

sind, mit zahlreichen Angaben und weist auf jene volkswirtschaftliche Vorteile hin, die den von ihm empfohlenen, zielgemäss durchgeführten Bestandesumwandlungen auf den Fersen folgen würden.

Im August 1. J. findet in Sopron der erste Fortbildungskurs für Forstingenieure statt. Es ist sowohl für das staatliches Forstwesen, als auch für den Privatbesitz von derselben Wichtigkeit, sich der seit langem gehegten Wunsch verwirklichenden Gelegenheit zu bedienen und den Forstbeamten die Teilnahme am Kurs auch materiell zu ermöglichen.

Chronique, par Z. Biró.

Dans l'intérêt de l'approvisionnement du pays en bois, il est à souhaiter que les forêts de conifères prennent une plus grande extension. Il est d'une utilité générale pour la sylviculture, sous gestion soit publique soit privée, que son personnel ait le moyen de se perfectionner dans le métier qu'il exerce.

Editorials. By Z. Biró.

Regarding Hungary's lack of timber, an increase of coniferous plantations is wanted. — It is of great importance for the State as well as for private proprietors to afford their forest officers the opportunity of continuing their studies at summer courses.

Az erdők jelentősége a világ energiagazdagságának jövője szempontjából.¹

Írta: **Dr. Aujezsky László**, m. kir. osztálymeteorológus, egyetemi magántanár.

A világ mai energiagazdálkodása a meglévő kőszén-telepek, ásványolajforrások, és kisebb mértékben a vízierők kiaknázásán alapszik. Néhány évtized előtt erősen divatban volt annak a kérdésnek latolgatása, hogy az említett fűtőanyagtelepek kimerülése nem is a nagyon távoli jövőben okvetlenül bekövetkezik és az emberi műveltség ezáltal az összeomlás veszélyébe fog kerülni. Időközben az érdeklődés

¹ Részlet szerzőnek a M. Kir. Pázmány Péter Tudományegyetem Bölcsészettudományi Karán 1937 február 11-én tartott magántanári próbaelőadásából.

kissé lanyhult e súlyos kérdés iránt, részint a föld különböző részein felfedezett újabb fűtőanyagtelepek folytán, részint a vízierergia kihasználása körül elért eredményeink nyomában, legfőképpen azonban azért, mert a világháború súlyos eseményei és a haditechnika háborúutáni fejlődése közvetlenül fenyegető katasztrófák lehetőségére terelte az emberiség figyelmét, míg a háborúelőtti évek biztonságérzetében élő embernek módjában volt évszázadok múlva jelentkező súlyos kérdésekkel is törődni.

Mindenesetre kétségtelen, hogy az új nyersanyagtelepek felfedezése csak elődázza az energiaellátás jövőjének kérdését, a vízierők világviszonylatban való kihasználása pedig csak békében és biztonságban élő emberiség számára jelenthet tökéletes megoldást, hiszen ezeket a mai haditechnika eszközei néhány óra alatt szétrombolhatják. Ezzel szemben az energiatermelésre szolgáló fűtőanyagok kifogyásának lehetősége a mai emberiséget fokozott mértékben fenyegeti abban az új és sokkal égetőbb alakban, hogy a meglévő világkészletek a jelenlegi politikai és gazdasági csoportok közt egyenlőtlenül oszlanak meg, és ha józan gazdasági kiegyezés be nem következik, akkor egyes elszigetelt államok és államescsoportok már a legközelebbi jövőben is az energiaszegénység veszedelmével találkozhatják magukat szemben.

A világ energiaszükségletének új és a geológiai adottságoktól lehetőleg független megoldása ma még égetőbb kérdésnek látszik, mint a háborúelőtti időben volt, amikor az elméket oly élénken foglalkoztatta.

Gyökeres és kielégítő megoldást kétféle irányban lehet keresni. Az egyik új *energiafelszabadító folyamatok felkutatása*, a másik a természetben működő pazar energia-készletekkel dolgozó gépnek, a *légkörnek* (és a légköri hatások kormányzása alatt működő másik nagy energiagépezetnek, a *világtengernek*) a kiaknázása.

Ami az új energiaforrásokat illeti, biztos tudomásunk van arról, hogy a *szubatomikus energiák felszabadítása* óriási energiamennyiség birtokába juttatna bennünket. Ma minden okunk megvan azt gondolni, hogy a világegyetem

egész gépezetét az atommagok belső energiakészlete táplálja. A nagy központi égítetek (napok) energiakisugárzását nyilván ez a folyamat tartja fenn. Néhány milligramm rádióaktívanyag bomlása már tekintélyes energiamennyiséget szolgáltat, pedig az atomban foglalt anyagnak csak kis töredékét teszi szabaddá. Egyetlen mikromilligramm (milliomod gram) anyag *teljes megsemmisítése* — elektromágneses sugárzó energiává való átalakítása — *900 billió erg* energia birtokosává tenne bennünket! Sajnos azonban nem ismerünk még olyan eljárást, amely az anyag tömegében rejlő energiát olyan mennyiségben tudná szabaddá tenni, hogy az energiagazdálkodás szempontjából gyakorlati megoldást hozna.²

Maradna tehát a régi és sokat emlegetett megoldás, a légköri energiák, elsősorban természetesen a napsugárzás kihasználása. Ez a kérdés évtizedes multra tekint vissza és legismertebb alakjában az úgynevezett *napmótorok* építésére törekedett.

Délkaliforniában, Egyiptomban és más sivatagi területeken, ahol borulás majdnem sohasem állja útját a nap sugárözönének, olyan berendezésekkel kísérleteztek, amelyek a napból érkező energiát kis területre összpontosítják és hőenergia alakjában felhalmozzák. Ma már elérkezettnek látszik az idő annak kimondására, hogy *a napmótor eszméje nem felelt meg a hozzáfűzött várakozásoknak és igen valószínűtlennek látszik, hogy az emberiség nagy energiaproblémájának megoldása ezen az úton legyen elérhető.*

A Nap ugyan roppant nagy energiamennyiséget sugároz a Földre: naponta kereken tízezer billió nagykalóriát, de ennek az energiának hőelnyelő testekkel való munkába-

² Tudunk végezni laboratóriumi kísérleteket, amelyek atomrombolás vagy atomépítés útján *mesterséges radioaktív jelenségeket* hoznak létre, vagy az anyag legkisebb építőelemeit szétsugárzásra is bírják. De nem sikerült eddig olyan arányban végeztetni ezeket az energiatermelő folyamatokat, hogy műszakilag felhasználható új energiaforrást lehessen bennük látni, sőt éppen a legkiválóbb kísérletezők e kérdés jövőjét is a legnagyobb tartózkodással ítélik meg.

fogása kétféle okból nem szerencsés gondolat. Az egyik nehézség az, hogy a napsütés energiaözőne óriási felületre egyenletesen oszlik el és tükrökkel vagy lencsékkel való egybegyűjtése csak gyermekesen szerény méretek közt valósítható meg. A másik és még sokkal súlyosabb (mert *elvi jellegű*) nehézség az, hogy az energia különböző alakjainak egymásba való átalakítása a gyakorlatban legtöbbször kisebb-nagyobb veszteséggel (disszipációval) jár, de különösen a hőenergiának más energiaalakokba való átvitele a *thermodynamika második főtételének korlátozása alá esik* és mindig csak részlegesen hajtható végre.

Éppen ezért igen célszerűtlen az a megoldás, hogy a Napról elektromágneses sugárzásként érkező energiát a napmótorokban először hőenergiává alakítjuk át, azután pedig ezt az energiát hőerőgépek útján ismét más energiaalakokba (mozgási vagy elektromos energiába) kívánjuk átvezetni. A többszörös átalakítás mindenképpen veszteségek forrása lesz, de a hőenergia közbeiktatása olyan elvi megtizedelést jelent az energiának, amelyen a műszaki haladás sem segíthet, *mert természeti törvény tiltja*, hogy a hőerőgépek a meleg alakjába jutott rendezetlen energiát mind visszaalakítsák más, rendezettebb energiákká.

Ez a meggondolás készítette Joos jénai fizikus professzort annak a tételnek a kimondására, hogy *a napenergia gazdaságos kihasználását nem a napmótorok kalandos eszméjétől kell várunk, hanem azon a legősibb úton kell haladnunk, amelyet a természet példája jelöl ki számunkra. A napenergia egyetlen gazdaságos kihasználási lehetőség abban áll, hogy növényi nyersanyagokat termeltetünk vele.*

Tudatában kell ugyanis lennünk annak az óriási különbségnek, amely a szerves és a szervetlen anyagoknak a napsugárzással szemben való viselkedésében megnyilvánul.

A napsugár anyaghoz nem kötött elektromágneses energiát szállít hozzánk. A Napról érkező óriási energiamentységgel a föld felszínén lévő anyagok a lehető legkülönbözőbb módon gazdálkodnak. Ahogyan az élettelen anyagok bánnak az elnyelt sugárzó energiával, azt nem

illik „gazdálkodásnak“ nevezni. A besugárzott energiából atomjaikat magasabb energiaszintre gerjesztik, a keringő elektronokat magasabb energiapályákra emelik. De az elektronok legnagyobb része csakhamar visszaesik az alacsonyabb energiaszintekre, és a bennük tárolt energia kisugárzás útján újból elvész: a sugárzás sebes szárnyán átköltözik más távoli atomokra, vagy nyomtalanul eltűnik a világűr messzeségében. A szervesetlen anyagok sugárzáselnyelése tehát csak rövidtartamú játék, amely tapasztalás szerint már a besugárzást követő éjjelen lezárul és energiátárolásra egyáltalában nem alkalmas.

Az élő szervezetek, különösképpen azonban a növényi szervezet, a napsugárzásból nyert energiát legalábbis részben kémiai energiává alakítják át. Bonyolult szerkezetű magasabbrendű molekulákat építenek fel testükben és ebben az alakban kötik le az elhasznált energiát. A szerves vegyületekben az energia gyakran nagyon tartós elraktározása válik lehetővé. A magasabbrendű szerves molekulákba beépített energia a molekulának olykor sokkal hosszabb ideig rabja marad, mint amennyi a létrehozó szervezet élettartama. Kőszéntelepeink és ásványolajforrásaink geológiai időtávlatokban felhalmozott napenergiát őriztek meg az emberiség számára.

A felsorolt érvek súlya alatt helyesnek kell találnunk Joos tanár azon álláspontját, hogy a napsütés energiaözőnének észszerű kihasználása *nem pusztán fizikai, hanem élet-tani úton* valósítható csak meg. Az élő természet legbölcsebben tud bánni a napenergiával és téves úton járunk, amikor a napsugárzás legkevésbé hasznosítható hatását, a hőelnyelést akarjuk a napmótorok révén szolgálatunkba állítani.

Joos tanácsa szerint a tükrökkel és lencsékkel ellátott kezdetleges napmótort a lomtárba kell vetnünk, helyette pedig arra kell törekednünk, hogy a napfényben fürdő földfelszín minden talpalattnyi darabját megfelelő növénytermelésre használjuk fel, olyan növények termelésére, amelyek energiában gazdag magasabbrendű molekulák felépítését kellő mértékben elvégzik.

Az ilyen növényzet termesztése először is olyan értékes nyersanyag birtokába juttat, amelynek további feldolgozása már kevesebb energiát kíván. Másrészt a szerves molekulák mindenkor alkalmasak lesznek arra, hogy nagyértékű szintetikus tüzelőanyagot állítsunk belőlük elő, amely a vizierők tökéletesebb kihasználásával karöltve a világ energiaellátását még az esetben is biztosítani fogja, ha a geológiai korokból fennmaradt tüzelőanyagok elégteleneknek bizonyulnak és a szubatomikus energia nagyarányokban való felszabadítását eddig az időpontig nem is sikerülne el-sajátítanunk.

Minthogy a nagyértékű növényi anyagok tömeges termelésének egyik legbecsesebb és leghathatósabb módja az erdőtelepítés, azért kényszerítőleg következik Joos eszmemenetéből, hogy minden olyan területet, amely erdő alakjában az eddiginél nagyobb mértékben volna növényi szerves anyagok termelésére felhasználható, okvetlenül be kell erdő-síteni. Joos fejtegetései odáig mennek, hogy még a viszonylag oly kis területeket is, mint az épületek tetősisakjai, alacsony növényzet termőhelyévé szeretné alakítani.

A napenergia hasznosításának meteorológiai és thermodynamikai alapon indokolt sarkalatos elve ezek szerint az, hogy a napsütés tökéletesebb kiaknázása nem a gépészmérnök és az optikus számításaiból, hanem az erdőmérnök és a mezőgazdasági meteorológus erőfeszítéseitől várható. A napenergia eredményes kihasználására nem a trópusi sivatagokban van remény, ahova az energiasugarak egész évben zavartalan tisztaságban özönlenek, hanem azokon a mérsékelt övi klímaterületeken, amelyek megfelelő növényfajták tömegtermelésére alkalmasak.

Az időjárási energiának más alakjai is vannak, amelyek az emberiség energiaproblémájának megoldásához egyszer lényegesen hozzájárulhatnak. A hőtágulás és a légnyomásváltozásokból eredő kompressziós munka óriási és mindenütt rendelkezésre álló energiamennyiséget képvisel, amit előbb-utóbb talán módunkban lesz szolgálatunkba állítani. A szélenergia kihasználásának ősi eszméje sem látszik

még teljesen túlhaladott álláspontnak, kivált mióta a Honn-féle szélgenerátor és hasonló életképesnek látszó elgondolások szőnyegre kerültek. A legnagyobb és térbelileg is meglehetősen koncentrált alakban jelenlévő légköri energiák *a vízpára halmazállapotú energiája alakjában* állnak rendelkezésünkre. Egyetlen gram vízpára cseppfolyósodása alkalomával (légköri hőmérsékleten) kerekén 600 kalória, vagyis kb. 250 mkg értékű halmazállapotú potenciális energia válik szabaddá! Ez az óriási energiamennyiség elegendő lenne ahhoz, hogy a keletkező vízcseppeket 250 km magasra emelje. A valóságban persze nem történik ez meg, hanem a felszabaduló nagy energiakészlet a vízzel együtt rengeteg száraz levegőt is felemel. A meteorológia már évtizedek előtt bebizonyította, hogy az eső keletkezéséhez szükséges nagyarányú emelési munka túlnyomó részét a vízpárában tárolt óriási energiakészlet fedezi. Kiderült az is, hogy a nagy energiabőségnek örvendő trópusi tájakról az energiahiányban szenvedő sarkvidékek felé hatalmas energiaszállítás történik, amely legnagyobb részben szintén a vízpára ún. „rejtett melege“ (helyesen: halmazállapotú potenciális energiája) révén történik. Végül radioaktív és elektromos energia is van a légkörben, aminek munkába állítására szintén történtek szerény kísérletek.

A légkörben tehát a napsugárzáson kívül más, emberi felhasználásra kizsemelhető energiakészletek is bőven vannak. De nem rendelkezünk még olyan műszaki eszközökkel, amelyek ezt a minket körülvevő nagy energiagazdaságot szolgálatunkba tudnák állítani. Egyedül a napsütés áldásözönét van módunkban már ma is az emberiség energiaszükségletének fedezésére igénybe venni, de ez csak akkor kecsegtethet sikerrel, ha a megoldást nem tisztán műszaki, hanem bioklimatikus erők segítségével keressük. *Az erdősz és a mezőgazda munkája ma is egyik alappillére az emberiség életének; de fokozottabb mértékben lehet még azzá, ha a geológiai korokból örökölt energiaraktáraink egyszer ki-merülnek.*

Die Bedeutung der Wälder mit Rücksicht auf die Zukunft der Energiewirtschaft der Welt. Von Dr. L. Aujeszky.

Zur Kraftstoffversorgung der Welt müssen früher oder später solche Quellen herangezogen werden, die nicht versiegen. Als solche können in erster Linie die subatomischen Kräftevorräte betrachtet werden, sofern der Zugang zu diesen ermöglicht wird; die Sonnenmotore versprechen aus grundsätzlichen Gründen wenig Erfolg.

Die Ausnützung der Kraftquelle Sonne ist heute nur auf physiologischem Wege, durch Massenzucht wertvoller Pflanzen möglich. Als beste Lösung der Frage kann die rationelle Forstwirtschaft betrachtet werden; kraftstoffarme Länder, wie Ungarn, müssen dies rechtzeitig und zielbewusst erfassen.

•

L'importance des forêts pour le régime futur des énergies naturelles dans le monde, par le Dr L. Aujeszky.

Pour remplacer les matières fournissant l'énergie, il faut cultiver les plantes par des méthodes rationnelles; c'est pourquoi la sylviculture joue un rôle capital — surtout dans les pays où les sources d'énergies naturelles sont insuffisantes.

•

The importance of forests with respect to the future of world energy economy. By Dr. L. Aujeszky.

The exhausted energy sources can be replaced at the present time only by rational plant production; forestry is therefore — chiefly in countries with insufficient energy sources — of greatest importance.

=====