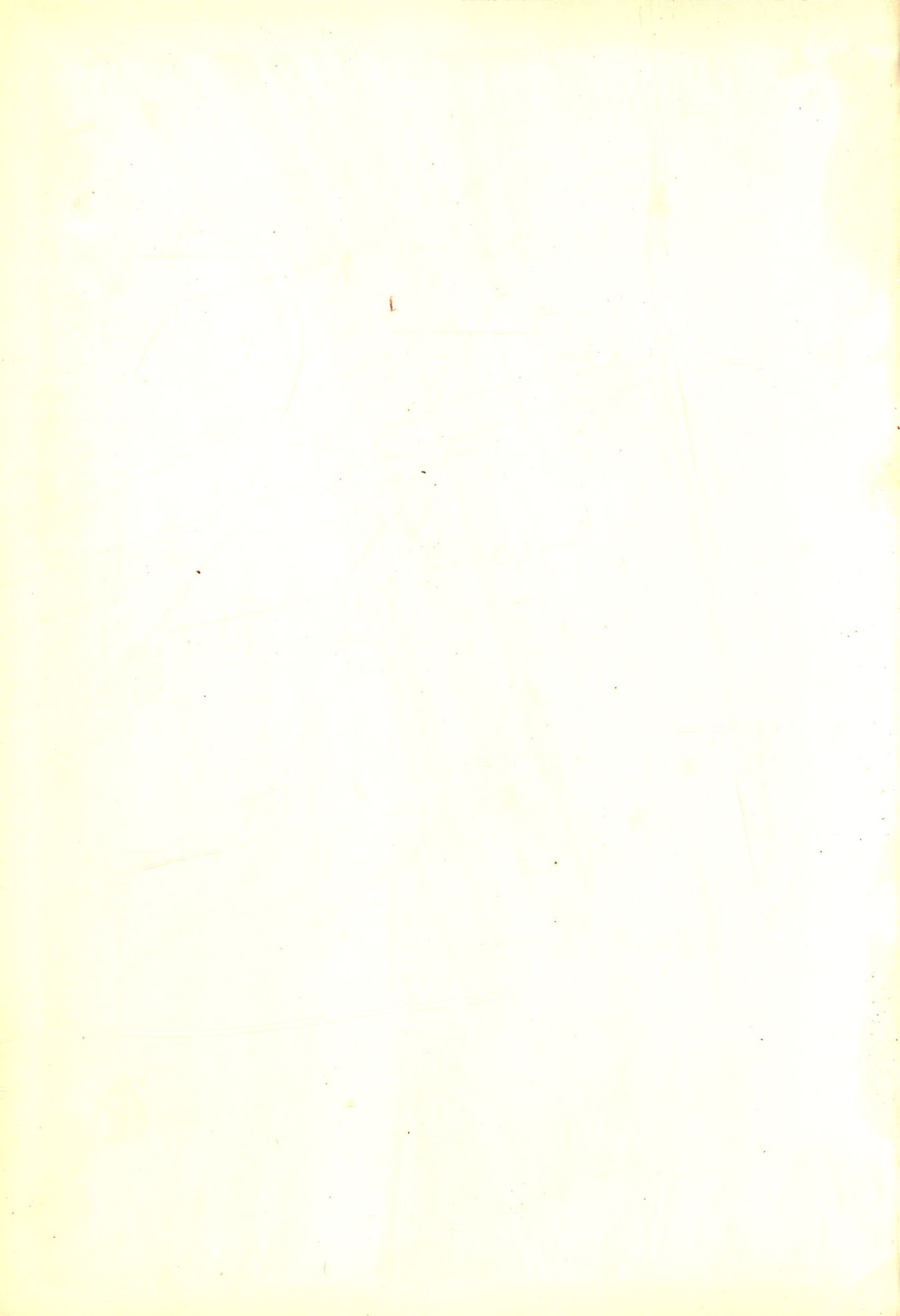




# A LEVEGŐTENGER PARTVIDÉKÉN









A LEVEGŐTENGER  
PARTVIDÉKÉN

AZ ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI INTÉZET  
NÉPSZERŰ KIADVÁNYAI

IV. KÖTET

A LEVEGŐTENGER PARTVIDÉKÉN

ÍRTÁK:

DÉSI FRIGYES

AUJESZKY LÁSZLÓ	KULIN ISTVÁN
BATTA ERZSÉBET	MÓRIK JÓZSEF
CZIRÁKY JÓZSEF	PÁTER JÁNOS
FLÓRIÁN ENDRE	SALAMIN PÁL
GRYLLUS VILMOS	SZILÁGYI TIBOR
HILLE ALFRÉD	VLADÁR ENDRE
KÉRDŐ ISTVÁN	ZÁCH ALFRÉD

# A LEVEGŐTENGER PARTVIDÉKÉN



BUDAPEST, 1954.

Ez a mű az Országos Meteorológiai Intézet szerkesztésében készült

A művet szerkesztette  
TAKÁCS LAJOS

lektorálta  
ZÁCH ALFRÉD

A rajzok  
TANTOSNÉ ZSÁK EDIT  
és

TANTOS FERENC

a címlapterv  
KONDOR ÁRPÁD  
munkája

felvétel  
JÁRAI RUDOLF  
Magyar Foto

A kiadásért felel: Az Akadémiai Kiadó igazgatója. Műszaki felelős: Kondor Árpád  
A kézirat beérkezett 1954. X. Pédányszáma 3050. Terjedelem 25'5 (A/5) ív  
151. ábra

---

1-544843 Athenaeum (F. v. Soproni Béla



# ELŐSZÓ



Ebben az esztendőben már negyedik népszerű kötetünket indítjuk útnak. Reméljük, hogy az a bátorító és további munkára serkentő érdeklődés, amely eddigi könyveinket kísérte, legfrissebb népszerűsítő tanulmányaink és cikkeink gyűjteményének megjelenése után sem fog lohadni.

Nem kételkedünk abban sem, hogy olvasóink, akiknek zömét észlelőink alkotják, még inkább meg fognak győződni a meteorológia, az időjárás tudományának gyakorlati hasznáról, s arról, hogy mindennapi életünknek szinte valamennyi mozzanata kapcsolatban áll éghajlatviszonyainkkal. Legújabb kötetünk éppen erre kíván rámutatni, sokkal nyomatékosabban, mint az előzők.

Olvasóink meggyőződhetnek arról, hogy agrometeorológusaink tudományos kutató munkája és tanácsa nélkül mezőgazdaságunk fejlesztésének nagy ügyét sem szolgálhatnók maradéktalanul.

Dolgozóink egészségvédelmének és üdültetésének nem kevésbé fontos kérdései is számos meteorológiai problémát vetnek fel. Csak egyet említünk meg a sok közül: így például gyógy- és üdülőhelyeink sugárzási viszonyainak alapos ismerete nélkül orvosaink sem lennének képesek arra, hogy azokra a helyekre utalják be dolgozóinkat, ahol — egészségi állapotukat szem előtt tartva — valóban a legmegfelelőbb éghajlati feltételek között pihenhetnek. Nem vitatható az sem, hogy a gyógy- és üdülőhelyek kiválasztásakor az éghajlati tényezők döntő jelentőségűek.

Vajjon az ész- és tervszerű vasúti, vízi és légi közlekedés elképzelhető-e a meteorológus véleményének meghallgatása nélkül? Nem okoz különösebb fáradságot annak bizonyítása, hogy például a vasútközlekedés zavar-

talán biztosítása nehezebb feladatot jelent akkor, ha zord télre van kilátásunk, s nem enyhére. Nyilvánvaló, hogy nagyobb mennyiségű tüzelőanyagot kell tartalékolnunk, ha csikorgó és hófúvásos télnek nézünk elébe.

Hajóink számára viszont az nem közömbös, hogy folyóinkon milyen mérvű jégzajlás indul meg, s repülőink is biztosabb kézzel érnek célhoz, ha a meteorológus eligazítása alapján előzetesen tájékozódnak a berepülendő útvonalon uralkodó időjárási helyzetről.

Az árvíz ellen való védekezés úgyszintén megkívánja a jól megszervezett meteorológiai és hidrológiai jelentő szolgálatot. Amikor hidrológusaink folyóink várható emelkedéséről, vagy apadásáról adnak hírt: — az időjárási prognózisokra építenek.

Tovább már nem szaporítjuk a szót, s ezért csak felsorolásszerűen említjük meg a meteorológia és építészet közös gondjait: a falak felhúzásakor, a tetőzet megszerkesztésekor, a fűtőtestek elhelyezésekor is meghallgatja a jól tervező építész a meteorológus szaktanácsait.

Lényegében ilyesfajta témák megírására vállalkoztak legújabb népszerű kötetünk írói. Reméljük, hogy olvasóink érdeklődéssel fogják őket követni azon az úton, amelyen rámutatnak az időjárás tudományát és a mindennapi életet egybekapcsoló millió meg millió gyakorlatias szátra. Ennek érzékeltetésével egyúttal azt is bizonyítani akarjuk, hogy a meteorológia alaposabb megismerése nem haszon nélkül való.

Azzal a meggyőződéssel bocsátjuk útnak könyvünket, hogy munkásaink és parasztjaink természettudományos műveltségének gyarapításával szocialista építőmunkánk javát szolgáljuk.

1954. október havában.



*Dési Frigyes*  
igazgató, egyetemi tanár

## Az időjárás és a mindennapi élet

---

**M**int egy hatalmas, végnélküli mozifilm pereg szemünk előtt az időjárás percről percre, óráról órára, évről évre, évszázadról évszázadra. Nincs benne egy pillanatra sem megállás, az egyes felvonások között nincsen szünet. Kit ne érdekelné ez a film? Hogy milyen az időjárás, hogy milyen lesz, sőt, hogy milyen volt valamikor régen? Érdeklí ez a mezőgazdaságot, mert éppen vetni, szántani vagy aratni készül. Érdeklí a kereskedelmet, mert távoli vidékre kell kényes árukat szállítani. Érdeklí az orvost, kinek betegek érzékenyek az időjárás változásaira, vagy éppen különleges műtétre készül. Érdeklí az építészt, aki csak bizonyos hőmérsékleten tudja folytatni betonozási munkáját. Érdeklí a kirándulót, aki heti fáradságát a szabadban szeretné kipihenni. Érdeklí a pilótát, aki el sem indulhat anélkül, hogy ne tudná előre, milyen veszély leselkedik rá a légkörben. Érdeklí az üdülőn indulót, hogy jól fogja-e tölteni pihenését. Érdeklí a filmrendezőt, hogy felvételeit befejezheti-e. Érdeklí a termésbecslőt, akinek pontos adatokat kell szolgáltatnia a várható terméseredményekről. Hosszan, nagyon hosszan sorolhatnánk fel azokat, akiket érdekel az időjárás. Érdekel az mindenkit.

### Az időjárás megbosszulja magát

Aki nem törődik az időjárással, az sem tudja magát függetleníteni tőle. Az időjárás döntő módon befolyásolja minden cselekedetünket, minden munkánkat. Néha jóbarátunk, aki segít bennünket, máskor azonban ellenségünk és megakadályozza előre elhatározott terveink végrehajtását. Gyakran okoz bosszúságot, néha súlyos károkat.

Figyeljük csak meg egyszer, miről is beszélnek legtöbbet az emberek? Az időjárásról! A legtöbb ember reggel, amikor felkel, azt nézi, hogy milyen az idő és szeretné tudni, mi várható. Sokan vannak, akik azt hiszik, hogy a Meteorológiai Intézetnek egyetlen feladata csak az, hogy megmondja milyen idő várható. Pedig majd meglátjuk, milyen sokoldalú, gyakorlati tudomány!

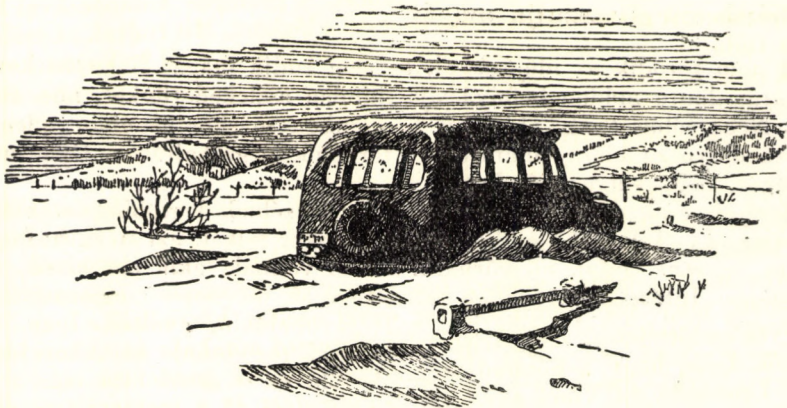
Akár akarjuk, akár nem, az időjárással törődnünk kell. Irgalmatlanul megbünteti azokat, akik megfeledkeznek róla és semmibe veszik. Persze, ez kevésbé veszedelmes olyankor, amikor nem veszünk meleg ruhát és hirtelen lehül a levegő, vagy nem viszünk magunkkal esernyőt és megered az eső. Sokkal súlyosabb, amikor a tervező mérnök feledkezik meg az időjárásról és nem veszi figyelembe a lehetséges legerősebb szélökés erejét egy torony tervezésénél, vagy nem nézi meg egy vízlevezető csatorna tervezésénél azon a területen lehulló lehetséges legnagyobb esőmennyiséget. Ugyancsak végzetes bajt okozhat a vízmérnök, ha a gátak tervezésénél nem veszi számításba a vízgyűjtő területre

lehulló csapadékmennyiséget. De éppen olyan veszedelmes, ha egy induló repülőgép pilótája nem törődik az útvonalon bekövetkező időjárás-változással. Bizony az időjárás súlyos bosszút állhat ezeken. Hány, de hány szerencsétlenség



3. ábra.

volt már, mert a pilóta nagyobb úrnak képzelte magát az időjárásnál! Milyen sok árvíz pusztított már, mert a mérnökök rosszul terveztek stb. Az agrónomusnak ismernie kell, hogy mikor köszönhetnek be a késői fagyok és mely vidé-



4. ábra.

ken, mikor kell számolni leggyakrabban az aszály felléptével. Ha mindezt figyelmen kívül hagyja, komoly károkat okozhat a népgazdaságnak. Próbáljon csak valaki gépkocsin elindulni, amikor hófúvás kezdődik. Bizony jói megjárhatja. Még számtalan példát sorolhatnánk fel itt is.

## Egy fiatal tudomány

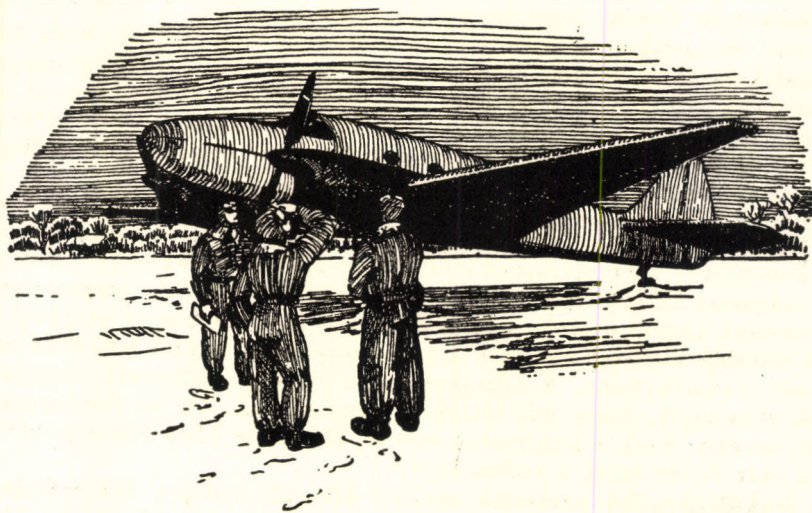
Az ember korán megtanulta, mi is az időjárás. Hamar rájött a természetnek néha mindent elsöprő erejére. Táplálékának megszerzésére nem egyszer messze vidékre hajtotta a szárazság. Olykor az árvíz úzte el otthonából. Gyenge sátrát gyakran tépázta a vihar. Az eső és zivatar elől barlangokba kényszerült. Verejtékes munkájának gyümölcsét hol a jégeső, hol az aszály, hol a fagy pusztította. Mindezt az időjárás okozta. Hosszú évezredek után az embernek sikerült meghódítania a tengert, gátat vetni a folyók szilaj habjának, versenyre kelni az ég madaraival, sikerült az éter hullámain át elküldeni gondolatait és üzeneteit, nagyítón keresztül meglátni a legparányibb dolgokat, de az időjárással mégsem tudott megbirkózni. Pedig már régen meg akarta törni a villámok és szelek erejét. Esőt akart kicsikarni a felhőkből. Meg akarta szelidíteni a fagyot hozó hideg levegőt. Megbirkózni azonban a természet erőivel, az időjárással évezredek át mégsem tudott. Mindezekből világosan látható, hogy az időjárás milyen döntő módon befolyásolja mindennapi életünket. Mégis csodálatosképpen ez a tudomány, amely az időjárással foglalkozik, nagyon későn, csak az utóbbi évtizedekben emelkedett a tudomány rangjára. Csak nemrégiben tudott választ adni az élet minden vonaláról feladott kérdésekre. Csak néhány éve beszélhetünk úgy róla, mint tudományról.

A meteorológia, mint szükséglet ősi, mint tudomány igen fiatal. Az időjárás és az éghajlat az emberi történelem nagy gépezetét kezdettől fogva kormányozta. Az emberiség mai bonyolultabb berendezkedésének korszakában bizonyos vonalon még sokkal döntőbben szól bele, mint valaha. Amíg más tudományágak az évszázadok folyamán fokozatosan fejlődtek, addig a meteorológia ezt nem mondhatja el magáról. Nem fejlődött, egyhelyben topogott, mégpedig azért, mert az alapvető dolgokkal nem volt tisztában és éppen kutatásának tárgyát nem ismerte. A légkört a maga egészében kell kutatni, erre pedig nem volt módja. Az orvos bonckése alá vette az embert. A geológus kalapácsával kettétörte a kőzeteket. A meteorológus nem ismerte a légkört. Mit tudtak az emberek, de még a tudósok is, néhány évtizeddel ezelőtt a légkörről? Vajmi keveset. Olvassunk csak bele néhány esztendővel ezelőtt kiadott szakkönyvekbe. Bizony olyan megállapításokat találunk benne, ami mosolygásra készítet. Hogy ne mondjunk többet, még 1910-ben, tehát négy évtizeddel ezelőtt, a tudományos körök hivatalosan foglalkoztak a viharágyúzással . . .

Amíg az orvostudomány, a kémia, a fizika stb. fokozatosan, lépésről lépésre haladt a fejlődés útján, addig a meteorológia egyhelyben topogott. Igaz, hogy az esőmérőt időszámításunk előtt négyezer évvel Indiában már ismerték, tehát hatezer éves múltra tekint vissza. Igaz, hogy a szélzászlót időszámításunk előtt 400-ban, tehát több mint kétezer évvel ezelőtt használták. Igaz, hogy kétezer évvel ezelőtt jelent meg Aristoteles alapvető munkája az akkori légköri ismeretekről. Igaz, hogy a hőmérő megszerkesztésének gondolata már a XV. században Leonardo da Vinci agyában megszületett és a meteorológia történelmébe a XVI., XVII. században már bevonult. És még folytathatnánk.

De ezekkel és hasonló felfedezésekkel még nem vált tudományá a meteorológia. Tudomány csak akkor lett, amikor a légkört, a légóceánt megismerte. A légkör többféle gázból áll. Amíg a gázokra vonatkozó alaptörvények nem voltak ismeretesek, addig minden hiába volt. Ez pedig csak a XVIII. század végén következett be. A gázok viselkedésének lényege, a kinetikus gázelmélet, csak a XIX. század második felében lesz felhasználható. A termodinamika

szintén csak a XIX. század alkotása, pedig ez egyik alaptudománya a meteorológiának. Mindez azonban még nem volt elegendő. A légkört nem lehetett csak egy helyről tanulmányozni. Az egész légkört a Sarkvidékektől az Egyenlítőig, a talajtól annak legfelsőbb határáig meg kellett ismerni. Ez pedig a repülőgép és a rádió nélkül lehetetlen volt. Meg kellett várni a XX. század két legnagyobb vívmányának felfedezését és annak gyakorlatba állítását. A rádió legyőzte a vízszintes távolságokat, a repülőgép a függőleges nehézségeket. Különösen a repülőgépek döntő a szerepe. Igen érdekes, hogy amíg a repülőgép a meteorológiát segíti fejlődésében, addig a meteorológia a repülést. Ime két tudomány egymásra utaltságának legragyogóbb példája!



5. ábra.

### A meteorológia a tudományok rangjára emelkedik

A gáztörvények ismerete, a repülőgép és a rádió már kezünkbe adta azt a kulcsot, amellyel a tudományos kutatás megindulhatott. Hogy a meteorológia az utóbbi évtizedek folyamán oly hatalmasat fejlődött, azt elsősorban annak köszönhette, hogy a légkört nemcsak egy helyről, nemcsak alulról vizsgálhatta, hanem belerepülhetett és ott méréseket végezhetett.

A meteorológia történetében tehát a XX. században ugrásszerű változás következett be. Azóta rohamlépésekkel halad a fejlődés útján. A fejlődés azonban nem egyszerű, hanem nagyon is küzdelmes. Ez a tudományos kutatás igen sok áldozatot követel és nem egyszer emberéletet is. Talán keveseknek jut eszébe, hogy nagyon, de nagyon sokan voltak már, akik életüket áldozták ezért a tudományért és ennek a tudománynak a haladásáért. Ezeknek a sora azonban még nem zárult le.

## Akik életüket áldozták fel

Azoknak a kutatóknak a sorát, kik életüket áldozták, Calwagen Ernst norvég meteorológus nyitja meg. A repülőgépet a légkörkutatás szolgálatába állította. Különösen 1925. nyarán végzett mérései vetették meg a korszerű előrejelzések alapjait. 1925. augusztus 10-én végezte utolsó kutató repülését. Adatait azonban már nem dolgozhatta fel, mert gépe lezuhant, ő pedig szörnyet halt.

Ugyancsak életét áldozta e tudomány felvirágoztatásáért Malmgren Finn uppsalai egyetemi magántanár. Több híres expedíció tagja volt. 1928. júniusában meteorológusként részt vett a híres Nobile léghajó-útján. A léghajó kettészakadásakor az Északi Jeges-tenger felett lelte halálát. A Sarkvidék légköri eseményeit energetikai szempontból vizsgálta. Ma már tudjuk, hogy időjárásunk kialakulásában milyen döntő szerepe van a sarkvidéki légtömegeknek.

Grönland végtelen hómezőin az időjárás kutatása közben érte el a halál Wegener Alfréd gráci meteorológust. 1930-ban a hatalmas hómezőkön egy expedíció alkalmával szíve nem bírta a —50 fokos hidegben a hetekig tartó gyaloglást. Ő dolgozta ki a légkör termodinamikáját.

1934. január 30-án megrendítő szerencsétlenségről értesült a tudományos világ. Három hős szovjet kutató, Vásenko, Fedoszejenko és Usziszkin elindult a sztratoszférába egy sztratosztáttal. Huszonkét km magasra jutottak fel. Óriási magasság! Idáig merészkedett már fel az ember! A sztratosztát, amikor visszatért kutató útvjáról, már csak három halottat hozott magával. A hős szovjet kutatók életüket áldozták a tudományért. A kutató felszállás azonban nem volt eredménytelen. A feljegyzések és a felvitt műszerek megmaradtak és azok elmesélték, hogy mit láttak és tapasztaltak. De ne folytassuk e felsorolást tovább. Ezek a leghíresebb esetek. Hány, de hány fiatal és idős tudós áldozta már életét ezért a tudományért!

A legkülönbözőbb nemzetek sorából kikerült tudósok bizonyítják, hogy a meteorológia a világ minden nemzete számára egyike a legfontosabb tudományoknak. Igazán nemzetközi tudomány!

## A meteorológia mindenkié

Ma már a meteorológusoknak hatalmas, az egész világot behálózó hadserege van. Az Északi Sarktól a Déli Sarkig, a Csendes-óceántól az Atlanti-óceánig éjjel-nappal, szünet nélkül figyelik a folyton változó időjárást. Lakatlan helyekről automata megfigyelő állomások adnak bizonyos időpontokban hírt a légköri viszonyokról. A légkörkutató műszereknek százai emelkednek minden pillanatban a magasba. Repülőgépek követik egymást és végeznek méréseket. Nincs itt megállás. Nincs itt szünet. A mért adatokat és eredményeket azonnal kicserélik egymással. Ha rádiónk hullámskáláján végigmegyünk, bizony sok helyen hallhatjuk a gyorsan pergő morse-betűket, amelyek az időjárási híryanagot továbbítják. Amikor esetleg zenét hallgatunk, bosszankodunk, hogy belesívít egy pár morse-betű. Ilyenkor nem gondolunk arra, hogy ez esetleg egy nagyon fontos, veszélyt jelentő időjárási távirat. A meteorológiai kutatást nem lehet kisajátítani senkinek. A légkört nem lehet felosztani. A meteorológusok birodalma nem ismer országhatárokat.

De hol is a helye a tudományok között a meteorológiának és milyen részekre oszlik? A meteorológia teljesen önálló tudomány, a fizikának szükségképpen

különvált, hatalmas ága, amely azonban szoros kapcsolatban van csaknem minden tudományággal, a fizika mellett főleg a földrajzzal és biológiával. Szervesen beletartozik a fizikai tudományok egy nagyobb egységébe, a geofizikába. Bármennyire is fiatal tudomány, mint láttuk, rohamos fejlődése arra az eredményre vezetett, hogy a meteorológián belül nagy szakmai különválás jött létre. Egymástól különálló tudomány-szakokra tagozódott. Ez egyben fontosságát és sokoldalúságát is bizonyítja.

Mindenekelőtt két nagy ágra tagozódik, mégpedig az időjárásstanra és éghajlatstanra. Az időjárásstant nevezik általános meteorológiának, fizikai vagy dinamikus meteorológiának is. Maga az időjárásstan is sok önálló kutatási ágra bomlik; ilyen a szinoptikus meteorológia, az aerológia, sugárzástan, ionoszférakutatás stb. Az éghajlatstan először inkább leíró tudomány volt, ma már azonban fizikai, oknyomozó jellegű. Ez is több, különálló tudományágra tagozódik: klimatográfiára (leíró éghajlatstan) — ez a legrégebb — dinamikus klimatológiára, űs-éghajlatstanra stb.

A meteorológiának az összes tudományokkal fennálló szoros kapcsolata folytán igen fontos határ-tudományok jöttek létre. A meteorológia és a mezőgazdaság kapcsolatából fejlődött ki az egyik legfontosabb határ-tudomány, az agrometeorológia. Feladata a mezőgazdasági termelés meteorológiai alapjainak tisztázása. Határtudomány az emberi élet szempontjából fontos kérdésekkel foglalkozó orvometeorológia is. A szárazföldi-, légi- és vízi- közelekedés kérdéseit vizsgálja a közlekedés-meteorológia, a rádió problémáit a távközlési meteorológia. Van építészeti, ipari, törvényszéki, kertészeti, öntözésügyi, erdészeti, árvízvédelmi meteorológia. Mindezek az alkalmazott meteorológia tárgykörébe tartoznak.

## A meteorológia és a mezőgazdaság

Az összes határtudományok között legfontosabb a mezőgazdasági meteorológia. Azt mondhatnánk, a meteorológia első alkalmazási területe éppen a mezőgazdaság volt, mert a mezőgazdaság már igen régen felhasználta az időjárás- és éghajlati ismereteket.

A meteorológiai feljegyzések adnak csak választ arra, hogy egy nagyobb terület éghajlatának mik a jellemző vonásai. Az agroklimatológiának kell megmondania, hogy egy-egy kisebb területen belül milyen különbségek állhatnak fenn. Lényeges eltérést okozhat már egy kisebb, jelentéktelennek látszó domboldal is. Ugyanúgy egy töltés, fasor vagy bokorsor számottevő időjárásbeli különbséget okozhat. Persze mindezt helyszíni mérésekkel lehet pontosan kimutatni. Ez a legmodernebb kutatási ág, a mikroklimatológiának a feladata. Éppen ezeknek a helyi eltéréseknek figyelembevétele igen nagy előnyöket nyújt mezőgazdaságunknak.

A meteorológiai szolgálatra nemcsak az üzemtervek elkészítésénél, hanem azok végrehajtásánál is szükség van. A termelés irányítóit a pillanatnyi és várható idő is érdekli, hát még a távolabbi idő, amivel a távprognózis siet a mezőgazdaság segítségére. Új termelési ágak bevezetésénél az időjárás- és éghajlati ismereteket nem nélkülözhetjük. Ha figyelembevételük nélkül honosítunk meg új növényeket, súlyos csalódás érhet bennünket és komoly károkat okozhatunk népgazdaságunknak. A terméseredmények előzetes becslése időjárás- adatok nélkül nem is lehetséges. Pontos időjárás- adatok birtokában egyes termények várható termésátlagja több hónappal előre is megmondható. Meg kell jegyez-



nünk, hogy az éghajlat részletes feltárása csak évszázadokon át folytatott jó megfigyelések alapján oldható meg. A mikroklíma kutatása ellenben egészen rövid idejű, már néhány évi megfigyelés után is pontos eredményeket ad.

Az agrometeorológia állandó tanácsadói szolgálatot lát el és tart fenn. Az éghajlati ismeretek birtokában olyan mikroklimatikus lehetőségek teremthetők, amivel egészen különleges növények termelését is biztosíthatjuk.

Az agrometeorológia tárgykörébe kell sorolnunk részben az erdészeti kérdésekkel foglalkozó erdészeti meteorológiát. A kertészeti meteorológia főleg a fagy elleni védekezés módszereit kutatja. Hasonló kérdésekkel foglalkozik a szőlészeti meteorológia, amely még a peronoszpóra s egyéb szőlőbetegségek és az időjárás közötti kapcsolatot igyekszik felderíteni. A halászlás meteorológia foglalkozik az időjárás és a haltenyésztés kérdéseivel.



6. ábra.

## A meteorológia és az ipar

Az ipar majd minden ágának igen szoros a kapcsolata a meteorológiával. Elsősorban az ipari termelés mértéke függ az időjárástól. A dolgozók teljesítőképessége az időjárástól függően más és más. A textiliparnak nedves levegőjű munkahelyekre van szüksége, a papíripari feldolgozó üzemek szintén csak bizonyos páratartalmú levegőben dolgozhatnak. A faipar igen érzékeny a lég-hőmérsékletre és a nedvességre. Különösen a nedvesség az, ami döntően befolyásolja az ipari termelést.

Az élelmiszeripar ugyancsak rendkívül érzékeny a hőmérsékletre és a nedvességre. Bizonyos áruk csak megfelelő nedvesség mellett tárolhatók. Vanak élelmiszercikkek, amelyek előállítására bizonyos hőmérsékleten előnyös és csak bizonyos hőmérsékleten tárolhatók tartósan. A szerves anyagok erjesztésével dolgozó iparágaknak szintén megfelelő hőmérséklet kell, mert az erjedést létrehozó mikroorganizmusok ezen a hőmérsékleten szaporodnak legjobban. Pl. az erjedő sörnek előbb 5—6 fok, később 0 és 3 fok kell. Éppen ezért ilyen célra földalatti helyiségeket használnak. Van azonban olyan iparág, ahol az erjedés majdnem 30 fokon történik, itt pedig ezt a hőmérsékletet kell biztosítani.

Egyes iparágakban komoly veszedelem a robbanás. Ez szintén a hőmérséklettől függ. Különösen a porrobbanások játszanak igen jelentős szerepet: heves robbanás következhet be a cukor-, csokoládé- vagy lisztipornál. Renge-

teg iparcikk, amikor elkészül, különleges időjárásváltozásnak van alávetve és erre előre számítani kell, hogy használható legyen, ne deformálódjék. Bizonyos iparcikkek egészen különleges hőmérsékleti és nedvességi viszonyok elviselésére kell, hogy készüljenek. Meteorológiai ismeretek szükségesek az ipari üzemek tüzelési és szellőzési kérdéseinek megoldásához.

Az elektromos energiaszolgáltatás és szállítás teljes mértékben függ az időjárástól. A szél a távvezetésekre igen erős megterhelést jelent. Különösen veszélyes a jég- és zuzmaraképződés. A vezetékek tervezésénél különös gondot kell fordítani a zuzmaraképződés veszélyeire. Vannak helyek, ahol az átlagosnál jóval erőteljesebb lehet a zuzmaraképződés. Ezeket a helyeket előre meg lehet határozni és ki lehet kerülni.

A villám szintén sok kellemetlenség okozója lehet, ezért gondoskodni kell a villámvédelemről is, ahol fokozott a zivatargyakoriság. Mindez megdrágítja a távvezetékek építését. Az eső is okozhat rövidzárlatot. A hófúvás elzárja a karbantartás útvonalait. A tervezéseknél figyelembe kell venni a hőmérsékleti dilatációt, a hőokozta tágulást. A hőteher sem hagyható figyelmen kívül. Meteorológiai kérdés még a portalanítás az utcákon, továbbá a hó eltávolítása.

### **A meteorológia és a kereskedelem**

A kereskedelemben is fontos szerepe jut az időjárásnak. Döntő szerepe van az áruk termelésében, szállításában, raktározásában és a keresletben. Szállítás közben télen a hideg és a fagy, nyáron a meleg és a hőség okozhat kárt. A hőmérséklet és nedvesség változása sok esetben súlyváltozást eredményez. Az időjárás a szállításokban komoly késedelmet okozhat. Éppen ezért bizonytalan időben nagyobb mennyiségeket kell tárolni. Végül a kereslet és kínálat, a szabadpiaci árak alakulása szintén az időjárás függvénye.

A tűz-, a jég-, a víz- és a fagybiztosítások szoros összeköttetésben állnak az időjárás ismeretekkel. Az idegenforgalom és a vendéglátóipar kapcsolata a meteorológiai viszonyokkal közismert.

### **A meteorológia és az építészet**

Meteorológiai ismeretek nélkül nem tervezhetünk. Igen sokfélék a meteorológia építészeti vonatkozásai. Első és legfontosabb kérdés az épületek elhelyezése; ez tisztán meteorológiai kérdés. Tudjuk jól, hogy az északra néző épületrészek hűvösek, szelesek és közvetlen napsütést nem kapnak. Az északkeleti helyiségek már kedvezőbb fekvésűek, hiszen a reggeli órákban némi napot kapnak és az északnyugati szélről védettek. A legegészségesebb lakrész a délkelet felé néző. A keleti fekvés télen alig kap napfényt. A déli helyiség télen jó, de nyáron túl meleg. Nagyon fontos az elhelyezés különleges rendeltetésű épületeknél: kórházak, szanatóriumok, rajztermek stb. Az építésznek tisztában kell lennie azzal, hogy milyen szobaklímát hoz létre, melyik fal milyen lehűlést kap, és így tovább. Az időjárás és éghajlati adatok birtokában kell méretezni a fűtést. Igen sok tényezőt kell figyelembe venni. Régen pl. túlméretezték a központi fűtési berendezéseket, mert biztonsági szempontokból a nagy hideg mellett nagyon erős széllel is számoltak, pedig a mi éghajlatunk alatt a szélsőségesen nagy hidegek nem járnak együtt nagy széllel. Minden épülettervezésnél figyelembe veendő még a szélnyomás és a hőteher is.

## A meteorológia és a közlekedés

Egyik legfontosabb terület, ahol az időjárás kapcsolata döntő: a közlekedés. A levegő pusztá jelenléte már akadályt gördít, hiszen minden mozgást fékez a közegeellenállás. Fontos tény, hogy a légellenállás nem egyenes arányban növekszik a sebességgel. A sebesség megkétszereződése a légellenállást négyszeresére növeli. A légellenállás nagysága függ a hőmérséklettől is. A hidegebb, a sűrűbb levegő nagyobb ellenállást fejt ki. Éppen ez a tény készíteti a tervezőket, hogy a járműveket áramvonalasra alakítsák ki.

Az üzembiztonságnál szintén nagy szerepet játszik az időjárás. A legnagyobb ellenség a köd. A vasúti műtárgyak igen erősen ki vannak téve az időjárásnak. Gondoljunk csak a hidaknak a nyári felmelegedésére, vagy a hirtelen esőből keletkező árvizekre. A szél is komoly akadályt jelent. Legtöbbször azonban csak közvetve, mint pl. télen a hófúvás esetén. A hófúvásos helyeket szintén meteorológiai tényezők határozzák meg. A vasúti építmények igen erősen ki vannak téve az időjárás hatásainak. Vannak pályaszakaszok, amelyek különösen veszélyesek hóakadályok képződése szempontjából.

A tengeri, folyami és tavi hajózás nem nélkülözheti a meteorológiai ismereteket. A hajózás ősidők óta erősen rá van utalva a meteorológiai megfigyelésekre. Éppen ezek a megfigyelések segítették elő később a kutatást. A gépkocsi-közlekedés hasonlóképpen függvénye az időjárásnak. Már a motor működésében is szerepe van a hőmérsékletnek és légnyomásnak.

A legközvetlenebb az időjárás kapcsolata a repüléssel. A repülőgép nem is indulhat útjára, amíg a berepülendő útvonal időjárásával nincs tisztában a pilóta. A felhőzet, a szél, a jegesedés mind döntő módon beleszólnak a repülés végrehajtásába. A jéglerakódás még ma is egyik legsúlyosabb veszedelem a repülésnek. Minél hosszabb repülőutakat kell tenni, annál nagyobb szükség van időjárás ismeretekre.

## A meteorológia és az igazságszolgáltatás

A meteorológia nagyon sokszor szerepet kap az igazságszolgáltatásban. Egyes bírósági perekben döntő szerepe van a meteorológus szakvéleményének. A régi, pontos feljegyzések néha perdöntőek lehetnek. A bizonyítási eljárások során gyakran felhasználják a Meteorológiai Intézet által kiadott jelentéseket.

## A meteorológia és a sport

A szabadtéri sportok szintén igen szoros kapcsolatban vannak az időjárással. Gondoljunk itt csak a motornélküli repülésre, az ejtőernyő-ugrásokra, a turisztikára, a vízi- és horgászó-sportokra, a vadászatokra, a téli sportokra. Magukat a sportteljesítményeket is erősen befolyásolja az időjárás.

## A meteorológia és az egészség

Talán elsőnek kellett volna megemlékezni az időjárásnak legfontosabb hatásáról: munkabírásunk, kedélyállapotunk, pihenésünk igen nagy mértékben az időjárás függvénye. Az időjárás élettani hatása legelősebben a front-hatásokban jelentkezik, ez az ú. n. frontreakció. Vannak tünetek, amelyek a frontátvonulás előtt és vannak, amelyek a frontátvonulás után jelentkeznek.

A fronthatás néha serkentőleg, máskor bénítólag hat. Egyes egyének front-érzékenysége igen kifejlett, ezeket meteoropátáknak nevezzük.

Ide kell sorolnunk a fönthatást is, ami nálunk csak kivételes helyeken és ritka esetekben jelentkezik, de a magas hegyek közelében állandóan meglevő jelenség és a »magashegyek ostorának« nevezik.

Mindezekből láthatjuk, hogy milyen szoros kapcsolatban van az időjárás mindennapi életünkkel, pedig a felsorolt területek csak nagyon hiányos szemelvények voltak. Az időjárás és a mindennapi élet kapcsolatát a következőkben részletesebben is megismerhetjük.

## Küzdelem a vízért és a víz ellen

Nincs az életnek olyan területe, amelyen ne találkoznánk a vízzel, ne éreznénk hiányát vagy ne kellene védekeznünk ellene.

A lakó- és az ipartelepek élete, a közlekedés, a kereskedelem, a mezőgazdasági termelés megbénul a patakok és a folyók pusztító árvizeinek hatására (7. ábra). Az árvizek előntik a mélyebben fekvő területeket, rombolva,



7. ábra. Árvíz a Szigetközben (1954).

pusztítva zúdulnak végig a völgyeken, lesodorva a termőtalajt, összedöntve a lakó- és a mezőgazdasági épületeket, az ipari létesítményeket, áttörve az árvédelmi töltéseket, a közúti és a vasúti vonalakat, magukkal ragadva a hidakat, feliszapolva az átereszeket és a bujtatókat. Mennyi értékes ingóság, bútor, berendezési tárgy, élelem és takarmány megy tönkre, mennyi állat pusztul el, mennyi betegség terjed el egy-egy nagyobb árvíz alkalmával. Az árvizeket gátak közé kell szorítanunk és pusztító hatásukat a lehető legkisebbre kell csökkentenünk.

A mezőgazdasági termelés el sem képzelhető a talajok vízháztartásának szabályozása nélkül. A talaj felszínén és a talajban levő sok víz vagy a talaj vízhiánya egyaránt akadályozója a mezőgazdasági termelésnek (8. ábra). A sok víz által kiváltott belvízkár, a kevés víz következtében fellépő aszálykár termés kiesést okoz. A nedves esztendőkből a fölösleges vizet a leggyorsabban kell

elvezetnünk, az aszályos években a legsokoldalúbb mezőgazdasági és hidrotechnikai beavatkozással kell a lehulló igen kis mennyiségű csapadékot visszatartanunk vagy messzi területről kell vizet szállítanunk öntözéshez, a halastavak vizének pótlásához. A sok víz idejében való elvezetéséért, a kevés vízzel való helyes gazdálkodásért harcolnunk kell.

A közúti és a vasúti közlekedésnek jelentős kiegészítője a vízi úton való teher- és személyszállítás. A folyók azonban nem alkalmasak ősi állapotukban az üzembiztos vízi közlekedés megvalósítására, gyakran nincs elég víz bennük, a hajó merüléséhez képest nem eléggé mélyek. Éppen azért szabályoznunk kell



8. ábra. Belvíz a Duna—Tisza közén (1940).

őket. Az egymástól elválasztott folyórendszereket pedig az egységes közlekedési hálózat megvalósítására csatornákkal kell összekötnünk. Meg kell tehát küzdenünk az elegendő és állandó vízmélységért.

A lakótelepeket ivóvízzel és fürdővízzel kell ellátnunk. A tiszta, könnyen elérhető ivóvíz, a korszerűen felszerelt gyógyfürdők és a sportuszodák hozzátartoznak a XX. század emberének életéhez. És gyakran milyen nehéz a városok, községek, települések ivóvízzel és gyógyvízzel való ellátása.

Ipartelepeket csak ott létesíthetünk, ahol az üzemhez szükséges víz rendelkezésre áll. Az ipari termékek előállításához, azok elő- és utókezeléséhez, a mosáshoz, hűtéshez, kazánok működtetéséhez víz kell. Cukorgyár például csak ott telepíthető, ahol a répa mosásához, a cukorgyártáshoz és a hűtéshez a víz beszerezhető. Műrostot, műselymet gyártó üzem csak ott építhető, ahol az a kazánok táplálásához, a lúg oldásához, továbbá a mosáshoz, az utánkezeléshez szükséges vízzel ellátható. A vízellátás szempontjából rosszul telepített ipartelepek üzeme sohasem lehet kielégítő, gazdaságos.

Felsorolásunkat folytathatnánk, azonban már ennyiből is látható, hogy az életnek valóban szinte minden területén meg kell küzdenünk a vízért és a víz ellen. Különösképpen sorsdöntő ez a küzdelem hazánk vízkárokkal és aszálykárokkal sújtott alföldi területein.

## A vízért és a víz ellen folytatott küzdelem katonái

A küzdelem vezetője a vízgazdálkodó szakember vagy másként a hidrotechnikus, a vízimérnök, a vízmester, az öntözőmester, a gátőr, aki vállvetve harcol a mezőgazdával, az ipari, a települési, a közlekedési, a kereskedelmi szakemberrel és nagy veszély idején az egész lakossággal a víz megszerzéséért vagy eltávolításáért. Ebben a harcban a felderítő munkát jórészt az időjárás, az éghajlat kutatója, a meteorológus végzi. A víznek majdnem teljes egésze közvetlenül vagy közvetve a légkörből származik. Elsősorban a hulló csapadékok: az eső, jégeső, ónososó, havas eső, a hó, de nem utolsó sorban a kiváló csapadékok: a harmat, a dér, a finom és durva zuzmara adják azt a vizet, amivel a vízgazdálkodónak számolnia kell, s csak elenyésző, a Föld mélyéből származó vízmennyiséget lehet a meteorológus ellenőrzése alól kivonni. Mind a hulló, mind a nem hulló csapadékot a meteorológus figyeli meg. Mennyiségét és jellegét a Föld egész felszínén ő állapítja meg. A csapadékok keletkezését ő jelzi előre. Meghatározza a tíznapos, a havi és az évi csapadékösszeget. Vizsgálja a csapadéknak az időegységre eső részét, az úgynevezett intenzitását vagy hevességét. Méri a hótakaró vastagságát és sűrűségét. Kiszámítja az esős, a jégesős, a zivataros és a havas napok számát: a száraz, a csapadékos és a hótakarós időszakok hosszát. Nézzük meg most már egy kissé közelebbről, *hogyan is hasznosítja a vízgazdálkodó* ennek az értékes munkának az eredményeit.

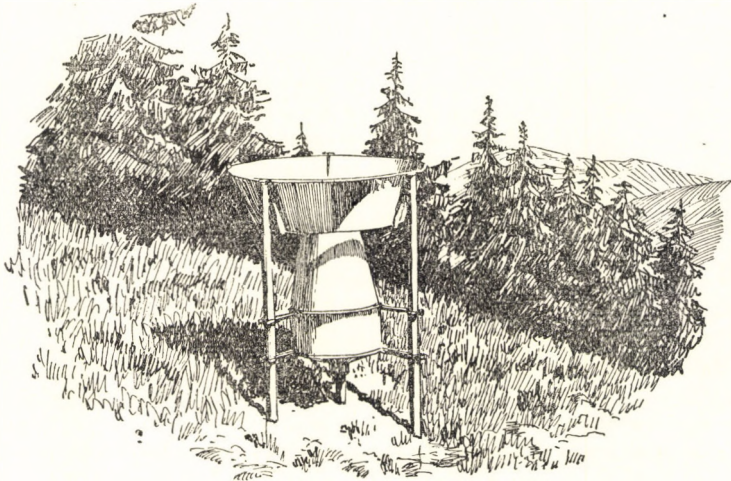
## A csapadékot jellemző adatok felhasználása

A csapadék legjellemzőbb adata a *magassága*, amit mm-ben adunk meg. A csapadékot esőmérővel, esőíróval vagy esőgyűjtővel mérjük. (9. ábra. Képünkön lakatlan, nehezen megközelíthető helyen, az öntözővízért folytatott küzdelem során felállított esőgyűjtőt mutatjuk be.) A csapadék magasságától függ jórészt a föld felszínén lefolyó és a talajt nedvesítő víznek a mennyisége. Egy 5—6 mm-es magasságú esőből nem folyik le semmi sem és a talajt is alig áztatja át a felsőbb rétegekben. Egy 120 mm-es eső ugyanakkor árvizet is okozhat és mélyen át is nedvesítheti, esetleg el is vizenyősítheti a talajt. A vízgazdálkodó, mielőtt vízgazdálkodási tervét elkészítené, gondosan tanulmányozza a tervezésre kijelölt terület sok évtizeden át gyűjtött csapadékmagassági adatait.

A csapadék további jellemzője a meghatározott idő alatt lehullott eső és hó napi magasságainak összege, az úgynevezett *csapadékösszeg*. A vízzel, tudjuk, éppúgy gazdálkodunk, mint minden más anyaggal: adott idő alatt, 10 nap, egy hónap, egy év alatt bizonyos bevételünk adódik és bizonyos mennyiséget kiadunk. A különbséget a megmaradó készletet mutatja. A vízzel ilyen módon való gazdálkodást a háziasszony gazdálkodásának megfelelően háztartásnak nevezzük. A vízháztartás legjelentősebb bevételi tétele a csapadékvíz, amit a vízháztartási vizsgálat számára a csapadékösszegben adunk meg. Ezt, közvetlen vízháztartási célunk igényeinek megfelelően, 10 napra, egy hónapra vagy egy teljes évre számítjuk. A csapadékösszegek vizsgálatából kiindulva sok érdekes természeti jelenséget deríthetünk fel. Ezeknek a tanulmányozása vezethet például a *nedves és az aszályos időszakok* felismerésére. A csapadékösszegeket

időrendi sorba állítva állapíthatjuk meg, hogy az évtizedek és évszázadok folyamán szárazabbá vagy nedvesebbé vált-e az éghajlatunk? A csapadékösszeget párhuzamba állíthatjuk számos hidrológiai jelenséggel. Például igen szép *kapcsolatot* sikerült teremtenie a kutatónak a dunavölgyi vízrendszerben a talajokból kiszivárgó vízmennyiség és a megelőző hónapok bizonyos csapadékösszege között. Az évi csapadékösszegnek vagy a téli félév csapadékösszegének sokévi átlagát megismerve, *összehasonlíthatjuk* az ország különböző vízrendszereinek lefolyási viszonyait.

A csapadék nem egyforma sűrűséggel éri el a talajt, az időegység, például egy óra alatt igen kevés, de igen sok víz is lehullhat. Ha túl kevés hullik le, az



9. ábra. Csapadékgyűjtő.

el is párologhat az eső szüneteiben, a vízháztartásban tehát nem jelent bevételt. Ha túl sok víz érkezik az időegység alatt, azaz a csapadék gyorsabban esik, mint ahogy a talaj azt vezetni tudná a mélyebb rétegek felé, akkor igen sok felszíni víz keletkezésével kell számolnunk. A felszíni víz azután rombolva tör a lejtőkön lefelé, magával ragadva az értékes felsőbb és alsóbb talajrétegeket, sokszor mély barázdákat, vályúkat, árkokat, szakadékokat és vízmosásokat vágva a felszínbe. Ekkor a nagy vízmennyiségek ellenére sem kerül sok víz a talajba, a vízháztartás bevétele haszontalan kiadássá válik. A csapadék *hevesége, intenzitása* szabja meg gyakran a felszíni víz keletkezésének és a talajelsodrásnak a mértékét és hozzájárul a vízháztartás kiadási tételeinek alakításához. A vízgazdálkodó éppen ezért mind több és több olyan csapadékmérő műszer felállítását kéri, amelyek íróberendezéssel vannak ellátva és amelyeknek megfigyelése útján hozzájuthat a csapadéknak a vízgazdálkodás szempontjából annyira jelentős heveségi adataihoz.

Mindazok, akik a talajjal, a földdel dolgoznak, — a csapadék mennyisége és hevesége mellett érdeklődnek a *nedves és a száraz időszakok* t a r t a m a iránt is. Hasznos adat számukra egy adott időszakon belüli *eső napok* száma. A csatornaépítő nehezen halad előre nedves időben, sőt ha a csatorna vízzel telt, a munkát abba is hagyhatja. A különböző talajművelési eljárások csak bizonyos talajállapot mellett hajthatók végre. Például a vályogoknál



és az agyagoknál a jóminőségű szántásnak felső nedvességi határa van. A nehéz agyagoknál a szántást lehetővé tevő alsó és felső nedvességi határok igen közel vannak egymáshoz, azaz nehéz a rögös szántás helyett omlós szántást elérnünk. Az öntözéseket tervező mérnök lelkiismeretesen felülvizsgálja az öntözési idény esős napjainak alakulását. A belvízrendező mérnök is figyelembe kell, hogy vegye az esős napok számát. Ha az egymásután következő hónapok sorozatában állandóan sok az esős nap, akkor a talaj szerkezete eltömődik, fellazítására nem marad idő és az így eltömődött talajon túl sok felszíni víz keletkezik, a csatornák nem bírják emészteni a vizet. A nedves és a száraz évek egymásutáni következése, előfordulásuk aránya az országos vízgazdálkodási tervezésnek, az átfogó Alföld-öntözési terveknek kiindulási pontja. A *havas*, a *jégesős* és *zivataros napok* száma elsősorban az agrotechnikust érdeklik.

A vízgazdálkodó haszonnal veszi át a meteorológustól a *hótakaróra* vonatkozó adatokat. Tudjuk, hogy a csapadék már maga is szabálytalanul eloszolva jelentkezik a föld felszínén, s ez a szabálytalanság gyakran fokozódik még a hótakarós időszakokban, amikor is a szél és az olvadás még változatosabbá teszik a felszínen szilárd halmazállapotban tározódott víz eloszlását. *Hófúvás*kor a szél által szállított hópelyhek bizonyos pontokon, ahol a szél sebessége kisebb, leszállnak és felhalmozódnak. Egyenletes terepen nem halmozódik fel a hó, a hófúvás veszedelme azonban ott kezdődik, ahol a szél útjában akadályok állanak. A hó egy része az akadályok előtt halmozódik fel, de nem közvetlenül azok előtt. A hó másik, nagyobb része, az akadályok mögött rakódik le. A víz felszíni tározódása tehát valóban szabálytalanabbá válik a hófúvás következtében. Ugyanezt a hatást váltja ki az *olvadás* is. A déli oldali lejtőkön például az olvadás sokkal gyorsabban megy végbe, mint az északiakon. Az olvadáshoz még szabálytalan eloszlású eső is járulhat. A teljesen szabálytalanul változó víztartalmú hótakaróból származó hólé mennyiségének megbecsülésénél feltétlenül szüksége van a vízgazdálkodónak a hótakaróra vonatkozó adatokra.

## A csapadék keletkezése és halmazállapota

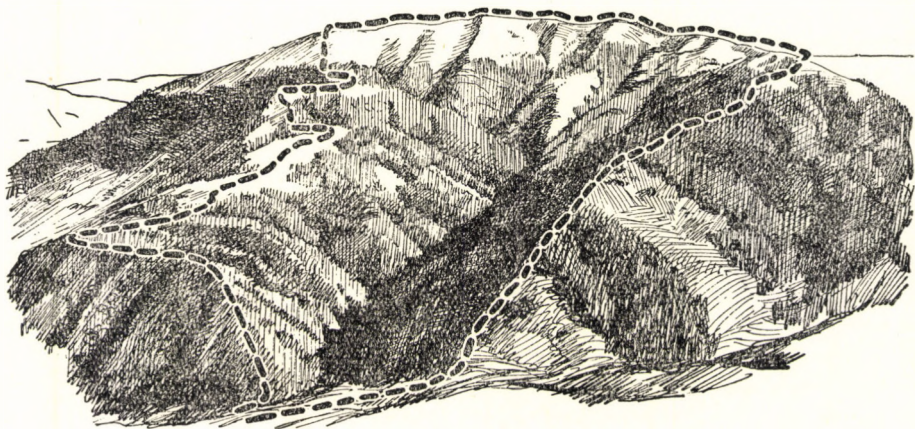
A csapadékokat jellemző adatok megismerése után foglalkozunk a csapadék keletkezésének hatásával és halmazállapotának szerepével. Mindenekelőtt megbarátkozunk azonban a vízgazdálkodási vizsgálatok, műveletek fontos keretével, a vízgyűjtőterülettel.

Valamely vízfolyás, patak vagy folyó vízgyűjtőterületének nevezzük a föld felszínének olyan összefüggő részét, amelynek bármelyik pontjáról a felszínen mozgó víz a vízfolyás medrébe jut. A vízgyűjtőterületet a felszín legmagasabb pontjait összekötő vonal határolja. A határoló vonalon kívüli pontokról a víz már más vízfolyásba kerül. Ábránkon egy szép példáját mutatjuk be a hegyvidéki patakok vízgyűjtőterületének (10. ábra). Ez a vízgyűjtőterület aránylag szabályos alakú. Síkvidéken — mint később látni fogjuk — sokkal szabálytalanabb alakú vízgyűjtőterületek is előfordulnak. A vízgyűjtőterületekkel foglalkozva meg kell mondanunk, hogy a források útján, a felszín alatt, más vízgyűjtőterületekről is kerülhet víz a vizsgált vízfolyásunk medrébe. A felszín alatt lehetnek olyan ferde vízvezető rétegek, amelyek vízgyűjtőnk felé vezetik a vizet. Ez a vízmennyiség azonban általában általában csekély, számottevő legfeljebb hegyvidéken lehet, síkvidéken majdnem mindig elhanyagolható. A vízgyűjtőterületek alakja, hegyoldalaik és völgyeik esése és sok más tulaj-

donságuk teremt kapcsolatot a csapadék- és a vízgazdálkodási jelenségek között. A továbbiakban még egy-két szép példáját látjuk majd ennek a kapcsolatnak.

Megismerve a vízgyűjtőterületek sajátosságait, rátérhetünk a csapadék elvezetés vízgazdálkodási hatásának felülvizsgálatára.

A *felsiklási frontok* mentén a nagykiterjedésű felszálló mozgások nagy-kiterjedésű, egyenletes felhőtömegeket hoznak létre, amelyek egyenletes csendes esőt vagy havazást szolgáltatnak. Hevességük kicsiny, 1–2 mm magas víz-oszlop hull le óránként, eléggé egyenletes sebességgel. A felsiklási frontok esői a nagy vízgyűjtőterületeken egyideig hasznosan vesznek részt a talaj vízház-



10. ábra. Hegyvidéki patak teljes vízgyűjtőterülete.

tartásának alakításában, fokozatosan áztatják át a talajt, megtöltik a talaj hasznos tározóterét. Egy idő múlva azonban, amikor a felső talajrétegek vízzel teltek meg és az alsó rétegek már nem szállíthatják az esővíz érkezésének megfelelő sebességgel a vízutánpótlást a mélybe, a talaj felső rétegei elvizenyősödnek, a talaj felszínén megindul a víz a csatornák felé. Minél tovább tart az esőzés, annál nagyobb mértékben jelentkeznek a felszíni vizek, annál több víz gyülekezik össze a csatornában, majd el is önti a csatornamenti területeket. Emlékezzünk csak vissza az 1952. év decemberére és az 1953. év januárjára, amikor is a kora ősz óta állandóan hulló esők kétszázézer holdnyi területen terpeszkedtek szét. Ennek a hatásnak a kiváltásában résztvesznek a felsiklási frontok havazásaiból keletkezett hómezők is olvadásukkor.

A *betörési frontok* mentén a felszálló mozgások szeszélyesen nagy térbeli és időbeli ingadozásokkal mennek végbe, nagyon különböző felhőoszlopokat alakítanak, amelyek igen változó hevességűek, gyakran rendkívül heves, de általában kis területre terjedő eső vagy hózáporokat hoznak létre. Rövid idő alatt annyi eső is lehullhat, ami — ha az eső egy óráig eltartana állandó hevességgel — 100 mm-t elérhet. A záporok gyakran olyan hevesek, hogy vízük a teljesen kiszáradt talajba is csak részben hatolhat be és mint említettük, a talaj vízháztartása számára nem sok hasznot jelent. A felszínen hirtelen nagy mennyiségben keletkező vizek megindulnak a lejtés irányában és a talaj felszínén a már leírt károkat okozzák. A záporok vize elsősorban a talaj felső rétegének elsodródása szempontjából veszélyes. Ugyanakkor előnt azonban a zápor vize falvakat,

városokat, vagy városok egyes kerületeit, szántókat, réteket, legelőket, erdőket. Az elöntések azonban a záporok kisebb kiterjedése következtében kisebbek, mint a felsikló esők vagy a hóolvadások szélsőséges eseteiben.

A felsiklási és a betörési frontok esőinek és havazásainak hatása tehát eltérő. A meteorológus éppen ezért nagy segítséget ad a vízgazdálkodónak akkor, amikor a csapadék keletkezését vizsgálja és a csapadékfajtákat szétválasztva rendszerezi. A *felsiklási frontok esői* és ugyanezeknek a frontoknak havazásaiból származó olvadások, ábránkon (II. ábra) a jobboldalon láthatóan, *nagy vízgyűjtőterületek főbb csatornáinak* legnagyobb vízmennyiségét, az ú. n. legnagyobb vízhozamát adják meg, a *záporosók* pedig a *kis vízgyűjtőterületek* (ábránk baloldala-



II. ábra. Betörési front esőjének hatása (balról) és felsiklási front esőjének hatása (jobbról) a vízállásra.

lán láthatóan), a körülbelül 10 000 hektárnál kisebb területek *csatornáira* jellemzőek. A *felsiklási frontok esői* csak ritkán sodornak el talajt, jól beszívódnak a termőtalajba, a *betörési frontok esői*, mint láttuk, hatalmas károkat okoznak a feltalajban és ugyanakkor vízük jórésze elvész a vízgazdálkodó számára.

A csapadék halmazállapotának megfelelő tanulmányozása, a szilárd és a folyékony halmazállapotú csapadékok elkülönített vizsgálata nagyjelentőségű a vízgazdálkodás szempontjából nézve. A szilárd halmazállapotú csapadék közvetlen kárt és hasznot még nem jelent a vízgazdálkodásban. Sokszor reménykedően, sokszor félő szemmel nézzük a halmozódását. Ha a talaj száraz, ősszel nem kapott elég nedvességet, várjuk a havat. Ha a talaj igen nedvessé vált az előző nyáron, ősszel, esetleg télen és hozzá még át is fagyott, akkor aggodalommal figyeljük meg a hóréteg folyton növekvő vastagságát. Az első esetben a talaj átnedvesedéséhez kapunk olvadáskor hasznos vízmennyiségeket. A második esetben a fagyott talajon hirtelen olvadó nagy tömegű hó milliós és millió holdnyi területet vizenyősíthet el és eróziós károkat okozhat.

A szilárd halmazállapotban jelentkező csapadék *félre is vezetheti* a felületet szemlélőt, sőt sokszor a szakembert is. Aki a hó vastagságának és térfogatának vizsgálata nélkül alkot véleményt a felszínen hó formájában tározott vízről,

az igen nagyot tévedhet. Az idei télen például soká, két hónapig is eltartott a hideg, aminek következtében nagyrészt megmaradt a tél végéig a 30—40 mm víztértékű hótakaró, és hosszú ideig volt fehér a határ. Ebből sokan sok vízre következtettek, meghúzták a vészharangot: vigyázat, ránk tör a víz! A hó pedig, részben azért, mert kicsiny volt a hóréteg vastagsága, nem volt túl nagy a sűrűsége, tehát kevés víz volt benne, részben azért, mert lassan olvadt, úgy eltűnt, mintha nem is lett volna, kicsit benedvesítve a talajt.

Foglalkozzunk egy-két szóban külön is a hótakaró *sűrűségével*. A hó sűrűsége változhat a gyakorlati esetek többségében 0,1-től 0,4-ig, ami azt jelenti,

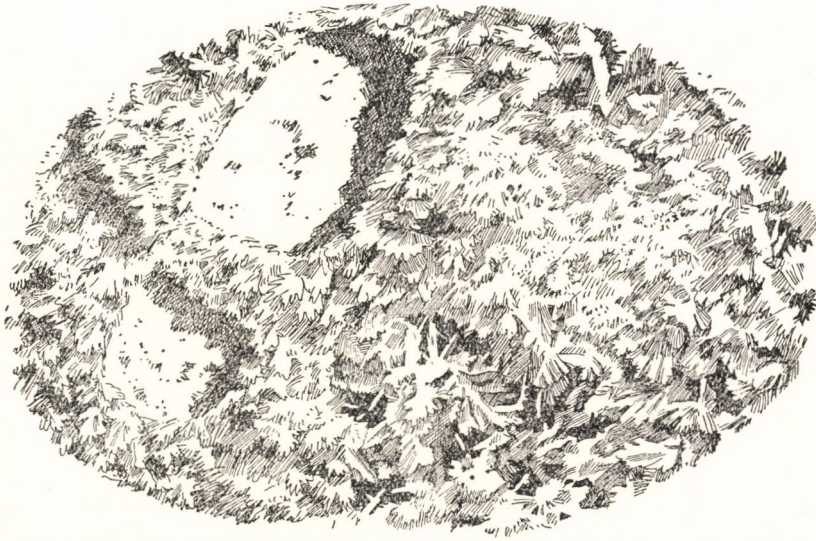


12. ábra. Fenékjég.

hogy egy 10 cm-es hórétegben 1 cm-től 4 cm-ig, azaz 10 mm-től 40 mm-ig terjedő vízkészlet lehet, csapadékmagasságban mérve. Négyszeres különbségeket elhanyagolva, a vízgazdálkodásban katasztrófát okozhatunk. A hó sűrűségét csak rövid idő óta mérik hazánkban. A nyert adatok némi tájékoztatást adnak a régi hórétegvastagsági adatok értékéről is.

A hóról beszélve meg kell emlékeznünk az *olvadás* folyamatáról, a hólé jelentkezésének körülményeiről. A vízgazdálkodó az olvadáskor kezd komolyabban számolni a hóban halmozódott vízzel. A hó olvadása általában kétféle módon mehet végbe: a hó elvékonyodhat és eltűnhet a derült, sugárzásban viszonylag gazdag télvégi nappalok folyamán, vagy elolvad a szintén télvégi borult, enyhe és a legtöbbször esős napok során. Az első esetben észrevétlenül, veszélytelenül tűnik el, a második esetben hirtelen igen nagy mennyiségű levezetendő vagy tározandó víz jelentkezik. Nem elegendő azonban a hóolvadás kétféle módjának ismerete. Meg kell tudnunk határozni a *naponta elolvadó*

hó mennyiségét, illetve a naponta jelentkező hólé mennyiségét, hogy megismerhessük a talajba beszivárgó víz napi mennyiségét és számolhassunk a napi felszíni lefolyással. Meg kell határoznunk először is, hogy mennyi víz van a hóban. A kiindulást a lehullott hó vízártéke adja meg. Ez azonban még nem jelenti az olvadó hó mennyiségét. A hótakaró párolog, vizet veszít, ugyanakkor azonban ki is csapódhat benne és a felületén víz. Ma még nem határozhatjuk meg pontosan ezeket a veszteségeket és nyereségeket, a vízháztartási számításoknál becsléssel vesszük figyelembe őket, mindenkor a vízgazdálkodási feladat adta biztonsági igénynek megfelelően. A hóréteg olvadásának folyamatát



13. ábra. Jégkristályok.

a rétegvastagság változásának követésével állapítjuk meg. A változó vastagságú, állandóan tömörödő hóréteg sűrűségét az eddigi külföldi és hazai vizsgálatok alapján becsléssel vesszük fel.

A naponta keletkező hólé mennyiségét meghatározva a vízgazdálkodó a szilárd halmazállapotú csapadékot tulajdonképpen átalakította céljai számára folyékony halmazállapotúvá, s most már úgy számolhat vele, mint az esővel. A továbbiakban ennek megfelelően csak a folyékony halmazállapotú csapadékkal foglalkozunk.

Itt kell megemlékeznünk azonban még röviden a fordított irányú folyamatról, a víznek jéggé változásáról. A jég megjelenése a vízfolyást lényegesen megváltoztatja, a medret átalakítja, a vízfolyás átfolyási keresztmetszetét csökkenti. A jégtáblákat alkotó jégkristályok keletkezése különösen érdekes és vonzó, de ugyanakkor igen bonyolult folyamat. Lássunk egy-két képet erről a folyamatról. Egyik képünk a ritkán megfigyelhető fenékjég képződését mutatja (12. ábra). A hegyi patak vize átbukik a fenéken keletkezett, ahhoz tapadó jégtáblákon. Másik képünk különösen nagy, levélszerűen fejlődött jégkristályokat mutat (13. ábra). Ezek a kristályok nem fagytak össze táblákká, hanem lazán helyezkedtek el.

## A csapadék térbeli és időbeli eloszlása

Láttuk már, hogy a csapadék keletkezése és halmazállapota milyen jelentős a vízzel foglalkozó számára, hát még a vízgyűjtőterületen való megoszlása. A csapadék — még a látszólag legegyszerűsebb is — igen szabálytalanul oszlik el a vízgyűjtőterületen. Magassága, hevessége változó, más és más a vízgyűjtőterület különböző részein és a csapadékhullás különböző időpontjaiban. A vízgyűjtőterület különböző részein ez a változó tulajdonságú csapadék egy igen változatos felszínnel találja magát szemben.

A felszín az egyik helyen sziklafalakkal szagatott, a másik helyen meredek, erősebben vagy enyhébben lejtős és igen sokszor majdnem teljesen sík. A látszólag egyöntetű felszín is közelről kisméretű, de a víz vezetése szempontjából jelentős változásokat mutat. Az elhalt kígyózó patakmedrek, szélfújta barázdák, a semlyékek, a legelők, a lefolyás nélküli terepmélyedések, a természetes és mesterséges tavak a víz útjának bonyolult kialakítását eredményezik.

A vizet felfogó és irányító *talaj* lehet kötött, mint a vályogok, agyagok és szikesek, amelyek a vizet alig vagy egyáltalán nem engedik át, lehet többé-kevésbé laza, mint a homokos vályogok, homokok és kavicsok, amelyek a vizet egyes esetekben kisebb mértékben, más esetekben pedig szivacszerűen szívják magukba.

A *növénytakaró* fejlettebb vagy csenevész. Öreg, hatalmas lombkoronájú erdők váltakoznak fiatal telepítésekkel, vagy a szántók gazdag növényzete csatlakozik a rétekhez, legelőkhöz, műveletlen szikesekhez és futóhomokterületekhez. Más a növényzet hatása télen, tavasszal, nyáron vagy ősszel. Nyáron az erdők csak a nagyobb esők vizét engedik a talajig, télen viszont alig tartanak vissza csapadékot, kivéve a fenyőket, amelyeknek kis tűi milliárdnyi hókristályt, majd esőcseppet kötnek le. A tavaszi, alig kikelt szántóföldi növényzet kis akadályt jelent csak a víz útjában, a nyáron szépen megnőtt, megbokrosodott burgonya például már vizet őriz és irányít a talajba. Még aránylag a legkisebb a változás a víz mozgásában az évszakok folyamán a legelőkön, réteken. Itt se folyik le azonban ugyanúgy a víz nyáron, mint télen.

Évszakraól évszakra változik a föld felszíne a *talajművelés* nyomán. Más felszínt mutat a vetéshez előkészített talaj, mást a hántott, a sekélyebben vagy a mélyebben szántott talaj.

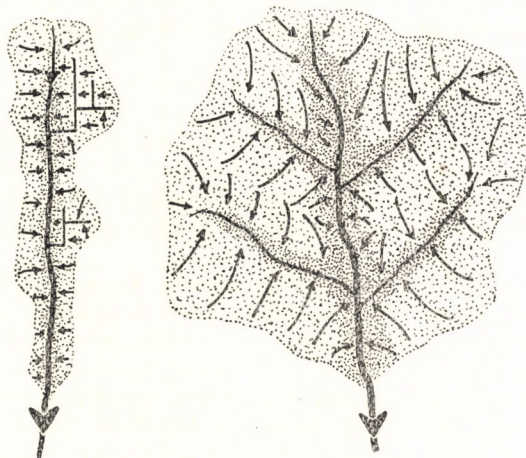
A talaj felszínének vízáteresztő képessége lassan is változhat a *huzamosabb esők* állandó nedvesítő hatására. A felszínen beszivárgó víz először gyorsabban halad lefelé a felsőbb, lazább rétegekben, majd fokozatosan lassul a mozgása az alsóbb tömöttebb, néha elszikesedett, vízzáró rétegekben, ahol teljesen meg is állhat. A felső fellazított rétegsorban óránként 3—4 cm-t is megtehet a víz, amíg másfél méter mélyen gyakran annyira lelassul a szivárgó mozgás, hogy havonta csak 10—20 cm-es benedvesedéssel számolhatunk.

A felszín vízfelfogó jellege viszonylag hirtelen változásokat is mutathat. A talaj *átfagyhat* és a fagyás előrehaladásával gyakorlatilag vízzáróvá is válhat.

Látjuk tehát, hogy valóban nehéz feladattal állunk szemben, mikor meg akarjuk állapítani azt, hogy mi történik az esővízzel a föld felszínén? Annyit mindenesetre megállapíthatunk, hogy a csapadékból származó víz egyrésze a talajba szivárog, egy másik része lefolyik a felszínen, bekerül az erekbe, árkokba, majd a csatornába, patakmedrekbe, folyómedrekbe és végül a tengerbe, utolsó része pedig még a beszivárgás vagy a lefolyás bekövet-

kezése előtt elpárolog. A csapadék halmazállapota, hevessége, térbeli eloszlása, a vízgyűjtőterület lejtési viszonyai, a növénytakaró milyensége, az agrotechnika fejlettségi foka, a talaj fagyott vagy nem fagyott volta, megelőző átnedvesedésének mértéke és még számos más tényező szabják meg a három rész egymáshoz való arányát.

A vízgazdálkodót mind a három rész érdekli. Különösképpen sokat kell, hogy foglalkozzék azonban a lefolyó résszel. A *lefolyó rész* számtalan beavatkozásra kényszeríti: megfelelő, gazdaságos méretű csatornákat kell kiásnia, szivattyútelepeket kell létesítenie és meg kell határoznia az elöntés által veszélyeztetett területeket. Nézzük meg közelebbről ennek a lefolyó résznek a keletkezését.



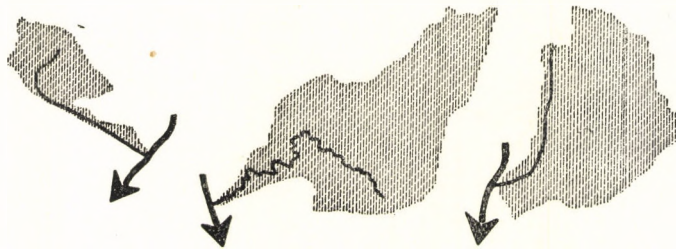
14. ábra. Vízgyűjtőterületek.

A vízgyűjtőterületnek szinte minden pontján az ismertetett tényezőknek megfelelően a leesett csapadéknak más és más hányada indul el a felszínen. Ez először csak lassan szivárog az esés irányában, még szinte egységes vízlepel alakjában. A vízlepel a felszín egyenetlenségei következtében mindinkább megszakad, részekre, erekre bomlik, a víz lassan összegyűlekezik, az összegyűlekezés következtében mélysége megnövekszik és ezzel az érdes, mozgást akadályozó talajfelszínnel való kapcsolata lazábbá válik, kisebb felületre korlátozódik, kevesebb ellenállást kell legyőznie, sebessége mindinkább megnő. A felszíni mélyülő erek árkokká egyesülnek, majd csatornákká. A felszínen maradó víz tehát összegyűlekezik, maga is természetes úton medret készít, ezt a munkát a vízgazdálkodó helyes beavatkozással tovább fejleszti.

A vizek ezen összegyűlekezésének törvényeit a felszín már tárgyalt változatos tulajdonságai mellett a *vízgyűjtőterület alakja* is megszabja. Képzeljünk el egy hosszú elnyúlt vízgyűjtőterületet, amelynek keskeny oldalairól aránylag gyorsan kerülhet a víz a már nagy sebességet biztosító mélyvízű főmederbe, amikor egy szélesebb, vagy tenyérszerűen elterülő vízgyűjtőterületen sokkal nagyobb utat kell a vízcseppnek a terepen megtennie, amíg a medrekbe bejuthat. (14. ábra.)

Vannak azután egészen különleges alakú vízgyűjtőterületek, amelyek elsősorban sík vidéken találhatók, ahol egy-egy kisebb hát átvágásával a leg-

változatosabb alakok állíthatók elő valamilyen közvetlen vízgazdálkodási érdekből. Nézzünk néhány ilyent a Tiszántúlról. Az első ábránkon a *villogói belvízrendszer* érdekes képét látjuk: A főcsatorna hosszú-hosszú szakaszon nem kap szinte semmi vizet, s csak felső szakaszán szélesedik ki szabályos vízgyűjtőterületté a vizet adó környezetet. A felső szakaszon szabályosan gyülekezik össze a víz, az alsón viszont aránylag sebesen igyekeznek a befogadóba. A második ábránkon a szétterülő nagy *debreceni vízgyűjtőterületet* látjuk. A vízgyűjtőrendszer gerincét a Kösely adja, amely ugyan eléggé a vízgyűjtőterület tengelyében halad, azonban ezt az előnyt elvesztegeti azzal, hogy óriási kanyarokat tesz, útját meghosszabbítva és a vízlevezetés idejét fölöslegesen megnövelve. Harmadik ábránkon a *Kadarcs-karácsonyfoki belvízrendszer* tűnik elénk: a területen csatorna alig van, a terület nyugati felében gyűjti össze egy csatorna az egész terület vizeit. A vizek természetesen itt is igen lassan gyülekeznek össze (15. ábra).



15. ábra. A villogói belvízrendszer (balról). A debreceni vízgyűjtőterület (középen). A kadarcs-karácsonyfoki belvízrendszer (jobbról).

Nézzük meg most ugyanezekben a területeken a *csapadék térbeli változatos eloszlásából származó hatásokat*. Ha a *villogói rendszer* alsó szakaszán esik le sok eső, és a felső aránylag kevés, akkor a csatornában kevés víz gyülekezik össze, mert az alsó szakasznak nincs számottevő vízgyűjtőterülete. Ugyanez a csapadékmennyiség a felső szakaszon hullva le, igen sok vizet ad a csatornába. A *Kadarcs-karácsonyfoki* öblözetben a csatorna vonalában lehullott csapadék igen gyorsan összegyülekezve, a csatorna medrében nagy árvízi csúcsot ad a csatorna alsó szelvényében. Ugyanez a csapadékmennyiség a vízgyűjtőterület belsejében hullva le, a terepen csak lassan folyik a messze levő csatornához és csak az eső befejeződése után sokkal később, lehúzódba, *késleltetve*, kisebb mennyiséggel tetőzik a bejelölt alsó szelvénynél.

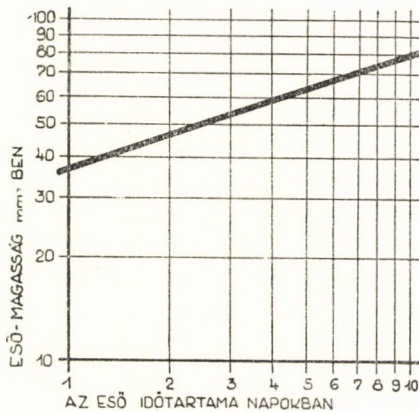
Ez a néhány példa jól mutatja, hogy mennyire érdekes a vízgazdálkodó számára a csapadék számos tulajdonságának ismerete mellett a tájékozottság vízgyűjtőterületen való megoszlásáról. Hasonlóképpen jelentős megismernünk a csapadék időbeli megoszlását is, mert nem mindegy, hogy egyidőben hull-e le a csapadék a teljes vízgyűjtőterületen és így mindenhol egyszerre gyülekezik-e össze a víz nagy mennyiséggel, vagy időben eltolva hull-e le például keletről nyugatra vagy délről északra haladva az eső, amikor is nem gyülekezhetik össze egyidejűleg annyi víz mint az előző esetben.



## Csapadéktörvények

A csapadékkal kapcsolatban már eddig is igen sok érdekes jelenség gyakorlati felhasználását láttuk, azonban még néhány jelentős törvény megismerése áll előttünk. Foglalkoznunk kell a csapadék havi és évi összegének *rövid- és hosszúidejű változásaival*. Meg kell ismernünk az évek során fellépő többé-kevésbé szabályos változásokat, periódusokat, ritmusokat. A Föld saját tengelye körüli forgása és a Nap körüli keringése lehet például előidézője ilyen szabályos változásnak, periódusnak és ritmusnak. A tervező mérnök nagy figyelemmel kíséri a perióduskutató meteorológus elmélyült kutató munkáját.

A vízgazdálkodási tervek gyakorlati megvalósítása gazdaságos kell, hogy legyen. A gazdaságos megoldáshoz a csapadékat adatokat különleges



16. ábra. Klimatikus valószínűségi függvény.

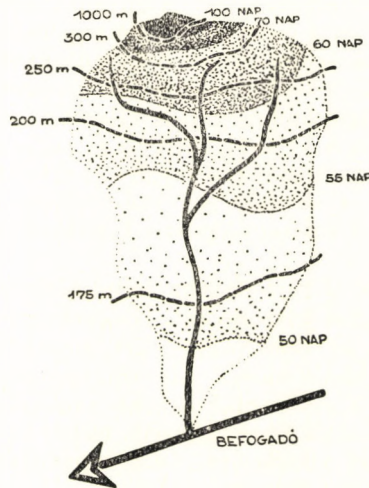
és egyben érdekes módon kell csoportosítanunk. Meg kell néznünk, hogy például az eddig előfordult szélsőséges csapadékmagasságok milyen kapcsolatban állanak a csapadék időtartamával. Az eredmény egyike a hidrológiai érdeklő meteorológiai eredmények legvonzóbbjainak, a tudományos kutatás és a gyakorlati felhasználás szempontjából egyaránt. Vázoljuk ezt az eredményt ábránkon (16. ábra), amelyen a feltüntetett tengelyek beosztása különleges, úgynevezett logaritmikus. A tengelyeknek ilyen beosztása mellett láthatjuk, hogy az esőmagasság és időtartam összetartozó értékpárjait egy egyenes kapcsolja össze. Azaz egy egyenes mentén olvashatjuk le bármelyik időtartamhoz az esőmagasság tengelyén az annál az időtartamnál várható szélsőségesebb eső valószínű magasságát. Ezt a szép és egyszerű összefüggést, az úgynevezett *klimatikus valószínűségi törvényt*, azonban nemcsak a szélsőséges esőkre állapíthatjuk meg, hanem az évenként, kétévenként, ötévenként, stb. egyszer előforduló jellemző esőkre és havazásokra is, amivel az összehasonlító gazdaságossági számításokhoz kapunk egy elsőrangú és egyben igen egyszerű alapot.

A szélsőséges vagy az adott gyakorisággal jelentkező csapadék magassága más a kisebb és más a nagyobb vízgyűjtőterületeken. Hasonlóképpen más a csapadék magassága a nagyobb átlagmagasságú területeken, mint a kisebbeken.

A vízgyűjtőterület kiterjedésének növekedésével csökken a területi csapadékmagasság, azaz a vizsgálati területen mért csapadékmagasságok középértéke. Nézzük meg egy hazai kutatás eredményeit a Duna—Tisza közéről: Az ötvenévi adatsorból kiválasztott egynapos esők legnagyobb értéke:

- a 200 km<sup>2</sup>-es terület 74 mm-es területi csapadékmagasságáról
- a 4800 km<sup>2</sup>-es területen 36 mm-re csökken le.

Ez a csatornák méretezése szempontjából az egyik legjelentősebb törvényszerűség. Gyakorlatilag azt jelenti, hogy minél nagyobb területről kell a vizeket levezetnünk, annál kisebb lehet a csatornának az egységnyi vízgyűjtőterületre



17. ábra. A hótakaró időtartamának növekedése a magassággal.

(1 km<sup>2</sup>-re) vonatkoztatott emésztőképessége, azaz nem nőnek a csatorna keresztmetszeti méretei éppen olyan mértékben, mint ahogy a vízgyűjtőterület nagyobodik.

A csapadék mennyiségének a magassággal való növekedése az eső és a hólé összegyülekezése szempontjából figyelemreméltó körülmény. Még érdekesebb vízgazdálkodási szempontból a hótakaró időtartamának növekedése a magassággal. Hazánk felvidékén 150 m tengerszint feletti magasságban a hótakarós napok száma 23 körüli; 300 m-en 70 körüli, 700 m-en 95 körüli, 1000 m-en pedig 113 a hótakarós napok száma. Ez pedig azt jelenti, hogy a magas hegyvidék igen erősen késleltetve adja le a vizét, az ugyanazon vízgyűjtőterülethez tartozó alacsonyabb vidékhez képest (17. ábra).

A vízgyűjtőterület alsó része már rég leadta a hóban tározott vizét, ugyanakkor a felső részen, a hegyvidéken még el sem kezdődött az olvadás. Ez az időbeli különbség, késleltetés, igen kedvező a csatornák, patakok vízemésztőképessége szempontjából. Sokkal kisebb meder alkalmas a késleltetés esetében a vizek levezetésére.

A vízgazdálkodó nagy figyelemmel kíséri a mesterséges esőkeltésre és a természet átalakítására vonatkozó vizsgálatokat.

A mesterséges eső keltés eredményeként jelentkező többletvíz egyszer hasznos kiegészítője lehet az öntözéses gazdálkodásnak. A mezővédő erdősávok rendszerének bevezetése, az öntözésnek fejlesztése, a talaj vízgazdálkodásának nagymértékű javítása kedvező mikroklímát teremt és még a csapadék mennyisége is néhány százalékkal emelkedhet. A természet-átalakítás tehát elsősorban a talaj helyes vízgazdálkodásához vezet.

### A csapadékjelenségek előrejelzése

A vízárt és a víz elleni küzdelemben jelentős állomás a jövő napok, hetek, hónapok, esetleg évek hidrológiai eseményeinek előrejelzése. A vízárt folytatott harcban előre kell ismernünk a hajózás megjavításához a gázlómélységeket, a jég megjelenésének és eltűnésének időpontját, az energiatermelés tervszerűbbé tételéhez a vízenergiát adó vízmennyiségeket, a mezőgazdasági termelés fejlesztéséhez az öntözésnél felhasználható vízhozamot, a lakó- és ipartelepek vízellátásának biztosításához az aszályos idők legkisebb vízmennyiségét. A víz elleni harcban meg kell állapítanunk előre az árvédekezés előkészítéséhez az árhullámok kezdeti, tetőzési és befejezési időpontját, továbbá időtartamát és várható legmagasabb szintjét, az Alföld káros felszíni vizeinek idejében való levezetéséhez az őszi és tavaszi nagy esőzések, a tavaszi kiterjedt olvadásokkor a területegységeken keletkező legnagyobb felszíni vízmennyiségeket.

A jövő eseményeinek előrejelzéséhez tanulmányozzuk a víz mozgásának törvényeit és a meteorológiai jelenségeket. Ha csak egy-két napra akarjuk előre megismerni a vízállásokat, a vízmennyiségeket, a vízhozamokat, akkor megelégedhetünk a folyómedrekben mozgó víz tulajdonságainak számbavételével. Vizsgáljuk például a folyó rövidebb-hosszabb szakasza mentén egy kérdéses hely felett a folyó vízállásainak összefüggéseit. Ebből következtethetünk néhány napra előre a kérdéses hely vízállására. Több napos előrejelzésnél már az egész vízgyűjtőterület vízháztartási folyamatait vesszük honckés alá. Tanulmányozzuk a lehulló esőből a felszínen összegyülekező vízmennyiségeket, a csapadék magassága és az árhullámok közötti összefüggéseket, a hó halmozódását és ebből jelezzük előre a folyók vízszállítását. Még hosszabb előrejelzésnél már a légkörben végbemenő folyamatokat is fel kell ismernünk.

A hidrológiai előrejelzésnél tehát nem szakadhatunk el a víz mozgását igen sokszor kiváltó meteorológiai folyamatoktól. Meg kell figyelni a csapadék magasságát, hevességét, eloszlását; követnünk kell a légkör mozgási jelenségeit, a légtömegek vagy légtetek belsejében található levegőfajták, a légtettek elválasztó kevésbé sík légköri választófelületek, a front- és lesiklófelületek keletkezését, mozgását, előregedését és megszűnését. Szemünk előtt kell, hogy legyenek az időjárási jelenségek vonulása közbeni átalakulások, amelyek részben hőmérsékletiek, részben orografikus akadályok következtében vagy a légnedvesség megnövekedése miatt állanak elő.

### A vízárt és a víz ellen folytatott küzdelem sikerének feltételei

Néhány sorban magunk előtt láttuk a vízárt és a víz ellen folytatott vállvetett küzdelmet. Ebben a küzdelemben a vízgazdálkodó és a meteorológus számos értékes törvényt állapítottak meg és azokat a gyakorlatban is alkalmazták. Egyet azonban nem felejtethetünk el: meg kell vizsgálnunk mindenkor

féltő gonddal, hogy mennyire megbízhatóak tételeink, megfelelőek-e kiindulási adataink, elég hosszú időszakból valók-e az adatsoraink, amelyek alapján pl. a jövőre következtetünk? Ha megfigyeljük csak a legutóbbi évek csapadékjelenségeit, valahogy úgy érezzük magunkat mint a sportolók, akik évről évre olyan eredményeket mutatnak fel, amiket még senki el nem ért. Évről évre olyan csapadékjelenségeket látunk magunk előtt lejátszódni, amelyeket addig nem tapasztaltunk. Csak néhányat említsünk. 1952 őszének, 1953 júniusának különlegesen nagy, 1953 őszének szélsőségesen kicsiny csapadéka hazánkban, az 1954-es esztendő júniusának katasztrofálisan nagy csapadéka, havazással is egybekötött esőzése Felső-Ausztriában és Bajorországban mind az eddig hasonló körülmények között még el nem ért csapadékszélsőségeket mutatják. Tehát minden vizsgálatnak alapja kell, hogy legyen a tudományos alaposság és a gondosság; nem szabad elfeledkeznünk arról, hogy a természet új és új »rekordokat« mutathat fel.

A vízért és a víz ellen folytatott küzdelem a vízgazdálkodás területén így lehet mindenütt sikeres.

## Hogyan mutatja a múlt a jövőt?

Az 1952. év időjárás szempontból a szélsőségek esztendeje volt. Május második felében, amikor már túl voltunk a májusi fagyok szokásos időszakán, kissé megkésve, de annál nagyobb erővel megjelentek a rettegett *későtavaszi fagyok*. Hat napon keresztül, 18—23-áig pusztították a zöldelő vetéseket és virágzó gyümölcsfákat s nem kerültek el az ország egyetlen vidékét sem. Amikor a fagy elvonult, siralmas állapotban hagyta vissza az egész országot. Egyes növényfajok lassan újból éledezni kezdtek, mások teljesen elpusztultak és sokfelé újból be kellett vetni az erősen megritkult, vagy teljesen kipusztult táblákat. Pár hét múlva új élet sarjadt mindenfelé a pusztulás helyén, de amikor az erősen megviselt és megkésett vetésnek a legnagyobb szüksége lett volna csapadék-vízre — megjelent s átvette az uralmat a pusztító fagy méltó fegyvertársa, az *aszály*, hogy tovább folytassa a fagy pusztító munkáját.

Ezzel még nem volt vége a csapásoknak. Ősszel, amikor az aszály által erősen megtizedelt termés betakarítására, elraktározására és a következő évi kenyérgabonánk elvetésére került volna a sor, az időjárás szeszélye újabb meglepetést hozott. Olyan *bőséges őszi esőket* kaptunk, hogy a legnagyobb erőfeszítéssel és csak hiányosan lehetett elvégezni az őszi talajelőkészítő és vetési munkákat. A nagy nehézséggel betakarított és elvermelt kapások és takarmányfélék jelentékeny része beázás következtében tönkrement. Ez tetetözte az addigi csapásokat.

Mindhárom, *elemicsapás* számba menő rendkívüli időjárásjelenség komoly kieséseket okozott a termelésben. Ilyen esetekben, amikor az 1952. évben tapasztalt, vagy ezekhez hasonló időjárás rendellenesség jelentkezik, s keresztül-húzza számításainkat, a különböző mezőgazdasági szakemberek a kérdések özönével árasztják el a Meteorológiai Intézetet. Elsősorban is arra a kérdésre kívánnak kimerítő választ, hogy a pusztító csapás az ország milyen vidékein és milyen mértékben lépett fel. A következő kérdés rendszerint az, hogy mikor jelentkezett utoljára hasonló elemi csapás és milyen gyakran lehet számítani annak megismétlődésére az ország különböző vidékein.

Az első kérdésre a *Meteorológiai Intézet* aránylag könnyen megadhatja a választ. Az egész országot átszövő, 130 állomással rendelkező sürgönyző hálózatunk távirati jelentései alapján gyors tájékoztatást adhatunk a közelmúlt órák, vagy napok időjárás eseményeiről. Házi nyomással megjelenő *napi időjárásjelentésünk* naponta táblázatos és térképes ábrázolásban többek közt az ország egész területéről közli az elmúlt 24 órában lehullott csapadékmennyiséget, továbbá 30 állomás jelentései alapján aznap reggeli legalacsonyabb és előzőnap legmagasabb hőmérsékletet. Ha valaki 130 sürgönyző állomás adatá-

val nem éri be, az kb. 1100 állomásunknak írásban beérkező havi jelentései alapján apróbb részletekről is tájékozódást szerezhet. A havi összesítéseket nyomtatott *havi jelentéseink* közlik s az egész évi adatokat *évkönyveink* tartalmazzák.

Az elmúlt időjárási események pontos leírása a kérdésnek csak egyik, éspedig könnyebbik része. A másik része, amelyik a jövőre vonatkozik, már sokkal nehezebb. Akármilyen nehéz is a válasz, ilyen és hasonló kérdések jogosságát nem lehet tagadni. A tervgazdálkodást irányító szakembereknek tudniok kell, hogy a mezőgazdasági termelésre előnyös vagy hátrányos időjárási események bekövetkezését milyen valószínűséggel várhatjuk a termelés minden egyes szakaszában az ország különböző vidékein. Ez szabja meg az ország különböző vidékein az egyes növények termelésének kockázatát s ezek szerint kell az ország eltérő klímavidékein az eltérő talajviszonyok közt megfelelő agrotechnikai eljárásokkal felkészülnünk a káros időjárási hatások elhárítására és az előnyös hatások megfelelő kihasználására.

A Meteorológiai Intézet ma már választ adhat arra a kérdésre, hogy az 1952-ben tapasztalt, vagy ahhoz hasonló májusi fagyok, nyári aszály és őszi csapadékbőség, vagy egyéb hátrányos, vagy előnyös időjárási esemény bekövetkezésére milyen valószínűséggel számíthatunk az ország különböző vidékein. A májusi fagyokkal kapcsolatban megállapítottuk, hogy egészen rendkívüli jelenség volt. Az utóbbi három évtizedben hazánkban nem fordult elő ilyen erős májusi fagy, amely ilyen kései jelentkezés mellett az ország egész területére kiterjeszkedett volna. Hasonló májusi fagy megismétlődésének valószínűsége tehát igen kicsi.

A nyári aszályal kapcsolatban térképen körülhatároltuk azokat a területeket, amelyeken az 1952. évi nyári aszály 1901 óta a legerősebb volt (főleg a Dunántúl és a Duna—Tisza köze északi felének egyes részein). Ezenkívül megjelöltük azokat a területeket, ahol hasonló erősségű aszály bekövetkezésére átlagosan 10 vagy 20 évenként egyszer lehet számítani.

Ugyanúgy az őszi rendkívüli csapadékbőséggel kapcsolatban kimutattuk, hogy az Alföld és az Északi Dombosvidék legnagyobb részén az 1952 őszen tapasztalt csapadékbőség 1901 óta egyszer sem fordult elő, tehát egészen rendkívüli, 50 év óta nem tapasztalt esőbőséggel állunk szemben. Ezenkívül körülhatároltuk azokat a vidékeket, ahol 10 vagy 20 évenként egyszer esedékes hasonló őszi esőbőség.

Most álljunk meg egy kissé, mert szinte hihetetlenül hangzik, hogy a meteorológiai tudomány vállalkozik ilyen válaszok adására, hogy milyen gyakran, pl. 10 vagy 20, esetleg 30 évenként egyszer ismétlődik bizonyos időjárási esemény. Hogyan láthatja előre a meteorológus az egészen távoli, pl. évek vagy évtizedek múlva bekövetkező időjárási eseményeket, amikor hiába faggatja bárki őket a legközelebbi nyár vagy tél, vagy akár a következő hónap időjárásáról. Kb. ilyen választ fog kapni: »sajnos, a meteorológiai tudomány jelenlegi állása mellett nem áll módunkban a következő hónap vagy hónapok időjárásáról előrejelzést adni«. Lehet, hogy a válasz nem ilyen hivatalos formában történik, de a lényeg az, hogy felvetett kérdésére nem kap kielégítő választ az érdeklődő.

## Milyen módszerekkel látjuk a közeli és távoli jövőt?

Mielőtt az ellentmondás tisztázására rátérnénk, nézzük meg egy kissé közelebbről, hogy az *Országos Meteorológiai Intézet* milyen természetű előrejelzéseket ad az időjárásról és milyen alapon készülnek azok.

Amint azt minden újságolvasó és rádióhallgató ember tudja, a Meteorológiai Intézet prognózis osztálya az időjárásról naponta kétszer, mégpedig délben és este ad előrejelzéseket, ún. prognózisokat. Ezek a prognózisok 24, illetve 36 órára szólnak, ezért ezeket *rövid időre szóló*, rövididejű, vagy napi prognózisoknak nevezzük.

Ezeknek a rövididejű prognózisoknak az elkészítéséhez a prognózis osztály Európa és a szomszédos földrészek, valamint a tengeri hajók kb. 1000 megfigyelő állomásának egyidejű adatait használja fel. Minden államban a megfigyelő állomások óránként táviratokat adnak le az illető ország központi Meteorológiai Intézetébe. A meteorológiai intézetek az összegyűjtött táviratokat nemzetközileg megállapított időpontokban, naponta többször rádión továbbítják. A rádiótáviratokat az egyes meteorológiai intézetek rádiós osztálya felveszi. A táviratok számadatai megfejtés után térképűrlapokra kerülnek. A térkép többszáz állomásra nézve feltünteti az időjárás különböző elemeinek pillanatnyi állását és azok változásait. Nálunk naponta hat ilyen térkép készül. A prognózis szakemberei, az ún. prognosztizőrök ilyen térképeken tanulmányozzák az időjárás változásait egész Európa területén s ebből különböző tudományos módszerekkel következtetnek arra, hogy hazánkban milyen idő várható a következő 24, illetve 36 órára. Ezzel a módszerrel 24, illetve 36 órára előre jelezhető az időjárás és csak különleges esetekben lehet 36 órát valamivel meghaladó időre meglátni és jelezni az időjárás alakulását.

A mezőgazdaságot ezek a rövid időre szóló előrejelzések nem elégítik ki. Ezért mezőgazdasági és egyéb igények kielégítésére pár év óta a Meteorológiai Intézet 15 napra szóló időjáráselőrejelzéseket, ún. távprognózisokat is készít. A *távprognózis* részben hasonló, részben egészen más módszerekkel készül, mint a rövididejű prognózis. Ezeknél többek közt figyelembe vétetnek a Nap energiasugárzásában időnként bekövetkező változások, s ezenkívül a többévtizedes időjárási megfigyelésekből leszárt különböző tapasztalatok is.

A 15 napra szóló előrejelzés hazánkban még a kísérletezés állapotában van. Ennek beválási százaléka a napi prognózis 85%-os beválási százalékaival szemben csak 70%, ezért az Intézet a távprognózisokat egyelőre nem hozza nyilvánosságra, de kívánságra érdekelt intézményeknek megküldi.

A mezőgazdaság ezekkel a kéthetes előrejelzésekkel sem elégszik meg. Az utóbbi évtizedben, amióta a régi ötletszerű termelési módról a tervszerű szocialista termelésre áttértünk, a mezőgazdaság legkülönbözőbb intézményei nemcsak különleges időjárási események alkalmával, hanem rendszeresen egyre több kérdéssel ostromolják a Meteorológiai Intézetet. A kérdések legnagyobb része a jövő időjárására vonatkozik: milyen lesz az időjárás a következő hónapban, milyen lesz a nyár, az ősz, a tél stb. Amint azt már előbb is említettük, a meteorológiai tudomány az ilyen formában feltett kérdésekre ma még nem tud választ adni.

Ebből azonban nem szabad azt a következtetést levonni, hogy 15 napnál tovább semmiképpen sem áll módunkban a jövőbe beletekinteni és egyáltalában fogalmunk sincs arról, hogy milyen lehet a távoli hónapok vagy évek időjárása.

Azt mondtuk az előbb, hogy a meteorológiai tudomány választ adhat olyan kérdésekre, hogy az 1952-ben tapasztalt, vagy azokhoz hasonló káros időjárási jelenségek bekövetkezését milyen gyakran várhatjuk. És még sok ilyen és hasonló s finomabb részletekbe menő kérdésre kell a meteorológusnak választ adnia, amelyek a távoli jövőre vonatkoznak. Ilyen kérdések pl. : 10 évenként hányszor esedékes száraz vagy esős július, avagy tavasz nyár és ősz, hideg vagy enyhe tél, nyár stb. Választ kell adnunk pl. olyan kérdésre is, hogy egyes hőigényes növények termelését az ország különböző vidékei milyen mértékben biztosítják. Van-e kilátás arra, hogy 10 év közül 7 évben sikerül a termelés és csak 3 évben nem sikerül, avagy pl. 10 év közül csak 3 évben számíthatunk olyan időjárásra, amelyik az illető növény igényeinek megfelel. Felmerül olyan kérdés is, hogy milyen kockázata van az április 10-i vetésnek az április 20-ival szemben és még számos hasonló finomabb részletekbe menő kívánságra kell válaszolnunk.

Az ilyen kívánságok is a jövő időjárására, mégpedig rendszerint a távoli jövő időjárására vonatkoznak, de egészen más természetűek, mint azok, amelyek egy pontosan meghatározott időszak időjárására irányulnak. Itt tehát nem arról van szó, hogy pl. lesz-e fagy 1956 májusában, hanem arról, hogy az ország különböző vidékein 10 év közül hány évben esedékes májusi fagy. Nem arra a kérdésre kell válaszolni, hogy milyen lesz az idei nyár, hanem arra, hogy a hűvös és meleg, csapadékos és száraz nyarakra az ország különböző vidékein milyen gyakran számíthatunk. A kérdés természetesen nem intézhető el ilyen nagyvonalú jelzőkkel, mint »hűvös«, »meleg«, »csapadékos« és »száraz«, hanem pontos számértékeket kell adnunk. Meg kell adnunk pl. hogy az ország különböző vidékein milyen gyakran számíthatunk arra, hogy a júliusi csapadék meghaladja az 50 mm-t és milyen gyakran fordul elő, hogy 20 mm-nél is kevesebb esik. Mennyi az a csapadékmennyiség, amelyre nagy biztonsággal, pl. 75%-os valószínűséggel számíthatunk. Érthető, hogy ilyen természetű kérdéseket a tervszerű termelésre áttért mezőgazdaságunk egyre gyakrabban és egyre nagyobb számban vet fel, mert hiszen ha a távolabbi évek időjárására nézve semmiféle támpontunk nem volna, tudományos alapokon nyugvó tervgazdálkodást nem is kezdhethetnénk.

A jövőbetekintésnek ez a formája már egészen más módszerekkel történik, mint amelyekkel a következő 24 vagy 36 óra, avagy a következő 15 napos időszak időjárását előrejelezzük. Itt nem pillanatnyi helyzet vagy a közelmúlt órák, vagy napok időjárása alapján s nem a Nap energiaváltozásából következtetünk a jövőre, hanem a távoli múltba kell visszatekintenünk. Minél messzebbre nézhetünk vissza a múltba, annál biztosabban tudunk a jövőre következtetni. A jövőbetekintésnek ezzel a formájával a meteorológiai tudomány-nak nem az az ága foglalkozik, amelyik a rövid idejű és kéthetes távprognózisokat adja, vagyis nem az időjelző (prognózis) ága, hanem a klimatológia, az éghajlatlan.

Az éghajlatlan a következő, tapasztalatból leszűrt tudományos elvek alapján következtet a jövőre.

Mindnyájan tapasztaljuk, hogy az időjárás folyton változik. A változás nemcsak egyazon év különböző szakaiban figyelhető meg (pl. téltől nyárig, nyártól télig), hanem az egymás után következő esztendőök ugyanazon naptári időszakában is igen eltérő lehet az időjárás. Pl. egymás után következő évek április hónapjában rendszerint más-más időjárás tapasztalható, ugyanúgy az egyes évnegyedek is igen különbözők lehetnek. Bármennyire is változékony



azonban az időjárás, a változás nem csaponghat a végtelenségig, hanem megvannak annak a határai. Minden időjárási elem (pl. hőmérséklet, csapadék) egy meghatározott keret között mozog. Ez a keret a Föld különböző tájain igen eltérő és még aránylag kis területen belül is változik, pl. hazánk különböző vidékein is más és más ugyan, de megállapítható.

Hosszú évtizedekre visszanyúló időjárásmegfigyelésekből az éghajlattannak módjában áll megállapítani azt a keretet, amelyen belül az ország különböző vidékein az egyes időjárási elemek mozognak. Így pl. megállapítható, hogy az 1901-től 1954-ig terjedő, több mint 50 éves időszakban Nagykanizsán a legcsapadékosabb májusban 213 mm, a legszárazabb májusban pedig 12 mm csapadék hullott. Ezeket az értékeket szélső értékeknek (maximum és minimum) nevezzük. Ezek határozzák meg az egyes elemek változásainak keretét az ország különböző vidékein. Azt mondhatjuk tehát, hogy a májusi csapadék keretei Nagykanizsán: 213 és 12 mm. Más vidéken ez a keret nem ugyanaz, egyes vidékeken tágabb, de hazánkban legtöbbször helyen inkább szűkebb. Zircen pl. 236 és 9 mm, Debrecenben azonban csak 127 és 7 mm közt változtak 1901 óta a májusi csapadékösszegek. Ezek a szélső értékek nemcsak egyes hónapokra, hanem évtizedekre, fél évekre és évekre is megállapíthatók és nemcsak a csapadékokra, hanem a többi időjárási elemre is. Pl. a Budapesten 1901 óta a legcsapadékosabb évben 989, a legszárazabb évben pedig 425 mm csapadék hullott le. Ugyanitt a leghidegebb december középhőmérséklete  $-10,0$  fok, a legenyhébbé  $+5,1$  fok volt stb.

Természetesen a Föld különböző tájain ez a keret sokkal nagyobb változatosságot mutat, mint hazánkban. Az Egyenlítői övezetben és a Himalája vidékén pl. évente 10 000 mm-nél is több csapadék lehullhat s a sivatagi vidékeken pedig többfelé az évi csapadék nem éri el a 100 mm-t sem. Előbbi vidékeken a legszárazabb esztendőben is jóval több esik, mint hazánkban a legcsapadékosabb évben, utóbbi vidéken pedig a legcsapadékosabb évben sem esik annyi, mint nálunk a legaszályosabb esztendőben.

Az így megállapított szélső értékek igen fontos jellemzői valamely vidék éghajlatának, de nem szabad azokat egészen mereven kezelni. Ezek tulajdonképpen azt jelentik, hogy pl. hány mm csapadék hullott a legcsapadékosabb és a legszárazabb májusban az elmúlt 54 év alatt, de a következő évtizedekben előfordulhat, hogy a maximumnál több és a minimumnál kevesebb esik, vagyis hogy a keret tágul. Ez a tágulás azonban minden éghajlati övezetben csak egy bizonyos határig terjedhet. Amikor valamely vidéken az elkövetkező évtizedek időjárásáról kell véleményt mondanunk, nincs más támpontunk, mint a múlt időjárása. És ha a jövőben előfordul, hogy pl. Nagykanizsán az eddigi maximumnál, vagyis 213 mm-nél több esik májusban, vagyis a májusi csapadék kiugrik az 54 éves keretből, ezt a valóságnak megfelelően »ebben az évszázadban nem tapasztalt«, »egészen rendkívüli«, »vis major« eseteknek tekinthetjük s amennyiben az ilyen rendkívüli időjárás károkat okoz, azt jogosan nevezhetjük elemi csapásnak.

Amint azt az eddigiekből láthatjuk, az éghajlati alapokon nyugvó időjárás-előrejelzés azon a feltevésen alapszik, hogy a jövőben a múlthoz hasonló időjárás ismétlődik s a jövő időjárása mintegy tükörképe a múlt időjárásának. Amint említettük, ez a feltevés nem elméleti elképzelésen nyugszik, hanem több évtizedes, sőt évszázados tapasztalatokon alapszik.

Ebből a feltevésből indul ki mindenki, akit bármilyen okból érdekel az, hogy egy közeli vagy távolabbi országokban milyen lehet az időjárás a jövőben.

Világjáró sportolóink pl. (mielőtt távoli idegen országokba utaznának) az elindulás előtt már megkérdezik a Meteorológiai Intézetet, hogy a tervbe vett országban milyen időjárásra számíthatnak. Ilyen és hasonló kérdésekre a meteorológusok csakis a múlt alapján körvonalazhatják a várható időjárást.

Ugyanígy a mezőgazdákknak csapadékigényes növényfajok és fajták termelését nem ajánljuk az Alföldre, hanem a Dunántúl bizonyos vidékeire, mivel a többévtizedes megfigyelések szerint a Dunántúl legtöbb vidékén jóval több csapadék hullott a múltban, mint az Alföldön s joggal feltételezzük, hogy ez a jövőben is így lesz. Előfordul ugyan, hogy egy bizonyos hónapban vagy évben az Alföld száraz éghajlatúnak minősített vidékein több eső hull, mint a Dunántúl csapadékosnak ismert vidékein, de bármely többéves időszakban a Dunántúlnak egyes vidékei mégis sokkal gyakrabban kapnak bőséges esőt, mint az Alföld. Ugyanez áll a hőmérsékleti viszonyok alakulásával kapcsolatban is az ország különböző vidékeire. Előfordul, hogy az ország déli vidékein erősebb fagy jelentkezik, mint északon. Ez így volt 1952-ben is. De többéves időszakban mégis a déli és délkeleti vidékek a legmelegebbek. A legtöbb évben itt érnek leghamarabb véget a későtavaszi fagyok s itt kezdődnek legkésőbb a koraőszi fagyok, tehát a fagymentes tenyészidőszak itt a leghosszabb.

Ahhoz, hogy valamely vidéken az időjárás jövőbeli alakulásának lehetőségeiről és valószínűségeiről véleményt alkothassunk, hosszú évtizedeken keresztül tanulmányoznunk kell az időjárást. Fel kell jegyezni az egyes időjárási elemek pontos számértékeit és azokat bizonyos elvek szerint el kell rendezni. Enélkül a hosszú évtizedek fáradságos munkájával összegyűjtött értékes megfigyelési anyag évről évre áttekinthetetlenebb számtengerré válik, míg a megfelelően *rendezett adatsorozat* annál értékesebb, minél hosszabb múltra tekint vissza.

Említettük, hogy az időjárás minden szeszélyessége ellenére sem csaponghat szertelenül, hanem az időjárásváltozások minden éghajlati övön belül egy meghatározott keretben mozognak. S azt mondhatjuk, hogy amilyen időjárási jelenség valamely vidéken előfordult a múltban, az előfordulhat a jövőben is. Ami a múltban gyakran előfordult, arra a jövőben is gyakrabban számíthatunk és ami a múltban ritkán jelentkezett, arra a jövőben is ritkábban számíthatunk.

Hazánkban pl. 1871 óta, amióta már sok helyen rendszeres megfigyelések folynak, igen ritkán és csak kevés helyen fordult elő az, hogy az árnyékban mért hőmérséklet elérte a 40 fokot, ezért nem is számíthatunk arra, hogy ez a jövőben gyakran előfordul. Ezzel szemben az egyenlítői övezetben és a sivatagi vidékeken a múltnak tapasztalatai alapján ennek gyakori bekövetkezésére minden esztendőben számítani kell. Ugyanígy a 30 fokot elérő vagy azt meghaladó fagyra is csak az Alföld egyes vidékein és ott is igen ritkán számíthatunk az eddigi tapasztalatok alapján, ezzel szemben biztosra vehetjük, hogy pl. Szibéria nagy részén minden évben huzamosabb időn keresztül jóval a 30 fok alá süllyed a hőmérséklet.

Vagy állítsuk szembe hazánk két különböző klímavidékét. A Dunántúl nyugati határszélén, Szentgotthárdon a nyári évnegyed csapadékösszege az 1901—50-ig terjedő 50 éves időszakban 15 évben meghaladta a 350 mm-t (6 évben a 400 mm-t is), és egyetlenegy esetben sem fordult elő, hogy a nyári csapadékösszeg 150 mm-nél kevesebb lett volna. Ezek szerint számíthatunk arra, hogy egyes esztendőben a jövőben is előfordul 350 mm-t meghaladó nyári csapadék, de már igen kevés a valószínűsége annak, hogy nem éri el a 150 mm-t.

Ezzel szemben a Tiszántúl számos vidékén, mint pl. Békéscsabán és Berettyóújfaluban a nyári csapadék egyetlenegyszer sem érte el a 350 mm-t, tehát nem is számíthatunk arra, hogy (egészen rendkívüli esetektől eltekintve) a jövőben ezeken a vidékeken nyáron 350 mm-t elérő vagy azt meghaladó csapadék hull. Viszont Berettyóújfalun 50 év közül 22 évben, Békéscsabán pedig 17 évben a nyári csapadékösszeg a 150 mm alatt maradt s köztük Berettyóújfaluban 3, Békéscsabán pedig 5 évben 100 mm-nél is kevesebb esett. Ezek szerint számítanunk kell arra, hogy ezeken a vidékeken a jövőben is gyakori jelenség lesz, hogy a nyári csapadék alatta marad a 150 mm-nek, míg Szentgotthárd vidékén ezt a lehetőséget úgyszólván teljesen figyelmen kívül hagyhatjuk.

Fentiek szerint, ha az ország különböző vidékeire nézve meg akarjuk állapítani az időjárásnak a jövőben bekövetkező lehetőségeit és valószínűségeit, mindenekelőtt a megfelelően elrendezett többévtizedes időjárási megfigyelési anyagból meg kell állapítani a kérdéses időjárási elemek (csapadék, hőmérséklet) alsó és felső *szélső értékét*, vagyis azt a keretet, amelyen belül az egyes elemek számértékei mozognak. Ezután megállapítjuk azt, hogy bizonyos időjárási események milyen gyakran fordultak elő a múltban és feltételezzük, hogy ezek a jövőben is ugyanilyen vagy legalábbis hasonló gyakorisággal fognak ismétlődni.

Bárki azt mondhatja erre, hogy ez csak *feltételezés*. Erre azt válaszolhatjuk, hogy az ellenvetés helyes. Mert csak a már megtörtént eseményeket lehet valósnak tekinteni és minden, a jövőre vonatkozó elgondolás csak feltételezés, csak *valószínűség* lehet. A különböző éghajlatú vidékekkel kapcsolatban az előbb felhozott példák meggyőzhetnek bennünket arról, hogy a feltételezés *helyes tapasztalati alapokon nyugszik*. Ötven éves csapadéksorozatunk ugyanis azt mutatja, hogy ha az 1901—1930-ig terjedő 30 év sorozata alapján következtettünk volna a következő 20 esztendőre, a felhozott állomások csapadékvizonyainál egészen nasonló különbségeket állapítottunk volna meg. Legfeljebb akkor követünk el hibát, ha a kérdést dogmatikus merevséggel kezeljük.

Már előbb is említettük azt, hogy az egyes időjárási jelenségek alsó és felső határértékét megjelölő éghajlati keret sem tekinthető teljesen merevnek. Előfordul, hogy egy-egy időjárási esemény, pl. egy július havi vagy nyári csapadékösszeg kiugrik az 50, vagy akár 100 éves megfigyelés alapján megállapított éghajlati keretből. A tervgazdálkodás számára azonban a jövőre nézve nincs más időjárási támpontunk, mint a múltnak tapasztalata. Tervgazdálkodásunknak a mezőgazdaságot legközvetlenebbül vagy akár csak közvetve érintő fontos tervei közül igen sok a többévtizedes időjárási megfigyelések alapján megállapított *éghajlati valószínűségekre* épül. Ilyenek pl. a mezőgazdasági termelés többéves terveinek elkészítése, az okszerű mezőgazdaság alapvető kérdése, a tájtermelés, ami alatt azt értjük, hogy lehetőség szerint minden növényt olyan éghajlati és talajviszonyok közt termeljünk, amely az illető növény igényeinek a legjobban megfelel. A *tájtermelés* fogalmába tartozik még a különlegesen előnyös vagy hátrányos éghajlati adottságoknak megfelelő növények termelésével való kihasználása. Ilyen országos terv továbbá az egyes klímavidékek számára a legmegfelelőbb agrotechnikai eljárások kidolgozása. A múlt időjárási tapasztalatai szolgálnak alapul ezeken kívül a *növénynevelés és honosítás*, a növényvédelem, valamint a mezőgazdasági üzemertervezés számos fontos kérdésében. Hasonlóképpen ezekre támaszkodnak a különböző természetátalakító munkálatok, mint pl. a vízgazdálkodási kérdések korszerű megol-

dása, az ármentesítés, az öntözés, a vízienergia kihasználása, a mezővédő erdő-sávok létesítése s a talajvédelem különböző módozatai stb.

Mindezen munkálatok megtervezéséhez az alapot, s a legfontosabb támpontot az elmúlt évtizedek folyamán rendszeresen megfigyelt és számértékekkel kifejezett időjárás események adják meg.

Nagy hibát követ el az, aki úgy épít meg egy-egy vízlevezető csatornát, hogy az kiönt olyan csapadékhullás mellett, amilyen az eddigi megfigyelések szerint 50 év alatt 10 vagy 20 esetben előfordult. Ilyen esetben a tervkészítőt nagy felelősség terheli az okozott károkért. Viszont elemi csapásnak minősíthető az, ha olyan nagy csapadék hull és okoz károkat, amilyen többévtizedes megfigyelés szerint azon a vidéken még sohasem fordult elő, vagy esetleg csak egyszer-kétszer volt tapasztalható.

Nem hivatkozhatik elemi csapásra az olyan dolgozó paraszt, vagy szövetkezet sem, amelyiknek a termés kiesését olyan szárazság okozza, amilyen azon a vidéken átlagosan pl. minden 5—6 évben előfordul. Viszont kormányzatunk is elemi csapásnak minősít minden olyan károsodást, amelyet az utóbbi 4—5 évtizedben elő nem fordult, vagy akár 25—30 évenként csak egyszer tapasztalt időjárás rendellenesség idézett elő. Ilyen esetekben olyan előre nem látott időjárás rendellenességekről van szó, amelyre nem lehetett előre felkészülni és a kárt elhárítani, míg egy gyakran ismétlődő káros időjárás eseménnyel szemben mindenkinek kötelessége előre felkészülni és megtenni a szükséges óvintézkedéseket. Ennek elmulasztása esetén az időjárás kár és annak felelősége azt terheli, aki figyelmen kívül hagyta a múltban gyakran előfordult időjárás eseményeket, míg olyan esetekben, amikor a károsodást valóban egészen rendellenes időjárás jelenség idézte elő, kormányzatunk anyagilag segíyezi a kárt szenvedett parasztságot. Minden józan, természetes ésszel gondolkodó ember felkészül olyan időjárás eseményekre, amelyek a múltban gyakran előfordultak, viszont értelmetlen dolog előre rettegnünk és esetleg költséges óvintézkedésekkel évről évre várunk olyan időjárás eseményeket, amilyenek azon a vidéken 40 vagy 50 év alatt csak egyszer fordultak elő.

Szó volt arról, hogy a jövőre vonatkozó valószínűségeket nem szabad egészen mereven értelmezni. Az utóbbi évtizedben pl. egyes vidékeken kétszer is jelentkezett olyan nyári szárazság, amilyen a megelőző négy évtizedben nem fordult elő. Ilyen esetben azt mondjuk, hogy ilyen nyári szárazság az utóbbi 50 esztendőben 2 ízben fordult elő. Ha ezt százalékban akarjuk kifejezni, akkor ezt 100 évre kell vonatkoztatnunk. Ha 50 év alatt két ízben, akkor 100 év alatt négy ízben kell ilyen szárazságra számítanunk azon a vidéken, vagyis ilyen szárazság 4%-os valószínűséggel fordul elő. Ezt kifejezhetjük úgy is, hogy átlagosan minden 25 évben egyszer esedékes ilyen rendkívüli szárazság. Ez a példa rávilágít arra, hogy az éghajlati valószínűségeket jelező számértékeket hogyan kell értelmeznünk. Ha tehát azt mondjuk pl., hogy 20%-os valószínűsége van annak, hogy a májusi csapadékösszeg Budapesten eléri vagy meghaladja a 100 mm-t, vagyis átlagosan minden 5 évben egyszer számíthatunk ennyi csapadékra, ez alatt azt értjük, hogy az eddigi megfigyelések alapján a következő 100 évben 20 (vagy 10 évenként 2) olyan májusra számíthatunk, amelyekben a havi csapadékösszeg eléri, illetve meghaladja a 100 mm-t. De ezt nem úgy kell értelmezni, hogy pontosan minden ötödik májusban ennyi csapadék hull, hanem úgy, hogy lehetnek olyan évtizedek, amelyekben 3, esetleg 4 májusban esik ilyen bő csapadék, míg más évtizedben ez csak egyszer fordul elő vagy talán egyáltalán egyszer sem.

Előbb említettük, hogy az utóbbi években, amióta mezőgazdaságunk a régi ötlesterű termelési módszerről áttért a tudományos alapokon nyugvó tervszerű szocialista termelésre, a legkülönbözőbb mezőgazdasági intézmények részéről egyre gyakrabban és egyre nagyobb számban érkeznek különböző kívánságok a Meteorológiai Intézethez. Ezek a kívánságok nemcsak mennyiségi, hanem minőségi szempontból is meghaladják a múltban tapasztalt igényeket. Régebben a klimatológia főleg csak átlagértékeket adott a mezőgazdaságnak. Az átlag többévtizedes megfigyelések számértékeinek középértéke. Ez valóban igen gyors, de csak nagyvonalú áttekintést nyújt bizonyos vidék éghajlatáról. Rámutat arra, hogy az ország különböző vidékei közül melyik csapadékosabb a másikkal. A sokévi átlag sok valóságos, de igen különböző számértékekből *számított középérték*. Ez *éghajlatjellemező matematikai fogalom*, de a valóságban igen ritkán fordul elő. Nem mutat rá arra sem, hogy az időjárásban milyen kilengések lehetnek, s nem jelezi azt, hogy a termelés szempontjából előnyös vagy hátrányos időjárási események milyen gyakran ismétlődnek valamely vidéken, vagyis, hogy azok bekövetkezését a jövőben milyen valószínűséggel várhatjuk. Ezekre a többévtizedes megfigyelési sorozatokból megállapított gyakorisági értékek mutatnak rá.

Említettük azt is, hogy bizonyos események jövőbeli bekövetkezésére annál biztosabban következtethetünk, minél messzebb tudunk visszatekinteni a múltba. Szerencsés helyzetnek mondható, hogy (amikor a legkülönbözőbb mezőgazdasági és egyéb érdekeltségek részéről egyre sürgetőbben jelentkeznek a távolabbi jövő időjárási lehetőségeire és valószínűségeire vonatkozó kívánságok) az Országos Meteorológiai Intézet már rendelkezik olyan hosszú és olyan számos s az ország egész területét felölelő időjárási adatsorozattal, hogy a nyers megfigyelési anyag megfelelő éghajlati feldolgozásával a felmerülő kívánságokra többé-kevésbé kielégítő válaszokat adhatunk.

## Mit mutatnak a klímatablázatok és grafikonok?

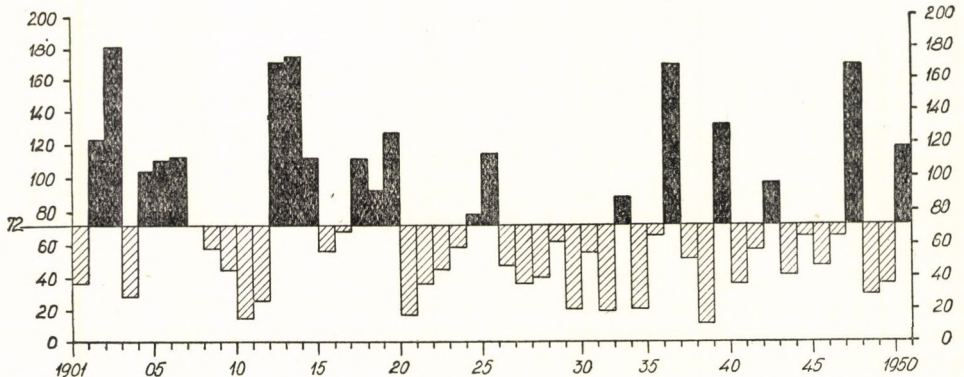
Nézzünk meg ezekután egynéhány megfelelően elrendezett többévtizedes időjárási adathalmazt és vizsgáljuk meg azt, hogy ezekből milyen természetű következtetéseket vonhatunk le a jövőre nézve. Táblázatokat nem mutatunk be, ezek helyett inkább *néhány grafikont szemléltetünk*, amelyek az elrendezett számtáblázatok, ú. n. klímatablázatok alapján szerkeszthetők meg.

A havi csapadékösszegek 50 éves (1901—50) klímatablázata a következőképpen alakul: a legfelső sorban az 1901-es év egymásután következő hónapjainak (január, február, március stb.) csapadékösszegei vannak feltüntetve, végül az évi összeg. Ez alatt a második sor az 1902. év egymásután következő hónapjainak csapadékösszegét, majd az évi összeget tünteti fel, s ez így megy 1950-ig. Ilyen módon 13 függőleges számoszlopot kapunk, s ezek mindegyike 50 számjegyből áll. Ezek közül 12 függőleges számoszlop egy-egy hónap (január, február stb.) csapadékösszegeit mutatja az egymásután következő években 1901—50-ig, a 13. függőleges számoszlop pedig 1901-től kezdve az évi összeget tartalmazza.

A 7. függőleges számoszlop fentiek szerint a VII., vagyis a július hónap csapadékösszegeit tünteti fel időrendben, vagyis 1901—1950-ig. Ha ennek a 7. számoszlopnak 50 számértékét nagyság szerint elrendezzük s legfelül kerül a legnagyobb és legalul pedig a legkisebb számérték, akkor a legfelső számjegy a maximumot jelenti, vagyis azt, hogy a legcsapadékosabb júliusban mennyi

volt a csapadékösszeg. A legalsó számjegy, a minimum pedig a legszárazabb július csapadékösszegét mutatja. Ezek a számértékek Keszthelyen az 1901—1950-ig terjedő 50 éves sorozat szerint 181 és 11. Ez azt jelenti, hogy a legcsapadékosabb júliusban 181 mm, a legszárazabbban pedig 11 mm eső hullott. Ezek a szélső értékek adják meg azt a keretet, amelyen belül a júliusi csapadékösszegek változnak.

Ha már most ebből a nagyságszerint elrendezett 7. számoszlopból kiválasztjuk felülről a 6. számjegyet, akkor megkapjuk azt a számértéket, amelynél 5 nagyobb érték van a számsorban. A 6. számjegy Keszthely júliusi számsorában 131. Ez azt jelenti, hogy 50 eset közül 5 esetben, vagyis (50 évről lévén szó) az esetek 10%-ában 131 mm-nél több eső volt. Ezek szerint az előbb elmondottak értelmében azt mondhatjuk, hogy a jövőben az esetek 10%-ában júliusban 131 mm-t meghaladó esőre számíthatunk. A számsorban alulról számítva a



18. ábra. Július havi csapadékösszegek és azok eltérése az 50 éves (1901—50) átlagtól. Keszthely 1901—1951.

6. legkisebb számjegy 20 mm s ez alatt 5 ennél kisebb számjegy van. Ez azt jelenti, hogy az esetek másik 10%-ában 20 mm-nél kevesebb eső esedékes júliusban.

Hasonló módon állapíthatjuk meg minden egyes hónapra nézve a 20, 25, 50, 75 és 80%-os valószínűségű esetek alsó és felső számértékét is. Valamely állomás ilyen számértékeit grafikonon ábrázolhatjuk. Ha pedig nemcsak egy állomásra, hanem egy nagyobb területre, vagy az egész országra nézve állapítjuk meg ezeket a számértékeket, akkor azt térképeken is ábrázolhatjuk.

Nézzünk meg most már néhány grafikont.

Említettük, hogy az 50 éves csapadéksorozat 7. függőleges számoszlopa a július hónap csapadékösszegeit tünteti fel. Ragadjuk ki a klímatablázatból ezt az oszlopot és rajzoljuk fel milliméter-papírra. Húzzuk meg mindenekelőtt a július hónap 50 éves átlag-vonalát. Az 50 éves átlagot úgy kapjuk meg, hogy 50 július csapadékösszegét összeadjuk és az összeget elosztjuk 50-nel. Ez Keszthelyen júliusban 72 mm. Most rajzoljuk fel 1901-től kezdve az egymásután következő júliusok csapadékösszegeit, de ne az egész oszlopot tüntessük fel, hanem az átlagosnál csapadékosabb júliusok esetén az oszlopnak az átlagon felüli részét, vagyis a csapadéktöbbletet, az átlagosnál szárazabb júliusokban pedig az átlaghoz viszonyított csapadékhiányt, úgy, ahogy azt a 18. sz. ábrán láthatjuk. Ez oly módon történik, hogy a megfelelő magasságban megjelöljük

a júliusi csapadékösszeget (pl. 1901-ben 29 mm), de nem a 0—29-ig terjedő magasságú oszlopot színezzük be, vagy vonalazzuk be, hanem a 29-től az átlagig terjedő részt. Ez jelenti a hiányt ( $72 - 29 = 43$  mm).

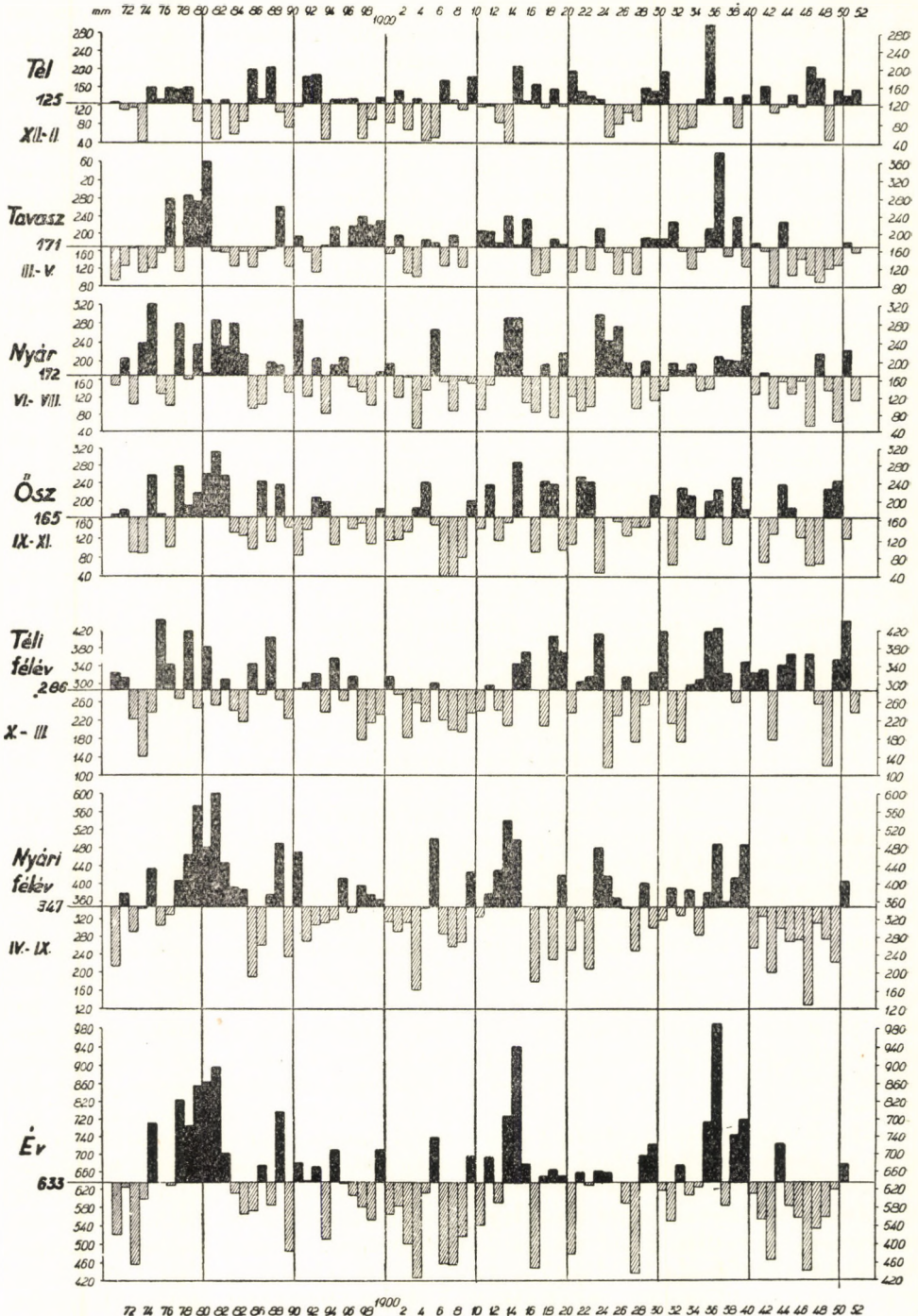
Most pedig vegyünk elő egy vonalzót és helyezzük el vízszintesen a 180 mm-nek megfelelő magasságban úgy, hogy a vonalzó az ábrának a 180 mm alatti részét takarja, a fölötte levő oszloprészt pedig szabadon hagyja. Azt látjuk, hogy csak egyetlenegy oszlop éri el a 180 mm-es magasságot, illetve emelkedik valamivel föléje (181 mm 1903-ban). Ez jelenti tehát az 50 éves maximumot. Most helyezzük el vonalzóinkat a 140 mm-es magasságban ugyanúgy, mint az előbb. Azt látjuk, hogy 5 oszlop teteje vonalzóink fölé emelkedik. Ez azt jelenti, hogy 1901—50-ig terjedő időben 5 esetben haladta meg a júliusi csapadék a 160 mm-t. Ez százalékban kifejezve 10%-ot jelent. Azt mondhatjuk tehát, hogy 10% valószínűsége van annak, hogy Keszthelyen a júliusi csapadék eléri, illetve meghaladja a 140 mm-t. Másszóval az esetek 10%-ában (vagyis átlagosan minden 10 évben egyszer) júliusban 140 mm-t elérő, vagy meghaladó csapadékra számíthatunk.

Most helyezzük el vonalzóinkat a 30 mm-es vonalra úgy, hogy a felette levő részt takarjuk el s az alatta levő oszloprészek maradjanak szabadon. Azt látjuk, hogy 52 év alatt 9 ízben fordult elő, hogy a csapadék júliusban éppen hogy elérte a 30 mm-t, illetve alatta maradt. Ez százalékban kifejezve 18%-os valószínűséget jelent, vagyis Keszthelyen az esetek 18%-ában (átlagosan kb. minden 5—6 évben egyszer) 30 mm, illetve annál kevesebb csapadék esedékes.

A grafikon rámutat arra is, hogy száraz és nedves júliusok szabálytalanul váltakoznak, éspedig nem úgy, hogy egy nedves júliusra egy száraz július következik, hanem csoportosan úgy, hogy egy vagy több nedves júliust egy vagy több száraz július követ. Amint a fekete oszlopok mutatják, mindössze 3 ízben fordult elő, hogy a csapadék egymásután három évben meghaladta az átlagot és egyetlenegy esetben sem fordult elő, hogy egymásután 4 nedves július következett volna. Ennek a valószínűsége tehát igen kevés. Ezzel szemben 4 ízben fordult elő 50 év alatt, hogy egymásután legalább 4 éven keresztül az átlag alatt maradt a csapadék s köztük 1 esetben (1927—33-ig) egymásután 7 száraz júliusunk volt. Ebből megállapítható, hogy három száraz július után sem várhatjuk biztosan, vagy túl nagy valószínűséggel azt, hogy a negyedik július már feltétlenül csapadékos lesz.

A grafikon további érdekes dolgokra mutat rá. Így többek közt rávilágít arra is, hogy hogyan kell értelmeznünk a legáltalánosabban használt éghajlati számértéket, a sokévi átlagot. Az átlaggal kapcsolatban általában az a vélemény van elterjedve, hogy az a leggyakrabban előforduló csapadékmennyiséget jelenti. Ez azonban a valóságban nem így van. Grafikonunk szerint 51 év alatt mindössze egy évben fordult elő, hogy a júliusi csapadék éppen az átlagnak (72 mm) megfelelő volt és igen sok esztendőben erősen eltért attól pozitív vagy negatív irányban. Az átlagnak éppen megfelelő, vagy az átlagkörüli értékek bekövetkezésének valószínűsége ezek szerint egyes hónapokban nem túlságosan nagy. Ezt százalékban is kifejezhetjük. Pl. ha az átlagosnál 10%-kal több vagy kevesebb csapadékot veszünk átlagkörüli értéknek, ennek a valószínűsége Keszthelyen júliusban 12%, vagyis átlagosan kb. minden 8 évben egyszer esedékes átlagkörüli csapadék.

Az átlaggal kapcsolatban egy másik elterjedt vélemény az, hogy az olyan középső értéket jelent, amelynél az esetek 50%-ában több, másik 50%-ában



19. ábra. Negyedévi, félévi és évi csapadékösszegek és azok eltérése a 80 éves átlagtól. Budapest 1871—1952.



kevesebb csapadék hull. Ez sem felel meg a valóságnak. Grafikonunk szerint 51 július közül 1 esetben éppen az átlagnak megfelelő eső hullott s csak 19 esetben haladta meg a csapadék az átlagot, 31 esetben (az eseteknek 62%-ában) pedig az átlagnál kevesebb esett. Ez azt jelenti, hogy Keszthelyen júliusban az esetek 62%-ában az átlagosnál kevesebb csapadékra számíthatunk.

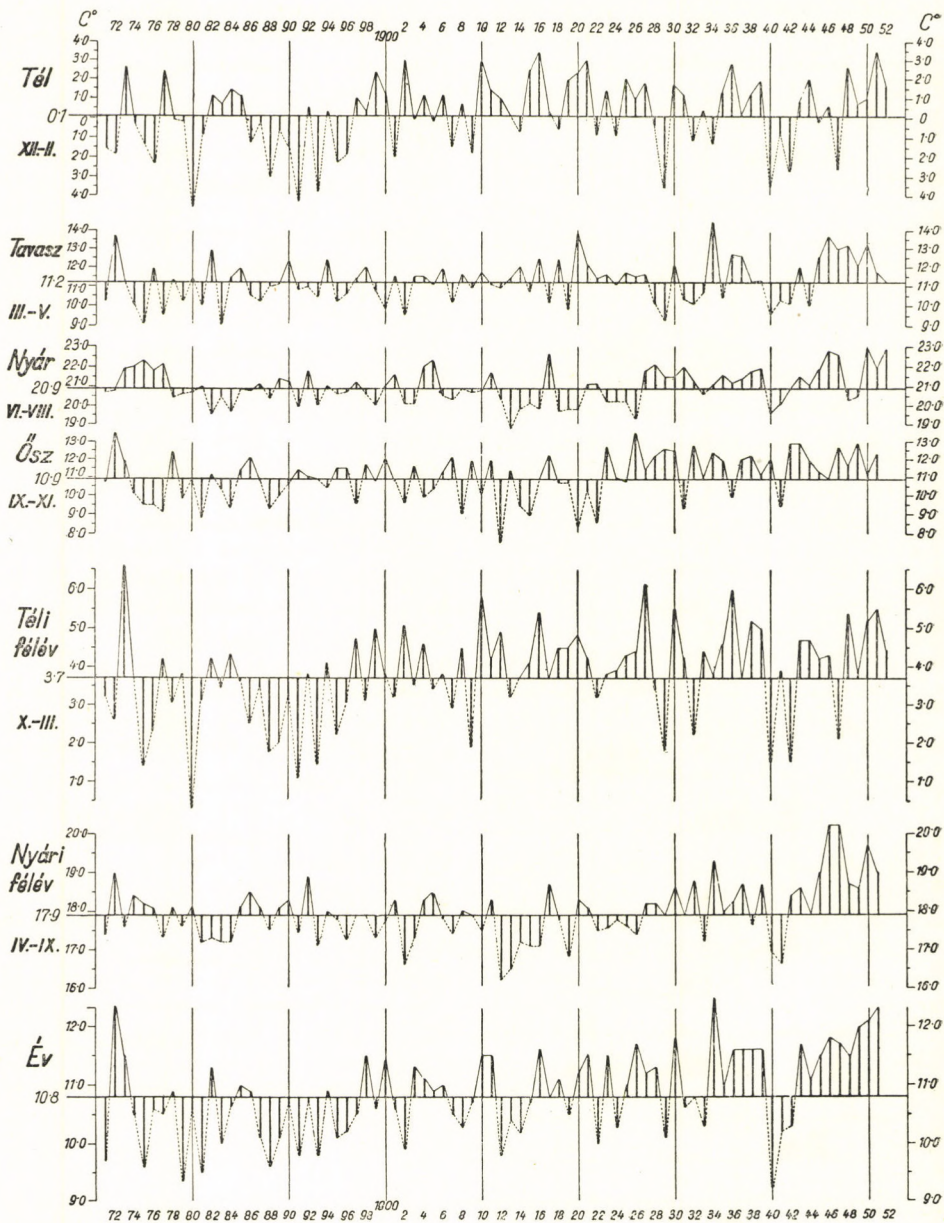
Ez onnan adódik, hogy az átlagtól való pozitív eltérés, vagyis a csapadék-többlet jóval nagyobb számértékű lehet, mint a hiány. Júliusban pl. egy ízben 181 mm, 1 ízben pedig 175 mm hullott. Ezekben az esztendőekben az átlaghoz (72 mm) viszonyított többlet több mint 100 mm volt, viszont a hiány legfeljebb az átlagnak megfelelő, vagyis 72 mm lehetne. Ilyen eset azonban nem fordult elő, mert a legszárazabb júliusban is 11 mm esett. Végeredményben a kevesebb számú, de nagyobb számértékű pozitív eltérések összege egyenlő a nagyobb számú, de kisebb számértékű negatív eltérések összegével.

A következő ábrán Budapest negyedévi, félévi és évi csapadékösszegeinek 80, illetve 82 éves sorozatát mutatjuk be hasonló ábrázolásban. Hosszú oldalakat lehetne arról írni, hogy mit mond a múltra és egyben a jövőre nézve egy ilyen grafikon. Akinek kedve és ideje van, már az eddig elmondottak alapján is sok érdekes megfigyelést és következtetést tehet.

Változatosság kedvéért nézzünk meg még egy hőmérsékleti grafikont. Ez a negyedévi, félévi és évi középhőmérsékletek alapján készült. Ebből a grafikonból is sok érdekes és tanulságos következtetést vonhatunk le. Pl. ha érdekel valakit, figyelje meg az 1942—52-ig terjedő időszak nyári évnegyedeit, vagy talán még inkább a nyári féléveket s minden befolyástól mentesen, teljesen a saját maga elgondolásai alapján alkosson véleményt arról, milyen valószínűséggel számítana és építene arra, hogy az 1942—52-ig tapasztalt meleg nyári félévek ugyanígy folytatódni fognak. Merné-e számításon kívül hagyni, hogy a megelőző évtizedekben tapasztalt hűvös nyári félévek jelentkezni fognak esetleg csoportosan? (Hasonló következtetéseket tehetünk a 19. ábra alapján is az 1941—50-ig tartó időszak egymásután 10 éven keresztül ismétlődő száraz nyári félévei alapján.)

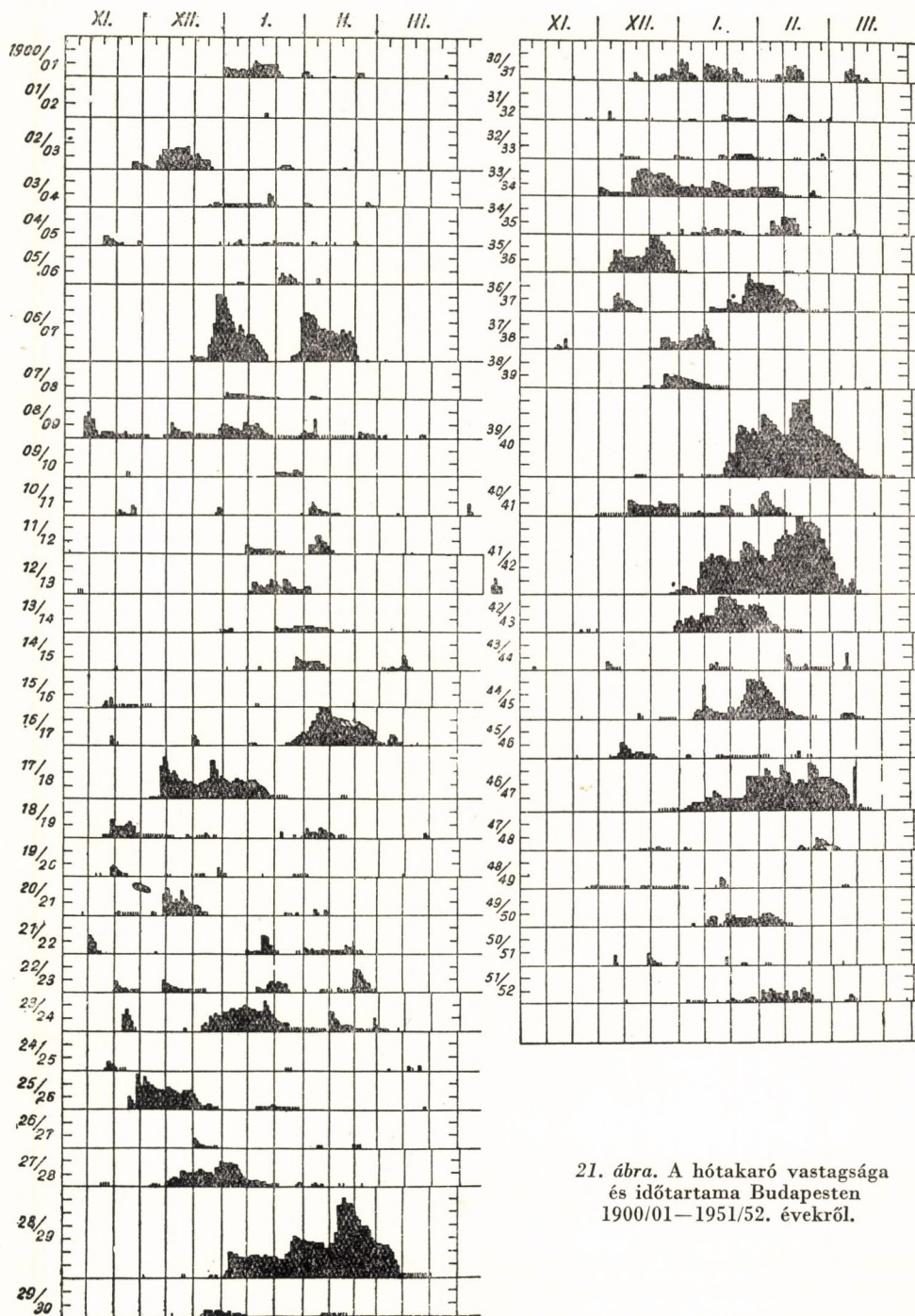
Most nézzünk meg egy hógrafikont. Ez a grafikon az 1901—50-ig terjedő időszakból a hótakaró vastagságát és időtartamát tünteti fel Budapestről. A téli sportkedvelők kiolvashatják ebből, hogy 50 év alatt bizony több évben hiányzott a téli sportokra elégséges hótakaró és erre a jövőben is számítani kell. A mezőgazda, ha érdekli a hótakaró elolvadásának időpontja, fektessen függőlegesen egy vonalzót február végét jelző vonalon végig. Ez a szökőévek miatt nem olyan egyenes, mint a tőle balra levő vonalak. A vonalzótól jobbra eső fekete oszlopok azt mutatják, hogy az 1928/29-es tél óta a tél súlypontja egy kissé eltolódott s azóta sokkal gyakrabban fordult elő, hogy február végén még hótakaró fedte a földeket, mint azelőtt. Viszont a század első 4 évtizedében sokkal gyakrabban kialakult a hótakaró december vége előtt, mint az utolsó évtizedben.

Ha valaki a vetés kockázata miatt tudni akarja, hogy bizonyos dátumok után, pl. április 1-e, 10-e, 20-a vagy 30-a után milyen valószínűséggel jelentkeznek valamely vidéken a különböző erősségű későtavaszi fagyok, az nézzen meg egy olyan grafikont, amelyet a mellékelt ábrán mutatunk be. Fektessen le vízszintesen egy vonalzót a legfelső grafikonon az április 10-ének megfelelő magasságban. A vonalzó alatt 17 karikát talál, ez azt jelenti, hogy az 1901—50-ig terjedő 52 éves időszakban Keszthelyen 17 ízben jelentkezett április 10-e után fagy. Ez százalékban kifejezve kb. 33%-os valószínűséget jelent, vagyis kb.



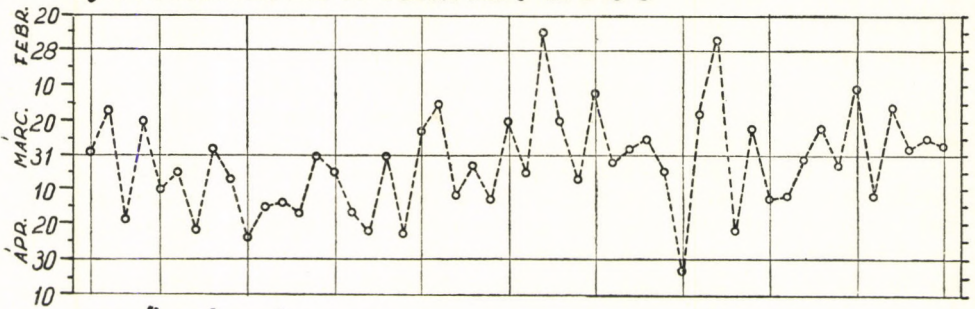
20. ábra. A hőmérséklet negyedévi, félévi és évi középértékei és azok eltérése a 80 éves átlagtól. Budapest 1871–1952.

minden 3. évben április 10-e után még fagy esedékes. Ha vonalzónkat az április 20-nak megfelelő magasságban fektetjük le, akkor már csak 6 pontot találunk a vonalzónk alatt. Ez azt jelenti, hogy április 20-a után már 52 év alatt csak 6 évben volt fagy, vagyis 100 év alatt 12 évben, vagyis 12%-os valószínűséggel

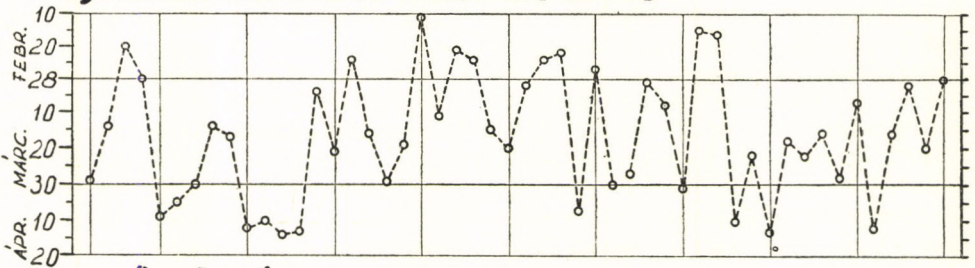


21. ábra. A hótakaró vastagsága és időtartama Budapesten 1900/01—1951/52. évekről.

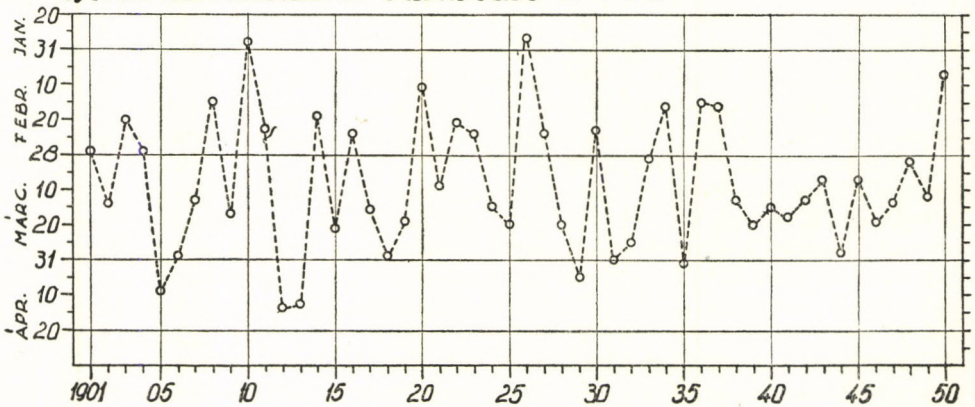
**a) HŐMÉRSEKLETI MINIMUM  $\leq 0^{\circ}\text{C}$**



**b) HŐMÉRSEKLETI MINIMUM  $\leq 2^{\circ}\text{C}$**



**c) HŐMÉRSEKLETI MINIMUM  $\leq 3^{\circ}\text{C}$**



22. ábra. Utolsó fagyos nap, a hőmérőházikóban elhelyezett minimum-hőmérő alapján. Keszthely 1901–52.

számíthatunk április 20-a után fagyra (átlagosan kb. minden 8. évben). Április 30-a után már csak 1 ízben volt fagy, ennek a valószínűsége tehát csak 2%.

Ha a 2,0 fokot, vagy 3,0 fokot elérő és azoknál erősebb fagyok valószínűsége érdekel bennünket, a 22. ábra következő részein hasonló módszerrel megállapíthatjuk ezek valószínűségét bármilyen dátum után. Ugyanilyen grafikon szerkeszthető a talajmenti fagyokról is. Ezeknek a gyakorisága sokkal nagyobb, mint amit az 1,6–2,0 méter magasságban, zárt bódében elhelyezett hőmérők mutatnak. Májusban pl. 1,6–2,0 m magasságban ritkán süllyed

a hőmérő fagypont alá, míg a talajmenti fagy már jóval gyakrabban előfordul.

Hasonló grafikonokat készíthetünk a koraőszi fagyokról is. Ezek bizonyos dátumok előtt, pl. október 10-e vagy 20-a előtt bekövetkező különböző erősségű fagyok jelentkezésének valószínűségére mutatnak rá.

Az ilyen adatokat feltüntető táblázatok és grafikonok mezőgazdasági üzemi számításoknál igen jó szolgálatot tesznek. Több növényfaj és fajta termelésének kockázata kiolvasható belőlük.

Nem akarjuk olvasóinkat tovább fárasztani. Egy pár példán keresztül igyekeztünk rámutatni arra, hogy milyen felbecsülhetetlen nagy értéket jelentenek a tervgazdálkodás számára az évtizedeken át folytatott pontos időjárési megfigyelések és feljegyzések. A Meteorológiai Intézet hatalmas irattára immár 85 év időjárési feljegyzéseit őrzi. Óriási és részben még kiaknázatlan kincsbánya ez a népgazdaság számára.

A Meteorológiai Intézet éghajlatkutató osztályába ma már havonta 900 csapadékmegfigyelő és ezenkívül 130 magasabbrendű állomásról érkezik be írásos jelentés. Egy magasabbrendű állomás havi jelentése ezernél jóval több számadatot tartalmaz. Az éghajlatkutató osztály munkájának jelentékeny részét a beérkezett megfigyelési anyag különböző szempontok szerint való feldolgozása teszi ki. Az osztály dolgozói összeadnak, kivonnak, szoroznak, osztanak, közepelnek, hatalmas számtáblázatokat és sokféle térképet készítenek. Szinte felmérhetetlen sok nyers és feldolgozott számadat rögzíti az elmúlt évek és évtizedek időjárását. Felbecsülhetetlen érték ez a hatalmas számtenger, mert nemcsak a múlt krónikáit őrzi, hanem el van rejtve bennük a jövő időjárása is.

Ezek a számok nem holt számok. Sok-sok esztendő gondos és fáradságos munkájának eredményét rejtik magukban s szakavatott kezekben élet fakad belőlük. A haladó mezőgazdaság sok országos jelentőségű kérdésének megoldásához adják meg a tudományos alapot. Nélkülözhetetlen útmutatók minden olyan probléma megoldásánál, amelyekhez elengedhetetlen az elkövetkezendő évek és évtizedek időjárása lehetőségeinek és valószínűségeinek ismerete.

Ezek a számok a jövő időjárásának titkait őrzik. Ezek nélkül a jövőépítés számos fontos kérdésében csak sötétben tapogatódzunk és könnyen zsákutcába tévedünk. Ezek segítenek megtalálni minden növény számára a legkedvezőbb termőterületeket, okszerűen kihasználni előnyös és hátrányos éghajlati adottságainkat s minden vidék számára megállapítani a legmegfelelőbb agrotechnikai eljárásokat. Irányítanak és segítenek bennünket azokban a hatalmas harcokban, amelyeket a természet nyers erőivel folytatunk, hogy legyőzve azokat, a termelés és az emberi haladás szolgálatába állítsuk. Segítenek megoldani a magyar föld hosszú évszázadok óta felsíró fájdalmas panaszait, megfékezni a pusztító árvizek rombolásait s legyőzni az Alföld ősi félelmetes veszedelmét, az aszályt.



## Az erdő éghajlata

„Árnyas erdőben szeretnék  
élni nyáron át,“

Így dalol a nagyvárosok kőrengetegének lakója, vágyódva az »enyhet adó, hús rejtek« után.

De, ha történetesen erdőn nőttél fel — kedves Olvasó —, akkor bizonyára jól tudod, hogy *nemcsak a nyárnak, hanem minden évszaknak megvan az erdőn a maga külön varázsa*. Tapasztalhattad, hogy nemcsak a nyár nyújt gyönyörűséget, hanem van az erdő éghajlatában valami, ami állandóan mássá, szebbé teszi ott a létet és be kell vallanod : új környezetből nemcsak nyáron, de télen-nyáron, egy életen át visszavágysz oda. Érzed, hogy *szoros és mély kapcsolat fejlődött abban az együttélésben a fák, bokrok, mohák s az erdőben élő többi élőlény : növények, állatok, emberek között*.

A különböző földrajzi fekvésnek megfelelően az őserdőtől a törpe fenyő birodalmáig a legkülönbözőbb típusú erdőket találjuk. Minden változatosságuk ellenére azonban *egy dologban megegyeznek : ha egy-egy erdő a földfelszín szélsőséges tagozódása következtében általában nem is egyenletes eloszlású, mégis többé-kevésbé zárt egészet képez*. Nemcsak felülről határolják el az erdő légtérét a lombkoronák, hanem az erdő szélén a fák mélyen lenyúló lombjai mintegy függönyként omolva alá, a sűrű bokrokkal együtt nagyjából körülzárják az erdőt.

*Ebben az élő növényzettel körülzárt légtérben a körülötte fekvő nagy térség éghajlatától, az úgynevezett »makroklimától« egészen különböző éghajlat alakul ki*. Ezt a különleges, mikroklimatikus vonatkozású »erdei éghajlatot«, amelyben a fák, növények, állatok társas együttélésben, életközösségben élnek, kell tanulmányoznia, közlelő megismernie az erdészeti szakembernek. Csak e kérdés alapos vizsgálata teszi lehetővé az erdő természetének megismerésén keresztül a tudományos alapokon nyugvó modern erdőművelést, majd továbbmenően az erdei klíma és a puszta terület fölött uralkodó éghajlat kölcsönhatásának tanulmányozása nyújt részben lehetőséget a nagyarányú természetátalakító tervek megalapozásához és véghezviteléhez. Mert, — mint a kutatások beigazolták, — nemcsak az erdő kialakulása függ az éghajlattól, nemcsak azt a kölcsönhatást kell figyelembe venni, amit az erdő fái egymásra gyakorolnak, hanem rendkívül figyelemreméltó, sőt korszakalkotó fölfedezés az erdőknek a talajon kívül a környezetre kifejtett, úgynevezett éghajlatmódosító hatása.

### Az alkalmazott meteorológia egyik legrégebbi ága

Az erdészeti szakemberek korán felismerték az erdei éghajlatkutatás szükségességét és ezért az alkalmazott meteorológiának talán egyetlen ága sincs, amely oly hosszú múltra tekintene vissza, mint éppen *az erdészeti meteorológia*. Hazánkban már a múlt század folyamán megindultak a meteorológiai adatok gyűjtésére irányuló első kezdeményezések, azonban ezek igen szórványosak

és egyelőre magánjellegűek voltak. *Az erdészeti kísérletekkel kapcsolatban a hazai erdészeti kutatótelepeken 1900-tól kezdve indultak meg az első rendszeres meteorológiai észlelések.*

Minden telepen két állomás felállításáról gondoskodtak: egyik teljesen nyílt területen, másik állomás bent az erdőben a fák alatt. Az állomásokon rendszeresen észlelték a légnyomást, a léghőmérsékletet, annak legmagasabb és legalacsonyabb értékét, a viszonylagos légnedvességet, a besugárzás maximumát és a kisugárzást, ún. radiációs minimum-hőmérsékletet, a napfény tartamát órákban, a szél irányát és erősségét, a felhőzet nagyságát és a talajhőmérsékletet. Naponta feljegyezték a csapadék mennyiségét, alakját és tartamát, azonkívül minden olyan időjárási jelenséget, amelynek az erdő életére különös befolyása van.

*Az erdei klíma kutatásánál az erdészeti szakember előtt felmerülő alapvető kérdések: 1) Milyen számszerű különbség mutatkozik az erdei éghajlat és a puszta terület fölötti légtér éghajlata között, továbbá az egyes fajokból álló elegyes és elegyetlen, egyszerű és összetett állományok mikroklímája között? Mennyivel hűvösebb vagy melegebb, mennyivel szelesebb vagy szélcsendesebb, nedvesebb, vagy szárazabb stb. az erdei klíma a nyílt légtér éghajlatánál, vagy az erdei fenyves, lúcfenyőerdő, a tölgyes stb. éghajlata pl. a bükkös éghajlatánál?*

Az összehasonlítás kapcsán önként adódik a 2)-ik kérdés: *a kétféle éghajlat közötti különbséget mi okozza?* Milyen törvényszerűségek vonhatók le az apró részleteket feltáró különbségekből, mily számszerű kapcsolatok állapíthatók meg az erdő sajátosságai (alakja, összetétele, kora, sűrűsége), valamint az egyes fajok, a talaj és az éghajlat között? Végül 3) *Melyek az emberi beavatkozásnak azok a módjai, amelyeket alkalmazva az erdő- és mezőgazdaság számára a legelőnyösebb éghajlatot biztosíthatjuk?*

Az első kérdésre az egyes éghajlati elemeknek a puszta területre és erdőre vonatkozó sokéves átlag-, — gyakorisági — és szélső értékeit összehasonlítva szokták megadni a feleletet. Pedig a dolog nem is olyan egyszerű. Míg a nyílt területen elhelyezett meteorológiai megfigyelő állomás adatait évről évre azonos felállítás, hasonló feltételek mellett gyűjtik, addig az erdőben elhelyezett állomás környezete évről évre változik. Más a fiatal erdő, amelyben még nem záródott a fák lombkoronája, más az öregedő erdő, amely egyre ritkul, egyre kevésbé jól záródik. Általában az erdő eloszlása sem egyenletes, sőt a fák között az aljnövényzet is más évenként az erdőben a fák kora, illetőleg záródási foka szerint; sőt, azonos években is az év folyamán jelentős a lombzat változása. Végül fajtánként is különböző a lombkorona elhelyezkedése, megjelenése és lehullása. Így tulajdonképpen az erdő belsejében évről évre más mikroklímát mérnek, amelynek adataiból számított évi (vagy méginkább sokéves) átlag nem mérhető minden további nélkül a változatlan környezetű nyílt terület átlagához.

E nehézségekkel tisztában vannak az erdészek is, hogy azonban az azonos felállítást mégis megközelítsék, hasonló fajtájú és korú, már záródott lombkoronájú erdőkben állítják fel az ún. »erdei meteorológiai állomásokat«, így igyekezve összehasonlítást tenni az erdő és a puszta talaj fölötti légtér éghajlata között.

Ami viszont az egyes fajokból álló elegyetlen állományok éghajlatának egymás közötti összehasonlítását illeti, ott a fák kora csak nagyjából lehet az összehasonlítás alapja, miután a záródás fajtánként különböző időben következik be, ezért ott főleg a lombkorona záródott voltát vehetjük figyelembe.



Még nehezebb és csupán hozzávetőleges eredményt adhat az éghajlati összehasonlítás elegeyes és különböző korú állományok esetében.

A magyar erdészeti telepeken a XX. század elején gyűjtött és az Országos Meteorológiai Intézet által felülbírált és feldolgozott megfigyelési adatok a külföldön már előbb megindult kutatásokkal egybehangzó eredményeket adtak. Ezek voltak azok az elsődleges megállapítások, amelyek az erdészeti klimatológia alapjául szolgáltak: »Erdei felállításban a léghőmérséklet évi átlagban 0,5—1,0 fokkal alacsonyabb, mint nyílt felállításban, nyáron valamivel nagyobb, télen valamivel kisebb a különbség. Az erdei légtér nappal és nyáron valamivel hűvösebb, éjjel és télen valamivel melegebb a nyílt térnél. A relatív nedvesség az erdőben nagyobb. A levegő az erdőben alig hűvösebb a környezeténél, a talajhőmérséklet tekintetében már komolyabb különbségek mutatkoznak. A csapadék az erdőben, a fák alatt felállított esőmérő adatai szerint kisebb, mint a szabad téren, hiány évi átlagban 20%. Az elpárolgás az erdőben valamivel kisebb mértékű.«

További nagyfontosságú kutatások voltak már a 30-as években azok a szélmérésre vonatkozó hazai megfigyelések, amelyek eredményeképpen sikerült kimutatni az erdő szélfékző hatását. A megfigyelések szerint az erdőben lehet teljes szélcsend akkor is, ha fölötte vihar száguld.

## A lombkorona hatása

A második kérdésre az erdészeti kutatások határozott feleletet adnak: »A csupasz talaj és az erdei légtér közötti hőmérsékleti különbség oka nyilvánvalóan a napsugarak útjában álló és azok nagy részét elnyelő lombkorona«. Ennek jelenléte ugyanis döntő különbséget okoz a csupasz felszín és az erdei talaj fölötti légrétegek fölmelegedési módja között. A nap összszugárzását a lombkorona legfelső, keskeny rétege fogja föl, tehát az erdő légtérében nappal és nyáron ez a legmelegebb réteg. Ez melegíti föl a közvetlen fölötte levő levegőt és jóval csekélyebb mértékben az alatta levő erdei légtérét. Ez az oka annak, hogy a lombkoronától lefelé egyre hűvösebb zónák következnek, végül a talaj felszínén találjuk a leghűvösebb réteget. Ezzel szemben nyílt területen a talaj felszíne és a közvetlen talajmenti levegő a legmelegebb. Innen indul ki a talajmenti légrétegek fölmelegedése az úgynevezett »csereáramlás« útján. Az erdő talaja tehát a fölötte levő levegőtől veszi át a meleget, miért is az erdei talaj fölmelegedése lényegesen lassúbb és kisebb, mint a nyílt területé. Ennélfogva érthető, hogy az erdei talajfelszín nyári hőmérsékleti maximuma jóval alacsonyabb, mint a csupasz, fátlan területé.

Az erdei légtér különleges fölmelegedési módja indokolja meg azután az erdő klímájának tanulmányozásánál bevezetett sajátos mikroklimatológiai méréseket. Ezek az észlelések természetesen nem végezhetők a makroklima műszereivel, hanem kisméretű és érzékenyebb, jobbra elektromos mérőműszerekkel történnek a megfigyelések. Bár az erdei szélsőbesség mérésére gyakorta alkalmazták a Robinson-féle kézi kanalas szélmérőket, a leggyengébb szelek mérésére már hődrótos szélsőbességmérők használatosak. Mikroklimatikus párolgásmérő műszerül leginkább a Piche-féle párolgásmérő szolgál. A felfagyást, illetőleg a harmatot a makroklimatikus méréseknél is alkalmazott műszerekkel mérik, illetve regisztrálják.

Ezen mikroklimatikus műszerekkel végzett megfigyelések alapján a leg-egyszerűbb, egyszintű faállományban is különböző éghajlatú rétegek különböz-

tethetők meg. Így felülről lefelé haladva a legelső réteg az úgynevezett »tevékeny szint«, vagyis a lombkorona legfelső rétege, amely besugárzáskor a legmelegebb, kisugárzáskor a leghidegebb felület, tehát a legnagyobb hőmérsékleti szélsőségek helye. Ezután egy több méter vastagságú réteg: a lombkorona zónája következik. Lejjebb haladva a következő réteg a fatörzsek zónája. Ez a talajfelszíntől a lombkorona aljáig terjed. Ennek a zónának van aránylag legenyeltesebb, legszélsőségmentesebb éghajlata. Ha az erdő fái alatt még úgynevezett aljnövényzet is van (fiatal hajtások, bokrok, gyomnövények), akkor ez a talajfelszín fölötti légrétegben még külön mikroklímát teremt. Mint a kutatások igazolják, a nyílt terület és az erdei talaj, valamint a felettük levő légtér felmelegedésének módja merőben eltérő egymástól és ebben, valamint az erdei éghajlat kialakításában döntő szerepe van a lombkoronának.

### A természet irányítása

Ami a harmadik kérdést: az erdőművelés terén való beavatkozást illeti, e tekintetben már a mikro- és mezoklíma előnyös megváltoztatása révén elért határozott és számottevő eredmények vannak: akár a szakszerű gyéritésre, az aljfatelepitésre, akár a fafajcserére, akár pl. a mezővédő erdősavók éghajlat-alkotó hatására gondolunk.

A gyérités célja a *fölösleges faanyag kihasználása mellett* szakszerű beavatkozással biztosítani a legjobb minőségű fa termelését és egyúttal előkészíteni az idős erdő kihasználása után annak fiatal nemzedékekkel való felváltását. Fontos, hogy a gyérités kellő szakértelemmel történjék, mert ha a faegyedek között túlnagy hézagok támadnak, a szélnek való nagyobb kitettség és túlzott mértékű besugárzás, valamint az ennek következtében megváltozott párolgási, légnedvességi viszonyok az állományban súlyos károkat okozhatnak. Az aljfatelepitést csupán fényigényes állományokban alkalmazzák, hogy az aljfa árnyékával a fűnővényzet betelepülését megakadályozza. Ezenfelül az aljfa elősegíti a talaj termőerejének megőrzését, védi a talajt a besugárzás és szél szárító hatásával szemben, megőrzi a talaj morzsás szerkezetét és a talajnedvességet. Az aljfa telepítéssel kapcsolatosan tudni kell, hogy nemcsak a lomsátor van hatással az aljnövényzetre, hanem utóbbi is a felette növő faegyedekre, bár a lombkorona semmivel sem részesül ezáltal kevesebb napsütésben, de más körülmények: a mikroklíma megváltozása, a kevesebb tápanyag befolyásolják a lombkorona további kialakulását.

A természetes fafajcseréje tulajdonképpen abban áll, hogy valamely erdőben az állatok vagy a szél útján elterjesztett magról kelt más fafajta települ, amely idővel uralkodóvá válik és felváltja az addig ott élő fafajta. Pl. előfordul a lúcfenyő felváltása nyírral és viszont, erdeifenyő felváltása lúccal, vagy erdeifenyő felváltása tölgygel. Ez utóbbi megfordítva nem lehetséges. Érdekes a lúccal és nyírral küzdelme a fafajcserénél. Amíg a lúccal a nyíres árnyékában él, addig nincs baj, mihelyt azonban a lúccal magassága a nyírfák lombzatába belenő, a nyír fölveszi vele a harcot, gallyaival csapkodni kezdi, s mivel a vékony nyírfagallyakat már gyenge szellő is mozgásba hozza, elképzelhető, hogy erős szélben az ütések ereje annyira fokozódik, hogy végül is megtörik a lúccal tüt. Ezt a túlevelek, majd az ágak leszáradása és nem ritkán a fa kipusztulása követi. Ha azonban a lúccal fenyegetés sikerül a nyírfákat túlnőnie, akkor az árnyékba került, fényigényes nyírfákra vár biztos pusztulás. Leginkább hasonlíthatnánk ezt a jelenséget az emberi társadalomban egy balul sikerült társbérlethez.

(Ez a jelenség hazai viszonylatban nem fordul elő, csak a magasabb földrajzi szélességek alatt fekvő területeken.)

Az egyes műveletek (gyérítés, mesterséges fafajcsere, stb.) helyes alkalmazásához — amelyek mindegyike tulajdonképpen a mikroklíma megváltoztatását jelenti — az erdészeti szakembernek alaposan ismernie kell az egyes fafajták különböző korban fellépő hőmérsékleti, fény-, nedvesség-, illetve csapadékigényességét is. Mind a példaképpen felemlített, mind a többi számtalan területen lehetséges sikeres beavatkozás ennél fogva az egyes fafajták és azok élettani, talajtani, éghajlati adottságai közti kapcsolatok földérítését teszi szükségessé.

Tehát, amíg a klimatológust az erdő éghajlata nagy vonásokban, általánosságban érdekli, az erdészeti klimatológia az ő sajátos céljainak megfelelően és sajátos műszereivel, valamint különleges mérési módszereivel az erdő fának fejlődése és az erdei éghajlat közötti legrészletesebb összefüggéseket kutatja.

Hogy az erdő éghajlati viszonyait közelebbről megismerjük, menjünk el gondolatban egy erdei kirándulásra!



23. ábra.

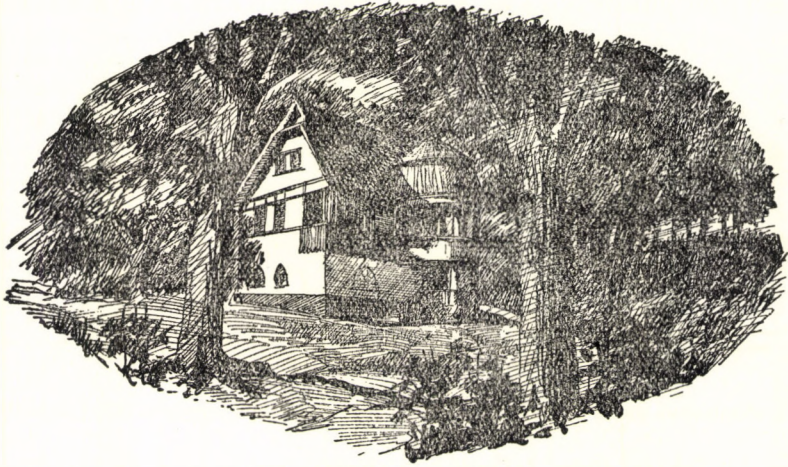
## Egy nyári nap története

Forró nyár van. A tikkasztó meleg az utolsó fűszálat is kiperzselte a bugaci pusztán. Már közel félnapja kocsikázunk, amikor végre a szikrai határba érünk. A Holt-Tisza mentén buja, zöld növényzet fogad. Majd beljebb kocsizva, az erdei úton egyszerre csak feltűnik előttünk utazásunk végcélja: hatalmas tölgyerdő közepén áll az erdészlak.

A roppant nagy zöld lombsátor alatt vagyunk: a nap sugarai csak letompítva érkeznek ide. Közvetlen fény nem jut be a sűrű lombok alá, csak szétszórt és átszűrt fény. Az átszűrés a fény minőségét is megváltoztatja. Erre vonatkozóan színképelemző készülékekkel végzett erdészeti kutatások megállapították, hogy a falevelek a napfényből — amely, mint tudjuk, összetett fény — fajtáinként más és más színeket engednek át. Ez az oka az erdőben sokszor tapasztalható hangulativilágításnak.

Érdeklődéssel hallgatjuk vezetőnk magyarázatát: »A külföldi kutatások szerint a lúcfenyő és a bükk erősen elnyeli a színek vörös színét és a kéktől az ibolyáig terjedő részét, az erdeifenyő, vörösfenyő és a nyír a színek kék

színeiből kevesebbet nyelnek el, mint a lúcfenyő, a vörös és ibolyaszínűből még kevesebbet, mint a bükk. Általában az elnyelt fény minőségére vonatkozó vizsgálatok azt mutatják, hogy a fák levelei a vörös-, kék- és ibolyaszínű sugarakat nyelik el leginkább. A természet nagy rendjében e tekintetben is csodálatos törvényszerűség uralkodik. Így nem véletlen, hogy a lúcfenyő megél, sőt szívesen tenyészik az erdeifenyő állományok alatt nemcsak árnytűrő természeténél fogva, hanem főleg azon érdekes körülmény következtében, hogy az erdeifenyő éppen azokat a sugarakat (kék- és ibolyaszínű) engedi át nagyobb mértékben, amelyek a lúcfenyő fejlődéséhez szükségesek.«



24. ábra. A szikrai erdészlak.

Az erdészeti tudományos mérések megállapították a különböző fajtájú, különböző sűrűségű állományok lombátorán áthatoló fény mennyiségét. Ezek szerint pl. a bükkállományok koratavasszal a sűrűségtől függően a teljes megvilágításnak csak a 25—50%-át engedik át. Mértékegységül az a fénymennyiség szolgál, amely a fényérzékeny papírt egy másodperc alatt megfeketíti.

A hősugarakat is elnyelik a lombok. Szükségük van rájuk az élettani folyamatoknál. Az elnyelt, illetőleg átszűrt hősugarak következtében érthető, hogy az erdő talaja ilyen forró nyári napon sem melegszik fel olyan mértékben, mint a körülötte levő fátlan, pusztta terület.

Egyik kiránduló társunk jókedvében felmászik »hűsölni« egy tölgyfa tetejére, de hamarosan le is kúszik onnan, mert — mint mondja, a hőség ott fenn kibírhatatlan. Úgy okoskodott, hogy a földtől távolabb szellősebb, hűvösebb helyre talál, de éppen megfordítva : a lombkoronának abba a legfelső, de egyúttal legmelegebb rétegébe jutott, amely fölfogja a nap össz sugárzását és mint egy vízszintes rétegben elterülő fűtőtest, melegét fel- és lefelé továbbítja. Kiránduló társunk így saját bőrén tapasztalhatta, hogy az erdő légtérében forró nyári napon ez a legmelegebb réteg, mert minél lejjebb ereszkedett, annál hűvösebb volt a levegő, míg végül elérve, közvetlenül a talaj felszíne fölötti légréteget találta leghűvösebbnek.

Míg az erdő melletti tisztáson a sárgára perzselt gyepparadványt úgyszólván tüzesnek találjuk, és fölötte a levegő szinte izzik a forró napsütéstől — pár

méterrel odébb az erdő levegőjét pinchűvösségének érezzük. Házigazdánk, az erdész megmagyarázza, hogy a képzelt nagy hőkülönbség ilyenkor déli időben is mindössze csak néhány fokot tesz ki. Az erdőben tapasztalt hűvösségérzet csupán csalóka érzés, amelyet elsősorban a sugárzás hiánya vált ki, de nagymértékben hozzájárul az erdőben uralkodó alacsonyabb hőmérséklettel egyidejűen fellépő különböző légnedvességérték is.

Házigazdánktól megtudjuk, hogy az erdészeti telepeken végzett megfigyelések eredményei szerint a szabad levegő hőmérsékletéhez képest nyáron a tölgyesben csupán 3—4 fok hőkülönbség tapasztalható, erdei fenyőerdőben ez a hőkülönbség 3 fok körüli, bükkösben már 4—5 fokot tehet ki. Általában az erdő belsejébe jutó fény és hő mennyisége a fafajtán kívül a fák korától,



25. ábra. »Szabadon nőtt« (balról) és sűrű állományban nőtt egykorú fák (jobbról).

tehát a záródás fokától függ. A fenyők lombozata rendszerint jól záródó, míg a lombosfák a fény- és hősugarakat jobban átteresztik.

Délutáni erdei sétánk alatt fiatal tölgyesen át visz útunk. Itt még nem záródott a fák lombkoronája. A nap sugarai itt-ott közvetlenül érik a talajt. Emiatt a napfénykedvelő gyomok és a fölverődött sarjak helyenként annyira elhatalmasodnak, hogy elnyomják a gyenge faállományt. Vezetőnk szerint a tölgyes fejlődése folyamán, körülbelül csak 3—4 év múlva záródik majd az erdő. A záródást követően elpusztulnak majd a napfényigényes gyomok. Ilyenkor már fatársadalomnak is nevezhetnők az állományt, amelyben már a záródás után nincsenek önálló egyedek, hanem mindenegyus fa a másik hatása alá kerül. Bizonyos mértékben hasonlít ez az emberi társadalom kezdeti formájához, amelynek tagjai szövetkeznek ugyan az életért való küzdelemben egymás megsegítésére, de időnként a gyengébbet elnyomja az erősebb. Ilyenkor utóbbi egyre több fényt kap és mind jobban fejlődik, míg a növésben hátramaradt társa egyre inkább a lombsátor alá kerülve lassan elhal, kipusztul. Ahol túlsűrű az állomány, a fák versenyt nőnek fölfelé, mert a napfény jelenti számukra a fejlődést, az életet. Megfigyelhettük, hogy emiatt a sűrű állományban növény fák általában magasabbak voltak, mint a szabadon növény, velük egykorú társaik. A természetet jól megfigyelő erdészeti szakemberek rájöttek, hogyha a lassan növény fákat csak oldalról árnyékolják be más faegyedek, akkor előbbiekre serkentőleg hatnak. Ugyanis oldalról való beárnyékolásukkal megakadályozzák őket abban, hogy oldalágakat fejlesszenek és így arra kényszerülnek, hogy nagyobb erővel törjenek fölfelé. Ezt a tapasztalatot fel is használják az erdőművelésnél a lassan növény fafajok serkentésére oly módon, hogy a lassan növény

fafajok telepítésekor szomszédságukban más, árnytűrő fafajokat is telepítenek.

Sűrű állományban a fák koronái összefüggő lombsátort alkotnak és csak igen kevés napsugarat engednek keresztül. Így a felülről beszűrődő napfény lejjebb hatolva a fák koronái között fokozatosan gyengül, egy bizonyos magasságban pedig már oly csekély mértékűvé válik, hogy a levelek elpusztulását és a gallyak leszáradását okozza. Ezért tudják nélkülözni az erdő fái a kertész ágtisztító tevékenységét. Ezt a munkát az erdőben maga a természet végzi el a fák egymásra gyakorolt, kölcsönös árnyékoló hatásával. Ez az úgynevezett természetes ágtisztulási folyamat, amely bizonyos magassági rétegben uralkodó mikroklíma, bizonyos különleges fény- és hőviszonyok eredménye.

Vezetőnk egykorú fákat mutat; hihetetlen nagy különbség adódik szabadon növő és sűrű állományban élő fa esetében. Míg a szabadon növő fák törzse főleg vastagságban fejlődött, addig az állományt alkotó fáknál a magassági növekedés volt szembetűnő. A kutatások, — magyarázza az erdész — a természetben uralkodó törvényszerűséget e tekintetben is felderítették. Ugyanis a vizsgálatok azt igazolják, hogy a zárt állományban nőtt fák magassági és vastagsági növekedése között számszerű összefüggés van, ami a megvilágítás fokától függ.

Már a felületes megfigyelés is azt mutatja, hogy a különböző fafajok eltérő módon viselkednek a fényvel szemben. Bizonyos fafajok, mint a vörösfenyő, erdeifenyő, nyír, tölgy, teljes fényt követelnek, mások, mint a juhar- és szilfélék középphelyet foglalnak el, míg egyes fajták, mint a lúcfenyő, bükk, gyertyán és hárs a legnagyobb fokban árnytűrők. Nem véletlen, hogy a gyorsan növő fafajok fényigényesek, míg a lassan növők árnytűrők. Egyes fafajok törzsein több áteresztett fény mellett is bekövetkezik már a természetes ágtisztulás, más fajták ágai viszont sokáig élnek árnyékban is. Ez a magyarázata annak, hogy a lúcfenyő települése nemcsak megél, de viszonylag jól is érzi magát az erdeifenyő lombsátora alatt, ha a talaj megfelelő számára, az erdeifenyő esetéi azonban csak ritkán, kivételesen található a lúcfenyőállományok alatt. Megjegyzendő, hogy valamely fafaj árnytűrési foka faji sajátosság ugyan, de fajonként mégsem állandó érték. Ugyanez a fafaj egyik éghajlat alatt sokkal több fényt igényel, mint a másik alatt, azonkívül a talaj minősége és a fák kora szerint is e tekintetben különbségek vannak. A fák fejlett és öreg korukban több fényt követelnek, mint csemetekorban.

A növényteni kutatások szerint az eltérő árnytűrést a levélszervek különböző anatómiai felépítése okozza. Az árnytűrők levelei főként szivacsos sejtekből állanak, viszont a fényigényes fák levelei majdnem kivétel nélkül oszlopos szövetsejtekből tevődnek össze. A szivacsos szövetsejtek gyenge fényben, az oszlopos szövet pedig erősebb fényben is életképes. További növényteni kutatások azt is bebizonyították, hogy azonos fajú fák leveleinek hol főleg szivacsos, hol pedig oszlopos a szövete, aszerint, hogy fényben vagy árnyékban születtek-e. Ezért, ha egy árnyékban nevelődött fácska hirtelen napfényre kerül, levelei megpörkölődnek, a fa előbb elcsenevészedik, majd legtöbbször el is pusztul. Az ilyen elnyomott fácskának ugyanis olyan levelei vannak, amelyek az árnytűrő típusnak megfelelően szivacsos szövetből állanak. Ha az ilyen fa minden átmenet nélkül teljes fénybe kerül, elpusztult levelei helyett legtöbbször nem képes a megváltozott fényviszonyokhoz alkalmazkodó leveleket növelni, úgy-hogy a levelek leszáradását csaknem kivétel nélkül a fa teljes elpusztulása követi.

Továbbstálva a sűrű tölgyesben, vezetőnk újabb érdekes dologra hívja fel figyelmünket: az erdőben kialakult különleges fény- és hőviszonyok az erdei közösségben élő fák törzsének nemcsak a vastagságát és magasságát, hanem

az alakját és megváltoztatják. Valóban, a sűrű állományban nőtt fák törzse hengeresebb, azaz a törzs egész hosszában véve inkább hengerhez, míg a szabadon nőtt fák törzse inkább kúphoz hasonlított, vagyis a fa törzsének átmérője szabad állásban nőtt fánál a fa hegye felé rohamosan kisebbedett. Így alakítja át az erdő a benne élő fák alakját. Ez a módosító hatás zembetűnően érvényesül az aljnövényzetnél, a fiatal hajtásoknál is. Leginkább egy-egy lapos napernyőhöz hasonlíthatnánk őket. Így igyekeznek növelni felületüket a csekély napfény felfogására, ami a lombátoron keresztülhatolhat.

Az erdész tovább mesél. Érdeklődéssel hallgatjuk minden szavát. Az erdei éghajlat módosító hatása nemcsak a fatörzsek magasságára és alakjára, nemcsak a lombkoronára terjed ki, hanem kihat a korona alakja a gyökérzetre is. De megfordítva: ha valami gátolja a növényzet fejlődését, az kihat a korona kialakulására még akkor is, ha az teljes napfényben részesül. Továbbá a fáknak az erdőben egymásra kifejtett kölcsönhatása nemcsak a korona, gyökérzet és törzs magasságának és alakjának a megváltoztatására vonatkozik, hanem kiterjed a szaporodásra is. A gyorsnövésű, fényigényes fajok aránylag korán hoznak magtermést, az árnytűrők és lassabban növőek viszont későn érnek meg. Az érettség kora az állományokban 10—20 évvel később, de néha még ennél is hosszabb idő múlva következik be. Ez természetes is, hiszen a sűrű állományban nőtt lombkoronáknak kevesebb napfény jut, az ásványi táplálék is fogyatékosabb és a hosszantartó magassági növekedés is késleltetést okoz. Ezzel szemben a szabadon állóknak koronáját több napfény éri és számára a talajból is több táplálék áll rendelkezésre.

Érdekes volt megfigyelni sétánk közben a különböző fényigény következtében az egyes növények egymás fölötti szintekben való elhelyezkedését. Legfelül a legfényigényesebb tölgy és szilfélék, alattuk a juharfélék, legalól a cserjék következtek. Mint vezetőnk felvilágosít, többszintes állományok is előfordulnak a különböző erdőkben. Így földünkön helyenként ötszintű állományok is találhatóak.

Az emlékezetes kirándulás kapcsán többek között megismertük az erdei légtér felmelegedési viszonyait egy nyári napon. Ami a lehülést illeti, e tekintetben ugyancsak eltérők az erdei légtér viszonyai a szabad területéhez képest. Könnyű belátni, hogy a különbséget a lehülésben is a lombkorona jelenléte okozza. A védő ernyőhatás éjjel is érvényesülve jelentős mértékben csökken a hőkisugárzás. Az erdei levegő ezért nem tud nyári éjjelen úgy lehűlni, mint a csupasz talaj feletti légtér. Minél sűrűbb a fák lombozata, annál mérsékeltebb az erdőben az éjszakai lehülés. A lombkorona felső szegélye és a fölötté levő keskeny légréteg, a nappali legmelegebb felület lesz éjjel a legnagyobb lehülés helye. Zárt lombkorona mellett tehát itt alakulnak ki a legnagyobb hőmérsékleti szélsőségek. Így az erdő talaja és légtere kevesebb meleget kap, de éjjel kevésbé is sugározza azt ki, azonban az erdő a besugárzást erősebben mérsékli, mint a kisugárzást. Télen természetesen sokkal kisebb mértékben, de ugyanez az árnyékhatás érvényesül. Ennek egyenes következménye, hogy az erdőben egy-egy nap folyamán, de évi viszonylatban is lényegesen kisebb a hőingadozás a szabad területéhez képest. A nyár hevét jobban és a tél zordságát valamivel kevésbé, de *mindkét szélsőséget letompítja az erdő*. Főleg ez az oka, hogy az erdei éghajlatot aránylag télen-nyáron kellemesnek érezzük; bár a kellemes érzet kiváltásában nem kevesebb része van a pormentes, tiszta és a különböző vendéganyagokban gazdag erdei levegőnek (virágillat, növényekből származó illóolajok, gyanta stb.).

A lombkoronának éghajlatalakító hatásán kívül igen fontos növényélettani szerepe is van. Nevezetesen: nyáron megvédi az alatta fejlődő csemetéket az erős besugárzástól, viszont a fagy iránt kényesebb csemetéket és fiatal fákat a lombsátor védi az éjjeli lehűlések alkalmával. Más részről a lombsátor magának a fának is védelmet ad oly módon, hogy árnyékával elpusztítja a fénykedvelő gyomnövényeket. Ezáltal nemcsak önmagának, de utódjainak is védelmet ad.

Az erdő éghajlatának tanulmányozása teszi lehetővé az erdészeti szakember számára a természet utánzását. Pl. a lombsátor védőhatásának a gyakorlati felhasználása, amidőn valamely fagy iránt érzéketlen fajfaj zárú ása után annak lombsátora alá fagy iránt érzékeny fajfajt telepítünk. Így a természet titkainak ellesése és utánzása útján, vagyis kedvező mikroklíma teremtetésével eredményesebb lesz a fásítás és általában az erdőművelés.

Az erdei levegő kisebb hőingásának megfelelően az erdei talaj hőmérsékleti ingása is jóval kisebb, mint a fátlan, pusztai talajé, ami azt jelenti, hogy az erdő talajának hőmérséklete a nap folyamán, még a talajfelszín közelében is alig változik. Az évi változás már jelentékeny, de a szabad területek hőingásához viszonyítva jóval kisebb értékű. Természetesen itt a talaj minősége szerint is nagy különbségek állhatnak elő.

Az erdei füvekből, gyomokból, mohákból álló élő talajtakarón kívül a zárt állományokban még holt talajtakarót is találunk. Az erdő fának levélzete a levelek tulajdonképpen rendeltetésén: az asszimiláción, elpárologtatáson kívül még egy hivatást tölt be: a levelek lehullása, elrothadása, felbomlása után ebből képződik az erdei talajfelszín fölötti jellegzetes réteg, az úgynevezett »alomtakaró«. Ez nagyfontosságú szerepet tölt be az erdő életében: itt csírázik ki a fák lehullott magja, ez ad jó ideig védelmet a csíracsemetéknek és a magról kelt fiataloknak, ez ad puha fészket a bozótban az erdei vadaknak s nyújt számukra menedéket a tél dermesztő hidege ellen.

Az alomtakaró hőhatása elsősorban hőszigetelő tulajdonságában nyilvánul meg. Az alom csökkenti az erdei léghőmérsékletet amúgy is lecsökkentett napi és évi ingadozását, védi a talajt a be- és kisugárzástól. Itt is fajajonként különbségek vannak.

Másrészről az alom megőrzi a talaj számára a nedvességet, meggátolja a víz elfolyását, az elpárolgás ellen védelmet ad a talajnak. Így az alomtakaró szabályozza, még egyenletesebbé teszi az erdei légtér hőmérsékletét és nedvességét, de amellet fontos szerepet tölt be az erdő talajátalakító hatásában is.

Emellett az erdő a fák gyökerei útján közvetlenül is hatást fejt ki a talajra, ezáltal megváltozik a talaj szerkezete. A gyökerek az élettani folyamatokhoz roppant mennyiségű nedvességet szívnak fel és így alaposan kiszáritják az erdő talaját és altalaját.

Az erdő talaja évi átlagban hidegebb, mint a csupasz területé. Legnagyobb különbség mutatkozik a lúcfenyő hatására ( $2-3^{\circ}\text{C}$ ), a tölgy esetében csak  $1,5-2,5$  fokkal, vörösfenyő esetén  $0,7-2,0$  fokkal csökken az erdei talaj évi átlagos hőmérséklete a környezetéhez képest. Az erdő alatti talaj és az erdő lombzata alatti levegő hőmérséklete is nagy különbséget mutat a pusztai területhez viszonyítva, még pedig e különbség nyáron legtöbb, télen legkevesebb.

Tanulságos szikrai kirándulásunk a végéhez közeledik. Úgy érezzük, többet okultunk ezen az egy napon, mint évek alatt a természetrajz-órákon. De vezetőnket egyre több és több kérdéssel ostromoljuk: »A fajfajok melegsükségletéről szeretnénk valamit hallani!« Máris hangzik a türelmes válasz:



A fajok melegsüksége különböz. Ha az egyes fajták földrajzi határait tekintjük és az azokon belül uralkodó hőmérsékleti viszonyokat nézzük, a fajták bizonyos fokozati sorrendbe foglalhatók. Nagyjából legtöbb meleget igényli a gesztenye, akác, tölgy, utána a kőris, éger, nyír, jegenyefenyő, lucfenyő, havasi és vörösfenyő.

A fajok hőigényének jellemzéséhez meg szokás adni a számukra szükséges melegmennyiségen kívül az illető fajta hőmérsékleti szélsőségek esetén való viselkedését is, valamint a tenyészidőszak tartamát. Egyes fajok, mint a bükk, tölgy a tavaszi fagyok iránt érzékenyek, de majdnem teljesen érzéketlennek mondhatók a nyír, a vörös- és erdeifenyő, középhelyet foglalnak el a juharfélék. Különösen veszélyes a tavaszi fagyok iránt érzékeny fajtákat melegebb éghajlat alá telepíteni. Ott ugyanis a nagyobb meleg hatására hamarabb kihajtanak tavasszal és bennük a késői fagyok súlyos károkat okozhatnak. Az őszi fagyokkal szemben inkább csak olyan fajok érzékenyek, amelyeket hidegebb éghajlat alá telepítettek.

A téli fagyok megrepszítik a fák törzsét, ahol a gombacsírák könnyen behatolhatnak és lassan a fa elhalását idézik elő. Vizenyős talajokon nagy veszélyt jelent a felfagyás, amely a gyökerek szétszakadását és különösen a fiatal facsemeték pusztulását okozza.

Más oldalról a szokatlan forróság héjjaszással fenyegeti a fákat. Szoros összefüggést találunk az árnytűrés és héjjaszás között. Minél árnytűrésebb valamely fajta, annál inkább ki van téve a héjjaszás veszélyének. A síma kérgűek mind árnytűrésűek, és mint fentebb is rámutattunk, sűrűbb állományokat alkotnak. Elképzelhető, hogyha hirtelen hozzuk őket szabad állásba, legtöbbször héjjaszás, elperzselődés és pusztulás a végük.

Újabb kérdések röpködnek, de ezekre is megkapjuk a kielégítő feleletet. Egyes fajok, mint pl. itt a Holt-Tisza partján dúsan tenyésző füzek, nyárfák, platánok erősen igénylik a nedvességet, mások mint alföldünk kedves akácfái, jól tűrik a szárazságot. Az elpárolgást illetően is fölfedezhető bizonyos törvényszerűség, amennyiben a lombos fák jóval többet párologtatnak el, mint a tűlevelűek, viszont a tűlevelűek azonos párolgási viszonyok között tovább megőrzik a nedvességet. Érdekes jellegzetesség, hogy, míg az erdei fenyő párologtatása árnyékban csökken, addig a bükké és gyertyáné emelkedik. Hogy az elpárolgás nemcsak fizikai, hanem élettani folyamat, amelyet a növény szabályoz, bizonyítja az a körülmény, hogy az elpárolgó víz mennyisége az öntözés fokozásával jelentékeny mértékben növekszik.

A szép napnak vége. Elbúcsúzunk kedves házigazdánktól, akitől a magyaros vendéglátáson kívül oly sok hasznos és érdekes dolgot tanultunk.

## A lombsátor belsejében

Sopronban vagyunk. Viharos szél söpri végig a jól ismert, kedves, ódon utcákat. A viharral mitsem törődve a Szerpentinén két turista kapaszkodik fölfelé. Megszokott kis sétájukat róják le a napi munka után. A süvöltő szél össze-vissza cibálja őket. De már csak néhány lépés: a végeleáthatatlan sűrű fenyőerdőbe érve folytatják útjukat. Alig száz lépés és megszűnik a szél hatalma. Mi történt? Az erdő percek alatt lefékezte a szelet. A turisták az erdő fölött kavargó, száguldó szélviharból csak a fák zúgását hallják. Ennek a jelenségnek közismert oka, hogy az erdő szélén hirtelen lecsökkenvén a szélesebbség, a nagy szélnyomás következtében összetorlódott levegő egy része a lombsátoron

át föláramlik az erdő fölé, egyrésze tovább folytatja útját egyre kisebbedő sebességgel az erdőben. Ez a szélsébség azután az erdő szerkezete szerint igen kis értékre, sőt teljes szélcsendre is csökkenhet. A mozgási energia többi része mechanikai munkára használódik (gallyak mozgatása, letörése), illetve a fákhoz súrlódáskor hővé alakul.

Mi következik abból, hogy az erdő belsejében lecsökken a szél sebessége? Elsősorban az, hogy mind a növényzet, mind a talaj elpárolgása lényegesen (2—9%-kal) kisebb lesz, mint nyílt területen. Ennélfogva az erdő a rendelkezésre álló nedvességet jóval gazdaságosabban kezeli, mint a fátlan puszta terület. Ezért az erdei talaj felső, 20—30 cm-es rétegének egész éven át nagyobb



26. ábra. Viharos szélben a soproni »Szerpentinén«.

a nedvessége, mint ugyanannak a rétegnek szabad területen. Teljesen más azonban a nedvesség eloszlása a mélyebb rétegekben, kb. 30 cm-től lefelé, a gyökerek zónájában. Itt egész éven át szárazabb a talaj, mint nyílt területen. Hasonlóképpen a talajvíz szintje is mélyebben van az erdő alatt a környezethez képest, a víz ugyanis felhasználódik az elpárologtatásra az élettani folyamatoknál.

Az erdővágásoknál sem nélkülözhetők a meteorológiai adatok. Itt fontos, hogy figyelembe vegyék az uralkodó szélirányt, különben a hirtelen megváltozott viszonyok közé került állományokban a szélvihar nagy károkat okozhat. Ugyanis az állományban nőtt fák csökkentett erejű szél hatása alatt nőnek föl és ahhoz idomulnak: törzsük alján ugyanis nincs a szabadon nőtt fákra jellemző megvastagodás, amelynek segítségével a szél erejének biztosan ellenállhatnak. Ha tehát az ilyen facsoportot szokatlan erejű szél éri, könnyen okozhat sérüléseket s ha a fát nem is dönti ki, de a meglazulást megsínyli a gyökérrendszer, az egész fa kevésbé ellenálló lesz a szúkkal és egyéb rovarokkal szemben s végül is többnyire azok áldozatául esik.

Láttuk, hogy az erdő jelenléte megváltoztatta az erdei légtér sugárzási, hőmérsékleti, szél, nedvességi és párolgási stb. viszonyait. Az erdőszeti klimatológiát érdeklő további kérdés: hogyan gazdálkodik az erdő a lehullott csapadékkal? A fák alatt felállított csapadékmérő adatai szerint a csapadék az

erdőben kevesebb, mint nyílt területen. A lombosítás ugyanis a ráhulló csapadék nagy részét (20—80%-át) felfogja, ami azt jelenti, hogy 20—80%-kal csökken az erdő talajára jutó csapadék mennyisége. Ennélfogva az erdővel borított talaj kevesebb csapadékhoz jut, mint amennyi földrajzi helyzetének megfelel.

A lombos fák, különösen télen, lombtalan állapotban nagyobb, a fenyők kisebb mennyiségben engedik át a csapadékot. A lombosítás által felfogott csapadék egy része a levelekről elpárolog, másik része a gallyakon és törzseken át levezetődik a talajhoz. A törzseken lefolyó csapadék mennyisége egyes fajok esetében egészen jelentéktelen, erdeifenyőn 1%-nál is kevesebb, lucfenyőn 1—5%, bükk esetében viszont elég jelentékeny, a 21%-ot is eléri. Ily módon a csapadékmérő műszer adatánál több csapadék jut valójában az erdő talajára. A lombokról elpárolgott és a talajra levezetett csapadék körülbelül egyenértékűek. Kisebb, 1—2 mm-es csapadékból úgyszólván semmi sem jut az erdő talajának. Nagyobb csapadék a törzsek mentén sokszor zuhatag alakjában ömlik a talajra. Az erdő lombosítására által felfogott csapadék egyébként az erdő összetételétől és a korától, tehát a lombosítás sűrűségétől függ. Amíg a facsemeték nem záródnak, addig az erdő talaja a lehulló csapadéknak majdnem teljes mennyiségét megkapja. A fák záródása után azonban egészen megváltozik a helyzet: az erdő talajára jutó csapadékkal együtt csökken az odajutó fény és hő mennyisége, a szél ereje, ennélfogva a levegő relatív nedvessége, ezzel kapcsolatban csökken a párolgás, kisebb lesz a léghőmérséklet ingadozása s egyúttal a talajhőmérséklet ingadozása is mérséklődik. Vagyis az erdő zárt lombosítása alatt egészen különleges mikroklíma: erdei éghajlat alakul ki.

Külföldi erdészeti kísérleti állomásokon csapadékmérők alkalmazásán kívül egyidejűleg a törzsen lefolyt vizet is megmérték. Eszerint a mezőre lehullott csapadékmennyiséghez viszonyítva a fákról az erdő talajára lejutott összes csapadékmennyiség legtöbb volt bükk és tölgy esetében (60—80%), kevesebb lucfenyő esetén (40%), legkevesebb vörösfenyőnél 20%, ebből tölgyfákon végzett méréseknél hatszor annyi, bükkfa esetében tízszer annyi csapadék folyt le a törzsen, mint lucfenyő esetén.

Az erdei csapadékmérésre vonatkozó vizsgálatok élesen kimutatták, hogy a fajok visszatartó képessége és árnyttűrése a legszorosabb kapcsolatban állnak egymással. Míg a fénykedvelő fajok laza koronájukon, illetve túlévelzükön jóval több csapadékot engednek át, addig a sűrű lombú és tűjű, tehát árnyttűző fajok a csapadék jelentékeny részét feltartóztatják. Valamely vidék beerdősítése tehát azt jelenti, hogy attól a területtől a fajok szerint több-kevesebb csapadékot elvonunk (20—80%).

A megfigyelések szerint a csapadék legnagyobb mennyiségét sem a fiatal, sem az öreg, hanem a középkorú erdő tartja vissza. Tehát az öregedő erdő lombosításán egyre több csapadék hatol át. Ennek igen nagy a jelentősége élettani szempontból, mert a lombkorona ritkulásával egyidejűleg megjelenik a magtermés, majd a lombok közt áthatoló lassan erősödő napfényben megindul az új nemzedék fejlődése.

A légköri csapadék erdei talajra való lejutása szempontjából nemcsak a fa fajtáját, hanem annak korát is figyelembe kell venni, vagyis azt, hogy a csapadékmérés a fák záródása előtt vagy utána történik-e. Fenti szempontok mellett nem hagyható még figyelmen kívül az a körülmény sem, hogy az erdei csapadékmérést milyen éghajlat alatt végezzük, ahol záporosók, vagy ahol csendes esők a gyakoribbak. Ugyanis nagy intenzitású záporosók esetén a lombkorona által felfogott csapadékmennyiség felénél is kevesebb, mint utóbbi esetben.

Az erdő talajára jutó csapadék mennyisége növelhető vagy csökkenthető megfelelő mesterséges beavatkozással. Pl. gyérités vagy alfa telepítés alkalmazásával stb.

Az erdők csapadékvisszatartó képességéből következik, hogy az erdő védőhatást fejt ki a talajra : megvédi azt az elhordástól, lemosástól. Különösen hegyvidéken van ennek nagy jelentősége. A tapasztalat azt igazolja, hogy erdőirtás után a hegyek a szél és záporok romboló munkája következtében csakhamar kopárokká és terméketlenekké válnak.

Összefoglalva : a lombátor csapadék visszatartó képessége, amely minden erdő közös vonása, kiterjed — bár nem egyenlő mértékben — mind a cseppfolyós, mind a szilárd halmazállapotú csapadéokra és mennyiségét háromféle tényező szabja meg :

1. az állomány fajtája és kora (sűrűsége),
2. az éghajlat (csapadék intenzitás, szélerősség),
3. a csapadék alakja (eső, hó).

### A harmat, dér és zúzmara szerepe

Az évi csapadékmennyiséghez viszonyítva nem nagy érték, de az erdő életében mégis nagy jelentőségű az a nedvesség, amelyet harmat, dér és zúzmara alakjában kap. Közös néven bevonatoknak szokás nevezni őket. Kimondottan mikroklimatikus vonatkozású jelenségek, miután valamely vidék harmat, dér, zúzmara gyakoriságát a helyi növényzettel kapcsolatos talajnedvesség, talajmenti légnedvesség, illetőleg a növényzet következtében megváltozott szél- és sugárzási viszonyok szabályozzák.

Valamennyire nézve jellemző, hogy nem felhőkből hullanak alá, hanem a talajmenti légréteg vízgőzének kicsapódásából keletkeznek. Így a harmat és a dér a talajfelszín erős lehűlésekor jön létre, mégpedig, ha a talajmenti légréteg harmatpontja a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  fölött van, akkor harmat, ha  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , vagy azon alóli érték, akkor dérről beszélünk. Utóbbi esetben a talajmenti légrétegből kicsapódott vízpárák közvetlenül jégkristályok alakjában válnak ki. Mindkettő derült, szélcsendes éjszakákon, tehát kedvező kisugárzási viszonyok között fordul elő. Borús, szeles időben, amikor az éjszakai lehűlés gyenge, nincs kilátás harmat és dér képződésére.

A különböző fafajtáknak nemcsak a felmelegedésében, hanem a lehűlésében is nagy különbségek vannak, miért is különböző vízmennyiség csapódik ki rajtuk harmat, dér alakjában. Az árnytűrő, sűrűbb lombosított fafajtákon ugyanazon éghajlat alatt általában több harmat keletkezik, mint a fényigényes, ritkább lombú fafajtákon.

A mikroklima tanulmányozásánál nagy jelentősége van a harmat és dér megfigyelésének, mert általuk könnyű kikutatni a legnagyobb lehűlések helyeit, az úgynevezett fagyzugokat.

A harmat legfőbb jelentősége az erdő életében, hogy a fákat környező légtér nedvességét jónéhány órán át magas értéken tartja és főleg kánikulás időszakban enyhíti a légszárazságot. Így az aszálysújtotta erdőket sokszor megmenti a teljes pusztulástól a harmat. Ezért egyre nagyobb fontosságot tulajdonítanak a különböző erdőkben keletkező harmat megmérésének. Minthogy a reggel 7 órai észlelésig a harmat nagyrésze legtöbbször felszárad, újabban harmatregisztrálókra tértek át. Továbbá a csapadékos napok száma mellett

egyre nagyobb fontosságúvá válik a gyakorlat számára a harmatos napok számának megismerése is.

A zúzmara abban különbözik a harmattól és dértől, hogy az nem a talajmenti levegőből kicsapódó vízpárából jön létre, hanem az átáramló melegebb levegőből csapódik ki. Míg a harmat és dér keletkezésének a szélsendes, derült idő kedvez, addig a zúzmara borult, ködös időben, közepes erősségű szél mellett jön létre, jobbára függőleges tárgyakon alkot csillogó, hófehér bevonatot. Csodálatosan szép látvány a zúzmarával borított erdő, bár szépségéből sokat levonnak a nagy károk, — különösen a magasabb hegyvidékeken. Ugyanis



27. ábra. Zúzmarával borított erdő.

a fák ágai legtöbbször — nem bírva a szokatlan terhet, összetöredeznek alatta. Aszályos területeken a zúzmara jelentékeny vízhozamot jelent az erdő talaja számára. Ezért a mezővédő erdősávok a zúzmara útján nyert nedvességgel is hozzájárulnak a csapadék növeléséhez.

Fentiekben azokat a területeket ismertettük, amelyeken az erdészeti klimatológia a mikroklimatikus méréseket alkalmazza. Ezekon kívül az erdészeti klimatológia saját különleges céljainak megfelelő módon a mezo- és makro-éghajlati adatokat is felhasználja. Így születnek meg a különböző *erdőtenyészeti mértékszámok* és azok országos eloszlását feltüntető térképek, mint pl. a szárazföldiség térképe, az aszály, tengeriség, aszálymentesség térképe, éghajlatjóság térképe stb. Ezen éghajlati mértékszámok bizonyos hő- és csapadékiigénnyel fellépő fafajta tenyészeti lehetőségének országos eloszlásáról nyújtanak áttekintést hazánk, illetve földünk egyes vidékei között valóban kimutatható és lényeges éghajlati különbségek feltárásával.

## Az erdő megváltoztatja az éghajlatot

Bizonyos éghajlati adottságok szabják meg bizonyos fajok települési lehetőségét, vagyis az erdő az éghajlat függvénye. De a tétel megfordítva is érvényes: az erdő is módosítja az éghajlatot. Mégpedig nemcsak a zárt légtér éghajlata, hanem a közvetlen környezete is nagy változáson megy keresztül az erdő hatása alatt. Az erdészeti klimatológiai kutatásoknak az érdeklődés központjában álló részét képezik éppen azok az országsszerte folyó kísérletek, amelyek az éghajlatmódosító mezővédő erdősávok telepítési terveire vonatkoznak. Az erdősávok számára a nagyfokú érdeklődést az a tény biztosítja, hogy a szovjet kísérletek szerint a sztyeppeken is 100—200%-os termési eredmény mutatkozott, de főleg, hogy a 100%-os eredményt különösen aszályos esztendőben is biztosítani tudták.

A mezővédő erdősávok által kifejtett szélfékező hatás sokszor a fák 20—30-szoros távolságában is jelentős. Lényeges szerepe van itt az erdősáv alsó szintjének, amely mintegy védőfalként föltartóztatja és az erdő fölé fölsiklásra kényszeríti a légáramlatot. Hazánk éghajlatának aszályos jellegét vannak hivatva kiküszöbölni a szél fékező hatásán alapuló mezővédő erdősávok. Ezek szélsőcsökkentő hatása következtében a kérdéses mezőgazdasági növényeket nemcsak a szél erőművi, romboló hatásától védjük meg, hanem környezetükben a szél erő csökkenése folytán lényegesen kisebb mértékű lesz a párolgás. Bár az erdő növényzete sok vízpárát juttat az erdő légtérébe, de a lefékezett szél erő az erdő és a szabad terület légcseréjét minimumra csökkentve az erdei légtér párája helyben marad. Így az erdő légnedvessége nagyobb lesz, mint nyílt területen, ami a párolgásra szintén csökkentőleg hat.

A mezővédő erdősávok éghajlatmódosító jelentősége abban áll, hogy a rendelkezésre álló csapadékot nemcsak a saját területén, hanem a szél erő lefékezésével nagyobb környezetben is gazdaságosan tárolja és így a sávok közötti mezőgazdasági termények többtermelését biztosítja. A mezővédő erdősávok telepítését illetően az eddigi hazai kísérletek alapján alábbi tapasztalatokat, illetve irányelveket szűrték le:

- »1. A mérési kísérleteket a falevelek lehullása után is folytatni kell az eddiginél mért nagyobb szélesebbség esetén is.
2. A méréseket a famagasság 20-szorosánál nagyobb távolságra is ki kell terjeszteni.
3. Az erdősávok mikroklímái hatását is vizsgálni kell.
4. A talajnedvességre vonatkozó méréseket az altalaj vízszintjére is kiterjedő megfigyelésekkel kell kiegészíteni.
5. A méréseket a nappali napszakon kívül az éjjeli napszakra is ki kell terjeszteni.
6. A terméseredmények felvételét minél több erdősáv mentén el kell végezni.«

Az erdősávok jelenléte nemcsak a lehullott csapadék sorsára gyakorol hatást, hanem megváltoztatja a csapadékviszonyokat; a szovjet kísérletek szerint az évi csapadékösszeghez viszonyított csapadékszaporulat 12—27% körüli. Ennek magyarázata a következő: Az erdősávokra áramló légtömeg mindenekelőtt felszállásra kényszerül, ütközéskor azonban fölfelé irányuló örvénylő mozgás is keletkezik, amely magával ragadja a talajfelszín párás levegőjét. Tehát az erdősávok erős függélyes légcserét, örvénylést és a talajfelszínről a magasabb rétegek felé irányuló nedvességnövekedést okoznak, sőt a légörvényléssel egyidejűleg az egész légtömeg is megemelődik. Midőn a légáram az erdő-

sávot éri, a talajfelszín súrlódása következtében lecsökken a szélsébség. Emiatt azonban megnő az áramlási keresztmetszet és emiatt emelkedik a levegő. Viszont a levegő emelkedésekor a hőmérséklet csökken és a relatív nedvesség nő, ez pedig egyéb kedvező légköri viszonyok között csapadéknövekedést eredményez. Tehát az erdősávok több csapadékot adnak, és mint a tapasztalatok bizonyítják, ennek zöme a nyári félévre esik. Az erdősávok magasságának és sűrűségének növelése a szovjet kutatások szerint a csapadékmennyiség növekedését idézi elő. Hogy hazánknak a szovjet táblától különböző domborzati és légkörzési viszonyai a mezővédő erdősávokat illetően milyen hatást váltanak ki, azt a közeljövő tapasztalatai fogják megmutatni.

Az erdészeti klimatológia — mint látjuk — máris számottevő eredményekkel rendelkezik, de további kitartó művelése során az erdő- és mezőgazdaság fejlődése szempontjából még egyre hatalmasabb távlatok nyílnak.





## A peronoszpóra és társai

A növény, mint helyhez kötött élőlény, hosszabb-rövidebb élete folyamán különböző károk, betegségek hatásának van kitéve. Önmaga csak kismértékben tud védekezni a támadóval szemben, éppen ezért a sikeres természet érdekében fokozott védelemre szorul. Kárt okozhat benne a legkisebb rovartól kezdve a legelésző jószágig az állatvilág sok-sok tagja, megrokkannhat vagy el is pusztulhat a szeszélyes időjárás különböző hatásaitól, de megtámadhatja a növényvilág alattomos élősködője, a sokféle gombabetegség egyik-másik fajtája is. A növények sokszáz ellensége közül most csak néhányat fogunk megvizsgálni, meteorológiai szempontból.

### A szőlőragya

A szőlősgazdák már nagyon régen hadilábon állnak a szőlő egyik legádázabb ellenségével, a szőlőragyával vagy peronoszpórával. Ez a gombabetegség 1878-ban ütötte fel a fejét Franciaországban és igen súlyos károkat okozott. Ebben az esztendőben csak ott szüreteltek, ahol — régi szokás szerint a tolvajok ellen — meszes kékkőoldattal locsolták meg az útmenti szőlőket.



28. ábra. Peronoszpórás fertőzés a szőlő levelén, fürtjén és hajtásán.

Máshol az Amerikából behurcolt peronoszpóra végezte el a szüretet. Bordeaux város szőlősgazdái nemcsak a tolvajok ellen, hanem a peronoszpóra ellen is sikeresen védekeztek tudtukon kívül. A bordóilé azóta a Föld valamennyi szőlőtermelőjének felbecsülhetetlen szolgálatot tett.

De nézzük meg azt, hogy ez a káros gomba hogyan él, mi az életfeltétele és egyáltalán mi köze van a meteorológiához. (28. ábra.)

A gombabetegségek járványos elszaporodásának három feltétele van. Először is szükséges a gombakártevő jelenléte. Második feltétel, hogy legyen nagytömegű hajlamos növény és végül, hogy a járvány pusztító kifejlődésére kedvező feltételek legyenek. Ha mindhárom tényező egyidőben jelentkezik, a betegség gyorsan elterjed. A betegség elterjedését elsősorban a meteorológiai tényezők szabják meg.

A szőlőragya kártétele abban áll, hogy a leveleken, fiatal hajtásokon, zsenge virágzaton, bogyókon megtelepszik, szívja a növény nedvét, a levelek megfoltosodnak (olajfolt), kilyukadnak, a fiatal bogyók leperregnek, az idősebbek megszürkülnek, ráncosan összeesnek, belsejükben rothadnak. A betegség az időjárás alakulásától függően terjed és rövid idő alatt tönkretetheti az egész évi termést. A peronoszpóra gyors szaporodása és terjedése elsősorban a csapadéktól függ. A betegség első jelei már májusban mutatkoznak. A májusi esők hatására a leveleken áttetsző, kerek, sárgászöld, ú. n. olajfoltok jelentkeznek. A következő eső hatására ezek a foltok »kivirágognak«. Ez alatt azt értjük, hogy a levél fonákján fehér bevonat képződik. A foltok megjelenése és a kivirágzás közötti időt lappangási időnek vagy inkubációnak nevezzük. A lappangási időben eltelt napok száma a hőmérséklettől függ. A fertőzéshez legalább 8 fok, a kivirágzáshoz legalább 13 fok hőmérséklet szükséges. Minél melegebb az idő, az inkubáció annál rövidebb. 10 fok hőmérsékletnél 15 nap, 25 fok hőmérsékletnél már csak 4 nap a lappangási idő. A peronoszpóra 12—30 fok közötti hőmérsékleten, optimálisan 18—24 foknál fertőz és virágzik a legélénkebben. A szőlősgazdák éppen ezért nem szeretik az eső utáni meleg, napos időjárást. A levelekre vonatkozóan a lappangási idő általában :

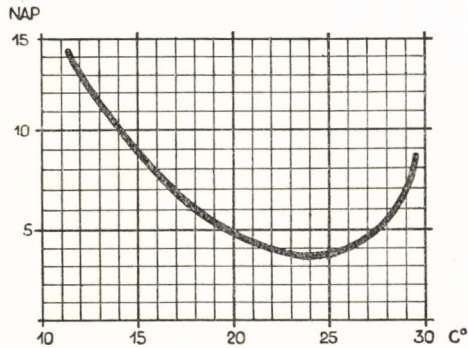
május közepén . . . . .	15—18 nap
május végén . . . . .	12—15 nap
június elején . . . . .	11—13 nap
június közepén . . . . .	9—11 nap
június végén . . . . .	6—7 nap
július—augusztus . . . . .	5—6 nap

a bogyónál pedig :

június elején . . . . .	12—14 nap
június közepén . . . . .	9—11 nap
június végén . . . . .	10—12 nap
július elején . . . . .	12—14 nap

Fertőzés, illetve kivirágzás csak akkor történik, amikor a szőlő levelei, zöld részei vizesek. A leveleken, hajtásokon vagy bogyókon levő vízcseppben a gombák spórái megtelepednek, a már fertőzött terület kivirágzik. 4—5 mm csapadék és éjszaka 13 fok fölötti hőmérséklet a fertőzést már megindíthatja. Hűvös időjárás esetén, amikor a napi középhőmérséklet nem emelkedik 13 fok fölé (még ha bőséges csapadékhullás volt is), a fertőzés elmarad.

A peronoszpóra elleni védekezésnek legfontosabb módja, hogy a szőlő lombozata, zöld részei 1—1,5%-os bordóilével mérgeztettek legyenek. A mérgezett vízceppben a spórák elpusztulnak. Ha az eső lemosta a permetet, idejében meg kell ismételni a permetezést. Jó tájékoztatást ad az alábbi grafikon, amely a hőmérsékletnek és a peronoszpóra lappangási idejének összefüggését mutatja (29. ábra).



29. ábra. A szőlőperonoszpóra lappangási idejének összefüggése a hőmérséklettel.

Csapadékos években (1913, 1926, 1939, 1940) a peronoszpóra-járvány nagy. Gyakori csapadék, fülledt, meleg, párás levegő kedvez a szőlőragyának. Ilyenkor, ha a permetezéssel csak 1—2 napot is késünk, a járványt megakadályozni már alig tudjuk.

## A burgonyavész

Peronoszpóras megbetegedése nemcsak a szőlőnek lehet. Gazdasági növényeink közül különösen a burgonya szenved ettől a veszedelmes gombabetegségtől. A *burgonyaperonoszpóra* vagy *burgonyavész* a múlt század negyvenes éveiben jelentkezett először. 1845 hűvös és csapadékos nyarán Írország burgonyatermése csaknem teljes egészében a burgonyavész áldozata lett. Ebben az évben éhínség volt Írországban. Nálunk először egy év múlva, 1846-ban jelentkezett. 1926-ban ismét nagy mértékben fellépett. Németország burgonyaterméseinek 30%-a pusztult el ebben az évben.

A fertőzés elterjedése szoros összefüggésben van az időjárással. Tartós esőzés, magas légnedvesség, 20 fok körüli hőmérséklet, szélcsend segítik elő a burgonyavész gyors fertőzését és elterjedését. Párás, csapadékos időben 2—3 nap alatt egész burgonyatáblák eshetnek áldozatul. Június elején, ha az időjárás kedvező, a fertőzés jelei már észrevehetőek.

A virágzásban levő burgonya levelein sárgás, barnuló foltok találhatóak. A levél fonákján, a foltok szélén 1 mm vastagságú, pehelyszerű fehér kivirágzás mutatkozik. Néhány nap múlva a burgonya lombozata megfeketedik, elszárad. E súlyos kártevő azonban nemcsak a lomboatot teszi tönkre, hanem a gumókat is megtámadja. Csapadékos időben a levélen levő szaporítósejteket az eső lemossa, lekerülnek a burgonya gumójához, ahol a fertőzés ólomszürke, besüppedt, kemény foltok alakjában ismerhető fel (30. ábra).

A betegség járványos fellépésére akkor lehet számítani, ha a júliusi közép-hőmérséklet 23 fok alatt marad, a lehullott csapadék mennyisége pedig 120 mm-körüli értéket ér el. Az 1%-os bordóilé itt is határos védekezőszernek bizonyult. Azonban a betegség jelentkezését el is kerülhetjük egészséges vetőgumó használata esetén. Elejét vehetjük a fertőzésnek azáltal is, hogyha a burgonyát nyílt-fekvésű és olyan területen ültetjük, ahol a ködképződés ritka. A gondos raktári kezelés szintén nélkülözhetetlen védekezés a burgonyavész ellen.



30. ábra. Peronoszpórák fertőzés a burgonya lomzatán és gumóján.

### Rozsdabetegségek

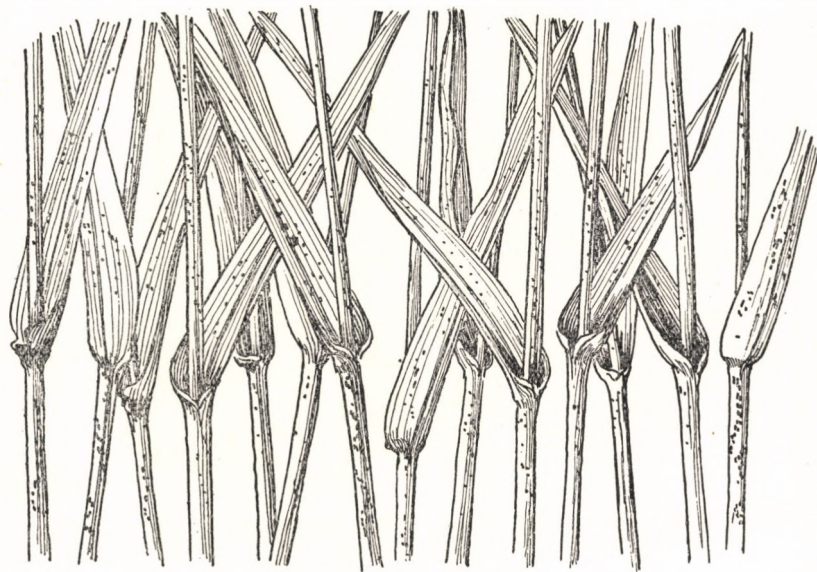
Itt említjük meg a különböző *rozsdabetegségeket* is. Főleg kalászos növényeinket sújtja ez a gomba, legnagyobb pusztítást a búzában okoz. A rozsdá bizonyos fajtái más gazdasági növényen is szívesen élőködnek. Ez a kártevő is, a peronoszpórához hasonlóan a növény nedvét szívja. Színük után megkülönböztünk fekete-, vörös-, sárgarozsdát. A feketerozsdá tejesérésben, esetleg viaszérésben támadja meg a búza zöld részeit. Kártétele a szemek összezsugorodásában nyilvánul meg, aminek következménye a mennyiségi és minőségi termés-eredményben jelentkezik hátrányosan. A kártevő első nemzedéke június közepe felé jelentkezik (31. ábra).

Ennek a gombának is éltető eleme a víz. Ha csak leheletvékony nedvességréteget talál a spóra, ott azonnal megtelepszik a növényen. 17—20 fok körüli hőmérsékleten 10 nap alatt fejlődik ki a spóratelep. Kedvező időjárás esetén három nemzedék is követheti egymást. Az utolsó nemzedéke a sárguló szalmán bársonyfekete spóratelepek formájában jelentkezik. Ha a szél véletlenül a sóskaborbolyára hordja a spórákat, ezek itt áttelelnék és tavasszal kezdődik elülről a pusztító munka. A sóskaborbolya irtása éppen ezért rendkívül fontos.

Milyen meteorológiai elemek segítik elő a rozsdafertőzést? A szél a könnyű spórákat nagy távolságra szállítja. Ha a május csapadékban gazdag és meleg,

a fertőzés nagymérvű lehet. De szerepet játszik még a késői hóolvadás és a koratavaszi szárazság is. Ilyenkor a búza fejlődése lassú és a fertőzés veszélye nagy. A legveszélyesebb azonban a tejesérés idején a kiadós esők utáni rekkenő hőség, a fülledt-párás levegő. Ez az idő kedvez leginkább a járványos fertőzésnek.

Emlékezetes rozsdákár volt Magyarországon 1932-ben. A meleg és csapadékos május után, már június elején jelentkezett a fekete-rozsdás és látogatása négymillió métermázsa búza termés kiesését jelentette. Nagyarányú fertőzésére jellemző, hogy 1932-ben Macedóniából kerültek hozzánk a spórák »szelek szár-



31. ábra. A búza feketerozsdája.

nyán« és még Lengyelországban is súlyos károkat okozott a Macedóniából »átrepült« járvány.

A rozsdafertőzést megelőzhetjük, ha mélyfekvésű, ködre hajlamos területeken kerüljük a vetést, koránérő fajtákat termesztünk, a sóskaborbolyát irtjuk. Vegyszeres védekezés főleg kísérleti parcellákon a bordóileves permetezés és a kénporozás.

A vörös- és sárgarozsda, de különösen a sárgarozsda nem jelent olyan nagy veszélyt, mint fekete »testvérük«.

Termesztett növényeinket sokszáz gombabetegség veszélyezteti. Az ellenük való védekezés csak akkor lehet eredményes, ha a fertőzést előidéző gombák életműködését ismerjük. Mivel a gombák gyors elterjedése szoros összefüggésben áll az időjárási elemekkel (csapadék, hőmérséklet, légnedvesség, szél stb.), elengedhetetlenül fontos az időjárási elemek pontos és rendszeres megfigyelése. Nem elegendő azonban a megfigyeléseket mindig ugyanazon a helyen, pl. a meteorológiai állomáson végezni. Szükséges az ú. n. mikroklíma-mérések elvégzése is. Egy sűrű növényállományban ugyanis egészen más hőmérsékleti, légnedvességi állapotokat találunk, mint egy nyílt, gyérnövényzetű, vagy éppen növényzet nélküli területen. A sűrű növényállományban fülledt meleg van, ez pedig a különböző gombabetegségek elszaporodását nagymértékben elősegíti.

Az agrometeorológia tudománya műszeres megfigyelésekkel, valamint a kártevők életfolyamatainak és az egyes időjárási elemeknek kapcsolatát tisztázva veszi ki részét a kártevők ellen vívott harcból.

### Az almamoly

Nagy bosszúságot okoz, ha egy kívülről szép, kellemes zamatot ígérő almában csúnya férget találunk. A haszontalan lakmározó ilyenkor nagy serényen próbál menekülni, legtöbbször azonban eredménytelenül. Hogyan került oda ez a gusztustalan jószág és mi köze van a meteorológiához?



32. ábra. Az almamoly pilléje, hernyója és kártétele.

Hazánk almatermesztésének egyik megátalkodott ellensége az *almamoly*. Aszályra hajlamos területeinken az almatermelést kockázatosná tenné, ha megfelelőképpen nem tudnánk védekezni ellene. A tudomány azonban fényt derített a kártevő életmódjára s így védekezési eljárások segítségével kártételét nagymértékben csökkenteni tudjuk (32. ábra).

Életmódjáról megemlíthetünk annyit, hogy barnás-kéregszínű pilléje almavirágzás után rajzik és lapos, kerekded tojásait hajtásokra, levelekre, esetleg a kis gyümölcsökre tojja. Egy nőstény kb. 160 tojást rak, amelyekből egy hét után kél ki a kis hernyó. Ebben az időben az alma a mogyorónagyságot már elérte. A koránérő fajták nagyobb veszélyben vannak, mint a későn érők. A fiatal hernyó eleinte a levelekből táplálkozik és csak később megy az almára. Itt befúrja magát és a magház felé igyekszik, hogy a magvából táplálkozzék.

Háromszori vedlés után — kb. egy hónap múlva távozik. Kártékony munkáját azonban még nem fejezte be, mert újabb, egészséges almát is megdézsmál. Teljesen kifejlődött korában 1 cm nagyságú, halványvörös színű. Vagy a fán, vagy a földön a levelek között, esetleg a talaj felső rétegében bábozódik és június végén vagy júliusban lepke alakjában jelentkezik. Lerakja petéit s a második nemzedék kezdi kártékony életét. Augusztus végén a hernyók töme-

gesen vonulnak téli szállásukra: fák repedéseibe, talajba, vagy más biztonságot nyújtó helyre. Száraz, meleg nyár kedvez az almamolynak. Csapadékos nyáron viszont az eső szétveri a rajzást, a vizes fán való járkálás nehézkessé válik. A fa különböző részeire ragasztott tojásait az eső, de még a harmat is lemossa. Éghajlati igénye tehát van ennek a kártékony ellenségnek. Az Alföld szárazságra hajló vidékein gyakoribb vendég mint a csapadékosabb Dunántúl vagy az Északi Hegyvidék területein.

Az almamoly elleni legfontosabb védekezés a permetezés. Hogy azonban mikor kell a permetezést megkezdeni, ehhez az szükséges, hogy figyeljük az alma fejlődését, vagyis jegyezzük a fenológiai adatokat. Az első permetezést akkor kell elvégezni, amikor az alma a mogyorónagyságot már elérte, hogy a tojásokból kikelt kis hernyók rövidesen elpusztuljanak.

## A cserebogár

A mezőgazdasági növények sokféle rovarkártevője közül a *cserebogár* a legismertebb. A cserebogár csúnya, nagy csimasza a gyökerek pusztításával okoz súlyos károkat. Ezen a téren nem válogat, megtámadja a konyhakerti növényeket éppen úgy, mint a fiatal facsemeték gyökereit, vagy a mezőgazdasági növényeket. A cserebogárnak több faja ismeretes. Áprilistól júniusig egymás után jelentkeznek a különböző fajok. A telet a talajban tölti. A kifejlett cserebogár tojásait a talaj 10—30 cm-es mélységében rakja le, ahol a talaj nedvességtartalmától függően a tojásokból a csimasz hosszabb-rövidebb idő alatt kel ki. Szaporodásának kedvez rajzaskor a meleg idő és az elegendő talajnedvesség. A tél fagya elől a cserebogár is, a csimasz is lehúzódik a talaj mélyebb, fagymentes rétegébe.

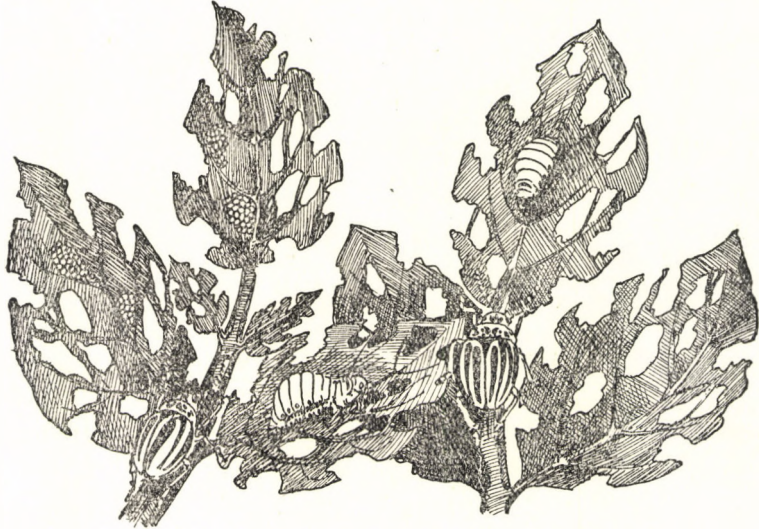
## A burgonyabogár

Burgonyatermelésünknek egy új, súlyos károkkal fenyegető ellensége a *kolorádói burgonyabogár*. Magyarországon először 1947-ben jelentkezett Héderváron, ahol azonban növényvédelmi szerveink alapos munkája következtében kipusztították a betolakodott kártevőt. Megjelenésére azonban számíthatunk, mert Lengyelországban, Ausztriában, Jugoszláviában, Svájcban, Németországban, Csehszlovákiában már meghonosodott. Kártétele abban áll, hogy maga a bogár, de a lárvája is a burgonya lombzatát mohó étvággyal, hihetetlen gyorsasággal pusztítja. A kolorádói burgonyabogár felismerhető sárga vagy barnássárga színéről, fedőszárnyán tíz hosszanti sávval. Tojásai narancssárga színűek, hosszuk 1,6—1,8 mm. A lárvák domború hátúak, fiatal korukban vérszínes-, majd későbbi vedlések után narancsszínűek. A lárvák feje és lába fekete, oldalukon 2—2 fekete szemölcsor található (33. ábra).

Tavasszal, amikor 25 cm mélységben a talaj hőmérséklete meghaladja a 14 fokot, előbújnak a bogarak. Hűvös idő esetén ismét visszahúzódnak a talajba és várják éhesen a nagy lakmározás idejét. A fiatal burgonyalevél fonákjára 400—800 tojást rak a nőstény. Egy hét elmúltával a kikelt lárvák megkezdik működésüket. Pusztítják a lombzatot, de úgy, hogy napfény ne érje őket. A kifejlett lárva a burgonya tövének 2—10 cm mélységben bábozódik. Hogy a tojásból bogár fejlődjék ki, 40 nap szükséges. További 10 nap szükséges ahhoz, hogy a fiatal bogár tojásrakását megkezdhesse. Magyarországon két nemzedéke lehetséges a burgonyabogárnak.

A burgonyabogár szaporodásának kedvez a párás, meleg levegő. A száraz, meleg nyár viszont megtizedeli a tojásokat és a lárvákat. Repülni nem szeret, de augusztusban, a szél segítségével 30—40 km utat is repül. Elterjedését tehát a szél elősegíti. A telet a talajban igyekszik átvészelni. Hótakaró nélküli hideg teleken a fagyok sok bogarat pusztítanak el.

A rovarvilág számtalan fajtája pusztítja növényeinket. Ezek a káros rovarok. Azért nevezzük őket így, mert vannak hasznos rovarok is, mint pl. a méh, egyes fürkészdarazsak, a katicabogár és még néhányan hasznosak, mert



33. ábra. A kolorádói burgonyabogár lárvája és tojásai, kártétele a burgonyán.

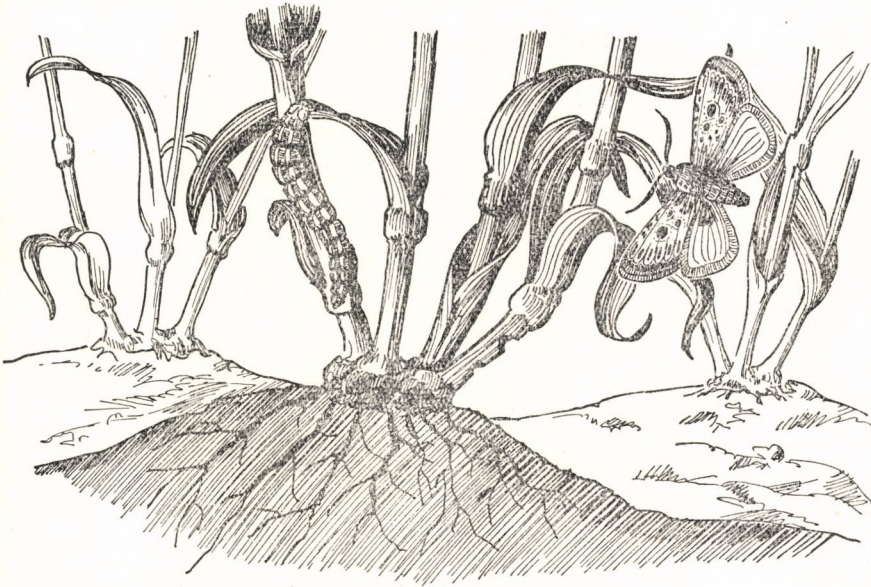
mézet adnak, virágok megtermékenyítésénél játszanak fontos szerepet, vagy pedig káros rovarokat pusztítanak.

A rovarok éppen úgy, mint a többi élőlény, életműködésük zavartalan folytatásához megkívánják a környezeti tényezők kedvező alakulását. Szükségük van táplálékra, de különösen nagy az éghajlati és az időjárási igényük. Amíg a gombák járványos elszaporodását nagymértékben elősegíti a csapadék, a magas hőmérséklet és a légnedvesség, addig a rovarkártevők legnagyobb része száraz meleget kíván. Ez érthető is. A gombabetegségek spórái nem képesek olyan mozgásra mint a rovar. A spórákat a szél terjeszti. Hogy azonban a spóra életműködését megkezdhesse új helyén, szükséges, hogy egy kis vízbe vagy harmatcseppbe kerüljön. További időjárási szükséglete a meleg. Ilyen körülmények között életműködésének legfontosabb feltételei biztosítottak.

A rovarkártevők legnagyobb részénél más a helyzet. Ezek inkább a száraz meleget kedvelik. Vizes szárnnyal nem tud repülni, nedves növényen vagy földön nehezebb a járkálás, az eső lemossa a növényekről a tojásokat. A talaj hőmérséklete és nedvességtartalma szintén kihat a rovarok életére. Hiszen sok rovar, akár mint kifejlett bogár, de különösen a lárva, a talajban él. Itt próbálják átvészelni a hideg telet is. A fagyott talajban sok rovar elpusztul. Némelyek azonban, mint pl. a mezőgazdaságban és kertészetekben nagy pusztításáról hírhedt *vetési bagolypille hernyója* a tél előtt zsírtartalékokat gyűjt és ez megvédi a —11 fokos talajhőmérséklet ellen is (34. ábra).



A növények sokszáz rovarkártevője közül csak néhánynak életébe pillantottunk be, de ezekből is láthatjuk, hogy a rovarok tömeges jelentkezése és elszaporodása összefüggésben van az időjárással. Ennek a ténynek felismerése, valamint a rovarok életének megismerése lehetőséget nyújtott arra, hogy bizonyos kártevők tömeges megjelenését előre lehessen jelezni. Megszületett tehát az időjárási prognózis mellett az ú. n. *rovarprognózis* is.



34. ábra. Vetési bagolytű és hernyója.

Népgazdasági szempontból a rovarprognózis igen nagyjelentőségű. Egyrészt megtudjuk belőle, hogy az ország mely részén, milyen kártevő tömeges megjelenésére, mely időben számíthatunk, másrészt pedig lehetségessé válik a munkaerővel, védekezőszerekkel történő takarékoskodás is. A jó rovarprognózisok feleslegessé teszik a drága munkaerőnek és védekezőszereknek igénybevételét olyan helyen, ahol és amikor erre szükség nincs. De hát mi is az a rovarprognózis és hogy készül?

A rovarprognózis alapja a pontos és rendszeres megfigyelés. A szabályszerű meteorológiai — és szükség szerint elvégzendő — mikroklíma-vizsgálatok mellett figyelemmel kell kísérni a rovarokat is.

### Népszámlálás a rovarvilágban

Számszerű adatok szükségesek, hogy meg lehessen állapítani az úgynevezett *kritikus értéket*. Ez annyit jelent, hogy egy bizonyos kártevő milyen tömeges előfordulás esetén jelent veszélyt.

A »népszámlálás« többféleképpen történhetik. Egyes kártevőknél a kifejlett állatot, másoknál a tojásokat, hernyókat vagy bábokat számolják össze. Megnézik, pl. az almafán, hogy 10 cm-es ágrészenként hány levéltetű-tojás

található. Vagy hálózással megállapítják, hogy pl. egy lucernatáblán  $m^2$ -enként hány és milyen rovar található. De a talajban levő rovarok számadata is szükséges s ezért megvizsgálják, hogy 0,5 vagy 1 m mélységig milyen és hány rovar, báb, vagy pajor található.

Sőt a szakemberek figyelme még arra is kiterjed, hogy megvizsgálják ezeknek az állatoknak egészségi állapotát is. Hiszen a kártevőknek is lehet »kárttevője«. Különböző gombák, baktériumok, élősködők megtámadhatják ezeket a rovarokat, sőt állományukat lényegesen le is csökkenthetik. Ezeknek a sokoldalú és bizonyos időben megismételt vizsgálatoknak az eredménye, valamint a meteorológiai prognózisok és az illető hely éghajlatának ismerete segítségével előre lehet jelezni a kártékony rovarok elleni sikeres védekezés időpontját. A korszerű mezőgazdaság ma már egyáltalán nem nélkülözheti ezt a rendkívül fontos segítséget. Különböző tudományok — meteorológus, növénytermesztő, rovartanos stb. — szakembereinek összműködése meg is hozza a kívánt eredményt.

## Az idő vafoga ellen

---

### Épületek fekvése és a mikroklíma

Az emberi települések kialakulásában nem kis szerepet játszottak a klímaviszonyok. Az ember letelepedésének helyét úgy választotta meg, hogy munkájában és kényelmében minél kevesebbet zavarja őt a szél, az eső, a fagy, vagy a meleg napsütés. Hosszú történetet lehetne írni az ember építményeiről, kezdve az ősemberen, aki köveket, faágakat hordott a barlang szájába, hogy a nagy nyílást, melyen a szél befújt, megszüktse, a nomád népek sátorházain keresztül a mai legkorszerűbb építményekig, amikor is egy építkezés megkezdését gondos tervezőmunka előzi meg. A sátrát építő nomád népnek ismernie kellett a szél irányát és erősségét, nehogy a sátor ponyváját vitorlamódjára felkapja. A hegyvidéken lakó favágó tudja, hogy a lehullott hó könnyebben lecsúszik a tetőről, ha az meredek és kevésbé okoz beázást. A lakást építő ember házának ablakait déli irányban helyezte el, hogy minél több fény és meleg jusson szobájába. Az utat építő ember elkerülte a hófúvásos helyeket, hogy közlekedése télen is biztosítva legyen. A pásztorember György naptól Mihály napjáig a szabadban tartja állatait, de télire istállóba zárja a hideg miatt. A molnár a szeles helyet kereste, hogy malma ritkán álljon.

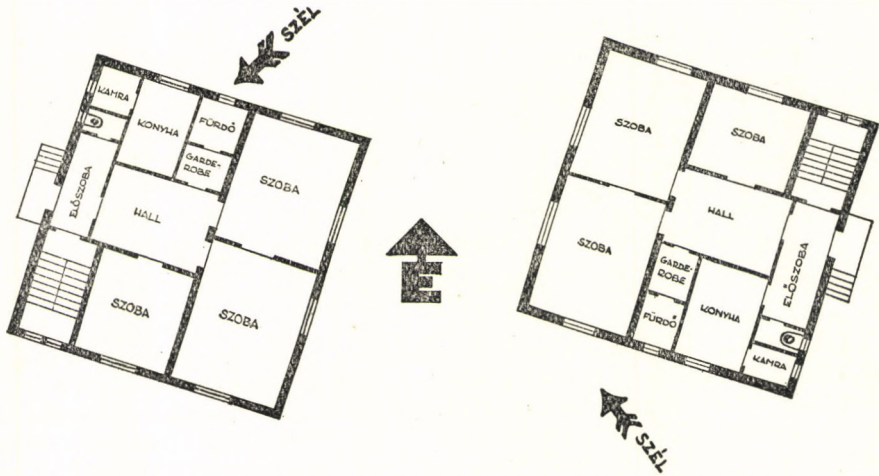
Az ember tehát az őskortól kezdve figyelte a természetet, igyekezett megismerni az időjárást és építményeinél, melyek maga és állatai részére a védelmet biztosították, hasznosította tapasztalatait; az időjáráshoz alkalmazkodott az építmények elhelyezésénél és anyagának megválasztásánál.

A mai korszerű építészet sem hagyhatja figyelmen kívül az épület helyének klímaviszonyait, jóllehet ma már a modern építőanyagokkal, a korszerű gépi berendezésekkel a legzordabb időjárási viszonyok közt is tud építeni; ezáltal lakótelepülést, üzemet, utakat létesíteni. Az építmény gazdaságossága szükségessé teszi, hogy annak megépítése előtt megismerjük az építmény helyének klímaviszonyait, az uralkodó szél irányát, erejét, a levegő hőmérsékletét és annak ingadozását, a csapadékviszonyokat. Szükséges ez részben azért, hogy a település helyének mikroklimatikus viszonyait kedvezően használjuk ki, részben pedig azért, hogy azok ellen az épület védelmet biztosítson.

Egy budai egyedülálló villalakást akarunk építeni olyan telekre, ahol az uralkodó szél ÉK irányú (35. sz. ábrán balra). Hálószoba részére legkedvezőbb a keleti vagy délkeleti oldal, a lakószobák pedig lehetőleg a déli oldalon helyezkedjenek el. Az északi oldalon, mely a legkevesebb napot kapja, a világosságot és meleget kevésbé igénylő mellékhelyiségeket célszerű elhelyezni. Ezeket az igényeket kielégíti a mi épületünk.

De ha ugyanezt a házat ellenkező tájolással, olyan helyen építenénk fel, ahol az uralkodó szélirány DK-i (35. ábrán jobbra), lakószobáink sötétek lennének, mert napot kevesebbet kapnának. Legtöbb meleget az éléskamra kapna, s így az ott elraktározott élelmiszerek a meleg miatt könnyebben megromlanának. A szél miatt lakásunkban állandó konyha- és WC-szag lenne.

A gyári dolgozók kényelmét szolgálja, ha munkahelyüktől nincs messze lakásuk. De füstös, kormos és ezáltal egészségtelen lakásokat adnánk a dolgozóknak, ha nem lennének tekintettel az uralkodó szél irányára s pl. északkeleti uralkodó szélirány esetén a gyár délnyugati oldalán építenénk fel a lakótelepet.



35. ábra. Egyedülálló épület helyes tájolása az uralkodó szél szerint.

Minden épület fekvésének megtervezése előtt meg kell vizsgálni az épület rendeltetését, a beépítendő hely mikroklímáját és e kettőt összhangba hozva kell az épületet megtervezni.

### Szobaklíma, hőszigetelés, fűtés

A kellemes szobaklímának egyik legfontosabb feltétele, hogy a szobalevegő hőmérséklete 18—22 C° körül legyen. Ezt a hőmérsékletet kívánjuk szobánktól télen, amikor kint jóval fagyponthoz alacsonyabb hőmérséklet és akkor is, amikor augusztusban 35 C°-ot mutat a hőmérő. Nyilvánvaló, hogy a szoba hőmérsékletét a külső hőmérséklettől csak akkor lehet függetleníteni, ha házunk fala rossz hővezető anyagból épült.

A hővezetés mértékét »hővezetési tényező«-nek nevezzük és általában a görög »lambda« ( $\lambda$ ) betűvel jelöljük. Hővezetési tényezőnek nevezzük azt a hőmennyiséget kalóriában kifejezve, mely 1 m vastag fal 1 m<sup>2</sup>-nyi felületén 1 óra alatt áthalad, ha a fal két különböző oldalán a hőmérsékletkülönbség 1 C°.

Minél magasabb egy anyag hővezetési tényezője, annál jobb hővezető. A rossz hővezető anyagokat hőszigetelőnek nevezzük. A hőszigetelés mértékét is szokás számértékben kifejezni a hőszigetelési tényezővel, mely a hővezetési tényezőnek fordított értéke, jele a görög »rho« ( $\rho$ ) betű. Amint az alábbi táblázatból láthatjuk, minél jobb hőszigetelő egy anyag, annál kisebb a hővezetési tényezője, és annál nagyobb a hőszigetelési tényezője.

Néhány, az építőiparban használatos anyag hővezetési és hőszigetelési tényezője :

Anyag	$\lambda$	$\rho$
Gránit és egyéb vulkáni eredetű tömör kövek ....	2,90	0,35
Édesvízi mészkő .....	2,20	0,46
Márvány .....	2,40	0,42
Rabitz .....	0,37	2,70
Beton, száraz állapotban .....	1,00	1,00
Beton, nedves állapotban .....	1,20	0,83
Vakolat, száraz .....	0,60	1,67
Vakolat, nedves .....	0,80	1,25
Égetett téglá .....	0,45	2,22
Soklyukú téglá .....	0,32	3,13
Vályog, száraz .....	0,65	1,54
Vályog, nedves .....	0,80	1,25
Téglafal, teljesen kiszáradva .....	0,50	2,00
Téglafal, frissen falazva .....	1,10	0,91
Vas .....	48,0	0,02
Réz .....	331,0	0,003

A mi klímaviszonyaink mellett általában a másfél téglá vastagságú fal biztosítja a kellő mértékű hőszigetelést (mindkét oldalon vakolt, másfél téglá vastagságú fal 41 cm). A fenti táblázatból láthatjuk, hogy pl. soklyukú téglából vékonyabb falat is építhetünk, s ennek hőszigetelése egyenértékű lesz a »másfél téglá vastag« tömör falával, mert az előbbi hővezetési tényezője kisebb (hőszigetelési tényezője magasabb), mint az utóbbié. Ugyanakkor a vályogfalú ház falvastagságának 41 cm-nél vastagabbnak kell lennie.

A hőszigetelést természetesen nemcsak az oldalfalaktól kell megkövetelnünk, hanem a tetőtől is. A tetőhéjazatot, a padlástert és a legfelső födémert úgy kell kialakítani, hogy az épület legfelső emeletén is megfelelő szobaklimát biztosítson.

Amit itt a falak hőszigeteléséről elmondottunk, csak teljesen kiszáradt épületekre vonatkozik. Ha a fal nedves, a 41 cm-es falvastagság ellenére sem kapunk kellemes szobaklimát. Ennek két oka van. Az egyik ok a táblázatból is látható, ugyanis a nedves fal jobb hővezető, mint a száraz fal. Másik oka pedig az, hogy nedves fal esetén a szoba levegőjének páratartalma magasabb. A komfort-érzés pedig nemcsak a levegő hőmérsékletétől, hanem annak páratartalmától is függ. Általában az emberek egyenlő melegen érzik a 20 C° hőmérsékletű levegőt 70% relatív légnedvesség mellett, a 21 C° hőmérsékletű 50% relatív légnedvességű, illetve a 22 C°-os és 21% relatív légnedvességű levegővel. Az pedig igen gyakran előfordul, hogy a fal nem teljesen száraz. Új épületnél ez természetes, hiszen az építkezés közben a habarcsot, a betont vízzel kevertük, a téglát befalazás előtt vízbe mártottuk. Egy 3 emeletes 24 lakásos bérház építéséhez kb. 400 000 liter vizet használunk fel. Azonban ennél még több vizet kell az új épületből kiszáritanunk. A habarcs homoknak és oltott mésznek a keveréke. Ez a habarcs a levegő széndioxidjával egyesülve szilárd anyaggá válik. Ezt a vegyi folyamatot nevezzük a habarcs megkötésének. Nézzük csak meg ezt a kérdést a kémia nyelvén: Oltott mész + széndioxid = kötött habarcs + víz.

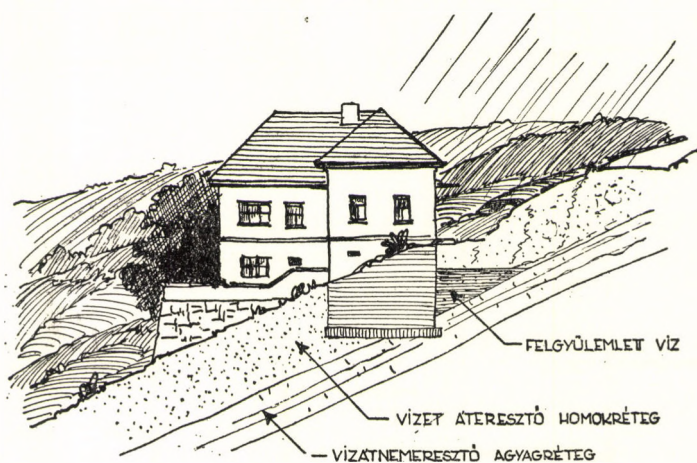
Amint látjuk, a habarcs kötése közben víz keletkezik, mégpedig elég nagymennyiségű víz, mert minden egyes oltottmész molekula megkötésekor egy molekula víz keletkezik. Az így keletkezett víz mennyisége a fenti épületnél 17 000 l. Az új épületből tehát hozzávetőlegesen 417 000 liter vizet kell elpárologtatni, hogy megfelelő hőszigetelésű falakat kapjunk.

Régi épület fala is átnedvesedhet. Néhány példa:

A konyhánk levegője magas páratartalmú. A pára lecsapódik az ablaküvegen, a csempézett falburkolaton, a falon. A fal vakolt felületén nem látjuk a kicsapódott párát, mert a porózus, apró lyukacsos fal a nedvességet magába szívja.

Ha rossz az ereszcatorna vagy az esővízelvezető, a tetőről lefolyó eső vagy hólé végigfolyik a falon.

Közvetett módon is átnedvesedhet a fal (36. ábra). A lehulló csapadékot a felső talajréteg átteresztí. A víz az építkezés megkezdése előtt a vizet át nem



36. ábra. Épületfal nedvesedése közvetett úton.

eresztő réteg tetején lefolyt. A lefolyását az épület megakadályozta. Mivel a vizet átteresztő rétegben azelőtt soha nem észleltek talajvizet, az épület fal-szigetelését nem készítették elég magasan. A felgyülemlett víz, a hajszálcsöveség következtében felszívódott a falba.

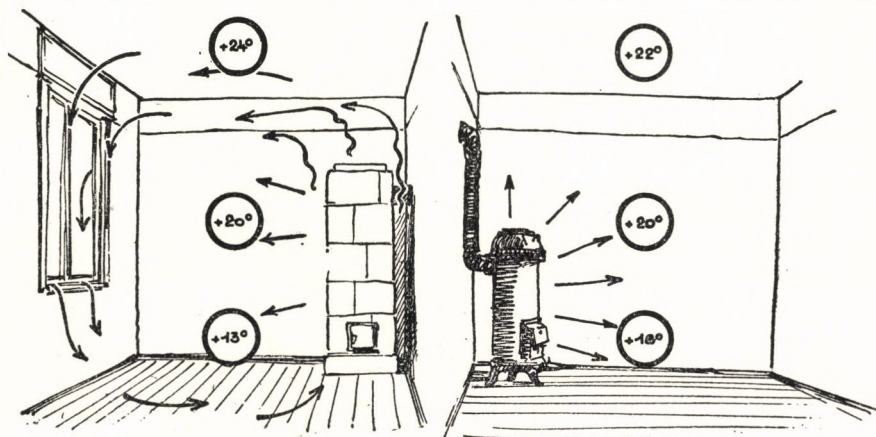
A jó szobaklíma érdekében tehát legfontosabb feladatunk a falakat és a földémet a nedvességtől megvédeni: jó »víz elleni« szigeteléssel, jó tetővel, és jó esővízcatornával, de nem utolsó sorban jó fűtéssel. A fűtéssel szabályozzuk a szobalevegő hőmérsékletét, ugyanakkor csökken a relatív páratartalma.

A különböző fajtájú kályhák, központi fűtésrendszerek, a tüzelőanyagok sokfélesége ma már külön tudományággá fejlesztették a *fűtéstechnikát*. Csak két olyan kérdéssel foglalkozunk, mely az épület mikroklímájának kialakulásában szerepet játszik: a kályha vagy fűtőttest elhelyezése és az égéstermékek elvezetése.

A fűtőttest sugárzás és áramlás útján melegíti fel a levegőt. A körülköpenyezett kályhák főleg légcirkulációs úton, a többiek sugárzással fűtenek. A sugárzás útján fűtő kályhák jobban melegítik a szoba alsó részét, míg az áramlás útján melegítők a szoba felső levegőrétegének hőmérsékletét emelik (37. ábra).

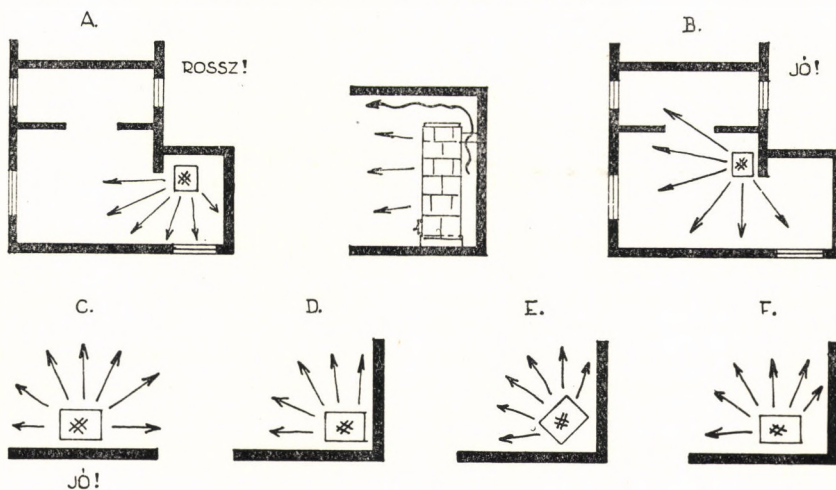
A kályhát úgy kell elhelyezni, hogy az lehetőleg minden irányban (38. ábra) és ugyanakkor annak minél nagyobb felületéről (38/C ábra.) sugározza a meleget.

A sarokra épített cserépkályha, ha annak oldalai párhuzamosak a fajsíkjával (38/D ábra), nincsen jól kihasználva, mert csak két oldala sugároz.



37. ábra. Főként áramlás útján és elsősorban sugárzás útján melegítő kályhák.

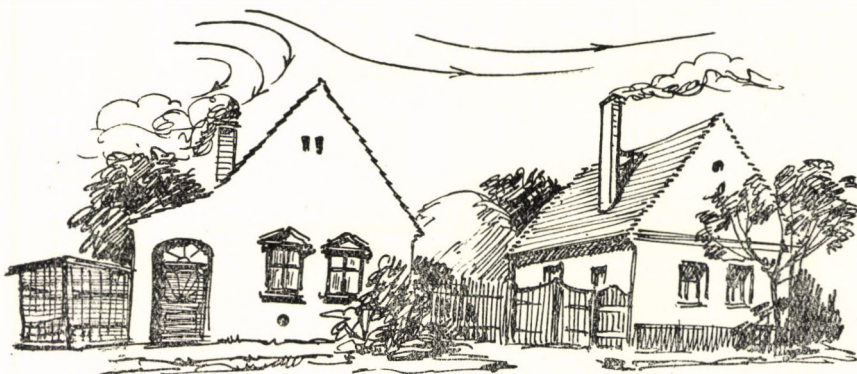
A sarokban elhelyezett kályhát jobban ki tudjuk használni, ha nagyobb felülete fordul a szobater felé (38/E ábra), vagy pedig a fal és a kályha közötti teret légcirkulációs csatornának képezzük ki (38/F ábra).



38. ábra. A kályhák előnytelen és előnyös elhelyezése (l. a szöveget!)

A kéménytől jó huzatot követelünk, mert az égéshez szükséges levegőt a kémény »húzza« a kályhába, ugyanakkor az egészségtelen égéstermékek itt távoznak el a házból. A jó huzatot a hideg levegő és a füstgáz fajsúlykülönbsége hozza létre. Sokan tudják, hogyha nyáron papirost vagy szemetet gyújtanak meg a kályhában, szobánk tele lesz füsttel. A nyári levegő és a füstgáz közt kicsi a

hőmérsékletkülönbség, ennek következtében kicsi a fajsúlykülönbség is s így a kéménynek nincs huzatja. Azt is megfigyelhettük, hogy a szél mennyire befolyásolja a kéményhuzatot. A kémény építésénél a szél szívóhatását ki kell használni s ezért a kéménymagasságra ügyelni kell. Ha a kémény alacso-



39. ábra. A kémény helyes magasságától függ a huzat jósága.

nyabb a tetőgerincnél, a szél okozta örvénylő légmozgás rontja a huzatot (39. ábra). Az építésügyi szabályzat elő is írja, hogy ha valaki magasabb házat épít, mint a szomszéd ház, tartozik az alacsonyabb ház kéményét megmagasítani (40. ábra).



40. ábra. Építésügyi szabályzat írja elő, hogy a régi alacsonyabb épület kéményét utólag meg kell magasítani, ha magasabb ház épül mellette.

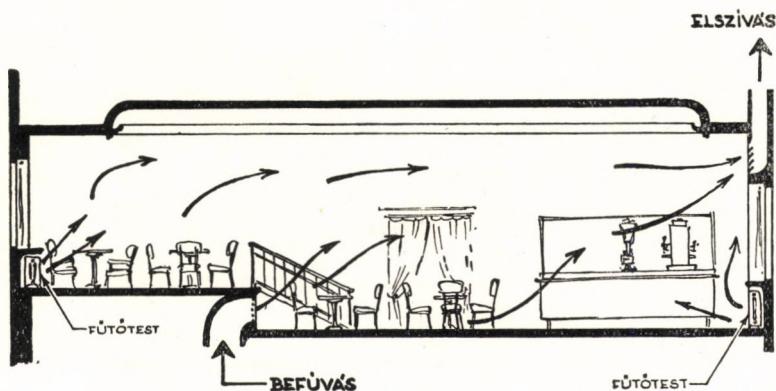
### Szellőzés, világítás, sugárzás

Amikor a kémény szerepéről beszéltünk, észrevétlenül áttértünk a szoba szellőzésének kérdésére. Amikor azt mondtuk, hogy az égéshez szükséges levegőt a kémény húzza a kályhába, nyilvánvaló, hogy ezáltal a szoba levegője kicserélődik. Télen, amikor be van fűtve, egy égő gyertyával álljunk a csukott ablak elé. A gyertya lángja az ablak alsó részén az ablaktól elhajlik. A jó kályhafűtés az égés következtében elhasználódott és a kéményen át eltávozott levegőt pótolja az ajtók és ablakok kis résein. Ez a magyarázata annak is, hogy nyáron csukott



ablak mellett sokkal hamarabb lesz rossz a levegő a szobában, mint télen, pedig télen még a kályhában égő tűz is használja a levegő oxigénjét.

Csupán fűtéssel koránt sincs megoldva a szellőzés kérdése. Épületeink ablakainak kitérésével gyorsan kicserélhetjük a levegőt. Ahol pedig az ablakon keresztül a szellőzés nem biztosítható, például hangversenytermekben, színházakban, éttermekben, egyes üzemekben, ott mesterséges szellőzéstről kell gondoskodni. A mesterséges szellőzésnek, mely az elhasznált levegő elszívásából és friss levegő befúvásából áll, különösen a központi fűtéssel fűtött nagy helyiségekben van jelentősége (41. ábra).



41. ábra. Központi fűtéssel ellátott és mesterséges szellőző berendezéssel felszerelt étterem keresztmetszete.

Az ablak biztosítja lakásunk, irodánk, tanteremünk részére az élettani működésünkhöz szükséges napsugarat is. A napsugárzás összetett sugárzás. Napfürdőzés közben sok különböző hullámhosszúságú sugár éri testünket. A napsugarak hullámhosszai a mm tizedred részeiből több cm nagyságig terjednek. Melyek azok a sugarak, amelyekre szükségünk van, s melyek azok, amelyek az ablakon keresztül bejutnak szobánkba?

Elsősorban azokra a sugarakra van szükségünk, amelyeknek hullámhosszúsága  $0,36-0,78 \mu$ -ig terjednek ( $1 \text{ mm} = 1.000 \mu$ ). Ezeket a sugarakat nevezzük fénysugaraknak. E sugarak külön-külön ibolya, kék, zöld, sárga, narancs, vörösszínűeknek látszanak, együttesen pedig fehér színeképet adnak.

Fontosabbak élettani szempontból a fénynél rövidebb,  $0,014-0,36 \mu$ -ig terjedő hullámhosszúságú, ú. n. ibolyántúli sugarak.

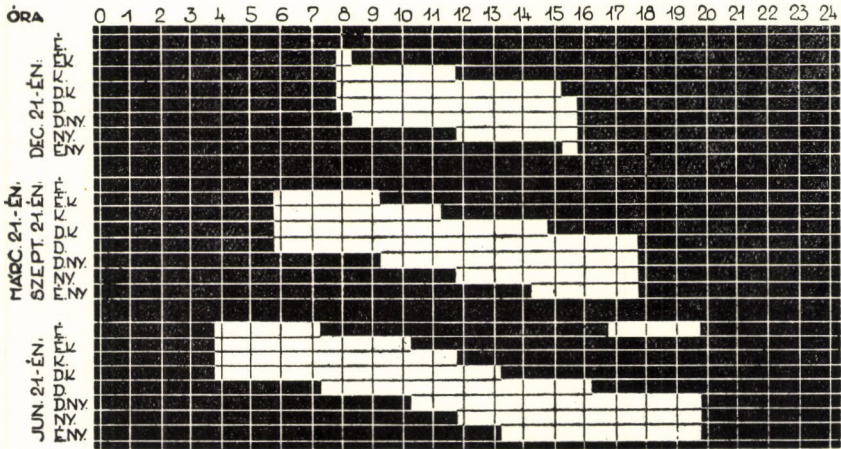
A Naptól kapott hőenergiát a legnagyobb részben a fény, valamint még nagyobb hullámhosszúságú vörösön inneni sugarak útján kapjuk. Ez a hőmennyiség oly nagy, hogy a légkörünk külső határának  $1 \text{ cm}^2$  felületére majdnem  $2$  grammkalória jut egy perc alatt.

A napsugarak kb.  $500$  másodpercig tartó földreérkezésük alatt sok akadályt találnak. A sugarak egy része nem is érkezik a talajra. Egyeseknek hullámhosszúsága változik meg. A sugárzott energiának csak háromnegyed része jut el a földfelületre, a többit a levegő vízgőz, széndioxid és portartalma, az egészen rövidhullámú sugarak hozzánkérkezését pedig az ózonréteg akadályozza meg.

Mivel épületeink faláról, tetőjéről azt mondtuk, hogy azoknak jó szigetelőnek kell lenni, csakis az ablakon keresztül juthat be hozzánk napsugár.

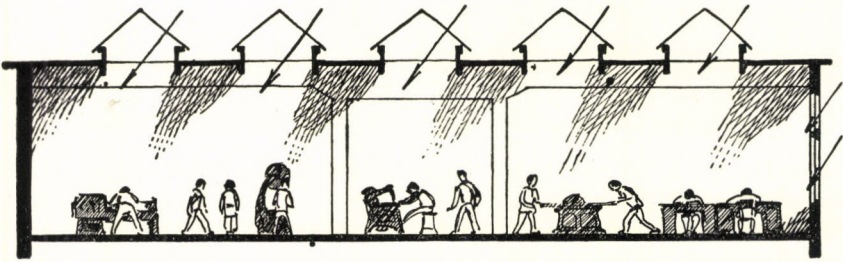
A különböző égtájak felé néző falfelületek különböző időben kapnak besugárzást a naptól (42. ábra).

Azokat a helyiségeket, melyeknek világosaknak kell lenniök, az építész már az alaprajz megtervezésénél figyelembe veszi. Iskolák tantermeinél, irodáknál, műhelyeknél nagyon fontos a jó természetes világítás, mert mesterséges fényvel



42. ábra. A különböző tájolású falak más és más időben élveznek besugárzást.

sohasem lehet pótolni a napfényt. Nagy műhelycsarnokoknál nemcsak oldal-falakon, hanem a tetőn keresztül is megvilágítjuk a munkaterületet (43. ábra). A falfelület a napsugarat részben elnyeli, részben visszaveri. Az elnyelt sugaraktól átmelegszik a fal, s ha az jó hőtároló anyagból készült, a napsütés



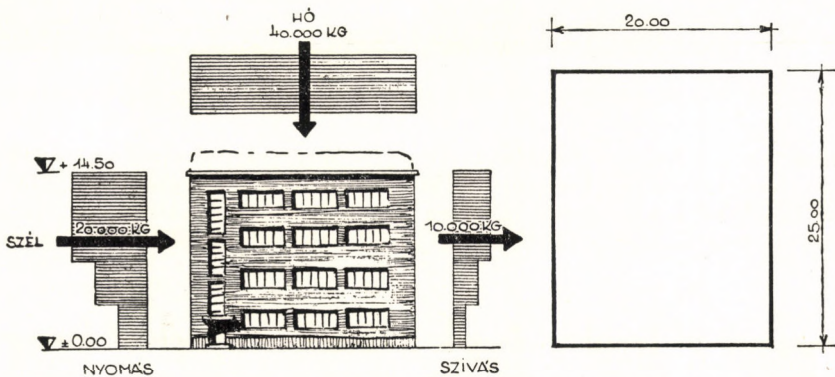
43. ábra. A tetőn keresztül is történhet a munkahely megvilágítása.

megszűnése után éjszaka sem hűl le. Ilyen erősen hőtartó anyag a vályog. S mint már azt a hőszigetelésnél említettük, a vályogból épült házak 50—60 cm falvastagságúak. Ilyen nagytömegű vályogfal sok meleget elraktároz magában, s a szoba hőmérséklete nagyon magas benne, de a falusi ember házában falát fehérre meszeli, hogy a külső falfelület minél több napsugarat verjen vissza és ne melegedjen fel a ház fala. Látjuk tehát, hogy a homlokzat színének is vannak meteorológiai vonatkozásai. Északi országokban gyakran használnak sötétszínű építőköveket, és a külső falfelületet ritkábban vakolják le, mint mi, vagy a még délebbre eső országok építőmesterei.

Amint látjuk, a napsugarak egy részét szívesen fogadjuk épületünkben, egy részüket pedig már a külső falfelület kiképzésével távoltartjuk. Sajnos, az ibolyántúli sugarak az épület belsejébe nem igen tudnak behatolni, mert az ablaküveg távoltartja tőlünk. Pedig ezek a sugarak a baktériumok legnagyobb ellenségei, gyorsítják a sebek hegedését, fokozzák a vörös vérsejtek számát, élénkítik a vér keringését. Különösen a gyermekek fejlődésénél nélkülözhetetlen az ibolyántúli sugárzás. A mai gyógyszerek közt már megtaláljuk a különböző D-vitamin készítményeket, s így gyermekeinket megkíméljük a rosszemlékű csukamájolaj-kúrától. Mindennapi táplálékunkban elég sok »ergosterin« nevű anyag van, amely a D-vitamin hatástalan formája, mely éppen a rövidhullámú sugárzás hatására alakul át D-vitaminná. Ma már kísérleteznek olyan ablaküveggel, mely a fénynél rövidebb hullámhosszúságú sugarakat nem nyeli el, de ezeket igen költséges voltak miatt még csak néhány kórház gyermekkortermének ablakain találjuk meg.

### Szélnyomás, hőteher

A meteorológiának szerepe van az épületek szilárdságtani méretezésénél is. Nyomást gyakorol a falra a szél, ugyanakkor az ellenkező oldalon a szél szívóhatása jelentkezik. A tetőt vastag hóréteg borítja, ami súlyos terhet jelent.



44. ábra. Háromemeletes épület szélnyomás- és hőteherszámítása.

A szél erejét a szélirányra merőleges felület  $1 \text{ m}^2$ -nyi területére jutó kg egységben fejezzük ki.

A szélnyomás a talaj közelében kisebb, mint a magasban. Mivel a statikusnak mindig a legnagyobb terheléssel kell számolni, a falakat és a különböző szerkezeteket az alábbi táblázatba foglalt értékekkel szokás méretezni:

Magasság m	Szélnyomás $\text{kg/m}^2$
0— 2	40
2— 6	60
6— 20	80
20— 30	85
30— 40	90
40— 75	100
75—100	110

Különösen karcsú tornyoknál, gyárkéményeknél komoly igénybevételt jelent a szélteher. A körkeresztmetszetű karcsú építmény jobban ellenáll a szélnyomásnak, ezért körkeresztmetszetűek a magas gyárkémények; és a szélmalmom is, melyet szeles helyen építenek, köralaprajzú.

A hőteher a tetőt terheli, kb. 12—14 cm laza hó súlya 1 m<sup>2</sup> területen 10 kg. Meredek hajlásszögű tetőről lecsúszik a hó, s így a lapostetőknél nagyobb hőteherrel kell számolni. Ezért építenek az északi országok lakói meredek tetőket, a déli országokban pedig a lapos tetők az elterjedtek.

Tájékozatásul számítsuk ki a már említett háromemeletes bérház esetén a szélnyomás és hőteher mértékét (44. ábra).

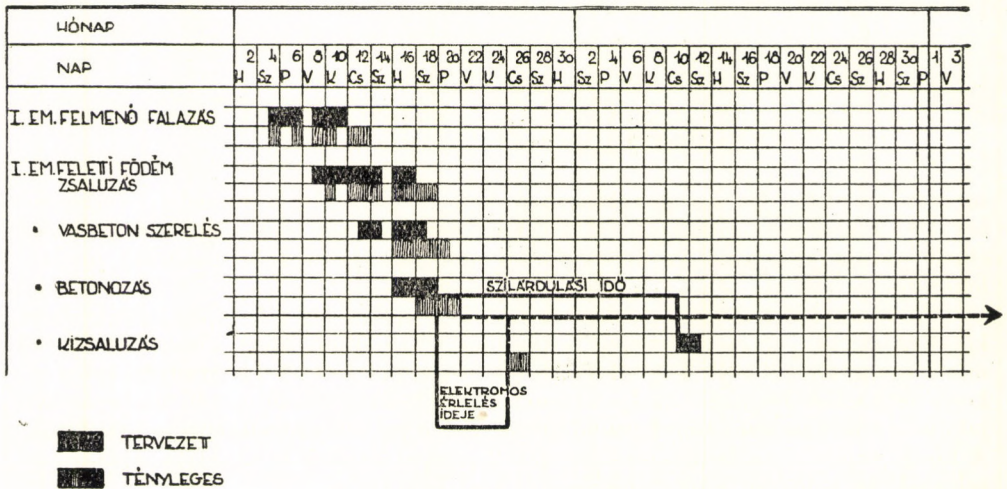
Szélnyomásból és az ellenkező oldalon a szél szívásából származó falfelületre jutó szélterő eredője

17 400 kg  
40 000 kg

Hőteher eredője

### Kőművesmunkák és betonozás

Amikor az építésvezető kézhez kapja a terveket, ütemtervet készít magának. Felbontja az egész építkezés menetét a legkisebb részletekig az alapárokkiemelés-től a villanykörték becsavarásáig és meghatározza mindegyik munkarészletnek



45. ábra. Betonozás ütemterve.

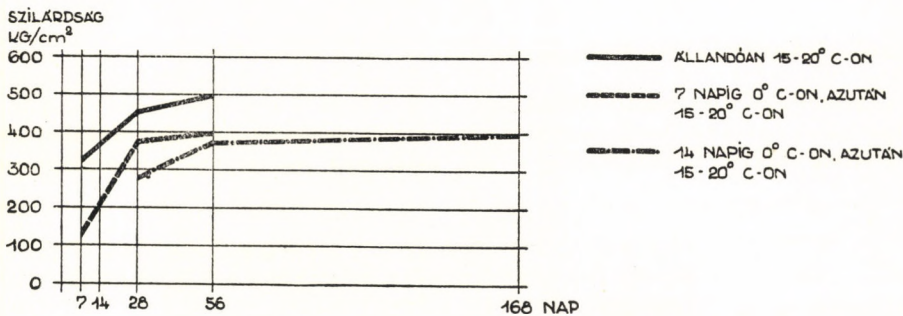
a kezdési és befejezési határidejét. Ütemterve akkor lesz jó, ha nemcsak a munka műszaki lehetőségeit tartja szem előtt, hanem a várható időjárást is.

Sok függ az időjárástól, hiszen mindaddig, amíg az épület tető alá nem kerül, szabad ég alatt kell dolgozni a kubikosoknak, a kőműveseknek, ácsoknak, segédmunkásoknak. Ha tető alatt van az épület, a munkák egy része már esőtől, szélről, napsütéstől védett helyen végezhető, de a külső homlokzati munkák, valamint a belső munkákhoz szükséges anyagszállítások, habarcs és betonkeverések végezhetősége továbbra is függ az időjárástól. A fagy ellen pedig az ajtó és ablak nélküli nedves falú épületet a tető sem védi meg.

Nézzünk meg egy ilyen ütemtervet. Egy építkezés menetét sok-sok tételre kell felbontani, itt kiemelünk belőle egy részletet (45. ábra). Az egyes munka-

nemek megnevezése után a fekete vonalak a munka készítésének idejét jelentik naptári napokra beosztva. A felmenő falazást 4-én megkezdik a kőművesek és azt 6 munkanap alatt el is készítik. Közben 8-án már az ácsok is elkezdik munkájukat, készítik a födém mintadeszkázatát (zsaluzását). 12-én a vasbetonszerelők is beszerelik a korábban már méretre levágott és meghajlított betonvasakat. 15-én megkezdődik a födém betonozása, és az első emelet elkészül 18-ára. Az aládúcolásokat és a zsaluzást csak akkor lehet elbontani, ha a beton már önsúlyát, és az építkezés közben rájutó terhelést kibírja. Ezt a szilárdságot a beton általában 21 nap alatt éri el. A következő hónap 10-én tehát el lehet bontani a zsaluzást.

Ez az ütemterv csak a műszaki lehetőségeket veszi figyelembe. Ha a falazás megkezdésének napja június 4-e, az ütemterv szerint el is lehet készíteni a beüte-



46. ábra. Cementhabarcs szilárdulási folyamata.

mezett munkát. De ha novemberben kell megkezdenni a falazást, a december 10-i kizsaluzás csak kedvező időjárás esetén, vagy szükséges eső és hideg elleni védőberendezések és költségesebb munkamódszerek alkalmazása mellett lehetséges.

November első felében gyakoriak az esős napok, s így a 6 napra beütemezett kőművesmunka, vagy a 8 napos ácsmunka elhúzódhat, mert a munkát az eső miatt szüneteltetni kell. Tegyük fel, hogy november 5-én és 10-én olyan eső van, hogy nem lehet dolgozni. Az építésvezető a megtervezett munkaidő alá be szokta jelölni a munkavégzés tényleges idejét is. Ezt a mi ütemtervünkön is bejelöltük. A kiesés miatt a vasbetonszerelők csak 2 nappal később kezdhettek neki a szerelésnek és a födém csak 2 nappal késéssel készült el.

Veszélyben van a beton szilárdulása is. Ha a bedolgozás ideje alatt a hőmérséklet  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  fölött van, különösebb óvintézkedésre még nincs szükség. Azonban a hidegebb, és különösen a fagypont alatti hőmérséklet már egészen károsan befolyásolja a cement szilárdságát (46. ábra). A megszilárdulási idő alatt pedig már nagyon is valószínű a fagyos, vagy téli nap előfordulása.

Fagyos napok azok, melyeken a legalacsonyabb hőmérséklet  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra vagy ez alá száll, azokat a napokat pedig, melyeken a legmagasabb észlelt hőmérsékleti érték sem haladja meg a fagypontot, téli napoknak nevezzük. A beton szilárdulási idejébe az előbbieket csak fél napnak, az utóbbiak pedig egyáltalán nem vehetők számításba.

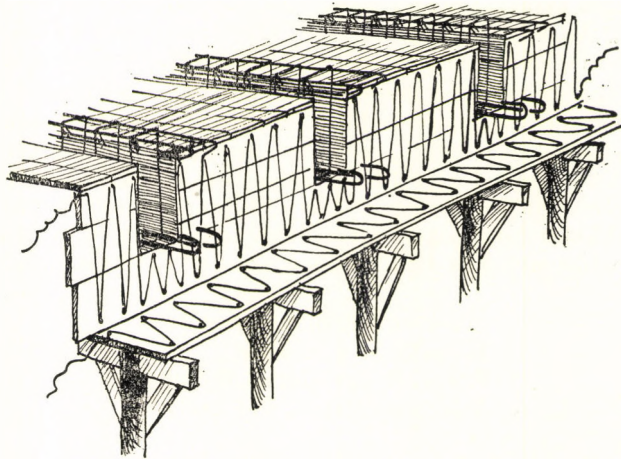
Laboratóriumi vizsgálatok azt bizonyítják, hogy a hőmérséklet nagy mértékben befolyásolja a beton szilárdulási folyamatát. A friss betonból  $20\text{ cm}$  élhosszúságú kockákat készítenek, s azt különböző hőmérsékleten való tárolás

után hidraulikus prés alatt eltörik. A kockára eső terhelés a törés pillanatában kg egységben kifejezve, 1 cm<sup>2</sup>-nyi területre átszámítva adja a beton szilárdságának mértékét. Különböző fajta betonok másként viselkednek a hőmérséklet hatására, azonban valamennyinek közös tulajdonsága, hogy a hideg károsan befolyásolja a szilárdságot.

Nagyszilárdságú portlandcementtel készült beton szilárdságának alakulása :

A beton kora napokban	15—20° C	0—4° C
	szilárdság kg/cm <sup>2</sup>	
2.....	131	40
5.....	207	92
7.....	266	120

Ha tehát az ütemtervünk szerinti betonfödémeket mesterséges úton nem melegítjük, vagy nem védjük meg a hidegtől, lehetséges, hogy csak a téli időszak után tudjuk a kiszaluzást elvégezni.



47. ábra. Mesterséges betonérlelés.

A kőműves- és betonmunkáknál télen a téglát, habarcsot, betont előzetesen felmelegítjük és csak úgy dolgozzuk be. Bedolgozás után pedig takarással, fűtéssel védjük a fagy ellen.

Azt a szilárdságot, amit a beton 15—20 C°-on 21 nap alatt elér, megkapathatjuk 4—5 nap alatt is, ha a betont 50—60 C°-ra felmelegítjük a szilárdulási idő tartamára. Ezt az eljárást mesterséges betonérlelési eljárásnak nevezzük, és gőzöléssel, vagy elektromos áram felhasználásával végezzük. A gőzölési eljárás nagyobb elrendezést igényel, mert a gőzkazántól szigetelt gőzvezetékkel kell kiépíteni a betonozás helyéig. A szerkezeteket kettősfalú mintadeszkázattal kell ellátni, a gőzt a kettős fal közé eresztjük be.

Elektromos úton való érlelésnél fűtés céljára felhasználhatjuk a vasbeton vasszálainak elektromos ellenállását, vagy a mintadeszkázat belső oldalára lággyvashuzalt feszítünk ki (47. ábra), melyen aztán veszélytelen alacsony-feszültségű áramot vezetünk.

Ez a mesterséges betonérlelési eljárás körülbelül kétszeresére emeli a betonozás költségeit, de ugyanakkor olyan állapotba hoztuk épületünket, hogy az építómunkások a téli időszak alatt a belső válaszfalakat és vakolásokat, az ajtóelhelyezéseket, valamint az összes többi belső munkákat fedett, zárt munkaterületen végezhetik el, s ezáltal az építkezés sokkal hamarabb befejeződik.

## Épületek karbantartása és az időjárás

Idővel az esőcsatornák elrozsdásodnak, kilyukadnak, a tetőn egy-két cserép vagy pala eltörik, az ajtókról, ablakokról a mázolás lepattogzik. Épületünk egy ideig dacol még az időjárás viszontagságaival, és védi otthonunkat, műhelyünket, de aztán rohamosan romlani kezdenek szerkezetei és rendeltetésüknek nem felelnek meg, mert a szükséges kis karbantartási munkákat nem végeztük el időben. Tavasszal az olvadó hólé becsurog a padlástérbe a törött cserepeken keresztül, beáztatja a legfelső födémet is. Az átáztatott nedves tető faszerkezetein a szél által hordott gombaspórák megtelepednek, mert jó táptalajt találnak, és megindul a korhadás. Ugyanez történik az ablakok faszerkezeteivel is, ha a mázolás már nem védi. A korhadt ablakkeret pedig már nem zár tökéletesen. Az őszi eső még nagyobb kárt okoz, mert a falak átnedvesedése már csak a következő nyáron szárad ki, addig pedig a fagy is elvégzi romboló munkáját. A víz térfogata, ha megfagy, növekszik, és a fal apró réseibe, lyukacsába jutott víz, a térfogatnövekedés következtében a kis repedések nagyságát növeli. Sokszor egészen kis hibák, melyeket azonnal ki lehet javítani, egy-két év múlva súlyos költségekkel kijavítható szerkezeti hibákká nőnek meg.

Ha megköveteljük épületeinktől, hogy védjenek bennünket az időjárás ellen, kellemes szobaklímát biztosítsanak részünkre, védjük meg mi is azokat a szükséges karbantartási munkák kellő időben való elvégzésével.

»Roskadó félben van a ház,  
Hámlik le a vakolat,  
S a szél egy darab födéllal  
Már tudj' Isten, hol szalad.«

Mi is így járnánk épületeinkkel, ha Pató Pál módjára gondoznánk. Nem elég a házat megépíteni, időszakonként a karbantartási munkákat is el kell végezni.





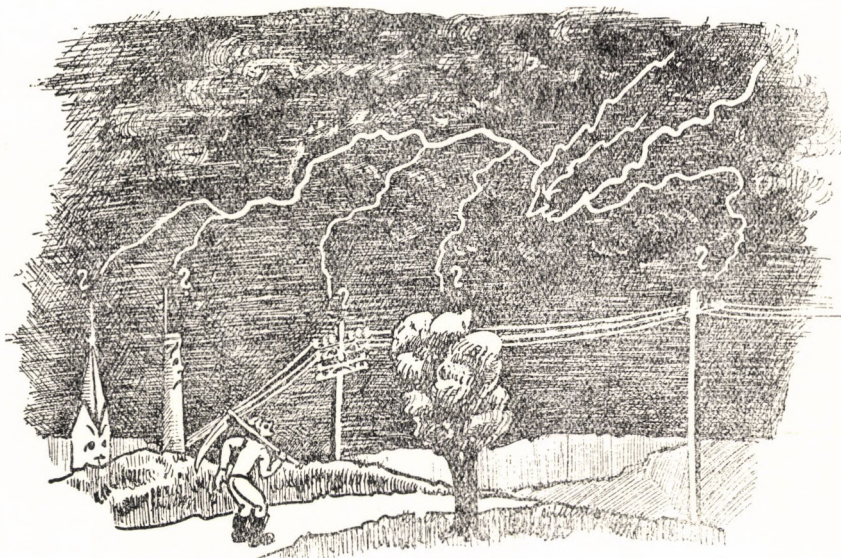
## Merre menjek? Hová csapjak?

Nem is olyan régen, alig két esztendeje, egy meleg nyári napon óriási vihar közeledett a Balaton felé. A laposabb keleti partról jól látszottak a sötét-kék aljú, hatalmasan feltornyosuló zivatarfelhők is. A csónakázók, vitorlázók erejük végső megfeszítésével igyekeztek a part felé.

Bizonyára látta a közeledő zivatart, a gyorsan húzódó esőfüggönyt az eperfás országúton haladó idős házaspár is. Figyelhették a mind hangosabban morajló mennydörgést és siettek volna fedél alá, de vajjon hová mehettek volna? — Még csak egy csószkunyhó sem volt közelükben. Úgy látszik, nem volt mást tenniük, odaálltak egy sűrűbb lombú eperfa tövébe . . ., illetve — nem tudni miért, miért nem, talán kicsinek gondolták két személyre az eperfa-esernyőt — egyikük átment a szomszédos fa alá.

Néhány óra múlva, amikor a Nap már kibújt a felhőkből, de még mindig iszapos színű patakocská sodorta a hullott bogarakat és frissen zöldelő leveleket az országút árkában, a járókelők megtalálták a házaspárt: ott feküdtek a fák alatt.

Az asszonyt még csak életrekelítették, de a férfi már nem mozdult többé. A villám agyonsújtotta.



48. ábra.

Az eszmélő asszony alig jutott lélekzethez, még mindig remegett, csupán akkor szólalt meg, amikor meglátta holt párját a széthasított szomszéd fa alatt :

»De jó, hogy elgyűttem mellőle . . .«

Vajjon ki tudná megmagyarázni, hogy abból a zivatarfelhőből, amely talán a messze óceánon keletkezett és amely a kósza szelek szárnyain jutott el a Balaton fölé, miért éppen ott kellett lecsapnia egy villámnak, pontosan abba az eperfába, amely alatt az az idős férfi állott?

Ott volt neki az egész Balaton, ott volt a Bakony-hegység sok csúcsa, gerince ; ott volt a közelben több falu, mindegyik legalább egy-egy templomtoronnyal ; aztán az a rengeteg telefonvezeték, magas oszlopokon, vasút, és még sok-sok minden más . . .

És mégis pont abba az alacsony eperfába csapott !

A villám tehát nem mindig a legkiemelkedőbb tárgyat keresi, amelyek legközelebb vannak a felhőkhöz?

Vagy talán »gondolkozik« és egyenesen kereste az öregeket ?

Vagy éppen »nem gondolkozik« és azért nem a közelebb levő magas tárgyakba üt bele ?

Talán csak egyszerűen »szeszélyes« ? — De miért ?

Ha szeszélyességre keresünk példát, találunk ennél kirívóbbat is. Erős zivatar dühöngött Budapest külterületén. A HÉV éppen a legnagyobb mennydörgés és villámlás közepette állott meg az egyik állomáson. Egy utas leszállott és amint éppen letette a lábát, abban a pillanatban belécsapott a villám.

Ott halt meg a helyszínen.

Egyébként másnak, senkinek és semminek baja nem történt. Itt már csak lett volna elég útja annak a villámnak ! Például a villamos vezetéke, oszlopai, maga a több kocsiból álló szerelvény . . . Mindmegannyi »jó vezető«.

És egyik se kellett neki.

Igy hát a villám nemcsak a kiemelkedő tárgyakat nem veszi figyelembe sok esetben, hanem a jó vezető anyagokkal sem törődik ? Nem arra halad, amerre a legkisebb elektromos ellenállást találja ?

Nincsen neki szabálya, törvénye, hogy merre menjen? Hová csapjon ?

Sokszor hallunk olyan villámcsapásról is, amely semmi kárt sem okoz, csak valamilyen formában észrevesszük, hogy volt.

Ilyen esetet hallottunk pl. a drégelyvári állomásról. A kiránduló diákok hirtelen erős surranást, majd egy kis csattanást hallottak : a villám bevágott a vasútállomás mellett húzódó táviróvezetékbe. Semmi baj sem történt, ijedtség is alig volt, sőt pillanatok alatt még azt is megállapították, hogy a villám »hangja« éppen olyan volt, mintha valami igen gyors nyílvessző süvített volna el a fülük mellett.

Már készen volt a megállapítás is, ezért a hangért lett a villám: »istennyila«.

Sok mindent megfigyeltek az emberek a villámokkal kapcsolatban. Látták, hogy ritkán halad egyenes irányban, hogy szétágazik, mint egy terebélyes fa. Észrevették, hogy »szelek« van, közelről csattan, messziről dörög. Van amikor gyújt, van úgy, hogy csak romboly. Általában csak nyáron szokott mennydörögni, villámlani, de előfordul a zivatar télen is . . .

Ki tudja, mi mindent látott, tapasztalt még például az az öreg pásztor, aki hosszú évtizedeken keresztül nézte, vizsgálta a félelmesen kavargó zivatarfelhők járását, látta a sok villámnyúzta fa száradó törzsét, és tanítgatja bojtárját : melyik utat, melyik fát kerüli a villám !

És vajon mit tud a villámról a *tudomány* ?

Meg tudja-e mondani, hogy miért szeszélyes ?

Megmondja-e már, hogy milyen sebesen surran az istennyila? Tudja-e már, hogy az égből hull-e a mennykő vagy a földben terem? És vajjon honnan ered a villám szele? Miért gyújt vagy éppen rombol ?

És főként : *tudunk-e már védekezni ellene ? Meg tudjuk védeni vajon épületeinket, kereshetünk-e biztonságot oltalmuk alatt?*

Folytathatnánk tovább a kérdéseket, amelyekre meg kellene felelnie a tudománynak... és bizvást állíthatjuk : lassan már-már minden kérdésre megfelel !

## Egy csipetnyi atomfizika

Sokszor hallottuk azt a kérdést, *hogyan kerül a villamosság a felhőkbe ?*

Hát — sehogyan sem.

Villamosság mindenütt van.

Bennünk éppen úgy, mint a kezünkben levő könyv papírjában, a ház falában, a fában, a fűben, a földben, a levegőben és persze a felhőben is.

Nem kell neki »odakerülni«, már eleve *ott van*.

Ma már mindenki tudja, hogy az anyag legkisebb részét, az atomot tovább is oszthatjuk, még apróbb részecskékre bontva is elképzelhetjük. Ezek az apróbb részek : az atom magja és a körülötte levő atomhéj.

Nekünk most az a fontos, hogy az atom magja csupa pozitív villamos töltésű kis részecskékből áll, az atom héja pedig sok apró negatív töltésű szemcsékből.

Amikor együtt vannak és egy atomot alkotnak, akkor semmiféle villamos hatást nem mutatnak kifelé. Nem is csoda, hiszen éppen annyi pozitív töltés van az atommagban, amennyi negatív részecske az atomhéjban...

Ha azonban valami erővel elveszünk abból a héjból egy negatív részecskét — melyet különben *elektronnak* nevezünk —, akkor az atom magja *hiányolja* az elveszett elektronját és képessé válik, *ereje lesz* arra, hogy egy elektront magához húzzon, ha az esetleg közelébe kerül.

Ilyenkor, amikor az atom egy elektront »kíván«, azt mondjuk, hogy »*ionizált*« állapotban van. Az ilyen, elektronját veszített atomot röviden »*pozitív ion*«-nak nevezzük, a műveletet ionizációnak.

Az ionizáció révén tehát az atomot — mely villamos szempontból semlegesnek mutatkozott — két különálló részre bonthattuk : van egy nagyobb tömegű »*pozitív ion*«-unk és egy apró, negatív tulajdonságú villamos részecskénk, az elektron.

Mikor lesz tehát a felhőben »villamosság« ?

Mihelyt az ott levő atomokat valami ionizálja. A levegő sok-sok atomjából ionizáció révén sok-sok különálló, villamos tulajdonsággal rendelkező részecske lesz.

És már kész is a villám ?

Dehogy is, hiszen a legártatlanabb »báránfelhő« is tele van ilyen villamos töltéssel ! Már pedig még eddig nem láttak báránfelhőből villámot lecsapni...

Ilyen különálló villamos atom-részecske itt a talaj felett is van rengeteg. A napsugár, a világúrból jövő félelmetes erejű kozmikus sugárzás, a levegőben és a talajban levő rádióaktív anyagok és a természetes, mesterséges villamos kisülések is, mind-mind ionizálják a levegő-atomokat.

A levegőben tehát, amely övez bennünket, amelyet beszívunk, milliósámra nyüzsög az elektron és a pozitív ion.

Mégis: észre se vesszük őket...

De bezzeg hatnak ránk, mihelyt valamelyikből, akár a pozitív ionokból, akár az elektronokból — *többet van!*

Ugyanez a helyzet az egész légkörben és így a felhőben is. Amíg az atomok semlegesek vagy pedig a pozitív és negatív részecskék összekeveredve még semlegesítik egymást vagy legalább is tőlük nem nagy távolságban már a sok pozitív és negatív hatás teljesen összekeveredik: semmi sem történik.

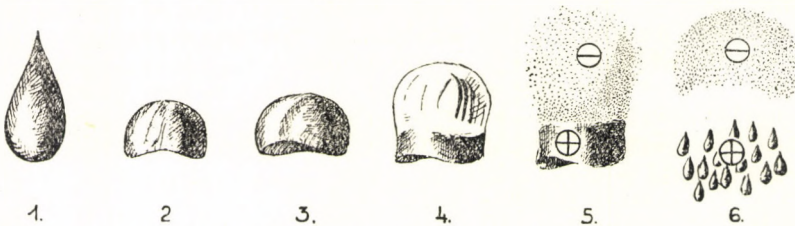
Vannak azonban olyan felhők, amelyekben valamilyen módon megtörténik a különböző töltésű részecskék szétválasztása még azután is, amikor az atomok ionizációja révén sok-sok pozitív és negatív atomalkatrész keletkezett.

Mire tanít tehát a fizika? Arra, hogy elektromosság mindenütt van, ahol anyag van, de a hatását majd csak akkor tapasztalhatjuk, ha a különböző előjelű elektromos töltéseket szétválasztottuk egymástól és így azoknak majd lesz alkalmuk »vonzani« egymást. Illetve nagyobb mértékű hatásra akkor számíthatunk, ha sok egynemű töltéssel rendelkező részecske van közel egymáshoz, amelyek majd taszítják egymást és igyekezni fognak a másnemű töltés felé elmozdulni.

A villámról már régen tudjuk, hogy villamos kisülés, tehát csak olyan helyről eredhet, ahol villamosság van. Villamosságot pedig olyan felhőben keressünk, ahol az atomok elektromos töltéseit valami szétválasztotta egymástól, az egynemű töltéseket pedig egymáshoz közel felhalmozta.

## A kis és nagy tömegek, térfogatok szerepe

Az igen magas felhők tetején, ahol már a nagy hideg miatt a legmelegebb nyárban is csak jégtűk lehetnek esőcseppek, vízcseppek helyett, igen erősen tűz a Nap. Ibolyaszínű sugarainak hatására a jégtűkből elektronok válnak ki. Az elektronok sok milliószer kisebbek, mint maguk a jégtűk: ez utóbbiak tehát megmaradó pozitív töltésükkel lassan aláhullanak. Az elektronok nagy tömege pedig sokkal tovább lebeg a magasban.

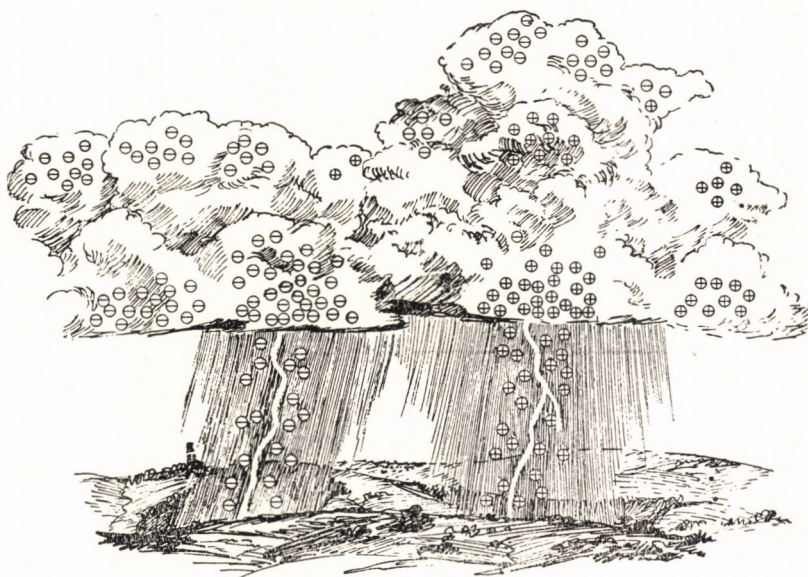


49. ábra. Szétporlódó esőcseppek. 1. a hulló esőcsepp, 2. a felfelé irányuló szél hatására elveszti cseppalakját, 3. alsó része már betüremlik, 4. felső része felhólyagzik, 5. a felső rész a további nyomás miatt szétporlódik, majd töltést kap, 6. az alsó rész apró cseppekre hull szét, a különemű töltések szétválása megtörténik.

A tömegek és térfogatok nagy különbsége miatt tehát máris különválasztódott a felhő egy részének negatív és pozitív töltése. Még pedig úgy, hogy a negatívoknak is, meg a pozitívoknak is nagy tömege közel egymáshoz, egy csomóban aránylag kis térfogaton belül maradt.

Van a szétválasztásnak több módozata is. Hogy csak a leggyakoribbat említsük, ott vannak pl. a szétporlódo esőcseppek.

A lefelé hulló esőcseppekben a Föld elektromos tere miatt megoszlik az elektromosság. Igen sokszor előfordul, hogy ezek az esőcseppek felfelé irányuló, néha igen erős széllel találkoznak. Ilyenkor a cseppekből felfúvódott hólyagocskák lesznek (mint olykor a talajon is látjuk a pocsolyákon) és ezek a hólyagok egyszer elpattanva ezrenyi apró, porszem nagyságú részecskékre hullanak széjjel, szétporlódnak. Az apró részek negatívak, a nagyobbak pozitívak lesznek



50. ábra. A felhő villamos gócai.

és — mint előbb is láttuk — az apró negatívak fennmaradnak, tovább lebegnek, a nagyobb pozitívak pedig aláhullanak, folytatják útjukat a talaj felé.

Megint különváltak tehát a pozitív és negatív töltésű részecskék és nagy tömegekben vannak kis térfogaton belül.

Az együttmaradt, egynemű villamosrészecskék tömegét a felhő villamos »gócc«-ainak nevezzük.

Ezeket a góccokat aztán a szél mozgatja, amerre akarja.

## Sok kicsi sokra megy

Vajon hány ionizált atom lehet egy ilyen említett felhőgóccban? — Rengeteg. Nem is nagyon tudnánk kimondani a számukat. Gondoljunk csak arra, hogy egy köbcéntiméterben lehet akár millió is!

A gyakorlati életben a villamosságot úgy ismerjük, mint felhasználandó energiát. Mértékéül a feszültséget, a Voltot és az áramerősséget használjuk. Beszélhetünk a felhőkben levő villamos góccok feszültségéről is. Már többször megmérték őket és úgy találták, hogy egy ilyen kb. ház nagyságú villamos gócc feszültsége többszázezer, sőt millió Volt is lehet.

Sok kicsi sokra megy, így lesz a sok-sok atom egy-egy elektrónjából vagy pozitív ionjából, a sok porszemnyi esőcseppre rakódott villamosság taszító erejéből millió Voltos feszültség . . .

A villamos gócockat a szél néha széjjelveri, de sokszor csak együtt maradnak az egynemű töltések szelokoizta mozgásuk közben is. Ilyenkor nem is egyszerű megesik, hogy egy negatív töltésű és egy pozitív töltésű góc közel kerül egymáshoz.

Ha elegendő a közelség, ha elegendő a feszültség, a különböző töltések egyesülnek egymással és semlegesítik egymást.

Mi pedig, innen alulról nézve azt mondjuk : *villámlott !*

### Némely problémát még felhő takar

Sokan félnek a villámtól, még többen félnek attól, hogy félelmüket bevallják. Pedig ez a félelem egészen természetes, hiszen sohasem tudjuk merre visz a villám útja, hová csap és amellet mindig olyan »hirtelen« jön a villámcsapás...

Vizsgáljuk meg ezt a kérdést is : tudhatjuk-e előre, mikor fog bekövetkezni a villámcsapás ? Vagy csupán villámlás ?

Nem, és nem is fogjuk sohasem.

De nem azért, mintha nem ismernénk pontosan a villám keletkezésének előfeltételeit, hiszen tudjuk, hogy szétosztott különemű töltések közelsége szükséges hozzá, hanem : hogyan állapítjuk meg a gócock helyét ?

Tegyük fel, hogy ezt egy különleges radarkészülék térbeli ábrázolásban nyújtja nekünk, de még akkor is hátra van a gócock feszültségének ismerete és sok apró körülmény, ami miatt megindulhat a töltések kisülése.

Ezt tehát nem tudjuk, de ez nem a fizikán, hanem a technikán múlik . . .

### Mi a fontosabb, az évszak, vagy a felhőfajta ?

Tudjuk már, hogy a villámláshoz villamos gócock szükségesek a felhőben, ehhez a töltések szétválasztása, az utóbbihoz pedig leginkább függőleges légáramlás, amely az esőcseppek porlasztását okozza. Már pedig ilyen szél leginkább a gomolyfelhőzetben fordul elő, a gomolyfelhőzet tulajdonképpen maga a függőleges szél hozza létre — tehát mindenképpen a függőleges szél a ludas.

Ilyen szél pedig akkor keletkezik, ha van elég felmelegedés a talajon. Nálunk persze leginkább a nyári időben. Jöhet azonban gomolyfelhő télen is hozzánk, messzi vidékek felhőit hurcolják fölének az őszi és téli szelek. Egy-két nagyobb gomoly az égen és máris mennydörög, villámlik felettünk.

Mi a fontos tehát ? Valahol legyen függőleges légáramlás . . . Ez persze nem azt jelenti, mintha pl. hózivattarról nem hallottunk volna ! A hulló hó is elektromos lesz a levegővel történő súrlódása közben, ilyenkor is elcsattanhat egy-két gyorsan suhanó villám.

### Szikra vagy nem szikra ?

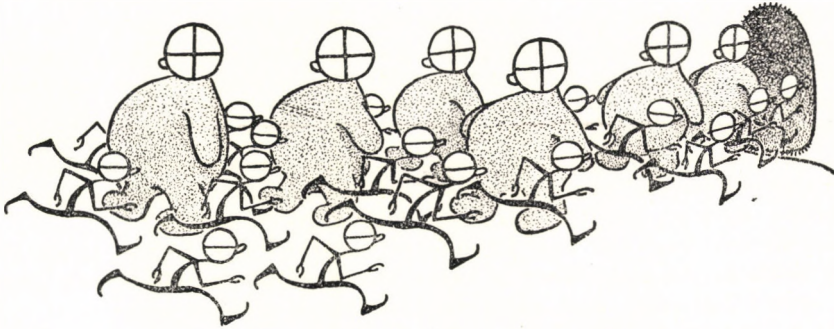
A villámot sokan szeretik »villamos szikrának« mondani. Ez az elnevezés sokszor helytelen következtetésre ad alkalmat. A technikai eredetű villamos kisülésnél ennek az elnevezésnek még csak van némi alapja. Ilyenkor rendszerint két fém vagy egyéb hasonló anyag között történik a kisülés. A villamosságot vezető anyagot a kisülés helyén elektródnak nevezzük. Ezek itt általában

erősen felmelegednek, sokszor izzó részecskék válnak le belőlük. Különösen jól látszik ez a jelenség akkor, ha a kisülés az elektródok súrlódása közben történik. Így pl. a közúti villamosvasút elektródjairól (az áramszedő és a magasban levő huzal) nem egyszer látunk izzó fémrészecskéket leválni, lehullni.

Más a helyzet azonban a villámnál. Itt nincsenek fémből készült elektródok, súrlódás sincsen. A különböző előjelű töltésből képződő gócok pozitív ionokból vagy elektronokból állnak. Legfeljebb ez utóbbiak rátapadnak a levegő vagy víz molekuláira. Nem is gondolhatunk tehát mozgó, izzó fémrészecskékre, szikrákra.

A villám tehát nem lehet »szikra-kisülés«, »villamos-szikra«. A villámban a pozitív ionok és az elektronok rohannak egymással szemben, az ellenkező előjelű gócok felé és ezáltal elektromos áram keletkezik.

A villám tehát levegőben, gázban lefolyó elektromos kisülés.



51. ábra.

Egyébként mit is értünk villamos áram alatt? Tudjuk, hogy az áram a jó vezető huzalban abból áll, hogy a telep negatív sarkából kiindulva elektronok »sétálnak« a pozitív sarkok felé...

Ez a séta az áram.

A villámban nem egészen így folyik le a kisülés, nemcsak negatív elektronok »rohannak« a pozitív góc felé, hanem a pozitív ionok is igen-igen »igyekeznek« a negatív góc felé...

»Séta« és »rohanás«?

Bizony még ki sem fejezi a két mozgás közötti sebességkülönbséget, hiszen a huzalban az elektronok egy másodperc alatt még egy cm-t sem tesznek meg, a villámban pedig — akár ezer km-t is megtennének, ha — eljuthatnának olyan messzire. (Éppen ezért a villám előrehaladásának sebessége jóval kisebb.)

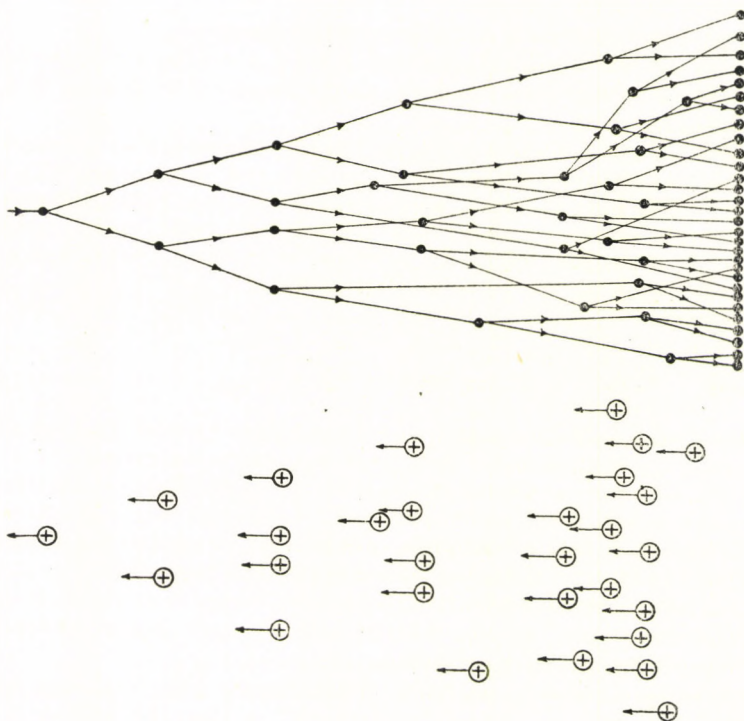
Van tehát »szikrá«-ja a villámnak? Nincsen, de van bőven gyorsan mozgó elektronja és pozitív ionja.

### Ütközési ionizáció, vagy: hogyan nő az elektronok száma?

Előbb már céloztunk arra, hogy a mozgó elektronoknak, de főként a pozitív ionoknak (mert nagyobbak) mozgásuk közben igen sok akadályuk van: a levegő molekulái, atomjai. Nézzük meg pl. egy elektron útját a pozitív villamos góc felé:

Amint a pozitív góc elég közel van (ennek a szél az oka), az elektron, mely egy negatív góc egyik »tagja«, elindul a pozitív góc felé. De alig mozdul meg, a milliméter ezredrészét sem teszi meg, máris nekiütközik egy gáz- (levegő)

atomnak. Csakhogy nagy hatalom ám a szomszédban levő ellenkező előjelű töltés! Vonzza, erősen vonzza az elektront, így az ütközése után újra elindul a pozitív oldal felé. Mihelyt csak egy kis szabad utat talál a gázatomok között, máris óriási sebességre tesz szert, annyira, hogy amikor a következő atomnak nekiütközik, ez az ütközés már nem marad nyom nélkül: a gyorsan mozgó elektron kimozdítja a gázatom egy elektronját! Most mind a ketten állnának a találkozás helyén, de a pozitív góc nem hagyja nyugodni őket, vonzza mind a



52. ábra. Ütközési ionizáció. Egy elinduló elektron mozgása közben  $t$  idő alatt igen sok elektront üt ki találkozás közben az atomokból. Ezek az elektronok nagy sebességgel további elektronokat szabadítanak ki, mind a pozitív góc felé haladnak. Ugyanakkor az elektronok leválása folytán ugyanannyi pozitív ion is keletkezik, ezek ellenkező irányban, lassabban haladnak a negatív góc felé.

kettőt és már ketten futnak tovább..., ketten gyorsulnak nagy sebességre és ketten ütnek ki majd egy-egy elektront a velük találkozó atomokból.

Ez így tart tovább, mindig több és több lesz a rohanó elektron. Sokan lesznek? Sokan bizony, hiszen *nem egy elektron* indul, hanem *millió és millió*...

És mi lesz a közben elektronjukat veszített atomokkal, a pozitív ionokkal?

Ők sem maradnak tétlenül, hiszen őket megcsonkításuk pillanatától kezdve vonzza a negatív góc. Ők is elindulnak vándorútjukra, de nagyobb tömegük miatt alig tudnak a rövid mozgási szakaszaikon néhány száz km-es sebességre szert tenni és csak ilyen »lassan« mozognak a negatív góc felé.

A villám tehát olyan kisülés, amelyben a mozgó, töltött részecskék száma az ütközésekből eredően egyre növekszik. Az ilyen kisülést »önálló kisülés«-nek



is nevezik, az atomok ilyenmő ionizációját pedig »ütközési ionizáció«-nak mondhatjuk.

Sokan el tudják képzelni a villamos áramot úgy, hogy az a drótban halad (hiszen úgysem látni belőle semmit . . .), de így szabadon, a levegőben már nem ! Pedig ez sem nehéz, ugyanúgy, mint ahogyan pl. a vízvezetékben is elképzelhetjük a víz folyását, de láttuk már a tűzoltók vízsugarát is ! Ott sem kellett cső a levegőben, mégis együtt maradt a sok vízmolekula.

Igy mennek az elektronok is a levegőben, szinte valami csőszerű, hengeres felülettel határolt térben.

Ezt a »csövet« nevezük a villám »*csatornájának*«.

A »csatorna« vastagsága különböző lehet : a milliméter századrésztől a cm-ekig. Benne a rohanó elektronok és pozitív ionok erősen felmelegítik, izzásba hozzák a levegőt.

Mi ennek az *izzó levegőnek a fényét látjuk, számunkra ez a villám . . .*

A meleg levegő persze kitágulna — de nem tud. Amíg áram van a villámcsatornában, addig nem tágulhat, mert a hatalmas áram (néha 100 000 Amper) mágneses mezeje mintegy vasgyűrűbe fogja a csatornát, nem engedi széjjel.

Amikor az áram már elhaladt, a levegő még mindig izzó, meleg, de már nincsen akadálya : gyorsan, pillanat alatt kitágul.

Mi lesz most ?

## Égiháború

Amikor a puskacsőben a puskapor robbanásakor hirtelen kitágul a lőporgáz, közelről semmi egyebet nem hallunk, csak egy nagy csattanást.

Ugyanez történik a villámcsatornában is : *felrobban* a hirtelen táguló levegő és most is kell csattanást hallanunk. Csakhogy míg a puskacsőben kb. félméter hosszú úton tart a robbanás és már vége is van, addig a villám útja, a csatornája, amelyen végigfut a robbanás, sokkal hosszabb.

Amint a levegő hirtelen tágulása, robbanása végigfut az egész, sokszor kilométer hosszú csatornán, mindig közelebből — vagy éppen messzebből — halljuk a levegőt hasító, »repszto« hangot.

Gyenge erejű, vékony csatornájú villámnál ez a hang csak úgy hallatszik, mintha tényleg elsurranna valami mellettünk. A nagyobb erősségű villámok pedig a szó szoros értelmében *levegőt hasító* hangot adnak. Ez a hang aztán a talaj és a felhő, esetleg a környező hegyek között ide-odaverődik, hosszan elnyúlik : *mennydörgés lesz belőle.*

Villámlik, mennydörög, csapkod az istennyila : égiháború van.

Ha pedig valaki közel kerül a *szétrobbanó* villámcsatornához, könnyen »*légnyomást*« kap, megüti a »*villám szele*«.

Legjobb ilyenkor fedezékbe bújni.

Itt aztán gondolkozhatunk : mi is hát a villám »*szele*« ?

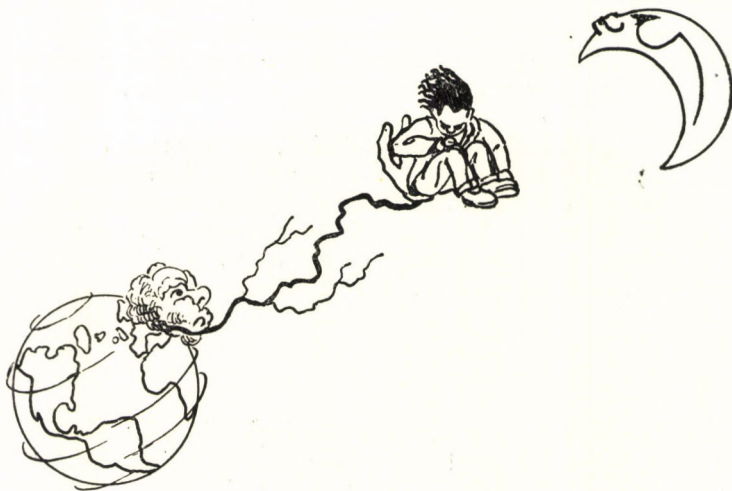
Ezt már tudjuk, de vajon arra van-e már felelet, hogy mekkora sebességgel halad az istennyila ?

Már ezt is megmérték. Készítettek olyan fényképezőgépet, amely a villámot haladása közben, a másodperc ezredrészénél is rövidebb időközökben fényképezte. »*Filmezték*« a villámot haladása közben. A képekből ki lehetett számítani, hogy a villám előrehaladási sebessége átlagban a 100—200 km/mp között van. Nem valami nagy sebesség éppen a fényéhez viszonyítva, de egy óra alatt elérnék vele a Holdra.

Lehet-e csodálkozni azon, hogy az emberek féltek és félnek az ilyen »égi-háborútól«, mely annyira kiszámíthatatlan és ily gyors nyilakkal rendelkezik?

Jobb félni, mint megijedni, jobb betartani a *védelem szabályait*, mert akkor sokkal kisebb esélyünk van a villámütésre, vagy egyáltalában tartanunk sem kell tőle.

A védelem szabályait? Vajon lehet-e egyáltalában ilyesmiről beszélni? A szeszélyes villámmal szemben?



53. ábra.

Igyekezzünk a villámot minél alaposabban megismerni, megtudni mit miért csinál? Akkor tudunk majd alkalmazkodni szeszélyeihez.

Olvassunk tehát tovább.

### Terebélyes fa vagy összefutó folyamrendszer?

Aki szereti nézni a villámokat, eleget láthatta, hogy azok nemcsak hogy nem egyenes vonalban haladnak, hanem sokszor szét is ágaznak, mint valami terebélyes fa ágai. Az ágak vége elenyészik a felhőben, egy-egy vastagabb még felvillan, aztán megszűnik az égi tűzijáték.

Megvan! — mondhatná valaki: a villám így próbálja ki, hogy merre menjen, merre lesz vele szemben a levegőnek legkisebb ellenállása. Aztán a sok ág közül kiválasztja a leggyengébbnek látszó ellenállás-irányt, és majd arra halad tovább, ott lesz a vastag »fővillám« ...!

Álljunk csak meg egy kicsit a következtetéssel! Mi is az a villám? Talán szellem vagy ésszel bíró élőlény, hogy válogat? Gondolkodik, akarata van és terjeszkedni akar?

Nem, hanem a villamos gócok levegőn keresztül történő kisülése, semlegesülése.

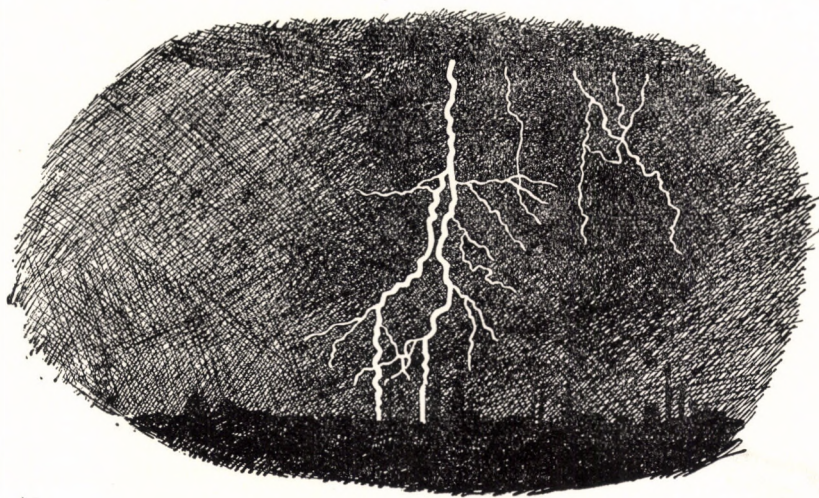
A villamos gócban rengeteg töltés, *egynemű villamos töltés* van összehalmozódva. Ezek a töltések taszítják egymást: tehát *mindenfélé széjjel akarnak menni*. Éppen úgy, mint a gumilabdában a levegő.

Ha mégis lesz valamilyen »kitüntetett« irány, amerre a töltések *legnagyobb* része halad majd: az egy ellenkező előjelű góc iránya lehet.

Legnagyobb része? — És miért nem mind?

Mert elképzelhetetlen, hogy egy zivatarfelhőben csak éppen két (az is éppen ellenkező előjelű) villamos góc legyen. Van abban több is, bőven, kisebb-nagyobb és főként sok kicsi.

Amikor a villamos kisülés megkezdődik és az elektronok meg a pozitív ionok megkezdik útjukat az ellenkező előjelű góc felé, közben mindnyájukat, ionostul, elektronostul és gócostul együtt mozgatja a szél. Ez a mozgás nem egyenletes, de még ha olyan lenne is, megtörténhetik, hogy a rohanó elektronok csoportjának egy része közel kerül valamelyik kisebb góchoz, amely addig éppen



54. ábra. Szétágazó villám.

kisebb vonzó vagy taszító ereje miatt szóba se jöhetett volna. Most azonban, ilyen közletről, előjele szerint egy kissé megtaszítja vagy közelebb húzza a futó elektronokat. Már is hajlik a villám pályája. Ha még ezenfelül az elektronok egy része pl. az éppen pozitív góc felé halad, akkor már is egy »ága« keletkezett a villámcsatornának.

Mi lesz, ha az útba került villamos góc elég nagy feszültségű? Akkor majd az elektronok *nagy része* fog feléje futni, sőt az is megtörténhetik, hogy az előbbi irányba megy majd csak igen kevés elektron, az újabb góc (talán most keletkezett . . .) lesz a hatalmasabb, az újabb irány a fényesebb, »vastagabb«, a régi marad meg »ágnak« . . .

Az elektromosság életében a *vonzás* és *taszítás* az összes cselekmény. Ugyanakkora távolságból a *nagyobb töltés* taszít vagy vonz erősebben.

A villámcsatorna elektronjai (és pozitív ionjai) *semmi másnak*, csak ennek a *vonzó* vagy *taszító* erőnek engedelmessékednek: ezek az erők taszítják, vonzzák az elektronokat, irányítják a villámcsatorna útját.

A villám tehát nem próbál, és »visszafordul«, ha valamerre »nem tud« menni, útját csupán a térben elhelyezkedett (és helyüket pillanatnyilag is változtató) iontömegek, elektrontömegek szabják meg.

De döntsük el végre, hogy szétágazik-e a villám vagy összefut egy ágba? Minden ágban haladnak elektronok is, meg pozitív ionok is. Az egyik rész a főág felé, a másik kifelé, a kisebb-nagyobb góccok felé, aszerint, hogy az érdekelt góc milyen előjelű...

Áram tehát mindig folyik az ágakba is, az ágakból is.

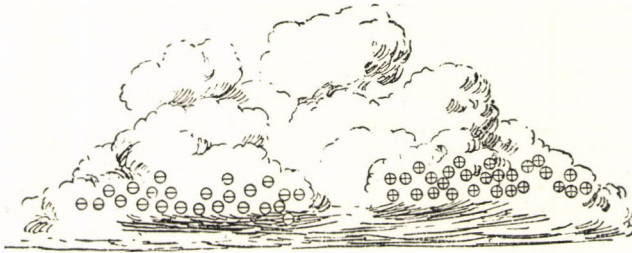
Ágazik is, össze is folyik.

Ki-ki, ahogyan kívánja!

### Ki látott már „lecsapó“ villámot?

Miért? Ez talán olyan nagy esemény lenne? — Akár én is! — mondja bizonyára több olvasónk.

Ennyi azonban nem elég, nézzük meg a dolgot alaposabban, hiszen itt, ebben az esetben már inkább érdekeltel vagyunk...



55. ábra. A megosztás jelensége a felhő és a föld között.

Elsősorban gondolnunk kell az ún. »megosztás« jelenségére. Ez a jelenség csupán abból áll, hogy amennyiben valahol megjelenik a villamos töltés, úgy a környezetében, a vezető testekben a vegyesen levő, összekeveredett és éppen ezért kifelé hatástalan villamos részecskék rendeződnek: az ellenkező előjelű töltések a megjelent töltés felé indulnak, az egyezőek pedig az ellenkező irányba. Mind a kétféle addig mozdul el, amíg csak a vezető lehetővé teszi számára.

Ez a jelenség akkor is fennáll természetesen, ha a töltés fenn a *felhőben* jelenik meg, a vezető test pedig *idelelen van* valahol a *földfelszínen* vagy *alatta*.

Milyen »vezető« test lehet a földön vagy a földben? Sokféle. Ha szigetelőnek azt a testet tartjuk, amelyben az elektronok nem tudják elhagyni az atomokat, akkor nagyon sok a vezető test idelelen. Vezet a nedves fa, nedves föld, — általában minden, ami a felületén vagy tömegében nedves, aztán a házak, tárgyak fémrészei, az élő (vagy éppen nem száraz) fák, az emberi és állati test és még sok sok minden más...

És a felhő alatt, ezekben mindben megoszlik a villamos töltés? Igen. De csak abban az esetben, ha ki van téve közvetlenül a felhőben levő töltés erejének, ha semmi sem »árnyékolja« el tőle.

Ha például látunk lehetne a villamos töltéseket, igen furcsa kép tárulna elének egy zivatarfelhő alatt. Mivel a pozitív villamosságot általában piros színnel jelölik, a negatívot pedig sok helyütt késsel, gondoljuk egy pillanatra, hogy mi is pirosnak látjuk a pozitív töltéseket és késsnek a negatívokat...

Megyünk az utcán. Felettünk hatalmas zivatarfelhő. Amint felnézünk rá, látjuk, hogy egy fölénk eső része elkékül, jókora darabján hatalmas kék folt terjeszkedik. Ugyanebben a pillanatban a házak tetejének gerince pedig elpirul, a magasabban levő kémények orma — minden kormos-fekete külsejük ellenére — erősen vörös lesz. Az úton járó emberek, asszonyok feje, kalapja mind-mind tiszta vörös, az autók teteje is pirossá válik. A benne ülőkön semmiféle különleges színt nem látunk. De nicsak, az egyik autóból a gépkocsivezető kidugta a fejét, hirtelen az is vörös lett... A fák legfelső ágai is mind-mind pirosak, vörösek...

Talán legérdekesebb a nem messze húzódó telefonhuzal: közvetlenül a felhőben levő kék folt alatti részén az is vörös, de másutt nem. Ha jobban megnézzük, látjuk, hogy a drót vörössége mozog! Persze, hogy mozog, hiszen ha jobban megfigyeljük, azt is látnunk kell, hogy a felhőben levő kék folt, a negatív töltés is mozog, hiszen a felhőt a szél viszi tovább.

A dróton a piros rész — mint a hullám a vizen — vándorol tova a felhő kék foltjával együtt...

Nézzünk meg közelebről egy embert, amidőn piros fejével halad előttünk. Ha elég lassan halad, jól megfigyelhetjük, hogy a feje vörös ugyan, de mintha valami kékes köd terjengene és sötétlene a feje körül...

Vegyünk elő gyorsan messzelátót és nézzük meg sorban a pirosfejű embereket, pirostetejű házakat és tárgyakat: mindegyik körül ott van a folyton sűrűsödő kék köd...

Ha a piros a pozitív töltés jele, honnan a kékszínű negatív köd?

Nem kell sokáig csodálkoznunk, hamar rájöhetünk: a levegő negatív töltéssel bíró molekulái vajon hová igyekezzenek, mozogjanak, ha nem a pozitív töltések felé? Ugyanezkor, amikor a negatívok így a pozitív töltés környezetében sűrűsödnek, a pozitív töltésű levegőatomok mind távolabb és távolabb jutnak tőle, széjjelszóródnak.

A felhőben felettünk úszó negatív töltésű góc tehát megmozgatta a föld felszínén levő tárgyakban a villamos töltéseket, saját maga felé vonzotta a pozitívokat, és ez utóbbiak közvetlen környezetükben maguk köré csoportosították a levegő negatív töltésű molekuláit.

Amíg a piros és kék töltéseket vizsgáljuk, észre sem vesszük, hogy a felhőben is keletkezett egy kicsiny, de folyton növekvő piros folt. A kék töltés távolodik már, a piros töltés pedig közeledik felénk.

Egyszeribe megváltozik minden. A piros foltok tünedeznek a házak tetejéről, az emberek kalapjáról, illetve valahogyan távolodnak, követik a felhő negatív gócnak vonulását. Sok ház, tárgy már teljesen természetes színű, »közömbös«.

Mi lesz azonban a kék »ködökkel«? Azok nem tudnak olyan gyorsan vándorolni?

Egy nagy kék ködfoltot ott látunk még a nagy ház teteje körül, több kicsiny van a fák felett, sőt lejjebb is el-elmarad néhány kék ködfoltocska a tovasiető emberek feje mellől.

Már nincs a fejekben pozitív töltés, nincsen ami vonzza a negatív légrézecs-kéket.

A felhő pozitív töltésű góca mind jobban és jobban közeledik. Hatására a földi tárgyakban megindul a töltések megosztása, de most éppen ellenkezőleg, mint előbb. Most a negatív töltés igyekszik mindenütt a felhő felé: máris kékül a házak gerince, a kémények teteje, a villany- és telefonpóznák csúcsa, és ismét látjuk, amint a telefonhuzal folytonosan kékül a felhő piros foltja alatt és azt is, hogy ez a kékülése ismét együtt mozog, húzódik a felhő pozitív töltésével...

Az előbbi kisebb-nagyobb kék ködök, levegő-ion tömegek most szerteszét, de a legtöbbjük még sűrű kék tömeget alkotva, láthatók az utcában.

Most, amikor a pozitív felhőtöltés hatására a megosztás folytán a kék (negatív) villamosság lepi el a magasabb pontokat, az előbbi módon, de pozitív ionok indulnak a negatív »fejek« felé.

Jelenleg tehát azt figyelhetjük meg, hogy »rózsaszínű«-vé válik a magas pontok, kémények, fák tetejének, az emberek fejének környezete. Ezek az ionok is, éppen úgy, mint előbb a negatívok, folyton sűrűsödnek és némelyik ember kék fejét már nem is rózsaszín, hanem piros köd veszi körül...

Felettünk a felhőben egymást váltogatják a pozitív és a negatív töltések, hatásukra mindig megváltozik a lenn látható tárgyak, emberek felhő felé eső, magasabb részének töltése. »Töltés-látó« szemünk látja mindezeket, és látja a levegőben megmaradt különböző előjelű iontömegeket is. Ez utóbbiak most már meglehetősen vegyesen fordulnak elő, kisebb-nagyobb tömegeket alkotnak, nem tudnak együtt futni a felhőben mozgó töltéssel (nem úgy, mint a huzalokban az elektromosság), hanem legfeljebb a szél viszi őket ide-oda.

Mikor utoljára felpillantottunk, egy nagy kék tömeget láttunk az egyik ház felett, majd egy pirosat a telefonpózna közelében, egy másik pirosat, még hozzá elég nagy tömegűt, egy kis kék kocsit felett...

Most egy vakító villanás, a kis kocsit füstöl, a kereke levált és darabokban fekszik a földön... Ez a villám — lecsapott!

Kezdhetjük a kérdéseket előlről: miért éppen a kis kocsiba »csapott« a villám? Miért nem a magas házba, a telefonpóznába? Micsoda szeszélyesség ez már megint?

Csakhogy már felelni is tudunk, hiszen »töltés-látó« szemünk látta nemcsak a felhőben, hanem ideleln az alsó légrétegben is a villamos »góc«-okat: a piros és kék, kisebb és nagyobb, sűrűbb és ritkább ködöket...

Honnan tudta volna az a villám, hogy ház is van, telefonpózna is van? Sőt azt sem tudhatta, hogy kiskocsi van... *Semmit sem tudott.* A kisülés megindulása után ezek a villamos gócek vonzották, taszították a villámot alkotó elektronokat és pozitív ionokat arra, amerre ők maguk abban a pillanatban voltak. És még egy fontosat: mindig a nagyobb és közelebb levő töltés, »góc« érvényesül jobban. Hiába volt tehát — nyilván — a ház tetejének is a megosztás miatt töltése, ha nagyobb töltést jelentett és esetleg közelebb volt egy iontömeg a levegőben...

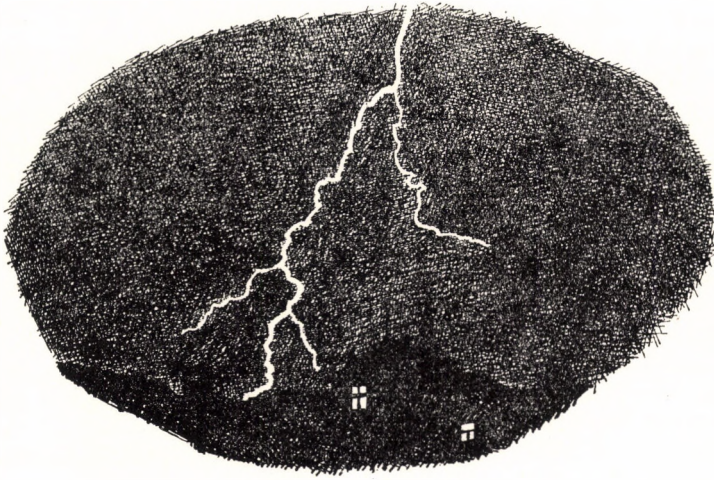
Tudjuk már, hogy a villámot mi mozgatja útja közben: a felhőben levő kisebb-nagyobb töltéscsomók, gócek vonzó vagy taszító ereje. Ugyanez mozgatja tehát ideleln is, a felhő alatt. Olvastuk már, hogy a villám egy törvényt ismer: a nagyobb erő vonzó vagy taszító hatását. A nagyobb erő pedig nemcsak a góc töltésének nagyságától, hanem a mozgó villámtól való távolságtól is függ.

Lehet tehát egy magas vasoszlop tetején megosztás folytán igen nagy feszültség és ennek igen erős vonzó hatása, ha a villám éppen feléje közeledésekor egy kisebb erősségű góchoz jóval közelebb került. Villámlás arra is lesz, de az is előfordulhat, hogy csak az utóbbi hatása érvényesül . . .

A villám útját tehát mindenütt az elektromosság pillanatnyi elhelyezkedése irányítja. Éppen ezért se nem számíthatjuk, se nem következtethetjük útját előre.

Ezek szerint még sincs ellene védekezés? Hiszen sohasem fogjuk tudni a pillanat tört része alatt semmiféle műszerrel vagy messzelátóval megállapítani a környezetünkben levő elektromosság elhelyezkedését, eloszlását!

Nagyon egyoldalú harcot jelent ez az »égiháború«! Csak kapjuk a sístergő nyilatkat, nem tudjuk mikor, honnan, milyen erőset? Visszavágni sem tudunk.



56. ábra. Lecsapó villám.

Tényleg, ezt nem tudjuk, de fölösleges is lenne, hiszen ahhoz is arra lenne szükség, hogy a villámnak *értelme* legyen, megértse, hogy mi le akarjuk győzni... A villám azonban értelmetlen, mozgó *anyag*, nem »fél« a mi erőnktől.

Mégis hogyan védekezzünk? A sok-sok tapasztalat után a tudomány is vizsgálta a kérdést. Mivel pedig azt a jelenséget ismerjük a legalaposabban, amelyet magunk is előidézünk: a kutatók készítettek villámgépeket.

## Villámkutatás tudományos alapon

Állítsunk elő villámgépet! Még hozzá olyant, amely hűen utánozza a légkörben lezajló villamos kisüléseket . . . Szép feladat, csakhogy az érdekelt kutatók rögtön azt felelték: lássuk előbb, milyenek a légköri villamos kisülések, adatokat kérünk, aztán megtervezzük a villámgépeket!

Nyilvánvaló, először tudnunk kellett, hogyan alakul a villám feszültsége, áramerőssége még az alatt a rövid idő alatt is, amíg egy villámlás lezajlik.

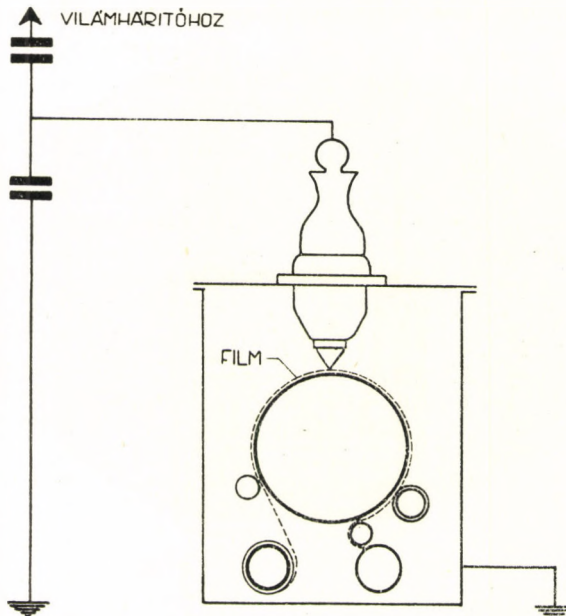
Mennyi is az a »rövid idő«?

Egy-egy feszültségváltozás, »feszültség-hullám«, illetve »áramhullám« időtartama sokszor csak 2—3 *milliomod másodperc*!

Nos, tessék a villámgépeket elkészíteni . . .

De azt is kérdezhetné valaki : — Honnan, milyen »megfigyelésből« ismerjük ezeket az adatokat ?

Legelső sorban lássuk a villámfényképezés technikáját. Amatőrképeken gyakran látunk szép villámfelvételeket. Nem is kell mást csinálnunk, csak egy zivataros éjszaka kitennünk a nyitott lencsés gépet az ablakba. A lámpák és a gyakori villanások fénye miatt a környék képe halványan kirajzolódik, az egyes villámok pedig a maguk sebességével adják meg a felvételükhöz szükséges »pillanat«-felvétel idejét és erős fényükkel helyettesítik a villanó magnéziumport. — Rövid ideig kitett fényképezőgéppel esetleg kifoghatunk egy-egy szépen



57. ábra. Klidonográf.

haladó villámcsatornát is ágaival-bogaival együtt. Tapasztaltabb amatőrök kissé mozgatják a gépet vízszintes irányban és így néha sikerül nekik valamely távol lecsapó villám képét haladása közben többszörösen lefényképezni.

Ennyi azonban nem elég a tudományos kutatáshoz. Így aztán készítettek olyan filmfelvevő gépet, amely másodpercenként 50—60 méter filmet is leperget . . . Így egy ezred másodperc alatt végbement jelenségre már 5 mm filmhossz jut ! Természetesen megpróbálták a gyorsabb mozgású filmre is a fényképezést ! 105 métert haladt a film egy másodperc alatt (egy tizedred másodpercre tehát kb. egy mm jutott !), csak az volt a hiba, hogy a legfényérzékenyebb film használata esetében is csak igen erős fényű villám fényképezése vált lehetővé. A villám kialakulását, előrehaladásának sebességét, sok-sok részletének rajzát a kisebb sebességgel futó filmről is pontosan meg lehetett állapítani.

A másik műszer, amelyet a villámkutatásnál főleg az időtartamok megállapítására használnak az ún. »klidonográf«. Ebben egy vezetőanyagból



készített hengeren fut gyorsan a filmszalag. Felette egy csúcsban végződő fémtest van, melyet a villámhárítóval kötnek össze. Kisülés alkalmával a csúcsból áradó elektromosság nyomot hagy a filmen, ezekből — ismervén a film mozgási sebességét — ki lehet számítani a kisülés, illetve a feszültségek és áramerősségek kialakulásának időtartamát, sőt következtetni lehet azok nagyságára is.

### Segítségül jön az elektronika

Mindezideig csak arról beszélhettünk, hogy mi történik egy ezred vagy legfeljebb a filmek erős nagyítása esetén a másodperc tizedred része alatt. Érezhető volt azonban, hogy még a tizedred másodpercen »belül» is történik valami villámlás közben!



58. ábra. A térerősség  $1 \text{ V/cm}$ .

Felhasználták tehát az egyik legrégebbi elektronikus készüléket, a katód-sugároszcilloszkópot. Ezzel a készülékkel tényleg még a milliomod másodperc alatt végbemenő jelenséget is meg lehet vizsgálni.

Sőt, ha az oszcilloszkóp ernyőjét úgy készítjük, hogy a rajta jelentkező fénynek a jelenség lefolyása után is nyoma maradjon (»utánvilágítson«), akkor még fényképezni is tudjuk a gyors jelenség lefolyását...

Ennek a készüléknek a segítségével állapították meg, hogy egyes kisülések időtartama az esetek nagy százalékában 10—20 milliomod másodperc alatt megy végbe (persze, hogy nem tudjuk elkapni előle a fejünket...). Sőt, azt is tudjuk ezekből a mérésekből, hogy a hirtelen feszültségemelkedés 2—4 milliomod másodperc alatt következik be, de lassabban, négy-öttször annyi ideig csökken le a nulláig.

Ha lerajzoljuk az idő múlása alatt végbemenő feszültségváltozást, akkor kapjuk a feszültség »hullámrajzát«. Ennek a hullámrajznak az eleje igen meredek.

Éppen az egy milliomod másodperc alatt elért feszültségnövekedést nevezük a feszültség-hullám »meredekségének«. Megállapították, hogy a meredekség általában 10—20 millió Volt milliomodmásodpercenként!

Nem közömbös a felhőben levő töltések térerőssége sem.

A térerősség fogalmát gyakorlatilag igen könnyen megérthetjük. Képzeljünk el egy lapos zseblámpaelemet, melynek négy és fél Volt a feszültsége új korában. Hajlítsuk szét a két rézszalagját, amelyek segítségével a tokban az izzólámpához vezetjük az áramot úgy, hogy a rézszalagok éppen 4 és fél cm távolságra legyenek egymástól. Úgy kell elképzelnünk, hogy a zseblámpaelem négy és fél Voltos feszültsége a két szalagban van.

Ekkor tehát a négy és fél cm távolságra négy és fél Volt feszültség esik a levegőben. Egy cm-re nyilván egy Volt jut.

Ilyenkor azt mondjuk, hogy a zseblámpaelem »sarkai« (rézszalagjai) között a levegőben a »térerősség« 1 Volt centiméterenként . . . és így írjuk: 1 V/cm.

Ezek után elképzélhetjük a térerősséget a zivatarfelhő alatt is: sokszor előfordul az 1000 V/cm is. Kisülés azonban száraz levegőben addig nem jöhet létre, amíg a térerősség értéke el nem éri a kb. 30 000 V/cm-t.

Egyes kutatók véleménye szerint azonban a felhőben levő, sok helyütt erősen ionozott levegőben a kisülés már 5—10 000 V/cm-es térerősség esetén is bekövetkezik.

Éppen ezért lehet arra gondolnunk, hogy a felhőkben tulajdonképpen nincsen oly nagy feszültségkülönbség, mint aminőre sokan a villámok hosszából következtetnek. Hiszen, ha véletlenül tényleg előfordulna egy olyan egy kilométer hosszú villám, melyet a két végén levő gócok feszültsége idézett elő csupán, akkor a fenti elképzelés szerint (minimum 5000 V/cm) legalább 500 millió Volt feszültségkülönbségnek kellene lennie a két töltés között . . .

Ekkora feszültség már csak azért sem tétlezhető fel, mert ez a rendszerint ezer méternél alacsonyabb aljú felhőzet esetében közönséges légköri elektromos feszültségmérő műszerekkel is könnyen kimutatható lenne. Már pedig ezek a műszerek ritkán mutatnak még csak megközelítő értékeket is . . .

Maradjunk tehát annál, a már kifejtett elképzelésnél, hogy a villámok kisebb feszültségű (tehát legfeljebb néhány millió Voltos) de egymáshoz közel eső gócok hatására indulnak meg és haladásuk közben a többi góc hatására változtatják meg, hosszabbítják kisülési csatornájukat.

Ebben a formában akár tíz kilométer hosszú és egy hatalmas tölgyfa terebélyes koronájának megfelelő rajzú villám is elképzélhető . . .

Azt se feledjük, hogy a villám, mint gázban lefolyó villamos kisülés, éppen az erős ütközési ionizáció útján rengeteg iont termel. Ezek az ionok a kisülés alkalmával nem mindnyájan semlegesülnek, sok-sok megmarad és útját képezi egy másik vagy egyoldalra eső kisülésnek.

## Kiloamper-mérő mutató nélkül

Még érdekesebb és talán sok esetben fontosabb a villámcsatornában haladó áram nagysága és időbeli változása.

Ennek a mérése is nehézségeket okozott, hiszen ha lehetne is olyan amper-mérőt készíteni, amely százezer ampert is mér (ez nem is olyan lehetetlen), de vajon ki kapcsolja be a villám áramkörébe?

Hosszas kísérletezés után kialakult mérési módszer ma is tulajdonképpen a villámnak mint elektromos áramnak a mágnesező hatásán alapszik.

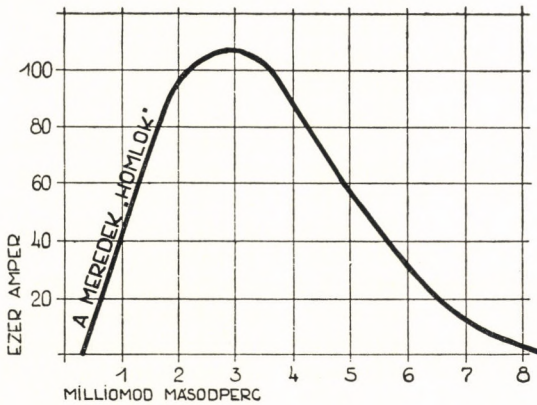
Mágnesezhető vaspálcikákat helyeztek el a villámveszélyeztetett helyen és megmérték a villámcsapás után, mekkora mágneses erőt kapott a vaspálcika a maga helyén. Ismervén (fényképezéssel és más úton is) a lecsapódás helyét

és így a vaspálcikák távolságát attól a helytől, kiszámítható a mágnesező áramnak — tehát a villám áramának — az erőssége.

A mérések még ma is így történnek, csupán annyi a változás, hogy mérésre alkalmasabb vasat használnak, továbbá a mágnesezés időpontjára, illetve az egyes mágnesező áramok időtartamára is tudnak következtetni.

Alkalmasabbnak találták a mérések céljaira a rádiótechnikában is jól ismert porvasmagból készült rudacskákat. Ezekben ugyanis nem tömör vas van, hanem a porrátört vashomokot valamilyen szigetelő anyaggal keverik össze, aztán a keveréket megfelelő alakba sajtolják. Így tömegáramok nem fordulnak elő és nem csökkentik a mérés pontosságát.

Az időtartamot pedig úgy mérik, hogy sok ilyen vasmagot helyeznek el egy igen gyorsan forgó henger felületére. Villámcsapáskor a hengernek a villám-



59. ábra. A villám áramerősségének változása.

csatornához legközelebb levő vasmagja kapja a legnagyobb erejű mágnesezést. A többiek pillanatnyi elhelyezkedésükhöz képest mind kevesebb és kevesebb mágnességet mutatnak. Ismervén a henger forgási sebességét és a villámcsatorna helyét, egészen pontosan kiszámítható a mágnesezési időtartam is.

A mérésekből kitűnt, hogy a villámcsatornában haladó áram erőssége is igen gyorsan változik, legalábbis a kezdetben. Hasonlóan, mint a feszültségnél láttuk, itt is igen meredek a villám áramerősségének »homlok«. Átlagban 6000 A-t változik egy milliomod másodperc alatt, de mértek már — mint legnagyobbat — 40 000 A-t is milliomodmásodpercenként. Ez azonban csak a növekedés, az áram rajzában a »homlok« meredeksége. A kialakult áramerősség az esetek 75%-ában igen erős, de 60 000 A alatt van. Ritkán előfordul azonban a 200 000 Amper is!

Gondolkozzunk csak!

Otthon a villanyvasalóban 2—3, legfeljebb 5 Amper áram folyik és mégis milyen meleg a vasaló, sokszor meg is égeti a ruhát! Bizonyára láttunk már olyan villany-»rezsót«, amelynek nincsenek fedve az izzószállai: sokszor nem is vörösen, hanem egészen világos fénnel izzanak. Pedig ezen sem megy át több mint 5 Amper...

Milyen meleg lehet az a vezető (vagy bármilyen anyag), amelyen át nem 5, hanem 50 000 Amper folyik?

Csoda-e vajjon, ha ekkora áram melegítő hatására elolvad a villamos vezetéke, a templom vastornya, a ház vaslemez eresze és még sok más villámsújtotta tárgy?

Még jó, hogy ez az erős áram csak milliomod másodpercig tart! Ez alatt a rövid idő alatt nem is tud az anyag villám nem érte közvetlen környezete felmelegedni és így nem olvad el minden a villámsújtotta hely körül. Mi lenne, ha a villám árama másodpercekig tartana?

Ezeknek az időadatoknak ismeretében érthetjük meg azt a furcsa képet is, melyet néha zivatar után látunk a villámlátogatott fákat nézegetve. Néme-lyikről a villám egyszerűen lenyúzza a héjat!

Hát ez meg micsoda »hatás«? Miért nem gyűjtja meg?



60. ábra. Villámnyúzta fa.

Az eddigiek után már könnyen megmagyarázhatjuk: a fába csapó villám annak szárazabb héja és a törzs közötti nedves rétegben halad. A nagy áramerősség miatt felmelegíti, sőt azonnal gőzzé alakítja az ott levő nedvességet, vizet. Ez a gőz pillanatok alatt kiterjedve nyilvánvalóan nem a törzset nyomja össze (bár arra is nyomást gyakorol természetesen), hanem a héjat feszíti le a törzsről. Ha azonban van elég idő a melegedésre, bizony felgyűjtja a villám az élőfát is, hiszen nem egy erdőtüz kezdődött villámcsapással!

Ezért látunk tehát annyi nyúzott fát a villámveszélyeztetett területeken.

### A bűnöző villám?

Hányszor hallottunk már szérútűzről, amelyet a villám okozott! Bizony gyújtogat, rombol is a villám nem egyszer. Azonban ez a cselekedete sem valami bosszú műve vagy előre kitervezett bűncselekmény. A villám nem élőlény, nem gondolkodó lény, a villám — anyag!

Ha egyszer cigarettára lehet gyűjtani a villanyrezsó izzó huzaljairól (sőt van is ilyen »gyufapótlók«), akkor azon se csodálkozzunk, ha a villámcsatorná-

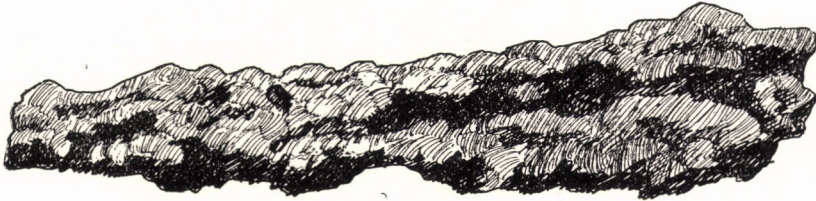
ban levő sokezer Amper erősségű áram haladása közben talált gyúlékony anyagot meggyújtja.

Ha pedig haladása közben olyan anyagot talál, amely megolvadva, illetve gőzzé válva hirtelen kitágul és széjjelfeszíti pillanatok alatt az őt körülfogó anyagot, akkor robbanást észlelünk.

Így rombolódik széjjel a ház fala, sokszor a föld, a kémény és sok egyéb tárgy. A jelenség ugyanaz körülbelül, mint a fakérget lenyúzó villám esete, csak hogy itt arról van szó, hogy a vékony villámcsatornában történik az olvadás, a gőzzé válás. Az itt keletkezett gőz óriási nyomása repeszt, dobja széjjel a falat, a követ, a deszkát vagy egyebet.

Van talán külön gyújtó és romboló villám?

Nem valószínű.



61. ábra. Fulgurit.

Ugyanaz a villám haladása közben a gyűjthető anyagot meggyújtja, másutt, elzárt térben pedig rombolhat, mint fentebb láttuk. Aszerint lesz tehát a villám gyújtó vagy romboló, hogy mire van éppen alkalma . . .

Ámbár lehetséges, hogy a villámok mégis különböznek hatásukban és pedig azért, mert áramerősségük és feszültségük is erősen különbözik. Vannak olyan villámok, amelyekben a villámcsatornában folyó áram »homloka« igen erős, több százezer Amper nagyságot ér el, ugyanakkor azonban a feszültsége igen csekély — alig néhány százezer Volt, legfeljebb, ha eléri a milliót . . . Más-kor pedig éppen a fordítottja mutatkozik. Nem tudhatjuk bizonyosan, vajon adott körülmények között melyik eset alkalmasabb rombolásra vagy gyújtogatásra?

Ebbe a fejezetbe tartozik a »mennykő« ügye is!

Meg kell mondanunk, hogy az a nem éppen jóakarátú kívánság, mely szerint valakibe üssön bele a »ménkü« — ismereteink mai állapotában bizony elcsépelet tréfává változott.

Van-e mennykő egyáltalában?

Hát éppen van, legalább is így nevezik népiesen azokat a földben található, kőhöz vagy inkább formátlan üvegrudakhoz hasonló anyagot, mely áltál keletkezik, hogy a villám a földben (rendszerint homokban) haladva, annak a villámcsatornába eső részét megolvasztja.

Olvadás után ottmarad az üveges, kissé hosszás, torz hengeralakot mutató »mennykő« darab. Nyilvánvalóan azt hitték róla régebben, hogy a villámmal együtt az égből vagy legalábbis a felhőből került a földre, a neve is bizonyára innen ered.

Mi már annyit tudunk róla, hogy ott keletkezik, olvadás útján a földben, tudományos neve »fulgurit«. Hasznos anyag a tudomány szemében, mert elárulja, hogy mekkora hőt fejleszthet a földben az ott futó villám árama!

Nézzük tovább, mit árulnak el a villámról az újabb műszerek?

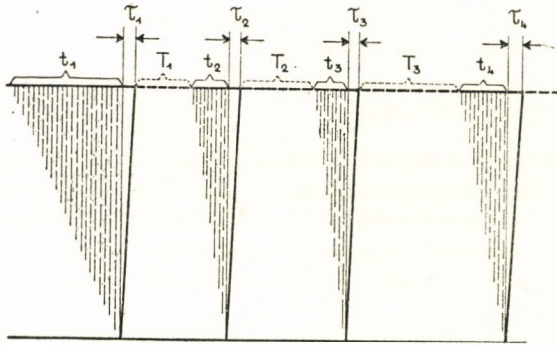
## Egyszeres és többszörös villám

A már ismertetett filmfelvevő berendezések sok bizonytalanságot tisztáztak a villámkisülések természetét illetően.

A sok felvétel összetevéséből, megvizsgálásából megállapítható, hogy háromféle villámlást különböztethetünk meg: egyszerest, többszöröst és folytonost.

A legtöbb villám egyszeres. Ez alatt azt értjük, hogy a villám pályájának »lassú« előkészítése után egy gyorsabb főkisüléssel be is végződik.

Megtörténik azonban, hogy ugyanazon a villámpályán egymásután több kisülés is történik. Ilyenkor azt mondjuk, hogy többszörös villámot láttunk . . . (Bár szemmel ezt alig-alig láthatjuk, legfeljebb a villámcsatorna fel-felvillanása



62. ábra. Többszörös villám. Az első előkészületi idő ( $t_1$ ) a leghosszabb 0,01 mp, az utána következő kisülés időtartama ( $T_1$ ) csak 0,00004 mp (ezt rajzban nem is lehet érzékeltetni . . .). A következő előkészületi idők ( $t_2, t_3, t_4$ ) már rövidebbek, ezred mp rendűek. A kisülések időtartama ( $\tau_2, \tau_3, \tau_4$ ) kb. ugyanannyi, mint az elsőé. Az egyes kisülések közötti időtartam ( $T_1, T_2, T_3$ ) kb. 3–4 századmásodperc. Az utolsó kisülés nagyobb időköz után következett be, ezért az utolsó előkészületi idő is valamivel hosszabb volt.

látszik olykor.) Ilyenkor az egyes kisüléseket részkisülésnek nevezzük. Ezek száma a legtöbb esetben 4–5 darab. A részkisülések közötti időtartam is, meg a kisülések időtartama is igen változó. A rajzunkon látható egy többszörös villám képe. Az időtartamok jó bemutatása végett a négyszeres villámot nem egy helyre, hanem balról jobb felé egymásután rajzoltuk úgy, ahogyan időben egymásután következtek. A kisüléseket megelőzte mindig az »előkisülés«, mely a villám elindulásából, pályájának a különböző gócok vonzása és taszítása által megszabott változásaiból áll, míg végül is kialakul a villám egész kisülési csatornája. Ezen a kialakult csatornán aztán megtörténik a nagy meredekségű »áram-homlokú« főkisülés. Ennek az ideje csak kis hányad az előkisüléshez képest.

Láthatjuk azt is, hogy az első előkisülés hosszabb, mint bármelyik következő. Könnyen megérthető ez is: az első kisülés után a villámcsatorna helyén még igen sok ion maradt, ezek kész utat jelentenek a következő kisülésnek, különösen, ha az rövid idő múlva következik be, amikor a szél még nem bolygatta szét a volt villámcsatorna környékén elhelyezkedett iontömegeket.

A villámlás harmadik, ritkábban előforduló fajtáját »folytonos kisülésnek« nevezzük. Ez alatt azt értjük, hogy a felhőben lévő két góc, vagy a felhőben levő góc és a talaj között egyenáramú ívnek megfelelő kisülés történik. Az ilyen villám néha fél másodpercig is tart. Előfordulhat, hogy többszörös villám egy

részkisülése ilyen »folytonos« villám (bizonyára valószínűtlen sok ion áll ilyenkor rendelkezésre az előző villám pályája nyomán).

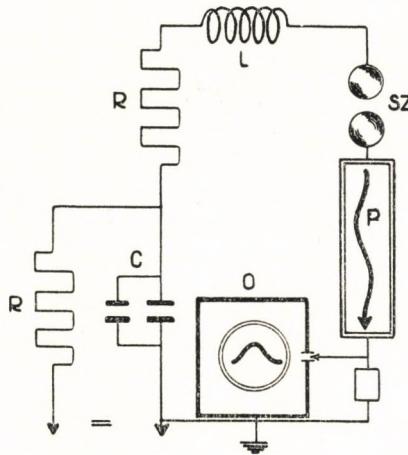
Amint eddig láttuk, a felhőben és az alatta levő légrétegben az ionok, a levegő ionozottsága igen nagy szerepet visznek. Ennek megfelelően mind a zivatar megindulása, mind pedig lefolyása attól is függ, hogy valamely helyen már eredetileg mekkora volt a levegő iontartalma (ejnye, ezt lehetne mérni is!...). Az sem közömbös természetesen, hogy a zivatarfelhőt hozó levegőtömeg honnan származik. Olyan helyről-e, ahol eleve nagyobb volt az ionizáció lehetősége vagy onnan, ahol kisebb?

Így pl. az Egyenlítő környékén a szinte naponként előforduló zivatarokban egymást érik a villámok (ugyanazt tapasztaljuk, ha hozzánk jön valahonnan délvidékről zivatarfelhő...), míg sokszor azt is láthatjuk, hogy úgy vonul el a fejünk felett egy zivatar, hogy alig villan a felhőben egy-két villám.

No, de lássuk már a villámgépeket!

### Hogyan működik a villám gép?

Az első villámgépek (először »lökéserjesztőknek, áramhullámfejlesztőknek, stb.-nek nevezték őket) feladata tulajdonképpen nem is a természetes villámok utánzása volt, hanem mindenféle nagyobb feszültségű villamos készüléknek, szigetelőnek, berendezésnek vizsgálatára szolgáltak. De már csak azzal a tulajdonsággal is, hogy nagy feszültséget állítottak elő velük, a villámgenerátorok közé sorolhatók.



63. ábra. Villám gép vázlata.  $R$  = ellenállás,  $L$  = önindukció,  $C$  = kapacitás,  $Sz$  = szikraköz,  $O$  = oszcilloszkóp, ernyőjén a villám áramlefolysának rajza,  $P$  = próbatest, amelyen át történik a villám kisülése.

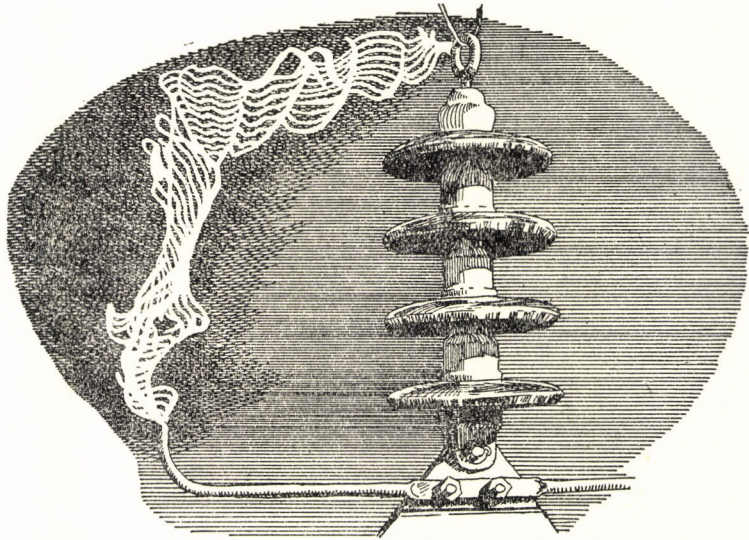
Amikor aztán a városokban, üzemekben és főleg a távvezetékben sok kárt okozott a villámcsapás és amikor a már említett fényképes filmes felvételek sok tekintetben tisztázták a villám keletkezését és lefolyását, készítettek olyan villámgépet is, amely hűen utánozta a természetes villám feszültség- és áramviszonyait mind ezek nagyságrendje, mind pedig időbeli eloszlása szerint.

Ilyen villámgépet látunk a következő ábránkon. Lényeges alkatrészei a kondenzátorok, önindukciós tekercsek és ellenállások. A kondenzátorok szerepe

abban áll, hogy feltöltésük után a fegyverzetük közé helyezett »próbatestrec adják a bennük felhalmozódott villamos töltést. Az önindukciós tekercsek szabályozzák a kondenzátorok nagyságának megválasztásával együtt a kisülés időtartamát, szóval a feszültség és az áramerősség időbeni lefolyását. Az ellenállásoknak hasonló szerepük van, de ezenkívül még a kondenzátorokra adott feszültség egyenletes elosztásában is jelentékeny szerepet visznek. Látjuk még a gömbökkel ellátott szikraközöket. Ezeknek távolságától is függ a feszültség nagysága, a kisülés megindulása.

Nem célunk a technikai ismertetés, inkább azt vizsgáljuk meg, hogy mire is használták ezeket a villámgépeket?

A villámcsatorna vizsgálatára: megállapították, hogy a villám útja két különböző részből áll, egyrészt a »mag«-ból, másrészt az abból kifejlődő »csa-



64. ábra. Mesterséges villám.

tornából«. Magnak nevezték azt a pályát, amelyen át a villám keletkezése pillanatában tör magának utat. Úgyis mondhatnánk, hogy annak a néhány milliószor millió elektronnak a megkezdett útját, amelyen az ellenkező előjelű töltés felé igyekeznek. A mérésekből kitűnt, hogy amennyiben a meginduló villám útjába valamilyen szilárd anyagot helyezünk (pl. papírt, üveglapot stb.), akkor az azon átütött lyukak átmérője arányos a villám áramerősségével.

Azt is tapasztalták, hogy ez a mag, ez a vékony, legfeljebb 1–2 cm átmérőjű áramcső abban a pillanatban, amikor az áramhullám elvonul — tehát néhány milliomed másodperc múlva — öt-tízszeresre tágul, szinte hengeres csatorna lesz belőle.

A mennydörgés jelenségét is megvizsgálták és azt tapasztalták, hogy a mennydörgést előidéző robbanásszerű csattanás éppen ennek a magnak a széttágulásából ered, tekintettel arra, hogy a széttágulás azonnal az áramhullám elvonulása után, szintén százazred másodpercek alatt történik. A kísérletek nyomán a számításokból kitűnt, hogy a magban 40–60 atmoszféra nyomásnak kell lennie és 10–15 000 fok hőmérsékletnek!



Kipróbálták a villám romboló hatását is. Kitűnt, hogy egy-két cm-nél szűkebb csatornában futó villám nyomóereje a csatorna falára 1000 kg-nál is több lehet négyzetcentiméterenként!

A gyújtó és romboló hatás kikísérletezésénél arra a következtetésre jutottak, hogy az első, igen nagy, de csak néhány milliomod másodpercig tartó áramhullám — mint már említettük is — nem tudja a környezetét általában gyúlási hőmérsékletre hevíteni. Csak a magban melegszik fel az anyag, amelyen áthalad a villám. Ebben az esetben történik tehát (valószínűleg) a rombolás. Ha pedig az első áramhullámot egy másik, lassúbb lefolyású is követi, vagy pedig többszörös villám tevékenykedik, sőt még inkább, ha folytonos villámról van szó, akkor lehetséges inkább a gyújtóhatás, mert mindegyik esetben van már idő a felmelegedésre.

Nem lehetetlen tehát, hogy a mindent jól megfigyelő nép helyesen különbözteti meg a »tüzes« és a »hideg«, illetve a »gyújtó« és a »száraz« villámot egymástól.

Igen fontos kísérletsorozat volt az is, amelyben megállapították, hogy a tárgyak földfelszín feletti elhelyezkedése mennyire fokozza vagy csökkenti a villámveszélyt. Ennek folyamán megállapították, hogy a tárgyakat (és a személyeket) körülvevő földi vagy a zivatarfelhő töltései miatt létrejövő elektromos feszültségnek, továbbá ezek miatt csoportosuló ionoknak is van szerepük.

Mivel éppen a védekezés szempontjából ez utóbbi kísérleteknek nagyobb fontosságot lehet tulajdonítani, ezekkel kissé bővebben is foglalkozunk.

## Hasznavehetetlen villamos feszültségek a levegőben

Vajon gondoltunk-e már arra, amikor pl. a Nagyalföld végeláthatatlan sík mezőin vitt az útunk és bizony beesteledvén sötétben bandukoltunk, hogy ott mellettünk, körülöttünk, felettünk ugyanakkora elektromos feszültség van, mint akár otthon a lakásunkban a világítási hálózatban.

Sőt, még válogathatunk is. Akinek otthon 110 Voltos feszültség áll rendelkezésére, az kb. egy méter magasan, akinél pedig 220 Voltos a világítási hálózat, úgy kb. 2 méter magasságban találhatja meg az ugyanakkora feszültséget. Sajnos ez a rendelkezésre álló feszültség—egyenfeszültség. Ettől ugyan még sok mindenre fel lehetne használni, de van más hibája is: számunkra mind-egyeddig teljesen hasznavehetetlen. A feszültség ugyan megvan, különleges műszerekkel ki is mutatható, de áramot nem kaphatunk belőle. Ez a feszültség amely a levegőben van, de anélkül is meg lenne, azért van, mert a Földünk, ez a nagy golyó tulajdonképpen igen sok elektromos töltést hordozó vezető test. Mi ezt a töltést nem érezzük, mert benne vagyunk, csak finom műszerekkel tudjuk kimutatni.

Pontosan tudjuk már, hogy amennyiben a Föld feszültségét vesszük nullának, úgy tőle felfelé mind jobban eltávolodva nagyobb és nagyobb feszültségeket mérhetünk. Mint már említettük, egy méter magasan kb. 100—110 Voltot, két méterre ennek kétszeresét és így tovább. A feszültség emelkedése azonban felfelé nem marad ilyen szabályos.

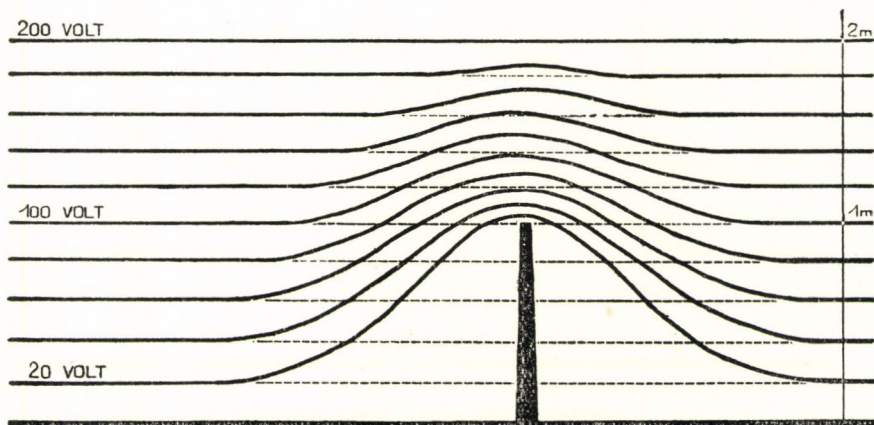
A mi mostani ismereteinkhez azért is fontos ennek tudása, mert csak így értjük meg, hogy a lefelé hulló vagy lebegő esőcsepp miért lesz a felső felén negatív, az alsó oldalán pedig pozitív. Ennek ez a földi elektromos erőter az oka, melyet felfelé pozitívnak, lefelé negatívnak gondolhatunk.

Azt is kell tudnunk, hogy az előbb említett feszültségeket pl. egy méter magasságban (sík terület felett) mindenütt ugyanakkorának találjuk. Úgy

tekinthetjük tehát az egymás mellett mérhető ugyanakkora feszültségeket, mintha azok egy »feszültség-felületet« alkotnának. Ilyen feszültség-felület van tehát pl. egy méter magasságban, 100 Voltos, 1 méter és 50 cm magasságban 150 Voltos, 152 cm magasan 152 Voltos stb. Számptalan ilyen felületet gondolhatunk, amennyi éppen tetszik.

Mindez azonban a sík területre vonatkozik. Rögton megváltozik a feszültségfelületek elhelyezkedése, mihelyt a sík felületet egy kiemelkedő tárgy megzavarja.

Mérjük meg ilyen esetben is a feszültségfelületek vonulását. Azt találjuk, hogy pl. egy igen kis feszültségű felület, pl. a 10 Voltos a kiemelkedő tárgy közelében *nem metszi át* a tárgyat akkor sem, ha az a tárgy a mi szemünkben



65. ábra. Kiemelkedő tárgyak megváltoztatják a feszültség-nívók vonulásait.

szigetelő, hanem minden esetben megkerüli és pedig felfelé. Ha tehát kiteszünk egy méter magas rudat a sík területre, úgy tőle kb. 50 cm távolságban, a talaj felett pedig 10 cm magasságban még megtaláljuk a 10 Voltos feszültséget, de közelebb már nem: magasabbra kell mennünk. Valahol 20—30 cm magasságban találunk csak 10 Voltot. Így haladunk a 10 Voltos feszültségfelülettel felfelé, a rúd felett 2—3 cm magasságban fogjuk megtalálni, majd ismét süllyed és a másik oldalon félméterre lefelé eléri eredeti magasságát...

Nézzük meg most a 100 Voltos feszültségfelületet. A rúdtól nem messze még egy méter magasságban találjuk, de a rúd hegye felett kb. még fél méterre van...

Ebből egy fontos következtetést kell levonnunk: a feszültségfelületek a kiemelkedő tárgyak felett *összesűrűsödnek!* A rúd felett fél méter magasságkülönbségre jutott 100 Volt feszültségkülönbség, a rúd nélkül ez a különbség egy egész méterre jutott volna.

Emlékezzünk a zseblámpaelem rézszalagjai között kapott »térorósságra«: egy cm távolságra egy Volt feszültség jutott: a térorósság 1 V/cm.

A térorósság a síkon ismét éppen akkor! Száz cm-re 100 Volt feszültség esik. Ha a rúd ott van, akkor a térorósság növekszik:  $100/50 = 2$  V/cm-re.

Mi lesz akkor, ha zivatarfelhő van felettünk? Ilyenkor — mint olvashattuk — a térorósság alaposan megnövekszik, akár százszorosra is. A rúd felett tehát elképzelhetünk a fél méter magasságban 10 000 Volt különbséget is!

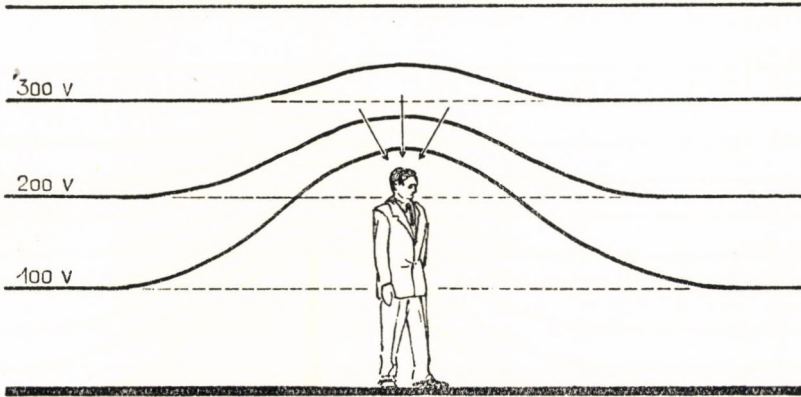
De vajon érdekes-e ez egyáltalában? Nem számítva azt, hogy néhány ijedős ember — ha tudná — még a föld alá is elbújna félelmében...

Sajnos — érdekes.

Emlékezzünk a piros-kék színű utcára. Mit is láttunk ott pl. az emberek feje körül? Mind jobban sűrűsödő kék vagy piros ködöket.

Az elektromosság világában a vonzás és a taszítás a hatalom. Nagyobb vonzást vagy taszítást a nagyobb térerősség idézheti elő. A vonzás vagy taszítás iránya mindig a feszültségfelületekre merőleges.

Képzeljük el saját testünk körül a feszültségfelületeket. Valahogyan úgy láthatnánk őket, ha pl. minden 10 Voltos feszültségfelületet észrevehet-



66. ábra. A feszültségnívók elhelyezkedése és az elektromos erővonalak iránya egy sík felületen, szabadban álló ember környezetében.

nénk, mintha mondjuk valami nyolból készült lepedők lennének és úgy állnának felettünk mindig magasabban és magasabban, de a legalsó ott kezdődne valahol a föld közelében.

A fejünk felett a 10—20—30 stb. 100, 200 Voltos »lepedők« elég kis közökben következne egymás felett, két és fél méter magasban már fölénk simulna a 200 Voltos lepedő. A fejünk felett tehát már így is — zivatarfelhő nélkül — elég nagy lenne a térerősség. Ha az ábrán megnézzük a lepedők metszévonalait — a feszültségfelületeket —, akkor azt vesszük észre, hogy a fejünk körül elhelyezkedő felületekre húzott merőleges vonalak — az elektromos tér iránya — mint valami sugárzó dicsfény vesz körül bennünket... Az elektronok, a negatív ionok ebben az irányban távoznak tőlünk, a pozitív ionok ellenben ezek mentén a vonalak mentén igyekeznek a fejünk köré.

Ha tehát egy helyben maradunk hosszabb ideig, csak úgy röpülnek felénk a pozitív ionok a környező levegőből... Hátha még zivatarfelhő van felettünk és a kétszáz Voltos feszültség helyett úgy 5—10 000 Volt feszültséget sűrítünk magunk fölé, akkor lesz csak nagy ionvándorlás felénk!

Valódi kis »elektromos gócc« lesz a fejünk körül.

Éppen olyan, csak kicsiben, amilyenek a felhőben a villám menetét irányítják.

Vajon, ha az elővillám közelünkbe kerül (nem fogjuk hallani...) majd nem veszi esetleg figyelembe ezt a kis »gócot«?

Persze szerencsénk is lehet! A felhőben levő töltés miatt a felső testünkben az elektromos megosztás törvénye szerint esetleg éppen ellenkező feszültség

keletkezik, ez közömbösíti a földi elektromos mező térerősségét — és éppen semlegesek leszünk. No, de ugyanekkor annak a valószínűsége is, hogy a két villamos mező erősíti egymást.

Legjobb, ha ki sem próbáljuk. Mire megmérnénk, megtudnánk, feltétlenül elmúlnék az a néhány milliomod másodperc, amennyi a villámnak szükséges megtalálásunkra.

Ez a pontos oka az előbb emlegetett kék és piros ködöknek, a negatív vagy pozitív iontömegeknek, sőt, ha elég sokan vannak az ionok, úgy kisebb villamos gócoknak.

Így változtatják meg tehát a kiemelkedő tárgyak, személyek az elektromos teret, az elektromosság eloszlását és így járulnak hozzá a közelben járó elővillám útjának maguk felé húzásához.

### Villám-veszélyeztetettség

Ez alatt a hosszú szó alatt azt kell értenünk, hogy vannak olyan helyek, olyan körülmények, amelyekben vagy amelyekben nagyobb a valószínűsége annak, hogy villámcsapást kapunk (vagy kap egy tárgyat), mint másutt vagy máskor.

Még mindig kérdés, hogy vajon teljes határozottsággal lehet-e megállapítani a kisebb vagy nagyobb veszélyeztetettséget? Sajnos, azt kell mondanunk, hogy még mindig nincsen ahhoz elég statisztikai adat, hogy a veszélyeztetettséget egészen határozottan kimondhassuk, legfeljebb arról lehet szó, hogy a villámcsapás valószínűségét valamely helyre vagy valamilyen körülmények között nagyobbra vélelményezzük.

Nem lehet azt mondani pl., hogy »Réz« községben azért oly gyakori a villámcsapás, mert valami elektromosvezető és ionkeltő ásvány lehet a talajában, és »Porcelán« községben pedig azért ritka a villámkár, mert száraz, szigetelő a talaja . . .

Még kell nézni a kérdést a meteorológia más vonalán is: hátha Réz község éppen útjában van a délnyugatról jövő zivatarfrontoknak, szinte minden egyes betörés alkalmával elvonul felette egy zivatar. Ugyanakkor Porcelán község pedig olyan helyen fekszik, ahol évenként alig egy-két zivatar vonulhat csak el a helység felett . . . A helyes átlag kialakításához még az sem vezetne, ha csak az előforduló zivatarok eseteit vennénk számításba, mert akkor külön kellene még ellenőrizni a felhőmagasságokat is: a magasabb felhőből ritkábban történik a talajra villámcsapás . . . De még ez sem lenne elég, mert amint már olvastuk, az is fontos, hogy honnan jön a zivatarfelhő, de még az is, hogy vajon előzőleg megváltak-e az időjárási feltételek a zivatar kitöréséhez stb., stb. Nehéz a jó adatokat megállapítani.

Mégis a tapasztalatok és laboratóriumi kísérletek nyomán lehet már némi következtetésre jutnunk. A kutatók általában kétféle tényezőt vesznek számításba: a geológiai és a légköri tényezőket.

A geológiai tényezők, tehát a talaj ismertetői összehasonlíthatatlanul nagyobb mértékben megállapíthatók a légkörénél.

Egyáltalában beleavatkozik a talaj a villámcsapás előkészületeibe?

Bele, méghozzá elég nagy mértékben.

Említettük már, sőt ábrázoltuk is, hogy a talaj és a talajon levő tereptárgyak mind vezetőknak tekinthetők a levegőhöz képest. Ezért mindenütt számolhatunk a megosztás jelenségével, a talajon levő tárgyaknál éppen úgy,

mint magában a talajban. A talaj legfelső rétegeiben éppen úgy vándorol a megosztás következtében keletkezett töltés, mint az említett telefonhuzalban. Amikor pedig villámcsapás következik be, a becsapás helyére, feléje rohannak az elektronok, a különböző előjelű ionok: a talajban is áram folyik! Ahol áram folyik, ott feszültség is van és ez a feszültség néha veszélyes. Ilyen esetekben a talaj két, mondjuk egy méter távolságban levő pontja között is elég nagy feszültség alakulhat ki. Ez a feszültség már ölt is.

Ne csodálkozzunk rajta, hiszen a közönséges nagyfeszültségű távvezetékek készítésénél is ügyelni kell arra, hogy a »lépésfeszültség«, tehát a földfelszínen egy lépés távolságban előfordulható feszültségkülönbség egy bizonyos értéket ne haladhatson meg.

Ezek a »földi áramok« még sok-sok mindent megmagyaráznak. Csak arra kell gondolnunk, hogy egy villámláskor vagy a megelőző kisüléseknél a földi áramok nemcsak a talajban, hanem a ház falában és másutt is elvonulhatnak... Kárt is okozhatnak, de ijedelmet még inkább! Ilyenkor mozdulnak meg titokzatosan a képek, recsegnek a bútorok... a »szellem« azonban gyorsan távozik.

Nyilvánvaló, hogy a földi töltéseknek, áramoknak kialakulásában szerepe van a talaj minemiségének is. A villám nem »tudja« azt, hogy valahol »domb« van, hogy annak a tetején egy magas fa is van... Ellenben, ha a domb tetején vagy az oldalán kialakul egy elegendő nagyságú villamos töltés, annak a vonzó (vagy taszító) ereje majd hat a felhő valamelyik gócéra, nyilván a legközelebbire s bekövetkezhetik a kisülés. Legalább is megindulhat — de hogy hol végződik? Nagy idő az a néhány százszázad másodperc, ez alatt az idő alatt a töltések, a levegőben az iontömegek helyzete megváltozhatnak és máris a megváltozott erőviszonyok szerint történik a kisülés...

Ezek szerint pedig a talaj elektromos vezetőképessége, dielektromos tényezője és más hasonló elektromos tulajdonsága szabja majd meg, hogy hol alakulhat ki a legkedvezőbb áramerősség, hová húzódhatik a megosztás következtében előállott töltés stb., stb.

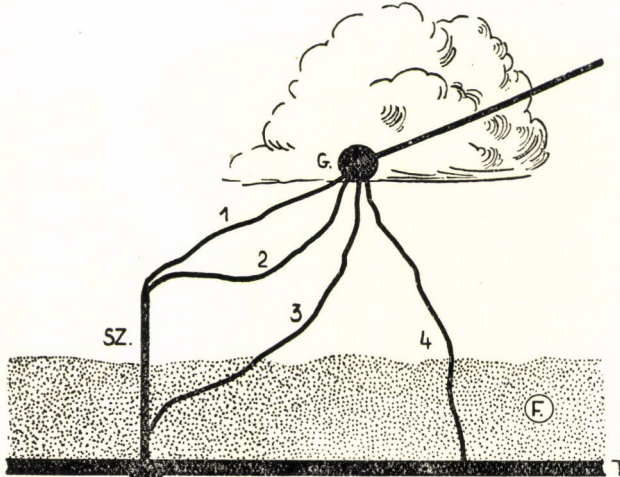
Most megint az a helyzet, hogy ezt a zivatar alatt, villámlások közepette semmi esetre sem tudjuk megállapítani, de előzetes mérések mégiscsak utalnak arra, hogy pl. a kérdéses helyen a talaj jó vagy kevésbé jó vezetőképességű-e? Van-e valahol *vízér* az esetleg száraz talajfelszín alatt, mely — ha még hozzá esetleg kissé sós is — jó vezetőképességével feltétlenül hozzájárul egy megosztásból eredő nagyobb feszültségű földi töltés kialakulásához.

A geológiai viszonyok mellett jelentékenyek még a meteorológiai tényezők. Egyszerűség kedvéért csak egy kísérletet rajzolunk fel. Az ábrán látható felhő egy pontjában levő gócot képviseli a »G« pontban elhelyezett elektróda, mely a villámgép egyik pólusához van kötve. A talajvizet, tehát azt a réteget, amelyben az elektronok és ionok szabadon mozoghatnak, egy fémlemez képviseli, (T) erre homokot hintünk, ez jelenti a talajvíz feletti földréteget (F). A lemezből álljon ki egy szeg (Sz), ez lesz egy kiemelkedő tereptárgy. A homokot egyelőre hagyjuk teljesen szárazon.

Ha most megindítjuk a villámgépet, melynek másik pólusát előzőleg a fémlemezhez kötöttük — megindul a kisülés és természetesen a villám a legnagyobb térerősségű hely felé, tehát a szeg csúcsa felé indul. Oda is fog becsapni, tehát az 1-es számú úton fog haladni. A közbeeső légtér egyes kis iongócai befolyásolják kissé pályáját és ezért nem »nyílegyenes« az útja.

Most nedvesítsük be a homokot: a kisülés alakja máris megváltozik, mert az erővonalak alakja is más, hiszen a homok már kevésbé szigetelő... A kisülés vonala hajlik a homok felé (2. út).

A továbbiakban teljesen nedvesítsük, vizezzük be a homokréteget. A kiálló tereptárgy jelentősége szinte megszűnt, az erővonalak csak éppen feléje hajlanak, a G-ből jövő kisülés tehát nem szorítkozik a kiálló vezetőre, hanem mindenféle egyéb úton (3—4) közelíti meg a lemezt, illetve a »talajvizet«. Ha a villámcsatorna közel kerül a tereptárgyhoz, akkor esetleg felhasználja további útjául (most mint »villámhárító« szerepel), egyébként azonban nem számít többé.



67. ábra. A nedves föld hatása a villámcsatorna útjára.

A villámveszélyeztettség tehát egy tereptárgy közelében nagyobb, ha a talaj még száraz és kisebb, ha a talaj már nedves...

De még mindig számításba vehető a talaj vezetőképessége, a villám útjának utolsó szakaszában — tehát, ahol bennünket legjobban érdekel.

A másik számításba veendő tényező a légkör ionozottsága. Erről már bővebben beszéltünk. Még csak annyit, hogy minél több a levegőben az ionok száma (pozitívoké és negatívoké együtt), annál nagyobbak mondjuk a levegő vezetőképességét. Külön-külön is számításba szokták venni a különböző előjelű ionokat és ezért beszélnek negatív és pozitív vezetőképességről. A mérések azt mutatták, hogy azokon a helyeken, ahová a villámok gyakran lecsapnak, az ún. villámveszélyes helyeken *nagyobb a negatív vezetőképesség*, mint a pozitív, tehát viszonylag több a negatív ionok (elektronok) száma a pozitív ionokénál.

### Néhány jó tanács

Láttuk, hogy a villámcsapás veszélyét nem kerülhetjük ki akkor, ha a villám már megkezdődött, és véletlenségből leendő útjába kerülünk. Előzőleg azonban, már az eddigi ismereteink birtokában is kereshetünk olyan helyet, ahol esetleg jóval kisebb a villámcsapás veszélye.

Nem kell geológiai ismereteinknek lenni ahhoz, hogy megállapítsuk a veszélyesebb talajokat, de csikósnak sem kell lennünk a Hortobágyon, hogy évtizedes tapasztalatokat szerezhessünk.

Geológiára azért nincsen oly nagy szükségünk, mert sokszor a növényzet is elárulja a talaj minőségét. Jellemző erre különben a magyar közmondás, amely szerint »csalánba nem üt a ménkő«. Tényleg, ennek kis valószínűsége van, mindamellett nem kell feltétlenül csalánok közé bújnunk zivatar alkalmával.

Érdekes tapasztalat és minden valószínűség szerint a növényzet kialakulását befolyásoló talajminőség az oka annak, hogy egyes fafajtaikat »kedvelk«, másokat pedig szinte »kerülk« a villám.

Így pl. a fenyőfák, a nyár, kőris, akác- és tölgyfák sok esetben kapnak villámütést, míg a vadgesztenye-, bükkfa, égerfa ritkábban.



68. ábra.

Zivatar alkalmával — már tudjuk miért — ne tartózkodjunk patakok, vízerek közelében.

☐ Síkon ne maradjunk állva, ne legyünk az a kiemelkedő »tereptárgy«, amely erővonalaival, ionjaival kedvez a villámcsatorna legalább egy »mellékágát« kialakítani . . .

Vasútvonal magában, de különösen ha telefon, távíró van mellette, felér egy jó bővízü, sós ízű patakkal. Szintén kerüljük.

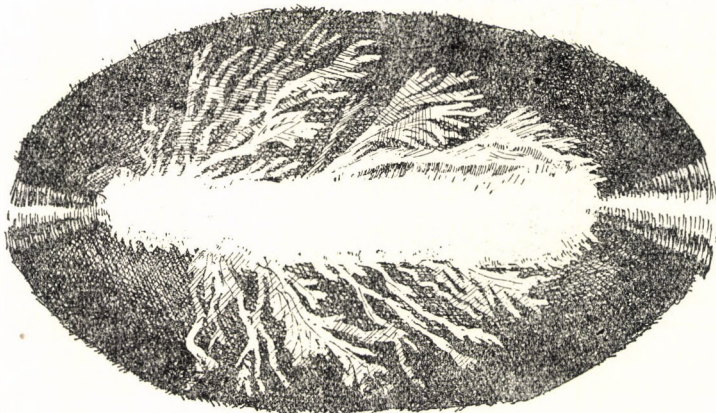
Annál nyugodtabban ülhetünk a vasúton (személykocsiban, amelynek fémburkolata van. Benn a kocsiban nincsenek erővonalak és az egész szerelvénnyel elég nagy vezetődarab ahhoz, hogy az esetleg belesapó villám a felületén leszaladjon a sínekbe, illetve a földbe.

Különben mozgó járműbe ritkábban csap bele a villám. Ezt a körülményt azzal lehet talán a legegyszerűbben magyarázni, hogy soha sincsen állandóan kialakult erővonalrendszer körülötte, továbbá ion-köd sem tud körülötte kialakulni, éppen a mozgása miatt. Az ionok csak lassan mozoghatnak (a levegő nagyon sűrű, akadályozza a mozgást), tehát mire kialakulna az ionokból álló tértöltés, a létrehozó ok már régen messze van.

A fürdés sem ajánlatos a szabadban zivatar esetén. A vízbe ugyanis gyakran belesap a villám, a széjjelszóródó villamos áramfonalak útja előre elképzelhetetlen, de hogy van áram, azt mutatja a sok elpusztult hal és a néhány balatoni haláleset.

Még fokozottabban veszélyes a folyó vagy tó partján kiemelkedő »tárgy«-ként megbontani a víz feletti, szépen simuló erővonalrendszerét. Menjünk csak onnan minél messzebbre.

Ma már nem hallani a rádióból, hogy a kedves hallgatók földeljük antennájukat . . . Pedig nem ártana néha figyelmeztetni a hallgatóságot erre is! — Lehet, sőt különösen városban, ahol a házak között eltűnik az antennahuzal, igen valószínű, hogy a villám nem találja »telibe« az antennát akkor sem, ha nincs földelve. De nemcsak erről van szó! Az antenna jól vezető huzalból készül, ebben feltétlenül lesz töltésmegosztás. Ha aztán pl. egy villámlás alkalmával megszűnik a megosztó ok: a lassan különvált különböző előjelű töltések villámcsapásszerűen



69. ábra. Villamos kisülés folyadékban.

egyesülnek majd — esetleg a bekapcsolt rádiókészülékben. Az ilyen »mellék-kisülések« megfelelő jelenségek már okozhatnak kisebb-nagyobb károkat. Nem gyújtják fel talán a készüléket, semmi különös jelenség nem látszik, az ismert roportásokon kívül nem hallatszik, csak éppen hiba lesz a rádióban . . .

Az ilyen mellékkisülésnek is nevezhető apró villámocskák kipróbálta egyszer, hogyan lehet elrontani a szerző rádiókészülékét. »Nagy kárt« éppen nem tett benne, hiszen csupán apró, szabad szemmel alig észrevehető kis lyukak keletkeztek a készülékben. Ezeket keresztül kifolyt az elektrolitikus blokk-kondenzátor folyadékja, levegő jutott a rádiócsövekbe, kissé széjjelszakadozott a transzformátor huzalkötege stb. Nem is volt érdemes a kis lyukakat keresgélni, előnyösebbnek látszott új készüléket vásárolni . . .

Érdemes tehát a készüléket függetleníteni az antennától, az antennát pedig földelni. Ilyenkor ezek a kis villámocskák közvetlenül a földbe jutnak.

Végignézhettük a telefonkönyvet, sok név van benne, sok minden arról, hogy mikor mennyi díjat kell fizetni, de valahogyan kifelejtették azt a vastag betűvel hirdető mondatot: zivatar idején ne telefonáljunk. Igaz ugyan, hogy a telefonvezetékek — akár a levegőben, akár a földben van — mindegy, hogy akkor üt bele a villám, amikor éppen beszélnek, vagy máskor —, de a telefonálónak nem . . . Különösen azokon a helyeken, ahol a telefonvezeték oszlopokon, a szabad légtérben halad, fontos a villámvesélyeztettség felismerése, tudatosítása is. A legtöbb esetben persze csak kisebb-nagyobb recsegés, talán szikrázás, ijedtség lesz a következmény, de végtére is az emberek nem ezért



tartják a telefont, az előfizetők pedig megérdemlik talán a sok figyelmeztetés között — az ő kárukra vonatkozót is.

Egyébként szabad vezetésekről lévén szó, megemlíthetjük magát a villámhárítót is. A legkevésbé sem ajánlatos valamely villámhárító levezető huzalja mellett várni a zivatar elmúlását. Amint már többször olvashattuk, a villám nem gondolkodó szellemi lény, hanem anyag, nem keresi éppen, nem tudja, hogy a villámhárító mellett áll valaki, de megtörténhetik, hogy kedvező mellékutat jelent majd számára a közelben elhelyezkedő ember teste. Így aztán a huzalban futó 10—20 000 Amper áram könnyen alkot majd kis »mellékágot«, talán nem is sok, csak néhány száz Amper fut majd át az illető bőrén . . . Minél messzebből nézzük a villámhárító vezetéseit!

De vajon benn az épületben biztonságban vagyunk? Odabenn majdnem teljes a biztonság! Van ugyan a régi öregeknek sok olyan figyelmeztetése az épületen belüli villámveszélyekkel kapcsolatban, amelyeknek csak most a legújabbban tudunk valamelyes magyarázatot adni. Ezek a figyelmeztetések azonban a ritkábban előforduló (de mégis jól megjegyzett jelenségek) megfigyeléséből adódtak. Van ugyanis a villámnak egy olyan alakja, amely teljesen elűt az eddig leírtaktól és amelyet eddig senki sem tudott jól megmagyarázni: ez a gömbvillám.

Eddig csak fényképről, leírásokból ismerjük, előállítani még nem tudtuk — már pedig csak akkor ismerjük meg majd igazán, ha mesterséges gömbvillámmal kísérletezünk!

Nos, ennek a gömbvillámnak az útját rendszerint a kisebb-nagyobb légáramlások szabják meg. A legkisebb légáramlás is elegendő a mozgatásához, tehát nem kell több, mint az ajtón, ablakon, kéményen átfutó légáramlás, a »huzat«! — A gömbvillám néha bizony igen veszélyes. Ezért mondatják tehát a régi tapasztalatok a sok figyelmeztetést: ne nyissunk ablakot, ne csináljunk huzatot, ne fűtsünk (fűstöljünk) — zivatar alatt . . .

Épületben tehát biztonságban érezhetjük magunkat, hacsak saját magunk nem gondoskodunk a villám bevezetéséről. A következő kérdés már csak az marad, hogy vajon az épület maga mennyire védhető a villám gyújtása, rombolása ellen?

## Villámhárító

Mielőtt a villámhárító működését bővebben tárgyalnánk, nézzük meg alaposabban, milyen károkat okozhat a villám a tárgyakban és most főképpen az épületekben.

Nyilvánvaló, hogy a villámot mint elektromos áramot vesszük figyelembe, tehát nem is kell semmiféle különleges hatásokra gondolnunk, legfeljebb még azt a körülményt kell számításba vennünk, hogy ez az áram rövid ideig tart, esetleg rövid időn belül sűrűn ismétlődik. Egy kissé hasonlíthatjuk tehát a nagy szaporaságú váltóáramhoz is.

A nagy általánosságban háromféle hatást különböztethetünk meg: hőhatást, elektrodinamikuss- és elektrokémiai hatást. Ebből leginkább a legelsőt vesszük észre azonnal, a másodikat szakszempontból tarthatjuk érdekesnek, a harmadikat pedig gyakorlati szempontból nem is szükséges tárgyalnunk.

Általános tapasztalat szerint a kis ellenállású vezetőkben ritkábban fordul elő a hőhatás okozta kár. Tehát a vastag távvezetékek villám-okozta elolvadása ritkább jelenség. Vékony huzalok (antenna-, telefon-, távíróhuzalok, különösen,

ha a rosszabbul vezető vas az anyaguk) villámcsapás esetén legalább egy részletükben nemcsak elolvadnak, hanem szinte gőzzé válnak. Ugyanez az eset áll elő akkor is, ha a levegőhöz képest még vezetőnek tekinthető, de a villamoságról tanultak szerint már szigetelő anyagoknak nevezett gerendák, téglavagy egyéb falak stb. szenvednek villámcsapást. Itt elsősorban a bennük rejtőző nedvesség jut szóhoz, ennek hirtelen gőzzé válása és feszítő ereje rombolja szét a falat, forgácsolja darabokra a gerendát.

Mivel a fémeknél a rossz érintkezés éppen ellenállást jelent, amely nagyobb mértékben melegszik, mint a környezete, az érintkezőhelyek (különösen rossz forrasztás, hegesztésből eredő) szétolvadása, esetleg robbanásszerű szétválása gyakran tapasztalható. Így repülnek le a háztetőről az esőcsatornák, no meg a rozsdás szélkakasok is.

A másik említett hatás az elektrodinamikus. Ezt veszik észre, illetve érzékelik az elektromos ismeretekben kevésbé bővelkedők a legritkábban. Ezekben az esetekben tényleg csak akkor következtethetünk nagyobb erőmegnyilvánulásokra, ha figyelmesen megszemléljük a károkat. Mi már tudjuk, hogy elsősorban mágneses hatásokról lehet szó, melyek azonban nemcsak abból állanak, hogy valamely vasdarab mágnesessé válik, hanem abból is, hogy pl. vascsövek összenyomódnak, kábelek, huzalok összecsavarodnak, szinte összekalapálódnak stb. — Az anyagok átmágnesezettsége miatt gépek, műszerek, szerszámok lesznek használhatatlanok . . .

Az említett károk már régen arra tanították az embereket, hogy védjék épületeiket. Így alakult ki a villámhárító, melyről ma már tudjuk, hogy sok évezredes múltja van, bár mindig akadt újabb és újabb feltalálója is.

Nem is régen még arra gondoltak, hogy a ma is szokásos villámhárító úgy védi az épületeket a villámcsapástól, hogy a földben összegyűlt elektromos töltést felvezeti a háztetőre és ott a csúcsban végződő rúdon át a töltés kiszáll a levegőbe. Úgy, mint ahogyan a csúcskiszülést látjuk szerteséjjel az iskolai kísérletek alkalmával. Ha pedig a töltés eltávozott, a villámnak nyilván nincs mit keresnie, tehát . . . a villámhárító megvédte a házat!

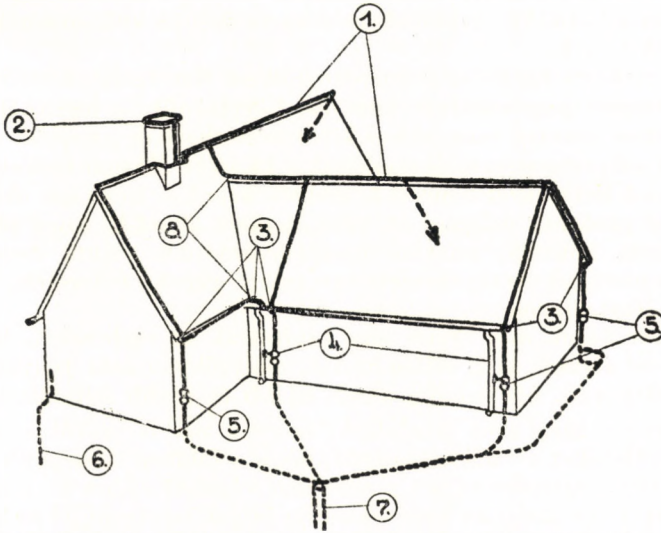
Nem hibáztathatjuk ennek az elméletnek a kigondolóját, hiszen nem tudjuk, hogy ma melyik elméletünk sántít jobban, de azt tudjuk már, hogy ilyen csúccsal ellátott rudakat tesznek ki manapság a légköri elektromosság mérése céljából. A rúd alsó vége és a földvezeték közé műszert kötnek, amely megmutatja, hogy mennyi az átfolyó elektromosság mennyisége.

Erre a helyre igen érzékeny, igen kis áramot is megmutató műszer szükséges . . . Nyilvánál tehát, hogy a rúdon keresztül nem sok elektromosság mehet a földből a levegőbe! — A villámhárító tehát nem így nyújt védelmet!

A védőhatást egyszerűen úgy kell elképzelnünk, hogy a villámhárító rúdja, mint egy kiemelkedő tárgy összesűríti maga felett a feszültségfelületeket, így a mindenkor maga köré vonzott ionokkal együtt hatással van a haladó villám pályájára, sok esetben maga felé vonzza azt. Ha tehát villámpálya közeleg a ház felé, elegendő közelség esetében a pálya a villámhárítón keresztül folytatódik a földbe. Különösen akkor érvényesül ez a hatás, amikor még a zivatar addigi tartama alatt eső nem esett, tehát a talajnak csak mélyebben levő részei számítanak jobb vezetőnek. Nedves talaj esetében — mint azt egy előbbi ismertetésünkől már tudjuk — a villámhárító, azaz a kiemelkedő vezető tárgynak, már kisebb a villámpálya-alakító képessége, kevésbé valószínű, hogy rajta keresztül történik kiszülés.

Amikor rájöttek az előbb említett elmélet helytelenségére, egyszeriben megváltozott a villámhárító készítésének és felállításának módja. Eddig arra törekedtek, hogy a csúcsatás legyen minél inkább előtérben (a tűhegyes csúcs időállóságát aranyozással is biztosították), azután pedig azon igyekeztek, hogy a villámhárítóba becsapó villám minél kisebb kártevással juthasson a földbe.

Ezenkívül felismerték a villámhárító készítésénél azt a hasznos elvet is, hogy a rúdjától a földbe vezető vastag huzalok kalitkaszerűen vehetik körül a házat és annak mintegy »Faraday-kalitka« jelleget adnak. Faraday a villamosság nagy tudósa ugyanis már nagyon régen bebizonyította, hogy a mozgó



70. ábra. A villámhárító felszerelése. 1. Vastag felfogó huzalok a háztető gerincén vezetve. 2. Célszerű a kémény körül is felfogó huzalt vezetni. 3. A levezető huzalokat összekötjük az esőcsatornával. 4. A levezető csatornát is összekötjük a levezető huzallal, de még annak a földvezetékkel történő összekapcsolása felett. 5. A levezető huzal és a földvezeték összeköttetése igen jó, fémes érintkezésű legyen. 6. A lefolyó eső földeléséről külön is gondoskodjunk. 7. Legjobb földelés a kút vascsöve. 8. A hajlásokban levő csurgók fémlemezei alul is, fölül is jó fémes összeköttetésben legyenek a vezetékkel, illetve az esőcsatornával. — A föld alatt vezetett huzalokat szaggatottan rajzoltuk.

vagy álló elektromos töltés mindig csak a felületen marad és így a fémek, fémháló belsejében nincsen elektromos tér, elektromos hatás. Készített egy madárkalitkához hasonló, dróthálóból összeállítható dobozt, érzékeny elektromos műszert helyezett el a belsejében és kimutatta vele, hogy a legnagyobb külső térorosság, elektromos hatás sem tud bejutni a kalitka belsejébe, az érzékeny műszer sohasem mutatott semmit...

Tulajdonképpen ehhez hasonló villámhárítóra lenne szükség mindenütt! Csakhogy olyan helyeken, ahol általában csekély a villámkár, nem gazdaságos az ilyen méregdrága berendezés. Az Egyenlítő mentén, ahol a zivatarok szinte mindennaposak és a villámcsapások egymást érik, a jobban féltett épületeket kénytelenek ilyen drága, de biztos villámhárítóval védeni.

Manapság úgy segítenek a villámhárító javításán mifelénk is, hogy felszerelésekor a ház fémrészeit mind vezetői összeköttetésbe hozzák egymással így pl. a vasgerendák, a vashuzalok, amelyeket a modern építkezés használ.

a jól megépített villámhárítóval vezetőileg összekötve tényleg megközelítik a »Faraday-kalitka« lényegét.

Általában a villámhárítónál három alkatrészt különböztethetünk meg: a felfogó részt, a levezető huzalokat és a földelést.

A felfogó rész lehet az erre a célra felállított fémrúd, fémvezeték, fémfelület vagy egyéb fémtest, amelynek esetleg számára végzetes feladata: a becsapó villám felfogása. A sok technikai feltétel mellett fontos elvi megállapítás, hogy az elhelyezés csak akkor hasznos, ha kiemelkedik a háztetőből, a toronyból stb., tehát, ha tényleg ez a legmagasabb pont és valóban összesűríti a feszültségfelületeket maga felett és ez az összerúsítás ő felette a legnagyobb mérvű... Ennek a helyes felismerésével könnyebben megállapíthatjuk azt is, hogy esetleg nem is egy ilyen felfogó rúdra van szükség, hanem többre is!

A levezető huzalok elhelyezésénél arra kell gondolni, hogy különösen és elsősorban a tetőn, a huzalok mint felfogó rész is szerepelnek. Minél sűrűbben helyezünk el levezető huzalokat, annál inkább megközelítjük a »Faraday-kalitkát«. Ennek és a huzalkeresztmetszet növelésének érdekében a levezető huzalokat egymással is kössük össze, minél több helyen.

Külön figyelmet érdemel a levezetőhuzalok görbültsége. Ahol csak lehet, kerüljük a huzalok görbítését, kis szögben történő megtörését. Említettük már, hogy a rövid ideig tartó, továbbá a sűrűn megismétlődő áramlökések miatt a villám kisülését úgy is kell néznünk, mint valaminő sűrűn váltakozó áramot. Ennek megfelelően nem szabad elvezetése közben az útjába nagy akadályokat: váltóáramú ellenállásokat gördíteni. Ilyen váltóáramú ellenállás pl. a huzal görbültsége is. Ez nem hagyja kifejlődni az áramot teljes nagyságában... Igen ám, csak hogy a nagy feszültség miatt a villám egyszerűen átüti majd az akadályt! Ez annyit jelent, hogy más úton megy majd, mint aminőt mi szántunk neki... Részben számítás, részben tapasztalatok útján megállapították, hogy melyek a kevésbé és nagyobb mértékben veszélyes »kanyarok«.

Lényeges része a villámhárítónak a földvezeték is. Ezen keresztül a földben történik a villám áramának szétoszlása. Minél nagyobb felületet, szétágazást, minél kisebb átmeneti ellenállást biztosítunk a föld felé, annál jobb a villámhárítónk, annál bizonyosabb, hogy nem szükséges a villámnak a levezető huzalokon kívül is utat keresnie a földbe.

A jó földelést nagy fémfelületek, fémszalagok, sok huzal elhelyezésével érhetjük el. Ezeknek a fémeknek azonban nem szabad oxidálódniuk, mindenkor biztosítani kell a jó összeköttetést a földdel. Éppen ezért ilyen célra legjobban a réz- vagy hasonlóan alig oxidálódó fémlemez használata, továbbá ügyelni kell arra is, hogy a földelés száraz időkben is a talajvíz szintjében legyen!

Nem célunk a villámhárító technikai kivitelezését tárgyalni, csupán az alkalmazott meteorológia más tudományok körébe átnyúló karjaival mutatunk rá a fontosabb követelményekre.

## A villámok haszna

Elmondottuk az eddigiekben, hogyan keletkezik, hogyan alakul a villám, mi a hajtó ereje a felhőben és a földfelületén. Megmagyaráztuk a tudomány mai állása szerint az eddig sokszor érthetetlen szeszélyességét, megpróbáltuk a már mesterséges villámok kísérletei közben megismert tulajdonságait feltárni, majd ennek nyomán néhány jó tanáccsal szolgáltunk arra nézve, hogyan kerülhetjük el az »ösi ellenség« csapásait!

Arról azonban még nem beszéltünk, vajon fel tudja-e már használni az ember a villámokban rejlő óriási energiákat? Erről nem beszélhettünk, mert erre bizony még nem került sor. A sok próbálgatásnak még semmi eredménye. Mindenesetre ma már nem félünk a villámoktól, sőt élvezetet okoz a zivatar utáni hidegebb, tisztább és — mint mondják — ózondús levegő, ez is valami . . . De az a sok energia mégis kárbavész?

Nem egészen. Valami haszna mégis van belőle az embernek, de erről nem tehet, sőt alig tud róla . . .

Amikor a villámok hatalmas pályájukon a levegőt izzásba hozzák, az ott levő nitrogén a magas hőmérsékleten oxidálódik . . .

Ez a művelet veszedelmesen hasonlít ahhoz az eljáráshoz, amellyel a gyárakban, szintetikus úton, a műtrágyát állítják elő! Az oxidált nitrogén, a »természetes« műtrágya a legrövidebb szállítási és műveleti úton, az eső segítségével jut a talajra és a talajba. Nem szabad lebecsülnünk az így készített műtrágya mennyiségét! Ha számításba vesszük a Földön lezajló zivatarok és villámlások átlagos mennyiségét, úgy évente kb. 100 milliárd métermázsza műtrágyát gyárt a légköri, zivatarelektromossággal működő, nemzetközi »Műtrágyagyár«.

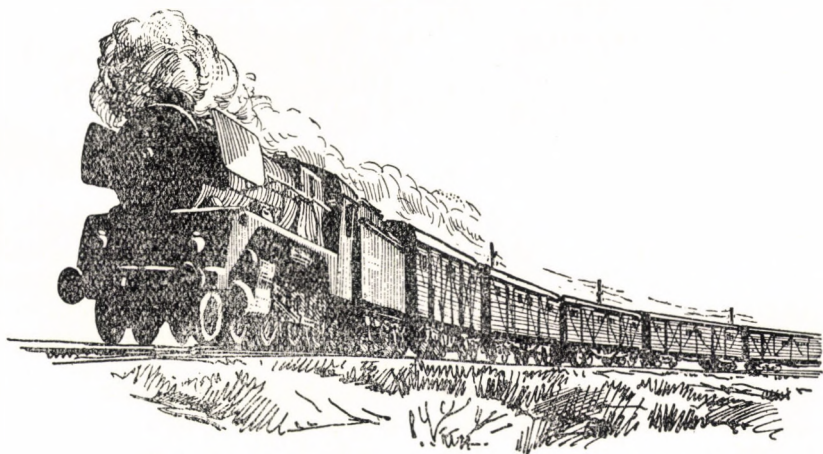
Ezek szerint a jövőben a meteorológusoknak már nemcsak esőt kell csínálniuk, hanem — zivatart is . . .



## Télen — nyáron vonaton, autón

A közlekedés az emberi közösség fejlődéstörténete során azt a szerepet játssza, amit a magasabbrendű szervezet szerveinek összehangolása során az idegrendszer és az érrendszer. A modern társadalmi rendszerekben közlekedés nélkül megbénulna az élet, megszűnne a személy- és áruszállítás és a hatalmas közösségekbe tömörült embertömegek létfenntartása egyszerűen kérdésessé válna.

A társadalmi fejlődések során azt látjuk, hogy a legősibb közlekedési utak a víziutak voltak. Vízfolyások, tó és tengerpartok mentén keletkeztek az első jelentősebb emberi települések, mert a víz szolgáltatta a kereskedelmi utak magától adódó természetes lehetőségét. Lehetővé tette a személyek, az állatok, a termények, a létfenntartáshoz szükséges szerszámok tovaszállítását, kicserélődését. A fejlődés későbbi szakaszában, amikor a települések vízparttól távolabb is létesültek, az érrendszer szerepét a víziutak mellett átvették a karavánutak. A civilizáció egyszerűen más irányt adott a fejlődésnek. A civilizáció az emberi településeket függetlenítette a víziutaktól. A közlekedés fejlődése, a közlekedési utak rendszeres kiépítése már víziutak nélkül is nagyobb méretű települést tett lehetővé, megfelelő földrajzi adottságú és alkalmas klímájú tájakon.



71. ábra.

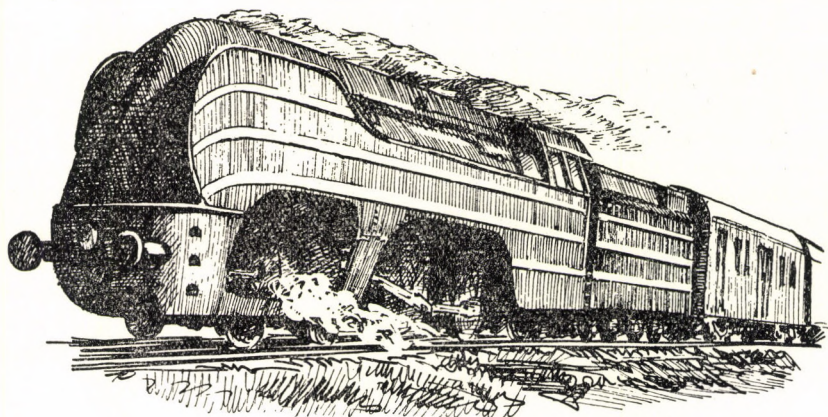
A víziutak elsődleges szerepét átvette a vasút. A gőzmozdony felfedezése egyszeriben megkönnyítette a szárazföldek távolabbi részein a nagyobb emberi települések kialakítását, fejlődését és ezek életének biztosítását.

Hogy mit jelent a vasút a nagyobb közösségek zavartalan életmenetének biztosítása szempontjából, azt mindnyájan láhattuk akkor, amikor egy-egy szigorúbb tél, egy-egy árvíz vagy az elmúlt világháború során a bombázások következtében időlegesen megszakadt vagy csökkent a vasúti forgalom.

Ilyenkor megszűnt az utazás. Megszakadt a hírközlés, megszűnt az áruszállítás és bizony a nagyobb települések életritmusában súlyos heveny zavarok mutatkoztak. Az élelmiszerek, a szükségleti cikkek pillanatnyi kiesése éppen olyan káros tüneteket okozott, mint amikor az élszervezetben egy-egy ér vagy ideg megszakadásával vérzés vagy bénulás lép fel, s egyik-másik szerv működésében zavar áll be.

### Az időjárás elemek és a vasút

Azt kérdezhetnénk, hogy egy jól megépített többtonnás gőzmozdonynak vagy egy párszáz tonnás tehervonatnak, egy súlyos vasúti hídnak, jól megépített vasúti töltésnek vagy egy alagútnak mit árthat az időjárás elemek bármelyike? A hőmérséklet, a szél, az eső vagy a hó.



72. ábra.

Pedig ha a fizikus és a meteorológus szemével elemezzük a dolgokat, akkor bizony azt látjuk, hogy az időjárás elemeknek, a sugárzásnak, a levegő hőmérsékletének, páratartalmának, esőnek, hónak és a szélnek jelentős szerepe van közlekedésbiztonsági szempontból. De ezek az időjárás tényezők nemcsak magára a holt anyagra hatnak, hanem lényeges hatással vannak a szolgálatot teljesítő vasúti személyzet munkakészségére is.

Először egyenként szemrevételezzük az időjárás tényezők szerepét és aztán majd a különböző évszakokban képzelt utazást téve meglátjuk, hogy milyen kellemetlenségeket okozhatnak a vasúti közlekedés terén az időjárás, kilengések.

Kezdjük talán a *hőmérséklet* szerepének a vizsgálatával. De mielőtt a hőmérséklet szerepére rátérnénk, el kell mondanunk azt, hogy a vasúti közlekedés



során a közlekedést irányító és lebonyolító emberen kívül, melyek azok a vasúti létesítmények, amelyeknek működése az időjárás tényezők függvénye. Mindezekelőtt : maga a *vasúti pályatest* felépítése olyan, hogy a vasúti töltésre, kavicságyba helyezik el a talpfákat, amelyeknek anyaga lehet fa, vas vagy beton, a talpfákra erősítik csavarokkal vagy vaslapokkal a vasúti síneket. A sínpárok közötti összeköttetést szolgálják a váltóberendezések, amelyeknek pontosan kell működniök. A közlekedés szabályozását, irányítását szolgálják a pályatesten és töltés mentén létesített *biztosító berendezések*, amelyek vagy fényjelekkel — piros, sárga és zöld, kék — vagy különböző helyzetállításokkal adják az utasításokat a mozdonyvezetők és a forgalmi személyzet részére. Ezeknek a jelzőberendezéseknek a kezelése és beállítása vagy automatikusan történik elektromos- vagy fémhuzalos távvezérléssel, vagy pedig kéziirányítással. A pályatestet úgy nevezett *műtárgyak* tartják; árokáthidalások, felüljárók, hidak, völgyáthidalások. A pályatest a tereptől függően helyenként magas töltéseken halad tova, helyenként pedig mély bevágásokban. Ha a szükség úgy kívánja, akkor alagúttal rövidítik meg a vasútvonal hosszát. Egyes helyeken ma is (pl. Olaszországban Villa San-Giovanni és Messina között) az egész vasúti szerelvényt hajón, úgynevezett kompon szállítják át egyik partról a másikra. Néhány évtized előtt a Dunán Gombosnál kompon szállították át a vasúti szerelvényeket a szlavonai partra.

Ezekután rátérhetünk a pályatesten közlekedő, úgynevezett *gördülő* anyagra. A sínen közlekedik a vonat, amely vontató berendezésből, személy- és teherszállító kocsikból áll. Egy-egy szerelvény összeállítását mindig a pálya milyensége, de nem utolsósorban az időjárás tényezők várható alakulása szabja meg. A vontatás történhet gőzmozdonnyal, olajmotorral, vagy villanymozdonnyal. A vontatómozdonyok és vasúti kocsik megépítése, külső alakja, belső berendezése — fűtés, hűtés, szellőzés, porvédelem — fontos tényező az időjárás elleni küzdelemben. Ez nemcsak az utazó közönség érdekében, hanem életének nagy részét úton töltő vasúti személyzet egészségvédelme szempontjából is fontos. Hogy miért, azt majd utazásaink során meglátjuk.

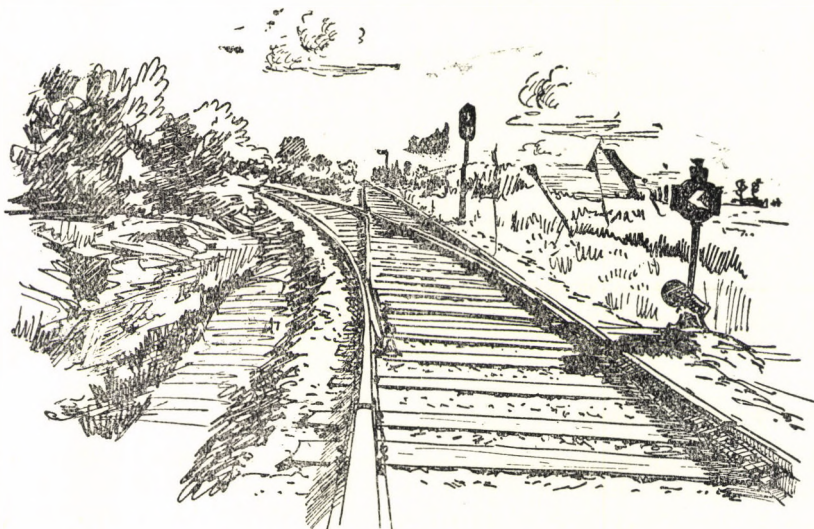
Meg kell emlékeznünk a vasúti épületek : állomások, várótermek, szolgálati helyiségek, vasúti raktárak és vasúti rakodók időjárással kapcsolatos viszonyairól is. Ez nem közömbös, ha tudjuk azt, hogy évenként az ország lakosságának mintegy 10—14-szerese fordul meg a vasútüzem területén.

## A hőmérséklet szerepe

Ezután az általános ismertetés után most már nézzük azt, hogy *vasút-biztonsági szempontból* milyen szerepe lehet az időjárás tényezők közül a *hőmérsékletnek*. Nézzük először a meleg hatását. Meleg hatására a már említett vasúti berendezések közül különösen a nagy tágulási együtthatóval bíró fémszerkezetek, a vasúti sínek, hidak, és a biztosító berendezéseket szabályozó fémhuzalok reagálnak és pedig meglehetősen nagymértékű tágulással, megnyúlással. Ennél a megnyúlásnál nem annyira a levegő hőmérséklete, mint a nap sugárzó energiája játszik nagy szerepet. A sugárzó hő hatására a sínek lényegesen jobban felmelegszenek, mint a levegő. A sín felmelegedése sokkal nagyobb mérvű a bevágásokban, ahol megreked a levegő. Lehet, hogy a sínek a környező levegőnél kb. 20 C°-kal melegebbek. Az átlagos vasúti sínhossz 10 C° hőmérsékleten 12 méter. Hogyha a sín hőmérséklete a nap sugárzó energiájának hatására felmelegszik 45 C°-ra, akkor ez a 12 méteres sündarab 5,04 mm-el lesz hosszabb.

Ez magyarázza meg azt, hogy a sínek fektetésekor és összekapcsolásakor miért kell a sínek között *hézagot* hagyni: azért, hogy legyen hely a kitáguláshoz. A sínek hőérzékenysége miatt, számolva a meleg hatására történő kitágulással, a sínfektetésre legalkalmasabb idő a borult, 10—15 C° hőmérsékletű szeles idő.

Azokon a vágányokon, amelyeken egyirányú a közlekedés, a sínek a menetiránnyal egyező elmozdulást mutatnak. Ennek az elmozdulásnak a mőtárgyak: váltók, átereszek, hidak, akadályul szolgálnak. Ezek a rögzített szakaszok. Két rögzített szakasz között a menetirányba néző részen a sínek összetorlódnak, ez a torlódott szakasz. A torlódott szakasz mögött pedig a sínek távolodnak egymástól, ez a húzott szakasz. A két szakaszon a hőmérsékleti hatások a



73. ábra.

következők: a húzott szakaszon, mivel a sínhézagok nagyobbak, nagyobb erők hatnak a síneket összekötő vashevederekre és bekövetkezhet a hevedertörés. Ez nagyon erős lehűléskor jön létre, amikor a fémek erősebben húzódnak össze a hideg hatására. A hideg hatására normális 12 méteres sín —25 C°-on kereken 5,0 milliméterrel rövidül meg. Ilyenkor nemcsak a megrövidülés az oka a baleseteknek, hanem az is, hogy a túlságosan lehűlt fémek szerkezeti megváltozása következtében azok ridegebbek, törékenyebbek. A sínek legnagyobb fokú lehűlése derült, hideg téli éjszakákon következik be, amikor a kisugárzás folytán a legnagyobb a hőveszteség. A legnagyobb lehűlés a síneket ugyancsak a bevágásokban fenyegeti. A legerősebb fokú a lehűlés akkor, ha a tájat hótakaró borítja.

A torlódási szakaszon nem a lehűlés, hanem a nagy felmelegedés jelent baleseti veszélyt. Mi történik a torlódási szakaszon felmelegedéskor? A torlódási szakaszon a sínvándorlás következtében a sínek közötti hézagok összehúzódnak, fokozottabb felmelegedéskor tehát nincs hely a sínek tágulására és így azok oldalt vagy a magasba felemelkedhetnek. Így a sínrögzítés meglazulása miatt *kisiklás* következhet be. A pályafenntartásnak különösen szemmel kell tartania a pályatestet az ilyen húzott szakaszokon erős felmelegedés esetén.

Részint a zökkenésmentes közlekedés biztosítására, részint a dilatációs veszélyek kiküszöbölésére újabban több sínt összehegesztenek és ezeket a hosszú sítárbokat fektetik a talpfákra. Ezeknek természetesen nagyobb a tágulási és összehúzódnási értéke is. Azonban a sínek között 2 cm-nél nagyobb hézagot nem lehet megengedni. A dilatációs hézagok kiküszöbölésére a síneket a sín-csavarok helyett szorító-lemezekkel erősítik a talpfához. Ezek a szorító-lemezek a sínek felmelegedése és lehűlése következtében előállható hosszúságváltozást megakadályozzák.

A hidak vasszerkezetüknél fogva szintén tágulhatnak vagy összehúzódhatnak, úgyszintén a rájukfektetett sínek is. A hidak egyik vége rendszerint szorosan rögzített, a másik vége mozgathatóan fektetett. A síneken lehetővé kell tenni azt, hogy a különböző dilatációs készülékek a sínterjeszkedést vagy összehúzódást megengedjék.

A gördülő anyag az erős lehűléskor szenved meg az időjárás behatását hőmérsékleti vonatkozásban. Ilyenkor ugyanis a csapágyak kenőanyaga besűrűsödik és fokozódik a tengelyeknél a csapágy súrlódás. A jelenlegi kenőanyagok mínusz 20 fokon alul megfagynak. 20 fokos hidegben a mozdony vonóereje közel húsz százalékkal csökken.

A hőmérsékleti hatások zavarokat okozhatnak a nem elektromos, hanem fémhuzalokkal szabályozható biztosító berendezések működésében is. A szabályozó huzalok nagy melegben annyira megnyúlhatnak, hogy helytelen jelzőállítás következhet be. Nagy hidegben pedig esetleg elszakadhatnak a huzalok. Ezeket a káros hatásokat különböző készülékek segítségével ki kell egyenlíteni. Az elmondottak vonatkoznak az elektromos vasutak áramvezetékeire is.

## A levegő mint közeg

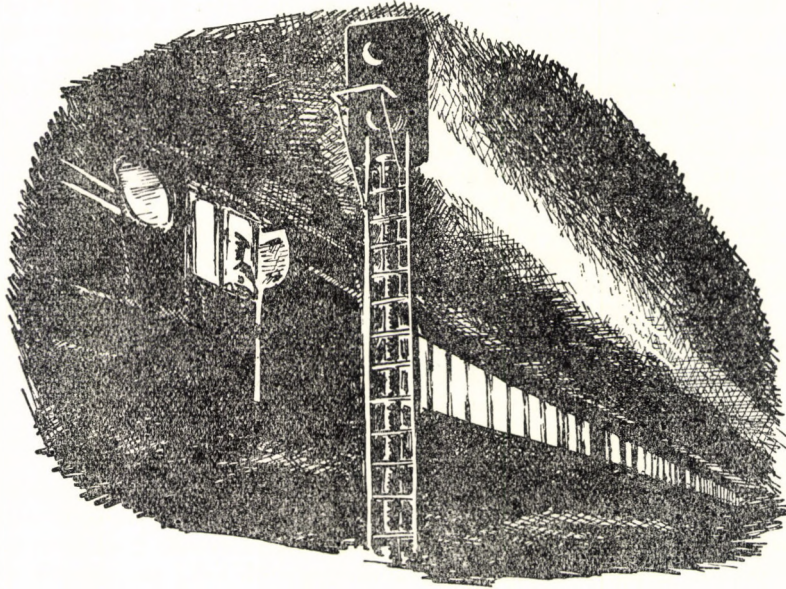
A következőkben vizsgáljuk a »légóceán vizének«, tehát magának a levegőnek sajátosságait és hatását a vasúti közlekedés szempontjából. A levegő mint közeg nagy szerepet játszik a mozgó vasúti szerelvényekre gyakorolt ellenállás kifejtése során. Minél gyorsabban és minél nagyobb felülettel mozog előre egy test, pl. egy mozdony, annál nagyobb ellenállást okoz a levegő. Ha valamely jármű sebességét megkétszerezzük, akkor ez a levegő ellenállását a négyszerezésére emeli. A levegő ellenállása függ a jármű alakjától is. A mozdonyoknál is arra kell törekedni, hogy a legkisebb ellenállást jelentő áramvonalas alakot lehetőleg megközelítsék, mert a légellenállás lecsökkentésével a zavaró örvények kiküszöbölésével a legkevesebb tüzelőanyag felhasználása mellett ilyen módon érhetik el leggazdaságosabban a maximális sebességet.

A levegő mint valami oldat, vivőanyaga lehet a légtenger különböző szennyezéseinek és járulékos alkatrészeinek. Ezek a járulékos alkatrészek a szem részére egyébként nem érzékelhető levegőt érzékelhetővé tehetik és a látást akadályozzák. A levegőnek ilyen járulékos alkatrészei, amelyek a közlekedésbiztonság szempontjából olyan fontos távollátást akadályozzák: a por, a köd, eső, hó.

A vasúti közlekedés sajátossága hozza magával azt, hogy a nagy sebességgel haladó mozdony vezetőjének már messziről fel kell ismernie a vonat haladására vonatkozó utasításokat közlő jelzőberendezéseket, amelyek nappal helyzet vagy szín, éjjel pedig fényjelzés alapján közlik a teendőket a mozdonyvezetővel. Előfordulhat az, hogy az egyik pillanatról másikkra keletkező és az Alföldön nem is olyan ritka porvihar, éppen a legkritikusabb pályaszakaszon

akadályozza meg a jelzőberendezések utasításainak a leolvasását. Ez baleseti lehetőséget rejthet magában.

A közlekedés biztonságának a légóceán részéről egyik legnagyobb ellensége a *köd*. A köd a távollátást akadályozza, megnehezíti vagy lehetetlenné teszi a jelzőberendezések állásának vagy színének leolvasását s így a nagy sebességgel közlekedő vonat balesetét idézheti elő. Hogy ez mit jelent, azt legjobban akkor érzékelhetjük, ha tudjuk, hogy a látás-távolság közepes ködben 4—500 méter. Ezt a távolságot a gyalogos 5 perc alatt, a gyorsvonat már 15 másodperc alatt befutja. A jelzőberendezés csökkent láthatósága tehát közlekedésbiztonsági szempontból igen komoly veszélyeket rejt magában.



74. ábra.

Meg kell említenünk azt, hogy a közlekedés terén a tilosjelzések adására azért használják a *piros fényt*, mert párás, ködös levegőben a vörös fény az, amelynek legnagyobb az áthatoló képessége és amelyet a szem a ködben a legtovább, illetve a legtávolabbra érzékel.

Az *eső* nemcsak a látás akadályozása miatt hátrányos közlekedésbiztonsági szempontból. Szemerkélő eső idején a sínekre rakódó por és olajos anyagok csúszós anyaggá olvadása a fékezést erősen megnehezíti. Ilyen esetben csökken a súrlódás lehetősége a kerék és a sín között és a vonat úgynevezett *fékútja* (amely a fékezés megkezdése és a megállás között még megtett távolságot jelenti), megnyúlik. Ez a meghosszabbodott fékút bizonyos esetekben összeütközésekre, balesetekre vezethet.

Közlekedésbiztonsági szempontból az esővel kapcsolatban meg kell emlékeznünk a záporokról, felhőszakadásokról, amelyek a rövid idő alatt leesett nagy vízmennyiségek rombolóhatása következtében a töltések, átereszek, hidak alámosása révén vonatkisiklásokhoz vezethetnek.

*Milyen szerepe van a szélnek a vasúti forgalomban?* Részint közvetlen a hatása. A mozdonyra, a vasúti kocsikra gyakorolt nyomása révén a fokozot-

tabban fellépő kerék- és sínsúrlódás miatt lényegesen csökkentheti a vonat sebességét. Erősebb szél esetén olyan nagy lehet az oldalnyomás, hogy a szerelvényt fel is boríthatja. (Valkány, 1908. ápr. 21.) A szélnek a vasúti kocsikra gyakorolt oldalnyomása a kerekeken át, mint függőleges nyomás áttevődik a sínre. Ez erős szélvihar esetén komoly veszedelmet jelent pl. hidakon, mert úgy megnövekedhetik a terhelés, hogy a híd nem bírja ki és leszakad. Ilyen szörnyű katasztrófa történt 1879. december 28-án a »Repülő skót« expresszel, amikor Skótország keleti partjain a Firth of tay hídján a dühöngő orkán nyomása következtében a híddal együtt a tengerbe zuhant.

A »Szél úrfi« azonban nemcsak közvetlenül, hanem közvetve is kellemetlenségeket okozhat a vasúti forgalomban. Ez a tréfáskedvű legény hol fatörzseket, hol sziklagörgetegeket sodorhat a pályatestre s ezek bizony komoly veszedelmet jelenthetnek, ha az éber mozdonyvezető idejében észre nem veszi vagy a pályafenntartási szolgálat mindenesei, a derék pályaoőrök el nem távolítják idejében.

Mi történik a széllal való versenyfutás során? Ugyanaz, ami a patak vizével, amikor medrében rohan. Ha sima fenekű a meder, akkor egyenletes, sima lesz a víz mozgása, de ha kövek, fatörzsek, kiálló sziklák vannak a patakmederben, akkor ez a nyugodt víz vad *örvénylésbe* és táncba fog. Tajtékszik, sistereg, habzik. Ugyanezt csinálja a szél is, ha akadály kerül az útjába. Ezek az akadályok: vasúti töltések, vasúti bevágások, fasorok, kisebb dombok, kerítések. Ilyenkor a szél megbokrosodik, felugrik, kitér jobbra-balra az akadály elől, de hosszából még visszafordul, rúg egyet-egyét. A levegőnek ezt a vad örvénylését akkor érzékelhetjük és láthatjuk, amikor hóesés, hófúvás idején a laza, könnyű hópelyheket felragadva bemutatja művészi boszorkánytáncát. De ennek a táncnak ára van s ezt az árat a vasúti közlekedés fizeti meg hótörlasszok, hófúvások formájában. A pajzán szél elrabolja, magával ragadja hóeséskor a hópelyheket és azokkal együtt száguld tova, de jönnek az akadályok, a töltések, a bevágások s »Szél úrfi« sebessége egyszerre lecsökken, mert máskülönben nem jön ki a lépése az akadály előtt s ezt az alkalmat használják ki az elraboló hópelyhek és a csökkent sebességű helyeken megugranak Szél úrfitól, hamar leülepednek. A talajegyenetlenségek, kerítések, töltések, bokorsorok akadályt képeznek a szél útjában. A szél a keskeny és magas akadályokat oldalról, a széles és alacsony akadályokat felülről megkerüli. A szél az akadály előtt megtorpan, kissé hátralép, mintha ugrásra készülne s ezt az akadály előtti örvénylő mozgást használják fel a hópelyhek a leülepedésre. Ez a leülepedés nem közvetlenül az akadály tövében történik, hanem attól hátrafelé. A szél az útjába eső akadályokat megkerüli s az akadálytól jobbra és balra, mivel itt a szélsébség fokozott, hómentes helyek, úgynevezett szélbarázdák keletkeznek. Az akadály mögött, ahol szélmentes hely van, a hó leülepedik a csökkent áramlási sebesség következtében.

Az elmondottak világosan mutatják, hogy hol keletkezhet hófúvás. *Hófúvás* keletkezhet a szél útjában álló akadály szélfelőli és szélárnyékos oldalán. Az akadály szélirányfelőli oldalán a hólerakódás az akadálytól távolabb, a széliránnyal ellentétes irányban pedig közvetlen az akadály fala mellett keletkezik. Hófúváshoz vezethet tehát a pályatest menti fasor, kerítés, bevágás vagy töltés. A hófúvás okozta hótörlasszok sok kellemetlen percet szereznek a pályafenntartásnak. Éppen ezért nagyon fontos az, hogy a pályaeépítő mérnök már a vonal tervezésekor vegye figyelembe a terepviszonyokat és úgy intézze a tervezést, hogy a vonalon minél kisebb lehetőséget engedjen hófúváásra. Ha mégis hófúvással kell számolni a terep adottságai miatt, akkor *hóvédő művek* alkalmazásával kell biztosítani

a vasúti pályát. Ezek rendszerint hordozható kerítések, amelyeket a pályatesttől megfelelő távolságra felállítva, kényszeríthetjük a szelet arra, hogy az elrabolt hópolyheket a kerítés előtt vagy után és ne a pályatesten rakja le. Ezeket a hóvédő kerítéseket úgy kell felállítani, hogy a pályatesttől való távolságuk 12-szer nagyobb legyen, mint amilyen a magasságuk. A hóvédelmet szolgálják a pályatestmenti bevágások peremére vagy a pályatest mellé telepített fasorok, élősövények, bokrok. A skandináv államokban a hóvédelmet úgy oldják meg, hogy a veszélyeztetett pályaszakaszokon deszkaalagutakat építenek.

Maga a hóesés szél nélkül is okozhat forgalmi akadályt akkor, ha a pályatestet nagyon vastag rétegben borítja el a hó. A vasúti kerék nyomkarimája 36 milliméteren felüli szilárd torlasz esetén már nem tartja a kocsit és kisiklás keletkezhet.

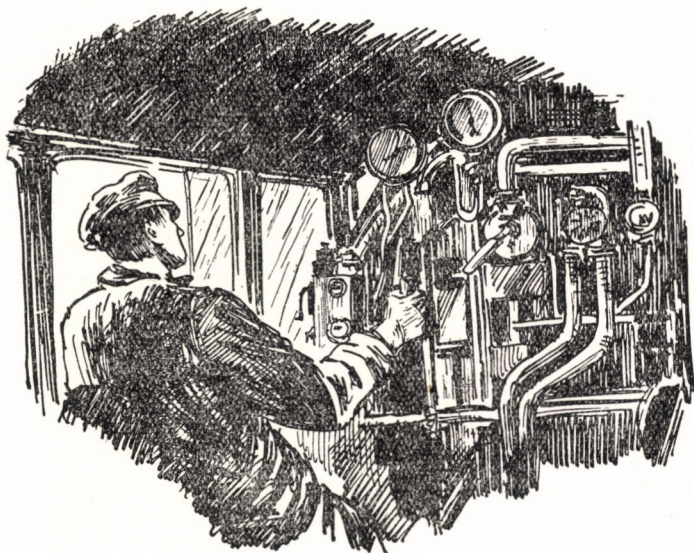
### Még valamit a vízről

Meg kell még emlékeznünk a meteorológiai tényezők közlekedésre gyakorolt hatása során a *vízről* is. A világóceánok a nagy víztároló medencék. Ezekből a víztároló medencékből a meteorológiai tényezők: sugárzás, hó, párolgás, szél stb. hatására dinamikusan történik a víz körforgalma a levegőben, föld felszínén, föld felszíne alatt. Tehát a víz körforgalmának hajtómotorja az időjárási elemek összhatása. A közlekedésnél pedig annak mai állapotában igen nagy százalékban még a gőz a hajtóerő. A gőzmozdonyok vizét a szén hőenergiája fejleszti gőzzé. Ahhoz tehát, hogy gőzmozdonyokkal közlekedési szolgálatot láthassunk el, szükséges az *üzemi víz* biztosítása. Ezzel az üzemi vízzel szemben a gépészmérnököknek minőségi követelményei vannak. Nem szabad az üzemi víznek kemény víznek lennie, mert a kemény víz kalciumának és magnéziumának kiválásakor képződött *kazánkő*, eltömészelve a csöveket, kazánrobbanáshoz vezethet. Tehát vagy természetes lágy vizet kell biztosítani a mozdonyok részére, vagy a kemény vizet kell vegyszerek hozzáadásával a megfelelő fokra lelágyítani. A kazánvíz lágyítása komoly feladatot jelent a vasút vontatási szolgálata részére.

De nemcsak a gépeknek van meg a vízzel szemben a minőségi követelménye, hanem a vasút dolgozóinak és elsősorban magának az utazó közönségnek. Említettük már, hogy a vasútüzem területén évenként az ország lakosságának többszöröse fordul meg. Az utasoknak rossz szokása az, hogy nem ismerik a vízfegyelmet és a legelső vasúti kútnál tekintet nélkül arra, hogy annak a vize jó vagy rossz, teleisszák magukat. Ez nem helyes dolog, mert az ember szervezete a lakóhelyén fogyasztott víz kémiai összetételéhez alkalmazkodott. Ha már utazás közben, főleg kánikulában, amikor úgylis nagyon ingatag a vízanyagcsere, egy általa meg nem szokott, magasabb sótartalmú, alföldi, ásott vagy ártézi kút vízből nagy mennyiséget iszik, akkor a sóhatás következtében átmeneti bélzavarok léphetnek fel. Az utazás egyik legfontosabb arany szabálya az, hogy az utas tartson vízfegyelmet, s ne akarja minden állomás és megálló vizét végigkóstolni. Azokat ugyan a vasút vízegészségügyi laboratóriuma állandóan vizsgálja és ellenőrzi, hogy bakteriológiai vonalon az utasoknak kellemetlenségeket ne okozzanak. A vizek kémiai összetétele azonban a talaj összetételének függvénye s ezen változtatni nem tudunk. Az tehát, aki egyik országrészből a másikba utazik, helyesen teszi, ha nem az állomások és megállóhelyek kútvizéből iszik, hanem az Utasellátó által árusított ásványvizet issza.

## Az utas

Az eddigiekben foglalkoztunk az időjárás tényezők külön-külön és együttes hatásával közlekedésbiztonsági szempontból és pedig a közlekedési tárgyakkal kapcsolatban. Ezek után foglalkoznunk kell magával a közlekedő emberrel is, ugyancsak az időjárás tényezőkkel kapcsolatban. Az emberi szervezet olyan mint egy finom rádiókészülék, amelynek irányító és vezérlő szerve az idegrendszer. Az idegrendszer és az akaratunktól függetlenül működő szerveink munkáját szabályozó úgynevezett vegetatív idegrendszer állítja be az <sup>17</sup>emberi szervezet élettani tevékenységét a külső környezeti, tehát időjárás tényezők kívánalmainak megfelelően. A vegetatív idegrendszer által



75. ábra.

vezérelt szervrendszerek a szervezet összműködését »tudatalatt« úgy szabályozzák, hogy az zavartalanul történhessen a kánikulában, de zavartalan lehessen a  $-30$  fokos hidegben is. A szervezetnek ez a csodálatos berendezése nagyon érzékenyen reagál az időjárás tényezők külön-külön és együttes hatására.

A szervezetnek és környezetnek ez a kölcsönhatása a vasúti szolgálat különlegessége miatt fokozottan igénybeveszi az egyes szolgálati ágak dolgozóit. Gondoljunk csak arra a fordított életmódra, amelyet a mozdonyvezetők, fűtők, a vonatvezetők és kísérők, jegykezelők és forgalmi személyzet folytat az éjjeli forgalom zavartalan biztosítása érdekében. Ez a fordított életmód kihatással van a szervezetre és biológiai károsodáshoz vezethet. Ez pedig a szervezet védekezőképességének a csökkenését okozhatja, pl. fertőző betegségekkel szemben, már pedig különösen a forgalmi személyzet ugyancsak ki van téve a fertőződések lehetőségének. De gondoljunk csak a mozdonyvezetőre és fűtőre, aki emellett a fordított életmód mellett megerőltető munkáját a makro- és mikroklíma örökös harca közben végzi. Elöl a kazán erős sugárzó hője, hátul a külső időjárás csontig hatoló hideg szele vagy esője teszi próbára szervezetét, amelyet előbb-utóbb hatalmába kerít a rheuma. Gondoljunk csak az

indokolatlanul túlfűtött helyiségben izzadó forgalmistára, aki kiizzadva rohan ki a hideg ködös éjszakába, hogy szolgálatát ellássa. A klímaféleségek féltékenykedésének megint csak ő issza meg a levét, kínzó rheuma formájában.

De nem lehet célunk bővebben tárgyalni azt a küzdelmet, amelyet a vasúti dolgozók az időjárás ellen folytatnak nehéz munkájuk közben, ismeri azt mindenki nagyon jól saját tapasztalatából is. Ezek a klímakilengések sújtják az utazókat is. Gondoljunk csak arra a megoldatlan problémára, amit a vasúti kocsik fűtése jelent a tervezőmérnöknek és utasoknak is. 30 fokos hidegben túlfűtött száraz, lankasztó meleg. Ha nem nyitjuk ki az ablakot, izzadunk, ha kinyitjuk megfázunk. Ezek bizony olyan problémák, amelyek komoly és kötelező kutatási feladatot jelentenek úgy a kocsiszerkesztőkre, mint a vasút-egészségügyi szolgálatra. Annál fontosabb ezeknek a műhely- és kocsiklíma terén folytatott vizsgálatoknak az elvégzése és ezek alapján a klímaszabályozás megoldása, mert ismert tény az, hogy a kedvezőtlen időjárási behatások sorozatos ismétlésekor a szervezet védekezőképessége a fertőzésekkel szemben csökkenhet.

A vasúti dolgozó időjárási behatásokkal szembeni védelmét szolgálják a nagy hidegben nyújtott melegítő italok és ételek, valamint a kánikulában nyújtott hűsítő italok.

Sok kellemetlenséget okoz, mind az utasoknak, mind az utazószemélyzetnek a szeszélyes széljárás, amely a pályatest mentén fölragadott port, a mozdony kormát, füstjét, kellemetlen és káros égéstermékeit zúdítja az ablakokon keresztül az utasokra. Ki nem próbálta még szenvedő útitársa szemevilágának veszélyeztetésével kihalászni a szemébe került koromszemcsét?

Az elmondottakban röviden vázoltuk az időjárás egyes elemeinek és azok összességének a vasútüzem biztonságára gyakorolt hatását. Az elmondottakból nyilvánvalóvá válik, hogy a közlekedés biztosítása szempontjából a vasútnak szüksége van egy úgynevezett házi meteorológiai szolgálatra, amelynek keretében a vasúti közegek, pályamesterek, pályaőrök, közlik az időjárási veszélyeket, töltés-alámosást, hófúvást, hótorlaszokat, pályatestre esett sziklákat stb., amelyeket a pályafenntartási szolgálatnak sürgősen orvosolnia kell. De szüksége van a vasútnak egy meteorológiai szakszolgálatra hosszabb lejáratú előrejelzés céljából is. Ezt a szolgálatot pedig már csak a Meteorológiai Intézet megfelelő osztálya adhatja. Az időelőrejelzéssel a szinoptikus meteorológusok foglalkoznak. Ennek az előrejelzéseknek az alapján a vasút forgalmi osztálya megfelelő óvintézkedéseket tehet a várható hófúvással, hótorlaszokkal és hosszantartó hideghullámmal kapcsolatban. Nyáron az időelőrejelzés alapján hétvégén felkészülhet a várható nagy utasforgalomra.

## Vonaton a Balatonra

Lássuk most már azt, hogy az elmondottak miképp jelentkezhetnek a gyakorlatban utazás közben. Rekkenő nyári hőségben menjünk ki hétvégén a budapesti déli pályaudvarra. Hosszú szerelvény várja a Balaton felé igyekvő üdülők ezreit. Már a beszállás előtt csurog az izzadság az utasokról, amíg a pályaudvaron a pénztárhoz jutnak. Tömött sorokban várakoznak s bizony a túlfűtött páratelt levegő hatása nem marad nyom nélkül a ruhákon. Izzad mindenki. Ezen segíteni lehetne megfelelő szellőzőberendezés igénybevételével. Kint a Perronon s az éttermekben nagy csoportokban szegik meg az utasok — nem a vízfegyelmet, hanem az alkoholfegyelmet. Pedig az ilyen melegnek



ígérkező hosszú úton az előzetes nagy folyadékfelvétel nem tanácsos. Még jobban fognak izzadni az utasok.

Az utasok szenvednek a kocsiban a hőségtől, annak ellenére, hogy a vasúti kocsik teteje kettős hőszigetelésű. De ilyen erős sugárzó melegben a kocsik oldalfala is felmelegszik a nap sugárzó energiájától úgy, hogy a kocsik tetejének hőszigetelése nem sokat ér. A kocsiban is tűrhetetlen a hőség, hát még a mozdonyon! A mozdonyszemélyzet két tűz között őrlődik, elől a kazán melege, hátul a nap sugárzó energiája süti testüket, csurog róluk az izzadság és félmeztelenül látják el nehéz szolgálatukat. Végre a forgalmista jelzésére megindul a vonat. Pár száz méter után eléri a vonat a gellérthegyi alagutat. A tárva nyitva levő ablakokon csak úgy tódul be a mozdony füstje. A szűrős kénhidrogén-szag ködhőgésre ingerli az utasokat, akik nem tartották be azt a szabályt, hogy alagútban a kocsi ablakait fel kell húzni. Szerencsére rövid az alagút, ismét a verőfényes napon szalad a vonat.

Járjuk végig a kocsikat. A kocsikban a kozmikus fűtésen felül a túlszűfolt tömeg biológiai fűtése is fokozza a hőséget, amely az izzadó testek párolgásától valóban trópusi hőség lesz. Bágyadt tekintetek itt is, ott is. Senki sem irigyli a fülkéről fülkére tornászó jegyvizsgálót, aki sötétkék ruhájában még jobb céltáblája a hősugaraknak. Jól tudjuk, hogy a sötét ruha elnyeli a hősugarakat a világos, fehér ruha pedig visszaveri. Dehát előírás, az előírás!

Nyugati szél vágja végig a kocsik mentén a mozdonyról lefolyó füstöt és kormot. Amott az egyik fülke jobboldali ablaka mellett erősen dörzsöli már a szemét az a fiatal, vigyázatlan utas, aki nem tartva be az arany szabályt szembenézett a menetiránnyal. De nem csillapodik a fájdalom, mert ahelyett, hogy hagyná, hogy a koromszemcse hatására keletkező könny kimossa szeméből az idegen testet, hárman is buzgólkodnak azon, hogy minél jobban beékeledjék kötőhártyájába a kellemetlen vendég. Ilyenkor nem szabad a szemet dörzsölni, hanem egyszerű fogással, ki kell fordítani a szemhéjat és egy tiszta zsebkezdővel letörölni a koromszemcsét. Ha ez sem segít, mert besült, akkor kössük be a sérült szemet, hogy a pislogást megakadályozzuk és megérkezés után menjen orvoshoz a sérült.

Székesfehérvár után már egyre tűrhetetlenebb a hőség. Az idősebbeknél jelenkeznek a rosszullétek. A páratelt melegben a szervezet nem tudja leadni a felhalmozódott hőmennyiséget, túlfűlik és jelentkeznek a hőgutaszerű rosszullétek. Ilyenkor gondoskodni kell, hogy a kocsi szellőzésével segítsünk a szenvedőkön. Gyorsul a vonat sebessége, egyre kellemetlenebbül érződik a kocsikban a keresztvizet. Az izzadó testek gyorsan párolognak, a párolgás hőleadással, hővesztéssel jár, észre sem veszik az átizzadó utasok: mire megérkeznek, a kánikula kellős közepén meghűléssel, náthával kezdik az üdülést. Helyes az, ha a termeskocsiknak csak az egyik oldalán hagyjuk nyitva az ablakokat.

Közeledünk a Balatonhoz, Akarattya előtt már szél támad, az égen megjelennek a gomolyfelhők, amelyek egy idő után haragos, fehér tarajú zivatarfelhővé alakulnak át. A balatonakarattyai bevágás után egyszerre előtűnik a magyar tenger kékes-zölden csillogó türkiz tükre. A tó partmenti szegélyén párhuzamosan tarajló fehér hullámhabok mutatják, hogy a tó vize erős hullámzásban van, ezt pedig csak a szél okozhatja. Efelől semmi kétség, mert amint a vonat kifut a nyílt töltésre, egyszerre átsüvíti a kocsikon az erős balatoni szél. Csak úgy süvíti, füttyül, az ajtókon, ablakokon. S a Balaton túlsó partján sötétlő, tornyosodó, ólmos felhők, fehérhabos sapkájukkal nem sok jót ígérnek. Az erős szélnyomás hatására észrevehető a vonat sebességének a csökkenése, a szél-

nyomás »fogja« a szerelvényt. Pöfög és haragosan dohog a mozdony. A mozdony-személyzet kiizzadt testére, hűvös levegőtuszt kap. Milyen jó lenne most a testükön az izzadságot felszívó gyapjúing, amely csökkentené a lehűlést és megakadályozná a rheumát.

Nagyot sípol a mozdony, megáll a vonat Siófokon. Az utasok egyrésze megérkezett, leszáll, egy része azonban kiizzadva, vad csatakiáltások közepette rohamozza meg a söntést és a fagylaltot. Egymásután tűnnek el a felhevült torkokban a jégbehűtött sörök és fagylaltárúk. Arra senki sem gondol, hogy mire Boglárra, Szentgyörgyre érkezik, reszel a torka, nehéz a nyelése s a legjobb esetben is pár napig tartó torokgyulladással vagy talán lázas, gennyes mandulagyulladással fizeti meg a könnyelműséget.

Átrobog a vonat a Sió-csatorna hídján, miután a mozdony szerkocsija a Balatonból vezetett vízből megtöltötte szomjas gyomrát. Elhagyva Siófokot egyre erősödik a szél, fenyegetőbb a nyugati égbolt, villámok cikáznak, vad csatazaj közepette. Balatonzamárdin már a vihar előszele egy-egy kövér esőcseppet vág be az ablakokon. Balatonföldvár előtt az útkereszteződésnél sűrű porvihart kavar fel a szél. Mielőtt beérkezne a vonat Balatonföldvár állomásra, már a kikötő viharágyúja figyelmezteti a nyílt tavon levő csónakosokat a sürgős visszatérésre. A földvári liget fái vad birkózást kezdenek az erőszakos tavi széllel.

A földvári liget után villámok cikázása, szél süvöltése közben tajtékzó habokkal ostromolja a Balaton az amúgyis kirágott partot. Haragos szürkészöld palástján a fehér fodrok a villámok tüzeiben érzékeltetik a természet fenséges erejét. Az eső sűrű cseppekben ömlik, mintha dézsából öntenék, a vonat ablakain mintha vízfüggöny húzódná a lefolyó víztől. Ahol nem húzták fel idejében az ablakot, ott egy pillanat alatt vizes lett minden és mindenki. Lehűlt a levegő. Az előbb még izzadó utasok dideregnek. De a balatoni viharnak amilyen nagy a haragja, olyan rövid a tartama. A vonat átszalad a viharsávon, szakadoznak a felhők, tűnik az eső, alábbhagy a szél, a nap néha félénken ki-ki sandít a rojtos szélű felhő-ablakokon, semmi sem emlékeztet az elmúlt negyedóra fenséges természetszimfóniájára, csak a tó vízének vad harsogása, mert a kecskéző hullámok vad erővel ostromolják a partot. De az utasoknak megjött újra a kedve, hiszen a Balaton úgy látszik kegyes lesz hozzájuk.

Elhagyva Boglárt és Fonyódot, gyönyörködnek az utasok a csillapodó Balatonban s a szemfülesebbeknek a csinos balatoni órházak és megállóknak mellett feltűnhet a balatonmenti vasúti kutak tetszetős, zárt, beton foglalata. Az utasok a partvidék Balatontól távolabbi részét nézik, feltűnik a dombok alján meghúzódó öblözetes síkság. Nem is gondolják, hogy a rómaiak korában itt még éppen olyan víztükör volt, mint amelynek habjátékában és színorgiájában gyönyörködtek az elmúlt percekben. S ebből az öbölből idők folyamán tőzeget, lápos feltöltött síkság lett. Ha ilyen talajba ásunk kutat, akkor annak a vize, mint azt a balatonfenyvesi kutak mutatják, sárgás színű, csípős ízű, lápos víz. Ez egészségügyi károsodást nem okoz, de kellemetlen, degusztáló. Ilyen helyeken, ha jó ivóvizet akarunk, akkor át kell fúrni a tőzeget, lápos részt és 30—60 méterről kaphatunk üdítő vizet. De a vascsövet impregnálni kell, mert különben a savanyú lápos víz pár éven belül kimarja és tönkremegy a fúrás.

Balatonfenyves állomását elhagyva a Berek levezető csatornájában láthatjuk ezt a rozsdaszínű, lápos vizet. Ragyog a napfény, kék az ég. A Balaton haragoszöld palástja lassanként megnyugtató kébbe megy át. A Balatonmáriai szőlők után irigykedve nézik az utasok a Balatonban álldogáló gulyát. Bala-

tonszentgyörgynél búcsút mond a vonat hazánk ékességének és a kis Balatonásai mentén a szelíd, lankás dombok között vágat végcélja, Nagykanizsa felé. Begördül a vonat Nagykanizsa állomására, a fékek éles csikorgással csilapítják a fáradt kerekeket, a hatalmas gőzmozdony lomhán halad a fűtőház felé, ahol az időjárás viszontagságaival viaskodó mozdonysemélyzet fáradt, izzadt testtel pihenés helyett gondjaiba veszi a vasparipát s a derekasan végzett munka után tisztábat teszi. Derék vasutasaink a szocializmus szellemében, mint saját gyermeküket, úgy gondolják mindnyájunk és az állam vagyonát.

## Behavazott síneken

Ólmos sötét felhők alacsonyban borítják a határt, a szürkületben csak a végtelen hótakaró hoz némi derengést. A Meteorológiai Intézet időjelző szolgálata hóesést és tartós hideget jelzett. A hóesés bekövetkezett. Csikorog a fehér



76. ábra.

hótakaró a léptek alatt s kelet felől metsző éles szél támad, amely egyre erősödik és egyre vadabban ostromolja a pihenni akaró hópelyheket. Itt is ott is fel-felszakít egy-egy felhőcskét és vad táncba kezdve, ragadja magával a nyírségi lankákon. Nehéz küzdelem elé készülődnek a záhonyi vasutasok. Jól tudják mit jelent a hófúvás a Nyírségben. A záhonyi átrakó állomás kocsijait már összeállították, a nehéz drága terhekkel megrakva, útrakészen áll a tehervonat. Indulás előtt még a kocsikísérők és a mozdonysemélyzet elfogyasztja a kalóriát termelő meleg ételt és melegítő italt, amely alkohol nélküli, erősen cukros tea s nekikészülődik a nehéz útnak.

A vonalról a pályaőrök hófúvást jeleztek Nyíregyházáig. A pályafenntartási szolgálat készenlétbe helyezte a hóékeket s a hóeltakarító alakulatokat. Záhonyban felcsapódik a forgalmista tárcsája és megadja a jelet az indulásra. Dohogó pöfögés közben nehezen, csikorogva indul meg a hosszú szerelvény, a fékbódékon prémes kucsmájukat fülükre húzva dideregnek a nagy hidegben derék vonatkísérőink. A mozdonyvezető a metsző szélben erőlködve figyel a hóviharban alig kivehető jelzéseket. A kazánfűtők ugyancsak erősen dolgoznak

s a sárga fény kísértetiesen világítja meg a három ember komor arcát. Nehéz küzdelem lesz. A mozdony küzd a hideg ellen, amely megnehezíti a kazán hőtermelését, befagyasztja a vízvezetékeket, a tomboló szél oldalnyomása még nehezebbé teszi a mozdony munkáját, amely ereje végső megfeszítésével vonszolja súlyos terhét. Feltűnik az első bevágás. Mintha vége szakadna a sínpárnak s eltűnt volna a jólismert part. Itt bizony a hó már betemette a pályatestet. Sürgős a szállítmány útja. A mozdonyvezető merész lendülettel vág neki a hómezőnek. Egyszerre fehér hófelhőbe temetkezik a mozdony, szikrázva röpöködnék a fehér hókristályok, erős lökést kap a szerelvény, de mégis sikerült az első akadályt áttörni.

Felgyorsul a vonat sebessége s igyekszik maga mögött hagyni a tomboló hóvihart. De az egyik őrház előtt jelzőpatron robban a kerekek alatt s az őr megállást parancsol a mozdonyvezetőnek. Hosszú a fékút a síkos pályán s majd egy kilométert tesz meg a vonat, míg végre nagy nehezen megáll. Éppen idejében. Alig pár száz méterre a bevágásban olyan erős hófúvás van, hogy ezt már nem tudta volna áttörni a vonat. A nyíregyházi pályafenntartási szolgálat hókéiei és pályafenntartási dolgozói az őr jelentésére, már órák óta dolgoznak a hóakadály leküzdésén. Vadul túrja a havat, kavargó hófelhő közepette a túlsó oldalon a nyíregyháziak hókéjeje. A pályafenntartási dolgozók izzadva dolgoznak a fagyos szélben, mert a közlekedés nem állhat meg. Munka közben megkapják a melegítő italt és ez tartja bennük a lelket. Kétségek közt figyel a tehervonat személyzete a küzdelem kimenetelét. Végre az utolsó szakaszt is áttöri a hóeke, a lapátosok tisztítják a pályatestet s a tehervonat lassú szuszogással újra nekilendül és diadalmas csikorgással veszi útját célja felé. Fellélegzik a mozdony személyzet, vidáman integetnek a fékbódéból a vonatkísérők, lapátjukra támaszkodva, örömittas szemmel nézik munkájuk eredményét a mentőosztag dolgozói. A szocialista ember fegyelmezett akarata ismét diadalmaskodott a természet rakoncátlan erői fölött. Elégedett arccal tekintenek a távolban eltűnő vonat után.

Röviden ismertettük az időjárás szélségeinek hatását a vasúti közlekedésre. Láttuk, hogy mit jelent a műszaki létesítményekre, a vasúti személyzetre, az utasokra és a szállított árukra. Csak vázlatot adtunk, mert ki ne utazott volna már közülünk s ki ne ismerné mindazt, amit leírtunk. Utazzanak ezután nyitott szemmel, a látott jelenségeket figyeljék, hozzák kapcsolatba azzal, amit itt felvázoltunk. Az utazásuk nem lesz unalmas, s egyre több tapasztalattal gazdagodva mind jobban fogják értékelni azt a küzdelmet, amit a magyar vasutas-társadalom az ország gazdasági érrendszerének a zavartalan működéséért folytat.

## **Közúti gépkocsiforgalom és a meteorológia**

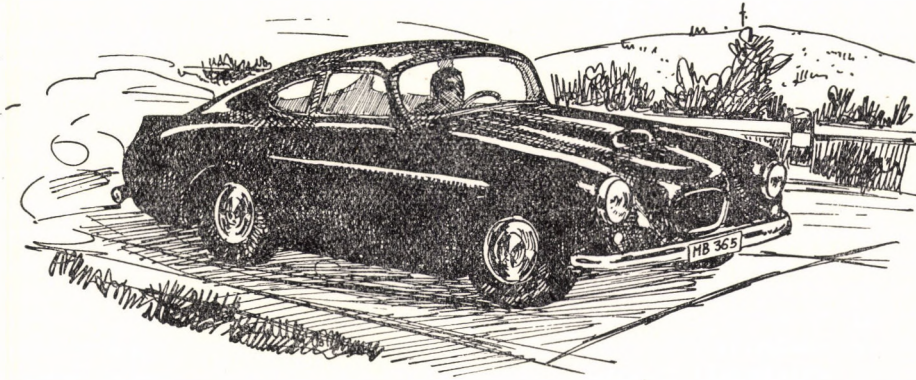
A közlekedési utakat szeretik érrendszerhez hasonlítani. Ez a hasonlat akkor a legtalálób, ha a közlekedés érrendszerében a vasút a vivőeres, a hajózás a verőeres érrendszer, míg a közúti hálózat a hajszáleres érrendszer jelzőjét kapja. A terepadottságok következtében azokkal a helyekkel, amelyek kívül esnek a vasút és a vízutak hatáskörén, az utóbbi évtizedekben a közúti gépkocsi közlekedés tartja fenn a személy- és áruforgalmat. Arról nem is beszélve, hogy a személygépkocsi forgalom, mint a legfürgébb és leggyorsabb közlekedési lehetőség, függetlenül az elmondottaktól, állandóan igénybeveszi mind a fő, mind a másod- és harmadrendű közutakat.

A közúti gépkocsiforgalomnak ez a hihetetlen előretörése szükségessé teszi azt, hogy foglalkozzunk azokkal az időjárási tényezőkkel, amelyek a közúti gépkocsiforgalom lebonyolítása szempontjából szerepet játszanak.

A közúti gépkocsikra jellemző az, hogy nem kötött pályán végzik mozgásukat. Ebből következik, hogy nagy sebességük és a nem kötött pályán való közlekedés miatt megkövetelt mozgékonyságuk nagyobb baleseti lehetőségeket rejt, mint a sínen mozgó vasúti közlekedés.

## A közúti gépkocsik alakja

A nagy mozgékonyság parancsolólag írta elő a közúti gépkocsik alakjának helyes megválasztását. A nagy sebesség és a mozgékonyság kettős követelményt támaszt: Első a *helyesen megválasztott áramvonalas idom*, amely a nagy sebesség ellenére minimálisra csökkenti a légellenállást, második a *stabilitás*,



77. ábra.

amely függvénye az elsőnek és biztosítéka a gyors, mozgás közben is biztos helyváltoztatásnak. A legújabb típusú személygépkocsiknál megcsodálhatjuk az áramvonalazást. Az áramvonalazás kivitele mellett megcsodálhatjuk a kocsik viszonylag széles és lapos voltát, illetve a karosszéria mély fekvését, amely a stabilitást van hivatva biztosítani. A közúti tömeggépkocsiknál, az autóbuszoknál is megcsodálhatjuk a légellenállás leküzdésére szolgáló áramvonalazást. Ezen a téren a magyar autóbuszpark kocsijai mintaszerűek.

A nem kötött pályán való nagy sebesség és gyors helyzetváltoztatás a gépkocsivezetőktől gyors reakciókészséget igényel, egyúttal a számukra jó látási viszonyok biztosítását teszi szükségessé. Ez azt jelenti, hogy a vezető előtti kilátóablak átlátszóságát minden időjárási körülmények között biztosítani kell. És pedig úgy, hogy ezzel ne legyen különös gondja a vezetőnek. A tavaszi vagy őszi esős-ködös napokon, amikor a kocsi belsejében viszonylag melegebb van, belepi a pára a vezető előtti ablakot. A téli hidegben, amikor a kocsi belseje jóval melegebb, mint a külső levegő, az ablakra kívül rácsapódó pára megfagy és a jégréteg akadályozza a vezető szabad kilátását. Ezért a vezető előtti ablakfelületre olyan készülékeket szerelnek, amelyek elektromos mozgattással a melegebb időszakokban letörlik a párát, a téli időszakban pedig elektromos fűtéssel megolvasztják a képződött jégréteget és a törlőkészülék megtisztítja az ablakot. Ez a berendezés a modern gépkocsikról már nem hiányozhat.

## A kocsi belseje

A személyszállító gépkocsik karosszériái mind zártak, hogy kellő védelmet biztosítsanak az utasok részére. Ez szükséges is a nagy sebesség miatt, mert nyílt karosszéria esetén gondoljunk csak a nyitott teherautókon való utazás »gyönyöreire«: a makroklimatikus behatások miatt komoly veszélyek fenyegetik az utasok egészségét. Gondoljunk itt elsősorban a nagy sebesség következtében fellépő szélhatás erős bőrlehűtő voltára. Minél nagyobb a szélsebesség, annál erősebb a bőrfelszínről a párolgás, s annál nagyobb fokú a fedetlen testrészek lehűlése. Amennyiben az utas nem védekezik ez ellen, kellemetlen követ-



78. ábra.

kezményei lehetnek. Arcüreg-, homloküreg-gyulladás, fogfájdalmak kiújulása, hosszú hetekre, hónapokra utazóképtelenné, illetve munkaképtelenné tehetik a dolgozókat.

Munkavédelmi szempontból tehát a nyitott teherautón dolgozók részére védőruhaként biztosítani kellene az ú. n. zárt pilótasapka rendszeresítését. Ezzel igen sok munkaórát takarítanánk meg s lényegesen alábbcsökkenne a betegszázalék. Ez a veszély a zárt karosszériájú gépkocsikon kiküszöbölődik. Újabban úgy a személy, mint a társas gépkocsikban gondoskodnak a gépkocsik fűtéséről. És pedig úgy, hogy a kipuffogó gázokat csővezetéken átvezetik a kocsi légterében. Ennél a fűtési módnál vigyázni kell arra, hogy a cső sérülése következtében az égéstermék a kocsi belsejébe ne kerüljenek, mert ez komoly mérgezést idézhet elő. Egyébként is a kocsi mikroklímájának érdekében szükséges az, hogy a megfelelő légcserét állandóan biztosítsuk, mert a motorházból beszivárgó égéstermék a kocsivezetőre károsan hatnak.

## A motor

Az időjárás hatások nemcsak a vezetőt és utasokat érintik, hanem a motor teljesítményére is befolyást gyakorolnak. A motor helyes és kifogástalan működésére a légnyomás és a hőmérséklet hatása legkifejezettebb. A motor hatásfoka egy megadott gázkeverék esetén a legjobb. A légnyomás befolyásolja a gázkeverék sűrűségét. Egy millibár nyomásemelkedés (1 millibár = 0,75 mm higany-oszlop nyomásával) a motor teljesítőképességét egy ezrelékkal növeli. A nyomáscsökkenés viszont csökkenti a motor teljesítőképességét.

Nézzük mit jelent ez hazai viszonylatban. A Gellért-hegyen és a Rózsadombon 2%-kal, a Széchenyi-hegyen 4%-kal, a Szabadsághegyen 5%-kal csökken a motorteljesítmény. A Kékestetőn már 12%-kal csökken az elmondottak miatt a motorteljesítmény.

A légnyomáson kívül a motor igen érzékeny a külső hőmérsékleti behatásokkal szemben. A gázkeverék adagolása akkor optimális, ha a külső hengerfal hőmérséklete nem haladja meg a 80—90 C°-ot. Ennél magasabb hőmérsékleten a porlasztó átmelegszik és a gázkeverék előnyös adagolása megszűnik. De ugyanilyen káros a porlasztásra az, ha a hengerfal hőmérséklete túlságosan lehül. A motor működésközbeni túlságos felmelegedését vagy léghűtéssel, vagy pedig vízhűtéssel szabályozzák. A léghűtésnél természetesen a külső meteorológiai tényezők is szerepet játszhatnak. Lényeges befolyással azonban csak a trópusokon bírnak. Viszonylag a szél szerepe a legszembetűnőbb a hűtés szempontjából a mi klímánk alatt. A szélsőséges téli lehülések ellen a motorházat védeni szokták. Vízhűtés esetén téli erős fagyban gondoskodni kell arról, hogy ha a motor nem jár és a kocsit üzemben kívül van, a hűtővizet eresszük le. A túlságos téli lehülés még a mi éghajlatunk alatt is károsan befolyásolhatja az olajkenést. A mi éghajlati viszonyaink közepette a motor működésére befolyással van a levegő páratartalma. A vízpára előnyösen befolyásolhatja a motorban a robbanókeverék elégését.

## Veszélyek és akadályok

Meg kell említenünk azt, amiről már az előző sorokban beszéltünk: a motor égéstermékei közül a szénmonoxid a legveszélyesebb, amely 10%-ot is meghaladhat a kipuffogó gázokban. Zárt karosszéria esetén, amikor a kipuffogó gázokkal fűtjük a kocsit, csőhiba esetén a beszivárgás halálos mérgezések előidézője lehet. A hosszú és nagy autóforgalmú alagutakban gondoskodni kell a levegő felfrissítéséről, mert a szénmonoxid-koncentráció növekedése olyan fokot érhet el, amely a gépkocsivezető mérgezéséhez vezet.

A közúti gépkocsik nagy része nem tömör pneumatik abroncsokkal van felszerelve. Ezekben a nyomás másfél atmoszférától 6 atmoszféráig terjedhet. A külső meteorológiai tényezők közül a levegő hőmérséklete és a nap erős sugárzó energiája, továbbá a gumiknak az úttesthez való súrlódása előidézheti a pneumatikban a levegő túlságos felmelegedését, amely a pneumatik szétvetéséhez vezethet. Ezek az ún. »durchdefektek« bizonyos sebesség esetén végzetesek lehetnek az utasra nézve. Ilyen esetben ugyanis, ha az autó 40—50 km-es sebességgel megy, a kocsit oldal kitérése meghaladhatja a 6—8 métert. Elképzelhető, hogy nagyobb sebesség és az utat szegélyező fasor, mit jelent durchdefekt esetén, az útszéli árokról nem is beszélve. Az elmondottakkal tisztában kellene lennie minden autóvezetőnek, de főképpen a garage személyzeté-

nek. Az elmondottakból következik az, hogy a gépkocsiszínek és műhelyek fekvését a klimatológiai adottságoknak megfelelően kell kiválasztani, hogy kiegyensúlyozottak legyenek klimatológiai szempontból és a hideg szelektől is védettek legyenek.

Láttuk már azt, hogy milyen galibát okozhat az időjárás jelenségek közül a hó, a kötött sínpályájú vasúti közlekedésben. Még súlyosabban esik latba a hóhatás a közúti gépkocsi-közlekedésben. A pneumatik tapadásának megváltozása, főleg a jeges útfelületek, az alacsonyabb tengelymagasság magas hóréteg esetén, a látási viszonyok romlása sűrű hóesésben, ködben vagy esőben, a nagy sebesség melletti pillanatnyi helyzetváltoztatás, mind erős próbára teszi a gépkocsivezetők képességét. Téli időben, hóesés idején az elmondottak miatt feltétlenül szükséges az autókerekeken a hólánc alkalmazása, amely elősegíti a havas utakon a kapaszkodást, eljegesedett utakon pedig a tapadás fokozódását, így a kormány használhatósága révén kiküszöböli a gépkocsik csúszását.

A közúti gépkocsiközlekedés biztosítása érdekében a hóvédelemnek éppen olyan fontos szerepe van, mint a vasúti közlekedésnél. A terepalakulatok, bevágások, éppen úgy előidézik egyes helyek behavazását szélfúvások következtében, mint a vasútnál már hallottuk. Az utak hőmentesítése szervezési kérdés. Hóékék idejekorán való beállítása bizonyos esetekben szabaddá teszi az utat. A hóékék beállítását és az utaknak hótól való eltakarítását akkor kell elvégezni, ha a hótakaró magassága még nem érte el a 18 cm-t. 18 cm-nél magasabb hórétegnél ugyanis gyorsan bekövetkezik a hóréteg eljegesedése, amely költségesebbé és nehezebbé teszi a hóeltakarítást.

A közúti gépkocsi-közlekedés másik veszedelme a víz. Tavaszi hóolvadások, nyári záporok, felhőszakadások után nagyon sokszor olyan magas víz borítja az utakat, hogy a személygépkocsik részére az járhatatlan.

Nézzük meg, hogy fest a gyakorlatban a közúti gépkocsiközlekedés időjárástól való függése.

## Egy téli utazás

Hideg, ködös januári reggel sötétjében gyülekeznek az utasok a ropogó hóban az Engels-téri autóbusszállomáson. Fellendül az indító tárcsája s a sötét ködös téli reggelen zúgva indul a nehéz alkotmány a Kékes felé. Az autóbussz ablakait csodálatosabbnál csodálatosabb jégvirágok díszítik, amelyek lehetlenné tesznek minden kilátást. Az autóbussz hideg levegője lassanként megenyhül s tűrhetőbbé válik. A kocsni néha imbolyogva siklik a behavazott és kellőképp meg nem tisztított havas országúton. A vezető feszülten figyel a ködös hajnalon. A vezetés most nemcsak szellemi, de fizikai munkát is kíván. A 20 fokos hidegben Aszódon leáll a kocsni; üzemzavar. Erre senki sem számított, új kocsit kérnek Budapestről. Az utasok egyre jobban fáznak a leállt kocsiban. Milyen jó lenne most a megfelelő fűtőberendezés.

Rövidesen megérkezik Pestről a segélykocsi. Átszállás, rohanás tovább a süvöltő és hófelhőkét görgető északi szélben. Lassan megindul a hóesés, először lassan szállingóznak a hatalmas hópihéék, azután mind sűrűbben, megnehezítve a vezető kilátását. Mire Gyöngyösre ér a kocsni, magas hóréteg borítja újból az utakat. Rövid szünet után nekivág az autóbussz az út legnehezebb részének, a mátrai emelkedőnek. Vad vihar ostromolja az autóbusszt, az utasok fáznak és reménykednek.



A reménykedésre alapos szükség van, mert nagy kérdés, hogy az egyre erősödő hóésésben följut-e az autóbusz a Kékesre. Az út egyre meredekebb, jönnek a hajtúkanyarok Mátrafüred fölött, a kocsi prüszkölve erőlködik s közben egyre gyakrabban csúszik, a kormány néha már alig működik. Nem kellemes, sőt veszélyes a helyzet. Bármikor feltűnhet egy fölülről lefelé haladó kocsi, amely hasonló bizonytalanságok közepette végzi útját. Ilyenkor a hajtúkanyarban való találkozás egyik kocsi részére sem kellemes. Végre fölér a kocsi Mátraházára. Leállítják a motort, az utasok kiszállnak pihenni s gyönyörködnek a mátrai hóviharban. A Mátra ősfái hatalmas birkózást folytatnak a széllel s a hótól ős koronájuk vadul osztogatja az ellencsapásokat a bősztámadóra. Csodálatos a kép, amely feledtet hideget, kellemetlenséget.

Rövid pihenő után beszállnak az utasok, kezdődik az utolsó ostrom a Kékes ellen. Nehezen küzd a kocsi a magas hóban. Egyre bizonytalanabb a tapadás. Néha üresen forognak a kerekek, a Mátraháza fölötti első kanyarnál már csúszik a kocsi az útmenti árok fölé. De újra megindul s az időjárás elleni vad harcban mégis győz az ember és a technika s megkésve bár, végre elérik a Kékestetői Állami Üdülőt, amelyben az utasok kipihenhetik az út izgalmait. Bizony a téli autóbusz-utazás nem mindig zökkenőmentes és sima. Nemcsak a Mátrában, hanem az alföldi utakon is hatalmas küzdelmet kell vívni a kocsinak, vezetőnek és utasoknak a természet ostorai ellen.

## Nyári autóút

De nemcsak a téli utazásnak, hanem a szélsőséges magyar klíma alatt a kánikulai autóbuszozásnak is megvannak a maga érdekességei. Menjünk el egy ilyen nyári autóbuszozásra. Felhőtlen ég, rekkenő júliusi nap, remegve vibrál a felmelegedett levegő a Mecsek délkeleti sziklai fölött. 34 fokot mutat C-ban a hőmérő árnyékban. A pécsi autóbuszállomáson berregve indul a szekszárdi autóbusz motorja. A kocsi zsúfolásig tömve. Robogva száguld a hullámvasútszerű hetényi országúton s hiába vannak nyitva az ablakok, elviselhetetlenül forró a levegő a nap sugarai által is felmelegített autóbuszban. Az utasokról csurog a veríték. Hosszúhetény után zihálva kapaszkodik a zobáki Hármashegy meredek lejtőjén az autóbusz. A hűtő vize gőzzé válva hagyja el a hűtőt. A Hármashegy tetején végre megpihenve lassan siklik a mecseki rengetegek között a kocsi. A Zobák előtti úton heves nyugati szél kapja oldalba a komlói völgy felől az utasokat. Az utasok nem törődve a hőséggel és izzadtsággal önfeledten szemlélik azt a panorámát, amelyet a magyar szocialista ipar büszkesége Komlón nyújt.

Kevesen gondolnak arra, hogy átnedvesedett testük és ruhájuk a heves nyugati szél következtében a gyors párolgás és az ezt követő hirtelen lehülés miatt milyen veszélyt jelent egészségükre. Csak a későbbben jelentkező torokköszörülés, fájdalom emlékezteti mandulagyulladás útján őket arra, milyen hasznos lenne limitálni az utasok számát és olyan módon megoldani az autóbuszok szellőztethetőségét, amely nemcsak a műszaki követelményeknek tesz eleget, hanem az utasok kielégítő egészségvédelmét is biztosítja. A zobáki megállónál, pihenő! A kocsivezető felújítja a hűtővizet, a fegyelmetlen utasok pedig megrohanják a legközelebbi ház kútját s mérték nélkül nyakalják a hideg kútvizet. Ez azután betetőzi majd a bajt s az utazást követő lázas, mandulagyulladás során elég időt ad elmélkedésre, hogy a vízfegyelem fontosságát emlékezetbe idézze. A Zobák—Magyaregregy közötti kiskúti völgy mese-

szerű panorámája elfeledteti az utasokkal az utazás előbbi kellemetlenségeit. Szekszárd felé már vissza-visszatekintve a Mecsekre, akár újra kezdenék az egész utat.

Ez a két rövid utazás a téli és a nyári, kirívó körülményeivel tanulságul akar szolgálni arra, hogy az autóbusz és közúti gépkocsi-utazások során nemcsak a technikai megoldások hiányossága, hanem az időjárás elemek és azok együttes hatása kellemetlenséget okozhat az utazóknak. Ez a kellemetlenség azonban a megfelelő önuralommal és utasfegyelem megtartásával leküzdhető sezzel nagyon sok bajnak elejét vehetjük.

A közúti gépkocsin való utazás során megismerhetjük szép hazánknak azokat a tájait is, amelyek a vasút részére hozzáférhetetlenek. Ezeknek az új tájaknak az ismerete, a természetben való gyönyörködés indítékul kell hogy szolgáljanak arra, hogy utazzunk minél többet autón és autóbuszon, tartsuk be az utas-fegyelmet s fegyelmetlen útitársunkat is tanítsuk meg az utasfegyelem betartására és ilyen módon az időjárás elemek elleni sikeres harcra.

J ó u t a z á s t !

## Az időjárás-figyelmeztető szolgálat

A repülőgép, a technika sokágú fájának ez a csodálatos hajtása, fejlődése folyamán a levegőben való biztonságos mozgás terén ért el legtöbbet. Gyermekkorában alig merészkedett fel az ismeretlen veszedelmeket rejtegető levegőtengerbe, ma pedig már olyan teljesítményekre képes, amelyeket csak merész álmódók álmodtak valamikor. Maga alatt hagyja a nálunk 10—12 km magasan lebegő legmagasabb felhőket. Átemelkedik az egész troposzférán



79. ábra.

— a légkör legsűrűbb rétegén — és mélyen belemerül a következő, ritkább légköri rétegbe: a sztratoszférába. Egyes fajtái felhatolnak 20 km magasságig, sőt azon túl is. Versenyre kel sebességben a hanghullámmal, amely pedig óránként 1200 km távolságot fut be. Ha szükség lenne reá, egy-egy sugárhajtású futárgép Budapestről indulva reggeli és ebéd között megfordulna Kievből, Berlinből vagy Párisból. Nagy szállítógépek 100 embert is elbírnak egyszerre. Sok olyan gép van, amely leszállás nélkül végig tudna repülni az Egyenlítő negyedrészen, pedig ez testvérek között is 10 000 km hosszú út lenne. Nagyjából annyi, mint Moszkvából Újfundlandig meg vissza.

Az időjárástól való függetlenedés ezzel a hallatlan fejlődéssel nem tudott egészen lépést tartani, de mégis annyiban haladt előre, hogy ma a repülőgép jóval ellenállóbb bármilyen légköri körülménnyel, időjárási fejleménnyel szemben, mint csak egy évtizeddel ezelőtt is. Régebben bizonytalanná vált a gépvezetés, ha a gép felhőbe kényszerült és a vezető a szabad látását elvesztette. Ma a repülés látás nélkül, műszerek segélyével, a rádió kalauzolása mellett mindennapos. Még a magyar belföldi forgalomban is hányszor megtörténik — persze főleg a téli évszakban — hogy indulás után mindjárt felhőbe merül a gép és csak a célrepülőtér közelében ereszkedhetik ismét alája. Az utasszállító repülőgépek menetrendszerűen végzik repüléseiket kedvezőtlen idő mellett is mindaddig, amíg a repülés túl kockázatosná nem válik. Minden nap elindul például egy gép Moszkvából a vnukovói repülőtérrel keletre, Szibéria felé, hogy onnan Kínába, Pekingbe repüljön tovább. Indulás moszkvai idő szerint negyedórával van éjfél előtt. Sötét is van, meg egyébként sincsen mindig olyan idő, hogy felhőrepülést ne kelljen csinálnia. Mégis megy a gép a megszabott időpontban és hajnali 4 óra felé már messze jár az Urál felett Szverdlovszk tájékán, ahol az első leszállása van. Gyönyörű lehet derült hajnalon a kelő Nap felé repülni, mikor a gép már a magasban napsugárban fürdik, lenn pedig az alvó földfelszint, a végtelenbe nyúló mezőket, erdőket még párák szürkület borítja. Ha átmenetileg a gép felhőbe kerül is, az sem rendkívüli eset, annak megvan a technikája, amely a gyakorlott pilóta kezében biztosítja a gép egyensúlyban tartását, vezetését, irányítását.

Am a levegőben való biztos mozgás tekintetében bekövetkeezett tetemes fejlődés mellett is fennáll az a tény, hogy a repülés a légkör tudománya, a meteorológia részéről védelemre és tanácsra szorul. Nem minden gép mehet fel a sztratoszférába, nem mindegyik olyan erős, hogy bármilyen légi behatásnak ellenállhat, nem mindegyik hajózó felszerelése olyan tökéletes, hogy látás nélkül is biztosan lehet vele repülni. Vannak iskolagépek, sportgépek, utasszállítók, csavarszárnyú gépek, mezőgazdasági, egészségügyi és nagyszámú más mintájú és rendeltetésű gépek. Mindezek különböző mértékben igénylik repüléseikhez az időjárási szolgálat védelmét és támogatását. Ha lenne is olyan gép, amely elméletileg semilyen védelemre nem tartana igényt, tehát biztonság szempontjából egészen független lenne az időjárás változásaitól, a meteorológia tanácsait annak sem lenne célszerű lebecsülnie, mert a repülési meteorológia útmutatása nyomán időt lehet nyerni, anyagot, idegmunkát, energiát megtakarítani, a hasznos súlyt növelni.

Gyakorlatilag minden fajtájú repülőgép vezetője igénybeveszi a meteorológiai védelmet és tanácsot. Különbséget kell azonban tennünk a védelemre való ráutaltságban a légi út kivitele és a leszállás mozzanata között.

A levegőben haladó gép számára kevesebb olyan légköri képződmény létezik, amely a gépet veszélybe dönthetné, de mégis van néhány olyan fejlemény, amely a legtöbb gépfajtára meggondolandó kockázatot jelent.

A zivatarban való repülés — ha az a felhő alatt történik — a nehéz csapadék, a villámcsapás, az örvények miatti dobálás és a szárnyak ebből folyó terhelése miatt kockázatos. A felhő belsejében hozzájárul ezekhez a jegesedés veszedelme, mely sokféle módon tud káros hatást előidézni. A légsűrítő beáramlási nyílását eltömi, műszerek vezetősöveit (pl. a sebességmérőét) elzárja, a fontos szárnyél-formát (szárnyprofil) eltorzítja, kormányhuzalt lerögzíthet, egyenlőtlen lerakódás miatt a légsavarnál tengelytöréshez vezethet, rázkódást idéz elő és í. t. Természetes, hogy mindeme fenyegető körülményeknek vannak

gyenge formái is. A roppant nagyszámú repülések folyamán, melyek szerte a világon történnek, ismételten előfordult, hogy a gépet érő villámcsapást az utasok észre sem vették. Jegesedés is van könnyű természetű. Ha azonban ezek közül bármelyik felléphet a repülés vonalán, jó arról tájékozva lenni mind az időjelző szolgálatnak, mind a forgalmi vezetőségnek, mind a pilótának.

Leszállásnál az előbb említetteken kívül egyéb súlyos zavaró körülmények is lehetnek. Ezek sorába tartozik az olyan csapadék, amely elveszi a látást, amikor legnagyobb szükség lenne rá, amely hópelyhekből, darából néha valószínűségi falat húz a repülő előtt. Ilyen a köd is, amely eltakarja a leszálló mezőt. A vihar a gép földetérését megnehezíti, sőt még a földön nyugvó gépet is megbillentheti, a szárnyat megroppanthatja. Kedvezőtlen az igen alacsony felhőzet is, mert nem enged elég teret a leszállási mezőnek a felhő alatti megközelítéséhez, a felhőn való átereszkedést pedig kockázatosá teszi.

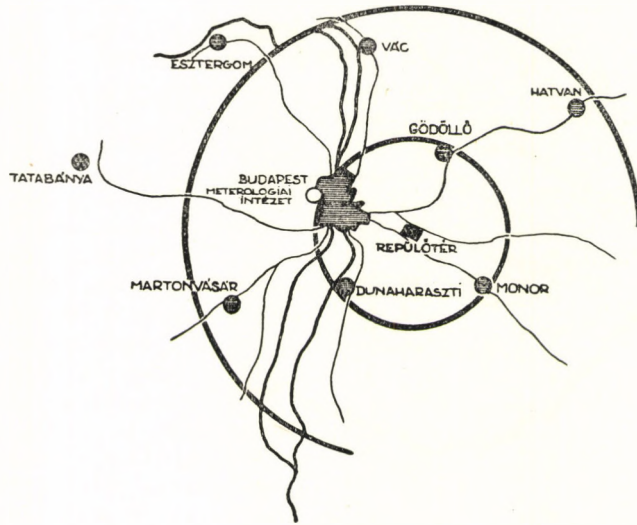
A repülés védelme megkívánja, hogy a meteorológiai szolgálat az ilyen veszedelmes jelenségek várható bekövetkezését adott repülőtéren a repülésügyi szervekkel idejében közölje. Az is nyereség, ha a repülésvigyázó szolgálat vagy a forgalmi vezetőség 10—20 perccel hamarabb szerez róluk tudomást. Ez a szükséglet hívta életre az »*időjárás* figyelmeztető szolgálatot«. Utóbbi viszont szükségessé tette az »*időjárás* veszélyjelző szolgálat« megszervezését is.

A figyelmeztető szolgálatnak tehát az a feladata, hogy idejében jelezzen olyan időköri körülményeket, amelyek általában veszélyeztetik a repülést, főleg pedig olyanokat, amelyek az illető repülőtéren lezárását vagyis a forgalom megszüntetését teszik szükségessé. A biztonság érdekében ugyanis minden repülőtéren meg van szabva, hogy melyek azok a minimális értékei a látási távolságnak, a felhőalap magasságának, amelyek mellett a leszállás még biztonságosan engedélyezhető. Ugyanígy meg van határozva a leszálláshoz engedélyezhető legnagyobb szélesség is. Budapest közforgalmi repülőterén leszállások céljára a használatos utasgépek számára a legkisebb megengedhető látási távolság 1000 m, a felhőalap magassága 100 m, a szélesség határa — a leszállási pálya hosszába fújó szélnél — 90 km/óra sebesség. A leszállási pályára oldalirányból fújó szélnél a megengedett határ jóval alacsonyabb. Kisebb gépek számára, amelyek rádiófelszerelés nélkül repülnek, a leszállások minimális feltételei 5000 m látás és 300 m felhőalap. A legnagyobb szélesség a gépnagyság után igazodik, közepesen 40 km/óra körül van.

A kiadott figyelmeztetésnek nagy hordereje van, mert hiszen — ha az említett feltételeken túlmenő időromlás ígérkezik — az útban levő repülőgépeket más repülőterekre kell irányítani, egyidejűleg figyelmeztetni kell az indító repülőtereket is, hogy Budapest felé repülőgépet csak fenntartással vagy egyáltalán ne indítsanak. A figyelmeztetés tehát — akár igazolódik, akár nem — mindig forgalomzavaró hatású. Ezért a repülési időjelző szolgálatnak megfelelő alapra, gyors és pontos adatszolgáltatásra van szüksége ahhoz, hogy a figyelmeztetést a személyek és gépek védelme érdekében kiadhassa.

A szükséges adatokat elsősorban a Meteorológiai Intézet rendszeres időjelentéseket küldő hálózata szolgáltatja. A hálózat 14—16, sűrű időközökben jelentő állomásból áll, amelyek magvát a repülőterek alkotják. Vannak ezenkívül néhányan olyanok is, amelyek minden nap csak 1—3 jelentést adnak be. A sűrűbb időközben táviratozó jelentőhelyek éjjel kétóránként, nappal óránként küldenek időjárású sürgönyt. A repülőterek ezen belül félóránként adnak rádiójelentést a központi repülőterre. Ennek a hálózatnak a jelentései megadják az alapot a központi időjelző szolgálat számára az idő későbbi alakulásá-

nak általános elképzeléséhez. Minthogy azonban az állomások 70%-a a határhoz közeleső körzetekben fekszik, a központi repülőtértől nagyobb távolságban, az ország közepe felé vonuló légköri képződmények *tényleges* erősségbeli megnyilvánulásait nem lehetne a megkívánt mértékben követni. Országhatárunk valamely részén az adatok esetleg arra mutatnak, hogy a szél viharosra fog erősödni, de egyelőre nem észlelnék seholsem vihart. Persze a vihar később, az ország belsejében is kitörhet. Előfordul az ellenkező eset is. Viharos szél lehet keleten vagy nyugaton egyaránt. Kérdés, hogy áttérjed-e a viharzás egészen a főváros területéig? Amennyiben erre biztonságosan számítani lehet, figyel-



80. ábra.

meztetést kell kiadni. Azt is el kellene dönteni, hogy a vihar beérkezése mikorra várható? Egy-két órán belül vagy félórán belül? Ennek ismeretében a figyelmeztetés szabatosabb lenne. A meteorológia egyik gyakorlati alkalmazása — az időjelző szolgálat — még nem tudja feladatát olyan mértékben megoldani, hogy mindezeket az erősségi változásokat pontosan előre lássa.

Kedvezőtlen időkörmények többször váratlanul, néha meglepően hirtelen és kisebb területre kiterjedően jelentkeznek. Hózápor 1—2 perc alatt elveszi a látást, könnyű csapadék is gyorsan lehozhatja a felhőalapot. Áramlási köd 4—5 perc alatt elboríthat egy repülőteret. Ilyen jelenségek fellépéséről szerte az országban nem lehet másként tudomást szerezni csak úgy, ha területileg sűrűbb jelentőhálózat is működik az alaphálózat mellett, amely jelentései nem rendszeresen, hanem alkalomszerűleg küldi, amikor szükség van rá. Az ilyen jelentőállomások csak arról tájékoztatják a központi szolgálatot, hogy észlelőhelyükön olyan időfejemény lépett fel, amely a repülésre veszélyessé válhatik. Az általuk jelentett légköri képződmény már nem *elképzelés*, ami az időelőrejelzés kiadásakor volt, amikor bizonyos valószínűséggel várhatónak volt jellemezve, hanem *a ténylegesen kifejlődött* légköri alakulat, amely igazolja az időjelző feltevéseit vagy új irányt ad következtetéseinek.

A veszélyjelentő szolgálatot 30—40 jelentőállomás látja el. Az állomások a nyugati országrészen sűrűbben vannak, ahonnan gyakoribb az időváltozást hozó folyamatok érkezése, mint másfelől. A nagyobb repülőtereket *időveszélyt jelentő gyűrűvel* veszik körül. A ferihegyi repülőteret egy közelebbi és egy távolabbi veszélyjelentő gyűrű biztosítja. A távolabbi gyűrű nem teljes, hanem nagy északnyugati félkaréjban helyezkedik el. A belső gyűrű 4 állomásának közepes távolsága a repülőtértől 15—20 km, a külső 5 állomásé 40—50 km.

Amikor zivatar, vihar, köd, alacsony felhőzet, csapadék miatti látásromlás fellép, a veszélyjelentők rövid »Vihar«-jelszavas táviratot állítanak össze, melyet



81. ábra.

a Magyar Posta vezetékös úton a lehetőségig gyorsan továbbítja a tekintetbe jövő forgalmi repülőterre és a központi repülőtér időjelző állomásához. A távirat pár szóban rögzíti a megfigyelt jelenséget és — ha lehet — annak haladási irányát. Amint a jelenség elmúlik vagy ereje bizonyos határon túl gyengül — amikor tehát az idő megjavul — erről az érdekelteket feloldó távirat értesíti.

A veszélyjelentő hálózat észlelőinek a munkája minden elismerést megérdemel. Aki végzi, arra vállalkozott, hogy válságos idő beálltakor — legyen az hajnaltól esig bármikor — nem a maga dolgára gondol elsősorban, hanem a repülőforgalom biztonságára, a repülőszemélyzet, légi utasok és gépek védelmére. A forgalmi repülőterek időjelző személyzete még éjjel is a rendszeres táviratozási időpontok között fellépő veszedelmes jelenségekről külön veszélyjelentéseket küld.

A veszélyjelentések fontosságát az eddig elmondottak eléggé kidomborítják. A távolban az időjárás alakulását figyelő munkatársak azonban nem szereznek közvetlen tudomást jelentéseik felhasználásáról. Ezért kétely merülhet fel bennük munkájuk értéke iránt. Arra gondolhatnak, hogy munkájuk nem felesleges vagy hiábavaló-e? Aki azonban ilyen nézetre jutna, az alaposan tévedne.

Mindjárt másképpen vélekednék, ha látná a központi repülőtér meteorológusát, amint magában tépelődik, mielőtt a nyilatkozatát kiadná. Hogy habozik,

az nem meglepő, mert nyilatkozatát a repülési vezetőség részéről azonnal gyakorlati intézkedés követi, tehát meg kell jól gondolni, hogy mit mond.

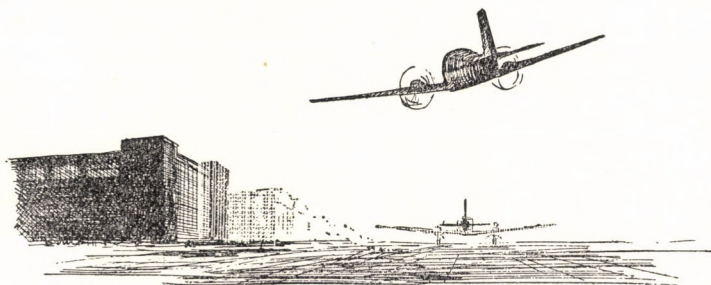
Ismételten megesik például, hogy egy későtavaszi hűvös beáramlás frontja, amint Ausztria felől a magyar légtérbe érkezik, lanyha, gyenge jelleget mutat. Bizonyos adatok alapján azonban erősebbnek tételezhető fel. Átjön egy sor veszélyjelentő helyen, de azoknak nincsen jelenteni valója. A képződmény látszólag ártalmatlan. A meteorológus viszont gyanakszik, hogy, amint a napi melegedés fokozódik, a beáramlással járó lecsapódás meg fog erősödni, talán zivatar is kitör? Egyelőre azonban sem azt nem tudja, hogy *tényleg* meddig jutott el a friss levegő, sem pedig, hogy *tényleg* elérte-e a zivataros kifejlődést? A beáramló levegő frontja ott lappang valahol a Bakony előtt vagy mögött. Az időjelző fel szeretne készülni a figyelmeztetés későbbi kiadására a ferihegyi repülőtér részére. Egyszerre csak — majdnem ugyanazon időben — befut Boba és Tatabánya veszélyjelentése, amely zivatart tartalmaz szél-élénküléssel, záporral. Egy csapásra vége a kételyeknek. Itt a tény, amelyre építeni lehet, amelyhez biztosabb következtetést lehet fűzni a figyelmeztetés számára.

Sajátságos kapcsolata van a veszélyjelentő szolgálatnak a motornélküli vagyis vitorlázó repüléssel, amennyiben a veszélyjelzés zivatarokra vonatkozik. A vitorlázó repülés sok esetben olyan feláramlásokat használ ki a levegőben maradáshoz, amelyeket vagy talajmenti felmelegedés vagy betörő hűvös levegő indít meg. Utóbbi ugyanis az előtte levő melegebb levegőt emelkedésre kényszeríti. Ilyen felszálló áramlások szép időben is vannak, de ha zivatar tör ki, ez annak a jele, hogy az emelkedő légmozgások — a feláramlások — különösen erősek. Ilyenkor a vitorlázó repülők részben a zivatarfelhő közvetlen közelében, részben magában a felhőben tekintélyes — több kilométernyi magasságig tudnak felemelkedni motornélküli gépükön. Ha az adott zivatar sebesen vonul, nagy távolságot — több száz kilométernyit — lehet vele berepülni. Így a vitorlázó repülők számára a zivatart tartalmazó veszélyjelzés, illetve figyelmeztetés részben óvatosságra int, részben pedig vállalkozásra biztat, mert kedvező alkalmat jelent szép teljesítmények elérésére. Hogy aláhúzzuk a veszélyjelentő állomások mindkét szempontból vett fontosságát, megemlíthjük, hogy Tardos Béla meteorológus, amikor a Repülés c. folyóiratban a júniusi vitorlázóverseny időjárását ismertette, megjegyezte, hogy június 11-én 44, június 12-én 62 zivatart jelentettek, tehát észlelő munkatársaink éberek és pontosak voltak. Tardos Béla hangsúlyozta, hogy »a Kárpát-medencében az egyik leghatalmasabb repülési alkalmat a zivatarok jelentik«. Persze a kellő tájékozottság és repülési gyakorlat mellett. A veszélyjelentők feltűntetik, hogy »gyenge« vagy »közepes«, vagy »erős« zivatart észlelnek-e, tehát a vitorlázórepülők már eleve meg tudják ítélni, hogy a zivatart jelentésnek a vitorlázás szempontjából biztató természetére vagy veszélytől megóvó jellegére hallgassanak-e?

A veszélyjelentő szolgálat nem kizárólag a repülési figyelmeztetések céljait szolgálja, hanem a balatoni üdülők és sportolók védelmét is. A sok vitorlázót, csónakázót, fürdőzőt egy-egy kitörő vihar komoly veszélybe döntheti. Őket is figyelmeztetni kell a közelgő veszedelemre. Az Országos Meteorológiai Intézet éppen ezért Siófokon és Keszthelyen meteorológiai ügyeletet tart fenn, amely a figyelmeztetéseket a Balatonra vonatkozólag kiadja a közlekedésügyi hatóság közbenjöttével. Az Intézet időjelző osztálya a befutó veszélyjelentések és egyéb adatai alapján látja el balatoni kirendeltségeit tanácsal. A kirendeltség, más szóval »a viharjelző állomás« az Intézettől kapott eligazítás és saját időtérképei



alapján a helyi időjárási előjelek (felhőzet, szél, légnyomás, hőmérséklet, nedvesség) tekintetbe vételével határoz arról, hogy adott esetben kiadja-e a figyelmeztetést? El kell kerülnie, hogy kellő ok nélkül megzavarja az üdülők szórakozását, de — ha szükségesnek látja — először óvatossági figyelemeztetést javasol (sárga színű rakéta), azután — ha súlyosabb időfejlémény közeli beérkezése várható — riasztó figyelmeztetést ad ki (piros színű rakéta). A Balaton nyári látogatottsága mellett kétségtelen, hogy minden kellő időben érkező riasztó figyelmeztetés valóságos életmentés. A veszedelem elmúltáról az érdekelteket zöld színű rakéta értesíti. A figyelmeztetéseket Siófokról és Keszthelyről kezdeményezve a Balaton több pontján hasonló jelzésekkel hoz-



82. ábra.

zák a vízen levő vagy oda készülő sportolók és üdülők tudomására. A balatoni viharjelző szolgálat egyelőre csak a nyár folyamán működik, de — amint a téli üdülés és sportolás szélesebb alapokra kerül — állandóvá alakítják át. Az állandó viharjelző szolgálat céljaira a siófoki part újhelyi oldalán külön meteorológiai obszervatórium épül, melynek a viharjelzéseken kívül — természetesen — egyéb, tudományos kutatásokat célzó feladatai is lesznek.

A repülési veszélyjelentő szolgálat egész éven át működésben van, sőt mondhatni télen még több éberségre van szüksége, mint nyáron, mert a köd, a rossz látás, az alacsony felhőzet elsősorban a téli évszak időjárásának kellemtelen jelensége.

Az időjárási veszélyjelentő és figyelmeztető szolgálat a jövőben kétségkívül szélesebb alapokra és felhasználásra kerül, csak meg kell várni, míg a viszonyok fejlődése általános szükségletté érleli. Jelenleg az a helyzet, hogy csak a közlekedés egy része — a repülés — értesül közvetlen közel levő veszedelmes légköri fejleményekről. A közlekedés más ágai vagy az egyéb termelési tevékenységet végző dolgozók — pl. Budapest főváros lakossága — az idő alakulásával kapcsolatos számtalan formájú érdekeltsége dacára az általános időelőrejelzésen kívül csak akkor szerez róluk tudomást, amikor rázúdul a vihar, zivatar, zápor, lehülés.

Eljön az idő, amikor a rádió nemcsak azt mondja majd be, hogy »zivatar miatt a közvetítést megszüntetjük«, hanem a zivatar vagy vihar előtt egy órával vagy félórával azt fogja bemondani: vigyázat, ilyen és ilyen időjárási jelenség közeledik a fővároshoz, vegye mindenki előre tudomásul és értékesítse ezt a védelmi tájékoztatást egészsége, munkája hasznára, a haza javára.



## Viharjelzés a Balatonon

Talán kevesen gondolnak ma még arra, hogy milyen sok ember életét menti meg a balatoni viharjelentő szolgálat. Valószínűleg kevesen tudják, hogy Magyarországon még néhány esztendővel ezelőtt a vízbefúltak száma 6—700 volt évenként. Ez viszonylag óriási szám, különösen, ha figyelembe vesszük, hogy nem tenger partján fekvő ország vagyunk, ahol általában sok áldozata van a tengeri viharoknak. E nagy számból igen jelentős rész esett a Balatonra. A Balatonba fulladtak nagy része kivétel nélkül a hirtelen jött, nagy



83. ábra. A vihar áldozatának megmentése.

viharok áldozata. A hirtelen támadt nagy viharok a Balatonon aránylag ritkán előforduló időjárás jelenségek.

Balatonunkon évente átlagban 15—20 viharos nap fordul elő, nagyobb vihar azonban csak egy-kettő, kivételes arányú pedig évtizedenként kettő-négy. Amikor kivételes arányú, pusztító vihar szántja végig a tavat, azt mondogatják, hogy »ilyen még nem volt« és »erre még a legöregebb emberek sem emlékeznek«. Azonban ez nem teljesen helytálló. Azoknak a bizonyos »legöregebb embereknek« az emlékezőtehetsége legtöbbször nem eléggé megbízható. Ha a feljegyzéseket átnézzük, bizony találunk sok-sok feljegyzést óriási károkat okozó, pusztító és számos emberéletet követelő viharról.

Az utolsó negyedszázad néhány híres vihára: az 1926. május 20-i, az 1941. augusztus 30-i, az 1942. május 29—30-i, az 1947. augusztus 28-i, az 1951. pünkösdi és az 1952. június 13-i.

## Viharjelzés már az ókorban is volt

Régen felmerült az a gondolat, hogy előre kell jelezni a viharokat. Igen ám, de hogyan? Nem új gondolat ez a történelemben. A természeti jelenségek közül éppen a viharok érdekelték legjobban az embereket, mert pusztításuk a leg-súlyosabb volt, hiszen váratlanul tört rájuk és tette tönkre otthonukat, vagy hiúsította meg vállalkozásaikat. Már az ókorban megtaláljuk a védekezés kezdeti formáját. A görögökről a történetíró Seneca a következőképp emlékezik meg: Cleoneban a Peloponesusban állami viharőröket azzal a feladattal bízták meg, hogy a közelgő viharokat figyeljék és azokat időben hírül adják. Azt is feljegyezte, hogy Cleoneban felelősségre vonták azokat az őröket, akik idejében nem jelezték a hirtelen kitörő nagy viharokat és emiatt a lakosság kárt szenvedett. A középkorban a XV. században kezdődött a »vihar elé harangozás«. Bizonyos fokig azzal a céllal, hogy előre jelezzék a vihar érkezését. Amikor vészajtósló felhők gyülekeztek az égen, megkondították a harangokat.

## Híres viharok

Egy-egy kivételesen nagyarányú vihar keltette fel egyesekben azt a gondolatot, hogy valamilyen módon előre jelezzék azokat. Ezek közül a nagy viharok közül való — amelyeket a történelem is feljegyzett — az 1780 őszi fellépett ún. »nagy orkán«. Az Atlanti-óceánnak amerikai partjain tört ki. Első áldozatai a nyílt tengeren tartózkodó vitorlás hajók voltak. A szél pusztító útja Barbados, Santa-Lucia, Martinique szigeteken keresztül az Antillák felé vezetett. E szigetek városai közül több teljesen eltűnt a föld színéről. Romjaikat a pusztító szélvész a tengerbe sodorta. Martinique-sziget fővárosát Saint-Pierre-t a szélvihartól felkorbácsolt tenger hullámai megsemmisítették. Santa-Luciában elpusztult a kikötő. A kikötőben horgonyzó hajók a hullámok martalékai lettek. Az Antillák öbleiben angol és francia gőzösök horgonyoztak. Ezek néhány perc alatt csaknem teljesen megsemmisültek. 400 angol, amerikai hajó süllyedt el és 40 ezer ember életét oltotta ki ez a vihar.

1878. március 24-én egy angliai kikötőben hazavárták távoli vizekről az »Euridike« nevű cirkálót. A cirkáló hazaérkezése előtt 2 héttel igen zord időjárás köszöntött be; hideg, dermesztő szelek fújtak és jegeseső esett. Éppen ezért nagy tömeg várta a kikötőben a hajót. Egyszercsak feltűnt a hajó a látóhatáron és egyre közeledett a kikötő felé. Már csak 3 km-re volt, amikor váratlanul egy rendkívül heves szélvihar kerekedett. A vihar olyan erős volt, hogy a várakozókat majdnem lesodorta a partról. A tenger óriási hullámokat vetett. Olyan sűrű felhők gyülekeztek, hogy éjszakai sötétség borult néhány percre a vidék fölé. Az egész jelenség mindössze 5 percig tartott. A vihar amilyen gyorsan jött, oly gyorsan el is űlt. Az ég kiderült, a hajónak azonban nyoma veszett. Hasztalan keresték és kutatták, nem találták sehhol. A hajót felborította a vihar és utána utasaival együtt elnyelték a hullámok. Csak néhány nap múlva találtak rá a búvárok a tenger fenekén, egészen közel az öböl bejáratához.

Ezeknél sokkal híresebb és éppen a mi számunkra jelentősebb volt az 1854. november 14-i balaklavai hatalmas vihar. Éppen most van 100 esztendeje e

tragédiának. Azért olyan jelentős ez a dátum és ez a vihar, mert ekkor vette kezdetét egy hatalmas, az egész világot átfogó nemzetközi szolgálat, amit időjelző szolgálat néven ismerünk. Ez a mai szolgálat őse. Ez a vihar indította meg a viharjelentő szolgálat megszervezésének és kiépítésének gondolatát.

1854. november 14-én a szevasztopoli hadjárat idején a hadvezérek elhatározásába beleszólt az »időjárás tábornok«. Döntése megpecsételte egy csata sorsát. Egy csendes novemberi hajnalon, amikor szinte mozdulatlan volt a tenger, az egyesült angol-francia flotta felszedte horgonyait és kifutott a kikötőből, hogy döntő csapást mérjen a hadvezérek elgondolása szerint az ellenségre. A nagy csend, az ún. viharelőtti csend volt, de ki tudta ezt ekkor? Már kifutott a nyílt tengerre az egész flotta, amikor a vezérhajó »IV. Henrik« megadta a parancsot a csatára való felfejlődéshez. Ekkor hirtelen északnyugat felől egy mindent elsöprő, hatalmas vihar tört ki. Ez volt csak az igazi csata! Egyetlen hajóágyú sem dördült el, de a háború végetért. A hatalmas vihar a hajóhadat teljesen szétszórta, még a büszke vezérhajó sem menekült meg.

Százagyús hajókat zúzott széjjel a vihar és vert a sziklafalakhoz, mintha nem is hajók, hanem dióhéjak lettek volna. Mit számítottak abban a viharban az acél horgonykötelek. Ez a vihar még a szárazföldi tábornok is megtépázta. Igen, ez az időjárás! Ezzel nem számoltak a hadvezérek. Az emberek történelmébe beleszóltak az elemek.

E híres eset után a francia Akadémia elhatározta, hogy ezt vizsgálat tárgyává teszi. Nem kisebb személyt, mint Leverier csillagászt, a francia Akadémiának tagját bízta meg az ügy kivizsgálásával. Az eredmény igen érdekes volt. Megállapították, hogy ez a híres vihar nem ott tört ki a Fekete-tengeren, hanem több ezer kilométerrel távolabb, az Atlanti-óceán északi részén. Végigsöpört Anglián, átkelt a La-Manche-csatornán, pusztított és rombolt Franciaországban, Németországban, átvonult Magyarországon és a Balkánon keresztül érte el azon a híres novemberi hajnalon a Fekete-tengert Balaklávánál. 100—120 km-es óránkénti sebességgel száguldott. Ilyen viharokra előre fel kell készülni, mondták. És éppen e szomorú eset következtében kezdték meg egy hatalmas, az egész világot behálózó szolgálatnak a felállítását. Ezzel valóra vált M. V. Lomonoszovnak, a nagy orosz tudósnek 200 éves álma is. Még igen sok ehhez hasonló viharról számolhatnánk be.

Az 1849-ben alapított pétervári fizikai fő-obszervatórium 1872-től már időjelentéseket adott a Balti-kikötők számára és a nagy tavak részére, hogy mikor várható hirtelen nagy vihar. A nagy kikötőkben különleges árbocrudakat állítottak fel, amelyekre az obszervatórium közlése szerint különleges jelzőket függesztettek fel. Ezek az ősei a mi balatoni viharjelző kosarainknak. Veszély esetén a hajók nem hagyhatták el a kikötőket és a kintlevőket gyors behajózásra intették. Ezt a szolgálatot ebben az időben Európa-szerte megszervezték hasonló céllal.

## Az első viharjelentő szolgálat a Balatonon

Sok idő telt el azonban, amíg a mi Balatonunkon, a »magyar tengeren« megszületett az első viharjelentő szolgálat. Ki tudja ma már megmondani, hogy hány áldozata volt addig a viharoknak a Balatonon? A viharjelentő szolgálattal együtt született meg a mentőszolgálat is, sokak erőteljes követelésére.

Az első szolgálatot a Vöröskereszt Egylet a Balaton viszonyai által megkívánt egységes szervezete, a Magyar Vöröskereszt Egylet Önkéntes Motoros

Testületének Szakosztálya állította fel 1934-ben. Először a megelőző mentés céljait szolgáló viharjelzés született meg. Viharjelző állomások voltak akkor: Siófok mint központi jelzőállomás, Világos, Kenese, Almádi, Alsóörs, Füred, Tihany, Révfülöp, Badacsonyládbi, Fonyód, Boglár, Lelle, Szemes és Földvár, ahol távbeszélőállomás és állandó személyzet állt rendelkezésre. A viharjelentések kiadását a Vöröskereszt Egylet felkérésére az akkori Légügyi Hivatal látta el. A Légügyi Hivatal a repülő időjelző szolgálata keretében vette kezébe a balatoni viharjelzések irányítását.

A második világháborúban ez a szolgálat megszűnt, de az 1951-es pünkösdi nagy vihar ismét felhívta a figyelmet arra, hogy Balatonunk — amely most már az üdülés központja, ahová egyre több, a fáradsalmait kipihenni jövő dolgozó érkezik és ahol lassan tömegsport lesz a vitorlázás — nem maradhat olyan szolgálat nélkül, amely a közelgő viharokra felhívja a figyelmet. Éppen ezért a kormány elhatározta, hogy ismét megszervezi a balatoni viharjelentő és mentő szolgálatot. Viharjelentések kiadását az Országos Meteorológiai Intézet időjelző osztályára bízta. Először Budapestről látták el ezt a szolgálatot, később Siófokon egy kirendeltséget állítottak fel, amely állandó összeköttetésben áll a budapesti központtal. A viharjelentések végrehajtását és a mentőszolgálatot a Belügyminisztérium Révkapitánysága és annak Révörsei látták el, korszerű mentőhajókkal.

1954-től a mentőszolgálat a Közlekedésügyi Minisztérium fennhatósága alá került, ahol a szolgálatot a siófoki Révkapitányság, a füredi, keszthelyi és fonyódi Révkirendeltségek látják el. Ez persze a szervezés kezdete, de máris olyan eredményeket tud felmutatni, amelyekre néhány évvel ezelőtt még gondolni sem lehetett.

## Hol kezdődik a vihar a Balatonon?

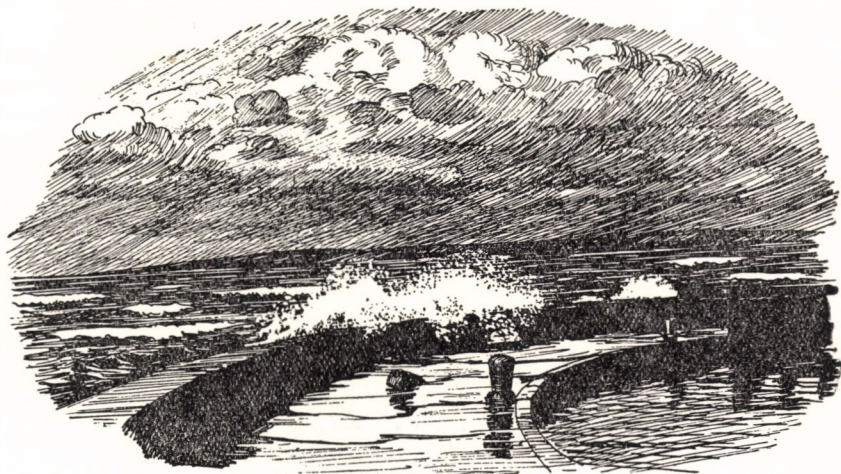
A nagy tavaknak és vízfelületeknek hajózhatóságát és a sportolásra való alkalmasságát döntő módon befolyásolja az időjárás. Elsősorban a hosszabb időjárási eseményektől, a csapadék és párolgás mértékétől függ a vízszint ingadozása. Másodszor a gyors és hirtelen bekövetkező időváltozások okoznak nehézséget a hajózásban és a vízisportokban. Az egyes időjárási elemek között legerősebb befolyást a szél gyakorolja, amely a hajózásban késést okoz, esetleg teljesen lehetetlenné teszi azt. Ugyanúgy megakadályozza a vízisportot és esetleg súlyos szerencsétlenségeket okoz. A köd szintén súlyos nehézséget jelent. Van olyan sűrű köd, amelyben teljesen megbénul a hajózás és a sport. Van még egy időjárási veszedelem és ez a villám. Ez nem veszélyes a fémtestű, illetőleg fémlemezekkel bevont hajókra, mert a hajótesten a villám végigfut anélkül, hogy a hajóban kárt tenne, míg a nem fémtestű hajókban kárt okozhat. Figyelembe kell vennünk azonban az időjárás általános alakulását is, hiszen kedvező időben a kirándulók tömege rohamozza meg a hajókat, viszont rossz időjárás esetén ezzel számolni nem kell.

Viharnak általánosságban azt a szelet szoktuk nevezni, amikor annak sebessége a 15 m/mp-es sebességet meghaladja. Ez még a vihar leggyengébb formája, noha óránkénti sebessége 55 km és m<sup>2</sup>-ként 15 kg nyomást gyakorol. Ez a 7-es Beaufort (Bofort) erősségű szél, ami gyenge fatörzseket hajlít, kis gallyakat tör, a faleveleket tömegesen szaggatja, a szélzsákok mereven kifújja, a zászlót már szakítja, a vízen dübörgő hangot ad. Kis hajók ilyenkor a kikötő-

ben kell hogy menedéket keressenek, nagy hajók pedig már csak a vitorlájukat erősen becsavarva közlekedhetnek. A gőzhajózást még nem zavarja.

Valamivel erősebb vihar a 19 m/mp sebességű, amely óránként már 68 km-t tesz meg, m<sup>2</sup>-ként már 23 kg nyomást fejt ki. Ez már viharos. A Beaufort szélskála szerint 8-as. Erősebb fákat hajlít és nagyobb gallyakat tördel, a víz már porzik, a nagy hajók is menedéket keresnek, a gőzhajózást már megnehezíti.

A 20 m/mp-es sebességet meghaladó szélérő már gyenge fákat tör, a parton rombol, a hajózás a törő hullámok miatt lehetetlenné válik. Ekkor a Beaufort



84. ábra. Vihar a Balatonon.

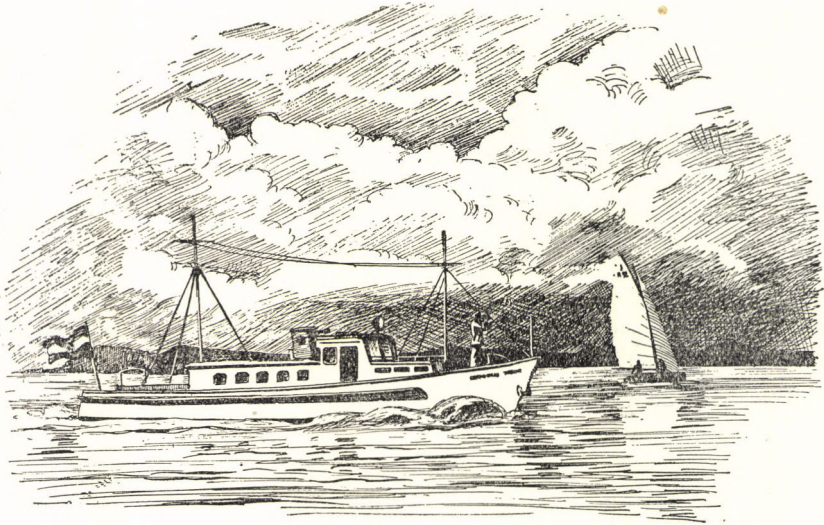
szélérő a 9-es fokot meghaladja. A legerősebb viharok meghaladják a 30 m/mp-kénti szélsébséget, ami óránként több mint 110 km és m<sup>2</sup>-ként több mint 60 kg nyomást fejt ki. Szerencsére ezeknek a viharoknak a fellépte évtizedenként csak egy-kettő, azonban mégis számolnunk kell vele és mindenkor fel kell készülnünk rá.

## A viharágú

A viharok jelzése viharágúval történik. A viharágúkat a Révkapitányság, illetve Révőrök kezelik. Amikor a siófoki időjelző szolgálat látja, hogy a vihar kitörése már biztos, javaslatot tesz a Révkapitányságnak a vörös rakéta kilövésére. A Révkapitányság intézkedik azután a riasztásról.

A mentőszolgálatot és a rendet a Révkapitányság motoros hajói látják el. Igen népszerűek ők a Balatonon. Nemrégiben egy öreg balatoni hajós a következő esetet mesélte el egy társaságban. Nemrég történt, hogy a koraesti órákban a vörös (vihartjelző) rakétának kilövése után hatalmas vihar kerekedett. Az ég koromsötét volt és teljesen borult. Este 8 óra volt, amikor a balatonfüredi Révkirendeltség értesítést kapott, hogy Almádi felől a vihar kitörésekor egy vitorlást elsodort a szél. Utasa egy mérnök, akit barátai csónakkal igyekeztek kimenteni, de ez nem sikerült. A mentőhajó a koromsötét éjszakában a füredi mólóból indult a hajó keresésére. Fényszórók csóvája világította be a hatalmas hullámokkal háborgó vizet. A hullámok erősen dobálták a kis hajót, időnként még a fedélzeten is átsaptak. Órákon át keresték a bajbajutott vitorlást.

11 órakor, 3 órás keresés után, elhatározták, hogy kerülnek egyet és hazafelé indulnak. A derék fiúk alaposan kifáradtak, hiszen erősen kellett kapaszkodniuk, hogy egy-egy hatalmasabb hullám le ne sodorja őket. Mégis tovább folytatták a keresést. Végre 4 és félóra után az egyik hullám tetején fehér folt csillant meg, majd utána egy másik. Az elveszett vitorlás volt. A csónakból kiemelték annak holtfáradt, agyonfázott utasát, akinek még hálálkodni sem maradt ereje. Éjfél elmúlt már, amikor visszaértek Almádiba. Ilyen és hasonló esetekről ma már sokat hallunk a Balatonon. Bízunk az emberek a viharjelentésekben és szeretik a Révkapitányság dolgozóit.



85. ábra. Mentőhajó szolgálati úton.

A viharágyú egy egyszerű, 1 m, 1,20 m hosszú csődarab, 10—12 cm átmérővel. Az ágyút kb. 45 fokos szögben állítják fel a talajhoz viszonyítva. Ebbe kerül a rakéta, amit gyújtózsínórral hoznak működésbe.

Nem tévesztendő össze ez a viharágyú az 1890. és 1910-es évek között divatban volt viharágyúkkal, amelyekkel abban az időben naiv hittel a jégverés elleni küzdelmet folytatták. Ezekből még most is látható néhány rozsdásodó példány a dunántúli múzeumok udvarán.

A régi vitorlášajókon egykor dívott a hajóágyú. Egyesek szerint azért, hogy közelgő vihar esetén figyelmeztető lövéseket adjon. Ez azonban tévedés. Régi feljegyzésekből ismeretes, hogy az első nagy vitorlášajó az 1800-as években épült Phoenix gályá volt, amelyet a Festetich grófok használtak. Egy-egy hajókiránduláshoz több ágyúst, ágyúslegényt és muníciót vitt magával. Ezeknek azonban csupán az volt a rendeltetése, hogy jelezzék a hajónak valamely lakott helyhez való érkezését. Ezzel adtak üdvölvéseket és ezzel köszöntek el.

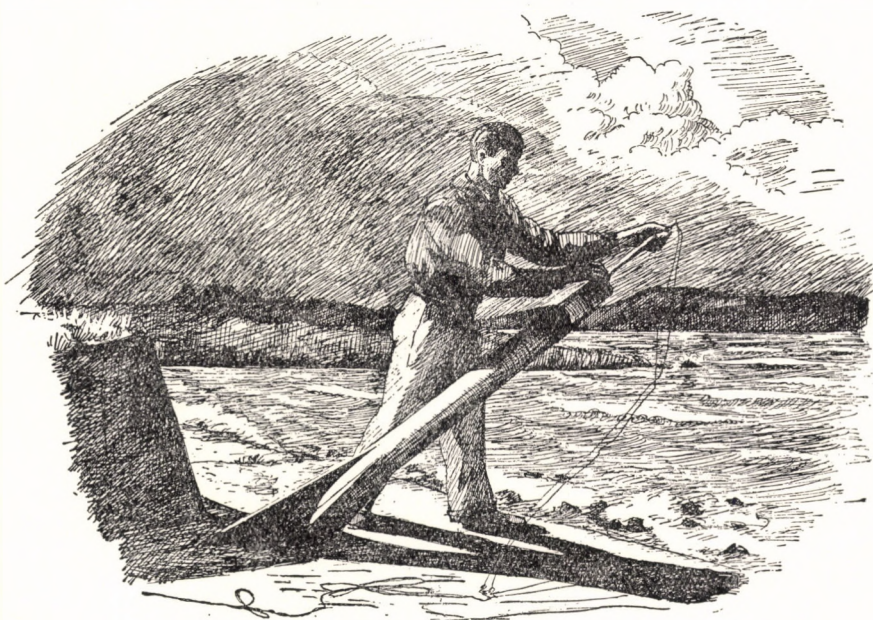
Ugyancsak találtak kisebb hajóágyúkat, amelyeket viharágyúnak véltek. A múlt század első felében Badacsony, Fonyód és Füred vidékén lakó parti birtokosok nagy kedvelői voltak a vitorlás-sportnak. Minden vitorlášajó egy kis ágyúval volt ellátva és amikor a hajótulajdonos látogatóba ment valamelyik barátjához, kikötés előtt ágyúlovést adott le. Ha a kastélyra ezután fölvozták



a lobogót, ez azt jelentette, hogy a házigazda otthon van és érdemes partra szállni. Ellenkező esetben tovább vitorláztak és megtakarították a lehorgonyzás és a hegymászás fáradságát.

A viharágyúkkal sok baj is van, különösen esős időben. Elég veszélyesek is, azonkívül olyan helyen kell felállítani, ahol a közelében építmény nincsen. Az erős dörrenés hangja sok kellemetlenséget is okoz, néha ijedelmet. Ezért sokan kifogásolják működését, de hisz éppen egyik célja, hogy veszély esetén hanggal is felhívja a figyelmet a közelgő viharra.

Foglalkoztak már azzal, hogy a viharjelzéseket a Balatonon más formában hajtsák végre. Ezek azonban nem váltak be. Nappal a fényjelek nem láthatók. A hangszórós riasztás éppen a tó közepére — ahol a legfontosabb — nem halatszik. A tavon végigszáguló szirénázó motoros vagy a tó felett száguldó repülőgép igen sok esetben nem jó megoldás.



86. ábra. A viharágyú készütségbe helyezése.

## Hogyan működik a viharjelentő szolgálat?

De lássuk csak, hogyan is működik ez a szolgálat? Amikor a balatoni vitorlázó, fürdőző, hajós vagy halász még semmit sem sejt, az időjárási térképek, amelyeket Budapesten az Országos Meteorológiai Intézetben rajzolnak, már néhány ezer km távolságból mutatják a viharok keletkezését és vonulását. Sokan vannak, akik úgy gondolják, hogy a vihar éppen a Balaton felett hirtelen tör ki. Van is egy balatoni szólás-mondás, amely azt tartja, hogy »a balatoni vihar orozva jön«.

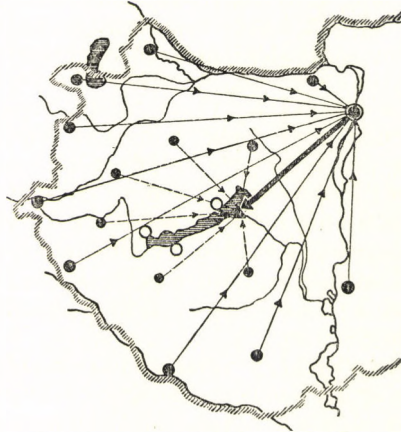
Jókai Mór az Aranyember c. regényében így írja le a balatoni vihart :

»Gyakran a Balaton vidékén, amikor legcsendesebb a lég, minden előjel nélkül felzúdul ez a sajtyszerű orkán : a halászoknak, akik meghallják a fák

zúgását a távolban, már nincs annyi idejük, hogy a zalai partra visszasiessenek: a szélesapás egyszerre felforgatja a hullámot és a csónakokat beragadja a Balatonba s kihányja a túlsó parton. S néha félóra múlva már vége van a viharoknak; a szélmenyasszony csak egy fordulót akart táncolni. S azután ismét csendes lesz minden.»

Ez azonban csak látszólag van így. A komoly viharok minden esetben tőlünk több ezer km távolságban keletkeznek és nagyon hosszú úton vándorolnak, mígnem elérik a Balatont.

Amikor az időjárási térképeken már biztosan megállapítható, hogy a vihar betör hazánkba és a Balatont is eléri, figyelmeztetést kap a siófoki viharjelentő állomás. Így tehát már 24, esetleg 36 órával előre felkészülnek a vihar foga-



87. ábra. A veszélyjelentő hálózat.

dására. Amikor a vihar eléri a nyugati határt, akkor a határállomásokon levő meteorológiai állomások, ú. n. »veszély-távíratok« küldenek a központba, pontosan jelezve a vihar kitörésének időpontját, annak erősségét, vonulási irányát és kísérő jelenségeit. Ez a jelentés minden más távíratot megelőzve jut el a központba, ahonnan azután géptávíron azonnal Siófokra jut. Közben nemcsak a határállomások, hanem a vihar vonulási irányába eső többi jelző állomások is közlik a vihar kitörését. Így tehát pontosan meghatározható a térképek és a jelentések alapján a vihar vonulási iránya és sebessége. Amikor biztos már, hogy a vihar eléri a Balatont, sárga színű rakétával és a viharkosarak félárbocra való húzásával jelzik a veszély közeledtét. Ez lehetőleg 2—3 órával a vihar kitörése előtt történik.

A sárga rakéta kilövése után a viharjelentő állomáson már nemcsak a befutó jelentéseket veszik figyelembe, hanem állandó figyelemmel kísérik a tavat, annak hullámzását, a felette levő felhők alakulását és vonulását és a levegő átlátszóságát. Állandóan szemmel kísérik a műszereket is, mégpedig két műszert, amely legérzékenyebb ilyenkor: a szélmérőt és a légnyomásírót.

Előírás szerint 20—30 perccel a vihar kitörése előtt piros rakétával kell jelezni. Ez persze nem egyszerű feladat. Nem egyszerű feladat, mégpedig azért, mert a viharok felvonulásának útjában több akadály gördülhet. Ha pl. éppen, északról vagy északnyugatról érkezik, ott van a Bakony, amely nem túl magas hiszen átlagos magassága csak 400 m és csak egyes helyeken éri el a 700 m-t, de mégis elég ahhoz, hogy az előretörő vihar útjában akadályt jelentsen.

A balatoni viharoknál általában az északnyugati viharokról beszélünk, mert hiszen azok a legsúlyosabbak és a leggyakrabban fellépők. Persze jöhet máshonnan is nagy vihar, de ez igen ritka. Ezenkívül az észak- és északnyugatról jövő viharok a Bakonyon átkelve zuhanó, *bukó szél* formájában jutnak le a tóra, ami még fokozza veszélyességét.

## Különböző vihartípusok a magyar tengeren

A balatoni viharok keletkezésének öt fajtáját ismerjük. Azt is mondhatjuk, hogy a Balaton viharai időjárásstanilag 5 tipikus formába sorolhatók:

Az első és legfontosabb az északnyugat felől előretörő hűvös tengeri légtömegek által okozott vihar. A hűvös levegőtömeg nyáron Közép- és Észak-Atlanti származású, télen sarkvidéki eredetű. Beáramlása igen határozott és hosszú, széles front alakjában történik. Az óceánról betörő levegő az Alpok tömegébe ütközve legtöbbször kettéválk; északi része Németországon át Lengyelország felé veszi útját, déli része pedig a francia Alpok mentén lehúzódik a Földközi-tengerre. Ez az utóbbi keletre haladása közben az Alpok déli lábánál egy kisebb ciklont szokott létrehozni. Ebben az esetben két ciklon helyezkedik el Európa fölött, az egyik Dánia fölött, a másik az Alpok déli oldalán a Pó síkságán, vagy az Adriai-tengeren. Ezekben a ciklonokban a légnyomás értéke 750 mm körül van. Ugyanakkor két anticiklon helyezkedik el: az ún. azori, amely Spanyolországra, a másik az ázsiai, amely a Szovjetunióra terjeszkedik ki. Itt a légnyomás 770 mm körül van.

Ez a legjellemzőbb eset és négy viharból három ehhez a típushoz tartozik. Ezek szerint a viharoknak 75%-a ilyen időjárási helyzetben lép fel.

A második típus az előzővel rokon, de általában arányaiban kisebb. Ez északról szokott a Balatonra törni és éppen ezért a Bakonyon átkelve erősen főn jellegű, lecsapó szél formájában jelentkezik. Ebben az esetben a ciklon hazánktól délkeletre Románia felett vagy a Balkánon helyezkedik el. Ekkor az anticiklon Angliára, Franciaországra és Németországra terjeszkedik ki. Ilyenkor a légnyomás a ciklonban 760 mm alatt, az anticiklonban 770 mm fölött van. Ez bizonyos fokig az első időjárási helyzetnek továbbfejlődési formája lehet. Ez a típus kb. 12%-ban fordul elő.

A viharok harmadik típusa a Balatonon akkor alakul ki, amikor Észak-Európa felől alacsony hőmérsékletű és éppen ezért nehéz légtömegek nyomulnak dél felé, ugyanakkor viszont a Földközi-tenger felől észak felé szintén hűvös, de az előbbinél enyhébb légtömegek áramlanak. Ebben az esetben a légnyomás-eloszlás ilyen képet mutat: Észak-Európában és a Földközi-tenger fölött egy anticiklon helyezkedik el, ugyanakkor az Atlanti-óceán középső részén Anglia és Franciaország területe felett egy ciklont találunk. A két légtömeg összeáramlása által alkotott front keletnyugati irányú. Ezeknek a viharoknak a száma igen ritka és legfeljebb 7—8%-ban lépnek fel.

A negyedik típus egy jellegzetes déli vihar, amely legtöbbször délnyugati széllel jelentkezik. Aránylag igen veszélyes. Messze északon elvonuló mérsékelt égövi ciklon déli áramlása okozza a vihart. A ciklon középpontjában a légnyomás 750 mm alatt van. Ezeknek a fellépte rendkívül ritka, 2—3%, évente általában csak egyszer-kétszer fordulnak elő.

Az ötödik eset a helyi viharoknak a fellépte. Ezek a helyi zivatarok kiterjedésük olykor jelentkezők, nagyon erős nyári felmelegedés idején. Kiterjedésük oly

kicsiny, hogy általában nem is jelentkezik az egész tavon, hanem esetleg csak egyes részek, bizonyos öblök felett.

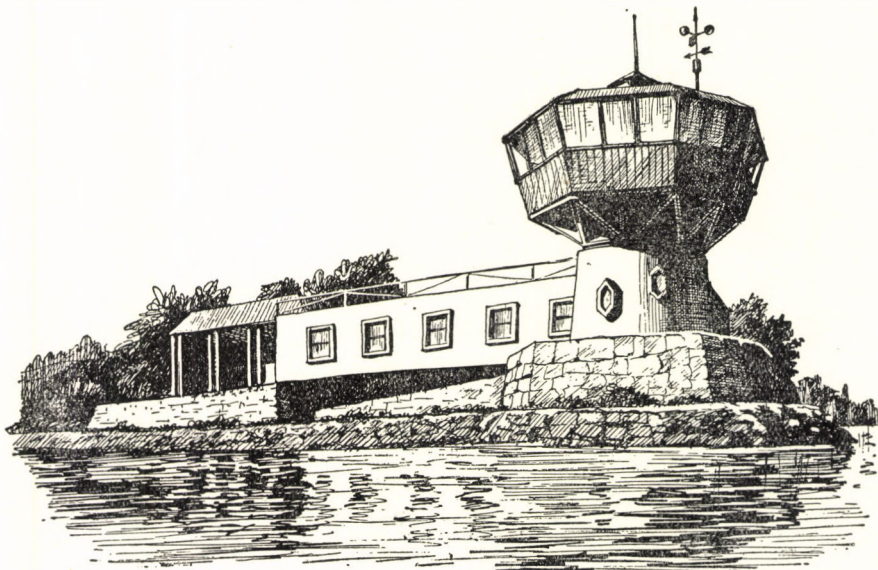
Ide kell sorolnunk a zivatarok kitörése alkalmával fellépő egyes erősebb szellőkéseket is. Ezek is egészen helyi jellegűek.

A jellegzetes esetek felsorolásából kitűnik, hogy a balatoni viharokat csaknem 90%-ban északi-északnyugati beáramlású hideg levegő okozza. Ezeknek a viharfrontoknak felvonulása az időjárási térképeken idejekorán jól látható. Gyakran azonban az Alpokba ütközve energiájukat elvesztik, meglássulnak, esetleg kissé átalakulnak. Ilyenkor, mire hazánkba betörnek, bizonyos fokig szétesnek.

A viharok egyes esetekben széles rohammal kezdődnek, máskor lassan erősödnek fel. Az előbbi jóval veszedelmesebb.

### Nem mindig jön meg a várt vihar

A balatoni viharoknak egy része éjjel, vagy hajnalban érkezik. Ezek persze kevesebb bajt okozhatnak, hiszen fürdőzők és sportolók ilyenkor nem tartózkodnak a tavon. Veszélyességük azonban éppen azért súlyos, mert felvonulásuk nem látható. Ezeknél az éjszaka vagy hajnalban érkező viharoknál az ún. viharelőtti csend igen erősen kifejlődik. Ismert tény, hogy éjjel az alsó légrétegek az áthűlés folytán nehezebbekké válnak és még nyomasztóbb szélcsend



88. ábra. A viharjelentő szolgálat és a balatoni éghajlatkutatás központja Siófokon.

alakul ki. Ilyenkor a látszólagos szélcsend dacára az este észlelt déli vagy délnyugati irányból észak-északnyugati felé fordul a szél. Ez a szélfordulás biztos jele a viharfront későbbi érkezésének. A nagy szélrohamok néha csak később jönnek, az esetleg már órák hossza óta tartó észak-északnyugati szél után.

A nappal érkező viharoknál a szélfordulás vagy csak röviddel előbb, vagy a szélrohammal egyidejűleg lép fel.

Persze ma még van némi bizonytalanság a viharok jelzésében éppen úgy, mint a vihar kitörésében. Éppen ezért szükséges a szolgálat további korszerűsítése és a különleges kutatások megindítása, valamint megfelelő — a Balatont jól ismerő — személyzet kiképzése.

A viharjelzések bizonytalansága nem annyira abban áll, hogy viharok törnek ki, amelyeket nem jeleztek, hanem inkább abban, hogy nem törnek ki, amikor jelezték. Egy előre jelzett vihar helyi erősödése vagy gyengülése nem mindig állapítható meg. Itt még helyi kutatásokra van szükség, ami most indul meg a Balatonon, éppen azzal, hogy a viharjelentő szolgálat Siófokon korszerű, végleges otthont kap, ami egyben a balatonkutatás egyik pillére lesz. Ennek a meteorológiai állomásnak (kis obszervatóriumnak) feladata lesz nemcsak a közelgő viharoknak igen pontos, megbízható előrejelzése, nemcsak a Balatonon üdülők, fürdőzők és kirándulók időjárás eligazítása, az aznapra várható időjárás közlése, hanem a Balaton különleges időjárás és éghajlati jellemvonásának felkutatása is.

A Balaton- és környékének időjárása rendkívül szeszélyes. A nyájas, szelíd, hatalmas vízfelület pillanatok alatt barátságtalan, háborgó tenger lehet. Amilyen szelíd sokszor, olyan haragos néha. Éppen ezért a viharjelentő szolgálat fejlesztése rendkívül fontos feladat. Ma már a Révkapitányság áldozatkészsége és a meteorológiai veszélyjelentő szolgálat egyre fokozódó pontossága védi a balatoni üdülők, kirándulók, halászok és vitorlázók testi épségét.



## Az áruszállítás időjárási problémái

A korszerű gazdasági fejlődésnek egyik lényeges vonása, hogy igen sok árunak a termelése olyan helyeken történik, amelyek messze vannak a fogyasztás helyétől.

Ez lényeges különbség az elmúlt századok gazdasági életéhez képest. Kezdetlegesebb társadalmi és technikai viszonyok közt a fogyasztópiacot csak olyan árukkal lehet nagyobb mennyiségben ellátni, amelyeket a közelben termelnek. A középkorban a falvak saját maguk teremték a szegényes fogyasztásokban szereplő javakat, a városok is többnyire csak közvetlen szomszédaikkal vagy néhány közeli országgal bonyolítottak le szóraérdemes mértékű kereskedelmet. Ebben az időben a drága külföldi áru az egész helyi fogyasztásnak



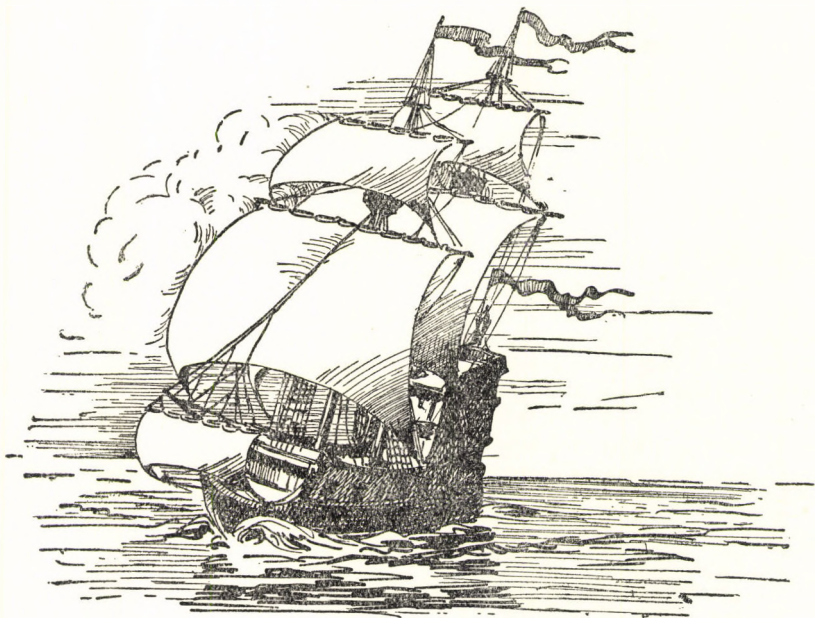
89. ábra.

általában csak kis hányadát szolgáltathatta. A tengerentúli kereskedelem csak az óvilágban már ismert kontinensek néhány partvidékére szorítkozott, a hajók pedig olyan szerény űrméretűek és olyan lassúak voltak, hogy a mai értelemben vett kontinensközi áruforgalomról szó sem lehetett. A szállításokat a lassúság, bizonytalanság jellemezte és a szállított áruk mennyisége minimális volt.

### A mai áruforgalom időjárási kockázata

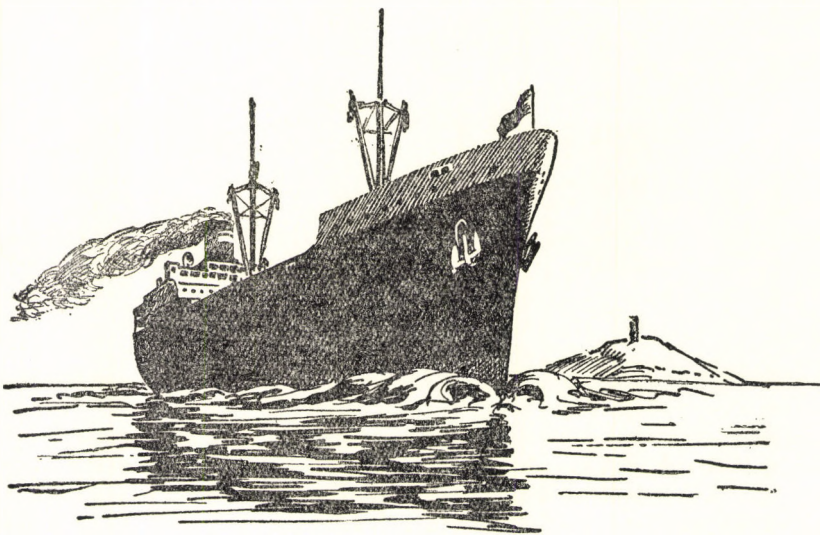
Ma az ipar és a háztartási fogyasztás igen sok olyan anyagot és árut követel meg, amelyeket százkilométeres, ezerkilométeres távolságokból vagy éppen távoli kontinensekről kell elhozni. A vasút, a kőolajtüzelésű hajó és a légitözeledés hatalmas árumennyiségeket szállít állandóan a világ egyik pontjáról a másikra. Technikai szempontból ma gyorsabban lehet egy áruszállítmányt a Földgömb átellenes pontjába eljuttatni, mint a középkorban egy ország egyik részéből a másikba.

A hatalmas anyag- és készárumennyiségek nagy távolságon át való szállítása azonban tág teret nyit az időjárás hatások érvényesülésének. Szállítás közben az anyagok és áruk a legkülönbözőbb időjárás károkat szenvedhetik



90. ábra.

el. Már a nyersanyagok közt is sok olyan van, amely szállítás közben az időjárás miatt károsodhatik. Még az ásványi eredetű nyersanyagok sem mentesek ettől,



91. ábra.



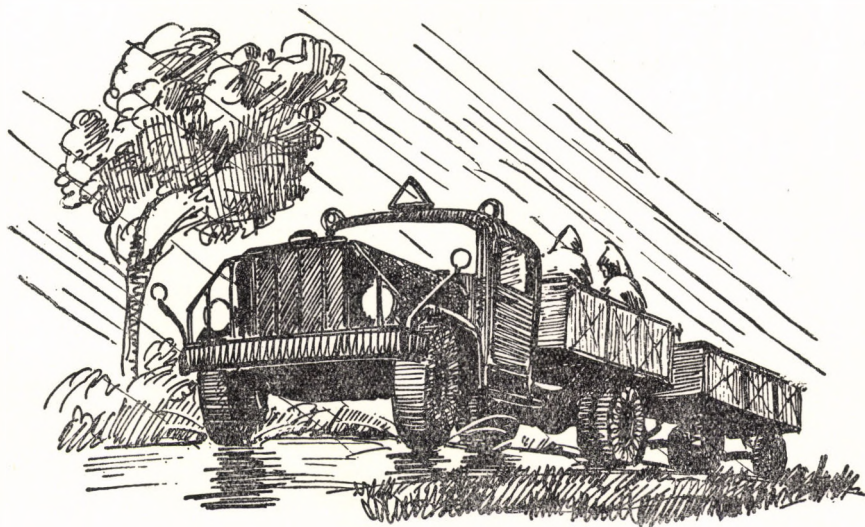
például egyes kőanyagok szétfagnak, a szénporban hosszabb szállítás folyamán öngyulladás következhetik be, a kőolajszállítmányt védeni kell az esővíz behatolásától, a sóküldemények nedves időben elnyirkosodnak stb.

Még sokkal érzékenyebbek az időjárás kártevő hatásaival szemben a szerves eredetű nyersanyagok. Ezek rothadnak, penészednek, nedves időben erősen megduzzadnak, száraz időben óriási súlyvesztéseket szenvedhetnek.

Fokozott időjárás érzékenységet találunk a fegyártmányok és a készárúk szállításánál. A fémtárgyakban a rozsdá tehet nagy kárt a szállítás folyamán, a szerves anyagból vagy műanyagból készült árukban pedig a rovarok, a levegőből való nedvességszívás, a felmelegedés okozta tágulás és a hideg okozta összehúzódás.

### Pillanatnyilag keletkező károk és tartós kárforrások

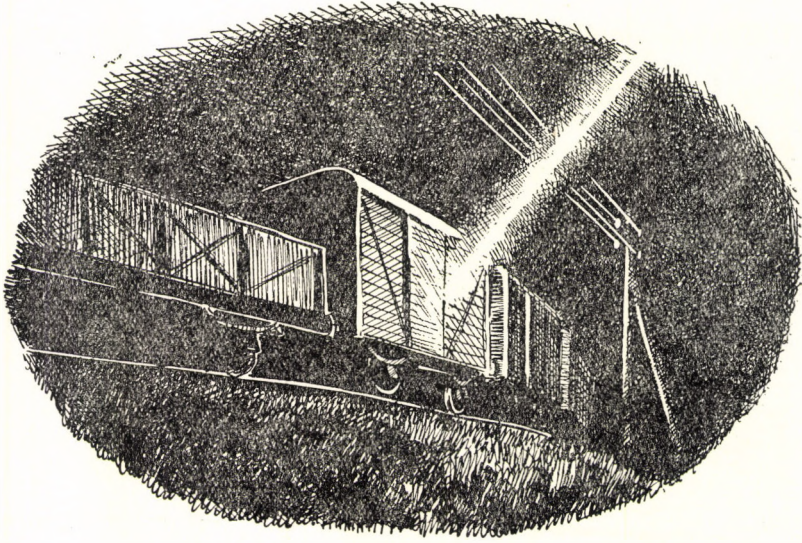
Az időjárás okozta szállítmánykárok egy része pillanatnyilag következik be (például a villám felgyújt egy gyúlékony anyagokat szállító tehervonatot), a károk többségének keletkezéséhez azonban hosszabb idő szükséges (például penészedés, rothadás, önmelegedési és öngyulladás folyamatok). Ha az árut gyorsan szállítjuk, akkor ezek a lassan kialakuló károk nem fenyegetnek. A gyors szállításnál még a pillanatnyilag keletkező károk valószínűsége is csökkenhet, pl., ha az árut a lassú tehervonat helyett repülőgépen szállítjuk, akkor még



92. ábra.

nyáron is kevésbé valószínű, hogy a rövid szállítási idő alatt egyáltalán lesz-e zivatar, sőt a repülőgép nagy mozgékonyasága lehetővé teszi, hogy a gép teljesen el is kerülje a zivatarok veszélyes részeit, ahol sok a villámcsapás. Ilyen gyors szállítási módoknál arra is sok alkalom van, hogy az időjárás rövid ideig tartó megjavulásait kihasználva, kedvező időben tétessük meg az egész utat, viszont a napok során át tartó vasúti szállításnál gyakran előfordul, hogy a szép időben útnak indított áru útközben súlyos időrosszabbodásnak van kitéve.

Éppen ezért a légi úton való szállításnak nagy szerepe van a legkönnyebben romló áruk szállítása terén: gyorsan fonnyadó zöldségek, tavaszi gyümölcs-újdonosságok, élővirágok, a hosszú vasúti szállítást el nem viselő kényes fajtálatok nagy távolságra való továbbításában.



93. ábra. Villámcsapás egy tehervonatba.

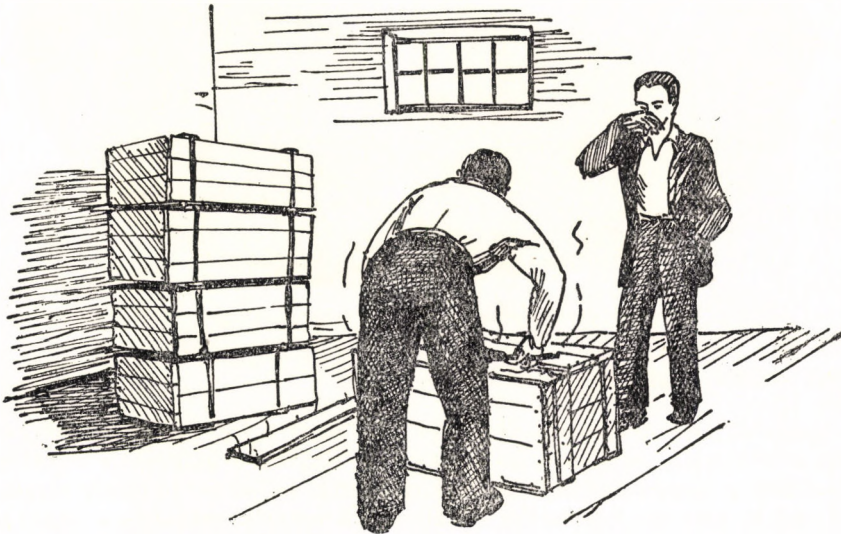
### A légi szállítmányok problémája

Sajnos az éremnek másik oldala is van, mert a légi szállítás, bár gyors és rugalmas útvonalú, egyben beleviszi az árut azokba a magasabb légrétegekbe, amelyekben a legerőteljesebb és leghirtelenebb időjárás hatások tombolnak. Nagy szelek, hirtelen hőmérsékleti változások érhetik útközben a repülőgépet. A légi út folyamán a szállított élőlény többek közt olyan alacsony légnyomás alá is jut, amelyhez nincsen hozzászokva. A légnyomás idelelt a földfelszín közelében kereken 1 atmoszféra, ellenben már 3 kilométeres magasságban kevesebb, mint 0,7 atmoszféra és ötfélt kilométer körüli magasságban csak fél atmoszféra. A szállító repülőgépek sík vidéken és szép időben nem szoktak 1—2 kilométernél magasabbra emelkedni, ellenben ha hegyeket vagy veszedelmes felhőtömegeket kell átrepülni, akkor 4—5 kilométerig való felemelkedés is szükségessé válhat. A fellépő légnyomáscsökkenést az állatszállítványok sokszor rosszul tűrik. Mint érdekes apróságot említjük, hogy néhány légiforgalmi vállalat megkísérelte élő puhatestű kagylós állatok szállítását, hogy ritka nyálánságot juttasson a meleg tengerektől távol lakó fogyasztók asztalára (osztriga). Ez a kísérlet balul végződött, mert a kagylóhéjjakat a külső nyomás tartja erőteljesen összecukva. Az állatok ahhoz vannak hozzászokva, hogy a földfelszínen uralkodó légnyomás és ezenfelül még a felettük levő vízoszlop nyomása is hat a kagylójukra. Ha a vízből kivesszük őket, már csak a légnyomás hat rájuk. De a tenger szintjében a légnyomás magában is elegendő ahhoz, hogy a kagylóhéjjakat összezárva tartsa. A légi út folyamán azonban a légnyomás 40—50%-kal is kisebbé válhat aszerint, hogy a repülőgép milyen magasra

kénytelen felemelkedni. A külső nyomás csökkenése miatt a kagylóhéjakk szét-nyílnak, ami a kis puhatestű állatok halálát jelenti. A szállítmány megromolva, értéktelenül érkezett meg rendeltetési helyére. Ez a példa mutatja, hogy igen kényes természetű élő szállítmányoknál még a légi út nagy gyorsasága sem küszöböli ki a szállítási károk lehetőségét.

### A szállítmányok érzékenységi skálája

Korunk gazdasági életében felsorolhatatlanul nagy azoknak az anyagoknak és áruknak a száma, amelyeket kisebb vagy nagyobb távolságra el kell szállítani. Ezek majdnem mind érzékenyek az időjárás iránt, de érzékenységük igen különböző mértékű lehet. A következő fokozatokkal találjuk magunkat szemben :



94. ábra. Romlott tartalmú láda felbontása.

Vannak olyan anyagok és áruk, amelyeket teljesen nyílt fuvarban, betakarás nélkül, az időjárás hatásainak teljesen kitéve lehet szállítani, pl. nyílt teherkocsiban, hajónak a fedélzetén.

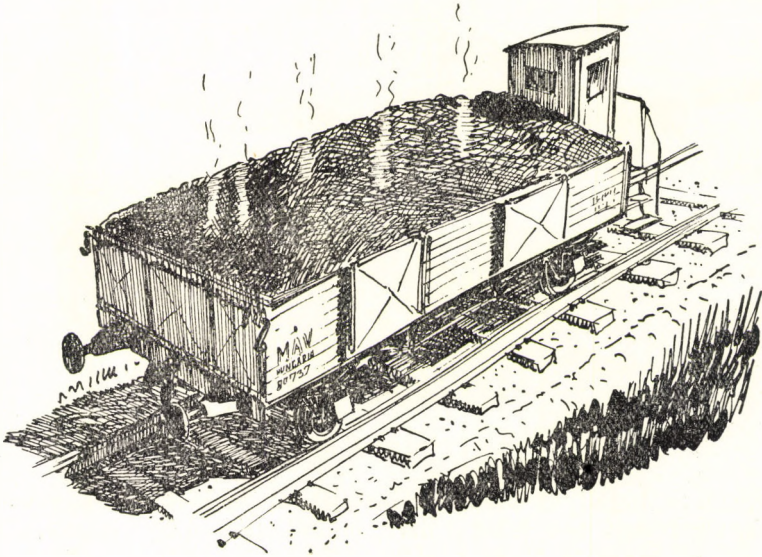
Vannak olyanok, amelyek nyitott helyen, ponyvával letakarva szállíthatók.

Harmadik fokozatban már zárt vagonra, zárt teherautóra, illetőleg a hajók belsejének zárt tárolóterére van szükség.

Végül a legkényesebb szállítmányok olyan zárt teret kívánnak, amely az időjárás ellensúlyozására különleges berendezésekkel van ellátva, úgymint hűtőkészülékekkel, fűtéssel, légnedvesítővel, a napsütés pótlására szolgáló hő- és fénysugárzókkal. Ezek a berendezések a raktártérben mesterséges éghajlatot létesítenek, amely lényegesen eltér a kártokozó külső éghajlattól (ún. klimatizáló berendezések).

## Mit lehet nyílt fuvarban szállítani?

Az első csoportba nem nagyon sokféle szállítmány tartozik. Az ásványi nyersanyagokon és a tüzfán kívül aránylag kevés árut lehet nagyobb távolságra teljesen szabadon, betakarás nélkül elszállítani. Még az építőanyagok közül is több olyan van, amely csak szép időben és csak bizonyos hőmérsékleten felül szállítható teljesen szabadon. Az épületfa erős megázása nem előnyös. Az oltatlan mész esőben tűzveszélyt okozhat. Az oltatlan mész ugyanis az esővíz által megoltódik. Ez a vegyi folyamat felmelegedéssel jár, igen heves esőben a fel-



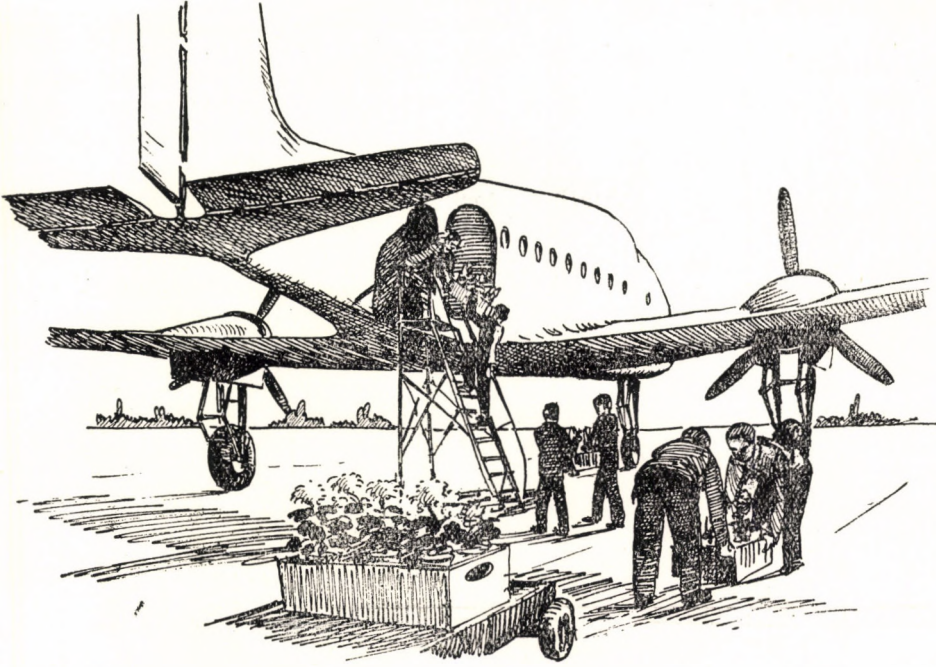
95. ábra. Öngyulladást szenvedő szén nyitott kocsin.

melegedés 150 fokig terjedhet. Könnyen égő anyagok tehát lángra lobbanhatnak tőle és a keletkező tüzet a jármű mozgásából származó menetszél gyorsan élesztheti és továbbterjesztheti hátrafelé. A mésztöltésből származó tüzet vízzel nem lehet eloltani és a meleg tömeget vízzel nem lehet lehűteni, sőt az oltási kísérlet még fokozza a hőfejlődést és alkalmat ad a tűz tovaterjedésére.

Gépeket, villamos berendezéseket a rozsdaveszély miatt általában nem lehet betakarás nélkül szállítani. A rozsdásodás veszélye nemcsak esős vagy havazásos időben fenyeget, hanem még csapadékmentes időben is olyankor, amikor a levegő nagyon nyirkos, nedves. Ezért betakarás nélkül csak olyan gépeket szokás szállítani, amelyek különben is a szabadban való tartós használatra vannak építve és így megfelelő rozsdamentes kivitelben készülnek, mint például gépkocsik, traktorok, mezőgazdasági és építőipari gépek stb.

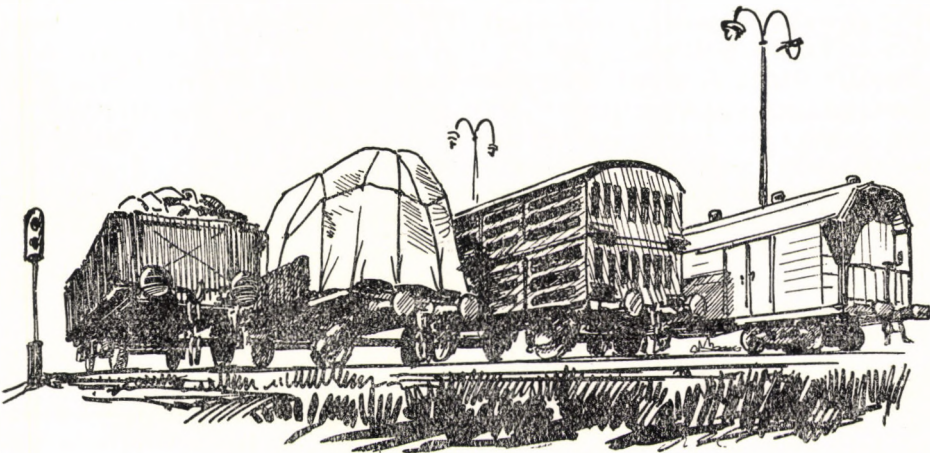
## Ahol zárt szállítóeszköze van szükség

A harmadik csoportba, a zárt kocsiiban vagy hajóban való szállításra utalt áruk közé, igen sokféle szállítmány tartozik. Sok áru nem bírja a nap-sütést. A könnyen beszáradó anyagokat a szél-től is meg kell védeni. Az ilyen árut zárt térben kell elhelyezni: csukott vasúti kocsikban, zárt felépítményű



96. ábra.

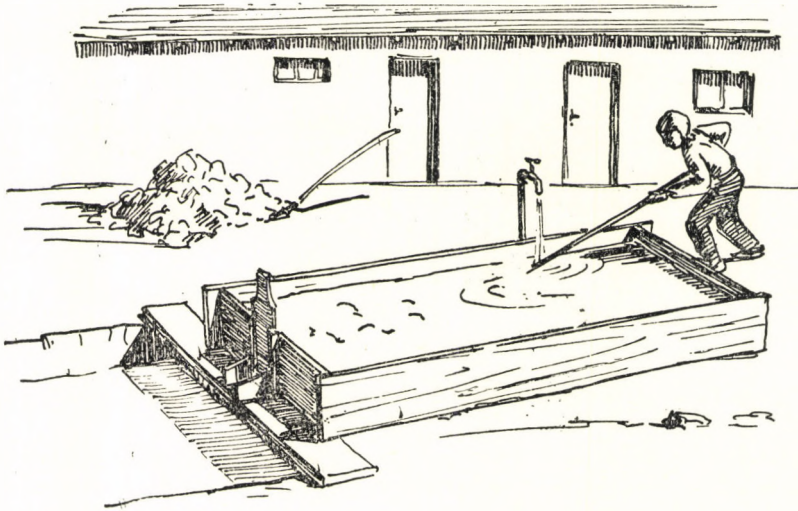
teherautókban, a hajók és uszályok belsejében. Idekerülnek a tűzveszélyes anyagok is, amelyeket nem lehet a mozdonyszikrák gyújtó hatásának kitenni. Végül az élő állatokat is olyan sokféle időjárási kártól kell szállítás közben megóvni, hogy nagyobb távolságba való elvitelük (szép nyári napok kivételével) csak zárható járművekkel oldható meg.



97. ábra.

## Klímaberendezésekkel ellátott járművek

Valamivel kisebb azoknak a nagyon értékes és nagyon kényes szállítmányoknak a száma, amelyeknél a közönséges zárt elhelyezés sem elegendő. Ezek a szállítmányok különleges hűtőberendezéseket, fűtést vagy klímakamrákat követelnek meg. A nagy tengeri hajókon, amelyek egy-egy útjuk alkalmával a Föld legkülönbözőbb éghajlati területein haladnak át, külön központi hűtőberendezések vannak a raktárhelyiségek számára a meleg éghajlat alatt való tartózkodás idejére. A különféle raktárhelyiségekben más és más mértékű hűtést tartanak fenn, az egyes áruk hőmérsékleti igényeinek megfelelően. Például más hőmérséklet kell a húsraktárban, más a gyümölcsraktárban, a nagy személyszállító hajók virágárusító üzletének virágraktárában stb. A régi hajó-



98. ábra.

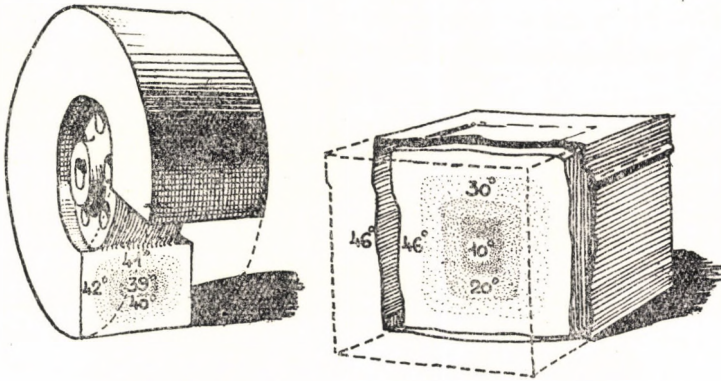
soknak az ivóvíz tárolása is nagy gondot okozott. A sós tengervíz ihatatlansága miatt minden hosszabb tengeri útra igen nagymennyiségű ivóvizet kellett tartályokban elszállítani. Néhányszáz főnyi utas jelenlétében olyan nagy vízmennyiségekre volt szükség, amelyek sok férőhelyet töltöttek ki. A bennük őrzött víz állott, fémízű, kellemetlen volt. A korszerűen felszerelt hajózásban ez a szállítási probléma többé nem merül fel, mert ma már eljárások vannak a tengervíz ihatóvátételére. Desztilláló készülékekben, vagy az úgynevezett ioncsere elvén alapuló sótalanító berendezésekben a nyílt tengeren is kifogástalan ivóvizet lehet előállítani olyan mennyiségekben, hogy egy nagy hajó utasainak szükségletét a meleg égővekben is fedezi.

A vasúti hűtőkocsiknak különleges meteorológiai problémáik vannak. Tejszállítmányok, tengerihal-szállítmányok és más könnyen romló élelmiszerek nagy tömegeinek elszállítására jelentékeny befogadóképességű hűtőkocsik és hűtőkocsi-vonatok állnak rendelkezésre. A kocsik hűtőberendezésének működésbentartása meglehetősen költséges. Minthogy a kocsi külső fala erős hőhatásoknak van kitéve a napsütés által és a meleg külső levegőben előálló élénk

menetszél által, azért a hűtőkocsiban nehezebb fenntartani egy előírt alacsony hőmérsékletet, mint egy hűtőházban. A külső meleg behatolása ellen hőszigeteléssel ellátott kocsifalak és tetők, valamint kettősfalú vagonok szolgálnak.

## A szép idő kártételei

Ne gondoljuk, hogy a szállítmányokban csak a »rossz idő« okozhat kárt, mint pl. a nagy eső, villámcsapás, pusztító szélvihar. Nagyon sokféle károsodás éppen a legszebb időjárásban történik. Derült, szélszendes, szép időben lépnek fel a legnagyobb hőmérsékleti ingadozások nappal és éjszaka között. A szép napokat viszonylag igen hideg éjszék váltják fel. A 24 óra alatt bekövetkező legmagasabb és legalacsonyabb levegőhőmérséklet a mi éghajlatunkban 20 fokot



99. ábra. Tömör fémtárgy és fémdobozban elhelyezett áru különböző felmelegedése napsütésben.

is különbözhet egymástól, a sivatagokban ez a különbség még sokkal jelentékenyebb is lehet. Maguknak a nyitottan fuvarozott áruknak a felszíne azonban délben még erősebben melegedik fel és éjjel még erősebben hűl le, mint a levegő. Fémtárgyak napos időben Magyarországon is felmelegedhetnek 50 fok fölé, amikor nincsenek mozgó levegővel körülvéve, tehát amikor szélszend van vagy ha szélárnyékban vannak elhelyezve. Kivált a sötétre mázolt, vagy érdes felszínű fémtárgyak nyelik el nagyfokban a napsütést és így ezek melegednek fel legerősebben. A fényesre csiszolt, tükröző fémfelületekről a napsugárzás egy része visszaverődik és ez a rész nem melegíti az illető fémeket. Az érdes, rozsdapikkelyekkel fedett, göröngyös felületű fémek ugyanolyan meteorológiai viszonyok között 5—10 fokkal is erősebben melegedhetnek fel.

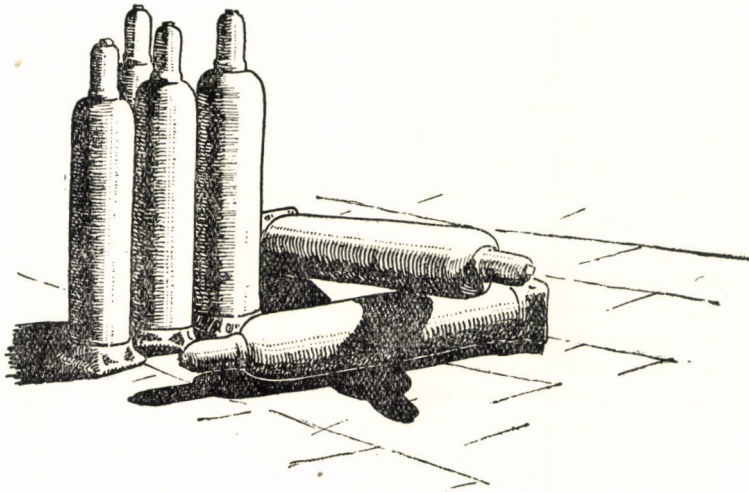
A fémekhez hasonló sorsuk van a fémdobozokba csomagolt, vagy fémtárgyakkal bevont áruknak is. Ha egy vékonyfalú fémdobozba olyan nemfém anyagot csomagolunk, amely lukacsos, rossz hővezetőképességű, akkor ez a doboz a külső rétegeiben még sokkal erősebben fog felmelegedni, mint egy tömör fémtárgy. A fémek ugyanis belsejük felé jól vezetik a meleget és egész tömegükben majdnem egyforma mértékben melegednek fel a napsütéstől. A rossz hővezetőkben ugyanaz a melegmennyiség a felszíni rétegeket melegíti fel igen nagy fokban, a belsőt pedig sokkal kevésbé. Azok az áruk, amelyeknek már a felülete is rossz hővezetőkből áll, csak a legkülső rétegükben melegszenek fel, de ott azután annál erősebben.

Az erős és hirtelen nappali felmelegedés sokféle kárt okozhat. A felmelegedő anyagok hirtelen kitágulnak, és pedig a felületükön erősebben, mint a belső, kevésbé melegedő részeikben. Ez az anyag belsejében rombolást okozhat. A nedves anyagok és a folyadékok a felmelegedés folytán igen erős párolgást szenvednek. Néhány napsütéses meleg óra nagyobb folyadékvesztést okozhat, mint az egész éjszaka vagy borult időben a teljes 24 órának az eltétele. A jármű gyors mozgásából származó menetszél megsokszorozza ezt a vízvesztést. A szállított növények elfonnyadnak, esetleg teljesen kiszáradva gyűlékony állapotba jutnak; az állatokat a szomjanhalás veszélye fenyegeti.

Nagy hőség idején egy másik veszedelem is leselkedik az állatszállítványokra. Az állandó testhőmérsékletű (»melegvérű«) állatok az igen nagy meleget is jól tűrik mindaddig, amíg testükről kellő mennyiségű vizet tudnak elpárologtatni, mert a párolgás sok meleget von el. A vízpárologtatás részben a bőrfelületről történik a verejtékmirigyekben termelt izzadságból, részben pedig a tüdőben játszódik le és a képződő vízpára a kilehelt levegővel távozik a szervezetből. A lovak melegben erősen verejtékeznek, a kutyaéknak ellenben nincsenek verejtékmirigyek és testük hőszabályozását csak a tüdejükben folyó elpárologtatás támogatja. Mind a kétfajta elpárologtatás azonban csak akkor maradhat bőséges, ha az állat az elvesztett vízmennyiségeket ivás útján pótolni tudja. Ugyancsak akadályozza az elpárologtatást, ha az állatok zárt kocsiban mozdulatlan levegőben szorosan egymás mellé vannak zsúfolva. Ilyenkor fülledt meleg időben a hóguta veszedelmébe kerülnek. A hóguta megelőzésére szolgál a menetközben való itatás, szellőzőablakok nyitása a kocsiknak a menetirányba néző végén és a kocsi két oldalán, valamint a túlságos zsúfoltság megszüntetése.

### Vigyázat! Gázpalackok!

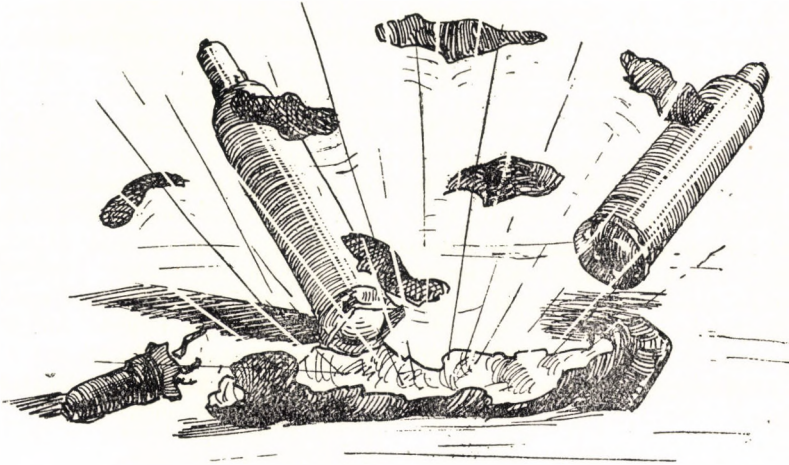
Nagy szerencsétlenség származhat gázpalackszállítványok felmelegedéséből, ha gondatlanság folytán közvetlen napsütésbe kerülnek. A gázpalack fémfala erősen nyeli el a napsugárzást, az egész palack hőkapacitása ellenben



100. ábra.



csekély, úgyhogy a felvett hőmennyiségtől igen magas hőmérsékletre kerül. A felmelegített gáznak a nyomása veszedelmes mértékben megnő. Többórás napsütésnek kitett palackokban a gáznyomás oly nagyra válhat, hogy a páncélpalackot szétveti. A páncélpalack darabjai százméteres távolságra repülhetnek és az útjukba kerülő embereket megölhetik. A robbanás veszedelme még akkor is fennáll, ha a palackban olyan gáz volt, amely magábanvéve nem tűz- vagy robbanásveszélyes (például széndioxid). Ellenben tűznek és utólagos újabb robbanásnak a veszedelme következik be, ha a palack tartalma hidrogén vagy propán-bután gáz volt.



101. ábra.

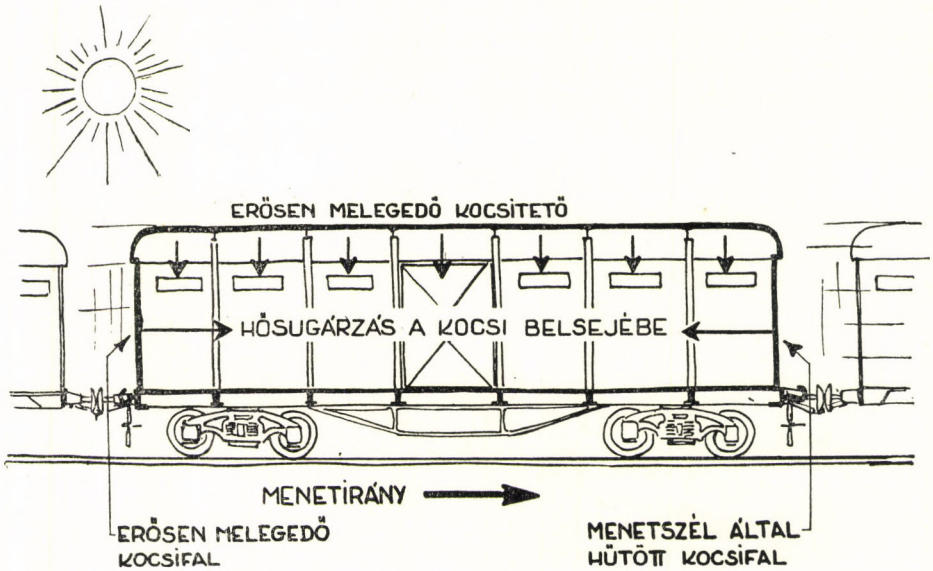
## Rohamos éjjeli lehülés

Ugyanazok az anyagok, amelyek a napsütésben legerősebben melegednek fel, azok az éjszaka folyamán legerősebben is hűlnek le. Lehülésük 4—5 fokkal is erősebb lehet, mint a felettük levő levegőé. Végeredményben tehát a nyílt fuvarban szállított anyagok nappal erősebben melegednek fel, mint maga a levegő, éjjel pedig erősebben hűlnek le. A levegő hőmérsékletének 20 fokkal nappal-éjszakai ingadozásával szemben a nyitva szállított áruk felszíne kétszer ilyen nagy hőmérsékleti változásnak is ki lehet téve egyetlen napnak a leforgásán belül. A gyorsan lejátszódó nagy hőmérsékleti ingadozások az anyag gyorsan egymásra következő tágulásait és összehúzódásait okozzák, és pedig oly módon, hogy a felszíni rétegek erősebben és előbb tágulnak ki és húzódnak össze, mint az alsók. Kivált a gyors esti lehülésekből származó hirtelen összehúzódás sok anyag felszínén lemezes lehasadások alakjában okoz kárt.

Hasonló károk nappal is előfordulhatnak, ha egy nagy sebességgel száguldó vonat vagy autó egy hirtelen időváltozásba rohan bele: a napsütésben előzetesen nagyon felmelegedett anyagok egyszerre borult ég alá kerülve kijutnak a napsütés hatása alól, egyidőben pedig erőteljes hűtőhatás alá juthatnak, amely hideg szélről és reájuk hulló hideg esőtől származik.

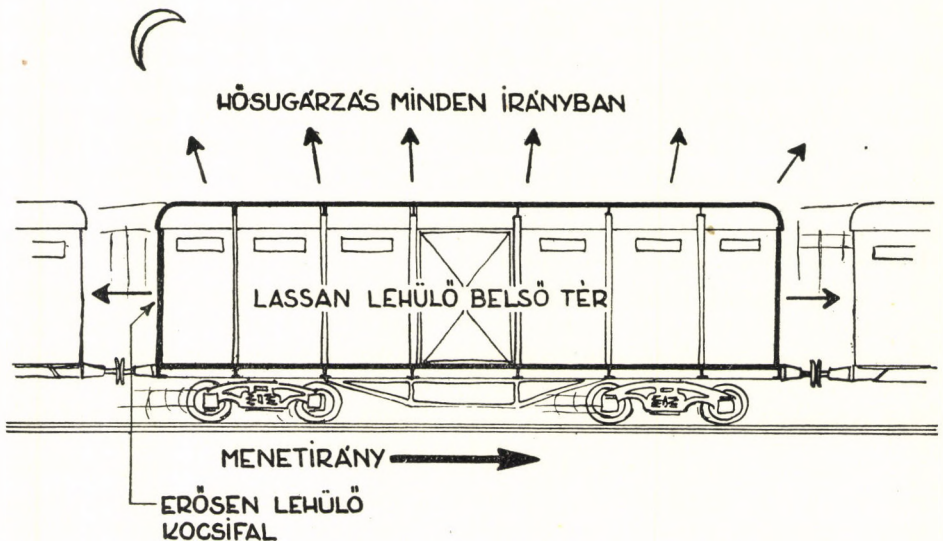
## Nappal és éjszaka a zárt járműveken

Ha az árut nem nyílt fuvarban szállítjuk, hanem zárt kocsikban vagy hajó belsejében, akkor a napszakos hőváltozások kissé más módon jelentkeznek. A nappali felmelegedés a kocsi belsejében is sokkal erősebb, mint magának



102. ábra. Vasúti kocsi hőháztartásának szemléltetése nappal.

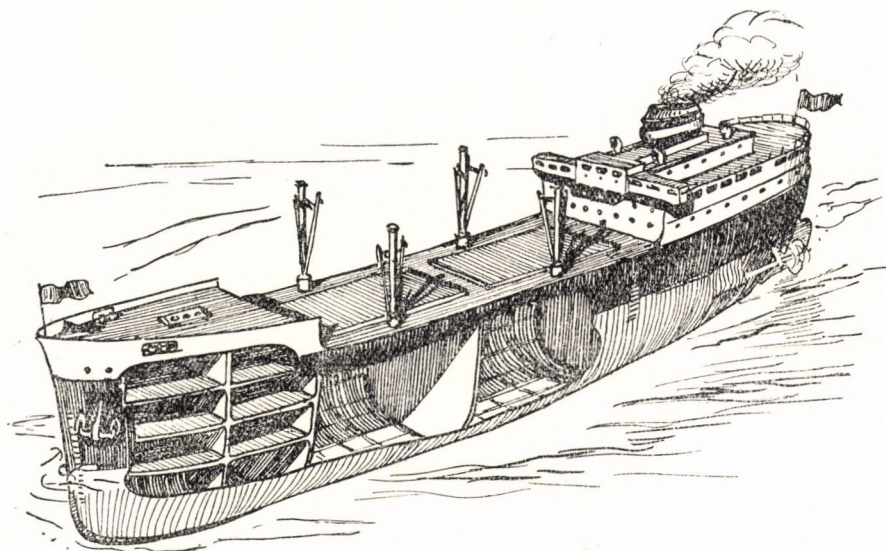
a külső levegőnek a felmelegedése. Ezt mindenki tudja, aki nyári melegben vonaton utazik. A kocsi tetőzete és oldalfalai ugyanis erősen nyelik el a napsütést,



103. ábra. Vasúti kocsi hőháztartásának szemléltetése éjjel.

jóval a levegő hőmérséklete fölé melegednek fel és magas hőmérsékletük folytán erősen átmelegítik a kocsí belsejében levő, aránylag csekély levegőmennyiséget is. Ezenkívül közvetlen sugárzás útján is jelenetékény hőtöbbletet juttatnak a kocsiban levő élőlényekbe és tárgyakba.

Kissé más a helyzet az éjszakai lehűlés folyamán. A vagonok fala és teteje most is gyorsan és erősen hűl le és ez idővel a kocsí belsejének lehűlését is előidézi. De a rövid nyári éjjelek hamar eltelnék és ezalatt a kocsí belseje többnyire nem válik hidegebbé, mint a nyitott fuvarban szállított anyagoknak a felszíne. A hosszú téli éjszakákon azonban ez is bekövetkezhetik.



104. ábra. Teherhajó kétféle raktárhelyisége.

Hajón nagy különbség van a fedélzeti raktárak és a hajótest mélyében, a vízvonal alatt fekvő tározóhelyek klímája között. A fedélzeti raktárak a napsütésben módfelett felmelegszenek és éjjel könnyen hűlnek le. A vízvonal alatti hajótérben egyenletesebbek a hőmérsékleti viszonyok, a felmelegedés lassabban következik be, de ha már létrejött, akkor napokon át makacsul megmarad. A nagy kazánok sugárzása és vezetett hője a vízalatti hajótérnek egy részét állandóan igen melegen tartja.

### Hűtés és fűtés a repülőgépen

A repülőgépek fémteste napos időben már indulás előtt erősen átmelegszik és ezt menetközben a nagysebességű légáram külső hűtőhatása is csak kevésbé ellensúlyozza. Napsütés nélküli időben a magas légrétegek alacsony hőmérsékletei érvényesülnek a gép belsejében. Ezért sokszor van szükség a szállító repülőgépeken úgy a mesterséges hűtésre, mint a fűtésre is. Mind a két feladat könnyen oldható meg. A hűtést menetközben már kisméretű szellőzőnyílások is biztosítják, amelyeken át a külső hideg levegő nagy sebességgel özönlik be a gépbe. A fűtés azzal oldható meg, hogy a motorok nagymennyiségben képződő meleg égési gázait a motorgondolákból csővezetékeken behozzák a gép testébe és csak azután bocsátják ki a szabadba.

## Fagyérzékeny áruk

A szállítási meteorológia egyik legfontosabb jelensége a fagyokozta károsodás. Legkényesebb anyag ebben a tekintetben a víz, mert megvan az a veszedelmes kiváltsága, hogy megfagyáskor nem húzódik össze, hanem hirtelen 9%-kal nagyobb térfogatot ölt, ennél fogva szétrepesztheti a tartályt. Kisebb mértékben veszedelmes minden olyan folyadék, amely vizet tartalmaz. Azok az oldatok, amelyekben víz az oldószer (pl. cukorszörp, ásványvizek) valamivel kevésbé könnyen fagyasztják szét a tartályukat, mint a tiszta víz. A vizes oldatokon ugyanis a fagyáspontcsökkenés jelensége mutatkozik: 0 fok alatt fekszik a fagyáspontjuk, éspedig annál alacsonyabban, minél töményebb az



105. ábra. Mikor fagy meg?

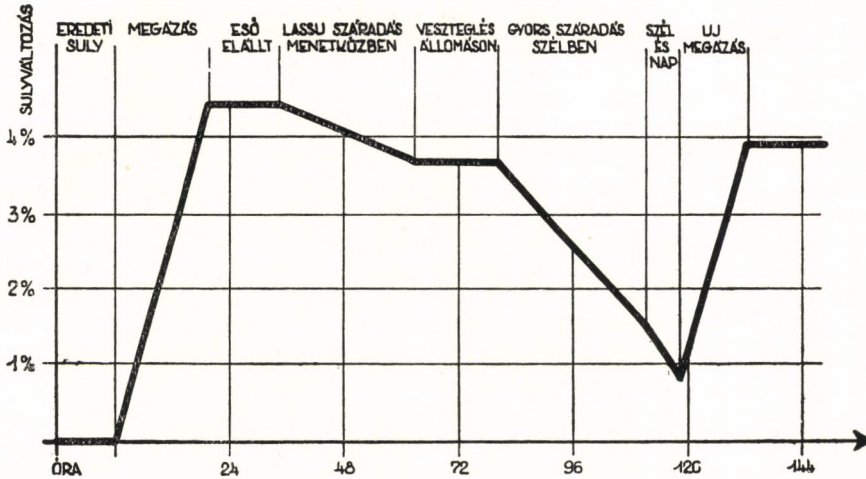
illető oldat. Így például a 10%-os konyhasó-oldat csak  $-7$  fokon fagy meg, a 25%-os konyhasó-oldatot pedig még  $-20$  fok körüli hidegben is megfagyás nélkül szállíthatjuk.

Minden szállítási kár nélkül adhatunk fel télen is olyan folyadékokat, amelyek vizet nem tartalmaznak. Az ilyen folyadékok, pl. tiszta alkohol, glicerin, higany, még megfagyásuk esetén sem szenvednek kárt, mert megfagyásuk nem jár térfogati növekedéssel. Belefagynak a szállító edénybe anélkül, hogy azt szétvetnék. Melegebb környezetbe jutva ismét felolvadnak.

A vendéglátó ipart érdeklő italszállítmányok sem fagnak meg azonnal a 0 fok alá való lehűléskor. Az ásványvizek  $-4$  fokig még szállíthatók. A borok közül a nagyobb alkoholtartalmúak jobban bírják a hideget. A múlt századok kemény telei alkalmával feljegyezték, hogy a bort megfagyott állapotban, zsákba téve lehetett szállítani. A mezőgazdasági termények nagyrésze fagyveszélyes. Különösen kényes feladat télen a cukorrépa, takarmányrépák és a burgonya szállítása. Ezek a termények igen nagy tételekben kerülnek szállításra, azért különlegesebb védelemben nem részesíthetők, hanem a téli időjárás enyhülései alkalmával kell gyors elszállításukról gondoskodni. Hirtelen bekövetkező fagyhullám az útonlevő egész szállítmány megromlására vezethet, ezért elindítása előtt okvetlen meg kell hallgatni a Meteorológiai Intézet véleményét.

## Kétféle hőség-kár

Meleg időben meg kell különböztetnünk azokat az árukat, amelyeknek csak a nedves meleg árt és azokat, amelyek a száraz melegtől mennek tönkre. Az első csoportba tartoznak a rothadó, penészedő anyagok, például az erősen érett gyümölcsök, kivált az eper- és szilvaszállítmányok. Az áruk egy másik nagy csoportjának a száraz meleg árt, és pedig főképpen a szárító, vízelvonó hatása által. Az élő szállítmányokon kívül ide tartoznak például a finomabb bőrárúk. A száraz hőség ezeknek az árucikkeknek a megrepedezését okozza.



106. ábra. Egy hosszabb utat tevő tűzifa-rakomány súlyingadozásainak vázlatja erősen változókéony időben.

## A csomagolás tudománya

A csomagolási károknak egy része megelőzhető a csomagolási technika fejlődése útján. Tudunk vízmentesen, légmentesen, rozsdamentesen csomagolni. Be tudjuk az árukat hőszigetelő anyagokba is burkolni. Vannak védőburkolatok a napsugárzás elszíntelenítő, fakulást okozó hatása ellen; ezek a burkolatok a látható fény számára áttetszők, de a fakulást okozó ibolyántúli sugarakat visszatartják.

A műanyagipar kitűnő új anyagok egész sorát állítja már elő, amelyek ezeket a feladatokat sokkal könnyebben megoldhatóvá teszik, mint évtizedekkel ezelőtt voltak. De még ma is vannak a csomagolástechnikának megoldásra váró kérdései. Egyrészt a csomagolás végrehajtása igen sok munkaidőt köt le és nagy költségeket okoz, tehát csak az értékesebb darabárúknál van igazi alkalmazási lehetősége. Másrészt egy-egy csomagolási mód többnyire csak egyféle időjárási behatás ellen ad védelmet, például csak az eső ellen vagy csak a felmelegedés ellen. Többféle időjárási veszedelem kiküszöbölése sokszor ellentmondó követelményeket támaszt, például a légmentes elzárás többnyire erős felmelegedésnek is kiteszi az árucikkeket stb.

## Az időjárás súlyváltozások

Sok kereskedelmi és elszámolási probléma származik abból, hogy bizonyos anyagok az időjárás hatása alatt nagymértékű súlyváltozásokat szenvednek el: súlyuk szállítás közben lényegesen csökkenhet, vagy meg is növekedhetik.

A meteorológiai eredetű súlyveszteségek többféle jelenségből származnak. Az egyik a könnyen párologó anyagokon lép fel. Ezek meleg szeles időben nagy tömegveszteségeket szenvedhetnek. A szelet azonban a sebesen haladó járművek saját menetszele is pótolhatja. Meleg időben tehát általában nagy párologási veszteségek szoktak előállni, kivéve ha a meleg levegőnek igen nagy páratartalma is van, ami a messze délfelől érkező szubtrópusi tájakról származó légtömegekben szokott előfordulni. A könnyen olvadó anyagok már mérsékelten meleg időben is folyóssá válnak, megrongálják a burkolatukat és szállítás közben kárbaveszhetnek. Van sok olyan anyag is, amely saját maga nem párolog és nem olvad el, azonban jelentékeny mennyiségű vizet tartalmaz és a víz elpárologása által károsodik, vagy legalábbis sokat veszít a súlyából. Az élő anyagok mind ilyenek.

A súlygyarapodást többnyire az okozza, hogy az illető árucikk nedves időben vizet szív magába. Ennek a jelenségnek is kétféle alakja van. Ha az áru megázik, vagy ha olvadófélben levő hó borítja, akkor folyékony víz hatolhat be az áru belsejébe. A megázott tűzifa 10%-kal is nehezebbé válhat. Ezenkívül egyes anyagok nemcsak folyékony vizet vesznek nagy mennyiségben magukba, hanem a levegőben levő láthatatlan vízgőzt is magukba gyűjtik és ezáltal is jelentékeny tömeggyarapodásra tehetnek szert. Ezt hívjuk higroszkóposzágnak, magyar szóval nedvességszívásnak. Az ilyen anyagok tehát nemcsak esőben vagy hóolvadás idején növelik meg a súlyukat, hanem csapadéknélküli időjárásban is, ha maga a levegő ködös vagy nyirkos. Erősen nedvességszívó áruk például a gyapjúneműek, a tollpárnák és pihetakarók, a selyem-árúk.

A nedvességszívó anyagoknak az a tulajdonságuk, hogy száraz levegőbe jutva megint elveszítik a magukba gyűjtött vízmennyiségeket: a lekötött víz visszaalakul vízgőzzé. Éppen ezért ezek az anyagok nemcsak súlygyarapodást, hanem (időváltozások után, vagy egy más éghajlat alá érkezve) nagy súlyveszteségeket is mutathatnak. Sokszor az a gyanú merülhet fel, hogy a súlyhiány nem időjárás jelenségekből származik, hanem a szállítmány megdezsmálásának a következménye.

A közlekedési tolvajok többnyire az olyan küldeményeket szokták fosztogatni, amelyeknek a súlya időjárás okok folytán is változhat, mert cselekményüket így nehezebb felfedezni. Gyakori visszaélés, hogy olyan súlyveszteséget is az időjárás hatásaként igyekeznek feltüntetni, amely lopásból állott elő. Más esetekben a meteorológiai súlygyarapodásnak megfelelő árumennyiséget utólag lopják el a szállítmányból, például nagyobb eső után a tolvajok arra számítanak, hogy a súlygyarapodás miatt nem derül ki a tettük.

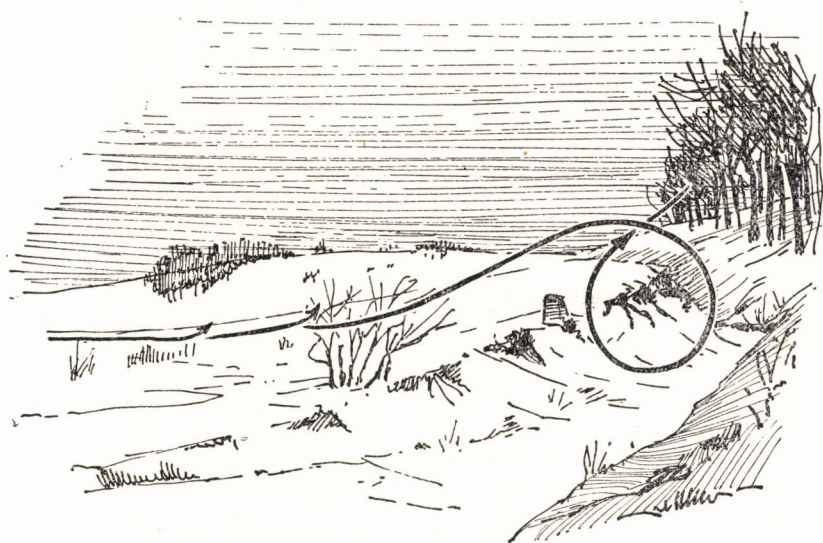
Ha egy vállalat súlyhiánnyal kap meg egy küldeményt, felmerül a kérdés, mennyiben okozhatta ezt természetes meteorológiai súlycsökkenés. Ennek elbírálására két alapelv szolgál. Az egyik, hogy az áruk legnagyobb részének meteorológiai súlyvesztesége 2%-nál kevesebbet szokott kitenni; a 2%-nál nagyobb súlyhiány tehát már eleve is gyanús. A másik alapelv a szállítás útvonalán fennállott időjárás megvizsgálása. A Meteorológiai Intézet mindenkor véleményt tud mondani arról, hogy egy megadott útvonalon, megadott időpont-

ban történt szállítás alkalmával fennálltak-e olyan időjárási okok, amelyek természetes súlyvesztéséget hozhattak létre.

A szállítás közben előálló meteorológiai súlytöbblet általában nagyobb szokott lenni, mint a kedvezőtlen időjárásban előálló súlyvesztéség. Ennek az az oka, hogy a higroszkópos anyagok aránylag gyorsan vesznek magukba a nedvességet, de kiszáradásuk hosszabb időt kíván és a szállítás folyamán többnyire csak részben folyhat le. Hasonlóképp az esőből származó súlytöbblet is aránylag hamar bekövetkezik, ellenben az áru esőtáni kiszáradása megint csak lassú, hosszadalmas folyamat.

## Szállítmányelakadások

A szállításra kötelezett vállalatok az áru megküldése helyett olykor »akadályjelentéseket« küldenek annak a szervnek, amelyhez szállítaniuk kellett volna. Az akadályjelentések igen gyakran időjárási indokokra hivatkoznak, mert az időjárás kedvezőtlen alakulása többféle tekintetben is akadály lehet a tervezett szállításnak.



107. ábra. Hóakadály képződésének vázlata.

Először is: komolyabb szállítási kockázatot jelentő időjárás alkalmával a kényes, romlékony árukat nem lehet útnak indítani. Fagyveszély idején, nagy hőségek idején sokféle fagyérzékeny, illetőleg könnyenromló árunak a szállítását le kell tiltani. Az 1954. évi február nagy hideghullámai idején elmaradtak a nagyobb távolságra szóló borszállítmányok, pedig a borok a kevésbé fagyérzékeny árucikkek közé tartoznak.

Kivételes időjárási események idején maguk a közlekedési eszközök is elakadhatnak, például a vasúti szállítás fennakad a nagy téli hófúvások miatt a pályatestet károsító felhőszakadások és árvizek miatt. A hajózást az alföldi folyókon a száraz időjárásból származó vízhiány és a téli jégképződés hosszabb időre megszakíthatja. A légi közlekedés az áruszállítások szempontjából arány-

lag legkevésbé szenved időjárási nehézségektől, mert az időjárási akadályok (zivatar, köd, jegesítő felhők) mind gyorsanmúló természetűek, többnyire néhány órán belül megszűnnek vagy elvonulnak és így napokig tartó fennakadás a légi áruszállításban csak nagyon ritkán következik be (pl. kivételesen nagy havazások alkalmával, amikor a repülőtér kifutópályáiról a rendkívüli hőtömegeket nem tudják azonnal eltávolítani). A légi úton való szállításnak már említettük azt a nagy előnyét, hogy a nagyon rövid ideig tartó időjárási javulásokat is ki lehet használni. Még a nagyon tartós kedvezőtlen időszakokon belül is előfordulnak rövid átmeneti időjavulások: fél napra vagy néhány órára megjavul az idő. Minthogy a légi közlekedésnek jól kiépített meteorológiai szolgálata van, azért ezeket a kis javulásokat a forgalom intézői már előre tudják és még a párórás javulás is elegendő ahhoz, hogy egy sokszáz kilométer távolságba szülő repülést végre lehessen hajtani.

Az országúti szállítást sokszor az útviszonyok teszik lehetetlenné. Itt nemcsak néhány százméteres hosszúságú kifutópályát kell a hótól megtisztítani, mint a repülőgépek számára, hanem az útnak az egész hosszában el kell végezni a hóeltakarítást, tehát sokezerszeresen nagyobb tisztogatási munkát kell végrehajtani.

A sima hóréteg eltakarításán kívül meg kell szüntetni azokat a nagy hótorlaszokat is, amelyeket a szél épít fel az utakon. Hótorlaszok azokon a helyeken képződnek, ahol valamilyen nagyobb akadály áll a szél útjában (domb, hegy, épület, hosszú magas kőkerítés, sűrűn nőtt cserjesor stb.). Még ha a szabad területen vékony is a hótakaró, az ilyen akadályok mentén a szél sok méter magasságú torlaszokat építhet, mert olyan hőmennyiségeket használ fel ehhez, amelyeket nagy területről, kilométeres távolságokból kapott fel.

Szerencsére nem minden szél tud a hóból akadályokat építeni, hanem csak a nagyon heves, hömpölygő jellegű szelek; és nem minden hóréteg alkalmas a hótorlaszok keletkezésének táplálására, hanem csak a könnyen elfújható, laza, száraz porhó, amely jóval 0 fok alatti hőmérsékleten esett le és amelyen utólag sem képződtek olvadások és összefagyások mindaddig, amíg a hömpölygő jellegű szél megérkezett.

A nagy hófúvások keletkezéséhez tehát két különleges körülménynek az összetalálkozása szükséges: élénk, hömpölygő jellegű szélnek olyan vidék felett kell elsuhannia, ahol porhóállapotban levő, könnyen felragadható hőmennyiségek fekszenek a földön. Ha ennek a két időjárási körülménynek az összetalálkozása bekövetkezik, akkor rövid idő alatt is nagy torlaszok keletkeznek. A szél által felépített torlaszokban a hó állapota már egészen más, mint a földeken fekvő porhórétegben volt. A szél által összefújt hó sokkal sűrűbb, keményebb, erősen szélnek kitett helyeken a hó szinte kőkeménységűre sajtódik össze. Ez a szélsajtolta hó magától nehezen olvad el, eltávolítása pedig nagyon nehéz munka. Igen veszélyes hótorlaszok képződhetnek az útbevéágásokban, ha a bevéágás tengelyiránya merőleges a szélre. A bevéágás gyakran színültig megtelik keményre sajtolt hóval még akkor is, ha 10 méternél nagyobb a koronamagassága. A befuvott helyek kiszabadítása napokig tartó megfeszített munkát kíván. De ha közben a szél újból megindul, néhány óra alatt a bevéágást újból teljesen betemeti.

Olyan vidékeken, ahol a kemény burkolatú úthálózat nincs még kellően kiépítve, a nagyobb arányú esőzések nyomában és a hóolvadások nyomában fellépő sár heteken át akadályozhatja a forgalmat. Felhőszakadások és árvizek az úttesteket és az áthidalásokat éppen úgy tönkre tehetik, mint a vasúti pályákat. A téli ködök az országúti forgalomban sokkal súlyosabb és veszedelmesebb

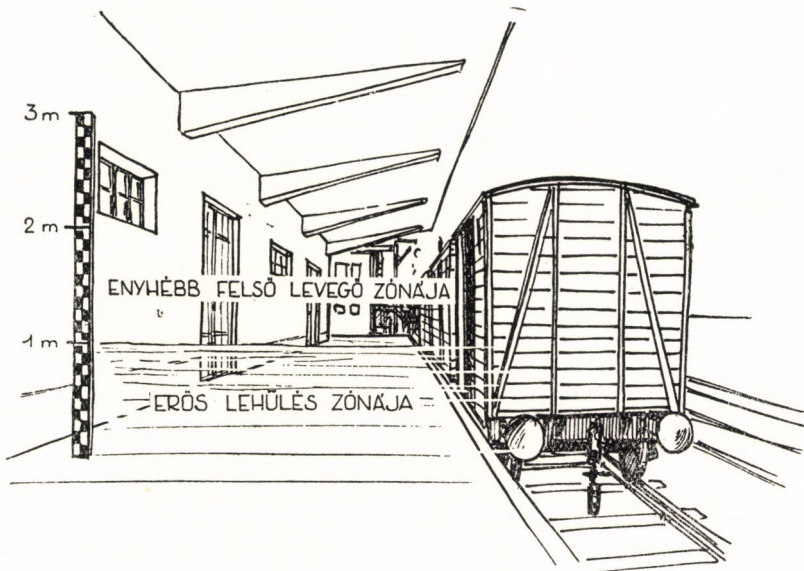


akadályt jelentenek, mint a vasúti közlekedésben. Az országúti közlekedés tehát úgyszólván egész éven át ki van téve időnként előforduló, meteorológiai eredetű forgalmi fennakadásoknak.

A szállítások elakadását azonban legtöbb esetben nem a közlekedési járat teljes elmaradása okozza, hanem az, hogy a feladó üzem nem meri kitenni az érzékeny áru fajtákat a szállítási kockázatoknak. Sokszor már az áru berakását, előkészítését is akadályozza a kedvezőtlen időjárás, ha ezeket a műveleteket a szabadban kell elvégezni. De néha ürügyként is használják az időjárást egy-egy szállítás elmaradásának vagy megkéésésének az igazolására. Ha a feladó intézmény vagy a szállítást végző vállalat kártérítéssel tartozik a késedelmekért, akkor többnyire vita fejlődik ki köztük és a címzett között arról, hogy az elhasztás okvetlenül szükséges volt-e, vagy nem. Ilyen ügyekben a meteorológusnak kell véleményül mondania, vajon indokolt volt-e az időjárásra való hivatkozás vagy nem.

### És ki a felelős?!...

De nemcsak azzal követ el mulasztást a szállítmány feladója, ha kellő időjárási ok nélkül halaszt el egy különben teljesíthető szállítást. Hibáztatandó a feladó üzem akkor is, ha olyan időjárásban indítja el az árut, amikor az áru épségben való megérkezésére kevés a kilátás. Az elindító szerv tehát nehéz helyzetben van és nem jár el helyesen, ha a döntést kétes esetekben teljesen



108. ábra.

a saját felelősségére teszi meg. Sokkal célszerűbb megoldás, ha az elindító szerv nem saját maga ítéli meg az időjárást, amelyhez végeredményben nem is ért, hanem távbeszélő útján tanácsot kér a Meteorológiai Intézettől. Ha a kapott tanácsot követi, akkor többnyire elkerüli a károkat és mindenképpen elkerüli a címzett részéről való utólagos panaszokat. Természetesen a meteorológus csak

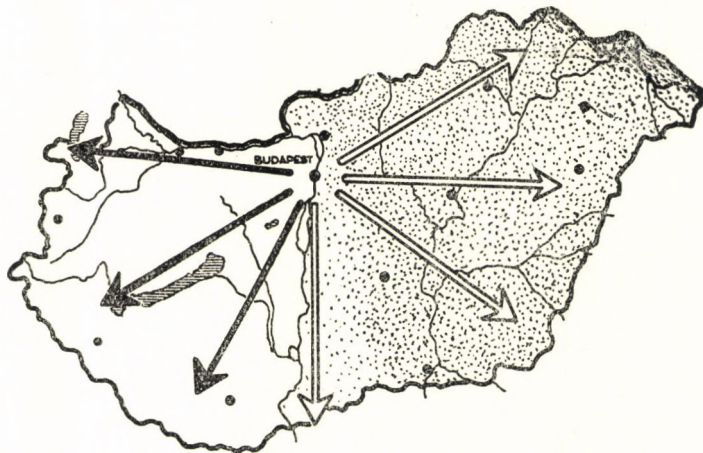
akkor adhatja meg a kívánt felvilágotítást, ha a kérdező fél pontosan közli, milyen érzékenyséű árut, milyen útvonalon, milyen közlekedési eszközzel kíván szállítani; nyílt vagy zárt fuvarban történik-e majd a szállítás; milyen csomagolás fogja az árut útközben megvédeni. Az sem közömbös, hogy a szállítás lassú mozgással és hosszú veszteglésekkel történik-e, mint a vasúti teherárúké, vagy gyorsan és rövid megszakításokkal, mint a gyorsárúké. A menetsebesség különösen a szélhatások és az elpárolgási veszteségek szempontjából fontos.

Fagyérzékeny áruknál azt is figyelembe kell venni, hogy alacsonyan vagy magasan helyezik-e el őket, mert a nyitott kocsik alján vagy a rakodóház közvetlen néhány fokkal hidegebb van a derült, csendes éjszakák vége felé, mint 1—2 méterrel magasabban. A legalsó légrétegekre szorító talajmenti fagy ősztől tavaszig igen gyakori jelenség, sokkal gyakoribb, mint a minden magasságban fellépő általános fagyok. Amikor pedig a magasabb légrétegekben is kialakul a fagy, akkor az alsókban a fagy mindig még erősebben jelentkezik.

### Túlzott óvatosságból könnyen el is késheetünk

Kedvezőtlen és célszerűtlen szokás az, hogy egyes üzemek nem akkor készítik el és indítják útnak a kényes szállítmányaikat, amikor kedvező időre van kilátás, hanem csak akkor, amikor a kedvező időjárás már néhány nap óta fennáll. Az előnyös alkalmat ezzel legtöbbször el is mulasztják, mert Magyarországon a mi változékony jellegű éghajlatunk mellett gyakran előfordul, hogy az időjárás két-három nap leforgása alatt újból lényegesen megváltozik és a vélt óvatosság ilyenkor súlyosan megbosszulhatja magát. Elég ritka eset, hogy az időjavulás kezdete után pár napos késéssel elindított áru még jó időben teheti meg az egész utat.

A helyes eljárás megint az, hogy a feladó intézmény szoros kapcsolatot tart fenn a Meteorológiai Intézettel. Két-háromnaponkénti telefonbeszélgetésekből előre értesül az időjárás várható fordulatairól. A kedvezőtlen napokat az áruk előkészítésére használja fel és a készenálló szállítmányokat azonnal útnak indítja, mihelyt az előre várt időjárási fordulat bekövetkezett. Így még a rövi-



109. ábra. Szállítási lehetőségek egy téli fagyhullám átvonulásakor. A Dunántúlra már lehet szállítani, az Alföldre még nem.

debb időjavulásokat is teljesen ki lehet használni. A szállítmányok előbb érnek a távoli fogyasztóhoz és az elindított szállítmányokat nem érik hirtelen időváltozásokból származó veszedelmes meglepetések.

Persze különbséget kell tenni az ország különféle részei felé történő szállítások között. Az időváltozások igen sokszor nyugatról kelet felé vonulnak át az országon. A rosszabbodások is és a javulások is egy-két nappal korábban léphetnek fel a Dunántúl nyugati részein, mint a szélső keleti megyékben. Ezért gyakran előfordul, hogy a nyugati megyék felé menő szállítmányokat már egy nappal korábban lehet útnak indítani, mint a kelet felé menőket. Viszont az Alföld felé sokszor még olyankor is szállíthatunk, amikor nyugat felé már nem lehet.

Mivel az időjárás nem mindig vándorol nyugatról kelet felé és mivel a vándorlás sebessége is nagyon különböző lehet, azért errenézve is esetenként való felvilágosítás szükséges. A fontosabb szállításokat útnakindító üzemek emiatt is mindennapos kapcsolatot tartanak fenn az időjelző szolgálattal.

### **A szállítás használhat is az árunak**

Eddig csak arról beszéltünk, hogy a szállítás közben fellépő meteorológiai hatások milyen károkat okoznak az árukban. A szállítás közben előforduló számtalan károsodási lehetőség miatt sokan úgy képzelik, hogy szállítás közben az áru mindig csak károsodhatik, vagy legjobb esetben semmi baja sem történik. Ezzel szemben a valóság az, hogy az utaztatás sokszor javára is lehet az árunak.

Az újfajta időjárás vagy újfajta éghajlat, ahova az áru eljut, kedvező átalakulásokat is okozhat benne. Félig érett gyümölcsök szállítás közben beérnek, veszedelmesen nedves áruk az új meteorológiai környezet hatása alatt kiszáradnak. A menetközben kapott napfény, élénk légjárás, a szállítással járó megmozgatás sok árunak hasznára van.

Mégis a káros hatások többségben vannak a szállítás közben fellépő előnyös meteorológiai következményekkel szemben: a szállításközbeni meteorológiai hatások több árunak ártanak, mint amennyinek használnak.

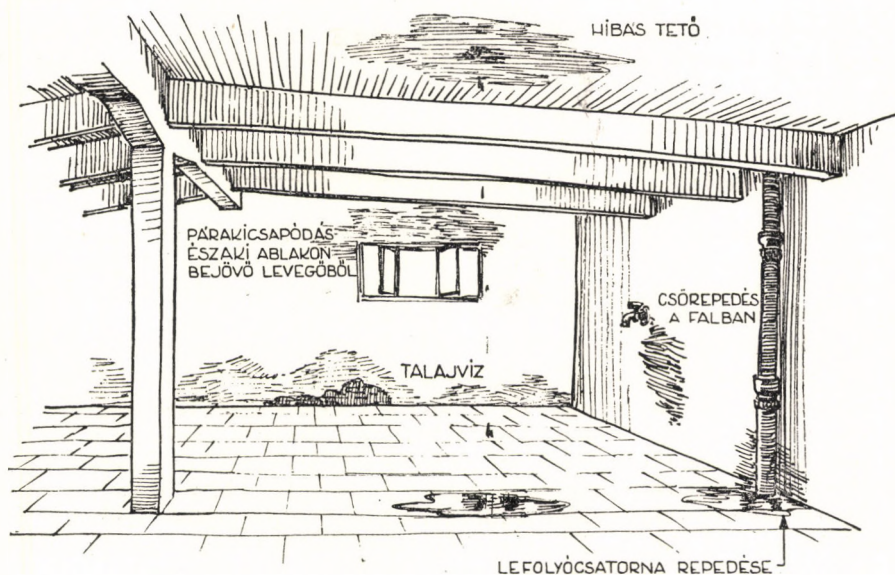


## A raktározás meteorológiai vonatkozásai

A raktárakban elhelyezett, szétosztásra vagy felhasználásra váró áruk is igen sokféle meteorológiai hatásnak vannak kitéve. Ezek magának a raktárhelyiségnek a sajátos meteorológiai viszonyaiból, az úgynevezett raktárklímából származnak.

Itt a védekezést megkönnyíti, hogy a változások nem lépnek fel olyan hirtelenül, mint az útonlévő áruknál, amelyeket nagy sebességgel beleviszünk más időjárású környezetbe. De viszont az időjárásnak az egyhelyben lejátszódó hirtelen változásai a raktárklímában is érvényesülnek és a hosszú ideig raktáron levő áruk sokszor nagy károsodásokat szenvednek el. Ezért a raktárhelyiségek helyes megválasztása igen fontos. Minden áruajtának megvannak a maga többé-kevésbé szigorú igényei a raktárhelyiség klímája iránt.

Legérzékenyebbek a raktárklíma iránt is a szerves eredetű anyagok, növényi és állati termékek. Érzékenyséjük főképp a raktár levegőjének nedvességtartalma iránt és hőmérséklete iránt nagyfokú.



110. ábra. A raktár nedvességének forrásai.

## Nedvességi károk

A nedves raktárban fellépő penészedési és rothadási károk közismertek. Papírraktárakban, nyomtatványraktárakban, könyvkészletek raktáraiban a nagyfokú légnedvesség súlyos károkat tehet. Nedves raktárakban az összes higroszkópikus áruk (cukor, méz, só, selyem- és gyapjúárúk) károsodnak, ezenkívül még súlynövekedést és térfogati duzzadást is tapasztalunk rajtuk, ami magábanvéve is megnehezíti a kezelésüket. A mézre például olyan hatása van a nedves helyen való raktározásnak, hogy felső rétege felhígul a magába szívott víztől. Ezért a kereskedelem légmentesen csomagolja a mézet, például cellofánba vagy más átlátszó, légmentesen záró műanyagokba.

A nedves raktárhelyiség többnyire hűvös is. A raktárklímának ez a két vonása kölcsönösen támogatja egymást, mert az alacsony hőmérséklet megnehezíti a víz elgőzölgését, a víznek a jelenléte viszont útját állja az erősebb felmelegedésnek. Sok raktárhelyiség nedves volta abból származik, hogy az épületnek az északi, napfénytelen oldalán van elhelyezve. Hasonló helyzetet találunk domboknak, hegyeknek az észak felé néző oldalán vagy szűk völgy-szorosokban. Más helyeken azonban a nedvességnek nemcsak meteorológiai oka van, hanem talajnedvességből, épületszigetelési hibákból, csőrepedésekből, hibásan vezetett levezetőcsatornákból táplálkozik.

Bármilyen okból vagy okokból származik is a helyiség nedves volta, a nedvességnek a mértéke mindenkor a külső időjáráshoz igazodik. Amikor a külső levegő is nedves, nyirkos, akkor a belső nedvesség fokozottan jelentkezik. Amikor kint hosszabb ideig meleg száraz idő van, akkor a falnedvesség és a helyiség levegőjének nedvessége is csökken. Éppen ezért egy kiszemelt raktárhelyiségnek a nedves voltát nem lehet mindig egyformán könnyen megállapítani. Ha kedvező időben tekintjük meg a helyiséget, a nedvesség nyomait nehezebb észrevenni, de néhány hét múlva vagy néhány hónap múlva kellemetlen meglepetés érhet bennünket. Emiatt leghelyesebb, ha az ilyen szemléket esős, hűvös időre halasztjuk, ha pedig erre nincs lehetőség, akkor szakember segítségét vesszük igénybe, aki a kisebb gyanús nyomokat is felismeri.

## Hogyan segíthetünk a raktárklíma nedves voltán?

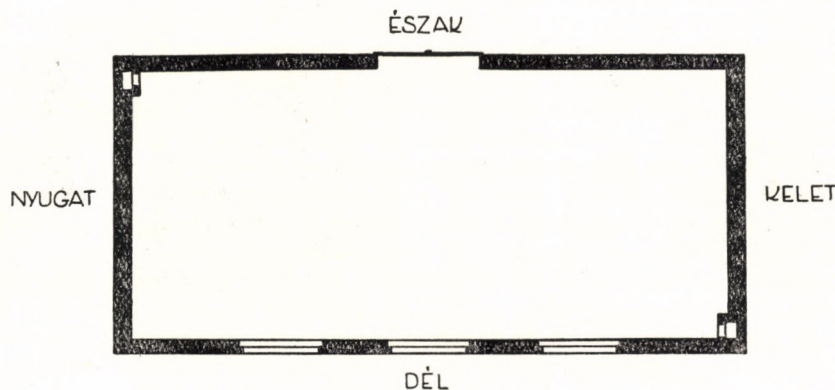
Sok mindent tehetünk, hogy a nedves raktárklímát megjavítsuk. A vízbe-szivárgások megszüntetésén kívül két fontos rendszabállyal javíthatjuk meg a nedves raktárklímát: melegítéssel és szellőzéssel (pontosabban mondva: léghuzat létesítésével).

A melegítés megkönnyíti a helyiség kiszáradását és megnehezíti a levegőben levő vízgőznek a kicsapódását. Ha a raktár azért hideg és napfénytelen, mert csak észak felé van ablaka, de viszont egy másik égtáj felé van szabadon-álló fala, akkor célszerű ebben ablakot létesíteni, hogy a napsütés a raktárba bejusson. Ahol ez nem lehetséges, ott az észak felé néző ablakot aszerint nyitjuk és csukjuk, hogy odakint melegebb van-e vagy hidegebb, mint a raktárban. A melegítés legbiztosabb módja a fűtés. Ez néha külön költség nélkül is megoldható, ha az épületben levő központi fűtés csöveit át tudjuk vezetni a raktárhelyiségen, vagy ha egy különben is fűtendő helyiséget telepítünk a raktárral szomszédosan.

Vannak azonban áruk, amelyek a melegítést sem tűrik jól. Ezeknek olyan raktárra van szükségük, amely hűvös, de mégis száraz. Ezt szellőzéssel bizto-

síthatjuk. A szellőzést többnyire nem motorral kell megvalósítani, ami állandó üzemköltséggel terhelné a raktár használatát, hanem kisméretű szellőzőnyílásokkal, amelyek önműködőleg létesítenek levegőmozgást, ha meteorológiailag helyesen helyezzük el őket. A raktárhelyiség két ellenkező oldalán kell a szellőző nyílásokat elhelyezni, mert (a teljesen szélcsendes napokat nem számítva) a ház két oldala közt mindig fennáll bizonyos csekély légnyomási különbség, és ez elegendő ahhoz, hogy a nyílásokon át léghuzat induljon meg. A léghuzat a párás levegőt a helyiségből kiviszi és a további párolgást előmozdítja.

A szellőzőnyílásoknak azonban elzárhatóknak kell lenniök, mert hűvös időben, amikor a külső hőmérséklet lehűl a helyiség belső hőmérséklete alá,



III. ábra. Szellőző nyílások célszerű elhelyezése nedves raktárban.

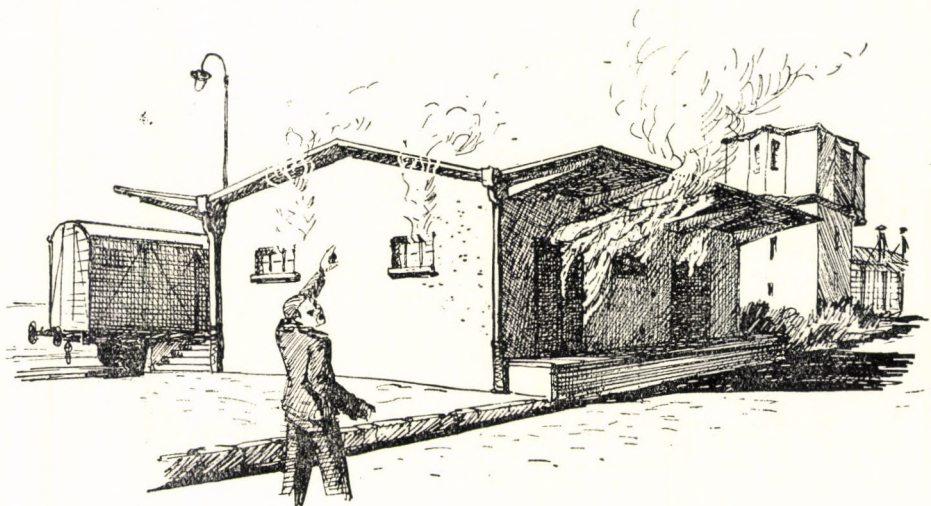
a szellőzés már nem kívánatos, sőt az ősz és tél nagy részén egyenesen ártalmas lehet. Nagy téli szélviharok idején viszont a szellőzés megint kedvező hatású lehet, mert ilyenkor a külső levegő vízgőztartalma nagyon csekély és elpárolgató képessége nagyon jelentékeny.

Ha az áru természeté megengedi, akkor legcélszerűbb a fűtést és szellőzést együttesen alkalmazni. Gyenge fűtést adunk, és a külső időjáráshoz alkalmazkodva nyitjuk és zárjuk a szellőzőnyílásokat.

A szellőzőnyílásoknak nem kell nagyméretűeknek lenniök, de viszont fontos a jó elhelyezésük. Nem sokat érünk el azzal, ha a nyílások mind ugyanazon a falon vannak egymás mellett vagy egymás alatt. Két szomszédos ablak kinyitásánál többet ér, ha két ellentétes falon vagy két egymásra merőleges falon létesítünk kisebb nyílásokat. Célszerű, ha ezek a nyílások különböző magasságban vannak a helyiség padlója felett, az egyik falon magasan, a másikon alacsonyan. Nagyon jó, ha a helyiség úgy fekszik, hogy az egyik nyíláscsoport nyugati vagy északnyugati oldalon a szabadba nézzen, a másik nyíláscsoport pedig lehetőleg az ellenkező égtáj felé. Ezzel biztosítjuk, hogy a nálunk igen gyakori nyugati és északnyugati szelek alkalmával a helyiség jó átszellőzést kaphasson. A Tiszántúlon, mivel ott a délnyugati és északkeleti szelek igen gyakoriak, kissé módosul ez a szabály, ott főképpen a délnyugat-északkeleti irányú átszellőzés lehetőségét kell biztosítani, ilyen elhelyezésű nyílások lesznek leghatékonyabbak.

Szellőzött raktárakban valamivel nagyobb a tűzveszély, mint a nem szellőzött raktárban. A légáram szikrákat sodorhat be, a nyílásokon át gondat-

lanul eldobott cigarettavégek kerülhetnek a raktárba. A léghuzat gyorsan éleszti a tüzet, egyben pedig felhígítja a füstöt és így a tüzet nehezebb idejekorán észrevenni. A zárt raktár nyugvó levegőjében a tűz sokszor magától alszik ki, vagy pedig olyan tömény füstöt fejleszt, amely hamar magára hívja a figyelmet. Mindezek szükségessé teszik, hogy az erősen szellőzött raktárakban még fokozottan tartsuk be a tűzrendészeti megelőzés rendszabályait. A szellőzőnyílásokat célszerű fémhálósával ellátni.



112. ábra. Tüzeset lassú fejlődése lezárt raktárban.

## Hőmérsékleti hatások a raktárban

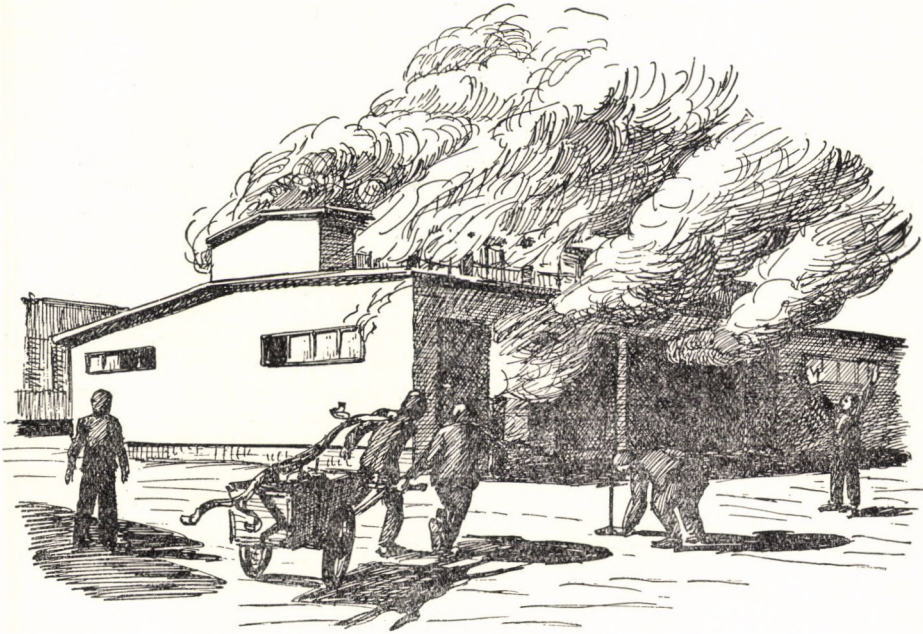
Az áruknak egy másik csoportjára éppen a száraz, meleg helyiségek veszedelmesek. Ilyen raktárakban nagy vízveszteségek állnak elő, a bőrárak megrepedeznek, a nedvességszívó anyagok zsugorodnak, az élő növényi áruk elfonnyadnak, a gyümölcsök összeasznak. A szélsőséges szárazság és erős napsütés ártalmas az asztalosárakra, bútorokra, különösen pedig a gumból készült árucikkekre.

Nagyon gondosan kell megválasztanunk a raktárklímát, ha gumiárukat tárolunk benne. A gumi érzékeny a meleg iránt, érzékeny a fény iránt. Már a téli szobafűtés is károsítja a gumit, ha éveken át raktározzuk, úgy mint pl. a háború esetére előkészített gázálcokat. A lámpafény nem ártalmas, ellenben a napfény káros, nemcsak mert erősebb, hanem valószínűleg azért is, mert ibolyántúli sugarak is vannak benne. Ha a levegő százalékos páratartalma bizonyos értéknél nagyobb, akkor a gumiárak elpusztulnak. Ezáltal a hideg helyiségek is veszedelmessé válnak a gumira. A hideg közvetlenül nem árt ugyan, de télen a fűtetlen helyiségekben olyan magasra emelkedik a páratartalom, hogy a gumiárak mégis kárt szenvednek. A gumiárak raktárát tehát fűteni kell, de csak gyengén; a hőmérsékletnek nem szabad elérni a téli lakáshőmérsékleteknek megfelelő értékeket.

Hogyan valósíthatjuk meg azt a különleges raktárklímát, amely a gumiáru kényes elhelyezési igényeit kielégíti? Nyáron sötét és hűvös, télen pedig fűthető

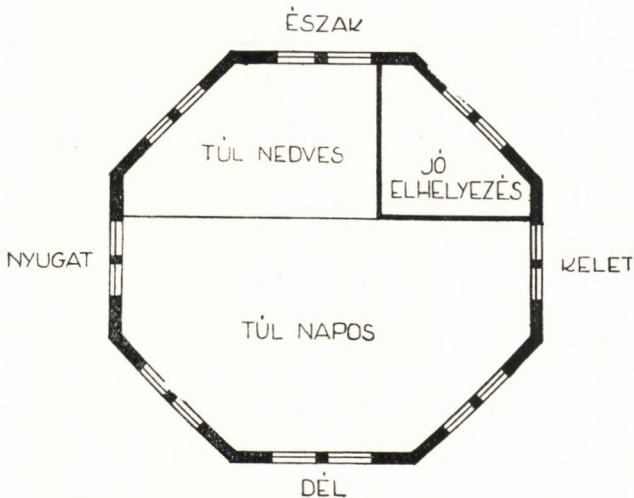


helyiséget kell kiválasztanunk. Legjobban megfelelnek ezeknek a kívánságoknak azok a pincehelyiségek, amelyek valamely épület északkeleti oldalára néznek. Ugyanis a pincehelyiségek nyáron nem melegek és télen nagyon kevés költség-



113. ábra. Tűzeset gyors nagyfejlődése lezárt raktárban.

gel adhatunk bennük gyenge fűtést. Az északkeleti oldal pedig szerencsés átmenetet jelent a szélcsendes, könnyen fűthető, de nyáron napos keleti oldal és az árnyékos, de szeles és nehezen fűthető északi oldal között.



114. ábra. Gumiáru raktározási helyének kiválasztása az épület különféle égtájak felé eső oldalán.

## Gombakárok és állatkárok

Tartós raktározás folyamán az élővilág kártevői sok veszedelmet hozhatnak az árukra. A szerves eredetű anyagok kivétel nélkül ki vannak téve ennek a kockázatnak, ha meg nem felelő környezetbe kerülnek. A penészgombák még szervetlen anyagokat is megtámadnak, például van olyan gomba, amely üveg-tárgyakat rongál meg. Az állatvilágból a rovarok óriási légiója és a kis rágcsáló emlősök (egér, patkány) jelentenek kárforrásokat. Mindezek ellen az áru gondos kezelése, ellenőrzése, fertőtlenítése, a helyiség gyakori átvizsgálása szükséges. Az alkalmasan megválasztott raktárklíma azonban nagy segítséget jelent. A gombakárok nedves és sötét helyeken fenyegetnek. A rovarok meteorológiai igényei különbözők. Egyesek mérsékelt légnedvességgel is megelégednek és a világosságot kedvelik, mások a sötétséget. Olyan árukban, amelyeknek maguknak is jelentékeny nedvességtartalmuk van, a rovarok akkor is kárt tehetnek, ha a helyiség különben nagyon száraz. A meleg raktárak általában inkább rovarveszélynek vannak kitéve, a hideg nyirkos raktárak pedig főképp a gombák útján való károsodásnak. A rovarkárok ellen a néhány év óta forgalomban levő kitűnő kontaktmérgek nagy segítséget adnak, mert az emberre hatástalanok, a rovarok nagyrésztét ellenben teljesen kipusztítják. Emellett nem szükséges ezeket magára az árura juttatni, elegendő, ha a helyiség padlóján vagy falain keskeny sávban helyezzük el őket.

## A szénraktározás érdekes meteorológiai kérdései

Sokan gondolják, hogy a tüzelőanyagok közömbösek a raktárklímával szemben. Nyugodtan lehet őket bárhol elhelyezni, száraz időben még a szabadban is, vagy csak az erősebb megázástól kell őket megóvni.

Sajnos ez távolról sem igaz, mert legfontosabb tüzelőanyagaink, a szénfélések, kedvezőtlen elhelyezés mellett sok bajnak a forrásává lehetnek. A szén



115. ábra.

persze nem olyan érzékeny a raktárklíma finomabb vonásaival szemben, mint a romlékony élelmiszerek vagy a kényes textilárak. De van néhány követelmény, amelyet a szén elhelyezésekor okvetlenül be kell tartanunk.

Mindenekelőtt tudnunk kell, hogy a nagy, darabos szenet másképp kell tárolni, mint a szén kezelése közben visszamaradó szénport. Alkalmatlan elhelyezésben mind a kettőben öngyulladás következik be és olyan gáz képződik (a »széngáz«, vegytani nevén szénmonoxid), amely veszedelmesen mérges és erősen

robbanékony. Ez a levegőnél valamivel könnyebb anyag, ezért a pincéből gyorsan felhatol a lakásokba és munkahelyekre. Nincsen sem színe sem szaga, ezért észrevétlenül támadja meg áldozatait és jelenléte csak a tömeges rosszullétekből szokott kitűnni. Még növeli a szénraktárak tüzeinek veszedelmességét, hogy a kigyulladt szénrakást vízzel eloltani jóformán lehetetlen. Másféle oltási eljárások is csak akkor hatásosak, ha a tűz kezdeti szakában használjuk őket: sem a poroltás, sem a gázzal való oltás később már nem eredményes. A szénraktárak öngyulladására tehát igen veszedelmes esemény. Mivel az öngyulladás a hibás raktározás következménye, azért azt a tanulságot kell levonnunk, hogy a nagyobb szénkészleteket csak a leggondosabban megválasztott mikroklímában szabad elhelyezni.

## A darabos szén elhelyezése

A nagyobb darabokból álló, kevés szénport tartalmazó kőszén száraz mikroklímában kell elhelyezni. Esővíztől védett, jól szellőzhető, lehetőleg szélnek kitett helyiségek a legcélszerűbbek. Nyári raktározásra oldalfalnélküli félszerek is megfelelnek, de még jobb az olyan félszer, amelynek nyugat felé oldalfala van, mert ez megakadályozza az eső beverését.

A száraz raktárklímát azért kell megkövetelnünk, mert a levegő vízgőztartalma előmozdítja a darabos szén önmelegedését és öngyulladását. A széndarabok felszínét ugyanis egy kénvegyület borítja, a pirit, amelynek már neve is arra utal, hogy ez az anyag bizonyos körülmények közt tűzveszedelemnek a forrásává válik. A veszedelmet a megázás és a nagy légnedvesség azáltal idézi fel, hogy a víznek és a levegő oxigénjének hatására a pirit egy vegyi folyamatban vesz részt: cserebomlás útján vasszulfát és kénhidrogén keletkezik. Ez a vegyi folyamat már magábanvéve is hőfejlődéssel jár, a szénnek a felülete felmelegszik.

Ez azonban a veszedelmes folyamatnak még csak a legelső lépése. Egy további jellemény az, hogy a piritbevonat elpusztulása következtében a szén érdesebbé válik, felszíne lényegesen megnő. A megnövekedett felületen a szén mohón nyeli el a levegő oxigénjét. Az oxigénelnyelést további, jelentékeny felmelegedés kíséri, ami a széntömeg kigyulladására vezethet.

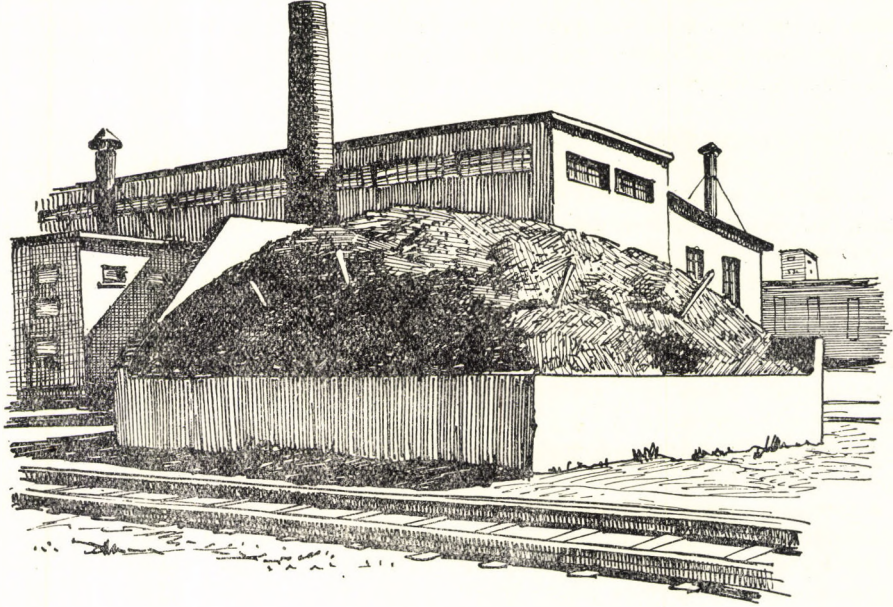
A szén öngyulladása alattomosan kezdődő folyamat, mert a melegedés a szénhalmaz belső részében legnagyobb és az égés ott kezdődik. Nagy szénhalmazok a belsejükben már napok során át éghetnek, még mielőtt a felszínükön ennek észrevehető jele mutatkoznék. A szénhalmaz belsejébe sülyesztett vilamos távhőmérő azonban még az öngyulladás bekövetkezése előtt megmutatja a közelgő veszedelmet az önmelegedés korai fokán. A villamos hőmérőt bizonyos fokig pótolhatjuk egyszerűen azzal is, ha fémrudakat tolunk be a nagy szénhalmaz belsejébe; a fémek jó hővezetőképessége miatt a rúd külső vége is érezhetően megmelegszik, ha a szénhalmaz belsejében megindult a hőfejlődés.

A különféle szénfajták nem egyformán öngyulladás-veszélyesek. A régebbi földtörténeti korokból származó fekete szenek nehezebben végeznek öngyulladást. Csak nagyon rossz raktárklímában szokott ez rajtuk bekövetkezni, például ha nagyon erősen megáznak. A fiatalabb barnaszén öngyulladása viszont könnyebben lép fel. A hazai szenek nagyrésze meglehetősen öngyulladás-vezélyes.

Minél kisebb darabokból áll a szén, annál könnyebben következik be az öngyulladása, mert ilyenkor a széndarabok együttes felszíne aránylag nagy a tömegükhöz képest. A nagy felületeken sok pirit bomlik el és sok oxigén nyelődik el, tehát a keletkező hőmennyiség nagyobb. Ez a nagyobb hőmennyiség

aránylag kevés széntömegre oszlik el, tehát gyorsabb és erősebb felmelegedést fog előidézni.

Nagyon sok függ a raktárhelyiség alakjától és a szénhalmaznak az alakjától. Szűk és magas helyiségekben a szenet magasra vagyunk kénytelenek felhalmozni, a magas szénhalmaz belső részeiben a meginduló felmelegedés zavartalanul folytatódik, mert kifelé alig van lehetőség a hőleadásra. A gondos elhelyezés lapos, alacsony, különálló kisebb halmazokban történik. Ehhez meg-



116. ábra.

felelő tágas férőhely szükséges. Kisebb darabokból álló, öngyulladásra hajlamos barnaszenekeket egy méternél magasabb halmazokban nem szabad elhelyezni.

Különleges veszedelmet jelent az, ha a nagy szénhalmaz alsó részébe valahonnan víz szívárog be, például csőrepedésből vagy talajvízből. A nagy szénhalmaz alsó része nem száradhat ki, tartósan nedves állapotban marad. A széndarabok közti levegőben viszont elegendő oxigén van jelen ahhoz, hogy a pirit cserebomlása végbemehessen és a szénfelületek oxigénkötése további felmelegedést biztosíthasson.

A lakóházak pincéiben is fontos szabály, hogy a hazai szeneket nem szabad egy méternél magasabbra felhalmozni, nem szabad vizes helyre tenni, és minél több különálló kis kupacban kell elhelyezni. A régi évtizedek szűkmarkú építkezési módja erre sokhelyen nem adott lehetőséget. Azóta sok háztartás áttért a koksztűtésről és feketeszenűtésről a hazai szenekkel való fűtésre, ami a veszedelmet lényegesen megnövelte. Amelyik háztartási pincében sok szén van együtt egyetlen halmazban, ott legalább havonta egyszer ellenőrizni kell a szén belső hőmérsékletét azáltal, hogy egy állandóan belemélyesztett fémrúdnak a külső végét megérintjük és meggyőződünk róla, nem kezd-e a fémrúd melegedni. Ha ez beállna, a szénhalmazt azonnal szét kell bontani, mert ezzel az öngyulladást még megelőzhetjük.

## Egy másik veszedelem: a szénpor öngyulladásá

A darabos szénből visszamaradt szénport sok üzemben külön gyűjtik és felhasználják. Vannak tehát szénpor-raktárak is, azonban ezeknek éppen *ellenkező követelményeik vannak* a raktárklíma minőségére nézve. A szénpor ugyanis szintén öngyulladó anyag, de öngyulladásá más meteorológiai feltételekhez van kötve, mint a darabos széné.

A szénpor önmelegedését és öngyulladását kizárólag az erős oxigénelnyelés okozza. A szénpor még könnyebben nyeli el az oxigént, mint a darabos szén, mert a porszemecskéknek együttvéve óriási felületük érintkezik a levegő oxigénjével. Ha egy köbcentiméter nagyságú szénkockát szétaprítunk milliméter nagyságú szénkockákra, akkor az eredeti kockának a felszíne  $6 \text{ cm}^2$  volt, az új kockák felszíneinek összege ellenben  $60 \text{ cm}^2$  lesz. Ha ugyanabból a szénkockából még tízszer kisebb kockácskákat állítunk elő, az összes felszín már százszorosra fog növekedni.

A szénpor nagy felszínei majdnem teljes egészükben érintkeznek a levegő oxigénjével, mert a porszemek csak lazán illeszkednek egymáshoz és a köztük levő hézagokban levegő van jelen. A szénporon tehát igen nagy oxigénelnyelés megy végbe, annál is inkább, mert a szénpornak már nincs piritbevonata, amely az oxigénelnyelésnek útját állná.

De éppen a piritbevonat hiányása miatt a szénpor nedves levegőben nem melegszik fel és ha megöntözzük, akkor ezzel még le is lehet hűteni. A megázás és a ködös idő tehát nem veszedelmes a szénporra, sőt még csökkenti is az önmelegedés veszedelmét.

Következik az elmondottakból, hogy a szénpor önmelegedése (a darabos szénével ellentétben!) csakis az oxigénellátáson múlik. Minél több oxigénhez jut a szénpor, annál nagyobb a veszedelem. Ezért az élénk széljárás, a gyors oxigénutánpótlás a szénpor számára nagyon veszedelmes. A szénpor zárt, roszszul szellőzött, hideg raktárhelyiségekbe való és az sem baj, sőt éppen előnyös, ha a helyiség még nedves is.

Mindezt abban foglalhatjuk össze, hogy a szénport ott kell tartani, ahol a darabos szenet nem szabad. A darabos szenet óvni kellett az esőtől és ki kellett tenni a szélnek. A szénpornak jó, ha megázik, de veszedelmes, ha légmozgásnak tesszük ki. A darabos szén öngyulladásától főképp hosszabb esős időszakokban kell félni, a szénporétól ellenben szárazság idején. Száraz hőségben a szénport bőségesen locsolni kell, a darabos szenet világért sem szabad megnedvesítenünk.

Kellemetlen helyzet áll elő akkor, ha egy háztartási pincében sok darabos szén és sok szénpor együtt van jelen. Minél megnyugtatóbb az elhelyezés az egyik szénfajtára nézve, annál nyugtalanítóbb a másiknak a szempontjából. Ezért nem szabad engedni, hogy évek során át megújuló szénkészletekből a szénpormennyiség folyton inkább felhalmozódjon. Az új tüzelő behordása előtt a port a pincéből ki kell hordani.



## Az árupiacok meteorológiája

---

Az időjárás alakulásának sokkal nagyobb hatása van az árufogyasztás mértékére, mint gondolni szoktuk. Az időjárás befolyásolja sok árunak már a termelését, valamint a piacra való odaszállítását, tehát az árunak a piacon való megjelenését is. Ezenkívül abba is beleavatkozik az időjárás, hogy milyen árura van leginkább szükségünk, sőt az általános vásárlási kedvet is nagy fokban meg tudja változtatni.

Legérdekesebb példákat találunk erre az élelmi cikkek piacán, de hasonló időjárási hatások mutatkoznak a kereskedelem sok más ágában is, például a nyári és téli ruházati cikkek piacán.

### Idénycikkek

A termelési lehetőségek oldalán legerősebben függenek az időjárástól a mezőgazdasági termények. A fogyasztó részéről főképpen a ruházati cikkek vásárlásában mutatkozik meg az időjárásnak a nagy hatása. A nagy hideg és a nagy meleg bekövetkezése egyaránt arra vezet, hogy a vevők megrohanják az áruházak ruházati osztályait, olyan ruházati cikkekért, amelyek az időjárás szélsőségeinek az elviselését megkönnyítik és a szabadban való munkavégzést ilyenkor is lehetővé teszik. Ezekkel együtt élénkül meg a nyári és téli sportcikkek forgalma is. A kereskedelem árucikkeinek nagy része tehát *idénycikk*, amelyeket csak bizonyos évszakokban vásárolunk, részben mert csak akkor kaphatók (pl. egyes gyümölcsfajták), részben pedig, mert nincs is rájuk máskor szükségünk (korcsolyafelszerelés, nyári ruházat).

Az idénycikkek forgalma nem minden évben alakul egyformán. A gyümölcsökből és zöldségfélékből rendelkezésre álló mennyiségek egyes kedvező időjárású esztendőkhöz képest sokszorosan nagyobbak, mint a meg nem felelő időjárású években. A fogyasztó a hűvös, esős nyarakon alig vesz új nyári ruházati cikket, strandruházatot, az enyhe teleken pedig kevesen vesznek meleg téli holmit. Olyan nyarakon, amelyeken hosszú hűvös-esős időjárást később nagy kánikulai hőség vált fel, a nyári ruházati cikkek piacán időbeli eltolódás mutatkozik: nem május végén, hanem talán augusztusban jelentkezik a vásárlók érdeklődése. Ugyanígy eltolódhat a téli idényáru-forgalom is az enyhén kezdődő télnek a második felére, de a megkésített vásárlók aránylag kevesebbet vásárolnak, mert egy-két hónapra a régi ruhadarabjaik használatával is megelégszenek.

A háztartási tüzelőanyag is idénycikk. Az elfogyasztott tüzelőmennyiség nagyon függ nemcsak a tél hideg voltától és a télies időjárás időtartamától, hanem a széljárás élénkségétől is, mert szeles időben a lakások hőveszteségei sokkal nagyobbak, a fűtési szükséglet tehát jelentősen megnövekedik. Néhánynapos

téli szélvihar 0 fokos hőmérséklet mellett körülbelül annyi tüzelőfogyasztást tesz szükségessé az észak felé néző lakásokban, mint egy ugyanennyi ideig tartó  $-20$  fokos hideghullám (az utóbbi többnyire szélcsendes időben szokott kialakulni). Egyes éveken a fűtési idény 4—6 héttel is rövidebb, mint a korán kezdődő és későn végződő teleken.

### És ami nem idénycikk...

Olyan árucikkeknek a fogyasztása is megérzi az időjárás közvetlen befolyását, amelyek nem minősíthetők közvetlenül idénycikkeknek. Így például az élelmiszerpiacon közvetlenül megnyilvánul a hőmérsékleti ingadozásoknak a hatása. Hűvös időben jobb az étvágyunk, többet eszünk és másfajta ételekre van igényünk. Különösen a húsarukban és a péksüteményekben nő meg ilyenkor a kereslet. Egyes országokban a kenyérgyárak külön időjárási előrejelzéseket



117. ábra.

kapnak a meteorológiai szolgálattól, mert ha lehülésre van kilátás, a kenyérgyártást fokozni kell, hóhullámok közeledésekor pedig csökkenteni. A nyári hőség hirtelen megszűnésekor a vevők felélénkülnek, az összes élelmészeti cikkek iránt fokozódik az érdeklődés. Az élelmiszerpiacon meteorológiai függése tehát nem csak a fagyaltfogyasztás ingadozásaiból áll, hanem úgyszólván az összes élelmészeti cikkekre kiterjeszkedik.

Az idénycikkek még azáltal is visszahatnak a többi árufajtának a forgalmára, hogy a szélsőséges időjárás sok embernek bizonyos nagyobb kiadásokat okoz (idényruházat beszerzése sokgyermekes családoknál), vagy a rendkívüli időjárással kapcsolatos betegségek, keresetcsökkenések mutatkoznak és emiatt egy ideig kisebb mennyiségben tud más szükségleti cikkeket beszerezni. Így a



kivételes időjárás közvetve még azoknak az áruknak a forgalmát is érinti, amelyek magukban véve nem függnek az időjárástól.

Érdekes hatásai vannak az időjárásnak a szellemi javak piacán, a könyvkereskedésekben, a színházak, hangversenytermek, mozgószínházak pénztári forgalmában is. A kedvezőtlen időjárás eltereli az embereket a szabad természet meglátogatásától, fokozza a kulturális rendezvények iránt való érdeklődést. Csak a kivételesen magas színvonalú kulturális és művészeti eseményeknek a látogatottsága mondható függetlennek az időjárástól, például a budapesti állami operaház előadásaira mindenkor több a jegyigénylő, mint amennyi férőhely rendelkezésre áll. A nyári évszakban két-három helyen párhuzamosan folyó szabadtéri előadásokon azonban már erősen érezhető az időjárás hatása, mert az előadást kedvezőtlen időben gyakran le kell mondani.



118. ábra.

## **Idénycikkek és primőrök az élelmiszerpiacon**

Számtól védett déli hegylejtőkön a növények tavasszal előbb indulnak fejlődésnek, a gyümölcsök előbb érnek be és a kerti vetemények előbb kerülnek piacképes állapotba, mint máshol. Az ország déli, délkeleti vidékein is valamivel előrehaladottabb a természet tavaszi fejlődése és ez a különbség még a nyár egy részében is megmarad, kivéve azokat az éveket, amelyeken ezt a területet súlyosabb korányári aszály látogatja meg. Végül pedig üvegházakban, melegágyakban mesterséges úton is siettetni lehet egyes növényeknek a beérését. Ilyen helyekről *kisebb mennyiségben* már jóval előbb kerülhetnek idénycikkek a piacra, mint a nagy tömegtermelést végző területekről. Ezeket az idő előtt megjelenő, előfutárként fellépő, aránylag drága árukat szokás primőröknek nevezni.

Volt idő, amikor a primőrök vásárlását pusztá ingyencedésnek tartották és a vevők többsége heteken át türelmesen várta az árak lemorzsolódását. Az újabb természettudományi felfogás nem igazolja ezt az álláspontot. A primő-

rök fontos táplálkozási védő anyagokat, vitaminokat tartalmaznak, amelyekre a szervezetnek gyakran komoly szüksége van. Gyermek fejlődésére, betegek gyógyulására sokszor nem lehet közömbös, hogy az illető vitaminforrást néhány héttel előbb vagy később kapják-e meg. A gyermekek vágyódása az első koranyári gyümölcsök után nem mohóság, hanem egy természetes szükségletnek a kifejezője. Éppen ezért a primőrkérdéseknek nem fényűzési, hanem szociális jellege van. A termelés irányításában arra kell törekedni, hogy a primőrök minél előbb és minél mérsékeltbb áron kerülhessenek forgalomba.

Az idénycikkek áralakulásában bizonyos közös szabályosság figyelhető meg, amely szabad kereskedelmi forgalom esetén következetesen jelentkezik és nagyon kevés kivételt tűr csak meg. Először magas újdonság-árakat látunk, azután rohamos árcsökkenést, később lassú emelkedést az idény befejeződése felé. Eleinte ugyanis még kevés van az idénycikkekből és sokan vágyódnak utánuk, tehát egy-egy alkalommal még magas áron is bevőre találunk. A primőrök ebben az időszakban még az ajándékozási objektumok közé tartoznak, a vevő nemcsak saját részére, hanem mások megörvendeztetésére is vásárolja őket. Később, az időjárás évszakos fejlődése során az árumennyiség fokozódik, újdonsági ingere azonban már nincsen, a vevők érdeklődése lanyhul, az árak lemorzsolódnak, az idénycikk primőr-időszaka lezárul. Még később az árumennyiség lassú kifogyása okozza az áremelkedést.

Rendkívüli időjárási fordulatok azonban megzavarhatják az idénycikkek áralakulásának ezt a nagyjában szabályos menetét. A meteorológiai helyzet hirtelen kedvező fordulata (májusi hőhullám) a tömegtermelést ugrászerűen előreviheti és ezzel az újdonsági időszak hirtelen végetérhet, hatalmas árzuhanás következhet be. A tavaszi időjavulásban előforduló gyakori visszaesések arra vezethetnek, hogy valamelyik idénycikk a piacról megint eltűnik, vagy másodszer is primőrré válik. Az idény vége felé mutatkozó lapos áremelkedést egy kedvezőtlen időjárási fordulat nagy árfelszökéssé változtathatja át, kivált olyankor, ha a vevőknek még nem volt alkalmuk az illető árut kiélvezni és megenni, vagy pedig ha az áru helyét a piacon nem tudja egy másik későbbi gyümölcs vagy zöldségféle elfoglalni, mert a rossz időjárás ennek a megjelenését késlelteti.

A zöldségfélék és főzelékek nagy része az idénycikkek csoportjába tartozik. Nagy számuk és különböző időjárási igényeik miatt az egyes rokonickek idényének tartama bonyolult módon keresztezi egymást: egyesek némely évben megelőzik a másikat, máskor pedig elmaradnak mögötte. Leggyakoribb megjelenési sorrendjük a következő: fejjessaláta, zöldborsó, zöldbab, főzőtök, uborka, paradicsom, karfiol (kelvirág).

Az állati eredetű élelmickek közt mint jellegzetes idénycikkek szerepelnek: tavasszal a fiatal baromfi, kecskegida, bárány és néhány fényűzési jellegű inyenc étel (rákok, kecskebéka); nyáron és ősszel a fejlettebb baromfi; késő ősszel és télen a négylábú és szárnyas vadak, a süldősertés, a pulárd, a kövér borjú és később a kocsonyahús, valamint a sertésölés friss termékei.

A legszorosabb értelemben vett idénycikkek az évnek csak egy viszonylag rövid részében láthatók a piacon. Példa erre a szamóca, a cseresznye, a kajszibarack, a spárga. Ezek a rövid szereplésű áruk néhány hét alatt befutják az idénycikkek jellegzetes áralakulási görbéjét és ha ezekben a hetekben az időjárás rendellenes lefolyású, akkor az áralakulás nagy kilengéseket mutathat. Az idénycikkeknek egy másik csoportja az évnek egy tekintélyesebb részében piacon van, rendszerint tavasz elejétől őszig. Ilyen a zöldbab (általában májustól

novemberig kapható), a zöldborsó (április—november között), az uborka (áprilistól szeptemberig), a paradicsom (júniustól októberig). Még hosszabb időn át van jelen a piacon a fejessaláta és a főzöttök. Ezek a hosszúidényű árucikkek a kaphatóság szempontjából már alig nevezhetők idénycikkeknek, ellenben az áralakulásuk tekintetében és a felhozott mennyiségek tekintetében még mindig idénycikkek, mert ebből a két szempontból nagy évszakos ingadozásokon mennek át.



119. ábra.

Az idénycikkek népelelmezési jelentőségének kérdésében nagy és fontos fordulat következett be néhány évvel a felszabadulás után, amikor a magyar élelmiszeripar és az élelmiszerkereskedelem berendezkedett a *mélyhűtéses áruk* forgalombahozatalára. A mirelite-rendszerű mélyhűtés lehetővé teszi, hogy az idénycikkek eredeti állapotukban, biológiai értékük csökkenése nélkül hónapok során át eltarthatók és tetszésszerű évszakban forgalombahozhatók legyenek. Gyermeket, betegeket, gyengélkedőket bármikor részeshetünk friss idénycikkekben. Az idénycikkek fogalma ezzel elveszítette merev jellegét, a primőrök áralakulásának pedig felső határt szab az a legmagasabb ár, amelyen az illető termék mélyhűtött alakban megszerezhető. Sajnos, a mirelite-árusítás különleges hűtőszekrényeket kíván és ezért a kisebbforgalmú vidéki, tanyai élelmiszerboltokban csak lassan terjedhet el.

### Az általános vásárlási kedv is az időjárástól függ

Eddig csak olyan árucikkekről beszéltünk, amelyeknek a piacon való megjelenése vagy a beszerzésüknek a szükségessége függ az időjárástól. De érdekes módon érinti az időjárás még azokat a vásárlásokat is, amelyekben mindig kapható és mindig szükséges árukat szerzünk be. Általános kereskedelmi tény,

hogy szép időben mindenütt több a vevő, napsütéses világos időben szívesebben vásárolunk. Borult, szeles, esős, nagyon hideg időben az emberek csak a legszükségesebb beszerzéseket végzik el. Ezenkívül hideg, kemény teleken a nagy fűtési kiadások és az évszakos betegségek anyagi következményei miatt is kénytelenek egyéb téren korlátozni a kiadásaikat. Már egy ártalmatlan, esőnélküli felhő is sok embernek rontja a hangulatát és csökkenti a költségek készségét. A rossz idő azoknak a boltoknak a forgalmát növeli csak meg, amelyek az időjárással kapcsolatos idénycikkeket, hócipőt, esőkabátot stb. árulnak.

## Biztosítási meteorológia

A biztosítás intézményének az a célja, hogy egyes személyeket vagy kisebb csoportokat (pl. termelő szövetkezeteket) érő, számukra elháríthatatlan károkat megtérítsen egy nagyobb közösség járulékaiból. Az egyes személyeket sújtó különféle károknak igen jelentékeny része időjárási eredetű. Ezért a biztosítási intézmény helyes és igazságos kiépítéséhez széleskörű meteorológiai adatokra és alapos meteorológiai ismeretekre van szükség. Az időjárási károk ellen szolgáló biztosítások tudományos alapjait szolgáltatja az úgynevezett *biztosítási meteorológia*. Ez az alkalmazott meteorológiának egyik igen érdekes ága, amely sokféle gyakorlati kérdést ölel fel.

Nem feladata a biztosítási intézménynek az, hogy olyan károkat is megtérítsen, amelyeket a károsult személy bizonyos gondosság mellett meg is előzhetett volna. Egy ilyen elhibázott irányú biztosításnak a bevezetése azt jelentené, hogy a hanyagságot pénzbeli jutalomban részesítik, éspedig olyan összegekből, amelyeket a gondos és előrelátó dolgozók fizettek be. Az időjárási károk közül nagyrészt megelőzhetőek a tavaszi fagykárak, továbbá korszerű agrotechnikával legalábbis csökkenthetőek az aszályokozta károk is. Ezért a fagykérdés és az aszálykárak nehezen vonhatóak be az időjárási biztosítások körébe. Legfeljebb bizonyos különleges kikötések mellett lehet erről szó, mégpedig ha olyan biztosítási feltételeket szabunk, amelyek szerint csak a kivételes elemi csapások elháríthatatlan és nem csökkenthető részére nyújt a biztosító vállalat megtérítést.

Az időjárási biztosításoknak érdekes történetük van. Már a legrégebbi biztosítások is időjárási események ellen történtek, tengerjáró hajóknak az elsüllyedésére szóltak. A szeles tengerparti országokban már nagyon régen kötnek a szélviharok kártétele ellen is biztosításokat. Ezek az időjárási biztosítások régebbi keletűek, mint például az emberi életre szóló biztosítások. Ma az időjárási csapások közül a jégeső elleni biztosítás van legjobban elterjedve. A többi időjárási károk ellen szóló biztosítások aránylag lassan fejlődnek tovább.

### Az igazságos díjak kiszámítása

A biztosítási intézmény egyik fontos kérdése, hogy a járulékokat helyes összegben, igazságosan állapítsák meg. Túl alacsonyan megszabott járulékokból a kivételes időjárású években beálló rendkívüli összegű károkat nem lehet megtéríteni. Túl magas járulékok felesleges terheket rónak a biztosítottakra. A díjak helyes kiszámítását a biztosító vállalat számára az teszi lehetővé, hogy közelítően meg tudjuk becsülni azt a kárvalószínűséget, amelyet viselniük kell. Az igazságos díjnak ez a tudományos megalapozása először az életbiztosítások

körében valósult meg. Alapja itt az igen nagy gonddal készített halandósági táblázatok megszerkesztése, amelyekből kitűnik, hogy igen nagy számú, egyforma életkorú egészséges ember közül évről-évre hányan halnak meg és mennyi valószínűsége van a magasabb életkorok elérésének. Valamivel később vált lehetségessé a meteorológiai károk kockázatának hasonló megbecsülése, mert ehhez részletes meteorológiai és éghajlati adattáblázatokra volt szükség. Ma már évtizedek sorairól állnak rendelkezésre ilyen feljegyzések, ezért lehetőség van annak megállapítására, milyen összegű időjárás károk fordulhatnak elő egy átlagos időjárású évben, és milyen összegeket kell tartalékolni a kivételes időjárású esztendő kárainak fedezésére. A biztosítási meteorológusok megállapítják a jégeső valószínűségét, valamint az eső előfordulásának valószínűségét az év minden napjára és a nap minden órájára, a pusztító szélviharok gyakoriságát, a villámcsapások valószínűségét stb. Mindehhez évtizedekre visszamenő hiteles feljegyzések szükségesek, mert az időjárás nagy változékonysága miatt a rövidebb megfigyelési sorozatokból nem mindig lehet megbízható, végleges értékű adatokat kapni. Ilyen statisztikák a nagyvárosok számára ma már könnyen kidolgozhatók, de kisebb területekre, vagy egy egész ország részre nézve sok adat még nem áll elég pontosan részletezve rendelkezésre.

## Jégbiztosítások

Az időjárás ellen kötött biztosítások közül legelterjedtebbek a csapadék-biztosítások. Először a jégkár ellen fejlődött ki a biztosítás, minthogy a jégeső ellen ma még semmiféle eszközzel sem lehet védekezni és az előálló károk egy-egy kisebb területen annyira nagyok lehetnek, hogy biztosítással való fedezésük nagy jótéteménynek számít a kis földterületeket megművelő dolgozó parasztság számára. Viszont országos szempontból a jégkárak legtöbb évben nem nagyon jelentékenyek, mert a jégverés olyan természeti csapás, amely többnyire igen kis területre korlátozva okoz csak súlyosabb károkat. Csak ritkán fordulnak elő olyan évek, amelyekben az egyes különálló jégesők olyan nagy számban fordulnak elő, hogy az összes elpusztított terület még országos viszonylatban is jelentékeny és a biztosító vállalatnak ezekre a ritka évekre nagyobb összegű külön tartalékot kell félretennie.

A jégbiztosítás díjtételeinek megállapításához elsősorban az illető vidék jégkár-gyakoriságát kell mérlegelni. Magyarországon két olyan terület van, amelyet különösen gyakran látogat meg a jégverés. Az egyik a Dunántúl, a másik az Alföld északkeleti része. Figyelembe kell venni a károk kockázat megítélésénél azt is, hogy a különféle termesztett növények nem egyformán érzékenyek a jégveréssel szemben. A burgonyában és a búzában ritkán fordul elő komolyabb jégkár, a dohány és a szőlő ellenben nagyon súlyosan károsodik. A gabonafélék közül a rozs, árpa és zab valamivel többet károsodik, mint a búza, és ugyancsak valamivel érzékenyebb a kukorica is. Még nagyobb a kockázatuk az olajos magvaknak, a ricinusnak, a rostos növények közül a lennek és a kendernek. Nagyon érzékeny még az ipari növények közül a repce, jégverési kockázata már megközelíti a szőlőét.

Ezeket a különbségeket részben az egyes növények anatómiai felépítése, sérülékeny földfeletti részeik alakja és elhelyezkedése magyarázza meg. Másrészt a tenyészidő hosszúsága is sokat számít. Minél hosszabb ideig tenyészik a növény, annál több alkalom van egy-egy komolyabb jégeső fellépésére. De a kockázat nem nő arányosan a tenyészidő hosszúságával, mert tavasszal és nyár

elején a jégesők gyakoribbak, mint júliusban és augusztusban. Budapesten 75 év alatt 184 jégesőt figyeltek meg, de ezekből 129 június vége előtt lépett fel és csak 55 esik a június utáni hónapokra ; ezeknek is majdnem a fele még júliusban, a nyár középső hónapjában következett be. Jégesőben leggazdagabb hónap a május ; a budapesti jégesőknek egynegyed része májusban esett le.

De nemcsak a jégesők gyakorisága változik a nyár folyamán, hanem a növények érzékenységi állapota is. A fejlődés folyamán megnövekszik a károsítható növényi szervek felülete, egyes növényeknek azonban fokozódik az ellenállóképessége is. A kisebb károk egy része magától is helyrejön, a növények egy része néhány nap alatt is magához tér.

A biztosítási meteorológia művelőjének ezt a sok bonyolult jelenséget mind mérlegelnie kell, hogy helyes képet alkothasson egy-egy terület jégkár-kockázatának a nagyságáról és ezen az alapon javaslatot tegyen a jégbiztosítási díjkulcs egyre részletesebb kiépítésére.

### **Biztosítás eső bekövetkezésére és havazás elmaradására**

A jégesőn kívül a biztosító vállalatok eső ellen és egyes országokban havazásokra is elfogadnak biztosításokat. Az eső- és hóbiztosítási kötvények nem a mezőgazdaság kárai ellen szólnak, hanem sportmérkőzések rendezőseiei, kirándulóhelyek, közlekedési vállalatok, turistaházak, nagyobb szabású előkészülettel járó szabadterei művészeti előadások számára nyújtanak kárpótlást a rossz időben kárbavesző előmunkálatokért. Nagyobb sportesemények rendezése jelentékeny költséget, hónapokra visszamenő előzetes munkákat, tribünépítkezéseket követelhet meg. A vállalkozás anyagi sikere viszont azon múlhat, vajon a kérdéses napon kedvező lesz-e az idő vagy nem.

Az eső ellen való biztosítás különlegessége, hogy a biztosítási idő nem hónapokra vagy évekre terjed, mint más biztosítási ágakban, hanem csak három-négy órára, bizonyos esetekben összesen csak egyetlen órára, például labdarúgó mérkőzéseknek sokszor csak az első óráját biztosítják eső ellen. A biztosított esemény abban áll, hogy egy megadott szűk területen, például magán a sportpályán, egy megadott napnak kijelölt óráiban, mondjuk vasárnap délután 4 és 6 óra között, egy előre megadott esőmennyiség fog-e lehullani. Többnyire az van kikötve, hogy legalább egy vagy két milliméter vastagságú vízrétegnek kell a kiszabott idő folyamán leesnie. Hogy ez valóban bekövetkezik-e, azt a helyszínen felállított mérőműszer dönti el. A műszer mérési pontossága tizedmilliméterig terjed.

Az esőbiztosítás díjszámításának tudományos alapjául részletes csapadékstatisztikai táblázatok szolgálnak. Ezek a táblázatok sok évtizedre szóló csapadékadatok feldolgozásából készülnek. Feltüntetik az év minden egyes napjáról a lehullott esők mennyiségét egész és tized milliméterben, és pedig óráról órára. A táblázatokhoz szükséges adatok az esőíró műszerről származnak, amely szallagokon feljegyzi minden esőnek a kezdetét, végét, erősödéseit, gyengüléseit és az illető helyen leesett összes vízmennyiséget. Ilyen táblázatokból szabatosan megállapítható, mennyi a statisztikai valószínűsége annak, hogy az illető helyen az évnek egy megadott napján, a napnak bizonyos kijelölt órájában leessen fél millimétert, vagy egy millimétert meghaladó eső. Kitűnt, hogy az esővalószínűség az év folyamán és a nap folyamán is lényegesen ingadozik. Budapesten például júniusban kétszerakkora, mint tavasz elején, és a nyári délutánokon jóval nagyobb, mint egy nyári reggelen. A táblázatokban található

valószínűségi értékekből adódik az a méltányos díjösszeg, amit egy ilyen biztosításért fizetni kell.

A biztosító vállalatok sokáig attól féltek, hogy csak olyankor váltanak majd náluk esőbiztosítást, amikor nagyon esős időre van kilátás. Ha ez így volna, akkor az átlagos esővalószínűség alapján kiszámított díjak nem fedeznék a kifizetendő összegeket. De a valóságban ez az eltérés nem nagyon nagy, mert még nagyon esős időben is elég kicsi a valószínűsége annak, hogy egy-két előre kijelölt órán belül legyen egy nagyobb eső. Például vannak néha nagyon esős időszakok, amelyekben hétről-hétre minden nap esik az eső, de mégis kevés olyan nap van ezek között, amelyen este 6 és 8 óra közt esik lényegesebb vízmennyiség. Attól sem kell félni, hogy a biztosítottak már három-négy nappal előbb megsejtik az időjárás esőssé válását és ilyenkor megrohanják a biztosító vállalatokat. Az időjárás lefolyása sokkal szeszélyesebb, semhogy valaki ennyivel előre tudhatná az alakulását. Még a meteorológiai intézetek is csak másfél nappal előre tesznek közzé részletesebb időjelzéseket. Természetesen a hivatalos előrejelzések kiadásától kezdve a biztosító vállalatok már nem fogadnak el az illető napra esőbiztosítást, mert most már megvolna az a veszedelem, hogy az esősebb napokra több biztosítani kívánó jelentkezik, mint máskor.

Az eső elleni biztosításnak egy másik, többfelé már bevezetett alakja a *dolgozók szabadságbiztosítása*. Egyhetes, tíznapos vagy kéthetes üdülésnek a kellemetlen időjárásáért fizet a biztosító vállalat kártérítést. A kártérítési összeg az utazási költséggel szokott egyenlő lenni akkor, ha az időszaknak a fele volt esős, és kétszeres útiköltséget térítenek meg akkor, ha az időszaknak egy nagyobb része, pl. háromnegyede volt rossz. Egyes szabadságbiztosítások még a tartózkodási költség egy részét is megtérítik.

Havazásokkal kapcsolatban is kötnek biztosítást, de ez nem a havazás esete, hanem a havazás elmaradása ellen szól. A sísport barátai, a síversenyek rendezői, sportegyesületek kötnek egyes országokban ilyen biztosításokat. A biztosítás szolgálhat a kellő vastagságú hóréteg hiányzására, de lehetnek még finomabb kikötései is a hó minőségére nézve. Tudvalevő, hogy a jeges, összefagyott hórétegek nem alkalmasak a sísport élvezetére és a nagy versenyek lebonyolítására. Legkedvezőbb, ha egy alsó, jeges hóréteg felett bizonyos mennyiségű laza porhóréteg fekszik. A hóbiztosítás tehát akkor felel meg feladatának, ha a hó mennyiségén kívül a hó minőségét is felöleli. A magyar hegyeken a téli hótakaró igen sok évben nem kielégítő. A hó sokszor mennyiségileg is kevés, minősége pedig gyorsan romlik, a hó néhány napon belül felszíni olvadást vagy eljegesedést szenved. Ez a magyar sísport fejlődésének egyik komoly nehézsége. Hegyeink közül a hóviszonyok aránylag még legkedvezőbbek szoktak lenni a Börzsönyben és a Mátrában. Sokszor tartós hóhiány van a Bükkben és az alacsonyabb középhegységeken. Ezért a hóhiány ellen való biztosításra nálunk is a sportolók széles körének volna szüksége. A megvalósítás azonban nehéz, mert a kedvezőtlen hóklíma miatt meglehetősen magas díjtételeket kellene a biztosításért fizettetni.

Érdekes okból szoktak a filmvállalatok is hóbiztosítást kötni. Havas teleken a síkságon is nagyon szép téli felvételeket lehet készíteni és ezek a közelben végezhető felvételek sokkal olcsóbbak, mint az egész felvételi személyzetnek a hegységekbe küldése. Ezért a filmvállalatok hóbiztosításai a sík vidékek hótakarójára szólnak és a hóminőségre nem terjeszkednek ki.



## Biztosítást kötnek a napsütésre is

A filmvállalatok költséges külső felvételei azt is szükségessé teszik, hogy a csunya idő ellen különleges biztosítást kössenek. Ez a biztosítási típus nemcsak az eső ellen szól, hanem még olyan felhősödés ellen is, amely nem ad esőt. Az egyszínű filmfelvételhez bizonyos fokú világosság kell, tehát ha nem is éppen napsütés, de legalábbis vékony felhőzet. A színes filmekhez maga a teljes napsütés is szükséges. Ha ez néhány napig hiányzik, akkor a film felvételi munkái késnek, a helyszínre szállított egész személyzet munkaideje kárbavész. Nagy szabadtéri tömegjelenetek ezáltal nagyon költségessé válhatnak. A film a napsütés hiánya miatt elkésik és megdrágul. Ezeket a károkat is célszerű biztosítások által fedezni.

Napsütési biztosítást kötnek azok a nagy tudományos expedíciók is, amelyek a Földnek valamelyik nehezen hozzáférhető vidékére utaznak egy-egy napfogyatkozás tanulmányozása végett. Hónapokon át folyó költséges előkészület, kényes és drága műszerek elszállítása szükséges ehhez. A megfigyelendő jelenség azonban néhány óra alatt játszódik le és legfontosabb része, a teljes fogyatkozás, csak percekig tart. Ennek kihasználását már egy kisterjedelmű felhő is megghiúsíthatja. A tudományos expedícióra fordított nagy munkaidő- és pénzaldozat tehát könnyen kárbaveszhet. A károk anyagi részének megtérítése biztosítás által lehetséges. Az ilyen egyetlen alkalomra szóló, különleges vidékre vonatkozó felhőzeti biztosítás jogos díjának kiszámítása különlegesen nehéz meteorológiai feladat. Az illető vidék felhőzeti gyakoriságára vonatkozó részletes adatok szükségesek a megbízható megoldáshoz. A napfogyatkozási expedíciók a felhőzeti biztosítással egyidőben természetesen más biztosításokat is kötnek, amelyek a műszerek épségére, a kiküldött személyek baleseti kockázatára vonatkoznak.

## Üvegtörés elleni biztosítás

A kárbiztosítás egyik kedvelt alakja az ablaktörések elleni biztosítás. Ez különféle időjárás károk kockázatokat foglal magában. Az ablaküvegek nagy része szél vagy léghuzat következtében törik el, de a jégeső és a villámcsapás is beletartozik ennek a biztosítási ágak a kockázati körébe. Az épületek különböző égtáj felé néző oldalain a kockázat mértéke nem egyforma. A nyugati és északnyugati ablakok a szélnek is és a szélben hajtott nagy jégdaraboknak is jobban vannak kitéve. Magyarországon előfordulnak délnyugat felől érkező igen heves zivatarok is; gyakran nagyszemű jégeső kíséri őket. Szélcsendben is előfordul igen nagyszemű jégeső, ez az ablaktáblákat nem éri, ellenben az üvegtetőkben olykor nagy kárt okoz. Ennek ellenére a biztosítási díjtételeket az üvegtetőkre nézve nem kell magasan megszabni, mert a kár mindig csak kis területre szorítkozik és így a biztosító vállalatot nem terheli meg súlyosan.

Az üvegtörések túlnyomó részét nem a nagyon erős, hanem a közepes szél okozza. Ilyenkor az emberek gondatlansága ad alkalmat arra, hogy a kellően nem rögzített ablakszárnyak a szél hatása alatt lassan megmozdulnak, majd felgyorsulva a külső kereteikhez csapódnak. Biztosabb és önműködő kivitelű rögzítések a károkat még szeles időben is csökkentik. A károk mértéke tehát nemcsak a meteorológiai viszonyoktól függ. Az egyes országrészek közti éghajlati különbségek azonban megmutatják, hogy hol szükséges fokozott díjtételekkel számolni. Az ország szélben gazdag északnyugati és északkeleti

területein az ilyen károk valószínűsége sokkal nagyobb, mint például a fővárosban. Budapest ugyanis egy viszonylag szélszegény területen fekszik, amelynek háromszögalakja van: a háromszög egyik alapvonalát a Börzsöny—Mátra—Bükk hegységek vonala adja, szemközti csúcsa pedig az Alföldön Nagykőrös—Kecskemét tájékán van. Egyébként a szabadon álló, vagy magaslatokra épült házakban az üvegtörési kockázat mindenkor nagyobb, mint a városok síkságon épült belterületein.



120. ábra.

Az üvegtörési biztosítások valamivel többet is felölelnek, mint magának a törött üvegnek a helyreállítását. Ha a törött ablakon át esővíz folyik be egy raktárba, akkor a vízközta kárnak a megtérítését is igényelni lehet.

### A tűzkárok meteorológiai vonatkozásai

Tüzesetek sokféle okból keletkeznek. Ezek közt meteorológiai okok is vannak, mint például a villámcsapás, vagy üvegedényekre sütő napsugaraknak a gyújtóponti hatása, vagy időjárási viszonyok hatására bekövetkező öngyulladások. De a tüzeseteknek a túlnyomóan nagy részét nem meteorológiai okok idézik elő. Viszont igen nagy szerepük jut a meteorológiai viszonyoknak a bármiféle okból támadt összes tüzeseteknek a további alakulásában, naggyáfejlődésében vagy magától való kialvásában.

Egy komolyabb tüzesetnek a keletkezéséhez nemcsak gyújtó ok kell, hanem az is, hogy a meteorológiai viszonyok alkalmasak legyenek a tűz tovaterjedésére és naggyáfejlődésére. Kedvező a tüzek fejlődésére az élénk szél, a meleg időjárás, a hosszú idő óta fennálló szárazság. A tűzoltásnak egyik legnagyobb ellensége a szélvihar; a legkisebb tüzet is erőteljesen éleszti és gyorsan tovaterjeszti. Tartós szárazság idején az éghető anyagok könnyebben gyulladnak, ezenkívül az oltóvíz megszerzése is nehézségekbe ütközhet.

Világos ezekután, hogy a tüzesetek veszedelmessége nagyon függ az éghajlattól. A szeles és aszályos éghajlatú vidékeken egy ugyanolyan épületnek a tűzkárokockázata sokkal nagyobb, minthogyha szélcsendes, esős éghajlatban fekszik. Ezért a biztosítási meteorológiának egy fontos feladata, hogy az egyes



121. ábra.

vidékek éghajlatát ebből a szempontból kiértékelje. Magyarország területén belül is lényeges különbségek vannak tűzveszélyességi tekintetben az egyes országrészek éghajlatai között. Aránylag legkedvezőbb tűzvédelmi éghajlata van a Dunántúl déli részének (gyengébb széljárás és sok eső), legkedvezőtlenebb pedig a Tiszántúlé (sok szél és kevés csapadék).



## Vitorlások harca az elemekkel

A Balaton látogatottsága évről évre növekszik. Állandóan növekszik a legkülönbélebb fajtájú és rendeltetésű vízijárművek száma is. A hatalmas víztükör fölött egyre sokasodik az élet, anélkül azonban, hogy a rajta levők többsége a víztükör tulajdonságait és e tulajdonságoknak az időjárással való kapcsolatait kellően ismerné. Ebből sokszor túlzott félelem, sokszor pedig végzetes veszedelem származik. Indokolt tehát, hogy megismerkedjünk a Balaton időjárási veszélyeinek a természetével, — ezeknek a veszedelmeknek a csónakokra és vitorlásokra való hatásával, — végül a veszedelmek elleni védekezés módjaival.

### A villámok

»... Szelek, melyek úgy jönnek, hogy felhőjükből, mint valami háromszögfejű kígyó nyelvét, lengetik a félelmes, többágú villámot...«

(Victor Hugo: A tenger munkásai.)

A nyári évszakban a vízi veszedelemnek a Balatonon három forrása van: a villám, a szél és a hullámok.

A zivatarok elmaradhatatlan kísérői a villámok. A villámcsapás veszélye a tó felett semmivel sem nagyobb, mint a szárazföldön, sőt a vitorlások számára még kisebb is, mert ezeknek a hajóknak árboctartó vaskötelei a tapasztalat szerint egészen biztos villámhárítók, különösen akkor, ha gondoskodunk róla, hogy ezek a kötelek alul fémesen és elég nagy felületen hozzá legyenek kötve a hajó vízalatti fémrészeihez.

A villámok veszedelme inkább abban rejlik, hogy ha a közelben csapnak le, akkor a vízen levők rendesen elvesztik fejüket, és hajójukkal (csónakjukkal) olyan hibás manővereket csinálnak, melyek következményeként azután hajótörés vagy csónakfelborulás áll elő.

A villámok észrevérese azonban (még ha távol vannak is) mindig óvatosságra kell hogy intsen, mert ha nem is mindig, de igen sokszor égő fáklyaként jelzik nekünk a velük együtt közeledő szélvihart.

### A szél

A balatoni vízi veszélyeknek leggyakoribb és legfőbb, mondhatnánk: egyetlen lényeges forrása a szél. Maga a villámló zivatar is csak akkor jelent komoly veszélyt, ha történetesen erős szél kíséretében jön.

A vízi veszély szempontjából egyelőre két fontos adatot kell ismernünk, és pedig a szél irányát, valamint annak erősségét (sebességét).

## A szél iránya

»És a szél, ez a hazátlan szellem,  
Kit be nem fogad se ég, se föld,  
Ég és föld közt elkárhozva bujdos...«  
(Petőfi: Őszi éj.)

A szél iránya az az égtáj, ahonnan a szél felénk fúj. Vannak szelek, melyek csak egészen kis területek felett jelentkeznek: ilyenek pl. a parti szelek, vagy a kisebb kiterjedésű *helyi zivatarok* (»hőzivatarok«) szelei. Ezek a zivatar kitörésének és vonulásának helyén viharosak is lehetnek, de a közeli szomszédságba már csak legfeljebb gyenge szellő alakjában jutnak el, ahol azután hamarosan el is enyésznek. Máskor ismét egész országrészekben, több ország területének egész szélességében is, egyszerre rohan át, nagyjában egyforma erősségű, hatalmas széltömeg, télen-nyáron egyaránt. Ezek az ún. *frontális szelek*.

## A szél ereje

»Bejárom a tengert s ha hajót találok,  
Szárnyát, a lobogó vitorlát kitépem,  
S árbocával trom a habokba sorsát:  
Hogy nem fog pihenni többé kikötőben.«  
(Petőfi: A szél.)

Minthogy a szél ereje tulajdonképpen annak sebességében rejtőzik, ezért mindenekelőtt a szélesebséggel kell megismerkednünk. Nem más ez, mint a szél által 1 másodperc alatt befutott út, rendszerint méterekben mérve, vagy az egy óra alatt megtett út, rendszerint kilométerekben mérve. Pl., ha a szél egy másodperc alatt 12 m utat tesz meg, akkor 1 óra alatt ennek 3600-szorosát futja be, vagyis 43 km-t jár be. Ennek a szélnek a sebessége tehát 12 m másodpercenként, vagy ami egyre megy: 43 km óránként.

Megemlítjük itt, hogy a magasban mindig nagyobb a szél sebessége, mint a talaj mentén, mert a levegő mozgását a talaj felszínéhez és tárgyaihoz való súrlódás meglasztja. A sebesség, fölfelé haladva, kezdetben gyorsan, később lassabban növekszik. Így pl., ha a talaj felszínén 1,5 m/mp sebességű szellő lengedez, akkor 2 m magasságban már kb. 3,5 m/mp; 10 m magasságban pedig kb. 4,5 m/mp lesz a szél sebessége. Részben ez az oka annak, hogy nagy és magas vitorlázatú hajók gyorsabban járnak, mint a kicsinyek és alacsonyok.

Mivel a szél sebessége, kivált a Föld színéhez közel, a talajmenti súrlódás miatt többé-kevésbé folyton ingadozik és szüntelenül kisebb-nagyobb, lassúbb-gyorsabb erősödések és gyengülések (»széllökések«) követik egymást: ezért a szél erejét rendszerint két sebességi számmal szokták kifejezni, és pedig egyfelől az *átlagos* sebességgel, másfelől a *legnagyobb széllökés* sebességével. Az átlagos sebesség mérőszáma azt mutatja, hogy ha az éppen jelenlevő szél egyenletesen fújna, akkor ugyanazt az utat ugyanannyi idő alatt mekkora sebességgel tenné meg. A legnagyobb széllökés sebessége pedig azt a sebességet mutatja, amelyet a szél a szóbanforgó pillanatban éppen elért. Pl., ha a legnagyobb széllökés sebessége 25 m/mp, akkor ez azt jelenti, hogy ha a szél ezt a pillanatnyi sebességét hosszabb időn át megtartaná, akkor másodpercenként 25 métert, vagyis óránként 90 kilométert futna be. Az egyes széllökések sebessége mindig nagyobb az átlagos sebességnél és ennek kétszeresét is elérheti, sőt meg is haladhatja.

A Balatonon, a veszély szempontjából mindkét sebesség ismerete fontos, mert a hullámok magassága és alakja az átlagos szélesebségtől függ, míg a vitorlások felborulását majdnem mindig a széllökések pillanatnyi sebessége

okozza. Ugyanis — amint már említettük — a szél nyomása (ereje) annak mozgásától (sebességétől) származik, és azzal együtt növekszik, mégpedig igen rohamosan: kétszeres sebességnél kb. négyszeresre, háromszoros sebességnél pedig kb. kilencszeresre növekszik a szél nyomása a vele szemben álló felületre.

A szélesebségek pontos mérésére sokféle műszer szolgál. Némi gyakorlattal azonban elég pontosan meg is becsülhetjük a sebességet, a szél hatásának gondos megfigyelésével. A szárazföldön igen alkalmasak erre többek között a lombos fák, melyeken kitűnően megfigyelhetjük úgy az átlagos sebességet, mint a szél-lökéseket és megállapíthatjuk a szélesebség, illetve a szélerő minden egyes fokozatát, a fuvallattól a pusztító viharig. A Balatonon a hullámok szolgálnak ugyanerre a célra.

A gyakorlatban a szélesebség (»szélerő«) nagyságát az ún. Beaufort-skála jelzőszámaival adjuk meg. A skála számai a 0-tól 12-ig terjedő egész számok, melyek közül a 0 a szélcsendet, a 12. szám pedig a mindent elsöprő orkánt jelenti.

### A szél jelei a szárazon és vízen:

*»Asszonyom, a sajka készen vár,  
Siessünk, a vész mindjárt elér!«  
(Erkel: Bánk bán. Tiszaparti jelenet.)*

### Nappal

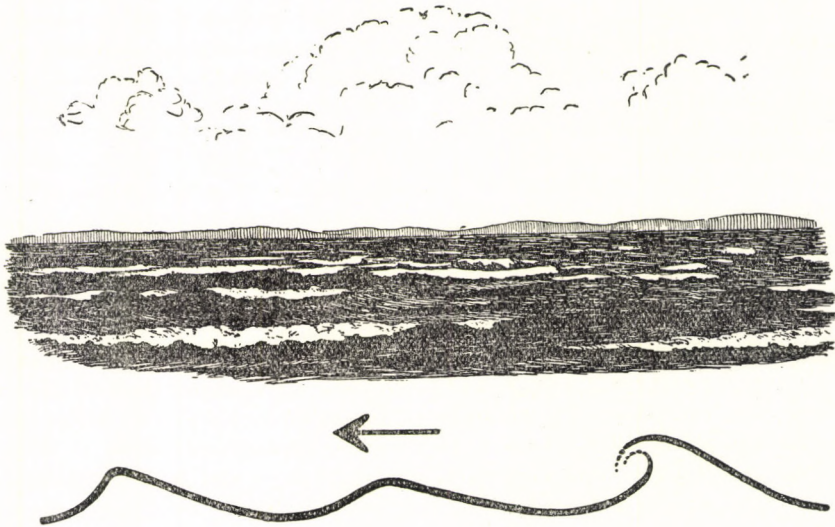
A szél keletkezését és további fejlődésének menetét igen jól megfigyelhetjük a víz felszínének változásain, elsősorban a hullámokon. A legparányibb hullámokat kapilláris hullámoknak, az ezeknél nagyobbakat nehézségi hullámoknak nevezik, mert bár a szél gerjeszti őket, de saját súlyukkal és tehetetlenségi erejükkel alakítják ki magukat. Ahhoz, hogy a víz egyáltalában hullámzásba jöjjön, bizonyos minimális (kb. 30 cm/mp) sebességű szélre van szükség. Azokon a helyeken, ahol a felszín mentén a szél vagy akárcsak a csekély szellő is ezt a minimális sebességet eléri, sötétebb foltokat vagy sávokat veszünk észre, melyek a hullámos vízfelszín árulják el. Ez a felszín ugyanis az égboltozatról ferdén ráeső fényt kevésbé tükrözi vissza a szemünkbe, mint a sima víztükör. A sötét szélfoltok, melyek derült időben *sötétkékek*, borult időben *sötétzöldek*, vagy helyenként lépnek fel, (ezek később, ha a szél kitart, lassan egybeolvadnak), vagy pedig a víz egész szélességében jelenik meg a sötét sáv, annak jelül, hogy most nagyobb kiterjedésű, egységes és rendszerint tovább tartó szél közeledik felénk.

Ez a kiterjedt, sötét szélsáv ismét kétféle alakot ölthet fel: vagy egyenesen erősödik fel felette a szél, és így a kezdetben kicsiny hullámok is fokozatosan növekednek meg, vagy pedig hirtelen, egészen csekély átmenettel, sokszor lökészerűen, mintegy frontszerűen jelenik meg a szél, és ilyenkor az átmenet a tükörsima és az erősen hullámos, tarajos vízfelszín között csak egészen kis, esetleg 200—400 m széles sávra szorul össze. Azokon a helyeken, ahol a szél erősödik, a víz felszíne mindig sötétebb, a hullámok csillogása csökken, és ha ez csak helyenként történik, akkor a felszín mintegy »foltossá« válik, mintha egy bársony szövetet helyenként visszafelé simítanának. Némi gyakorlattal így előre megláthatjuk a szél-lökések közeledését is, esetleg többszáz méter távolságról is, és felkészülhetünk a fogadásukra.

Ha a szél élénkül, akkor a sötét felszín tetején megjelennek a szép »tarajos« hullámok, kezdetben csak elvétve, majd egyre sűrűbben. Ezeknek tarajai szüntelenül és már messziről tájékoztatnak minket a szél erejéről. A hullámok tara-

jozása, vagyis a fehér, habos csíkok megjelenése a hullámhegyek tetején, a következőképpen áll elő:

Ha a szél ereje, illetve a hullám magassága egy bizonyos fokot elér (a víz felől jövő szélnél 20—25 cm-t, a part felől jövő szélnél 10—15 cm-t), akkor a hullámnak elől levő lejtős oldala, amely — részben a szél nyomása, részben a hullám alsóbb részének lassúbb tovaterjedése miatt — mindig meredekebb, mint a hátsó, végül is olyan meredekké válik (kb.  $25^\circ$ ), hogy a hullámhegy csúcsán levő vízréteg előrebukik és kis, fehér, habos zuhatagot képezve, leomlik. A szél tehát mintegy előresepri a hullámhegy tetején levő, és *egyébként is* legjobban legördülni igyekvő vízréteget (122. ábra), és amint mondani szokták, a hullám »túlfejlődött«.



122. ábra.

A nagy tarajok rendszerint a legmagasabb, legkiemelkedőbb hullámokon képződnek, egyrészt azért, mert ezek a legmeredekebbek, másrészt, mert a legjobban éri őket a szél. Éppen ezért is láthatók olyan feltűnően. A taraj lebukása után a hullám egyideig sima marad, majd a csúcs ismét kialakul és újabb taraj keletkezik. Figyelmesebb vizsgálattal azonban azt is észre vesszük, hogy a szél kezdetekor keletkező fodrocskák, és a nagy hullámok oldalán táncoló parányi hullámokon is képződnek alig látható, apró tarajok.

Ha a szél folyamatosan erősödik, akkor kb. 3—4 Beaufort erősségnél kezdenek a főhullámokon a kis, szelíd tarajok jelentkezni, melyek a szél növekedésével fokozatosan erősödnek. Kb. 4—5 Beaufort erősségnél előállnak a tarajok összeomlásából keletkező és a szél irányában húzódó habos sávok, majd kb. a 6. Beaufort erősség kezdetén már hátulról, vagyis a szél irányában nézve is, láthatók lesznek a tarajok. Ha pedig a szél viharossá válik, akkor a tarajok ijesztő mértékre növekednek és hófehér színükkel a minél jobban elsötétedő, malachitzöld vízfelszínnek barátságatlan, zord külsőt adnak, és valósággal egybefolyanak. Ilyenkor már több km távolságról láthatunk a sötét vízszáv felett, a víz egész szélességében egy keskeny, fehér csíkot, mely felénk közeledik. Így lehet sokszor meglátni



pl. a somogyi parton az északnyugati partok felől közeledő viharokat, hirtelen szélbetöréseket még 5—6 km távolságról is, amikor tehát a vízben levő hajóknak még mindig marad 6—10 pernyi idejük a szükséges teendőkre. Ezeket a fehér viharcsíkokat azonban jól meg kell különböztetnünk azoktól a hasonló, szintén világos csíkoktól, melyek a távoli szélcsendes vízfelszíntől, vagy a tóra hulló távoli záporosóttól, avagy pedig a felhőszakadékokon keresztül a vízre érő nap-sugaraktól származnak.

Kissé részletesebben foglalkoztunk a tarajozással, mert ennek a jelenségnek alapos ismerete igen fontos, főleg a kisebb hajók biztonsága szempontjából.

A nemrégiben feltámadt szél eljövendő erősödésére néha még egy másik hullámjelenségből is következtethetünk, és pedig abból, hogy a hajó körül, a szél által felborzolt hullámos vízfelületen helyenként simább, csillogóbb, világosabb területeket, foltokat látunk. Ez a tünetny, amely Cholnoky szerint valószínűleg a szél és a hullámok által összetertelt zsiros rétegektől származik, elég megbízható előjele a szél hamaros élénkülésének, és ha nem is kell belőle okvetlenül viharra következtetnünk, de azért elővigyázatra kell, hogy intsen.

A hullámok eddig ismertetett megfigyeléséből akkor van hasznunk, ha azok és az őket kergető szél a víz felől jönnek, vagy ha mi a tó közepén vagyunk.

A part közelében a part felől jövő szelet a hullámok már nem mutathatják ugyan messziről, de azért a leírtaknak itt is jó hasznát vehetjük a pillanatnyi, veszélyelhárító manőverzéseknél. Az északnyugati partok közelében az erős szél közeledését *száraz időjárás esetén* mindig több perccel előre mutatják a szél által felkavart *porfogatagok és porfelhők*, melyeket azonban jól meg kell különböztetnünk a szárazföldi járművek porától. A szél porfelhői utak mentén és falvak fölött kavarnak és gyorsan mozognak. A messziről érkező, nagy-kiterjedésű frontszélviharok porfelhője pedig néha a látóhatár alján jelenik meg, a többi felhőtől elütő, piszkos, sárgásbarna színben, szélesen, és tömören, mint valami jelzőlobogó, legtöbbször 10—20 perccel a szél betörése előtt.

## Éjjel

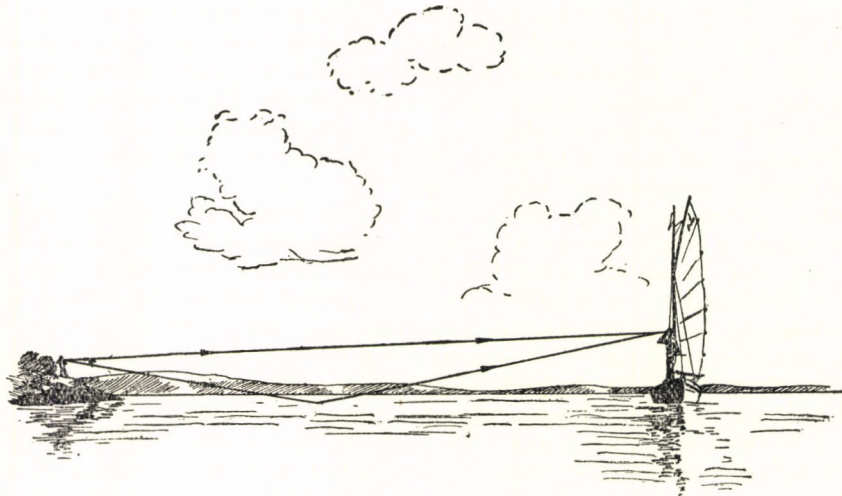
»Miként vándor, ki tévedez viharzó éjjelen,  
Avagy hajós a szélvészttől korbácsolt tengeren...«  
(Erkel: Bánk bán.)

Mindezeket a leírt tünetényeket napközben szemmel tarthatjuk. Késő este, vagy éjjel azonban kevésbé látunk, bár régi tapasztalat, hogy a vízben, annak fényvisszaverése miatt, sohasincs olyan sötétség, mint a szárazföldön, és még holdvilágtalan, csillagtalán, felhős időben, vagy éppen esőben is mindig meg lehet különböztetni a part vonulatát a víztömegetől, hacsak nagyon messze nem vagyunk a parttól. Némi tájékozódóképesség és gyakorlat mellett tehát — egyes kivételes esetektől eltekintve — éjnek idején is nyugodtan és biztosan közlekedhetünk. A víz csak a kivilágított partról nézve látszik barátságatlannak és fenyegetőnek: amint eltávoztunk csónakunkkal a lámpák közeléből, melyek a zöld mélységbe barátságatlanul belevilágítanak, azonnal barátságossá lesz a vízi környezet, a maga eredeti, természetes mivoltában. Így vagyunk egyébként a széllel is, amely a partról nézve sokszor véstjűslőbb színezetű, mint amilyen tényleg, odakint a nyílt vízben.

Mindamellert sötétben a szél közeledtének, vagy erősödésének előre észlelésénél egyedül csak a fülünk után igazodhatunk, de ez néha mindennél többet ér, és sokszor még nappal is segítségére jön szemünknek. A sötétben kitűnően hall-

juk a hullámok sajátságos, jellegzetes sístergő zúgását, amely a tarajoktól származik és amelynek különböző fokozatai tájékoztatnak minket nemcsak a közeledő szél erejéről, hanem irányáról és távolságáról is — feltéve, hogy a szél a víz felől fúj. Csendes, esős éjszakában azonban néha meg is tévedhetünk: ok nélküli ijedelembe ejtethet minket például egy-egy pásztákban, felettünk átvonuló ártatlan záporosó, melynek a sima vízfelszínhez való csapódása a hullámokéhoz igen hasonló hangot kelt.

A part felől jövő szelet elárulja még a parti nád hajladozása (nappal) és zúgása (éjjel-nappal) — ha ugyan van ott a közelben nádas. Ez a jelenség mindig több perccel meg szokta előzni a szél megérkezését, és ez a néhány perc legtöbbször sokat, néha mindent jelent.



123. ábra.

Annak, hogy hallásunk a víz fölött megélesedik, három oka is van: 1. minél távolabb vagyunk a parttól, annál távolabb vagyunk a világ zajától is, és — ha nincs szél — közvetlen környezetünkben teljes némaság, mondhatnánk: ünnepi csend uralkodik, melyet csak itt-ott törnek meg a távoli partokról elvétve érkező gyenge hangok, hallásunk tehát megélesedik; 2. a sima vízfelszín fölött a hang könnyen és csekély veszteséggel terjed tova; 3. nemcsak a hangforrásból közvetlenül fülünkbe érkező hangot halljuk, hanem odajut a hangforrásnak a víztükör felületéről visszavert hangja is, mely az előbbit erősíti (123. ábra).

Azt mondhatná valaki: sötétben ne járjunk a Balatonon! Ezt könnyű így mondani, de nem lehet mindig betartani. Rendkívüli esetek mindig előfordulhatnak. Vitorlásokkal akárhányszor megesik, hogy a szél este a tó közepén eláll és emiatt az utazás belenyúl a éjszakába. Csónakkal is előfordulhatnak — más okból — hasonló esetek.

Mindazok, amiket eddig leírtunk, a szél közeledésének és erejének olyan jelei, melyeket közvetlenül a vízen, vagy a vízparton figyelhetünk meg, anélkül, hogy tekintetünket a magasba emelnénk. A veszedelmes szél előjelei azonban igen sokszor az égen is láthatók, és ezért, ismereteink gyarapítása céljából, a következőkben az égen megfigyelhető és minket érdeklő légköri jelenségekről fogunk rövid áttekintést adni.

## A felhők

»Ha festő volnék, egyebet sem,  
Csupán felhőket festenék«

(Petőfi: *A Felhők.*)

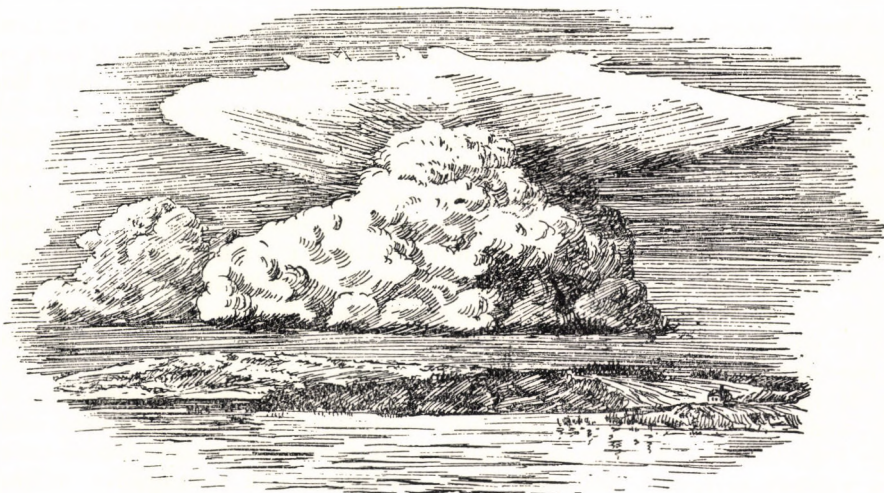
A szelet létrehozó okok a légkör állapotának időről-időre beálló változásai-  
ban, és pedig elsősorban hőmérsékleti és légnyomási változásokban gyökereznek.  
Mint hogy a hőmérséklet és a légnyomás mindenütt és mindig örökösen változik,  
ezért a szelek is, az egész légkört tekintve, úgyszólván szünet nélkül, örökösen  
fújnak: a levegő úgy vízszintes, mint függőleges irányban folytonos mozgásban  
van, még akkor is, ha mi azt a Föld felszínén nem érezzük.

Bizonyítják ezt többek között az ég örök vándorai: a felhők, melyeket a  
levegő függőleges emelkedése kelt életre, vízszintes szele hajt előre és leszálló  
áramlása visz az enyészetbe. A felhőkből, amelyek nem egyebek, mint parányi  
vízcseppecskék és jégkristályok halmazai, fontos következtetéseket vonhatunk  
elsősorban a különböző magasságokban uralkodó légáramlások irányára és  
erejére, ezekből viszont a talajmenti szél változásaira tehetünk fontos követ-  
keztetéseket. Valóban, a felhőket szinte természetes szélmérőknek és (amint  
láttni fogjuk) széljelzőknek tekinthetjük!

Ha egy nyári zivatar előtt, vagy utána, felnézünk az égre, meglepődve  
tapasztaljuk a felhők rendkívül változatos elhelyezkedését és alakját. Kötetnyi  
könyvet megtöltene az egyes felhőfajták felsorolása és jelentőségük leírása.

A továbbiakban a felhőkkel csak a várható szél erejére való tekintettel  
foglalkozunk. Itt első kérdésünk ez: vannak-e olyan felhők, melyek jóelőre,  
több órával, esetleg már 1—2 nappal előbb figyelmeztetnek minket a közeledő  
időváltozásra: az erős szelekre, vagy a zivatarokra, és ha igen, úgy melyek  
azok? A felelet a következő: tényleg vannak ilyen felhők.

A 7—9000 m magasságban úszó cirrus- és cirrostratus felhők, melyek finom  
pelyhek, vagy szálak alakjában elhelyezkedett apró jégkristályokból állanak,  
gyakran jelentenek időváltozást, kivált, ha előzőleg száraz, teljesen derült,



124. ábra.

szép időnk volt. Az időváltozás azonban nem mindig zivatar és szél, hanem sokszor csendes, országos eső alakjában köszönt be. Az előrejelzést az a körülmény okozza, hogy ezek a felhők mindig olyan területek fölött állanak elő, ahol a levegő valami oknál fogva alulról fölfelé, nagy magasságig terjedő, emelkedő mozgást végez (kis légnyomás alatt fekvő területek, időjárás frontok helyei), ahol tehát az időjárás szeles és csapadékos jellegű. A meleg évszakban a cirrusszerű felhők túlnyomó részben a nagy magasságba feltornyosuló zivatarfelhők, cumulonimbusok felső részén állanak elő, ahol azután üllő- vagy legyezőalakban szétterülnek, kisebb-nagyobb szélességben, aszerint, hogy milyen kiterjedésű az alattuk levő gomolyos rész (124. ábra).

A nyári évszakban szerte egész szárazföldünkön, sokfelé és gyakran keletkeznek ilyen kisebb-nagyobb üllős zivatarfelhők, melyeknek egy része, főleg a kisebbek, zivatar nélkül elenyésznek, úgy azonban, hogy csak alsó részük oszlik fel, míg a felső, kezdetben sűrű, tömött cirrusos részt a magasban uralkodó, rendszerint nyugatias irányú szél magával viszi, tartósan, sokszor országokon keresztül, miközben mind jobban szétfoszlatja, ritkítja azt. Ugyanabban az irányban utánuk jön, az alsóbb és rendszerint lassúbb légáramtól hajtott, az a légtömeg, amely a zivataroknak és a velük járó erős, lökéses szeleknek a szülőhelye. A ritkás, szétfoszlatott cirrusok ilyenformán néha napokkal is megelőzik az erős szelet, mely esetleg el is marad; viszont, ha az alsó légáram is elég sebes, akkor a zivatar nyomon követheti a vele összefüggő, előrenyúló cirrostratus ernyőt, és az utóbbi azt esetleg alig 1—2 órával előzi meg.

Az ilyen cirrostratus ernyő, mely alatt, illetve mögött már ott rejtőznek a zivatar és a szélroham bölcsei: a hatalmas cumulonimbus-gomolyok, rendszerint tikkasztóan forró, szélcsendes napokon, a koradélutáni órákban jelenik meg az északnyugati, vagy — ritkábban — a délnyugati horizonton. Kiterjedése már kezdetben is elég nagy: rendszerint elfoglalja a horizont körének legalább nyolcadrészét. A 125. ábra vázlatosan mutatja ezt a legyezőszerű alakjával felénk közeledő tömör cirrostratus üllőt, vagy ernyőt, melynek balkezünk felé eső (déli-délnyugati) széle jellegzetesen kinyúló halfejformát ölt.

Most gondosan meg kell figyelnünk a felhő vonulási irányát. Ha a rossz idő felénk tart, akkor a cirrostratus-ernyő mind magasabbra emelkedik, kiterjedése kétoldalt is növekszik, egyre sűrűbb, vastagabb és sötétebb lesz: alulról közép-magas altostratus felhő is csatlakozik hozzá, amely a Napot is egészen eltakarja már.

Különös figyelemmel kell vizsgáljunk a felhő alatt a láthatár környékét. Ha a felhő ott mind sötétebbé, tömöttebbé válik, és fokozatosan kékesszürke színű lesz, akkor a veszély is komolyabb. Ha azonban azt vesszük észre, hogy ott az ég világosodni kezd, a felhők alja ritkul, hézagossá válik (amint a balatoni nép mondja: »likas lesz«), akkor nem kell nagyobb bajtól tartanunk és ha jön is valamelyes szél, az sem túlerős, sem sokátartó nem lesz.

Ezzel összefüggésben a Balaton környékén sokszor megjelenik a nyugati égbolton a késő délutáni órákban a sötét felhőfátyol, melynek emelkedése azonban bizonyos idő múlva megszűnik, majd süllyedni kezd, mintegy összeroskad, és az est beálltával, amikor a levegőben inkább a leszálló áramlások érvényesülnek — elenyészik és csak egyes cirrusfoszlányok maradnak meg belőle. Nem egyéb ez, mint valahol az osztrák Alpokban lezajlott zivatar maradványa, mely azonban nem volt elég erős ahhoz, hogy hozzánk is eljőjön; útközben »energiája« kimerült és mihozzánk odafent csak gyér felhő foszlánya, idelent pedig csak gyenge szele jutott el.

Ha a magas felhők birodalmából alászállunk a 3000—6000 méteres régiókba, ott szintén fogunk találni felhőket, melyek az eljövendő időjárási zavaroknak, főleg a zivataroknak jóval biztosabb hirnökei, mint a cirrusok. Ezek elsősorban az ún. középmagas bástya felhők (altocumulus castellatus) és a középmagas bolyhosfelhők (altocumulus floccus). Alakjukat vázlatosan a 126. ábra mutatja.

Az a. c. castellatusok nem túlságosan magas, inkább lelapított, szép formájú, barátságos, kicsiny felhők. Ha nincsenek messze a horizonttól, és így mintegy oldalvást látjuk őket, akkor hosszúkásnak látszanak, alapjuk nagy-



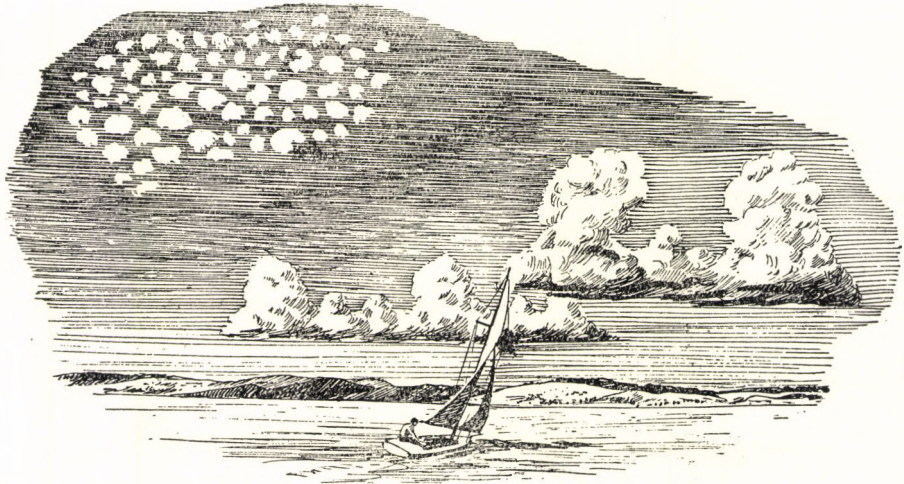
125. ábra.

jából egyenes, míg a felső részükön, mint távoli dombokon a várkastélyok, apró, bástyaszerű kiemelkedések, ormocskák láthatók, melyek alakjukat elég hamar változtatják: keletkeznek, majd eltűnnek. Gyakran megfigyelhetjük azt is, hogy ezek az ormocskák egyre jobban kiemelkednek a felhőalaphól, megnyúlnak, majd elszakadnak tőle, és tovább emelkedvén, elenyésznek. Máskor ismét aránylag nagyra nőnek, egymás mellett felsorakoznak és a felhőnek bizarr, nyugtalan, sőt fantasztikus alakot adnak.

Az a. c. floccusok rokonai a castellatusoknak és velük sokszor egyidőben keletkeznek, máskor ismét külön. Ezek a felhők apró, párnaszerű, kissé vastkosabb gomolyokból állanak, melyeknek azonban sajátosságos, tépett, bolyhos, nyugtalan, többé-kevésbé zavaros külsejük van. Némi gyakorlattal könnyen megkülönböztethetjük őket más, hasonló alakú, de veszélytelen felhőktől.

Mindkét felhőfajta főleg meleg időben, déli, délnyugati szelek kíséretében keletkezik. Majd egymagukban, majd más felhők társaságában látjuk őket. Eddig még kellően fel nem derített okból különösen a hajnali órákban, és naplemente körül szoktak előtűnni, de bizonyos idő múlva ismét elenyésznek. Sokszor látjuk őket napközben is. Mindkettő valóságos intőjel, mert 6—24, sőt

néha már 36 órával előbb megjelennek, mint a zivatar, melynek pedig ekkor még nyomát sem látjuk és az ég még egészen szelíd képet mutat. Ritka eset az, ha a zivatar 36 órán túl jelentkezik és egészen rendkívüli körülmények kel- lenek ahhoz, hogy a zivatar elmaradjon. Az altocumulus castellatusok sokszor jelentkeznek egy éppen lezajlott zivatar után is. Ilyenkor újabb zivatarak beköszöntésére, illetve a zivataros időszak folytatódására számíthatunk. Ennek az időszaknak rendszerint nagykiterjedésű és élénk, hűvös, északi-északnyugati frontszelek vetnek véget; az altocumulus castellatus tehát egyben a front- szeleknek is előfutára.



126. ábra.

A hideg évszakban a zivatarkok elmaradnak, de ekkor a mi jelzőfelhőnk is ritkábban látható. Ha mégis megjelenik a láthatáron, akkor csak a hideg front- szelek közeli betörését jelzi nekünk, amelyek függetlenek az évszaktól.

Az altocumulus castellatus és floccus felhőknek ez az időjós szerepe azzal magyarázható, hogy keletkezésük helyén, a magasban, a légkör egyensúlyi állapota bizonytalanná vált és ott ezzel olyan változások kezdődtek, melyek később elhatalmasodnak, áttérjednek az alsóbb rétegekre is és végül létrehozzák a magasba tornyosuló, nagy zivatarfelhőket. Valóban, ezeket a felhőcskéket a zivatarfelhők előre elkészített parányi modelljeinek tekinthetjük!

A középmagasságú rétegekben olykor még kétrendbeli más felhőket is láthatunk, melyek szintén a zivatar közeli kitérését, vagy a frontvihar közeli betörését mutatják, de ezek biztos felismeréséhez már nagyobb gyakorlatra és jártasságra van szükség. *Márványszerű* felhőzetnek nevezhetnénk az egyiket, és *chaos-felhőknek* a másik csoportot.

Az első fajta a derült égen csak kevés helyet foglal el, inkább kicsiny, de legfeljebb közepes nagyságú darabokból áll, melyek nem tornyosak, nem vastagok, nem árnyékoltak, de részben szabálytalanul röögösek, részben rostosak, helyenként tépettek. Jellemző rá, hogy nemcsak a felhőnek, de a kék égnek is sajátságosan merev, *márványszerű*, zavaros képe van, bár maga a felhő egyá- lalában nem fenyegető külsejű.

A második, hasonló felhőalak már lényegesen komorabb : különböző magasságban veszteglő, változatos alakú és nagyságú, sötét és világosabb darabokból áll, melyek rögösek, vagy rostosak, tépettek és zavaros összevisszaságban vannak és csak itt-ott találunk köztük apróbb felhőbástyákat. Az ég csak helyenként látszik, kis kék (sokszor zöldes színű) foltokban. Az égbolt képe *chaotikus* és nyomasztó. Szél most még nincs, de hamarosan, rendszerint néhány óra leforgása alatt megjelenik a zivatar vagy a frontvihar.

Alacsony felhők alatt általában olyan felhőket értünk, melyeknek alsó szintje, alapja legfeljebb 2000—2500 m magasan van. A szél előrejelzése szem-



127. ábra.

pontjából ezek közül főleg a függőleges, tornyos (cumuloid) felépítésükre kell figyelemmel lennünk. Az utóbbiakat általában a felfelé törő, gomolyos alak jellemzi, mely olyan, mint télen a haladó gőzmozdony kéményéből kipuffogó fáradt gőz ködje. Mindnyájan ismerjük a szép, derült időben a kék égen úszó, burgonyagumóhoz hasonló kerekded, kissé lelapított gomolyfelhőket (123. ábra), melyek a délelőtti órákban keletkeznek, és alkonyatkor ismét elenyésznek. Ezekről ugyan nincs mit tartanunk.

Már valamivel komolyabbak, de még mindig nem veszedelmesek azok a szintén napközben keletkező cumulusok, melyek vaskosabbak, szemmel láthatóan felfelé törekszenek és változatos alakúak ; majd bástyafalhoz, majd kétpúpú teve hátához hasonlítanak (halmazódott gomolyfelhő, cumulus congestus). (127. ábra).

Azt mutatják ezek a felhők, hogy a levegő alsó részeiben, kb. 3000 m magasságig, a levegő egyensúlyi állapota valamivel bizonytalanabbá (»instabilabbá») vált : a legalsó rétegek melegebbek, a fölötte levők pedig *aránylag* hidegebbek, mint teljesen nyugodt, stabil levegőben. Ez a körülmény pedig kedvező arra, hogy a talaj fölött felmelegedett levegő egyre magasabbra emelkedjék, és közben beálló lehűlése miatt a benne levő vízgőz egyre nagyobb tömegben lecsapódjék, vagyis felhővé váljék.

Ha a levegő egyensúlyi helyzete még bizonytalanabbá válik, akkor a cumulusfelhő-tömegek magassága egyre nő és a felhő csúcsa végül is behatol a közép-magas (altocumulus) felhők 4—5000 m magas birodalmába (128. ábra). A felhő külseje mind fenyegetőbb lesz, a gomolyok karfiolszerűen egymásra halmozódnak, a felhő néha távoli, nagy havasokhoz hasonlít; napközben, ahol a Nap rásüt, ragyogó fehér, naplementekor pedig rózsaszínű. Éles körvonalakban határolódik el a kék égtől, legfeljebb a csúcsa felett jelenik meg olykor, rövid időre egy kis, sapkaszerű felhőfátyol, melyet csakhamar keresztül tör. Az oldalain sokszor réteges, vékony sötétebb felhősávok úsznak. Villámok ritkán keletkeznek benne.



128. ábra.

Ez a felhő, az ún. csupasz zivatarfelhő, már átmenetet képez a cirrostratus-ernyővel borított valódi, nagy zivatarfelhőkhöz: a veszedelmes cumulonimbusokhoz, a különbség csak az, hogy belsejében még nem rendelkezik elég nagy felhajtó erővel. Mintegy előre jelzi, hogy az elkövetkező napokon majd amazok is jelentkezni fognak.

A valódi zivatarfelhő mindig csak nagyon ingatag, labilis egyensúlyi helyzetű levegőben állhat elő és úgy keletkezik, hogy az alsó légrétegek levegője valamilyen kezdeti, indító erőimpulzus (a levegő valamilyen torlódása, vagy egyenlőtlen, helyenként túlerős felmelegedése) hatására oszlopszerűen emelkedni kezd, és ha ez az emelkedés egyszer megkezdődött, akkor az ingatag levegőkörnyezetben már magától folytatódik, még akkor is, ha az eredeti indító erő már megszűnt. A kisebb-nagyobb, mintegy aknaszerűen elhelyezkedő levegőoszlopok úgy törnek ilyenkor fölfelé, mint a víz fenekéről föleresztett könnyű fadarabok: kezdetben lassan, majd gyorsabban, végül sokszor gyorsvonati sebességgel, és elérhetik a legmagasabb felhők 8—9000 m magas régióját is. Emelkedés közben előáll a levegő lehülése és a hatalmas felhőzet a maga egészében a lehető legtarkább, legváltozatosabb képet mutatja. Alul főleg gomolyszerű; míg a felső részeiben fokozatosan szálas, sugaras és hullósávoktól



átszótt külsejű lesz és legfelül, ahol az emelkedés már megszűnik, ernyőszerűen szétterjed mindenfelé, de főleg a felhő vonulásának irányában.

A zivatarfelhő légaknáiban a levegő rendkívül gyors emelkedése és ezzel járó erős lehülése nagymennyiségű és rohamos vízgőzlecsapódást okoz; a felhő belsejében igen gyorsan, néhány perc leforgása alatt nagymennyiségű esőcsepp és jégszem keletkezik, amely, ha a kellő nagyságot elérte, a felhő egyes oszlopai-ból heves zápor, esetleg jégeső alakjában, villámok és sokszor szélroham kíséretében ér le a földre.



129. ábra.

A zivatarfelhő közeledését a már említett cirrostratus ernyőn kívül az előtte, illetve alatta sokszor látható feltornyosuló gomolyfelhőkön, valamint az ezek előtt 1500—2000 m magasan úszó, rétegszerű gomolyokon (stratocumulusokon) és a kb. 4000 m magasságban elhelyezkedő középmagas felhőkön (altocumulusokon) is jól megfigyelhetjük (129. ábra), melyek a jelen esetben mind a cumulonimbus nagy családjának tagjai.

A tornyos cumulusok fejei a zivatar közeledtével egyre magasabban látszanak. Ha a Nap mögöttük van, akkor sötétek és a szintén sötét esőréteg előtt csak nehezen láthatók, estefelé pedig csak a mögöttük felvillanó villámok fényében tűnnek elő egy-egy pillanatra. Alagjuk sem látható, mert az már teljesen egybeolvad a láthatáron elterjedő sötét hullósávval. Ezeknek a cumulus-tornyoknak az észlelése biztos jel arra, hogy a zivatar egy órán belül, esetleg már néhány perc múlva felettünk fog tombolni, feltéve természetesen, hogy a felhők felénk tartanak.

Könnyebben és korábban észrevesszük a zivatarfelhő sötét tömege előtt, és tőle oldalvást zavaros összevisszaságban terjeszkedő réteges gomolyfelhőket és középmagas felhőket. Ha a zivatar még távolabb van, akkor ezek a felhők a zivatarfelhő két oldalán (különösen a déli-délnyugatin, ha a zivatar északnyugat felől jön), alul, mintegy kiválnak abból, kisebb tornyokkal és

hosszúkás lencse alakkal. Majd valamivel később már a fejünk felett is úsznak ilyen felhők, percről percre változtatva alakjukat a cirrostratus-háttér előtt. Ha a zivatar már közel van, akkor, rendszerint közvetlenül az eső megeredése előtt, a közép magas felhők egy része, rövid időre, lefelé lógó félgömb alakú, sűrűn egymás mellett elhelyezkedő labdákká formálódik (a. c. mammatus).

A veszedelmes, lökészerű szélrohamok közeli megjelenésére egy további, ismertetőjel az ún. fürgetegfelhő (másnéven : zivatarív, arcus), amely a leg-szebb és egyben a legfélelmetesebb időjárási jelenségek egyike. Ez a felhő a



130. ábra.

közeledő szélvihart egészen biztosan megmutatja, annál az egyszerű oknál fogva, mert ő maga is a szélvihar szülötte. Keletkezésének módjára többféle magyarázat van, azonban még egyik sem teljesen kielégítő. Ezúttal csak a jelenség leírására szorítkozunk.

A fürgetegfelhő rendszerint karöltve jár a zivatarfelhővel. A zivatarnak mintegy karmestere ez: mihelyt megjelenik a színen, kezdődik a koncert. De mindjárt hozzátehetjük: nem mindig, mert bizony sok zivatar van e nélkül, viszont előfordul fürgetegfelhő zivatar és zápor nélkül is; a szélroham azonban sohasem marad el. A felhő példaképpen, jellegzetes alakját, ha éppen szembe jön velünk, a 130. ábra mutatja.

Az arcus megjelenése előtt az égboltot már teljesen elfedi a zivatarfelhő alsó sötét oldal, mely előtt sötétebb foszlányok, tépett felhőrongyok úszkálnak. Maga az arcus sajátságos, tömör, élesen határolt, nem túl magas, hengeres formájú ködtömeg, mely vízszintes irányban jobbra-balra szélesen elnyúlik, a szélein látszólag megkeskenyedek, lehajlik, és így boltozatos, ívelt formát ölt. Mivel előrehaladás közben mindig újraképződik, ezért alakját, formáját sokáig

megtartja. Színe a környezetétől erősen elütő sötétszürke, néha zöldesbe vagy téglaszínbe játszó. Az utóbbi szint sok megfigyelő a jégeső előjelének tartja. Felszíne függőlegesen erősen barázdált, néha drapériaszerű, máskor ismét sorban egymás mellett lógó elefántormányokhoz hasonlít. A felhőhenger alatt felfelé szálló és szakállszerűen beléje olvadó felhőfoszlányokat figyelhetünk meg, melyek a felhőt folyamatosan táplálják. A felhőboltozat mögött egyenletes, kékesszürke, de kissé világosabbnak látszó felhőtakarót látunk, mely előtt, olykor villámok csapkodnak. Nem egyéb ez, mint az ott sűrűn, závorszerűen aláhulló eső, esetleg jég hullósávja. A jégeső különösen akkor valószínű, ha ez a hullósáv helyenként fehéres árnyalatot mutat.

A fürgetegfelhő meglehetősen alacsonyan jár, alapja mindössze : 600—1000 méter magasan van. Legkorábban rendszerint akkor tűnik a szemünkbe, ha a látóhatár fölötti magassága 2,5—5° (1° = 2 Nap- vagy Holdátmérő). Ekkor még 15—25 km-re van tőlünk és pl. ha közeledési sebessége 40 km óránként — rendszerint ennyi —, akkor kb. 15—25 perc alatt ér fölénk, illetve ennyi idő múlva jelenik meg a szél. Itt azonban mindjárt meg kell említenünk, hogy a szél-roham valamivel előbb : már 70—80° felhő magasságnál megjelenik, a szél tehát kissé megelőzi a fölötté gomolygó felhőhengert. Így pl., ha a felhő 45° magasságra jutott, akkor a közeledő szélroham már csak kb. 800 m távolságban van, és 1—1,5 perc múlva ránk tör. Részletesebb adatokat minderről a 130. ábrával kapcsolatos táblázatban találunk.

*A közeledő fürgetegfelhő távolsága és érkezési ideje*

A felhőalap tényleges magassága = 800 m. A közeledés sebessége = 40 km/óra

A felhőalap magassága fokokban .....	2,5	3,0	5,0	11,25	22,5	33,75	45	56,25	67,5	78,75
A felhő távolsága (km).....	18,0	15,4	9,2	4,0	2,0	1,2	0,8	0,5	0,3	0,16
A megérkezéshez szükséges idő (perc) .....	27,0	23,1	13,8	6,0	3,0	1,8	1,2	0,75 (45 mp)	0,45 (27 mp)	0,24 (14 mp)

A szél kitörését ilyenkor teljes és nyomasztó szélesend : »vihar előtti csend« előzi meg, mert a felhő előtt a levegő csak felfelé száll, amit a már említett szakállas felhőfoszlányokon jól láthatunk. Jó ez az evezősnek, de baj a vitorlásnak ! Ha a felhőív már majdnem a fejünk fölé ért, akkor az első, egyáltalában nem hideg szélrohammal együtt, vagy nagyon kevéssel utána, megjelennek az első esőcseppek vagy jég szemek. Ha ilyenkor a zivatarív alá nézünk és a megvilágítás kedvező, akkor néha, nagy ritkán, beleláthatunk a felhő mögé, mely mint egy óriási boltozat hajlik felfelé.

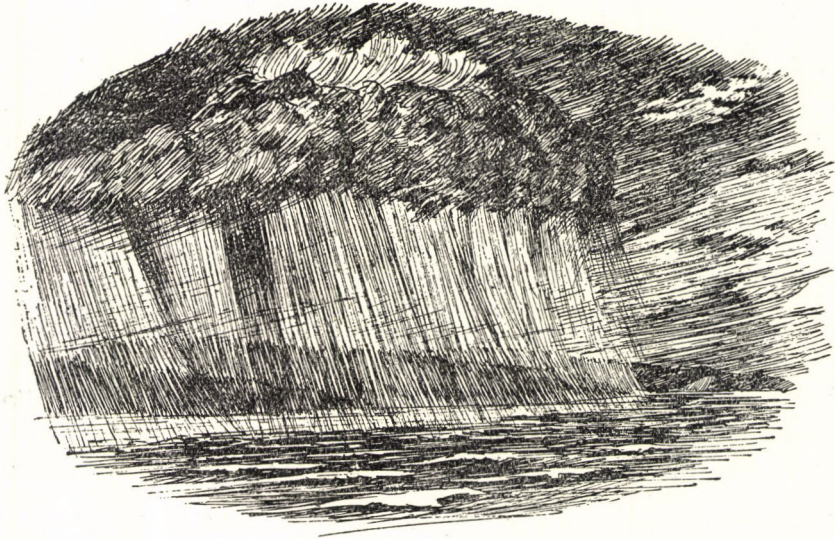
Victor Hugo »A tenger munkásai«-ban, egy La Manche-csatornai hatalmas vihar remekszép leírása közben, a következőképpen festi le a fürgetegfelhő közeledését :

»... Néma villámok voltak. Semmi dőrej. Minden villámra minden kigyúlt. A felhőfal most barlang volt. Boltozatai és kapuívei voltak. Árnyképeket lehetett benne látni. Szörnyetegfejek vázolódtak ki, nyakak nyújtogatása látszott ; tornyaikat hátukon hordozó elefántok alig megpillantva már el is múltak ... A felhőfüggönyök lengették, mintha zászlók hajladoznának. A középpontban égő vörös, vastag felhőboltozat alatt mozdulatlanul mélyedt be egy tömör

ködmag, élettelenül, a villamos szikrának át nem járhatóan... mint valami ocsmány magzat egy szörnyeteg ölében...»

Ha a szélroham, illetve a zivatar tőlünk oldalt húzódik, akkor a fürgetegfelhő egy árnyalattal szelídebb alakját a 131. ábra mutatja.

A zivatarívvel együtt érkező szélvihar, záporosó és zivatar rendszerint nem tartós: 20—60 perc alatt lezajlik az egész esemény. Csak kivételesen tart tovább ennél. Leggyakrabban északnyugat és délnyugat felől látjuk közeledni; ritkán jön délről és keletről (az ún. keleti zivataroknál), északkelet felől pedig majdnem soha. A még távoli fürgetegfelhő idejében való felismerése tehát igen fontos a



131. ábra.

hajók biztonsága tekintetében, mert amint a táblázatból is látjuk, ha 3—5° magasságban észleljük azt először, akkor még 15—25 percnyi tekintélyes időnk van a felkészülésre, vagy menekülésre. Csak az a baj, hogy éppen az ilyen, még távoli arcus biztos felismeréséhez bizonyos fokú gyakorlat szükséges, mert a tapasztalatlan megfigyelő könnyen összetévesztheti azt más, ártalmatlan felhőkkel, például a hengeres formájú stratocumulussal, és rendszerint csak akkor veszi észre, miről is van szó, amikor már 25—30° magasságra tornyosult fel. Ámde ekkor már 2—3 perc alatt ott is van a szélroham a hajónál!

Kissé részletesebben foglalkoztunk a fürgetegfelhővel, de azért tettük, mert úgyszólván az egyetlen felhő ez, amely a veszedelmes szelet biztosan előrejelzi. Sajnos, nem túlgyakori jelenség, és a szélviharok és zivatarok jórésze nélküle zajlik le. Vannak évek, amikor az egész zivataros időszak alatt egyszerűen sem mutatkozik a Balaton környékén.

## Vihar — villám nélkül

Sokan azt tartják, hogy a távolból közeledő villámok biztos jelzőtüzei a szélviharnak. Ez a nézet azonban éppenséggel nem helytálló. Egyik a másikhoz se nem szükséges, se nem elegendő, és bizony *sokszor előfordul, hogy erős és kitartó zivatarban és esőben van részünk, de ugyanakkor a szél éppenséggel nem erős, sőt esetleg szélcsend is van.* Az ilyen »szélnélküli« zivatarok, melyeket a meteorológiában melegfronti, vagy felsikló zivataroknak neveznek, főleg délről, délnyugatról szoktak jönni.

Az őket megelőző cirrostratus és altostratus felhők nagyjában ugyanolyanok, mint a többi zivatarnál, azonban összhatásában az egész felhőzet inkább réteges, mint tornyos, és az esetleg mutatkozó gomolyos felhők is gyéribbek és szelidebbek. A szélrohammal jövő, ún. hidegfronti zivatarokra, valamint az ún. hőzivatarokra annyira jellemző hatalmas, sötét tornyokat most egyáltalában nem látjuk, és pedig azért nem, mert míg amazoknál ezek a tornyok a felhőfátyol és a hullósáv előtt, illetve *alatt* vannak, addig itt ezek a felhőtornyok az esőrétegfelhő *fölött* vannak. Ezt az esőrétegfelhőt, amely kezdetben még elég világos, a fölette képződő zivatarfelhő hatalmas tornyai csakhamar elsötétítik és ekkor átmenetileg néha kissé élénkebb, de nem veszélyes szél kíséretében kezdetét veszi a zivatar és a záporosó, melyet rendszerint csendesebb eső szokott megelőzni. Főretegfelhő ilyenkor nincs, a zivatar vége felé azonban — amint alább látni fogjuk — néha előállhat és vele a szél is megjelenik. A villámok között sok a szerteágazó alakú, melyek az égboltozat nagy területén eloszlanak és aránylag kevesebb a lecsapó villám. A villámlások és a dörgések rendszerint szaporán követik egymást, néha szinte egymásba folynak és gyakran több órán át tartanak.

Így történt ez például Keszthelyen, 1948. július 25-én, egy késő esti zivatar vége felé. 1 óra leforgása alatt (22—23 óra között) nem kevesebb, mint 1232 önálló villámot figyeltek meg (!), amikor azonban csak azokat a villámokat jegyezték fel, melyeknek felvillanását kimondottan sötétség követte. A dörgések teljesen egybeolvadtak. Említésreméltó, hogy ebben a villámözönben csak elvétve akadt távoli, lecsapó villám.

Úgy látszik, hogy más, különleges természeti jelenségek is túlnyomóan a melegfronti zivatarokkal kapcsolatban keletkeznek. Keszthelyen, 1950. augusztus 3-án, órákon át tartó erős zivatar *után* hajnalban 4—5 óra között az alábbi rendkívüli fénytünemény volt: A zivatar elvonultával a felhőzet oszlásnak indult. A derült, sötétkék nyugati égbolt, valamint a zenit környékén húzódó sötétbarna, sűrű, alacsony felhők, kelet felé pedig a hajnalpírban izzó arany színű magasfelhők, sajátságos csoportosulásukkal, együttesen, egészen rendkívüli módon világították meg az előző esőtől átázott, nedves földi tájat. A fák és bokrok lombja halotti mozdulatlanságban, soha nem látott világos, hidegzöldi rézpatina-színben tündökölt, a Balaton vize pedig mint valami *vérvörös folyadék* terült el medrében, a ragyogó felhőfüggöny alatt. Mindez csodálatos, felejthetetlen szép és egyben sajátságosan szomorú látványt nyújtott, melyet sem szóval leírni, sem festőecsettel ábrázolni nem lehet.

Csak teljesség kedvéért említjük még meg, hogy ezek a vihar nélküli, melegfronti zivatarok a meteorológia jelenlegi felfogása szerint akkor állanak elő, ha a talaj fölött elterülő hidegebb légtömegre máshonnan (rendszerint Európa déli tájairól) melegebb, páradús, de ingatag egyensúlyú levegőréteg rááramlik (»felsiklik«), és eközben ennek a rétegnek valamelyik, már felhős és esős részében

valamilyen indító erő hatására függőleges felfelé áramlás indul meg. Ennek eredményeképpen azután a felsikló réteges felhőzet fölött lassan haladó, vagy helyben veszteglő zivatarfelhő áll elő.

A felsikló zivatar alkalmával azonban ne bízzuk el magunkat, mert lehetséges, hogy nyomában hűvös levegő tör előre, fürgetegfelhővel és viharos széllel. Így történt ez például 1952. június hó 16-án 16—21 óra között Keszthelyen, ahol egy közepes erejű, de majdnem szélcsendes melegfronti zivatar vége felé, 20 órakor hirtelen zivatarív jelent meg északnyugat felől, erős szélrohammal és záporosóval, mely kb. 45 percen át tartott. Ugyanez a hidegbetörés Nagykanizsa felé haladva, ott már pusztító felhőszakadássá és jégveréssé erősödött.

A zivatarfelhőktől is néha alaptalanul ijedünk meg. A Balaton északnyugati partvidékén, kivált ahol a dombok magasabbak, a délelőtti órákban néha egészen szabályszerű hőzivatarfelhő képződik, villámlással, záporosóval, de a part vonalán túl, a tó fölé már nem tud eljutni, végül is helyben feloszlik. Egy alkalommal 4 napon át egymásután, mindig pontosan 11 óra körül képződött ilyen zivatar. A jelenség valószínű oka a felhőt tovahajtó szél gyengeségében van, mely nem tud megbírkózni a tó fölött elterülő hidegebb levegő ellenállásával.

## Villám — vihar nélkül

*A nyári szélviharok számottevő része zivatar nélkül köszönt be a Balaton vidékén.* Különösen azért veszedelmesek ezek, mert betörésüket helyi megfigyelésekkel csak nehezen, vagy egyáltalában nem lehet előre megtudni, és még a távolsági híradószolgálatot is nem egyszer megtévesztik. Sem zivatarfelhők, sem villámok nem jelzik jövetelüket és sokszor csak az utolsó pillanatban: a porfelhőkből, a nádzúgásból, vagy a fehéren habzó hullámtarajok csíkjából vesszük észre őket, amikor már a »kapu előtt« vannak. Legtöbbször a barométer sem jelez előttük semmi rendkívülit, holott egyébként ez a műszer, a vihar előtti süllyedésével sokszor szolgál jótanáccsal a hozzáértőnek.

Ezek a szelek igen változatos módon és igen eltérő körülmények között lepnek meg minket, és aki sok éven át járta hajóval a Balatont, talán azt is mondaná, hogy »bármilyen körülmények között« meglephetnek, csak a valószínűségük az, ami egyszer nagyobb, máskor kisebb. Nem könnyű dolog őket rendszeresen osztályozni sem.

A szeleket többek között két főcsoportba: a helyi szelek és a nagyobb területre kiható frontális szelek csoportjába oszthatjuk, mely utóbbiak nem egyebek, mint mozgásban levő és egymás mozgását keresztező, nagykiterjedésű, de különböző eredetű (más és más vidékről származó) légtömegek, melyeknek áramlása rendszerint a találkozási helyük: az ún. időjárás front közelében a legerősebb.

A Balaton vidékén a nyári évszakban előálló, *zivatarnélküli* viharok többsége az ún. hidegfrontokkal van kapcsolatban, melyeknek túlnyomó része nagyjában nyugatról kelet felé mozog. Ezeknek kelet felé eső oldalán, süllyedő légnyomás mellett, rendszerint mérsékelt erejű, meleg déli, délnyugati szél: az ún. front előtti szél fúj. Nem egyszer megtörténik, hogy ezek a szelek is megélnkülnek, sőt viharos erőre is szert tesznek, de szellőkések kevésbé erősek és kevésbé is veszedelmesek. Lényegesen több veszélyt hoznak magukkal a hidegfront hátsó, nyugati oldalán uralkodó és emelkedő légnyomás kíséretében észak-északnyugatról, a dévényi kapun keresztül viharszerűen felénk

törő hűvös, frontmögötti óceáni légtömegek, nemcsak nagyobb erejük, hanem nagyobb szállókéseik révén is. Betörésük előtt rövidebb-hosszabb idővel a front-előtti meleg szél mindig elcsendesedik, ami — jobb híjján — némi intőjelül szolgálhat.

Nem egyszer megesik azonban az is, hogy a hűvös óceáni levegő az Alpokat délről megkerülve, a meleg szél hazája felől: délnyugatról mintegy lopva tör előre a Balatonhoz. Az ilyen délnyugati hidegbetörést északkeleti, vagy keleti, melegebb, frontelőtti szél szokta megelőzni és a szélvihar, ha erős is, de rendszerint kevésbé lökéses. Csak ritkán tart 1—2 óránál tovább, és a zivatar is ritkán marad el tőle. Az észak-északnyugatról jövő frontviharok lényegesen erősebbek, vadabbak, tartósabbak és veszedelmesebbek. Kezdeti felhőzetük sokszor egészen jelentéktelen, elszórtan mutatkozó, ártatlannak látszó cirrusokból és altocumulosokból, esetleg a szokottnál magasabban úszó stratocumulusokból áll, sokszor betörnek teljesen derült ég mellett is. A balatoni vízikatasztrófák története túlnyomórésztben hozzájuk kapcsolódik. E szélrohamok hevességét és turbulenciáját nagymértékben fokozza az északnyugati partvidék hegységeinek torlasztó hatása.

## Nagy viharok a Balatonon

Az alábbiakban a Balaton zivatarnélküli, észak-északnyugati frontviharairól lesz szó.

Az elmúlt évtizedek egyik legerősebb szélvihara volt 1927. augusztus 19-én este és éjjel. A szél 17 óra tájban kerekedett fel, túlnyomóan borult, cirrostratusokkal és altocumulusokkal fedett ég mellett; kb. 1 óra alatt erősödött fel a maximumig és csak másnap reggel kezdett vesztíteni erejéből. A vihar olyan erős volt, hogy az északnyugati part mellett lehorgonyzott vitorlások utasai képtelenek voltak evezős csónakkal a partig kiveezni. Sok súlyos hajóserencsétlenséget okozott; többek között egy nagy, tőkesúlyos vitorlást utasaival együtt a szemesi kikötő kőszikláira dobott, ahol azután az teljesen összetört.

Mindvégig teljesen derült ég és nagy (kb. 770 mm tengerszinti) légnyomás mellett kezdődött és zajlott le 1929. augusztus havában egy két napig változatlan erővel tartó vihar, mely olyan heves volt, hogy Balatonfüred és Siófok között a gőzhajóközlekedés is szünetelt.

Igen erős frontviharok dúltak 1933. július 16-án 15 ó 30p-kor és július 30-án 15 órakor, melyek mindegyike halálos áldozatokat is szedett.

1938. július 18-án 17—18 óra között a felső Balaton vidékén, nyírkos, kissé fülledt levegőben, kevés és szelíd felhővel és 760 mm körüli tengerszinti légnyomás mellett orkánszerű szélvihar kezdődött, melynél a kezdeti gyenge szélből a teljes kifejlődésig 20 másodpercnél több idő nem telt el! Ennek a szélnek a megjelenését az északnyugati partokon semmiféle előjel, még porfelhő sem mutatta, mert a talaj is nedves volt. A vihar 1 órán át dühöngött, majd 15 perc leforgása alatt teljesen megszűnt.

Párját ritkító erővel és kitartással tombolt egy másik vihar 1941. augusztus 30-tól szeptember 4-ig a Balaton mentén, amely felhős, de nem zivataros ég mellett augusztus 30-án 9 órakor kezdődött és a Balaton vízállását Csopakon napokon át 20 cm-rel süllyesztette. Minden hajóforgalom teljesen megbénult. A legnagyobb szélerő szeptember 1-én 22 órától szeptember 2-án estig tartott. Ezalatt Keszthelyen combvastagságú ágakat tördelt le a vihar és a nyárfákat az egész északnyugati part mentén teljesen megkoppasztotta. Szeptember 2-án

a délelőtti órákban a Balaton vize fölött állandóan ködszerű, fehér vízporfelhők úsztak; Csupak és Tihany között sok hatalmas víztölcsért figyeltek meg.

Az 1942. május 29—30-án lezajlott szélvihar a felső Balatonon halálos hajószerencsétlenséget okozott.

Említést kell tennünk végül az 1947. augusztus 28-án 18 órakor kezdődő, Keszthelyen megfigyelt szélviharról, mely meleg, derült, csendes időben, a helyi észlelések számára tehát szintén meglepetésszerűen tört ki. E sorok írója akkor éppen egy guruló ülésű csónakban evezett, a parttól kb. egy km távolságban. A vihar megjelenése előtt mintegy 20 perccel északnyugati látóhatáron csak egy egészen kis terjedelmű, a napsugaraktól megaranyozott szegélyű, de sötét hátterű stratocumulus felhő tűnt fel és alig 10 perc múlva már megjelent alatta a vésztjósuló, hatalmas sárgásbarna porfelhő (szerencsére előzetesen szárazság volt a Dunántúlon), amely az előbbi hamarosan teljesen elfedte, és további tíz perc múlva, a partkörnyéki utak porát felkavarva, megérkezett az északi szél is. Olyan hirtelenül és olyan erővel csapott le, hogy a parti nádasokban tanyázó horgászok, akik a magas nád miatt a porfelhőt nem látták, még késő este és éjjel sem tudtak, vagy nem mertek csónakjaikkal még a nád mentén sem hazatérni, hanem a nádasban meglapulva várták a szél csendesedését. A nádat a szélrohamok egészen a víz szintjéig nyomták le, úgyhogy a csónakban ülve kényelmesen el lehetett látni felette. A porfelhőben a látás 500 m alá süllyedt és a városi parkban életveszélyes volt a járás a minduntalan hulló, karvastagságú ágak miatt. A vihar másnap reggelig tartott, de az éj mindvégig túlnyomóan derült és holdvilágos volt. Szerencsére, a nyári évszak vége felé, fürdőző már csak elvétve akadt.

A zivatarnélküli balatoni frontviharok előrejelzésénél a helyi észlelés bizonytalanságának ellensúlyozásaképpen nagy segítségünkre van a nemzetközi időjelzés, és annak alapján a Meteorológiai Intézetben elkészített időjárás térképek adatai, valamint az északnyugati határszéleken létesített viharjelző szolgálat, éspedig a következőképpen:

Ha megnézzük a Meteorológiai Intézet napi időjárás térképei közül azokat, melyek az északnyugati zivataros, vagy nem zivataros frontviharok kitörését közvetlenül megelőző európai időjárás helyzetet mutatják, akkor azokon több jellegzetes dolgot figyelhetünk meg: elsősorban kivétel nélkül látni fogjuk, hogy a légnyomás nyugat-északnyugat felől emelkedőben van és hazánktól nyugatra, az ún. dévényi kapu előtt, a légnyomás pillanatnyi állapotát ábrázoló görbe vonalak (»izobarok«) nyelvyszerűen előre hajolnak, annak jeléül, hogy ott, az Alpok északi oldalán, nagyobb nyomású, hűvösebb levegő halmozódott fel és tör előre kelet-délkelet felé (132. ábra *M*). Az újabb idők térképein a betörő hideg és a régi meleg levegő határvonala, az ún. frontvonal is látható az említett nyelv előtt.

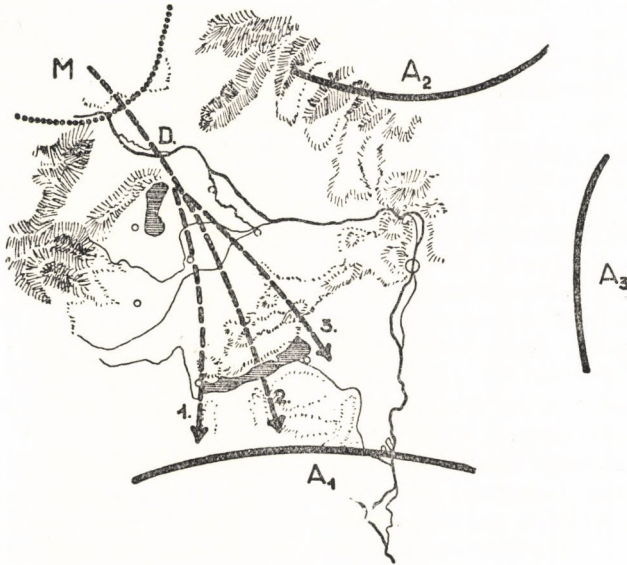
Látjuk továbbá a térképen a szomszédos kis légnyomású levegőterületeket, az ún. ciklonokat is, éspedig úgy, hogy »magjuk«, vagyis a legkisebb légnyomás helye vagy hazánktól délre ( $A_1$ ), vagy északra ( $A_2$ ), vagy keletre ( $A_3$ ) van.

A szélvihar betörése már most rendszerint úgy történik, hogy a Bajomedencében feltorlódtott hideg levegő felső része, gyorsabb mozgása folytán a nagynyomású *M* centrumról leválik és a D-vel jelölt »dévényi kapu« és a kisebb ellenállású Kis-Alföldön egyre növekvő sebességgel átszáguldván, délkeleti irányban halad a Balaton felé; útközben az előtte levő levegőt ékszerűen megemeli és maga fölé dobja és így, mint valami folyadék egy nyíláson át, külön test gyanánt utat csinál, mintegy medret vág magának a környező, nyugod-



tabb levegőben. További haladása közben a Földforgás eltérítő ereje és a hazánk közelében éppen ott levő ciklon »szívó ereje« együttesen hat rá.

Ha ennek a ciklonnak a magva történetesen hazánktól délre, az Adria és a Balkán fölött tartózkodik (amit a 132. ábrán vázlatosan az  $A_1$  betű jelez), akkor az említett két erő együttes hatása a légtömeget az 1. nyíl irányában, vagyis jobbkéz felé tereli el, és így a kezdetben északnyugati szél fokozatosan észak-északnyugativá lesz és mint ilyen, főerejével a Balaton délnyugati részére támad. Ilyenkor tehát a Dunántúl északkeleti vidéke és a Balaton felső része is



132. ábra.

csak gyengébb szelet kap. Ha ilyen időben vonattal a Balaton partján Nagykanizsa felé utazunk, akkor sokszor megfigyelhetjük, hogy a szél fokozatosan erősödik és kb. Szemes—Lelle környékén kezd viharossá válni.

Amikor a szomszédos ciklon magva hazánktól északra, a Kárpátokon túl tartózkodik (az  $A_2$  helyen), akkor szívóerejének az iránya más lévén, a dévényi kapun betört légtömeg a ráható erők következtében kevésbé fordul el jobbkéz felé, és a 3. irányban halad. Ilyenkor a Balaton északkeleti része kapja északnyugat felől az erősebb szelet, és az Alsó-Balatonon lesz gyengébb a szél, amint azt sokszor tapasztalhatjuk: Siófok viharos frontszelet jelez, de ugyanakkor Keszthelyen csendesebb az idő.

Végül, ha a ciklon magva tőlünk keletre helyezkedett el (az  $A_3$  helyen), vagy pedig tőlünk északra és délre egyidejűleg tartózkodik egy-egy azonos erősségű ciklon, akkor, az északnyugati szél az említett két irány között, a 2. vonal irányában fúj, és a Balaton egész területét nagyjából egyenlő erővel árasztja el.

Hogy a frontviharok miért jönnek egyszer zivatarral, máskor anélkül, annak több oka is van; ezek közül itt csak néhányat említünk meg. A zivatar hiányának egyik oka lehet a betörő hűvös levegő már eredetileg is csekély magassága, amely a megnövekedett sebesség miatt még inkább csökken, minélfogva az végül is nem képes az előtte levő meleg levegőt kellően felemelni. Egy másik

ok lehet ennek a környező levegőnek biztos egyensúlyi állapota (stabilitása), amely körülmény szintén megnehezíti annak nagyobb magasságra való felemelkedését. Okul szolgálhat továbbá a felemelt levegő szárazsága, úgyhogy a felemelkedés ellenére is csak gyér felhőzet képződik benne. Megtörténhetik végül, hogy a betörő és az itt levő régi levegő tulajdonságaiban nincs számottevő eltérés és így azok nem határolódnak el elég élesen egymástól. Természetesen a felsorolt okok párosával, vagy akár együttesen is szerepelhetnek.

Teljesség kedvéért meg kell még említenünk azokat a zivatarnélküli és néha igen erős északnyugati frontszeleket, melyek egy-egy ciklonnak hazánk fölött történt átvonulása után, többnapos országos eső vége felé, vagy annak megszűntével szoktak feltámadni, és lassan ritkuló felhőzet mellett sokszor több napon át tartanak. A délelőtti órákban megerősödnek, napnyugta körül lecsendesednek, majd 22—23 óra körül rövidebb időre ismét feltámadnak.

Említést kell tennünk végül, azokról az apró, néhány m átmérőjű szél-forgatagokról is, melyek derült, meleg, csendes időben a part mellett, a nádas mentén, néha, nagyritkán előállnak. E sorok írójának sok évtized alatt egyetlenegyszer volt dolga a paloznaki öbölben ilyen parányi, de igen erős forgószerűvel, amely 8—10 másodperces tartama alatt hajójának kis vitorláját majdnem letépte; azután, amilyen váratlanul és gyorsan jött délnyugatról, úgy enyészett is el északkeleti irányban.

A zivatarnélküli frontviharok időben való előrejelzésénél — amint már említettük — igen hasznosak, úgyszólván nélkülözhetetlenek főleg a dévényi kapu környékén: Szombathelyen, Kapuváron, Magyaróváron levő megfigyelők viharjelentései. Ha ezek elég gyorsan a helyszínére érkeznek, akkor 1—2 órával is megelőzhetik a frontvihart. Természetesen tudnunk kell, hogy az a szélroham, amit ott észlelnek, valóban frontvihar-e, mert ha történetesen hőzivatarból származik, akkor bármilyen erős legyen is ott a szél, mégis csak a zivatar közvetlen környékére fog kiterjedni, és a Balaton vidékére legfeljebb mint szellő érkezik meg. Ezt azonban a pillanatnyi időjárási térkép alapján lehet biztosan eldönteni, a Meteorológiai Intézetben.

Az itt leírtak átgondolása után arra a végső következtetésre kell tehát jutnunk, hogy a balatoni viharok kellő időben való előrejelzése bizony meglehetősen nehéz és bonyolult feladat!

a) A hőzivatark viharainak jelzésében a helyszíni megfigyelőké a főszerep, melyek a Meteorológiai Intézettől kellő időben kapott általános időjárási helyzetjelentés támogat.

b) A zivataros frontviharok előrejelzésénél a Meteorológiai Intézet az időjárási térképről és a határszéli viharjelentésekből megállapítja a vihar természetét, hollétét, vonulásának irányát és sebességét; megállapításait közli a helyszíni megfigyelőkkel, akik a zivatar közeledését az (itt leírt) előjelekből már egyébként is észlelik, de a vett értesülés alapján a vihar kitörésének időpontját még nagyobb valószínűséggel meghatározhatják.

c) A zivatarnélküli frontviharok esetében azonban a helyszíni megfigyelő bizony sokszor bekötött szemű orákulummá válik és még kedvező esetben is csak akkor veheti észre a vihart, ha lehelleivel az már szinte arcát éri. Ilyenkor a határmenti viharőröknek és a Meteorológiai Intézetnek kell egyesült erővel a helyszíni megfigyelő segítségére sietni értesítéseikkel, jóllehet, előfordulhatnak olyan kivételes esetek, amikor itt is nehézségek vannak.

Miután a szél nem ismeri a várakozás fogalmát, így tehát nekünk, illetve a védelmi intézkedéseknek, vagyis a viharjelző-szolgálatnak kell versenyt futni

vele. Meg kell őt előzni, ha lehet! Ha valahol, úgy itt fontos és sokszor életmentő a minél gyorsabb hírközlés és a helyszínén kiadott utasítások minél gyorsabb végrehajtása.

## A hullámok

»Habár fölül a gálya,  
És alul a víznek árja :  
Azért a víz az úr !«

(Petőfi: Föltámadott a tenger.)

A szél gyermekeiről: a hullámokról volt már szó. Ott azonban kizárólag azt vizsgáltuk, hogyan lehet az észlelt hullámokból a közeledő szél erejére következtetni; vagyis ott tulajdonképpen széljelzőknek tekintettük őket. A hullámoknak azonban ennél nagyobb jelentőségük is van, hiszen *ők* hordozzák hátukon hajóinkat. Nem lehet tehát közömbös — különösen a kisebb hajók, a vitorlások és csónakok szempontjából —, hogy miképpen viselkednek a hajónk alatt. És mivel bizonyos körülmények között éppen olyan veszélyessé válnak, mint maga a szél, ezért szükséges, hogy néhány alaptulajdonságukkal — balatoni vonatkozásban — előzetesen megismerkedjünk.

A hullámok méretei általában a szélességtől és a víz mélységétől függenek, velük egyértelemben változnak, és magasságuk (hullámhegytől hullám völgyig mérve) a Balatonon a legnagyobb viharban, és a Siófok körüli legnagyobb, kb. 5 m mélység fölött sem haladja meg az 1—1,3 métert, hosszuk pedig (hullámhegytől hullámhegyig mérve) sohasem több 7 méternél. Ilyen méretarányok mellett azonban ezek a hullámok aránytalanul meredekebbek, mint a tenger sokkal magasabb hullámai és éppen ebben rejlik veszélyességük egyik főoka: a kisebb hajók a meredek hullámoldalon könnyebben felborulnak. Sokszor megesett már, hogy külföldi vendégek, edzett északi tengeri vitorlázók, először ittjártukban kicsínylően, sőt lenézőleg nyilatkoztak az »állítólagos« balatoni viharok és hullámok képességeiről; de ez a véleményük pontosan mindig csak addig tartott, amíg egy legközelebbi ilyen vihar átélése után valahogyan partra nem kerültek, s az ijedtségtől magukhoz nem tértek!

Az élénk szélben egymást követő hullámok nagysága és alakja a lehető legváltozatosabb és a hullámzó vízfelületen váltakozva vannak nagy hullámok és aránylag csendesebb mezők. A legnagyobb hullámok mindig hármásával jönnek, közvetlenül egymás mögött, utánuk valamivel kisebbek következnek; az előbbieket előre meg lehet látni és kisebb hajókkal, kellő gyakorlattal kormányozva, sokszor ki is lehet az útjukból térni, mert gerincvonaluk mentén mért szélességük a hullámhossznak csak kb. 3-szorosa. A sok hullám között időnkint mindig akad olyan, nem is éppen a legnagyobb, amely rendkívül meredek és mintegy orozva erősen felcsapódik a hajónkra. Rendesen csak az utolsó pillanatban vesszük észre ezt a szándékát, amikor már késő kikerülni.

A hullámok, a part fekvése és a szél iránya között a következő összefüggések vannak:

Ott, ahol a szél a partról a vízre lép, mindig, még a legerősebb viharban is, csendes és tiszta, átlátszó a víz és csak egészen parányi, de elég meredek, befelé tartó hullámok keletkeznek. Látunk ellenben ugyanott valamivel nagyobb, 3—4 cm magas, elnyújtott, sima, lapos hullámokat, melyek a tó közepe felől, a széllel szembe jönnek, és a parthoz verődnek. Ezek valószínűleg a tulsó parttól visszavert hullámok maradványai. Erős észak-északnyugati szélben az északnyugati parttól befelé haladva, a hullámok gyorsan nőnek, 100—200 m

távolságban már tarajosak lesznek, majd — a szél erőssége és a vízállás mértéke szerint — 1—2 km-re már felkavarják a fenék iszapját és mindjobban barnás-szürke színűek lesznek. A tó délkeleti felében a hullámok a legnagyobbak és már nem iszapot, hanem a nehezebb homokot kavargatják fel, de kisebb mértékben.

Hasonló a helyzet a tó hosszában fújó délnyugati, vagy északkeleti szél idején is, azzal az eltéréssel, hogy ilyenkor a hullámok, indulási helyüktől 4—5 km-re már állandó nagyságúak lesznek egész további útjukon.

A part felé közeledő hullámok a víz sekélysege és a fenékhez való erős súrlódás miatt már nem tudnak szabályszerűen kifejlődni: alsó részük visszamarad, míg felső részük előretör. Emiatt a homlokzatuk egyre meredekebbé válik és erős tarajozással előáll a közismert hullámtörés, amely egy darabig még akkor is tart, ha közben a gerjesztő szél már meg is szűnt. Ezek a hatalmas tarajok a kisebb csónakok oldalán könnyen becsapnak és azt megtöltik vízzel, szerencsére itt a víz már sekély és a veszedelem nem nagy.

Egyébként a szél és a hullámok meghitt szövetségben élnek. A vízrelépés helyén, ahol a szél — kivált az északnyugati dombos partokon — esetleg veszélyesen lökéses, turbulens, ott a hullám még ártatlan gyermek; a tó túlsó felében a szerepek felcserélődnek: ott a szél már kiegyensúlyozottabban éli világát, de a felserdült hullámok tombolnak jobban és ismét kiegyenlítik, sőt még esetleg lenyomják a veszélyesség mérlegét. Tapasztalt vitorlázók és evezősök, ha a Balaton hosszában utaznak, igyekeznek lehetőleg az északnyugati partok közelében haladni, tehát majdnem jobban respektálják a hullámokat, mint a szelet!

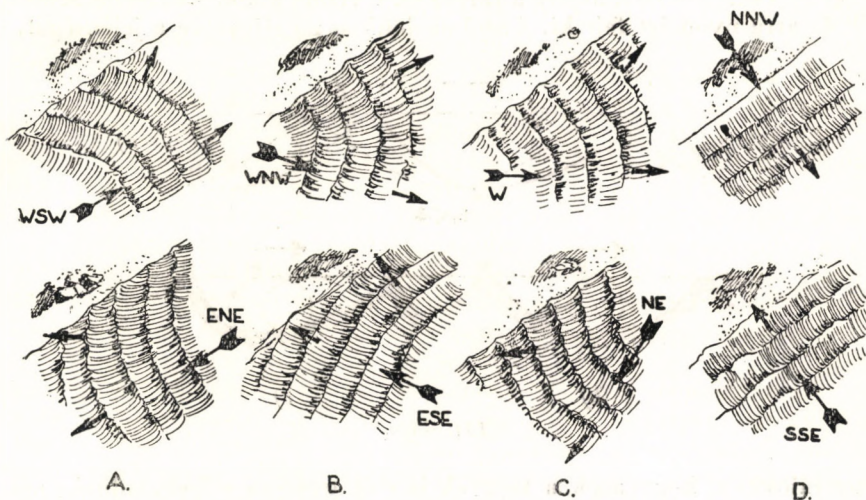
Ez a bizalmas együttélés más téren is megnyilvánul. Ha a szél erősödik, a hullámok nyomban (1—2 perc múlva) megnövekszenek, viszont ellenkező esetben éppen olyan gyorsan el is lanyhulnak. Ha a szél gyorsan szűnik meg, az általa felgerjesztett hullámozás, folyvást csökkenve ugyan, egy darabig még eltart de a hullámok hamarosan elvesztik meredekségüket, tarajaikat és mint sima, ú. n. lógó hullámok, nagy távolságra eljutnak. Ugyanígy hullámok jutnak el a mi szélesendes vidékünkre is, ha valahol a tó távoli helyén hozzánk el nem hatoló, élénk szél fúj, vagy pedig közelünkben csavarral hajtott hajó haladt el.

A hullámok a nyílt vízen általában az éppen akkor fújó szél irányát követik. Ha a szél iránya hamarosan megváltozik, akkor a régi hullámok ellaposodva, egy ideig még megmaradnak, de tüstént megjelennek mellettük az új irány hullámai is, egyre erősödve, és a víz így egyidejűleg kettős mozgást végez, melyek mindegyike jól látható — vagy érezhető. Minél erősebb az új irányú szél, annál hamarabb elnyomódnak a régi hullámok. Ha pedig — nagyritkán — hirtelen a régivel kb. azonos erejű, de nagyjából ellentétes irányú szél támad, akkor a kisebb hajókra igen kellemetlen és sokszor veszélyes, ún. *álló hullámok* keletkeznek. Ezeknél a hullámhegyek és völgyek nem látszanak tovahaladni, mint a rendes hullámoknál, hanem egyhelyben váltogatják egymást: a hegyből völgy lesz és fordítva; úgy, amint azt például a partfalakról visszavert hullámokon láthatjuk.

A hullámtalálkozásokkal kapcsolatban meg kell említenünk, hogy a szélnek egyik alaptulajdonsága az, hogy irányváltozásnál a régi szél az új szél megjelenése előtt, ha csak rövid időre is, de úgyszólván mindig megszűnik. Az átmenet nélküli szélfordulás a legnagyobb ritkaságok közé tartozik.

A partok közelében, ahol a víz mélysége csökken, a hullámok csak akkor követik a szél irányát, ha az a fenék lejtésével egyezik. Ott azonban, ahol a

szél iránya a fenék lejtésével nem egyezik, a hullámok járása el fog térni a szél irányától. Ezt a jelenséget a hullámgerinc »megtörésének«, vagy — félreértések elkerülése végett — inkább a hullámgerinc »elhajlásának« nevezhetjük. Oka az, hogy a sekélyebb víz fölött a hullám tovaterjedési sebessége csökken, ott tehát a hullám mintegy hátramarad. Könnyen képet alkothatunk róla, ha a hullámok vonulási irányára merőlegesen, tehát a hullámgerincek mentén, egy azokat összekötő vonalat, ún. frontvonalat képzelünk el. Ez a frontvonal a nyílt vízen egyenes, a partok felé eső része azonban elhajlik, hátragörbül a csökkent hullámsebesség miatt. Ez a hátrahajlott vonalrész az eredeti front-



133. ábra.

vonallal  $30-45^\circ$  szöget is alkothat és az elhajlás az északnyugati partvidéken már többszáz méterre a parttól elkezdődik. Bemutatjuk itt ennek az érdekes és megszívlelendő jelenségnek néhány példáját az északnyugati partok tájékaról.

A 133. ábrán a pontozott rész vázlatosan a Balaton északnyugati partvidékét jelzi, a görbe vonalak a hullámgerinceket; a nagy nyilak a szél irányát, a kis nyilak pedig a hullámok haladásának irányát mutatják. Az ábrán összesen nyolc különböző karakterisztikus helyzet látható abc... sorrendben, párosával egybefoglalva.

Ha a szél a tó hosszirányában, nyugat-délnyugati irányból fúj (A), akkor a hullámok bent, a mély vízen a szélllel együtt, a tó hosszában haladnak ugyan, de a partok közelében dél felől jönnek. Ellenkező irányú, kelet-északkeleti szélben fordított a helyzet: ilyenkor a hullámok kelet felől verődnek a parthoz.

A B esetben nyugat-északnyugati, illetve kelet-délkeleti szél fúj. Az előbbinél a partmenti hullámok a part mentén haladnak, az utóbbinál azonban egyenesen nekiszaladnak a partnak.

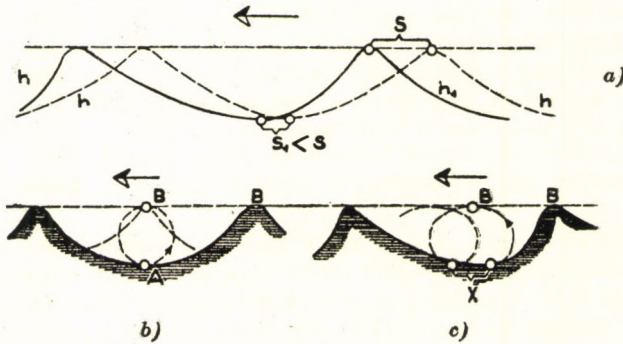
Igen jellemző a C helyzet, nyugati, illetve északkeleti szél mellett. Ilyenkor — amint azt alább majd részletesebben tárgyaljuk — a tó belsejében a hullámok a rajtuk úszó tárgyat a tó közepe felé igyekeznek sodorni, míg ugyanakkor a parttól a kis távolságban azt bár ferdén, de mégis a part felé terelik, feltéve, hogy a test nem áll ki túlságosan a vízből és a szél nem tud belékapaszkodni.

Végül, ha a szelek a partvonalra, merőleges irányban fújnak, amint azt a *D* helyen látjuk, akkor a hullámok nem hajolnak hátra és minden helyen egy irányban haladnak a széllel.

A hullámok elhajlásának a kisebb hajókra való hatásával a következőkben még foglalkozunk.

Befejezésül szükséges megemlékeznünk a hullámsodrásról is, vagyis a hullámoknak vivő- vagy tovaszállító képességéről.

Mindenki tapasztalhatta már, hogy a hullámozó víz tetején úszó tárgyak a hullám látszólagos mozgásának irányában elmozdulnak, elsodródnak. Ennek oka egyfelől maga a szél, amely a tárgynak a vízből kiálló felszínébe belekapaszkodik és arra nyomást fejt ki. Azonban jobban megfigyelve a jelenséget, csak-



134. ábra.

hamar rájövünk, hogy azok a tárgyak is elég gyorsan előrehaladnak, amelyek a vízből a szél számára csak elenyésző mértékben emelkednek ki; ezeket tehát magának a hullámnak kell tovasodornia. Hogyan lehetséges ez?

Tudjuk, hogy a »haladó« hullámok tovagördülése csak látszólagos jelenség, és onnan ered, hogy a fel- és alálegő vízrészecskék ebben a lengő mozgásban *sorra egymásután* kiveszik a részüket, ami azután a hullám tovahaladásának optikai csalódását kelti bennünk. Pedig csak a forma halad tova, test nélkül! A hullámok ún. tovaaterjedési sebessége, amely a széllel együtt nő vagy csökken, éppen ennek a látszólagos elmozdulásnak a mértékét fejezi ki. Maguk az egyes vízrészecskék éppenúgy, mint a vizen úszó fadarab, »egyhelyben« mozognak, és pedig nemcsak fel és alá, hanem előre és hátra is lengenek, amint a hullám első, vagy hátsó lejtőjén előre vagy hátra lefelé gördülnek. Ezek az egyhelyben történő mozgások végeredményében olyan összetett, eredő mozgást adnak, melynek pályája egyhelyben levő körnek látszik (134. ábra b).

Így volna ez, ha a hullám elől-hátul teljesen egyenlő lejtésű, szimmetrikus víztest volna. A valóságban azonban ez soha sincs így, mert részint a szél nyomása, részint a tó vízének sekélysege miatt a hullám alakja eltorzul: a szél a felső részét előre tolja, a tófenékhez való súrlódás pedig az alsó rész haladási sebességét csökkentvén, azt visszatartja, lefékezi és mindkét esetben az eredmény az, hogy — amint már az előzőkben, a tarajozásnál is leírtuk — a hullám első oldala mindig meredekebb, a hátsó fele pedig mindig laposabb lesz (134. ábra a), mert a hullámhegynek ugyanazon idő alatt megtett *s* útja nagyobb, mint a hullámvölgyé (*s*<sub>1</sub>). Ez az eltorulás nemcsak a nagy, hanem az egészen parányi hullámokon is beáll (az utóbbiaknál csakis a szél nyomása miatt) és

annál nagyobb, minél erősebb a szél, illetve minél sekélyebb a víz. Az utóbbinak a hatását egyébként a parti hullámtörésnél is említettük már.

A hullámnak ez az előrehajlása a felszíni vízrészecskéknek, valamint a felszínen úszó testeknek a vízszintes irányú lengéseit akként módosítja, hogy a hullám meredekebb homlokzatán, különösen annak felső részében, az előretartó mozgásuk lényegesen nagyobb lesz, mint a másik oldalon a hátrafelé tartó mozgás, vagyis végeredményében a hullám egész felszíne és a rajta úszó tárgyak előre fognak haladni. Egy-egy részecske egyéni pályáját nem helyben álló kör, hanem előre gördülő kör fogja mutatni, ú. n. ciklois-vonal képében (134. ábra c).

Számítással is ki lehet mutatni, hogy a Balatonon, erős viharban, kb. 1 m magas hullámok esetében, minden egyes hullám nem kevesebb, mint kereken 0,5 m-re sodorja, illetve löki előre a felszíni vízrészecskéket és a közöttük úszó tárgyat! Ehhez járul még természetesen külön a szél nyomásából származó előrehaladás akkor, ha a test egy része a vízből esetleg kiáll, és amely még lényegesen nagyobb is lehet, mint a hullámsodrás.

Mindebből megérthetjük, miért sodródnak olyan rövid idő: 3—4 óra alatt a somogyi partra az északnyugati oldalon felborult hajók és egyéb testek.

A megszámlálhatatlan sok, kis és nagy hullám sodrása nemcsak a vízfelszínre, hanem — bizonyos egyéb okok miatt — a vele határos mélyebb rétegekre is kiterjed, kb. 0,5—1 m mélységig is. Különösen a vihar elején, már a partmelletti kicsiny hullámoknál is olyan erős, hogy a vizet a szél vízrelépésének a pontján 20—30 cm-rel is apaszthatja, és a legjobban úszónak is lehetetlenné teszi a pontra úszást, még kis távolságból is.

## A szél, a hullámok és a hajók

*»Az elsodort hajósok számára nincs révpart.«  
(Prudhomme : A zenith.)*

Ha a Balatonon vihar tör ki, akkor amint láttuk, a szél és az általa kergetett hullámok közös erővel rendeznek hajtóvadászatot a vízen levő kisebb hajókra.

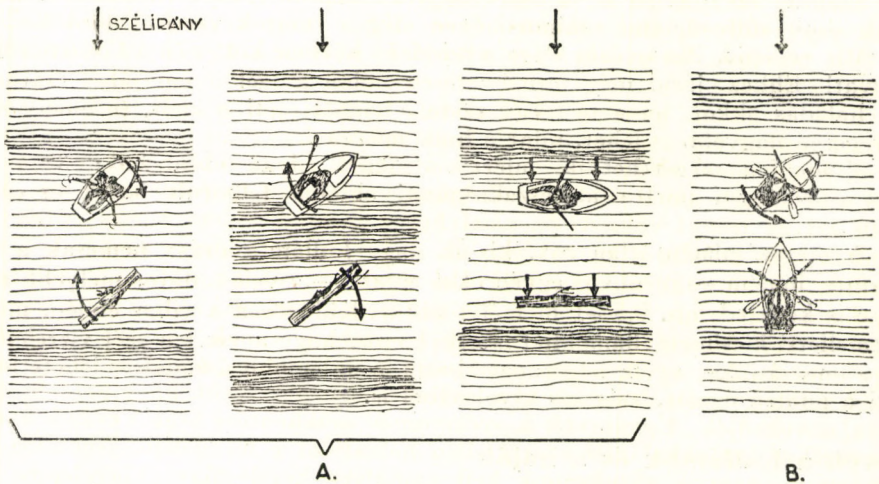
Ez okból a hajókra való hatásaikat és az ellenük való védekezési módokat is együttesen kell vizsgálnunk és ismertetnünk. Ezúttal nem lehet célunk, hogy az evezés és vitorlázás alapfogalmait ismertessük, mert feltételezzük, hogy az olvasó ezeket bizonyos fokig már ismeri. Célunk csak az, hogy a viharban kialakuló különleges és jellegzetes helyzetek egyikét-másikát, és az ilyenkor szükséges, legfontosabb teendőket leírjuk, kiegészítésképpen az eddig elmondottakhoz.

A balatoni hajósok valamennyi szél között az »északi« (pontosabban: az észak-északnyugati) szelet respektálják, mert erejével és lökéseivel ez a szél válhatik a legveszedelmesebbé és a legtöbb vízitragédiát ez okozza. Ez a szél minden évben jónéhány csónakot átsodor utassal, vagy anélkül a somogyi partra, ellenben ritkaságszámba megy az ellenkezője, jöllehet a déli szél is viharos néha.

Az északnyugati part tájékozatlan fürdőzőit sokszor megtéveszti erős északi szélben a partmenti víz gyenge hullámozása. Gondtalanul és vigyázatlanul csónakáznak jobbra-balra; nem veszik észre, vagy nem törődnek vele, hogy mind beljebb és beljebb sodródnak és csak akkor eszmélnek rá a bajra,

ha a nagy hullámok a csónakot már erősen dobálják, amikor már sem erejük, sem módjuk nincs a széllel és a hullámmal megbirkózni és a partra vissza evezni,

Az északi széllel ugyan nem versenyezhet, de azért nem éppen veszélytelen a tó hosszában fújó erős délnyugati (pontosabban : nyugat-délnyugati) szél sem. Ha ilyen szélben egy hajó felborul, vagy valami más módon a szél játékává válik, de nincs messze a parttól, és nem áll ki nagyon a vízből, akkor ezt a part felé elhajló hullámok (133. ábra A), ha lassan is, de a part felé terelik. Ellenben, ha a baj messze bent a vízen történik, akkor ott a hullámok már a tó hosszában hajtják, Tihany vagy Kenese felé, kevés reménnyel a megmenekülésre, hacsak horgony nincs, vagy segítség nem jön.



135. ábra.

Kis vitorlásokkal és kezdő vitorlázókkal a fordított eset is megtörténhetik akkor, ha a szél a víz felől hajtja a hullámokat a part felé. Elindulnak, ferdén szembe a széllel »luvolnak«, és jól is mennek ; egyre távolodnak a parttól a nagy víz felé, és pedig először készakarva, majd később akarattuk ellenére. Szívesen visszatérnének már, mert a hajó már sok vizet szedett fel, de egyszerűen nem tudnak megfordulni, mert a hajót a nagy hullámzásban nem tudják az ellenkező oldalára átfordítani. Mint mondani szokták : a hullámok a hajót »elhederítik« (135. ábra).

A hajóknak ez az elhederedése, oldalra való elkanyarítása a hullámsodrásnak egy jellegzetes hatása és abban áll, hogy a hullámok a hajtóerő nélküli, magára hagyott hajót és általában a vízen úszó minden hosszúkas tárgyat saját haladási irányukra keresztbe állítanak, úgyhogy a hajó vagy más tárgy hosszvonalára a hullámgerincekkel párhuzamos helyzetbe kerül. Ez azért történik, mert — mint az előzőekből tudjuk — a tárgyak a hullámok lejtőin a hullámvölgy felé esúznak, a hullámhegyek lejtője pedig meredekebb, mint a hullámvölgyeké (135. ábra A). Kivétel csak akkor van, ha a hajó egyik vége valami okból (pl. azért, mert a csónak végén valaki ül), nagyobb felületet nyújt a szélnek, mint a másik, mert ilyenkor a szél nyomása a hajót, akár egy szélzászlót, a hullámok törekvésével szemben erejéhez mérten többé-kevésbé a saját irányába tudja terelni (135. ábra B). A csónak elhederedése eltéríti azt a



kitűzött útiránytól és azzal a veszedelemmel is jár, hogy abba oldalról könnyebben becsapódik a víz. Igyekezzünk tehát annak lehetőleg gátat vetni. Nagy hullámzásban azonban ehhez bizonyos fokú manőverezési gyakorlat is szükséges.

Egyébként, ha kisebb csónakban és erős oldalszélben nagy hullámok oldalán állunk, vagy haladunk, akkor még a nagyobb hullámok becsapódását is sokszor elkerülhetjük, ha felsőtestünket a hullám odaérkezésekor gyorsan, *ingaszzerűen* oldalvást egyszer ide-oda mozgatjuk, először a hullámvölgy felé, azután a hullámhegy felé. A mozgásnak természetesen összhangban kell lenni a hullám sebességével; elhibázott vagy túlzott mozdulat többet árt, mint használ. A dolog magyarázata az, hogy a kisebb csónakok általában a súlyeltolódásokra igen érzékenyen reagálnak, könnyen oldalt hajolnak, és oldaluk, testünknek már csekély elhajlására is, a víz szintjéhez képest több centiméterrel emelkedik vagy süllyed, ami sokszor bőven elég a tarajok visszatartására.

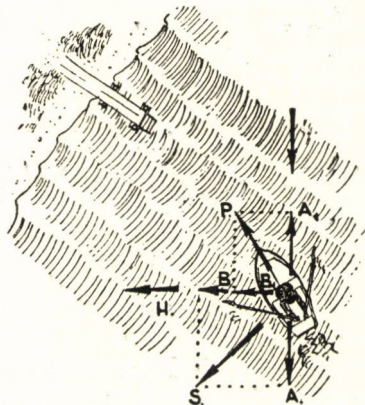
Mit tegyünk, ha evezés vagy vitorlázás közben kint a nyílt vizen utólér minket a vihar?

Első teendők gyorsan tájékozódni, honnan jön a szél, milyen erőre várható, mikor fog utólérni, végül, hogy milyen irányban haladjunk? Természetes, hogy minél előbb észrevevesszük a vihart, annál több időnk van mérlegelni a helyzetet, annál több lehetőségünk van esetleg egerutat is nyerni. Általában azt az irányt választjuk, amelyben a legbiztosabban partra érünk; ez azonban nem mindig a legrövidebb út. A kiválasztott irányt azután a távoli, mozdulatlan tárgyak »beirányzásával« rögzítvén, útnak indulunk, folytonos figyelemmel az irány betartására. Ha útitársunk van, aki aktíve nem segíthet, akkor le kell fektetnünk őt a csónak hosszában, annak padlójára, egyrészt, hogy csónakunkat egyik végén túlságosan le ne nyomja, másrészt, hogy minél kisebb felületet szolgáltatassunk ki a szél nyomásának, végül, hogy hajónk stabilítása növekedjék. Ugyancsak a szélnyomás csökkentése végett evezés közben az evezőket lapjakkal kell a szél ellen hátratulni a levegőben, lehetőleg alacsonyan és nagyon vigyáznunk kell szabályos kezelésükre. Figyelembe kell ugyanis vennünk, hogy a Balatonon használatos csónakok, melyek egyébként jók és biztosak, aránylag azonban szélesek, és így a szél és a hullámok nyomásának önmagukban is nagy felületet nyújtanak, ami a széllal szemben való haladást erősen nehezíti.

Ha a víz felől fúj a szél, és a csónak nincs nagyon távol a parttól, akkor nincs nagyobb veszedelem, mert a legrosszabb esetben a csónak kivetődik a közeli partra. Főgondunk ilyenkor az legyen, hogy a csónakba lehetőleg kevés víz kerüljön, mert különben elveszti mozgékonyosságát, alkalmazkodási képességét, és amint mélyebbre süllyed, még több víz csapódik bele, majd elveszti stabilitását, dülöngélni kezd, míg azután egy jókora hullám megadja neki a kegyelemdőfést és végképpen felfordul. Egy jól használható és elég nagy vízmerő edénynek ezért egy hajóról sem szabad hiányoznia!

Komolyabb a helyzet, ha a vihar a part felől jön és a tó keresztirányában halad, ami az északnyugati partokon a leggyakoribb eset. Ha a part nincs messze és számításunk szerint még van időnk a szélroham kifejlődéséig a partot elérni, akkor erőnket nem kímélve siessünk. De ha már ehhez kifogytunk az időből, akkor viszont erőnkkel a legnagyobb mértékben takarékoskodnunk kell, hogy az mindvégig kitartson, mert a viharos széllal szemben 1—2 km út megtétele is több órán át tarthat. Azt, hogy mekkora erővel húzhatunk tartósan, mindenkinek egyénileg kell megítélni tudni, erre nincs szabály. De vajon ez az erő

elegendő lesz-e arra, hogy a csónakot a part felé elindíthassuk? Ezt a kérdést egyszerű helyszíni, rögtönzött kísérlettel is eldönthetjük úgy, hogy először néhány erős húzással megpróbálunk a széllel szemben a part felé evezni, miközben figyeljük a vízen úszó habokat, haladunk-e tényleg azokhoz képest? Ha igen, akkor mérsékeljük erőnket addig, amíg a csónak egyhelyben marad. A tényleg kifejtendő erőnek már most e két erőhatár közé kell esni, de hogy melyikhez lesz közelebb, az — ismétlem — a szervezet adottságaitól és az evezésben való jártasság mértékétől függ. Tanácsos azonban a »lassan járj, tovább érsz« elvet követni. Vegyük ilyenkor kedvező és megnyugtató számításba végül azt is, hogy a part felé közeledve, a hullámok egyre csökkennek és erejükből veszítenek.



136. ábra.

Ha mégis úgy érezzük, hogy így egyenesen nem fogunk tudni parthoz érni, akkor még mindig segíthetünk magunkon a »ferdén« való evezéssel. Abból áll ez, hogy nem megyünk »toronyiránt« szembe a széllel, hanem kissé oldalvást, úgy, hogy a csónak hosszvonalja a széliránnyal hegyes szöget alkosson (136. ábra) és így evezünk szabályszerűen előre. Ez a helyzet hasonlít a folyóvízen való átkeléshez, csak most a víz sodra helyett a szél nyomja a csónakot. A ferdeség mértéke a szélerejétől függ; minél nagyobb ez, annál kevésbé térhetünk el a szél irányától, vagyis annál inkább kénytelenek vagyunk vele szembe fordulni. Ilyen módon akár többször is irányt változtathatunk és zezugos vonalban közelítjük meg a partot. Jól használhatjuk ezt a módszert például akkor is, ha erős oldalszélben kell a part mentén haladnunk, vagy egy öblön kell átkelnünk. Ilyenkor a szél irányára keresztben haladni sokszor igen nehéz és fárasztó, míg ugyanakkor a ferde evezéssel kényelmesen, sőt könnyedén elérjük célunkat — hasonlóan az oldalszélben haladó vitorláshoz.

A ferde evezés magyarázata az, hogy ilyenkor a szél nyomása a csónak külső és belső oldalfalaira úgy működik, mint egy vitorlára és a csónakot erejének csak egy ( $A$ ) részével nyomja saját irányában, míg a többi ( $B$ ) erejével azt az általunk óhajtott irányban valósággal hajtja és így csónakunk mintegy oldalt csúsztatva közeledik célja felé. Viszont az evezők Perejének egyik ( $A_1$ ) része, mint a vitorlások uszonyára ható víznyomás, a szélnek a mély víz felé ható ( $A$ ) nyomását egyensúlyozza ki, a másik ( $B_1$ ) része pedig szintén a csónakot

hajtja előre. A szél tehát, amely előbb még ellenségünk volt, most úgyszólván segítségünkre jön. »Segíts magadon, megsegít — a szél !«

Bekövetkezhetik az a komolyabb eset is, hogy semmiféle fortélyal nem tudjuk a partot megközelíteni. *Ekkor horgonyt kell vetnünk !* Ezáltal minden további veszedelem ellen teljesen biztosítottuk magunkat és nyugodtan várhatjuk a vihar végét. Az evezős csónakokhoz bőven elég egy kis, 4—5 kilós, összecusukható kétágú horgony, a kötelének (láncának) azonban, hogy biztosan tartson, legalább 15—20 m hosszúnak kell lennie ! Ha a horgonyt jól dobtuk le, és hinármentes fenékre került, akkor nincs az a szél és hullám, amely a hajónak ártthasson. Az esetleg mégis betévedő tarajos vizet a merítőkánállal könnyen kimerhetjük. A horgonyvetésnek jól és gyorsan kell megtörténni ! Ezért a horgony könnyen nyíló, a kötél pedig ép és erős legyenek. Mindkettőt a legnagyobb rendben, úgy kell elhelyezni, hogy minden pillanatban kéznél legyen. Ajánlatos nyugodt időben is néha a gyors horgonyvetést gyakorlatképpen megpróbálni. Sajnos, a balatoni csónakoknak csak elenyészően kis részén találunk horgonyt és vízmerő edényt. Hány vízbefúlást okozott már az, hogy messze bent a vízen a le nem horgonyzott csónakot a gyanútlanul fürdőző mellől alattomosan elfújta a szél, úgyhogy az illető nem volt képes úszással utólélni!

Horgony hiányában azonban csak két választásunk marad : ha értünk valamelyest az evezők kezeléséhez, akkor evezve vitetjük magunkat a széllel és a hullámokkal, így minden baj nélkül gyorsan át is érhetünk a túlsó partra, feltéve, hogy az evezőkkel irányban tudjuk tartani a csónakot, és meg tudjuk akadályozni annak veszedelmes elhederedését, ami nem éppen könnyű dolog. Könnyebben lehet hatalmunkban tartani és irányítani a csónakot akkor, ha az orrát fordítjuk a szélnek, az evezőkkel pedig csak az irányban való tartásra használjuk, és így vitetjük magunkat. Most természetesen tovább fog tartani az út és esetleg több vizet is kapunk. Különösen akkor ajánlatos így tennünk, ha valami akadály felé : kikötő szikláihoz, parti homokzátonyokhoz stb. közeledünk.

Végül, ha az evezőket nem tudnánk kellően használni, vagy ha egyikük eltört (egy evezővel csak canoe-csónakban lehet biztosan manőverezni), végül, ha erőnk cserben hagyott, akkor nincs más hátra, mint hanyatt feküdni a padlóra, a csónak hosszában és sorsára bízni azt. Az egypár-evezős balatoni csónakok javarésze úgy van építve, hogy a legerősebb szélben is épségben és víz nélkül átsodródik a túlsó partra, utasával együtt, bár tagadhatatlan, hogy az ilyen utazás nem tartozhatik éppen a legkellemesebbek közé.

Vitorlás esetében a teendők, röviden összefoglalva a következők :

Ha azt észleljük, hogy az idő bizonytalanná vált és vihar kitörése fenyeget, akkor mindenekelőtt *aprólékos gonddal* tegyünk mindent a legteljesebb rendbe a hajón — amire egyébként is mindig ügyelnünk kell. A horgonyt készítsük elő az esetleges horgonyvetésre, a kötelek kötéseit a »bikákon« vizsgáljuk meg, hogy könnyen oldható állapotban vannak-e ? A nagyvitorla kötelét tartsuk a kezünkben.

Igyekezzünk előre átgondolni a teendők sorrendjét ! Ha hosszabb úton vagyunk, akkor igyekezzünk az északnyugati part közelébe jutni és annak mentén haladni.

A hajókat általában kétféleképpen érheti el a vihar : vagy fokozatosan erősödik meg a szél, vagy rohamszerűen, hirtelen tör ránk, teljes erejével. A két eset közötti különbség tehát a rendelkezésünkre álló időben van.

Az első esetben megpróbáljuk a továbbhaladást csökkentett vitorlázattal, »reffelések«, amikor a művelet megkönnyítése végett, annak tartamára ajánlatos horgonyt vetnünk. A horgonyvetés nélküli reffelés bizonytalan: a vitorla rosszul csavarodik fel, a kötelek nehezen kezelhetők, a hajó egészen oldalt fordulhat stb.

A második esetben, ha hirtelen jelenik meg a vihar, vagy az imént említett szél annyira megerősödik, hogy tovább haladni nem lehet, akkor a következő sorrendben cselekszünk: elengedjük az orrvitorlát és nyomban utána a nagyvitorlát fokozatosan kiengedve, a kormányval egyidejűleg gyorsan a széllel szembe fordulunk. Ilyen módon elértük azt, hogy pillanatnyilag a minimumra csökkentettük azt a felületet, melybe az első szélroham belekapaszkodhatik. Ezt követőleg azonnal ledobjuk a horgonyt, nagyon vigyázva, hogy a lánc, vagy kötél rá ne csavarodjon és úgy essék a fenékre, hogy kapáival jól fogjon. A láncot, vagy kötelet *fokozatosan* engedjük utána teljes hosszában és a végét a hajó orrán levő fülbe akasztjuk. A jól ledobott horgony nemcsak egy helyben tartja a hajót, hanem egyben annak az orrát állandóan a széllel és a hullámokkal szembe állítja, vagyis a hajót a legvédehetőbb és legbiztosabb állásban tartja. Ezután a nagyvitorlát leeresztjük, az orrvitorlát lehúzzuk és mindkettőt rendszerben becsavarjuk, majd a köteleket feszesen, de könnyen oldhatóan megkötjük. Azután figyeljük a fejleményeket.

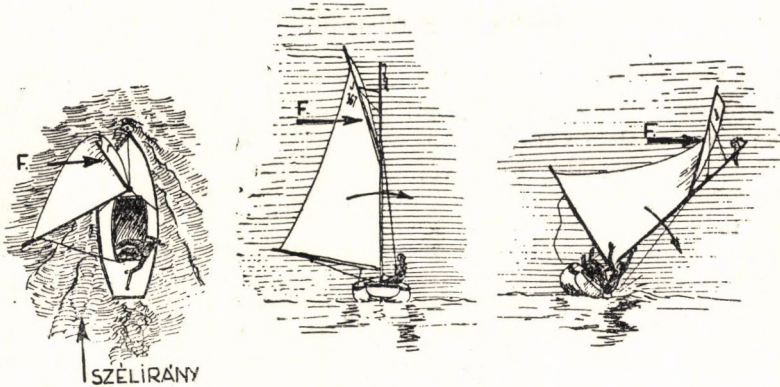
Mindennek, amit leírtunk, sokszor másodpercek alatt és amelletten rendben kell megtörténni! Nem csodálkozhatunk tehát, ha súlyosabb baleset történik azokkal, akik először kerülnek viharba, vagy akiknek még nincs elég gyakorlatuk, különösen akkor, ha nem ügyelnek eléggé a vihar előjeleire. Ezért nagyon kívánatos és hasznos volna, hogy a kezdő vitorlások az itt leírt teendőket szép időben előzetesen és ismételten begyakorolják.

A vihar tartama alatt horgonyon állva, figyeljük meg az oldalvást eső távoli mozdulatlan tárgyakon, esetleg a vízen húzó habokon vagy a hínáron, nem csúszik-e hátra a hajónk. Ha igen, akkor hosszabbítsuk meg a horgonyláncot vagy kötelet és ha ez nem használ, akkor — ha van hozzá elég erőnk — húzzuk fel a horgonyt és dobjuk le újra, mert lehet, hogy rácsavarodott a lánc, vagy hínárba dobtuk és azért nem tud rendszeresen kapaszkodni. Ha most sincs eredmény, akkor — sajnos — kicsiny a horgony és akkor, ha csak második tartalékhorgonnyal nem rendelkezünk, amit szintén ledobhatnánk — nem segíthetünk a bajon. Tartsuk készenlétben a vízmerő edényt is, hogy az esetleg becsapódó vizet a hajófenékről azonnal kimerhessük.

A legveszedelmesebb helyzet — még gyakorlott vitorlázók esetében is — akkor áll elő, ha a hajót hátszélben lepi meg a vihar, illetve a széllelés, melyet a hajó vezetője, éppen helyzeténél fogva, nem mindig vesz észre idejében. Ilyenkor a hajó a legtehetetlenebb. Mindenekelőtt a szélnek a nagyvitorlára kifejtett nyomása a hajó orrát igyekszik a vízbe nyomni, ez azonban a kisebbik baj. A veszedelem főforrása a magasban van, a vitorla és az árboc felső végénél. Az erős szél ugyanis a vitorlának ezt a részét minden rendszerű vitorlánál homorúan előre nyomja az árboc *elé*, és akkor erre a részre már mint oldalszél működik az, és a hajót nagy nyomatékkal a vitorlával ellenkező oldalra eldöntvén, azt hossz tengelye körül mint valami szélmalom lapátját, az esetek többségében felfordítja (137. ábra). A vitorlát hiába engedjük el, mert azt az árboc tartó vaskötelek nem engedik átfordulni a szél irányába, sőt ezzel még csak fokozzuk odafent a szél feldöntő erejét. Növeli a bajt, hogy amíg a hajót a kormány a biztonságosabb oldal helyzetbe kanyarítja, aránylag hosszú idő

telik el. Védekezni — egy bizonyos fokig — úgy tudunk, hogy fokozott éberséggel vigyázunk a széllokések közeledésére, és igyekszünk még megérkezésük előtt a hajót oldalt kormányozni legalább is  $\frac{3}{4}$ -es szélbe, és a nagyvitorlát egyidejűleg behúzzuk. De ha az utóbbit túlkorán csináljuk, akkor egy kis szélirányváltásra a nagyvitorla könnyen átvághat a hajó másik oldalára, ami viszont töréseket, szakadásokat és egyéb bajokat idéz elő.

Mi történjék akkor, ha a hajó felfordul? Ilyenkor semmi szín alatt ne hagyjuk el a felborult hajót. Igyekezzünk azt felállítani s a vizet abból kimerni. Ez azonban aligha sikerül, mert a hullámok folyton beverődnek. Ne hagyjuk



137. ábra.

el a hajót, hogy úszva érjük el a partot, még akkor sem, ha közel van, mert ez a kísérlet a legjobb úszónak sem sikerül és sokszor halált jelent! Maradjunk a hajón, amely fából lévén, nem merül el a vízben; kapaszkodjunk bele, és ha a hullámok erősek, vagy ha hosszú utazásra van kilátás, kötözzük magunkat hozzá, és így várjuk meg, amíg segítség jön, vagy a partra vetődünk.

## Összefoglaló tanácsok

»Elnémult a fergeteg süvöltő  
Hárfájának zordon éneke;  
Nyugodt a táj, mint az arc, mely  
Küzdött a halállal s már kiszenvede.

Oly szelíd szép őszi délután van!  
Itt-ott látni csak kis felleget,  
A viharból úgy maradt meg ez, mint  
Bús időkből az emlékezet.«

(Petőfi: Elnémult a fergeteg.)

Láttuk, hogy ez a nagy víz, minden csábító szépsége mellett is, veszedelmeket rejtget keblében. A balatoni viharok veszélyeit azonban nem azért festettük le, hogy elriasszuk az ott sportolni akarókat. Ellenkezőleg! Hiszen a sportoknak minden ága rejt magában kisebb-nagyobb mértékben valamiféle veszedelmet, sőt azt is mondhatnánk, hogy részben éppen ebben rejlik a sportok egyik vonzó ereje. Ámde ez a veszélyesség ránk nézve nyomban csökken, ha a kellő ismeretek és gyakorlat birtokába jutottunk. Ami mégis megmarad a kockázatból, az már azután inkább vonz, mint elriaszt.

Láthattuk, hogy minden vízi veszedelemben van módja a segítségnek. Természetes azonban, hogy úgy a közeledő vihar felismeréséhez, mint a viharban való nyugodt és gyors manőverezéshez szokni kell és bizonyos fokú gyakorlatot kell szerezni a hajósoknak, amíg majd annak tudatára ébred, hogy legtöbbször nagyobbban gondolja a veszélyt, mint amekkora, és jobban megijed tőle, mint kellene. A vízisportoknál egyik főszabályunk legyen: ne keressük a veszedelmet, de ha mégis belekerültünk, ne ijedjünk meg tőle.

Talán egy veszedelem sincs, ahol inkább helyén való a nyugalom, mint a viharba került hajónál. Aki ilyenkor »elveszti a fejét«, az úgyszólván menthetetlen, mert ezt a fejet, ha egyszer elvesztette, lehetetlenség ismét a helyére tenni. A nyugalom megőrzése és a félelem fékentartása kizárólag akaraterő dolga.

Akit tehát a vihar a vízen utolér, annak kettős munkája van: féken tartani a hajót és féken tartani az idegeit. Tudjuk, hogy a nyugalom megőrzése nehezebb akkor, ha a veszedelem váratlanul és a környezet képének jelentékeny megváltozásával köszönt be. Még ha a váratlanság hatását a gondos előrefigyeléssel csökkenthetjük is, de semmiképpen nem vonhatjuk ki magunkat a környezetkép gyors megromlásával járó hatás alól.

Mert valóban megdöbbenő az a nagy ellentét, amely a szép, nyugodt, derült időben történő és tökéletesen biztonságosnak látszó hajókázás közben előáll, amikor egyszerre csak megjelenik sötét felhőivel és villámaival a dühöngő szélvihar fent, és a fenevadként felénk rohanó, sötétzöld, tarajos hullámok végtelen serege alant, és mi egyedül vagyunk közöttük, parányi, elhagyott, gyenge pontnak érzett kis hajónkban. Dolga kell, hogy legyen ilyenkor az akaraterőnek!

Mindezt, végső következtetésként, a következő szabályban foglalhatjuk egybe:

1. Ha egy hajó (evezős, vagy vitorlás) jó szerkezetű, és rajta minden a legteljesebb rendben van; 2. ha jól értenek a vezetéséhez (beleértve a viharok közeledésének jókor való észrebevését is); 3. ha a vezető józan (beleértve az akaraterő jelenlétét is): akkor kizárt dolog a szerencsétlenség még a legnagyobb viharban is. Ez mindig csak akkor következik be, ha a felsorolt feltételek közül egy, vagy több hiányzik a hajó fedélzetéről. Az évről évre megismétlődő tragédiák kivétel nélkül a jelzett okok valamelyikére vezethetők vissza.

## A klíma mint gyógytényező

Sokszor hallhatjuk aggódó anyáktól, különösen nagyvárosokban, hogy gyermekük sápadt, étvégytalan, rosszul fejlődik, vagy könnyen megbetegszik. Ilyenkor a rokonok, jóismerősök többnyire azt ajánlják, hogy vigyék a gyermeket »levegőváltozás«-ra. Ennyire benne él a köztudatban, hogy a város és a vidék levegője különbözik egymástól és hogy ez a különbség komoly hatással lehet egészségi állapotunkra. Valóban a vidéki gyermekek rendszerint erősen elütnek piros arcszínükkel, egész külsejükkel a városból közéjük érkező egykorú pajtásaiktól. Természetesen ez nem jelenti azt, hogy vidéken nincs beteges gyermek, vagy minden városi lakos idővel megbetegszik. A falvak, tanyák lakói szívesen látogatnak el időnként a városokba. A hegyvidéki emberek olykor-olykor lekíváncoznak az alföldre. Az ilyen önkéntelen, természetes törekvés arra, hogy a környezetünket néha megváltoztassuk, szervezetünk effajta szükségletére utal. Mi lehet ennek az oka?

Környezetünk erősen befolyásolja életmódunkat. Ruházatunk pl. nagymértékben a külső hőmérséklettől függ. Kánikulában a legkönnyebb öltözék is gyakran terhes számunkra, téli időben viszont jólesik a meleg bunda. Azonban bármennyire is igyekszünk mesterségesen kiegyenlíteni a hőmérséklet ingadozásait, mindig akad olyan időszak az év folyamán, amikor izzadunk, vagy fázunk. Szervezetünknek tehát magának is munkába kell lépnie, hogy a megváltozott körülmények között is biztosítsa az életfolyamatok zavartalanságát. Ez az *alkalmazkodás*. Ha mármost környezetünk különféle tényezői (pl. az éghajlati elemek, mint a hőmérséklet) hosszú időn át, csak kevéssé változnak, vagy változásaik nagyjából szabályosak, a szervezet lassanként teljesen a megszokott viszonyokhoz alakítja működését, s alkalmazkodóképessége tétlenségre kényesül. Hasonló az eset ahhoz, mint amikor új órát veszünk, s hangos ketyegése egy darabig zavar bennünket, de később a hangját annyira megszokjuk, hogy egyáltalán nem is halljuk, csak ha egyenesen ráfigyelünk. Első pillanatban azt gondolhatná valaki, hogy ez nagyon kedvező állapot, mert hiszen kisebb a szervezet megterhelése. Sajnos azonban nem egészen így áll a dolog. Gondoljunk arra, mi történik, ha hosszabb időn át kénytelenek vagyunk ágyban fekvődni. Lábaik elgyengülnek, szívünk sokáig kis teljesítménnyel dolgozik, s fölkeléskor nehezen tudunk egy-két lépést is megtenni, heves szívdobogást kapunk. Amidőn tehát az állandósult egyforma környezeti ingerek nem foglalkoztatják többé alkalmazkodóképességünket, az elsatnyul és váratlan nagyobb megterhelés esetén képtelen lesz feladatát teljesíteni. Ezért kívánatos még egészséges ember részére is időnként a levegőváltozás, éppúgy, mint az izmoknak a testgyakorlás.

Azonban a lakóhelyünkétől eltérő éghajlati viszonyok között eltöltött üdülésnek, pihenésnek nem mindig kedvező a hatása. Esetenként azt is hall-

hatjuk, hogy valaki szabadsága alatt egyik vagy másik közismerten gyógyklímájú vidékre utazott és ott-tartózkodása alatt mégis állandóan rosszul érezte magát, álmatlan volt, fogyott, ideges lett.

Ezek, és még más jelenségek arra készítették a kutatókat, hogy a légköri tényezőknek az élő szervezetre való hatását behatóbban tanulmányozzák. Így alakult ki a *bioklimatológia* tudománya. Az elnevezés a *bios* — élet és a *klíma* — hajlás, éghajlat görög szavak összetételéből származik. A bioklimatológia tehát azt vizsgálja, hogy mely légköri elemek befolyásolják életfolyamatainkat, milyen változást idéznek azok elő a szervezetünkben, akár külön-külön, akár együttvéve. Aszerint, hogy a légköri tényezők élettani hatását az adott helyen óráról órára, napról napra bekövetkező változások, tehát az *időjárás*, vagy a légkörnek egy-egy területre általánosságban jellemző állapota, az *éghajlat* szémszögéből nézzük, a bioklimatológián belül mint külön kutatási ág fejlődött ki: a *meteorobiológia* és *klimatobiológia*. A kettő természetesen szorosan összefügg egymással. Az elmondottakból folyik, hogy a meteorobiológia az egészségi állapot *hirtelen* változásainak, pl. betegségek kitörésének, vagy rosszabbodásának, a halál bekövetkeztének meteorológiai összefüggéseit tanulmányozza. A klimatobiológia viszont arra igyekszik feleletet adni, milyen jellegzetes éghajlati területeket különböztetünk meg, hogyan hatnak az egyes éghajlatok a *hosszabb időn át* benne tartózkodó emberre, kinek milyen éghajlat segíti elő legjobban a pihenését, üdülését, a különböző betegségek milyen éghajlatú helyeken gyógyulnak, vagy rosszabbodnak, hogyan hasznosíthatjuk ezeket az ismereteket a gyógyítás, a közegészségügy szempontjából stb.

Ebben a fejezetben a klimatobiológia, főként pedig az éghajlati gyógykezelés, üdülés kérdéseit szeretnénk közelebbről megbeszélni.

Az egészségügyi ellátás gyógyító-megelőző tevékenységében az éghajlati tényezők fontos szerepet játszanak. A különböző klímahatások az intézetekben kezelt betegek számára nem egyszer a gyógyítás alapját képezik, máskor jelentős kiegészítői a gyógyszeres, vagy műtéti beavatkozásoknak, nem is szólva arról, hogy az üdülők százezrei főként a környezetváltozás kedvező élettani befolyását igyekeznek munkaejük helyreállítására felhasználni.

Ez a sokrétű igény azt eredményezi, hogy részint az egyes éghajlati területeket, létesítményeket az egészségügyi célok szerint osztályoznunk kell, részint pedig a szokásos klimatológiai vizsgáló módszereket a különleges feladatok szempontjai szerint ki kell bővíteni.

Meglehetősen nehéz kérdés az éghajlati gyógyhelyek osztályozása. Elég csak arra a tapasztalatra gondolnunk, hogy ugyanaz az éghajlat különböző egyénekre különbözőképpen hat. A legtöbb országban az osztályozás egyik fajtája aszerint történik, milyen mennyiségben és minőségben tartalmaz a kérdéses hely éghajlata a szervezetre aktív tényezőket. Az egyes kategóriákba való besorolást rendszerint törvényes rendelkezések szabályozzák. Általában a következő három csoportot különböztetjük meg:

## 1. Gyógyklímájú helyek

Ezek éghajlatának olyan tulajdonságokat kell magában foglalnia, melyek kifejezetten gyógyító, az egészségi állapotot javító hatásúak. Feltétlenül szükséges, hogy ilyen helyeken állandó klíma-állomás működjék, az éghajlati tényezők állapotának, változásának folyamatos ellenőrzésére. A gyógyklímájú helyek igénybevételének orvosi javallatait és ellenjavallatait világosan meg kell hatá-



rozni. Biztosítani kell a gyógyításhoz szükséges berendezéseket, épületeket, továbbá a megfelelő szakorvosi ellátást. Gondoskodni kell a közegészségügyi szempontból kifogástalan ivóvíz-ellátásról, szennyvíz-elvezetéséről, személtakarításról, továbbá a megfelelő csendről. Meg kell akadályozni a levegő szennyeződését is.

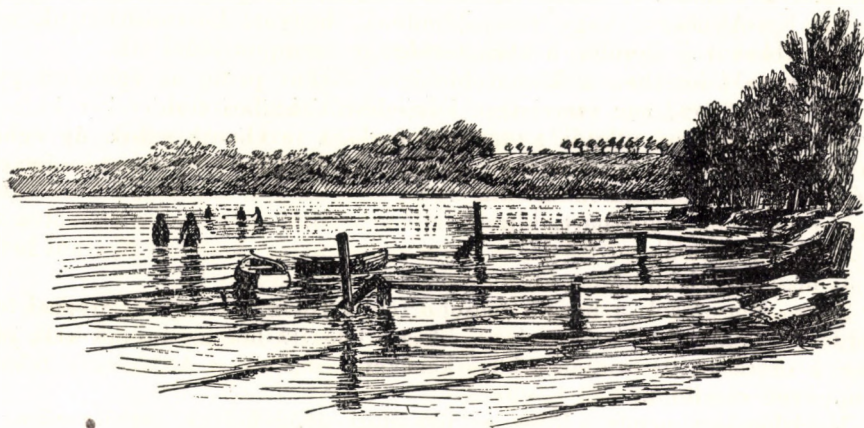
## 2. Levegőkúrára alkalmas helyek

Éghajlatuknak kedvező hatással kell lennie az üdülésre, pihenésre. Itt is meg kell állapítani a klíma sajátosságait, javallatait és ellenjavallatait. Üdülőkúrához szükséges berendezések, orvosi ellátás biztosítása elengedhetetlen.

## 3. Nyaralóhelyek, kirándulóhelyek, téli sporthelyek

Ezek kedvező, szép fekvésű helyek, amelyek üdülés céljaira is szolgálhatnak, s a minimális egészségügyi követelményeket kielégítő berendezéseik megvannak.

Az elmondottakból következik, hogy valamely területnek gyógyhelyé, vagy üdülőhelyé nyilvánításához, elengedhetetlenül szükséges klímájának részletes jellemzése. Kérdés most már, hogy az egészségügyi szempontokat is



138. ábra.

figyelembe véve, hogyan osztályozhatjuk magát az éghajlatot. Az osztályozás többféleképpen történik.

Az egyik lehetősége a *helyszínrajzi*, vagy *topografiai* beosztás. A nagyobb kiterjedés felől a kisebb felé haladva a következő méreteket különböztethetjük meg :

1. Égövi klíma	5000 km	Mérsékleti égöv
2. Nagytérség-klíma	1000 km	Közép-Európa
3. Egy tájegység klímája	100 km	Réti-Alpok
4. Körzeti (regionalis)-klíma	10—20 km	davosi vidék
5. Helyi klíma	100—1000 m	Völgyfenék-déli lejtő
6. Gyógyklíma	2 m magasság	sétány
7. Mikroklíma	1 m magasság	az állat és növény élettere

A mikroklíma elnevezés a görög mikrosz — kicsi szóból származik. Magyarul úgy fejezhetnénk ki, hogy a kis térség klímája. Kiterjedésére vonatkozólag tulajdonképpen nem alakult még ki végleges vélemény. Végeredményben a tér egy viszonylag kicsiny elhatárolt részének éghajlati viszonyait jelöljük ezzel a kifejezéssel, és ilyen értelemben beszélhetünk egy műhely, szoba vagy akár egy szekrény mikroklímájáról. Tekintettel arra, hogy a gyógyítás általában épületekben, de mindenesetre valamilyen kisebb területen történik, a mikroklíma-viszonyok sajátágaival, vizsgálati módszereivel később még behatóbban foglalkozunk.

A fenti beosztást figyelembe véve mindjárt megállapíthatjuk, hogy hazai viszonylatban országunk aránylag kis területe a klimatológiai osztályozásnak meglehetősen szűk korlátokat szab. A Szovjetunió éghajlati gyógyhelyeit hatalmas kiterjedésének megfelelően nagy különbségeket mutató éghajlati körzetekbe lehet sorolni, melyek között szárazföldi és tengeri klíma, a két főcsoporton belül sivatagi klíma, sztyep-klíma, tundra-klíma, hegyi klíma, subtropusi klíma, tengerparti és sziget-klíma stb. szerepel. Magyarországra vonatkozóan leghelyesebbnek látszik ebben a vonatkozásban a következő éghajlati körzeti beosztást alkalmazni, ami bioklimatológiai szempontból is jól elhatárolható egységeket különít el egymástól. Ezek:

I. Nagy-Alföld

II. Kis-Alföld

III. Dunántúli dombos-hegyes terület

IV. Északi hegyes vidék

A négy körzet, bár vízszintes kiterjedésű éghajlati területeket különít el egymástól, bizonyos mértékig magában foglalja a klímák másik, úgynevezett *földrajzi*, vagy *geográfiai* beosztását is. Ez a tengerszint feletti magasság szerint történik. Megszoktak különböztetni:

1. tengeri és tengerparti klímát,
2. alföldi klímát,
3. hegyvidéki klímát.

Egyes beosztások a három főcsoporton kívül még említést tesznek tavi, továbbá erdei klímáról is. Közel áll ehhez a felosztáshoz az úgynevezett *gyógyklímák* beosztása. Idesorolják a következőket:

1. Tengeri klíma.
2. Erdős-dombosvidék klímája (500 m alatt).
3. Középhegységklíma (500—1200 m).
4. Magashegységklíma (1200 m felett).

Nálunk a tengeri klíma és a magashegységklíma eleve nem jön számításba. Meg kell azonban jegyezni, hogy bár a magaslati klíma legfőbb jellemvonásait végső fokon a tengerszint feletti magasság dönti el, a középhegység klímája között az átmenet nem éles. Különleges helyi adottságokból kifolyólag lehetséges, hogy egy területnek már 800 m felett a magashegység viszonyaihoz hasonló a klímája, máshol pedig esetleg még nagyobb magasságokban sem találjuk meg a valódi magaslati klíma összes jellegzetességeit. Éppen ezért magyarországi viszonylatban helyesnek látszik 80—150 m-ig alföldi, 150—400 m-ig dombosvidéki, 400 m felett hegyvidéki klímáról beszélni. A mi magasabb hegyeink különben a középhegység klímájának felelnek meg. Egyedül Kékestető éri el a magaslati klíma alsó határát, azonban éppen itt szerencsés helyi körülmények következtében egyes éghajlati tényezők, mint pl. a napsugárzási viszonyok, vetekszenek neves külföldi magaslati gyógyhelyek sugártényezőinek értékével.

Végül meg kell még említeni a *biológiai* beosztást, mely szerint a szervezetre gyakorolt hatás szempontjából meg szokták különböztetni

1. az ingerklímát és
2. a kémélő-klímát.

## Ingerklíma és kémélő klíma

Ezek közül az első a szervezet alkalmazkodóképességének fokozottabb igénybevételét jelenti, a második pedig megterhelésektől mentes környezeti hatást.

Mint már említettük, a klimatikus tényezők a gyakorlatban aránylag kis területen fejtik ki élettani hatásukat, nevezetesen az éghajlati gyógyhely, vagy gyógyintézet szűkebb térségében. Az ott uralkodó viszonyokat csak főbb vonásokban jellemezheti az éghajlati körzetekbe való besorolás, vagy az a megállapítás, hogy a szóbanforgó hely pl. a középhegységek magasságában fekszik. Éppen ezért az egyes éghajlati elemeket a helyszínen kell vizsgálat alá venni, mégpedig a megoldandó egészségügyi, gyógykezelési problémák sajátosságai szerint. Csakis az így végzett észlelések alapján mondhatunk véleményt a terület éghajlatának közelebbi felhasználási lehetőségeiről, a szervezet számára előnyös, vagy hátrányos tulajdonságairól. Így alakul ki az úgynevezett *gyógyhely-klimatológia*. Tekintsük most át külön-külön, hogy milyen tényezőkre, miféle körülményekre kell bioklimatológiai vizsgálatoknál figyelemmel lennünk, továbbá, hogy e tényezők milyen hatással vannak a szervezetre.

1. *Földrajzi meghatározás.* A kérdéses hely földrajzi fekvésének pontos meghatározása teszi lehetővé mindenekelőtt a nagyobb éghajlati körzetekbe való besorolást, általában a terület közelebbi leírását.

2. *Tengerszint fölötti magasság.* Ez az adat már a várható élettani hatások szempontjából is fontos támpontot nyújt. Minél magasabbra emelkedünk a tenger szintje fölé, annál inkább csökken a levegő oxigéntartalma, és az oxigénnek ún. részleges nyomása. Minél kisebb az oxigén részleges nyomása, annál kevesebb oxigént tud egy vörösvérsejt megkötni. Ahhoz tehát, hogy a szervezet oxigén-ellátását nagyobb magasságban is biztosítani tudja, több vörösvérsejtet kell mozgósítani. Ez az élettani oka annak, hogy magaslaton a vörösvérsejtszám emelkedik. A levegő oxigéntartalmának csökkenése egyúttal a vérkeringés és légzés fokozott igénybevételét és az életvegytani folyamatok megváltozását is jelenti. A magassággal együtt nő a levegő tisztasága, a sugárzás erőssége, páratartalma és hőmérséklete pedig csökken. Mindez ingertényezőként hat szervezetünkre.

3. *Domborzati viszonyok.* Különösen hegyes vidéken a helyi klímát nagy mértékben befolyásolhatják. Így módosítják a napfénytartamot (pl. katlanszerű völgyfekvés esetében), a széljárást, s a hőmérsékletet. Völgy mélyén fekvő terület kevesebb napot kap. Ugyancsak a völgyfenéken tiszta éjszakákon jelentősebb mennyiségű hideg levegő gyűlhet meg, s ennek következtében ott a hőmérséklet akár 10 fokkal is alacsonyabb lehet, mint 100 m-rel magasabban. Ezzel együtt természetesen a talajközeli levegő nedvességtartalma is jelentősen megnő. Déli fekvésű lejtőkön viszont igen kedvező napsugárzási viszonyokat találhatunk, s fokozott védelmet a kellemetlen északi szelekkel szemben.

4. *A föld-felszín anyaga.* Sugárzást elnyelő, sugárzást visszaverő, továbbá hőtároló tulajdonságánál fogva jön elsősorban számításba. Befolyásolhatja

továbbá a levegő szennyezettségét, portartalmát, továbbá esetleges rádióaktív sugárzás révén annak elektromos állapotát is. Mindezek élettanilag hatékony tényezők.

5. *Növényzet.* Bioklimatológiai szerepe többféle. Egyrészt módosíthatja a széljárást, másrészt a különböző növények anyagcserefolyamataikkal változásokat hozhatnak létre a levegő kémiai összetételében, különösen a széndioxid-tartalommal kapcsolatban. Érdeemes megemlíteni, hogy a növényzet megfigyelésének segítségével adott esetben következtethetünk egy mikroklimatikus egység hőmérsékleti viszonyaira is. Megállapították pl., hogy a szőrfű nevezetű növény a völgyek leghidegebb pontjain tenyészik.



139. ábra.

6. *Emberi létesítmények.* Nagyobb épülecsoportok befolyásolják a szélviszonyokat. Ipartelepek különféle szennyeződések juttathatnak a levegőbe, sőt nagyobb mennyiségű füst keletkezése esetén a földre jutó ibolyántúli sugarak mennyisége lényegesen csökkenhet.

7. *Légnyomás.* Értékének változása elsősorban a magassággal függ össze. Mint ismeretes, minél magasabba emelkedünk a tenger szintje fölé, annál inkább csökken a légnyomás. A magaslati klíma hatásainak egy része a légnyomás változásainak következménye. A magasságváltozás következtében jelentkező panaszok egyik jellegzetes tünetcsoportja az úgynevezett *hegyi betegség*. Többnyire gyakorlatlan hegymászókon jelentkezik 3—4000 m magasságban. Kifejlődését a fáradtság elősegítheti. Leginkább két formában léphet fel: az egyik esetben a vér nitrogén-tartalma nő, ami aztán kábultságot, fejfájást, hideg verejtékezést, hányást, továbbá a vizelet-mennyiség csökkenését okozhatja. Súlyos esetben a vizelet-elválasztás teljes hiánya is beállhat, s ez az állapot könnyen halállal végződhet, ha a beteget nem szállítják sürgősen alacsonyabb magasságba. A másik a fulladásos forma. Ez kevésbé súlyos, nyugalomra vagy oxigén belélegeztetésre javul. Tünetei: nehéz légzés, szapora szív működés, néha izgatottság. Oka részben az oxigén-hiány, de bizonyos fokig a csökkent széndioxid-tartalom is. Az utóbbi ugyanis legnagyobb élettani ingere a légzésnek.

Az állandóan nagy magasságban lakók szervezete az alacsonyabb vidékek lakóihoz viszonyítva több eltérést mutat. A legjellegzetesebb a vörösvérsejtek számának a megnövekedése. Normális viszonyok között az egészséges ember vörösvérsejt száma 4.5—5 millió egy köbmilliméter vérben. Nagy magasságokban ez az érték felemelkedhet egészen 8 millióig is. A jelenség okát már föntebb megmagyaráztuk.

A nagyobb légnyomásváltozás hatásai mellett nem szabad figyelmen kívül hagyni a légnyomás helyi ingadozásait sem, ami egyes élettani tényezőkre (pl. vérnyomás) befolyással lehet.

8. *Hőtényezők.* A gyógyhelyek éghajlati viszonyainak jellemzésére régebben főleg a levegő-hőmérséklet adatait használták. Az újabb orvosi klimatológia azonban elsősorban azt igyekszik megeállapítani, hogy a különböző gyógyhelyek klímája hogyan változtatja meg a szervezet hőháztartását. Ez pedig nem egyedül a hőmérséklettől, hanem több tényező együttes hatásától függ. Mielőtt azonban a klíma hőtényezőinek hatását és azok vizsgálatát részletesebben megbeszelnénk, nézzük meg, hogyan alakul ki a szervezet hőháztartása.

Az emberi test hőmérséklete átlagosan 36.4—37.4 C° közt ingadozik. Honnan nyeri szervezetünk az ehhez szükséges hőt? A legnagyobb mennyiséget a felvett táplálék elégetésénél felszabaduló energia szolgáltatja. Ennek az energiának egy része természetesen a szervek működtetésére és az izmok mozgására használandó fel. Hőt vesz fel még szervezetünk közvetlenül a táplálék melegéből, továbbá külső környezetéből, részben vezetés, részben sugárzás útján. Ezek a tételek szerepelnek a hőháztartás bevételi rovatában. A hővesztéséget a vezetéssel, kisugárzással és párologtatással leadott hőmennyiség összege képezi. Ha egyrészt a termelt, illetve felvett, másrészt a leadott hőmennyiség egyenlő, testünk hőmérséklete nem változik. Testünknel melegebb környezetben pedig növelnie kell a hőtermelést. Az elmondottak ismeretében most már könnyen beláthatjuk, hogy a környező levegő élettani hőhatását jól jellemzi az úgynevezett *lehülési érték*, ami az egy cm<sup>2</sup> felületről másodpercenként leadott hőmennyiséget jelenti milligramm-kalóriában kifejezve. Mérése úgy történik, hogy egy erre a célra készített hőmérőt, az ún. *katatermométert* vízfürdőn 38 C° fölé melegítünk. A hőmérő gömbjét melegvízből kivéve szárazra töröljük, majd megmérjük, hogy hány másodperc alatt hűl le 38-ról 35 C°-ra. A katatermométeren feltüntetett szám és a lehülés másodpercekben mért időtartama segítségével kiszámítható a lehülési érték. A lehülési érték jól kifejezi a környezetnek a szervezet alkalmazkodó képességével szemben támasztott igényét a hőháztartás vonalán. Összetevő tényezői elsősorban a szél és a sugárzási folyamatok, kisebb mértékben a levegő hőmérséklete. Különböző értékei más és más közérzetet idéznek elő. A lehülési érték alapján az éghajlatot a következő csoportba lehet sorolni:

Lehülési érték : 0—5 forró  
 5—10 kellemes  
 10—15 enyhén hűvös  
 15—20 hideg  
 20-nál nagyobb kellemetlenül hideg.

Ugyancsak a lehülési érték felvilágosítást nyújt a klíma ingerhatásának nagyságáról is. Minél nagyobb a lehülési érték, annál erősebb ingerklímáról van szó.

A lehülési érték rendszeres és sorozatos vizsgálata igen megfelelőnek látszik a különböző helyek klímájának összehasonlítására, gyógykezelési célokra való felhasználás szempontjából.

9. *Szél.* A széladatok vizsgálata is részben a hőviszonyok tanulmányozásához tartozik, tekintettel arra, hogy a lehülési értéket legjobban a légmozgás erősségének változásai befolyásolják. Ismeretes, hogy fürdőzés után nedves test-

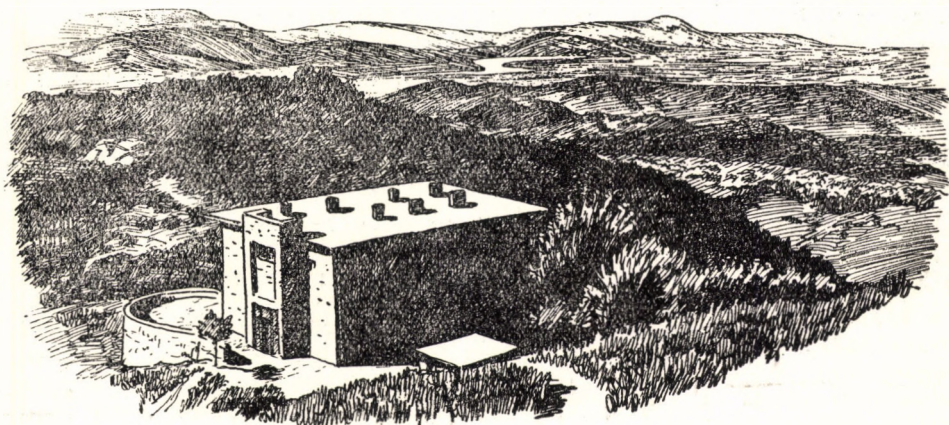
tel a vízből kilépve még a legforróbb nyári napon is fázunk, ha fúj a szél. Ezért kívánatos éghajlati gyógyhelyen a szélesebb rendszeres mérése, mégpedig lehetőleg több helyen és a nap különböző szakáiban. Ily módon felvilágosítást kaphatunk egyrészt arról, hogy a kérdéses gyógyhely területének melyik részén legkedvezőbb a széljárás, másrészt megállapíthatjuk, hogy a szélerősség napi változása kedvezően, vagy kedvezőtlenül befolyásolja a hőmérsékletjárást. Például nappal erősödő, éjjel csökkenő szél a hőhatást nyáron egyenletesebbé teszi. Hegyvidéken a völgycsatornában legrősebb a szél.

A légmozgás nemcsak a meghűlés veszélyének fokozásával lehet fontos egészségügyi szempontból. Egyes betegségekben, mint pl. bizonyos szívbajokban, a szélnek a bőrre kifejtett nyomó hatása fokozott és nem kívánatos megterhelést jelenthet a vérkeringés számára. Ezen felül szélben nagyobb mértékben érvényesül az ibolyántúli sugarak barnító befolyása is.

Nemkülönböztetve szükséges ismernünk az uralkodó szélirányt. Ez a tényező különösen egészségügyi célokat szolgáló épületek elhelyezésénél esik komolyan latba. Sok kormot, füstöt, mérgező anyagot termelő ipartelepek környékén ügyelni kell arra, hogy például egy kórházépületet ne oda építsünk, ahová a szennyezett levegőt az uralkodó szél az év legnagyobb részében fújja. Ugyanez a szempont irányadó éghajlati gyógyhelyek védőterületének megállapításánál is.

10. *Sugárzási viszonyok.* Könnyen belátható, hogy a napsugárzás a klímának legaktívabb biológiai tényezői közé tartozik. Tudnunk kell, hogy a nap sugarai nem érkeznek változatlanul a Föld felszínére. Egy részüket a légkör elnyeli. Az el nem nyelt sugarak részben egyenesen a földfelszínre jutnak, ez a közvetlen, vagy *direkt sugárzás*, részben a légkör különböző anyagain szétoszóródnak, s mint visszavert sugárzás fejtik ki hatásukat; ezt nevezzük *égsugárzásnak*, vagy *közvetett, azaz indirekt sugárzásnak*. A kettő együtt a *teljes napsugárzás*. A napsugár különböző sugarakból tevődik össze. Így tartalmaz látható fénysugarakat, hősugarakat stb. Alkotórészei közül élettani szempontból a legjelentősebb az *ibolyántúli*, vagy *ultraibolya* sugárzás. Hatásai igen különbözőek. Legismertebb a barnító hatás, amit minden napfürdőző közvetlenül tapasztalhat magán napfürdőzés alkalmával. Úgy jön létre, hogy az ibolyántúli sugarak befolyására a bőrben festékszemescsék, ún. *pigmentek* keletkeznek. Ezek gátolják a további sugárbehatolást a bőrben, tehát a szervezet védekező tevékenységét jelentik a túlzott sugárzás ártalmaival szemben. Nemkülönböztetve ismeretes a napsugarak bőrvörösítő hatása. Ezt a jelenséget 298—319 millimikron közötti hullámhosszú ibolyántúli sugarak idézik elő. A hőpir besugárzás után csak egy bizonyos idő, kb. 2—7 óra elteltével mutatkozik. Túlságosan hosszú napozás következményeképpen súlyos bőrgyulladás léphet fel. Éppen ezért igen fontos, hogy a napozást fokozatosan és óvatosan kezdjük, s első alkalommal ne maradjunk tovább 10—15 percnél tovább a tűző napon. Még így is érhetnek kellemetlen meglepetések, mert az ibolyántúli sugarakra a különböző egyének szervezete eltérő módon válaszol. A feketehajúak például kevésbé érzékenyek, mint a szőkeajú, fehérbőrű emberek. Ajánlatos tehát, hogy különösen beteg egyének, napozás előtt kérjenek orvosi tanácsot, a tervezett napfürdő módját és időtartamát illetően. Az ibolyántúli sugarak helyes adagolásához az is szükséges, hogy a sugárzás erejét, mennyiségét a napozás időpontjában mérni tudjuk, mert ettől is függ, milyen hosszú lehet egy-egy alkalommal a napkúra. Erre a célra különböző mérőműszerek szolgálnak. A mindennapi gyakorlat céljára használható műszer létrehozásán hazánkban is kutatások folynak.

Említést érdemel még az ibolyántúli sugaraknak D-vitamin-képző hatása is. Ez a normális csontfejlődéshez nélkülözhetetlen vitamin a bőrben jelenlévő bizonyos vegyületekből akkor keletkezik, ha a bőrt ibolyántúli sugarak érik. Ezért jelentős a napfény a gyermek D-vitamin-hiány következtében fellépő csontfejlődési zavarának, az angolkórnak (rachitis) megelőzésében, ill. kezelésében. Az ibolyántúli sugaraknak egyéb általános hatásai is vannak. Befolyásukra nő a vörösvérsejtek száma, továbbá vérfesték (hemoglobin) tartalma. Ezért igen jóhatású a napfény másodlagos, tehát vérveszteség következtében beállott, vérszegénységben, viszont káros a vérképződés elsődleges zavaraiiban. Nő a fehérvérsejtek száma, ami a szervezet védekezőképességét fokozza. Ugyanezt eredményezi a baktériumokkal szemben képződő ellenanyagok megszorodása



140. ábra.

a vérben. Mindezek közös hatása, hogy a rendszeresen napozó egyének nehezebben esnek áldozatul a különböző influenzás megbetegedéseknek. A vérkeringés intenzív sugárzásban általában fokozódik. Aszerint, hogy milyen bőrtérületet teszünk ki a sugarak hatásának, közvetve a különböző belső szervek vérrellátását is fokozni tudjuk. A vérnyomás kezdeti emelkedés után általában 9–12 higanymilliméterrel csökken, ami gazdaságosabb szív működést jelent. Munkavégzés után a szívverés hamarabb válik normálissá.

A napsugárzás tehát, mint látjuk, komoly ingert jelent a szervezetre, ami egyrészt körültekintő alkalmazására figyelmeztet, másrészt indokolja a sugárzási viszonyok behatóbb tanulmányozását éghajlati gyógyhelyeken.

Mindenekelőtt meg kell állapítani a *tényleges napfénytartam* idejét. Ennek átlagértéke, amit a napsütéses órák évi számával szoktunk kifejezni, általában csak több évi megfigyelési sorozat segítségével határozható meg és a látóhatár és felhőzet együttes befolyásának eredménye. Korlátozott látóhatár esetén (mint völgyekben) feltétlenül szükséges a helyileg *lehetséges napfénytartam* meghatározása is. Nem más ez, mint a felhőtlen ég idején mérhető napfénytartam. A *tényleges napfénytartam* és a *lehetséges napfénytartam* hányadosa százalékban kifejezve adja a viszonylagos, vagy *relatív napfénytartamot*, ami a felhőzet befolyását juttatja kifejezésre.

11. *Légnedvességi tényezők, csapadék.* A magasabb hegyvidékek levegőjének szárazsága egyes betegségekre igen kedvező. Nedvesebb klíma viszont,

például a reumás betegségekből, kifejezetten káros. Meg kell figyelni a *ködgyakoriságot*. Nem szólva arról, hogy légzőszervi bántalmakban milyen rosszhatású a köd, ezenkívül a gyógyhely egyéb tényezőinek felhasználását is akadályozhatja, pl. az egészségügyi sétát. A *csapadéknak* nemcsak az évi mennyisége fontos, hanem a csapadékos napok száma és eloszlása is. Gondoljuk meg például, hogy gyermekek üdültetésénél milyen komoly nehézséget okozhat tervszerű foglalkoztatásukban a gyakori eső, ha még oly kevés is annak mennyisége egy-egy alkalommal. Épp így az sem mindegy, hogy az évi csapadékból mennyi az eső és mennyi a hó. A hótakaró sportlehetőséget jelent, de még azokat is kevésbé zavarja, akik nem sportolhatnak, mint az eső.

12. *Vízviszonyok*. Leszámítva az éghajlati gyógyhelyek jó ivóvízellátásának fontosságát, ismernünk kell a gyógyhely területén, vagy közelében fekvő nagyobb vízfelületek éghajlatmódosító befolyását, ha ez nálunk nem is szokott nagymértékű lenni. Mégis, pl. a Balaton partján a víztükör fokozza a sugárhatást (albedo), és kis fokban a part közelében kiegyenlítő hatással van a hőmérsékletre.

13. *A levegő szennyeződése*. Különös gondot kell fordítani a levegőszennyeződésének elkerülésére tüdőgümőkórban szenvedő betegek, de minden légzőszervi beteg éghajlati gyógykezelésénél. Ezt a célt szolgálják azok a rendelkezések, melyek megtiltják füstös, egészségre káros anyagokat termelő üzemeknek gyógyhelyek közelébe való telepítését. Természetesen arra is ajánlatos ügyelni, hogy az ilyen gyógyintézetektől távoldjunk a nagyobb motorkerékpár és gépkocsiforgalmat a kipuffogógázok szennyező hatása miatt.

14. *Légtér elektromosság*. E klímátényezők biológiai hatása ma már tudományosan bizonyított tény. Elsősorban a levegő pozitív és negatív előjelű elektromos töltéssel bíró részecskéinek az ún. ionoknak egymáshoz való aránya szabja meg a légtér elektromosság szervezetünkre való befolyását. A pozitív ionok túlsúlya vérnyomás- és anyagcserefokozódást, élénkebb szív működést eredményez, a negatív ionok túlsúlya esetén ennek ellenkezőjét tapasztalhatjuk.

15. *Levegőkémiai adatok*. Újabb vizsgálatok szerint a levegő kémiai összetétele is, különösen oxidálóanyagok szempontjából, jelentékeny klímátényezőnek tekinthető. Kimutatták, hogy a levegő oxidáló-anyagtartalmának növekedésével csökken a gyulladásokra való hajlam, a görcskészség viszont fokozódik, csökken az alapanyagcsere, ritkul a szívverés szaporasága stb. Alacsony oxidáló-anyagtartalom esetén a gyulladást okozó tünetek fokozódnak, csökken a görcshajlam, nő az alapanyagcsere, a vérkeringés fokozódik stb.

16. Végül nem hagyható figyelmen kívül a gyógyhely *időjárásának* általános jellemzése, pl. a frontátvonulások gyakoriságának ismerete sem. Tudományos kutatások megállapították, hogy az időjárás hirtelen változása erősen hat a szervezetre. Így befolyásolja az asthmás rohamok kitörését, a vérnyomás ingadozását, cukorbeteg cukorsűrítését, tetániás görcsök fellépését, a thrombosis, tüdőbetegék vércöppését, szívrohamokat, epeköves görcsöket, rheumás fájdalmakat, az alvás mélységét stb.

Láthatjuk, hogy egy terület klímájának élettani, vagy gyógyhatását hányféle tényező összetételalkozása hozza létre. Éppen ezért nem könnyű feladat gyógyhelyeinket ebből a szempontból osztályozni, vagy jellemezni. Ha be is tudjuk őket sorolni nagyobb nehézségek nélkül valamelyik éghajlati körzetbe, akkor is a helyi mikroklímaviszonyok az élettani hatást nagymértékben befolyásolják. Így tehát csak főbb vonásokban körvonalazhatunk bizonyos gyógyklíma-



típusokat, azonban gyógyító értéküket az egyes helyekre vonatkozóan külön-külön kell vizsgálat alá venni és meghatározni. Nézzük meg most közelebbről, hogy Magyarországon milyen fajtáit találjuk meg a gyógyklímáknak. A tengeri klíma és magashegység-klíma eleve nem jöhet számításba. Megtaláljuk azonban a következőket :

### **Alföldi klíma**

A mi Alföldünket nagy napi és évi hőmérsékleti ingás jellemzi. Leghidegebb a tél és legmelegebb a nyár. Aránylag nagy a napfény bősége, a páratartalom és felhőzet viszonylag kicsi. A csapadékmennyiség kevés. A szél mérsékeltébb erősségű az Alföldön. Ezek a tulajdonságok szabják meg az Alföld gyógyklíma-értékét. A nagyobb hőmérsékleti ingadozások és intenzív napsugárzás miatt feltétlenül ingerklímának tekintendő. Elsősorban olyan gümőkóros betegségek kezelésére alkalmas, melyek nem a tüdőt, vagy egyéb légzőszerveket támadták meg (pl. csont-, izületi gümőkór). Ilyen betegek számára a száraz napfénybő klíma igen előnyös. Ugyancsak jól hat vérszegény betegekre.

### **Erdős-dombosvidék klímája**

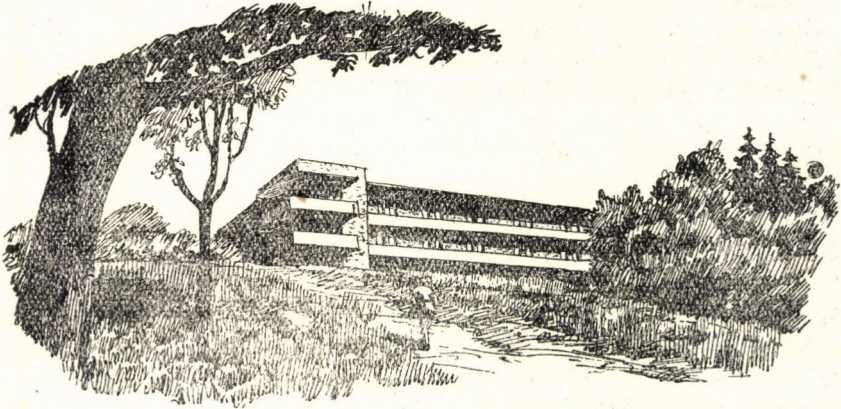
150—400—500 m magasságig. Ezek a területek nem mutatnak feltűnő klimatológiai tulajdonságokat. Éghajlatuk általában kiegyenlítettebb, mint az alföldé, de változatosabb függőleges tagozódásuk tág lehetőséget nyújt jellegzetes helyi mikroklímaviszonyok kialakulására. Táj szempontjából kellemes látványt nyújtó vidékek ezek. Az ipartelepektől távolfekvő részek tiszta levegője rendkívül egészséges és alkamassá teszi az ilyen területeket üdülők, gyógyintézetek létesítésére. Ott, ahol erdő van, a fák, növények az elmondottakon felül további kedvező tényezőkkel gazdagítják e területek éghajlatát. Erdőben a talajhőmérséklet alacsonyabb, mint a szabadon fekvő helyeken, de a levegő is hűvösebb. A talajközeli légrétegben és a fák alján a légnedvesség jelentékeny. A környező levegő nedvességtartalmát azonban az erdő csökkentheti, tehát mintegy kondenzátorként szerepel. A módosító hatás függ a növények, fák fajtájától. Szelekkel szemben az erdő komoly védelmet jelenthet. Szélvédő hatása révén a hőmérsékletet is szabályozza. Enyhíti továbbá a napsugárzás erejét is. A légköri elektromosság negatív túlsúlyt mutat erdőben, ami megnyugtató hatású. A levegő gazdag ózonban, és igen tiszta. Az erdei környezetnek mindenekelőtt nyugtató hatása van az idegrendszerre és az alvásra, klímája tehát ajánlható idegzavarokban szenvedők, álmatlanok, lábbadozók, egyes vérszegények, s a gümőkór ingertényezőket nem igénylő formái számára. A csend és nyugalom fokozzák a nyugtató hatást.

Az ilyen kisebb magasságú dombvidéken a légnyomásváltozás aránylag csekély, s ez a körülmény is fokozza a kímélőklíma jellegét.

### **Középhegység-klíma**

500—1000 m-ig. Átmenetet képez a legjellegzetesebb gyógyklíma-típus : a magashegység-klíma felé. Nem idéz elő olyan kifejezett változásokat a szervezet működésében, mint a magashegység-klíma, hatásai azonban alapjában véve azonosak. Lassabban fejlődnek ki, azonban hosszabb idő alatt komoly mértéket érhetnek el. A középhegység-klímában végzett éghajlati gyógykeze-

lések eredményei nem maradnak más éghajlati kúrák hatásai mögött. Hazánk hegyvidékeinek legnagyobb része ide sorolható. Mint tudományos vizsgálatok megállapították, gyógyhatás szempontjából nemcsak a tengerszint feletti magasság, de a környező alacsonyabb fekvésű síkságok feletti viszonylagos magasság is fontos. Középhegységben az inger tényezők mérsékelt formában fejtik ki hatásukat és ezért azoknak a betegeknek egy része, akik számára előnyös volt az ingerszegény erdős-dombosvidék, itt is jól érzik magukat. Összefoglalóan a középhegység gyógyklímája a következő kórfarmák kezelésére ajánlható: erősen kimerült egyének számára mint üdülőkúra. Idegesek álmatlansága itt hamarabb meggyógyul, mint magashegységben. A jelenlevő enyhe inger tényezők kedvezően befolyásolják sok idegbeteg, neuraszténias, kiegyensúlyozatlan, vege-



141. ábra.

tatív idegrendszeri zavarban szenvedő állapotát. Innen magyarázható, hogy jól gyógyul a gyomorfekély is, továbbá az ideges eredetű emésztési zavarok. Nagyvárosok, alföldi területek lakói itt állíthatják helyre legjobban egészségüket. Szív- és érbetegek, különösen pedig magas vérnyomásban szenvedők, továbbá olyanok, akiknek szív-koszorúér bántalmuk van, jó eredménnyel gyógyulnak a középhegység klímájában. A szív és idegrendszer megnyugtató hatásának következménye, hogy a pajzsmirigy-túltengésesek is kedvező hatást tapasztalhatnak. Javallt az itt végzett gyógykezelés tüdőasztmások számára. A felsoroltakon kívül még sok más betegség is kiválóan reagál e klímaviszonyokra.

### Magashegység-klíma

1000—1800 m magasság. Hazánkban ezt a magasságot csak Kékestető éri el. Mindazáltal ismételtelen meg kell említeni, hogy egyes hegyek 300 m magasság felett bizonyos vonatkozásokban erősen megközelítik a magashegység éghajlati tulajdonságait. Összefoglalva a magashegység élettani hatásait a következőket állapíthatjuk meg. Ha valaki ilyen klímaviszonyok közé kerül, vörösvérsejtszáma, vérfestéke (hemoglobin) megszorodik. Nő a légzés mélysége. Hosszabb tartózkodás után a szívizom erősebb lesz a vérkeringés megváltozása és a fokozott szív munka következtében. A bőr barnul, csökken az anyagcsere. A magashegység klímája igen erős inger a szervezet számára, amihez alkalmazkodni nagyobb zavarok nélkül csak olyan szervezet tud, amelynek szabályozó működése még elég rugalmas. Innen magyarázható, hogy egészséges fia-

talok könnyen áthidalják a magashegység klímájába történő gyorsabb átmenetet, idősebb egyéneknél azonban ügyelni kell, hogy csak fokozatosan jusson a magashegység erős ingertényezői közé. Ilyeneknél esetenként vérkeringési és idegrendszeri zavarok jelentkezhetnek. Kiválóan alkalmas a magashegység klímája asztmás betegek és a gümőkór megfelelő formáinak a kezelésére. Nem szabad azonban felvinnünk szervi szívbajban, különösen szív-koszorúér-szűkületben szenvedőket, továbbá túlérzékeny idegrendszerűeket. Ugyancsak óvatosan kell eljárni magasvérnyomásos betegek magaslati kezelésénél. Ezeknél a fölérkezés elején átmenetileg a vérnyomás fokozódik, tehát megfelelő körültekintéssel kell őket az igen aktív klímához szoktatni. Nem való továbbá magaslatra a tüdőtágulás sem. Kékestető tapasztalata szerint a pajzsmirigy-túltengéses betegeket sem lehet minden válogatás nélkül felküldeni. Az olyan esetek, melyek műtétre valók, Kékesen többnyire rosszabbodnak, ugyanakkor, amikor a megfelelő kórformák nagyszerű eredménnyel gyógyulnak. Hallgassuk meg tehát ilyen kérdésekben a tapasztalt orvosi tanácsot.

### Tavi-klíma

Egyes beosztások külön szokták tárgyalni, mint sajátos gyógyklímát. Kétségtelen, hogy a nagyobb tavak közelében a vidék éghajlata némi módosulást szenved, ami azonban rendszerint csak közvetlenül a tó partján észlelhető és távolabb már nem jut érvényre. Mégis azért érdemes megemlékezni róla, mert a kérdéses terület gyógytényezőit egy tó különleges adottságokkal bővíti. Magyarországon a Balaton és a Velencei-tó jön számításba ebből a szempontból. Példáukon megismerhetjük a tavi klíma jellegzetességeit, jöllehet a mi tavaink néhány tulajdonságukban előnyösen eltérnek más európai nagy tavaktól. Tekintsük át röviden a Balaton és a Velencei-tó klímáját gyógytényezőik szempontjából. A nagy vízfelületnek mindenekelőtt bár csekély, de észrevehető kiegyenlítő hatása van a hőmérsékletre. Másrészt viszont a Balaton sekély vize hamar felmelegszik és korán lehetővé teszi a fürdőzést. Télen a gyors befagyás hosszú jégspordidényt biztosít. A könnyen felmelegedő víz aránylag enyhe szelek hatására is hullámlásba jön. A hullámverés edző hatású masszázst jelent a fürdőzők számára. A hullámló vízfelület erősebben visszaveri a sugarakat és így a víztükör felett a napsugár élettani hatása fokozottabban érvényesül. Már ez a néhány adat is azt mutatja, hogy a Balaton (és a Velencei-tó) klímája inger-klíma, tehát kellő körültekintéssel alkalmazandó. Ugyanakkor, amikor az egészségesek üdülése számára kiváló lehetőséget biztosít, kedvezően befolyásolja a vérszegény, étvágytalan, angolkóros gyerekek állapotát, kifejezetten ellenjavallt pajzsmirigy-túltengésesek, erősen legyöngült, túlzottan érzékeny idegrendszerű betegek számára.

A fentiekben áttekintettük a legfontosabb éghajlati gyógytényezőket és a nálunk is megtalálható gyógyklíma-típusokat. Foglalkoznunk kell még azzal a kérdéssel, miképpen viselkedjék az üdülő az éghajlati gyógyhelyen, hogy egészségére az ott-tartózkodás minél hasznosabb legyen.

A legelső feladat az, hogy segítse szervezetét — különösen az erős inger-klímájú helyeken — az alkalmazkodás, vagyis az *akklimatizáció* minél könnyebb lefolyásához. A legegyszerűbb módszer abban áll, hogy az új klímában való tartózkodás első napjaiban kerülünk mindent, ami szervezetünkre munkát ró, vagy megterheli. Különösen, ha valaki szívbeteg, erősen legyöngült, vagy magas a vérnyomása, jól teszi, ha erre az időre kerüli a nagyobb mozgást, sokat pihen,

alszik, szellemileg sem erőlteti meg magát. Ilyen körülmények között elkerülhetők lesznek a kellemetlen mellékhatások. Ezen felül célszerű tájékozódni a gyógyhely orvosánál a helyi klimatikus tényezők szabta helyes életmód, napirend iránt. Ezzel elkerülheti, hogy pl. akkor kezdje a napozást, amikor a sugárzás a legerősebb, vagy pedig, hogy az első sétát akkor tegye, amikor a legnagyobb a levegő hűtőhatása.

Talán kevesen gondolnak arra, hogy egy éghajlati gyógyhelyről otthonukba visszatérve, szervezetünknek a fordított munkát is el kell végeznie, azaz újra alkalmazkodnia kell a régi éghajlati körülményekhez. Ez a *reklimatizáció* jelensége. Kellemetlenségeinek elkerülésére legjobb, ha szabadságunk utolsó napjait már otthon töltjük (feltéve, hogy nagy volt a különbség lakóhelyünk, s az üdülőhely éghajlata között), s csak aztán folytatjuk munkánkat.

Végül röviden áttekinthetjük, hogyan állíthatjuk ismereteinket az egészségügy szolgálatába. Mindenekelőtt rendszeres és a gyógyhelyklimatológia szempontjait is figyelembe vevő mérésekkel gondosan összegyűjtjük az üdültetésre, gyógykezelésre használt helyek éghajlati adatait. Időközben adatgyűjtés történik minden gyógyintézetben, hogyan reagálnak a betegek a szóbanforgó klímára. A gyűjtött adatokat egybevetik, összehasonlítják a klíma-élettan már meglévő ismereteivel és így kialakul, milyen betegek számára előnyös, és kikre hátrányos az adott terület éghajlata. Ezeknek az eredményeknek birtokában orvosi vizsgálat állapítja meg kinek-kinek egészségi állapotát, s így születik meg az éghajlati kezelésre vonatkozó orvosi javaslat. Világos, hogy ilyen óvatosan csak betegek esetében kell eljárni, de mindenképpen helyes, ha az egészséges üdülők is ismerik az éghajlati gyógytényezők erejét, mert akkor tudatosan kiaknázhathatnak minden hasznos hatást és elkerülhetik a kellemetlen melléktüneteket. Ne felejtsük el, hogy bizonyos vonatkozásban az éghajlat is orvosság lehet, mely megfelelő adagban használ, gyógyít, de rosszul alkalmazva árthat is.

## A levegő tisztasága és a településegészségügy

### A tiszta levegő és az ember

A mindennapi életben, amikor a levegőről beszélünk, legtöbbször az *időjárással* kapcsolatos a levegőről alkotott véleményünk. Ez végeredményben helyénvaló, mert a levegő a tárgya az időjárással foglalkozó tudmánynak, a légkörtannak, vagy meteorológiának is. A levegővel azonban számos más tudományág is foglalkozik a meteorológián kívül. Így pl. a technikusokat, vegyészeket, orvosokat, biológusokat egyaránt érdekli a levegő, de érdeklődésük középpontjában más-más kérdés áll. Abban van a különbség, hogy *hogyan* vizsgálják a levegőt az egyes tudományágak. Ha pl. a meteorológiát és a higiénét hasonlítjuk össze, azonnal szembetűnik ez a különbség. A meteorológia a levegő-óceánt teljes terjedelmében és elsősorban *fizikai tulajdonságai* alapján tanulmányozza. Ezzel szemben az orvostudomány egyik ága, az egészségtan, vagy higiéné főleg a lakott területek és zárt helyiségek levegőjével foglalkozik és nemcsak a levegő fizikai tulajdonságait, hanem a benne lezajló kémiai és biológiai folyamatokat is vizsgálja. Végső fokon az adott, aránylag kis kiterjedésű levegő *emberre gyakorolt* kedvező, vagy kedvezőtlen hatását tanulmányozza.

Mielőtt rátérnénk a településegészségtannal kapcsolatos levegő-higiénés kérdések részletes tárgyalására, érdemes lesz röviden ismertetni a levegő általános biológiai jelentőségét és a mai légkör kialakulását.

A növény- és állatvilág szorosan kapcsolatban áll környezetével, az élő és élettelen világgal. Az összes élőlények testük anyagait a környezet anyagaiból építik fel, ide választják ki anyagcsere-termékeiket. Évmilliók során alakult ki a mai élővilág, melynek különböző egyedei, fajai, fajtái alkalmazkodtak a külső környezeti tényezőkhöz és egymáshoz. Azok az élőlények maradtak csak meg, melyek számára a meghatározott létfeltételek biztosítva voltak. Ezek közül a létfeltételek közül döntő fontosságú a levegő. A levegő (atmoszféra), a talaj, (litoszféra), és a vizek (hidroszféra) együttesen teremtik meg a létezési feltételeket az élő világ, a bioszféra számára.

Akkor, amikor a levegőegészségtan kérdésével kapcsolatosan a bioszférát tanulmányozzuk, feltétlenül meg kell említenünk az élővilág fejlődésének azt a fokát, mely a szárazföldi élethez és azzal együtt a szabadlevegőhöz való alkalmazkodást jelentette. Ettől kezdődően a légkör biológiai jelentősége mai formájában bontakozik ki. Amikor a zöld növények megjelentek, a *levegő széndioxid tartalma volt egyik létfeltételük*. Vagyis egy zöld festékanyaggal, a klorofillal rendelkező növények képesek lettek arra, hogy nappal felhasználják a levegő széndioxid tartalmát és oxigént válasszanak ki. Ezen folyamat — az úgynevezett fotoszintézis — útján széndioxidból építik fel a növények szervezetük szervek alkotórészeit, a maguk és — a későbbiek során — más élőlények számára szolgáló tápanyagokat.

Már *Tyimirjazev*, a darwini tanok első oroszországi hirdetője, a tudós forradalmár, a fotoszintézist tartotta a legfontosabb biológiai jelenségnek. A zöldnövények fotoszintézise folyamán történő oxigénkiválasztásnak a következőképpen más, fejlettebb élőlények alakulhattak ki. Ezek a magasabbrendű élőlények már nem a levegő széndioxid-tartalmát használták fel, hanem a növények által már előállított bonyolultabb tápanyagokat még tovább fejlesztve építették be szervezetükbe. Az élőlények ezen csoportjának a táplálék felhasználásához, elégetéséhez, egyszóval az élethez oxigénre volt szüksége. Vagyis az *oxigén vált létfeltételükké*. A biológiai égés során termelt széndioxidot kibocsátják szervezetükből, mely a szabad légkörbe visszakerül. Az élőlények ezen csoportjába tartozik az állatvilág, beleértve az embert is.

Látjuk a fentiek alapján, hogy az egész élővilág számára milyen nagy jelentősége van a széndioxidnak és az oxigénnek. Látjuk, hogy milyen szoros kapcsolata van a növény és állatvilágnak a légkörrel a gáz-anyagesere terén.

Az ember számára a legfontosabb levegő alkotórész az oxigén, mely a levegőnek kb. egyötödét teszi ki, pontosabban 20,94 térfogat százalékát. Ez olyan hatalmas mennyiség, hogy ha nem is pótlódnék és a mestani mennyiségben égésre és légzésre használnáték fel az oxigén, 18000 év volna ahhoz szükséges, hogy egy százalékkal csökkenjen a légkör oxigéntartalma.

Tudjuk azt, hogy a mindennapi életben az üzemekben, gyárakban történő égési, oxidálási folyamatok során, továbbá növényi és állati részek elbomlása, rothadása alkalmával stb. nagy mennyiségű széndioxid keletkezik. Azzal, hogy a zöldnövények felhasználják a széndioxidot, nemcsak »tisztítják« a levegőt és biztosítják az állati szervezet normális lélegzését, hanem fenn is tartják a széndioxid állandó mennyiségét, mely 0,03 térfogat százalékának felel meg.

Eddig a levegő biológiai két legfontosabb alkotórészét említettük meg. Az oxigén és széndioxid azonban együttvéve sem tesz ki egészen 21%-ot. A vizsgálatok bebizonyították, hogy a levegő kb. 78%-a egy másik gázállapotú anyag, a nitrogén. A nitrogén közvetlenül sem a növényzetre, sem az állatvilágra nem fejt ki biológiai hatást, ezért ilyen értelemben *közömbös* gáznak szoktuk nevezni. A fentiekből láthatjuk, hogy a levegő jórészt oxigénből, nitrogénből és kis mennyiségben széndioxidból áll. A fennmaradt, valamivel több mint 1 százaléknyi hiányt a kis mennyiségben jelenlevő nemes gázok és más anyagok adják. Külön kell megemlítenünk a vizet és a nem gáz halmazállapotú anyagokat, amelyeket a levegő állandóan tartalmaz. A víz a tengerek és szárazföldi vizek felszínéről kerül a levegőbe. Szárazföldekről és sivatagos területekről, valamint vulkáni kitérősek alkalmával állandóan jut szilárd halmazállapotú alkotórész is a légkörbe. Ezeknek az apró részecskéknek az összefoglaló elnevezése a *por* nevet viseli. A levegő utóbb említett alkotórészei is állandóan jelen vannak a troposzférában. Mennyiségük a szárazföldek és tengerek felett bizonyos különbséget, a tengerszint feletti magassággal pedig csökkenő koncentrációt mutat.

Ezek után, ha elméleti szempontból nézzük a levegő »tisztaságának«, vagy a »jó« levegőnek a kérdését, az elmondottak alapján adhatjuk meg a feleletet. Vagyis »tisztának« és »jó«-nak azt a levegőt minősíthetjük, amely *mint természetes levegő-környezet* elméletileg adva van. A gyakorlatban azonban más a helyzet. Az ember, amikor a légkörnek elsősorban fizikai hatásai ellen a hőmérséklet, csapadék és a szél hatásai ellen védekezett, mesterségesen átalakította a környezetet. Építkezéseivel, a talaj átalakításával bizonyos mértékben befolyásolta a talajközeli levegő-réteg, a mikroklíma állapotát is. Kezdeti időszakban természetesen a levegő szennyeződése még nem jelentett nagy problémát.

Az osztálytársadalmak alakították ki a nagykiterjedésű közös településeket, a városokat. A kapitalista társadalom hatalmas ipari fellendülése az amúgyis zsúfolt települések körül a gyárak sokaságát és új ipari településeket létesített. Kifejlődött a vasúti és országúti gépjármű-forgalom. Kialakultak a hatalmas világvárosok és városmagyságú ipari kombinátok. Ezek a hatalmas létesítmények nagymennyiségű szennyező anyagot juttatnak a levegőbe, mely anyagok, ha nem is befolyásolják az egész légkör állapotát, de a helyi, a talajközeli levegőt szennyezik. Így maguk a helytelenül épített zsúfolt városok válnak a városlakó emberek ártalmára — bizonyos kedvezőtlen légköri viszonyok esetén.



142. ábra. Kirándulás a »tisztta, »jó« szabad levegőn.

A mesterséges környezet levegő-szennyező hatásának a kérdésével már a XIX. század végén kezdtek foglalkozni, amikor a hatalmas ipari centrumok kialakulása megindult és azok a lakóterületek levegőjét nagymértékben szennyezték.

Az előzőkben láttuk, hogy a »tisztta levegő« fogalma elméleti fogalom. Gyakorlatilag akkor minősíthetjük a levegőt tisztának, ha a bennelevő anyagok *ártalmat, károsodást jelentő mennyiségben nem fordulnak elő, sőt halmozódásuk sem mutatható ki.* Vagyis megvan a levegőnek az a természetes öntisztuló tulajdonsága, mely a belekerülő szennyező anyagokat felhígítja.

Már a tőkés államok megkezdték a levegőegészségügyi kutatást, de a levegő-szennyeződés csökkentésére szolgáló hathatós intézkedéseknek gátat vetett a magántulajdon, a telekspekuláció, az a *kizsákmányoló politika*, mely nem törődik a dolgozók érdekével. A magántulajdonon alapuló tőkésrendszerben nem lehetséges az ipari és lakónegyedek tervszerű levegőegészségügyi védelme. A városok fellazítása, természetes szellőzésük biztosítása, a városon belüli zöldterületek és vízfelületek tervszerű létesítése, a jó, portalan utak megépítése, ipari üzemek célszerű elhelyezése és levegőszennyező hatásuk csökkentése csak a szocialista

tervezgádkodás során vihető keresztül. Csak szocialista társadalom tudja határozottan biztosítani a dolgozó tömegek tervszerű egészségügyi védelmét.

A szovjet egészségügy hathatós intézkedéseket hozott a nagyvárosok, iparvidékek levegőegészségügyi védelme terén. Ezek az intézkedések kedvezőtlen időjárási viszonyok (például a ködös, inverziós időszakok), alkalmával is lehetővé teszik, hogy hathatósan csökkentjük a levegő szennyeződését. Feladatunk az, hogy a mesterséges környezet tervszerű, tudományos kialakításával megelőzzük a levegőt szennyező anyagok ártalmasfokú felhalmozódását.

## A levegőbe kerülő szennyező anyagok és azok forrásai

A levegő szennyező anyagai lehetnek gáznemű, cseppfolyós és szilárd halmazállapotúak. Ezek az anyagok, miután levegőbe kerültek, többnyire bizonyos változásokon mennek keresztül. Befolyásolja őket a légkör fizikai állapota (hőmérséklet, légmozgás) és a páratartalom. A különböző halmazállapotú szennyeződések egymásra is hatást gyakorolnak.

Nézzük meg, hogy mi a sorsa ilyen szempontból a *kéndioxidnak*, mely egyike a leggyakrabban előforduló szennyező anyagnak. Ez a szúrós szagú gáz igen nagy mértékben vonzódik a levegő vízpárájához. A kéndioxid-molekulák (vizet megkötve) egymással apró cseppekké egyesülnek. Nagy tömegben ez a csepphalmaz már ködhez hasonlóan láthatóvá válik. Ezeket a ködöket *kénsav ködöknek* nevezzük. Itt már a kéndioxid nem gáz, hanem vízben oldott állapotban (kénsav) van jelen a levegőben. A kéndioxidhoz hasonlóan viselkedik a klórgáz is, mely szintén vonzódik a vízhez és vele sósavat alkot. Ha a levegőbe kerülő szilárd halmazállapotú koromszemcséket vizsgáljuk, akkor azt tapasztaljuk, hogy ezek cseppfolyós és gáznemű állapotban levő anyagokat tudnak megkötni felületükön. Ilyenformán ugyanaz a lebegő részecske szilárd, cseppfolyós és gáznemű halmazállapotú anyagokból állhat. A cseppfolyósból szilárd halmazállapotba való átmenet jó példája a tengervíz porlásánál mutatkozó jelenség. Akkor, amikor a cseppfolyós tengervíz — mely tulajdonképpen folyékony sóoldat — a parti sziklákon való ütközés során szétporlik, mint igen apró cseppecskék nagy tömege kerül a levegőbe. Ezeknek az apró cseppeknek a víztartalma elpárolog és a szilárd konyhasó-kristályok lebegve maradnak. Szél alkalmával messze tájakra elsodródhatnak. Fémgőzök, sósav és ammoniagáz füstökké kondenzálódhatnak.

Az, hogy a különböző anyagok meddig maradnak a levegőben, elsősorban a szemcsék, vagy részecskék nagyságától és a levegő nedvességtartalmától függ. Természetesen a részecskék mozgásában, ülepedésében, eloszlásában fontos szerepet játszik a légkör mozgása. A gázállapotú anyagok követik a légáramlást, esetleg (ha nehezebbek a levegőnél) lefelé, (ha könnyebbek) felfelé áramlanak. A cseppek és szilárd részecskék nagyságuktól függően, vagy gyorsabban, vagy lassabban leülepednek. Ha igen apró szemcsékről van szó, (tized mikronos nagyság alatt), akkor együtt mozognak a különböző légáramlatokkal.

A levegő-szennyező anyagok első csoportja légnemű halmazállapotú. Leggyakrabban az alább felsorolt gázok szennyezik a levegőt: *széndioxid, kéndioxid, kénhidrogén, ammónia, különböző nitrogénoxidok és a klór*. Ezek jórésze (lassú vagy gyors) égési, illetve bomlási termék, kivéve a klórt. A klór főleg vegyi üzemekből kerül a levegőbe.

A mindennapi életben mindig és mindenhol előfordul a *széndioxid*, ahol valamilyen égési folyamat zajlik le. A széndioxid azonban egymaga nem tekint-



hető szennyező anyagnak. Az előző fejezetben láttuk, hogy a széndioxid a bioszféra számára igen fontos levegő-alkatrész. Bizonyos esetekben, főleg zárt helyen felhalmozódhat. Azonban még ilyenkor is általában nem magának a széndioxidnak a jelenléte, hanem a vele együtt keletkező más égési termékeknek a felhalmozódása idéz elő ártalmat.

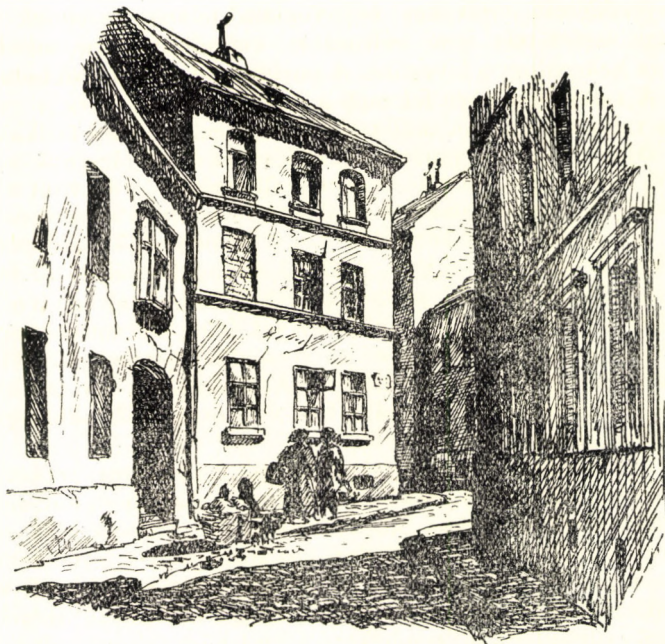
A széndioxiddal szemben a *szénmonoxid* tökéletlen égési termék, vagyis olyan égési folyamatok során keletkezik, ahol a gyors égéshez nem áll elég oxigén rendelkezésre. Szénmonoxidot termelnek az autók, ívlámpák, vasalók, dohányzás, petróleumlámpák és petróleumfűzők. Főleg zárt helyeken halmozódik fel, pl. garázsokban, lakásokban. A szénmonoxid a levegőnél könnyebb és emiatt szabadban hamar felszáll, csak közvetlenül a szennyező forrás közelében mutatható ki, pl. tökéletlen égésű kazánok környékén. Alagutakban, ha ott sok gépjármű közlekedik, könnyen felhalmozódhat. Tekintettel azonban arra, hogy általában alagutakban rövid ideig tartózkodik az ember, itt különösebb veszélyt a szénmonoxid-felhalmozódás nem jelent. A kutatások eredményei azt bizonyítják, hogy a világvárosok nagyforgalmú, sűrűn beépített negyedeiben a levegő szénmonoxid-tartalma nagyobb, mint más városrészekben. Szénmonoxid azonban ártalmakat ilyen helyeken is ritkán okoz.

A városok legtöbb problémát jelentő szennyező anyaga a *kéndioxid*, mely a széntüzeléssel kapcsolatosan jut a levegőbe. Minden szén tartalmaz kisebb-nagyobb mennyiségben kénvegyületeket. A hazai barnaszének kéntartalma eléri a négy—hat százalékot. Ezeknek a széneknek az égetésénél keletkezik a kéndioxid, mely csípős, szúrós szagáról jól felismerhető. Legtöbb kéndioxidot természetesen a nagy szén-fogyasztású ipari üzemek, elsősorban a kohó-művek és elektromos erőművek termelnek. A háztartási tüzelésből eredő kéndioxid is nagy mennyiséget tesz ki. Ez a gáz (mivel nehezebb a levegőnél) a talajszint közelében marad, — mintegy »megüli a várost«. A kéndioxidnak mind egészségügyi, mind népgazdasági szempontból igen nagy a jelentősége. Nagyobb mennyiségben elsősorban a nyálkahártyákat támadja meg és így különböző légzőszervi megbetegedésekre teszik az embert hajlamossá. Árt a növényzetnek, mely jelenség közvetve egészségügyi szempontból szintén káros. Ködképző hatása miatt csökkenti a napsugárzás erősségét. Városokban többek között éppen a kéndioxid miatt gyakoribb a ködös napok száma.

A levegő kéndioxid-tartalma következtében fellépő különböző károk igen jelentékenyek lehetnek. A kéndioxid megtámadja az épületek anyagát, annak kalcium és magnézium vegyületeivel könnyen porladó szulfátokat alkot. Ennek következtében az értékes épületdíszek és maga a vakolat is hamar tömkremegy. Ez nemcsak anyagi kárt, hanem életveszéllyel járó épületkárosodást is eredményezhet. A természet viszontagságainak amúgy is kitett szobrokat télen a kéndioxid romboló hatása miatt is védenünk kell. A kéndioxid ugyanígy károsan hat a szabadban levő fémtárgyakra, kerítésrácsokra, oszlopokra, vezetékekre.

Tekintettel arra, hogy a kéndioxid fenti tulajdonságai alapján már régen foglalkoztatja a kutatókat, aránylag sok megfigyelés történt az előfordulásával és halmozódásával kapcsolatosan. Megállapították, hogy a kéndioxid-tartalom évszakok szerint változik. Télen a fűtési idény alkalmával kétszer-háromszor annyi a levegő kéndioxid-tartalma mint nyáron. Ipari településeken hét végén, a munkaszünet alkalmával csökken a kéndioxid mennyisége. Lakóterületeken a napi ingadozását is megfigyelték: a fűtési időszak alkalmával délelőtt tíz órakor és délután három órakor éri el a legnagyobb töménységet.

Más gázyanyagok (mint a *kénhidrogén* és *nitrogénoxidok*) főleg ipari üzemek környékén fordulnak elő. Színesfém-kohászati üzemek, hőelektromos centrálék, kémiai és vegyészeti gyárak szennyeznek ezekkel a gázokkal a levegőt. Ártalmas koncentrációt szabadban ritkán érnek el. Növényi és állati hulladékok bomlása-kor egy másik gáz, az *ammónia* kerül még a levegőbe. Elsősorban mezőgazdasági településeken a trágyadombok, emésztőgödörök, a nem megfelelően kezelt árnyékszékek közelében érezhető az ammónia szaga. Egyes ipari üzemek, mint például a kokszfeldolgozó üzemek, szintetikus ammónia-gyárak és hűtő-



143. ábra. Poros, szemetes utcarészlet.

üzemek szintén szennyeznek a levegőt ammóniával. Klór ugyancsak vegyi üzemek környékén mutatható ki a levegőben. Ez utóbbi szennyező anyagokkal kapcsolatosan meg kell jegyeznünk, hogy a lakótelepülések levegőszennyeződé-  
sében közel sem játszanak olyan fontos szerepet, mint a kéndioxid.

Külön kell megemlékeznünk az illó szénhidrogének és egyéb kőolaj- és kátrány-származékok levegőszennyező hatásáról. Ezek az anyagok magas illóanyag-tartalmú szén, üzemanyagok elégetése alkalmával mint *cseppfolyós* melléktermékek keletkeznek. A fent említett tüzelőanyagok elégetéséhez sok oxigénre van szükség. Oxigénhiány miatt általában tökéletlenül égnék el és így különböző szénhidrogének keletkeznek, melyek közül a legismertebbeket megemlítjük. Ilyen szénhidrogének: a *benzol*, *toluol*, *naftalin*, *antracén*, *karbol*, *piridin*, *kreozott*, *merkaptán*, *thiofén*. A két utóbbi szénhidrogén még ként is tartalmaz és igen kellemetlen, állati ürülék szagára emlékeztető anyag. Ezek organikus vegyipari üzemekben különböző munkafolyamatok során szintén keletkezhetnek. A szabad levegőben mérgező koncentrációt sohasem idéznek elő, de undorérzést keltenek. Mivel orrunk kis mennyiségben is igen érzékeny

irántuk — a légáramlással több kilométerre elkerülve —, sokezerszeresen felhígulva is érezhető. Ez a magyarázata annak, hogy egyik vegyiüzemünk szénhidrogénekből eredő szennyeződése bizonyos széljárás esetén a város távoli kerületeiben is érezhetővé vált és »macskaszagra« emlékeztető illatával városzerte sok kellemetlenséget okozott. Nagy általánosságban a szénhidrogének mennyisége párhuzamosan szokott emelkedni vagy csökkenni a szénmonoxid mennyiségével. A lakóterületeken a levegőszennyező szénhidrogéneknek a megjelenése főleg az autóforgalom növekedésével áll összefüggésben.

Utoljára, de nem utolsó sorban kell megemlíteni a levegő *szilárd halmazállapotú* szennyeződéseit, melyeket összefoglaló néven *poroknak* nevezünk. A porok anyagi összetétele igen változatos, tulajdonképpen minden szilárd anyag elporladva bekerülhet a levegőbe. A porforrások közül első helyen a talajt említjük meg. A talajról a port felemeli a szél, a járművek és a gyalogjárók. A por jórészt a talaj anyagának mállásából keletkezik; főleg fizikai, mechanikai behatások útján. A levegő porszennyeződéséhez hozzájárulnak a háztartási tüzelésből eredő, el nem égett *hamu-* és *pernye-*alkatrészek, valamint a különböző háztartási hulladékok. Az ipari üzemek — főleg a nehézipari üzemek és hőelektromos centrálék — kéményein keresztül nagy mennyiségű *szállópernye* kerül a levegőbe. Kőzetek aprítása, őrlése, porladó anyagok szállítása, feldolgozása közben, valamint szemétygyűjtés, szemétszállítás alkalmával szintén keletkezik por. A fent említett porfélésegeken kívül (melyek főleg szerves anyagokból állanak) tartalmaz a levegő különböző szerves alkatrészeket is. Főleg tavaszi időszakban sok *virágpór* (pollen) fordul elő. A vizsgálatok azt mutatják, hogy a poron kívül a levegőben mindig találhatók ún. organizált alkatrészek: *baktériumok* és *gombák*, illetve *gombaspórák*.

Ha a por egészségügyi hatásával akarunk foglalkozni, akkor meg kell jegyeznünk, hogy ez a legősibb szennyező anyag. Az állati és emberi szervezet ősi idők óta többé-kevésbé poros környezetben élt. Hosszú idők során nagy mértékben tudott a porhoz alkalmazkodni. Ezt bizonyítja a légzőszervek anatómiai felépítése. A por ellen jól tudunk védekezni. Orron keresztül való légzés esetén a bekerülő szilárd alkatrészek 80%-át az orr különböző üregei és szőrei, valamint az apró csillószőrökkel rendelkező légúti hám felfogja, illetve váladék útján eltávolítja. Szeles idő alkalmával a szembe kerülő por izgatja a nyálkahártyát és következményes gyulladással járó, kellemetlen fájdalmat idézhet elő. A porszemcsék bőrre rakódva annak szennyeződését idézik elő és kellemetlen közérzetet okoznak. A ruházat, lakás, bútortartás elpiszkolódását elősegítve gyakoribb mosást és takarítást tesznek szükségessé.

A fentiekből láthatjuk, hogy a levegőszennyező anyagoknak milyen sok változata lehetséges. Ha ezek az anyagok nem is idéznek elő súlyos egészségkárosodásokat, de feltétlen törekednünk kell arra, hogy mennyiségüket minimálisra csökkentsük, mert csak így biztosíthatjuk a dolgozók számára a nyolcórás munka után megkívánt tiszta levegőt. Az üde, tiszta levegő kell a pihenéshez, a teljes szellemi és testi felüdüléshez.

## Hogyan befolyásolják a légszennyeződést a meteorológiai tényezők?

Már az előzőekben szó volt arról, hogy a levegőbe jutó anyagok bizonyos változásokon mehetnek keresztül. Hatást gyakorolhat rájuk a levegő nedvességtartalma, vagy az egyik anyag befolyásolhatja a másik anyag állapotát stb. Ezekben a jelenségekben, amint láttuk, elsősorban kémiai változásokról volt szó. Vagyis azt tanulmányoztuk, hogy egyik anyag a másik hatására milyen mélyebb, mondhatni belső szerkezeti változáson megy keresztül.

Az alábbiakban arról lesz szó, hogy a talajszintről, a lakásokból, a gyárakból, üzemekből eltávozó szennyezőanyagokra milyen hatással van a légkör fizikai állapota. Természetesen nehéz lenne az egyes meteorológiai állapotjelzők (mint a hőmérséklet, a légnyomás, a páratartalom) és a légszennyeződés közötti kapcsolatot külön-külön keresni. A levegő hőmérsékletének változása önmagában éppenúgy nem magyarázza a szennyeződés változását, mint a légnyomás, vagy a páratartalom változásának a mértéke. Pl. egy adott poros utcarész levegőjében nyári +25 C° hőmérséklet mellett lehet kevesebb por, mint télen, —10 C° léghőmérséklet alkalmával. Pedig éppen az ellenkezőjét várnánk. Ilyen eset áll elő, ha az említett nyári időszakban szélcsend, a téli időszakban pedig szeles idő volt, hótakaró nélküli területen. Egy gyártelep környékén egyformán nagyfokú lehet a szennyeződés, télen és nyáron is, ha légköri inverzió alakul ki, pedig a hőmérséklet, páratartalom és légnyomás értékei teljesen mások a két időszakban. Szélcsendes, száraz idő alkalmával nagyobb szennyeződést tapasztalhatunk, mint esős, szeles időjárás esetén, pedig a hőmérséklet ugyanaz mindkét esetben.

Ezekből a példákban láthatjuk, hogy a meteorológiai tényezők komplex módon hatnak a légszennyeződésre. Gyakorlati szempontból legfontosabb annak az eldöntése, hogy melyek azok a légköri viszonyok, amelyek kedvezően vagy kedvezőtlenül befolyásolják a levegő tisztaságát. Kérdezzük meg városi embertől: mikor érzi jónak, frissnek a levegőt? Általában azt a feleletet kapjuk, hogy nyári zivatar vagy téli havazás után. A vizsgálatok eredményei is azt mutatják, hogy csapadékhullás után a levegő tisztább, mint előzőleg volt. A szennyező anyagokat pedig a csapadékban ki tudjuk mutatni. Az esőzés, havazás, mintegy »átmossa«, tisztítja a levegőt, vagyis csökkenti a szennyeződést.

A levegő mozgásának, áramlásának a gázszenyeződés szempontjából lehet kedvező hatása, mert megfelelő körülmények között a szennyeződést elfújja, magávalviszi, felhígítja a szél. Abban az esetben azonban, ha a szennyező forrás irányából áramlik a levegő lakóterületünk felé, igen sok kellemetlenséget idézhet elő.

Szeles időben azonban általában kevés valószínűség van arra, hogy a gázszenyeződés ártalmas fokig felhalmozódjon. Más a helyzet a szilárd halmazállapotú részecskékkel kapcsolatban, mert ezek elsősorban a széllel, erősebb légáramlásokkal kerülnek a levegőbe. És azok a részecskék is, melyek aránylag gyorsan kiülepednének az álló levegőből, erősebb szelek, viharok alkalmával messze eljutnak a forrásuktól.

Mindenféle levegőszennyeződés szempontjából *legkedvezőtlenebb állapotnak kell tekinteni a ködös, inverziós időjárást*. Inverzióknak azt az állapotot nevezzük, amikor a talajszinttől felfelé a csökkenő hőmérsékletű levegő egy bizonyos magasságban átmeneti melegedést mutat. Ezen meleg »levegőplafon« alatt, mint valami »zárt helyiségben«, felhalmozódik a szennyeződés. Ilyen időjárási állapot alkalmával pl. 1952 decemberében Londonban olyan katasztrófális

mértékben felhalmozódtak a levegőben a különböző szennyező anyagok, hogy ebből eredően egy hét alatt több ezerre emelkedett a megbetegedések és halálos esetek száma.

A levegőszennyeződéssel kapcsolatosan meg kell említeni az időjárási frontokat megelőző *légnomáscsökkenést*. Ilyenkor a talajból, csatornákból bűzös szagú gázok törnek elő és a levegőt megrontják.

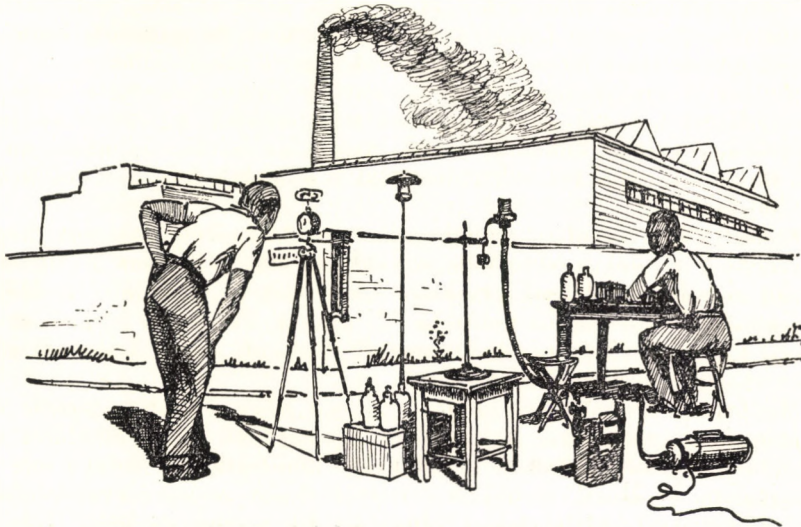
A levegő tisztasága szempontjából, amint már említettük, a *legkedvezőbbnek a csapadékhullás utáni állapotot* tekinthetjük. Fontos azonban megemlíteni, hogy már a csapadékot megelőző erős emelkedő jellegű légmozgások előmozdítják a szennyeződés felhígulását, maga a csapadék pedig a levegőben levő szennyeződést kimossa, lecsapja.

## A levegőszennyeződés vizsgálata

Olyan sok rosszat mondtunk már a levegőről, hogy azt gondolhatnánk, talán nincs is jó levegő, holott éppen ez érdekelne bennünket. Vajon mindezt a sokféle szennyező anyagot hogyan lehet kimutatni? Honnan tudjuk megmondani, milyen eredetű szennyeződésről van szó? Mikor minősítjük ártalmatlannak a szennyeződést? Minek alapján teszünk javaslatot különböző intézkedésekre, melyek segítségével a levegőszennyeződést csökkenteni lehet?

Mindezekre röviden azt válaszolhatnánk, hogy a kutatók különböző elméleti és gyakorlati ismeretek, valamint megfelelő *vizsgáló eszközök* hirtokában meg tudják oldani ezt a feladatot. Ez a válasz helyes, azonban túlságosan szűkszavú. Érdemes rátérni a vizsgálatok részletes ismertetésére.

Legelőször is a vizsgálatok jellegéről kell beszélnünk, és ha már erről van szó, mindig szem előtt kell tartani két dolgot: először is azt, hogy a vizsgálatokat *szabadban kell végezni*, másodsor pedig azt, hogy igen *kis intenzitású ártalmakat vizsgálunk*. A szabadban végzett vizsgálat tulajdonképpen azt jelenti, hogy sokféle külső körülménynek a hatását kell vizsgálataink alkalmával figyelembe vennünk. Vagyis, amíg egy adott üzemen belül, pl. a munkafolyamattól függően



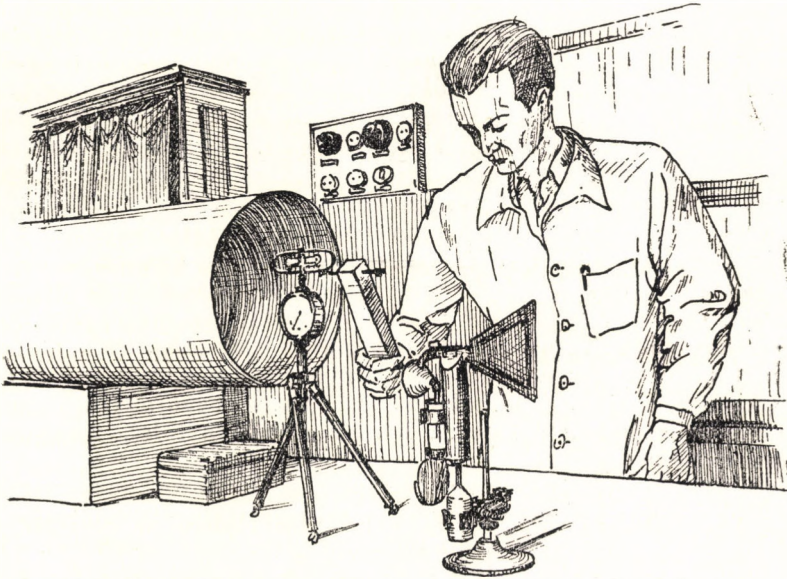
144. ábra. Levegő-egészségügyi vizsgálatok a helyszínen.

szabályosan, ismételten jelentkezik a levegő szennyeződése — tehát az 1—2 vizsgálat után már jellemezhető —, addig a gyáron kívül vagy lakóterületeken a légszennyeződésnek a viszonyai mások, közel sem ilyen egyszerűek. A szabad-  
téri vizsgálatok során két nagy, egymástól különböző szakaszt tudunk meg-  
különböztetni: *fűtési és fűtés nélküli szakaszt*: téli és nyári időszakot. Ilyenkor a szennyeződés viszonyai egészen különbözők. Külön jellegzetességük van az átmenetet jelentő tavaszi és őszi évszakoknak, főleg a *tavaszi szeszélyes időjárás-*  
nak. Ezek alapján azonnal adódik az egyik módszertani megfontolás: vizsgá-  
latainkat hosszú időn keresztül, leghelyesebben egész éven át kell végeznünk  
ahhoz, hogy egy település szennyeződési viszonyait jellemzően megállapíthassuk.

Meteorológiai vizsgálatokkal foglalkozók számára ez nem jelent újdonságot, mert hiszen maga a meteorológia is annál eredményesebben tud dolgozni, minél hosszabb időszaknak ismeri a légköri viszonyait. Ne gondoljuk azonban azt, hogy csak a vizsgálatok időtartalmára vonatkozóan kell tanulnunk a meteorológiai módszertől, amikor a települések levegőjét vizsgáljuk. Miről is van itt tulajdonképpen szó? Nem másról, mint *mikroklímás vizsgálatokról*. Ennek a mikroklímának pedig egyik jellegzetessége a nagyfokú — a természetestől eltérő — levegőszennyeződés. Ez a továbbiakban azt jelenti, hogy amint a meteorológiai vizsgálatokat országos vagy nemzetközi hálózat biztosítja, úgy a légszennyeződések vizsgálatával kapcsolatosan is egy *hálózat* kiépítésére van szükség. Nem szükséges azonban, hogy ez a hálózat nagykiterjedésű és állandó jellegű legyen. Elég, ha egy adott településre vagy akár a település egyik részére van kiépítve. Természetesen a *műszereket sűrűbben* helyezzük el, mint a makroklímás vizsgálatok során szükséges. Ugyanígy elég, ha egy vagy esetleg pár évig tartanak csak a vizsgálatok. Mindennek lényege az, hogy az adott szennyezőforrásról és a környező lakóterület több pontjáról sok, egyidőben szerzett adat álljon rendelkezésünkre. Ezeket a több helyről egyidőben vett adatokat összegyűjtjük és a vizsgálati időszak letelte után laboratóriumban feldolgozzuk. További hasonlatosság még az, hogy nélkülözhetetlen az *egységes vizsgálati* módszer és a vizsgálati időpontok megtartása.

A tulajdonképpeni vizsgálat 3 részből áll. Első az általános és részletes *környezetleírás*, második a helyszínen végzett *műszeres vizsgálat*, harmadik a begyűjtött anyag *laboratóriumi feldolgozása*. Az általános környezeti leírásnál tekintetbe kell vennünk, hogy a levegő szennyeződése nagymértékben függ a település jellegétől (ipari vagy mezőgazdasági vidék), a szennyező források kiterjedésétől, a zöld felületek és vízfelületek jelenlététől, a domborzati viszonyoktól, az utak állapotától, a beépítettségtől, a lakossúságtól stb. Mindezeket az adatokat fel kell jegyeznünk. A lakóterületeken elhelyezett műszerek közvetlen környezetét is ugyanilyen módon jellemezzük. A makroklímára vonatkozó meteorológiai adatokat a vizsgálati időszak tartamára szólnan a legközelebbi meteorológiai állomásról kell beszerezni. Célszerű azonban az időjárásra jellemző adatokat a helyszínen szintén feljegyezni. Vizsgálati jegyzőkönyvünkben kevésbé szakszerű, de igen hasznos feljegyzések a rövid időjárásjellemző adatok, mint pl. a következők: száraz, szeles, nedves, szélcsendes, felhőtlen, felhős, ködös, csapadékos stb. idő. A levegő hőmérsékletét, páratartalmát, a szél irányát és sebességét a helyszínen műszerekkel kell megállapítanunk. A vizsgálatok időpontját, amint már fentebb említettük, percnyi pontossággal kell megjelölnünk. Hogy munkánk eredményesebb legyen, nagyon fontos a lakosság véleményét, panaszait, kívánságait ismernünk az adott lakóterület levegőjével kapcsolatosan.

Ezek az *adatsfelvételek* jó megfigyelőképességet és nagy körültekintést igényelnek, de a *műszeres vizsgálatok* jelentik végeredményben a munka érdemi részét, amikor is ténylegesen megmérjük a levegőben levő szennyező anyagok mennyiségét. A higiénikus mérlegére tesszük a levegőt. Tulajdonképpen valóban ez történik, csak addig, amíg a mérleg használatba kerül, meg kell fognunk a levegőt, illetve a bennelevő szennyező anyagokat. Ez a művelet nem is olyan könnyű. Az esőt egyszerűen edénybe gyűjtik és lemérik. A hőmérsékletet a hőmérséklet »gráf«-ja akár fel is rajzolja, a szelet — amely fákat hajlít, tengert korbácsol — különböző fokozatai alapján egyszerűen tapasztalati skála szerint



145. ábra. A helyszínen vett minta laboratóriumi feldolgozása.

mérhetjük. De a láthatatlan és legtöbbször orrunkat sem ingerlő szennyezőanyagokat, a finom porokat, gőzöket és gázokat megmérni bonyolultabb feladat. Minden feladat azonban annál csábítóbb, minél nehezebb. Az elért eredmények ilyenkor még nagyobb örömet, még nagyobb lelkesedést okoznak. Kell is ez a lelkesedés, mely a ma még korszakú kutató gárda tagjait áthatja.

A műszeres vizsgálatoknál tehát első feladat, a szennyező anyagoknak a megkötése, mely általában az ún. *levegőminta-vétel* során történik. A mintavétel a helyszínen, kint a szabadban történik és jelentheti azt, hogy egyszerűen edénybe zárjuk a levegőt és bevisszük a laboratóriumba, ahol az feldolgozásra kerül. A mintavétel egyik módja abból áll, hogy veszünk bizonyos űrméretű — aránylag nem nagy — üvegpalackokat. Ezeket különböző mesterfogásokkal megtöltjük a vizsgálandó levegővel és utána leparafinozott dugóval, légmentesen bezárjuk, a szállítás alatt történő esetleges levegőcsere megakadályozására.

A mintavétel másik módja az, amikor a helyszínen azonnal *bizonyos anyagokkal összekeverjük levegőt* és a bennelevő szennyezőrészecskéket és gázokat vagy mechanikailag vagy kémiai módon megkötjük. Harmadik megoldás is van; ekkor a *csapadékkal kimosott* levegőszennyező anyagokat határozzuk meg. Itt maga a csapadék segít nekünk a mintavételnél. A szennyeződést tartalmazó

csapadékot a laboratóriumban dolgozzuk fel. A port szűrés útján nyerjük vissza, az oldott anyagokat kémiai eljárásokkal vonjuk ki. Az így kapott szennyezőanyagot mérlegen lemérjük vagy, színes indikátorok jelenlétében »megtitráljuk«.

Bővebben kell beszélnünk a második eljárásról. Ennél a módszernél mindig ismernünk kell azt a levegőmennyiséget, amelyből a szennyező anyagot meghatározzuk, mert egységnyi levegőtérfogatra, literre vagy köbméterre vonatkoztatjuk a szennyeződés mennyiségét. E célból a vizsgálatoknál általában *gázórákat* használunk. Ugyanennél a vizsgálati eljárásnál valamilyen *légszivattyút* is kell alkalmazni a levegőnek a mintavevő-készüléken és a gázórán való átszivattására. Maga a vizsgáló készülék (vagy más néven mintavevő-készülék) különböző lehet. A gáznemű anyagokat általában folyadékokban nyeletjük el. A folyadék mindig a vizsgált gázzal reagáló anyagot tartalmazza. Pl. a kéndioxidot lúgos oldatban nyeletjük el. A széndioxidot abszolút alkohol köti meg a legjobban. A szénmonoxidot palladiumclorid oldattal, a nitrogénoxidokat organikus anyagokat tartalmazó folyadékkal kötjük meg. A szilárd halmazállapotú szennyeződések különböző szűrőberendezésekkel vonjuk ki a levegőből. Itt is szükségünk van gázórára és szívóberendezésre. Szívás céljából jól megfelelnek a kereskedésben kapható porszívómotorok. A szűrőkészülékek különböző anyagokat tartalmazhatnak a szűrés céljából. Ilyen legegyszerűbb szűrő a fehér *szűrőpapír*, vagy a közönséges *gyapotvatta*. Alkalmazni szoktak még *üvegszűrőket*, *cukorból*, *naftalinból* készült szűrőket. Az utóbbi azért előnyös, mert melegítve elillan és a felfogott por marad csak meg, melyet egyszerűen lemérünk. Ismerve az átszívott levegőmennyiséget, a porszennyeződés mértékét könnyen kiszámíthatjuk. A mintavétel után az összegyűjtött anyagot természetesen laboratóriumban dolgozzuk fel. Ez a munka tulajdonképpen már a vizsgálat befejezését jelenti.

A *laboratóriumi vizsgálatok* során kapott adatok azonban még csak számadatok. Ezeket egybe kell vetnünk a helyszíni leírással, a vizsgálatokkal egyidőben vett meteorológiai mérésekkel, a meteorológiai állomás adataival, a lakosság véleményével és más, egészségügyi statisztikai mutatószámmal. Így egy olyan képet nyerünk, melynek alapján levonhatjuk a helyi levegőszennyeződésre vonatkozó törvényszerűségeket és jellegzetességeket. A vizsgálatok után első sorban azt kell megmondanunk, hogy milyen körülmények között és a település milyen helyén várható a szennyeződés ártalmas fokú felhalmozódása, illetve hol vannak a legkevésbé szennyezett területek. Erre feleletet kapunk, ha az összes adatok birtokában megrajzolunk egy olyan térképet, mely a településre vonatkoztatva tartalmazza az ún. *minimális* és *maximális* szennyeződési helyeket, az *izo-szennyeződési* görbéket. Ennek alapján a szennyeződés hígulásának vagy halmozódásának a *fokozatai* (gradiense) megállapíthatók. Természetesen ezekben az adatokban már a fent említett helyrajzi és meteorológiai adatok is közvetve benne vannak, mert hiszen éppen ezektől függően alakul ki a szennyeződés képe.

Teljesség kedvéért beszélnünk kell a levegőszennyeződést előidéző anyagok higiénés *mutatószámairól*, ill. *normáiról*. Ezek azok a *mérőszámok*, melyek határt szabnak a megengedhető szennyeződésnek. Ha azok a bizonyos, fent említett maximális szennyeződési értékek túllépik a megengedett higiénés norma értékét, akkor várható, hogy ártalmassá válik a szennyeződés. A normák tapasztalat útján, statisztikai adatok alapján megállapított értékek. Ezek birtokában bármely időben a kívánt helyen elvégezhetjük a vizsgálatokat, véleményt adhatunk a szennyeződés mértékéről.



A fentiek alapján világossá válik, hogy módunkban van a szennyeződést kimutatni, meg tudjuk állapítani, honnan ered, meddig terjed. Ha egész évi adatok állnak egy településről rendelkezésünkre, akkor a későbbiekben előre nyilatkozni tudunk egy kedvezőtlen időjárási állapot — pl. a sokszor emlegetett inverziós időszak — alkalmával keletkező szennyeződés mértékéről. Esetleg előre védekezhetünk úgy, hogy a szennyező forrást ilyenkor gátoljuk abban, hogy veszélyeztesse a környezetét. Feleletet tudunk adni az ártalmasság kérdésére is a szennyeződési normák alapján. Amennyiben a szennyeződés túllépi a megengedett értéket, akkor *ártalmasnak* minősítjük azt.

Mindezek alapján az a feladatunk, hogy amennyiben a szennyeződés mértéke eléri a megengedett határértéket, vagy a levegőszennyeződés *gradiense* halmozódási tendenciát mutat egy település területén; akkor tegyük meg a szükséges javaslatokat bizonyos szennyeződést csökkentő intézkedésekre.

### Iparvidékek és a levegőszennyeződés

Olyan településeken, ahol nagyobb iparvidék nincs, a levegő szennyeződése főleg csak a porszennyeződésre korlátozódik. Így pl. a legtöbb mezőgazdasági településünkön a nyári időszakban kizárólag a por szennyezi a levegőt, azonban ez is csak a nem kielégítő minőségű utak közelében mutatkozik, főleg a nagyobb forgalmú napszakok idején. Télen a fűtési időszakban a tüzelésből eredő szállópernye és koromszennyeződés a laza beépítettség miatt olyan csekély, hogy szinte számításba sem jöhet. Más a helyzet iparvidékeken.

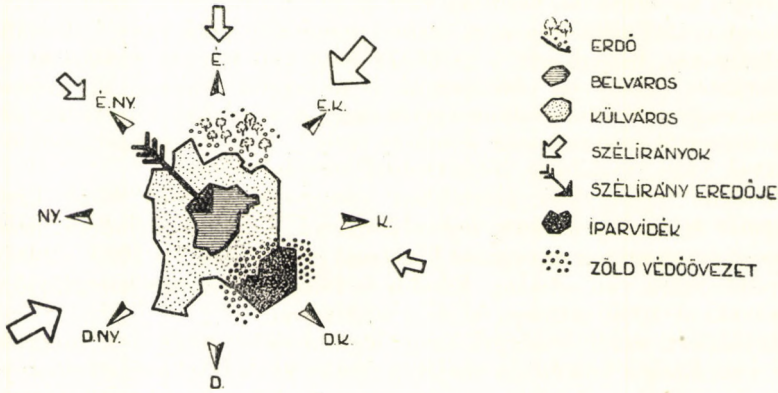
A település-egészségtan keretében magától értetődően nem a gyáronbelüli szennyeződés kérdésével foglalkozunk — mert ez az iparegészségtannak a feladata —, hanem csak a gyáronkívüli levegőszennyeződéssel. Vagyis azzal a szennyeződéssel, amely az adott ipari szennyezőforrásból eredően a lakóterület levegőjét veszélyezteti. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy az üzemen belül alkalmazott iparegészségügyi vonatkozású javítóintézkedések kedvező értelemben befolyásolják a környező település levegőjét is. Ezenkívül vannak olyan esetek, amikor elsődlegesen a településegészségügyi szempontok kívánnak meg üzemekkel kapcsolatos intézkedéseket.

Akkor beszélhetünk egy lakótelep ipari jellegű szennyeződéséről, ha ki tudjuk mutatni, hogy a közelében levő ipartelep bocsát ki olyan anyagokat, amelyek



146. ábra. Nagyváros peremén.

a település levegőjében mint szennyeződés előfordulnak. Amint már a módszertani részben említettük, ezt többek között a szennyeződési gradiens iránya alapján állapíthatjuk meg. A lakónegyed szennyeződése iparvidékek környékén nagy mértékben függ attól, hogy az uralkodó szélirány milyen. Amennyiben a szeles napok legnagyobb százalékában a szél nem az ipartelep felől fúj, úgy kedvezőnek mondhatjuk a lakónegyed fekvését. Azonban szem előtt kell tartanunk azt, hogy legtöbbször az uralkodó szélirány nem azt jelenti, hogy az esetek 50 vagy 60%-ban egyirányból fúj a szél, hanem csak azt, hogy van egy kb. 20—25%-os gyakoriságú szélirány s a többi előfordulása ennél ritkább. Vegyünk egy példát, ahol az adott helyen a szélirányok gyakoriságának a meg-



147. ábra. Széliránygyakoriságok alapján iparvidék és védőövezet hely kijelölése.

oszlása a következő: 22% északkeleti, 20% déli, 17% délnyugati, 8% északnyugati, 15% északi irányú szél, a szélcsend 18%. A fenti példából azt láthatjuk, hogy bár a legnagyobb számban az északkeleti irányú szél fordul elő, de gyakoriságban a déli irányú a második. Ez azt jelenti, hogy bizonyos időszakoknál éppen ellentétes irányú szelek váltogatják egymást. Tehát nehéz csak az uralkodó szélirány alapján elhelyezni az iparvidéket a lakónegyedhez viszonyítva. Ha tisztán, az uralkodó szélirány alapján akarnánk eldönteni a kérdést, akkor a fenti esetben abból kiindulva, hogy mégis csak több az északi komponensű szélirány, valahová a lakóterülettől délre kellene telepíteni a gyárakat. Ismeretes azonban, hogy az északi-északkeleti szelek erősek és hideg szelek lévén, erősen örvénylők szoktak lenni, a déli légáramlatok kevésbé erősek és kevésbé örvényesek. Ennek következménye az, hogy az északias irányú szelek az ipari szennyeződést — főleg a gyárkérményeken keresztül kijutó szennyeződést — nagyobb mértékben hígítják, mint a déli szelek.

Ez azt jelenti, hogy az északi szelek az erősebb szennyeződést hígító hatásuk miatt jobban részt vesznek egy település szellőzésében, míg a déli szelek által a település felé vitt szennyeződés mintegy megülepzik a lakóterületeken és tovább ottmarad. Ez a körülmény a sokszor kisebb gyakoriságú déli szelek esetén még kellemetlenebb légszennyeződést eredményezhet, mint a gyakoribb északi szelek.

Ezekután felmerül az a kérdés, hogy akkor mit tehetünk az ipari szennyeződés csökkentése érdekében? Van-e értelme az uralkodó szélirány figyelembevételének? Lehet-e egyáltalán lakóterület közelében iparvidéket létesíteni?

Válasz az, hogy nem egyetlen, hanem több szempontnak a figyelembevételével kell a kérdést megoldanunk. Vagyis, amikor iparvidék kijelöléséről van szó, igenis figyelembe kell vennünk a széljárást és több irányú szél esetén az eredő irányába eső területet kell kijelölni az iparnegyed számára. Ez azonban még mindig nem oldja meg a kérdést, mert szélcsendes, ködös, inverziós időszak alkalmával, amely együttvéve majdnem annyi, sőt több, mint az uralkodó szelek száma, a szennyeződés nem tud gyorsan egyirányban eltávozni, hanem teljes mennyiségben a talajközelen marad, és a szennyezőforrás közelében rövid idő alatt felhalmozódik. Ilyen esetekben (melyek tulajdonképpen — ahogy már azt az egyik előző fejezetben ismertettük — a legveszélyesebb állapotot teremtik a levegőszennyeződés szempontjából) semmit nem számít az uralkodó szélirány kívánta tájolás, ill. iparvidék elhelyezés. Ebben az esetben csak az segít, ha bizonyos távolság van az iparnegyed és a lakónegyed között. Az így meghagyott területen nem szabad semmiféle lakó vagy kulturális intézményt elhelyezni, hanem ezt a területet meg kell hagyni *védőövezet* számára. A védőövezetet másnéven *védőzónának* is nevezzük. Mérete, ill. szélessége az ipari üzem vagy gyártelep milyenségétől függ. A védőzóna kiterjedése általában pár száz métertől maximálisan 2 km-ig terjed. Hatékonyágát zöldnövényzet telepítésével vagy vízfelület létesítésével növelni lehet.

A levegőt legnagyobb mértékben szennyező üzemek közé tartoznak: *az ásványórló és érczúzó üzemek, kokszfeldolgozók, kohó- és erőművek, nehéz vegyipari üzemek és organikus anyagokat feldolgozó gyártelepek.* Itt 1000—2000 méterre terjedő védőzónára van szükség. Kisebb és főleg elektromos energiával működtetett gyáraknál 1000 méteren aluli a védőzóna.

Gyárvidéket arról ismerjük meg legtöbbször, hogy sok magashanyúló kéménye van. Ezek a kémények ontják a füstöt, különböző szennyező anyagokat, égési gázokat, gőzöket, kormot és szállópernyét. A kéményeknek a füstje messze ellátszik. A szennyeződés nagy mértékben függ a kémények magasságától, tehát a kéménymagasságnak nemcsak technológiai jelentősége van, hanem higiénés szempontból is fontos. Vizsgálatokat végeztek annak megállapítására, hogy a kéménymagassággal hogyan változik a szennyező anyagok talajszinten mérhető koncentrációja. A vizsgálatok azt bizonyították, hogy adott mennyiségű szennyező anyagnak a kéményen keresztül való eltávozása esetén a talajszinten más és más távolságban kapunk maximális koncentrációt, a kémény magasságától függően. Mégpedig annál távolabb van a talajszinti szennyeződés maximuma a kéménytől, minél magasabb a kémény. Ez más szavakkal kifejezve azt jelenti, hogy a kémény közvetlen közelében, a kémény tövében aránylag kicsi a szennyeződés. A szélirányban távolodva, a szennyeződés mértéke fokozódik a talajszinten, mely fokozódás elér egy maximumot. Ezután ismét csökken. Magasabb kémény esetén ez a maximum távolabb van és abszolút értékben kifejezve kisebb, mint az alacsony kéménynél közelebb eső maximum. A most ismertetett vizsgálati adatok is nagy mértékben hozzájárultak a védőzónák méreteinek megállapításához. Ahol a védőzóna határán túl esik a maximális koncentráció helye, egy adott kéménycsoportból eredő szennyeződésre vonatkoztatva, és a szennyeződés abszolút értékben még a megengedettnél nagyobb-fokú, úgy ott nem várható a védőzónától kedvező hatás. Itt nagyobb védőzónára van szükség. Ezek alapján látjuk, hogy a védőzóna tervezésénél fel kell használnunk az adott gyár technológiai adatait. Vagy új gyár építésénél úgy kell méretezni a kéményeket, hogy azok csak az adott védőzónán belül fejthessenek ki ártalmas szennyező hatást.

Az iparvidékeknek a lakóterületre gyakorolt szennyező hatásával kapcsolatosan mindig számításba kell vennünk a nagyobbfokú *járműforgalomból eredő szennyeződésnek a lehetőségét*. Elsősorban az utakról eredő porszennyeződésre kell gondolnunk. Ez ellen legjobb védekezés az, ha iparvidékeken biztosítjuk a jó utakat, és hogy a főforgalmú útvonalak kerüljék el a lakónegyedeket. Ez a fajta szennyeződés természetesen iparvidékeken másodrendű.

A fentiek alapján rövid bepillantást nyertünk az iparvidékek levegőszennyeződésének kérdéseibe. A szocialista egészségügynek egyik feladata éppen az, hogy iparosításunk alkalmával ezekre a kérdésekre is tekintettel legyen, s a dolgozók életszínvonalát ezen a téren is emelje.

## Helyi klímák — városklíma

A klasszikus meteorológia a nagy klímát kutatja. Azokat a változásokat, amelyek a légkör egészében zajlanak le. Természetesen nehéz a nagy vagy *makroklíma* kutatása során figyelembe nem venni a táj földrajzi viszonyait, domborzatát, vizeit, növényzetét. Ezt a meteorológia nemcsak figyelembe veszi, hanem következetesen ezekkel magyarázza a légköri jelenségeket. Általában a nagy klíma méretei kontinensekre vagy legalább is országrészekre terjednek.

Ezzel szemben áll a *mikroklíma*, mely egészen kis kiterjedésű környezetnek, pl. az erdő aljnövényzetének, vagy mondjuk a ruházatnak a klímáját tanulmányozza. Természetesen a két végtel között számos átmenet van és ilyen átmenetet képez egy városnak vagy városrésznek, gyártelepnek a klímája. Ezeket a klímátípusokat eltérően a makroklímától és mikroklímától, egyesek *helyi klímának*, mások *mezoklímának* nevezik. Ezt az elnevezést a teljesség kedvéért kell itt megemlítenünk, de végeredményben mindegy, hogy hogyan nevezzük a települések jellegzetes klímáját. Tény az, hogy van és beszélni szoktunk pl. *városklímáról*. A higiénikusok sokat foglalkoznak a városok klímájával, mert az emberre gyakorolt hatása nem lényegtelen.

A hosszú időszak alatt kialakult nagyvárosok — kevés kivétellel — nem felelnek meg az egészségügyi követelményeknek, éppen klimatikus szempontból. Különböző jellemzői vannak ennek a városklímának. Eltérnek a természetes környezettől és fejlődésük során kedvezőtlenül befolyásolják a közvetlen vidéküket. Pusztítják a zöldterületeket, szennyezik az élő vizeket, rontják a levegőt. Mesterséges, rossz környezetet teremtenek, különösen ha ipari üzemekben bővelkedik a település. Márpedig általában nagyvárosok bővelkednek gyárakban. Ennek következtében és a zsúfoltság miatt a füsttartalom fokozódik, növekszik a levegő portartalma. A levegőbe kerülő anyagok és égéstermékek jórésze mint kondenzációs mag szerepel, melynek eredményeképpen a városokban az amúgyis nagyobb páratartalom miatt több lesz a ködös napok száma. Ismeretes, hogy a városok felett sokkal gyakoribb a köd, mint a környező területeken. Repülőgépről a nagyvárosokat a felettük majdnem mindig lebegő füsttrétegről és az igen gyakori ködkupoláról lehet felismerni. Ennek következtében csökken a városok napfényellátottsága, pedig éppen a nagyvárosi ember — aki a szűk utcák rengetegében él — igényesebb a napfényvel szemben. Nem véletlen, hogy az amúgy is ködös, angol nagyvárosokban a leggyakoribb a rachitis, melyet éppen ezért neveznek »angolkórnak«. Főleg a biológiailag legfontosabb ultraibolyasugarakban szegények az ilyen nagyvárosok, úgyannyira, hogy egyes téli időszakban pl. Berlinben, Londonban, Párizsban, Budapesten szinte

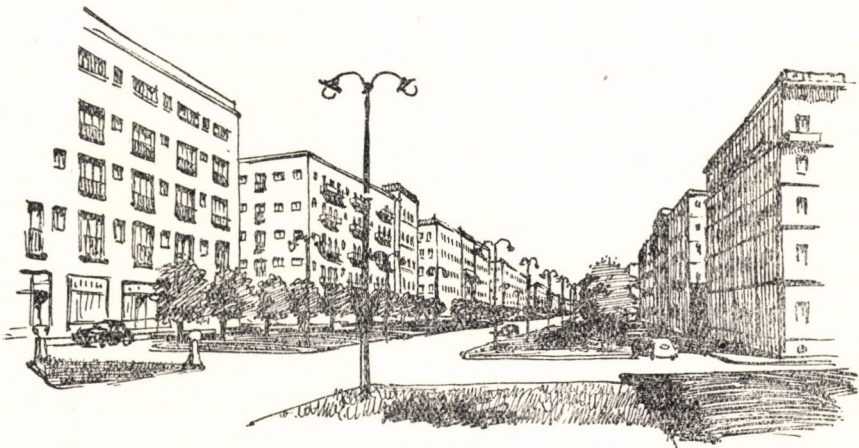
nappal is »ultraibolya éjszaka« van. A városokat jellemzi továbbá az óriási forgalom. A fokozódó autóforgalom következtében egyes sűrűn beépített városrészekben a krónikus széndioxid-mérgezés veszélye áll fenn.

A városi levegő hőmérséklete magasabb a környező vidék átlaghőmérsékleténél. A hatalmas épülettömbök között akadályozott a légmozgás, mely 50%-os csökkenést is elérhet. A hőmérsékletemelkedés ellenére növekszik a városokban a levegő relatív nedvességtartalma. Mindezek alapján a nagyvárosi klímát *ingerszegény* klímának nevezzük, mely nem biztosítja a szervezet számára a felüdülési lehetőséget és inkább a szervezet védekező apparátusát állítja sorompóba.

### A levegőszennyeződés csökkentése és a korszerű városrendezés

Az előzőekben beszéltünk már a levegőszennyeződésről és a városklíma hibáiról. Azonban mindazt, ami a múlt hagyatékából maradt ránk, nem nézhetjük tétlenül. Különösen akkor nem, amikor a dolgozók érdekének a védelmére éppen a feladatunk, és megvan a tudományadta lehetőség arra, hogy ezen változtassunk. Ez a tudomány most már nem a tőkés tudománya — akiknek nem volt érdeke a dolgozó nép jólétének a biztosítása —, hanem a dolgozó nép által teremtett új társadalomnak, a saját hazáját, a szocializmust építő társadalomnak a tudománya. Egyedül ez a tudomány képes a természetet úgy átalakítani, hogy az a dolgozók érdekét szolgálja.

A levegőszennyeződés csökkentése sokféle, együttesen alkalmazott intézkedést igényel. Első helyen kell megemlítenünk a városrendezési feladatokat. Az üzemeket lakóterületen kívül kell elhelyezni, a szélviszonyokat szem előtt tartva. Körülöttük védővezet létesítése szükséges a meglévő városrendezési normák alapján. A zsúfolt lakónegyedeket fel kell lazítani, hogy megfelelő szellőzésüket biztosíthassuk. Fokozni kell az utak portalanítását és tisztántartását. Ha a szocialista településégszükségület röviden jellemezni akarjuk, akkor két dolgot kell megemlítenünk; a szabad vízfelületek és a nagykiterjedésű zöldterületek várososbéli tervszerű alkalmazását. A korszerű városépítészetet jellemzik a széles parkosított utak, mesterségesen biztosított víz-



148. ábra. Korszerű parkos utcarészlet.

felületek, parkok, ligetek, mely éppen a fent említett kettős elvet tükrözi. Ezek nagy mértékben fokozzák a városok természetes szellőzését és elősegítik az épületek helyes tájolását, napfénnel való ellátását.

Már eddig is értünk el a városépítés terén hatalmas eredményeket: pár év alatt új, egészséges szocialista városok épültek, meglévő városok bővültek, korszerűbbek lettek. Általában a parkosítás nagy arányokat öltött. Azonban világosan kell látni, hogy máról holnapra az összes rosszul épített, egészségtelen települést nem lehet újjal kicserélni. Tudnunk kell, hogy a településeink levegője tisztaságának a kérdése éppen emiatt szintén nem rövidlejáratú feladatot jelent, hanem szorosan összefügg a szocialista népgazdaság fejlesztésének számos kérdésével: a városrendezés, a villamosítás, a közlekedés és a jó tüzelő-ellátás stb. kérdésével.

Számos más intézkedés is van még ezeken kívül a levegőszennyeződés csökkentésére, melyeket meg lehet valósítanunk. Így a városrendezés mellett vannak bizonyos technológiai intézkedések, melyek elsősorban az üzemi fűtés-sel kapcsolatosak. Lehetőség szerint biztosítanunk kell a kevés füstöt képező tüzelőanyagok alkalmazását, megfelelő fűtőberendezések és helyes fűtéstechika mellett. Magas kéményeket kell létesítenünk, melyek a szennyeződés felhígulását elősegítik azzal, hogy az égéstermékeket a magasabb légrétegekbe vezetik. Nagy kapacitású szennyezőüzemekben gondoskodnunk kell a pernye-lecsapás, füsttisztítás különböző módjairól. Ilyen berendezések a mechanikus pernye-lecsapók, a ciklonok, multi-ciklonok. Tökéletes lecsapás biztosítására az elektromos szűrőket használják. Legjobb a kombinált, a mechanikus-elektromos módszer. A füsttisztítás főleg a kéntartalmú égéstermékek céljából fontos, erre különböző eljárások alkalmazhatók.

Külön meg kell említeni azokat a közegészségügyi rendszabályokat, amelyeket a levegő tisztaságának a védelmesz empontjából alkalmaznunk lehet. Köteleznünk kell az üzemeket a füsttisztításra, portalanító berendezések gyártására. Rendszeres kutatómunka kell hogy folyjon a levegőszennyeződés csökkentése érdekében. Tanfolyamokat kell tartani a levegőszennyeződés káros hatásáról. Mindezeket a különböző rendszabályokat az Egészségügyi Minisztérium Közegészségügyi Felügyelősége kell hogy ellenőrizze.

## A források élete

**T**urista társaság ballag a szűk erdei ösvényen. Hosszú utat tettek már meg, ez észrevehető járásukról. A társaság a közeli tisztáson megáll és megbeszéli a legközelebbi pihenő helyét. A túravezető térképére tekint és azt javasolja, hogy a közeli forrásnál tartsanak pihenőt. Mindenki beleegyezik, mert tapasztalatból tudják, hogy étkezés után milyen jól esik az üdítő forrásvíz.

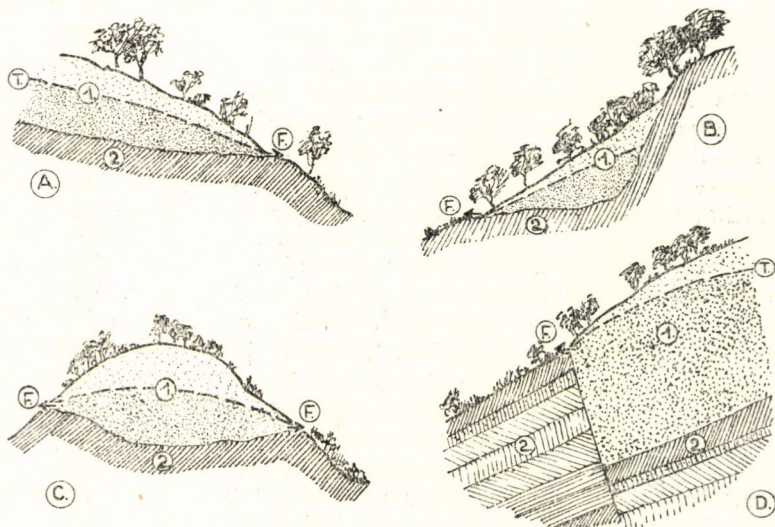
A hegy oldalában vagy bárhol előbuggyanó forrást szemlélve önkénytelenül felmerül bennünk az a gondolat, hogy vajon honnan származik a forrás vize. Ez a kérdés szinte az emberiség történetével egyidős. Már az ókorban is foglalkoztak a források keletkezésével. *Forrás* elnevezésen a földalatti vizeknek természetes úton történő felszínre törését értjük, tehát kutakat nem. Az ókorban sokan azt hitték, hogy a folyók egy közös forrásból erednek. *Aristoteles* és kortársai úgy vélték, hogy a források földalatti vize a csapadékvízhez hasonló módon keletkezik. A föld felszínén levő víz elpárolog, majd eső alakjában visszahull a földre. Hasonló módon a föld belsejében kialakult hatalmas üregek, barlangok hideg levegőjéből a víz kicsapódik és óriási földalatti tavat alkot, amelyből a források táplálkoznak. Tehát már az ókorban is ismerték a víz körforgását és a forrást ezen körfolyamat egyik állomásának tekintették. *Descartes* »Principia philosophiae« című bölcséleti munkájában a XVII. század természettudományi felfogását ismerteti a források eredetéről. A szerző úgy véli, hogy a források vize a tengerből a szárazföldre földalatti csatornákon szivárgó vízből származik. A föld melegétől a tengervíz földalatti útjában elpárolog és vízgőz alakjában jut a hegyek magasabban fekvő hidegebb kőzeteibe, ahol a vízpára források alakjában lecsapódik. Az ismertetett elgondolások nagyon leegyszerűsítik a források keletkezését. A tapasztalatból tudjuk, hogy a forrásvizek hőmérséklete, előtörési módja a földtani adottságoktól függően különböző.

Különösen a forrásvizek kémiai összetétele nagyon változatos. Annyi bizonyos, hogy a forrásvizek legnagyobb része csapadékvízből származik és ezáltal a források életét vizsgáló tudomány, a vízföldtan (hidrogeológia) és a meteorológia között szoros kapcsolat létesül. Ez a kapcsolat a különböző származású forrásoknál más és más módon alakul. Vizsgáljuk meg a források három jellegzetes csoportját, a talajvízű, karsztvízű és mélységi eredetű forrásokat.

### Talajvízű források

Válasszunk ki magunknak egy esőcseppet és kövessük útját attól a pillanattól kezdve, amikor a földre ért. A vízcsepp sorsa nagyrészt attól függ, hogy milyen területre esett. Ha egy város kikövezett utcájára hullott, akkor útját a vízgyűjtő csatornában folytatja és valamely vízfolyással a tengerbe jut. Meleg

időben a vízcsepp esetleg újra elpárolog anélkül, hogy bárhová lefolyna. A mi esőcseppünk kavicsos-homokos területre esett és a nehézségi erő hatására a talaj hézagai között beszivárog a földbe. A talajokat a vízzel szemben tanúsított magatartásuk szerint *áteresztő* (permeabilis) és *vízét záró* (impermeabilis) csoportokba soroljuk. Átmeneti jellegű a félig áteresztő (semipermeabilis) csoport. *Vízét áteresztők* a laza szerkezetű, szemcsés, pl. homok és kavics talajok, továbbá az üreges, jártos repedezett kőzetek, végül a tőzegtalajok, amelyek elhalt növényi anyagok korhadásából keletkeznek. *Vízét záró talajok* általában az ép, tömött kőzetek, pl. bazalt, gránit. Jó vízét záró kőzet az agyag is, amely



149. ábra. Talajvízű források. A rétegfórárs, B törmelékfórárs, C átbukó fórárs, 1 áteresztő kőzet, 2 vízét záró kőzet, T talajvízszint, F fórárs.

először vizet vesz fel, azt leköti és több vizet nem ereszt át. *Félig áteresztők* a kissé repedezett kőzetek, az agyagos homok stb.

Esőcseppünk tehát az áteresztő törmelékes, üledékes kőzeten keresztül aránylag lassan és a kőzet egész felületén nagyjából egyenletesen beszivárog a földbe. Addig szivárog lefelé, míg vizet záró, gyakrabban agyagréteghez nem ér.

Az agyagréteg felett a többi vízcseppel együtt *talajvizet alkot*. A talajvízszint felett ún. *kapilláris víz* helyezkedik el a homokos-kavicsos talajban úgy, mint a kockacukorba, vagy itatóspapírba felszívódó folyadék. A vizet át nem eresztő réteg felett összegyűlt talajvíz ritkán mozdulatlan. A nehézségi erő hatására a záróréteg lejtésének irányába a szemcsés kőzet hézagai között mozog mindaddig, míg valami vízgyűjtőbe, pl. folyóba nem jut, vagy pedig forrásként a felszínre nem buggyan. A vizet tározó, valamint a vizet záró kőzet elhelyezkedésétől és anyagától függően különféle talajvízű forrásokat különböztünk meg. Leggyakrabban a *rétegfórársok* (149/A. ábra) vízállásával csillapítjuk szomjúságunkat a törmelékes üledékes kőzetekből álló hegyekben. Úgy keletkeztek, hogy a vizet záró réteg feletti vizet tartó rétegben összegyűlt talajvíz a kőzetek lepusztulása által képződött völgy oldalában előtör. *Törmelék fórárs* (149/B. ábra) akkor képződik, ha valamely hegy vizet záró lejtőjére vizet áteresztő törmelék rakódik le. Ez a törmelék a lehullott csapadékvizet elnyeli és a törmelék alsó



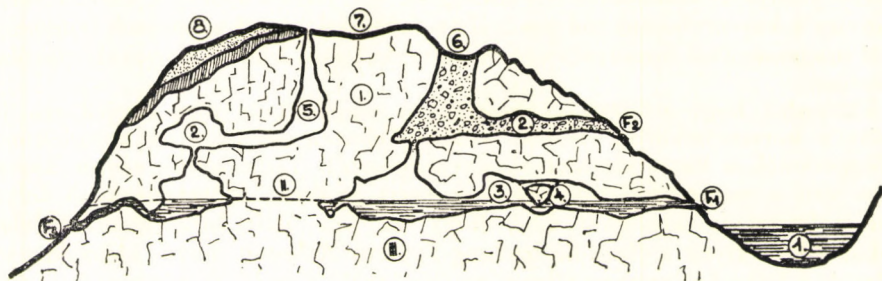
résében a víz forrásként kibuggyan. Mivel a forrás aránylag kis területről gyűjtheti össze a vizét, azért *vízhozama*, vagyis az időegység (pl. perc) alatt kifolyó vízmennyiség is kevés. Némelyik *időszakos forrásként* működik, mert csak bő csapadék és hóolvadás idején ad vizet, szárazságban pedig elapad. Érdekesen keletkeznek az *átbukó (túláradó) források* (149/C. ábra). Némely hegy belsejében a vizet elzáró kőzet medenceszerűen meghajlik. Ha a medence csapadékvízzel megtelt, akkor a víz a hegy oldalán egy vagy esetleg több ponton forrásként kifolyik. Hazánkban ilyenek a Királyháza (Nógrád m.) közelében levő Bugyihóhegy forrásai. A földtani korok folyamán a kőzetek különböző erők hatására vetődési síkok mentén egymáshoz viszonyítva elmozdultak. *Vetődés forrás* akkor keletkezik, ha vetődés következtében a vizet tartó kőzet vizet záró kőzet mellé kerül. Akkor a vizet tartó kőzetben a vetődési sík mentén a talajvíz felemelkedik és a két réteg határán forrás fakad.

A fenti források közös tulajdonsága, hogy a forrásvíz a vizet záró réteg felett a lejtő irányában lefelé folyik, ezért *lefelé folyó forrásoknak* is nevezzük őket, ellentétben a később ismertetett felszálló forrásokkal. A talajvízből származó források vízhozama legfőképpen a csapadékvízviszonyoktól függően változik. Csapadékdús időben a források vízhozama is megnő, szárazságban pedig lecsökken. A lehulló csapadékvíz nem érezteti azonnal a hatását, hanem a beszivárgáshoz szükséges idő elmúta után. A forrás vízhozamának növekedése nemcsak a lehullott csapadékvíz magasságától függ, hanem az eső időtartamától is. Ugyanakkora területű és vastagságú áteresztő talajon több csapadék szivárog be a földbe szitáló esőben, mint záporosó idején. A domborzati viszonyokon és a növénytakarón kívül a levegő hőmérsékletétől is függ a talajba szivárgó víz mennyisége, mert hűvös időben a párolgás kisebb. A csapadékvíz beszivárgásánál kedvezőbb a szélcsendes idő, mert a szél kiszárítja a talajt. Valamely forrás vízbőségénél természetesen fontos a vízgyűjtő terület nagysága és a vizet tározó réteg vastagsága. Ha a forrás nagy területről gyűjti össze a vizét és a vastag, vizet tartó rétegben sok csapadékvíz felhalmozódhat, akkor vízhozama is nagyobb, mint ellenkező esetben. A talajvízű források vize nemcsak csapadékvízből származhat, hanem a felső hidegebb talajba behatolt meleg levegőből lecsapódott vízből is. Ez a vízmennyiség néha jelentékeny is lehet, mert csak így magyarázható meg azoknak a forrásoknak a működése, amelyek sík területből kiemelkedő domb legmagasabb részén fakadnak és állandóan bővízőek. A légnyomás is hatással van a források vízhozamára. Számos megfigyelésből tudjuk, hogy minden hirtelen légnyomásesésnél sok forrásnál vízhozam növekedése történik, amely megszűnik, mihelyt a légnyomás ismét emelkedik. A légnyomásváltozás következtében kimutatható vízhozamingadozás pl. az angliai Oridon-forrásnál 2000 köbméter naponta. A talajvízű források hőmérséklete általában megegyezik az illető hely évi középhőmérsékletével, vagyis hazánkban 9—11 C°. A források télen sem fagynak be, mert a talajvíz szintje a fagyhatár alatt van. A forrásvíz többnyire megfelel a jó ivóvíz követelményeinek, de csak akkor, ha felszíni szennyeződés nem éri a talajvizet. A források vízének mennyiségi és minőségi védelmét *forrásvédőterületek* létesítésével és *forrásfoglalásokkal* érik el. A talajvízű források közül némelyik ásványvíz, sőt gyógyvíz jellegű. A balatonmenti és mátravidéki *szénsavas források* a »sevecicék« talajvízből táplálkoznak, csak a vízben levő szén-sav származik a Föld mélyéből, amely vulkánikus utóhatásként jut a felszínre. A keserűvizek olyan területen képződnek, ahol a vizet záró agyagréteg vízszintes vagy csak igen kis lejtésű, tehát a felette összegyűlt talajvíz nagyon lassan mozog. Kémiai folyamatok

által a talajban levő ásványok hatására sók keletkeznek és ezek a talajvízben feloldódnak. A talajvíz vízszintes elhelyezkedése miatt keserűforrás ritkán fordul elő. A keserűvizet aknás kutakból termelik ki pl. a budai keserűvíz telepeken. A *timsós-vasas gyógyforrások* vize is talajvízből származik, amely a vulkáni működés folytán létrejött szulfidos érceket elbontja és az így keletkező kénsav egyes ásványok (földpátok, csillámok) fémes alkotórészeit kioldja.

### Karsztforrások

Hazánk számos hegyvidéke (pl. a Mecsek, Bakony, Vértes, Gerecse, Bükk, Budai hegyek) nagyrészt mészkőből és dolomitból áll. E kőzeteket a csapadékvíz többé-kevésbé kioldja és így sajátos jelenségeket figyelhetünk meg. A jelenségeket először a jugoszláviai Karszt-hegységben tanulmányozták tüze-



150. ábra. Karszthegy belseje. I szivárgó öv, II folyási öv, III tározó öv, I erózió bázis, 2 kiszáradt barlang, 3 aktív barlang, 4 szifon, 5 aknabarlang, 6 dolina, F nyílt karszt, 8 fedett karszt, F<sub>1</sub> barlangi forrás, F<sub>2</sub> időszakos forrás, F<sub>3</sub> szakaszos forrás.

tesen, ezért a mészkő és dolomit kőzeteket *karsztos kőzeteknek* nevezzük és belőlük fakadnak a *karsztforrások* (150. ábra). A földfelszín természeti alakzataival és azok kialakulásával külön tudományág, a *geomorfológia* foglalkozik. Karsztos területen a kőzetek gyakran csupaszon kilátszanak és főleg a víz hatására *barázdák* (ördögszántás) képződnek. Az ilyen területet *nyílt karsztnak* nevezzük, ellentétben a *fedett karszttal*, ahol a karsztos kőzeteket vizet záró képződmények fedik le. Karsztvidékeken barangolva, gyakran láthatunk kerek vagy ellipszis alakú bemélyedéseket. A mélyedések oldalfala tölcéserszerűen, ritkábban meredeken nyúlik le a mélybe. Ezek a *töbrök* (dolinák) úgy keletkeznek, hogy a hegyben levő üregek, barlangok beszakadtak. Szépeket látni a bükki platón. A hegy belsejébe vagy függőleges falú *aknabarlangon* (zsombolyon) lehet bejutni, vagy pedig a hegy oldalában végződő barlangjáratokon keresztül. Hazánk egyik legszebb természeti értéke, az aggteleki cseppkőbarlang a Gömör-Tornai karsztban képződött. Itt két barlangrendszer alakult ki. Az egyik a *Baradla* néven ismert 22 km hosszú barlang, a másik pedig az 1952-ben feltárt *Béke barlang*. A kettő együttes hossza mintegy 35 km és így a világ egyik leghosszabb és legszebb cseppkőbarlang-rendszere.

Kövessük ismét a vízcepp útját. Karsztos területen a csapadékvíz rövid felszíni folyás után víznyelőknön át jut a mélyebben levő repedésekbe. A csapadékvíz a levegőből és a kőzetet borító vékony humuszrétegből szénsavat nyel el. A nehézségi erő hatására lefelé szivárgó karsztvíz a hézagot tágítja, bővíti.

Kezdetben a vízben levő szén-sav *oldó* (korrodáló) hatásával, később, amikor a kitágult repedéseken keresztül már nagyobb sebességgel folyik keresztül és kőzettörmelék is sodor magával a víz, *koptató* (erodáló) munkájával is elősegíti a barlangok keletkezését. A barlangi *cseppkő* azáltal képződik, hogy a barlangba szivárgó vízből a szilárd alkotórész kiválik. A barlang boltozatán függőcseppkő (sztalagmit, cseppkőcsap), a barlang alján pedig állócseppkő (sztalaktit, kőgyertya) látható. A karszthegységnek azt a részét, ahol a csapadékvíz majdnem a függőleges irányban lefelé mozog, a hegy belsejébe *szivárgó* (perforációs) *övek* nevezzük. Mivel a beszivárgott víz aránylag gyorsan a mélybe jut, a karsztvidék felszíne vízben szegény. A víz itt is a vizet záró kőzetig szivárog lefelé és felette a *vizet tároló* (stagnáló) *öven* felhalmozódik. A karsztos kőzet hézagaiban tárolt víz *összefüggő vízszintet* alkot és az illető terület legmélyebb pontja az *erozióbázis* felé mozog az ún. *folyási öven*. A karsztforrások többnyire a karsztvízszint magasságában fakadnak, ezért a források tengerszint feletti magasságából hozzávetőlegesen következtetni lehet a karsztvíz tükrenek helyzetére.

Előfordul, hogy a felszínről beszivárgó csapadékvíz újra napvilágra jut, mielőtt a karsztvízszintig eljutott volna. Tehát a szivárgó öv hasadékkorrasai függetlenek a karsztvízszint elhelyezkedésétől. Vízhozamuk szoros kapcsolatban van a csapadékvízviszonyokkal és ezért gyakran időszakosak. A folyási öven a karsztvíz mozoghat úgy, hogy az ún. *aktív barlangban* földalatti patakot alkot. Ilyen a Baradla-barlang Styx és Acheron nevű időszakos vízfolyása és a Béke-barlangban állandóan folydogáló Komlós forrás vize is. A földalatti patakmeder általában a tágas, járható barlang-folyosó alján képződött a víz munkája nyomán. Helyenként azonban a vízfolyás elhagyta a régi, magasabb fekvésű medrét és mélyebb szinten tört utat magának. Így keletkeztek a szifonok, többnyire szűkebb keresztmetszettel, mint a régi patakmeder. Esőzések és hóolvadás idején a patakvíz egészen kitölti a szifont és ilyenkor csak körülményes módon, pl. a Béke-barlangban bűvárruhában lehet a vízzel telt szifonon átkelni. A földalatti karsztvízfolyások bonyolult hálózatát vízfestéssel térképezik fel. Ez úgy történik, hogy a víznyelő vízébe festéket (fluorescein, fukszin) öntenek és figyelik azokat a forrásokat, ahol az elgondolás szerint a víz ismét a felszínre bukkanhat.

A karsztforrások között találunk *szakaszos* (intermittáló) *forrásokat* is. Jellegetességük, hogy bizonyos ideig fakad a víz, azután szünetel, majd ismét megindul a vízszolgáltatás. A jelenség úgy magyarázható, hogy a karsztvidék egyik üregében összegyűlt csapadékvíz hajlított szivornyához hasonló csatornán folyik ki (150. ábrán F<sub>3</sub>). Ha az üregben levő víz szintje a szivornyahajlat felső pontja fölé emelkedik, akkor a kivezetőcsatorna a vizet kiszívja mindaddig, míg az üregben levő víz tükre a szivornyacső medence felőli alsó kivezető nyílásánál alacsonyabbra nem kerül. A forrás vize ettől kezdve mindaddig nem folyik, amíg a csapadékvíz az üreget a szükséges szintig újra fel nem tölti.

A szakaszos forrás elapadása és megindulása közötti időtartam függ többek között a csapadékvízviszonyoktól, valamint a karsztüreg nagysága és a forrás vízhozamának arányától. A Pireneusokban levő Fontestorbe forrás 32 perces kihagyásokkal folyik. A kifolyás tartama 36,5 perc, de esős időben állandóan adja a vizet. A Nîmes-i forrás pontosan 7 óra hosszat folyik, majd 3 órán át szünetel. Az Alpokban fakadó kolmari forrás óránként nyolcszor szünetel. A szünetelés tartama 6—8 perc az évszaktól függően. Egyes kutatók szerint ezek a források vizüket főleg földalatti csapadékból kapják. A felszínnel repedések

útján összeköttetésben levő üregekbe, barlangokba nyáron a meleg levegő beáramlik és lehűléskor csapadék képződik. Számítások szerint ez a földalatti csapadék jelentékeny mennyiségű, pl. a franciaországi Avignon-környéki karszthegységben, amelynek vízgyűjtőterülete 1600 km<sup>2</sup>, egy kicsapódás alkalmával 96 millió liter víz képződik.

A karsztforrások vize a talajvízű forrásokkal együtt csapadékból származik, ezért közös néven *vadózus vízü források*nak nevezzük őket. Karsztos területen a csapadékvíz gyorsan és egyenlőtlenül szivárog be. A leszivárgó karsztvízből táplálkozó források mészkőhegységben másként jelzik a csapadékhatást mint dolomithegységben. A mészkőből előbuggyanó források jól kialakult hasadék- és barlangjáratokon keresztül kapják a vizüket, ezért általában rövid idő alatt jelzik a csapadék hatását. Nagy esőzések és hóolvadások idején a barlangok földalatti vízfolyásai hirtelen megduzzadnak és az összes vizet nem is tudják nyomban elvezetni, hanem a víz egy része a magasabban levő üregekbe kényszerül. Ilyenkor a forrásvíz a magával ragadott hordaléktól zavaros. A dolomitból fakadó források vize legnagyobbbrészt szűk repedéseken, hasadékokon keresztül jut a külszínre, mert dolomitban ritkán képződnek barlangnagyságú üregek. Itt tehát a csapadékvíz hatása csak nagyobb késéssel jelentkezik vízhozamtöbblet alakjában. Karsztos területre hullott csapadéknál is fontos, hogy a csapadék mennyi ideig és milyen hevességgel esett. Jelentős körülmény az is, hogy előzőleg milyen csapadékviszonyok voltak. Hosszú szárazság után már aránylag kisebb csapadékvíz is jelentékeny forrásvízhozam gyarapodást eredményezhet. A csapadékvíz hatását a források vízhozamára *mintavízgyűjtő-területen* vizsgálják. Ilyen létesül pl. a Mecsek-hegységben. A lehetőleg pontosan körülhatárolt forrásvízgyűjtő-területen sok csapadékmérő állomást állítanak fel és így megállapítják a területre hullott csapadék mennyiségét. Ugyanakkor rendszeresen mérik az adott területen fakadó források vízhozamát. Az így kapott mérési eredményekből következtetni lehet a karsztba szivárgó víz mennyiségére és a beszivárgás időtartamára.

A karsztforrások többnyire ivásra alkalmasak. Több városunk (Miskolc, Pécs stb.) vízellátását biztosítják. A karsztvíz jellegzetessége a nagyobb keménysége, amit a vízben feloldott ásványi anyagok okoznak. Hőmérséklete általában megfelel a jó ivóvíz követelményének. Ivóvízellátás szempontjából legfőbb hibájuk a karsztforrásoknak, hogy vízhozamuk erősen ingadozik. Pl. Pécs vízellátását részben biztosító Tettye forrás vízhozama 1950—52. években 155 és 33 000 liter/perc között változott. A legnagyobb nehézségeket az okozza, hogy a forrásnak akkor legkisebb a hozama, amikor a vízfogyasztás a legnagyobb. Hegységeink nagy mennyiségű karsztvizet tárolnak, ezért felkutatásuk természetesen folyik.

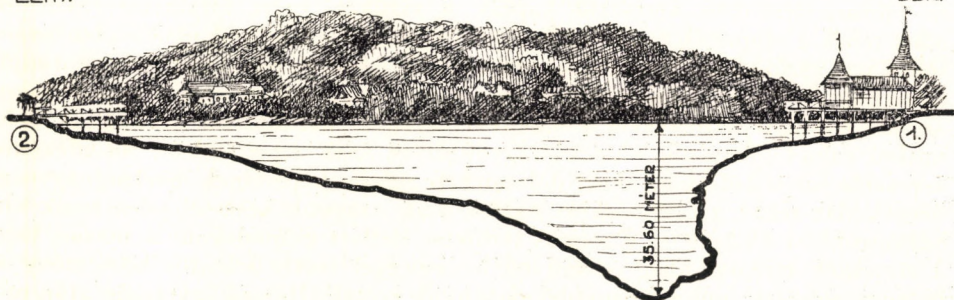
## Mélyégi eredetű források

Földünk kialakulásakor cseppfolyós halmazállapotú volt és csak a lehűlés folyamán képződött rajta szilárd kéreg. Évmilliók alatt ez a szilárd kéreg tovább vastagodott, de a Föld belsejében, a *magmában* ma is izzónfolyó és gázalakú anyagok vannak. Hatoljunk le a Föld belsejébe és vizsgáljuk a hőmérsékleti viszonyokat. A felszín alatti talajban még talajhőmérsékleti ingadozásokat észlelhetünk a külszíni levegő hőmérsékletének megfelelően. Mélyebben (Budapesten 19 méterben) olyan réteget találunk, ahol a hőmérséklet állandó, tehát már nem függ a levegő hőmérsékletétől. Ezen *semleges* (neutrális) *zóna*

alatt átlag 30—33 méterrel lefelé haladva, a talajhőmérséklet egy fokkal emelkedik. Ezért meleg tehát a Föld mélyebb rétegeiből táplálkozó források vize. *Hévforrásoknak* (termális forrásoknak) nemzetközi megállapodás szerint a 20 C°-nál melegebb vízü forrásokat nevezzük. Mivel jelenleg még a Föld mélyébe nem látunk bele, és a legmélyebb fúrás (6 km) elenyészően csekély a Föld sugárához (6357—6378 km) mérten, ezért a hévizek eredetére csak következtethetünk. A kísérletek szerint termásvíz képződhet úgy, hogy a nagy mélységbe süllyedt kőzetek (pl. gránit) vizet »izzadnak ki« az ott uralkodó magas hőmérsékleten. Egyes feltevések szerint hévíz származhat közvetlenül a magmá-

ÉÉNY.

DDK.



151. ábra. A hévízi tó forráskráterének É ÉNy—DDK irányú metszete. 1 tavi fürdőépület 2 strandfürdő napozója.

ból is. Ezeket a hévizeket *juvenilis vizeknek* nevezzük, mert először kerülnek a Föld felszínére (juvenis = ifjú, új) ellentétben a csapadékból származó vadózus vizekkel. A hévforrások vize származhat régi tengerek visszamaradt (fosszilis) vizéből is. A hévíz gyakran hegymozgások következtében létrejött hasadékok mentén *felszálló forrásként* jut a felszínre.

Hazánk különböző tájain megtaláljuk a részben juvenilis eredetű, de nagyobb részt karsztvízből táplálkozó ú. n. *vegyesvízü hévforrásokat*. A karsztvíz repedéseken, hasadékokon, keresztül a mélybe szívárog, ott felmelegszik és *tektonikai törésvonalak* mentén nyomás és esetleg gázok hatására a felszínre jut. Ilyen eredetűek a *budai melegforrások*, amelyek a Duna mentén kialakult törésvonalon, a több kilométer hosszú »termák vonalán« fakadnak. Még a Duna medrében is feltörnek 40 C° hőmérsékletű »szökevény források«. Karsztos hévforrásaink legnagyobb része a geomechanikai vizsgálatok alapján északnyugat-délkelet irányú haránttörések mentén fakadnak. Ilyen törésvonalon keletkezett a világviszonylatban is szinte páratlan *hévízi tó* forrása (151. ábra) is. A forrás hévize 35,6 m mély, meredekfalú forráskráterből tör fel, melynek hidrogeológiai viszonyait 1953-ban bűváros vizsgálatokkal derítették fel. A 47 500 m<sup>2</sup> területű tó vize egész tömegében majdnem teljesen egyenlő hőmérsékletű. A forrástáji és parti vízhőmérséklet között csak 1—2 C° különbség van. Nyáron a tó vízének hőmérséklete 33—35 C° és mínusz 10—15 C° hidegben is 26—27 C° meleg a víz. A tó termális vízének ez a gyógyászatilag nagyon kedvező hőmérsékleti viszonya több okra vezethető vissza. A vizsgálatok szerint legfontosabb a forrás hatalmas (26—46 m<sup>3</sup>/perc) vízhozama. A másik fontos tényező a levegő hőmérséklete. A levegő és a víz hőmérséklete párhuzamosan ingadozik. A napsugárzásnak a tó hőgazdálkodása miatt ugyancsak fontos szerepe van. A tó felületére hulló csapadék csökkenti a tó vízének hőmérsék-

letét, de csak ha hosszabb ideig tart. A fentiekén kívül még a talajvíz, árvíz és a tó vízének áramlásai is hatással vannak a vízhőmérsékleti viszonyokra.

A hévizek vízhozamára is több-kevesebb hatást gyakorolnak a csapadék-viszonyok. Az esőzés és a forrásvízhozam növekedése között itt hosszabb idő telik el, mint a vadózus forrásoknál. Pl. a budai hévforrásoknál a Duna vízállásának változása gyorsabban és jobban érezteti a hatását, mint a csapadékviszonyok. A légnyomás hatása ezeknél a forrásoknál csak akkor mutatható ki, ha a Dunavízállás közel állandó. A budai törésvonal mentén felszálló források vízhőmérséklete 40—63 C° és csak a csapadékvízzel erősen keveredett hévizek 20—40 C° hőmérsékletűek. A Szovjetunióban Kuldur környékén 72 C° meleg források is fakadnak. A termális vizek hőmérsékletét a levegő hőmérséklete csak kismértékben befolyásolja. A mélyből származó hévizek hosszú földalatti útjukban nemcsak felmelegednek, hanem sok gyógyhatású ásványi anyagot is feloldanak és gázokat nyelnek el.

Vegyes vízü, szakaszosan működő hévforrások a *szökőforrások* (gejzírek). Jellegetességük, hogy gázok és gőzök hatására a forró víz ritmusosan (30 perc — 6 nap) 25—70 méter magasra felszökik. Szünet közben a víztükör sima a medencében. A vulkánikus tevékenység egyik utolsó szakaszát jelzik a szökőforrások, ezért vulkánikus vidéken (Izland, Észak-Amerika, Új Zeeland) található. A magma itt valószínűleg közel van a felszínhez. A gejzírek vízének nagyrésze talajvíz vagy hólé és csak kis része származik nagyobb mélységből. A szökőforrások vízének hőmérséklete a forráspont táján van, mert földalatti útjának legnagyobb részét gőz alakban teszi meg. A forró víz sok ásványi anyagot old ki a kőzetekből és a forrástölcsér körül lerakja. Így keletkeznek a gejzirkúpok. Hazánkban is működtek szökőforrások, pl. a tihanyi félszigeten.

\* \* \*

Vázlatosan megismertük a források keletkezési formáit és azokat a törvényszerűségeket, amelyek a források életét szabályozzák. Az időjárási elemek közül a csapadék hatása legfontosabb, de a többi elemek is közvetlenül vagy közvetve hatnak a források vízhozamára, hőmérsékletére.

Az összefüggések egy részét már kikutatták, de számos kérdés még megoldásra vár. A források népgazdaságunk természeti értékei az ipari-, ivó- és gyógyvízellátás területén. Ezért megbecsülésük, megőrzésük és tudományos megismerésük mindnyájunk közös érdeke.

## TARTALOMJEGYZÉK

<i>Előszó</i> (Dési Frigyes) .....	5-6
<i>Az időjárás és a mindennapi élet</i> (Zách Alfréd) .....	7-16
Az időjárás megbosszulja magát. . . — Egy fiatal tudomány. — A meteorológia a tudományok rangjára emelkedik. — Akik életüket áldozták fel. — A meteorológia mindenkié. — A meteorológia és a mezőgazdaság. — A meteorológia és az ipar. — A meteorológia és a kereskedelem. — A meteorológia és az építéset. — A meteorológia és a közlekedés. — A meteorológia és az igazságszolgáltatás. — A meteorológia és a sport. — A meteorológia és az egészség.	
<i>Küzdelem a vízért és a víz ellen</i> (Salamín Pál) .....	17-32
A vízért és a víz ellen folytatott küzdelem katonái. — A csapadékok jellemző adatok felhasználása. — A csapadék keletkezése és halmazállapota. — A csapadék térbeli és időbeli eloszlása. — Csapadéktörvények. — A csapadékjelenségek előrejelzése. — A vízért és a víz ellen folytatott küzdelem feltételei.	
<i>Hogyan mutatja a múlt a jövőt?</i> (Kulin István) .....	33-49
Milyen módszerekkel látjuk a közeli és távoli jövőt? — Mit mutatnak a klímatablázatok és grafikonok?	
<i>Az erdő éghajlata</i> (Batta Erzsébet) .....	51-67
Az alkalmazott meteorológia egyik legrégebbi ága. — A lombkorona hatása. — A természet irányítása. — Egy nyári nap története. — A lomb-sátor belsejében. — A harmat, dér és zúzmara szerepe. — Az erdő megváltoztatja az éghajlatot.	
<i>A peronoszpóra és társai.</i> (Szilágyi Tibor) .....	69-78
A szőlőragya. — A burgonyavész. — Rozsdabetegségek. — Az almamoly. — A cserebogár. — A burgonyabogár. — Népszámlálás a rovarvilágban.	
<i>Az idő vasfoga ellen.</i> (Gryllus Vilmos) .....	77-89
Épületek fekvése és a mikroklíma. — Szobaklíma, hőszigetelés, fűtés. — Szellőzés, világítás, sugárzás. — Szélnyomás, hőteher. — Kőművesmunkák és betonozás. — Épületek karbantartása és az időjárás.	
<i>Merre menjek? Hová csapjak?</i> (Flórián Endre) .....	93-129
Egy csipetnyi atomfizika. — A kis és a nagy tömegek, térfogatok szerepe. — Sok kicsi sokra megy. — Némely problémát még felhő takar. — Mi a fontosabb, az évszak vagy a felhőfajta? — Szikra vagy nem szikra? — Ütközési ionizáció vagy: hogyan nő az elektronok száma? — Égiháború. — Terebélyes fa vagy összefutó folyamrendszer? — Ki látott már »lecsapó« villámot? — Villámkutató tudományos alapon. — Segítségül jön az elektronika. — Kiloamper-mérő mutató nélkül. — A bűnöző villám. — Egyszeres és többszörös villám. — Hogyan működik a villám gép? — Hasznavehetetlen villamos feszültségek a levegőben. — Villám-veszélyeztetettség. — Néhány jó tanács. — Villámhárító. — A villámok haszna.	
<i>Télen-nyáron vonaton-autón.</i> (Páter János) .....	131-150
Az időjárási elemek és a vasút. — A hőmérséklet szerepe. — A levegő mint közeg. — Még valamit a vízről. — Az utas. — Vonaton a Balatonra. — Behavazott síneken. — A közúti gépkocsiforgalom és a meteorológia. — A közúti gépkocsi alakja. — A kocsi belseje. — A motor. — Veszélyek és akadályok. — Egy téli utazás. — Nyári autótűt.	

- Az időjárás figyelmeztető szolgálat.* (Hille Alfréd) ..... 151—157
- Viharjelzés a Balatonon.* (Zách Alfréd) ..... 159—169
- Viharjelzés már az ókorban is volt. — Híres viharok. — Az első viharjelentő szolgálat a Balatonon. — Hol kezdődik a vihar a Balatonon? — A viharágyú. — Hogyan működik a viharjelentő szolgálat? — Különböző vihartípusok a magyar tengeren. — Nem mindig jön meg a várt vihar.
- Az áruszállítás időjárás problémái.* (Aujeszky László) ..... 171—191
- A mai áruforgalom időjárás kockázata. — Pillanatnyilag keletkező károk és tartós kárforrások. — A légi szállítványok problémája. — A szállítványok érzékenységi skálája. — Mit lehet nyílt fuvarban szállítani? — Ahol zárt szállítóeszköze van szükség. — Klímaberendezésekkel ellátott járművek. — A szép idő kártételei. — Vigyázat! Gázpalackok! — Rohamos éjjeli lehülés. — Nappal és éjszaka a zárt járműveken. — Hűtés és fűtés a repülőgépen. — Fagyérzékeny áruk. — Kétféle hőségkár. — A csomagolás tudománya. — Az időjárás súlyváltozások. — Szállítvány-elakadások. — És ki a felelős?!... — Túlzott óvatosságból könnyen el is késhetünk. — A szállítás használhat is az árunak.
- A raktározás meteorológiai vonatkozásai.* (Aujeszky László) ..... 193—201
- Nedvességi károk. — Hogyan segíthetünk a raktárklíma nedves voltán? — Hőmérsékleti hatások a raktárban. — Gombakárok és állatkárok. — A szénraktározás érdekes meteorológiai kérdései. — A darabos szén elhelyezése. — Egy másik veszedelem: a szénpor öngyulladás.
- Az árupticok meteorológiája.* (Aujeszky László) ..... 203—208
- Idéncikkék. — És ami nem idéncikk... — Idéncikkék és primőrök az élelmiszerpiacon. — Az általános vásárlási kedv is az időjárástól függ.
- Biztosítási meteorológia.* (Aujeszky László) ..... 209—215
- Az igazságos díjak kiszámítása. — Jégbiztosítások. — Biztosítást eső bekövetkezésére és havazás elmaradására. — Biztosítást kötnek a napsütésre is. — Üvegtörés elleni biztosítás. — A tűzkárok meteorológiai vonatkozásai.
- Vitorlások harca az elemekkel.* (Vladár Endre) ..... 217—250
- A villámok. — A szél. — A szél iránya. — A szél ereje. — A szél jelei szárazon és vízen. — Nappal. — Éjjel. — A felhők. — Vihar—villám nélkül. — Villám — vihar nélkül. — Nagy viharok a Balatonon. — A hullámok. — A szél, a hullámok és a hajók. — Összefoglaló tanácsok.
- A klíma mint gyógytényező* (Kérdő István) ..... 251—264
- Gyógyklímájú helyek. — Levegőkúrúra alkalmas helyek. — Nyaralóhelyek, kirándulóhelyek, téli sporthelyek. — Ingerklíma és kímélő klíma. — Alföldi klíma. — Erdős-dombos vidék klímája. — Középhegység-klíma. — Magashegység klíma. — Tavi klíma.
- A levegő tisztasága és a településégszégügy.* (Mórik József) ..... 265—282
- A tiszta levegő és az ember. — A levegőbe kerülő szennyező anyagok és azok forrásai. — Hogyan befolyásolják a légszennyeződést a meteorológiai tényezők? — A levegőszennyeződés vizsgálata. — Iparvidékek és a levegőszennyeződés. — Helyi klímák, városklíma. — A levegőszennyeződés csökkentése és a korszerű városrendezés.
- A források élete.* (Czirák József) ..... 283—290
- Talajvízű források. — Karsztforrások. — Mélységi eredetű források.









