

A villámcsapások viszonya a talajhoz és a faállományhoz.

Az az általánosan elterjedt hagyományos nézet, hogy vihar alkalmával a szél és eső ellen a fák alatt menedéket keresni nem tanácsos, azt tanúsítja, hogy jóval előbb, mielőtt még a viharjelenségek elektromos természetét felismerték volna, mielőtt még általában az elektromos folyamatokba és erőnyilvánulásokba belepillantani sikerült volna, már fennállott a vonatkoztatás a villámcsapások és a fák között. Midőn már rájöttek, hogy a villámcsapás lényegében nem egyéb, mint a magas feszültségben levő elektromos tömegek kiegyenlítődése, a fákat érő villámcsapásokat arra akarták visszavezetni, hogy a feszültség kiegyenlítődése a különféle jó minőségű villámvezetők jelenlétében a legjobb vezető révén történik, mely folyamat még megkönnyíttetik, ha a jó villámvezető az elektromos forráshoz közelebb esik, mint a forrást környékező rosszabb vezetők. De másrészt a kislülést még a kevéssé jó vezető anyag is megkönnyíti, ha határfelületén egy vagy több csúcs emelkedik. Ennélfogva föltehető, hogy ha pozitív, illetőleg negatív árammal terhes viharfelhő valamely fákkal beültetett talaj fölött lebeg, a talaj villámvezetők útján az ellentétes villámosságot összegyűjti, mely a rosszul vezető légrétegen át a fák csúcsain a legjobb alkalmat találja, hogy a levegő villámosságával kiegyenlítődjék.

Valóban különös dolog, mint Jo-

nescu Demeter érdekes munkájában* kiemeli, hogy a növényfiziológia eddigelé csak igen kis mértékben vitte be a villámosságot kísérletezései-
nek keretébe, s így nem lehet csodálkoznunk azon sem, hogy a fákat érő villámcsapások okairól a mai napig semmiféle biztos adatokkal nem rendelkezünk. Mindaz, a mit erről tudunk, nem egyéb alkalmilag nyilvánított nézetnél, vagy merész föltevésnél. Annnyival inkább feltűnő jelenség ez, mert hiszen a fáktól függő villámveszély mindenkre nézve közvetlen gyakorlati érdekű kérdés. A fiziológusnak azonban még egy második kérdést is el kell döntenie; vizsgálnia kell, hogy mennyiben van jogosultsága az évszázadok óta vallott nézetnek, hogy a villám némely fanemeket megkimél, másokat pedig kiválón látogat meg. Így a régiek azt állították, hogy a borostyánt egyáltalán nem bántja a villám, a miért is — mint Suetonius állítja — Tiberius császár vihar alkalmával mindig borostyánkoszorút hordott a fején; a tölgyfáról ellenben úgy tudták, hogy ez van leginkább kitéve a villámcsapás veszélyének. Kétségkívül ez alapon tekintették a tölgyfát olyannak, mint a melyet a villámhajtó isten magának egyszersmind

* »Ueber die Ursachen der Blitzschläge in Bäume.« Jahresheft des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg, 1893, 32—62. I.

trónusául választott. Hiszen a tölgyfa a druidák kultuszában és különösen a germán mitológiában, mint a Donner istennek szentelt fa, kiváló szerepet játszik.*

Azon adatok szerint, a melyeket a különféle kutatók a villámcsapásokról följegyeztek, kétségtelenül meg van már állapítva, hogy minden fát érhet villámcsapás, hanem hogy a villám egyes faneemeket különösen szeret, az tagadhatatlan. Így az újabb megfigyelések eredményei kivétel nélkül megegyeznek abban, hogy egyenlő külső körülmények között, pl. kevert faállományban a bikkfába igen ritkán, a tölgyfába azonban aránytalanul gyakran csap be a villám.

Ilyen tények csak biztos és értelmesen vezetett statisztika által állapíthatók meg. Azért kívánatos volna, hogy az erdőgondnokságok járjanak elől és első sorban ők figyeljék meg a fákat érő villámcsapásokat és a főbb körülmények tekintetbevételével (hogy tiszta vagy kevert-e a faállomány; minő a talaj alkata; a talajvízviszonyok stb.) adatszerűleg jegyezzék fel.

Egy erdőgondnokság nyilvánosságra hozott statisztikai följegyzéseiből kitűnik, hogy az 1879—1890. években

* Itt a borostyánnak »megoltalmazó erejére« utalunk, mint az Ovidius verseiben olvasható. Ovidius ugyanis a Metamorfoziszokban (I. 452.) megénekli Daphne nimfának a sorsát, a ki atyját, Peneust arra kérte, hogy biztosítsa neki az örök szüzességet. Apollo, megbűvölve a nimfa szépségétől, közeledni akar hozzá, míg végre üldözőbe veszi a menekvő szűzet, a ki végre a menekvés fáradaalmaiban kidől, az utolsó pillanatban azonban a fenyegető sors kezei közül kisiklik, a mennyiben hirtelen borostyánná változik át, mely fát attól kezdve Apollo magának szenteli. »At coniunx quoniam mea non potes esse, arbor eris certa mea.« E fát egyszersmind felruházza azzal a hatalommal is, hogy a tölgyet is megóvhassa a villámtól (. . . mediamque tulere quercum).

56 tölgyfát, 4 jegenyefenyőt, 21 erdei fenyőt sujtott a villám a nélkül, hogy a bikkfát csak egyszer is fölkereste volna.

Ez adatokat olvasva, hajlandók vagyunk hozzátenni, hogy azért történt ez így, mert a megfigyelési területen tölgyek, fenyőfák, erdei fenyők bizonyára egyforma mennyiségben voltak. A valóság pedig az, hogy a bikkfák annyira többségben voltak, hogy 100 fára körülbelül 70 bikk, 11 tölgy, 13 jegenyefenyő és 6 erdei fenyő esett. Ha e számarányokat kissé szemügyre vesszük, csakhamar még jobban kitűnik az aránytalanul nagy villámveszély, a melynek a tölgyfa ki van téve.

E statisztikai eredmény elégségesnek látszik ugyan arra, hogy belőle gyakorlati szabályt vonjunk le a villámcsapás veszélye elleni védekezésre, a kutatás azonban ezzel nem elégedhetik meg, hanem ki is kell nyomoznia az ilyen különös tények okait.

A tudomásra jött közlemények szerint mindenekelőtt be van bizonyítva, hogy a talajviszonyok félreismerhetetlen hatással vannak a villámveszélyre. *Vizes talajon álló fákbá feltűnően gyakran csap be a villám.* E ténnyel összhangzásban van az a jelenség, hogy a vizet át nem bocsátó agyagos talajon esik meg a fákat érő villámcsapások legnagyobb száma.

E jelenséget arra vélték visszavezethetni, hogy a fák mélyreható gyökerei a nedves és így a villámosságot jobban vezető földrétegeken szeretnek megállapodni, mi által fa és föld között jobb vezetés jön létre. E nézet szerint vihar alkalmával az ilyen fa az ég felé nyúló konduktorhoz hasonlítható, mely magát a földből a viharvillámossággal ellentétes villámossággal megtölti, és pedig annál jobban, mennél nedvesebb a talaj és mennél mélyebben van a fa gyökere. Ezzel azután egyszersmind megmagyarázotttnak tartották azt a körülményt is,

hogy miért kimél meg a villám egyes fanemeket.

Eme elfogadhatónak látszó magyarázat ellenében Caspary azt a kifogást emelte,* hogy fáink gyökeredzési mélységét illetőleg még nagyon kevés megbízható adatokkal rendelkezünk s ismereteink e tekintetben általában nagyon hézagosak; legkevésbé adhatunk azonban arra nézve felvilágosítást, hogy mélyen gyökeredző fákat csakugyan gyakrabban sujt-e a villám, mint az ilyenek szomszédságában álló kevésbé mély gyökerűeket. E kérdésnél cserben hagy bennünket minden statisztika, s így Voss magyarázata** pusztán föltevésnél egyébrek nem tekinthető.

Másodsorban közelfekvőnek látszott magát a fák alkati minőségét, kisebb vagy nagyobb villámvezető tehetőségét a tények magyarázásába bevezetni. Ha valamely jobb villámvezető más rosszabban vezető fák között áll, az haratoszférának a villámos kiegyenlítődéására különféle minőségű konduktorok állanak rendelkezésére. A villám tehát leginkább a legjobb vezetőt fogja fölkeresni, még akkor is, ha ez a legjobb vezető magasság tekintetében a rosszabb vezetőket nemcsak hogy felül nem mulja, hanem mögöttök marad. Ez a vélemény összehangzásban látszik állani Pechuel-Loesche adataival,** a melyek szerint a Saale völgyében fekvő Jena környékén a villámcsapások az éger-, nyár- és fűzfákkal lazán beültetett ligeteket keresik fel, ellenben az emelkedések széleit és csú-

* Schriften der kön. physik.-ökonom. Gesellsch. zu Königsberg in Pr. XII. évf., 81. lap.

** Vierter Jahresbericht der Gesellschaft von Freunden der Naturwissenschaften in Gera, 1861, 55. l.

*** V. ö. »Das Ausland« című folyóiratot: 1891, 38. szám, 748—749. l.

csait a folyó völgyének mindkét oldalán majdnem teljesen megkimélik, noha ezek hosszú szál- és törzsökös magas fákból — félnövésűekkel vegyest — bővelkednek.

Nincs azonban kizárva, hogy a jobb vezető fák mellett a rosszabb villámvezető fákat villámcsapás ne érhesse. A fák villámvezető képességének különbözőségei a villámcsapás veszélyének tekintetében annál kevésbé érvényesülhetnek, mennél nagyobb az elektromos feszültség.

Ha ebből a szempontból indulunk ki, az a kérdés, hogy a vegyes faállományban miért mutatkozik aránytalanság a villámveszély tekintetében, csak úgy látszik eldönthetőnek, ha a különféle fanemek villámvezető képessége alapos kísérleti megfigyelés alá vétetik. Ilyen kísérleteket Du Moncel végzett* igen behatóan, de minden pozitív eredmény nélkül. E kísérletek annyira ingadozó számeredményeket szolgáltatottak, hogy végre Du Moncel a fölmerülő nehézségek kimutatásával határozott kétségét fejezte ki aziránt, hogy az afféle kísérletekből helyes következtetést vonni lehetne.

A fának a villámos szikrát vezető képességéről eddigelé csak egy tény ismeretes. Villari ugyanis megállapította,** hogy száraz fák az elektromosságot a farostok irányában sokkal jobban vezetik, mint a rostokra függélyes irányban és ezt az eredményt Caspary friss hárs- és száraz fenyőfával végzett kísérletek alapján úgy bővítette ki, hogy a fa longitudinális, sugár és tangenciális irányban különféleképen vezet. A villámos feszültségek, melyek a kiszűlést a fán keresztül előidézni képe-

* Annales de Chimie et Physique. 5. sér. X. kötet, 471. l.

** Poggendorfs Annalen d. Physik. 133. kötet, 418. l.

sek voltak, a villámos szikra különböző fokú ütőerejének feleltek meg.

Jonescu a különféle fanemek vezetőképességét illető kutatásokat sikerrel tovább folytatta. A vezetőképeséget azonban nem galvanometrikus úton vizsgálta, mint Villari és Caspary, hanem a villámos szikrával kísérletezett. Jonescu a megvizsgált fanemek anatómiai, chemiai és fiziológiai viszonyainak tekintetbe vételével idézte elő a villámos feszültséget, mely szükséges arra, hogy bizonyos meghatározott hosszúságot megközelítő fadarabokat keresztül üthessen.

Jonescu újabban* tudomásra hozta kísérletezéseinek fizikai részét. Ama nagy érdeklődésre való tekintetből, melyet a kísérletezések keltettek és szélesebb körökben kelteni még mindig hivatva vannak, a kísérleti módozatokra itt ezúttal röviden mi is kiterjeszkedünk.

Már Lane alkalmazta azt a módszert, hogy a ő nevééről elnevezett palaczkokban összegyűjtött villámtömeget és ezzel egyidejűleg a feszültséget megmérje, miáltal, mint ismeretes, fölfedezte azt a törvényt, hogy valamely palaczk villámtömegének feszítő ereje az elektromosság helyi sűrűségétől függ. Habár a Lane-féle módszer bizonyos mértékben híján van a szabatos mérésnek, mindazonáltal az előttünk fekvő kísérletezések céljaira eléggé alkalmasnak mutatkozik. A Jonescu-féle kísérletezésekben 30,000 — sőt több — Voltnyi feszültségi különbözetekről van szó; az ilyen különbözetek azonban finomabb mérést nem tesznek lehetővé.

Jonescu módszere abban áll, hogy egy szikramikrométerrel ellátott mérczupalaczkot állít fel, a melyből

egy nagy leydeni palaczk megtölt. Ez utóbbi töltésének mértéke azután a szikramikrométerből kiugró szikrák számából válik nyilvánvalóvá. Elektromos forrásul egy nagyobbfajta Holtz-féle villám gép szolgált.

A kísérés úgy történt, hogy két, a szikraút megváltoztatására szolgáló eltolhatóan felállított konduktor közé bizonyos hosszúságú fadarabok tétettek. Elégséges feszültségnél azután egy hatalmas kísérés jött létre a kísérleti darabon keresztül. Minden egyes fadarab közbetételével megfigyelte, hogy a szikramikrométer meghatározott állásánál hány szikrának kellett a mérczupalaczkból kiugrania, hogy a kísérleti fadarab megsérülésével járó kísérés jöjjön létre. Hogy az így kapott eredményeket össze hasonlítani lehessen, egyenlő hosszúságú és lehetőleg egyenlő vastagságú fadarabokat választott ki és a konduktorokat állandó távolság között üttette keresztül* a villámos szikrával.

Az első kísérletek alkalmával egyenlő nagyságú bükk- és tölgyfadarabok szolgáltak kísérleti tárggyul, melyeket a rostok hosszában üttetett keresztül. Meg volt állapítható, hogy a tölgyfát a villám gépnek már 1—3 körülforgása után keresztül ütötte a szikra, a bükkfát pedig csak 12, sőt néha 20 körülforgás után ütötte át a szikra. Tehát már a körülforgás száma is megmutatta, hogy minő fokú feszültség volt szükséges az egyes fadarabok keresztülütéséhez.

Ha a legújabb kísérletek megerősítették, a miről a statisztikából meggyőződünk, hogy a tölgyfa a villámos kísérés céljára kedvezőbb anyag, mint a bükkfa, nem kevésbé meglepő tényeket derítettek fel a nyár- és fűzfával végzett analóg kísérletek. Mindkét ne-

* Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 1894, XII. kötet, 129—136. l.

* A fadarabkák 5 cm. hosszúak és körülbelül 10—12 mm. vastagok voltak.

vezett fanemnél a villám gépnek csak kevés (legfeljebb 5) körülforgására volt szükség, hogy különben egyenlő külső kísérleti föltételek között a fadarabok a villámos szikrától keresztül üttessenek.

Közelfekvőnek látszott ezek után a friss fadarabok villámvezető képességét víztartalmukkal kapcsolatba tenni. Schübler és Hartig R. ez irányú vizsgálataiból kitetszik, hogy a nyárfának frissen hasított forgácsa 51·80%, a bükkfáé 39·70%, a tölgyé 35·40%, a fűzfáé pedig 26·00% vizet tartalmaz. Ha tehát a fának villámvezető képességére a víztartalom volna irányadó, a villámos szikrának a nyárfát a legkönnyebben, a bükkfát körülbelül olyan könnyűséggel, mint a tölgyfát, (első sorban a bükköt), a fűzfát pedig a legnehezebben kellett volna keresztül ütnie. A kísérletek azonban bebizonyították, hogy a villámos szikra egyenlő erővel bánt el a nyár- és fűzfaforgáccsal, noha víztartalmuk majdnem úgy aránylik egymáshoz, mint 2 : 1 ; a tölgyet pedig, ezt a vízben legszegényebb fát a legkönnyebben ütötte keresztül. Ennélfogva az élő fának a villámos szikrát vezető képessége független víztartalmától.

Ez úton haladva, a kísérletezést most már a legkülönfélébb lombos és tűlevelű fákra (hárs, juhar, mogyoró, orgona, szil, galagonya, madárberkenye, kőris, nyír, fenyő, erdei fenyő, czédrusfenyő, boróka, tiszafa, thujafa) is kiterjesztették és minden fadarabnak legelőször is chemiai és anatómiai alkatát vizsgálták meg. E szélesebb körű kísérletezésekből az a meglepő végeredmény állott elő, hogy a fának az elektromos szikrát vezető képessége attól függ, hogy a fa mily mennyiségben tartalmaz élő elemeiben zsiradékot (olajokat és gyantákat), avagy ezek helyén szőlőcukor, vagy szénhidrátok vannak-e a fatestben lerakódva. A zsíros olaj rossz villámvezető,

ennélfogva megállapítható volt, hogy az élő fa minden esetben annál rosszabb villámvezető, mennél gazdagabb zsíros (olaj, gyanta) anyagokban. A zsirban szegény, friss keményítőtartalmú fák ellenben viszonylag jól vezetik a villámosságot és e tekintetben az egyes fákban jelentékeny különbségek nem mutatkoznak.

A zsiradéknek és keményítőnek a fákban való elosztódásáról becses kísérleteket végzett Fischer Alfréd és Suroz. Adataikból megtudjuk, hogy a fák olaj- és keményítőtartalma az évszakok szerint változik. A keményítő bimbózásakor szőlőcukorrá alakul át, mely a fiatal hajtásoknak és az új fejlődésű fának tápláléklul szolgál. Őszkor azután — a jövő esztendei bimbóhajtásra — ismét összegyülemlik a keményítő a fatestben. A zsiradékban gazdag fákban az a sajátság tapasztalható, hogy márcziusban olajtartalmukat átmenetileg keményítő váltja fel.

E szempontokból kiindulólág a fák a következőképén osztályozhatók ; vannak :

1. Zsíros fák, melyek olajban állandóan gazdagok. Ezekhez tartozik a bükk- és diófa, valamint a borostyán.

2. Zsíros fák, melyek zsirtartalmában nyáron át szegények. Ezekhez tartozik az erdei fenyő.

3. Zsíros fák, melyek télen a tipikus zsirtartalmú fák mögött állanak ugyan, nyáron azonban a második kategóriához tartozó fákat zsirtartalomban messze felülmulják. Ezekhez tartozik a jegenyefenyő.

4. Keményítős fák, melyek ősztől egész májusig állandóan tartalmaznak keményítőt, de később a keményítő szőlőcukorrá változik. Ezekhez tartozik a tölgyfa.

5. Keményítős fák, melyeknek keményítőtartalma tavasszal (májusban)

nagy részben zsiradékká változik. Ezekhez tartozik a hárs.

Hogy e különböző fanemek közül melyek vannak leginkább a villámveszélynek kitéve, annak megítélésében természetesen csak a gyakori viharok időszakát, tehát első sorban a nyarat vehetjük irányadóul. Azok a zsiros fák, melyek olajban nyáron át is gazdagok, a legnagyobb mértékben biztosítva vannak a villámcsapás veszélye ellen. Ellenben olyan zsirtartalmú fák, melyek a viharok időszakában olajban szegények, különösen azonban a keményítőtartalmú fák, a villámcsapás veszélyének állandóan ki vannak téve.

Igen tanulságos példát szolgáltat ehhez az erdei fenyő. Ezt a fát nyári viharok alkalmával aránylag gyakran sújtja a villám, ellenben ott, a hol a téli viharok az uralkodók (Irlandban és Norvégiában), állandóan megkíméli. Ezzel a jelenséggel Jonescu kísérleti eredménye is megegyezik, mely szerint télen kétszer olyan nagyra kellett lennie az elektromos feszültségnek, hogy olyan nagyságú fadarabkákat üthessen keresztül, mint a milyenek keresztülütéséhez a nyári kísérletek alkalmával félannyi feszültség volt szükséges. A mikrochemiai vizsgálat pedig kiderítette, hogy az erdei fenyő télen sok zsiros olajat tartalmaz finom elosztódásban, mely áprilisban eltűnik, hogy helyet adjon a szőlőcukor- és keményítőtartalomnak.

Jonescu eredményeit nemcsak a Lippe-Detmold-féle erdőgazgatóság gondos statisztikája erősítette meg, hanem kísérletileg is bebizonyították, hogy a tipikus zsiradéktartalmú fadarabkákat (bükk- és diófa) a villamos szikra épen olyan könnyen keresztül ütötte, mint a tipikus keményítőfadarabkákat, ha az előbbiekből az olajtartalmat mesterséges úton étherrel előbb kivonták.

A Jonescu-féle kísérletek végre még több, más irányban is derítették fel érdekes tényeket.

Mindenekelőtt megerősíthető volt Cohn Ferdinand-nak még 1858-ból eredő az az állítása, hogy legalább gyenge kisüléseknél a kambium (a fának úgynevezett életgyűrűje) mutatkozik a legjobb vezetőnek. A kambiumréteg azonban mikroszkópikus vékonyságú, tehát erősebb elektromos kisüléseknél a nagy áramtömegeknek elégséges vezető úttal nem szolgálhat. A kisülési áramot ennél fogva maga a jól kifejlődött belső fatörzs van hivatva a földhöz levezetni. Itt azután a zsiradék-, illetőleg a keményítőtartalom, mint irányadó tényező is érvényre jut. A kambiumnedvnek összetétele lényegében minden fában ugyanaz, tehát a vezetőképességben jelentékeny különbséget föl nem teleznek.

A lombzat ugyancsak igen rossz villámvezetőnek bizonyult. A kísérletezések alkalmával a külsőleg száraz levelek rosszabb vezetőknek mutatkoztak, mint a levegő. Csak hálózott levelek vezetnek jobban. Ebből magyarázza Jonescu azt az ismert tényt, hogy a lombos fakoronákat a villámcsapások legtöbbszörre megkímélik, vagy leginkább csak szakadó esőben éri őket a közvetlen villámhatás. A legtöbb esetben a villám a fa tetejének nem a legmagasabb csúcsát találja, hanem rendszeren a törzset, a korona lombzatán belül, vagy azon alul

Megjegyzendő itt még, hogy az elhalt ágak az elektromos áram útját aránytalanul gyakran terelik maguk felé, ellenben a zöld ágaknak átlag ez csak ritkán sikerül. Részbeni magyarázatot erre ismét a Jonescu-féle kísérletek nyújtanak. Midőn ugyanis olyan friss gallyakkal történt a kísérletezés, a melyeken elhalt ágak is voltak, a ki-

sülési szikra nem a kisüléshez legközelebb fekvő friss fára, hanem mindig az elhalt ágakra ugrott. Megállapítottat tehát, hogy mind a zsiradék-, mind a keményítőtartalmú fák élő része rosszabul vezet, mint a rajtok levő elhalt ágak. Ebből az a gyakorlati szabály áll elő, hogy az olyan fák, a melyeken elhalt ágak vannak, jobban ki vannak téve a villámveszélynek.

E jelenségnek valamelyes elfogadható belső oka eddigelé még nem volt megtalálható, épen úgy, a mint nem volt megtalálható az oka annak a ténynek sem, hogy a villám számos esetben az elhalt ágakat, illetőleg a fatörzset igen csekély magasságban találja a föld fölött.

Nem szeretnők lezárni J o n e s c u becses kísérletezéseinek méltatását a nélkül, hogy helyet ne adjunk egy megfontolásnak, mely az elektromos áramnak a koronán alul, illetőleg a törzsön keresztül való bejutására némi világot van hivatva vetni. Tudjuk, hogy a villámcsapás nem egyéb, mint a nagyterjedelmű és egyszersmind nagyfeszültségű villámtömegnek hirtelen kisülése. Tegyük fel — és ennek lehetősége iránt nem foroghat fenn kétség — hogy valamely fa törzsének villámvezető képessége egyenlő a fa koronájának és ágainak vezetőképességével, úgy a törzsnek

fölfelé fokozódó jelentékeny elvékonyodása az áramszélességnek jelentékeny keskenyülését vonja szükségszerűen maga után. Ebből természetesen egy új áramakadály, az ellentállások szaporodása következik be. Ha ez az akadály az elvékonyodott törzsben — tehát a fatetőn — vagy az ágban annyira fokozódik, hogy nagyobb lenne, mint az az akadály, a melyet az atmoszféra az elektromos áram útjába gördít, a villámtömeg eddigi áramútját elhagyva, azt az atmoszférán keresztül fogja folytatni.

A kérdés, hogy »minő viszonyban állanak a villámcsapások a fanemekhez«, statisztikai adatokkal és kísérleti eredményekkel minden irányban kimerítőleg természetesen sem tárgyalva, sem megoldva nincsen. Reméljük azonban, hogy a J o n e s c u-féle kísérletek azon szempontoknál fogva, a melyekből kiindultak, további kutatásokra újabb impulzust fognak adni, mely szélesebb körű kutatások nagyban hozzá fognak járulni ahhoz, hogy a fenyegető viharokkal szemben érzett önkénytelen és titkos borzalom helyére a megismert természeti törvények csodálata léphessen.

(Himmel und Erde 1896 januáriusi füzet.)

LÁSZLÓ DEZSÓ.



Creative Commons License Deed

Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez a [Legal Code \(Jogi változat, vagyis a teljes licenc\)](#) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.

[Figyelmeztetés](#)



A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

Az alábbi feltételekkel:



Nevezd meg! — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnévét, a Mű címét).



Így add tovább! — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

Az alábbiak figyelembevételével:

Engedélyezés — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhatsz](#).

Közkinccs — Where the work or any of its elements is in the [public domain](#) under applicable law, that status is in no way affected by the license.

Más jogok — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:

- Your fair dealing or [fair use](#) rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző [személyhez fűződő](#) jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a [személyiségi jogok](#) vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.