1918. FEBRUÁR 15.

ERDÉSZETI LAPOK

LVII. ÉVF. | AZ ORSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET KÖZLÖNYE | 3–4 FÜZET.

KIADJA: AZ ORSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET

Szerkeszti:
BUND KÁROLY

Megjelenik minden hó 1-én és 15-én. Előfizetési dij egy évre 20 korona

Az Orsz. Erd. Egyes. oly alapitó tagjai, kik legalább 300 K alapitványt tettek, valamint a rendes tagok is 20 K évi tagsági dij fejében ingyen kapják. Azok az alapitó tagok, kik 300 K-nál kevesebbet alapitottak, 10 K kedvezményes árért járathatják.

— o —

Szerkesztőség és kiadóhivatal: Budapesten, Lipótváros, Alkotmány-uteza 6. sz. II. em.

— o —

A lap irányával nem ellenkező hirdetések mérsékelt dijért közöltetnek.

(Telefon: 37—22.)

Az erdészeti tudományok módszerei és problémái.

Irta és az Országos Erdészeti Egyesületben 1917. december 12-én felolvasta: *Károlyi Árpád* erdőigazgató.

Mélyen tisztelt Uraim!

Szokatlan és látszólag gyakorlati erdőgazdákat alig érdeklő tárgyról kivánom Önöket tájékoztatni — a tudományos kutatás és kiváltképen az erdészeti kutatás módszereiről. E téma tárgyalása azonban nem odázható el többé. Az erdészeti tudományok művelése immár több száz éves multra tekinthet vissza, és mégis az erdészeti tudományok művelői alig vetettek valaha számot azzal, milyen módszerek alkalmazásával érik el eredményeiket és milyen módszereket kellene alkalmazniok, hogy eredményeik tényleg tudományos értékkel birjanak. Az erdészeti tudományos kutatás nagyon is rendszertelenül, öntudatlanul, dilettáns módra folyt eddig.

Nem én emelem e sulyos vádat az erdészeti kutatás ellen. Oly helyről hangzott el e vád először, melynek tekintélyéhez kétség nem fér. Az erdészeti tudományok egyetlen nagy kézikönyvének, a *Lorey*-félének legujabb kiadásában kisérli meg dr. *Wappes* először az erdészeti tudományok alapjait, rendszerét és módszereit megállapítani. Munkájának bevezető taktusa az, hogy az erdészeti tudomány eddig a saját megalapozásával, rendszerbe foglalásával egyáltalán nem törődött s hogy ennek folytán nálunk alig lehet tudományról szó. Még mindig csak a czéh- és mesterszabályok korában élünk. „És mégis — mondja *Wappes* — nem szenvedhet kétséget, hogy gazdaság és tudomány nálunk is — bár a gyakorlat emberei ezt alig akarják elhinni — elválaszhatatlanul egybe vannak kötve és mindkettőnél haladás csak ugy képzelhető, ha ugy gyakorlati tevékenységünknek, mint theoretikus kutatásainknak szigoruan tudományos alapot adunk és cselekvésünket ugy mint gondolkodásunkat azon mély eszmékre fektetjük, melyek minden megismerés kiinduló és végpontját képezik. A mi módszerünk sem lehet más, mint a többi tudományé: ha még sokban nem vagyunk annyira, amennyire lehetnénk és lennünk kellene, annak oka főleg abban rejlik, hogy a módszerek ismerete és használata nálunk — hogy milyen külső és belső okokból, azzal egyelőre nem foglalkozunk — nem volt kellő mértékben lehetséges."

Az értekezés végakkordjai pedig, az erdészeti tudományok módszertanáról, még pesszimisztikusabban hangzanak. „Az erdészeti irodalom összefoglaló méltatásaként azon itéletre jutunk, hogy a tudományos módszerek gyakran nem szigoru iskolázottsággal, hanem inkább dilettánskodva alkalmaztatnak, hogy a kutatásnál mennyiségi analizis helyett általános leirást kapunk, hogy általában ugy folyóiratainkban, mint tankönyveinkben is az ellenőrizhetetlen megfigyelésből eredő „vélemény" gyakoribb jelenség, mint a mélyreható rendszeres kutatásból és logikus következtetésből eredő tények."

Hiányzanak nálunk a mélyreható, az alapvető tudományokat megtermékenyitő munkák, hiányzik a kutatás annyira szükséges szervezése, hiányzanak a tudományos segédeszközök.

Nem különös-e ez a lesujtó itélet, éppen az egyetlen nagy erdészeti kézikönyv élén? Jogosak-e ezen sulyos vádak?

Azt hiszem, *Wappes* mindazoknak lelkéből beszélt, akik valaha komolyan foglalkoztak erdészeti tanulmányokkal. Mindazoknak érezniök kell, mily ingatag alapon állnak majdnem összes erdészeti tételeink. *Biztositott* tudásra, olyan tudásra, amelyik már igazán „személytelen" birtoka a tudománynak — csak az ilyen érdemli meg a tudomány nevet — alig akadunk az erdészeti irodalomban.

Mindenütt bizonyos üresség veszi körül a kutatót, a „normálfogalmak“ alakiságában, formalizmusában való bizonyos megmerevedés, ami további kutatásokat is meddővé tesz. Nemcsak az önerőből való haladás hiányzik, de még a többi rokon- vagy segédtudományok kész eredményeit sem tudjuk asszimilálni s igazán csodálatos, mily lomha a tudományos szervezet anyagcseréje még napjainkban is. Nemcsak szerszámaink, nemcsak műszereink származnak még a mult század első feléből, *G. L. Hartig* idejéből, hanem szellemi készségünk, kutatásunk irányzata, módszereink is elavultak!

Érdemes és szükséges feladat ezen jelenség okaival foglalkozni. Az első felmerülő kérdés az, milyen pozitiv javaslatokat ad *Wappes* az erdészeti kutatás helyes irányba terelésére.

Wappes az erdészeti kutatás célszerü megalapozását azzal véli elérhetőnek, ha kutatásainknál mindenütt a logika módszertanát alkalmazzuk. Analizis és szintézis, vagy másként indukció és dedukció azok a már *Aristoteles* által megállapitott módszerek, melyek minden tudományos kutatás gerinczét képezik: minden tudományos tétel indukczió vagy dedukczió, vagy a két módszer kombinácziója által nyeretik. További módszertana *Wundt* nyomán ezen tétel kifejtéséből áll.

Wappes ezen nézete helytelen: javaslata czélhoz nem vezető. Tévedés, hogy a formális logika módszerei alkalmasak volnának tudományos igazságok kikutatására s tévedés azt hinni, mintha az erdészeti tudomány eddig is már nem alkalmazta volna teljes mértékben a klasszikus logika módszereit.

A dedukczió sémája ismeretes. Felállitjuk az általános főtételt: Minden ember halandó, a megfelelő altétel: Cajus ember s ebből folyik a végkövetkeztetés: Cajus halandó.

Tudásunk ezzel a végkövetkeztetéssel azonban nem gyarapszik. A felállitott főtétel érvényességét a priori elfogadjuk az egészre s ebből következtetünk az egész egy részére. Ez a rész azonban az egészben már ugy is benne volt s a dedukcióval csak mindig ugyanabban a körben forgunk: a tautológiából nem jövünk ki, $A = A$. Azonkivül, mint *Mach* mondja, a következtetésre jogunk sincs, mert tulajdonképen az összes jövendő Cajusok halálát be kellene várnunk, hogy az általános főtételt az összes emberek halandóságáról felállithassuk.

A dolog lényege az, hogy a dedukcziós következtetés egy kész fogalomból merit, anélkül, hogy ezen fogalomnak tartalmát vagy akár csak kerületét is megváltoztatná, kibővitené. Uj ismereteket pedig csak igy lehetne nyerni. A logikai kalkulus alapfeltétele a fogalmak állandósága, változhatatlansága: a megismerés ellenben éppen a fogalmak tartalmának örökös bővitéséből, uj viszonylatok feltalálásából áll. A valóság mindig sokkal komplikáltabb, hogysem egyszerü logikai séma keretei közé lehetne szoritani.

A dedukczió legfeljebb arra való, hogy a tudomány másként nyert és biztositott eredményeit kibővitse, alkalmazásukat egyéb tudományágakra megkönnyitse. De még e tekintetben is tisztán formai marad a ténykedése: a módszer maga nem nyujt semmiféle biztositékot arra, hogy a vele formailag helyesen nyert következtetések tényleg helyesek-e tárgyilag is.

Lássunk egy példát az erdészet köréből.

Főtétel: A viz lefolyása egy lejtőn, melyen egyenetlenségek és akadályok vannak, meglassudik.

Altétel: Az erdei vegetáczió hegylejtőkön hatalmas akadályokat alkot.

Következtetés: Kiterjedt erdőségek a vizlefolyást lassitják és az árvizveszélyt megakadályozzák vagy legalább is enyhitik.

Ez a következtetés sokáig dogma volt. Ujabb komoly kutatások azonban azt vélik bizonyithatni, hogy az erdő visszatartó képessége csak rövid ideig tart s hosszantartó esőzéseknél nemcsak igen hamar megszünik, hanem ép az ellenkezőbe csap át s katasztrófaszerüen adja le a visszatartott vizmennyiségeket.

Az utóbbi évek példátlan árvizei Boszniában saját megfigyeléseim szerint is ezt látszanak bizonyitani, de még szorgosabb utánjárás meggyőzött, hogy a dolog sokkal komplikáltabb s hogy a vizlefolyás és árvizképződés majdnem független a talajt boritó vegetáczió mivoltától s elsősorban az illető vidék geológiai szerkezetétől függ. Az árvizek viztömegének jó része előbb földalatti utat tesz meg s csak a földalatti üregek megtelése után jön nagy tömegekben pusztitólag a felszinre sokszor csak pár óráig működő hatalmas forrásokból: sokszor föld- és rétegcsuszamlásokat is okozva. Ha a földalatti üregek felvevőképessége igen nagy, mint a permeabilis karsztmészben, sohsem jön létre árviz — egészen tekintet nélkül arra, hogy kopár-e az illető vidék, vagy erdőben dús. Ezen végletből azután mindenféle átmenetet találunk a kevésbbé áteresztő kőzetek felé: minden geológiai struktura másként reagál hosszantartó esőzésekre s az árvizkérdésnél a geológiai szerkezet mindig irányadóbb, mint a vegetáczió. Ami különben az erdő jótékony hatását az erózió megakadályozását illetőleg egyáltalán nem érinti.

Semmiesetre sem lehet ilyen kérdéseket egyszerü szillogizmussal megoldani. A természetben minden jelenség mögött nem egy megszabott ok, hanem az okoknak egész komplexuma van, ugy hogy az egyszerü logikai sémát ilyen jelenségekre sohasem alkalmazhatjuk eredményesen.

Térjünk most át a dedukcióval ellentétes módszerre, az indukczióra. Ezt tartjuk a természettudományok tulajdonképeni módszerének. Hisz a természettudományokat induktiv tudományoknak is nevezzük.

Az indukczió nem meglevő fogalmakból hámoz ki ujnak látszó tételeket, hanem uj megfigyelésekkel gazdagitja egy fogalom tartalmát. A fogalmakat alkotó itéletcsoportba *kivülről* visz be uj vonatkozásokat uj tények megfigyelése által. Ilyenformán az indukczió vagy szintézis mindenesetre czélravezető módszernek látszik. Tényleg összes fogalmaink indukczió utján jönnek létre, de nem egyszerre: generácziók dolgoznak mindeniken és mégsem készülnek el velük. A proczesszus tele van tévedésekkel, daczára a módszer mindenkori korrekt alkalmazásának.

Az induktiv következtetésnek négyféle módja van:

1. *A megegyezés* módszere. Ha egy jelenség több esetének *egy* közös eleme van, akkor ez az egyes közös elem a megfigyelt jelenség oka vagy következménye.

2. *A különbség* módszere. Az előbbi ellentéte. A megfigyelt jelenségek összes elemei megegyeznek, *egy* kivételével, amelyik tehát oka vagy következménye a megfigyelt jelenségnek.

A hátralevő két módszer: *a maradékok és a kisérő változások* módszere a két előbbire vezethető vissza s igy tárgyalásukat mellőzhetjük.

Az induktiv módszer tehát igen egyszerünek látszik. Vegyük például, hogy bizonyos 5 egymás után következő évben az előző és következő éveket messze felülmuló halandóságot észlelünk. Az illető 5 év viszonyaiban nincs semmi egyéb feltünő, ami csakis ezen 5 év sajátsága volna, kivéve azon *egy* körülményt, hogy mindaz 5 évben rossz termés volt. Ezen körülményben keresendő tehát a nagyobb halandóság oka. Mindjárt hozzátehetem: hacsak nincsenek az okozati összefüggésben még egyéb rejtett körülmények, ami nagyon valószinü.

Formailag ugyanily korrekt a következő induktiv következtetés is. A vérnek attributuma egyebek közt a vörös szin is. Néha a szentelt ostya is vörös szint kap. Vagy néha az esővíz szine is vörös. Tehát létezik „véres ostya", véreső. A középkorban a vérző ostya és a véreső teljesen „biztositott" fogalmak voltak, olyannyira, hogy számos ártatlan áldozatnak halálát okozták. Ma tudjuk, hogy a vérző ostya szinét a Bacillus prodigiosus, a véreső szinét pedig a szaharai passzátpor okozza.

A Johnston-féle legelső dendrológia 1662-ből még tudományosan leirja az Agnus scythicus-t, a földben gyökerező báránybokrot. Itt csak a külsö, futólagos alaki hasonlóság a bárány és egy, a pusztákon élő, összeszáradó nagy páfrány silhouette-je közt adja a fogalom képzéséhez szükséges elemet. A tudomány haladásának során számtalan ilyen később megdöntött következtetést találunk és mondhatjuk, hogy majdnem minden indukcziónak ez a sorsa.

Galton irta meg a következő kis anekdotát:

„Alig hinnétek barátaim, szólt egyszer *Spencer H. Huxley* és *Lubbock*-hoz, hogy én is irtam egyszer egy tragédiát. — Én ismerem a drámai konfliktust, feleli Huxley. — Lehetetlen, mondja Spencer, hisz sohasem árultam el senkinek. Huxley nem engedett állitásából, mire Spencer bizonyitékokat kért tőle. — Nos, szólt Huxley, drámád a leggyönyörübb indukczió históriája volt, amelyet egy utálatos, gonosz kis tényecske tönkretett."

Ilyen utálatos, gonosz kis tényecskék bizony gyakran feldöntik a legszebb indukcziókat. És pedig két okból.

Az egyik, hogy *teljes* indukcziók csaknem lehetetlenek. Egy indukczió pedig csak akkor teljes értékü, ha egy csoport valamennyi tagjára bebizonyitható érvényessége. Alig van a természetben jelenség, amelynek megvalósulása oly kevés számu példányhoz volna kötve, hogy teljes felsorolásuk és ennélfogva valamely indukczió teljes bizonyitása rajtuk lehetséges lenne. *Mauthner* csak a naprendszer bolygóit és a piramisokat tudja mint ilyeneket idézni s még ezeknél sincs uj egyedek felfedezése az eddigiektől eltérő tulajdonságokkal kizárva.

Érdekes példa a teljes indukczió lehetetlenségére a következő. Ezerszeresen bizonyitott indukcziós következtetés volt, hogy a vér az összes állatoknál a szivből ki és vissza mindig egyazon irányban folyik. Egyszerre csak felfedezte *Hasselt*, hogy egy egész állatcsoportnál, a Tunicataknál a vér gyorsan változó közökben egyszer a szivből a gyomor felé, azután pedig forditva, a gyomortól a sziv felé folyik. Ezzel a ténynyel egy dogmává vált tudományos indukczió dőlt meg.

Az indukcziós következtetések sikertelenségének második és legalább a szerves világ körében fő oka azonban az, hogy az indukczió technikájának bizonyos alapfeltételei vannak, melyek a természetben alig szoktak megvalósulni. Ezek legfontosabbika az, hogy az indukczió megkivánja, miszerint minden jelenségnek *egy* határozott, egyoldalu *oka* legyen. A szokásos okozati törvény szoros összefüggésben van a logikai módszerekkel. Az egymással összefüggésbe hozott jelenségek közös vagy eltérő eleme mindig az a bizonyos *egy* ok, amelyet keresünk.

De az igy nyert következtetések rendszerint tévesek, mert a természettudományokban ma már a *Verworn* által bevezetett *kondicionalizmust* használjuk az egyszerü kauzáltörvény helyett. Minden jelenségnek nemcsak egy meghatározott oka, hanem egész sereg többé-kevésbé fontos és egymásra kölcsönösen is ható, az eredményt esetről-esetre módositó *feltételei* vannak; minden jelenséget az okoknak egész komplexuma idézi elő. A kutató tudomány feladata, mint már *Mach* kimutatta, az egyes jelenséget mint az azt feltételező, létrehozó tényezők *függvényét* felállitani:

$$y = f\ (x_1, x_2, x_3 \ldots\ldots).$$

Sok esetben az argumentumok száma igen nagy lesz: feladatunk az y függését az egyes x-ektől és ezek összefüggését egymás közt előbb részlegesen megállapitani s azután, a partiális összefüggések megállapitása után, ha lehet, az általános egyenletet felállitani

Az indukcziós módszerek erre alkalmatlanok, mert technikájuk megkivánja az *egyetlen* ható okot.

Lássunk erre egy példát az erdészeti tudományok köréből. A „Naturwissenschaften" 1915-ik évfolyamának 152. lapján olvasható, hogy az amerikai *Douglass* egy új módot talált fel a régmult idők klimaváltozásai és azok időszakosságának felderitésére. Kiindulván abból, hogy a fák évgyürüinek vastagsága egyenes arányban áll az illető év csapadékmennyiségével és hogy ennélfogva az évgyürük vastagságából következtetni lehet az illető évsorozatok relativ csapadékmennyiségére, 25 átlag 348 éves arizonafenyő évgyürüinek vastagságait mérte le. Az évgyürük vastagsági sorozataiban határozott periódusokat talált, melyek viszont igen közel összeesnek a napfoltok időszakos változásaival. Az eberswaldei kisérleti telepen 13 erdeifenyőn végzett mérések szintén szembeötlő összefüggést mutatnak a fák növekvése és a napfoltok gyakorisága közt.

A következtetés az első séma szerint formailag helyes. Az összefüggésbe hozott jelenségek: évgyürüképződés és klimaváltozás, illetve napfoltgyakoriság mindenben különböznek, csak egy közös elemük van, az időszakosság. Ennélfogva a napfoltok időszakossága oka a klimaváltozások, illetve az évgyürük időszakosságának s egyikből a másikra visszafelé is lehet következtetni.

Mindenekelőtt megjegyzendő, hogy egyelőre még a napfoltok gyakoriságának időszakossága sincs kétségen felül megállapitva. Még kevésbbé lehet beszélni a napfoltok hatásáról a klimára, illetve az évi csapadékmennyiségekre. A napfoltok változása kozmikus jelenség s hatásának *az egész földre egyformán* ki kellene terjedni: ilyesmi azonban eddig sohasem észleltetett. A tavalyi napfoltos évben az egész Balkánon példátlan szárazság uralkodott: csak a katasztrófális görögországi és boszniai erdőégésekre kell utalnom. Ugyanakkor a Kárpátokban csapadékban éppen nem volt hiány. Egy jövendő kor Douglas-sza a Balkánon ebből az évből némely fanemnél, mely a szárazságot állja, majdnem normális évgyürüt találna, némely fanemnél ellenben egy abnormis vékonyat s végül némelyeknél — mindig a nagy átlagról szólva — dupla évgyürüt is, anélkül hogy módjában lenne megállapitani, hogy ezen két egyforma vékony évgyürü egy évben képződött. Ugyanekkor a Kárpátokban átlag normális vastagságu évgyürük képződhettek.

Lehet-e egyáltalában az évi csapadékmennyiség és az évgyürüvastagság egyenes viszonyáról beszélni? A számtalan tenyészeti tényező között, melyek az évgyürü képződésére befolyással vannak, az évi csapadékmennyiség *egy*. Ha rendellenesen csekély, kedvezőtlenül befolyásolja a fa növekvését: de ugyanezt teszi akkor is, ha túlságos bőségben van jelen. Mert ilyenkor a tenyészet többi klimatikus tényezőit, a fényt és meleget csökkenti. Sohsem szabad elfeledni a feltételek egymásra hatását, a dolgok függvényes összefüggését. Mindhárom fő klimatikus tényező önmagában változó, egymásra ható és mindeniknek véglete kedvezőtlenül hat a tenyészetre. Csak középértékeik kedvező összejátszása biztositja a fatenyészetre legkedvezőbb klimai optimumot, mely minden évben létrejön a földkerekség egy-egy pontján, egészen függetlenül a napfoltok gyakoriságától.

De mennyi alig felbecsülhető tényező játszik még közbe, különösen egy konkrét kisebb facsoport évgyürüképződési viszonyaira! Széldöntött szomszédtörzsek, miáltal hirtelen fényür keletkezik, az ágmennyiség s ezzel az asszimiláló levélmennyiség évekre szóló csökkentése hótörések stb. által, kései tavaszi fagyok utólagos másodszori lombképződéssel, nyári jégesők, rovarkárositások a lombon vagy gyökéren, betegségek stb. stb. mind szerepelnek az évgyürüképződés függvényében. Négyszáz éves fák nemcsak napfoltokról mesélnek! Azt sem szabad elfeledni, hogy minden fanemnek saját, benső okokban gyökerő ritmusa van a magképződést illetőleg s hogy az ismét visszahatással van a növekvésre.

Douglass indukcziója tehát értéktelen, mert egy jelenséget okozó nagy csoport feltételből egész önkényesen csak *egyet* ragad ki mint ható okot, és ugy következtet, *mintha* a többi ok egyszerüen nem léteznék. Erre pedig nincs joga. És mégis, az ilyen indukcziók mindennaposok a tudományban.

Mindent összevetve, a logikai módszerekről ma is csak azt mondhatjuk, amit már *Huxley* mondott, hogy azok nagyon elterjedt, közönséges módszerei mindennapos gondolkodásunknak, hogy „már a legelső ember, bárki lett légyen is az, használta őket: sőt már előtte is léteztek, mert a logikai következtetés lényeges operáczióit a magasabb rendü állatok ép ugy és ép oly hatékonyan alkalmazzák, mint mi magunk".

1914 telén egy igen öreg, fehéresszürke szinéről messziről felismerhető anyafarkas négy kölykével együtt sok marhát tépett nálunk, mig egy holdvilágos éjjelen sikerült egyik vadászunknak egy összetépett lónál a kölykei közül kettőt lesből lelőni. A lovat rögtön preparálta strychninnal s a következő éjjelen a többi három kölyket is ott találta megmérgezve: az öreg azonban kihányta a mérgezett húst és elmenekült.

Ez a farkas azóta szavahihető megfigyelések szerint nem tépett több lovat, sőt a legelő lovak elől messzire kitér. Logikai következtetése az első séma szerint mintaszerü. Az egyik jelenség vadászatai, melyek során mindennemü vadat és legelő marhát zsákmányolt. A másik jelenség a halált hozó veszedelem. A kettőnek, már amennyire ő látta, csak egy közös eleme van, a ló. Ez tehát az oka az utóbbinak s ezt kerülni kell.

Látjuk: a dolgok szövevénye a logikai sémák segélyével nem oldható fel. Aristoteles sémái szerint gondolkodunk és következtetünk ugyan, de az ilyen gondolkodásmód nem tudományos módszer, csupán a psychének a létérti küzdelemben kifejlődött egyszerü reakcziója. A legbutább csuka is levonja végre az induktiv következtetést, hogy átlátszó kemény médiumok is léteznek, ha már 50-szer egymásután beleverte a fejét az üvegfalba, mely őt a pontyoktól elválasztja.

Szándékosan használtam ezt a drasztikus képet. Mert ennek kapcsán önkéntelenül felmerül a kérdés, vajjon nem sikerült-e az embernek, kinek a létérti küzdelemben éppen szellemi fölénye a legerősebb fegyvere, ezen primitiv módszereket kellőleg megjavitani?

A kérdésre igennel felelhetünk: a kutató szellemnek vannak egyéb segédeszközei, melyek az iskolai logikától félreesőleg alkalmaztatnak. Természetüket s alkalmazásuk meglepően tág terét *Vaihinger* tárta fel nagy munkájában, melynek cime: „Die Philosophie des „Als ob." System der theoretischen, praktischen und religiösen Fiktionen der Menschheit". Lényegük abban áll, hogy a logikai szabályok elégtelensége esetén a kutató szellem bizonyos *fogásokat* alkalmaz, melyek, ha nem is a szabályok egyenes utján, de *indirekt* mégis czélhoz vezetik a kutatót. Már *Mach* utalt gondolkodásunk „ökonomiájára", hogy a véges eszközökkel rendelkező emberi elme a természet végtelen komplikácziójával szembehelyezve, iparkodik a jelenségeket egyszerüsiteni, sematizálni, csak a lényegeset kiemelni. Az ilyen egyszerüsitő fogások *Vaihinger* szerint mindig egy önkényes feltevésre, egy *fikczióra* vezethetők vissza és rendesen a „mintha" szócskával vezettetnek be. Mint már előbb láttuk a kutató *Douglass* esetében, aki ugy egyszerüsiti a felderitendő jelenséget, *mintha* az évgyürüképződésre csak az évi csapadékmennyiség és erre ismét csak a napfoltok gyakorisága lenne befolyással. De ezen példából már azt is látjuk, hogy a fikcziók alkalmazása kényelmes ugyan, de tévutra is vezetheti a kutatót. Mint *Vaihinger* idézett munkájában kimutatja, a fikczió mint segédeszköz csak ott alkalmazható jogosan, ahol az eredményt nem hamisitja meg, ahol az önkényes föltevés a kutatás folyamán ismét visszavonható. A fikczió szerepe a kutatásnál csak az lehet, ami az állvány szerepe az épitésnél: az épület befejezése után az állványt el kell távolitani.

Legsikeresebb a fikcziók alkalmazása a matematikában és a matematikai tudományokban általában. Egy *Vaihinger* által idézett példa a következő:

Egy a vonal két, x és $(a-x)$ részre osztandó ugy, hogy $x^2(a-x)$ legnagyobb legyen. E feladat soká megoldhatatlannak látszott, mig végre *Fermat* a következő fogással oldotta meg: *Fermat* x helyett egy $x+e$ értéket vezet be mint olyan részét a vonalnak, mely nagyobb. mint a keresett rész. Ez által a fenti kifejezés $x^2(a-x)$ átalakul a következőbe: $(x+e)^2(a-x-e)$. E két kifejezést összehasonlitja, *mintha* egyenlők volnának, bár tudvalevőleg nem azok. A két kifejezésben előbb a műveleteket végrehajtva, kapunk:

$$\text{I. } x^2(a-x)=x^2a-x^3$$

$$\text{II. } (x+e)^2(a-x-e)=(x^2+2ex+e^2)(a-x-e)=$$
$$=ax^2+2aex+ae^2-x^3-2ex^2-e^2x-ex^2-2e^2x-e^3$$

Most I. és II-őt egyenlővé téve, következik:

$$\text{III. } x^2a-x^3=ax^2+2aex+ae^2-x^3-2ex^2-e^2x-$$
$$ex^2-2e^2x-e^3$$
$$2aex+ae^2=3ex^2+3e^2x+e^3$$
$$2ax+ae=3x^2+3xe+e^2.$$

Most azonban hogyan tovább? Itt *Fermat* az előbb elkövetett hibát azáltal eliminálja, hogy azt mondja: az $x+e$ kifejezés csupán egy fikczió volt a levezetés lehetővé tételére. Tényleg azonban I. a II-vel csak azon esetben lehet egyenlő, ha $e=0$. Ez esetben természetesen az összes e tagok kiesnek és lesz:

$$2ax = 3x^2$$
$$2a = 3x$$
$$\frac{2a}{3} = x$$

Legyen pl. a vonal 12 *cm* hosszu, ugy x egyenlő $2 \times 12 : 3 = 8$, $a - x = 4$ és ez esetben $x^2 (a-x)$ tényleg a legnagyobb, t. i. $8^2 \cdot 4 = 256$. Minden más osztás kisebb eredményt ad.

Ezen érdekes példa tipikus képét adja a fiktiv gondolkodásnak. *Fermat* az előbb elkövetett hibát a levezetés folyamán visszaveszi, a fikciót eliminálja (az építőállványt lebontja!) s igy ér el fontos és értékes eredményt. A fikcziók alkalmazásának az alapfeltétele és egyedül helyes módja, ha *tudva* alkalmazzuk azokat és módunkban van a következtetés folyamán azokat az eredmény meghamisitása nélkül kikapcsolni.

A matematikában és geometriában ez rendesen lehetséges s a fikcziók itt otthonosak. Az abszolut üres tér, a háromdimenziós kiterjedés, a kiterjedés nélküli pont, a geometriai vonal és felület, a végtelen kicsi, a kis görberészlet, mely ugy kezeltetik, *mintha* egyenes lenne, a kör, mely ugy vétetik, *mintha* ellipszis lenne összeeső gyujtópontokkal stb. stb., mind ilyen fikcziók. A legfontosabb matematikai fikczió mindenesetre az, amelyik az egész infinitezimálszámitásnak alapja s mely tudvalevőleg abból áll, hogy a görbének igen kis része olybá vétetik, *mintha* egyenes lenne s az igy képzett viszonyból vezettetik le a differencziálszámitás alapegyenlete, mely persze az első felállitásban helytelen, de az illető görbedarab folytonos kisebbé tétele és végre a nullával egyenlővé tétele által, miáltal a görbedarabból végre *érintő* lesz s a fikczió kiesik, helyessé válik. Hogy mit köszönhetünk ezen egyszerű fikcziónak, melyet első feltalálói, *Newton* és *Leibniz* tényleg mint titkos fogást kezeltek, a modern természettudományok felvirágzása körül, azt szükségtelen fejtegetnem.

Nagy szerepe van a fikcziónak a jogi tudományokban is. Már a római jog ismerte a *fictio legis*-t mint megkönnyitést és a jog kikerülését olyan formán, hogy valamit, amit a szigoru jog megkövetel, ugy tekintünk, *mintha* megtétetett vagy megtörtént volna. A jogi személy fogalma, a fogadott gyermek olybá vétele, *mintha* valódi gyermeke volna a felfogadónak stb. ilyen fikcziók.

A klasszikus nemzetgazdaságtan, mint ismeretes, teljesen fikczióra van felépitve. A nemzetgazdasági ténykedések végtelenül bonyolult komplexumát *Smith* nem tudta másként rendszerbe foglalni, minthogy felállitotta a „homo oeconomicus" fogalmát mint fikcziót s az összes üzleti és nemzetgazdasági ténykedéseket ugy analizálta, *mintha* azok létrehozó motivuma egyesegyedül csak a homo oeconomicus egoizmusa volna. A későbbi nemzetgazdaságtan ezen fikcziót elégtelennek találta az összes nemzetgazdasági tünemények helyes interpretációjára s egy, a tüneményeket jobban átölelő fikcziót állitott fel: *Marschall* és iskolája minden nemzetgazdasági ténykedést úgy tekintenek, *mintha* egy „rendes kereskedő" által végeztetnék s az egész angol nemzet egy kereskedő cég, „John Bull and Co." lenne. Ez a fikczió különben a modern kereskedői jogba is átvétetett. Egy még ujabb iránya a nemzetgazdaságtannak pedig dr. *Schumpeter* által képviselve, a csereviszonyt állitja a nemzetgazdaságtan középpontjába és minden gazdasági ténykedést olybá vesz, *mintha* cserére lenne alapitva, ott is, ahol cseréről tényleg szó nem lehet.

Áttérve most a természettudományokra, mindenek előtt meg kell különböztetnünk a szervetlen és a szerves természetet. A szervetlen testek természetét és egymásra való hatását kutató tudományok mindenkor nagy haszonnal alkalmazták a fikcziókat. A mechanika törvényeit úgy nyerték, *mintha* kiterjedt testek egész tömegét egy pontba, a sulypontba lehetne konczentrálni, *mintha* abszolut merev testek, abszolut szilárd támpontok, surlódásnélküli mozgások, folyadékok stb. léteznének. A valóságban azután, pl. egy gép tényleges hatóerejének kiszámitásánál mindezen fikcziókat ismét elimináljuk, az összes elhanyagolt tényezőket számitásba vesszük vagy befolyásukat legalább empirice megállapitjuk. A legtöbb fizikai törvény fiktiv. Legszebb példa erre a gáztheória főtörvénye, az egyesitett Gay-Lussac és Boyle-Mariotte törvény

$$P.V = R.T.$$

Nem létezik gáz, amelyik ezen törvényt pontosan követné. Ezért a gáztheória kitalálta az *ideális gáz* fogalmát, amelyhez mint *határértékhez* a valóságos gázok viselkedésükben többé-kevésbbé közelednek. Ez tiszta fikczió, de nem ártalmas, mert tudott és eliminálható.

A ballisztika a lövegmozgás törvényeit először ugy számitja ki, *mintha* a löveg légüres térben mozogna és *mintha* a cső állapota, a ható impulzus nagysága stb. lövésről-lövésre állandó lenne. Azután a levegő surlódását is tekintetbe veszi, de úgy, *mintha* az átrepült légrétegek hőmérséklete, sürüsége, páratartalma állandó középértékkel birna. A valóságban mindezen tényezők a végtelenségig variálnak s ezért a lövések is oszczillálnak egy bizonyos középérték körül. *A szórás* törvényszerüségét a valószinüségszámitás pontosan megadja s ezzel még foglalkozunk is, mert tökéletes analógiája az organikus formák oszczillálásának a középérték körül.

A chémia az összes reakcziókat ugy állapitja meg, *mintha* vegytiszta elemek vagy vegyületek hatnának egymásra minden zavaró hozzákeverődés kizárásával. A valóságban a dolog itt is bonyolultabb. Egyáltalán ki kell itt emelnem, hogy a modern természettudományokban oly végtelen fontos szerepet játszó *kisérlet* szintén majd minden esetben *fiktiv* jellegü, mert mindig arra törekszik, hogy egy jelenséget *tisztán* állitson elő, minden zavaró mellékkörülmény kizárásával ugy, *mintha* csak a kérdéses két vagy kevés tényező hatna egymásra, vagyis más szóval *izolált rendszereket* állit elő a természettel ellentétben, amely ilyen izolált rendszereket nem ismer. Nem ismer különösen a szerves természetben, ahol szemeink előtt folytonosan oly végtelen sokasága a szerves alakoknak és jelenségeknek jön létre, hogy soha, mióta a föld létezik, sem egy fajtának két egyede, sem egy jelenségnek két nyilvánulása egymással egyenlő nem volt. A mindig egyforma reakczióban megnyilatkozó „izolált rendszer“ a szerves természetben képtelenség. A szerves alakok és jelenségek változatossága minden képzeletet felülmul: itt a fiktiv módszerek nem válhatnak be.

A tudománynak két fő feladata van.

Az első a vizsgálandó tárgyak objektiv és természetes rendszerbefoglalása, *osztályozása*. Az első dolog mindig az érzékeinkre ható benyomások között tájékozódni, a hasonló tárgyakat és jelenségeket összefoglalni, a *faj* és a többi magasabbrendü osztályozási egységek fogalmát megalkotni és pedig mindezt *természetes* alapon, a valódi, *lényeges* belső és külső jellegek szerint, melyeket az illető tárgyakon vagy jelenségeken észlelhetünk.

A második feladat az észlelt tárgyak és jelenségek kölcsörös összefüggését, egymásra ható változásait tanulmányozni: az *okozati összefüggéseket* pontosan, röviden, érthetően és mégis mindent átölelően leirni. Az ilyen felderitett kauzálnexusokat nevezzük azután természeti törvényeknek.

A szerves természettudomány mindkét feladat megoldására előszeretettel alkalmazta a fiktiv módszereket.

Az osztályozásnál a fiktiv módszer az u. n. *mesterséges rendszereket* eredményezte. Az összes lényeges, fejlődéstani, fiziológiai és biológiai jellegek helyett *egy* könnyen szembeötlő külső jelleg szerint csoportosítunk s alkotjuk meg a fajokat, *mintha* az a külső jelleg lenne a lényeges. A XVI. század füvészkönyvei mindent a madarakhoz soroltak, ami repült, tehát a repülő rovarokat is s mindent a halakhoz, ami uszott, tehát a vizben élő emlősöket is. Még pl. *Linné* rendszere tipikus mesterséges rendszer, mely az egész növényvilágot csupán a porzók és termők száma, tehát tisztán külső jellegek szerint osztja be. Az anthropológia egészen a legujabb időkig tisztán lényegtelen külső jellegek szerint osztotta be az emberfajtákat. Mint *Lenhossék* irja: „Az ilyen „mesterséges" rendszereknek, akár a hajzatból, akár a bőr szinéből, akár a koponya idomából indulnak ki, az a nagy hibájuk van, hogy egy vagy egy pár megegyező vonás kedvéért nagyon eltérő, egymástól voltaképen egészen idegen fajokat kapcsolnak össze".

Ujabban ugy az anthropologia, mint a többi tudományok is mind fokozódó mértékben törekszenek természetes rendszerek felállitására.

A kauzálnexusok kutatásánál szintén a legujabb időkig majdnem kizárólag a fiktiv módszerek az egyedül alkalmazottak! Az aristotelesi logika annyira bűvkörében tartotta és tartja részben még ma is a kutatókat, hogy már eleve elutasitják a gondolatot, egy jelenséget az okok egész csoportjának tulajdonitani: a kutatás feladata mindig a sémák által kivánt *egyetlen egy* oknak kihámozása, mely aztán okozója az egész jelenségnek. Mint előbb láttuk *Douglass* esetében.

Az aristotelesi logika dogmatikus tekintélyéhez járult azután a fiktiv módszerek alkalmazásának olyannyira kényelmes volta. S végül a szerves életnek minden képzeletet felülmuló, érzékeinket zavarba ejtő alakbeli változatossága. „Az életnek egyik jellemző vonása, hogy mindig elhatárolt, önálló egyénekhez füződik s éppen oly jellemző sajátsága az a minden merevségtől ment alakbeli változatosság, a variáczióknak az a végtelen skálája, amelyet az élő lényeken észlelünk s amely elképzelhetetlenné teszi, hogy életre kelt volna valaha is, vagy kelhessen a jövőben is valaha két teljesen egyforma lény. Még a legegyszerübb élőlényeken, az egysejtü növényeken és állatokon sem képzelhető ez el: de még sokkal kevésbbé a részletekkel bővelkedő, változatosabb, dúsabb külső idomu és bonyolódottabb belső szerkezetü magasabb alakokon s az emberen. Nem hihető, hogy amióta ember él a földön, a felbukkanó s egy pár pillanatig az élet napsugarában csillogó emberporszemek miriádjai közt lett volna valaha is két teljesen egyforma tagja az emberi nemnek. Csodás változatosságban, az egyéni árnyalatok bámulatos gazdagságával formálódnak ki az emberspecziesnek egyes példányai s hozzátehetjük, hogy ez a nagy tarkaság, a teremtő invencziónak ez a végtelen bősége megvan nemcsak a testi tulajdonságokban, hanem éppen olyan fokban és éppen olyan szembetünően a lelki sajátságok változatos kombináczióiban is.“ (Lenhossék: Az anthropológiáról. 1915.)

Mindez kedvezett a mesterséges rendszerek felállitásának, a fiktiv módszerek s a kauzálnexus naiv alkalmazásának.

De nem elégithette ki végre a tudományt, melynek módszerei további kiegészitésre, finomitásra szorultak.

S a tudomány talált ilyen módszereket. Mint a „Biometrika“ folyóirat első kötetének bevezető czikkében olvashatjuk (1901.):

„Még csak pár évvel ezelőtt is a legtöbb biológus elhanyagolta mindazon problémákat, melyeknek megoldása az egy faj egyedei közt fellépő különbségek tanulmányozásától függött. A szerves természet bonyolultsága oly nagy és a megkülönböztethető alakok száma oly óriási, hogy a morfológusok kényszeritve voltak fogalmaikat ugy egyszerüsiteni, hogy minden faj részére alkottak egy ideáltipust, melyhez a fajt alkotó egyedek kisebb-nagyobb pontossággal közeledtek és kénytelenek voltak a tipustól esetről-esetre mutatkozó eltéréseket elhanyagolni. Ilyen egyszerüsités nemcsak helyeselhető, de bizonyos célokra szükséges is volt: nagy szolgálatokat tett a biológiának a multban, tesz most is és tenni fog a jövőben is: mindazonáltal, sok probléma van, amely ilyképpen meg nem oldható.

A *Darwin*-féle fejlődéstheória kiinduló pontja éppen az egy faj különböző egyedei közt létező különbségek, amiket a morfológusok többnyire elhanyagoltak. Hogy a természetes kiválasztás egy faj keretében hatni kezdjen, annak *legelső feltétele és elengedhetetlen feltétele az*, hogy tagjai, egyedei közt *különbségek létezzenek.* S a legelső lépés, amit tennünk kell, ha a kiválasztási folyamat lehető hatását akarjuk tanulmányozni egy faj valamilyen jellegére, az, hogy megállapitjuk, milyen gyakori azon egyedek száma, melyek az illető jelleg tekintetében bizonyos fokokban egymástól, vagy az átlagos tipustól eltérnek. Az egység, amelylyel az ilynemű tudományos kutatás dolgozik, nem az egyed, hanem maga a faj, illetve a fajt statisztikailag képviselő csoport: az eredményt pedig számbeli megállapitás formájába kell öltöztetni, kimutatván, hogy a fajt alkotó egyedek különböző változatainak mekkora a viszonylagos gyakorisága.“

Az egyéni alakok változatosságának ilyen statisztikai megvilágitását, az ebben nyilatkozó törvényszerüségek felkutatását a mathematika egy ága, a *valószinüségszámitás* készitette elő már jóval *Darwin* előtt. Az alkalmazott mathematika ez ágának két tétele érdemli meg figyelmünket a módszertan szempontjából. Az egyik a biológiai méretek theóriája vagy másként a *kollektivméret*-tan, a másik a *Bernouilli*-féle *„nagy számok törvénye“*.

Az egyéni alakok végtelen változatosságában már *Süssmilch* talált a XVIII. század végén bizonyos, inkább csak sejtelemszerü törvényszerüségeket, melyeket mint a társadalom „isteni rendjét“ hirdetett, de csak Adolphe *Quételet* volt az, ki ezen törvényszerüségeket tisztán felismerte és óriási horderejüket is kellően kiemelte a „társadalom fizikája“ czimü művében.

Csak röviden és népszerüen adhatom e felolvasás keretében ezen törvények lényegét, *Laplace* szellemes mondására támaszkodva, hogy a valószinüségszámitás ugy sem egyéb, mint a mathematikába átültetett józan emberi észjárás, „le bon sens réduit au calcul“.

Vegyünk egy pénzdarabot és dobjuk azt föl jól megforgatva a levegőbe. Mi fog történni? Megmondhatjuk-e előre egész biztossággal, vajjon melyik oldalára fog esni a pénzdarab?

Ugyebár, nem: azt mondjuk, hogy ezt a *„véletlen"* dönti el. E mögött a „véletlen" mögött nem akarunk valami misztikus erőt sejtetni, csak azt akarjuk vele kifejezésre juttatni, hogy ezen jelenségnek ugyan pontosan meghatározott, a kauzálnexus keretében működő okai vannak, de ezen okok csoportja — a ható impulzus, vagyis az ellökő izomerő nagysága és iránya, a fordulatok száma ezen hajtó impulzus nagysága és a levegő váltakozó ellenállása által megszabva, a pénzdarab állapota a leesés pillanatában, a padló alkata a leesés helyén stb., hogy tehát ezen okok csoportja olyannyira komplikált, hogy pontos átölelő analizise lehetetlen. Ennek folytán az eredményt a „véletlen" dönti el s azt sem előre megszabni, sem befolyásolni nem áll hatalmunkban; föltéve, hogy a pénzdarab jól van verve, anyaga homogén, sulypontja pontosan a középen van, hogy elég magasra dobjuk s jól megforgatjuk az eldobás pillanatában. Más szóval, hogy a föltételeket eléggé kombináljuk s az esélyeket eléggé egyenlővé tesszük mindkét pénzoldal részére. Csak egy világszellem, aminőről *Laplace* álmodott, aki az egész világ pillanatnyi állapotát egy, a differencziálegyenletek rendszeréből álló világképletbe tudná összefoglalni, lenne képes az ily komplikált jelenségek analizisére és az eredmények előre való áttekintésére. Hogy a nagy fizikus, M. *Planck* szavaival éljek: ránk nézve az ilyen jelenségek *dinamikai törvényszerüsége hozzáférhetetlen.*

De van az ilyen jelenségeknek a dinamikai törvényszerüségen kivül egy másik törvényszerüsége, a *statisztikai,* melyet igenis analizálhatunk!

Ha a pénzdarabot sokszor egymásután dobjuk fel, azt fogjuk tapasztalni, hogy a pénzdarab mindkét oldala körülbelül egyenlő számban, az esetek *felében* fog felülmaradni. Mivel két eset, fej és irás lehetséges és mivel nincs semmi kényszeritő ok arra, hogy az egyik sürübben jelenjen meg mint a másik, mert az esélyek egyenlőek, azt mondjuk, hogy mindkét esetnek a *valószinüsége* egyforma nagy és számszerint $^1/_2$-del fejezhető ki. A valószinüséget mindig ilyen valódi tört alakjában fejezzük ki, mely tört számlálója a kérdéses eseménynek *kedvező* esetek száma, mig nevezője az *összes* lehetséges esetek száma által képeztetik. Itt összesen *két* eset lehetséges, melyek *egyike* a fejnek, *másika* az irásnak kedvez: mindkét eset valószinüsége tehát $^1/_2$. Ha egy koczkát dobunk fel, melynek oldalai egytől hatig vannak számozva, akkor a valószinüség, hogy a feldobás után az 1-es számu oldal marad felül, $^1/_6$, mert összesen 6 eset lehetséges, mindenik egyforma esélylyel, és ezek közül csak 1 kedvező az egyes számu oldalnak. Ha egy 32-lapos kártyacsomóból huzok ki találomra egyet, ugy annak valószinüsége, hogy egy bizonyos meghatározott lapot fogok kihuzni, $^1/_{32}$: de ha csak egy bizonyos szin kihuzásának valószinüségét kérdem, az jóval nagyobb, mert mindenik szinből 8 kártya van. Az utóbbi valószinüség tehát $^8/_{32}$, vagyis $^1/_4$ lesz. Egy bizonyos jelenség egymást kizáró eseteinek összes valószinüsége mindig az egység, mert valamelyik eset feltétlenül be fog következni. Az 1-értékü valószinüség tehát a teljes bizonyosságot, mig a 0-értékü valószinüség a teljes lehetetlenséget jelenti.

Ha most akár a pénzdarabot, akár a koczkát gyakran feldobjuk, azt fogjuk találni, hogy mindenik oldalra nézve a tényleg fellépő esetek száma, viszonyitva az összes lehetséges esetekhez, igen jól megegyezik az illető esetekre a priori megállapitott valószinüségi számokkal. S hogy a viszonylagos közeledés a két szám közt annál nagyobb lesz, minél nagyobb a próbák száma. Ha 100-szor egymásután dobom fel a pénzt, az a priori valószinüség szerint 50 esetben kellene fejnek és ugyancsak 50 esetben irásnak esni. A valóságban lehet, hogy csak 42 esetben kapok fejet és 58 esetben irást. Az a posteriori megállapitott valószinüség tehát 0·08-addal eltér az a priori megállapitott valószinüségtől. Ezt az eltérést a sorozat *szórásának* is nevezhetjük. Ha most a sorozatot kiterjesztjük jóval nagyobb számra, mondjuk 10.000-re, akkor a szórás *jóval kisebb* lesz, talán csak 0·01, vagyis 4900 esetben kapunk fejet és 5100 esetben irást. A sorozatok számának kiterjesztésével a szórást tovább *tetszés* szerint kicsinyithetjük: *ezt nevezzük a „nagy számok törvényének"*.

Dobjunk most fel két pénzdarabot egyszerre: milyen esetek lehetségesek? Az első pénzdarabnál megjelenhet a fej, a másodiknál az irás, vagy az elsőnél fej, a másodiknál is fej, vagy az elsőnél irás, a másodiknál fej és végre az első és másodiknál is irás. Ha csak a végeredményeket nézzük, a négy lehetséges esetben egyszer-egyszer kapunk vagy csak fejet, illetve csak irást és kétszer kevert eredményt: az eloszlás 1 2 1. Lehet, hogy nem kapunk mindjárt az első négy dobásnál ilyen eloszlást, de ha elég sokszor ismételjük a négyes sorozatu dobásokat, annál inkább közeledünk átlagban ezen eredményhez.

Ha 3 pénzdarabot veszünk, 8 eset lehetséges: *fff, ffi, fif, fii, iff, ifi, iif, iii.* Legritkább megint az az eset, hogy csupa fej vagy csupa irás jelenne meg: a többi kevert esetek gyakoriabbak és pedig gyakoriságuk valószinüségeikkel egyenes viszonyban állnak. Az eloszlás a következő lesz: 1 3 3 1.

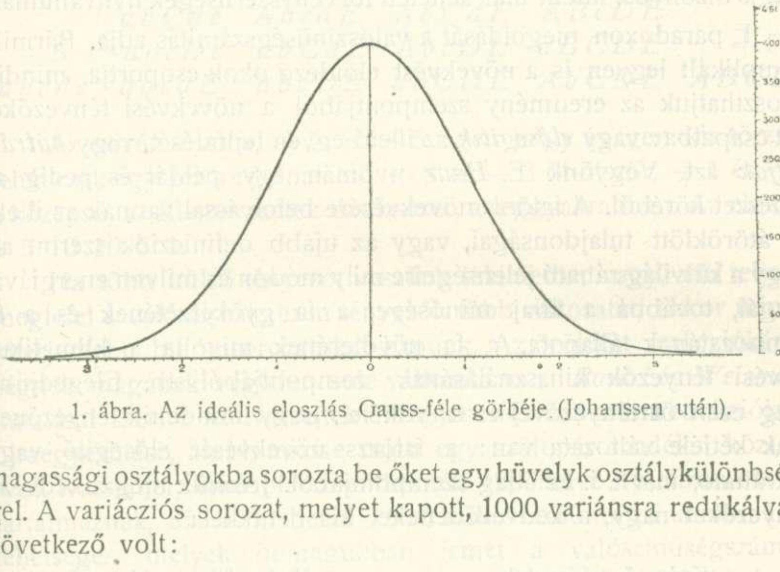
Már látjuk a törvényszerüséget. Négy pénzdarabnál $2^4 = 16$ eset lehetséges: egy-egy eset csupa fej vagy irással, négy-négy eset 3 fej, 1 irás vagy 3 irás és 1 fejjel, 6 eset (ez a leggyakoribb, az *átlag*) 2—2 fej vagy irással, 1 4 6 4 1. Öt pénzdarabnál $2^5 = 32$ eset lehetséges következő eloszlással: 1 5 10 10 5 1. Általában a lehetséges esetek nem egyebek, mint a két elemből képezhető r-edik osztályu variácziók száma ismétléssel, mely variácziók száma 2^r s a sorozatok tagjai nem egyebek, mint a Pascal-féle binóm $(p+q)^r$ egymásután következő hatványtagjainak kitevői. Ha p és q az egymással ellentétes két eset valószinüségét jelenti — ez esetben a fej és irás valószinüségét, ami $1/2$ és $1/2$ — és r az egyes dobás megfigyeléseinek, vagyis ez esetben az egyszerre feldobott pénzdarabok számát, ugy egész általánosan a

$$(p+q)^r = p^r + \binom{r}{1} p^{r-1} q + \binom{r}{2} p^{r-2} q^2 + \ldots + \binom{r}{n} p^m q^n + \ldots + q^r$$

képlet adja az összes valószinüséget és a képlet egyes tagjai az egyes lehetséges esetek valószinüségét, vagy, ami azonos, előfordulási gyakoriságuk, frekvencziájuk számát. Minél nagyobb az egyszerre realizált megfigyelések száma, annál kikerekitettebb lesz a gyakoriságokat grafikusan ábrázoló poligon, mig végre az esetek igen nagy számánál egy folytonos görbébe, a *Gauss*-féle eloszlási görbébe megy át, melynek alakja a következő (1. ábra):

Az x tengelyen foglal helyet az egész variácziós lehetőség: az eloszlási görbe ordinátái az egyes esetek gyakoriságát mutatják, a tengelyrendszer nullpontja a leggyakoribb eset, vagyis az y tengely össze esik a görbe sulypont-ordinátájával.

Hogy most visszatérjünk a szerves világ alakjainak statisztikai törvényszerüségeire, *Quételet* felismerte és kiemelte, hogy *az összes mérhető növényi vagy állati jellegek előfordulásának gyakorisága ugyanezen binomiális eloszlást mutatja* ugy, hogy egy bizonyos középérték mindig a leggyakrabban van képviselve s ezen középérték körül fogyó frekvencziával sorakoznak mindkét oldalon a kisebb és nagyobb példányok, *a minus- és plus-variánsok*. Például *Quételet* 26.000 északamerikai katona magasságát vizsgálta meg ugy, hogy



1. ábra. Az ideális eloszlás Gauss-féle görbéje (Johanssen után).

magassági osztályokba sorozta be őket egy hüvelyk osztálykülönbséggel. A variácziós sorozat, melyet kapott, 1000 variánsra redukálva a következő volt:

Variánsok (magasság angol hüvelykben)	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Gyakoriság (pro millekben)	2	2	20	48	75	117	134	157	140	121	80	57	26	13	5	3

Ez az eloszlás azóta sok ezerszeresen, minden egyes megvizsgált esetben mutatkozó természeti törvénynyé vált, mely a nagy számok törvényével együtt alapja a mérő biológiának, *a biometrikának*. Ez az uj tudomány, illetve az általa tanitott uj módszerek azóta az összes organikus természettudományok nélkülözhetetlen és rendkivül termékeny segédeszközeivé váltak.

Mi ennek a magyarázata? Hogyan képzelhető az átmenet a pénzdobás játékától a biológiai méretek törvényszerüségéhez?

Mint már sokszor hangsulyoztam, a szerves természet jelenségei s igy főleg a szerves alakok növése is mindig az okoknak egész csoportjától függ, mely okok önmagukban is variálnak s melyeknek függvényes összefüggését felderiteni nem tudjuk. De éppen ez a körülmény, hogy az organikus növekvés az okok változatos komplexumából ered, mely okok dinamikai összefüggése az egyes egyedekre nézve kifürkészhetetlen, okozza másrészt azt, hogy végeredményben a létrejött organikus alakok méretei közt mégis bizonyos, imént már sejtetett törvényszerüségek nyilvánulnak.

E paradoxon megoldását a valószinüségszámitás adja. Bármily komplikált legyen is a növekvést előidéző okok csoportja, mindig beoszthatjuk az eredmény szempontjából a növekvési tényezőket két csapatba: vagy *elősegitik* az illető egyén fejlődését, vagy *hátráltatják* azt. Vegyünk E. *Baur* nyomán egy példát és pedig az erdészet köréből. A fatörzs növekvésére befolyással vannak az illető fa átöröklött tulajdonságai, vagy az ujabb definicziók szerint az, hogy a külvilág ráható jelenségeire mily módon és milyen energiával reagál, továbbá a talaj minősége, a fa gyökérzetének és a fa lombozatának állapota, a fa növőterének mivolta a klimatikus növési tényezők kihasználásának szempontjából stb. Elégedjünk meg ezen öt tényezővel és tegyük fel, hogy mindenik tényezőnek csak kétféle változata van: a fatörzs növekvését elősegitő vagy hátráltató, már t. i. az átlag szempontjából. Jelöljük meg a kedvező tényezőket nagy, a kedvezőtleneket kis betükkel:

Kedvező módozatok	Kedvezőtlen módozatok
A. energikus reakczióképesség,	*a.* gyenge reakczióképesség,
B. jó talaj,	*b.* rossz talaj,
C. kiterjedt gyökérzet,	*c.* kis gyökérzet,
D. nagy lombkorona,	*d.* ritka lombozat,
E. tág növőtér.	*e.* szűk növőtér.

Ezen tényezők egymástól függetlenek és mindenik párból egyik okvetlenül hat. Tegyük fel, hogy a kedvező tényezők mindenike egy egységgel előmozditja, a kedvezőtlenek mindenike pedig egy egységgel hátráltatja a növést, ugy a lehetséges $2^5 = 32$ variáczió mindenike a „növési konstellácziók“ következő értékét adja:

		—1	+1		
		abCDe	*ABCde*		
		ABcde	*ABcDe*		
		aBCde	*ABcdE*		
		aBcDe	*aBCDe*		
	—3	*aBcdE*	*aBCdE*	+3	
	Abcde	*AbCde*	*aBcDE*	*ABCDe*	
	aBcde	*AbcDe*	*AbCDe*	*ABCdE*	
	abCde	*AbcdE*	*AbCdE*	*ABcDE*	
—5	*abcDe*	*abCdE*	*AbcDE*	*aBCDE*	+5
abcde	*abcdE*	*abcDE*	*abCDE*	*AbCDE*	*ABCDE*

Az extrém esetek, +5 és —5, igen nagy és igen kis törzsek, tehát csak egyszer fordulnak elő, +3 és —3 öt-ötször, +1 és —1, a középső, az átlagos esetek tiz-tiz-szer, a leggyakrabban. Az eloszlás 1 5 10 10 5 1.

Ha több külső tényezőt veszünk tekintetbe, vagy, ami teljesen megfelel a valóságnak, ezen tényezők több változatát, akkor mindig kiterjedtebb binómsorozatokat kapunk. Az öröklött reakcióképességnek magának végtelen sok változata van: *Boveri* és *Weismann* kutatásai szerint az ivarsejtek chromosomjainak számredukciója és ujraegyesülése, amphimixise utján egy szülőpár ivadékai közt, ha azok ivarsejtjei, mint pl. az embernél, 12, illetve 16 chromosomot tartalmaznak, 853.776, illetve 165·6 millió különböző kombináczió lehetséges, melyek önmagukban ismét a valószinüségszámitás törvényei szerint oszlanak meg, ugy hogy azon kombinácziók megvalósulása a legvalószinübb és igy leggyakoribb, melyeknél a két szülőtől származó chromosomok *egyenlő* számban vannak képviselve. Ez a magyarázata annak, miért nincsenek egy szülőpár egymásután következő gyermekei közt soha teljesen egyformák. (*Martius*, Konstitution und Vererbung. Berlin, 1914.)

És ily erősen variálnak a külső tényezők is. A valóságban nemcsak jó és rossz talaj van, hanem már kis téren is egész sorozata az átmeneteknek. Nemcsak a puszta szemlélet győz erről meg, az első tudományos kutató, ki exakt módon vizsgálta meg a kérdést, igy ir: „A hullámosmész talaj körül végzett kutatásaim végeredménye, hogy a természetes (vad-) talaj, ellentétben a megművelt talajjal, sehol sem egyforma, hanem, mint azt legegyszerübben elképzelhetjük, a kémiailag és fizikailag legkülönbözőbb talajfoltoknak minden várakozáson felül tarka mozaikjából áll. A természetben már legkisebb téren a kémiailag és fizikailag különbözőkép felépitett „termőhelyeknek" végtelen változata található." (Dr. *Kraus*, Boden und Klima auf kleinstem Raum. Jena, 1911.)

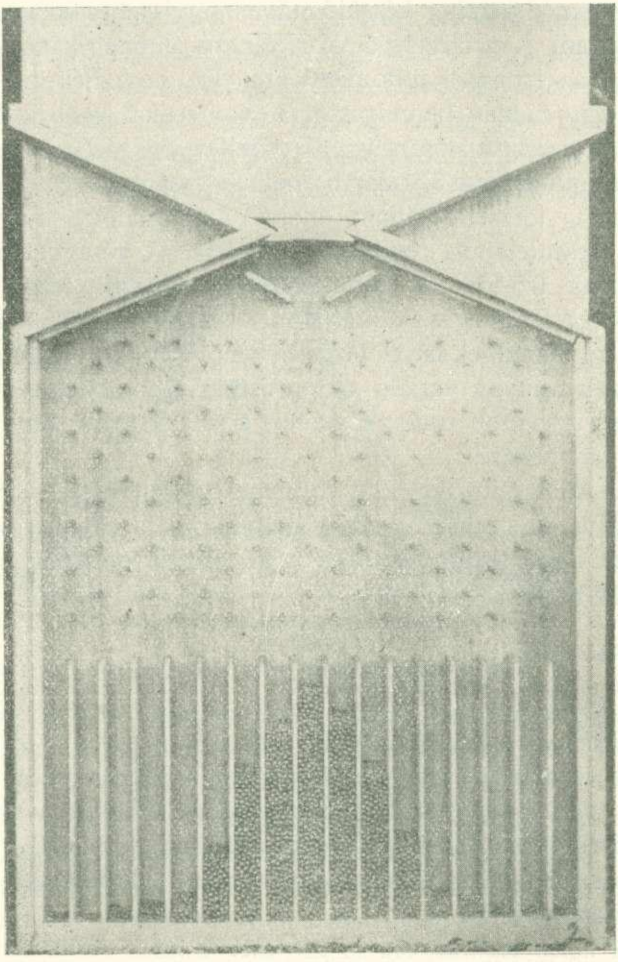
A gyökérzet, a lombozat s növőtér végtelen változatairól a szemlélet győz meg bennünket: semmi esetre sincsen két faegyed, melynek teljesen egyforma gyökérzete, lombozata s növőtere lenne.

A fatörzsnövekvés variácziónak alapszámát tehát nagyon nagynak kell elképzelnünk s még sokkal nagyobb természetesen az alapszámok *r*-edik hatványa, az összes lehetséges variánsok száma! De eloszlásuk teljesen törvényszerü s minél több példányt vonunk vizsgálataink körébe, annál tökéletesebb a törvényszerüség, annál jobban közeledik az eloszlás görbéje az „ideális" görbéhez.

Igen szemléltetően lehet a variánsok eloszlását a *Galton*-féle készülékkel bemutatni (2. ábra). Ha az *A* térből a *B* nyiláson át sörétet gördítünk a szögekkel ellátott felületen lefelé, a söréteknek gyakran kell a szögekbe ütközniök. Mindenik sörétnek egyenlő az esélye, hogy az odaütődés után jobbra vagy balra fog-e kitérni és csak ritka esetekben fog egy sörét állandóan egy és ugyanazon oldal felé esni. A jobbra és balra való kitérések a valószinüségszámitás törvényei szerint kombinálódnak, ugy hogy a szélső reteszekbe legkevesebb, a középső reteszbe legtöbb sörét fog jutni. Az egész eloszlás egyezik a binómiális eloszlással, melynek biológiai értelmét már ismerjük.

Biológiai jelentősége e törvényszerüségnek rendkivül nagy: mint módszer megbecsülhetetlen szolgálatokat tesz. A „*véletlen*" mely minden egyes egyénnek más-más méretet ad, nem vezet többé bennünket félre, mert hisz ép a véletlen törvényszerüségeit világitjuk meg az egészben: az egyén elenyészik, fontos csak az egész csoport, rassz vagy faj. Mint a biometrikusok mondják, a populáczió (népesség), vagy aggregátum, körülbelül a mi állományunk. Ezek tökéletes analizisét teszik a biometrikai módszerek lehetővé.

A gyakorlati angolok már a mult század végén megalapitották



2. ábra. Galton-féle készülék.

a biometrika első egyetemi tanszékét s 1901-ben meginditották a „Biometrika“ czimü folyóiratot, mely négy (angol, franczia, német és olasz) nyelven közöl biometrikai dolgozatokat. A biometrika munkálatoknak ma már kiforrott módszerei vannak. Teljes megértésükhöz jól kell ismerni a felső mathematikát: alkalmazásukhoz azonban ma már oly egyszerü *elemi* módszerek állnak rendelkezésre, hogy mindenki elbánhatik velük. Nincs arra idő, hogy itt ismertessem ezen módszereket: készülő művem ugyis teljes kompendiumát fogja nyujtani a variácziós és korrelácziós biometrikának, különös tekintettel az erdészeti tudományokra. De engedjék meg, hogy legalább egy példán bemutassam a biometrikai analizis lényegét.

Egy vegyeskoru, őserdőszerű erdeifenyővágásban meglehetős rossz szerpentintalajon 371 darab, mellmagasságban kéreggel együtt 36 *cm* vastag törzset találtam, melyek köbtartalom, magasság és alakszám tekintetében rendkivül variáltak. A kéregnélküli törzsköbtartalmak 0·5-től 1·5 köbméterig váltakoztak, tehát majd a rendes tömegtáblák egész köbtartalomsorozatát magukban foglalták: egészen egyöntetünek látszó termőhelyen! Felmerül tehát a kérdés, vajjon ezen annyira variáló csoport törzs egy egységes tipushoz tartozik-e vagy több tipus keveréke s mik a tipus vagy tipusok jellemző tartozékai?

Ha a köbtartalmakat 0·1 köbméter különbséggel biró osztályokba sorozzuk s minden osztályhoz odairjuk a példányok számát, melyek az illető osztályba esnek, a következő sorozatot kapjuk:

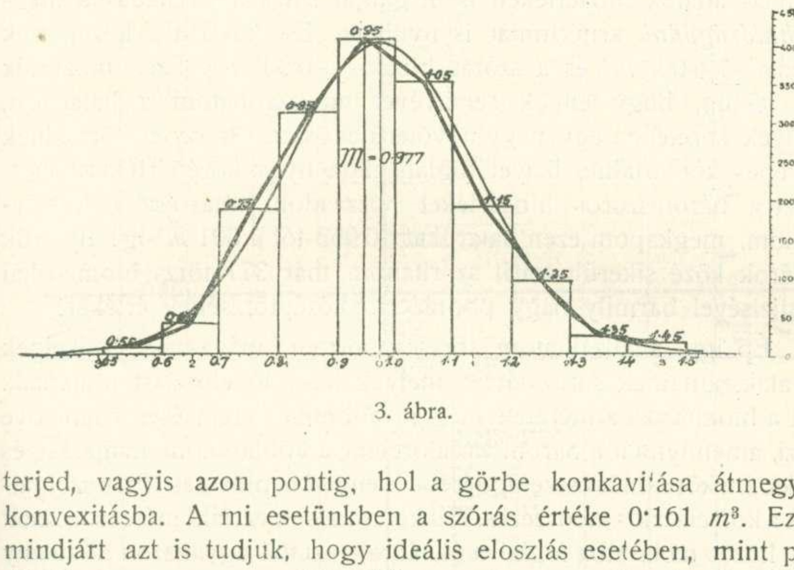
Az osztályok középértéke	0·55	0·65	0·75	0·85	0·95	1·05	1·15	1·25	1·35	1·45		m^3
Az osztályok határértéke	0·50	0·60	0·70	0·80	0·90	1·00	1·10	1·20	1·30	1·40	1·50 m^3
Az egyes osztályok frekvencziája	1	9	41	72	94	81	44	21	5	3=371 drb.	

Mint az alábbi grafikus ábrázolásból is látjuk, a köbtartalmak eloszlása igen jól megegyezik az ideális eloszlással: a mutatkozó kis eltérések a csekély példányszámnak tulajdonithatók (3. ábra).

A sorozat jellemzésére a biometrika a következő értékek kiszámitását irja elő:

1. A középértékek. Ha az eloszlás teljesen szimmetrikus, az ideális görbének megfelelő, akkor csak egy középértékről lehet szó, mert ez esetben az *arithmetikai* középérték (az *x*-tengely nullpontja) összeesik a *leggyakoribb* értékkel, a biometrikusok *Mode*-értékével. Ami esetünkben az arithmetikai középérték 0·977 m^3, mig a leggyakoribb érték a legnagyobb ordinátával 0·951 m^3.

2. A standard-eltérés vagy szórás. A középérték után a legfontosabb szám, mely a középértékkel együtt, mivel ez az eloszlási görbe integrálképletének egyetlen paramétere, teljesen karakterizálja a görbét. Vagyis ezen adat birtokában a meglevő Gaussgörbetáblázatokból a köbtartalom tetszésszerinti értékére nézve kiolvashatom, hogy az illető érték 1000 vagy 10.000 vagy tetszésszerinti számu törzs közt *hány példányban lesz képviselve állományomban. Az egész állomány összetételét feltárja ez az egy adat!* Geometriailag a szórás az x-tengelyre felrakott köbtartalmak azon értékét jelenti, mely a 0-ponttól a görbe flexiópontjának ordinátájáig



3. ábra.

terjed, vagyis azon pontig, hol a görbe konkavi'ása átmegy a konvexitásba. A mi esetünkben a szórás értéke 0·161 m^3. Ezzel mindjárt azt is tudjuk, hogy ideális eloszlás esetében, mint példánkban is nagyon megközelitőleg, az összes variánsoknak 68%-a azon értékek közt helyezkedik el, melyeket nyerünk, ha a szórásértéket a középértékhez egyszer hozzáadjuk, egyszer belőle levonjuk. es zEetben tehát állományunkban az összes 36 *cm*-es törzsek 68%-a 0·816-tól 1·138 m^3-ig terjedő köbtartalmakkal fog birni.

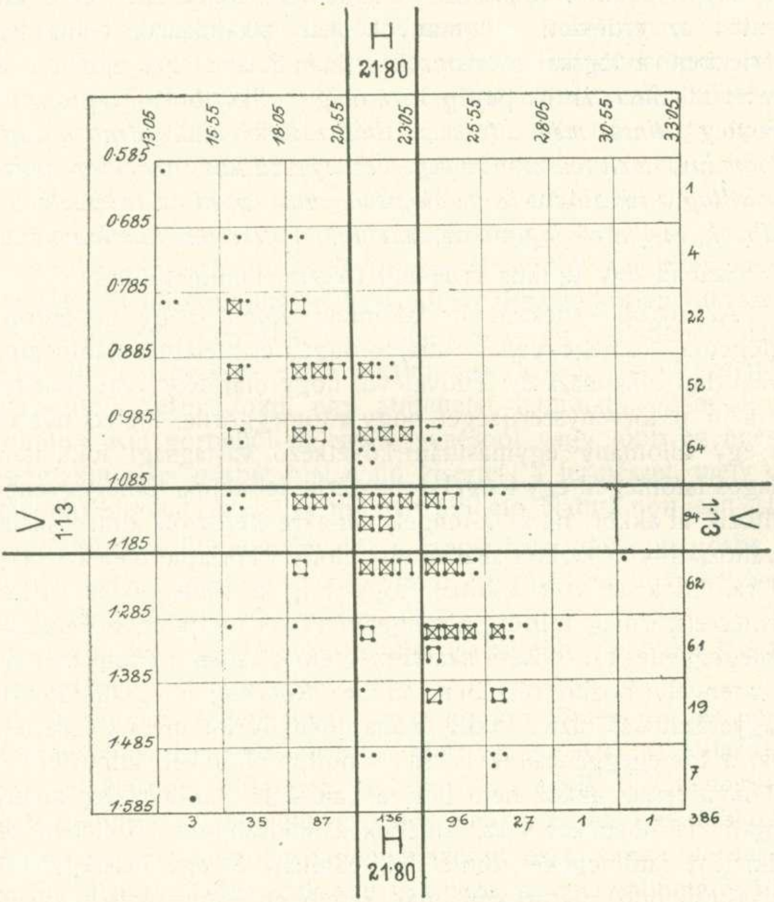
3. A variáczió terjedelme. Szintén fontos adat, melyet ugy nyerünk, hogy a középértékhez a szórás háromszoros értékét egyszer hozzáadjuk, egyszer belőle levonjuk. Ez esetben tehát a variáczió egész terjedelme 0·494-től 1·460 m^3-ig terjed. Ennél kisebb vagy nagyobb értékek csak rendkivül ritkán, 10.000 törzs közt csak

2—3 példányban fognak előfordulni. Már az előbbiből tudjuk azt is, hogy a 0·816 m^3-től lefelé és az 1·138 m^3-től felfelé eső értékek mindkét csoportja 16—16%-kal van képviselve állományunkban.

4. *A variáczió százalékszáma.* A szórásnak a középértékhez viszonyitott százalékszáma, vagyis azt jelenti, hogy a szórás hány százalékát teszi ki a középértéknek. Összehasonlitásokra nagyon alkalmas adat. Ami esetünkben 16·5%-ot tesz ki, a szórás tehát aránylag nem nagy, normális.

5. *A hibaértékek.* A biometrikai számitások egy igen nagy előnye, hogy a legkisebb négyzetösszegek theóriájára támaszkodva a nyert adatok hibaértékeit is megadják s igy a számadások *megbizhatóságának* kritériumát is nyujtják. Esetünkben a középérték hibája $\pm$ 0·008 m^3 és a szórás hibája $\pm$ 0·006 m^3. Ezen hibaérték azt jelenti, hogy ennek segélyével megszabhatom a határokat, melyek keretében egy nagy növőterület összes 36 *cm*-es törzseinek közepes köbtartalma helyet foglal. Ha a nyert középértékhez egyrészt a háromszoros hibaértéket hozzáadom, másrészt belőle levonom, megkapom ezen határokat: 0·953-tól 1·001 m^3-ig! Ily szűk határok közé sikerült tehát szoritanom már 371 törzs biometrikai analizisével bármily nagy populáczió középtörzsének értékét!

Ép igy analizálhatom törzscsoportom magassági értékeinek és alakszámainak sorozatát is, melyek hasonló eloszlást mutatnak. Sőt a biometrika a méretek még továbbmenő elemzését is lehetővé teszi, amennyiben a három variáló elem, a köbtartalom, magasság és alakszám kölcsönös összefüggésébe is enged bepillantást. Erre szolgálnak a korreláczios módszerek. Két kölcsönösen variáló méret sorozatát egy közös táblázatba foglalva (4. ábra) (ezuttal ugyanazon állomány 38 *cm*-es törzseinek adatait) és azok biometrikai adatait kiszámitva a *Bravais-Pearson*-féle korreláczios koefficziens megadja az összefüggés mértékét a két önmagában oly erősen variáló elem közt. Ezen koefficziens értéke +1-től nullán át —1-ig terjed és pedig a +1 érték teljes pozitiv korrelácziót jelent, vagyis annyit, hogy a két méret közt tökéletes egyenes viszony létezik, mely egy lineáris egyenlet által kifejezhető. Kisebbedő pozitiv értékek gyengébb összefüggésre vallanak, a nullérték a két variáló méret egymástól való teljes függetlenségét mutatja, mig a negativ értékek forditott viszonyra engednek következtetni, mely a koefficziens — 1 értékénél teljes annyira, hogy az egyik méret nagyobbodása a másiknak ugyanolyan mértékü kisebbedését jelenti. Ez esetben a köbtartalmak és magasságok korrelácziója $+0·70 \pm 0·026$, tehát elég magas, mig ugyanez erősségi csoportban a köbtartalmak és alakszámok



4. ábra. Korrelácziós táblázat a fatömegek és magasságok egy vastagsági fokon belül.

korrelácziója csak $+0·572 \pm 0·027$. A köbtartalom tényezői közt tehát a magasság a fontosabb.

A korrelácziós módszerek arra is valók, hogy velük két variáló elem okozati összefüggését kikutassuk. Egy-két adatból semmire sem következtethetünk, de az egész sorozatok korrelácziós vizsgálata megadja a keresett partiális összefüggést, mely aztán, a kevesebb kauzálfüggvény képletébe behelyettesithető.

Ha most az erdészeti tudományokra vetünk egy pillantást, megállapithatjuk *Wappes*-szel ellentétben, hogy nem az a hiba, mintha az erdészeti tudományok nem alkalmazták volna kellő mértékben a logikai módszereket, hanem az, hogy éppen csakis ezeket alkalmazták és pedig kizárólag a fikcziókkal kapcsolatban Tényleg *nincs még oly, az alkalmazott biológiára alapitott tudomány, mely összes lényeges és speczifikus részeiben annyira kizárólag a fikcziókra lenne alapitva, mint éppen az erdészeti tudományok, melyeket joggal nevezhetünk a fikcziók tudományának!*

Szabad egy tipikus erdészeti fikcziót bemutatnom?

Az ujabb erdészeti irodalomban *Rónai* nagy apparátussal fejtegeti a „tömegegyenes" tulajdonságait és melegen ajánlja annak gyakorlati alkalmazását. Tudvalevő, hogy már *Kopetzky* felfedezte azt az u. n. törvényszerüséget, hogy a tömeggörbe, melyet nyerünk ha egy állomány egymásután következő vastagsági foku fáinak átlagos fatömegeit egy tengelyrendszerbe felrakjuk, tömegegyenessé változik át akkor, ha az x-tengely *cm*-ekre beosztott átmérőskáláját átváltoztatjuk négyzetes skálára ugy, hogy a körlapterületeket rakjuk fel rá. Csak az volt a hiba, hogy mig a tömeggörbe egészen természetszerüleg mindig a tengelyrendszer nullpontjából indult, a tömegegyenes ezt sohsem akarta megtenni, hanem mindig metszette az x-tengelyt pozitiv részében, amihez *Kopetzky* a legsajátságosabb magyarázatokat füzte. Pedig hiába: negativ fatömegek nem léteznek, a tömegegyenesnek is csak a nullpontból kell kiindulni s ha ezt nem teszi, akkor nem fedi a valóságot: az a része, amelyik negativ fatömegeket s az, amelyik a metszőpont közelében még tulkicsiny fatömegeket tüntet fel, valótlan és egy másik vonallal helyettesitendő. Azonkivül már régebben kimutattam egy idevonatkozó dolgozatban,[1]) hogyha a tömegegyenest visszahelyezzük az eredeti *cm*-skálás tengelyrendszerbe, parabólát kell kapnunk, melynek tehát emelkedő a szára s a vastagabb törzsek felé folyton meredekebb kell hogy legyen. De minden fatömeggörbe kiegyene-

---

[1]) Oest. Vierteljahresschrift. 1906.

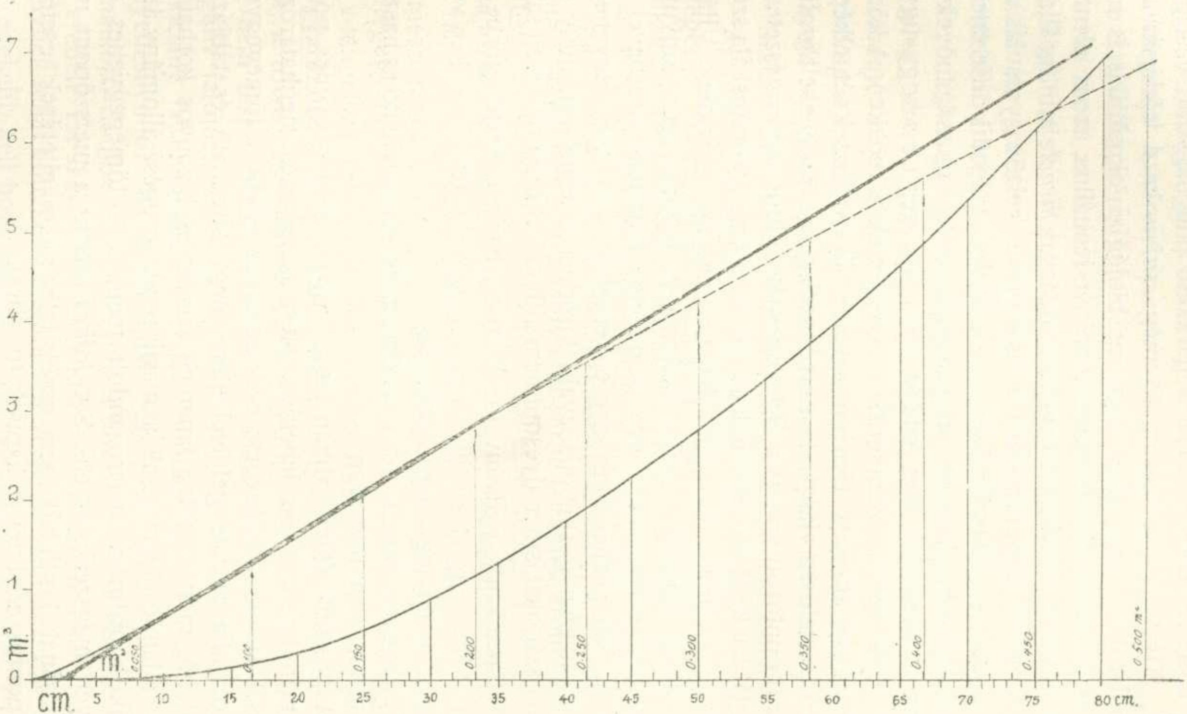
sedik felső részében, sőt, ha a felrakást a legnagyobb vastagsági fokok, 80—90 *cm*-ig folytatjuk, még *esni* is kezd lefelé, áthajlik. Parabóláról szó sem lehet. Egy kis biológiai okoskodás is meggyőz erről. Ha a tömegegyenes törvénye fennállna, az azt jelentené, hogy a körlapfokonkénti tömeggyarapodásnak *menete* mindig állandó maradna a körlapgyarapodáshoz viszonyitva: relativ gyorsulás vagy lassubbodás nem léteznék. Az egyenesnek nincs második differencziálhányadosa. De tudjuk, hogy öreg vastag törzsek magassági növekvése teljesen megszünik akkor, midőn körlapjuk még nő s hogy ugyanekkor, mivel koronájuk megritkul, alakszámuk is csökken. A körlapnövekedéssel arányos tömegnövekedés ilyen törzseknél elképzelhetetlen. A valóság vizsgálata is erről győz meg. A mellékelt grafikon (5. ábra) pontozott vonala a *Behringer*-féle eddig legtermészetesebb tömegtáblák középbonitásának adatait tartalmazza körlapskála szerint felrakva: a tömegvonal lefelé hajlása még igy is evidens. Világos, hogy itt a négyzetes skála alkalmazása folytán igen kinyujtott, ellapositott harmadfoku, egy átmenetet felmutató görbével van dolgunk. Két görbéből és egy egyenesből vagy több egyenesből összerakni ezen görbét hiábavaló kisérlet: a természet, mely csak folytonosságokat ismer, ilyesmit nem állit elő. Natura non fecit saltus.

A fikczió itt nyilvánvaló: a lapos, harmadrendü görbe átmeneti helyét ugy tekintjük, *mintha* egyenes lenne. A két vonal jó darabon tényleg eléggé összevág.

Ha az ilyen fikczió tudva alkalmaztatik, eliminálható és hasznos, ugy minden rendben van.

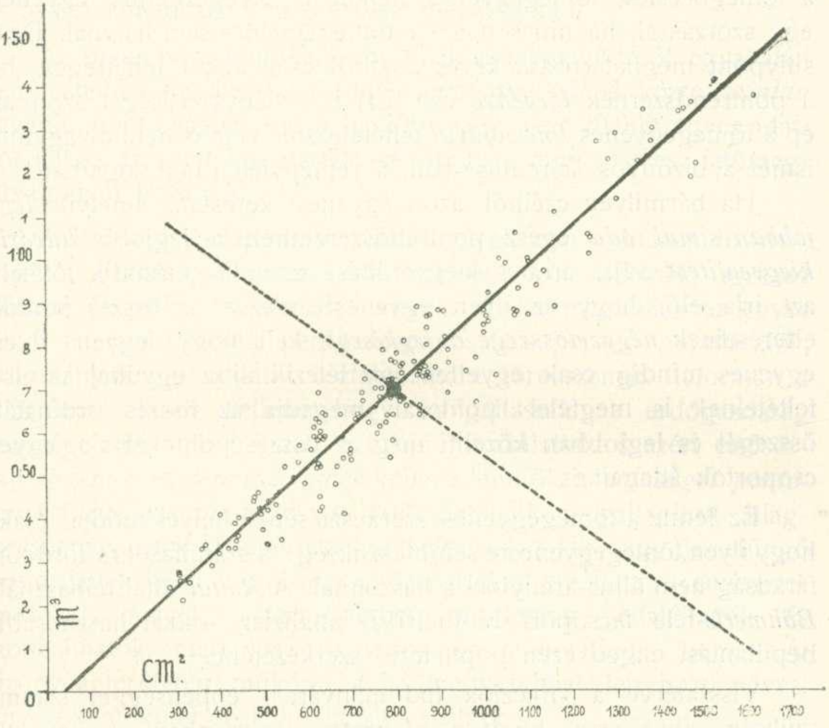
A hasznot *Rónai* abban látja, hogy a tömegegyenes pontos faállománybecslést tesz lehetővé. Mert az egyenes meghatározásához csak két pont szükséges: ezek közül az egyik, a tömegegyenes metszőpontja az *x*-tengelylyel előre meghatározható és táblázatba foglalható, mert állitólag fanemek szerint és bizonyos korhatárok között állandó. Tehát csak a másik pont, az egész állomány átlagfájának koordinátái határozandók meg, és a tömegegyenes igen könnyen megszerkeszthető. Sőt *Rónai* szerint a metszőpont megállapitásánál kis hibák sem esnek latba: kis elterések esetén is elég pontos eredményt kapunk (6. ábra).

Ez a következtetés téves. Ilyen értelemben tömegegyenesre egyáltalán nincs szükség, mert hisz *végtelen sok* tömegegyenes



5. ábra. Behringer tömegtáblája és a „tömegegyenes."

létezik, mely a czélnak mind egyformán megfelel. A kiegyenlitési számitásnak elemi tétele, hogy egy pontrendszer sulypontján (az átlagtörzs pontja!) átmenő minden egyenesre nézve az összes pontok eltéréseinek algebrai összege null. Az átlagtörzs pontján tehát végtelen sok egyenes fektethető át, — mindenik — még a legvadabb is, pl. olyan, mely a vékonyabb törzseknek tulajdonit



6. ábra. Böhmerle adatai és a „tömegegyenes."

nagyobb és a vastagabbaknak kisebb, sőt egy részüknek negativ fatömegeket — ép oly pontossággal adja meg az ordináták összegét, az összes fatömeget, mint akár a legszorgosabban meghatározott *c* ponton át fektetett egyenes! Ha a „kutató" mégis különbségeket talál, az a mérési hibák fejezetébe tartozik s a kutatónak kötelessége a czeruzája s körzője durvasága, valamint szeme fogyatékossága által előidézett hibák határait *előbb* megállapitani s eredménybeli különbségeket *csak* ezen hibahatárokon tul tekintetbe venni. A tömegegyenes tehát egészen fölösleges, illetve, mivel végtelen sok egyenértékü példánya létezik, elég meghatározásához *egy* pont, a sulypont is. A tömegbecslés szempontjából *lényeges* csupán a sulypont meghatározása. Az elérhető pontosság tisztán csak a sulypontmeghatározás pontosságától függ. Ha ez pontosan megvan, a tömegbecslést tömegegyenes nélkül is elvégezhetjük egyetlen egy szorzással, ha nincs meg, a tömegegyenes sem használ. De a sulypont meghatározása kevés adatból csak akkor lehetséges, ha a pontrendszernek *törvénye* van. Ezt a törvényszerüséget azonban ép a tömegegyenes *fikcziójával* feltételezzük, vagyis benne vagyunk ismét a bizonyos „circulus"-ban, a reménytelen tautologiában!

Ha bármilyen czélból azon egyenest keresem, amelyik *legjobban simul oda* egész pontrendszeremhez, a legjobb *lineáris kiegyenlitést* adja, arra a kiegyenlitési számitás második főtétele azt irja elő, hogy az ilyen egyenesre nézve az összes pontok eltéréseinek *négyzetösszege a legkisebb* kell hogy legyen. Ilyen egyenes mindig csak egyetlen egy létezik s az egyuttal az első feltételnek is megfelel: pontosan megadja az összes ordináták összegét és legjobban közeliti meg az összes pontokat s az egyes csoportok átlagait is.

Ez lenne a tömegegyenes szerkesztésének helyes módja, csakhogy ilyen tömegegyenesre semmi szükség: a számitásokra forditott fáradság nem állna arányban a haszonnal. A *Rónai* által felhasznált *Böhmerle*-féle facsoport biometrikai analizise sokkal hasznosabb bepillantást enged ezen populáczió szerkezetébe.

Visszatérve a „fikcziók tudományára", éppenséggel semmi szükség sincs arra, hogy a nemzetgazdaságtanban rég elavult „homo oeconomicus" mintájára a „homo foresticus" fogalmából fejtsük ki tudományunk alapelveit, mint *Wappes* kivánja. Megvan a „homo foresticus" régen és sikerült is tudományát sokkal jobb ban izolálnia, semmint kivánatos.

Az erdészeti tudományoknak a többi tudományokkal szoros kapcsolatban az a feladata, hogy tárgyait mindenekelőtt *osztályozza*, természetes rendszerekbe foglalja és azután tárgyainak és jelenségeinek *okozati összefüggéseit* felderitse, hogy igy a legczélszerübb gazdálkodás szabályait felállithassa.

Az osztályozás előfoka a tárgyak mérése. Az erdőbecsléstan erre vonatkozó módszerei és képletei mind fiktiv alapon állnak: abból indulván ki, *mintha* a fatörzsek rotácziós testek lennének. Pedig a fatörzsek *valódi* köbtartalmának meghatározása és mérése a gyakorlat részére is alkalmas eszközökkel bizonyára megoldható probléma. Legalább a fiktiv köböző képletek hibahatárait kellene az összes fanemekre vonatkozólag megállapítani.

Az olyannyira fontos mérési hibák és kiegyenlitésük egyáltalán nem vétetnek figyelembe. Minden adat ugy adatik közre, *mintha* egyenlő pontossággal birna, ha 200, vagy akár 20.000 egyes adatból lett is az mint középérték kiszámitva, mint összes fatömegtábláinkban láthatjuk.

A fatömeg- és fatermési táblák, melyek arra volnának hivatva, hogy a gazdaság legfontosabb segédeszközét alkossák, *egészen fiktivak* és pedig ártalmasan fiktivak. A fatömegtáblák az egyes fák, a fatermési táblák pedig bizonyos facsoportok, populácziók, „állományok" quantitativ osztályozására törekszenek. Ilyformán a szükséges alapot kellene hogy szolgáltassák az erdőgazdaság „egységeivel" való minden további munkálathoz s ezért elsősorban *igaznak* és *természetesnek* kellene lenniök, a *valóságot pontosan kelllene visszaadniok.* A fatömegtáblák megállapitott átlageredményei vagy középértékei egyenlő vastag fák nagy összefüggő csoportjának kellene *valóságos* középértékeit nyujtani: természetes tipusokat, melyek a természetben mindenkor feltalálhatók és azonosithatók, mert hisz az volna ép a hivatásuk, hogy egy bizonyos területen működő, a fatömegtartalmat létrehozó növési tényezők működésének hű képét nyujtsák.

A tömeg- és terméstáblának nemcsak „izolált", vagyis fiktiv középértékeket kell tartalmaznia, ha természetességre tart jogot: ahol egy középérték van, ott az alacsonyabb és magasabb értékek egész sorozatának és pedig egymással szorosan összefüggő sorozatának is kell létezni. A *plusz- és minuszvariánsok összessége* legalább is oly fontos, mint az egy középérték. A variáczió terjedelme, a szórás nagysága, az egész sorozat összekötöttsége mind ép oly fontos, mint a középérték. Önmagukban álló középértékeknek sem értelmük, sem jogosultságuk nincs.

De a mi tábláink adatai még csak nem is középértékek, hanem teljesen *fiktiv, önkényes, indokolatlan bevágások a természetbe*, az egész variáczió terjedelmébe! Az adatok egy része *csak* mint pluszvariáns fordul elő a természetben, más része csak mint minusvariáns, de melyik? S hogyan függnek össze egymás közt? Ezen kérdésekre a variácziós terjedelembe önkényesen tett 5, vagy 9, vagy bármennyi egyenlő közökben tett bevágás nem ad feleletet. A variácziós terjedelmek keresztmetszetét kell analizálni, hogy a valóságban eligazodjunk. Nagy növőterületek egyforma vastag fái mind egy biometrikailag egységes populácziót alkotnak, ugy a fatömeg, mint magasság, alakszám és kor tekintetében is, és minden ilyen növőterületnek csak egy tipikus középértéke van, mely körül az összes többi értékek az eloszlási függvény szabályai szerint csoportosulnak. Ez nem is lehet másként, ez apodictice következik a növést előidéző okok sokféleségéből és a valószinüségszámitás törvényeiből. Minden a valóságból vett példa igazolni fogja állitásomat.

Bosznia őserdőállománya két alapjában különböző termőterületen áll, melyeket az orografusok mint a boszniai „belhegységet" és mint a „Karszthegységet" különböztetnek meg egymástól. A belhegység alapkőzete tulnyomóan szerpentin, pala s csak kis részben különböző őskőzet vagy dolomit és triaszmész: völgyei mélyen tagoltak, meredek lejtőkkel és dús földfeletti vizfolyásokkal. A Karszthegység alapkőzete kizárólag vegyileg igen tiszta, majdnem teljesen tiszta mészkarbonátból álló, nagyon kevés elmállási termékeket adó mész, zárt dolinákkal és teknőkkel boritott fensikokkal és tisztára földalatti vizlefolyással. Két ellentétes világ ez még klimatikus tekintetben is: az éles átmenet egyikből a másikba minden utazót meglep.

Ezen annyira eltérő két termőterület biometrikai tömegtáblái a bükk- és luczfenyőnél mégis teljesen egybevágnak: eltérés a középértékekben a háromszoros hibahatáron tul csak a jegenyefenyőnél mutatkozik, ami a jegenyefenyő biológiai sajátságaiból, lombkoronájának plaszticzitásából, regeneráló és rendkivüli reagáló képességéből a fénybeesés változataira, ami ezen két területen nagyon különböző (mélyen bevágott völgyek és másrészt kiterjedt fensikok), eléggé megmagyarázható.

Természetes fatömegtábláim a következő adatokat tartalmazzák, pl. a 44 *cm* mellmagasság-vastagságu bükkökre:

Arithmetikai közép: 2·15 $m^3 \pm$ 0·03 m^3.

Leggyakoribb érték (Mode): 2·05 m^3.

Szórás: 0·45 $m^3 \pm$ 0·02 m^3.

Variácziókoefficziens: 20·9%.

Variáczióterjedelem: 0·78 m^3-től 3·52 m^3-ig.

Az eloszlási görbe ferdesége: + 0·03.

Ilyen adatok birtokában jóval kevesebb munkával sokkalta pontosabb tömegbecslést végezhetek, mint bármily minucziózus próbatörzsdöntésekkel. Lehet, hogy egy valamelyik próbateremnek nem kapom meg a *valódi* tömegtartalmát, mert ép azon a darab termőhelyen tulsulyban lesznek a plusz- vagy a minuszvariánsok, de az összes próbaterek és az egész kérdéses terület tömegtartalmát és összes tömeg- stb. variánsainak előfordulási számát mindenesetre tetszésszerinti pontossággal és számbavehető hibahatárokkal állapithatom meg, ami gyakorlati szempontból nagy előny.

Olyanok az ilyen tömegtáblák, mint az életbiztositó társaságok halandósági táblázatai, melyek szintén analóg módon, a valószinüségszámitás törvényei szerint állittatnak össze. Az ilyen táblázat mindenik életkor elhalási valószinüségét megadja és pl. megállapitja, hogy a már 20 évet elért férfiak átlagban Angliában még 40·27 évet Norvégiában 43·89 évet, vagy az 50 évet elért férfiak Angliában még 18·82 évet, Norvégiában 23·08 évet fognak élni. Természetes, hogy ebből senki sem következtethet az ő saját további életkorára. Ha ő az életnek minuszvariánsa, bizony előbb fog meghalni, ha pluszvariáns, tovább is fog élni. De az átlag igen csekély, ismert ingadozásokkal éppen ezen életkort fogja elérni s a biztositó társaságok ezen valószinüségi táblázatokra támaszkodva olyan biztossággal és üzletileg olyan egyenletes eredménynyel dolgoznak, mint bármilyen más emberi vállalat.

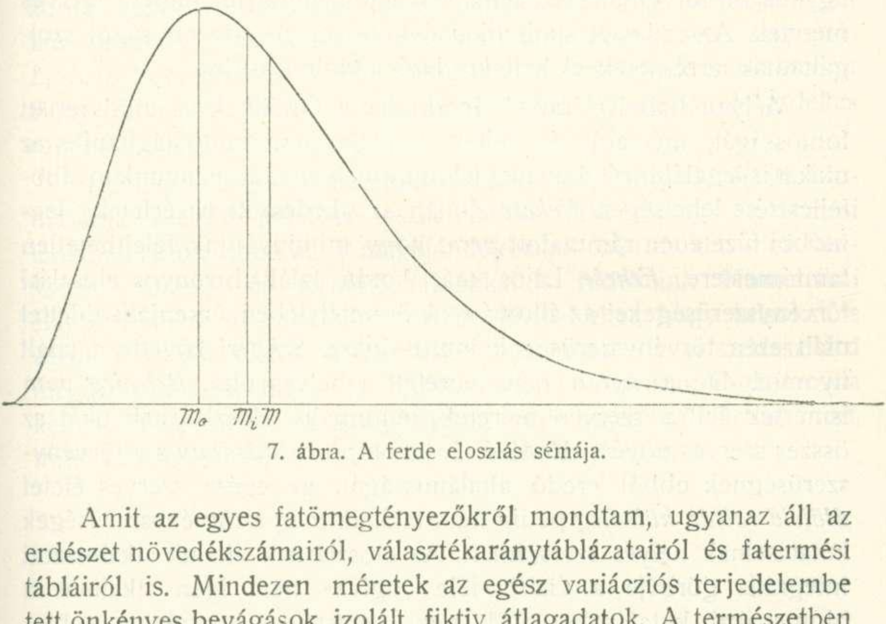
Ép ily természetü a biometrikai „természetes" tömegtáblákkal való becslés is s én meg vagyok győződve, hogy a jövőben az állományok áterdőlését is a biztositó társaságok „Aussterbeordnung"-jaihoz hasonló táblázatok alapján fogjuk végezni: hisz az áterdőlés nem más, mint az állomány minuszvariánsainak időnkénti mesterséges kiválasztása. És ép az a biometrikai módszerek óriási fölénye az eddigi fiktiv módszerek fölött, hogy megengedik a bepillantást az állományok belső szerkezetébe, strukturájába. Nem theoretizálás ez: immár három éve használom az őserdőszerü állományokra felállitott „természetes" tömegtábláimat és alkalmazom a biometrikai módszereket s mondhatom, hogy ezek a gyakorlatban a legfényesebben beválnak. Ugy mint az emberi társadalom egyedei *„össze vannak kötve" statisztikailag* nemcsak kor, de méretek és képességek tekintetében is, a szellemieket sem véve ki, ép oly szigoru az egyes állomány vagy egész nagy növőterületek egyes fáinak, a „fák társadalmának" statisztikai össze kötöttsége s ennek az összekötöttségnek analizisét teszi a biometrika lehetővé.

Ha még tömegtáblámban megállapitom a magasságok és alakszámok eloszlási adatait, akkor a választékarányok becslését is végezhetem. A koradatok analizise és a tömegtényezők páronkénti korrelácziós koefficziensei kiegészitik és még értékesebbé teszik természetes tömegtáblánk adatait.

Érdekes a korok eloszlása. E tekintetben a belhegység és a Karszt törzsei nem viselkednek egyformán. Pl. a 46 *cm*-es bükktörzsek kora a Karszton 87-től 363 évig terjed: az átlagkor 225 $\pm$ 4 év, a szórás 46 $\pm$ 3 év, mig a belhegységben a variácziós terjedelem 48-tól 294 évig megy: az átlagkor csak 171 $\pm$ 4 év, a szórás 41 $\pm$ 3 év. A belhegységben a törzsek fejlődése gyorsabb, mint a Karszton. A koreloszlási görbék általában igen ferdék, a magasabb korok felé kinyulnak, sőt pl. a vastagabb jegenyefenyők ilyen görbéje a magasabb korok felé egy második, az elsőnél alacsonyabb csucsot mutat, ami azt jelenti, hogy e vastagsági csoportokban a törzsek egy része különösen soká volt elnyomva, fejlődésében gátolva a szomszédos törzsek által.

A fatömegeloszlási görbék ferdeségére már előbb utaltam. Mathematikailag ez azt jelenti, hogy a középértékek nem esnek a valószinüségi görbe sulypontordinátájával egybe s igy külön ki kell tüntetnünk a leggyakoribb értéket, amelyikre tehát legvalószinübben akadunk, ha találomra választunk a populáczióból pl. egy próbatörzset s külön az arithmetikai átlagértéket. A biometrikusok még az u. n. czentrálértéket is kimutatják, azt a középértéket, amelyiktől két oldalra a variánsok egyenlő száma található. (7. ábra.)

De rendkivül érdekes a ferdeségnek *biológiai értelmezése*, ami *Kapteyn* szerint abból áll, hogy a különböző növekvési tényezők mégsem teljesen függetlenek egymástól, legalább annyiban nem, hogy hatásuk az egyes egyedekre a már előzőleg kifejtett hatásuk eredményétől is függ, más szavakkal, hogy egyenlő mértékben rendelkezésre álló, a növést elősegitő tényezőkből a már erősebb törzsek *aránylag* ujra többet birnak hasznositani, mint a gyengébb törzsek. Ez pedig az eloszlási görbe folytonos eltolódását idézi elő az erősebb törzsek csoportja felé.



7. ábra. A ferde eloszlás sémája.

Amit az egyes fatömegtényezőkről mondtam, ugyanaz áll az erdészet növedékszámairól, választékaránytáblázatairól és fatermési tábláiról is. Mindezen méretek az egész variácziós terjedelembe tett önkényes bevágások, izolált, fiktiv átlagadatok. A természetben csak határozott, önmagukban az egyes értékek előfordulási gyakorisága szerint szabályozott és összefüggő csoportok fordulnak elő, mely csoportok csakis oly számcsoportokkal adhatók hűen vissza, amely számcsoportok a természetes méretvariácziókkal statisztikailag egyenértéküek! Minden egyéb fikczió és alkalmatlan tudományos vagy gazdasági ténykedésekre.

De az erdészeti tudomány minden része fikcziókból áll. Az erdőrendezés, az erdőértékszámitás, az erdészeti statika, tudományunk ezen előkelő részei, tisztára chiméraszerü, valótlan, nem realizálható fikcziókon alapszanak. A fikczió neve az erdőrendezésben a *normális* vagy *ideális állapot*. Csakhogy a gazdaságnak az abnormálissal van dolga és annak törvényeit óhajtja megismerni, Az erdőértékszámitás egészen belecsontosodott a fikcziókba: összes számitásai a „normalitásra" és arra vannak alapitva, *mintha* számadásainak tényezői változatlanok maradnának hosszu időkön át, *mintha* egységes és változatlan termőhelyek léteznének stb.

Pedig a gazdasági jelenségek is hozzáférhetők a statisztikai analizis számára, sőt egyenesen kivánják azt. A gazdasági tényezők is ugyanazon törvényeket követik változatosságukban, mint a szerves méretek. Az erdészet statisztikai évkönyvei elég bizonyságot szolgáltatnak erre, csak el kell kezdeni feldolgozásukat.

Mélyen tisztelt Uraim! Iparkodtam Önöknek a módszertan fontosságát, mélyebb és rejtett vonatkozásait megvilágitani s az utakat is legalább részben megjelölni, amelyen tudományunk továbbfejlesztése lehetséges. *Fekete* Zoltán az „Erdészeti Kisérletek" legutóbbi füzetében rámutatott arra, hogy mindnyájunk felejthetetlen tanitómestere, *Fekete* Lajos már korán talált bizonyos eloszlási törvényszerüségeket az állományok összetételében s zseniális ihlettel utalt ezen törvényszerüségek fontosságára. *Schiffel* követte a talált nyomot. De a nyom nem vezetett a helyes utra. *Belsőleg* nem ismerték fel a szerves méretek binomiális eloszlásának okát az összes szerves növést előidéző tényezők *pluralitásában* s a törvényszerüségnek ebből eredő általánosságát, az egész szerves életet *átölelő voltát*, *külsőleg* pedig nem találták meg a törvényszerüségek kutatásainak helyes szerszámait. Az eloszlásnak általuk alkalmazott integrális görbéje a Galton-féle „ogiva" nem igen alkalmas a biometrikai kutatásokra s ők nem keresték a kontaktust a biometrikai tudományokkal, hogy a helyes módszerekkel megismerkedtek volna. Pedig ez a tudomány már akkor megvolt: eltekintve a franczia és angol irodalomtól, a kitünő *Fechner*-féle „Kollektivmasslehre" már 1897-ben megjelent.

Azóta a biometrika óriási haladást tett. Magáévá tette módszereit a legszebb eredményekkel a zoológia, különösen az átörökléstan és a tenyésztéstan, a botanika, az anthropológia annyira, hogy ma már ezen tudományok nem is képzelhetők biometrika nélkül. De magáévá tette a pszichológia és az orvosi tudomány is, sőt ott is, ahol a fikcziók igazán otthon vannak és ártalmatlanok, a mechanikában és fizikában is hasznát veszik ezen módszereknek.

Csak az erdészet maradt vissza, az a tudomány, amelynek pedig minden tárgya kollektiv tárgy, amelynek elsősorban kellett volna a biometrikát fejleszteni!

Kezemben van a biometrikai módszerek kiváló kis *Davenport*-féle repetitoriumának 1914-iki harmadik kiadása (Statistical methods with special reference to biological variation, by C. B. Davenport, New-York, 1914), mely a biometrikai irodalmat és az addig végzett biometrikai kutatásoknak áttekintését is adja. Ezen kimutatásban csak *egyetlen* erdészeti vonatkozásu tétel szerepel: *Ludwig* botanikusnak a bükk és gyertyán leveleinek méretei és a Pinus silvestris tüinek hosszuságáról végzett alapos és érdekes munkái. Egyéb semmi.

Reméljük, hogy ez mihamar másként lesz, hogy kisérleti állomásaink mielőbb lehetővé teszik elavult, fiktiv tömeg- és termési tábláink sutba dobását s megajándékoznak bennünket a „természetes" tömeg- és termési táblákkal s tudósaink biometrikai alapokra fektetett gazdasági szabályokkal. Lehet, hogy tulsokat is várok e módszerektől uttörői lelkesedésemben, de az sziklaszilárd meggyőződésem, hogy az erdészetnek is kritikusan foglalkoznia kell velük s hogy ez a foglalkozás csak haszonnal járhat, mert, mint *Cousin* mondta: „a kritika a tudomány élete".