

A tharandi erdészeti akadémia évkönyve a füst- károkról.¹⁾

Ismerteti: *Zivuska Jenő.*

A tharandi évkönyv mintegy négyszázharmincz oldalnyi terjedelemben értekezik azon óvó- és rendszabályokról, melyeket a füstkárok ellen általában a növényzet, de főleg az erdőgazdasági növények védelmére foganatosítani kellene. Magának a műnek terjedelme, az a pontos és szigorú részletesség, amelylyel a tudós szerző, dr. *Wislicenus* tárgyát minden vonatkozásában kidolgozni igyekszik, már önmagában is eléggé jelzik, hogy itt az erdőgazdaságot mélyen érdeklő kérdés megvitatásáról van szó. *Wislicenus* ugyanis azokat a nagyméretű károsításokat teszi vizsgálódása tárgyává, amelyeket a gyártelepek mérgező füstje a német gyáripár folytonos terjeszkedése mellett a növényi vegetáció élő szervezetében okoz. Ha tekintetbe vesszük, hogy e kérdésnek gyáriparunk remélhető fellendülése után — aminek különben csak örvendhetünk — nálunk is gyakorlati jelentősége lesz, sőt tudomásunk szerint már volt is,²⁾ úgy nem végzünk talán felesleges munkát, ha *Wislicenus* tanulmányát lapunkban részletesebben ismertetjük. Könnyebb áttekinthetés céljából előrebocsátjuk és rövidre fogott kivonatban közöljük *Wislicenus* eszmenetét.

A szerző először is a füst által okozott károk mibenlétét állapítja meg s leírja azok terjedelmét Szászországban, más német tartományokban és Angolországban, mint par excellence iparos-államokban. Kifejti a gázok mérgező hatásának vegytani okát, a növényeken létrehozott kóros elváltozások tüneteit, végül a füstkárok különböző neveit. Miután így határozott körvonalak közé fogva, tisztán felállította megvitatandó tételét, három kérdést vet fel magában, amelyek mind a szóbanforgó baj orvoslását célozzák. Először is azt kérdi *Wislicenus*, hogy miféle körülmények okozzák és segítik elő a füstkárok különösebb elharapódzását és melyek

¹⁾ Über die Grundlagen technischer und gesetzlicher Massnahmen gegen Rauchschiäden. Von Prof. Dr. H. Wislicenus.

²⁾ A selmeczi kincstári ezüstshót perelték be a szomszédos erdők birtokosai, mivel annak mérges kéményfüstje a fákat beteggétette, sőt el is pusztította.

mérséklik roncsoló behatásukat? Másodsorban azt veti fel, hogy vajjon eddig mily természetes és mesterséges intézkedéseket tettek a baj orvoslására s hogy a jövőben mily rendszabályok volnának ajánlatosak? E második fejezet képezi a tanulmány derekát, legjelentősebb s így legalaposabban kidolgozott részét is. A szerző, amint alább látni fogjuk, kimerítően foglalkozik a védelem feladataival, amelyeket egyrészt a védekezésre szoruló erdőgazdaság volna hivatva megoldani és amelyek másrészt a kárt okozó iparágakra hárulnának. Az előbbieket Wislicenus természetes óvintézkedéseknek, az utóbbiakat mesterséges vagy technikai óvrendszabályoknak nevezi. A munkának zárófejezeteként végre azt a kérdést hányja-veti meg a szerző, hogy az állam törvények és rendeletek útján mennyiben foglalkozott a baj elhárításával vagy mi volna jövőre nézve eziránt a teendője?

Füstkárok, a növényekben a gyárak gáztermékei, hamueső és korom által okozott károsítások ott jelentkeznek és terjednek, ahol a külhatás iránt érzékeny növényzet közelében ipari telepek vagy csak egyes ipari művek keletkeznek, de a kár meggátlására semmi különös technikai intézkedések nem történtek. Ellenkező esetben a füstkárnak ugyan nem teljes kimaradását, de jelentékeny csökkenését tapasztalhatjuk. Wislicenust a saját szász hazájában észlelt pusztulás ösztökélte a káros ipari gáztermékek tanulmányozására, ámbár tudomása szerint Európa más iparüző államaiban is előfordultak hasonló jelenségek. Szászországban — amint köztudomásu — a mező- és erdőgazdaság, de a gyáripar is egyaránt virágzanak. Az utóbbi évtizedekben, különösen az ország déli részében, a gyáripar a vasutal együtt mindinkább előrenyomul a szász Érczhegység fenyőerdeinek szívébe. Mivel pedig ez az ipartelepítés a vizierő és az utak felhasználhatása végett éppen a termékeny völgyekben történt, az erdő- és mezőgazdaságnak okozott füstkárok a közjólét kérdésévé kezdtek kinőni. Az ügy annál is inkább alkalmoszerűvé vált, mert az ipari gázoknak pusztító hatásáról megfontolandó tapasztalatokkal szolgált nemcsak Németország más vidéke is, de különösen Belgium és Anglia. Mióta itt a kőszén ugyszólván közéleti jelentőségre vergődött, mérges gáztermékeivel történelmi nevezetességű rombolást vitt végre. A nagy angol ipari városok, pl. Manchester és Liverpool közelében a

növényzet teljesen kipusztult. A tudományos probléma érdekessége mellett saját hazájuk, népük érdeke hajtotta hát a német tudósokat, hogy az ugynevezett füstkárok természetét, orvoslását vizsgálódás tárgyává tegyék. Többen derekasan neki is fogtak, mint Stöckhardt, a tharandi Schröder, Freytag, a freibergeri Winkler és végül az, akinek művével jelenleg foglalkozunk, Wislicenus.

E probléma megfejtésével nagyon sokan bajlódtak, de inkább tisztán tudományos szempontból, mint a gyakorlati alkalmazás kedvéért, úgy hogy az erdőgazdaság sajátos igényeire csak a legujabb időben voltak tekintettel. De ezek a vizsgálódások, mint ahogy új feladatok megoldásánál történni szokott, még korántsem mentek a tévedésektől, túlzásoktól. A füstkárok szórványos jelenségéből egyrészt a növényzetnek fokenként beálló depravációját jósolgatták, másrészt olyan helyen is kárt akartak felfedezni, ahol — legalább a gyakorlat szempontjából — arról beszélni sem lehet. A botanikusok, de még az erdészek is, akik újabban a gyárfüst mérgező hatását tanulmányozták, a dolgot kelténél sötétebben látják. Így a német botanikusok és növény-pathologusok egy csoportja abban a hiszemben van, hogy a növény életműködésében, anyagcseréjében a gyárfüst már akkor is jelentékeny zavarokat okozhat, mikor a füst okozta betegség még külső jelekben egyáltalán nem nyilatkozott. Hát ez a tétel a növénykórtani és a vegytani kísérletek révén tökéletes beigazolást nyerhet, de az erdőgazdaságot közvetlenül csak akkor fogja érdekelni, ha ez a „láthatatlan füstkár“ a fás növények évi növedékének kimaradását vagy csökkenését idézné elő.

Azt már azonban határozott túlzásnak kell tekintenünk, ha egyes tudósok a légkör folytonosan fokozódó gázfertőzéséből egész országok növényzetének elpusztulására következtetnek. Szerintük a mindig szaporodó gyárok mérges gázokkal, főként kénesavakkal telítik meg a levegőt, úgy hogy ez a növényzet, különösen a koniferák táplálására alkalmatlanná válik. Ennek a fertőzésnek áldozata volna a jegenyefenyő is, mely elterjedésének északi határán csakugyan pusztulásnak indult. De hát ez kicsinyeskedő, fölösleges aggodalom. Mert ha meggondoljuk, hogy például Szászország mai ipari fejlettsége mellett annak légkörében az ártalmas savak többlete mindössze csak 0.00000411 százalékot

tesz ki, úgy bátran elmondhatjuk, hogy a természet egyetemes, nagy egészségével szemben az ember kártevősei merőben tehetetlenek.

Wislicenus szerint, ami egyedül is helyes, a füstkároknál csak a *helyi levegőmérgezés* jöhet tekintetbe, t. i. az olyan, mely a kárnak kitett növényzet közelében történik. Amint az emberi szervezetre a gyárfüst koromja és az általa felszívott vegyületek (szén-sav, pyridinaljak, cyan- és rhodanvegyek) veszedelmesek, a *növényeket főleg a füst savas gázai és savvegyületei támadják meg*. Kísérletileg megállapított tény ugyanis, hogy a füst szilárd alkotórészei, mint a korom és a hamu, a növényzetnek nem ártanak. A füst kártékony elegyrészei közt a kénsavas vegyületeket kell a főellenségnek tekintenünk, de ezek mellett a többi savak, mint a SO_2 , SO_3 , HCl , HNO_3 , HF , SiF_4 és a H_2SiF_6 is jelentékeny szerepet játszanak. A fluorhydrogénsavak káros hatására először Schmitz-Dumont¹⁾ hívta fel a figyelmet s amint Wislicenus kísérletei igazolták, az ipari gázok fluorvegyületei, mint a fluorsilícium, fluorhydrogen stb. tényleg a növényzet legveszedelmesebb ellenségei közé tartoznak.

Ezek a mesterséges anyagok aztán nemcsak különféle mértékben, hanem különféle módon is hatnak. Egy kis üvegygár például, amely sulfátok és fluorvegyületek összeolvasztásával foglalkozik, összehasonlíthatatlanul károsabb lehet a növényzetre, mint egy nagy szóda-, vagy hamuzsirtelep. A gáznemű kénes savak hatása továbbá egészen elüt a vízben oldható (hygrophil) ásványsavakétól. A hygrophil savak ugyanis (SO_3 , H_2SO_4 , HCl , HNO_3 , HF , H_2SiF_6 és SiF_4) a füstforrástól számítva nem érzékelik olyan messzi a hatásukat, mint a kénessavak, ámde amennyivel kisebb észlelhető hatásuk köre, annyival erősebb az intenzitásuk. Ha ezek a növények asszimiláló felületeit nagyobb mértékben megtámadják, úgy a füstnek legkeményebben ellentálló lomb- és tűlevelű fánemeket is tönkre teszik. A fák szervezetében *akut bántalmakat* hoznak létre. A kénessavak ellenben nagy távolságra ömölnek szét s a növények légző szerveibe jutnak mint mérges gázok. Hatásuk az *idült betegség* tüneteit mutatja, különösen, amint már említettük, az érzékenyebb koniferákon.

*

¹⁾ Tharander forstl. Jahrbuch, Band 46. (1896).

Ha már most így nagyjából tisztában vagyunk a füstkárok okaival, önkénytelenül az a kérdés ötlík eszünkbe, hogy ugyan mi segíti elő, vagy mi korlátozná e károk elharapódzását? Wislicenus úgy találta, hogy a következő tényezők játszanak itt fontos szerepet.

Először is *maguk a fásnövények* különböző fokú ellentállásra képesek a füst savaival szemben. Közös jellemvonásuk csupán az, hogy minden növény a lombfakadás és a virágzás idején a legérzékenyebb a baj iránt, tehát tavasszal, a tenyészeti idő első felében. Általános megfigyelés az is, hogy a koniferák sokkal hamarabb áldozatul esnek a kénessavak, még pedig a hígított kénessavak hatásának is, mint a lombfaneműek, amelyekben észlelhető elváltozást csak sűrített kénessav, vagy erős hygrophilsavak idézhetnek elő. Utóbbiakkal szemben lombosodás idején különösen a bükk nagyon érzékeny. Azt mondhatni, hogy idült lefolyású mérgezési tüneteket csaknem kizárólag a fenyőféléknél, kivált lucz- és jegenyefenyő állabokban találhatni, míg akut bántalmak úgy a tűlevelűeknél, mint a lombfaneműeknél, tulnyomólag a bükknél fordulnak elő. A lombfák nagyobb ellenállóképessége miatt ma már a szász ipartelepek környékén csakis ilyen fanemeket tenyésztenek.

A *környezet* is fokozza vagy csökkenti a fák ellenállását, amennyiben a tenyészetre általán jótékony vagy hátráltató befolyást gyakorol. Így elsősorban a talaj. Ennek fizikai és vegytani alkata, víztartalmának rendellenes ingadozása, a víztulbőség vagy szárazság, leginkább ez az utóbbi, mind, de mind prediszponálják a növényzetet a füst által okozható megbetegedésre. A környezetet alkotó tényezők közt fontos szerepet játszik továbbá a levegő és a fény. A levegő hőmérséklete és abszolút víztartalma nem önmagában, hanem más tényezők kíséretében hat a növény füstérzékenységére. Újabb növénytani kutatók ugyanis, mint Blackmann és az angol Mathaei kimutatták, hogy a kedvező hőmérsékleten felül a növényi asszimiláció csökken, a füstérzékenység pedig egyenes arányban nő vagy hanyatlik az asszimilatív képességgel. Hanem annál nagyobb szerepe van a levegő viszonylagos víztartalmának és a csapadékoknak, melyek a tengerszín feletti magassággal növekszenek. Mivel a csapadékok a füstgázo-

kat, mielőtt azok eléggé szétoszlottak volna, a növényzetre verik vissza, a füstkároknak előmozdítói lesznek. A levelekre tapadt eső, dér és hó maguk is nagy mennyiségben nyelik el a füst savas alkotórészeit, különösen ha a füst már vízgőzzel keveredett. A talajnedvesség és a levegő víztartalma tehát ellenkező irányban hatnak. Száraz levegőben a növény sokkal ellenállóbb, mintha légzése a nedves légkörben akadályozva van.

Mivel a levegő, illetőleg annak áramlásai viszik el a mérget a füstforrástól a növényig, természetes, hogy *a légáramlások, a szelek* is nagy jelentőséggel bírnak a tárgyalt esetben. Sajnos, hogy a légáramlásoknak a füstkárral való összefüggését gyakorlatilag még senki meg nem vizsgálta s e téren tisztán elméleti hozzávetésekre, Isaachsen norvég mérnök tanulmányára vagyunk utalva.¹⁾ E tanulmányból azonban néhány adat értékesíthető a gyakorlati élet számára. Eszerint szélcsendben rendkívüli lassúsággal történik a füstgázok ritkulása, ámde ezzel szemben a szélcsend azt az előnyt biztosítja, hogy ilyenkor a füst eleven erejénél és a felhajtásnál fogva temérdek forró gázt emel a magas légrétegekbe, ami a környék vegetációjára nézve — legalább síkföldön — hathatós védelmet jelent. Hegyvidéken, mély katlanokban, völgyekben azonban a szélcsend a gázok mérgező hatását egyáltalán nem enyhíti, különösen ha a füstforrás a völgy mélyén áll és annak szélei fölé nem emelkedik. Az ártalmas gázok a lehűlés után nehezebbek lesznek, mint a levegő; a szűk völgyekben megülednek s oly sűrűségi fokot érhetnek el, hogy veszedelmesebbek lesznek, mintha azokat a szél egyenesen a növényzetre fujná. A vízszintes légáramlások, azaz szelek, bár ennek a felületes szemlélet ellentmond, a füst tovaszállításával sokkal több bajt okoznak, mint hasznot. A szelek kétségkívül szétszórják, megritkitják a gázokat, de ugyanakkor a legkészségebben viszik el a mérget a füstforrástól a növényekig. A szelek káros közvetítése ellen az erdőt az erdőszéli fák pásztája védelmezheti meg, ha ugyan a szél nem rézsutosan és felülről áramlik rája. Ezért hát mindenesetre téves intézkedés, ha erdőkben vagy erdők közelében a gyárkéményeket magasra építik.

¹⁾ Über das Verhalten der Schornsteingase nach dem Verlassen des Schornsteins. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes. S. 81—169, Berlin 1902.

A klimatikus ható tényezők közt végül a *fényt* kell megemlítenünk. Már Schröder¹⁾ és Hartig²⁾ észrevették, hogy a kénessavak hatása a fényerősséggel növekszik, fogytával apad. Téli időben, gyér megvilágítás mellett kénessavak még fokozott kénartalommal sem idéztek elő fiatal luczfenyőkön kórtüneteket, míg a nyári napfényen hasonló külbehatás alatt elpusztultak.

A természeti tényezők — növényzet, talaj, levegő stb. — felsorolása után magának a kárt okozó bajnak, a *füstforrásoknak* vizsgálatára tér át Wislicenus. Mikor ártanak leginkább a gázok, milyen állapotban és milyen vegyi összetétel mellett? Kétségtelenül fontos körülmény, hogy a füstforrás milyen távolságra fekszik a növényzettől, valamint az is, hogy a füstöt a szokásos szél milyen irányba viszi, de érdeklődésünket az ártalmas gázok természetére kell terelnünk, mert hiszen abban rejlik a baj gyökere. A gázok mennyisége inkább térbeli kiterjedésben hat, mint intenzitás tekintetében. Itt jelentékenyebb szerepet játszik a gázok minőségi és mennyiségi összetétele, elsősorban telített vagy ritkított állapota. A telítettség alatt azt a viszonyt értjük, melyben a káros alkatrészek a füstgázok relative ártalmatlan alkatrészeihez állanak. Ez a viszony azért nagyfontosságú, mert minél több savas alkatrészt tartalmaz egy köbczentiméter füstgáz, annál nehezebben fogja azt a szél megritkítani, annál nagyobb ut és hosszabb idő szükséges, hogy a gázok ereje elvévessék. Hogy e törvényszerűség gyakorlati értékét megállapítsák, többen kísérleteztek különféle növényekkel, kivált fiatal luczfenyővel, amelyeket a savas gázok maró hatásának tettek ki. Stöckhardt és Schröder azt találták, hogy egy téregységnyi kénessav millió téregységnyi levegőben, ha 60 nap alatt 235-ször tették ki a luczfenyőt a füst hatásának, a fákon idült betegség tüneteit okozza. Wislicenus szerint ugyanilyen tünetek jelentkeznek, ha fiatal luczfenyők az egész tenyészeti idő alatt 500,000 téregységnyi közömbös gáz mellett egy téregységnyi kénessav hatásának vannak kitéve. Mivel azonban a szabad természetben, vagy mondjuk a gyakorlatban a növényzet ilyen tartós és rendszeres füsthatásnak kitéve soha sincs, azt mondhatjuk, hogy

1) Beschädigung der Vegetation durch saure Gase. S. 76. (Berlin 1883. P. Pary).

2) Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift 46. (1896), S. 252.

anövényeken a kísérlet által létrehozott tünetek csak kétszer, sőt háromszor akkora savkoncentráció mellett fognak fellépni. Kerekszámban tehát a mérges gáznak úgy kell a felhígító levegőhöz aránylania, mint 1-nek a 200,000-hez, hogy káros hatását elveszítse. Ha ez az arány a gázok előnyére változik, akkor azok már veszedelmet hoznak a növényzetre. Ha például 1 téregységnyi kéndioxid 100,000-nyi levegőben hat a luczfenyőre, úgy néhány hét lefolyása alatt azon súlyos károkat észlelhetünk; ha a telítési arány 1: 10,000-hez lesz, akkor a fiatal, erős lucz néhány nap alatt, 1: 2000-hez arány mellett pedig rövid pár óra múlva menthetetlenül elpusztul. Pedig ez az utóbbi telítettség felel meg a közönséges kőszén-gáz összetételének, *mielőtt* a kürtőből kilépne.

Wislicenus erős hygrophil savakkal is tett kísérletet, amelynek eredményeként megállapította, miszerint a sósav viszonylag legkisebb, a kénsav közepes, a fluorhydrogénsav és annak változatos legnagyobb akut károkat idéznek elő.

E fejezet végén egy táblázatban részletes kimutatást közöl Wislicenus az ártalmas gázokat termelő gyárakról, az ártó gázokról, illetőleg azok telítettségi százalékaról, amely százalékon felül már veszedelmesekké lesznek. E kivonatos ismertetésnek nem lehet feladata ily részekbe hatoló táblázat közlése, sem az aszerint összeállított példák felsorolása, azonban nem mulasztjuk el, hogy a fő- és végső eredményeket itt közöljük. A káros füstforrásnak három csoportját különböztethetni meg:

1. Városok, ipartelepek, vasutak kőszén üzei. Ezek a hígított kénessavakkal hatnak, főként idült növénybetegségek előidézői, azért a legveszedelmesebbek. (Gőzkazánfűst, lakóház-fűst).

2. Ipari telepek erősen telített kénsav-gázokkal. (Rézpörkölők, sulfitecellulose-gyár, üvegyár, ultramarin-gyár).

3. Ipari telepek erős ásványi savakkal. (Téglagyár, agyagipar- és zománcz-gyár, alkáli- és hyperphosphat-gyár, salétrom-és robbantószer-gyár).

Érdekesnek, de hasznosnak is véljük megemlíteni, hogy a vasuti gőzgépek füstje nem tartozik a nagyobb pusztítást okozó füstfajták közé. Ugy lomb, mint tülevelű erdőben csak 100 méter mélységű pásztán okoz, csekély akut, de az egész növényi

szervezetet soha meg nem támadó károkat. E különlegesség abból magyarázható meg, hogy a füstforrás itt mozog, tehát a füst ritkulását maga is elősegíti, másrészt pedig abból, hogy a gőzgép füstje, amint Thörner¹⁾ már 1889-ben kimutatta, csak kénsavat tartalmaz, de kénessavat nem. (Folytatása következik.)



Tanulmány az erdőértékszámítás köréből.

Irta: Szabó Endre, m. kir. erdőgyakornok.

(Folytatás.)

Már most levezetett képleteink (lásd a II. és a VIII. alattiakat) használhatóságát, illetve a hozzájuk fűzött kettős célunk elérésének lehetőségét egy példa (alábbiakban részletezett két feladatának) megoldása kapcsán óhajtom megvilágítani.

Például: vegyünk fel egy fenyőszálerdőben kezelt gazdasági osztályt; az ezt meghatározó állandók legyenek a következők:²⁾

1. az összerdőterület = 12.000 k. hold;
2. a valóságban alkalmazott vágásforduló éveinek a száma:
 $f = 120$ év;
3. az évi vágásterület = 100 k. hold;
4. a becsült évi fahozam k. holdanként = 334 tm^3 , még pedig ebből épületi haszonfa = 302 tm^3 (I. osztályu $297 \cdot 1 \text{ tm}^3$; II. osztályu $5 \cdot 2 \text{ tm}^3$) és lágú tűzifa = 32 tm^3 ;
5. a felújítások és erdősitések (ide beszámítva gondolván úgy a vágásterületek felújítását, mint a tisztások és hézagos fiatalosok pótlását is) őrzéssel együtt évenként és k. holdanként: $C = 12$ koronát igényelnek;
6. az örökös évi kiadás kitesz évenként és k. holdanként $\delta = 3$ koronát;

¹⁾ „Stahl und Eisen“, 1889. Nr. 10.

²⁾ Az 1—9. tételszám alatt felsorolt állandókat egy a 600—1300 tengerszin feletti magasságban és közepes minőségű termőhelyen nőtt gazdasági osztálynak időszaki erdőgazdasági beszámolójából és kiegészítő munkálataiból, illetve erdőgazdasági tervének segítségével állítottam össze. Szerző.