

A sztratoszféra alsó határának változásai.

Az 1942. esztendő a légkör tan történetének kiemelkedő fejezetére hívja fel figyelmünket. Pontosan 50 évvel ezelőtt bocsátották fel *Hermite* és *Besançon* az első utas nélküli, öniró műszerekkel ellátott léggömböt. Régebben a kutatók maguk is helyet foglaltak a léggömb kosarában és felszállás közben a kosárra szerelt műszereket maguk olvasták le. A nagy költség és a vállalkozással járó veszély egyaránt hozzájárult ahhoz, hogy ezek a mérések csak szórványosan mentek végbe. Az ötven évvel ezelőtt először felbocsátott műszeres léggömb olcsóbb és veszélytelen kutatási eszköznek bizonyult és csakhamar megindulhatott a nagy területre kiterjedő, nemzetközileg megszervezett magasléggömb kutatás.

Az öniró műszerek felszállás közben a levegő nyomását, hőmérsékletét és nedvességét jegyzik fel. Már az első felszállások igazolták azt a régi tapasztalatot, hogy a magasabb légrétegekben általában hidegebb van, mint a talajon s a hőmérséklet 100 méterenkint átlagosan 0.5—0.7 fokkal csökken.

Teisserenc de Bort 1902-ben közölte azt a felfedezését, hogy ez a hőmérsékletcsökkenés 10—12 km magasságban megszűnik és innen kezdve a hőmérséklet kis ingadozásokat nem tekintve állandó. Ennek a nagyjelentőségű felfedezésnek birtokában a légkörnek műszerekkel átkutatott 20—25 km magas rétegét két részre oszthatjuk. Az alsó, kb. 10 km magas rétegben felfelé haladva átlagosan 0.5—0.7°-al csökken a hőmérséklet (*troposzféra*), e fölött pedig nagyjából állandó (*sztratoszféra*). A sztratoszférát a troposzférától elválasztó felületnek, a sztratoszféra alsó határának neve *tropopauza*.

A mérések tanúsága szerint a tropopauza magassága és hőmérséklete nem állandó, térbeli és időbeli változásokat mutat.

Nagy általánosságban igaz az, hogy az egyenlítőtől a sarkokig a tropopauza magassága csökken, hőmérséklete pedig emelkedik. A rendelkezésünkre álló mérések megengedik azt a következtetést, hogy az egyenlítő fölött a tropopauza átlagos magasságát 17 km-nek, a sztratoszféra hőmérsékletét —80 C°-nak vegyük, míg az északi sarkvidéken a sztratoszféra alsó határának átlagos magassága 9 km-t, hőmérséklete —40 C°-ot tehet ki.

Az átlagos tropopauza térbeli változásával magyarázhatjuk meg azt a sajátságos tény, hogy az egyenlítőtől a sarkokig a légkör ugyanazt az átlagos tengersizinti nyomást hozza létre, jóllehet átlagos hőmérséklete az alsó légrétegekben a magasabb szélességek felé csökken, sűrűsége pedig nő. *Exner* szerint ez a jelenség megmagyarázható azzal a feltevással, hogy a sarkok felé hűlő troposzféra hatását a sarkok felé melegedő sztratoszféra ellensúlyozza. Így jutunk el az u. n. *ellentétességi szabályhoz*. Eszerint *hideg troposzférához alacsony és meleg, meleg troposzférához magas és hideg sztratoszféra tartozik*.

A sztratoszférának ez az egyensúlyozó hatása kifejezésre jut több olyan elméletben, amely a sztratoszféra kialakulásával foglalkozik. Jóllehet errenézve kielégítő magyarázatot adni ma sem tudunk, kétségtelen, hogy a légkörben létrejövő u. n. sugárzási egyensúly a sztratoszféra kialakulásában nagy szerepet játszik. Minden egyes kis levegőmolekula önálló sugárzási háztartásban a bevételt a ráeső sugárzásból visszatartott melegmennyiség, a kiadást a saját kisugárzása útján eltávozó hőmennyiség jelenti. Ha az elnyelt hő éppen akkora, mint a kisugárzás folytán el-

vesztett melegmennyiség, a levegőrészecske sugárzása egyensúlyban van. Ez az egyensúly a vegyi összetételükben egyformának tekinthető légrétegekben ugyanazt a hőmérsékletet hozná létre, ha hőmérsékváltozás máson nem következne be. Ezek a föltételek a légkör magasabb rétegeiben valósulhatnak meg. Az alsó légrétegekben a talaj erős felmelegedése következtében függőleges keverő mozgások alakulnak ki, amelyek a talajtól nyert meleget felfelé szállítják. Azért ezekben a rétegekben a sugárzási egyensúly által meghatározott hőmérsékletnél magasabb hőmérséklet alakul ki. Minél közelebb jutunk a talajhoz, a keverő mozgások hatása egyre erősebben érvényesül, a hőmérséklet mindinkább emelkedik. Ilyen egyszerű elgondolással is megérthetjük a troposzféra és a sztratoszféra elkülönülését.

Ha a Földet légkörével együtt, mint önálló sugárzási háztartást tekintjük, ez az egységesnek vett rendszer sugárzási egyensúlyban van. Ez az egyensúly a rendszer számára meghatározott, állandó hőmérsékletet ír elő. Feltehetjük, hogy ahol a földfelszín és az ezzel érintkező alsó légrétegek ennél melegebbek, ott a hideg sztratoszféra ellensúlyozza ezt a hőmérsékleti rendellenességet és így — jöllehet a rendszer belsejében a hőmérséklet változik — kifelé állandó hőmérsékletű rendszernek tekinthető.

Ha ezt a magyarázatot elfogadjuk, a Föld minden pontján szélességi körének megfelelő magasságban megtalálhatjuk a tropopauzát.

Az eddig tárgyalt átlagos állapot csak több-kevesebb megközelítéssel teljesül. A légkör nyugalmi állapotát kiterjedt vízszintes légáramlások zavarják meg. Az északi félgömbön a déli légáramlás általában melegebbet, az északi szél lehülést okoz a troposzférában. Ilyen módon a hőmérsékletnek a hosszúsági körök mentén való csökkenését zavaró hatások hosszabb-rövidebb időre megszüntethetik. Vizsgáljuk meg, hogy ezekkel az időbeli tekinthető zavarásokkal szemben hogyan viselkedik a tropopauza.

Nagy terület fölött a légáramlások látszólagos össze-visszaságát könnyen áttekinthető rendszerbe foglalják az ú. n. légnyomási képződmények: az alacsonynyomású ciklonok és a magasnyomású anticiklonok. Az előbbiekre az óramutató járásával ellenkezően befelé, az utóbbiakból fordított irányban kifelé áramlik a levegő. Messze vezetne, ha részletesen tárgyalnánk ezeknek a légnyomási képződményeknek a magyar irodalomban több ízben ismertetett szerkezetét. Csupán annyit foglaljunk ebből össze a továbbiak megértése végett, hogy a ciklon kezdeti állapotában a talajon rendszerint délnyugatról északkelet felé meleg levegő áramlik a ciklon területére és ennek ú. n. előoldalát (rendszerint a képződmény keleti területét) felmelegíti. Észak felől pedig a ciklon mögött (hátdalán) hideg légtömeg nyomul előre és lehülést okoz. A ciklon ú. n. melegszeletét, amelyben a meleg levegő a talajon áramlik, két frontfelület választja el a hideg levegőtől. Ezek egyikén, az előoldalon fekvő melegfronton a meleg levegő felsiklik a hideg légtömegre, a hátdalalon fekvő hidegfronton pedig a magasba lökődik az előnyomuló hideg levegő fölé. A ciklon ebben a kezdeti állapotában, amelyet a talajon fekvő melegszelet és az említett két front jellemez (*hullámciklon*), élettartamának csak nagyon kicsiny hányadát marad.

A ciklon hátdalán előretörő hideg levegő gyorsabban halad, mint a melegfront alatt visszahúzódó hideg légtömeg, bekövetkezik tehát a ciklonnak olyan állapota, amikor az utóbbit eléri. Ennek következtében a meleg levegő teljes egészében a magasba emelkedik, s a talajon csupán

a hideg légtömegek végzik az örvénylő mozgást, fölöttük, mint valami tölcserben forog a felemelt meleg levegő (*örvényciklon*). A ciklon életében ez a folyamat tart a legtovább, ez a ciklon elmélyülésének állapota. Ezután megkezdődik a ciklon előregedése: a teljes egészében fel-emelt meleg levegő tágulás, vezetés, sugárzás, kicsapódás stb. következtében átalakul és felveszi a környezet tulajdonságait.

Az anticiklonnak még ennyire részletes tárgyalásától is eltekintünk, miután a továbbiakban csupán a párhuzam kedvéért lesz róla szó, csupán azt jegyezzük meg, hogy az áramlási viszonyok következtében az anticiklon kialakulásának idején keleti oldalán általában lehülés, nyugati (hát) oldalán felmelegedés következik be.

Nézzük most meg, hogyan viselkedik a tropopauza meghatározott hely fölött ciklonok és anticiklonok átvonulása közben. A mérések azt mutatják, hogy az anticiklonok mögött és a ciklonok előoldalán, ahol a troposféra meleg, a tropopauza magasan fekszik és hideg; a légnyomási képződmények másik oldalán pedig a hideg troposféra fölött alacsony és meleg tropopauzát találunk. Látjuk tehát, hogy az ellentétességi szabály nem csak nagy általánosságban a térbeli eloszlásban, hanem egyes esetekben az ugyanazon hely fölött bekövetkező időbeli változásoknál is teljesül.

Ennek a jelenségnek egyszerű magyarázatát adta *J. Bjerknes* 1932-ben. A légnyomási képződményekben a meleg levegő mozgása a tropopauza környékén légnyomásváltozásokat hoz létre. Ezáltal ezen a helyen vízszintes irányú áramlás indul meg, amely például a ciklon előoldalán nagyjából délről északra, hátoldalán északról délre irányul. Ez a mozgás az előoldalon a déli fekvése miatt magasabb és hidegebb, a hátoldalon az északi fekvése miatt alacsonyabb és melegebb sztratoszférát hozza magával.

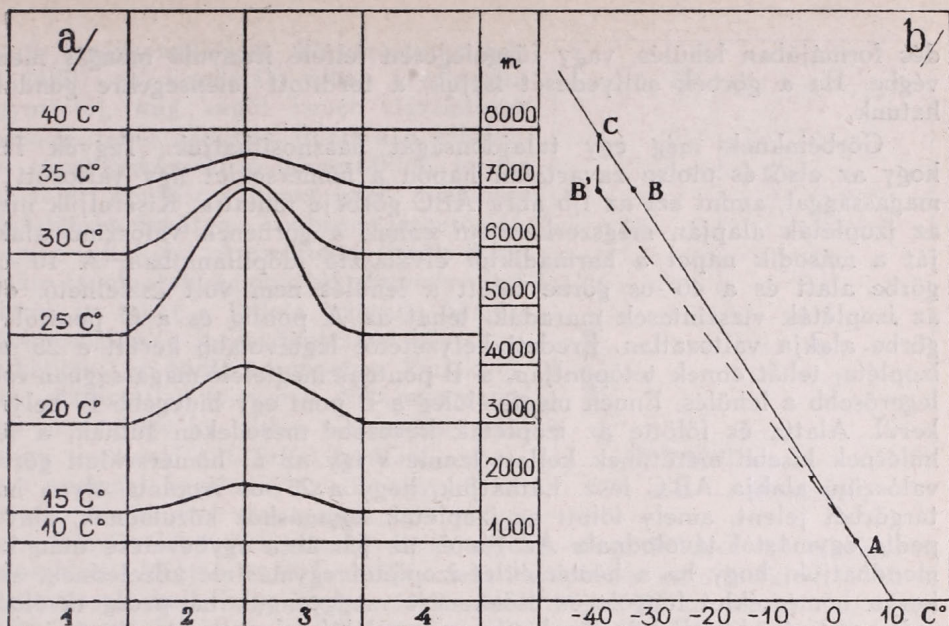
Észleltek azonban olyan nagymértékű tropopauzasüllyedést is, amelynél a sztratosféra Középeurópában alacsonyabban és melegebben kezdődött, mint aminőt a sarkvidéken megfigyeltek. Ez a jelenség nem magyarázható *Bjerknes* elméletével.

E. Palmén vizsgálatai valószínűvé tették, hogy a tropopauza magasságváltozásainál *függőleges* légmozgások játszik a döntő szerepet. Ennek belátása végett foglalkozunk kissé a potenciális hőmérséklettel.

Azt a hőmérsékletet értjük ezalatt, amelyet a levegő felvenne, ha hőtartalmának változása nélkül (adjabatikusán) 1000 mb nyomásra hoznánk. Ilyenformán különböző magasságban és nyomáson levő légtömegek hőmérsékleti állapota összehasonlítható. Ha a levegő nedvességét is figyelembe óhajtjuk venni, az ú. n. *ekvipotenciális* hőmérsékletet¹ használjuk.

Szemléletes képet kapnak a légkörben lefolyó változások, ha vizsgálatainkban a következő módszert követjük. Tegyük fel, hogy egy hét folyamán a légkörben bekövetkezett változásokat akarjuk szemléltetni. Ábrázoljuk a vízszintes tengelyen a hét napjait, a függőlegesre pedig mérjük fel a tengerszintfeletti magasságot. Felszállásainkból megkaphatjuk mindenegety napon az egyes kilométerekben mért hőmérsékletet. Számítsuk ki az ezekhez tartozó potenciális hőmérsékletet és a kapott értékeket írjuk oda mindenegety nap mindenegety kilométeréhez. Azután kössük össze például 5°-onkint azokat a pontokat, amelyekben a poten-

¹ *Dr. Béll Béla*: A szabadlégköri mérések és az aerológiai segédfogalmak stb. Az *Időjárás* 1941. jan.-febr. szám.



1. ábra. — Abbildung 1.

ciális hőmérséklet egyenlő. Így nyerjük a potenciális hőmérséklet izoplétáit. Ilyen izoplétákat ábrázol az 1/a ábra. Az egyes izoplétákhoz írt számok a hozzájuk tartozó potenciális hőmérsékleteket jelentik. A vízszintes tengelyen az egyes napok számokkal vannak jelölve. Ha a légkör hőállapotában nem következett be változás, az izopléták párhuzamos vízszintes egyenesek, amint azt az 1. napon látjuk. Azt is beláthatjuk, hogy a magasabban fekvő levegő potenciális hőmérséklete magasabb az alatta levőnél. Ha ugyanis a magasabban fekvő, ritkább levegőt és az alacsonyabban fekvő, sűrűbb levegőt egyaránt 1000 mb nyomásra hozzuk, az előbbi melegebb lesz az utóbbinál, mivel csak így lehet a másiknál ritkább. Tegyük fel, hogy a második napon 1 és 8 kilométer között hővesztés következett be. A lehülés következtében itt a potenciális hőmérséklet csökken, ahol azelőtt melegebb izopléta ment át, oda most hidegebb kerül, az izopléták tehát az említett réteghatárok között a második napon felemelkednek.

Tegyük fel, hogy a harmadik napon felmelegedés következett be, a negyedik napon viszont ugyanolyan hőmérsékleti viszonyok uralkodtak, mint az első; az izopléták visszatértek eredeti helyzetükbe. Nézzük meg, hogyan következhet be valamely rétegben egyik napról a másikra hővesztés, vagy nyereség. Előfordulhat, hogy front vonul át a rétegben és az ott elhelyezkedett levegő hidegebbel, vagy melegebbel cserélődik ki. Légtömegcsere nélkül is bekövetkezhetik valamely rétegben hőváltozás, ha egyfajta levegőben a magasabb, vagy az alacsonyabb rétegből függőleges áramlás formájában kerül ide levegő. Az előbbi esetben magasabb, az utóbbiban alacsonyabb potenciális hőmérsékletű levegő került a rétegbe, tehát az izopléták a levegő lefelé irányuló mozgásánál lefelé, felfelé irányuló mozgásánál pedig felfelé hajlanak.

Ha pedig megfordítva, a potenciális hőmérséklet izoplétáinak emelkedését látjuk, arra következtethetünk, hogy ott vagy levegő kicserélő-

dés formájában lehülés, vagy függőlegesen felfelé irányuló mozgás ment végbe. Ha a görbék süllyedését látjuk, a fordított jelenségekre gondolhatunk.

Görbéinknek még egy tulajdonságát hasznosíthatjuk. Tegyük fel, hogy az első és utolsó zavartalan napon a hőmérséklet úgy változott a magassággal, amint azt az 1/b ábra ABC görbéje mutatja. Kíséréljük meg az izopléták alapján megszerkeszteni ennek a görbének valószínű alakját a második napot a harmadiktól elválasztó időpillanatban. A 10° -os görbe alatt és a 40° -os görbe fölött a lehülés nem volt észlelhető, ott az izopléták vízszintesek maradtak, tehát az A pontig és a C ponttól a görbe alakja változatlan. Eredeti helyzetétől legtávolabb került a 25° -os izopléta, tehát ennek tetőpontján, a B-pontnak megfelelő magasságban volt legerősebb a lehülés. Ennek megfelelőleg a B pont egy hidegebb B' helyre kerül. Alatta és fölötté az izopléták kevésbé meredeken futnak, a lehülésnek kisebb méretűnek kellett lennie s így az új hőmérsékleti görbe valószínű alakja AB'C lesz. Láthatjuk, hogy a 25° -os izopléta olyan hátságörbét jelent, amely fölött az izopléták egymáshoz közelednek, alatta pedig egymástól távolodnak. Az 1/a és az 1/b ábra egybevetése után kimondhatjuk, hogy ha a hőmérséklet izoplétái egymásfelé közelednek, akkor a hőmérséklet függőleges csökkenése meggyengül, ha pedig távolodnak, megerősödik. Bekövetkezhetik az izopléták olyan nagymérvű összesűrűsödése is, hogy a hőmérséklet függélyes csökkenésének megszűnésére, esetleg felfelé irányuló hőmérsékletemelkedésre következtethetünk.

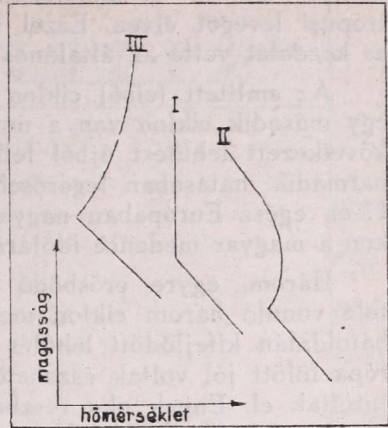
Ezek után térjünk vissza *Palmén* vizsgálataira. *Palmén* olyan angol feldolgozókat válogatott ki, amelyek előregedett ciklonokban és anticiklonokban, feltevése szerint frontmentes levegőben mentek végbe. A feldolgozókat a talajon észlelt nyomások szerint rendezte és úgy rajzolta meg a potenciális hőmérséklet izoplétáit, hogy a vízszintes tengelyre a talajnyomást mérte fel, a függőlegesen pedig a magasságot ábrázolta. Ilyen módon nem az egyik napról a másikra végbemenő változásokat vizsgálta, mint mi tettük, hanem azokat a folyamatokat, amelyek a magasabb rétegekben játszódhatnak le, mialatt a talajon az alacsony nyomás magas nyomás váltja fel. Azt találta, hogy Anglia fölött a 8 kilométeres magasság nevezetes határt jelent. Ez alatt alacsony talajnyomás esetén felemelkednek, magas nyomás esetén lesüllyednek, az izopléták. Fölötté fordított a helyzet: alacsony nyomás esetén lesüllyednek, magas nyomásnál felemelkednek az izopléták. A legfelső izopléták, 18 km táján nagyjából vízszintesek voltak. *Palmén* ebből arra következtetett, hogy alacsony talajnyomás esetén 8 kilométer magasságig felfelé áramlik a levegő. Előregedett ciklonokban tehát 8 kilométer táján összetömörül a levegő, ennek folytán itt a ciklonból kifelé áramlik (a talajon befelé irányuló áramlást figyelhetünk meg). Anticiklonokban fordított a helyzet. A görbék futásából arra következtethetünk, hogy 8 km alatt lefelé, e fölött felfelé áramlik a levegő, 8 kilométer táján tehát ritkulás következik be és itt az anticiklon területére befelé áramlik a levegő (a talajon kifelé irányuló áramlást figyelhetünk meg). A fent leírt egyszerű képet elképzelve beláthatjuk, hogy alacsony nyomás esetén alulról felfelé haladva kezdetben egymástól távolodnak, 8 km táján egymáshoz közelednek, a fölött ismét távolodnak az izopléták. Miután a tropopauza nem más, mint a függőleges hőmérsékletcsökkenésnek 10 km táján bekövetkező meggyengülése, illetőleg hőmérsékletemelkedésbe való átmenete, beláthatjuk, hogy ciklonok fölött erre alkalmas állapot 8 kilométer táján alakulhat ki. Az előbbieken alapján ugyanis az izopléták összehajlásából a felfelé irányuló hőmérsékletcsök-

kenés meggyengülésére következtethetünk. E fölött az izopléták újból távolodnak egymástól, míg végül ismét vízszintesek lesznek, tehát ciklonok fölött a 8 kilométer táján bekövetkező hőmérsékleti fordulat fölött ismét csökkenni kezd a hőmérsékletgörbe tehát a 2. ábrán látható II. formát veheti fel. Anticiklonok fölött 8 km táján távolodtak egymástól *Palmén* izoplétái, itt tehát a felfelé irányuló hőmérsékletcsökkenés megerősödésére következtethetünk, ez pedig tropopauza kialakulására alkalmas folyamat. Alkalmas azonban arra, hogy ha ciklon területéről (alacsony nyomás), anticiklon területére (magas nyomás) kerülünk, az alacsony, 8 km táján kialakult tropopauza a függélyes hőmérsékletcsökkenésnek itt létrejövő megerősödése következtében feloszoljék. Miután a 18 km táján fekvő izopléták az anticiklon fölött is vízszintesek, kell, hogy közben (*Palmén*nél 11 és 12 km között) az izopléták összehajoljanak és fokozatosan menjenek át párhuzamos helyzetbe. E szerint tehát anticiklon fölött a tropopauza kialakulására alkalmas magasság 11—12 km-ben fekszik. E fölött a hőmérsékletgörbe nem mutat újabb süllyedést, mint azt a ciklon fölött láttuk. Valószínű alakját a 2. ábra III. görbéje mutatja. *Palmén* elgondolása szerint tehát a tropopauza magasságváltozásait nem vízszintes légáramlás, hanem függélyes légmozgás okozza. A tropopauza ennek hatása alatt nem úgy süllyed és emelkedik, mintha összefüggő felület lenne, hanem a függélyes légmozgás és a függélyes hőmérsékletcsökkenésnek ezzeljáró megváltozása miatt feloszolhat és süllyedő légnyomás esetében alacsonyabban, emelkedő légnyomásnál nagyobb magasságban újra képződhet. A változás első szakaszában az említett alakokat mutatja a hőmérsékletgörbe. A tropopauza a nyugalmi állapot felé való közeledés szakaszában átlagos magassága felé emelkedik, vagy süllyed, a hőmérsékletgörbe pedig a 2. ábra I. alakját igyekszik felvenni.

Palmén szerint az átmeneti időszakban több, a tropopauza kialakulására alkalmas réteg fejlődhetik ki s ebben az állapotban nem tudjuk határozottan felismerni a tropopauzát.

A továbbiakban foglalkozni fogunk az 1935. február 12. és 17. között Budapesten végzett felszállások eredményeivel s megvizsgáljuk, hogy a talált jellegzetes tropopauzaváltozások hogyan illeszthetők be *Palmén* feltevésébe. *J. Bjerknes* és *E. Palmén* nagy dolgozatban foglalkoztak ezen időszak három utolsó napjának légköri jelenségeivel. Ez a körülmény segítségünkre lesz abban, hogy ne csak elszigetelten lássuk a jelenségeket, hanem ezeket nagyobb területre kiterjedő időjárási események részeként ismerjük fel.

Február 12-én elmúlóban volt Európa fölött az az anticiklon, amelynek áramrendszere öt napon át szállította az orosz síkság hideg, száraz levegőjét az európai szárazföldre. Nyugat- és Középeurópa a norvég partok fölött áthaladó ciklon melegszeletébe került és a délnyugati szél meleg levegővel kezdte elárasztani Európát. Keleteurópa fölött ezen a napon még hideg szárazföldi levegő fekszik s -10° alatt van a reggeli hőmérséklet. Középeurópa fölött azonban már meleg tengeri levegőt ta-



2. ábra. — *Abbildung 2.*

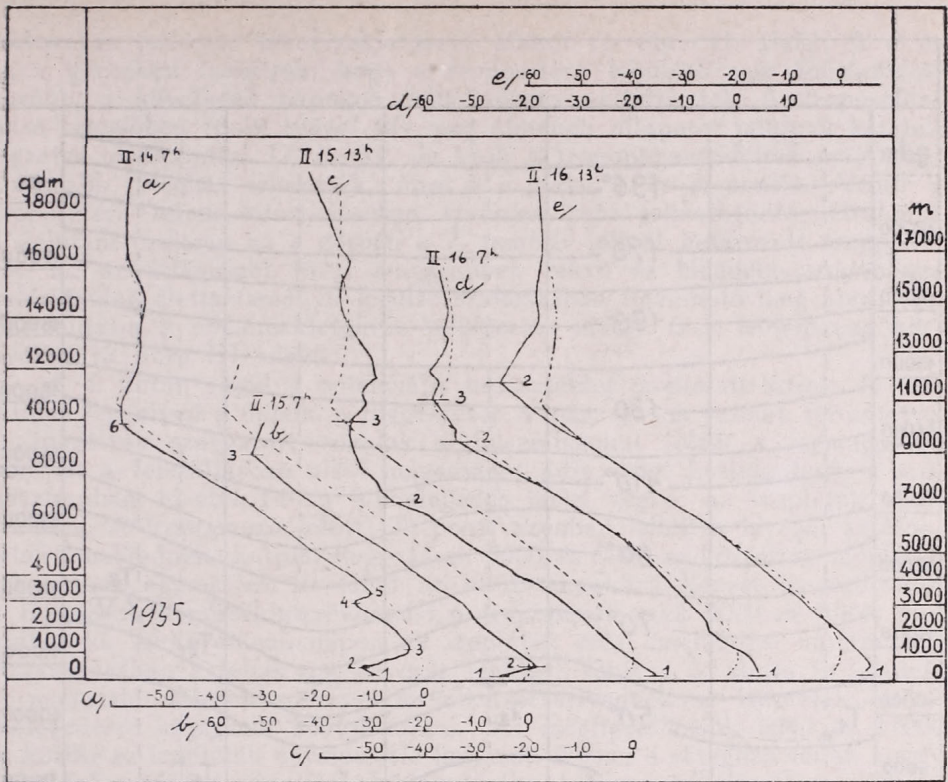
lálunk -1 , -3° -os hőmérséklettel, Nyugateurópa pedig $+5$ $+7^\circ$ -os szubtrópusi levegőt élvez. Ezzel nyugati hatás alá került Európa időjárása és kezdetét vette az általános felmelegedés.

Az említett (első) ciklon kelet felé való elvonulása után, 14-én már egy második ciklon van a norvég partoknál és az előbbi hátoldalán bekövetkezett lehülést újból felmelegedés váltja fel. Ezt nyomon követi a harmadik, hatásában legerősebb ciklon, amelynek áramrendszere 15., 16., 17-én egész Európában nagyarányú felmelegedést okoz. Ezeken a napokon a magyar medence időjárása igen jellegzetes volt.

Három, egyre erősödő meleghullámról tettünk említést a nyugat felé vonuló három ciklon melegszeletében s ezek közé két, a ciklonok hátoldalán kifejlődött lehülés esik. Ezek a hullámok, amelyek Középeurópa fölött jól voltak észlelhetők, a magyar medencébe nagyon letompítva jutottak el. Ennek oka részben Magyarország déli fekvése, nagyrészt azonban az Alpok és a Kárpátok akadályozó hatása volt.

A 3. ábrán az egyes napokon észlelt magasság-hőmérsékleti görbéket láthatjuk. Az ábra jobb oldalán a magasság van feltüntetve méterekben, baloldalán pedig a nemzetközi közlésben használatos geopotenciált láthatjuk geodinamikus méterekben. E szerint február 14-én (*a/görbe*) a talajon még -10° -os hideg levegő feküdt (1. pont). Ugyanakkor a Kárpátok északi oldalán már -1 , -2 C° -ra emelkedett a hőmérséklet. A troposzféra az 1. ponttól a 6. pontig nyúlik. A szaggatott vonal a hőmérséklet februári átlagos értékét mutatja és összehasonlításra szolgál, ugyanazt a többi ábrán is megtalálhatjuk. Amint látjuk, a hőmérsékletgörbe a tropopauza környékén nagyjából a nyugalmi állapotnak felel meg (2. ábra I. alak). Látjuk továbbá, hogy a troposzféra nem egységes, hanem réteges szerkezetű. A hőmérsékletgörbén három jellegzetes szakaszt tudunk kijelölni. Ezek mindegyike különböző troposzférák egy-egy darabjának tekinthető. Az (1—2) darab ahhoz a levegőhöz tartozik, amely a régi szárazföldi eredetű, hideg levegőből maradt nálunk és a Kárpátok szélvédelve alatt hideg párnaként fekszik a medence fölött, a (3—4) darab az enyhe, tengeri eredetű levegő troposzférájának egy darabja, amely a Kárpátokon túl már uralomra jutott, de a magyar medence fölött csak 1300 méter magasságban fedezhető fel. Végül az (5—6) darab a Nyugat- és Középeurópát elárasztó szubtrópusi levegő előhírnöke. A (2—3) és (4—5) darab a különböző légtömböket elválasztó, átmeneti réteget jelentik. Pusztán a talajmenti hőmérsékletből — miután ez az átlagosnál jóval hidegebb — alacsony és meleg tropopauzára gondolnánk. Láthatjuk ezzel szemben, hogy a troposzféra nagy részében átlagosnak tekinthető a hőmérséklet és ezzel az átlagosnak megfelelő tropopauza jár együtt.

A következő (*b*) görbén láthatjuk, hogy 15-én reggel még mindig -6 C° -os hideg van Budapesten, de a hideg szárazföldi levegő troposzféradarab formájában már nem ismerhető fel, felfelé a hőmérséklet nyomban emelkedni kezd és emelkedik egészen a 2. pontig. Ha a (2—3) szakaszt a szaggatott átlaggörbe segítségével az előző görbével összehasonlítjuk, látjuk, hogy az egész troposzférában erős lehülés következett be. Az időjárási helyzet ad felvilágosítást erről a lehülésről. A magyar medence az említett második ciklon hátoldalára került és az északnyugati

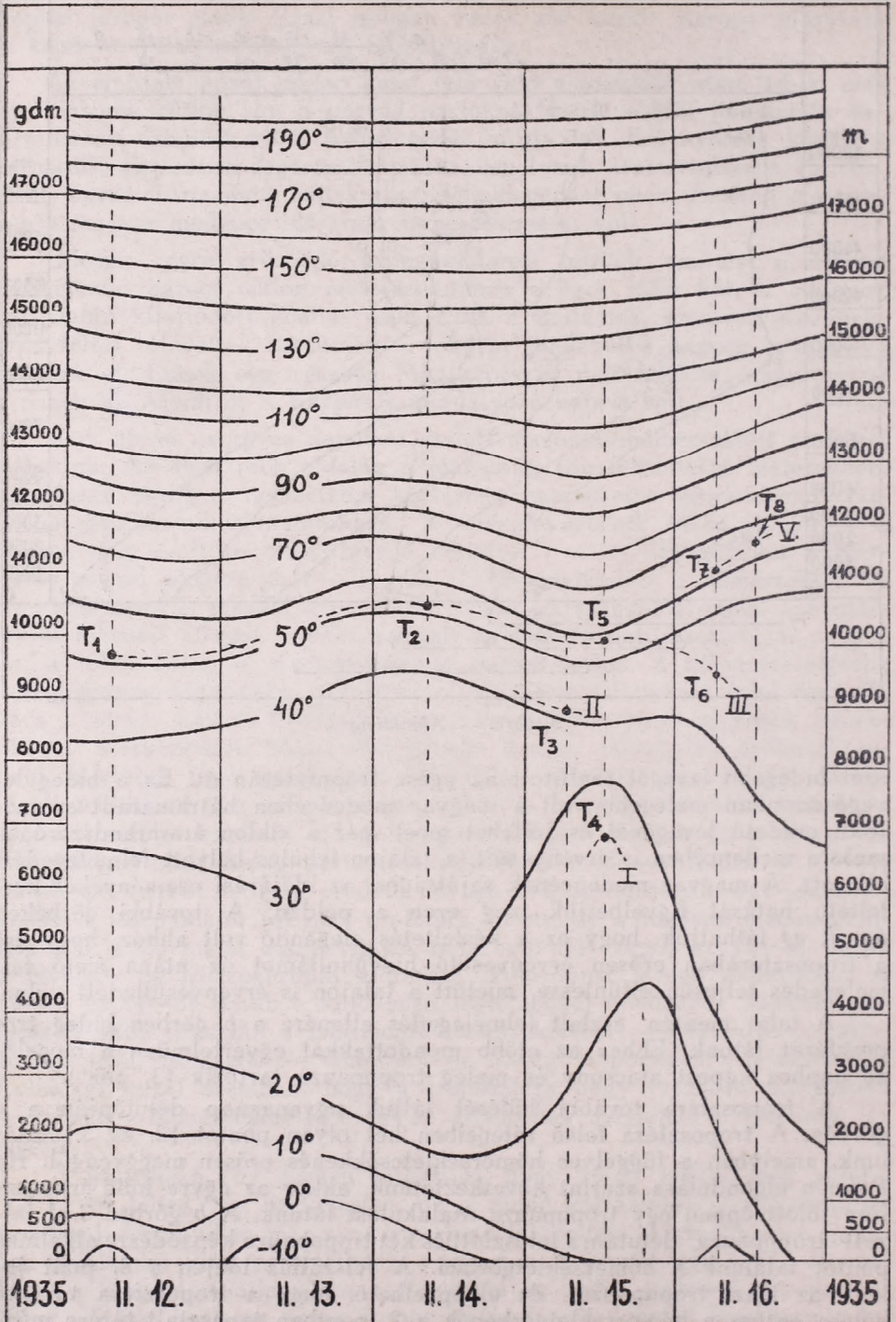


3. ábra. — Abbildung 3.

szél hidegebb levegőt szállított az egész troposzférán át. Ez a hideg levegő azonban melegebb volt a magyar medencében hátramaradt szárazföldi eredetű levegőnél és jöllehet most már a ciklon áramrendszerének szele a medencében is érvényesült, a talajon lehülés helyett felmelegedést okozott. A magyar medencének sajátos, az időjárási eseményeket késleltető hatását figyelhetjük meg ezen a példán. A további görbékben (c, d, e) láthatjuk, hogy ez a késleltetés elegendő volt ahhoz, hogy ezt a troposzférában erősen érvényesülő hideghullámot az utána siető felmelegedés teljesen eltüntesse, mielőtt a talajon is érvényesülhetett volna.

A talaj mentén észlelt felmelegedés ellenére a b görbén hideg troposzférát látunk. Ehhez az előbb mondottakkal egyértelműen a megelőző naphoz képest alacsony és meleg tropopauza tartozik (3. pont).

A troposzféra további hülését látjuk ugyanaznap délutánján a c görbén. A troposzféra felső rétegeiben két olyan pontot (2. és 3.) találunk, amelyben a függélyes hőmérsékletcsökkenés erősen meggyengül. Ha Palmén elgondolása szerint következtetünk, akkor az egyre hülő troposzféra fölött éppen egy tropopauza átalakulást látunk. A b görbén 3-al jelzett tropopauza délutánra feloszlott és két tropopauza képződésre alkalmas pontot találunk a hőmérsékletgörbén. A felszállás idején a 3. pont jelenti az igazi tropopauzát, de elképzelhető, hogy a troposzféra további hülése esetén a hőmérsékletgörbének a 2. pontban tapasztalt törése még jobban kiélesedik és rendkívül alacsony (7000 m), igen meleg ($-45^{\circ}C$) tropopauza alakul ki. Megfigyelhetjük a 3. pont fölött a Palmén szerint



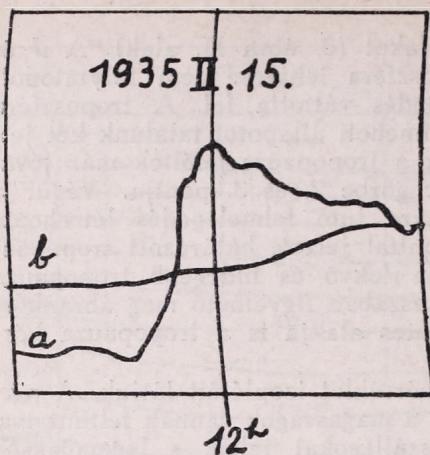
4. ábra. — Abbildung 4.

ciklonokra jellemző hőmérsékletgörbe alakot (2. ábra II. alak). A d és az e görbéken láthatjuk, hogy a troposzféra lehülése nem folytatódott tovább, a következő napokon felmelegedés váltotta fel. A troposzféra felső rétegeiben 16-án reggel (d) még átmeneti állapotot találunk két jellegzetes törésponttal (2. és 3.), de ezek a tropopauza-jelöltek már jóval magasabb rétegben fekszenek, mint a c görbe 2. és 3. pontja. Végül a troposzféra teljes kiterjedésében érvényre jutó felmelegedés létrehozta a délutáni órákban az e görbén a 2. ponttal jelzett határozott tropopauzát. Ez az átlagosnál jóval magasabban fekvő és hidegebb tropopauza valószínűleg élettartamának legelső szakaszában figyelhető meg ábránkon. Ezt mutatja a hőmérsékletgörbe jellegzetes alakja is a tropopauza környékén (2. ábra III. alak).

A 4. ábrán végül a potenciális hőmérséklet izoplétáit látjuk. A vízszintes tengelyen a napok, a függőyiesen a magasságok vannak feltüntetve. A függélyes szaggatott vonalak a felszállásokat jelzik s legmagasabb pontjuk a felszállásban elért magasságot adja meg. Látjuk, hogy a troposzférában 12-étől 14-éig felmelegedés ment végbe: az izopléták süllyednek. A tropopauza fölött (T_2 pont) azonban lehült a levegő: az izopléták emelkednek. Látjuk, hogy 14-én 5000 és 9000 m között az izopléták távolodnak egymástól, itt tehát az előző napokhoz képest megerősödött a függélyes hőmérsékletcsökkenés; a tropopauza csak 9000 m fölött alakulhat ki. A következő napon az izopléták erős emelkedést mutatnak a troposzférában s jelzik azt az erős lehülést, amit a 3. ábrán is láttunk. A magasabb rétegekben ezzel szemben lesüllyednek az izopléták és ott melegedésre engednek következtetni. Jól megfigyelhetjük 6000 és 11000 m között az izopléták egymás felé hajlását. Abban a rétegben tehát, amely az előző napon tropopauza kialakulására teljesen alkalmatlan volt, a függélyes hőmérsékletcsökkenésben olyan változások következtek be, amelyek tropopauza kialakulását itt lehetővé tették. A T_3 , T_4 és T_5 pontok azokat a magasságokat jelzik, ahol a hőmérsékletgörbe szerint tropopauza kialakulása várható volt. A következő napon, 16-án az izopléták erős lehajlása a troposzférában bekövetkezett erős felmelegedést jelzi. A magasabb rétegekben a görbék felfelé hajlanak és az előző nap tropopauzagyánús rétegében a görbék határozott tágulása figyelhető meg. Az átalakulás folyamán a délelőtti felszállásban még két lehetőséget találunk a tropopauza végleges kialakulására (T_6 és T_7 pontok), míg a délutáni felszállásban már csak egy, határozott helyét jelölhetjük meg (T_8).

Február 15. és 17. között *Bjerknes* és *Palmén* Norvégiától Spanyolországig hat olyan felületről tesznek említést, amelyek alkalmasnak látszottak arra, hogy a különböző magasságban tropopauzává alakuljanak. Ezek elrendezése olyan volt, hogy az említett terület valamely pontja fölött nem volt megtalálható valamennyi felület, hanem ezek északról dél felé lépcsőzetesen helyezkedtek egymás fölé úgy, hogy északon a legalacsonyabbak, délen a legmagasabbak voltak csak felfedezhetők. Magyarország fölé ezek közül alulról felfelé haladva a szerzők által I., II., III. és V.-el jelzett felületek nyúltak el. Ezeket a számokat találhatjuk a 4. ábrán az egyes T pontok mellé írva.

A sztratoszféra kiegyenlítő hatásának igen jellegzetes megnyilvánulását láthatjuk az 5. ábrán. Az itt leírt erős légköri változások legerősebben 15-én jelentkeztek. A troposzférában délelőtt erős lehülés, délután nagyarányú felmelegedés indult meg. Az utóbbi az 5. ábrán látható (a) hőmérsékletgörbe szerint a talajon 5 óra alatt 14 C° -os melegedést okozott. A troposzférának ezt az erős hőmérsékleti átalakulását a sztra-



5. ábra. — Abbildung 5.

toszféraváltozások olyan mértékben ellensúlyozták, hogy a talajon feljegyzett légnyomásgörbéken (b) ennek a gyors változásnak feltűnő jelét nem találjuk.

Palmén vizsgálataiból tudjuk, hogy nagyszámú felszállást vizsgálva a hőmérsékletgörbének a tropopauza környékén felvett jellegzetes formái (2. ábra II., III. alak) a légnyomási képződményekhez vannak kötve. Az egyes eseteket tekintve azonban célszerűbbnek látszik a troposzféra hőmérsékleti viszonyaiban beálló változás alapján tett megkülönböztetés. E szerint a troposzférában beálló hirtelen és általános felmelegedés

átmenetileg a III. alakot, a lehülés a II. tropopauzaformát alakítaná ki. Ez a megkülönböztetés természetesen összhangban marad *Palmén* átlagos állapotokra vonatkozó osztályozásával, miután az anticiklonokhoz átlagosan meleg, a ciklonhoz pedig hideg troposzféra tartozik.

Erősen kifejlődött légnyomási képződmények belsejében a tropopauza most látott átalakulása valószínűleg gyakori jelenség. A felszállások szórványos eloszlása miatt azonban eddig ritkán volt alkalmunk arra, hogy egy-egy átalakulást részleteiben lássunk. A rádiószonda felszállások ezen a téren igen érdekes eredményeket ígérnek.

Dr. Béll Béla.

Titkári jelentés a Magyar Meteorológiai Társaság mult évi működéséről.

Ebben az évben is igen fájdalmas visszaemlékezéssel kell jelentésemet megkezdenem. Társaságunk első elnökét, lapunknak sok éven át volt önzetlen munkatársát és gondos szerkesztőjét, *dr. Róna Zsigmondot* mult évi október hó 22-én, életének 81-ik évében elvesztettük. *Róna Zsigmonddal* a magyar meteorológusoknak nemcsak nesztora szállt sírba, hanem élete végéig a fiataloknak kiváló nevelője és támogatója is, akinek oly sok magyar fiatal meteorológus sikeres szárnypróbálgatása, majd szabad repülése köszönhető. *Róna* volt a tudományos magyar meteorológiai és klimatológiai irodalom megalapítója, több mint 50 éven át művelte ezt a tudományt és nevének külföldön is nagy megbecsülést és elismerést szerzett. Ma csak röviden emlékezünk meg társaságunk nagy veszteségéről, külön ünnepi ülésen fogjuk az ő nagy érdemeit méltatni.

Konkoly Thege Miklós, az Intézet nagynevű újjáalapítója születésének századik évfordulója ebben az évben januárius 20-án volt. Társaságunk ünnepi ülésen emlékezett meg *Konkoly Thege Miklósról* és három előadásban méltatta nagy érdemeit. Most vasárnap május 10-én pedig a hatóságok, a magyar meteorológusok és a tudományos testületek részvételével az ógyallai meteorológiai obszervatórium falán elhelyezett emléktábláját avatjuk fel, rajta bronzból készült képmása van.

Társaságunk az elmúlt évben is zavartalanul megjelentette „Az Idő-