökök a megmondhatóí annak, hogy ehhez annyi energia szükséges, mint 4000 tonna súly egy mérföldre való felemeléséhez. Ez a mérföldenkénti 4000 tonna energia a súlytalanság ára — a belépődíj az univerzumba. Nincs engedmény vagy olcsóbb kategória. Többet fizethetsz, de kevesebbet nem.

Egészében véve, egy tartósan gravitációmentesített vagy súlytalan anyag kevésbé látszik valószínűnek, mint a gravitációsemlegesítő vagy „gravitátor”. Ez olyasféle berendezés lenne, amely külső energiaforrásból táplálkoznék, és hatástalanítaná a gravitációt, amíg be van kapcsolva. Fontos, hogy megértsük: egy ilyen gépezet nemcsak súlytalanságot adna, hanem valami még értékesebbet is — a meghajtást.

Mert ha a súlyt tökéletesen semlegesítettük, mozdulatlanul lebegünk ég és föld között. De, ha *túl*-semlegesítjük, akkor fölrepülünk, állandóan növekvő sebességgel. Így a gravitációs szabályozás bármilyen formája egyben meghajtórendszer is szolgálna. Ezt elvárnánk, mivel a gravitáció és gyorsulás olyan szorosan összefüggnek. Ez teljesen új meghajtási mód lenne, és nehéz elképzelni, hogy „mire támaszkodnánk”. Minden mozgató eszköznek szüksége van ugyanis a visszahatás valamilyen formájára: még a rakéta is, az egyetlen vákuumban mozogni tudó berendezés, amelyet ismerünk, saját elégetett, kipufogó gázoszlopára támaszkodik.

Hit kérdése — és a tudományos fantasztikus írók, valamint egyre több űrhajózással foglalkozó szakember bízik ebben —, hogy kell lennie az űrutazás valami biztonságosabb, nyugodtabb, olcsóbb és általában kevesebb piszokkal járó módjának is, mint a rakéta. Néhány éven belül a Cape Kennedyn álló monstrumok annyi energiát tartalmaznak majd, mint az első atombomba — sokkal kevésbé megbízható ellenőrzés alatt. Előbb vagy utóbb sor kerül majd egy csakugyan csúnya szerencsétlenségre; sürgős szükségünk van egy űrhajtóműre, nemcsak a Naprendszer felfedezése kedvéért, hanem Florida állam védelmére is.

Lehet, hogy kissé elhamarkodott dolog olyan berendezés használatán töprengeni, amely talán meg sem valósítható, és bizonyosan túl van a tudomány

mostani láthatárán. De általános szabály, hogy valahányszor előadódott egy technikai igény, valami mindig megszületett a kielégítésére — vagy áthidalására. Ezért érzem olyan biztosan, hogy alkalmasint lesz valami eszközünk akár a gravitáció neutralizálására, akár nyers erővel való leküzdésére. Akárhogy is, ettől mind a lebegést, mind a meghajtást megkapjuk, olyan méreteken, amelyeket csakis a kivehető teljesítmény szab majd meg.

Ha az antigravitációs berendezésekről kiderül, hogy nagyon terjedelmesek és drágák, használatuk meghatározott üzemekre és nagyméretű járművekre fog korlátozódni — az utóbbiak talán olyan nagyok lesznek, amekkorát még nem láttunk ezen a bolygón. Az emberiség energiáinak nagy részét ma arra fordítják, hogy hatalmas mennyiségű olajat, szenet, ércet és más nyersanyagot szállítsanak egyik helyről a másikra — olyan mennyiségeket, amelyeket százmillió tonnákban lehet mérni évente. A világ sok ásványlelőhelye kiaknázatlan, mert hozzáférhetetlen. Lehet, hogy ezeket meg lehetne nyitni levegőn keresztül, aránylag lassan mozgó antigravitációs szállítóeszközökkel, amelyek néhány százezer tonnát emelnének egyszerre a magasba.

A teher vagy nyersanyag tömeges mozgását is el lehetne képzelni „gravitációs csatornában”, amelyek olyan térségekre volnának irányítva és fókuszálva, ahová az anyagot szállítani akarjuk; a nyersanyag olyanféleképpen mozogna, mint a vas a mágnes felé. Utódaink számára talán nem lesz szokatlan a látható tartóeszköz nélkül egyik helyről a másikra szálló „cókmók” látványa. Nagyobb méreteken, a gravitációs és meghajtó tereket felhasználhatják a szelek és óceáni áramlatok szabályozására és elterelésére. Ha az időjárás módosítása valaha megvalósul, valami ilyesmire okvetlenül szükség lesz.

A gravitációs szabályozás értéke az űrjárművek szempontjából, ha a meghajtást *vagy* az utasok kényelmét tekintjük, nem igényel további vizsgáldást — de van más űrhajózási haszon is, amely nem ennyire nyilvánvaló. A Jupiter, a legnagyobb bolygó, két és félszer nagyobb, mint a Föld. Ennek az óriás világnak sok más, kellemetlen tulajdonsága van (pl. roppant sűrű, kavargó és mérgező légköre), így hát kevesen veszik komolyan azt a gondolatot, hogy valaha is megkíséreljük felderítését az ember személyes részvételével. Az elképzelés az, hogy mindig robotberendezésre fogunk támaszkodni.

Én ebben kételkedem; bármikor előfordulhat, hogy a robotgép bajba kerül, és az embernek kell kirántania belőle. Előbb vagy utóbb tudományos és hadászati szükségletté válik a Jupiter ember általi felderítése. Lehet, hogy egy napon még állandó bázist is akarunk majd létesíteni rajta. Ehhez szükség lesz a gravitációs szabályozás valamilyen fajtájára — hacsak ki nem tenyésztjük a speciális, gorilla alkatú Jupiter-lakót. (A Jupiter-kutatásról többet látunk majd a 9. fejezetben.)

Gravitációs szabályozás nélkül lehet, hogy az űrutazókat és a jövő telepeseit örök száműzetésre kárhoztatjuk. Egy ember, aki néhány évet a Holdon töltött,

és megszokta, hogy súlya a földnek mintegy egyhatoda, tehetetlen nyomorékká válna a Földre való visszatéréskor. Fájdalmas gyakorlatokkal töltött hónapokra lenne szüksége, míg belejönne a járásba megint, és a Holdon született gyerekek (ilyenek bizonyára lesznek is egy generáció múltán) lehet, hogy sohasem lesznek képesek az alkalmazkodásra. Kevés dolog szülne nagyobb elkeseredést és bolygók közötti viszályt, mint az ilyen gravitációs kivándorlás.

Ennek elkerülésére egy valóban hordozható készülékre van szükségünk, amely olyan kompakt, hogy az ember a vállaira vagy csuklója köré csatolhatja. Még öltözkékének állandó darabjává is válhatna, olyan természetesen, mint a karóra vagy személyi hívója (hordozható adó-vevő). Használhatná arra, hogy látszólagos súlyát csökkentse, vagy akár fel is emelkedjék általa.

Aki hajlik annak elismerésére, hogy a gravitációs szabályozás egyáltalán lehetséges, nem szabad, hogy visszariadjon ettől a további fejleménytől. A miniatürizálás egyike korunk mindennapi csodáinak, jóban-rosszban. Az első termionukleáris bomba akkora volt, mint egy ház; a mai gazdaságos méretű orrtöltet akkora, mint egy papírkosár — és e kosarak egyikéből annyi energia kerülhet elő, amennyi elhajtaná a Queen Elizabeth óceánjárót a Marsra. Állítom, hogy a modern rakétatechnika e mindennapos ténye sokkal fantasztikusabb, mint a személyenkénti gravitációs szabályozás.

Az egyszemélyes gravitátor, ha elég olcsón elő lehet állítani, minden idők legfontosabb felfedezései közé kerül. Miként a madarak és halak, megszabadulhatnánk a függőleges irány zsarnokságától — szabaddá válhatnánk a harmadik dimenzióban. A városokban senki sem használná a liftet, ha volna egy alkalmas ablak. Az erőlködésmentes mozgékonyság ilyen fokon való megvalósulása azt jelentené, hogy újra kell nevelődnünk egy teljesen új életmódra — egy majdnem madárszerű létformára. Mire ez elérkezik, már nem lesz szokatlan, mert a keringésben levő űrhajósokról készült számtalan film mindenkit hozzászoktat a súlytalanság gondolatához, és sóvárrá tesz a súlytalanság örömeiben való részvételre. Talán a levitátor (lebegtető) ugyanolyan szerepet fog játszani a hegyek közt, mint az Aqualung (könnyűbúvár-felszerelés) a tengerben. A sherpák és az Alpok hegyi vezetői persze méltatlankodni fognak, de a fejlődés kérlelhetetlen. Csak idő kérdése, hogy turisták lebegjenek mindenütt a Himalája felett, és az Everest csúcsa éppoly zsúfolt legyen, mint a Cannes-i vagy floridai tengerpart.

Ha ez a szélsőséges eset, az egyszemélyes lebegés lehetetlennek bizonyul is, még mindig építhetünk kis járműveket, amelyekben lassan és csendesen (mindkettő fontos) mozoghatunk a magasban. Az űrben való lebegés pusztán ötlete fantázia volt még egy generációval ezelőtt, amíg csak a helikopter fel nem nyitotta szemünket. Most, hogy már a kísérleti GEM-ek siklanak légpárnáikon minden irányban, nem lehetünk elégedettek addig, amíg tetszésünk szerint nem tudunk a Föld felett barangolni, olyan szabadon, ahogy sem az autótól, sem a repülőgéptől meg nem kaphatjuk.

Hogy ennek a szabadságnak mi lesz a végső kimenetele, senki sem sejteti. Mindenesetre nekem van egy elképzelésem. Ha a gravitáció szabályozható lesz, otthonunk maga is a levegőbe emelkedhet. A házak nem lesznek többé helyhez kötve, sokkal mozgékonyabbak lesznek, mint a mai utánfutók, szabadon mozoghatnak majd szárazföld és tenger felett, kontinensről kontinensre. És éghajlatról éghajlatra, mert követni fogják a Napot az évszakok változása szerint, bevehetik magukat a hegyekbe a téli sportok idejére. Az első emberek nomádok voltak; lehet, hogy az utolsók is azok lesznek, csak mérhetetlenül fejlettebb technikai fokon. Az ilyen teljesen mozgóképes otthonnak meghajtórendszerre, energiaforrásra, hírközlésre és más szolgáltatásokra lenne szüksége, amelyek ma még mind egyformán túl vannak a technikai lehetőségek határán. De nem így lesz a jövőben, mint majd meg fogjuk látni.

Ez a városok végét jelentené, amelyek más okból is halálra lehetnek ítélve. És véget vetne minden földrajzi és helyi összetartásnak, legalábbis abban az intenzív formában, ahogy ma ismerjük. Az emberek vándorrrá válhatnának a Föld színe felett, az atommeghajtású cigánykaravánok oázisról oázisra bolyonganának az ég sivatagjaiban.

Mire ez a nap elérkezik, az ember már nem fogja száműzetésnek érezni, amiért nincs olyan hely, amelyet a magáénak mondhatna. Egy glóbusz, amelyet 90 perc alatt meg lehet kerülni, már többé nem jelentheti ugyanazt, amit őseinknek jelentett. Mert azok számára, akik utánunk jönnek, az igazi magányosság valahol a csillagok között rejtőzik majd. Bárhová repüljenek vagy lebegjenek e kicsiny Földön, az mind az otthonuk lesz.

VI. FEJEZET

A SEBESSÉG FOKOZÁSA

Korunkat gyakran nevezik a sebesség korának, és ez egyszer e népszerű megjelölés teljesen helytálló. Soha még a közlekedés sebessége nem nőtt ilyen szédítő tempóban, és lehet, hogy nem is fog.

Mindkét állítást megerősíthetjük, ha egy olyan táblázatot készítünk, amelyben minden lehetséges sebességtartományt, illetve sávot nagyság szerint feltüntetünk, és melléírjuk azt az évtizedet, amikor megjelent. Az eredmény megdöbbentő:

Sebességtartomány	Megjelenésének megközelítő időpontja
Sáv (mérőföld/óra)	
1. 1-10	kb. 1 000 000 i. e.
2. 10-100	kb. 1 000 000 i. e.
3. 100-1000	1880
4. 1000-10 000	1950
5. 10 000-100 000	1960
6. 100 000-1000 000	
7. 1000 000-10 000 000	
8. 10 000 000-100 000 000	
9. 100 000 000-1 000 000 000	

Az emberiség a történelem előtti időt teljes egészében és a történelmi időt nagyrészt az első két sávban élte le, a harmadikon áttört egyetlen emberöltő alatt. (Nem tudom pontosan, hogy a mozdony mikor érte el a 100 mérföld/óra sebességet, de valamikor 1880 körül lehetett. Az Empire State Express a New York Central vonalon 1893-ban érte el a 112 mérföld/órát.) Még meghökkentőbb az a tény, hogy a negyedik sávon egyetlen évtized alatt túljutottunk; az 1950-től 1960-ig terjedő időszak tartalmazza (számunkra kielégítő pontossággal) a hatalmas ugrást az atmoszférában való szuperszonikus repüléstől az atmoszférán kívül végzett föld körüli keringésig.

Ez persze a rakétázásban való úttörő eredmények következménye volt, amely a sebességgörbén olyasvalamit hozott létre, amit a matematikusok szakadásnak neveznek. Aligha várható, hogy ez a gyorsulás ugyanilyen ütemben folytatódjék tovább. Ez azt jelentené, hogy még 1970-ben elérnénk a 100 000 mérföld/óra sebességet. Lehetséges, de nagyon valószínűtlen. Még valószínűtlenebb az, amit e naiv extrapoláció eredményeként kaphatnánk — hogy a kilencedik sávot és egyben a világegyetem végső sebességkorlátját elérhetnénk 2010 előtt.

Mert a táblázat utolsó sorának vége nem reális. A kilencedik sávot helyesen úgy kellene olvasni, hogy „100 000 000-670 615 000 mérföld/óra”.* Ez utóbbi érték fölött nincs sebesség: ez a fény sebessége.

Hagyjuk most figyelmen kívül azt a kérdést, hogy ez miért sebességhatár, és

összpontosítsuk figyelmünket a sebességspektrum alsó szélére. Az első négy sáv a földi viszonylatban szükséges összes sebességekategóriákat tartalmazza. Sőt, sokan az első hárommal is elégedettek vagyunk — a mai lökhajtásos gépek már elég gyorsan haladnak.

Nagyon nagy, néhány ezer mérföld/órás sebességre csak a rakétáknál lesz szükség, és valószínűtlennek látszik, hogy ezek valaha is gazdaságosak legyenek kémiai hajtóanyag használatával. Most fel tudunk ugyan juttatni egy embert 90 perces föld körüli pályára, de ehhez körülbelül száz tonna üzemanyagra van szükség. Még ha a rakéták nagyon fejlettek lesznek is, kétséges, hogy az üzemanyag-mennyiség valaha is csökkenthető-e személyenként tíz tonna alá. Ez mintegy hússzorosa a lökhajtásos gépek által hosszú távú repülésben használt személyenkénti fél tonna kerozinnak, ami máris lenyűgöző adat. (Persze a rakétáknak oxigént is kell magukkal vinniük — ez az ára az atmoszférán kívüli repülésnek.)

Mivel most katonai célokra legénységgel felszerelt, föld körüli rakétajárműveket fejlesztenek, valószínűleg meg fogják kísérelni, hogy ezeket utasszállításra is alkalmassá tegyék. A polgári repülőgépek mind sokat köszönhetnek a katonai típusoknak, még akkor is, ha nem közvetlenül azokból fejlesztették ki őket, és ha az adófizető gyakran érzi úgy, hogy kapnia kellene valami mást is a pénzéért a méregdrága dörrenéseken kívül. Bár kissé nehéz elképzelni a mai X 15-ösök és Dynasoarok polgári leszármazottait, nem is olyan régen ugyanilyen fantasztikusnak tűnt, hogy a lökhajtásos gépek egyáltalán fizető utasokat szállítsanak.

A további fejlődésnek két olyan útja is van, amely a nagyon nagy sebességű közlekedést gazdaságossá teheti. Az egyik az olcsó, biztonságos és tiszta nukleáris meghajtórendszer, amely tetemesen csökkentené az útra tárolandó üzemanyag mennyiségét. Ez a rendszer ma még messze kívül esik látóterületünkön, minthogy atommaghasadáson nem alapulhatna — amely pedig jelenleg az atomenergia felszabadításának egyetlen folyamatosan rendelkezésre álló módja. Kockáztatva, hogy maradáság látszatába keveredem, nem hiszek abban, hogy az urán és a plutóniumhajtású berendezéseket helyes lenne útnak engedni. A repülőgép (íme, egy vakmerő jóslat) mindig leeshet, és ez akkor is elég rossz, ha égő kerozinnal van bepermetezve, de az ilyen katasztrófák hatása legalább helyhez kötött és időleges. A radioaktív hamu egyik említett tulajdonsággal sem rendelkezik.

Csakis radioaktivitástól mentes nukleáris hajtómű fogadható el légi és űrhasználatra. E pillanatban nem tudunk ilyen rendszert építeni, de lehet, hogy a jövőben igen, ha sikerül a szabályozott termonukleáris reakciókat megvalósítani. Akkor, néhány font lítiumból és nehézhidrogénből álló üzemanyaggal tekintélyes mennyiségű hasznos teherrel is repülhetünk műholdsebességgel a világ körül — ami 18 000 mérföld/óra.

Az is fölmerült — és ez egyike amaz ötleteknek, amelyek túl szépek ahhoz, hogy igazak legyenek —, hogy *üzemanyagmentes* repülőgépet is ki lehetne

fejleszteni, amely a felső légkörben akár végtelenségig is repülhet, energiáját az ott található energiaforrásokból nyerve. Ezeket a forrásokat már számos látványos kísérletben csapra ütötték. Amikor a nátriumgőz kisüvít a rakétából, megfelelő magasságban, reakciót vált ki a légkör és az űr határán levő ionizált atomok között. Ennek eredményeként jól látható pirosság jelenik meg az égen sok mérföldnyi kiterjedésben. Ez nem más, mint a napfény energiája, amelyet az atomok a nap folyamán összegyűjtöttek, és megfelelő gerjesztés hatására leadják.

Sajnálatos módon, bár a felső légkörben tárolt energia mennyisége igen nagy, egyben nagyon híg is. Óriási térfogattal kellene a ritka gázt összegyűjteni, és megfelelő eljárásnak alávetni, hogy valami hasznos eredményre juthassunk. *Ha* valamilyen fajtájú nagy sebességű sugárhajtású gép ki tudná merítgetni a ritka levegőt, és energiájából elegendő hőt tudna felszabadítani ahhoz, hogy ezáltal megfelelő tolóerőt hozzon létre, örökké repülhetne üzemanyag-ráfordítás nélkül. E pillanatban ez valószínűtlennek látszik, mert a légmerítők ellenállása sokkal nagyobb lenne, mint a várható tolóerő, de az ötletet nem szabad elvetni. Néhány évtizeddel ezelőtt még fogalmunk sem volt róla, hogy ilyen energiaforrások léteznek; és lehet, hogy még sokkal hatalmasabbak várnak ezután felfedezésre.

De végre is, az ötletben nincs alapvető képtelenség. Ezer évekig hajóztunk a tengereken üzemanyag nélküli hajókkal, amelyeket csak a szelek szabad energiája hajtott. És végső fokon ez az energia is a Napból származik.

De ha az üzemanyag ingyenes és korlátlan volna is, még mindig lenne akadálya a *nagyon* nagy repülési sebességnek. Cirkuszi mutatványosok elviselik, ha ágyúból lövik ki őket, de a fizető utasok tiltakoznának a nagy gyorsulások ellen — ez pedig elkerülhetetlen, ha valóban nagy sebességet akarunk elérni.

Még ma is, egy lökhajtásos gép indulásakor úgy tűnik, mintha az ember egy pillanatra hozzáragadna az üléshez — pedig a gyorsulás 1 g-nek csak töredéke, és a tényleges sebesség nagyon szerény ahhoz képest, amiről az imént beszéltünk.

Nézzünk néhány példát. Az 1 g gyorsulás azt jelenti, hogy a sebesség *minden másodpercben* 22 mérföld/órával növekszik. Ilyen tempóban majdnem tizennégy percre tartana a föld körüli keringés sebességét elérni (18 000 mérföld/óra), és ez alatt az idő alatt minden utas úgy érezné, mintha egy másik utas ülne az ölében. Ekkor (a lehető leghosszabb repülésen, a Föld kerületének felén) húszpercnyi tökéletes súlytalanságban való repülés következne, amely valószínűleg még sokkal nyugtalanítóbb lenne. Ezután újabb tizennégy perces 1 g-s szakasz után a sebesség ismét nullára csökkenne. Nem volna olyan időszak a repülésben, amikor bárki is kijelenthetné, hogy kényelemben van, és a súlytalansági szakaszban még a közismert papírzacskó is használhatatlan lenne. Talán nem veszik zokon, ha megmondom, hogy a világ körüli műholdközlekedés utazási idejének egyik felében a mos- dó elérhetetlen, a

másikban használhatatlan lenne

A műholdpálya a föld körüli utazás sebességének egy természetes korlátját jelképezi: ha egyszer egy test ráállt, a továbbiakban erőlködés nélkül tesz meg 18 000 mérföldet óránként, 90 percenként megkerülve a Földet. Ha ennél gyorsabban akarunk utazni, új problémák erdejébe ütközünk.

Mindenki tapasztalta már a „centrifugális erőt”, amely egy kocsiban, vagy repülőgépben való gyors forgáskor létrejön. Az idézőjelet azért használom, mert amit ilyenkor érzünk, egyáltalán nem erő, hanem testünk természetes neheztelése ama elidegeníthetetlen jogának megtagadásáért, hogy útját egyenes vonalon, egyenletes sebességgel folytassa. Az egyedüli ténylegesen fellépő erőhatás az, amely a jármű ülésében ébred, hogy testünket ebben megakadályozza.

A föld körüli repülés, éppúgy, mint bármely, a Föld felszínén való mozgás, nem más, mint egy négyezer mérföld sugarú körön való haladás. Normális sebességeknél sohasem vesszük észre azt az elhanyagolhatóan kicsiny különérőt, amely ahhoz szükséges, hogy a talajtól ne távolodjunk el; súlyunk bőségesen szolgáltatja ezt. 18 000 mérföld/órás sebességnél azonban a szükséges befelé, illetve lefelé irányuló erő éppen egyenlő a súlyunkkal. Ez éppen a föld körüli repülés feltétele: a Föld vonzóereje éppen elegendő ahhoz, hogy egy testet maga körüli mozgásban tartson ilyen sebességnél.

Ha 18 000 mérföld/óránál gyorsabban akarunk haladni, további lefelé mutató erőt kell kifejteni, hogy a pályán maradhassunk, mert a Föld maga már nem tud megtartani. Így áll elő az a helyzet — amit a repülés úttörői aligha képzeltek volna, amikor a talajtól való elszakadásért küzdöttek — hogy egy repülőgépet *lehúzni* kell, hogy a megfelelő magasságban tartsuk; az ilyen pányvázó erő nélkül kirepülne a világűrbe, mint egy kő a parittyából.

Egy 25 000 mérföld/óra sebességgel a Föld körül keringő jármű pályán tartásához szükséges erő éppen 1 g. Ezt olyan rakétahajtómű valósítaná meg, amely az űrhajót a Föld közepe felé hajtaná 1 g gyorsulással. Az űrhajó azonban nem közeledne a Földhöz, és az egyedüli különbség e külön energiával fenntartott röppálya és a normális szabad keringés között az lenne, hogy az előbbi keringési ideje kevesebb volna — kilencven perc helyett egy óra —, és hogy a jármű utasai nem lennének súlytalanok. Úgy tűnnék, hogy súlyuk a normális, csak éppen iránya lenne fordított. A „lefelé” a csillagok irányát jelentené, a tengelye körül hatvan percenként megforduló Föld pedig a siető űrhajós felett függne.

A sebesség további növeléséhez még nagyobb erőket kellene alkalmazni, hogy a járművet mesterséges pályáján tartsuk. Ha ez megvalósul is, nem látjuk, hol lehetne a gyakorlatban felhasználni, hiszen hatalmas energiameennyiségekre lenne szükség. Az ember azonban annyira szeret rekordot javítani, hogy az ultra nagy sebességű keringés feltehetően olyan hamar megvalósul, ahogyan csak technikailag megoldható. Érdekes összehasonlítani a sebességeket és az ezekhez szükséges repülési időt:

Sebesség (mér.f./óra)	Keringési idő (perc)	Utasokra ható erő (g-ben mérve)
18 000	90	0
25 000	60	1
31000	48	2
36 000	42	3
40 000	37	4
44 000	34	5
60 000	25	10
100 000	15	30

Megkerülni a Földet harminc percnél rövidebb idő alatt, annyi, mint egy nagyon viharos és nagyon költséges vállalkozásba fogni. Ugyanez tizenöt perc alatt azt jelenti, hogy harminc g-t kell elviselnünk. Ez csupán úgy lehetséges, ha az utas nem érdeklődik nagyon aktívan az események iránt, és teljes egészében víz alá merül. De azt hiszem, ez a megoldás már túlmegy az egészség határán. Értelmetlenség lenne hajtűfordulatokat tenni egy olyan parányi csillagászati célpont körül, mint a Föld. Bár az ember egészen kényelmesen utazhat nyolcvan perc alatt a világ körül, sohasem teheti meg ugyanezt 8 perc alatt a ma ismert meghajtások segítségével.

Az utolsó mondat *nem* pusztán óvatos utógondolat. Egy napon, úgy gondolom, lesznek majd lényegüket tekintve egészen más meghajtási módszereink is, mint az eddigiek. Ma minden ismert jármű, kivétel nélkül, fizikai lökéssel gyorsítja utasait, amiről azok lábbelijükön, vagy ha ülnek, nadrágjukon keresztül vesznek tudomást. Ez így van az ökrös szekér, bicikli, autóbusz és rakéta esetében. Hogy ennek nem kell mindig így lennie, a gravitációs tér különböző viselkedése nyomán sejthetjük.

Ha a Föld gravitációs terében szabadon esünk, sebességünk másodpercenként 22 mérföld/órával növekszik — de a világon semmit nem érzünk. Ez mindig így lenne, függetlenül attól, hogy a gravitációs tér intenzitása mekkora. Ha valaki a Jupiter felé esne, gyorsulása 60 mérföld/óra lenne másodpercenként, mert a Jupiter gravitációs tere két és félszerese a Földének. A Nap közelében a gyorsulás 600 mérföld/óra lenne másodpercenként, és itt sem éreznénk, hogy bármiféle erő hat ránk. Vannak olyan csillagok — a Fehér Törpék — amelyek gravitációs tere több mint ézerszer akkora, mint a Jupiteré. Ilyen csillag közelében sebességünk *másodpercenként* 100 000 mérföld/órával növekednék a legkisebb kényelmetlenségérzet nélkül — természetesen addig, míg csak nem kellene sürgősen kieveznünk belőle ...

A legkülönbözőbb erősségű gravitációs terekben való gyorsulás azért nem okoz bármilyen érzést vagy fizikai igénybevételt, mert egyidejűleg hat testünk minden egyes atomjára. Semmiféle lökés nem megy át rajtunk rétegről rétegre,

az üléstől vagy a jármű padlójától kezdődően.

Nyilván rájöttek már, mi következik ebből az érvelésből. Ha valaha is szabályozni vagy irányítani tudjuk a gravitációs teret, mint az előző fejezetben felvettem, ezzel sokkal többet nyerünk, mint a felhő módjára való lebegést. Lehetővé válik, hogy bármilyen irányban gyorsulhassunk, olyan mértékben, amilyen a rendelkezésünkre álló teljesítmény, anélkül, hogy bármilyen mechanikai nyomást vagy erőt éreznénk. Az ilyen meghajtási módszert „tehetetlenségmentes hajtásnak” hívhatnánk — ez olyan kifejezés, amelyet (sok mással együtt) a tudományos fantasztikus írók veteránjától, Dr. E. E. Smithől kölcsönöztem, bár ő ezt némileg más értelemben használta.

Ilyenféle meghajtással járműveink majdnem azonnal megállíthatók és indíthatók lennének. Talán még fontosabb az, hogy jóformán törésbiztosak lennének. Mesterséges gravitációs terüktől védve egymásba rohanhatnának százmérföldes óránkénti sebességekkel, anélkül, hogy utasaik idegrendszerén kívül bármi másban kár esne. Derékszögben elfordulhatnának, vagy hajtókanyarokat végezhetnének, és bár egy emberi pilóta reakciósebessége túlságosan kicsi lenne ahhoz, hogy ezeket vezethesse, az ember teljes biztonságban és kényelemben utazhatna bennük. Meg lehetne oldani még azt is, hogy függetlenül attól, hogy mekkora gyorsulással haladnának ezek a járművek, mindig tiszta ellensúlyozatlan és éppen egygravitációnyi erő hasson az utasokra, s így mindig normális súlyukat érezhessék.

Igaz, hogy itt a Földön egészen jól megvagyunk ilyen kifinomult meghajtórendszerek nélkül, de ezek végül is mint az űrkutatás melléktermékei rendelkezésünkre fognak állani. A rakéta — mondjuk ki bátran — nem valami praktikus módja a jövés-menésnek. Ezt bárki alátámaszthatja, aki tartózkodott már szabad ég alatt egy nagy földi rakétakísérlet egymérföldes körzetén belül. Kell, hogy találjunk valami nyugodtabb, tisztább és megbízhatóbb módszert — amely lehetővé teszi, hogy belépjünk az eddig elérhetetlen sebességtartományokba, a 6., 7., 8. és végül a 9. sávba.

Mert hosszú távon — és most talán századokkal tekintek előre — használjuk és eldobjuk a járműveinket, amelyeket a sebességspektrumban való feljebb jutásban alkalmazunk ; eljön az idő, amikor az ICBM (Intercontinental Ballistic Missile = interkontinentális ballisztikus rakéta) nem tűnik majd gyorsabbnak, mint az asszír harci kocsi. A köztük eltelt háromezer év az egész történelmet felölelő időben csak egy pillanat, múlt és jövő — és a történelem legnagyobb részében az embereket csak a sebességspektrum két széle érdekli.

Remélem, mindig kielégíti majd őket, hogy két-három mérföld/órás sebességgel sétáljanak a világban, elmerülve szépségeiben és titokzatosságában. Ha pedig sietnek, akkor kevesebbnel nem érik be, mint a végső 670 615 000 mérföld/óra sebességgel.

Persze, még ez a sebesség is teljesen alkalmatlan arra, hogy a csillagközi tér kihívását elfogadhassuk, de földi viszonylatban megoldaná az azonnal közlekedést. A fény egyheted másodperc alatt kerüli meg égitestünket. Lássuk,

vajon az ember remélheti-e, hogy valaha ugyanezt tegye.

VII. FEJEZET

TÁVOLSÁG NÉLKÜLI VILÁG

Az azonnali közlekedés — a „teleportálás (ott-termés)” — gondolata nagyon régi, és sok keleti vallásban megtalálható. Milliók élnek ma is, akik meg vannak győződve arról, hogy a jógik és más beavatottak már elérték a pusztá akaraterő-gyakorlatokkal. Aki csak látta a fakírok tűztáncának nagyszerű látványosságát, mint jómagam (1. 17. fejezet), el kell ismerje, hogy a léleknek majdnem hihetetlen hatalma van a test anyaga felett.

A gondolati ott-termés *lehetetlenségének* egyik legjobb, bár kissé ironikus bizonyítékát egy éppen erre alakult társaságról szóló regényben találjuk. Alfred Bester *A csillagok a végzetem* e. könyvét azzal az érdekes ötlettel kezdi, hogy egy ember, akit hirtelen halállal fenyegettek meg, öntudatlanul és akaratlanul biztonságos helyen terem. Az a tény, hogy ilyen esetről nincs hiteles feljegyzés, noha évenként milliónyi alkalom lenne a dolog kipróbálására, egyben kítűnő bizonyíték a lehetetlenségére.

Vizsgáljuk meg tehát a teleportálást az ismert és előre látható tudomány, és nem a tökéletesen ismeretlen és feltételezett gondolati erők kifejezőmódjával. A probléma egyetlen megközelítése, úgy látszik, az elektronikán keresztül lehetséges. Megtanultuk már, hogyan küldjünk hangokat és képeket fénysebességgel a világ körül, miért ne tehetnénk ugyanezt szilárd anyaggal — akár emberekkel?

Fontos, hogy felismerjük: az előbbi mondat egy alapvetően téves állítást tartalmaz, bár kétlem, hogy nagyon sokan észrevennék. Nem küldünk rádió vagy tv, vagy bármi más eszköz útján hangot vagy képet sehová. Ezek eredeti helyükön maradnak, és ott a másodperc törtrésze alatt elenyésznek. Amit küldünk, az az információ — leírás vagy terv, történetesen elektromágneses hullámok formájában —, amelyből az eredeti látvány vagy hang helyreállítható.

Ami a hangot illeti, a probléma aránylag egyszerű, és megoldottnak tekinthető, mert valóban jó berendezés esetén a másolatot nem lehet megkülönböztetni az eredetitől. A feladat egyszerű (e kijelentésért a tudósok és

hangmérnökök néhány generációjától, akik fejüket törték rajta, bocsánatot kérek), mert a hang egydimenziós. Ez annyit jelent, hogy minden hang — nem érdekes, hogy mennyire összetett — jellemezhető olyan mennyiséggel, amelynek minden pillanatban *egyetlen* értéke van.

Ha az ember utánagondol, egészen rendkívüli dolog, hogy Wagner vagy Berlioz rengeteg hangszerét egyetlen viaszba vagy műanyagba karcolt hullámos vonal tartalmazhassa. De ez így van, ha a vonal kitérései elég finomak. Mivel az emberi fül nem észlel másodpercenként 20 000 rezgésszámnál nagyobb frekvenciájú hangokat, ez meghatározza, hogy mennyi részletet kell a hangcsatornáknak tartalmazniuk — vagy, hogy a műszaki kifejezésmóddal éljünk, milyen legyen a sáv szélességük.

A látást illetően a helyzet sokkal bonyolultabb, mert itt már a kétdimenziós fény-árnyék mintával van dolgunk. Amíg *egy adott pillanatban* a hangnak csak egyetlen hangossági foka van, egy jelenetben a fényesség- változatok ezrei vehetnek részt. Ezekkel mind törődni kell, ha egy képet akarunk továbbítani.

A televízió mérnökei úgy oldották meg a problémát, hogy a képet nem egészében ragadják meg, hanem fel- bontják részekre. A tv-kamerában egyetlen jelenet néhány százezer képelemre bomlik, nagyon hasonlóan ahhoz, ahogy a nyomtatáshoz a fényképet a klisékészítő pont-rácsa alakítja át. A kamera valójában nem tesz mást, mint a jelenet fényértékeit hihetetlenül gyorsan felméri, vagy inkább mintát vesz belőle, és ezt közli a berendezés vevőoldalával, amely feldolgozza az információt, és re- konstruálja a megfelelő megvilágítás-értékeket a katód- sugárcső ernyőjén. Egy tetszőleges adott pillanatban a tv-rendszer a képnek csak egy adott pontját továbbítja, de mivel másodpercenként mintegy negyedmillió ilyen képpont villog a képernyőn, bennünk a teljes kép látásának érzetét kelti. És mivel az egész eljárás másodpercenként harmincszor (*Az Egyesült Államokban a hálózati feszültség 60 periódusú. — A ford*) ismétlődik (olyan országokban, ahol a hálózat 50 periódusú, huszonötször), a képet folytonosnak és mozgóknak látjuk.

Egyetlen másodperc alatt tehát a fény-árnyék viszonyokra vonatkozóan majdnem csillagászati mennyiségű információt kell továbbítani a televíziós csatornán. Harmincszor negyedmillió, vagyis 7 500 000 különálló jelet másodpercenként; a gyakorlatban erre egy 4 MHz-es sáv szélességű csatorna megfelelő — de korántsem kiváló — átlagos követelmény mai háztartási tv-készülékeink számára. Ha ezt valaki jónak hiszi, hasonlítsa egyszer össze részleteiben egy jó minőségű és a képernyővel azonos méretű fényképpel.

Most pedig ringassuk magunkat egy kis műszaki ábrándozásba, egy sereg tudományos fantasztikus író nyomán. (Kezdjük talán Conan Doyle-lal. Itt a kevésbé ismert Challenger professzor történeteinek egyikére, *A felbontó gépre* gondolok, amely az 1920-as években jelent meg.) Képzeljünk el egy szuper-röntgenkészüléket, amely atomról atomra le tud tapogatni egy szilárd tárgyat, mint ahogy a tv-kamera letapogatja a stúdióban látható jelenetet. Ez a készülék

egy villamos jelsorozatot állítana elő, amely ilyen féle állításokat tartalmazna: itt van egy szénatom, itt jobbra ezermilliomod hüvelyknyire nincs semmi, másik ezermilliomod hüvelyknyire van egy oxigénatom — és így tovább, míg az egész tárgyat egyértelműen és kifejezetten le nem írta. Ha egy ilyen berendezés lehetőségét eleve elfogadjuk, nem lenne sokkal nehezebb megfordítani az eljárást, és az átvitt információ alapján felépíteni az eredeti tárgynak minden tekintetben azonos mását. Az ilyen rendszert „anyagátvivőnek” nevezhetnénk, de ez a meghatározás félrevezető lenne. Nem vinné át az anyagot, csakúgy, mint a tv-adó sem viszi át a fényt; információt vinne át, amelynek alapján a vevőkészülékben rendelkezésre álló anyagkészlet a kívánt formába rendeződne. Az eredmény valóban az azonnali közlekedés lenne — legalábbis a rádióhullámok sebességével való közlekedés, amely megkerülheti a Földet egyhated másodperc alatt.

A gyakorlati nehézségek azonban olyan óriásiak, hogy amint kimondjuk őket, máris az egész ötlet képtelenségnek látszik. Csak össze kell hasonlítani a két dolgot: különbségek miriádjai vannak egy meglehetősen korlátozott élességű síkbeli kép és egy egészen az atomig finomított mikroszkopikus részletekben gazdag és bonyolult szilárd test között. Szavak vagy bármiféle leírás áthidalhatja-e a szakadékot, amely egy ember fényképe — és maga az ember között tátong?

A probléma természetének jellemzésére tegyük fel, hogy valaki azt kérné tőlünk, készítsük el New York City *pontos* mását, az utolsó tégláig, üvegtábláig, járdaszegélykőig, ajtókilincsig, gázcsőig és vízvezetékig és villanydrótdarabig hűen. Különösen az utóbbi nehéz, mert a város mása nemcsak az összes fizikai részletet, hanem az energiaszolgáltató és telefonhálózatok sokaságát tekintve is pontos kellene legyen, amelyekben ugyanakkora áramoknak kellene folyniuk, mint az eredetiben a másolás pillanatában.

Nyilvánvalóan építészek és mérnökök hadaira lenne szükség, hogy a város szükséges leírását összegyűjtsék — és a felbontó eljárást meg lehessen valósítani, ha ismét a televíziós szólásmódhoz térünk vissza. Ez alatt az idő alatt a város olyan sokat változnék, hogy a munkát előről lehetne kezdeni. Vagyis, a valóságban sohasem lehetne befejezni.

Egy emberi lény pedig nem kevesebb, mint milliószor, vagy még valószínűbben ezermilliószor bonyolultabb, mint egy ilyen New York City-szerű „szimpla csinálmány”. (Pillanatnyilag figyelmen kívül hagyjuk azt a lényegtelen különbséget, hogy az egyik objektum élő, érző teremtmény, a másik nem.) Feltehetjük ezért, hogy a másolási eljárás ennek megfelelően tovább tartana. Ha az New York esetében egy évet venne igénybe — meglehetősen optimista feltevés —, akkor az eljárás végrehajtása egyetlen emberi lényre valószínűleg annyi ideig tartana, míg a csillagok kialudnának. És a nyert információnak bármilyen hírközlő csatornában való továbbításához valószínűleg körülbelül ugyanennyi idő kellene.

Ezt már akkor is beláthatjuk, ha csupán rátekintünk az adatokra. Egy emberi

testben, nagyon durván számolva, 5×10^{27} számú atom van a tv-képben szereplő 250 000 képponttal összehasonlítva. A tv-csatornának egyharmincad másodpercre van szüksége ahhoz, hogy ezt átvigye. Egyszerű számítás szerint ugyanilyen kapacitású csatornának 2×10^{13} , vagyis kereken 20 000 000 000 000 évre lenne szüksége ahhoz, hogy az „anyagképet” egyik helyről a másikra továbbítsa. Ennél már az is gyorsabb lenne, ha gyalog odasétálnánk.

Bár az előbbi számítás gyerekesen naiv (minden hírközlésben jártas mérnök kitalálhat olyan módokat, amivel öt-hat nullát lenyisszant a fenti adatból), mutatja a probléma nagyságát és a jelenleg elképzelhető technikával való megoldhatatlanságát. Ez *nem* bizonyíték arra, hogy ilyesmi sohasem valósulhat meg, csak annyit jelent, hogy messze túl van a mai tudomány látókörén. Mert számunkra ezt még megkísérelni is annyi, mintha Leonardo da Vinci megpróbált volna távolbalátót építeni pusztán mechanikai (azaz nem elektromos) eszközökkel.

Ez a hasonlat olyan jó, hogy érdemes kissé tovább foglalkozni vele. Hogy tudott volna Leonardo megbirkózni azzal a problémával, hogy továbbítson egy nagy élességű (250 000 képelemből álló) képet egyik helyről a másikra? Meg fognak lepődni, azt mondom: megtehetette volna, bár ez céltalan bűvészmutatvány lett volna. A következőképpen járhatott volna el:

Egy nagy lencsével a továbbítandó képet elsötétített szobába, fehér ernyőre vetítette volna. (A sötétkamrát Leonardo jól ismerte, feljegyzései között szerepel is.)

A képre derékszögű rácsot vagy szitát helyezett volna, amelynek ötszáz drótszál lett volna egy oldalán, és így a képet fel tudta volna osztani 250 000 elemre. Minden drótszálat megszámozott volna, és ezzel két háromjegyű számmal mint koordinátával, például így: (123,456), minden képpontot jellemezhetett volna.

Ekkor már csak egy éles szemű személyre lett volna szüksége, aki a képet pontról pontra megvizsgálja, és „igen”-t vagy „nem”-et mond aszerint, hogy a pont világos vagy nem. (Ha elképzeljük magunkat, amint egy újságklisen nagyítóüveggel végigmegyünk, egyben nagyon jól elképzelhetjük az eljárást.) Ha a „0” sötétséget, és az „1” fényt jelent, az egész képet le lehet írni az élesség eme korlátain belül 7-jegyű számok sorozatával. Az „1;111;111” azt jelentené, hogy a bal oldali legfelső képpont meg van világítva, a „0;500;500” azt, hogy a jobb oldali legalsó képpont sötét.

Leonardónak tehát az a dolga, hogy a 7-jegyű számok e 250 000 tagú sorozatát vigye át egy távoli helyre. Ezt sokféleképpen meg lehetne tenni — zászlókkal, felvillanó fényekkel és így tovább. A vevőoldalon a képet ismét össze lehetne rakni vagy úgy, hogy fekete pontokat teszünk egy üres 500 X 500-as rács megfelelő helyeire, vagy úgy, hogy volna negyedmillió pici csapóajtónk, amelyek egy fehér lap előtt nyithatók és csukhatók, vagy tucatnyi más módon.

És meddig tartana mindez? A zászlókkal menne a leglassabban. Leonardo

boldog lehetne, ha másodpercenként egy számjegyet továbbítani tudna, és 1 750 000-rel kellene megbirkóznia. Ez tehát körülbelül húsz napig tartana, nem is említve a fantasztikus erőlködést és szemgyakorlatot, amit ennek az egyetlen képnek a továbbítása kívánna.

Leonardo megrövidíthetné az időt, ha egy sereg embert dolgoztatna egyszerre, de hamarosan elérné azt a pontot, amikor a csökkenés megfordul. Hiszen húsz munkás, aki mind a képet bontja, és különböző zászlókkal információit küldi, biztosan egymás útjába botlana, és még így sem lehetne a feladatot egy napnál hamarabb befejezni. *{Hogy ez valaha megoldható egy másodperc harmincad része alatt, Leonardónak is, aki talán minden idők legelőrelátóbb embere volt, tökéletes és kétségbe nem vonható lehetetlenségnek látszott volna.}* És mégis, születése után ötszáz évvel, hála az elektronikának, a civilizált világ legtöbb otthonában bekövetkezett.

Lehet, hogy lesznek az elektronikánál annyival fejlettebb technológiák, mint amennyivel ez előbbre van a középkor esetlen gépészeténél. Ilyen technológiák keretén belül talán még egy olyan bonyolult objektum szétbontása, átvitele és összerakása is lehetővé válik, mint az emberi test maga, méghozzá ésszerűen rövid idő, mondjuk néhány perc leforgása alatt. De még ez sem jelentené azt, hogy valaha is képesek leszünk élő embert, gondolataival, emlékeivel és azonosságának egyedülálló érzetével együtt továbbítani a rádió ekvivalensének segítségével. Mert egy ember több, mint atomjainak összege, bár ennyi mindenesetre, de ehhez még hozzátartozik az az elképzelhetetlenül nagyszámú energiaállapot és különleges alakzat, amiben ezek az atomok egy adott pillanatban éppen találhatók. A modern fizika (különösképpen Heisenberg határozatlansági relációja) azt tanítja, hogy elvileg lehetetlen az összes állapotot és alakzatot abszolút pontossággal meghatározni — tehát, hogy valójában maga a fogalom eleve jelentéktelen. Akár egy indigós másolaton, a másodpéldányon eleve bizonyos fokú elmosódottság lenne, a dolgok természetéből folyóan. Az elmosódottság lehetne sokkal kisebb mérvű, hogysem számíton (mint a zaj egy nagyon jó minőségű magnetofon-felvételen), vagy lehetne olyan rossz, hogy a másolat felismerhetetlen, mint egy újságklisé esetében, ha túlságosan sok példányt nyomtak vele.

Nem meglepődzöm, hogy pusztán mechanisztikusan nyúlok a kérdéshez: van már elég műszaki probléma a kezünkben anélkül is, hogy ilyen definiálhatatlan dolgokat, mint lélek és szellem, belekevernék. Lehetne azzal érvelni, hogy még ha le tudnánk is másolni egy embert, egészen utolsó atomjáig, az eredmény nem lenne élőlény — vagy ha igen, nem az a teremtmény, amelyből kiindultunk. Pedig egy ilyen reprodukció minimális követelmény volna; lehet, hogy sokkal többet is kellene tennünk.

Ebben az egész elmefuttatásban van azonban egy olyan filozófiai pont, amelyet nem hagyhatok figyelmen kívül, és amely önökben már kétségtelenül felmerült. Ha a közlekedésnek ez a módja egyáltalán lehetséges, néhány

hajmeresztő következménye lenne.

Mert egy anyagleadó nem csupán „adóberendezés”, hanem magában hordja a sokszorozás lehetőségét is, amely az eredetinek tetszőleges számú megkülönböztethetetlen másolatát előállítja. Annyi másolat lenne, ahány vevőkészülék, vagy magát a „jelet” „lemezre” lehetne venni, és újra meg újra visszajátszani ugyanabban a vevőkészülékben. Fontolóra kell venni, hogy egy emberi testet alkotó nyersanyag ára mindössze néhány dollár ...

Egy napon minden ipari eljárásnak nyilván ez lesz az alapja, és bizonyosan praktikus lesz az egyszerű, sőt még esetleg a bonyolultabb élettelen tárgyak esetében is. Nem tiltakozunk egyforma hamutartók, teáscsészék vagy autók ezrei ellen, de a társadalom lidérces kavarodásba omlana, ha emberek százai mind azzal állnának elő — és jogosan —, hogy ők egy és ugyanazon személy. Még kulcspozícióban levő államférfi két vagy három másolata is micsoda káoszt váltana ki, és a bűnesetek, intrikák és háborúskodások lehetősége olyan megdöbbentő, hogy ez a találmány kétségkívül minden atombombánál veszedelmesebb lenne. De az a tény, hogy valami borzalmas, még nem teszi lehetetlenné a létezését, mint erre Hiroshima lakosai rájöhetnek. Erősen reméljük, hogy az olyan anyagátvivő, illetve duplikáló berendezés, amely emberek átvitelére is alkalmas, örökre elérhetetlen marad, de én gyanítom, hogy egyszer majd ezekkel a problémákkal is szembe kell néznünk.

Azt is gyanítom, hogy az a televíziószerű megközelítés, amelyet az előbb körvonalaztunk, nem lesz éppen a legjobb módja az azonnali közlekedtetés elérésének; az igazi megoldás (ha egyáltalán van ilyen) valami sokkal finomabb lesz. Lehetséges, hogy a tér természetét is magában foglalja majd.

A tér, ahogy valaki egyszer nagyon éleselméjűen megjegyezte, az, ami megakadályozza a dolgokat abban, hogy ugyanazon a helyen legyenek. De tegyük fel, hogy mi azt *akarjuk*, hogy két dolog ugyanazon a helyen legyen — vagy jobban mondva, hogy két hely legyen egy helyen.

Az az elgondolás, hogy a tér állandó, invariáns és abszolút, vereséget szenvedett az utóbbi ötven évben, mégpedig főként Einstein révén. De még a relativitáselmélet megjelenése előtt is már egy sor filozófus és matematikus kifogást emelt az euklideszi tér fogalomalkotása ellen. (Különösen Nyikolaj Ivanovics Lobacsevszkij, 1793— 1856, akinek méltatlankodó szelleme alig várja, hogy néhány szót váltson Mr. Tom Lehrerrel.)

A térnek legalább két vonatkozásban sokkal bonyolultabb tulajdonságai vannak, mint azok, amelyekre a geometriakönyvekből homályosan emlékszünk iskolás napjaink idejéből. Vagy nem engedelmeskedik az euklideszi alapaxiómáknak, vagy háromnál több dimenziója is lehet. Ennél sokkal aggasztóbb lehetőségekre is gondoltak a modern géométerek — akiknek mottója ez: „Ha elképzelhető, akkor nem geometria” —, de ezeket szerencsére figyelmen kívül hagyhatjuk.

A negyedik dimenzió egy idő óta kiment a divatból. A századforduló környékén népszerű volt, és lehet, hogy egyszer ismét divatba jön. Nincs

semmi különösen nehéz abban a gondolatban, hogy lehet valami magasabb, mint a kocka, ahogy a kocka magasabb, mint a négyzet, és nagyon könnyű meghatározni a négy- és n -dimenziós alakzatok tulajdonságait az alacsonyabb dimenziószámúak analógiái alapján; ezzel majd a 14. fejezetben foglalkozunk.

Bár készségesen (vagy inkább meglehetősen készségesen) elismerem, ha hibázom, nem hiszem, hogy a több dimenziós euklideszi tér megengedi a rövidzárat megszokott háromdimenziós világunk két pontja közt. Ha két pont között a háromdimenziós térben meghatározott távolság van, legalább ekkora lesz a köztük levő távolság minden magasabb dimenziószám esetén. Ha azonban elképzeljük, hogy a tér lehet hajlított vagy görbült, és az euklideszi axiómák többé nem érvényesek, akkor néhány érdekes lehetőséghez jutunk.

Ezeket ismét csak analógián keresztül tudjuk méltányolni. Gondoljunk a megszokott, de rejtélyes alakzatra, a Moebius-szalagra — amelyhez úgy jutunk, hogy egy papírszalag két végét összeragasztjuk, de az egyiket előbb egy fél fordulattal elfordítjuk. Mint ismeretes, az eredmény egy „egyoldalas felület”, és ezt a tényt nagyon könnyen be is bizonyíthatjuk azáltal, hogy egyik ujjunkat végigfuttatjuk rajta. (Azt ajánlom, hogy az olvasó készítse el a Moebius-szalagot, nem tart tovább harminc másodpercnél, és igazán megéri a fáradságot.)

Fogjuk a szalagot hüvelykujjunk és mutatóujjunk közé. Egy ceruza segítségével folytonos vonalat húzhatunk a hüvelykujjunktól a mutatóujjunkig úgy, hogy egyszer végigmegyünk a szalagon. (Vagy ez csak egy fél körülfordulás? De ez más história.) Ha „felületlakók” lennénk, akik csak a szalag felületén tudnak mozogni, ez komoly távolság lehetne.

Ha viszont mozoghatnánk a papír vastagsága irányában — a hüvelykujjtól a mutatóujjhoz vezető közvetlen úton —, a távolság nagyon rövid lenne. Tíz hüvelyk helyett esetleg néhány ezredhüvelyknyi.

Ez az egyszerű kis kísérlet néhány nagyon bonyolult lehetőséget sugall. Különféle tértípusok képzelhetők el, amelyekben két pont, az A és B nagyon messze lehetnek az egyik irányban, de egészen közel a másikban.

Persze abból, hogy ilyen helyzetet el tudunk képzelni, még nem következik, hogy ez fizikailag meg is valósítható, vagy hogy vannak „lyukak a térben”, amelyeken keresztül egérutakat vehetünk a világegyetemen át. De hisszük, hogy a tér geometriája változtatható — bár ez a tény minden matematikusnak, aki Eukleidész 2000 éves árnyékában élt, képtelenségnek tűnt volna. A tér változhat a gravitációs tér jelenlétében — ezzel ugyan a dolgok fejük tetejére állíthatók: a gravitációs „terek” a tér görbületének eredményei, nem kiváltó okai.

Talán egy szép napon eljutunk a terek vagy erők szabályozásához, amely lehetővé teszi, hogy a térszerkezetet hasznos módon megváltoztassuk, talán sósperec alakú csomókba kössük, amelynek tulajdonságai még figyelemreméltóbbak, mint a Moebius-szalagé. A régi tudományos fantasztikus ötletről, a „hétmérföldes csizmáról” kiderülhet, hogy nem is pusztán fantázia;

egyszer majd normális életünk része lehet még, képessé tehet bennünket arra, hogy egyik kontinensről a másikra lépjünk (vagy egyik világból a másikba?) éppoly könnyedén, mint egyik szobából a másikba.

Vagy lehet, hogy a válasz valami egészen új és váratlan irányból jön, mint már a múltban annyiszor. Fel kell tételeznünk, hogy a közlekedés sebessége folytatja növekedését a technikai lehetőségek határáig. Mi *nem* vagyunk abban a helyzetben, hogy megmondhassuk, hol vannak ezek a határok. A jelek fénysebességgel haladhatnak, és anyagi részecskék ennél nem sokkal kevesebbel. Egy napon lehet, hogy ezt mi is elérjük.

Van azonban egy olyan tendencia, amely a gyakorlatilag azonnali globális közlekedési rendszer létesítése ellen dolgozik. Mint a hírközlés is bizonyítja, ha *minden* érzet — és nemcsak a látás és hallás — bárhová vetíthető lesz a Föld felszínén, az emberek egyre kevesebb és kevesebb ösztönzést kapnak arra, hogy utazzanak. Ezt a helyzetet látta meg előre E. M. Forster több mint harminc évvel ezelőtt, híres novellájában, *A gép megáll*-ban. Ebben lefesti távoli leszármazottainkat, akik magányos cellákban élnek, de képesek arra, hogy azonnali televíziós összeköttetésbe lépjenek bárkivel a Földön, akárhol legyen is az illető.

Forster még életében látott az általa harminc évvel ezelőtt elképzelnél sokkal tökéletesebb televíziót, és lehet, hogy jövőbe látó ötlete lényegében nem lesz messze az igazságtól. A hírközlés és közlekedés ellentétesen hatnak, bár hatásuk mindeddig egyensúlyban volt. Ha az első valaha is nyerne, Forster novellájának világa lenne az eredmény. Másfelől, ha a közlekedésnek sikerülne úgy kiugrania, ahogy a hírközlésnek sikerült az elektronika fejlődésével, ebből egy határtalanul és erőlködésmentesen mozgékony világ állna elő. Minden gát eltűnne, ami egyszer embert embertől, országot országtól elválasztott. Az az átalakulás, amit a telefon hozott az üzleti és társadalmi életbe, semmi nem lenne ahhoz képest, amit a „teleporter” hozna civilizációnk egészébe. Forradalmasítaná (vagy eltörölné) a kereskedelem és ipar legnagyobb részét — képzeljük el, mi minden történne, ha azonnal át tudnának vinni nyersanyagot és ipari termékeket bolygónk egyik helyéről a másikra! Billiószor könnyebb lenne műszakilag, mint az olyan törekeny és bonyolult valami átvitele, mint az emberi lény, és semmi kétségem nincs afelől, hogy meg fogják valósítani néhány évszázadon belül.

A különféle korokban az ember mindig két nagy ellenféllel küzdött — az Idővel és a Térrel. Az Időt sosem fogja egészen meghódítani, és a Tér pusztá méretei is legyőzhetik, ha többet merészel, mint néhány fényévnél távolabb jutni a Naptól. De legalább a Földön kijelentheti egyszer, hogy győzött.

Nem tudom, ezt *hogyan* éri majd el, és talán mindaz, amit mondtam, éppen arról győzi meg az olvasót, hogy mindez lehetetlen. De hiszem, hogy eljön az idő, amikor egyik sarkról a másikra átköltözhetünk egyetlen szívdobbanásnyi idő alatt.

A történelem egy kis tréfája lesz az, ha akkorra, mire ezt elérjük, már nem

lesz szükségünk rá.

VIII. FEJEZET

RAKÉTA A RENESZÁNSZHOZ

Négy és fél évszázada annak, hogy az európai civilizáció terjeszkedni kezdett az ismeretlen felé egy lassú, de ellenállhatatlan kiáradásban, amely a reneszánsz energiáiból táplálkozott. Miután évezredek át zsúfolódott a Földközi-tenger körül, a nyugati ember új határterületet talált a tengeren túl. Tudjuk a napját is, mikor találta meg — mint ahogy azt a napot is, amikor elvesztette. Az amerikai határvidék 1492. október 12-én nyílt meg, és 1869. május 10-én záródott be, amikor a transzkontinentális vasút pályájába az utolsó szeget beütötték.

Az ember hosszú történelmében a mi korunk az első, amelyben sehol nem került elő új határ szárazföldön vagy tengeren, és ebből sok baj származik. Igaz még ma is, hogy hatalmas kihasználatlan, sőt felderítetlen területek vannak a Földön, de ezekkel foglalkozni már csak a morzsák összeszedése. Bár az óceánok még jövőendő századokon át foglalkoztatni fognak bennünket, már ezek részére is ütött a leszámolás első órája, amikor a *Trieste* batiszkáf leszállt a Mariana-árok végső mélységeibe.

Nincs többé felfedezetlen kontinens; tetszőleges irányban induljunk is útnak, a horizonton túl valaki már vár ránk, hogy vízumunkat és oltási bizonyítványunkat felülvizsgálja ...

Az ismeretlenség eltűnése keserves csapás volt minden romantikára és kalandra. Walter Prescott Webb Délnyugat-Amerika történetének szavaival: „Egy korszak végében mindig van valami szomorú ... Az emberek jobban hiányolják a határokat, mint azt a szó kifejezheti. Századokon át hallották hívását, hallgatták ígéretét, és tették fel rá életüket, vagyonukat. És nem hív többé ...

Örömmel mondhatom, hogy Webb professzor siránkozását néhány évmillióval elhamarkodta. Éppen amíg ezt írta, a kis Texas államban, nem egészen ezermérföldnyire nyugatra tőle, a White Sands feletti kondenzcsík egy minden eddig ismertnél elképzelhetetlenül hatalmasabb határ felé mutatott — és ez az Űr határa.

A csillagok közé vezető utat nem is fedezték fel nagyon korán. Civilizáció

nem létezhet új határok nélkül; szüksége van rájuk fizikailag és szellemileg egyaránt. A fizikai szükségyszerűség nyilvánvaló: új földek, új források, új anyagok. A szellemi szükségyszerűség nem olyan magától értetődő, de hosszabb időt tekintve az a fontosabb. Nemcsak kenyérrel élünk; szükségünk van kalandra, változatosságra, újdonságra, romantikára. A pszichológusok kimutatták az érzékek hiányérzeteire vonatkozó kísérletekkel, hogy az ember hamarosan megőrül, ha egy csendes, sötét szobában, a külvilágtól teljesen elzárva tartják. Ez igaz a társadalomra is; megfelelő ingerek nélkül az is megbetegedhet.

Túlzott optimizmusnak tűnhet kijelenteni, hogy az ember eljövendő eltávozása a Földről és a csillagközi téren való átkelése új reneszánszt vált majd ki, és széttöri azt a sablont, amelybe társadalmunknak, művészetünknek egyébként bele kellene fagynia. De mégis ezt szándékozom tenni; először azonban szét kell foszlatni bizonyos általánosan elterjedt tévképzeteket.

Az űr határai végtelenek, a kimerítés minden lehetőségén túl. De a lehetőségek és az a hívogatás, amelyet kínál, alapjaiban más, mint bármi, amivel eddig saját világunkban a múltban találkoztunk. A Naprendszer minden holdja és bolygója különös, ellenséges hely, ahol lehet, hogy sosem fog néhány ezernél több ember kikötni, és ezeket legalább olyan gondosan fogják válogatni, mint Los Alamos lakosságát. A tömeges gyarmatosítások kora örökre lejárt. Az űrben sok minden számára van hely, csak „a te megfáradt, szegény, összebujó, szabad lélegzet után sóvárgó nyájadnak nincs ...” Minden, a Mars talaján álló szabadságszobor talapzatára ez lesz írva: "Add nekem magfizikusaidat, vegyészmérnökeidet, biológusaidat és matematikusaidat." A huszonegyedik századi bevándorlóknak sokkal több közös vonásuk lesz a tizenhetedik századi, mint a tizenkilencedik századi emberekkel. Mert a *Mayflower* (az első amerikai telepesekeket szállító hajó), emlékezzünk csak, a fedélzeti lefolyóig „tojásfejük”-kel volt megtömve. *(Vezető értelmiségi)*

Az a gyakran kifejezett gondolat tehát, hogy a bolygók megoldhatják a túlnépesedési problémákat, teljességgel téveszme. Az emberiség szaporulata most mintegy 100 000 *naponta*, és semmiféle elképzelhető „űrlift” nem jelenthet komoly tényezőt ezzel az ijesztő tempóval szemben.

A jelenlegi technikával az összes nemzet egyesített katonai költségvetése talán éppen elegendő lenne ahhoz, hogy naponként tíz embert a Holdra juttasson. De mégha az űrközlekedés ingyenes volna is — ahelyett, hogy mesésen drága —, aligha segítene komolyan — mert egyetlen bolygó sincs, amelyen az ember gondosan kidolgozott mechanikai segítség nélkül élni és dolgozni tudna. Mindnyájunknak szükségünk lesz az űrbeli védőfölszerelésre, szintetikus levegőgyárakra, túlnyomásos házakra, hidroponikus *(talaj nélküli, vegyszeres növénytermesztés)* farmokra. Egy napon majd a holdbeli és mars-béli településeink önellátók lesznek, de ha nappaliszobát keresünk a népességfölslegnek, sokkal olcsóbban megtalálhatjuk az Antarktiszon — vagy akár az Atlanti-óceán fenekén.

Nem: a népességcsatát itt a Földön kell megvívni és megnyerni, és mennél tovább halogatjuk az elkerülhetetlen konfliktust, annál borzasztóbb fegyvereket kell majd használnunk ahhoz, hogy győzhessünk. (A kötelezői magzatelhajtás és gyermekgyilkosság, és a heteroszexualitás elleni törvények — az ellenkezőjükkal együtt lehetnek az enyhébb eljárások.) De noha a bolygók nem mentesítenek, a növekvő számok súlya — a nyomás fojtogató érzése, amint a hangyaboly falai egyre közelebb nyomulnak — segíteni fog abban, hogy megoldódjék az ember felszállása az űrbe, még akkor is, ha nem több, mint az emberiség milliomodrésze juthat el odáig egyáltalán.

Lehet, hogy a csatát máris elvesztettük ezen a bolygón Amint Sir Georges Darwin *A következő millió év* című lehangoló kis könyvében megállapítja, lehet, hogy mi most aranykorban élünk az éhínség és szegénység végtelen kilátásához képest, amelynek el kell következnie, ha a jövő embereinek milliárdjai verekszenek majd a Föld kiapadó erőforrásaiért. Ha ez igaz, egyre inkább életbevágó, hogy önfenntartó településeket létesítsünk a bolygókon. Lesz némi esély arra, hogy fennmaradnak és megőriznek valamit a kultúránkból, ha a civilizáció az anyavilágban teljesen letörik.

Bár a bolygók nem nyújthatnak fizikai megkönnyebbülést a túlnépesült és elszegényedett Földnek, intellektuális és érzelmi támogatásuk óriási lehet. Az első expedíciók fölfedezései, az úttörők küzdelmei, hogy lábukat más világokon megvessék — szándékokra és teljesítményekre lelkesítik majd az itthonmaradottakat. Tudni fogják, miközben a tv-képernyőt figyelik, hogy Történelem (nagy T-vel) van ismét születőben. A csoda érzése, amelyet már majdnem elvesztettünk, ismét visszatér az életünkbe; és ezzel együtt a kaland szelleme is.

Nehéz ennek a jelentőségét túlbecsülni — bár könnyű tréfát űzni belőle a „légvárépítésre” tett cinikus megjegyzésekkel. Csak kevesen válhatnak úttörökké vagy felfedezőkké, de mindenki, hacsak részben életerős is, időnként érzi a kaland és izgalom szükségét. Bizonyítéku nem is kell más, mint a temérdek vadnyugati piff-puff film, amely hemzseg az éterben. Megteremtettük azt a vadnyugati mítoszt, amely sosem létezett, hogy kitöltse modern életünk ürességét. Előbb vagy utóbb azonban belefáradunk a mítoszokba (sokunk már régen bele is fáradt *ebbe* a fajtába), és akkor itt az ideje új területet keresni. Van valami szívbe markolóan szimbolikus abban a tényben, hogy most óriás rakéták állnak a Csendes-óceán partján egyensúlyozva, azon a helyen, ahol ekhós szekerek állomásoztak csak két emberöltővel ezelőtt.

Kultúránk lassú, de egészen új irányokba való fordulása már folyamatban van, ahogy az emberek gondolatai az űr felé irányulnak. Ez a folyamat elkezdődött, még mielőtt az első élőlény elhagyta a Föld légkörét, és pedig a legfogékonyabb légkörében — a gyerekszobában. Az úrjátékok közhelyekké váltak már évekkel ezelőtt; ugyanígy a karikatúrák és a „Take me to your leader” (téggy a vezéreddé) tréfák, amelyek érthetetlenek lettek volna akárcsak egy évtizeddel ezelőtt. A világmindenség növekvő tudata még a

pszichopatológiához is hozzájárult. Megragadó párhuzam vonható a repülőcsészalj-kultusz és a tizenhetedik század boszorkányüldözései között. A bennük szereplő gondolkodásmód közös, és én ezennel előterjesztem elképzelésemet egy olyan leendő Doctor Philosophiae-nak, aki témát keres.

A Naprendszer felderítésének előrehaladtával az emberi társadalmat egyre inkább átítatják majd az űrhajózás elgondolásai, felfedezései és kísérletei. Ezek legnagyobb hatását persze azok a férfiak és asszonyok fogják érezni, akik ténylegesen kimennek majd az űrbe, hogy ideiglenes vagy állandó települést létesítsenek a bolygókon. Minthogy nem tudjuk, mivel kell szembeszállniuk, aligha érdemes azon töprengeni, hogy ott miféle társadalom fejlődhet ki száz vagy ezer évvel utánuk a Holdon, Marson, Vénuszon, Titánon és a Naprendszer más nagyobb szilárd testjein. (Az óriásbolygókat, a Jupitert, Szaturnuszt, Uránuszt és Neptunuszt, mivel nincs szilárd felszínük, nyugodtan törölhetjük.) Űrbeli vállalkozásaink kimenetelét illetően meg kell várnunk a történelem ítéletét. Toynbee szavai a *Történelmi Tanulmányokból* megérdemlik, hogy kissé eltűnődjünk rajtuk: »Leszármazott civilizációk ... kitermelik a maguk igen meglepői korai megnyilatkozásait olyan helyeken, amelyek kívül esnek a „szülő” civilizáció körzetén. Az új terep által kiváltott válasz felsőbbrendűségét meglepően jól szemlélteti az az eset, mikor az új terepet tengeri úton kell elérni ... A határpozíciókat elfoglalók, akik állandó támadásoknak vannak kitéve, sokkal ragyogóbb eredményeket érnek el, mint ama szomszédaik, akik védettebb helyeken vannak.«

Változtassuk a „tenger” szót „űr”-re, és az analógia nyilvánvaló; ami az állandó támadást illeti, a természet sokkal megfelelőbben szolgál majd ezzel, mint bármilyen csupán emberi ellenfél. Ellsworth Huntington rámutatott, hogy a civilizáció útja az „elhidegedés és elviharosodás” felé halad. Itt az ideje, hogy ügyességünket és elszántságunkat olyan éghajlattal és környezettel állítsuk szembe, amely sokkal ellenségesebb, mint amelyet ez a Föld egyáltalán nyújtani tud.

Mint már a múltban is gyakran előfordult, lehet, hogy a feladat túl nagy. Lehet, hogy létre tudunk hozni településeket a bolygókon, azonban ezek képtelenek lesznek magukat a létminimumnál jobb nívón fenntartani, és semmi fölös energiájuk nem marad arra, hogy valami kulturális teljesítményt is kicsiholjanak. Van erre a történelemben egy meglepő és ugyanakkor baljóslatú párhuzam. Valaha régen a polinéziaiak megvalósítottak már egy technikai bűvészmutatványt, amelyet joggal hasonlíthatunk az űr meghódításához. Azzal, hogy rendszeres tengeri forgalmat bonyolítottak le az óceánok legnagyobbikán, írja Toynbee, „sikertelenül bejárniok azokat a szárazföldpettyeket, amelyek majdnem olyan elszórtan vannak a Csendes-óceán vízvadonjában, mint a csillagok a világűrben”. De az erőlködés végül is kimerítette őket, és visszahanyatlottak a primitív életbe. Lehetséges, hogy soha nem szereztünk volna tudomást meglepő eredményeikről, ha nem maradt volna egy emlékmű a Húsvétszigeteken, amelyet nehéz lenne nem észrevenni. Éppígy lehetséges,

hogy az eljövendő, mérhetetlenül hosszú időkben sok Húsvét-sziget lesz a világűrben is — elhagyott bolygók, nem monolittal, hanem más vereséget szenvedett technológiák ugyanilyen rejtélyes törmelékeivel teleszórva.

Akármi legyen is alkalmasint űrkutatásaink kimenetele, elég ésszerűen biztosra vehetjük néhány áldását — és szántszándékkal figyelmen kívül hagyok ilyen „gyakorlati” kárpótlásokat, mint a sok milliárd dolláros bizonyítékokat az időjárás-előrejelzésben és hírközlésben, amelyek egymagukban jövedelmező alapra fektethetik az űrkutatást. A világ teremtésében bizonyára nincs mit leszólni, de hosszú távon az egyetlen érdemleges emberi tevékenység a tudományos kutatás és a művészi szép alkotása. Ez utóbbi nem kíván bizonyítékot; az egyedüli vitatható pont az első.

Az emberiségnek csak egészen kis részében kelt izgalmat a Hold körüli elektronsűrűség felfedezése, a Jupiter légkörének pontos összetétele vagy a Merkúr mágneses terének erőssége. Bár ezek a tények majdnem egész nemzetek létét határozhatják meg — más, még sokkal inkább csak a beavatottakat érdeklő tényekről nem is beszélve — főleg csak az elmét érdeklik, és nem a szívet. A civilizációkat intellektuális eredményeikért tiszteljük; művészi munkáikért viszont szeretjük — vagy megvetjük. De lehet-e ma még csak sejteni is, milyen művészet érkezik a világűrből?

Nézzük először az irodalmat, mert minden civilizáció röppályája legpontosabban az írónál követhető nyomon. Hogy ismét Webb professzort idézzük *A nagy határ*-ból. "Úgy látszik, hogy amint a határsorompók egy országban az utat elzárták, e nemzet irodalmi géniusza azon nyomban felszabadul ..."

Az író nem menekülhet környezetétől, akármennyire szeretne is. (Ha Lewis Carrol ma élne, nem az *Alice-t* írná meg, hanem a *Lolitát*.) Ha a határok nyitva vannak, Homéroszunk, Shakespeare-ünk támad, vagy kevésbé olimposzi korunkhoz közelebb levő példákat idézve Melville-ünk, Whitman-ünk és Mark Twain-ünk. Ha a határ zárva van, akkor az idő a Tennessee Williamsek és a Beatnikék számára érkezett el, és az olyanok számára, mint Proust, akinek látóhatára egy parafa béléssű szoba volt.

Túlzott naivitás lenne azt képzelni, hogy az űrhajózás helyreállítja az eposzokat és mondákat eredeti formájukban. Az űrrepülés dokumentációja túlságosan hiánytalan lesz, és Homérosz annak idején azzal a nagy előnnyel indult, hogy nem verte őt béklyóba a túlságosan sok tény ismerete. De bizonyos, hogy a felfedezések és kalandok, diadalok és elkerülhetetlen tragédiák, amelyeknek az ember csillagok felé vezető útját kísérniök kell, egyszer új, hősi irodalmat ihletnek majd, és létrehozzák *Az Aranygyapjú*, a *Gulliver utazásai*, a *Moby Dick*, a *Robinson Crusoe* és a *Rege a vén tengerészről* modern változatait.

Igaz, hogy a repülés irodalma még nagyon szórványos (Lindberg és Saint-Exupéry majdnem az egyetlen, aki eszünkbe jut), de ennek az oka világos. Aki repül, csak néhány órát tölt a levegőben, és már ismert helyeken földet is ér.

(Abban a néhány esetben, amikor ismeretlen terep fölött repül, ritkán is tudna leszállni.) Az űrutas viszont hetekig, hónapokig vagy évekig úton lehet, olyan tájakon, amelyeket sohasem látott ember, hacsak homályosan, távcsövön keresztül nem. Az űrrepülésnek ezért a repüléssel nincs sok közös vonása; a lelki tényezőket tekintve sokkal közelebb áll az óceáni utazásokhoz, amelyek legnagyobb irodalmi műveink közül olyan sokat ihlettek.

Túlzottan korai lenne még az űrrepülésnek a zenére és képzőművészetre való hatásán töprengeni. Itt ismét csak reménykedünk — és a reményre csakugyan szükség van, ha az ember azokra a vásznakra tekint, amelyeken a mai festők lelki alkatukat túlságosan is pontosan fejezik ki. A modern zenére vonatkozó kilátások valamivel kedvezőbbek; most, hogy a modern számítógépeket megtanítottuk a komponálásra, bizakodva várhatjuk, hogy hamarosan élvezni is megtanulják zenéjüket, és megkímélnék bennünket az ezzel járó gyötrelmekről.

Lehet, hogy az elavult művészeti formák sorozatának végéhez értünk, és az atmoszférán túl ránk váró, még mindig elképzelhetetlen tapasztalatok új kifejezési formákat fognak életre hívni. A kicsiny vagy zérus gravitáció például bizonyosan olyan különös, másvilágbeli építészetet fog létrehívni, amely törekeny és finom lesz, mint egy álom. És vajon milyen lesz egy *Hattyúk tava* a Marson, ahol a táncosok súlya csupán harmada a földinek — vagy a Holdon, ahol csupán egyhatoda.

A gravitáció teljes hiánya mélységes hatást fog gyakorolni az emberi tevékenység minden fajtájára. Új sportágakat és játékokat tesz majd lehetővé, és átalakít sok meglevőt. Ez utóbbi jóslatot magabiztosan mondhatjuk, ha kis türelmetlenséggel is. És a súlytalanság egészen új és mindeddig nem sejtett birodalmait fogja feltárni az erotikának. Ideje is. Minden esztétikai eszménk és mértékünk a körülöttünk levő természeti világból ered, és bizony ezek legtöbbje sajátosan földi. Nincs még egy bolygónak kék ege, tengere, zöld füve, az erózió által lekerékített szelíd dombjai, folyói és vízesései és egyetlen ragyogó Holdja. Sehol az űrben nem pihentethetjük meg szemünket a fák és növények jól ismert árnyékán vagy a világunkból részt kérő állatokon. Akármilyen életet találunk is majd, az olyan különös és idegen lesz, mint az óceán végtelen mélységeiben élő lidércszerű teremtményeké vagy a férgek birodalma, amelynek borzalmait mikroszkopikus méreteik elrejtik előlünk. Az is lehet, hogy a többi bolygó fizikai körülményeiről kiderül, hogy elviselhetetlenül förtelmes; de ugyanígy lehet, hogy új és sokkal egyetemesebb szépségideálhoz vezetnek bennünket, amelyet földhöz ragadt nevelődésünk kevésbé korlátoz.

A Földön kívüli élet létezése persze a legnagyobb mindazon ismeretlenségek között, amelyek a bolygókon várnak ránk. Meglehetősen bizonyosak vagyunk most abban, hogy a Marson van valamiféle vegetáció; az évszakonkénti színváltozások a spektroszkópiai bizonyítékokkal együtt elég nagy valószínűséggel ezt jelentik. Mivel a Mars öreg és talán haldokló világ, lehet, hogy a létért való küzdelem hátborzongató eredményekhez vezetett. Jó lesz

óvatosnak lennünk, mielőtt leszállunk.

Ahol vegetáció van, lehet magasabb életforma is; mivel elegendő idő áll a természet rendelkezésére, végigpróbálhat minden lehetőséget. A Marsnak nagyon sok ideje volt, és a növényvilág parazitái, az állatok, lehet, hogy kifejlődtek. Persze ezek nagyon furcsa állatok lehetnek, mert nincs tüdejük. Nincs sok értelme a lélegzésnek, ha a légkörben gyakorlatilag nincs oxigén.

Ezen túlmenően a biológiai elmélkedés nemcsak céltalan, hanem oktalan is, mivel meg fogjuk tudni az igazságot a következő tíz vagy húsz éven belül — vagy talán még sokkal hamarabb. Közeleg az idő, amikor végérvényesen kiderül, hogy lélegzik-e a Mars-lakó.

Egy mai nem emberi civilizációval kapcsolatba lépni izgalmasabb dolog lesz, mint bármi, ami valaha történt fajunkkal. A jó és gonosz lehetőségek száma végtelen. Egy évtizeden belül, vagy körülbelül ekkor, a tudományos fantasztikus irodalom klasszikus témáinak egyike beléphet a gyakorlati politika birodalmába. Sokkal valószínűbb azonban, hogy ha a Marson volt is valaha intelligens élet, néhány geológiai korról lekéstünk róla. Mivel az összes bolygó immár legalább *ötmilliárd* éves, a rajtuk kialakult virágzó kultúrák egyidejűségének valószínűsége nyilván nagyon kicsiny.

De még egy kihalt civilizáció hatása is ellenállhatatlan lenne. Emlékezzünk csak: az európai reneszánszt egy több mint ezer évvel korábban virágzó kultúra újrafelfedezése váltotta ki. Lehet, hogy amikor régészeink a Marsra lépnek, hatalmas örökség várja őket, oly nagy, mint amekkorát Görögországnak vagy Rómának köszönhetünk. Hu Si kínai tudós szerint: „Idegen civilizációkkal való kapcsolat új értékítéletet hozhat, amivel a hazai kultúrát felülvizsgálhatjuk és ártérítélhetjük, amelynek tudatos reformáció és megújulás lesz a természetes folyamánya.” Hu Si a kínai irodalom reneszánszáról beszélt 1915 körül. Talán szavai a földi reneszánszra is alkalmazhatók lesznek egy évszázad múlva.

Nem fűzhetünk azonban túlságosan sok reményt a , Marshoz, sőt a Naprendszer többi világához sem. Ha intelligens élet van valahol a világmindenségben, más napok más bolygóin kellene nyomoznunk utána. De ezeket milliószer — ismétlem *milliószer* — nagyobb szakadékok választják el tőlünk, mint legközelebbi szomszédainkat, a Marsot és Vénuszt. Egészen néhány évvel ezelőttig még a legoptimistább tudósok is úgy gondolták, hogy ezt a hallatlan nagy távolságot, amelynek megtételére az óránként 670 615 000 mérföldet befutó fénynek is évekre van szüksége, lehetetlen áthidalnunk. De most, a technika történetének egyik legrendkívülibb és legváratlanabb fordulata révén kedvező kilátásaink vannak arra, hogy intelligens lényekkel találkozassunk a Naprendszeren kívül, még mielőtt ezen belül felfedeznénk a legalacsonyabb rendű moszatokat vagy zuzmókat.

Ez a fordulat az elektronikában következett be. Úgy látszik, hogy az űr felfedezését legnagyobb részben rádió segítségével fogjuk végezni. Ezáltal olyan világokkal kerülhetünk összeköttetésbe, amelyeket sohasem

látogathatunk meg — sőt még olyanokkal is, amelyek már régen megszűntek létezni. Nem a rakéta, hanem a rádiótávcső lesz talán az az eszköz, amely az első összeköttetést a Földön kívüli értelmes lényekkel megteremti.

Ez az ötlet még egy évtizeddel ezelőtt is képtelenségnek tűnt volna. De ma már vannak olyan érzékeny vevőink és olyan hatalmas méretű antennáink, hogy lehet reményünk a közeli csillagokról érkező rádiójelek vételére — ha van ott valaki, aki ezeket küldje. A jelek kutatása 1960 elején kezdődött a Nemzetközi Rádió Csillagászati Observatóriumban, Greenbankben, Virginia államban, és sok más obszervatórium csatlakozik hozzá, mihelyt a szükséges berendezés megépül. Ez talán a legnagyobb jelentőségű vállalkozás, amelybe valaha ember belefogott. Előbb vagy utóbb sikeres is lesz.

A kozmikus zaj háttéréből, a szétrobbanóban levő csillagok és összeütköző galaxisok fütttyéből és ropogásából egy napon ki fogunk szűrni egy gyenge, ritmikus lüktetést, és ez az értelem hangja lesz. Először csak (csak!) annyit fogunk tudni, hogy van más értelem is a világmindenségben a miénken kívül. Később megtanuljuk majd megfejteni ezeket a jeleket. Egyikük-másikuk, nyugodtan feltételezhetjük, képeket fog hordozni — a képtávíró vagy televízió megfelelője lesz. Nem lesz nehéz a képek kódrendszerét megfejteni, és a képeket összerakni. Egyszer, talán nem is a távoli jövőben, a katódsugárcső egy másik világból való képet fog mutatni.

Hadd ismételtem meg: ez nem fantázia. E pillanatban is millió dollárokat érő elektronikus berendezések foglalkoznak ezzel a kutatással. De ez a kutatás nem lehet sikeres addig, míg rádiócsillagászok fel nem szállnak Föld körüli pályára, ahol mérföldnyi átmérőjű antennákat építenek, és elárnyékolják őket a Föld szakadatlan zajától. Lehet, hogy tíz — vagy száz — évet kell várnunk az első eredményekre; nem számít. A leglényegesebb az, hogy még ha sosem hagyhatjuk is el fizikai értelemben a Naprendszert, megtudhatunk valamit a többi csillag körül keringő civilizációkról — és azok is tudomást szerezhetnek rólunk. Mert, amint veszünk valamilyen üzenetet a világűrből, azonnal megpróbálunk válaszolni rá.

Izgalmas és kimeríthetetlen forrást találunk itt a töprengésre. Nézzünk csak meg néhány lehetőséget. (És a százezermilliónyi nap világegyetemében majdnem minden lehetőség bizonyosság — valahol, valamikor.) A rádiót csupán egy emberöltő óta ismerjük, a tv-t pedig csak a mi generációnk ismeri. Egész elektronikus hírközlési technikánk tehát még hihetetlenül primitív. És már ezzel is el tudnánk küldeni mindazt túl a messzi fényéveken, ami kultúránkban a legjobb. (Talán a legrosszabb nagy részét máris elküldtük.)

Nem jelent problémát a zene, festészet, szobrászat, még az építészet sem, mert csakis könnyen átvihető mintázatokat foglalnak magukban. Az irodalom persze sokkal nagyobb nehézségeket támaszt; *leadni* lehetne, de vajon közölni is, még ha a rosette-i kő legkidolgozottabb rádióekvivalense előzné is meg? Már az a tény, hogy itt a Földön sok író és a legtöbb költő megszakította a kapcsolatot embertársaival, rámutat néhány nehézségre.

De valaminek végül is el kell vesznie minden kultúrák közötti kapcsolatban, és a nyereség sokkal fontosabb. Az eljövendő korokban nagyon sok különös lényel kerülhetünk szellemi kapcsolatba, és kétkedve, gyönyörűséggel vagy borzalommal tanulmányozhatunk olyan civilizációkat, melyek régebbiek, mint a Földünk. Némelyik talán megszűnik létezni az alatt a pár évszázad alatt, amíg jelzései az űrön át elérték bennünket. A rádiócsillagászok így igazi bolygóközi régészek is lesznek, olyan feliratokat olvasva és műalkotásokat vizsgálva, amelyeknek készítői a piramisok építése előtt rég elenyésztek. Még ez is szerény becslés. A Tejútrendszer (az a csillagörvény, amelynek egyik külső nyúlványában Napunk pörög) közepe táján levő csillagokról most érkező rádióhullámnak kb. i. e. 25 000-ben kellett elindulnia. Amikor Toynbee úgy definiálta a reneszánszt, mint „civilizációk időbeli kapcsolatát”, aligha sejtette, hogy ez a mondat egyszer csillagászati alkalmazásra lel.

A rádió-előtörténelemnek — elektronikus régészetnek — legalább olyan súlyos következményei lehetnek, mint a múlt klasszikus tanulmányozásának. A fajok, amelyeknek üzeneteit megfejtjük és képeit rekonstruáljuk majd, nyilvánvalóan nagyon magasrendűek, s művészetük és technikájuk hatása a mi kultúránkra roppant nagy lehet. A görög és latin irodalom újra felfedezése a tizenötödik században, a tudományos ismeretek zuhatagszerű áradása, amikor a Manhattan-terv nyilvánosságra került, a Tutankhamon sírjának felnyitásakor talált leletek, Trója kiásása, a *Principia* és *A fajok eredete*-nek megjelenése — ezek az egymástól igen távol eső példák utalhatnak arra az ösztönzésre és izgalomra, ami akkor támad majd, ha az irtatlan hosszú idő óta figyelmetlen Földünkre záporozó üzeneteket meg tudjuk fejteni.

Nem minden üzenet — talán kevés — lesz kellemes számunkra. A bizonyíték, amely most már csak idő kérdése, hogy fiatal fajunk a kozmikus értelem alsó fokán van, megrázó csapást mérhet büszkeségünkre. Élő vallásaink közül kevés éli túl, a bizonyos helyekről hangzó optimista jóslatok ellenére. Az az állítás, hogy „Isten az embert a maga képére és hasonlatosságára teremtette”, a kereszténység alapjaiban úgy ketyeg, mint egy időzített bomba. Amint a világegyetem hierarchiája kitárul előttünk, szembe kell néznünk a dermesztő ténnyel: ha vannak is istenek, akiknek legfőbb gondjuk az ember, ezek nem lehetnek nagyon fontos istenek.

A bemutatott példáknak és felvázolt lehetőségeknek kielégítően kellene bizonyítaniuk, hogy sokkal többet várnak az űrkutatástól, mint az emberek Föld körüli pályára juttatása vagy a Hold túlsó oldalának lefényképezése. Ezek csupán triviális előzetes lépések a felfedezések ama korához, amelynek most éljük hajnalát. Bár ez a kor előteremti majd a szükséges kellékeket egy új reneszánszhoz, nem lehetünk biztosak benne, hogy az bekövetkezik. A jelenlegi helyzetnek nincs pontos mása az emberiség történetében. Célzásokat találhatunk a múltban, de határozott irányelveket nem. Ahhoz, hogy valami, az eljövendő űrbeli vállalkozásokkal összehasonlíthatót találjunk, vissza kell néznünk, messze Kolumbuszon túl, túl Odüsszeuszon is — túl az első

majomemberen. Arra a pillanatra kell gondolnunk, amely immár visszavonhatatlanul elveszett az idők ködében, amikor mindnyájunk őse csúszva-mászva előbújt a tengerből.

Mert ez az, ahol az élet kezdetét vette, és ahol e bolygó életeinek többsége mind a mai napig megrekedt a születés és halál jelentőség nélküli időszakának csapdájában. Csak az ellenséges, idegen földdel dacoló teremtmények lehetnek képesek arra, hogy értelmet fejlesszenek ki; most ez az értelem áll egy még sokkal nagyobb feladat előtt. Az is lehet, hogy ez a mi szép földi létünk nem más, mint egy röpke pihenő az úton, amíg a só tengeréből, amelyben születtünk, a csillagok tengeréig jutunk.

Sokan vannak persze, akik ezt legszívesebben tagadnák, a méltatlankodás vagy félelem különböző fokaival. Figyeljük meg a következő kivonatot Lewis Mumford írásából a *Transformation of Man-hoi*: „A történelem utáni ember életigénye csúcspontját a bolygóközi utazásban fogja elérni ... Ilyen körülmények között az élet ismét leszűkül majd a lélegzés, evés és kiválasztás fiziológiai funkcióira ... Ezekhez képest az egyiptomi halott- kultuszban túltengett a vitalitás. A sírjában fekvő múmiából egy teljes emberi lénynek még ma is több sajátságát lehet kihámozni, mint egy űrutasból.”

Attól tartok, hogy Mumford professzornak az űrutazás- ról alkotott nézetei kissé rövidlátók, és a jelenlegi primitív állapothoz alkalmazkodnak. De ugyancsak ő írja: „Senki sem állíthatja..., hogy egy műbolygón vagy a Hold sivár felszínén való létben bármi is emlékeztetni fog az emberi életre” — és ebben olyan igazságot fejez ki, amely talán nem is volt szándékában. „A szárazföldi lét — mondhatta a maradibb hal kétéltű rokonainak ezer- millió évvel ezelőtt — semmiben sem fog emlékeztetni a halak életformájára. Mi maradunk, itt ahol vagyunk.”

Így is tettek. Még mindig halak.

Alig tagadható, hogy Mumford professzor nézeteit, akár tudatosan, akár nem, de sok amerikai osztja, különösen azok az idősebb és befolyásosabb polgárok, akiknek szava l van a politikában. Ez bizonyos komor következtetésekre indít, amelyeket megerősítenek a Szovjetunió űrkutatósbeli sikerei. Talán az Egyesült Államokon máris úrrá lett a józan ész csődje, amely az első jele annak, hogy egy civilizáció kimarad a jövőből.

Ha valaki elég cinikus és elég jól informált, bőséggel találhatna bizonyítékot erre az Egyesült Államok űrkutatósi programjában. A különféle szolgáltatók versengése közismert, és az a mód, ahogyan a Pentagon az Army Ballistic Missile Agencyvel bánik (a Hadsereg Ballisztikus Rakéta Ügynöksége, amelynek csak vonakodva adták ki az engedélyt, hogy az első amerikai műholdat fellője), majdnem iskolapéldája annak a mondanak, hogy „akit az istenek el akarnak veszíteni, annak először elveszik az eszét”. Ez esetben semmi jele annak, hogy az isteneknek túlságosan sokat kellene fáradozniuk.

Lehet, hogy az amerikai társadalom teljes struktúrája alkalmatlan arra az erő kifejtésre, amelyet az űr meghódítása követel. Nincs még egy nemzet, amely

megengedhetné magának, hogy legtehetségesebb embereit olyan alapvetően nem alkotó, sőt néha egyenesen élısdi jellegű tevékenységgel foglalja le, mint a törvénykezés, reklámozás és a pénzügyek. Nem győzné azt sem, hogy vég nélkül herdálja azt a mőszaki munkaerőkészletet, amellyel rendelkezik. Nemrégén a *Life* egy szörnyű szociális dokumentumot közölt. Az egyik képen 7000 mérnök sorakozott egy gépkocsi mögé, amelyet egyesített erővel és néhány milliárd dollár befektetéssel épp most állítottak elő. Eljöhet még az az idő, amikor az Egyesült Államoknak el kell határoznia a gépkocsifejlesztés néhány évre szóló befagyasztását, ha az űrben meg akar maradni. — Még jobb lenne, ha visszatérne az utolsó valamirevaló modellhez, amelynek eredetét néhány tekintély 1954-re teszi. Minden civilizáció olyan, mint egy víziszıző, akit a hullám taréja visz előre. A bennünket vivő hullám még alighogy elindult; akik azt hitték, hogy már gyengül, századokkal elsietve nyilatkoztak. Most kiegyensúlyozottak vagyunk, abban a bizonytalan, de pezsdító egyensúlyban, amely az élet igazi lényege, a pusztaság ellentéte. Mögöttünk morajlanak azok a zátonyok, amelyeken átjutottunk, alattunk a nagy hullám, amint tajtékozva hátát még egyre magasabbra kipúpozza a tengerbıl. És elıttünk?

Nem tudjuk; túlságosan messze vagyunk, hogysem láthatnánk az ismeretlen földrészt. Elég az is, hogy a hullámokon lovagolunk.

IX. FEJEZET

AHOVÁ NEM JUTHATUNK

Richard Jeffries tizenkilencedik századi író önéletrajzában van egy meghökkentő, bár ügyefogyott mondat, amely évekkel ezelıtt ragadt meg bennem: „Az ég virágjának elérhetetlen kéksége.” *Elérhetetlen*: ez olyan szó, amit ritkán használunk manapság, amikor az emberek elérték a Föld legnagyobb magasságait és mélységeit, és messze az égbolton túli utazásra készülődnek. De csak egy évszázada még a sarkok úgyszólván ismeretlenek voltak, Afrika legnagyobb része ugyanolyan rejtélyes volt, mint Salamon király idejében, és nem volt olyan emberi lény, aki száz lábnál mélyebbre ereszkedett volna a tengerbe, vagy egy mérföldnél magasabbra a levegőbe. Messze jutottunk ilyen rövid idő alatt, és nyilván jutunk még egyszer ilyen messzire, ha fajunk túléli serdülőkörát, s én szeretnék egy olyan kérdést feltenni, amely nagy megrökönyödést keltett volna őseinkben. Mégpedig: „Van *egyáltalán* olyan

hely, amely mindörökre hozzáférhetetlen marad a számunkra, akármilyen tudományos eredményeket hozzon is a jövő?"

Egy ilyen hely máris eszembe jut, amely esélyes erre. Csak 4000 mérföldre attól a helytől, ahol ülök, van egy pont, amelyet sokkal nehezebb elérni, mint a Hold másik oldalát — vagy akár a Plutóét. Ez a hely Önöktől is 4000 mérföldre van, és amint valószínűleg sejtik: ez a Föld középpontja.

Verne Gyula bocsánatáért esdek ugyan, de az ember nem juthat el erre az érdekes helyre úgy, hogy leereszkedik a Mount Sneffels kráterébe. Akármilyen természetes vagy mesterséges kráterrendszerekben, barlangokban vagy alagutakban pár mérföldnél mélyebbre leszállni lehetetlen. A legmélyebb bánya is csak 7000 láb mély.

Éppúgy, mint a tengerben, a nyomás a Föld felszíne alatt is növekszik a mélységgel, a felette levő anyag súlya miatt. A bolygónk felületén levő sziklák sűrűsége körülbelül háromszorosa a vízének, tehát a Földben lefelé haladva a nyomás háromszor olyan gyorsan növekszik, mint a tengerben. Amikor a *Trieste* batiszkáf elérte a Challenger-mélységet hét mérföld mélyen a Csendes óceánban, felületének minden négyzetlábnyi darabjára ezer tonnánál nagyobb erő hatott, és a megfigyelő laboratórium falait öt hüvelyk vastagságú acélból kellett készíteni. Ugyanezt a nyomást a Föld alatt már két mérföld mélyen el lehet érni, amely pedig még csak kis karcolás a földkéreg felületén. A Föld középpontjában a nyomás körülbelül 3 000 000 tonna négyzetlábanként, vagyis 3000-szer akkora, mint amit a *Triestének* el kellett viselnie.

Ilyen nyomás alatt a sziklák és fémek úgy folynak, mint a folyadékok. Ráadásul a hőmérséklet befelé haladva állandóan emelkedik, legbelül körülbelül 6000 F° (azaz, körülbelül 3000 C° — *A ford.*). Világos tehát, hogy nem remélhetjük valamilyen a Föld szívébe vezető kész útnak a felbukkanását, és az „üreges Föld”-ről alkotott régi elképzelést (amely valaha komoly tudományos elméletként jelentkezett) sajnálkozva el kell vetnünk — egy sereg olyan föld alatti fantáziatermékkel együtt, mint amilyen például Edgar Rice Burroughs: *A Föld magjánál* c. műve.

A legnagyobb mélység, amelybe az olajtársaságok — a legenergikusabb föld alatti kutatók — mindeddig lefúrtak, alig több öt mérföldnél. Ez negyede a Föld szilárd kérgén át vezető útnak, amely a kontinensek alatt mintegy húsz mérföld vastag; az óceánok alatt a kéreg sokkal vékonyabb, és a tervek szerint (ez az úgynevezett Mohole-terv) itt akarnak lefúrni, hogy a mélyben hömpölygő anyagból mintát vegyenek.

A hagyományos fúrótechnika abból áll, hogy egy több ezer láb hosszú cső végén elhelyezett fúrot forgatnak egy, a felszínen dolgozó gép segítségével. Amint a fúró egyre mélyebbre hatol, mind több és több energiát emészt fel a lyukban való súrlódás, és minden alkalommal órákba telik a csöveket kiemelni és lesüllyeszteni, ha fúrócserere kerül sor.

Újabb módszerek kiküszöbölik a forgó csövet, és az energiaforrást magára a fúróra szerelik, amelyet elektromosan vagy hidraulikus nyomással

működtetnek. Az oroszok, akik e téren úttörő munkát végeztek, szintén kifejlesztettek egy sziklafúrót, amely a talajban utat éget magának egy 6000 fokos oxikerozin sugár segítségével. Ilyen eljárással lehetne egy kb. tíz mérföld mély aknát fúrni néhány millió dolláros költséggel. Ez felutat jelentene a Föld kérgén át — és négyszázad része lenne a centrumhoz vezető útnak.

Keressünk néhány izgalmasabb lehetőséget. Az orosz bányamérnökök már építettek emberszállító mechanikus vakondot kis mélységben létesített alagútjáratokba. E gépezetek a talajjal ugyanúgy bánnak el, mint a közönséges vagy kerti vakond, amely a tervezés prototípusául szolgált. A fúrófej által meglazított talajt összepréseli és összetapasztja, ezáltal alakítva ki a folyosó falát.

A mechanikus vakond még meglehetősen laza talajban is nagyon lassú. Sebességét az elérhető teljesítmény (az elektromos energiát a maga után vontatott kábelén kapja) és a fúroszerkezet kopása körülbelül napi egy mérföldre korlátozza. Egy „földszondának”, amelyről valóban remélhető, hogy bárhová eljuthat, alapvetően új földkotró technikával és nagyon tekintélyes energiaforrással kellene rendelkeznie.

Nukleáris reakciók győznék a föld alatti energiaszolgáltatást, aminthogy már győzik a tenger alatti. Ami a kotrást illeti, szintén az oroszok találtak egy megoldást (akiket úgy látszik, éppúgy érdekel a föld alatti, mint a csillagászati kutatás). Nagyfrekvenciás villamos áramot használnak arra, hogy ez pusztán hő segítségével utat szakítson a sziklába. Egy föld alatti ív olyan gyorsan halad a földben, amilyen gyorsan csak az elfogyasztott energiát fedezni tudjuk. Ultrahangrezgés is el tudja végezni ugyanezt, mostanában kis arányokban használják is olyan kemény anyagok vágására, amelyeket közönséges szerszámokkal nem lehetne megmunkálni.

Az emberszállító, nukleáris meghajtású „talajalatti” kedves ötlet minden klausztrofóbiás előtt, aki csak elmélkedni kíván rajta. Legtöbb esetben nem volna értelme, hogy ember utazzék benne, mert teljesen a gép műszereire kellene hagyatkoznia, saját érzékei semmivel sem járulnának hozzá a vállalkozáshoz. Minden tudományos megfigyelés és mintagyűjtés automatikusan menne végbe, előre megszabott program szerint. Sőt, emberi legénység nélkül használhatná ki igazán jól az idejét a jármű. Heteket vagy hónapokat tölthetne azzal, hogy a Himalája gyökerei között vagy az Atlanti-óceán ágya alatt bolyong, mielőtt hazaindulna tudományos terhével megrakottan.

Azt a mélységet, amelyet egy ilyen földszonda elérhet, az a nyomás korlátozná, amelyet falai el tudnak viselni. Ez igazán nagy lehetne, ha szilárd testként lenne kialakítva, és a belsejében levő üres részek folyadékkal volnának kitöltve, hogy ez további szilárdságot biztosítson. (További érv arra, hogy ne legyen benne ember.)

Laboratóriumban már állítottak elő négyzetlábanként negyedmillió tonnás állandó nyomást; ez a Földön négyszáz mérföldnyi mélységben levő

nyomásnak felel meg. Ez nem jelenti azt, hogy tudunk olyan járműveket építeni, amelyek elméleti lehatolási mélysége négyszáz mérföld, de ennek az értéknek a tizedrésze ma már nem látszik elérhetetlennek. A hőmérséklet kevéssé komoly probléma. Néhány forró helytől eltekintve, mint amilyenek a vulkánok, a kéreg hőmérséklete sehol sem haladja meg a 600—700 F° (*Kb. 300-400 C°.*) értéket. Ezért úgy tűnik, ha egyszer igazán akarjuk, alkalmasint a földkéreg legnagyobb részét átkutathatjuk olyan gépekkel, amelyek a mai technika fogalmai szerint elérhetők.

Bár nehéz problémát jelenthet a Föld külső rétegeinek fizikai átkutatása, ez egészen egyszerű azokhoz a feladatokhoz képest, amelyekkel a köpenybe (a következő 1800 mérföld) vagy a magba (1800 mérföldtől a centrumig) való lehatolás során találkozónának. Semmiféle meglevő technika nem tudna ebben segíteni. Minden elérhető anyag- és erőhatás alkalmatlan arra, hogy a 6000 F° és hárommillió *tonna* négyzetlábankénti nyomás együttes hatásával megbirkózzék. Ilyen feltételek mellett egy gombostűfejnyi üreget sem tudnánk egy másodperc törtresznél tovább nyitva tartani. Legkeményebb fémünk is úgy folya, mint a víz, és új sűrűbb anyaggá alakulna át.

Ezért a Föld mélyebb belsejének semmiféle kutatása nem valósítható meg direkt fizikai eszközökkel, amíg csak úrrá nem leszünk olyan erők felett, amelyek néhány nagyságrenddel hatékonyabbak az eddigieknél. De ha valahová nem is juthatunk el, azért még megfigyelhetjük.

Ha beláthatnánk a Föld belsejébe olyan pontosan és határozottan, ahogyan saját testünk belsejét kutatni tudjuk, az a legnagyobb tudományos és gyakorlati értékű csodálatos eredmény lenne. Az 1860-as évek orvosa előtt egy röntgenfelvétel hihetetlennek tűnt volna; ma pedig a természetes földrengésekből vagy robbanásokból származó hullámalakokból olyasmit rakhatunk össze, ami látszólag a Föld nyers röntgenképe. (Ma már akkora robbanásokat tudunk kelteni, amelyek az egész bolygó megrázásához elegendők.)

A képek még nagyon durvák és hiányosak a részleteket illetően; ezenkívül semmit sem mondanak a sűrű középponti magról, amelynek átmérője majdnem 4000 mérföld. Erről még azt sem tudjuk, mi az összetétele. Az a régi elmélet, hogy vasból van, kissé hitelét veszítette az utóbbi időben. Kiderülhet, hogy közönséges szikla, amelyet az irtózatos nyomás az ólomnál is sűrűbbé nyom össze.

Ezeknek a régióknak a kutatásához olyan hullámokra lenne szükségünk, amelyek a szilárd Földön éppoly könnyedén hatolnak keresztül, mint a röntgensugarak az emberi testen vagy a fénysugarak a légkörön, olyan információkat hozva nekünk, amelyeket útjuk során gyűjtöttek. De ez a gondolat nyilvánvalóan képtelenség. Elég, ha arra a nyolcezer mérföldnyi áthatolhatatlan sziklára és fémre gondolunk, amely a Földünk átellenes pontján lakó embertársainktól elválaszt bennünket-

Nos, gondolkozzunk megint. Vannak olyan dolgok, ha nem is hullámok

alakjában, amelyek számára ez a masszív Föld olyan átlátszó, mint egy szappanbuborék. Egyik ilyen a gravitáció. Habár sohasem találkoztam olyan fizikussal, aki egyenes választ adott volna erre a kérdésre: „Vajon a gravitáció hullámok alakjában terjed?”, nincs kétség afelől, hogy úgy áthatol a Földön, mintha az ott sem lenne.

Más, ugyanilyen áthatoló képességű valami a legkülönösebb és legmegfoghatatlanabb atomi részecske, a neutrino. Minden más részecske lefékeződik rövid úton belül az ólom vagy hasonló anyagok belsejében. De ez a hihetetlen kicsiny valami, a neutrino, amelynek nincs tömege és töltése, (*A kedélyek megnyugtatóására közlöm, hogy spinje viszont van*) egy ötven fényév vastagságú ólomfalon is át tudna hatolni anélkül, hogy észrevehetően zavartatná magát. Valóságos áradatban száguld át fénysebességgel az úgynevezett szilárd Földünkön e pillanatban is, és minden billió közül csak egy veszi észre ezt a csekély akadályt.

Nem akarom azt mondani, hogy akár a gravitáció-, akár a neutrinosugarakat használni tudnánk arra, hogy segítségükkel közelebb jussunk a Föld magjához. Mindkettő valószínűleg túlságosan is áthatóképes ehhez a munkához. Nem lehet egy tárgyat olyan sugarakkal letapogatni, amelyek *tökéletesen* áthatolnak rajtuk. De ha ilyen rendkívüli dolgok léteznek a természetben, lehetnek mások is, amelyek tulajdonságai éppen olyanok, amilyenre nekünk szükségünk van, és amelyekkel éppen úgy feltérképezhetjük bolygónk belsejét, mint a radiológus testünk belső részeit.

Lehet, hogy egy ilyen irányú felmérést végrehajtva kiderül, hogy semmi különösen érdekes nincs lenni a Föld mélyében — csupán homogén szikla és fémkéreg, amely a középpont felé egyre sűrűbb és sűrűbb. A világ azonban majdnem mindig sokkal bonyolultabbnak és meglepőbbnek bizonyul, mint ahogy mi feltételezzük. Gondoljunk csak arra, ahogy az „üres” térről kiderült, tele van rádióhullámokkal, kozmikus porral, kóbor atomokkal, töltött részecskékkel és a jó ég tudja, mivel, mielőtt elkezdtük a felderítését. Ha a természet hű marad önmagához, olyasmit fogunk találni a Föld mélyében, hogy nem nyugszunk bele a távolról való szemlélésbe. Oda is akarunk majd menni.

Lehet, hogy az majd meg akár kaparintani bennünket, mint pár évvel ezelőtt *A belső tűzek* című novellámban leírtam. Ezt arra a tényre építettem, hogy az anyagnak igen nagy nyomás alatt létezik egy olyan sűrű formája, hogy mellette a közönséges szikla hígabb, mint a levegő. És ez valószínűleg alacsony becslés; a gránit mintegy 2000-szer sűrűbb a levegőnél, míg egy törpecsillag belsejének összetöppedt anyaga százezerszer, de néha tízmilliószor *sűrűbb a gránitnál*. Bár még a Föld belsejében is túlságosan kicsiny a nyomás ahhoz, hogy az atomokat ilyen elképzelhetetlen sűrűségűre gyúrja össze, feltettem, csupán a fantasztikum kedvéért, hogy ilyen sűrű anyagból álló teremtmények úgy úszkálnak ide-oda a Föld belsejében, mint a hal a tengerben. Remélem, senki sem veszi az ötletet komolyabban, mint jómagam, de ez a mese majdnem ugyanilyen meglepő, és sokkal finomabb igazságokra készíthet fel bennünket.

Ha leszármazottainknak — vagy ezek gépeinek — valaha sikerül a Föld megolvadt belsejébe mélyen lemerülni, ez lehet, hogy olyan technikák felhasználásának eredménye lesz, amelyet otthonuktól nagyon távol, egészen más célokra fejlesztenek ki. Hogy ezt megvizsgáljuk, tegyünk egy kerülőt az űrben — a Jupiter óriásbolygóhoz, amely körül első automataszondáink keringeni és mérni fognak már az 1970-es évek folyamán.

Kicsit belefáradtam már annak olvasásába, hogy az űrkutatásról szóló könyvek szerint a Jupiter olyan bolygó, amelyen az ember „biztosan” sohasem fog leszállni. Nem azért, mintha jómagam szeretnék odamenni. Ez olyan világ, amelynek átmérője tizenegyszerese a Földének, és felszíne több mint százszor akkora. Ha bolygónk felszínét a Jupiteren kiterítenénk, akkorának tűnne, mint India a földgömbön. De sohasem készült térkép a Jupiterről, mert sohasem láttuk a felszínét; akárcsak a Vénuszt, ezt is állandóan felhőtakaró rejti — vagy olyasmi, amit a jobb hangzás kedvéért felhőnek nevezhetünk.

Ez örökké változó párhuzamos sávokban rajzolódik ki a bolygó gyors forgása következtében és az űrön keresztül félmilliárd mérföldről figyelhetjük a mamutviharok és háborgások lefolyását, amelyek jó része nagyobb, mint a Föld. A Jupiter meteorológiája olyan tudomány, amelynek igazi alapjait még nem rakták le. Künn, a hideg félhomályban, a Naptól távol, hatalmas, hidrogénből és héliumból álló légkört kavarnak ismeretlen erők. De e kavardás ellenére bizonyos alakzatok időnként évekig fennmaradnak. A leghíresebb köztük a Nagy Vörös Folt, egy óriási, mintegy 25 000 mérföld hosszú ovális objektum, amelyet időnként megfigyeltek, 120 évig biztosan, és talán három évszázadon át.

A Jupiter méretei és az ott lejátszódó események természetessé teszik a feltevést, hogy légköre sokkal mélyebb, mint a miénk — talán közelebb van a vastagsága az ezer, mint a száz mérföldhöz. De nem ez a helyzet: mivel a Jupiter gravitációja több mint két és félszerese a Földének, a bolygó légköre vékony réteggé nyomódik össze, amely csak ötven mérföld mély lehet.

A réteg alján a nyomásnak akkorának kell lennie, amekkorát mi csak az óceán mélyén ismerünk. A Jupiter atmoszférájába való belépéshez tehát nemcsak űrhajóra, hanem batiszkáfra is szükségünk lesz. Lehet, hogy felszíne nem határozottan szilárd, amelyen bármiféle jármű leszállhat. A hidrogén egyre sűrűbbé válhat, először folyékony, majd pedig — amikor a nyomás már ezerszer akkora mint a Challenger-mélységben — fémszilárdságú lehet. Mégis egy napon az emberek elindulnak majd ennek a világnak meglátogatására. Lehet, hogy a Jupiter felderítése a huszonegyedik század egyik legnagyobb vállalkozása lesz. A Jupiter lesz az a laboratórium, amelyben megtanulunk elviselni, szabályozni és használni valóban nagy nyomásokat, és ebből a munkából hatalmas új iparok nőhetnek ki a további években. (Nincs nyersanyaghiány olyan világban, amely háromszázszor annyit nyom, mint a Föld.) Ha megtanultuk, hogyan viseljük el a Jupiter légkörének alsóbb rétegeit, jobban fel leszünk majd készülve a saját bolygónkba való behatolásra is.

A Jupiteren fő problémánk a nyomás lesz — és talán a szél ereje, amely óránként több száz mérföldes is lehet. Nem kell magas hőmérséklettel küzdenünk: a légkör külső rétegeinek hőfoka körülbelül 250 F° -kal (közelítőleg 120 C° — *a ford.*) van a nulla *alatt*, de „alapszinten” enyhén trópusi jellegű lehet, bár ez most csak találgatás. Ha vannak olyan helyek a Naprendszerben, amelyek hőmérsékletük miatt elérhetetlenek, ezeket a Naphoz sokkal közelebb kell keresnünk.

A Merkúr bolygó magától értetődő választás. Ez a kicsiny világ — alig nagyobb az átmérője háromezer mérföldnél — nem ismer sem nappalt, sem éjjelt, mert mindig ugyanazon oldalát fordítja a Nap felé, míg a másik örökös sötétségben van. A megvilágított félgömb közepén, ebben az elképzelhetetlen végtelen nappalban, ahol a Nap örökké éppen a fejünk felett függne, a hőmérséklet eléri a $700\text{—}800\text{ F}^\circ$ -ot. A sötét oldalon pedig, amely hőt egyedül a csillagok fényéből kap 400 F° is lehet.

Ezek a hőmérsékletértékek, bár köznapi mércével mérve szélsőségesek, belül vannak a mai ipari és tudományos technikai tartományon. A Merkúr meghódítása nem lesz könnyű feladat, nem egy ember és gép fog elpusztulni a próbálkozások során. De közelebb — sokkal közelebb — is kerülhetünk a Naphoz, és még akkor sem jutunk igazán bajba.

A Nap központi tüze felé haladva, a hőmérséklet először egészen lassan emelkedik. Íme, néhány adat, amelyből látható, mi történik egy űrhajóval, amelynek köpenye a Föld közelében kellemes, 65 F° -os (18 C° — *A ford.*) hőmérsékleten volt.

Amint az űrhajó elmegy a Vénusz mellett, a Naptól $67\,000\,000$ mérföld távolságban, a köpeny hőmérséklete eléri a 160 F° -ot. A Merkúr pályáján, a Naptól $36\,000\,000$ mérföldre, már kb. 400 F° . Tízmillió mérföldnél közelebb kellene mennünk a Naphoz, hogy a hőmérséklet meghaladja az 1000 F° -ot.

Ötmillió mérföld távolságban közelítőleg 2000 F° ,² egymillió mérföldnyire 4500 F° lenne. A Nap felszíne fölött mindössze félmillió mérföld az a távolság, ahol a hőmérséklet 9000 F° körül van.

Ismerünk olyan anyagokat, amelyek szilárdak maradnak még 6000 F° fölött is. A grafit 6800 F° -on⁵ kezd párologni, míg a hafniumkarbid 7500 F° -ig kitart — ez a rekord, legjobb tudomásom szerint. Tehát a hafniumkarbid orr-rész félmillió mérföldön belül nyugodtan megközelíthetné a Napot — ez a Föld távolságának századrésze — és még azt is remélhetnénk, hogy egy darabban visszatér. Műszerhordozó, feláldozható szondák, hőálló, lassan gőzölgő anyagoktól jól védetten, még el is érhetnék a Nap felületét, mielőtt felbomlanának.

De milyen közel juthatna a Naphoz biztonságosan egy *embert szállító* űrhajó? A válasz a hűtésszakértő ügyességétől és találékonyságától függ. Szerintem 5 millió mérföld elképzelhető távolság legénységet szállító járművel.

Volna egy furfangos módja annak, hogy a Naphoz egészen közel jussunk, még hozzá (majdnem) teljes biztonságban. És ez az, hogy egy alkalmas

aszteroidot vagy üstököst használnánk fel napellenzőnek. Az e pillanatban ismertek közül legmegfelelőbb az a kis repülőhegy, amelynek neve, mint illik: Icarus.

Ez a kis bolygó olyan pályán kering, amelyen minden tizenhárom hónapban 17 millió mérföldre megközelíti a Napot. Időnként a Földhöz is egészen közel jön, 1968-ban mindössze négymillió mérföldre lesz tőlünk.

Az Icarus egy szabálytalan alakú, egy vagy két mérföld átmérőjű sziklatömb. Napközben, amikor a Nap harmincszor akkorának látszik az ég boltján, mint a Földön, e kicsiny világ hőmérséklete nem marad sokkal 1000 F° alatt. De árnyékkúpot vet az űrbe, és ennek az árnyéknak hűs oltalmában hajónk biztonságban kószálhatna a Nap körül.

Egy novellámban, melynek címe *Nyaralás az Icaruson*, leírtam, hogyan foghatnának hozzá a tudósok egy ilyen némiképpen hajmeresztő mutatóványhoz, amelyben maguk és műszereik megközelítenék a Napot. A Nap sugarai nem érhetnék el őket, amíg a mérföldnyi vastag sziklapajzsuk hűvösebbik oldalán maradnak. Lehetne ugyan mesterséges hőpajzsokat is szerkeszteni, mint például a mai visszatérő orrkúpok, de az elég hosszú időbe telne, míg olyan jó védelmet tudnánk biztosítani magunknak, amelyet az Icarus nyújt — ingyen. Ez a kisbolygó, bár elég kicsi, körülbelül 10 000 000 000 tonnát nyomhat.

Lehet, hogy vannak olyan aszteroidok, amelyek még közelebb járnak a Naphoz. Ha nem így lenne, egy szép napon rávesszük őket erre egy, a pályájuk megfelelő helyén alkalmazott gyengéd oldalba bökéssel. És akkor, miután jó mélyre beásták magukat, a tudósok bekukkanthatnának a Nap atmoszférájába, majd belezuhanva az űrbe, visszalendülnének egy éles hajtűkanyarral.

Érdekes kiszámítani, mennyi ideig tartana az utazás. Minthogy a Nap elég kis csillag, kerülete „csak” 3 000 000 mérföld. Egy, az atmoszférán éppen kívül keringő műhold körülbelül 1 000 000 mérföldet tenne meg óránként, tehát három óra alatt kerülné meg.

Egy a Föld távolságából a Nap felé eső üstökös vágy aszteroid ennél valamivel gyorsabban haladna a legnagyobb közelsége idején. 1 250 000 mérföld/óra sebességgel átvillanna a Nap felszínén, és így hirtelen fordulatát kevéssel több, mint egy óra alatt tenné meg, mielőtt ismét az űrnek venné útját. Még ha néhány megatonnányi szikla el is párologna közben, az aszteroid belsejében a műszerek és megfigyelők biztonságban volnának — hacsak természetesen nem követnének el navigációs hibát, és nem merülnének túlságosan mélyre a szoláris atmoszférába. Ekkor ugyanis a súrlódás miatt elégnének, mint már annyi mesterséges hold a Föld légkörében. Micsoda utazás lenne ez! Micsoda cikázások magasan egy-egy óriási napfolt centruma felett — százezer mérföldnyi kiterjedésben tátongó kráter, hatalmas tűzhidakkal átszőve, amelyeken Földünk úgy gurulhatna, mint egy gyerek labdája a járdán. A leghatalmasabb hidrogénbomba robbanása észrevétlen maradna ebben a pokolban, amelyben az izzó gáz egész kontinensei vágódnak az égnek több száz mérföldnyi másodpercenkénti sebességgel, időnként egészen kiszökve az

űrbe.

Ray Bradbury egy novellájában, *A Nap aranyalmáiban* írt egyszer egy űrhajóról, amely leszáll a szoláris atmoszférába, hogy mintát vegyen a Napból (amelyről tudjuk, hogy 90 százaléka hidrogén, 10 százaléka hélium, más elemek csak nyomokban szerepelnek). Mikor ezt a történetet először olvastam, félretettem, mint kedves fantáziát. Ma már nem vagyok olyan biztos ebben. Bizonyos értelemben máris kinyúltunk, és megérintettük a Napot, mert 1959-ben radarkapcsolatot létesítettünk vele — és milyen hihetetlennek tűnt volna *ez* egy generációval ezelőtt! Még egy közeli fizikai kapcsolat sem látszik olyasminak, ami szóba sem jöhet, hála a plazmafizikában, ebben az új tudományágban elért eredményeknek, amelyek az utolsó tíz évben születtek.

A plazmafizika, amelyet néha a nyelvtörő magnetohidrodinamika néven emlegetnek, nagyon forró gázok mágneses térben való viselkedésével foglalkozik. Már eddig képessé tett bennünket arra, hogy több tíz millió fokok hőmérsékletet állítsunk elő laboratóriumban, és végül lehet, hogy sikerül a hidrogénfúzióból adódó kimeríthetetlen energiaforráshoz is eljutni általa. Állítom, ha ebben a gyermekkorát élő tudományban kissé több hozzáértésre teszünk szert, mágneses és elektromos pajzsot is kapunk tőle, amely sokkal hatásosabb védelmet fog nyújtani a hideg és a nyomás ellen, mint bármilyen fémfal. Az ősi tudományos fantasztikus ötlet, az áthatolhatatlan erőpajzs talán valóra válik. Lehet, hogy kénytelenek leszünk felfedezni, mint az ICBM-re adható egyetlen választ. Ha már a birtokunkban lesz, kulcsot jelenthet nemcsak a Föld belsejébe, hanem talán a Nap belsejébe is.

Az elérhetetlen kutatása képzeletben néhány különös és ellenséges helyre ragadott bennünket. A Föld közepe, a jupiteri atmoszféra mélységei, a Nap felülete — ezek ugyan bizonyosan elérhetetlenek a mai technikával, de alapot adnak arra a gondolatra, hogy nem esnek szükségképpen örökre a lehetőségek határain kívül, ha egyszer igazán meg akarjuk látogatni őket. De még messze vagyunk attól, hogy az eredeti meglepetésekből kimerítettük volna a világmindenség kapacitását. Ha van kedvük velem tartani, van még egy meghívásunk, amelynek eleget tehetünk.

Említettem már a törpecsillagokat, amelyek apró napok, a sztelláris fejlődés utolsó fokán. Egyik-másik kisebb, mint a Föld, és mégis ebben a néhány ezer mérföldnyi kiterjedésben annyi anyagot halmoznak fel, amennyiből egy normális csillag kitelnék. Atomjaik szétmorzsolódnak a belsejükben levő irtózatoss nyomás alatt, és sűrűségük elérheti a víz sűrűségének sok milliószorosát. Az ilyen csillagok egy köbhüvelyknyi anyaga többet nyomhat száz tonnánál.

Bár a legtöbb törpecsillag vörös, vagy fehérén izzó, a kihűlt „Fekete Törpéknek” is megvan az elméleti lehetőségük. Ezek tehát a fejlődési vonal legvégén lennének, és igen nehéz lenne kimutatni őket, mert a bolygókhoz hasonlóan saját fényt nem sugároznának, csak fényvisszaverődés útján volnának megfigyelhetők, vagy ha eltakarnának más égitestet. Minthogy

Tejútrendszerünk még egészen fiatal — nem több, mint 25 milliárd éves — valószínű, hogy csillagai közül még egy sem érte el a végső Fekete Törpe állapotot; de eljön az ő idejük is.

Ezek a csillagtestek lesznek a világegyetem legizgatóbb (és legbaljóslatúbb) objektumai. A nagy tömeg és kicsi méret együttes hatásaként roppant nagy erősségű gravitációs terek alakulhatnak ki — akár milliószorosa is a Földének. Ekkora gravitációjú világnak tökéletesen gömb alakúnak kellene lennie. Semmiféle domb vagy hegy nem emelkedhetne ki egy hüvelyk törtresznél magasabbra a felszínből, és atmoszférája mindössze néhány lábnyi mélységű lenne.

Egy millió g-nél minden tárgy — még ha a legerősebb fémből volna is — folyékonyvá válna a saját súlya alatt. Egy ember súlya annyi lenne, mint a *Queen Elizabethé*, és olyan gyorsan összelapulna, hogy a szétomlását szabad szemmel követni sem lehetne, mert egy másodperc ezredrésznél rövidebb idő alatt végbemenne. Egy *harmadhüvelyk* magasról való esés földi viszonylatban egyenértékű lenne a Mount Everestről a tengerszintre való zuhanással.

És mégis, az irtózatosszerű gravitáció ellenére, néhány száz lábnyira meg lehetne közelíteni egy ilyen testet. Egy űrhajó vagy űrszonda, amelyet kielégítően pontos pályára terveztek, el tudna menni mellette (legalábbis elméletben), mint ahogy egy üstökös elsuhan a Nap mellett. Aki egy ilyen űrhajóban lenne, nem érezne semmit, még a legnagyobb közelség pillanatában sem. Még egymillió gravitáció gyorsulás esetén is tökéletesen súlytalanok lennénk, mert szabadon esnénk. Az űrhajó körülbelül 25 millió mérföld/óra sebességre tenne szert, amint a haldokló csillag fölött alacsonyan elszáguldana, aztán visszaszökne ismét az űrbe, míg csak elérhetetlenné nem válna.

De mi lenne a helyzet egy Törpén való tényleges *leszálláskor*? Nos, ez is elképzelhető, két feltétellel, amelyek egyike sem ütközik semmiféle ismert fizikai törvénybe. Néhány milliószor erősebb hajtóműrendszerre lenne szükségünk, mint amelyet ma ismerünk és egy tökéletesen teljes és megbízható gravitációsemlegesítő eszközre, amellyel ez az összepréselő külső erőter hat tizedesjegyei kisebbé tehető. Ha ennek a félelmetes gravitációnak akár csak 0,001 százaléka is „beszivároghat” az űrhajóba, utasai péppé morzsolódnának. (Természetesen semmit nem éreznének abból, ha a kiegyenlítő térben kiesés állna elő. Minden olyan gyorsan zajlana le, hogy az idegrostoknak nem maradna idejük a reakcióra.)

A Fekete Törpék világa olyan hátborzongató lenne, hogy már majdnem meghaladja a képzeletet. A gravitációs tér magát a térgeometriát is megszabná, és a fény sem tudna többé egyenes vonalon terjedni, hanem komoly elhajlást szenvedne. Hogy a dolgok természetes rendjében milyen más torzulások állnának elő egy ilyen világban, ma nem is sejthetjük; és ez lesz az egyik oka annak, amiért odamegyünk, ha ez valaha lehetségesnek bizonyul.

Megértük már, hogy emberek a batiszkáf ablakain keresztül olyan világba pillantottak, amely csak néhány hüvelykkel odébb egy másodperc törtresze alatt

összemorzsolta volna őket, a testük minden négyzetlábnyi felületére nehezedő ezertonnás nyomás következtében. Ez csodálatos eredmény volt — a bátorság és a mérnöki ügyesség diadala. Századokkal később a jövőben, és fényévekkel eltávolodva a Földtől, talán lesznek emberek, akik egy törpe csillag még sokkal vadabb vidékeibe pillantanak majd be az ablakon át.

És milyen különös lesz a sima, tökéletes geometriájú felületre lenézni, az űrhajó kompenzáló terének másik oldalán — és rádöbbenni, hogy a gyenge földi gravitáció kifejezőmódjával, több mint ezer mérföld magasak vagyunk.

X. FEJEZET

A MEGHÓDÍTHATATLAN VILÁGŰR

Az ember sohasem fogja meghódítani a világűrt. Azután, amit az utolsó két fejezetben mondtam, ez az állítás nevetségesen hangzik. De kifejez egy olyan igazságot, amelyet már ősapáink tudtak — mi elfelejtettünk —, és amelyet leszármazottainknak meg kell tanulniuk újra, nagy szomorúsággal és magányosan.

Korunk sok tekintetben egyedülálló, olyan eseményekkel és jelenségekkel teli, amelyek sohasem fordultak elő azelőtt, és sohasem ismétlődhetnek meg ezután. Ezek megváltoztatták gondolkodásmódunkat, azt a hitet támasztva bennünk, hogy ami most igaz, mindig igaz lesz, csak talán még nagyobb méretekben. Miután leküzdöttük a távolságot ezen a bolygón, azt képzeljük, hogy ezt máshol is meg tudjuk tenni. Az igazság ettől nagyon messze van — be fogjuk látni, ha elfeledjük a jelent, és gondolatban a múlt felé fordulunk.

Őseink szemében a Föld hatalmas, mindenen uralkodó tény volt, amely gondolataikat és életüket megszabta. Minden, a miénket megelőző korban a tág világon nem létezett ember, aki valaha is e mérhetetlenség egy csöppnyi töredékénél többet láthatott volna. Néhány száz mérföld — legfeljebb néhány ezer —, ez volt a végtelenség. Nagy birodalmak és kultúrák virágozhattak ugyanazon a kontinensen, semmit sem, tudva, egymás létezéséről, kivéve a meséket és szóbeszédeket, amelyek olyan bizonytalanok voltak, mintha egy

távoli bolygóról szóltak volna. Mikor a múlt úttörői és kalandkeresői elhagyták otthonukat, hogy új földeket keressenek, örökre istenhozzádot mondtak szülőföldjüknek és ifjúkori társaiknak. Csak egy emberöltővel ezelőtt, az atyák még azzal a titkolt bizonyossággal intettek búcsút kivándorló gyermekeiknek, hogy sohasem látják egymást többé.

És most, egyetlen generáció alatt minden hihetetlenül megváltozott. A tengereken, ahol Odüsszeusz egy évtizeden át bolyongott, a Róma—Beyrouth *Comet* suhanva megteszi útját egy óra alatt. Fölötte pedig, az alacsonyabb műholdak a Trója—Ithaka távot megteszik egy percnél kevesebb idő alatt.

Pszichológiailag éppúgy, mint fizikailag nincs többé eldugott hely a Földön. Ha ma barátunk egy valaha távoli országba utazik, még ha nincs is szándéka visszatérni, nem érezzük azt a visszavonhatatlan elszakadást, amely ősapáinkat elszomorította. Tudjuk, hogy sugárhajtásos géppel csak néhány órányira van, és csak a telefon után kell nyúlunk, hogy hangját hallhassuk. És egypár éven belül, amikor a műholdas hírközlés megvalósul, láthatjuk is majd a barátainkat a Föld túlsó oldalán, éppoly könnyen, ahogy most beszélhetünk velük a város másik végéről. Akkor a világ már nem fog zsugorodni többé, mert már kiterjedés nélküli ponttá válik.

De az emberi színjáték most feltáruló új színpada sosem zsugorodik úgy össze, ahogy a régi tette. Felszámoltuk az űrt itt ezen a kis Földön; de sohasem számolhatjuk fel azt az Űrt, amely a csillagok közül ásít ránk. Végre ismét, mint azokban a napokban, mikor Homérosz zengte énekét, szemtől szemben állunk a mérhetetlenséggel. El kell fogadnunk nagyszerűségét és rémuralmát, ihlető lehetőségeit és félelmetes tilalmait. Egy olyan világból, amely túlságosan kicsivé vált, olyanba indulunk, amely örökké túlságosan nagy lesz, amelynek határai elillannak előlünk, és hozzá mindig fürgébben, mint ahogy mi feléjük nyúlni tudunk.

Gondoljunk először a meglehetősen szerény naprendszerbeli, vagy bolygóközi távolságokra, amelyeket most készülünk megrohamozni. A legelső Lunyik igen fontos lépés volt előre, több mint 200 millió mérföldre eltávolodván a Földtől — ami a Mars távolságának hatszorosa. Ha a nukleáris energiát bevetjük az űrrepülésbe, a Naprendszer is össze fog húzódni, amíg csak éppen kicsivel lesz nagyobb, mint a Föld ma. A bolygók legtávolabbika talán nem több, mint egyheti utazással elérhető lesz a Földről, a Mars és a Vénusz pedig csak néhány óra alatt.

Ez az eredmény (amelynek már a következő század tanúja lesz) úgy tűnhetnék, hogy még a Naprendszert is kényelmes, otthonos hellyé varázsolja; az óriásbolygók a Szaturnusz és Jupiter gondolatainkban ugyanolyan szerepet játszanak majd, mint Afrika és Azsia ma. (Az éghajlatban, légnyomásban, gravitációban fennálló minőségi különbségek, bármilyen alapvetők is, e pillanatban nem érdekelnek bennünket.) Ez bizonyos mértékig igaz lehet, de amint kívül jutottunk a Hold pályáján, amely csupán negyedmillió mérföldnyire van innét, szembekerülünk az első akadállyal. Ez pedig elválasztja a Földet

szerteszéledő gyermekeitől.

A csodálatos telefon- és televízió-hálózat, amely hamarosan az egész világot behálózza, minden embert szomszéddá avatva, nem terjeszthető ki az űrbe. *Sohasem tudunk más bolygón levő emberekkel társalogni.*

Ne értsék félre ezt az állítást. A mai rádiókészülékkel az a feladat, hogy beszédet továbbítsunk a többi bolygóra, majdnem triviális. De az üzenet eljuttatásához percek — néha órák — kellenek, mivel a rádió- és fényhullámok ugyanazzal a 186 000 mérföld/másodperces korlátolt sebességgel haladnak. Húsz év múlva lehet, hogy hallani fogjuk egyik barátunkat a Marsról, de a szavak, amelyeket hallunk majd, az ő ajkát legalább három perccel korábban hagyták el, és válaszuknak ugyanennyi időre lesz szüksége ahhoz, hogy őt elérje. Ilyen körülmények között a szóbeli üzenetváltás lehetséges — de ez *nem* társalgás. Még a szomszédos Hold esetében is a két és fél másodperces időleymaradás idegesítő lesz. Egymillió mérföldnél nagyobb távolságokban pedig tűrhetetlen.

Az olyan kultúrára, amely az azonnali hírközlést mint a civilizált élet igazi szerkezetének egy részét természetesnek veszi, ez az „időkorlát” alapvető pszichológiai hatással lehet. Örökös emlékeztető azokra az egyetemes törvényekre és korlátokra, amelyek felett egész technikánk sem képes soha győzelmet kivívni. Mert az mindennél bizonyosabbnak látszik, hogy semmiféle jel — még kevésbé anyagi tárgy — nem haladhat fénysebességnél gyorsabban.

A fénysebesség a végső sebességhatár, része maga is a tér—idő kontinuum igazi szerkezetének. A Naprendszer szűk határai közt ez nem fog nagyon komolyan letörni bennünket, ha egyszer beletörődtünk abba a késedelembe, amelyet a hírközlésben okoz. A legkedvezőtlenebb esetben ez tíz órára rúg — ez az idő szükséges ahhoz, hogy egy rádiójel elérje a legkülső bolygó, a Plútó pályáját. A három belső bolygó, a Föld, Mars és Vénusz között ez sohasem lesz több, mint húsz perc — nem annyi, hogy az üzleti és adminisztratív ügyeket komolyan megzavarja, de ahhoz elég, hogy megghiúsítsa azokat a személyes hang vagy képkapcsolatokat, amelyek a barátainkkal való közvetlen érintkezés érzetét keltik bennünk, akárhol legyenek is a Földön.

A kozmikus valóság új rendszerével szemtől szembe akkor kerülünk, amikor elhagyjuk a Naprendszer határait. Még ma is sok, egyébként tanult ember — mint azok a bölcsek, akik háromig tudnak számolni, de egy kalap alá vesznek minden számot négy fölött — nem tudja felfogni az alapvető különbséget a *szoláris* és *stelláris* tér között. Az első az a tér, amely szomszédos világunkat, a bolygókat magában foglalja. A másodikhoz a távoli napok, csillagok tartoznak. *Ez pedig szó szerint több milliószor nagyobb.*

Földi viszonyok közt nincs a méretekben ilyen hirtelen változás. Hogy valami képet alkothassunk a legközelebbi csillag távolságáról a legközelebbi bolygó távolságával összehasonlítva, képzeljünk el egy olyan világot, amelyben a hozzánk legközelebb eső tárgy ötlábnyira van — és ettől kezdve semmi sincs ezer mérföldön át.

Sok konzervatív tudós, ezektől a kozmikus szakadékoktól megrémülve, tagadja, hogy ezeket valaha is át tudnánk hidalni. Vannak emberek, akik sohasem tanulnak. Akik hatvan évvel ezelőtt csúfolódtak a repülés lehetőségén, és tíz (sőt még öt!) évvel ezelőtt nevettek a bolygóközi utazáson, most teljesen nyugodtak, hogy a csillagok örökre elérhetetlenek maradnak számunkra. És megint tévednek, mert elmulasztották korunk nagy leckéjének megtanulását — hogy ha valami elméletben lehetséges, és a megvalósítása nem ütközik tudományos alaptörvénybe, az előbb vagy utóbb létrejön.

Egy napon — lehet, hogy még ebben az évszázadban, lehet, hogy ezer év múlva — fel fogjuk fedezni az űrhajók hajtásának valóban hatásos módját. Minden technikai berendezés a végsőkéig kifejlődik (hacsak valami még jobb ki nem szorítja a porondról), és az űrhajók végleges sebessége a fénysebesség. Ezt ugyan sohasem fogják elérni, de nagyon közel fognak jutni hozzá. És akkor a legközelebbi csillagot öt évnél rövidebb utazással elérhetjük a Földről.

Felfedező hajóink szét fognak szóródni otthonukból egy mindig táguló övezetben. Ez az övezet majdnem — de sohasem egészen — fénysebességgel fog tágulni. Ötévnyre lesz az Alpha Centauri hármassrendszere, tízre a Sirius A és B különös kettőstársulása, tizenegyre a *61 Cygni tantaluszi* kínokat okozó talánya. Ez az első csillag, amelyről azt gyanítjuk, hogy van bolygója. Ezek az utak hosszúak, de nem bejárhatatlanok. Az ember mindig elviselte, ha árat kellett is fizetnie kutatásaiért és felfedezéseiért — és a Tér ára az Idő.

Még olyan utazásokkal is meg fognak próbálkozni, amelyek évszázadokig vagy évezredekig tarthatnak. A mélyájulás kétségtelenül lehetőség arra, hogy kulcsává váljék a csillagközi utazásnak. Az önellátó kozmikus bárkák, amelyek önmagukban parányi utazó világok lesznek, szolgáltathatnak egy másik megoldást, mert korlátlan időtartamú utazásokat tesznek majd lehetővé, generációról generációra. A híres idődilataációs hatás lehet a harmadik megoldás, amelyet a relativitáselmélet jósol. Eszerint az idő egy majdnem fénysebességgel haladó utas számára sokkal lassabban telik, mint a nyugvó megfigyelő számára. És vannak más megoldások is.

Ha már ennyi elvi lehetőség kínálkozik a csillagközi repülésre, biztosak lehetünk benne, hogy legalább egy megvalósul a gyakorlatban. Emlékezzünk az atombomba történetére: különböző módok voltak a megvalósítására, és senki sem tudta, melyik a legjobb. Ezért mindegyiket kipróbálták — és mind bevált.

Ha tehát messze előre akarunk tekinteni a jövőbe, az emberi tevékenységnek a Naprendszerből való lassú (valamivel több, mint félmilliárd mérföld óránként) kiadását kell lefestenünk, az általunk elfoglalt Tejútrendszer régióiban szétszéledt napok között. Ezek a napok átlagosan öt fényévnnyi távolságra vannak egymástól; más szavakkal: sosem juthatunk át egyikről a másikra kevesebb, mint öt év alatt.

Hogy megértsük, mindez mit jelent, hadd használjunk egy földi hasonlatot. Képzeljünk el egy hatalmas óceánt, szigetekkel telehintve. Egyesek lakatlanok, másik talán benépesültek. E szigetek egyikén egy energikus faj épp most

fedezte fel a hajóépítés módját. Készül az óceán felderítésére, de szembe kell néznie azzal a ténnyel, hogy a legközelebbi szigettől ötévi utazás választja el, és hogy semmiféle hajóépítési technikában elért eredmény nem fogja ezt az időt megrövidíteni.

Ilyen körülmények között (hamarosan éppen ezek között találjuk magunkat) mit érhetnek el a szigetlakók? Néhány évszázad múltán talán a közeli szigetek jó részén településeket létesítenek, és rövidesen felderítenek sok mást. Az új települések maguk küldhetnek ki további úttörőket, és egy ilyenfajta láncreakcióval az eredeti kultúra szétszóródhatna az óceánnak egy egyenletesen kiterjedt körzetében.

De most vizsgáljuk meg az elkerülhetetlen, meg nem szüntethető időbeli eltolódás hatását. Az ősi otthon és a. leszármazottak között csak igen laza kapcsolat állhatna fenn. A visszatérő hírnökök csak arról számolhatnak be, hogy mi történt a legközelebbi településen — öt évvel ezelőtt. Sohasem hozhatnak ennél frissebb híreket, az óceán távolabbi helyeiről származó értesülések pedig egyre régebbi múltból származnának — talán századokkal korábbiak lennének. Sohasem Hírek jönnének a többi szigetről, mindig csupán a Történelem.

Semmiféle óceáni Nagy Sándor vagy Caesar nem alapíthatna korallzátonyain túlnyúló birodalmat: parancsai életében el sem érnék a helytartókat. A többi szigettel kapcsolatos ellenőrzés vagy adminisztráció minden formája kimondottan lehetetlen lenne. Ezért van az, hogy a csillagközi birodalmakról és cselszövésekről szóló népszerű tudományos fantasztikus történetek mind pusztá fantáziává válnak, a valósághoz kapcsolódó minden alap nélkül. Próbáljuk elképzelni, hogyan zajlott volna le a függetlenségi háború, ha a Bunker Hill-i hírek nem érkeztek volna meg Angliába Disraeli Viktória alatti miniszterelnöksége előtt, és az ő sürgős utasításai Eisenhower második elnöksége alatt érték volna el Amerikát. Így hát a csillagközi ügyintézés vagy kultúra teljes képe abszurd-inak látszik.

Minden csillagon született eljövendő település független lesz, akár kívánja, akár nem. Szabadságuk sértetlenségét biztosítja az Idő éppúgy, mint a Tér. Meg kell járniuk saját útjukat, és be kell teljesednie saját végzetüknek anélkül, hogy ebben a Földanya segíthetné vagy meg- akadályozhatná őket.

És itt fordítsuk másra a szót, és foglalkozzunk egy nyilvánvaló ellenvetéssel. Biztosak lehetünk abban, hogy a fénysebesség valóban korlátozó tényező? Oly sok „áthághatatlan” akadály dőlt már össze a múltban: talán ez is a többi sorsára jut.

Nem akarunk érvelésekbe bocsátkozni, sem azt a hitet tudományosan alátámasztani, hogy a fénysebességet soha semmilyen sugárzás vagy anyagi objektum nem lépheti túl. Helyette tegyük fel, az ellenkezőjét, és vizsgáljuk meg, ez hova vezet. Sőt, vegyük a legderülátóbb lehetőségeket, és képzeljük azt, hogy a közlekedés sebessége akár végtelen is lehet.

Képzeljük el azt az időt, amikor a technika annyival fejlettebb lesz a mostani

mérnöki tudományoknál, mint a tranzisztor a kőbaltánál. Egy ilyen technika segítségével bárhová *azonnal* eljuthatunk, egy szám tárcsázásánál nem nagyobb erőlködéssel. Ez bizony méretre szabná a világegyetemet és fizikai kiterjedését nullára redukálná. Mi maradna vissza?

Minden, ami valóban számít. Mert a világegyetemnek kétféle megjelenése van — a méretei, és mindent elsöprő, észbontó bonyolultsága. Felszámolván az elsőt, szemtől szembe találjuk magunkat a másodikkal.

Amit most meg kell próbálnunk elképzelni, már nem a méretek, hanem a mennyiség. Ma már a legtöbb ember hozzászokott ahhoz az egyszerű jelölésmódhoz, amelyet a tudósok a nagy számok leírására használnak. Csupán a nullákat kell összeszámolni, így a száz 10^2 , a millió 10^6 , a milliárd 10^9 lesz, és így tovább. Ezzel az ügyes fogással lehetővé tesszük, hogy tetszőlegesen nagy mennyiségekkel dolgozhassunk, és még a honvédelmi költségvetés összege is szerénynek látszik, ha így fejezzük ki: $5,76 \times 10^9$ dollár, ahelyett, hogy 5 760 000 000 dollárt íránk.

A mi Tejútrendszerünkben (abban a csillag- és kozmikuspor örvényben, amelynek szélén a félreesőbb spirálkarok egyikében Napunk helyet foglal) található napok számát körülbelül 10^{11} -re, vagy kiírva: 100 000 000 000-ra becsülik. Mostani távcsöveinkkel mintegy 10^9 további tejútrendszert tudunk észlelni, és ezek még a láthatóság legszélső határán sem mutatják semmi jelét a ritkulásnak. A tejútrendszerek száma valószínűleg legalább akkora lehet a világmindenségben, mint a mi Tejútrendszerünk csillagainak száma, de szorítkozzunk csak azokra, amelyeket látunk. Ezekben együttesen mintegy 10^{11} -szer 10^9 csillagnak kell lennie, vagyis 10^{20} csillagnak összesen.

Az 1 után 20 nulla természetesen akkora szám, amely túlmegy az érthetőségen. Nem is remélhetjük, hogy valaha felfogjuk, de van rá mód, hogy utaljunk a jelentésére.

Épp most tettük fel, hogy eljőhet az az idő, amikor az anyagátvitel valami csodája folytán erőlködés nélkül körültárcsázhatjuk magunkat a világmindenségen, ahogy ma egy számot a helyi telefonközponton keresztül felhívunk. Milyen lenne az a kozmikus telefonkönyv, amely csupán a napokra szorítkozna, nem is foglalkozva ezeknek a bolygóival, az egyes bolygókon levő helyek millióiáról nem is szólva?

Az akkora városok, mint London és New York telefonkönyvei máris alig tarthatók kézben, pedig körülbelül egymillió — 10^6 — előfizetőjük van. A Kozmikus Telefonkönyv 10^{14} -szer nagyobb lenne, mert ez 10^{26} előfizetőt tartalmazna. Több lapja lenne, mint az összes könyvnek együttvéve, amit a *nyomtatás feltalálása óta* kinyomtattak.

Erőltessük fantáziánkat még egy kicsivel tovább, és gondoljunk a 20 jegyű telefonszámok egy másik következményére. Gondoljunk arra a kozmikus méretű zűrzavarra, ha 27945015243811986385 helyett 27945015423811986385-öt tárcsázva a Mindenségnek pont a másik végére csöppennénk ... Ez nem felületes példa, nézzük meg jól és gondosan a

számoknak ezt a sorozatát, ízlelgetve a nagyságukat és jelentésüket, emlékezetünkben tartva, hogy mindegyikre szükség van valamely csillag azonosításához, és még többre lenne szükség a bolygók számontartásához.

Ekkora számok előtt még azoknak az elméknek is meg kell hunyászkodniuk, akik egyébként elég bátrak lennének a csillagok kihívásának elfogadására. A világ összes tengerpartjainak minden egyes homokszemcséjére kiterjedő részletes vizsgálat sokkal kisebb feladat, mint az univerzum felderítése.

És most térjünk vissza első állításunkhoz. Az űr lehet feltérképezhető, bejárható és elfoglalható adott határok között, de sohasem lesz meghódítható. Ha fajunk eléri végső célját, és a csillagok maguk nem lesznek jobban szétszórva, mint Ádám leszármazottai, még akkor is csak olyanok leszünk, mint a földön mászó hangyák. A hangyák elborították a világot; de meghódították? Mit tudnak a számtalan hangyabolyban a *világról* vagy egymásról?

Valahogy így járunk mi is, ha egyszer kirajzunk a földanyáról, meglazítva az atyafisági kötelékeket, másod-, harmad-, vagy ezredkézből hallva bizonytalan és kései szóbeszédet az emberi faj valamely egyre apadó töredékéről. Bár a Föld megpróbál érintkezésben maradni gyermekeivel, végül levéltárosainak és történészeinek minden erőlködését felőrli az idő és a távolság és a hatalmas adatmennyiség. Mert a különböző társadalmak . és népek száma, mire fajunk kétszer ilyen idős lesz, sokkal nagyobb lehet, mint azok száma, akik mind a mai napig valaha meglátták a napvilágot.

Hiábavaló erőlködésünk során, hogy megragadjuk a világegyetem méreteit, elhagytuk az érthetőség birodalmát. Ennek mindig így kell lennie, inkább előbb, mint később.

Ha szabad ég alatt leszünk egy nyári éjszakán, fordítsuk tekintetünket az égbolt felé. Majdnem függőlegesen fölöttünk ragyog az északi égbolt legfényesebb csillaga — a Vega és Lant csillagképben, huszonhat fényév távolságban, közel ahhoz a ponthoz, ahonnan a magunkfajta rövid életű teremtmény számára már nincs visszatérés. Ezen a kékesfehér jelzőponton túlra elküldhetjük eszünket és testünket, de szívünket soha.

Mert soha ember nem veheti útját a Vegán túlról hazafelé abban a tudatban, hogy üdvözölheti azokat, akiket ismert és szeretett a Földön.

XI. FEJEZET

AZ IDŐRŐL

Az ember az egyetlen lény, akit zavar az idő, és ebből a nyugtalanságból származik kifinomult művészetének nagy része, vallása java része és majdnem egész tudománya. Mert a természet időszakos szabályossága — a felkelő Nap és csillagok, az évszakok lassúbb ritmusa — vezetett a törvény és rend fogalmához, amely minden tudományok kezdete. A változatlan környezet, az óceán mélye vagy a Vénusz felhőborította felszíne, nem ad ösztönzést az intelligenciának, ilyen helyeken lehet, hogy sohasem alakulhat ki.

Nem meglepő tehát, hogy azokon a vidékeken, ahol az éghajlati ingadozások elhanyagolhatók, az emberi kultúrák primitívek, mint például a polinéziai vagy a trópusi afrikai, és kevés fogalmuk van az időről. Más kultúrák, körülményeik kényszerítő hatására, tudatában vannak az időnek, és megszállottaivá lesznek. Talán a klasszikus példa erre az ókori Egyiptom, ahol az életet a Nílus évenkénti áradása szabályozta. Nincs még egy civilizáció, sem azelőtt, sem azóta, amely olyan határozott erőfeszítéseket tett volna az örökkévalóság kivívására, sőt a halál tagadására.

Az idő alapeleme volt minden vallásnak, ahol olyan fogalmakkal keveredett, mint a reinkarnáció, jövőmondás, feltámadás és égitestek imádása — mint a Stonehenge (a legnagyobb megalitkő, azaz a történelem előtti időkből származó kőépítmény Angliában, a Salisbury-síkon — *A ford.*) egyetlen kőlapba vésett naptára, a denderai templomból való Zodiacus és a mayák papi építkezése mutatja. Bizonyos vallások (például a kereszténység) a teremtetést és az idők kezdetét egészen a közelmúltba helyezték, és a világ végét a közeli jövőre jósolták. Más vallások, mint például a hindu vallás, hallatlan távlatokba tekintettek vissza az időben, és még sokkal nagyobb távlatokkal néznek előre. A nyugati csillagászok vonakodva ismerték el, hogy a Keletnek lett igaza, és hogy a világegyetem korát sokkal inkább milliárd, mint millió években kell mérni — ha egyáltalán mérhető.

Csak az utolsó ötven évben tanultunk az idő igazi természetéről valamit, és váltunk képessé arra, hogy egyáltalán befolyásoljuk a menetét — ha többel nem is, mint a másodperc egymilliomod részével. A mi generációnk az első, mióta a lendkerekek és ingák mozgásba jöttek, amely rájött, hogy az idő nem abszolút és nem is kérlelhetetlen, és hogy az óra zsarnoksága nem tarthat örökké.

Nehéz az időre nem ellenséggént gondolni. Bizonyos értelemben az emberi civilizáció minden eredménye egy-egy trófea, amelyet az ember az idő ellen vívott küzdelmében nyert. Akármilyen volt is az indítékuk, a lascaux-i barlangi művészek voltak azok, akik az emberiség első győzelmét megszerezték. Mintegy ezer generációval ezelőtt, mikor a mammut és a kardfogú tigris járta a Földet, felfedezték a módját annak, hogy ne csupán csontjaikat küldjék a jövőbe, hanem legalább a gondolataikból és érzelmeikből is valamit. Az ő szemükkel átnézhetünk az idő szakadékain, és láthatjuk azokat az állatokat, amelyek világunk egy részét jelentették.

A következő lépés a költészetnek, talán mint a vallási szertartások egyik részének a felfedezése volt. A közönséges szavak és mondatok kiejtve

elröppentek, de amikor mintába rendezték őket, mágikussá váltak. Mint Shakespeare (az időtől legjobban megszállott író) találóan mondja:

„Márvány s királyi aranyoszlopok Nem élük túl hatalmas
versemet”

(Szabó Lőrinc fordítása)

A Homéroszhoz hasonló dalnokok és regösök fejükben hordozták az őstörténelem egyedüli feljegyzését, amelyet ismerünk, és ez egészen az írás feltalálásáig mindig ki volt téve torzulásoknak vagy teljes megsemmisülésnek.

Az írás — talán a legfontosabb találmány, amit az emberiség valaha alkotott, vagy alkotni fog — mindent megváltoztatott. Platón és Caesar a letűnt korokon át világosabban szólnak hozzánk, mint legtöbb kortársunk. És a betű nyomtatásának felfedezésével az írott szó tulajdonképpen halhatatlanná vált. A kéziratok, tekercsek és papiruszok sebezhetők, és könnyen meg is sérültek, de Gutenberg óta nagyon kevés örökbecsű mű merülhetett feledésbe.

Valamivel több, mint egy évszázaddal ezelőtt az írásnak és a képzőművészetnek új erőt adott a csodálatos rögzítőberendezés, a fényképezőgép. A fényképezés olyan általánossá vált, hogy már rég elfelejtettük, valójában milyen csodálatos is. Ha egy fénykép elkészítése olyan nehéz és költséges lenne, mint mondjuk egy műhold fellövése, akkor adnánk meg a fényképezőgépnek az öt megillető megbecsülést.

Semmi más rajz, amelyet agy vagy kéz alkot, nem lehet olyan megjelenítő, mint egy fénykép. Vissza tud vinni bennünket a múltba, vidám vagy szomorú érzéseket kelthet bennünk — „így volt valóban, ott és akkor”. Egy olcsó fényképezőgép megadhatja bármelyikünknek azt, amin az ókor legjobb szobrászai évekig dolgoztak Hadrianus császár részére: az elveszett kedves pontos képmását. A fényképezés feltalálásával a múlt először vált közvetlenül elérhetővé, az emberi értelem kiválasztó és beavatkozó torzítása nélkül. Az amerikai polgárháború abban a — nem is csekély jelentőségű — vonatkozásban is különbözött az összes megelőző viszálykodástól, hogy Matthew Brady jelen volt.

A fényképezőgép — és különösen a filmfelvevő gép, amely mintegy ötven évvel később követte — az idő visszafoglalásán kívül szétboncolását és torzítását is hatalmunkba adta. Azok az események, amelyek túlságosan gyorsak vagy lassúak az emberi szemnek, láthatóvá váltak a gyorsított vagy lassított felvételeken. Aki egyszer végignézte két kúszónövény gonosz, halálos harcát, amint indáik egy-egy, valójában órákig tartó, ostorcsapásával egymásra tekerednek, sohasem viseltethet többé a régi érzelmekkel a növényvilág iránt. A felhők mozgása, az esőcsepp locsanása, az évszakok múlása, a kolibri szárnycsapása — mind olyasmi, amit századunk előtt az emberek csak sejtettek, vagy futólag megpillanthattak, mint független, semmihez sem kapcsolódó pillanatképeket. Most pedig saját szemükkel figyelhetik meg őket mint szerves] kapcsolatban levő egészet.

1877-ben a fonográf feltalálásával az idő elvesztette abszolút uralmát a hang fölött is. Akár a fényképezőgép, a fonográf megszületése is váratlan volt, bár a találékony Cyrano de Bergerac említett valami „beszélő könyvet” tudományos regényei egyikében. Ámde, a fényképezőgéptől és sok más modern találmánytól eltérően, a fonográf egyedül áll a maga nemében hallatlan egyszerűsége miatt. Semmit sem von le Edison teljesítményéből az a kijelentés, hogy a szükséges útbaigazítások birtokában akármelyik ügyes görög kézműves szerkeszthetett volna olyan készüléket, amellyel megőrizte volna számunkra Szókratész vagy Démoszthenész hangját. Az athéni múzeumban megtalálhatók egy, a fonográfnál sokkal bonyolultabb csillagászati számítóeszköz maradványai. Néha csodálkozom ...

Az elmúlt századok eredményei megkapóak ugyan, de mégis szánalmasak, ha arra gondolunk, mit *szeretnénk* az idővel véghezvinni, ha meglenne a hatalmunk hozzá. Filozófusok, költők és tudósok törték fejüket az idő problémáján; valaki, akiben mindhárom egyesült, egyetemes sajnálkozását fejezte ki, mikor majdnem ezer évvel ezelőtt így kesergett: „A mozgó ujj ír, és minekutána írt, mozog tovább ...” Minden „kegyességünk és tudásunk” erőtlen ahhoz, hogy megváltoztassa a múltat, vagy legalább módosítsa azt a tempót, amellyel a jövő elé rohanunk. De az is lehet, hogy ez nem lesz mindig így.

Ha meggondoljuk, miféle hatalmakat szeretnénk gyakorolni az idő felett, tekintet nélkül ezek megvalósíthatóságára, az eredmény valami ilyesmi lenne:

látni a múltat rekonstruálni a múltat megváltoztatni a múltat visszautazni a múltba gyorsítani vagy lassítani a múltat utazást tenni a jövőbe látni a jövőt

Nem tudok olyan lehetőségre gondolni (vagy ebben az esetben inkább lehetetlenségre), amelyet a fenti címszavak valamelyike ne tartalmazna. Lássuk, mit tehetünk ezekért egyenként.

Ami az elsőt illeti, szeretnénk arra emlékeztetni, hogy sohasem láthatunk vagy tapasztalhatunk *semmi mást*, csak a múltat. A hang, amit hallunk, a múltból jön, és minden lábnyi út után, amelyet meg kell tennie, míg fülünkhöz ér, egy ezredmásodperccel régebből származik. Ezt egy égiháború során figyelhetjük meg a legjobban, amikor egy tizenkét mérföld távolságban cikázó villám dörgését egy teljes perc késéssel halljuk meg. Ha valaki a mennydörgést ugyanakkor hallja, mikor a villámot látja, boldog lehet, ha életben maradt. Velem egyszer megtörtént — senkinek sem kívánok hasonlót.

Ami a hang esetében igaz, igaz a féynél is, csak majdnem egymilliószotha kurtább méretekben. A tizenkét mérföld távolságban lecsapó villám hangjának egy percre van szüksége ahhoz, hogy elérjen bennünket, ugyanakkor szemünk egy másodperc tizezred részénél rövidebb idő alatt értesül róla. Ezért földi méretekben a fénysebesség végtelennek tekinthető. Csak amikor az űrbe tekintünk ki, fordulhat elő velünk, hogy évszázadokkal vagy talán évmilliókkal ezelőtt lezajlott eseményeket látunk.

A múltba való behatolásnak ez a módja nagyon korlátozott; főleg semmi lehetőséget nem nyújt arra, hogy *saját* múltunkat láthassuk. Azt sem remélhetjük, hogy ha valaha eljutunk a szomszéd napok világába, fejlettebb fajokat találunk, akik szuperteleszkópjaikon keresztül figyeltek bennünket is, és feljegyezték elveszett történetünket — amit néhány naiv tudományos fantasztikus szerző felvetett. A Föld felületén lejátszódó események fényhullámai az atmoszférában csupán összezavarodnak — ha a felhők engedik kijutni őket egyáltalán. És azután olyan gyorsan gyengülnek a távolság függvényében, hogy még elméletben sem építhető olyan távcső, amellyel a Mars távolságából néhány mérföldnél kisebb földi tárgyakat meg lehetne figyelni. Nincs olyan teremtménye a csillagrendszernek, amely most 900 fényév távolságban szemlélne a hastingsi ütközetet. (Ebben az ütközetben győzte le az angolszászokat Hódító Vilmos 1066-ban.) Az 1066-ban útnak indult sugarak ma már ahhoz is túlságosan gyengék, hogy a Földről egyáltalán képet adjanak.

A fény erősítésének olyan korlátai vannak, amelyek a fényhullámok természetében rejlenek, és ezekkel semmiféle tudományos haladás nem boldogulhat. Ugyanezért nem remélhetjük, hogy az eltűnt hangot felfoghatjuk, ha az egyszer a háttér zajának szintje alá gyengült. Szokták mondani, hogy a hang sohasem hal el, csupán túl gyenge lesz ahhoz, hogy halljuk. Ez nem igaz. A hangrezgések olyan gyorsan csillapodnak, hogy néhány másodpercen belül mindenféle fizikai értelemben megszűnnek. Nincs az az erősítő, amely visszaadhatná azokat a szavakat, amelyeket valaki egy perccel korábban mondott. Még ha végtelenül érzékeny lenne is, csak a levegő molekuláinak szabálytalan surrogását, egymáshoz ütődését adhatná vissza. Ha van valami módja annak, hogy valaha a múltba tekintsünk, az csak olyan technika révén lehetséges, amely még nem született meg, és ma még elképzelni sem tudjuk. Az ötletben azonban nincs logikai ellentmondás vagy tudományos képtelenség, és látva azt, hogy mi minden történt már a régészeti kutatásokban, csak nagyon ostobák jelenthetik ki a dolog képtelenségét. Mert mostanában szereztünk vissza olyan ismereteket a múltból, amelyek nyilvánvalóan örökre elveszettnek látszottak a felidézés minden reménye nélkül. Hogy gondolhattuk volna, hogy megmérhetjük az i. e. 784. évi csapadékot? Megtehetjük, ha megvizsgáljuk a fák évgyűrűinek vastagságát. Hogy határozhatjuk meg egy ismeretlen eredetű csontdarab korát? A karbon 14-es eljárással. Merre mutatott volna az iránytű mágnes 20 000 évvel ezelőtt? A mágneses részecskéknek az ősi anyagban való elhelyezkedése megmondja. Hogy változott az óceánok hőmérséklete az utolsó félmillió évben? Birtokunkban van egy „időhőmérő” — és ez talán valamennyi vívmány között a legcsodálatosabb —, amely ténylegesen követi a jégkorszakok jövés-menését. Segítségével meglehetősen biztonsággal kijelenthetjük, hogy a tengervíz átlagos hőmérséklete 210 000 évvel ezelőtt 84 F° volt, míg 30 000 évvel később 70 F°-ra csökkent. Alig hiszem, hogy sejtenék, mindegyre hogyan jöttek rá. A dolog nyitja annak az ismeretében rejlik,

hogy bizonyos tengeri állatok mészpáncéljának összetétele az őket körülvevő víz hőmérsékletétől függ, ez pedig finom és ügyes vizsgálatokból deríthető ki. Így Urey professzor meg tudta mondani, hogy egy fosszilis puhatestű, amely a Skóciát borító tengerekben élt 150 000 000 évvel ezelőtt, nyáron született, amikor a víz hőfoka 70 F° volt, négy évet élt, és tavasszal pusztult el.

Nem sokkal ezelőtt a múlt ilyen ismerete clairvoyance lett volna, ma tudomány. Nagyon érzékeny műszerek kifejlesztésének (ezek rendszerint az atomkutatás melléktermékei) eredménye, hogy a tárgyakra történetük során került hihetetlenül gyenge nyomokat is ki tudják mutatni. Most még senki sem tudhatja, hogy az ilyen módszereket meddig lehet kiterjeszteni. Bizonyos értelemben talán minden esemény hagy valamilyen nyomot az univerzumon, de ez olyan gyenge, hogy mai műszereinkkel még nem mutatható ki. (Talán nagyon szokatlan körülmények között mi érzékelhetjük ezeket: ez lenne a szellemek magyarázata?) Lesz idő, amikor meg tudjuk majd fejteni ezeket a jeleket, és akkor a függöny föllebben a múltból.

Első látásra a múltba tekintés képessége a legcsodálatosabb hatalomnak látszanék, ami az embernek megadathatik. Minden feledésbe merült ismeretet fel lehetne fedezni, minden rejtélyt megmagyarázni, minden bűntényt megoldani, minden elásott kincset megtalálni. A történelem nem lenne többé feltevések és találgatások tákolmánya. Amit ma sejtünk, mind *tudnánk*. Talán még azt az állapotot is elérhetjük, amelyet Wells olyan költőien ecsetel egyik novellájában:

„Egy napon talán ezek a megtalált emlékek olyan élénkké válhatnak, mintha magunk lennénk jelen, és vennénk részt a hajdani napok izgalmaiban és félelmeiben. Egy napon talán a múlt nagy vadállatai életre szökkenhetnek ismét képzeletünkben, újra letűnt tájakon bolyonghatunk, már pornak vélt tagjainkat nyújtóztatva, és újra érezve a millió évvel ezelőtti napsütést.”

Ilyen hatalommal csakugyan olyanok lennénk, mint az istenek, tetszésünk szerint barangolva a letűnt korokban. De csak istenek alkalmasak ilyen hatalom birtoklására. Ha a múlt hirtelen feltárulna előttünk, a mögöttünk levő századok kegyetlenségei, borzalmi és tragédiái is lesújtának bennünket. Más a vérfürdőkről, csatákról, pestisjárványokról, inkvizícióról olvasni, vagy a moziban megjelenítve látni őket. Ki tudná a múlt megváltozhatatlan gonoszságainak látványát elviselni, tudva, hogy amit lát, igaz volt és helyrehozhatatlan? Valóban jobb, hogy a jó és rossz mindörökké elérhetetlen marad az ilyen részletes vizsgálat számára.

Van a dolognak egy másik oldala is. Mit szólnánk *mi* ahhoz a gondolathoz, hogy majdan, az ismeretlen jövőben valamikor olyan emberek, akik fejlettebb tudásuktól eltekintve, nem mások, mint mi, bepillantassanak életünkbe, figyelve dőreségeinket, fogyatékosságainkat és esetleges kevés erényünket? Mielőtt valami szégyenletes cselekedetre szánod el magad, gondold arra, hogy talán ezer év múlva éppen egy osztály előtt szerepelsz, szemléltetésként a primitív népek pszichológiája órán. Még kínosabb az a feltevés, hogy egy

dekadens jövőendő kor voyeurei perverz tudományukat életünk nyomozására használják. De talán még ez is jobb, mint az a kilátás, hogy még ahhoz is túl szimplák és archaikusak lehetünk, hogy egyáltalán érdekeljük őket.

A múlt visszahozatala még megfigyelésénél is fantasztikusabb ötlet. Az előzőt is magában foglalja, és messze túlmegy rajta. Valójában ez nem más, mint a feltámadás gondolata, csak inkább tudományos, mint vallási értelemben.

Tegyük fel, hogy a jövőben valamikor az embereknek hatalmukban lesz a múlt olyan részleteinek megfigyelése, hogy még az egykori atomok mozgását is meg tudják határozni. Tegyük fel, hogy az információ alapján a múltból bizonyos embereket, állatokat és helyeket fel tudnak építeni. Ha te a huszadik században a valóságban meghaltál, egy másik „te” — az összes, a megfigyelés pillanatáig terjedő emlékeivel együtt — hirtelen a távoli jövőben találhatja magát, és attól kezdve új létben élhet tovább.

Az a tény, hogy ez olyan vad fantázia, amelyet az ember csak ki tud agyalni, még nem jelenti, hogy mint nevetségest el is kell ejtenünk. Egy francia filozófus — ha jól emlékszem — már előhozakodott ezzel a gondolattal, hogy valami ilyen módszerrel a jövő emberei megkísérelhetnék a múlt gonoszságainak helyrehozatalát. Erről persze szó sem lehetne. Még ha valami szupertudós fel is élesztené az elfeledett igazságtalanságok és bűntények áldozatait, lehetővé téve, hogy életüket boldogabb körülmények között folytassák, ezzel a legcsekélyebb mértékben sem változtathatna az eredetileg elviselt szenvedéseken.

A múltat *megváltoztatni*, a mozgó ujjat felirata törlésére rábírn — ez mint téma a fantáziának jó lehet, de a tudománynak nem az. A múlt megváltoztatása olyan sok paradoxont és ellentmondást hozna magával, hogy már ez bizonyosan igazol bennünket, amiért lehetetlennek tekintjük. Egy klasszikus érv, amelyet az időben való utazás ellen fel szoktak hozni, a következő: lehetővé tenné, hogy valaki visszamenjen a múltba, megölje egyik közvetlen őst, és így nem létezővé tenné saját magát — és az emberi fajnak valószínűleg számottevő hányadát.

Egyes szellemes írók (nevezetesen Robert Heinlein és Fritz Leiber) belemertek a játékba, és azt mondták: „Nagyszerű — tegyük fel, hogy ilyen paradoxon *igenis* előfordul. Mi lesz akkor?” Válaszaik egyike a párhuzamos időnyom fogalma. Felteszik, hogy a múlt nem megváltoztathatatlan — valaki visszamehetne például 1865-be, és John Wilkes Bootht a Ford Színházban eltérítene szándékától. De így fel kellene számolni a mi világunkat, és egy másikat alkotni helyette, amelynek történelme a miénktől egészen eltérő, más világ lenne.

Talán bizonyos értelemben minden lehetséges univerzum létezik, mint a nyomok egy végtelen gyakorlótéren, de mi egyszerre csak egy pályán és egy irányban mozgathatunk. Ha mozoghatnánk visszafelé is, és bizonyos kulcseseményeket meg tudnánk változtatni a múltban, minden cselekedetünket vissza kellene vezetni egy kitérő ponthoz, és új pályán elindulni.

De ez nem lehet ilyen egyszerű. Néhány író szerint még ha egyes eseményeket meg tudnánk is változtatni a múltban, a történelem tehetetlensége miatt, semmi lényeges változás nem történne. Így megmenthetnénk Lincolnt Booth golyójától — csak azért, hogy a konföderáció egy másik párthíve várja őt egy bombával az előcsarnokban. És így tovább ...

Az időbeli utazás elleni legmeggyőzőbb érv mégis az időutazók „figyelemreméltó ritkasága”. Bármennyire nem tetszőnek tűnne korunk a jövő számára, az ember mégis elvárná, hogy a tudósok és tanítványok látogassanak meg bennünket, ha ez egyáltalán lehetséges. Akármennyire megpróbálnák álcázni magukat, balesetek mindig előfordulnának — éppúgy, mintha mi visszamennénk a római birodalomba rejtett felvevőgépekkel és magnetofonokkal nyilontógáink alatt. Az idő-utazást nem lehetne sokáig titokban tartani; idők során újra meg újra bajba kerülnének a krónikus argonauták, mert gondatlanságból elárulnák magukat. A jövőből való idecsöppenés bizonyosságára legfőbb bizonyítékaink Leonardo da Vinci jegyzetei. A következő századok találmányainak felvonultatása bámulatos ugyan, de aligha döntő bizonyíték arra, hogy a tizenötödik századi Itáliának látogatója volt másvalahonnan.

Néhány tudományos fantasztikus író megpróbálta úgy megkerülni ezt a nehézséget, hogy az időt spirálisnak tekintette. Az igaz, hogy ennek mentén nem tudunk mozogni, de talán át tudunk ugrani egyik menetről a másikra, és ezáltal olyan sok millió év távolságban levő helyeket látogathatunk meg, hogy nem fenyegetnek a kultúrák közötti zavaró összeütközések. Esetleg a jövő nagyvadakra vadászó sportvadászai irtották ki a dinoszauruszokat, de a homo sapiens kora egy olyan vakfoltra eshet, amelyet nem tudnak elérni.

Ebből azt hiszem, látják, hogy jómagam nem veszem valami komolyan az idő-utazást. Azt sem hiszem, hogy mások komolyabban vennék — még azok az írók sem, akik a legtöbb erőfeszítést és szellemet öntötték a témába. De a téma egyike a legizgalmasabbaknak. Az emberiség őstőneinek legmélyebbekére hat, és éppen ezért mindig érdekes marad.

Sokkal kevésbé erőltetett és a múltba való utazásnál sokkal valóságosabb elgondolás az, hogy képesek lehetünk a jövőbe való haladásunk — vagy legalábbis látszólagos haladásunk — sebességének változtatására. Bizonyos mértékig a kábítószeresek ezt teszik. Az érzéstelenített ember számára az idő végtelen gyorsan múlik. Egy pillanatra lehunyja szemét — és talán órák múlva nyitja ki őket ismét. Az élénkítőszereseknek enyhe, ezzel éppen ellentétes hatása van. Sok beszámolót ismerünk a valóságos vagy képzelt szellemi felgyorsulásról, amelyet a mescaline, hasis vagy más kábítószeresek váltanak ki. De ha nem lépne is fel más, nem kívánatos mellékhatás, az időérzék ilyen torzulásai csak nagyon korlátozottak lehetnének. Bármilyen gyorsan dolgozna egy ember agya, testének pusztán tehetetlensége megakadályozná abban, hogy végtagjait — azok normális sebességénél — sokkal gyorsabban mozgassa. Ha egy gépkocsi benzintartályába valami szuper hajtóanyagot tennénk — a motor

egyszerűen szétrobbanna. Az ember teste pedig sokkal finomabban egyensúlyozott szervezet, mint egy autómotor. Lelassíthatjuk működését majdnem korlátlan mértékben, ezzel megvalósítva a felfüggesztett élettevékenység régi álmát, és a jövőbe való egyirányú közlekedést, amit Rip van Winkle tapasztalt. De pirulákkal úgy nem gyorsíthatjuk, hogy az ember mérföldeket fusson egy másodperc alatt, vagy elvégezze napi munkáját egy óra alatt.

Ha azonban különbséget teszünk a szubjektív és objektív idő között, ezeket talán másképpen elérhetjük. Az első az az idő, amelyet az ember értelme tapasztal vagy megért, amely különböző lelkiállapotokban lassúnak vagy gyorsnak tűnik — az imént tárgyalt korlátok között. A második az az idő, amelyet fizikai eszközök mérnek, például az óra, rezgő kristály vagy rezgő atomok. Századunk előtt a tudósok szilárdan hittek abban, hogy akármit gondoljunk is, az objektív idő állandó, változatlan sebességgel telik. A relativitáselmélet által kiváltott megrázkódtatások között nem a legkisebb az a felfedezés, hogy ez nem igaz.

Különös, hogy az egyiptomiak elég könnyen elfogadhatónak találták a relatív időt. Első egyszerű napóráik számlapját egyenlő ívekkel osztották fokokra, tehát „óráik” hossza a nap folyamán ennek megfelelően változott. Amikor néhány évszázaddal később az egyenletes sebességgel járó vízórát kifejlesztették, már annyira megszokták a változó idő gondolatát, hogy ezeket komoly erőfeszítésekkel a napórákhoz kalibrálták! „A víz folyásában — mondja Rudolf Thiel *And There Was Light* (És lön világosság) című könyvében — közvetlen képet kaptak az egyenletesen múló időről. De rendkívüli ügyességgel és szellemességgel mesterségesen szabálytalanságot hoztak létre egy szabályos természeti jelenségben, csupán azért, hogy az időt az általuk egyedül igazinak tartott haladásra kényszerítsék.”

Az idő változó jellege annak az einsteini felfedezésnek természetes és elkerülhetetlen következménye, hogy az idő és a tér nem tárgyalható egymástól elválasztva. Ezek a tér—idő kontinuumnak — ahogy ő nevezte — csak különböző szemléleti módjai. Az utóbbi következtetéshez vezető érvek a közhiedelemmel ellentétben nem olyan nehezen érthetők és nem annyira matematikai jellegűek, hogy a laikusok számára ne lennének felfoghatók. A valóságban olyan alapvetők, hogy egyszerűségük valósággal zavarba ejtő. (Hányszor dühítették föl Einsteint ezzel a kérdéssel: „Ez az egész ?”) A relativitáselmélet problémájának magyarázása olyan valami, mint egy ősi egyiptomit meggyőzni, hogy vízórája magasabb rendű, mint a napóra, vagy elhiteni egy középkori szerzetessel, hogy az embereknek nem kell okvetlenül leesniük a másik oldalon, ha a Föld gömbölyű. Ha az előítéletektől megszabadultunk, a többi már egyszerű.

Nincs szándékomban, hogy a relativitáselméletet itt kifejtsem, mivel minden nyilvános könyvtárban van egy sereg, a témával kapcsolatos népszerű könyv. Van azonban, érzésem szerint, egy hasznos analógia, amelyet szeretnék

megemlíteni.

A köznapi életben megszoktuk, hogy három dimenzióban vagy irányban gondolkodjunk, amelyeket így jellemzünk: oldalt, elöl és fönn. E dimenziók egyike a többivel nem egészen egyenértékű, amiről bárki meggyőződhet, ha kilép egy tízemeletes ház legfelső ablakán. Az elöl és oldalt között tetszés szerint dönthetünk („relative”). Csak a megfigyelő személy nézőpontjától függenek; ha megfordul, ezek is vele fordulnak.

Kicsit közelebbi vizsgálat után azt látjuk, hogy még a fönn sem olyan abszolút, mint amilyennek rendszerint tekintjük. Állandóan változik a Föld felszíne felett — ez a tény nehéz helyzetbe hozta a korai teológusokat, amikor meg akarták határozni az ég helyét. De még egy adott helyen is különféle látszólagos irányai lehetnek. Ha egy éppen felszállóban levő repülőgépben vagyunk, ferdének érezzük a függőlegest. A fönn és elöl nekünk nem ugyanazt jelenti, mint a repülőtéri előcsarnokban tartózkodóknak. Mi is, ők is a térnek ugyanazon tartományában vagyunk, de ezt eltérő módon érzékeljük. Az ő vízszinteseik olykor a mi függőlegeseinkké válnak.

Hozzávetőleg hasonló módon különbözőképpen érzékelhetik a tér—idő kontinuumot a benne különböző sebességgel mozgó megfigyelők. Nyers megfogalmazásban azt mondhatjuk, hogy az egyik valamivel több időt és kevesebb teret észlel, mint a másik — bár ezek összege mindig ugyanannyi. (Az idő és tér összeadása úgy hangzik, mintha narancsot akarnánk hozzáadni az almához, de itt azzal az elemi matematikai fogással, amellyel ez elvégezhető, ne törődjünk.) Tehát az idő múlásának gyorsasága minden rendszerben — például egy űrhajóban — attól a sebességtől függ, amellyel ez a rendszer mozog, és attól a gravitációs tértől, amely hat rá.

Normális sebességeknél és közönséges gravitációs terekben az idő torzulása tökéletesen elhanyagolható. Az órák egy, a Föld körül 18 000 mérföld/óra sebességgel keringő műholdban is csak minden hárommilliárd ütés alatt ütnének eggyel kevesebbet, mint a Földön. Egy űrhajós egyetlen körülfordulás alatt csak egymilliomod másodperccel öregedne kevesebbet, mint Földön maradt kollégái. A repülés többi hatása könnyen ellensúlyozná ezt.

Csak 1959 óta vált lehetővé ennek a hihetetlen kicsiny időtágulásnak a földi testek szerény sebességei mellett való kimutatása. Semmiféle emberalkotta óra nem lenne képes erre. De hála a német fizikus, Mössbauer által kifejlesztett ragyogó technikának, ma a rezgő atomokat is felhasználhatjuk időmérésre, még hozzá $1:10^{12}$ aránynál is nagyobb pontossággal. (Egy a *billió*hoz, nem egy a *millió*hoz az arány!)

Időzzünk el itt egy pillanatig, hogy meggondoljuk, mit is jelent. Ez újabb győzelem az idő felett — a mérés győzelme, amelyet az első napórák és vízórák készítői aligha remélhettek volna. Egy ilyen $1:10^{12}$ pontosságú, különleges célokra használható óra, amelyet dr. Mössbauernek köszönhetünk, 30 000 év alatt tévedne egyetlen másodpercet — egyetlen ketyegést az első lascaux-i barlangfestők és az első Mars-telepesek között. Ha távolságot mérnénk ilyen

pontossággal, még azt is meg tudnánk mondani, hogy a Föld átmérője egyetlen baktérium vastagságával növekedett-e vagy csökkent.

Igaz ugyan, hogy az időtágulás vagy idődilatáció igen kicsiny a normális sebességek mellett, de nagy sebességeknél megnő, a fénysebesség közelében pedig igen nagy. Egy, a fénysebesség 87%-ával, vagyis 580 000 000 mérföld/óra sebességgel haladó űrhajóban az idő fele olyan gyorsan telne, mint itt a Földön. A fénysebesség 99,5%-ánál — amely 667 000 000 mérföld óránként — az órák a földiekénél tízszerre lassabban járnának; az űrhajóban töltött egy hónap alatt majdnem egy év telne el a Földön. (A relativitáselmélet szakértői, remélem, megbocsátják, hogy bizonyos dolgokat túlzottan leegyszerűsítsek, és ezekben az állításokban hallgatolagos feltevésekkel élek.)

A dolog érdekessége az, hogy az űrutasok semmilyen tekintetben nem állíthatnák, hogy valami különös dolog történik velük. Az űrhajó fedélzetén minden tökéletesen normálisnak tünne — és az is lenne. Az utasok csak visszatérésükkor fedeznék fel, hogy a Földön sokkal több idő telt el, mint a száguldó űrhajóban. Ez az úgynevezett időparadoxon, amely legalábbis elvben megengedi, hogy egy évszázad, vagy évezred elteltével a Földre visszatérő ember csak néhány évet öregedjen közben. Aki jártas a relativitáselmélet berkeiben, nem talál ebben semmi paradox dolgot: csupán úgy tekinti, mint a tér—idő kontinuum szerkezetének természetes következményét.

Az időtágulási hatás fő alkalmazását a csillagközi repülésekben lelné, ha ez egyáltalán valaha elérhető lesz. Az ilyen utazások évszázadokig is tarthatnának, az űrhajósok mégsem így éreznék. És a nagy távolságú űrutazásoknak így elkerülhetetlen velejárója lenne a jövőbe való utazás — habár egyirányú utazás, annyi bizonyos. Egy csillagközi utazó visszatérhetne saját Földjére, de saját korába soha.

Hogy ilyen meglepő eset egyáltalán előfordulhat, ötven évvel ezelőtt kereken tagadták volna, most pedig elfogadott axiómája a tudománynak. Ez tesz kíváncsivá bennünket, hogy vajon nincsenek-e más módok is arra, hogy az időt megnyújtsuk vagy eltorzítsuk, olyan módok, amelyek elkerülik a néhány fényévnyi utazás kellemetlenségét.

Meg kell mondanom, hogy kilátásaink egyáltalán nem reményteljesek. Elméletben a rezgésnek hasonló hatása lehetne az időre — de olyan rezgési sebességre lenne szükség, amelynek hatása alatt semmiféle anyagi objektumot nem lehetne egészben megtartani. Mivel a sebességhez hasonlóan a gravitáció is befolyásolhatja az órák járását, a megközelítésnek ez a módja kissé többet ígér. Ha valaha rájövünk a gravitáció szabályozásának lehetőségére, megtanulhatjuk az idő szabályozását is. Csakhogy itt is titáni erőkre lesz szükség ahhoz, hogy percnyi időtorzítás jöhesse létre. Még a Fehér Törpe csillagok felületén is, ahol a gravitáció ezerszer erősebb, mint Földünkön, nagyon pontos órák kellenének ahhoz, hogy az idő lassabb haladását leleplezzék.

Őnök nyilván észrevették már, hogy az idő torzításának néhány ismert

eszközét nemcsak hallatlanul nehéz alkalmazni, hanem ezek ugyanakkor haszontalan irányban is hatnak. Vannak ugyan olyan alkalmak, amikor le szeretnénk lassulni a világ többi részéhez képest, amikor úgy tűnik, hogy az idő villanásszerű gyorsasággal múlik, a jelenség fordítottja mégis sokkal értékesebb lenne. Nincs a világon olyan ember, aki egyszer-egyszer ne érezné úgy, hogy kétségbeejtően szüksége lenne több időre. Ez gyakran csak pár perc — vagy néhány másodperc —, amely élet és halál kérdését eldöntené. Olyan világban, ahol az ember az órát meg tudná állítani, ha csak rövid időre is, nem lenne probléma az idő ellen dolgozni.

Fogalmunk sincs róla, hogy ez miként lehetséges. Sem a relativitáselmélet, sem más nem szolgáltat egyetlen megoldást sem. De az idő *igazi* gyorsítása — nem a szubjektív, amelyet pirulákkal előidézhetünk — igen nagy értékű lenne. Ezért, ha egyáltalán lehetséges, egy napon fel fogjuk fedezni, hogyan érhetjük el, és hogyan hasznosíthatjuk. Nehéz elképzelni azt a társadalmat, amelyben az Egyesült Nemzetek Szervezete egy egész napos ülésen túljutna, mialatt New York többi részében éppen kávészünetet tartanak, vagy amelyben egy szerző egy óra alatt írna meg egy 80 000 szavas könyvet. Ez megviselné az idegeket is, ezért nem lehet kíváncsi, és nem is nagyon valószínű. De nem merném mondani, hogy lehetetlen.

Az idő-utazás egyetlen módja a jövőbe való utazás, amelynek mindnyájan átadjuk magunkat — napi 24 órás egyenletes sebességgel. Az, hogy ezen a sebességen változtassunk, nem tartalmaz semmiféle tudományos abszurditást, mint láttuk. A nagy sebességű űrutazások velejárójaként a lassított életműködés lehetővé tenné számunkra, hogy átutazzuk a századokat, és meglássuk, mit hordoz a jövő tárháza a normális élet tartamán túl is.

De idő-utazás címén a legtöbb ember valami sokkal ambiciózusabb dologra gondol. Azt, hogy elutaznak a jövőbe és *ismét visszatérnek a jelenbe*, lehetőleg egy teljes tőzsdei árfolyamjegyzék birtokában. Ez persze magában foglalja a múltba való utazást is — mert a Jövő számára mi Múlt vagyunk (vagy voltunk?). És ez, mint már eldöntöttük, teljesen lehetetlen.

Hajlandó lennék azt állítani, hogy a jövőbe látás — nyilván kevésbé ambiciózus terv, mint a jövőbe való látogatás — ugyanilyen lehetetlen. Természetesen mindig voltak próféták és jósok, akik jogot formáltak a jövőmondás képességére. „Óvakodj Március Idusától” — ez volt talán a leghíresebb ilyen jóvendölés. Az utóbbi években Rhine professzornak, a Duke Universityn, valamint dr. Soalnak és kollégáinak Angliában sikerült az „előzetes ismeretre” sokkal kézzelfoghatóbb bizonyítékot szolgáltatnia — bár mindezt statisztikai formában, amellyel szemben a legtöbb emberben ösztönös gyanakvás van. Ebben az esetben a bizalmatlanság igazolódhat; talán van valami alapvető hiba a kártyajóslási kísérletek matematikai analízisében, amelyen az „előzetes ismeretek” legtöbb kijelentése alapszik. Az egész tárgykör olyan bonyolult, és előítéletektől, érzelmektől annyira terhes, hogy azt ajánlom, gyorsan hagyjuk el a témát. Ha valaki további információt akar, forduljon

Rhine J. B.-hez.

Az, hogy a jövőt lehet-e ismerni, még elvben is, a legkényesebb filozófiai kérdések egyike. Másfél száz évvel ezelőtt, amikor a newtoni mechanika legnagyobb diadalait aratta az égitestek mozgásának megjósolásában, a válasz kimondott „igen” volt. A világegyetem összes atomjának kezdeti helyzete és sebessége ismeretében egy matematikus mindent ki tudott volna számítani az idők végéig.

Ma tudjuk, hogy ez a szemlélet túlságosan naiv volt, mert téves feltevésre épült. *Nem lehet* meghatározni a világegyetem minden atomjának kezdeti helyzetét és sebességét — a pontosságnak olyan fokán, amely egy ilyen számításhoz szükséges lenne. Az elemi részecskékben olyan belső „rendetlenség” vagy bizonytalanság van, hogy sohasem tudjuk pontosan, mit csinálnak egy adott pillanatban, még kevésbé azt, hogy mi lesz velük száz év múlva. Bár bizonyos események — fogyatkozások, népességi statisztika, egyszer talán még az időjárás is — bizonyos pontossággal előre meghatározhatók lesznek, keskeny az a matematikai út, amely a jövőbe visz, és időnként belevész az indeterminizmus ingoványába. Ha egy látnok vagy Sybilla csakugyan elnyeri a jövő tudását, az valami olyan eszköz révén történik, amely nemcsak ismeretlen a mai tudomány előtt, hanem kereken ellentmondásban is van vele.

Még olyan keveset tudunk az időről, és olyan gyér előrehaladást tettünk megértésében és szabályozásában, hogy az olyan szerény lehetőségeket sem utasíthatjuk vissza, mint a jövőhöz való korlátolt hozzáférhetőség. J. B. S. Haldane professzor egyszer ötletesen megjegyezte: „A világegyetem nemcsak különösebb, mint elképzeljük — még annál is különösebb, mint ahogy el *tudjuk* képzelni.

A relativitáselmélet is csak célozgat az idő végső különösségére.

Matthew Arnold *The Future* (A jövő) című versében egy emberről szól, egy vándorról, aki „hajón született, az Idő-folyam keblén”. Ez a hajó az egész történelem során kormány nélkül, ellenőrizetlenül sodródott. Most talán megtanulja, hogyan indítsa el gépeit. De ezek a gépek sohasem lesznek elég erősek ahhoz, hogy az áramláson felülkerekedjenek. Legjobb esetben késleltetik távozását, segítségükkel jobb kilátást szerezhet a környező vidékről és a kikötőkről, amelyeket örökre elhagyott. Vagy meggyorsíthatják haladását, és előresíethet a folyón, fűgében, mint ahogy az áramlás vinné őt. Amit sohasem tehet meg, az, hogy visszaforduljon, és újra meglátogassa a folyó felső folyását.

És végül, minden erőfeszítése ellenére, reményeivel és álmaival együtt kisodródik az ismeretlen óceánra, ahol:

„Már tágul a semmi körötte, Ahogy köddé válik a part —
Már csillag csillan előtte, Az éj szele neszt hoz az árról, És
a tenger végtelenének Sok szagú sóhaja illan.”

XII. FEJEZET

A BŐSÉG KORA

A civilizáció nyersanyaga, éppúgy, mint az életé, az anyag és az energia, amelyekről tudjuk, hogy ugyanazon érem különböző oldalai. A történelem és a történelem előtti idő során az ember csak igen szerény mennyiséget használt föl belőlük. Egy-egy távoli ősrünk egy év leforgása alatt mintegy negyed tonna élelmet, fél tonna vizet és elenyésző mennyiségű bőrt, rőzsét, követ és anyagot pusztított. A felhasznált energiát saját izmai állították elő, amihez egy kevés, fa elégetéséből származó energia is járult.

A technika fejlődésével ez az egyszerű gép a felismerhetetlenségig megváltozott. Az átlagos amerikai állampolgár évi fogyasztása több mint fél tonna acél, hét tonna szén, sok száz fontnyi fém és vegyi anyag, amelynek egy évszázaddal ezelőtt még csak a létezéséről sem tudtak. Evenként több mint *húsz tonna* nyersanyagot bányásznak ki a földből, hogy egy modern ember létszükségletét — és fényűzését — fedezzék. Nem csoda, ha időről időre figyelmeztetéseket hallunk a készletek válságos csökkenéséről, és azt mondják, hogy néhány generáción belül a réz vagy ólom feliratkozik a ritka fémek listájára.

Többnyire figyelembe sem vesszük ezeket a figyelmeztetéseket, mert hallottuk már régebben is — és semmi sem történt. A Közép-kelet hatalmas olajmezőinek váratlan felfedezése egy időre elhallgattatta a petróleumipar Cassandráit, akik azt jósolták, hogy a petróleumkészlet már e század végére kimerül. Ezúttal tévedtek — de később talán igazuk lehet.

Bármekkora új tartalékokat fedezzenek is fel, a „fosszilis üzemanyag”, a szén és olaj csak néhány száz évre elég, és akkor eltűnik örökre. Szolgálhatta az ember technikai kultúrájának útjára bocsátását, de nem tarthat fenn civilizációkat évezredekig. Valami tartósabbra van szükségünk.

Ma nem sok kétség férhet ahhoz, hogy az üzemanyagkérdést hosszú távon (talán rövid távon is) a nukleáris energia oldja meg. A nagyhatalmaknál már eddig felhalmozott fegyverek a föld összes gépét elhajthatnák néhány évig, ha energiájukat építő célokra használnák. Az amerikai fegyverraktárakban levő rakétatöltetek egymagukban egyenértékűek az olaj vagy szén ezermillió tonnáival.

Valószínű, hogy a hasadási reakciók (az olyan nehézelemeket is beleértve, mint a thorium, urán és plutonium) földi viszonylatban csak átmeneti szerepet fognak játszani. Reméljük, hogy így lesz, mert a maghasadás az energia felszabadításának legsötétebb és legkellemetlenebb módja, amit az ember eddig felfedezett. A mai reaktorokból származó radioaktív izotópok némelyike még ezer év múlva is bajt okoz, és talán meg is sebesíti a vigyázatlan régészeket.

De a maghasadáson túl ott van a magfűzés is — olyan könnyű atomokkal, mint a hidrogén és lítium. A csillagokat is ezek a reakciók látják el energiával. Előállítottuk már a Földön, de még nem szelídítettük meg. Ha ez sikerül,

energiaproblémáink örökre megoldódnak — és nem lesznek melléktermékek, csak tiszta héliumhamu.

A szabályozott fúzió az alkalmazott magfizika legvégsőbb célja. Egyes tudósok szerint tíz éven belül megvalósul, mások szerint ötven év is kell hozzá. De majdnem mindegyikük bizonyos abban, hogy sokkal előbb lesz fúziós energiánk, mint amikor az olaj- és szénkészlet kimerül. Üzemanyagot pedig jóformán korlátlan mennyiségben nyerhetünk a tengerből.

Előfordulhat — e pillanatban nagyon valószínűnek látszik —, hogy fúziós berendezések csak igen nagy méretekben építhetők, egy ország energiaellátásához viszont csak egész kis mennyiség elegendő lenne. Hogy kicsi és hordozható kivitelben készülhessenek — például járművek hajtására —, az nagyon valószínűtlen. Fő szerepük az lesz, hogy óriási mennyiségű hő- és villamos energiát állítsanak elő — és hogy ezt az energiát a szükségletnek megfelelő milliányi helyre eljuttassák. A jelenlegi energiaszolgáltató berendezések el fogják látni házainkat — de mi lesz a gépkocsikkal, repülőgépekkel a petróleum utáni korban?

A kívánatos megoldás lenne az elektromos energia tárolásának valamilyen, legalább tízszer vagy inkább százszor hatásosabb módja, mint a mai esetlen és mocskos telepek, amelyek alapjaikban a fiatal Tom Edison ideje óta nem fejlődtek. Ezt a sürgető szükségletet már említettük a 3. fejezetben a villamos gépkocsikkal kapcsolatban, de számtalan más igény is van hordozható energiával szemben. Talán az ürtechnológia erőltetett menete rövidesen hozzájuttat bennünket egy könnyű üzemanyagcellához, amelyben kilogrammonként annyi energia lesz, mint a benzinben. Ha a modern technika más csodáira gondolunk, ez a kívánság meglehetősen szerénynek látszik.

Sokkal erőltetettebb elgondolás az, hogy valami központi energiatermelő állomásról ki is lehetne sugározni az energiát, amely aztán a Földön mindenütt vehető lenne, olyan berendezés segítségével, mint egy rádióvevő. Bizonyos mértékig ez máris lehetséges, de csak nagy nehézségek és költségek árán.

Olyan jól fókuszált rádióhullámokat, amelyek 1000 lóerőig terjedően folyamatos energiaszállításra képesek, ma is elő lehet állítani. Ennek az energiának egy részét néhány mérföldre elhelyezett nagy antennarendszerrel venni is lehetne, azonban a sugárnyaláb elkerülhetetlen szóródása miatt az energia legnagyobb része elveszne. Ez hasonló lenne ahhoz, mintha egy tíz mérföldre levő fényszórót használnánk egy ház kivilágítására. A fény legnagyobb része szétszóródna a környező tájon. A nagy teljesítményű rádiósugár esetében azonban az elveszett energia nem csupán veszteség lenne — hanem kifejezett veszély is, amire a nagy hatótávolságú radarok építői már rájöttek.

Más, alapvető ellenvetés a rádióenergia-szolgáltatással szemben az, hogy az adóba betáplált teljesítmény független attól, hogy a másik oldalon igénybe veszik-e vagy sem. Jelenlegi elosztórendszereink generátorai nem termelnek energiát, míg nem kérjük rá őket egy kapcsoló felkattintásával a fogyasztónál.

Tehát a fogyasztó és generátor között „visszacsatolás” van. Bár nem lehetetlen, de rendkívül nehéz lenne ezt egy rádióenergia- szolgáltatórendszerrel megoldani.

A rádió-sugárnyaláb energiaforrás tehát nem látszik praktikusnak, néhány nagyon kivételes alkalmazástól eltekintve. Hasznos lehet műholdak és űrjárművek között, ha közel vannak egymáshoz, és helyzetüket nem változtatják. Mozgó járművek részére teljesen reménytelen lenne, ahol pedig nagyon nagy szükség lenne rá.

A teljesítményadás, ha valaha megvalósul, olyan elveken vagy technikán alapszik majd, amely ma még ismeretlen.

Meg kell említenünk, hogy lehetnek más energiaforrások is a bennünket környező világűrben, és egy szép napon lehet, hogy ezeket meg is tudjuk majd csapolni. Néhányat már ismerünk, de ezek rendkívül gyengék, vagy alapvető korlátaik vannak. A legerősebb a Nap sugárzása — azaz, a napfény —, ezt máris használjuk űrjárműveink hajtására. A szoláris hidrogénreaktor teljesítménye gigászi — mintegy 500 000 000 000 000 000 000 000 lóerő, de mire ez az energiasugár eléri a Földet, a távolság alaposan legyengíti. Durva közelítés és könnyen megjegyezhető adat a tenger szintjét elérő napfény energiája, amely négyzetyardonként ($1 \text{ yard} = 3 \text{ láb} \approx 0,914 \text{ m.}$) 1 LE teljesítménynek felel meg. Ez az adat persze erősen függ a légköri viszonyoktól. Ennek az energiának mintegy tizedrészét tudtuk eddig villamos energiává alakítani (a mai napelemekkel egy lóerő durván 100 000 \$-ba kerül!), tehát egy 100 lóerős autómotornak körülbelül 1000 négyzetyardnyi gyűjtőfelületre lenne szüksége — még egy ragyogó, verőfényes napon is. Ez tehát nem valami használható ötlet.

Nem csapolhatjuk meg hatásosan a napenergia áramlását, míg nem vagyunk sokkal közelebb a Naphoz. Még a Merkúron is csak hozzátétőleg 1 lóerőnyi teljesítményt tudnánk egy négyzetyardnyi gyűjtőfelülettel előállítani. Egyszer talán fénycsapdákat állíthatunk fel a Naphoz egészen közel (a Nap felszínén magán 65 000 lóerős teljesítményt lehetne felvenni minden négyzetyardnyi felülettel), és sugárnyaláb alakjában továbbíthatjuk azokra a helyekre, ahol szükség van rá. Ha a fúziós energiaszolgáltatást nem tudjuk megvalósítani, kénytelenek leszünk ilyenféle drasztikus eljáráshoz folyamodni. De az űrhajók jól teszik, ha ezeket a teljesítménysugarakat elkerülik: ezek ugyanis nagyon hatásos halálsugarak lesznek.

Minden más ismert energiaforrás sok milliószor gyengébb, mint a napfény. A kozmikus sugárzásban például közelítőleg annyi energia van, mint a csillagok fényében. Akkor már sokkal kifizetődőbb lenne holdfényhajtású gépeket építeni, mint a kozmikus sugárzással hajtani valamit. Ez ugyan paradoxnak tűnhet azzal a közismert ténnyel összehasonlítva, hogy ezeknek a sugaraknak gyakran roppant nagy energiájuk van, és biológiailag igen ártalmasak lehetnek. Csakhogy a nagy energiájú sugarak (valójában részecskék) nagyon ritkák, és egymástól olyan távol vannak, hogy *átlagos* teljesítményük nagyon kicsiny. Ha

másképp lenne, nem lennénk itt.

A Föld gravitációs és mágneses terét is említik néha mint lehetséges energiaforrást, de ezek felhasználásának már igen komoly korlátai vannak. Nem nyerhetünk energiát a gravitációs térből valami nehéz tárgy leejtése nélkül — amelyet előzőleg megfelelő magasságban elhelyeztünk. Ezen az alapon szolgáltatnak energiát a vízi erőművek. Ez nem más, mint a napenergia közvetett hasznosítása. A Nap az óceánok vizének elpárologtatásával létrehozza a hegyi tavakat, és mi ezek gravitációs energiáját csapoljuk meg turbináink segítségével.

A vízi erőművek sohasem szolgáltathatnak többet, mint az emberiség teljes energiaszükségletének néhány százalékát, még ha (az ég őrizzen tőle) bolygónk összes vízeséseit zsilipekbe szorítanánk is. A gravitációs energia minden más felhasználási módja azt jelentené, hogy igen nagy mennyiségű anyagot kellene mozgatnunk; például hegyeket kellene elhordanunk. Ha valaha ilyesmire vállalkozunk, azt egészen más céllal tesszük, mint hogy energiát állítsunk elő, és a teljes művelet majdnem bizonyosan tiszta energiavesztéssel zárul majd. Mielőtt lebontunk egy hegyet, előbb darabokra kell törni.

A Föld mágneses tere olyan rendkívül gyenge (egy játékmágnes ezerszerre erősebb), hogy még foglalkozni sem érdemes vele. Időről időre hallani optimista szöbeszédet az űrjárművek „mágneses hajtásáról”, de ez az elképzelés olyan, mintha valaki pókhálóból készült létrán akarná elhagyni a Földet. A földmágnesességgel nem lehetne nagyobb erőhatást kifejteni, mint az környáallal.

De oly sok mindent nem tudunk érzékelni a világegyetemben, és annyiféle energiát fedeztünk fel csupán mostanában, a történelmi korok utolsó pillanataiban, hogy elhamarkodott dolog volna a még ismeretlen kozmikus' erők gondolatával leszámolni. A nukleáris energia gondolata lehetetlenségnek tűnt csak egy emberöltővel ezelőtt, és amikor léte bebizonyosodott, a legtöbb tudós tagadta, hogy valaha felszabadíthatjuk. Figyelemreméltó bizonyíték van arra, hogy az összes csillagokat és bolygókat neutrinosugárzás söpri végig (részletesebben szoltunk erről a 9. fejezetben), amely mindeddig ellenszegült minden megfigyelési képességünknek.

Földi viszonylatban nem sokat jelent, hogy léteznek a világűrben ismeretlen és kihasználatlan energiaforrások. A tengerekben levő nehézhidrogén minden gépünket elhajthatja, városainkat fűtheti, olyan hosszú ideig, amíg csak el tudjuk képzelni. Ha két generáción belül mégis kifogynánk az energiakészleteinkből, ami nagyon valószínű, ezt csak saját hozzá nem értésünknek köszönhetjük. Olyanok leszünk majd, mint a szénágya tetején megfagyó kőkorszakbeli ember.

Nyersanyagaink legnagyobb részét és energiaforrásainkat mindeddig úgy használtuk, mint valami tőkét. Kiaknáztuk a könnyen elérhető forrásokat — a dús érceket, a gazdag teléreket, ahol a természeti erők koncentrálták azokat a fémeket és ásványokat, amelyekre szükségünk van. Keletkezésükhöz milliárd

évekre vagy még többre volt szükség, míg mi századokon át csak dézsmáltuk a mérhetetlen hosszú idők során felhalmozott kincseket. Ha ezek elfogynak, civilizációnk nem húzhatja az időt újabb néhány évmillióig, amíg a készletek pótlódnak.

Kénytelenek leszünk megint az eszünket használni az izmaink helyett. Mint Harrison Brown *The Challenge of Man's Future* (Az ember jövőjének kihívása) című könyvében rámutatott: Ha az összes ércelelőhely kimerül, a szikla és az agyag következik. „Száz tonna közönséges vulkanikus kőzet, amilyen például a gránit, 8 tonna alumíniumot, 5 tonna vasat, 1200 font titánt, 180 font mangánt, 70 font krómot, 40 font nikkelt, 30 font vanádiumot, 20 font rezet, 10 font volfrámot és 4 font ólmot tartalmaz.”

Ezeknek az elemeknek a kivonásához nemcsak fejlett kémiai módszerekre, hanem igen tekintélyes mennyiségű energiára is szükség lesz. A sziklát először össze kell zúzni, aztán hőkezelné, elektrolízisnek és más eljárásoknak alávetni. De, mint Harrison Brown rámutat, egy tonna gránitban annyi urán van, amennyi ötven tonna szénnel egyenértékű energiát szolgáltat. Az eljáráshoz szükséges energia ott van magában a sziklában. Az alapvető nyersanyagok másik majdnem kimeríthetetlen forrása a tenger. Egyetlen köbmérföldnyi tengervíz szuszpendáltan vagy feloldva 150 000 000 tonna szilárd anyagot tartalmaz. Ennek ugyan legnagyobb része (120 000 000 tonna) közönséges só, de a többi 30 000 000 tonnában majdnem minden anyag komoly mennyiségben megtalálható. A legkiadósabb a magnézium (körülbelül 18 000 000 tonna), és az a tény, hogy ezt a tengervízből nagy mennyiségben állították elő a második világháború alatt, nagy és igen jelentős diadala volt a vegyészmérnöki tudománynak. De nem ez volt a legelső tengervízből nyert elem, mert a bróm kereskedelmi méretű előállítása már 1924-ben megkezdődött.

A tenger „bányászásánál” óriási nehézséget okoz, hogy a kivonni kívánt anyag igen kis koncentrációban van jelen. A köbmérföldenként 18 000 000 tonna magnézium óriási szám (fedezné a világ jelenlegi mérvű szükségletét néhány évszázadra), csak hogy ez 4 milliárd tonna vízben oszlik el. A tengervíz tehát csupán négymilliomod résznyi magnéziumot tartalmaz. A szárazföldön ritkán kifizetődő dolog olyan kőzeteket megmunkálni, amelyekben a közönséges ércekből egy százaléknál kevesebb van. Sok embert elbűvölt már az a tény, hogy egy köbmérföldnyi tengervízben körülbelül 20 tonna arany van, pedig ezek az emberek saját kertjükben ennél biztosan gazdagabb aranytartalmú talajt találnának.

Ennek ellenére az utóbbi években a vegyipar óriási fejlődése — különösképpen az atomkutatói program során, ahol igen kis izotópmennyiségeknek sokkal nagyobb mennyiségű anyagból való kivonása vált szükségessé — felveti annak lehetőségét, hogy a tengert még jóval a szárazföldi források kimerülése előtt meg tudjuk művelni. A problémát most is az energiaellátás jelenti — energia a szivattyúzáshoz, párologtatáshoz, elektrolízishez. Lehet, hogy a siker egy összetettebb művelet részeként érkezik

el. Több országban folynak arra irányuló kísérletek, hogy iható vizet nyerjenek a tengervízből, amelynek során keletkezhet dúsított tengervíz mint melléktermék, és lehet, hogy ez szolgáltatja majd az eljárás nyersanyagát.

Elképzelhető, hogy talán még a század vége előtt hatalmas, sokoldalúan dolgozó üzemek vonják ki olcsó termonukleáris energiával a tiszta vizet, sót, magnéziumot, brómot, stronciumot, rubidiumot, rezet és sok más fémeket a tengerből. Nevezetes hiánya a fenti felsorolásnak a vas, amely az óceánokban sokkal ritkább, mint a kontinensek alatt.

Ha a tenger bányászása valószínűtlennek tűnik, csak gondoljunk arra, hogy több mint ötven éve bányásszuk a levegőt. A tizenkilencedik század egyik legnagyobb, most már feledésbe merült félelme a trágyának használt nitrátok kimerülése volt. A természetes források kevésnek bizonyultak, és módot kellett találni arra, hogy a levegő nitrogénjét „megragadják”.

Az atmoszférában mintegy 4000 billió tonna nitrogén van, vagyis minden egyes, Földünkön élő személyre több mint egymillió tonna jutna. Tehát, közvetlen hasznosításával soha többé nem kell a készlet bármiféle kimerülésétől tartani. Ezt a század első éveiben érték el, különféle módszerekkel. Az egyik eljárás nagy teljesítményű elektromos ívben „elégeti” a levegőt, mert igen nagy hőmérsékleten a légkör nitrogénje és oxigénje egyesül. Íme, egy példa arra, hogy mit lehet elérni, ha olcsó energia áll rendelkezésünkre (a norvégok a vízi energia felhasználásában elért korai vezető szerepüknek köszönhették, hogy ennek az eljárásnak úttörői lehettek).

A koncentrált energiaforrások igazán pazarló bányászása már megkezdődött. De mint már a 9. fejezetben említettük, a Szovjetunióban nagyfrekvenciás ívvel is kísérleteztek már, és rakétasugarat használtak arra, hogy másképpen nem alakítható, túlságosan kemény sziklákat munkáljanak meg vele. És végül, természetesen, ott a nukleáris robbantás lehetősége a tömeges bányászásban, ha a radioaktív szennyezettség problémája elkerülhető.

Ha meggondoljuk, hogy legmélyebb bányáink (immár meghaladják a 7000 láb mélységet) csupán tűszúrásnak tekinthetők 8000 mérföld átmérőjű bolygónk felszínén, nyilvánvaló képtelenség *bármely* elem vagy ásvány alapvető kimerüléséről beszélni. Öt — vagy mondjuk tíz — mérföldön belül megtalálható az összes nyersanyag, amire valaha szükségünk lehet. Nem kell magunknak érte mennünk, az emberi munkaerővel való bányászás eltűnőben van a Föld felszíne alól — és már éppen ideje is. A gépek pedig teljes nyugalommal dolgozhatnak néhány száz fokos hőmérsékleten és jó néhány atmoszférás nyomáson is, és ez az, amit a robotvakondok végeznek majd, mérföldekkel alattunk.

Persze túlságosan nehéz és költséges lenne barázdákat létrehozni néhány mérföld mélyen — a meglevő technikával. Egészen új módszerekre kell majd rájöttünk, amit az olajfúrók és kénbányászok már megtettek. A 9. fejezetben említett elgondolásokat a szükség éppen úgy ránk kényszeríti, mint a tudományos kíváncsiság.

Tágítsunk most valamicskét látókörünkön. Mindeddig csak *erről* a bolygóról volt szó mint nyersanyagforrásról, de a Föld a Naprendszer teljes anyagmennyiségének csak mintegy hárommilliomod részét tartalmazza. Igaz, az anyag több mint 99,9%-a a Napban van, ahol is első látásra elérhetetlennek tűnik, de a bolygók, holdak és aszteroidok 450 földtömeget tartalmaznak. Ennek legnagyobb része a Jupiterben van (a Föld tömegének 318-szorosa), de a Szaturnusz, Uránusz és Neptunusz is kiadósan részesedett (rendre 95, 15 és 17 földtömegeg).

Az űrutazás mai csillagászati számokat elérő költségei mellett (a hasznos teher fontonként közelítőleg 1000 £-ba kerül, még a legegyszerűbb keringési feladatokban is) fantasztikumnak tűnhet azt felvetni, hogy valaha is képesek leszünk a nyersanyag megatonnáit bányászni és a Naprendszerben utaztatni. Még az arany útja sem fizetődne ki, csakis a gyémánt esetében mutatkozna haszon.

Ez azonban csak a tudomány mai kezdetleges állapota, amely reménytelenül ügyetlen technikára épül. Megrázó dolog rádöbbsen arra, hogy ha az energiát igazán hatékonyan tudnánk felhasználni, csupán mintegy egy shilling értékű üzemanyag kellene ahhoz, hogy egy font hasznos teher végleg elhagyja a Földet — és talán egy vagy két pennybe kerülne ugyanezt lehozni a Holdról a Földre. Ezek a számok elérhetetlen vágyálmot képviselnek, de mutatják, mennyi lehetőség van még a tökéletesedésre. A nukleáris meghajtórendszerek tanulmányozása során arra a következtetésre jutunk, hogy az űrrepülésnek még a elképzelhető technikával sem kellene a sugárhajtásos közlekedésnél sokkal drágábbnak lennie. Sőt, ha csak élettelen árurol van szó, sokkal olcsóbb is lehetne.

Gondoljunk először a Holdra. Ma még semmit sem tudunk ásványforrásairól, de hatalmasak lehetnek, és egyik-másik valószínűleg egyedülálló. Minthogy a Holdnak nincs légköre, könnyen elképzelhető, hogy felszínéről az anyagot villamos meghajtású katapultok vagy kilövőállomások segítségével „lejuttathatjuk” a Földre. Nem volna szükség rakéta-üzemanyagra — csak fontonként néhány penny értékű villamos energiára. (A kilövőállomás teljes költsége persze igen nagy lenne, viszont a végtelenségig használható.)

Így hát amint a Holdon az ipar nagyüzemi méretekben megindulna, megkezdhetnék a Holdról származó termékek leszállítását. Az űrhajók robotpilótával a fedélzetükön repülnének, amelyek a kijelölt leszállóközvetbe hoznák le őket, miután 25 000 mérföld/óra visszatérő sebességüket leadták a felső légkörben. Az egész eljárás során csak a kormányzáshoz és a helyzetkorrekciókhoz lenne rakéta-üzemanyagra szükség, és ehhez is rendkívül kis mennyiségben. A teljes energiát a rögzített erőmű szolgáltatná a Holdon levő kilövőállomáson.

Még tovább elkalandozva, tudjuk, hogy óriási fémmennyiségek (legnagyobbbrszt vas és nikkell) lebegnek a Naprendszerben meteoritok és aszteroidok alakjában. A legnagyobb aszteroid, a Ceres átmérője 450 mérföld,

és ezrével vannak egy mérföldnél nagyobb átmérőjűek. Egyetlen 300 yard átmérőjű vasaszteroid fedezné jelenlegi egyévi szükségletünket.

Ami az aszteroidot mint nyersanyagforrást különösen vonzóvá teszi, az igen kicsiny gravitációja. Gyakorlatilag nem szükséges energia ahhoz, hogy felemelkedjünk róluk. Ha a nukleáris meghajtórendszerek tökéletesebbé válnak, érdemes lesz legalább a kisebb aszteroidokat eltéríteni pályájukról, és körülbelül egy év leforgása alatt a Föld közelébe vezető pályára terelni őket. Itt parkoló pályára kellene állítani, míg csak alkalmas méretű darabokra szét nem vágjuk őket. Vagy pedig, akár mindjárt a Földre is eshetnének.

Ez utóbbi művelethez szinte semmi üzemanyag nem lenne szükséges, mert a Föld gravitációs tere elvégezné a munkát. Azonban kivételesen nagy pontosságú és tökéletesen megbízható vezérlésre lenne szükség, mert a hiba következményeit még elgondolni is borzasztó. Egy nagyon kicsiny aszteroid is eltörölhetne egy várost a Föld színéről, és az egyévi vasszükségletet tartalmazó példány felérne egy 10 000 megatonnás robbanással. Akkor lyukat ütne, mint a meteorkráter tízszerese. Így hát talán inkább a Holdat kellene kirakódásra használnunk.

Ha valaha felfedezünk valami gravitációs szabályozó vagy -irányító eszközt (a problémát már az 5. fejezetben tárgyaltuk), ezek a csillagászmérnöki feladatok sokkal vonzóbbak lesznek. Akkor fel tudjuk majd fogni a leszálló aszteroid roppant energiáját és hasznosabb célokra fordítani, ahogy ma a vízesés energiáját felhasználjuk. Az energia ráadás lenne, amelyet azon felül nyernénk, hogy vashegyek lágyan leereszkedtek a Földre. Bár ez az egész elgondolás csupán fantázia, nincs ellentmondásban az energia megmaradásának elvével.

Az óriási bolygók anyagának elszállítása sokkal kevésbé vonzó javaslat, mint az aszteroidok bányászása. A nagy erősségű gravitációs terek nehezzé és költségessé tennék — és így nincs is értelme, hogy tárgyaljunk róla. Ráadásul, a Jupiter-típusú világok valószínűleg majdnem teljesen értéktelen, könnyű elemekből állnak, mint a hidrogén, hélium, szén és nitrogén. A nehezebb elemek valószínűleg sok mérfölddel mélyebben, a magban gyűltek össze.

Még sokkal inkább használható ugyanez az érvelés a Nappal kapcsolatban. Ebben az esetben azonban van egy olyan tényező, amelyet egyszer hasznunkra fordíthatunk. A Napban levő anyag plazmaállapotban van — azaz, olyan magas hőmérsékleten, hogy minden atomja ionizált. A plazma minden fémnél jobb elektromos vezető, és a mágneses térrel való kölcsönhatása a magnetohidrodinamikának, ennek a fontos új tudománynak az alapja — amelyet rendszerint MHD néven szoktak emlegetni. Ma a kutatásban és iparban sok MHD-technikát használunk, hogy millió fokos gázokat előállítsunk és tároljunk. Hasonló folyamatokat figyelhetünk meg a Napban is, ahol a napfoltok és napkitörések körül fellépő mágneses tér olyan erős, hogy Föld nagyságú gázfelhőket szakít ki sok ezer mérföldnyi magasságokba, fittyet hányva a szoláris gravitációs térnek.

Megcsapolni a Napot, igazán fantasztikus elgondolásnak tűnhet, de máris

szondázzuk légkörét rádióhullámainkkal. Talán egyszer majd felszabadíthatjuk, vagy munkába foghatjuk ezeket a titáni erőket, és kiválogathatjuk belőlük mindazt, amire szükségünk lesz. De mielőtt ilyen prométheuszi cselekedetet kísérelnénk meg, jobb lenne, ha pontosan tudánk, mit csinálunk most. Képzeletben végigportyáztuk a Naprendszer nyersanyagért, most térjünk vissza a Földre, és induljunk el egy egészen más gondolat útján. Az is lehet, hogy sohasem kell bolygónkat elhagynunk semmiféle szükségleti cikkért — mert minden elemet elő tudunk állítani tetszőleges mennyiségben, nukleáris átalakítóknak.

Az uránmag hasadásának felfedezéséig, 1939-ig, az atomok átalakítása éppen olyan álom volt, mint egykor, az alkimisták idejében. Mióta az első reaktorok 1942-ben működni kezdtek, számottevő (tonnában mérhető) mennyiségben állítottak elő szintetikus plutóniumot. Sok más elem is keletkezett nagy tömegben, gyakran káros radioaktív melléktermékként.

De a plutónium szintetizálása (főleg katonai alkalmazása miatt) kivétel, bár mindenki tisztában van az előállításához szükséges berendezések költségeivel és bonyolultságával. Az arany ehhez hasonlítva olcsó, és közönséges fémeket, mint az ólom, réz vagy vas körülbelül olyan valószínűséggel fognak szintetizálni, mint a Napból bányászni.

Gondoljunk azonban arra, hogy a nukleáris technika nagyjából olyan helyzetben van most, mint a vegyipar volt a tizenkilencedik század elején, amikor a különféle reakciókat kormányzó erőket éppen kezdték megérteni. Ma nagy mennyiségben szintetizálunk olyan gyógyszereket és műanyagokat, amelyeket a tegnap vegyészei még laboratóriumaikban sem tudtak volna előállítani. Néhány generáción belül bizonyosan ugyanez lesz a helyzet az elemekkel.

A legegyszerűbb elemből, a hidrogénből (ebben egy elektron kering egy proton körül) vagy izotópjából, a nehézhidrogénből, más néven deutériumból (ebben egy elektron kering a mag körül, amelyben egy proton és egy neutron van) kiindulva, „egyesíthetünk” atomokat egymással mind nehezebb és nehezebb elemekké. Ez a folyamat megy végbe a Napban, csakúgy, mint a hidrogénbombában. Különböző módokon négy hidrogénatomból lesz egy hélium, miközben a reakció során óriási energiamennyiség szabadul fel. (A valóságban a periódusos rendszer harmadik elemét, a lítiumot is felhasználják). A folyamatot rendkívül nehéz megindítani, még nehezebb szabályozni, de ez csak az első lépés abban, amit „nukleáris kémiának” lehetne nevezni.

Nagyobb nyomáson és hőmérsékleten, mint amelyeket a mai termonukleáris robbanásokban vagy fúziós berendezésekben előállítanak, maguk a héliumatomok is nehezebb elemekké egyesülnek. Ez történik a csillagok magjában. Könnyű atomok esetében a reakciók felszabadítják a többletenergíát. De mikor olyan nehéz atomokhoz érünk, mint a vas vagy a nikkel, az egyensúly eltolódik, és külső energia szükséges a reakciók megindításához. A nehezebb atomok ugyanis hajlamosak az instabil állapotra, és sokkal

könnyebben bomlanak, mint egyesülnek. Az elemek felépítése nagyon hasonlít ahhoz, mintha téglából oszlopot akarnánk felrakni. Az építmény először stabil, de egy bizonyos idő múltán hajlamos arra, hogy magától összedőljön.

Ez természetesen nagyon felületes számadás a nukleáris szintézissel kapcsolatban. Arról, hogy a csillagok belsejében mi történik, Fred Hoyle ír részletesen *Frontiers of Astronomy* (A csillagászat határterületei) című könyvében. Azt találjuk itt, hogy az előforduló hőmérsékletértékek 1000 és 5000 millió fok között, a nyomásértékek milliómilliárd atmoszféra körül vannak. Ami tehát ezt a megoldást nem teszi nagyon ígéretessé.

De van más módja is a reakció megindításának a hőn és a nyomáson kívül. A vegyészek ismerik már évek óta. Katalizátorokat használnak, amelyek felgyorsítják, vagy sokkal alacsonyabb hőmérsékleten is előidéznek a reakciókat, mint amilyeneken maguktól létrejönnének. Az ipari vegyészet nagy része katalizátorok használatán alapul (például a katalitikus krakkoló-berendezések az olajfinomítókban), amelyek valódi összetétele gyakran szigorúan őrzött gyártási titok.

Léteznek ilyen kémiai katalizátorokhoz hasonló nukleáris katalizátorok is? Igen: a Napban a szén és nitrogén játssza ezt a szerepet. Sok más nukleáris katalizátor is létezhet, amely nem szükségképpen kémiai elem. A helytelenül elnevezett elemi részecskéknél — a mezonoknak, pozitronoknak és neutrínóknak — valóságos légiói vannak, amelyek ma a fizikusokat zavarba hozzák. Ezek között lehetnek olyanok, amelyek olyan hőmérsékleten és nyomáson teszik lehetővé a fúziót, hogy azt kezelni tudjuk. Vagy lehetnek egészen új útjai is a nukleáris szintézis megvalósításának, ha ma mégolyan elképzelhetetlenek is, mint az uránreaktor volt csak harminc évvel ezelőtt.

Bolygónk tengereiben 100 000 000 000 000 000 tonna hidrogén és 20 000 000 000 000 tonna deutérium van. Hamarosan megtanuljuk majd, hogy e minden atomok legegyszerűbbjeit hogyan használjuk fel kimeríthetetlen energiaszolgáltatásra. Később — talán sokkal később — megtesszük majd a következő lépést, és addig rakosgatjuk egymásra nukleáris építőköveinket, míg olyan elemet nem állítunk elő belőlük, amelyet csak akarunk. Ha ez az idő eljön, semmi különös érdekessége nem lesz annak a ténynek, hogy az arany esetleg valamivel olcsóbb lesz, mint az ólom.

Ez a felmérés talán elegendő annak jelzésére — bár bizonyítékkal nem alkalmas —, hogy sohasem lesz szükségszerűen tartós nyersanyaghiányunk. De Sir George Darwin jóslata, hogy korunk aranykor lesz az elkövetkezendő roppant szegénység korszakaihoz hasonlítva, még tökéletesen beválhat. Ebben az elképzelhetetlenül óriási világmindenségben sohasem fogyhatunk ki az energiából vagy anyagból. De túlságosan is könnyen elveszthetjük az eszünket.

XIII. FEJEZET

ALADDIN LÁMPÁJA

Az ember, a növényektől eltérően, nem tud a pusztá energiából és néhány egyszerű kémiai vegyületből megélni. Az emberi faj megszületése pillanatában eljegyezte magát az élelemért, lakásért és anyagi szükségleteiért folytatott szakadatlan harccal. Több mint kétmillió ember-év telt el ebben a természettel folytatott harcban, és az emberiség 50 000 generációjából csak utolsó négy vagy öt alatt mutatkozott a teher könnyebbedésének némi jele.

A modern tudomány felemelkedése és különösen a tömeges termelést illetően — az automatizálás a felelősek mindezért; de még ez a technika is csak útjelző tábla a gyártás sokkal forradalmibb módszerei felé. Eljöhet az ideje annak is, hogy az előállítás és elosztás kettős problémáit olyan tökéletesen megoldják majd, hogy minden ember majdnem szó szerint mindent megszerezhet, amit csak kíván.

Hogy láthassuk, hogyan érhető el mindez, el kell felejtenuünk a gyártási eljárásokkal kapcsolatos mai elképzeléseinket, és visszamenni az alapokhoz. A fizikai világ minden objektuma jellemezhető két tényezővel: összetételével és alakjával vagy mintázatával. Érzékeltetésül íme, egy olyan egyszerű példa, mint egy köbhüvelyknyi tiszta vas. A két kifejezés: „tiszta vas” és „egy köbhüvelyknyi” teljesen meghatározza a tárgyat, és nincs róla tovább mit mondani. (Első közelítésben legalábbis; egy mérnök tudni akarná a mérettűréseket, egy vegyész a pontos tisztasági fokot, egy fizikus az izotóp-összetételt.) Ebből a négyszavas leírásból bárki, aki a megfelelő berendezéssel és ügyességgel rendelkezik, a megjelölt tárgy pontos mását el tudja készíteni. Ez igaz, legalábbis elvben, a sokkal bonyolultabb tárgyakra is, mint amilyenek a rádiókészülékek, a gépkocsik vagy a házak. Ilyen esetekben nemcsak szóbeli leírásra van szükség, hanem tervekre vagy tervrajzokra is — vagy ezek modern megfelelőire, a mágneses szalagon tárolt impulzusokra. A szalag, amely az automatikus gyártási folyamatot vezérli, megfelelően kódolt formában a gyártás alatt levő tárgy teljes fizikai leírását tartalmazza. Ha egyszer a vezérlőszalag elkészült, a teremtés aktusa befejeződött. Ami ezután következik, nem más, mint a mechanikus másolási eljárás, mint egy másolat nyomtatása, ha a szöveget már egyszer kiszedték.

Az utóbbi években egyre több bonyolult terméket állítottak elő ilyen teljesen automatizált módon. De a berendezés (és a bejáratás) kezdeti költsége oly nagy, hogy az eljárást csak akkor érdemes bevezetni, ha óriási példányszámra van kereslet. Egészen speciális gépre van szükség egyetlen kiszemelt tárgy előállításához: a palackozógép sem állhat át hengerfej megmunkálására. Egy teljesen általános rendeltetésű futószalag, amely *bármit* elő tudna állítani, csak az utasításokat kellene megfelelően cserélni, elképzelhetetlen a mai technika fogalmaival.

Elképzelhetetlen lenne bármilyen más technika fogalmaival is, mert sok (talán a legtöbb) termék, amelyet használunk és az anyagok, amelyeket a mindennapi életben fogyasztunk, olyan bonyolultak, hogy képtelenség őket explicit részletekben jellemezni. Aki ebben kételkedik, próbálja meg *teljes*

leírását adni egy öltönynek, egy csésze tejnek vagy egy tojásnak úgy, hogy egy olyan mindenható lény, aki ezeket még sohasem látta, tökéletesen reprodukálhassa őket.

Talán egy öltöny specifikációja éppen még megadható lenne, ha az szintetikus úton készült, de erről szó sem lehet, ha olyan szerves anyagokból készül, mint a fa vagy a selyem. A csésze tej leírása olyan feladat, amit lehet, hogy a jövő biokémikusai meg tudnak majd oldani. Ha még ebben a században teljes analízis birtokába jutunk olyan anyagokkal kapcsolatban, mint a zsírok, proteinek, sőt vitaminok, és ki tudja, mi minden van még az ételeknek ebben a legáltalánosabbikában, nagyon meg leszek lepve. Ami a tojást illeti — ez a bonyolultságnak még nagyobb fokát képviseli, mind kémiaiáját, mind szerkezetét tekintve. A legtöbb ember tagadná, hogy az ilyesmi előállítására a hagyományos eljárástól eltekintve, a leghalványabb esélyünk is lehet.

De ne veszítsük el a kedvünket. A 7. fejezetben, amikor az azonnali közlekedésről beszéltünk, szó volt egy bizonyos berendezésről, amely a szilárd testeket atomról atomra letapogatná, majd ezt a „felvételt” végül vissza lehetne játszani, akár ugyanott, akár máshol. Ilyen berendezést megvalósítani ugyan nem lehet, még halványan előre sejteni sem, a mai tudomány alapján, de filozófiai ellentmondás vagy képtelenség nincs benne, ha a működését meglehetősen egyszerű élettelen tárgyakra korlátozva elképzeljük. Gondoljunk csak arra, hogy egy közönséges fénycépezőgép ezredmásodperc tartama alatt „másolatot” tud készíteni olyan képről, amely milliónyi részletet tartalmaz. Ez a tény egy középkori művész szemében csodának tűnne. A fénycépezőgép általános rendeltetésű, figyelemre méltó, de nem tökéletes pontosságú szerkezet *bármilyen* fénymintázathoz, alakhoz vagy színhez.

Vannak ma már olyan berendezéseink, amelyek ennél sokkal többet tudnak, de a nagyközönség előtt még a nevük is ismeretlen. A neutronaktiváció-vizsgálók, infravörös, és röntgenspektrométerek, gázkromatográfok másodpercek alatt részletes analízist szolgáltatnak olyan bonyolult anyagokról, amelyekkel egy generációval ezelőtt a vegyészek heteken át hiába dolgozhattak volna. A jövő tudósainak sokkal kifinomultabb eszközei lesznek, amelyek bármely eléjük tett tárgy minden titkát felfedik, és minden jellemzőjét önműködően feljegyzik. Még egy nagyon bonyolult tárgy is tökéletesen leírható lesz egészen, szerény mennyiségű emlékező eszközzel. A Kilencedik Szimfóniát néhány száz lábnyi szalagra felvehetjük, pedig ebben sokkal több információ vagy részlet van, mint mondjuk egy órában.

A felvétélről a fizikai valóságba való „visszajátzás” az, amit a legnehezebb elképzelni. De sokakat meglepne, ha megtudnák, hogy már ilyen is létezik, bizonyos szerényebb keretekben. Az új technikájú mikroelektronikában vezérelt atomsugarak építenek föl szilárdtest-áramköröket, szó szerint rétegről rétegre. Az egyes alkotóelemek gyakran olyan picik, hogy szabad szemmel nem is lehet látni őket (néhány még nagy teljesítményű mikroszkópban sem látható), és a gyártási eljárás természetesen automatizált. Szerintem ez már az első,

primitív lépés ama előállítási mód felé, amelyet az imént próbáltunk elképzelni. Ahogy a Jacquard szövőgép lyukszalagja a legbonyolultabb szövédéknél is vezérli a szövést (immár 200 éve), lehetnek egykor olyan gépeink, amelyek háromdimenziós nyüstöt és vetüléket szőnek, és szilárd testeket alakítanak ki a rendelkezésre álló atomokból. De az, hogy mi megpróbáljunk ilyen gépet tervezni, nagyon hasonló lenne azokhoz a képzelt erőfeszítésekhez, amelyekkel szerintünk Leonardo da Vinci megvalósíthatta volna a távolbalátást.

Ugorjunk át könnyedén az intenzív fejlődés és a felfedezések néhány századán, és vizsgáljuk meg, hogy működnek a Replikátor. Három alapvető részből állna — amelyeknek a Tároló, a Memória és a Vezérlőegység nevet adhatnánk. A Tároló tartalmazná vagy tenné hozzáférhetővé az összes szükséges nyersanyagot. A Memória tartalmazná a gép méret-, tömeg-, és bonyolultsági korlátain belül minden tárgy gyártásához szükséges utasítás feljegyzését. Az adott korlátokon belül bármit elkészíthetne — ahogy a fonográf is minden elképzelhető zenedarabot le tud játszani. A Memória fizikai mérete egészen kicsi lehetne, még akkor is, ha a legáltalánosabban igényelt készítmények utasításainak nagy könyvtára lenne beépítve. Az ember egy rövid címtárral találná szemben magát, mint a Sears-Roebuck katalógus, minden tételt egy kódszám jellemezne, amelyet kívánság szerint le lehetne tárcsázni.

A Vezérlőegység alkalmazná az utasításokat a nyersanyagra, és átnyújtaná a kész terméket a külvilágnak — vagy jelezné a bajt, ha valami lényeges kellék kifogyott. Lehet, hogy még ez sem fordulhatna elő, ha az anyag átalakítását valaha biztonságosan, kis méretekben meg lehet oldani. Ekkor aztán a Replikátornak nem lenne másra szüksége, mint vízre vagy levegőre. Az egyszerűbb elemekből kiindulva, mint a hidrogén, nitrogén és oxigén, a gép először szintetizálná a magasabb rendszámúakat, aztán organizálná őket kívánság szerint. Egy meglehetősen finom, és hibamentes tömegmérő eljárásra lenne szükség, másképp a Replikátor semmiképpen sem kíváncsú melléktermékként több energiát termelne, mint egy hidrogénbomba. Ezt el lehetne nyeletni valami olyan könnyen kelendő hamu létrehozásával, mint az ólom vagy az arany.

Mindazok ellenére, amit a magasabb rendű organikus szervezetek szintézisének roppant nehézségeiről mondtunk, képtelenségnek látszik az a feltevés, hogy gépek végül is ne tudjanak létrehozni bármi olyan anyagot, amit az élő sejt teremt. Azokat az utolsó csepp vérükig vitalistákat, akik még mindig hisznek ebben, kérem, hogy forduljanak a 18. fejezethez. Ott rájöhetnek, hogy az élettelen berendezések miért lehetnek alapvetően sokkal hatékonyabbak és sokoldalúbbak, mint az élők —, bár a technika mai állásánál még nagyon messze vannak attól, hogy csakugyan ilyenek legyenek. Nincs ok annak a feltételezésére, hogy a késői Replikátorok ne tudnának előteremteni bármiféle élelmet, amit az emberek valaha kívántak, vagy elképzelték. Egy kifogástalan *filet mignon* elkészítése néhány másodperccel tovább tarthat, és valamivel több anyagot igényelhet, mint egy rajzszeget, de az alapelv ugyanaz. Ez meglepőnek

látszik, de senki sincs meglepve, ha azt mondom, hogy egy hi-fi berendezés ugyanolyan könnyedséggel adja vissza egy Sztravinszkij -mű legszebb részét, mint egy hangvilla pendülését.

A Replikátor hajnala jelentené majd minden gyártás, sőt talán minden nyersanyagszállítás és minden gazdálkodás végét. Az ipar és kereskedelem teljes szervezete mai formájában megszűnnék. Minden család előállíthatná szükségleteit a helyszínen — ahogy ezt kellett tennie legnagyobbbrészt eddig a történelem során. A tömeggyártás mostani gépkorszakát úgy lehetne tekinteni, mint egy rövid megszakítást az önellátás két legtávolabbi időszaka között, és a csere egyedül értékes cikkei a matricák vagy más felvételek lennének, amelyeket a Replikátorba kell behelyezni, hogy alkotásait vezéreljük.

Remélem, az olvasó, aki idáig jutott, nem érvel azzal, hogy a Replikátor költségei úgysí akkorák lesznek, hogy senki sem engedheti majd meg magának. A prototípus, ez igaz, nem valószínű, hogy 1 000 000 000 000 £-nál kevesebből kijöjjön, néhány évszázadra elosztva. A másodpéldány már semmibe sem kerülne, mert a Replikátor első dolga az lenne, hogy újabb Replikátorokat hozzon létre. Talán helyes itt megemlítenünk, hogy 1951-ben Neumann János, a nagy matematikus állapította meg azt a fontos alapelvet, hogy gép mindig tervezhető arra, hogy más leírható gépet építsen — saját magát is beleértve.

Az emberiségnek naponta több mint százezerszeres ordító bizonyítéka van erre.

A Replikátorra épült társadalom olyan tökéletesen különbözne a miénktől, hogy a kapitalizmus és kommunizmus közötti mostani viták tökéletesen elvesztenék jelentőségüket. Minden anyagi vagyontárgy szó szerint olyan olcsó lenne, mint a sár. A piszkos zsebkendők, a gyémánttírák, a Mona Lisák tökéletesen megkülönböztethetetlenek lennének az eredetitől; az egyszer hordott nercstólák, a félig üres palackok a legfinomabb pezsgővel — mind mehetne a szemétkbe, ha már nincs rá szükség. A jövő házáinak még a bútorai is megszűnhetnek létezni, ha nincsenek tényleges használatban.

Első látásra úgy tűnhetné, hogy semminek nem lenne igazán értéke a végtelen gazdagság eme utópiájában — ebben az Aladdin legvadabb álmait meghaladó világban. Ez olyan felületes reakció, amelyet egy tizedik századi szerzetestől várhatnánk, ha azt mondanánk neki, hogy egy napon minden embernek annyi könyve lehet, amennyit csak el tud olvasni. A könyvnyomtatás feltalálása nem tette a könyveket kevésbé értékessé vagy kevésbé méltányolttá, amiért azok most a legmindennaposabbak, ahelyett, hogy a legritkábbak lennének. Sem a zene nem vesztett varázsából azáltal, hogy most bármilyen mennyiségben hozzájuthatunk egy kapcsoló elfordításával.

Ha az anyagi tárgyak belsőleg mind értéktelenek lesznek, talán csak akkor támad föl majd egy valóságos értékérzet. Műtárgyak azért válnának becsessé, mert szépek, és nem azért mert ritkák. Semmi sem lenne értéktelenebb, mint a kézművesség, személyes ügyesség és szakértői szolgálat. Kultúránk ellen egyik gyakran emelt vád, hogy materiális. Milyen ironikus lenne épp ezért, ha a

tudomány olyan teljes és tökéletes uralmat adna kezünkbe az anyagi világ fölött, hogy termékei ne kísértsenek többé, hiszen túlságosan is könnyen elérhetők.

Bizonyára szerencse, hogy a Replikátor, ha egyáltalán meg lehet építeni, még a nagyon távoli jövő méhében van, sok-sok társadalmi változáson túl. Ha most kerülnénk szembe vele, kultúránk sürgősen szibarita hedonizmusba omlana, amelyet azonnal követne az unalom és tökéletes kielégültség. A cinikusabbak kételkedhetnek abban, hogy bármiféle emberi társadalom egyáltalán tudna-e alkalmazkodni a korlátlan bőséghez, és az Ádámot sújtó átok újraéledne-e (az az átok, amely tulajdonképpen álcázott áldás).

Minden korban volt néhány ember, aki ismerte ezt a szabadságot, de nem mindenkit rontott meg. Egy igazán civilizált embert úgy határoznék meg, mint aki boldogan elfoglalja magát egy életre akkor is, ha megélhetéséhez semmi szüksége arra, hogy dolgozzék. Ez azt jelenti, hogy a jövő legnagyobb problémája az emberiség civilizálása lesz; de ezt már ismerjük.

Így hát remélhetjük, hogy zúgó gyáraink és tömött áruházaink egy szép napon egyszer csak elmúlnak, ahogy a pergő orsó, a házi szövőszék és a vajköpű elmúltak már. És akkor leszármazottaink, akiket nem hajszol többé a vagyon, emlékezni fognak arra, amit sokan már elfelejtettünk — hogy a világon egyedül az olyan lemérhetetlen dolgok számítanak, mint a szépség és bölcsesség, vidámság és szerelem.

XIV. FEJEZET

A LÁTHATATLAN EMBER ÉS MÁS CSODÁLATOS DOLGOK

Bár e most következő vallomás folytán egészen maradi színben tűnök majd fel, de az én moziélményeim egyik legnagyobb pillanata az volt, amikor Claude Rains lecsavarta a kötést a fejről — és kiderült, hogy nem volt alatta semmi. A láthatatlanság ötlete, mindazzal a hatalommal együtt, amivel felruházta azt, aki úrrá lesz rajta, mindenkor elbűvölő. Azt hiszem, ez a legmindennapibb titkos ábrándok egyike. De már régen volt szó róla felnőtt tudományos fantasztikum alakjában, mert e kifinomult korban kissé túlságosan naiv elképzelés. Mágia íze van, ami manapság ugyancsak kiment a divatból.

Pedig a láthatatlanság nem tartozik azon dolgok közé, amelyek eleve magukban foglalják a természeti törvények elleni erőszakot. Épp ellenkezőleg, nagyon sok láthatatlan dolog van. A legtöbb gáz láthatatlan, ugyancsak az

néhány folyadék és szilárd test is megfelelő körülmények között. Sohasem volt részem abban a szerencsében, hogy egy nagy gyémántot kereshettem volna egy pohár vízben, de kerestem már kontakt lencsét fürdővízben, és ez majdnem annyira láthatatlan, mint amilyenné én szeretnék válni. Mindenki látott már érdekes fényképeket hatalmas táblaüveget szállító munkásokról; ha az üveg tiszta, és nem tükröző hártáival vonták be, majdnem olyan láthatatlan, mint a levegő.

Ez ad a fantasztikus művek íróinak (és a *Láthatatlan Ember*-ben Wells fantáziát írt, nem tudományos fantáziát) könnyű kibúvót. Hőse „mindössze” feltalál egy szert, amely testét olyanná teszi optikailag, mint a levegő, és láthatatlanná válik. Sajnos — vagy szerencsére? — a valóságban ez nem megy, és könnyű azt is bizonyítani, miért.

Az átlátszóság néhány kivételes anyag egyik legszokatlanabb sajátága, amely atomjai belső elrendeződéséből adódik. Ha ezek az atomok más módon rendeződnének el, megszűnne az anyag átlátszósága — és nem is maradna többé ugyanazon anyag. Semmiféle vegyület nem vehető rá vaktában és kémiai gyötréssel a láthatatlanságra. Még ha egy különleges esetben sikerülne is, aligha segítene abban, hogy láthatatlan emberré váljunk, mert az emberi testben a különálló és hihetetlenül összetett vegyi anyagoknak szó szerint milliárdjai vannak. Kétlem, hogy az emberi faj elég hosszú életű lenne-e ahhoz, hogy e vegyületek mindegyikén végigjárja a szükséges kutató programot.

Sőt, sok vegyületnek (ha nem a legtöbbnek) éppen lényeges tulajdonságai alapszanak azon a tényen, hogy] *nem* átlátszók. Így van ez például a szemben levő fény-érzékeny vegyi anyagok esetében, amelyeknek látásunkat köszönhetjük. Ha ezek nem nyelnek el fényt, szemünk nem tudna érzékelni, mert a sugárzás áthaladna rajta. Nem lehet fényképezőgépet készíteni tiszta üvegből.

Kevésbé ismert az a tény, hogy az életfontosságú biokémiai reakciók miriádjai kifejezetten kiesnének az egyensúlyból, vagy egyáltalán megszűnnének, ha a bennük levő molekulák átlátszóak lennének. Ha egy ember valami szer segítségével elérné a láthatatlanságot, nemcsak vak lenne: halott is.

Sokkal finomabban kell közelítenünk a problémához — vessünk fel néhány lehetőséget magunk is. Néhányat már felfedezett a természet; ha valami elérhető, ő rendszerint alkalmazza is előbb vagy utóbb. Sok esetben az álcázás éppen olyan jó, mint a láthatatlanság, sőt még jobb is lehet. Miért törd magad azért, hogy a valódi láthatatlanságba eljuss, ha másokkal, akik rád néznek, el tudod hitetni, hogy te tulajdonképpen valami más vagy? Poe *Ellopott levele* és Chesterton *Láthatatlan Embere* érdekes variációi ugyanennek a témának. A kevésbé ismert Chesterton-történetben valakit megölnék egy olyan házban, amelyről minden szemtanú megesküszik, hogy senki sem járt benne. „De hát kitől származnak ezek a lábnyomok a hóban?” — kérdezi Brown Atya szokásos hallatlan ártatlanságában. Senki sem vette észre a postást bár mindenki *látta* ... Sok rovar és földben élő állat fejlesztett ki figyelemreméltó álcázási készséget,

de mivel álruhájuk adott, csak a megfelelő környezetben hatásos. Más körülmények között még árthat is, nemcsak hogy nem használ. A rászedés legnagyobb mesterei, akik megjelenésüket a környezetnek megfelelően tudják változtatni, nem a szárazföld, hanem a tenger lakói. A lepényhal és tintahal majdnem hihetetlen mértékben tudja teste színét és mintázatát szabályozni, és ha szükséges, néhány másodpercen belül színt változtat. A lepényhal egy sakktáblán fekve a fehér fekete négyeszőgek azonos mintázatát veszi fel, és amilyen híre van, tán még a skót kocka utánzásának tiszteletreméltó kísérletével is megpróbálkoznék.

Az a képesség, hogy a mögöttünk levő tájba beilleszkedjünk, az álátlátszóság egy fajtája, de természetesen csak egyetlen irányból ránk tekintő megfigyelőt tévesztene meg. A lepényhalnál is csak azért hatásos, mert lapos, és így el tud rejtőzni a fölötte elúszó ragadozó előtt. Ez az oka annak, amiért sok hal sötét színű a teste felső oldalán, míg alul világos. Ezáltal mind felül, mind alul minimálissá válik láthatósága.

Semmilyen elképzelhető optikai vagy tv-rendszer nem tudna egy szilárd testen keresztül a háttérből képet közvetíteni, ha az néhány szemszögből nézve láthatatlan. Ezt bárki bebizonyíthatja, ha — gondolatban — felépít egy bonyolult kísérletet, amelyet egyébként senki sem szándékozik a gyakorlatban kipróbálni. Ez a sakktáblára helyezett lepényhal elektronikus megfelelője.

Képzeljünk el egy embert két plakát között, amelyek a valóságban óriási képernyők. Két kamerája is van, az egyik előrenéz, a másik hátra. Az előrenéző kamera a mögötte levő ernyőre ad képet, és viszont. Ha a (színes) tv-áramkörök helyesen vannak beállítva, az ember két helyről nézve ténylegesen láthatatlan lenne — az egyik közvetlenül előtte, a másik közvetlenül mögötte van. Az ide helyezett megfigyelők azt hinnék, hogy ők bizonyos távolságban levő háttérrel látnak, de annak egy része — az embert tartalmazó — igazában csak kép volna, amely pontosan illeszkedik a valósághoz. A megfigyelési pontról való legcsekélyebb elmozdulás összerombolná az illúziót: a tv-kép túlságosan nagyra vagy túlságosan kicsinek látszanék, vagy nem illeszkedne a háttérbe, és olyan hatása lenne, mint a rosszul beállított széles mozivászonnak.

Világos, hogy az ilyen „képmásátengedő” -rendszerű láthatatlanság reménytelenül korlátozott. Csak egyetlen történetre tudok visszaemlékezni, amely felhasználta a gondolatot. Annak idején, az 1930-as években a jó öreg *Amazing Stories*-ban megjelent egy történet egy koporsó méretű, prizmákból összerakott üvegdobozról, amely a mögötte levő tájat vetítette, és egy akkora üreg volt benne, amelyben egy ember elrejtőzhetett. Aki a dobozra tekintett, azt hihette, hogy üres üvegdobozon néz keresztül, pedig valójában olyat járt körül, amelyben lehetett valaki. Az ötlet zseniális — és még működhetne is kis méretekben, kémek és csempészek nagy kényelmére. Mert bár lehetetlen lenne, hogy a dobozon átvetülő kép különböző helyzetekből torzítatlan legyen, ez esetben komoly mérvű torzítás elfogadható volna, sőt el is várnánk. Átruházom a problémát az optikusokra; ez bizonyára nem viszi sokkal előbbre a dolgunkat

az általános láthatatlanság terén.

Másik divatjamúlt, fiktív módszer a láthatatlanság elérésére a rezgéskeltés. Ma sokkal többet tudunk a rezgésekről, mint egy generációval ezelőtt, amikor nagy V-vel (vibráció) szerepeltek minden spiritista és médium kelléktárában. Ma a rádió, hanglokátor, infrásütő, ultrahangos mosógép és egyebek ismeretében soha többé nem várjuk tőlük, hogy csodát tegyenek.

A vibrációs láthatatlanság azonban valamivel elfogadhatóbb, mint a naiv, vegyszeres változat, amellyel Wells bíbelődött. Közismert analógiára épül: mindenki tudja, hogy tűnnek el a ventilátor lapátjai, ha a motor felgyorsul. Nos, tegyük fel, hogy testünk összes atomja elég nagy frekvenciával rezgésbe jön ...

Az analógia természetesen megtévesztő. Nem látunk *keresztül* a ventilátorlapátokon, hanem közöttük látunk. Minden pillanatban fedetlen a háttér valamelyik részlete, és elég nagy sebességnél a látás tehetetlensége miatt az a benyomásunk támad, hogy folytonos képet látunk. Ha a ventilátorlapátok átfedik egymást, átlátszatlanok maradnak — akármilyen gyorsan forogjanak is.

Van azután egy további sajnálatos bonyodalom. A rezgés hő jelent — ténylegesen az is —, s a mi molekuláink és atomjaink olyan gyorsan dolgoznak, ahogy még éppen el tudjuk viselni. Még mielőtt egy ember a láthatatlanságba rezegne, már meg is főne.

A helyzet nem látszik valami ígéretesnek. A láthatatlan palást olyan álomnak látszik, amely túl van a tudományos valóságon. És most jön a meglepetés: talán rossz irányból közeledtünk a problémához. Jóllehet, az *objektív* láthatatlanság lehetetlen — a *szubjektív* láthatatlanság mégis lehetséges, és gyakran előfordult már nyilvánosan is.

Egy szakavatott hipnotizőr rá tudja venni páciensét, hogy egy bizonyos személyt ne lásson, és gondolatainak akaratával a páciens képtelen a megjelölt személyt látni, még akkor is, ha az teljességében előtte áll. A páciens mindent megtesz, hogy a láthatatlan embert „kimagyarázza”, még akkor is, ha az megpróbálja bebizonyítani, hogy jelen van. A hipnózisban levő egyén alkalmasint hisztérikussá is válhat, ha például azt látja, hogy az, amit a bútorzat részének képzelt, mozogni kezd a szobában.

Ez a tény majdnem olyan meglepő, mint amilyen a valódi láthatatlanság lenne, és felveti azt a gondolatot, hogy megfelelő körülmények közt és befolyás hatására (kábitószerek, hipnózis, a figyelem elterelése — hogy csak néhányat említsünk) egy személy vagy tárgy teljességgel láthatatlanná válhat meglehetősen nagy embercsoport számára is. Bár én némi bizonytalansággal közeledem ehhez az elképzeléshez, vagy egy olyan gyanúm, *ha* valaha elérik a láthatatlanságot, az ilyen úton sikerülhet. És semmi esetre sem vegyszeres, optikai vagy vibrációs eljárással.

Van azonban a láthatatlanságnak egy, több mint megfelelő helyettese — legalábbis elvben. Egy láthatatlan ember sokféleképpen kimutatható vagy csapdába ejthető, tehát nem „kitapinthatatlan” valami. Ha adott a választás a

láthatatlanság és a falon való áthatolás képessége között, tudom, a legtöbb ember mit választana.

Néhány tudományos fantasztikus író (nevezetesen Will Jenkins, *alias* Murray Leinster) dicséretes erőfeszítéseket tett az áthatolás kérdésének racionális megoldására. Az érvelés rendszerint a következőképpen hangzik:

Az úgynevezett „szilárd” anyag a valóságban majdnem teljes egészében üres tér — csupán az elektromosság szemcséi találhatók egy óriási ürességben. Az atomok belsejében levő űr, arányait tekintve, akkora, mint a bolygók és a csillagok közötti. Ha két naprendszer vagy akár két galaxis áthatolhat egymáson anélkül, hogy egyetlen ütközés előadódna, ugyanúgy két szilárd test is áthatolhat egymáson — ha tudjuk a módját, hogyan hajtsuk végre.

Több mint húsz évvel ezelőtt a zseniális Murray Leinster egy olyan analógiát használt, ami azóta is megragadt a fejemben. Két kártyacsomag egészen kis ellenállással áthatolhat egymáson, ha párhuzamosan tartjuk őket. Kavarjuk össze a két csomagot úgy, hogy a lapok mindenféle irányba forduljanak, és a feladat megoldhatatlan. Tehát valami polarizáló teret kellene keresnünk, amely sorba állítaná vagy rendezné egy test minden atomját; ha ez sikerül, két szilárd test úgy tud átcúszni egymáson, mint két párhuzamos pakli kártya.

Ez az érvelés az 1935-ös *Astonishing Stories*-ban elég jó lehetett, de tartok tőle, hogy ezt a kiábrándult generációt nem győzné meg. Tökéletesen igaz, hogy naprendszerek és galaxisok áthatolhatnának egymáson tényleges ütközések nélkül, de ez a tapasztalat kitörölhetetlen nyomot hagyna mindegyik résztvevőn. Bár az említett napok és bolygók nem kerülnének közelebb egymáshoz néhány millió mérföldnél, gravitációik kölcsönhatása teljesen új pályára vinné őket. És ha két galaxis összeütköznék, egészen híg intersztelláris gázfelhők kölcsönhatása a világegyetem legnagyobb energiakitörését hozná létre — titáni rádiósugárzás-robbanást, amelyet 10 ezer milliő fényévről is észlelni tudnánk.

Sok tekintetben hasonló módon, ha két objektum áthatolna egymáson, az atomjaik és molekuláik közötti erőhatások mindkettőben annyi változást hoznának létre, hogy a felismerhetetlenségig megváltoznának. Gázok és folyadékok áthatolhatnak egymáson, mert nincs belső szerkezetük (vagy csak nagyon laza). Amorfok és deformálhatók. A káosz csak káosz marad, akárhogy összerázzuk is. De valamennyi szilárd testnek van belső felépítése, amely rendkívül bonyolult lehet, és legalább két szinten létezik — mikroszkopikusan és molekulárisan. Ezt a szerkezetet elektromos és más erőhatások tartják fenn. Ha ezeket megváltoztatjuk, a szilárd test valami mássá alakul át, és a folyamatot nem lehet megfordítani. Aki kételkedik, próbálja meg egy összekevert tojás fehérjéjét és sárgáját szétválasztani. Ez nagyon egyszerű feladat lenne ahhoz képest, amit két egymáson áthatolt szilárd test eredeti formájának helyreállítása jelentene

De van más lehetséges út is az anyagon át — egy tekervényes és gyengén jelzett út, amely a negyedik dimenzióba vezet. Szedjük össze bátorságunkat, és

a minden irányban terjengő ködből hangzó zagyaságokat és hátborzongató sikolyokat figyelmen kívül hagyva, lépünk rá erre a kétes ösvényre.

Valójában minden okkultizmus és badarság lefűjható e tárgykörrel egy egyszerű szemantikai fogással. Ebben a vonatkozásban a „dimenzió” nem jelent mást, mint „irányt”, használjuk tehát most az utóbbit, amely nem kongat meg semmiféle vészharangot a tudatalattiban, és nem ébreszti föl H. P. Lovecraft, Arthur Machen vagy Madame Blavatsky emlékét.

Mindnyájan tudjuk, mit jelent az „irány” szó. Tapasztalati tény, hogy normális, mindennapi világunkban bármilyen helyzet vagy elhelyezkedés tökéletesen jellemezhető három iránnyal, vagy ahogy a matematikusok nevezik: koordinátával. Megtehetjük kényelmi okokból, megfelelő, de teljesen önkényes úton, hogy az észak-dél irányt „első iránynak”, a kelet-nyugati „második iránynak” és a föl-le irányát „harmadik iránynak” nevezzük. A sorrend változhat, és a legkevésbé sem számít, melyik irány (vagy dimenzió) az első, második vagy harmadik. A fontos az, hogy csak három van belőlük. Senki sem fedezett fel még olyan helyet, amely ne lenne (legalábbis elvben) elérhető az első, második vagy harmadik irányban való elmozdulásokkal.

Bár világegyetemünkben csak három irány van, elképzelhető mégis, hogy van több is, de valamilyen oknál fogva érzékeink ezeket nem képesek felfogni. Eszerint sokkal „magasabb” vagy bonyolultabb geometriák elképzelhetők, mint a szilárd testek geometriája, mint ahogy ez is magasabb, mint a síkgeometria. Beszélni lehet erről még akkor is, ha nem tudjuk elképzelni az egyirányú egyenes vonal, a kétirányú négyzet, a háromirányú kocka — és a négyirányú hiperkocka sorozatát. Ennek az alakzatnak a tulajdonságai izgalmasak, és nagyon könnyen megérthetők („felszíne” nyolc kockából áll, ahogy a kocka felszíne hat négyzetből áll), de bármely részletében való vizsgálata olyan elkalandozás lenne, amelyről, bár nem szívesen, le kell mondanom.

Hogy megragadjuk a negyedik irányt, a legjobb lesz, ha visszalépünk a kétirányú világba. Egy sík világot elképzelni, amelyből a magasság hiányzik, nem nehéz — olyan, mintha két egymáshoz végtelenül közel levő üveglemez közé lenne beszorítva. Nevezzük ezt síkvilágnak. *(Ennek az érdekes világnak hiteles vizsgálatát lásd „A. Square” (E. A. Abbott) könnyebb klasszikus Flatland-(Síkvilág)-jában, amely ma készen található James Newman World of Mathematics (Matematika világa) című könyvében.)* Ha lennének valóságos lakói, ezek tisztában lehetnének a síkgeometria ábráival — egyenesek, körök, háromszögek — de teljességgel képtelenek lennének olyan hihetetlen dolgokat elképzelni, mint a gömbök, kockák vagy gúlák.

A síkvilágban minden zárt görbe — pl. egy kör — teljesen bezárna egy térrészt. Ebbe nem lehetne másképp behatolni, mint áttörni a görbét, vagy áthatolni rajta. A síkvilág bankjának a páncéltermei egyszerű négyszögek lennének, és tartalmuk tökéletes biztonságban lenne.

Pedig olyan lények számára, mint mi, akik a harmadik magassági irányban

szabadon tudunk mozogni, ezek a páncéltermek tárva-nyitva volnának. Nemcsak belelátni tudnánk: bele is nyúlhatnánk, kivehetnénk tartalmukat, átemelve a „fal” között, és visszaejtve a síkvilágba, a legnagyobb mértékig zavarba ejtő és megmagyarázhatatlan probléma elé állítva a helybeli rendőrséget. Egy zárt terembe betörték — pedig senki és semmi nem hatolt át falain.

Az analógia most már világos, ha kiterjesztjük saját világunkra. Nem volnának zárt helyek háromirányú világunkban egy olyan lény számára, amely a negyedik irányban mozogni tud. (Megjegyzendő, hogy ebben az irányban akár a hüvelyk egész kis töredékének megfelelő elmozdulás is elegendő lenne, ahogy nekünk sincs többre szükségünk, mint hajszálnyi felemelkedésre ahhoz, hogy átugorjuk a síklakók falait.) Egy ilyen lény kivehetné egy tojás tartalmát anélkül, hogy feltörné a héját, bármilyen műveletet végrehajtana anélkül, hogy nyomot hagyna. Elhagyná a bezárt szobát, anélkül, hogy falain áthatolna. Bármely törvénytisztelő polgár tág teret találhat más érdekes lehetőségek elképzelésére.

Nem hiszem, hogy ebben az okoskodásban hibázunk, még ha a síkvilág kissé kétséges is, mihielyt fizikáját kissé megvizsgáljuk. A térnek egy negyedik iránya valóban létezhet, de nagyon nehéz lenne megtalálni. (Mellesleg, most nem foglalkozunk azzal a ténnyel, hogy az időt gyakran tekintik negyedik dimenzióknak. Csakis *térbeli* dimenziókat tárgyalunk; ha valaki a tárgyalást szükségtelenül bonyolítani akarja azzal, hogy behozza az időt, nevezze inkább ötödik dimenzióknak, hogy elkülönítse attól a négytől, amellyel megpróbálunk megbirkózni.)

Egy másik lehetőség az, hogy ha a tér negyedik iránya vagy dimenziója nem is létezik, teremthetünk ilyen kiterjedést mesterségesen. Végre is, csakugyan kevésre van szükség: egymilliomod hüvelyk is megteszi! Minden alkalommal, ha elektromos vagy mágneses teret keltünk, egészen kis mértékben meghajlítjuk a teret. Lehet, hogy egyszer csak egy darabját saját magához képest derékszögbe tudjuk majd hajlítani.

Ha azt gondolják, hogy mindez vad és messzire vezető spekuláció, amelynek semmi valóságos alapja nincs, és semmiféle megfigyelés nem támasztja alá, 99%-ban igazuk van. De van valami, amiért mégis veszem magamnak ahhoz a bátorságot, hogy a negyedik dimenziót kicsit komolyabban vegyem, mint évekig tettem. A nukleáris fizika egy mostani riasztó megrázkódtatása, amely mindenkit ugyancsak lehangolt és elgondolkoztatott. Ez pedig a mindennapi élet legalapvetőbb, de leginkább figyelmen kívül hagyott fogalmainak egyike — a jobb és bal közötti különbség.

Térjünk csak vissza síkvilágba egy pillanatra. Képzeljünk el egy négyszöget ebben a kétdimenziós világban, és tegyük fel, hogy az átló mentén két félbe vágjuk szét. (Ajánlom, hogy ezt a kísérletet végezzük is el úgy, hogy egy papírdarabot kettészakítunk. A papír legyen derékszögű, de az oldalai ne legyenek egyenlőek, azaz — *ne* legyen négyzet.)

Most tehát a szétdarabolt derékszögből nyert háromszögek minden tekintetben azonosak. Ezt be is bizonyíthatjuk, csupán egymásra kell helyezni őket, és megfigyelnünk, hogy a felső fél pontosan fedi az alsót. A síklakók persze nem végezhetik el ezt a kísérletet, világuk természetéből folyóan, de végezhetnek valami ezzel ekvivalens dolgot. Jeleket tehetnek az egyik háromszög mindhárom csúcsához, majd ezt eltávolítva, meg tudják mutatni, hogy az ikertestvér pontosan ugyanekkora helyet tölt ki. A háromszögek tehát minden szempontból ekvivalensek, vagy ahogy Eukleidész mondaná, egybevágóak.

(Mi köze mindennek a falon való átjáráshoz és a Knox Erőd páncéltermeiből való emlékgyűjtéshez? Kérem, legyenek türelemmel: a sikerhez vezető út nem könnyű, még a negyedik dimenzió át sem.)

Most pedig valami gondolkoznivalóval látjuk el a síklakókat. Fogjuk az egyik háromszöget, megfordítjuk, és visszatesszük síkvilágba.

Nyilván azonnal rájöttek kedves Olvasóim, hogy itt valami nagyon furcsa történt. Mert bár még mindig azonos méretűek, *a két háromszög többé nem egybevágó*. Most egymás tükörképei — egy jobbos és egy balos. A síklakók semmiféle tologatással vagy manőverrel nem vehetik rá őket, hogy ugyanazt a tértartományt foglalják el. Úgy különböznek egymástól, mint egy pár csizma vagy kesztyű két fele, vagy az ellentétes menetű csavarok.

Szembekerülvén azzal a csodával, hogy egy test átfordult tükörképébe, egy elég intelligens síklakó megtalálná az egyetlen lehetséges magyarázatot — hogy a test „megfordult” egy a saját világára merőleges térben, a rejtélyes harmadik dimenzióban. Pontosán ilyen módon, ha valaha rábukkanunk olyan szilárd testekre, amelyek tükörképükbe fordultak át, bizonyítékot találunk rá, hogy a negyedik dimenzió létezik. *(H. G. Wells ezt a gondolatot ragadta meg egyik novellájában. Egy ember átfordult a negyedik dimenzióban tett utazás során. — Ilyen esetben minden operáló sebész roppantul megzavarodna — és nem is ez volna a legrosszabb a kísérletben. Lehetnek más bonyodalmak is. Egy kifordított ember éhenhalhatna a világ kellős közepén, mert sok szerves vegyi anyag tükörszimmetrikus, és a táplálók lényeges alkotórészeit képtelen lenne megemészteni.)*

Valami ehhez hasonló rossz történt éppen a nukleáris fizikában, és az elméleti fizikusok azóta is szédülnek az átélt megrázkódtatástól. 1957-ben a fizika egyik régen fennálló „törvénye” dőlt meg — a paritás elve. Ez azt állítja, hogy nincs valódi különbség a bal és jobb között — a természetben az egyik éppoly jó, mint a másik. Évtizedekig úgy tekintették ezt az elvet, mint magától értetődőt, mert minden más feltételezés képtelenségnek tűnt.

Most hát felfedezték, hogy bizonyos nukleáris reakciókban a természet balkezes, míg másokban jobbkezes. Ez megtámadja minden, a szimmetriára vonatkozó elképzelésünket és a dolgok összeillését, és nekem úgy tűnik (bár most olyan területekre rontok be, ahová a kvantumelméletben mesterfokozatot

elért angyalok is félnek belépni), hogy a helyzet megmentésének egyik módja az, ha segítségül hívjuk a negyedik dimenziót. Akkor aztán a jobbkezesesség és balkezesesség kérdése nem zavar többé, mert ezek egyenértékűek lesznek. A négydimenziós világban nincs ilyen megkülönböztetés, és ennek megfelelően a paradoxon sem zavarja tovább a fizikusokat. A Nobel-díj Bizottság kiadóimon keresztül felveheti velem a kapcsolatot.

Azokat, akik szerint a nukleáris méretekben jelentkező négydimenziós hatások, ha léteznek is, túlságosan kiesik ahhoz, hogy gyakorlati hasznuk legyen, szeretném emlékeztetni, hogy kevéssel ezelőtt az uránium hasadása csak egy marék atomot érintett és nem az egész emberiséget. Az elv a lényeges; a méretek problémájával foglalkozhatunk később is.

Beismerem, hogy mikor a láthatatlanság kérdését pár ezer szóval ezelőtt felvettem, nem sejtettem, hogy ez a negyedik dimenzióhoz vezet. De ez tudományos dolgokban szinte tipikus; az egyenes és nyilvánvaló közelítés gyakran helytelen — meghatározott objektumot megcélzó program gyakran egészen más célpontot talál el. Századokkal ezelőtt az alkimisták vég nélkül kotyvasztották a különféle vegyszereket, mert aranyat kerestek. Sohasem találták meg, de megteremtették a vegyészetet. Az elemek átalakítása nem a retortákban és olvasztótégelyekben indult meg, hanem egy hosszú úton, amely a vákuumcsövek izzó plazmájában kezdődött. És ez sokkal értékesebb fémekhez vezetett, mint az arany, és még sokkal véresebb úton.

Láthatatlanság, az anyagon való áthatolás, negyedik dimenzió — ezek a tudomány álmai és fantáziái, és nyomasztóan valószínű, hogy azok is maradnak. De különös dolgok történtek a múltban, és történnek ma is. Miközben e szavakat írom, szobámba és testemre részecskék miriádjai záporoznak, amelyeket látni is, érezni is képtelen vagyok. Némelyek alulról sodródhatnak fölfelé, mint enyhe fuvallat a Föld szilárd magván keresztül. Ekkora csodák előtt a hitetlenség megszeli; és bölcsőbb lenne kétkedni magában a kételkedésben is.

XV. FEJEZET

A LILIPUTBA VEZETŐ ÚT

Amikor a tizenhetedik század elején a mikroszkópot feltalálták, az emberiség előtt a teremtés egészen új rendje tárult fel. A láthatóság korlátja alatt élő teremtmények egy nem is sejtett világa bukkant elő. E lények egyre kisebbek és

kisebbek voltak, egészen az elképzelhetetlenül parányiakig. Ez a felfedezés, amely egyidőben érkezett a teleszkóp felfedezéseivel, a skála másik végéről, gondolkodóba ejtette az embert a méretekkel kapcsolatban. Ennek a gondolkodásnak egyik legkorábbi — és bizonyára leghíresebb — terméke volt a *Gulliver Utazásai*. Swift génusza (saját amatőr megfigyeléseitől inspiráltan) a nagyítás által keltett perspektívaátváltozásban felfedezte a szatíra eszközét, és ma már mind Liliput, mint Brob-dingnag bevonult nyelvünkbe. Ahogy Swift stanzája is mondja:

„Nagy bolhának kis bolha Csipdesi a végit; Kis
bolhának még kisebb, És nem látni a végit.”

Ámbár általános megkönnyebbülésre hamar kiderült, hogy Swift Brobdingnagja sehol nem létezik a Földön, az emberek apró, vagy mikroszkopikus kicsinységű fajainak vonzó ötlete továbbra is izgatta az írók fantáziáját. (Ez a vonzóbb természetesen, mert mindnyájan félünk az óriásoktól, de érezzük, hogy a törpékkel meg tudnánk birkózni. A valóságban éppen fordítva lenne.) A mikrovilág klasszikus története Fritz-James O'Brien 1858-ban megjelent *Gyémántlencséje*. A megjelenés évében a szerző még húszas éveiben volt, és már csak négy éve volt hátra, mert ragyogó pályafutását a polgárháború kettétörte. A *Gyémántlencse* talán a legnagyobb csalódás regénye az irodalomban. Egy mikroszkopista tragédiája, aki beleszeret egy asszonyba, de az olyan kicsi, hogy szabad szemmel nem is látható, egy vízcsepp világában él.

A későbbi írók már nem riadtak vissza olyan, a meseszöveg útjába kerülő akadályoktól, mint a pusztá fizikai méret. Feltaláltak olyan szereket, amelyek kívánság szerint összehúzták vagy felnagyították alakjaikat. A halhatatlan Alice volt talán az első, aki megízlelte e bájitalok egyikét, amely még nem szerepel a gyógyszerkönyvben. És sehol másutt nem írták le olyan élenken a nehézségeket, amelyeket okozhat.

A mikro-, és igazán szubmikrovilág ötlete az 1920-as években új erőre kapott, amikor Rutherford és mások munkái felfedték az atom nukleáris természetét. A swifti stanzában kifejezett gondolat sokkal lélegzetelállítóbb méretekben éledt újra. Lehet, hogy minden atom egy parányi naprendszer, amelyben az elektronok játsszák a lakott bolygók szerepét —, és viszont is, Naprendszerünk talán csak egyetlen atomja a szuper-világmindenségnek.

Ezt a témát a termékeny tudományos fantasztikus író, Ray Cummings kapta fel nagy lelkesedéssel, akinek olyan tréningje volt, hogy sok kollégája megirigyelhette volna — öt évig Edison titkára volt. A *The Girl in the Golden Atom-ban* (Lány az Arany atomban — *A ford.*) (1919) és más történeteiben egész sor hőst húzza össze elektronnál kisebb méretűre, könnyedén elsuhanva olyan problémák felett, mint a magok közötti ürröpülés és az igazi atom (és az igazi lány) helyének meghatározása a néhány billióbillió különböző, a néhány unciányi aranyban található atom között.

Hollywood épp mostanában lepett meg sokunkat egy ilyen témájú kitűnő filmmel: a *The Incredible Shrinking Man*- (A hihetetlenül összehúzódó ember)-re gondolok, amelyet az intelligens mozilátogatók 90%-a nyilván kihagy programjából szerencsétlen címe miatt. Az összehúzódó emberrel kapcsolatosan a leghihetlenebb az (és azt hiszem, hogy ezért a szerző és forgatókönyvíró Richard Mathesont illeti a köszönet), hogy *olyan* hihető volt, és a szokásos happy-end elkerülése a főhős sorsának kimenetelét mind megindítóvá, mind különösképpen lelkesítővé tette. Lehet, hogy engem túlságosan könnyű kielégíteni, de olyan ritkán lehet az intelligencia halvány felcsillanását felfedezni mindabban, amit filmproducerek előszeretettel neveznek tudományos fantasztikus filmeknek, hogy amikor ez mégis előfordul, az ember túláradó hálát érez.

Ezek a miniatűr és mikrovilágokról szóló történetek két kérdést vetnek fel: lehetséges-e ilyen világok létezése (nem szükségképpen bolygónkon), és ha igen, megfigyelhetnénk-e őket, vagy bejuthatnánk-e ezekbe?

Ami az első kérdést illeti, azt hiszem, határozott választ adhatunk a mérnökök és biológusok előtt jól ismert törvények alapján, de nem adhatunk azoknak az újságíróknak, akik szeretnek ilyen ősrégi téveszmékkel előállni, hogy: „Ha egy hangya akkora volna, mint egy ember, tíztonnás terhet is elbírna.” A valóságban ugyanis saját magát sem bírná el.

Az élő teremtmények egész világát minden gazdagságával és változatosságával együtt a geometriának ez az egyszerű ténye kormányozza és szabályozza: ha egy tárgy méretét kétszeresen növeljük, felülete négyszeresére — de térfogata (és így súlya is) nyolcszorosára növekszik. Ebből a matematikai közhelyből a legnagyobb jelentőségű következmények adódnak. Magában foglalja például, hogy egy egér nem lehet olyan nagy, mint az elefánt, vagy az elefánt olyan kicsi, mint az egér — és az ember nem veheti fel egyiknek a méretét sem.

Vegyük az ember esetét. Máris óriás — egyike az összes állatok legnagyobbikának. Ez a gondolat bizonyosan meglepetésként hat a legtöbb emberre, akik elfelejtik, hogy az embernél nagyobb állatok nevei egyetlen papírszeletre ráírhatók, míg a kisebbek egyik kötetet töltenék meg a másik után.

A *homo sapiens* komoly méretségű foglalkozás, bár a szélsőséges esetek nagyon ritkák. A legnagyobb eddig élt ember talán ötször olyan magas volt, mint az eddigi legkisebb, de mindenesetre csak millió ember között lehetne egy 4:1 arányú emberpárt találni — hacsak véletlenül nem kapunk el egy olyan cirkuszi előadást, amely egy nyolc láb magas óriást és egy két láb magas törpét mutat. És ha mégis, valószínűleg mindkettő beteg, és kevés esélyük van arra, hogy a normális életkort elérjék.

Mert az emberi test olyan építészeti alkotás, amely akkor működik a legjobban, ha 5 vagy 6 láb magas. Ha a magassága megduplázódik, nyolcszoros súlya lesz, de az ezt hordó csontok a keresztmetszetükkel együtt csak négyszeresükre növekednének. A rájuk ható nyomások tehát

megkétszereződnének. Egy tizenkét láb magas óriás tehát elképzelhető, de minduntalan eltörnének a csontjai, és nagyon gondosan kellene mérlegelnie, hogyan mozog. A *homo sapiens* tizenkét láb magas változatának megalkotása nagyobb mérvű újratervezést igényelne, nem csupán a méretek közvetlen megnövelését. A lábaknak arányosan vastagabbnak kellene lenniük, mint az elefánt példáján láthatjuk. A ló és az elefánt felépítése egyaránt a négylábúak alapelvét követi — de hasonlítsuk csak össze lábszáraik vastagságát! Az elefánt igencsak közel van a szárazföldi állatok méreteinek célszerű határához, amelyet a negyventonnás brontosaurusz és a minden emlősök legnagyobbika, a hihetetlenül nagy, tizennyolc lábnyi vállmagasságú rinocérosz, a *Baluchiterium* ért el (ha túl nem haladott). Megjegyzendő, a zsiráf feje csak tizenhat láb magasban van a talaj fölött!

E méret fölött semmilyen húsból és csontból álló szervezet nem bírná megtartani magát a súlyával szemben. Ha valódi óriások vannak is valahol a világegyetemben, csontjaiknak fémből kell lenniük, ami néhány biokémiai vonatkozású nehézséget vet fel. Vagy alacsony gravitációjú világban kell élniük — talán az űrben magában, ahol súly tulajdonképpen nem létezik. A Földön kívüli zoológia egyik legérdekesebb kérdése, hogy vajon az élet pusztán fejlődés útján képes-e alkalmazkodni az űrhöz. Majdnem minden biológus azt mondaná, hogy „bizonyosan nem!”, de véleményem szerint nem volna bölcs dolog ezt eleve föl sem tételni a természetről, tudatlanságunk mai fokán.

A kis méretek irányában fellépő problémák nem ilyen magától értetődőek, de ugyanilyen alapvetők. Első látásra nem olyan nyilvánvaló, hogy az egy láb magas ember miért ne maradhatna fenn szükségszerűen. Temérdek hasonló méretű emlős van, amelyeknek általános felépítése azonos az emberével. A kisebb majmok egymásiká például nagyon hasonló a kicsi emberekhez.

A közelebbi vizsgálatokból azonban kiderül, hogy arányaik egészen mások, végtagjaik sokkal csenevészebbek, mint az emberéi. És ahogy egy húsz láb magasra megnövelt ember esetlenül törékeny lenne, és súlyához képest erőtlén, fordítva, az egy láb magasságúra lekicsinyített emberke reménytelenül ormótlanná és túl izmosná válna. A kis állatoknak *sokkal* kisebb végtagokra van szüksége, amit a rovarok ékesen bizonyítanak a gyakran hihetetlenül finom lábaikkal és szárnyaikkal. Mire a hihetetlenül összehúzódozó ember addig jutna, hogy magasságát hüvelyekben mérje meg, túl erős izmai darabokra törnék őt.

De már jóval ezelőtt tucatnyi oknál fogva halott lenne. A test egész kimunkált mechanizmusa — lélegzés, vérkeringés, hőmérséklet-szabályozás, hogy csak a leginkább magától értetődőket említsük — tönkremenne. Normális méreteinek egytizedénél ennek az emberkének a súlya kiinduló súlyának mintegy ezredrésze lenne. (Nem törődünk most azzal, hogy hova lett a hiányzó 99,9 százalék; ha még mindig meglenne, már ötvénszer sűrűbb volna a platinánál és rég a padló alá zuhant volna.) Tüdeje felszíne, gyomorfala, vénája és artériája keresztmetszete ugyanakkor nem ezredére, csupán századára csökkenne. Egész anyagcseréje tömegegységenként tízszeresen meghaladná az előzőt: energia-

túltermelés folytán valószínűleg hőgutától halna meg.

Ezt az érvelést lehetne követni ugyanezen *reductio ad absurdum* következtetésig minden testi funkcióval kapcsolatban, és teljesen nyilvánvalóvá válna, hogy ha még létezne is olyan eszköz, amellyel egy embert meg lehetne növelni, vagy össze lehetne nyomni, ez az ember teljességgel cselekvőképtelen lenne, és már egész szerény méretváltozás halálát okozná. Nem következhet be soha, hogy ember hangyaharcosokra vadásszon a fű dzsungelében, még kevésbé, hogy feleségül vegyen egy hercegnőt az Aranyatomban.

Most, hogy ezt leszögeztük, szeretnék hozzáfűzni egy mellékes megjegyzést. Nem nehéz elfogadtatni azt a tényt, hogy az ember máris jóval nagyobb, mint szükséges. Az ezzel szükségképpen együttjáró fizikai erőre és alkatra egyre kevesebb szükség lesz a jövőben. A termet inkább hátrány lesz — különösen az úrjárművek szűk szálláskörülményei között — és félig komolyan már fel is vetődött, hogy az élelem-, és nyersanyaghiány enyhítésének egyik módja az lenne, ha kisebb lényeket kellene ellátni velük. Az emberi faj átlagos magasságának tízszázalékos csökkentése is számottevő hatású lenne, mert kisebb embereknek kisebb otthonokra, kocsikra, bútorzatra, ruhára lenne szükségük — és ez érvényes minden vonalon.

Természetesen nem lennének törpék, ha *mindenki* három láb magas lenne, ez a föld egész kényelmesen ellátná jelenlegi népességének akár dupláját is. Azonban, kevés jövőbeli dolog látszik kevésbé valószínűnek, mint ez, mert hála a jobb élelmezésnek és orvosi ellátásnak, az emberek inkább növekvőben, mint összemenőben vannak. (A Harvardon végzettek elismerten kiváltságos társasága egy hüvelyket nöött egy generáció alatt — ami meglepő adat és arra utal, hogy a 3000-es évek táján ezek komoly bajban lesznek.) Csak egy irgalmatlan és teljhatalmú világdiktátor-rendszer tudná ezt a fejlődési irányt visszafordítani. A diktátorok mindig alacsony emberek, és elképzelhetünk valami jövőbeli Hitlert vagy Mussolinit, aki alacsonyabbrendűségi komplexusának orvoslásául elhatározza, hogy alattvalói még kisebbek lesznek, mint ő — habár nem várhatja, hogy az eredmények már az ő élete folyamán szemmel láthatóak lesznek.

Bár a kicsiny élő teremtmények nem lehetnek ember alakúak, és az emberi életműködés nem maradhat fenn, ha a méreteket drasztikusan lecsökkentjük, ez nem zárja ki annak a lehetőségét, hogy szélsőségesen kicsiny, de mégis intelligens lények létezzenek, ha ezek nem az emberi alkatnak megfelelően alakultak ki. A természet, szándékait változtatva, jelentős mértékben megkerülheti azokat a korlátokat, amelyeket a méretek változtatása támaszt. Figyeljük meg azokat a szemmel jól látható különbségeket, amelyek például az albatrosz és a legapróbb muslinca között vannak. Mindkettő levegőben élő lény, amely szárnycsapásai segítségével repül — és itt a hasonlóságnak vége is. Aki csak a muslincát ismeri, nagyon meggyőzően bizonygatná, hogy az albatrosz lehetetlen — és fordítva. És mégis létezik mindkettő, habár az egyik súlya milliárdszorosa a másikénak. A fejlődési spektrum széleit képviselik, ahol

a biológiai anyagok és mechanizmusok forrásai a végsőig kiaknázódtak. Semmiféle, az albatrosznál sokkal nagyobb madár nem tudna repülni, amit a strucc, a moa (kihalt új-zélandi óriási szárnyatlan madár — *a ford.*) és hatalmas őseik, amelyek éppolyan ijesztőek, mint a dinoszaurusz, ékesen bizonyítanak. Semmiféle, a muslincánál kisebb rovar nem tudná szabályozni a levegőben való mozgását. Gyámoltalanul ugyan lebeghetne a levegőben, mint ahogy a planktonállatok sodrónak a tengerben, de repülni nem tudna.

Tehát még egy teljes újraalkotás is csak korlátozott mértékben teszi lehetővé a méretcsökkenést, és egyáltalán nem korlátlanul. Előbb-utóbb szembekerülünk azzal a ténnyel, hogy az élőlények alapvető szerkezeti elemei — az élet építőkövei — nem lehetnek sokkal kisebbek, mint amekkorák most. Minden állat sejtekből áll, és a sejtek jobbra egyformák. Az elefánt sejtjei csak kétszer akkorák, mint az egér sejtjei.

A dolog úgy fest, mintha minden élőlény hasonlósága lenne a házakhoz, amelyek csak csekély mértékben változó méretű téglákból épültek. Ebből pedig az következik, hogy a nagyon kis állatok egyben nagyon egyszerű állatok is, minthogy csak korlátozott számú alkotóelemet tartalmaznak. Normál méretű téglákból nem lehet babaházat építeni.

Az intelligencia, akármilyen legyen is, legalábbis részben a sejtekből álló szövet bonyolultságának mellékterméke. A kisebb agyak nem lehetnek olyan bonyolultak, mint a nagyobbak, mert egyben kevesebb sejtből is kell állniuk. Az elképzelhető, hogy az emberi agy mostani méretének fele még jól működne — de az egytizede már nem. Ha igen nagy gravitációsterű bolygókon az élőlények magassága pár hüvelykre csökkent, nem lehetnek intelligensek, hacsak elvesztett magasságuk fejében nem nőtt meg az alapfelületük, hogy az agy megfelelő térfogata meglegyen. Lehet, hogy vannak babaszerű állatok 50 g-s gravitációjú világokban, de a racionális gondolkodásra képes lény nem kirakati bábura, hanem palacsintára hasonlítana.

A méretskálán továbbra is lefelé haladva, már nemcsak az intelligencia válik lehetetlenné, hanem maga az élet is. Valamivel a mai mikroszkópok szabta határon túl a természet alapvető szemcsézettsége jelenik meg. Ahogy a sejtek *minden* élőlény építőkövei, ugyanúgy az atomok és molekulák a sejt építőkövei. Néhány kisebb baktérium nem több, mint néhány tucat molekula halmaza, a vírusok, amelyek az élő és élettelen közti határt jelzik, még kisebbek. De semmiféle ház nem lehet kisebb, mint egyetlen téglát, és semmi élő nem lehet kisebb, mint egyetlen proteinmolekula, amely az élet kémiai alapja. A legnagyobb proteinek mintegy milliárd centiméter hosszúak; szép kerek szám, érdemes megjegyezni, mert az élők világából lefelé vezető útnak ez az utolsó mérföldköve.

Bár elképzelhető, hogy sokkal jobb hatásfokú szervezettípusok fejlődtek ki más bolygókon (sőt minden más feltételezés szerénytelenség lenne), az mégis valószínűtlennek látszik, hogy ezek miatt meg kellene változtatni az előző következtetést, *annyival* jobb hatásfokúak lennének. Figyelmen kívül

hagyhatjuk tehát azokat a szellemes történeteket, amelyek törpe (vagy éppen mikroszkopikus) űrhajókról szólnak, mint merő fantáziát. Ha körülöttünk kitarotán zümmög egy különös fém tárgy, amely olyan, mint egy bogár, az végül is csakugyan bogár.

Nem sokat lehet, vagy kell mondanunk ezek után a szubuniverzumokról, és arról az elképzelésről, hogy az atomok talán miniatűr naprendszerek. Az erre épített történetek már jóformán kihaltak. Kimúlásukat az a felfedezés okozta, hogy az elektronok egészen másképp viselkednek, mint a bolygók, olykor hullámok módjára, máskor pedig részecskékként. A kényelmes és szemléletes Rutherford—Bohr-féle atommodell csak pár évig állta meg a helyét — de már e modell szerint is az elektron hirtelenül ugrik át egyik pályáról a másikra, ami ugyancsak nyugtalanító lehetne állítólagos lakói számára. A hullámmechanika, a határozatlansági elv és az olyan rejtélyes részecskék kimutatása, mint a mezonok és neutrínók, nagyon világossá tették, hogy az atomok esetében szó sincs naprendszerekről vagy bármi olyanról, amelyet az emberek gondolatban előre láttak azelőtt.

Némi borzongással megemlíthetném, hogy 1932 és 1935 között az *Amazing Stories*-ban egy bizonyos J. W. Skidmore egész mesesorozatot produkált egy Nega nevű elektron és egy Posi nevű proton közötti szubatomi regényes történetből. Hogy hogyan tudhatott egy szerző ebből a szörnyű szertelenségből öt történetre (vagy akár csak egyre is) terjedő anyagot kovácsolni, el sem tudom képzelni. Sikere megítélhető abból a tényből, hogy bár olvastam a teljes Posi és Nega sorozatot megjelenése idejében, az életemért sem tudnék emlékezni, hogy egyáltalán találkozott-e a fiú a leánnyal, és ha igen, mi történt.

A mikrokozmosz világokról szóló történetek majdnem egyöntetűen figyelmen kívül hagyják azt a tényt, hogy a méretváltozással mindig együtt jár egy megfelelő időarány-változás is. A kis élőlények élete rövid, aktív; a madarakhoz és legyekhez képest mi nyilván nagyon lassú mozgású, lomha teremtmények vagyunk. Ha lemegyünk egészen az atom méretéig, és feltételezzük, hogy a benne keringő elektronok teljes jogú világok, fantasztikusan rövid „éveiknek" kell lenniük. A hidrogén Rutherford—Bohr modelljében az egyetlen keringő elektron körülbelül egymillió körülfordulást végez a mag körül *másodpercenként*. Ha ez Naprendszerünk legbelső bolygója, a Merkúr 88 napos évének felel meg, ez azt jelentené, hogy a hidrogénatomon belüli időnek 10 milliárd-billiószor gyorsabban kell telnie, mint makroszkopikus világegyetemünkben.

Tehát semmiféle tudományos fantasztikus hős nem tehetne két látogatást ugyanabba a szubatomi világba. Ha egyetlen órácskára visszalépne saját univerzumába, és aztán térne vissza az atomba, azt találná, hogy százbillió évek múltak el. Megfordítva is, a mikrovilág minden körutazása gyakorlatilag pillanatnyi ideig tartana a mi időnk szerint, másképpen az utas megöregedne és meghalna az atomok között. Eszembe jut egy történet, amelyben egy tudós leányát és asszisztensét rövid látogatásra küldi egy szubatomi világba, és

zavartan kell üdvözölnie néhány száz ük-ük-ük-ük-unokáját pár perccel később. Még így is félek, hogy a szerző, bár a helyes nyomon járt, alaposan alábecsülte a probléma nagyságát. Az egész dolog nem néhány emberi generáció — hanem sok Nap életidejének kérdése.

És az idő sokkal ellenállóbb korlátot jelenthet, mint a tér. Ez különösen akkor lesz igaz, ha valaha szélsőségesen nagy, intelligens lényekre bukkanunk, és megpróbálunk kapcsolatba lépni velük. Egész sereg író foglalkozott ezzel az ötlettel, amely egyébként nincs ellentmondásban az óriások létezésének lehetetlenségére vonatkozó korábbi megjegyzéseimmel. Akkor ezen a bolygón kialakult életre vonatkozó dolgokat mondtam — de lehet, hogy vannak még nagyobb lények is, mint a bolygók.

Az egyik e témával foglalkozó író Ered Hoyle volt — és akármilyen szemléletre tesz is szert az ember Hoyle professzor kozmológiájából, senki sem tagadhatja, hogy ő tudja saját fizikáját. A *The Black Cloud*- (A fekete felhő)-ban nagyon elfogadhatóan és nagy meggyőződéssel ír egy, az intersztelláris térből érkező, néhány 100 millió mérföld átmérőjű gáznemű támadóról — amely tulajdonképpen egy intelligens üstökösfajta.

Még ha egy ilyen lény gondolatai rádióhullámok alakjában terjednének is, mint Hoyle írja, tíz percbe telne, míg egyetlen impulzus eljutna egyik végétől a másikig. Egy idegimpulzus az emberi agyon keresztül egy másodpercnél mintegy néhány ezredrésze alatt megteszi útját, tehát az egész „fekete felhőre” kiterjedő szellemi tevékenységek talán milliószor annyi időt vennének igénybe, mint az emberi agy tevékenységei. Alaposan elfáradnánk, míg válaszaira várnánk; egy rövid mondat megfogalmazásához pár hónap kellene.

Lehet azonban, hogy a „fekete felhő” szóba tudna elegyedni velünk saját beszédsebességünkkel is, vagy talán leggyorsabb távirógépeink sebességével is oly módon, hogy egy parányi lokalizált részletét fordítaná arra, hogy ilyen triviális feladattal foglalkozzék. Ebben az esetben aligha dicsekedhetnénk azzal, hogy vele mint egészen közelebbi kapcsolatba léptünk. Olyan lenne ez, mint egy hangya kapcsolata az emberrel, ha annak lábujja megrándult, amikor a hangya éppen átmászott a lábán.

Ezek meglehetősen megalázó gondolatok, de nem hinném, hogy szükségképpen fantasztikusak. Lefelé tekintve az atomi méretek világába, néhány nagyságrenddel alattunk láthatjuk először az intelligencia végét, aztán az élet végét. A másik irányban nincs efféle végződés, és még csak sejtelmünk sincs az univerzum hierarchiájában elfoglalt helyünkről. Lehet, hogy a csillagok között olyan hatalmas intellektusok vannak, mint a bolygók, napok ... vagy naprendszernek. Lehet, hogy az egész galaxis, mint Olaf Stapledon egyszer felvetette, a tudat felé fejlődik, ha még eddig meg nem tette. Végre is tízszer annyi napot foglal magába, mint az emberi agy sejtjeinek száma ...

A Liliputba vezető út rövid és véges. De a Brobding-nagba vezető út más. Csak egy kis darabkáját láthatjuk, ahogy kifelé kanyarog a csillagok között, és még csak nem is sejthetjük, miféle idegen vándorok haladnak rajta. Talán jobb

is lelkünk nyugalma szempontjából, ha sohasem tudjuk meg.

XVI. FEJEZET

HANGOK AZ ÉGBŐL

1958 utolsó napjaiban először hallhattunk emberi hangot az űrből. Az Egyesült Államok elnöke kívánt boldog karácsonyt rádióüzenetében a világnak. Ez a barátságos köszöntés, amely egy Föld körüli pályán keringő Atlasz műbolygó közvetítésével érkezett minden földrajzi és nemzetiségi akadályon átlépve, olyan korszakalkotó volt, mint az emberiség történetének bármely más határköve. A hírközlés új korának hajnalát jelezte, amely átformálja világunk kulturális, politikai, gazdasági, sőt még nyelvi arculatát is.

A most mondottak logikai igazolása elég könnyű — remélem legalábbis, hogy sikerül —, de teljes jelentőségét felfogni nagyon nehéz. A mai hírközlési eljárások oly csodálatosak, annyira belenőttek társadalmunk vérkeringésébe, hogy elmegyünk legszembeszökőbb korlátaival mellett, és nehezen tudunk bármiféle alapvető tökéletesítést elképzelni. Olyanok vagyunk, mint a hajdani viktoriánusok, akik semmi értéket nem láttak a szikratávíróban — a szemaforok és felvillanó fények mindig elég jók voltak azoknak az elfoglalt üzletembereknek, akik gyorsabban akartak valamit elérni, mint a postakocsi ...

Ezen az állásfoglaláson nevethetünk, pedig még alig kerültünk ki a morze-zümmögő korából, minden olyan képességünk ellenére, hogy hangot és képet tudunk kiszűrni az üres levegőből. Néhány éven belül a légkörön kívüli hírközlő műbolygók mellett mai lehetőségeink olyan primitívnek látszanak majd, mint az indián füstjelzések, mi pedig olyan süketeknek és vakoknak, mint nagyapáink voltak az elektroncső megjelenése előtt.

Mindezek a forradalmi következmények egy egyszerű és nyilvánvaló tényből erednek. A rádióhullámok, amelyek ma fő üzenethordozóink, egyenes vonalban terjednek, éppúgy mint maga a fény. De a Föld sajnálatos módon gömbölyű.

Csak az a különös véletlen teszi lehetővé a nagy távolságú rádiózást, hogy a Földet visszaverő réteg veszi körül — az ionoszféra. Ez a láthatatlan égi tükör visszaveri a közép- és rövidhullámú sáv rádióhullámait, de működése bizonyos mértékig szabálytalan. A nagyon rövid hullámhosszú rádióhullámok egyenes vonalban áthatolnak rajta, és eltávoznak a világűrbe, nagy távolságú hírközlésre tehát nem is használhatók. (A nagy távolságú szót most földi vonatkozásban

használjuk. Bolygóknak és űrhajóknak szóló adáshoz kiválóan használhatók.)

Ez a helyzet elsősorban a televízió mérnökeit érinti. Műszaki okokból a tv-adás hullámhosszának a nagyon rövid hullámok sávjában kell lennie — pontosan abban a tartományban, amely nem verődik vissza a Földre. A tv-műsor tehát egyenesen eltávozik az űrbe; a Holdon jól vehető, de a szomszéd országban nem.

Ez az oka, amiért a tv-adók százaira van szükség ahhoz, hogy egy akkora körzetet lefedjen, mint Európa vagy az Egyesült Államok. Még komolyabb probléma, hogy az óceánokat nem lehet áthidalni: ugyanakkora akadályt jelentenek a tv-hullámok útjában, mint azelőtt, a rádió feltalálása előtt az emberi hang útjában. Az Európa és Amerika közötti tv-program cseréjéhez körülbelül ötven, egyvonalban lehorgonyzott hajóból álló elektronikus láncra lenne szükség az Atlanti-óceánon keresztül, amelyek egymásnak adnák át a közvetítő jelet. Ez pedig, enyhén szólva, nem a legcélszerűbb megoldás.

Van egyszerűbb válasz is. *Egyetlen* közvetítő állomás is elláthatná a feladatot — ha az a Föld felett néhány ezer mérföldre levő műholdon van. Nem volna másra szükség, mint egy vevőre, amely a jelet az egyik kontinensről veszi és egy adóra, amely visszasugározná a másikra.

De az óceánon túli tv csupán szerény kezdet. Ha a közvetítő műhold elég magasan van — mondjuk, 10 000 mérföldre —, a fél földgömböt be tudja sugározni. És két vagy három ilyen műhold segítségével, amelyek egymástól egyenlő távolságban vannak, el lehetne látni tv-műsorral az egész Földet. A háttér interferenciája nélkül és a szomszédos épületekről való visszaverődés által keltett szellemképtől mentesen, a közvetlenül az égből jövő világos, tiszta jelek sokkal jobb képminőséget tennének lehetővé, mint azok, amelyeket ma el kell fogadnunk.

És ezen a ponton talán megengedhetem magamnak azt, amit a kisebb poéta szerény köhécselésének neveznek. Legjobb tudomásom szerint az egész Földre kiterjedő tv-adást lehetővé tevő mesterséges holdak használatát először én vettem fel a *Wireless World* című rádiószaklap 1945. októberi számában. A „Földön kívüli közvetítőállomások” című vázlat három, az egyenlítő fölött 22 000 mérföld magasan keringő műhold használatát látta előre. Ebben a kitüntetett magasságban a műhold keringési ideje pontosan 24 óra, ennél fogva örökre állni látszik a Föld egy meghatározott pontja fölött. Az égi mechanika törvényei tehát megajándékoznak bennünket egy 22 000 mérföld magas láthatatlan tv-adótorony ekvivalensével. Most is, amikor e szavakat írom, a Hughes Aircraft Companynál és az US Armynál folynak az előkészületek a hírközlő műholdak 24 órás pályára való feljuttatásához (azóta már az űrben vannak — *a szerk.*).

Első látásra a globális tv-ről alig lehetne elhinni, hogy olyan forradalmi erő, amely képes átformálni civilizációnkat. Vizsgáljuk meg ezért néhány következményét részletesebben.

Néhány éven belül minden nagy nemzet képes lesz arra, hogy saját, űrbe

telepített rádió- és tv-adót létesítsen (vagy béreljen), amely jó minőségű műsort képes sugározni az egész bolygóra. (*A Telstar nevű műbolygó ilyen, e könyv megjelenését követően lőtték ki pályájára. — A ford.*) Nem leszünk szűkében a hullámhosszaknak — mint ma, még helyi viszonylatban is. A hírközlő műholdak egyik mellékes előnye az lesz, hogy a rádióspektrumban hatalmas új sávokat tesznek lehetővé, mert „éterhelyet” szolgáltatnak legalább egymillió tv-csatornának és egymilliárd rádióadónak!

Ezzel vége is lesz a hang és kép útjában álló, távolság állította korlátoknak. A New York-iak és londoniak ugyanúgy vehetik majd a moszkvai vagy pekingi rádióadást, mint a helyi rádióállomásokat. És persze, megfordítva is.

Gondoljuk át, mit jelent majd ez. Napjainkig a rádiózás helyi jellegű, kivéve a rövidhullámú rádiózás rajongóit, akik készek megbirkózni a fadingekkel, recsegéssel és kísértetsikolyokkal, amelyek az ionoszférából jönnek. De most az éter nagy országútja megnyílik az egész világ előtt, minden ember szomszédá válik — akár akarja, akár nem. A cenzúra minden formája teljesen lehetetlen lesz, legyen az politikai vagy más jellegű. Az égből jövő adást megzavarni ugyanolyan nehéz lesz, mint a csillagok fényét eltakarni.

Nem túlzás, ha azt mondjuk, hogy a hírközlő műhold létesítésében való elsőbbség döntheti el, hogy ötven év múlva melyik lesz az emberiség legelterjedtebb nyelve. A tv-műholdnak nagyobb hatalma van, mint az ICBM-nek, és az interkontinentális tv csakugyan a végső fegyverré válhat.

De hagyjuk a tv-műhoddal kapcsolatos nemzetközi megfontolásokat, és nézzük meg jobban hazai hatásának részleteit! E hatások egyike csakis jó lehet: láthatjuk már a végét a förtelmes antennaerdőnek, amely tönkretette városaink látképét, és csúfot üzött az építészetből az utolsó évtizedben. A jövő antennái kicsik lesznek, csinos csészealjok vagy lencserendszerek, mint a ma jól ismert rádiótelepítők. Mivel ezek hátukra fektetve az égre irányulnak majd, be lehet őket szorítani tetőkre és oromfalakba — és nem lesz szükség ingatag tornyokra. Ezt az esztétikus elosztót kicsi volta ellenére nem szabad lebecsülni.

A helyi tv- és rádióadóink kulturális tartalmára gyakorolt hatás, ha ezeknek az egész világgal kellene konkurrálniuk, ugyancsak megérdemli, hogy élénken megvitassuk. Néhány cinikus persze fenntartja, hogy a tv-közvetítőrendszer az elképzelhető legjobb érv az úrutazás ellen: összeborzadnak az egyidejű vadnyugati filmek százainak, a rock-and-roll hanglemezműsor-bemondók ezreinek gondolatára. De a rendelkezésre álló csatornák pazar bősége, amelyek mindegyikét majdnem az egész emberiség veheti, olyan minőségű és különleges szolgáltatásokat tesz lehetővé, amelyek ma szóba sem jöhetnek. Valószínűleg elegendő néző lenne a Földön ahhoz, hogy olyan csatornák, amelyeken csak görög színművek, szimbolikus logikáról szóló előadások vagy bajnoki sakkmérkőzések láthatók, gazdaságosak legyenek.

Sokan alig várják, bizonyos rosszmájú vidámsággal a külső konkurencia hatását a kereskedelmi adásokra. Legalább 100 000 000 jogaitól megfosztott amerikai sohasem ismerte a kufárkodástól mentes rádió vagy tv örömeit.

Olyanokká váltak, mint azok az olvasók, akik beletörődtek abba, hogy minden könyv ötödik oldala hirdetésekben áll, amelyeket *nem szabad átlapozniok*. Ha az oroszok elég okosak ahhoz, hogy az alkalmat kihasználják, óriási közönséget szerezhetnek csupán azzal, hogy elhagyják a szappan- és hashajtóreklámokat.

A globális tv és rádió megjelenése véget vet, jóban vagy rosszban, annak a kulturális és politikai elszigeteltségnek, amely még mindig fennáll az egész világon, a nagyvárosoktól eltekintve. Én, aki sokat utaztam az Egyesült Államokban, sokáig meg voltam rémülve attól az intellektuális vákuumtól, amelyben az ember elmerül, mielőtt kikerül New York, San Francisco, Boston, Chicago és néhány más oázis körzetéből. Ez az újságokra, a rádióra és a tv-re is vonatkozik; milyen gyakran töltöttem meddő órákat olyan helyeken, mint Skunksville, brrr!, keresve a *New York Times* egyetlen számát, hogy megtudjam, mi történik éppen a Földgolyón. És ami az éter hullámaint illeti, kevés kínosabb tapasztalat van, mint Délen végigkutatni a rádiósávokat, különösen egy vasárnap reggelen. Angliában legalább az ember soha nincs távol a civilizációtól (azaz, a BBC harmadik programjától).

A szabad intellektuális és kulturális érintkezés korlátainak felszámolása teljessé teszi azt a forradalmat, amit az automobil indított meg fél évszázaddal ezelőtt, és a mai rövid hatósugarú elektronika félénken folytatott. Ez visszavonhatatlanul véget vet annak a korlátolt kisvárosi felfogásnak is, amelynek tagadhatatlan, van bizonyos bája (különösen nosztalgikus regényírók számára és különösen távolról). Ha minden ember számára, bárhol legyen is, egyformán hozzáférhető ugyanaz a hatalmas hírközlő hálózat, elkerülhetetlenül világpolgárrá válik mindenki, és a jövő számára nagyobb problémát jelent majd az értékes és érdekes táji jellegzetességek megőrzése. A globális nivósüllyedésnek súlyos veszélye fenyeget; az emberi kultúra örökségének völgyeit nem szabad olyan áron feltölteni, hogy leromboljuk a csúcsokat.

Az univerzális hírközlő rendszernek mélységes kihatása lesz a nyelvre. Mint már felmerült, lehet, hogy egyetlen uralkodó nyelvhez vezet, a többi csupán helyi dialektussá válik. Még valószínűbb, hogy két-, vagy háromnyelvűvé változtatja bolygónkat; ilyen szempontból Svájc lehet a jövő világ prototípusa. Sokkal magasabban a Föld felett, mint amire Bábel építői valaha törekedtek, feloldhatjuk az átkot, amely valaha rájuk szállott.

Mindaz, amiről eddig írtunk — még ez az utóbbi fejlemény is — a ma meglevő technika alkalmazásának eredménye lesz, és csupán annyi, hogy a műhold-közvetítőállomásokat világméretűvé tesszük. Ideje most, hogy néhány olyan, egészen új megoldással foglalkozzunk, amelyek keresztülvihetők lesznek, ha hasznosítani kívánjuk őket.

A leginkább magától értetődő a személyhívó, amely olyan kicsi és kompakt lesz, hogy minden ember magánál hordhatja, és nem okoz több kényelmetlenséget, mint egy karóra. Ez, persze, régi álom, és aki kételkedik benne, hogy megvalósítható, egyszerűen nincs tudatában az elektronika új eredményeinek. Akkora rádióvevőket építettek, amelyek mellett a legügyesebb

hordozható tranzisztoros készülék olyan, mint mellettük az 1925-ös kirakati modellek. A mikrominiatürizálás mesterei által előállított legkisebb példány akkora, mint egy kockacukor.

Anélkül, hogy a technikai részletekbe belemennénk (főként azok érdekében, akik már tudják a választ), lesz idő, amikor lehetővé válik, hogy bárhol a Földön felhívjunk valakit, csupán egy szám letárcsázásával. A készülék automatikusan megállapítja a helyet, akár az óceán közepén, egy nagy város szívében vagy a Szaharában tartózkodjék is. Ez a berendezés maga megváltoztathatja a társadalom és kereskedelem szerkezetét legalább annyira, mint primitív őse, a telefon megtette.

Veszélyei és hátrányai nyilvánvalóak: teljes egészében áldásos találmány nincs. De gondoljunk arra a számtalan életre, amelyet megmentene, a tragédiákra és szívfájdalmakra, amelyeket elhárítana. (Gondoljunk arra, amit a telefon jelent magános embereknek mindenütt.)

Senkinek sem kellene ezután eltévednie, mert egyszerű helyzet- és irányjelző készülék lenne beépítve a vevőbe, amely a mai navigációs radarkészülékek elvén működne. Veszély vagy baleset esetén segítséget lehetne hívni pusztán egy „Veszély esetén” jelzésű gomb megnyomásával.

Ha azt hiszik, hogy ez a földkerekséget klausztrofóbiásan kicsiny helyé teszi, ahol sohasem lehet elmenekülni barátok vagy család elől, vagy vállalni izgalmas kockázatot, igazuk van. De ne aggódjanak: az úr feneketlen szakadékában épp elég veszély és távolság van. A Föld most már otthon; tegyük meghitté, kényelmessé és biztonságossá. Az úttörők helye máshol lesz.

A hírközlés fejlődésével a közlekedés iránti igény leapad. Unokáink alig hiszik majd el, hogy egykor naponként milliók töltöttek órákat azzal, hogy a hivatalukba vezető úton átverekedjék magukat — ahol gyakran nem csináltak semmi olyat, amit valamilyen hírközlő kapcsolat révén ne lehetett volna elintézni.

A globális hang- és képszolgálat, amely lehetővé teszi, hogy az emberek tanácskozzanak egymással, bárhol legyenek is a Földön, csak a kezdet. Hiszen már ma is vannak olyan adatfeldolgozó rendszerek, amelyek mérföldnyi távolságokban levő gyárakat és irodákat kapcsolnak össze, és vezérelnek egész országra kiterjedő ipari birodalmakat. Az elektronika máris lehetővé teszi a decentralizációt, amelyre az emelkedő bérek és szállítási költségek — hogy a gomba módra szaporodó tömegeket ne is említsük — évről évre serkentőbben hatnak.

A jövő üzleteit bonyolító szervek nemigen lesznek egymás fizikai közelségében. Még csak címük vagy központi irodájuk sem lesz — csupán egy számuk, ami a telefonszám megfelelője. Aktáik, okmányaik számára számítógép-memóriában biztosítanak helyet, amely helyileg akárhol lehet a Földön. Az ezekben tárolt információk nagy sebességű nyomtató egységek segítségével bármikor kiolvashatók, ha a cég valamelyik hivatalnokának szüksége van rá. (Pl. a NASA Hold-program összes adatát így használják a

kutatók. — *A ford.*)

Lehet, hogy egyszer a fél világ üzleteit óriási memóriabankok bonyolítják majd valahol az arizonai sivatagban, a mongóliai sztyeppeken, a Labrador mocsárvidéken, vagy bárhol, ahol a föld olcsó, és másra nem jó. Mert a Föld minden helye egyaránt elérhető lesz majd a közvetítő műholdak sugarai számára. Végigsöpörni a Földet sarktól sarkig nem lesz több, mint az irányított antennákat hetvenfokos szögtartományban mozgatni.

És így a huszonegyedik század ipari vezeterei ott élhetnek, ahol tetszik, ügyeiket számítógép-vezérlőpult és információfeldolgozó gépek segítségével intézhetik az otthonaikban is. Csak ritka alkalmakkor lenne szükség annál személyesebb érintkezésre, mint amit a szélesvásznú színes tv révén létesíthetünk. Az üzleti villásreggeliket a jövőben nagyszerűen lehetne vezetni két egymástól 10 000 mérföldre levő asztalféllal, nem hiányozna más, mint a kézszorítások és a kölcsönös szivarkínálgatás.

Az ügyvitel és végrehajtási ügyesség nem egyedüli dolgok, amelyek ily módon függetlenné válnának a földrajztól. A távolság három fő érzékünk, a látás, hallás és tapintás számára — utóbbit az atomenergia kutatása során kifejlesztett manipulátoroknak köszönhetjük — megszűnt már. *Bármely* tevékenység tehát, amely ezekre az érzékszervekre épül, végrehajtható rádióáramkörök segítségével. Bizonyosan lesz olyan is, hogy a sebészek a világ túlsó feléről meg tudják operálni pácienseiket, és minden kórház segítségül hívhatja a legjobb specialistákat, akárhol legyenek is. A következő két fejezetben még többet mondunk majd az emberi érzékeknek a hírközlő hálózatba való bekapcsolásáról.

A műholdak egyik alkalmazása az, amelynek bizonyos részleteivel már foglalkoztak az űrhajózás mérnökei, űr-posta elnevezés alatt, és amely valószínűleg elavulttá teszi a legközelebbi jövőben a légipostát. A modern facsimilerendszerek automatikusan leadják és reprodukálják egy teljes könyv megfelelőjét egy percnél rövidebb idő alatt. E technika felhasználásával egyetlen műhold lebonyolíthatná a teljes mai tengerentúli levelezést.

Néhány év múlva, ha valaki sürgős üzenetet akar küldeni, beszerez egy közönséges levélblankettát, és ráírja vagy rágépeli, amit mondani kíván. A helyi postahivatalban ezt a blankettát beteszik egy gépbe, amely a papíron levő jeleket letapogatja, és ezeknek megfelelő villamos jeleket állít elő. Ezeket a jeleket a legközelebbi közvetítő műholdnak rádióan leadják, amely a megfelelő irányba továbbküldi a Föld körül. A rendeltetési helyen veszik, ahol aztán egy üres blankettán az eredetivel teljesen megegyező írást állítanak elő belőle. Az átvitel maga nem tartana tovább egy másodperc törtérésénél. A háztól házig való kézbesítés ebben az esetben néhány órát venne igénybe, de a levelezéshez sohasem lenne egy napnál többre szükség, a Föld bármelyik két pontjáról legyen is szó. Természetesen a titkosság körüli problémákat ki lehetne küszöbölni azáltal, hogy a művelet minden részletét robot végezné. De a jó öreg postás bácsikról is köztudott, hogy elolvassák a postát ...

Lehet, hogy egy évtized múlva valami még meghökkentőbb dolog is lesz, mint az űrposta — éspedig az űrújság. Ezeket a mai legkorszerűbb hivatalokban található reprodukáló- és facsimilegépek sokkal ravaszabb leszármazottai teszik majd lehetővé.

Egy ilyen gép a tv-készülékkel összekapcsolt műveletben kívánság szerint maradandóan meg tudja majd örökíteni a képernyőn felvillanó képet. És ha valaki a napilapját akarja látni, rááll a megfelelő csatornára, megnyomja a megfelelő gombot — és megkapja a legfrissebb kiadást, úgy, ahogy az éppen a nyomdát elhagyja. Lehet, hogy ez csak egyoldalas újságlap lesz; a szerkesztői üzeneteket — a sportot, könyvismertetést, drámákat és hirdetéseket más és más csatornán találjuk. Kiválasztjuk, amire kíváncsiak vagyunk, a többivel nem törődve, ily módon egész erdőket takarítva meg az utóknak. Az űr-újságnak a nevéből eltekintve nem sok köze lesz a mai újsághoz.

És a dolog itt nem ér véget. Ugyanezen áramkörök segítségével központi könyvtárakból és információbankokból minden dokumentum másolatát elővarázsolhatjuk a Magna Chartától a Föld—Hold-járat utasjegyzékéig. Még a könyvterjesztést is meg lehet így oldani egyszer, bár a könyvek mai formátumát erősen meg kell változtatni, hogy ez lehetővé váljék.

A kiadók jól tennék, ha ezekkel a valóban megrázkódtatást ígérő kilátásokkal számolnának. A legjobban az újságot és az olcsó könyveket érinti majd a dolog. A várható' forradalom gyakorlatilag nem hat ki a művészeti kiadványokra és minőségi magazinokra, amelyek nemcsak finom nyomási technikát igényelnek, hanem körülményes gyártási eljárásokat is. A napilapok reszkethetnek; a fényes, havonként megjelenő folyóiratoknak kevesebb félnivalójuk van.

Hogy az emberiség hogyan birkózik meg az égből leszálló információ és szórakozás eme áradatával, azt majd a jövő mutatja meg. A tudomány szokásos vidám felelőtlenségével megint egy ordító csecsemőt hagy a civilizáció küszöbén. Akkor problémagyerekké nőheti ki magát, mint az, amelyik a kattogó Geiger-számlálók között a Chicagói Egyetem fedett pályáján született 1942-ben. (Itt építette meg Fermi az első atommáglyát.)

Lehet idő bármiféle munka elvégzésére olyan bolygón, amely sarktól-sarkig telítve van remek szórakozásokkal, kitűnő muzsikával, ragyogó beszélgetésekkel, pompásan üzött atlétikával és hírszolgálat minden elképzelhető formájával? Azt mondják, még így is gyermekeink ébren töltött életük egyhatodát a katódsugárcső elé ragadva töltik. Tevékeny emberből néző emberré kezdünk válni. Az ezután jövőendő csodás teljesítmények nagyobbban bizonyulhatnak, mint aminek önfegyelmünk ellenállni képes.

Ha ez így van, ez lesz fajunk sírfelirata gyorsan kialvó fluoreszcens betűkkel írva: „Akit az istenek el akarnak veszíteni, először tv-vel ajándékozzák meg.”

XVII. FEJEZET

AGY ÉS TEST

Az emberi agy az ismert világegyetem legbonyolultabb szerkezete — de minthogy gyakorlatilag semmit sem ismerünk a világegyetemből, valószínű, hogy a szerves számítógépek hierarchiájában meglehetősen alacsonyan foglal helyet. Ennek ellenére, még nagymértékben kiaknázatlan, és talán nem is sejtett hatalma és képességei vannak. Minden dolgok közt a legkülönösebb — és az érző lélek nem elmélkedhet erről melankólia nélkül —, hogy legalább 50 000 éve már voltak olyan emberek ezen a bolygón, akik képesek lettek volna egy szimfonikus zenekar vezénylésére, tisztán matematikai tételek felfedezésére, az Egyesült Nemzetek titkári tevékenységének ellátására — ha megadatott volna nekik ez az alkalom. Az emberi képességeknek valószínűleg 99 százaléka teljesen kárbavesztett. Még napjainkban is a legtöbb, magát kulturálnak és tanultnak tekintő ember ideje legnagyobb részében úgy tevékenykedik mint az automaták, és szellemének mélyebb forrásait csak egyszer vagy kétszer villantja fel életében.

A következő meggondolásokban figyelmen kívül hagyok minden paranormális és úgynevezett Pszi jelenséget. Ha ezek léteznek és szabályozhatók, a teljes jövőendő szellemi tevékenységen úrrá lehetnek, és ma még megijósolhatatlan módon megváltoztathatják az emberi kultúra arculatát. De tudatlanságunk mai fokán az ilyen találgatások haszontalanok, és túlságosan

hamar a miszticizmus borzongató ingoványába vezetnek. A szellem eddig megismert hatalmai is olyan meglepőek, hogy újabbak megidézésére nincs szükség.

Nézzük először az emlékezetet. Még senki sem tudta megbízhatóan felmérni azoknak a tényeknek és benyomásoknak a mennyiségét, amelyeket az agy egy élet során tárolni képes. Komoly bizonyíték van rá, hogy *semmit* sem felejtünk el; csak éppen nem tudunk akármelyik pillanatban hozzáférni. Manapság ritkán kerül sor igazán látványos memóriamutatványokra, mert könyveink és dokumentumaink e világában nincs is szükség rá. Az írás feltalálása előtt az egész történelmet és irodalmat fejben kellett tartani, és szájhagyomány útján terjeszteni. Még ma is vannak emberek, akik úgy tudnak idézni a Bibliából vagy a Koránból, ahogy hajdan az emberek Homérosztól idéztek.

Montrealban dr. Wilder Penningnek és társainak munkája drámaian bebizonyította, hogy rég elveszett emlékeket fel lehet idézni az agy bizonyos helyeinek elektromos ingerlésével, majdnem úgy, mintha valamilyen filmfelvételt pergetnénk vissza gondolatban. A kísérleti alany élénk részletességgel (színek, szagok, hangok) újraél bizonyos elmúlt tapasztalatokat — de tudatában van annak, hogy ez emlék, és nem a jelenben történik. A hipnózissal, amelyet Freud kedvezően hasznosított elmebeteg kezelésénél, ugyancsak lehet hasonló hatásokat kelteni.

Ha egyszer felfedezzük, hogyan végzi az agy az életünk minden másodpercében rá záporozó benyomások szűrését és tárolását, hozzájuthatunk a tudatos vagy mesterséges emlékezetsszabályozáshoz. Az emlékezés többé nem

lenne hatástalan, vaktában végbemenő folyamat; ha az ember újra el akarna olvasni egy harminc évvel ezelőtt látott újságot, megtehetné a megfelelő agysejtek ingerlésével. Bizonyos értelemben ez a múltba való idő-utazás egy fajtája lenne — talán az egyetlen, ami valaha is lehetséges. Csodálatos lenne ilyen hatalommal bírni, és — nem úgy, mint a legtöbb hatalom — majdnem teljesen áldásos lenne.

Forradalmasítaná a törvénykezési eljárásokat. Senki sem válaszolhatna ezután „elfelejtettemmel” arra a klasszikus kérdésre, hogy: „Mivel töltötte az idejét huszonharmadikára virradó éjjel?” A tanúk többé nem zavarhatnák össze a dolgok menetét azokkal a beszámolókkal, amiket látni *véltek*. Reméljük, hogy az emlékeztetingerlés nem lenne kötelező a törvényszékeknél, de ha valaki előállna az ötödik módosító indítvány eme jövőendő változatával, a nyilvánvaló következmények miatt visszalépne.

És milyen csodálatos lenne végigmenni újra a múlton, újraélni régi örömeiket, és a későbbi ismeretek birtokában régi bánatokat csillapítani, és az egykori hibákból tanulni. Azt szokták mondani (tévesen), hogy a fuldokló ember szeme előtt hirtelen végigvonul az egész élete. De talán egyszer, nagyon öregén, azok, akiket már nem érdekel a jövő, részesülhetnének abban a lehetőségben, hogy újra végigéljék életüket, és köszönthessék azokat, akiket fiatalokként ismertek és szerettek. Még ez is, mint majd látni fogjuk, talán nem a halálra való előkészület lesz, hanem egy új születéshez való előjáték.

A régi emlékek kiváltásánál talán még fontosabb lenne ennek a megfordítottja — újak létrehozása. Nehéz a tudományos fantasztikus szerzők által tanítógépnek nevezett berendezésnél értékesebb találmányt elképzelni. Mint az írók és művészek lefestik, ez a figyelemreméltóan fortélyos szerkezet rendszerint emlékeztet a „hölgyfodrászok” hajszárító burájára, és meglehetősen hasonló a szerepe is — bár az anyag, amire hatna, *benn* van a koponyában. Nem kell összetéveszteni a mostanában szélesebb körben használatba kerülő tanítógépekkel, bár ezekről egyszer kiderülhet, hogy tulajdonképpen távoli ősök voltak.

A tanítógép néhány perc alatt annyi ismeretet és szaktudást tudna beültetni az agyba, amelynek a megszerzéséhez egyébként egy emberéletre lenne szükség. Nagyon jó hasonlat erre a hanglezgyártás. A zene lejátszásához egy órára is szükség lehet, de a lemezt egy másodperc törtrésze alatt préselik, és a plasztikanyag tökéletesen „emlékszik” az előadásra. Ez még elvben is lehetetlennek tűnt volna egy évszázaddal ezelőtt, még a legnagyobb képzelőerejű tudósok előtt is.

Az agyba való közvetlen információ-bevitel, az, hogy tudjunk dolgokat anélkül, hogy valaha tanultuk volna őket, ugyanilyen lehetetlennek tűnik ma. Egyszerűen szóba sem jöhet addig, míg a szellemi tevékenységek megértésében mérhetetlen nagy előrehaladást nem tettünk. De a tanítógépre — vagy olyan eljárásra, amely hasonló feladatot látna el — civilizációnknak olyan sürgős szüksége van, hogy már nem lehet el sok évtizeden át nélküle. A világ

ismereteinek mennyisége minden tíz évben megkétszereződik — és maga ez a tempó is növekvőben van. Már húszévnyi iskolázás is kevés; hamarosan úgy fognak majd meghalni az öregek, hogy még nem tanulták meg, hogyan éljenek, és teljes kultúránk összeomlik felfoghatatlan bonyolultsága miatt.

A múltban, ha felmerült az igény valamire, azt meglehetősen gyorsasággal mindig kielégítették. Ezért — bár sejtelmem sincs róla, hogyan működne a valóságban, és azt hiszem, inkább a különféle technikák együttese lenne, mint valami mechanikai fémholmi — meglehetősen biztos vagyok benne, hogy a tanítógépet is fel fogják találni. Ha nem, a fejlődésnek az a vonala, amelyről a következő fejezetben szólunk, hamarosan túlsúlyba jut, és az emberi kultúra vége már látótávolságon belül van.

Sok más lehetőség és néhány bizonyíték is van az agyra való direkt behatásra. Már bebizonyosodott, hogy állatok és emberek viselkedését alapjaiban meg lehet változtatni, ha kicsiny impulzusokat juttatunk az agykéreg bizonyos helyeire. A személyiséget is meg lehet változtatni, annyira, hogy a macska megrémülhet az egér pusztá látványától, és egy ellenséges majom barátságos és kezes lesz.

E kísérletnek talán legszenzációsabb eredménye, amely lehet, hogy több szociális következménnyel fog járni, mint a magfizikusok kezdeti munkái, az a felfedezés, hogy vannak úgynevezett öröm- vagy kielégülés-központok az agyban. Azok az állatok, amelyek eme központjaiban elektródokat helyeztek el, gyorsan megtanulják a kimeríthetetlen örömek forrásait jelentő elektromos impulzusok kapcsolóinak működtetését, és olyan szenvedélyesekké válnak, hogy semmi más nem érdekli őket. Találtak olyan majmokat, amelyek nyolc órán keresztül másodpercenként háromszor nyomkodták a kielégülést megszerző gombokat anélkül, hogy a figyelmüket akár élelem, akár szexualitás elvonta volna. Vannak fájdalom- vagy büntetésközpontok is az agyban. A kísérleti állat ugyanúgy egyedül erre összpontosítva dolgozik azon, hogy *kikapcsoljon* minden ezekbe táplált áramot.

A jóra és rosszra való lehetőségek, íme, olyan nyilvánvalóak, hogy nincs értelme túlozni vagy jelentéktelenebb színbe hozni őket. Központi adóállomásról vezérelt emberi robotok elektronikus birtoklása olyasmi, amire még George Orwell sem gondolt soha — de műszakilag még jóval 1984 előtt lehetővé válhat.

A hipnózis által felfedett sok bizarr dolog egyike az a megtévesztő, de teljesen meggyőző tény, hogy emlékeket be lehet vinni a médiumba, aki később kész megesküdni, hogy ezek a dolgok csakugyan megtörténtek vele. Mindnyájan tapasztaltunk olyan élénk álmokat, hogy felébredve összetévesztettük őket a valósággal; vagy húsz éven át üldözött engem egy látványos Spitfire (*Angol vadászipülőgép-fajta.* — *A ford.*) repülőszerencsétlenség „emléke”, amelyről sohasem tudtam eldönteni, hogy megtörtént-e, vagy csak hallucináció volt.

Mesterséges emlékek, ha össze lehetne őket állítani, szalagra venni, és az

agyba elektronikus vagy más módon betáplálni, a kölcsönvett tapasztalat egy formáját jelentenék, és sokkal élénkebbek lennének (mert minden érzékszervre hatnának), mint bármi, ami a hollywoodi tömeges forrásokból származhat. Ténylegesen, a szórakozás végső formája lenne ez — valóságnál sokkal valóságosabb fiktív tapasztalat. Felmerült a kérdés, hogy vajon a legtöbb ember kívánna-e éber életet élni egyáltalán, ha az álmogyarak néhány pennyt érő elektromosság árán minden kívánságukat teljesíteni tudnák.

Sohasem szabad arról elfeledkeznünk, hogy a körülöttünk levő világról származó minden ismeretünk néhány nagyon korlátozott számú érzékünkön keresztül jut hozzánk, amelyek közül a látás és hallás a legfontosabbak. Ha ezeket az érzékszernőket megkerüljük, vagy normál jelüket interferáltatjuk, olyan illúziókat fogunk tapasztalni, amelyeknek semmi külső realitásuk nincsen. Hogy ezt bebizonyíthassuk, annak egyik legegyszerűbb módja az, ha egy időre beülünk egy tökéletesen elsötétített szobába, és ujjainkkal óvatosan megnyomjuk szemhéjunkat. A legizgalmasabb alakokat és színeket fogjuk „látni”, pedig fény nem hat a retinára. A látóidegeket bolonddá tettük a nyomással. Ha tudnánk azt az elektrokémiai kódot, amellyel a kép érzetté alakul, látókká tehetnénk olyan embereket, akiknek nincs is szemük. A hallással kapcsolatban, bár ez egyszerűbb, valami ehhez hasonlót már végeztek kísérleti alapon. A mikrofonról származó villamos impulzusokat megfelelő eljárás után közvetlenül süket emberek hallóidegeihez juttatták, akik így a hangot tapasztalni tudták. A „tapasztalás” szót használom a hallás helyett, mert még hosszú utat kell megtennünk addig, míg a fülben használatos jelzőrendszert utánózni tudjuk. És a szem működése sokkalta bonyolultabb.

Itt érdemes megemlíteni egy némiképp hátborzongató kísérletet, amit egyszer Lord Adrian, a nagy pszichológus végzett. Ügyesebben, mint a *Macbeth* boszorkányai, kivette egy varangyos béka szemét és erősítőhöz, azt pedig hangszóróhoz kapcsolta. Ahogy járt-kelt a laboratóriumban, a kép megjelent a halott szem retináján, és a fény és forma változó mintázata egy sereg hallható kattogássá változott át. A tudós némileg kegyetlen módon hallását használta fel arra, hogy egy állat szemén át lásson.

E kísérletet képzeletben majdnem korlátlan mértékben ki lehetne terjeszteni. Elvben az érzeteket bármilyen élőlényről — állatról vagy emberről — közvetlenül át lehet vezetni az agy megfelelő szektorába. És így az egyik ember a másik szemével nézhetne, és még arról is alkothatnánk valami fogalmat, hogy milyen lehet nem emberi testben lenni.

Feltételezzük, hogy megszokott érzeteink teljes képet adnak környezetünkéről, pedig semmi sincs az igazságtól távolabb, mint ez. Az érzékeink felfogóképességét meghaladó benyomások világmindenségében színvakok vagyunk, és süketek, mint a fal. A kutya világa szagvilág, a delfiné az ultrahangok világa, amely olyan jelentőségű, mint a látás. A méheknek egy felhős napon a szórt napfény olyan irányjelzést hoz, amely határozottan meghaladja képességeinket, mert a méhek meg tudják állapítani a

fényhullámok rezgésének síkját. A csörgőkígyó teljes sötétségben is rátalál infravörös fényt sugárzó élő zsákmányára — amit irányított rakétáink is megtanultak már, de csak a legutóbbi pár évben. Iszapos folyókban élnek vak halak, amelyek átlátszatlan világukat elektromos terekkel szondázzák; ezek a radar természetes prototípusai. És minden hálnak van egy különös szerve, a testén végigfutó oldalvonal, amely érzékeli a körülötte levő víz rezgéseit és nyomásváltozásait.

Kérdés, meg tudnánk-e fejteni ezeket az érzeteket, ha agyunkba jutnának? A válasz kétségtől: igen, de csakis nagy mennyiségű tréning után. Minden *saját* érzékünket is meg kell tanulnunk használni. Az újszülött csecsemő nem lát, sem az olyan ember, aki látását hirtelen nyerte vissza — noha a látás mechanizmusa mindkét esetben tökéletesen működhet. Az agy mögött levő észnek először vizsgálnia és osztályoznia kell az őt érő impulzusokat, összehasonlítva őket a külvilágból érkező más adatokkal — míg csak az egész egységes képpé össze nem áll.

Egészen eddig nem „látunk”. Az ilyen tanulás más érzékszervekkel kapcsolatban is előfordulhat, bár ezekre a tapasztalatokra új szót kell majd kitalálni.

Egy repülőgép pilótája hasonló mutatót végez, amidőn összegyűjti az adatokat műszereiről és skáláiról. Azonosítja magát járművével, intellektuálisan és talán még érzelmileg is. Egyszer majd távérzékelő berendezéseink segítségével ugyanezt tehetjük az állatokkal is. Végre ismerni fogjuk a sas útját az égen, a cet útját a tengerben vagy a tigris útját a dzsungelben. És így visszanyerjük az állatvilággal való atyafiságunkat, amelynek elvesztése a modern ember egyik legfájdalmasabb hiányérzete.

Hogy a földhözragadtabb fogalmakhoz visszatérjünk, nem kétséges, hogy saját érzékeink sávja és finomsága alaposan kiterjeszthető meglehetősen egyszerű eszközökkel, mint amilyen a tréning vagy a doppingoló szerek. Aki látott már vak embert Braille-írást olvasni, vagy a tárgyak helyét hang után meghatározni, habozás nélkül egyetért. (Láttam egyszer egy vakot, aki egy asztalitenisz-mérkőzés játékvezetője volt — nem hittem volna, hogy ilyen mutató lehetséges. Még világ bajnoki mérkőzéseken is bíraskodott!) Bár a vakok szolgáltatják a felfokozott érzékenység leglátványosabb eseteit, számos más példa is van ilyesmire. Teakostolók, borkereskedők, illatszerárusok, süketnéma ajakleolvasók jutnak eszünkbe mindjárt, és azok a színpadi „clair-voyance” mutatók, akik elrejtett tárgyakat megtalálnak azáltal, hogy a segítő partner remegését és más, majdnem észrevehetetlen mozdulatát érzékelik.

Ezek a mutatók intenzív tréning eredményei, vagy valami más érzékszerv elvesztéséért való kárpótlások. De (talán túlságosan is) jól ismertek olyan szerek, mint a mescalín és a lyserginsav, amelyek szintén tekintélyesen megnövelhetik az érzékenységet, és hatásukra a világ sokkal érzékletesebbnek és színesebbnek tűnhet, mint amilyen a hétköznapi életben. Még ha ez a

benyomás teljességgel szubjektív is — ahogy egy részeg sofőr meg van győződve arról, hogy ügyes vezetéséért a Grand Prix megillethetné — a jelenség rendkívül érdekes, és fontos gyakorlati felhasználása lehet.

Egy olyan szellemi lehetőség, ami nem kerül semmibe, és bizonyosan elérhető, mert már gyakran volt rá példa, a fájdalomon való személyes uralkodás. Az a híres állítás, hogy a fájdalom „nem valóság”, szó szerint igaz természetesen — nem mintha ez bármelyikünkön is segítene egy fogfájás esetén. A legtöbb (de nem minden) fájdalom értékes szolgálatot tesz mint figyelmeztetés, és az a néhány kivételes ember, aki nem érez fájdalmat, folytonos életveszélyben van. Ezért nem lenne kíváncsi a fájdalom felszámolása, de rendkívül hasznos lenne az elmulasztásának képessége, ha már megtette a magáét azzal, hogy átvitt értelemben megnyomott egy szellemi túlterhelést jelző gombot.

Keleten ez olyan hétköznapi dolog, hogy senki sincs különösképpen meglepve rajta. Magam is láttam és közelről le is fényképeztem, amint felnőttek és gyerekek bokáig érő fehéren izzó parázsban sétáltak. Voltak, akik megégték, de fájdalmat senki sem érzett: vallásos eksztázisban előállt hipnózisban voltak. *(Egyik barátom egyszer egy hindu szentélyben a fő tűzjáróval való beszélgetés közben elejtett egy cigarettacsikket. A tűzjáró rálépett, és rögvest nagyot ugrott. Ennyit az "edzett bennszülött talpak" elméletéről; a pszichológiai beállítottság — a szellemi előkészület az, ami fontos.)*

A hangérzéstelenítés mai fejlődése bizonyítja, hogy a rejtélyes Nyugat is tartogat néhány fogást a tarsolyában. Ennél a technikánál, amelyet sok fogász használ sikeresen, a páciens egy fejhallgatóra figyel. Úgy kell szabályoznia a hangerőt, hogy zenét halljon a háttér zaja ellenére. Míg ezt a feladatot ellátja, képtelen bármilyen fájdalmat érezni. A dolog úgy fest, mintha beérkező vezetékai túlságosan el volnának foglalva ahhoz, hogy további üzenetet felfoghassanak. Valószínűleg ez is, mint a tűzjárók teljesítménye, az önhipnózis egy formája, de *mi* csak gépek segítségével vagyunk képesek erre. Lehet, hogy egyszer, mint a jógiknak és fakíroknak, nekünk sem lesz szükségünk ezekre a szellemi manókra.

A hipnózistól már csak egy lépés az alvás — ez a rejtélyes állapot, amellyel szálmalmasan rövid életünk egyharmadát elfecséreljük. Senki sem tudta még bebizonyítani, hogy az alvás lényeges dolog, de az nem kétséges, hogy pár napnál tovább nem tudunk megenni nélküle. Úgy látszik, hogy roppant korszakokon át tartó, a világosság és a sötétség napi ciklusával összefüggő beidegzés eredménye. Mivel a megvilágítás hiánya éjszakánként megnehezítette a tevékenységet, a legtöbb állat felvette azt a szokást, hogy alszik, míg a Nap visszatér. Nagyon hasonló módon más állatok a téli álmom szokását vették fel, de ez mégsem jelenti azt, hogy októbertől februárig mindenkinek ágyba kell kerülnie. Ugyanígy az sem szükségszerű, hogy mindig este tíztől reggel hétig legyünk ágyban.

Vannak olyan tengeri állatok, amelyek sohasem alszanak, de azért

pihenhetnek. Például, a legtöbb cápának mozognia kell egész életében, különben nem áramlik víz a kopoltyújába, és oxigénhiány miatt elpusztulna. A delfinek még ennél is kínosabb dilemma előtt állnak: minden két-három percben fel kell jöjjenek a felszínre, és, emiatt egyetlen pillanatnyi öntudatlanságot sem engedhetnek meg maguknak. Érdekes volna tudni, hogy vajon az alvás előfordul-e az óceánok roppant mélységeiben élő lények között, ahol soha sincs semmiféle fényváltozás, és a teljes sötétség már 100 000 000 éve uralkodik.

Ama régi hiedelem újabb bizonyítéka, hogy mindenki álmodik, vezetett ahhoz az elmélethez, hogy az alvás inkább pszichológiai, mint fiziológiai szükséglet; ahogy az egyik tudós kifejezte, lehetővé teszi, hogy naponta néhány órára biztonságban esztelenné váljunk. Ez nagyon valószínűtlen magyarázat, és ugyanígy az is lehet, hogy az álmok az alvó agy rendszertelen és véletlen melléktermékei. Hiszen aligha várható, hogy ilyen bonyolult szerv teljesen ki tudja kapcsolni saját magát. (Miről álmodnak vajon az elektronikus számítógépek?)

Akárhogy is, néhány kivételes képességű ember, mint például Edison, képes volt arra, hogy aktív életet éljen napi két-három órai alvással, míg az orvostudomány beszámol olyan esetekről is, akik egyfolytában évekig nem aludtak, és szemmel láthatóan nem is kívánták. Még ha nem is tudjuk felszámolni az alvást úgy, amint van, már az is hatalmas nyereség lenne, ha néhány órányi valóban mély öntudatlansággá tudnánk koncentrálni, és ez viszont akkor állna elő, amikor éppen alkalmas.

Nagyon valószínűnek látszik, hogy a globális tv és időzónákat átvágó olcsó telefonhálózatok elkerülhetetlenül 24 órás alapon szervezett világot fognak létrehozni. Már ez parancsolóan magával hozza az alvás minimálisra csökkentését; és úgy látszik, hogy az ehhez szükséges eszközök már elérhető közelségben vannak.

Néhány évvel ezelőtt a Szovjetunió megjelentetett a piacon egy kis „elektromos altatókészüléket”, amely körülbelül akkora volt, mint egy cipődoboz, és csak öt fontot nyomott. A szemhéjakra és tarkóra helyezett elektródokon keresztül alacsonyfrekvenciás impulzusok érik az agykérget, és a páciens tüstént mély álomba merül. Az Antarktison levő Mirnij Kutatóállomás tudósainak is volt egy ilyen készülékük a Nemzetközi Geofizikai Év alatt, ahol elég magától értetődő volt a használata a hat hónapig tartó éjszakában.

Lehet, hogy mindig szükségünk lesz „fáradt elmék enyhülésére”, de nem kell életünk egyharmadát rászánunk arra, hogy hozzájussunk. Másfelől, vannak esetek, amikor a késleltetett öntudatlanság nagyon hasznos lenne. Nagyon jól jönne például a műtétek utáni lábadozáskor — és mindenekfölött — hosszú lejárátú úrutazások során. Ezzel kapcsolatban megemlíti, hogy komolyan kezdenek mostanában a méh/ájulás lehetőségével foglalkozni, amire szükségünk lesz, ha valaha el akarjuk érni a csillagokat, vagy néhány fényévnél messzebb akarunk utazni Napunk közelségéből.

A kikapcsolt életműködés egy biztonságos és gyakorlati módjának — amelyben orvosilag nincs semmi lehetetlen és csakugyan olybá vehető, mint az érzéstelenítés kiterjesztése — nagyobb hatása lehetne a társadalomra is. Gyógyíthatatlan betegségben szenvedő emberek kívánságuk szerint átugorhatnának tíz-húsz esztendőttel abban a reményben, hogy az orvostudomány addigra utoléri bajukat. Azokat az elmebetegeket és bűnözőket, akiknek megváltása ma még meghaladja erőnket, szintén előre küldhetnénk az időben, abban a reményben, hogy a jövő megmentheti őket. Lehet, hogy leszármazottaink nem méltányolnák ezt az örökséget, de legalább visszaküldeni nem tudnák.

Mindez feltételezi — bár még senki sem bizonyította be —, hogy a Rip Van Winkléről szóló legenda tudományosan igaz, és az öregedés folyamata is lelassulna, vagy akár meg volna állítható a mélyájulás során. Így egy alvó ember átutazhatna a századokon, megállva időről időre, és úgy kutatva a jövőben, mint mi ma kutatunk a térben. Minden korban vannak környezetükhöz alkalmazkodni nem tudó emberek, akik szívesen választanák ezt, ha meglenne rá a lehetőségük, és így láthatnák azt a világot, amely messze normális élettartamokon túl létezik majd.

És ezzel eljutunk majd a legnagyobb talányhoz valamennyi között. *Van* egyáltalán normális élettartam, vagy minden ember véletlenül hal meg? Bár ma átlagosan jóval tovább élünk, mint őseink, az abszolút korlát látszólag nem változott, mióta a rekordot elértük. A bibliai hetven év ma is ugyanúgy érvényes, mint 4000 évvel ezelőtt.

Nemigen élt még ember tovább, mint 115 esztendő; az ennél jóval nagyobb számok, amelyeket gyakran idéznek, majdnem bizonyosan szélhámosságok vagy tévedések. Az ember, úgy látszik, a leghosszabb életű emlős, bár egyes halak és teknősök megérhetik a második évszázadukat is. A fák persze hihetetlen hosszú életűek lehetnek; a legöregebb ismert élő szervezet egy kicsi és ellenszenves, tüskés tobozú fenyő a Sierra Nevada előhegységeiben. 4600 éven át növekedett, bár alig virult.

A halál (bár nem az öregedés) nyilvánvalóan szükséges a haladáshoz, mind társadalmi, mind biológiai szempontból. Még ha a világ nem pusztulna is el a túlnépesedéstől, a halhatatlanok világa hamarosan megrekedne. Az emberi tevékenység minden területén találhatunk példákat olyan emberek káros hatására, akik túléltek saját hasznosságukat. De a halál — mint az álom — nem látszik biológiailag elkerülhetetlennek, még akkor sem, ha az fejlődési szükségszerűség.

Testünk más, mint a gépek. Sosem kopik el, mert folytonosan újjáépül új anyagokból. Ha ez a folyamat változatlan maradna, halhatatlanok lennénk. Sajnálatos módon néhány évtized múlva valami meghibásodik a javító-fenntartó részlegben. A nyersanyag ugyanolyan jó, mint azelőtt, de a régi tervek elvesztek, vagy nem törődnek velük, és az élethez szükséges szolgáltatások helyreállítása nem megfelelő, amiért aztán tönkremennek. Mintha a test sejtjei

nem emlékeznének többé arra a munkára, amit egykor oly jól végeztek.

Az emlékezet hibáját oly módon lehet elkerülni, hogy jobb felvételekre teszünk szert, és talán egyszer segíteni tudunk majd testünknek ebben. Az ábécé feltalálása elkerülhetővé tette a szellemi feledékenységet. A jövő orvostudományának sokkal kifinomultabb eszközei talán segíthetnek a fizikai feledékenységen, lehetővé téve, hogy valami alkalmas tárolóeszközzel megőrizzük testünk ideális prototípusát. A normától való eltérést időről időre ki lehetne mutatni és helyettesíteni, mielőtt komollyá válna.

Minthogy a biológiai halhatatlanság és az ifjúság megőrzése rendkívül vonzó, az emberek sohasem fognak felhagyni kutatásukkal, tantaluszi kínokat szenvedve olyan lények példája miatt, amelyek évszázadokig élnek, és nem tántorodnak el a szerencsétlen dr. Faustus esetét látva. Ostobaság lenne azt képzelni, hogy ez a kutatás az előttünk álló korok során sohasem lesz sikeres. Hogy a sikert jó-e kívánunk, más kérdés.

A test az agy járműve, az agy pedig az ész székhelye. A múltban ezt a háromságot nem lehetett elválasztani, de ez nem marad mindig így. Ha nem tudjuk megóvni testünket a felbomlástól, helyettesíthetjük, amíg még van idő.

A cseréhez nem szükséges föltétlenül másik húsból és vérből való test, lehet gép is, és ez képviselheti a fejlődés következő állomását. Még ha az agy nem is halhatatlan, bizonyosan sokkal tovább élhetne, mint a test, amelyet betegségei és balesetei végül is tönkretesznek. Jó néhány éve szovjet orvosok pusztán mechanikus eszközökkel néhány napig életben tudták tartani egy kutya fejét.

Ha valaki azt hiszi, hogy a mozdulatlan agy élete nagyon sivár lenne, még nem értette meg világosan, mit mondtunk az érzékekről. Egy agyat vezetékekkel vagy rádióval megfelelő szervekkel kapcsolatba hozva, az minden elképzelhető valóságos vagy képzelt tapasztalatban részesülhetne. Ha megérintünk valamit, *valóban* tudatában vagyunk annak, hogy agyunk nem az ujjaink hegyében van, hanem háromlábnyival távolabb? És észlelnénk ezt a különbséget, ha ez a háromlábnyi távolság 3000 mérföld lenne? A rádióhullámok ekkora utat sokkal gyorsabban megtesznek, mint ahogy az idegimpulzusok végigfutnak karunkon.

El lehet képzelni, hogy egyszer a még mindig szerves testtel bíró emberekre szánakozva néznek majd azok, akik egy végtelenül gazdagabb életformába mentek át, és képesek lesznek arra, hogy tudatukat vagy érdeklődési körüket azonnal átdobják a szárazföld, tenger vagy égbolt akármelyik pontjára, ahol csak alkalmas érzékelőszerv található. Serdülőkorunkban magunk mögött hagyjuk a gyermekkort. Eljöhet a napja, hogy egy második és sokkal rendkívülibb serdülésben búcsút mondunk a húsnak.

De még ha korlátlanul életben tudjuk is tartani az agyat, bizonyos-e, hogy végül is eltömődne az emléektől, a sok-sok benyomással és tapasztalattal úgy elborítva, mint egy sokszor kivakart és újra telerótt pergamen, hogy már nem volna benne tovább hely semmire? Talán igen, de hadd ismétljem meg, hogy sejtelmünk sincs a jól képzett agy végső kapacitásáról, még mechanikus

eszközök nélkül sem, amelyek bizonyára rendelkezésre fognak állni. Mint szép kerek szám, ezer óv látszana körülbelül a folytonos emberi lét végső határának — bár a kikapcsolt életműködés ezt az évezredet sokkal nagyobb időtávlatná tágíthatja.

De még ezen a korláton túl is lehet út, mint a *The City and the Stars*-ban (A város és a csillagok) felvetettem. Megkísértem egy látszólag örök, mához egymilliárd évre élő társadalom képének előre vetítését, Diaspar városában. Szeretném ezt a fejezetet azoknak a szavaknak idézésével befejezni, amelyből hősöm tanulja az élet dolgait öreg tanítómesterétől, Jeseractól:

„Egy emberi lény, mint minden más objektum, szerkezetével határozható meg. Az emberi séma hihetetlenül bonyolult, de a természet képes volt rá, hogy ezt egy olyan apró sejtbe bezsúfolja, amely szabad szemmel nem is látható.

Amire a természet képes volt, arra az ember is képes a maga módján. Nem tudjuk meddig tartott a feladat megoldása. Talán egymillió évig — de mit számít ez? A végén őseink megtanulták ennek az információnak, amely minden egyes embert meghatározhat, a megfejtését és tárolását — és az eredeti újrateremtésére való felhasználását.

Az információ tárolásának módja nem lényeges, egyedül maga az információ számít. Lehet papíron, változó mágneses térben vagy elektromos töltések segítségével. Az emberek mindezeket a tárolási módokat használták és még sok mást is. Elég, ha azt mondjuk, hogy hosszú idővel ezelőtt képesek voltak önmaguk tárolására — vagy, hogy pontosabbak legyünk, a testetlen struktúrák tárolására, amelyből ismét életre hívhatók voltak.

Nemsokára elhagyni készülök ezt az életet. Visszamegyek emlékeimhez, rendezem őket, és törölöm azokat, amelyeket nem kívánok megtartani. Akkor bemegyek a teremtes csarnokába, olyan ajtón át, amelyet még sohasem láttál. Ez az öreg test megszűnik létezni és vele együtt a tudat is. Semmi más nem marad Jeseracból, mint egy kristály belsejébe fagyasztott elektrongalaxis.

Aludni fogok, álmok nélkül. És egy napon, talán százezer év múlva, egy új testben találom magam, és körülöttem lesznek azok, akiket gyámjaimnak választottam ... Először semmit sem fogok tudni Diasparról, és nem lesznek emlékeim arról, hogy mi voltam azelőtt. Ezek az emlékek lassan térnek vissza, gyermekkorom végére, és ezekre fogok építeni, mikor új létciklusomban elindulok.

Ez a mi létünk alapsémája ... Mindnyájan tartottunk már itt nagyon sokszor ezelőtt, bár mivel a nemlét szakaszai a véletlen törvényei szerint változnak, ez a mostani társadalom sohasem fog megismétlődni. Az új Jeseracnak új és más barátai és érdeklődési körei lesznek, de a régi Jeserac — annyi, amennyit át kívánok menteni — még mindig létezni fog.

Így hát egy adott pillanatban Diaspar polgárainak csak mintegy századrésze él és járkal az utcákon. A nagy többség a memóriabankokban szunnyad, várva a jelre, amely ismét a lét színpadára szólítja őket. Így élünk folytonosan és mégis változva — halhatatlanságban, de ez nem megrekedés ..."

Fantázia ez? Nem tudom. De azt hiszem, a távoli jövő igazságai még ennél is különösebbek lesznek. A következő fejezetben megpróbálunk ezekbe is bepillantani.

XVIII. FEJEZET

AZ EMBER ELAVULÁSA

Úgy egymillió évvel ezelőtt egy ellenszenves főemlős rájött, hogy mellső végtagjait más célokra is használhatja, mint helyváltoztatásra. Olyan tárgyakat, mint botok és kövek, meg lehet fogni — és ha egyszer megfogta, felhasználhatja arra, hogy állatokat elejtsen, gyökereket kiásson, védekezzék vagy támadjon, és még száz más dologra. A Nap harmadik bolygóján megjelent a szerszám; és ez a hely azóta már többé nem az, ami volt.

A szerszámok első használói *nem* emberek voltak — ezt a tényt csak az utolsó egy-két évben ítéltük meg helyesen —, hanem prehumán antropoidok (*Ember előtti emberszabású majom*), akik felfedezésükkel magukra szabadították a végzetet. Mert még az olyan legegyszerűbb eszköz is, amilyen a természetből hegyes kő, amely történetesen jól kézhez áll, félelmetes fizikai és szellemi izgalmat ró használójára. Felegyenessedve kell járnia, nincs szüksége többé hatalmas szemfogaira — mert az éles kavics jobban elvégzi a feladatot —, és ki kell fejlesztenie egy magasabb rendű kezűgyességet. Ezek lettek a *homo sapiens* jellemző tulajdonságai, és amint megvalósultak, minden korábbi modell gyorsan elavulttá vált. Hogy a Californiai Egyetem Antropológiai Intézetének professzorát, Sherwood Washburnt idézzük: „A legegyszerűbb eszközök sikere indította el az emberi fejlődés egész menetét, és vezetett a ma civilizációihoz.”

Az a régi elgondolás, hogy az ember találta fel az eszközt, félrevezető fél igazság. Sokkal pontosabb lenne azt mondani, hogy az *eszközök találták fel az embert*. Ezek az eszközök nagyon primitívek voltak a majmoknál alig fejlettebb lények kezében. De mégis elvezettek hozzánk — és az ezeket forgató majomember kihalásához.

Most megint új ciklus kezdete következik. De sem a történelem, sem az őstörténelem nem ismétli magát ugyanúgy, és ezúttal izgalmas fordulat következik a cselekményben. A majomember által feltalált eszközök kényszerítették őt, hogy utódjává, a *homo sapiensszé* fejlődjék. Az általunk feltalált eszköz *maga* a mi utódunk. A biológiai fejlődés sokkal gyorsabb

folyamatnak engedte át a helyét — a technikai fejlődésnek. Nyersen és kegyetlenül kimondva, a gép felülkerekedni készül.

Ez persze nem éppen eredeti ötlet. Az a gondolat, hogy az emberi agy létrejött egyszer még fenyegeti és talán tönkre is teszi saját magát, olyan régi és elcsépelet sablon, hogy semmiféle önbecsülő tudományos fantasztikus magazin nem merné használni. Visszanyúluk Čapek *R. U. B.jén*, Samuel Butler *Erewhonján*, Mary Shelley *Frankensteinjén* és a Faust-legendán keresztül a rejtélyes, de talán nem egészen képzeletbeli Daedalushoz, Minosz király egyszemélyes Tudományos Kutatószolgálatához. Mert legalább 3000 éven át az emberiség egy hangos kisebbségének súlyos kétségei voltak a technika végső kimenetelét illetően. Az egocentrikus emberi szempontból nézve ezek a kétségek indokoltak. De hosszabb időt tekintve, nem ez az egyetlen — sőt még nem is a legfontosabb — szempont.

Mikor az első nagyobb szabású elektronikus számítógépek mintegy tizenöt évvel ezelőtt megjelentek, azonnal megkapták az „óriási agy” becenevet — és a tudományos közvéleménynek nagyon szegényes elképzelései voltak az elnevezésről. De a tudósok óvást emeltek a helytelen kifejezés ellen. Az elektronikus számítógépek nem voltak *óriást* agyak: éppen hogy törpe agyak voltak, és még ma is azok, bár kevesebb, mint egy generáció alatt százszorosukra nőttek. És már fejlődésüknek e kőkorszaki fokán is elvégeztek olyan dolgokat, amelyeket még nemrég majdnem mindenki lehetetlennek tartott volna — mint például az egyik nyelvről másira való fordítás és a sakkozás. És ezeknek a *jeux d'esprit* gyerekeknek a léténél sokkal fontosabb az a tény, hogy áttörték az agy és gép közötti korlátokat.

Ez az emberi gondolkodás történetének egyik legnagyobb — és talán egyik legutolsó — fordulata, hasonló azokhoz a felismerésekhez, hogy a Föld kering a Nap körül, vagy az ember az állatvilág tagja, vagy $E = mc^2$. E gondolatok mindegyikének időre volt szüksége ahhoz, míg a köztudatba beivódott, és mikor először fölmerült, viharos ellenkezéssel fogadták. Ugyanígy bizonyos időre lesz szükség, míg az emberek rájönnek, hogy a gépek nemcsak gondolkodni tudnak, hanem egy napon gondolkodásukkal letörlik az embereket a Föld színéről.

Ezen a ponton joggal kérdezhetik: „Csakugyan, de mit értünk gondolkodáson?” Azt ajánlom, kerüljük ki ezt a kérdést, amire egy angol matematikus, A. M. Turing által kigondolt ügyes berendezés ad lehetőséget. Turing egy olyan játékot képzelt el, amelyet két teleprinter gép külön szobákban tartózkodó kezelője játszik egymással. Ez a személytelen kapcsolat arra való, hogy a megoldásban minden hang, megjelenés stb. által adódó segítséget kiküszöböljön. Tegyük fel, hogy az egyik gép kezelője minden kérdést feltehet a másinak, amit csak óhajt, és a másinak megfelelő válaszokat kell adnia. Ha e beszélgetést néhány órán vagy napon át folytatják, és a kérdező nem tudja megmondani, hogy távgépíró ismerőse ember-e vagy tisztán mechanika, aligha tagadhatja, hogy ő — illetve az — képes a

gondolkodásra. Az olyan elektronikus agy, amely ezt a próbát kiállta, bizonyára intelligens valaminek tekinthető. Aki másképp érvelne, csupán azt bizonyítaná, hogy kevésbé intelligens, mint a gép. Nem létező hajszálat hasogatna, mint az a tudós, aki szerint az *Odüsszeia* nem Homérosz műve, hanem másvalakié ugyanezen név alatt.

Még mindig évtizedekre — de már nem évszázadokra — vagyunk ilyen gépek építésétől, és bizonyosak vagyunk benne, hogy elvégezhető. Ha Turing kísérletét sohasem hajtják végre, csak azért lesz, mert a jövő intelligens gépei okosabb dolgokat is tudnak kezdeni az idejünkkel, mint az emberrel folytatott terjengős társalgás. Sokszor beszélek a kutyámhoz, de sohasem beszélgetek vele hosszabb ideig.

Az a tény, hogy a mai nagy számítógépek még mindig csak nagy sebességű „hülyegyerek”, amelyek a gondosan beléjük programozott utasítások hatáskörén túlmenően semmiféle cselekvésre nem képesek, sok emberből a biztonság hamis érzetét váltja ki. Semmiféle gép, így érvelnek, nem lehet intelligensebb, mint készítői — vagyis azok az emberek, akik tervezték és funkcióit kitervelték. Milliószer gyorsabban működhet, de ez egyáltalában nem tartozik a tárgyhoz. Bármilyen, amit az elektronikus agy megtehet, nem haladhatja meg az emberi agy cselekvési körét, ha az utóbbinak elég idő és türelem áll rendelkezésére. Mindenekfölött pedig semmiféle gép tulajdonságai között nem szerepelhet az eredetiség, amelyet mi előszeretettel sorolunk az „emberiek” közé.

Az érvelés egészen félrevezető. De még ha igaz lenne, sem nyújthatna vigaszt, ahogy dr. Norbert Wiener megjegyzéseit figyelmesen olvasva, láthatjuk: „Ez a beállítottság (az a feltevés, hogy a gépek semmilyen fokon sem lehetnek eredetiek), véleményem szerint teljesen elfogadhatatlan ... Feltételezésem szerint a gépek túlmehetnek és túl is mennek tervezőik bizonyos korlátain ... Lehet, hogy elvileg lehetetlen olyan gépet létrehozni, hogy viselkedésének elemeit előbb vagy utóbb ne tudjuk megérteni. De ez semmiképpen nem jelenti azt, hogy működését rövid idő alatt megérthetjük, sőt még azt sem, hogy néhány éven vagy generáción belül ... Ez csupán annyit jelent, hogy bár elméletben ezek a gépek az emberi megítélés tárgyai maradnak, ez a megítélés hosszú távon haszontalanná válhat.

Más szavakkal, még az embernél *kevésbé* intelligens gépek is kicsúszhatnak ellenőrzésünk alól pusztán azzal, hogy gyorsak. És csakugyan, minden ok megvan annak a feltételezésére, hogy a gépek sokkal intelligensebbekké válnak majd, mint építőik, ugyanúgy, ahogy hasonlíthatatlanul gyorsabbak lettek.

Még mindig van néhány szaktekintély, aki visszautasítja, hogy gépekkel kapcsolatban bármilyen fokú intelligenciát elismerjen akár most, akár a jövőben. Ez a beállítottság meglepően hasonlít ahhoz, amelyet a tizenkilencedik század elejének vegyészei tanúsítottak. Azt tudták, hogy minden élő szervezet néhány közös elemből épül fel — főként szénből, hidrogénből, oxigénből és nitrogénből —, de szilárdan hitték, hogy az élő

anyag nem állhat „csak” kémiai anyagból. Kell lennie valami más alkotórésznek — valami lényegnek vagy életerőnek, ami örökre ismeretlen marad az ember előtt. Egy vegyésznek sem sikerült addig szénből, hidrogénből stb. összeállítania egyetlen olyan szubsztanciát sem, amelyen az élet alapult. Áthághatatlan korlát volt a „szervetlen” és „szerves” kémia között.

A *misztikumot* Wöhler rombolta le 1828-ban, amikor karbamidot sikerült szintetikusán előállítania, és semmiféle különbséget nem észlelt a szervezetben, illetőleg a retorta belsejében végbemenő kémiai reakciók között. Ez rettenetesen megrázta azokat a kegyes lelkeket, akik az emberi megértés vagy utánzás számára mindig elérhetetlennek hitték az élet mechanizmusát. Sok embert ugyanígy megrendít az a gondolat, hogy gépek gondolkozhatnak, de a helyzettel kapcsolatos nemtetszésük egy cseppet sem változtatja meg azt.

Mivel most nem szándéksom a számítógépek tervezéséről értekezni, nyilván nem várják tőlem, hogy kifejtsem, mi a módja a gondolkodó gép építésének. Annyi tény, kétséges, hogy valaha is képes lesz-e ember ezt a feladatot megoldani, de rámutathatunk a *h. sapienstől* a *m. sapienshez* vezető események menetére. Az első két vagy három lépést már megtették ezen az úton. Léteznek gépek, amelyek a tapasztalatból tanulni tudnak, okulva hibáikból — és az emberekkel ellentétben — sohasem ismétlik őket. Olyan gépeket építettek, amelyek nem ülnek passzívan várva az utasításokat, hanem felfedezik a világot maguk körül, olyanféleképpen, amit csak kíváncsiságnak nevezhetünk. Mások matematikai vagy logikai tételekre keresnek bizonyítást, és néha olyan meglepő megoldásokkal állnak elő, amelyek alkotóikban sohasem merültek fel.

Az eredeti intelligenciának ezek a halvány felvillanásai ma még csak néhány laboratóriumi modellre korlátozódnak, és az óriási számítógépekből teljességgel hiányoznak, amelyeket egyébként bárki megépíthet, ha történetesen nélkülözni tud néhány százezer fontot. De a gépi intelligencia növekedni fog, és rögvest hozzálát, hogy az emberi gondolat határain túlra barangoljon, amint a számítógépek második generációja megjelenik — az, amelyet már nem az ember tervez, hanem a másik, „majdnem intelligens” számítógép. És nemcsak tervezi, hanem meg is építi — mert túlságosan is sok alkatrésze lesz kéznél.

Az is lehetséges, hogy az első valódi gondolkodó gépek *nőni* fognak, és nem konstrukciós termékek lesznek. Néhány nyers, de nagyon ösztönző kísérletet végeztek már ezen a vonalon is. Építettek néhány mesterséges szervezetet, amelyek képesek arra, hogy a változó körülményekhez alkalmazkodva újra huzalozzák magukat. Ezen túlmenően, ott van annak a számítógépnek a lehetősége, amely induláskor aránylag egyszerű, különleges célra programozott, és saját áramköröit konstruálva, keresi a megoldást, talán úgy, hogy gondolatmenet-áramköröket növeszt egy vezetőközegeben. Lehet, hogy az ilyen növesztés nem több mint annak a folyamatnak a mechanikai megfelelője, amelyen létünk első kilenc hónapjában mindnyájan átmegyünk.

Az intelligens gépekkel kapcsolatos minden töprengésünket elkerülhetetlenül

az emberi aggyal kapcsolatos tudásunk kondicionálja — sőt ihleti —, amely jelenleg az egyetlen gondolkozó szerkezet a piacon. Persze, senki sem tart igényt rá, hogy az agy teljes működését megértse, vagy azt várja, hogy ilyen tudásra belátható jövőn belül szert tehetünk. (Szép kis filozófiai kérdés, hogy vajon az agy, csupán elvben, képes lehet-e valaha is arra, hogy saját magát megértse.) De eleget tudunk fizikai szerkezetéről ahhoz, hogy az „agyak” korlátairól sok következtetést levonhassunk — legyenek szervesek vagy szervetlenek.

Közelítőleg 10 milliárd külön kapcsoló — neuron — van agyunkban, a koponyánk belsejében, amelyek elképzelhetetlenül bonyolult áramkörti kapcsolatban vannak egymással. A tízmilliárd akkora szám, hogy mostanáig ezzel érveltek a mechanikai intelligencia elérhetősége ellen. Mintegy tíz évvel ezelőtt egy híres neurofiziológus azt állította (amit az agy felsőbbségének szószólói még mindig valami védő varázsigeeként használnak), hogy az emberi agy elektronikus modelljének akkorának kellene lennie, mint az Empire State Building, és a Niagara vízesésre lenne szükség a hűtéséhez, ha üzemben lenne.

Ezt ugyanolyan érdekes állításnak kell tekintenünk, mint azt, hogy „semmiféle, levegőnél nehezebb gép nem lesz képes repülni.” Mert ezt a számítást még az elektroncső (emlékeznek még rá?) napjaiban végezték, és a tranzisztor máris teljesen megváltoztatta a képet. És a tranzisztor magát is — ilyen a technikai fejlődés tempója ma — helyettesítik még kisebb és gyorsabb szerkezetek, amelyek a kvantumfizika alig értett elvein működnek. Ha a probléma csupán a térbeli elhelyezésben volna, a mai elektronika már lehetővé tenné, hogy egy, az emberi aggyal egyenértékű bonyolult számítógépet az Empire State Building egyetlen emeletére becsomagoljunk.

A gyötrelmes újrafölbecslés közjátéka: nehéz munka a tudománnyal lépést tartani, és mióta az utolsó fejezetet megírtam, a Marquardt Corporation Csillagászati Osztálya bejelentett egy új emlékezőberendezést, amely egy hat láb élű kockában *minden információt, amelyet az utóbbi 10 000 évben rögzítettek*, tárolni tudna. Ez azt jelenti, természetesen, hogy nemcsak minden könyv anyagát, amit valaha nyomtattak, hanem *mindent*, amit *bármilyen* nyelven papírra, papiruszra, pergamenre vagy kőre valaha leírtak. Ez az emberi agy kapacitásának temérdek milliószorosa, és bár a memória pusztá gondolatátárolása és az alkotó gondolkodás között hatalmas szakadék van — a Library of Congress sohasem írt könyvet —, láthatjuk, hogy óriási teljesítményű mechanikus agyagnak egészen kis fizikai mérete lehet.

Ez a tény senkit sem lep meg, aki még emlékszik rá, hogyan zsugorodott össze a rádió a harmincas évek ormóttan kirakati modelljéből a mai mellényzsebméretű (sőt még sokkal kisebb) tranzisztoros készülékké. És maga az összezsugorodás egyre jobban tért hódít. Akkora rádióvevőket építettek, mint egy kockacukor. Nemsokára már nem kockacukor-, hanem búzaszemméretűek lesznek, mert a mikrominiatürizálás szakembereinek jelszava ez: „Ha látható, túl nagy.”

Csak, hogy bebizonyítsam, hogy nem túlzok, íme, néhány statisztikai adat, amit felhasználhatnak a hi-fi legközelebbi megszállottja ellen, ha bemutatót tart faltól falig érő berendezésével. Az 1950-es években a villamosmérnökök megtanultak 100 000 alkatrészt berakni egy köblábnyi térfogatba. (Hogy az összehasonlításhoz alapot adjunk, egy jó minőségű hi-fi berendezésben kétháromszáz, egy műsorvevőben kb. száz alkatrész van.) A 60-as évek elején az elérhető szám köblábanként egymillió körül volt; 1970-re pedig, ha a mikroszkópmérnökök mai kísérleti technikája megkezdte bosszúját, a 100 000 000-t is elérheti.

Bármilyen fantasztikus legyen is ez az utolsó adat, az emberi agy ezerszeresen felülmúlja, mert 10 milliárd neuron fér el egy köblábnyi térfogat *tizedrészében*. És bár a kicsinység nem szükségképpen erény, még ez sincs okvetlenül az elérhető tömörség határának közelében. Mert az agyunkat alkotó sejtek lassúak, ormótlanak és pazarolják az energiát — azokhoz az atomoknál alig nagyobb számítógépelemekhez hasonlítva, amelyeknek megvan az elméleti lehetőségük. Neumann János egy ízben kiszámította, hogy az elektronikus sejtek tízmilliárdszor jobb hatásfokúak lennének, mint a protoplazma. Máris milliószor gyorsabban működnek, és a sebességet gyakran fel lehet áldozni a méretért. Ha ezeket a gondolatokat végső következményükig követjük, kiderül, hogy az emberi agy teljesítményével egyenértékű számítógépnek nem kell nagyobbnak lennie, mint egy gyufaskatulya.

Ez a kissé megrázó gondolat érthetőbbé válik, ha egy kritikai pillantást vetünk mérnöki szemmel a húsrá, vérré és csontra. Minden élőlény csodálatos, de tartsuk meg arányérzékünket. Az élettel kapcsolatosan talán a legcsodálatosabb dolog az, hogy egyáltalán van, annak ellenére, hogy ilyen rendkívüli anyagokat kell használnia, és problémáival ilyen kerülő utakon kell megbirkóznia.

Mint mindezek tökéletes példáját, nézzük a szemet. Tegyük fel, hogy *Önök* kapják azt a feladatot, hogy fényképezőgépet tervezzenek — természetesen, olyat, mint a szem — *teljes egészében víz és kocsonya felhasználásával*, anélkül, hogy egyetlen üveg-, fém- vagy plasztikszilánkot felhasználhatnának. Nyilvánvaló, hogy megoldhatatlan ...

Teljesen igazuk van: a mutatvány nem megy. A szem fejlődési csoda, de fényképezőgépnek gyenge. Be is bizonyíthatjuk, míg a következő mondatot olvassák.

Itt van egy közepes hosszúságú szó: fényképezés. Csukjuk be egyik szemünket, és a másikkal nézzünk mereven — ismétlem, *mereven* — a középső „é” betűre. Meglepetten fedezhetjük fel, hogy — hacsak nem csaltunk tekintetünk irányának változtatásával — nem látjuk az egész szót tisztán. Jobbra-balra eltűnik három vagy négy betű.

Semmiféle fényképezőgép, még a legolcsóbb sem ilyen gyenge minőségű optikai szempontból. Az emberi szemmel a színes látást illetően sem nagyon büszkélkedhetünk: csak egészen keskeny spektrumtartományban dolgozik. A

vörösön inneni és ibolyántúli sugarak számára, amelyeket a méhek és rovarok jól látnak, teljesen vak.

Nem vagyunk tudatában ezeknek a korlátoknak, mert ebben nőttünk fel, de ha megszűnnének, az agy teljesen képtelen lenne a tetemesen megnőtt információáradattal elbánni. De ne nézzük erénynek azt, ami szükségszerű: ha szemünk akár a legolcsóbb miniatűr fényképezőgép optikai tulajdonságaival rendelkeznek, elképzelhetetlenül gazdagabb és színesebb világban élénk.

E defektusok oka, hogy precíziós tudományos eszközök egyszerűen nem állíthatók elő élő anyagból. A szemmel, füllel, orral — minden érzékszervünkkel — a fejlődés igazán hihetetlen munkát végzett, fantasztikus furcsaságok ellenére. De ezek nem lehetnek elég megfelelőek a jövőben, sőt már a jelenben sem elég jók.

Van néhány olyan nem létező érzet, amellyel élőlények valószínűleg sohasem fognak rendelkezni, és amelyekre sürgős szükségünk van. Ezen a bolygón legjobb tudásunk szerint semmiféle lény nem fejlesztett ki rádióhullámokat vagy radioaktivitást érzékelő szerveket. Noha nem szeretném törvényként kimondani, hogy sehol a világegyetemben nem léteznek szerves Geiger-számlálók vagy élő tv-vevők, mindenesetre nagyon valószínűtlennek gondolom. Vannak olyan feladatok, amelyeket csak elektroncsövekkel vagy mágneses térrel, vagy elektronsugárral lehet elvégeztetni, és ezért túlvannak a tisztán organikus szervezet képességein.

Van más alapvető oka is, amiért az élő gépezetek, mint önök vagy én, nem remélhetjük, hogy versenyre kelhetünk a nem élőkkal. Gyatra anyagunktól eltekintve, az egyik legkínosabb műszaki adat miatt igen hátrányos helyzetben vagyunk. Mít lehet olyan géptől elvárni, amelynek a gyártási folyamat során néhány milliárdszorosára meg kell nőnie — és amelyet teljesen és folyamatosan újjá kell építeni molekuláról molekulára, minden pár hétben? Ez történik velünk: ma nem vagyunk azok, akik a múlt évben voltunk, a kifejezés legszószerintibb értelmében.

A test fenntartásához szükséges energia és erőfeszítés legnagyobbbrészt annak örökös lebontására és újjáépítésére használdik el — egy minden néhány hétben megismétlődő folyamatban. Az olyan városok, mint London vagy New York, amelyek az embernél sokkal egyszerűbb építmények, csak százszorosan több idő alatt tudják újjáépíteni magukat. Ha az ember megpróbálja elképzelni a test építési vállalkozóinak és közműtársaságainak miriádjait, amelyek az artériákat, idegeket sőt még a csontokat is szétszaggatják, megdöbbenő, hogy a gondolkodás műveletére marad egyáltalán energia.

Tökéletesen tisztában vagyok vele, hogy a most emlegetett „korlátozások” és „defektusok” egyáltalán nem is veendő komolyan, ha más szemszögből nézzük. Az élőlények, természetükből fakadóan, fejlődni tudnak az egyszerűtől a bonyolult szervezetek felé. Lehet, hogy ez az egyetlen út, amelyen az intelligencia kialakulhat, mert kissé nehéz lenne elképzelni, hogyan fejleszthetne ki egy élettelen bolygó fémérceiből és ásványi lerakódásaiból

közvetlenül, segítség nélküli erőfeszítéseivel saját elektronikus számítógépeket.

Noha intelligencia csak életből támadhat, ezen később túladhat. Talán egy későbbi fokon, ahogy a misztikusok emlegették, még az anyagon is. De ezzel már olyan birodalmakba tévedünk, amelyeket a magamfajta képzeletszegény teremtesnek jobb elkerülni.

Az élőlények egyik gyakran hangsúlyozott előnye, hogy önorvoslók, és könnyedén reprodukálják saját magukat — sőt, lelkesen. A gépekkel szemben ez a felsőbbrendűség rövid életű lesz. Az önjavító és önreprodukáló gépek szerkesztésének alapjául szolgáló általános elveket már kidolgozták. Véletlenségből van valami ironikusan sajátos abban a tényben, hogy A. M. Turing, a ragyogó matematikus, aki ennek a területnek úttörője volt, és először mutatott rá arra, hogy lehet gondolkodó gépeket építeni, első eredményeinek nyilvánosságra hozatala után pár évvel agyonlőtte magát. Nehéz ebből le nem vonni a tanulságot.

A legnagyobb, egyetlen ösztönzés a mechanikus intelligencia fejlődésére az úr hívása. A világegyetemnek csak elenyészően kicsiny töredéke közvetlenül hozzáférhető az emberiség számára, abban az értelemben, hogy ott élhessen, dolgozott védelem vagy mechanikai segítőeszközök nélkül. Még ha nagylelkűen fel is tesszük, hogy az emberiség számára használható *Lebensraum* — a tengerszinttől hárommérföldnyi magasságra kiterjed a teljes Föld felett, egészében félmilliárd köbmérföld adódik. Első látásra ez megkapó adat, különösen, ha meggondoljuk, hogy a teljes emberiséget be lehetne csomagolni egyetlen egymérföldes kockába. De ez semmi a nagy „V”-vel írt Világűrhez képest. Jelenlegi teleszkópjaink, amelyek még bizonyára nem jelentik a határt a témában, egy millió-millió-millió-millió-millió-millió-millió-millió-millió-millió-szorosan nagyobb térrészt fognak be.

Igaz, hogy egy ekkora szám aligha fogható fel, mégis megtölthetjük eleven tartalommal. Ha az ismert világ-mindenséget a Föld méretére zsugorítanánk, akkor az a hányada, amiben *mi* élni tudunk úrruhák és nyomáskamrák nélkül, körülbelül akkora lenne, mint egy atom.

Igaz, hogy egyszer elindulunk felfedezni és meghódítani ennek a Földmértű térrésznek sok más atomját, de ijesztő műszaki nehézségek árán, mert energiánk legnagyobb részét törekeny és érzékeny testünk védelmére kell fordítanunk a szélsőséges hőmérséklet, nyomás vagy gravitáció ellen, amit az űrben vagy más világokban találunk. A gépek nagyon tág határok között érzéketlenek az ilyen szélsőségekkel szemben. Sőt, még ennél is fontosabb, hogy türelmesen várakozhatnak éveken és évszázadokon át, amíg a világegyetem távoli övezetibe utazhatnak.

Az ilyen magunkfajta hús és vér lények az űrnek csak végtelen kis töredékét kutathatják fel, és csak ezen uralkodhatnak, csupán fém- és plasztiklények hódíthatják meg igazán a világot, minthogy valójában már el is kezdték. Rangereink és Prospectoraink parányi agya csak utalás arra a mechanikus intelligenciára, amely egy szép napon útnak ered a csillagok felé.

Lehet, hogy csak az űrben, nehezebb és bonyolultabb körülmények között, mint ami bolygónkon egyáltalán előfordulhat, érheti el az intelligencia legteljesebb állapotát. Mint más tulajdonságok, az intelligencia is harcban és konfliktusokban fejlődik. A jövőben talán a tökfek a nyugodt Földön maradnak, és az igazi géniusz a világűrben bontakozik ki — a gépek, nem pedig a hús és vér birodalmában.

Megkapó párhuzamot már láttunk ezen a bolygón. Néhány millió évvel ezelőtt az emlősök legintelligensebbike visszahúzódott a szárazföldi harc elől, és visszatért ősi otthonába, a tengerbe. Még ma is ott van, nagyobb kiterjedésű és talán hatalmasabb aggyal, mint a miénk. De (amennyire tudjuk) nem használja: a tenger állandó viszonyai nem kívánják meg az intelligenciát. A delfinek és bálnák, akik velünk egyenrangúak lehetnének, sőt talán fölöttünk állók is, ha a szárazföldön maradnak, most együgyű és ártatlan eksztázisban száguldoznak a többi tengeri szörny mellett, amelyek tizenhat megatonnányi halált hordoznak. Lehet, hogy ők választottak jól és nem mi; de ma már túlságosan késő lenne csatlakoznunk hozzájuk.

Ha már eddig követtek, a koponyájukban levő protoplazma-számítógépet tessék beprogramozni annak a gondolatnak az elfogadására — legalábbis az érvelés kedvéért —, hogy gépeink mind intelligensebbek, mind pedig sokoldalúbbak lehetnek, mint az ember, és pedig könnyen lehet, hogy már a közeli jövőben. Tehát ideje felvetni a kérdést: „Mi lesz ezek után az emberrel?”

Az a gyanúm, hogy ez a kérdés nem is túlzottan nagy fontosságú — másoknak, mint az embernek, természetesen. Talán a neandervölgyi ősök keltettek hasonló panaszos lármát, úgy i. e. 100 000-ben, mikor a *homo sapiens* megjelent a színen, csúnya meredek homlokával és nevetségesen előreugró állával. Minden paleolitbeli filozófus, aki kollégáinak helyes magyarázatot adott, valószínűleg a főzőüstben fejezte be életét. Kész vagyok vállalni a kockázatot.

A gyors válasz talán inkább vidám, mint lehangoló. Lehet, hogy rövid Aranykor következik, amikor az ember megdicsőül hatalmában, és versenyre kél új partnerével. Ha a háborúval nem számolunk, e kor közvetlenül előttünk van. Mint dr. Simon Ramo mondta mostanában: „Az emberi értelemnek az elektronikán keresztül való kiterjesztése lesz legnagyobb hódításunk egy évtizeden belül.” Ez kétséget kizáróan igaz, ha meggondoljuk, hogy kicsivel később a „kiterjesztés” szó talán helyettesíthető lesz a „kioltás” szóval.

Az egyik lehetőség, amelyben a gondolkodó gépek segíthetnek bennünket, az, hogy átveszik az élet alacsonyabb rendű problémáit, és ezzel felszabadítják az emberi agyat, hogy magasabb rendű dolgokkal foglalkozhassék. (Nem mintha garantálni lehetne, hogy ez így is lesz.) Néhány generáción keresztül talán minden ember elektronikus társsal fogja járni életét, amely esetleg nem is lesz nagyobb, mint a mai tranzisztoros rádiók. Vele együtt „nő fel” a gyermekkorból, megtanulja szokásait, üzleti ügyeit, átvéve a kisebb napi munkákat, mint a rutinlevelezés, jövedelemadó-bevallás és egyéb

kötelezettségek. Alkalmanként még gazdája helyét is átvehetné, megtartva olyan megbeszéléseket, amelyeket ő szeretne megúszni, és aztán visszaadva olyan részletességgel, ahogy csak kívánja. Helyettesíthetné a telefonnál, olyan tökéletesen, hogy senki sem tudná megmondani, vajon az ember beszél-e, vagy a gép. Egy évszázad múlva Turing „játéka” társadalmi életünk szerves része lehet, olyan bonyodalmakkal és lehetőségekkel, amelyek kidolgozását képzeletükre bízom.

Emlékezhetnek a moziból a *Forbidden Planetből* (Tiltott bolygó) Robbie-ra a pompás robotra. (Ama három vagy négy eddig készült film egyike, amelyre a tudományos fantasztikumok iránt érdeklődők pirulás nélkül hivatkozhatnak. Az a tény, hogy a cselekmény Shakespeare-től származik, okvetlenül segített.) Teljes komolysággal elismerem, hogy Robbie legtöbb képessége — a jobban ismert alak, Jeeves tulajdonságaival együtt — egyszer egy bizonyos elektronikus társalkodó-titkár-inasfélében egyesül majd. Sokkal kisebb és kedvesebb lesz majd, mint azok a sétáló gramofonautomaták vagy mechanizált páncélöltözetek, amiket Hollywood talál tipikus képzelethiánnyal, amikor egy robotot akar megszemélyesíteni. Rendkívül tehetséges lesz, gyorsan kioldó kapcsolókkal, ami lehetővé teszi, hogy az érzékszervek és végtagok szinte korlátlan változatához kapcsolódják. Valójában egy bizonyos fajta általános rendeltetésű, testetlen intelligencia lenne, amely bevetheti magát tetszőleges különleges alkalmakkor, bármilyen eszközre volna szükség. Olykor talán mikrofonokat, villanyírógépeket vagy tv-kamerát fog használni, máskor gépkocsit vagy repülőgépeket — vagy emberi és állati testeket.

És talán eljött az ideje annak is, hogy szembe kell néznünk egy sokak előtt még annál is borzalmasabb gondolattal, hogy a gépek helyettesíthetnek bennünket, vagy fölénk kerekedhetnek. Ezt a gondolatot már az előbbi fejezetben említettük, és ez az, hogy kombinálódhatnak velünk.

Nem tudom, ki gondolt erre először, valószínűleg a fizikus J. D. Bernal, aki 1929-ben jelentetett meg egy tudományos jóslásokkal foglalkozó rendkívüli könyvet *The World, the Flesh and the Devil* (A világ, a hús és az ördög) címen. E vékony és réges-régen kifogyott könyvben (néha kíváncsi vagyok, hogy a Királyi Társaság hatvanéves tagja mit gondol ma ifjúkori indiszkréciójáról, ha egyáltalán emlékszik rá) Bernal megállapítja, hogy az emberi test számos korlátoztságán csakis mechanikai megerősítéssel vagy helyettesítéssel kerekedhetünk felül — míg végül is minden, ami az ember eredeti szerves testéből megmarad, az agy.

Ez az elgondolás ma sokkal plauzibilisabb, mint amikor Bernal előállt vele, mert az utolsó néhány évtizedben láttuk a mechanikus szívek, vesék, tüdők és más szervek fejlődését és azt a tényt, hogy elektronikus berendezések közvetlenül bekapcsolhatók az emberi idegrendszerbe.

Ezt a témát Olaf Stapledon dolgozta ki csodálatos jövőben lejátszódó történetében, a *Last and First Menben* (Első és utolsó emberek — *a ford.*), elképzelve a halhatatlan „óriás agyak” korát, amelyek átmérője sok yardnyi,

méhsejt alakú cellákban élnek a szivattyúk és vegyi üzemek tartják őket életben. Tökéletesen mozdulatlanok ugyan, érzékelő szerveik mégis ott lehetnek, ahol csak kívánják, tudatközpontjuk — vagy öntudatuk, ha úgy tetszik — szintén bárhol lehet a Földön vagy a fölötte levő űrben. Ez olyan fontos adottság, amelyet mi — akik agyunkat ugyanabban a törekeny szerkezetben hordjuk, mint szemünket, fülünket és más érzékszervünket, gyakran tragikus eredménnyel — lehet, hogy nem méltányolunk eléggé. Ha a hírközlés tökéletes, a helyhez kötött agy nem hátrány, hanem ennek éppen az ellenkezője. Mostani agyunk, csontfalai közé tökéletesen bebörtönözve, a külvilággal a központi idegrendszer telefonhuzalain át közlekedik — e drótok hossza néhány hüvelyk töredékétől néhány lábíg változhat. *Sosem vennénk észre a különbséget, ha ezek a „drótok” netán száz- vagy ezer-mérföldnyi hosszúak lennének, vagy mozgó rádióvégtagok is tartoznának hozzánk, és agyunk sohasem változtatna helyet.*

Primitív formában — de amely mégis pontosan sejteti a jövőt — máris kiterjesztettük látó és tapintó érzékelésünket. Azoknál az embereknél, akik rádióizotópokkal dolgoznak távolról vezérelt mechanikus ujjak segítségével, és a jelenségeket televízión keresztül figyelik, részlegesen elkülönül az agy az érzékelő szervektől. Maguk egy adott helyen vannak, eszük a valóságban máshol.

Mostanában a „Cyborg” (cybernetic organism = kibernetikai szervezet) szót alkották olyan típusú gép-állatok leírására, mint amiről az imént beszéltünk. Manfred Clynes és Nathan Kline, a New York Orangeburg-i Rockland State Hospital orvosai, akik e nevet kitalálták, a Cyborgot az alábbi pezsdtítő szavakkal definiálják: „Exogenálisan kibővített organizációs komplexum, amely úgy funkcionál, mint homeosztatisztikus rendszer”. Lefordítva ez olyan testet jelent, amelyhez gép kapcsolódik, vagy akár bele is van építve, hogy bizonyos funkcióit átvegye vagy módosítsa.

Azt hiszem, egy vastüdőben levő embert Cyborgnak kellene neveznünk, de a fogalom alkalmazási köre ennél sokkal tágabb. Talán egyszer majd ideiglenes egységgé is összeépülhetünk elegendően furfangos gépekkel, s ily módon nemcsak ellenőrizhetünk egy-egy űrhajót, tengeralattjárót vagy tv-hálózatot, hanem *azonosulhatunk* is vele. És ettől sokkal többet kapunk, mint pusztán intellektuális elégtételt. Az az izgalom, amit egy versenyautó vagy repülőgép vezetéskor érzünk, talán csak sápadt árnyéka annak a másik izgalomnak, amelyet úkunokáink ismernek majd, amikor az individuális emberi tudat gépről gépre tetszése szerint szabadon kószál, minden tengeren, égen és űrön túl.

De meddig tart ez a társas viszony? Lehet az ember és gép szintézise örökké stabil, vagy a csak szerves komponens akkora hátráltatást jelent majd, hogy meg kell szabadulni tőle? Ha ez végül bekövetkezik — és már bemutattam annak jó okait, hogy ennek meg kell lennie —, nincs min sajnálkoznunk, és bizonyára nincs mitől félnünk sem.

Az a népszerű hiedelem, amelyet a tréfás képregények és a tudományos

fantasztikus művek olcsóbb változatai táplálnak, hogy az intelligens gépek rosszindulatú lények, amelyek az emberrel szemben ellenségesek, olyan képtelenség, hogy alig érdemes szót vesztegetni a visszautasítására. Sőt, kedvem volna azt bizonygatni, hogy csakis unintelligens gépek lehetnek rosszindulatúak. Aki próbált már csökönyös csónakmotort begyűjtani, valószínűleg egyetért velem. Akik a gépeket úgy festik, mint aktív ellenséget, csupán saját agresszív ösztöneiket vetítik ki, még a dzsungelből örökítve át olyan világba, amelyben ilyesmi nem létezik. Mennél magasabb az intelligencia, annál nagyobb fokú együttműködésre lehet számítani. Ha valaha emberek és gépek között háborúra kerül sor, könnyű kitalálni, ki fogja kezdeményezni.

De akármilyen barátságosak és segítőkészek legyenek is a jövő gépei, a legtöbb ember meglehetősen sivárnak érzi azt a kilátást, hogy az emberiség mint agyondédelgetett különleges faj végezze életét egy biológiai múzeumban — még akkor is, ha ez a múzeum az egész Föld. De ezzel a magatartással képtelen vagyok egyetérteni.

Semmiféle egyed nem él örökké, miért várnánk, hogy éppen a mi fajunk legyen halhatatlan. Az ember, mondja Nietzsche, összekötő szál az állat és az emberfölötti között — szál az idő végtelen szakadéka fölött. Ez olyan nemes cél, amelyet érdemes szolgálni.

XIX. FEJEZET

A HOSSZÚ FÉLHOMÁLY

Az előző fejezetekre visszatekintve tisztában vagyok azzal, hogy számos következetlenség és néhány mulasztás is terhel. De mint a bevezetésben már bemutatkoztam, megátalkodott bűnös vagyok. Miközben egymással versengő vagy éppen ellentmondó lehetőségeket igyekeztem felderíteni, megpróbáltam minden esetben a gondolatmenet végéig eljutni. Ez olykor az ember múlt és jövő eredményeiért érzett büszkeséghez vezetett — másszor ahhoz a meggyőződéshez, hogy a fejlődés történetében csak egy nagyon korai fázist képviselünk, és elmúlásra rendelttünk, anélkül, hogy nagyobb nyomot hagynánk a világegyetemben. Minden olvasó maga választja meg álláspontját ebben a kérdésben, de bármilyen szempontot képviseljen is, ajánlatos a visszavonuláshoz szabad utat biztosítani.

Ami a mulasztásokat illeti, némelyek oka bennem levő érdeklődés őszinte hiánya, egyéb mulasztásoknál talán az, hogy nincs meg a szükséges felkészültségem a tárgyalásukhoz. Ez utóbbi ok miatt nem fejtettem ki az orvosi és biológiai témákat részletesebben. Könnyen lehetséges, hogy sok jövőendő eredmény, érzékelés, adatfeldolgozás és gyártás inkább élő- vagy kvázi-élőlényeken alapszik majd, mint szervetlen berendezéseken. A természet annyi csodálatos mechanizmust szolgáltat ingyen, hogy oktalanság lenne ezeket a végsőkig kihasználatlanul hagyni. Kevés kétségem van afelől, hogy leszármazottaink sok intelligens állatot fognak használni olyan munkák elvégzésére, amelyeket csak nagyon költséges és furfangos robotok tudnának elvégezni.

Ezzel kapcsolatban beszélhettem volna azokról a kísérletekről, amelyeket dr. Lilly és mások végeznek mostanában a delfínekkel való kapcsolatteremtésre. Még többet beszélhettem volna annak lehetőségéről, hogy rádió vagy lézersugár (koherens fény) segítségével kapcsolatba kerülünk Földön kívüli intelligens lényekkel. E célok egyikét vagy másikat előbb-utóbb elérjük, de mindegyik olyan végtelen távlatokat nyit fel előttünk, hogy ezeken töprengeni meddő dolog. Nincsenek határjelző cölöpök errefelé, hogy mutassák, hol van a tudomány és fantázia közötti határ.

Ami a hírközlést illeti, beszélhettem volna az emberek közötti közlekedés sürgető problémájáról is. A számítógépekkel kapcsolatos „gépi nyelv” fejlődése kétségtelenül komoly visszahatással lesz a nyelvészetre is. Néhány tudós máris megpróbált olyan logikai nyelvet kifejleszteni, amely nem szenved az összes meglevő nyelvben fennálló kétértelműségekben és hiányosságokban. Ez a próbálkozás sokkal becsvágyóbb, mint egy másik eszperantó vagy más nemzetközi nyelv kiigazítása, mert ez a gondolat legmélyebb alapjáig megy vissza. Bár nem hinném, hogy a logikai nyelv olyan valami, amelyben költészetet vagy szerelmes leveleket lehetne írni, fejlődését mégis szívesen látnánk. Talán a jövőben két nyelv lesz — egy a gondolkodásra, és egy másik az érzelmek kifejezésére. A második lehet, hogy az emberi faj sajátja lesz, de az első univerzális alkalmazásra találhat.

Az időjárás-szabályozás, végül pedig a klímaszabályozás megint olyasmi, amiről meglehetősen hosszan lehetett volna írni. Eltekintve nyilvánvaló földi fontosságától, ez vezet majd végül is ahhoz, amit „planetáris mérnöki tudománynak” neveznek — más égitestek éghajlatának nagyobb méretekben való megváltoztatásához a lakhatóvá tételük érdekében. Szép, nagyobb lélegzetű feladat lehet a csillagászok részére ilyesmit felkutatni máshol a világegyetemben. A múltban is volt már, kisebb méretekben; a „Mars-csatornákról” folytatott, még mindig eldöntetlen vita ezt bizonyítja.

Szimmetrikus vagy rendezett szerkezetek bizonyos típusai, az energiafelszabadítás bizonyos fajtái oly különösek, hogy intelligens eredetre utalnak. Ha néhány megatonnával egyenértékű energia néhány mérföld átmérőjű körzetben jelenik meg, származhat egy vulkánból is. De ha pontszerű

forrásként jelenik meg, csak bomba lehet.

A rádiócsillagászok éppen mostanában fedeztek fel néhány, a legnagyobb mértékben rendkívüli jelenséget más galaxisokban. Például a Szűz A (Messier 87) magjából egy nagyon fényes sugár nyúlik ki, olyan, mint egy száz fényévnyi hosszúságú fénysugár. Ami ezzel a sugárral kapcsolatban olyan különös, az a benne levő energiasűrűség — talán szupernóvák millióival vagy billiónyi közönséges csillaggal egyenértékű. Ennek a sugárnak a táplálására körülbelül száz nap tömegének megfelelő energia lenne szükséges.

Ez a tény az ismert természeti folyamatok fogalmaival teljesen megmagyarázhatatlan; olyasmi, mintha a H-bombát egy gejzírhez hasonlítanánk. Megvan a lehetőség rá, hogy *van* valamilyen még fel nem fedezett természetes magyarázata, de nagy a kísértés, hogy más megoldáson gondolkozunk. Ha van rá elég idő, észlények akkora hatalomra tehetnek szert, hogy nem csupán bolygókat vagy napokat, hanem akár galaxisokat is befolyásolhatnak. Ha az M 87-ről származó sugár mesterséges, mi a célja? Talán egy kísérlet az intergalaktikus térben való jeladásra? Kozmikus mérnökök egyik eszköze? Fegyver? Vagy megfoghatatlan vallások és filozófiák mellékterméke — mint a mi bolygónkon a Nagy Piramis, egy ma már teljesen idegen mentalitás gigászi szimbóluma?

Az ilyen tervekhez hatalmas korszakokra van szükség, kultúrák folytonos láncolatára, olyan méretekben, amelyeket mi fel sem tudunk fogni. Eljött az ideje, efelől nincs kétség. Minden csillagászgeneráció megtízszerezi a világegyetem korát; a jelenlegi becslés körülbelül 25 milliárd év. Ha azt mondjuk, hogy az emberi civilizáció körülbelül galaktikánk korának egymilliomoda óta létezik, nem lehetünk nagyon messze az igazságtól.

De a galaktika eddigi kora is csupán felvillanásnak látszik azokhoz a roppant aeónokhoz képest, amelyek még előttünk vannak. A sugárzás mai pazarló bősége mellett az olyan csillagok, mint a Nap is, évmilliárdokig egyfolytában éghetnek, és végül, különféle belső viszontagságok után, megállapodnak a törpecsillagok sokkal szerényebb létformájában. Ezek az újjászervezett sztelláris tékozlok ezután egyenletesen sugározhatnak nem milliárd, hanem billió években mérhető korszakokon át. Az ilyen csillagok bolygói, ha gazdáiktól hasonló távolságban vannak, mint a Föld (vagy akár a Merkúr), mínusz egy-kétszáz foknyi hőmérsékletre lehűlnek. De akkorra, mikor ez bekövetkezhet, a természetes vagy mesterséges bolygókat rég napközeibe lehet vinni, hogy összebújjanak a közelgő jégkorszak elől, mint réges-régen vadember őseink is nyilván összekuporodtak tüzeik körül, hogy a hideggel és az éjszaka veszedelmeivel szemben védelmet találjanak.

Ahogy valahol Bertrand Russell mondja egy híressé vált elégikus hangulatú szövegrészben:

„... hogy a korok minden munkája, minden önfeláldozása, minden ihlete, az emberi szellem minden fényes ragyogása pusztulásra van ítélve a Naprendszer

nagy halálában, és az Ember művének egész templomát egy összeomló világegyetem romjai temetik elkerülhetetlenül maguk alá — mindezek, ha egyelőre nem is vitathatatlanok, már olyannyira közel vannak a bizonyossághoz, hogy semmiféle filozófia, amely ezt tagadja, nem remélheti fennmaradását."

Ez elég közel járhat az igazsághoz. De a világegyetem összeomlása ma még annyira elképzelhetetlenül távoli, hogy fajunkkal közvetlen kapcsolata sohasem lehet. Sőt, talán más fajjal sem, amely bárhol is létezzék ma ebben a kavargó örvényben, amelyet Tejútnak nevezünk.

Galaxisunk most éli élete rövid tavaszát — és ezt a tavaszt olyan ragyogó kék-fehér csillagok teszik nagyszerűvé, mint a Vega és a Sirius, és szerényebb méretekben saját Napunk is. Mindaddig, míg ezek végig nem lobogták izzó ifjúságukat néhány röpke évmilliárdon át, nem kezdődik a világegyetem *igazi* történelme.

Ezt a történelmet csak a tompán parázsló csillagok vörös és infravörös sugárzása világítja majd meg, amely a mi szemünk számára csaknem láthatatlan. És mégis ennek a majdnem örökéletű világmindenségnek a komor színárnyalatai tele lesznek színnel és szépséggel ama különös lények számára, amelyek egyszer alkalmazkodnak hozzá. Ok tudni fogják, hogy nem millió évek hevernek előttük, amiben mi mérjük a geológiai korokat, nem is milliárd évek, amelyek a csillagok múltját felölelik, hanem szó szerint trillió években mérhető időszakok.

Azokban a véget nem érő aeónokban elég idejük lesz hozzá, hogy mindent megpróbáljanak és minden tudományt összegyűjtsenek. Nem lesznek az istenekhez hasonlatosak, mert semmiféle, a mi képzeletünk alkotta istennek nem volt akkora hatalma, mint ezeknek lesz. De mégis lehet, hogy irigyelni fognak bennünket, miközben a lét utóragyogásában sütkéreznek, mert mi ismertük a világegyetemet még ifjú korában.

A JÖVŐ TÉRKÉPE

Az itt következő térképet természetesen nem kell túlságosan komolyan venni, de szórakoztató s egyben tanulságos is a jövőbe extrapolálni a múlt tudományos eredményeinek időbeli megjelenése alapján. Ha többet nem is ér,

annak a gyors áttekintése, hogy mi történt az *utolsó* 150 évben, bárkit meggyőzhet arról, hogy a mai elképzelések nem sok reménnyel tekinthetnek a 2100-as esztendőn túlra. Én meg sem próbálkoztam ezzel.

Dátum	Közlekedés	Hírközlés és információ	Anyagok Gyártás	Biológia Kémia	Fizika
1800	Mozdony Gőzhajó	Fényképezőgép Babbage számológép	Gőzgépek	Szervetlen kémia Karbamid- szintézis	Atomelmélet
1850	Gépkocsi	Távírógép Telefon Fonográf Irodagépek	Szerszámgép Villamosság	Szerves kémia	Spektroszkóp Energiamegmaradás Elektromágnesesség terjedése
1900	Repülőgép		Diesel-motor Benzinmotor	Festékek	Röntgensugárzás Elektron

Dátum	Közlekedés	Hírközlés és információ	Anyagok	Gyártás	Biológia	Kémia	Fizika
		Elektroncső	Tömeggyártás	Örökléstan Vitaminok			Radioaktivitás
1910		Rádió	Nitrogénaktiváció	Plasztika			Izotópok Kvantumelmélet
1920					Kromoszómák		Relativitáselmélet
1930					Gének		Atomszerkezet
					Méhek nyelve		Határozatlansági elv
					Hormonok		Hullámmechanika Neutron
1940	Sugárhajtás Rakéta Helikopter	Radar Magnetofon Elektronikus számítógépek	Magnézium kivonása a tengerből		Szintézis		Uránmag- hasadás Gyorsítók
					Antibiotikumok		

Dátum	Közlekedés	Hírközlés és információ	Anyagok Gyártás	Biológia Kémia	Fizika
1950	Kibernetika Tranzisztor Légpárnás járművek Műhold	Mézer Lézer	Atomenergia Automatizálás Fúziós bomba	Szilikonok Nyugtatók	Rádiócsillagászat I. G. Y. Paritás megsértése
1960	Űrhajó	Hírközlő műhold		Protein-szerkezet Genetikus kód	Magszerkezet
A JÖVŐ					
1970	Leszállás a Holdon Nukleáris rakéta	Űr-laboratórium Fordítógép	Hatékony villamos-energiatárolás	Cetnyelv	

Dátum	Közlekedés	Hírközlés és információ	Anyagok Gyártás	Biológia Kémia	Fizika
1980	Leszállás a bolygókon	Személyi rádió		Exobiológia	Gravitációs hullámok
1990		Mesterséges intelligencia	Fúziós energia	Cyborg	
2000	Bolygók gyarmatosítása	Globális könyvtár	„Drót nélküli” energia A tenger bányászása	Idő, Érzékelés, Növekedés	Szubatomi szerkezet
2010	Földszondák	Távérzékelő berendezések	Időjárás szabályozás		
2020	Intersztelláris szondák	Logikai nyelvek Robotok		Öröklés- szabályozás	Nukleáris katalizátorok
2030		Földön kívüliekkel való kapcsolat	Úrbányászat	Biomérnöki tudomány	
2040			Transzmutáció	Intelligens állatok	

Dátum	Közlekedés	Hírközlés és információ	Anyagok Gyártás	Biológia	Kémia	Fizika
2050	Gravitáció-szabályozás „Űrhajtás"	Emlékezet-visszajátszás	Planetáris mérnöki tudomány	Felfüggesztett élettevékenység (mélyájulás)		
2060		Tanítógép Termékkódolás		Mesterséges élet		Tér-idődeformálás
2070	Majdnem fénysebesség		Éghajlat-szabályozás			
2080	Intersztelláris repülés	A gépi intelligencia túllépi az emberét				
2090	Anyagátvitel Találkozás Földön kívüliekkel	Világagy	Replikátor	Halhatatlanság		
2100			Csillagászati mérnöki tudomány			

Kiadja a Gondolat, a TIT kiadója Felelős kiadó a Gondolat Kiadó
igazgatója Felelős szerkesztő: Sólyom Katalin Műszaki vezető:
Kálmán Emil Műszaki szerkesztő: Vaisz György A fedélterv Papp
Klára munkája

Megjelent 5800 példányban, 12,0 (A/5) ív terjedelemben Ez a könyv az MSZ
5601 — 59 és 5602 — 55 szabványok szerint készült

68.1091 Egyetemi Nyomda, Budapest

Felelős vezető: Janka Gyula igazgató