



Erdőmérnöki Főiskola Sopron, Jegyzetei

**Az általános meteorológia,
időjárásstan és éghajlattan
alapjai.**

Dr. Botvay Károly

egyetemi tanár

Kézirat 1953.

Kiadja az Erdőmérnöki Főiskola Tanulmányi Osztálya, Sopron.

Erdőmérnöki Főiskola Sopron, Jegyzetei

Az általános meteorológia, időjárásstan és éghajlattan alapjai.

Dr. Botvay Károly

egyetemi tanár

Kézirat 1953.

Kiadja az Erdőmérnöki Főiskola Tanulmányi Osztálya, Sopron.

II. rész.

I D Ő J Á R Á S .

METEOROLÓGIAI MEGFIGYELŐ ÉS TÁVIRATOZÓ SZOLGÁLAT.

A légköri kutatások rendszeres végzésére minden kulturállam nagy anyagi áldozatot igénylő meteorológiai állomáshálózatot tart fenn, ahol műszeres megfigyeléseket végeznek s ahonnan az észlelési anyagot távirati úton az országos meteorológiai központnak megküldik. Nagyobb állomások kétféle célra is végeznek észlelést: az időjárási szolgálat keretében és az éghajlat tudományos kutatásának a céljaira. Az időjárási szolgálat gyakoribb megfigyelést igényel. Teljes üzem esetében naponta nyolcszor, vagyis három óránként kell megfigyelést végezni és az észlelési anyagot táviratilag a központba továbbítani. Ilyen átfogó időjárás megfigyelési szolgálatot rendszeren a repülőtereken tartanak fenn; manapság a légi közlekedésnek igen nagy érdekei fűződnek az időjárási megfigyelőszolgálathoz.

Nálunk az Országos Meteorológiai Intézet táviratozó állomáshálózatának a térképe szerint 27 olyan táviratozó állomás működik, amelyek nagyrésze csak korlátolt időjárási szolgálatot lát el az éghajlat-kutatás szolgálata mellett. Ezen túl még számos hegyi állomás, csapadékmérő és hőmegfigyelő állomásunk van. Repülőtereken magaslégkör kutatás is folyik.

Az időjárási észlelésekre nemzetközileg megállapított fő és mellékterminusok eltérnek az éghajlatkutatás terminusaitól. Erre nézve a 21. táblázatbeli, órákban értendő áttekintés szolgáljon tájékoztatásul.

21. táblázat. Időjárási észlelések hazai terminusai.

	Greenwichi idő- ben	Nálunk téli idő- számításban	Nálunk nyári idő- számításban
Főterminusok	00 06 12 18	01 07 13 19	02 08 14 20
Melléktermi- nusok	03 09 15 21	04 10 16 22	05 11 17 23
Éghajlati észlelések	-	07 14 21	08 15 22

Az észlelések időpontjaira nézve az a főszempont, hogy az időjárásjelentési távirat legkésőbb egész órákor a postán feladható legyen. Az éghajlat észlelések minden állomáson a helyi középidejében végzendők /lásd az Éghajlat c. fejezetben/.

Az észlelési anyagot a megfigyelő állomások az észlelés elvégzése után számkulcsba öntik s ilyen formában táviratozzák meg az országos meteorológiai intézeteknek.

Hazánkban 1950. január 1 óta az 1947-ben Washingtonban megtartott nemzetközi meteorológiai értekezleten elfogadott számkulcsnak a Szovjetunióban használatos, kissé módosított alakja az elfogadott.

Ezen időjelentési számkulcs betűformája:

0	1	2	3	4	5	6
YYGG	IIII	Nddf _m f _m	VVwwW	PPPTT	N _h C _l hC _M CH	T _d T _d app
	7	8	9	10		
	7RRT _e T _E	8N _s Ch _s h _s	9S _p S _p S _p P	OT _g T _g E _s		

Az itt közölt csoportokhoz azonban egyes terminusokban még "hó" - csoport, vagy nyílt szöveg is járulhat.

Az egyes csoportok betűjelei helyébe a következő szám adatok helyettesítendők:

0. csoport YY a hónap napja, GG észlelés időpontja magyar óráidőben.

1. csoport: II országjelző szám /Magyarország 12/, iii állomásjelző szám az országon belül /pl. Soproné 805/.
2. csoport: N összfelhőzet mennyisége oktáiban, dd szél iránya 36-os skála szerint, $f_m f_m$ szélsőségek m/sec-ban /ha 23 m/sec-nál erősebb, akkor szövegben adandó meg/.
3. csoport: VV vízszintes látási távolság az állomásokon elfekvő skála szerint, ww időjárás az észleléskor vagy az utolsó órában az állomásokon elfekvő 99-es skála szerint, W az elmúlt időjárás az utolsó jelentés óta, az állomásokon elfekvő 9-es skála szerint.
4. csoport: PPP légnyomás tengerszintben tizedmillibárig, a száz- és ezres elhagyásával, TT léghőmérséklet egész fokokban; negatív hőmérsékletet úgy tüntetjük fel, hogy 50-el nagyítunk.
5. csoport: N_h a h magasságu felhők mennyisége /mint N-nél/, C_1 alacsonyszintű felhők faja /9-es skálában/, h alacsonyszintű felhők alapjának magassága az állomás szintje felett /9-es skálában/, C_M közepmagas felhők faja /9-es skálában/, C_H magas felhők faja /9-es skálában/.
6. csoport: $T_d T_d$ harmatpont /táblázatból/, a légnyomásirányzat jellege az utolsó 3 órában /tendencia, pl. állandó, emelkedő, süllyedő, stb./, pp légnyomásváltozás /tendencia/ nagysága, l/lo millibárokbán.
7. csoport: 7 állandó csoportjelző szám, RR csapadékmennyiség az utolsó 12 óra alatt mm-ben. $T_e T_e$ szélső hőmérséklet /max. és min./, mint TT-nél.
8. csoport: 8 állandó csoportjelző szám, N_s jellemző felhőzet mennyisége /mint N-nél/, C jellemző felhőzet faja /10-es skálában/, $h_s h_s$ jellemző felhőzet alapjainak magassága az állomás szintje felett /99-es skálában/.
9. csoport: 9 állandó csoportjelző szám, S S kiegészítő közlés az időjelenségekről, $s_p s_p$ az időjelenség jellemzése.
10. csoport: 0 állandó csoportjelző szám, $T_g T_g$ radiációs minimum, E talajállapot /9-es skálában/, s hótakaró vastagsága /9-es skálában/.

A táviratban szereplő betűknek tehát határozott jelentésük van s mindegyikhez tartozik egy skála, amelynek egyes tagjai egy-egy állapotot jelentenek; innen kikeresve az észlelt állapotnak megfelelő számot, behelyettesítjük a betű helyére. Pl. a 3 számcsoportban a ww /időjárás az észlelés pillanatában/ helyére való behelyettesítés céljára egy a 0-tól 99-ig terjedő skála szolgál, amelynek minden egyes tagja egy meghatározott időjárási változást jelent. Pl. a 75-ös szám jelentése: havazás folytonos, erős.

Ezeket a számsorokat itt nem közölhetjük; az érdeklődő megtalálja az Országos Meteorológiai és Földmágnassági Intézet kiadásában, Hille Alfréd szerkesztésében 1949. novemberében megjelent "Az időjárási táviratok kézikönyve" c. munkában, avagy az állomásokon "Utmutatás az időjelentési észlelőkönyv használatához" c. alatt, az észlelőkönyv bevezetőjében.

LÉGTÖMEGMOZGÁS SZEREPE AZ IDŐJÁRÁSBAN.

Már említettük, hogy a levegő azért jut mozgásba, mert a különböző hőmérsékletű s egyben különböző nyomású léghalmazok egyen-súlyba törekszenek jutni. Nagyobb légtömegek ilyen okokból igen nagy távolságra juthatnak el s ezen az úton valamely vidék helyi levegőjének a helyébe, attól egészen eltérő tulajdonságú levegő érkezik, ami viszont időváltozást von maga után. Hogy az időjárásban ilyen légtömegmozgások következtében mily mérvű változások jönnek létre, az nagy mértékben függ a földrajzi szélességtől. A trópusokban óriási arányú légmozgások folynak s az időjárás mégis igen egyhangú; nap-nap után ugyanaz az időjárás ismétlődik meg. Ennek az a magyarázata, hogy a trópusokban egyrészt nagyon egyenletesek a hőviszonyok, másrészt a levegő mozgására az itteni alacsony szélességek alatt még kevéssé hat az eltérítő erő s így a szabályos konvekciót kevéssé zavarja. Minél inkább eltávolozunk azonban a trópusok felől a magasabb szélességek felé, annál erősebben jelentkezik az eltérítő erő, annál szövevényesebbé válnak az áramlási rendszerek s így annál változékonyabb az időjárás.

A hazánkba érkező idegen légtömegeket eredetük szerint 6 csoportba sorolják: 1. Sarkvidéki eredetű tengeri légtömeg, amely-

nek származási helye az Atlanti óceán északi része. Az innen érkező levegő hideg, nem túlságosan nedves, átlátszó. 2. Sarkvidéki eredetű, szárazföldi légtömeg, amelynek származási helye Finnország, Északszovjetunió. Ez hideg, száraz és kissé homályos levegő. Az 1. és 2. alattiak között az átmenetet az északskandináviai eredetű légtömegek képviselik. 3. Mérsékelt égövi tengeri eredetű légtömeg az Atlanti óceán közepes /40-50°/ északi szélességű tájairól, amely nedves, nyáron hűvös, télen enyhe; levegője átlátszó. 4. Mérsékelt övi szárazföldi eredetű légtömeg, az orosz síkságról; ez aránylag száraz, nyáron meleg, télen hideg s többnyire homályos levegőjű. 5. Meleg övi tengeri légtömeg az Atlanti óceán 40° é.sz.-étől délre eső részről vagy a Földközi tengerből; levegője meleg és nedves. 6. Meleg övi szárazföldi légtömeg a Szaharából vagy Kisázsziából, mely többnyire a földközi tengeren és a Balkánon át, esetleg a Fekete tenger felől érkezik hozzánk, leginkább már megváltozott állapotban, mert a Földközi tenger felett megtett útján vizet vesz fel. Ennek ellenére azonban a nedvessége viszonylag alacsony marad, viszont a hőmérséklete magas.

Ha valamely légtömeg az ország közvetlen közelében már hosszabb ideig /5-7 nap/ tartózkodott, akkor a származási helyéről hozott eredeti tulajdonságait elveszti s hasonlónak lesz a honi levegőhöz. Az ilyen légtömeg /közömbös levegő/ beáramlása nem hoz lényeges változást.

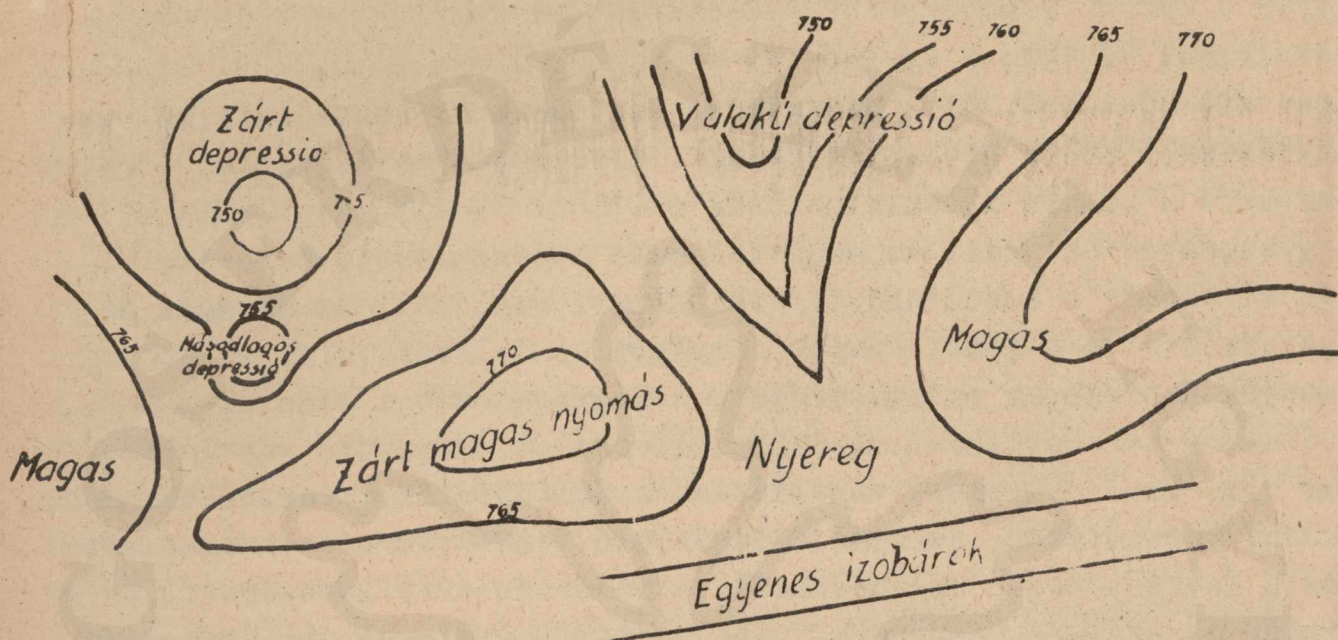
IDŐJÁRÁSI TÁRKÉPEK.

Az időjárás tanulmányozása s az idő előrejelzése csak úgy lehetséges, ha egyszerre nagy kiterjedésű területeken figyelhetjük meg az időjárási elemek változásait. Ennek az a feltétele, hogy szinoptikus térképekkel rendelkezünk, olyanokkal, amelyek meghatározott időpontban az egész, megfigyelésünk alá vont területen feltüntetik az időjárási elemek előfordulásait és értékeit. Ebben az esetben két egymás után következő szinoptikus térkép összehasonlításával megállapítható, hogy az egyes időjárási elemek a vizsgált területen a két térkép időpontja között mily mérvű változáson mentek át. Országos meteorológiai intézetekben naponta többször is szerkesztenek ilyen térképet, s így állandóan nyo-

on k ötetik az időjárás alakulását. A szinoptikus térképekhez szükséges adatokat rádió útján szerzik meg; az egyes államok u gyar s rádióon kisugározzák a fontosabb meteorológiai állomások észlelési adatait s egyben fel is fogják a más államokból kisugárzott adatokat. Ez a nemzetközi adatosere is nemzetközileg meghatározott kulcs szerint történik. A szinoptikus időjárás térképekre a könnyű áttekinthetőség céljából az állomások neve mellé egyezményes jelekkel és meghatározott elrendezésben hordják fel az adatokat: a borultságot, szélirányt, szélerőt, az állomás hőmérsékletét s a többi adatot, amelyet az állomás jelentet. E vonják a térképen az izobárokat, a légnyomásnak a legutóbbi 3 óra alatt bekövetkezett egyenlő változásait összekötő vonalakat, az u.n. izallobárokat, vonalkázással feltüntetik a csapadékos és ködös területeket, beírják a megfelelő területekre a idegen eredetű levegőtömegek megnevezését, a hőmérsékleti, légnyomási, szélirány és szélerő, csapadék, stb. adatok figyelembe vételével kijelöl k a frontok helyzetét, stb. Az ily módon megszerkesztett térkép szolgál alapul a prognosztizőrnek az idő előrejelzésben, de szükség esetén még melléktérképek /izoterma, stb. képek/ is készülnek erre a célra. A meteorológus az ilyen térképekről - főként az egymásutáni térképek egybevetése útján - az időjárások olyan fontos mozzanatát tudja kiolvasni, amelyek a várható időjárás szempontjából döntő jelentőségűek. Ebben a tekintetben segítséget nyújtanak az izobár alakzatok is; a légnyomás ugyanis egyike a legmegbízhatóbban észlelhető elemeknek, mert nagy pontossággal tudjuk mérni és a helyi körülmények nem befolyásolják. Az egyes jellemző izobáralakzatokkal jellemző időjárások kapcsolatosak. Ilyen izobár alakzatok: a ciklon és az anticiklon, a mellékdepresszió, a V-alaku depresszió, a ragasnyomású ék, a mélynyomású nyereg, az egyenes izobárok. /Lásd a 30. ábrát./

A málthan, amikor a szinoptikus meteorológia tulnyomóan az izobár térképekre támaszkodott /izobár szinoptika/, ezeknek az izobár alakzatoknak igen nagy volt az időjárás helyzetek elemzésében a jelentőségük. Ma azonban a magas légrétegekre is kiterjesztett megfigyelések és a frontologia tudományának kiépítése következtében már az izobáralakzatokon tul, más vonatkozások-

ban is nagyon kibővültek az elemzési lehetőségek. A különféle izobár-alakzatokat a 30. ábra mutatja.



30. ábra. Izobár alakzatok.

A ciklon, /depresszió, alacsony légnyomás, barometrikus minimum/ időjárása. Többé-kevésbé ellipszis alakú koncentrikus izobárok alakjában jelenik meg a térképen. A zárt izobárok befelé csökkenő légnyomást tüntetnek fel s az alakzat közepében a térképeken az alacsony nyomás szimbolumaként A-betű szokott állni. Kiterjedése rendkívül nagy, elérheti a 3000 km-es átmérőt. A levegő az óramutató járásával ellentétesen görbült pályákon befelé áramlik benne a legmélyebb nyomású pont felé, ami annyit jelent, hogy befelé az áramlási pályák egyre szűkebbé válnak s ennek következtében az áramlás sebessége egyre növekszik. Általában tehát nagy gradiens és viszonylag sűrű izobárvonalak jellemzik. A középpontba beszállított torlódó levegő innen a magasba, onnan pedig kifelé áramlik. Minthogy a felszálló légáramlás kondenzációra vezet, ennek következtében a ciklonok időjárása borult egű, csapadékos, télen enyhülést, nyáron rendszertint lehülést hoz magával.

Az ilyen ciklonok nagyjában W-E irányban mozognak és természetesen minden területen, amelyet érintenek a szerkezetükből folyó időjárási viszonyokat alakítanak ki.

Vannak azonban alacsony légnyomású képződmények, amelyek aránylag helyhez kötöttek s csak a látszólagos napjárással változtatják a helyüket. Ilyen pl. az ekvátor környéki mélynyomású öv, de egyébütt is kialakulnak többé-kevésbé állandó jellegű depressziók, mint amint az Izland környékén megszokott mélynyomás, az u.n. izlandi minimum.

Anticiklonok /magas légnyomások, barometrikus maximumok/ időjárása.
Izobárokkal feltüntetve többnyire ugyancsak elliptikus alakzatok, amelyekben kívülről befelé növekszik a légnyomás. Ezeket a térképen M-betűvel tüntetik fel. A belső részükben a gradiens igen kicsiny, a levegő itt leszálló áramlást végez. Ebben a részben tehát horizontálisan csak szabálytalan, gyenge áramlás van; a peremek felé az áramlás kifelé irányul az óramutató járásával egyezően görbülő pályákon s itt a gradiens is nagyobb valamivel. Általában azonban az izobárvonalak sokkal ritkábbak, mint a ciklonokban. A leszállással dinamikus felmelegedés, a harmatpotttól való eltávolodás kapcsolatos, ezért a magas légnyomásokra általában nyugodt, felhőtlen és száraz időjárás jellemző, nyáron a peremvidékeken Cn-ok jelentkeznek. A zavartalan be és kisugárzás nyáron tartás melegét, télen igen erős lehűlést, szigorú fagyokat, esetleg ködöt eredményeznek a talajközeli levegőrétegekben.

Az anticiklonok általában állandóbb természetű képződmények, mint a ciklonok. Gyakran igen hosszú ideig vesztegelnek egy vidék felett, anélkül, hogy helyzetükben, intenzitásukban nagyobb mérvű változás állna be.

Vannak olyan anticiklonok is, amelyek állandóan a Föld meghatározott helyeihez vannak kötve s átlagos helyükből csak a Nap járásának megfelelő évszakos elmozdulást végeznek. Ilyenek a téritők tájékán kialakult magas nyomású övek s ezek közül az É-féltekén kialakulthoz tartozik az Azori szigetek környékének állandó jellegű magas nyomású légtömege az u.n. azori maximum.

A mellékdepressziók. Mint kisebb kiterjedésű örvénylések jelentkeznek a depressziók peremvidékén /kivéve azok északi részét/ s az izobár térképen a fődepresszió izobár vonalának kiöblösödése alakjában jelentkeznek. A szél iránya a mellékdepresszió mellső oldalán többnyire parallel halad az izobár vonalakkal, ereje gyenge, a hátsó részen azonban az izobár vonalakra merőleges irányu erős sőt gyakran viharos szél jelentkezik, amely egyben hőmérséklet eséssel és heves csapadékhullással kapcsolatos, tehát a hideg front időjárási jelenségeit itt is felfedezhetjük.

V - a l a k u d e p r e s s z i ó k. Ezek a depresszióknak nyelvi alakú, többnyire délre irányuló nyulványaiként, magas nyomású vidékek között jelennek meg az izobártérképen. A nyulványok hosszában erős hőmérsékleti és szélerőbeli eltérések, zivataros esők jelentkeznek /ezért zivatarzsákoknak is nevezik/.

M a g a s n y o m á s u é k. Két mélynyomású képződmény közé ékelődő magasnyomású nyelv, hossz tengelyében kifejezett divergencia /szétáramlási/ vonallal. Leszálló áramlása folytár nem tartós, de igen derült ég jellemzi.

M é l y n y o m á s u n y e r e g. Két magasnyomású vidék közötti kicsiny gradiensű gyenge légáramlású alacsonyabb nyomású rész, amelyben gyakran feltűnően rossz időjárás jelentkezik. Nyáron gyakoriak benne a zivatarok.

E g y e n e s i z o b á r o k. Európában N-S vagy W-E irányban alakulnak ki. Ha N-S kialakulás esetében tőlük keletre maximum, nyugatra minimum van, akkor télen Nyugateurópában viszonylag meleg, Keleteurópában hideg uralkodik, az időjárás télen és nyáron egyaránt száraz és derült. Ha a maximum nyugaton van, akkor télen alacsony a hőmérséklet és erős a havazás, tavaszkor hideg visszaesések jelentkeznek. Nyáron Középeurópában nedves és esős az időjárás, Nyugateurópában derült és száraz. Ha az egyenes izobárok W-E irányban fekszenek, akkor Déleuropa felett van a maximum, Skandinávia felett a minimum. Középeurópában ilyen esetben télen meleg levegőtömegek vonulnak el, viszont hosszabb fagy után ilyen izobárkialakulás esetében indul meg az olvadás.

A k i ó c e n t r u m o k / h a t á s k ö z p o n t o k /

Az időjárási térképeket Európa közelében olyan területeket találunk, ahol feltűnően állandósult minimumok vagy maximumok vannak. Tesserenc de Bort ezeket akciócentrumoknak nevezte el. Ilyenek az Atlanti óceán északi részében fellelhető légnyomásminimum az u.n. izlandi minimum, az Európától délnyugatra eső igen állandó jellegű szubtropusi magasnyomás, az u.n. azori maximum és az Oroszország feletti téli, kiterjedt magas légnyomás: a szibériai maximum, amely esetenként kiterjeszkedhet rajtunk keresztül délnyugati irányba, az azori maximum felé. A szibériai maximum helyén nyáron minimum alakul ki. Az izlandi minimum és az azori maximum, mint az általános légkörzés következményei dinamikus eredetűek, a szibériai tisztán termikus eredetű /a szárazföld extrém lehülése, ill. felmelegedése folytán jön létre/. Ezen akciócentrumok helyzetében, intenzitásában beálló változások messzemenő kihatással vannak Európa időjárására. Az izlandi minimum a legtöbb európai ciklon kiindulópontja. Az azori maximumról gyakran szakadnak le kisebb magaslégnomásu halmozok, amelyek áthaladhatnak Európán. A szibériai maximum télen, amikor az azori maximum irányában előretör, csikorgó hideget hoz hozzánk, nyáron viszont az alacsony légnyomása szívó hatással van az Atlanti óceán légtömegére, amelyek rajtunk keresztül vonulnak keletre s kiadós nyári esőket idéznek elő. Az idősebb Cholnoky szerint a téli hidegnek az euráziai kontinensről az Atlanti óceán irányába nyugatra, illetve a nyári Atlanti tengeri légtömegeknek a kontinens irányába keletre való előnyomulása európai monszunnak tekinthető.

I d ő j á r á s i f r o n t o k , l e s i k l ó f e l ű l e t e k h a t á s a a z i d ő j á r á s r a . A Földön előforduló különleges szélrendszerek tanulmányozásakor már megismertünk az u.n. mérsékelt égövi ciklon keletkezésére és fejlődésére vonatkozó Bjerknes-féle elmélettel. Már ebből is eléggé világosan következett, hogy ennek a szélrendszernek a hozzá tartozó frontokkal igen erős hatást kell gyakorolnia azon vidékek időjárására, amelyeken átvonul. Ezuttal konkrét formában, egy fejlett ciklonnak és a hozzája tartozó frontpárnak a 31. ábrán feltüntetett sémája segítségével tanulmányozzuk a kérdést. A séma a ciklont s a frontpárt felülnézetben és két metszetben mutatja be

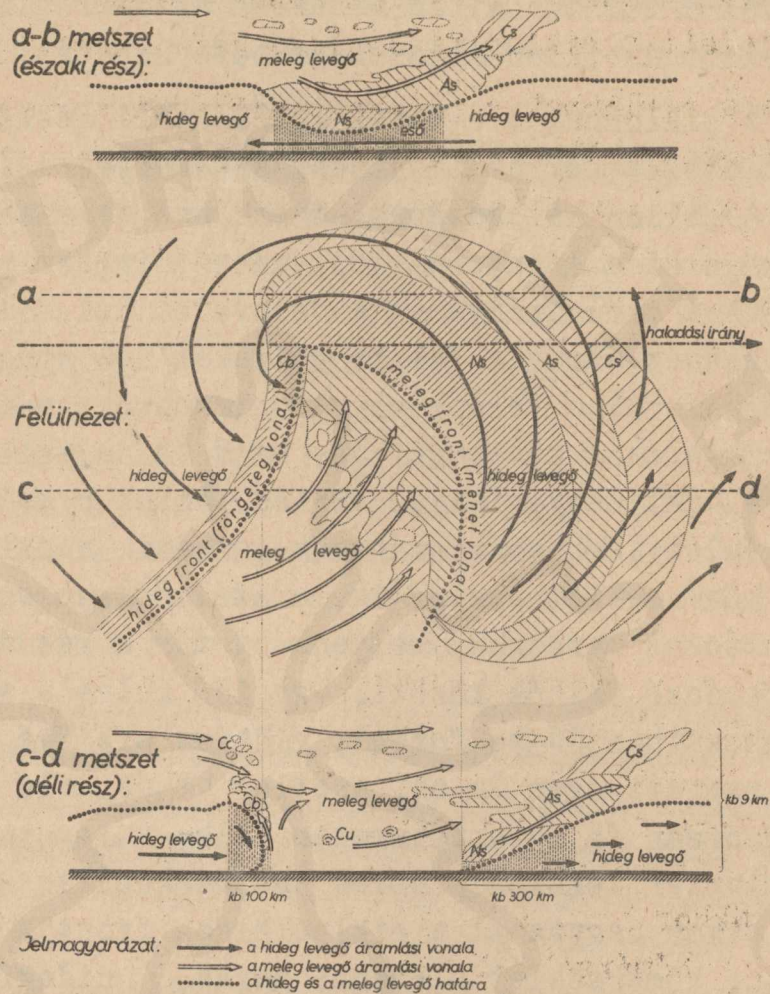
a hozzá tartozó örvénylő légáramlással, felhőalakokkal, csapadékkal.

Miként már ismeretes, az egész rendszer mozgásban van nyugatról kelet felé.

Az a-b metszet a meleg szektoron kívül, attól északra esik. Itt a meleg levegő - miként a metszet világosan mutatja - a magasban van; a talaj színében csak hideg levegő található. A magasba szorult levegőben kondenzáció következik be s ennek következtében különböző felhőalakok jelennek meg. Az Na-felhőből egy helyen, de széles kiterjedésben hull a csapadék.

A c-d metszet a ciklon déli részében a nyitott ollóban van. A meleg szektor meleg levegője a talajon fekszik, a két hideg nyelvtől befogva. Azon felül, hogy a ciklon egészében véve kelet felé halad, benne az egyes levegőfajtáknak önálló mozgása is van. A meleg szektor levegője gyorsabban mozdul kelet felé, mint az előtte haladó hideg nyelv légtömege, ezért ennek rendkívül enyhe lejtőjén felsiklik /meleg front/. Viszont a sarki védékről eredő nyugati nyelv hideg levegője még a meleg szektor levegőjénél is gyorsabb mozgású s ezért a meredek homlokkalával a meleg levegő alá ékelődik s azt hirtelen a magasba dobja. Ezeknek a ciklonon belüli mozgásoknak egyik fontos következménye a meleg és hideg fronton a meleg levegő felszállását nyomon követő kondenzáció, felhősődés és csapadékképződés. A meleg fronton az egyenletes, lassu felsiklás folytán, egyenletesen hulló, igen nagy térségekre kiterjedő /országos/ eső keletkezik. A hideg fronton viszont a hirtelen történő felemelkedés folytán zivatarfelhők képződnek s - esetlegként görgőviharoktól kísért heves, závorszerű zivataros eső, esetleg jégeső támad, amely azonban rendszerint nem tartós és keskenyebb pásztára szorítkozik. Itt a szélnek különleges turbulens jellegét kölcsönöz az, hogy a leáramló poláris levegő alsó rétege lassu melegedésben van, amihez képest a felső rétege viszonylag hideg marad, amiből instabilitás és turbulencia keletkezik. Az ilyen viharos szél gyakran lökéses s azon felül az irányát is ritmusosan változtatja egy középirány körül. Innen van az, hogy gyakran jelentős károkat is okozhat. A rendszeren belüli mozgásnak másik fontos következménye az, hogy a sebes nyugati

hideg levegő néhány nap alatt utoléri a lassabb keleti hideg levegőt, az olló záródik s a meleg levegő teljesen a magasba szorul /okklúzió/.



31. ábra.

Mérsékeltövi ciklon időjárási viszonyai.

Az előadottakból tehát kitűnik, hogy a ciklon északi részének egy vidéken való áthaladása más időjárási jelenségek között megy végbe, mintha a déli rész halad át.

Rendszerint a légnyomás süllyedése az első jel, amely a ciklon közeledtét elárulja. Gyakran előfordul azonban, hogy még ezt is megelőzi a Ci-felhők felvonulása a nyugati égen.

Ezek után, amennyiben a ciklon északi része vonul el a vidék felett, az ábránk szerint a szél iránya SW-ről a S-ön át lassan E-re, NE-re, végül N-ra változik. A felhők közül a ciklon érkezési irányából először Ci-ok, majd As s végül Ns érkezőnek /a felhők az első Ci-ok után egyre alacsonyabbak/. Az Ns-al

már megérkezik az eső is. A hőmérséklet a vidéken a ciklon áthaladásakor a viszonylagosan hűvösből még hűvösebbé változik. Az eső elmúltával a felhők helyét magasabb As-ok foglalják el s ezzel a vidék felett a ciklon átvonulása befejeződött.

Ha a ciklonnak a c-d-vel jelölt déli része vonul el valamely vidék felett, akkor az időjárási eredmények változatosabban alakulnak. A ciklon haladásának útjába eső valamely ponton figyelve a jelenségeket a légnyomás süllyedését tapasztaljuk, majd megfigyelhetjük a szél irányának a délnyugatiból déliesre való változását /lásd az ábrán a fekete nyilakat/. A nyugatias égen előre szietve feltűnnek a felénk vonuló cirruszok, melyektől egyre alacsonyabb felhőalakok követnek; As, majd Ns jelenik meg s megindult az esőzés, mely egyenletes, tartós. Amint a melegfront áthaladt a vidék felett, annak nyomában megérkezik a meleg szektor levegője, a hőmérséklet emelkedik, a szél délnyugatias, a felhők lassan szakadozni kezdenek, helyenként már a kék ég is látható lesz a felszakadozó felhők között. Egy idő múlva a szél iránya SW-ből gyors fokozatban NW-be fordul, viharos erejűvé, lökésessé válik /bőve/, a nyugati égen Cu-ok, esetleg Cb-ok jelennek meg, a hőmérséklet gyorsan és igen tetemesen esik, a légnyomás emelkedik. Zápor, zivatar kerekedik heves csapadékhullással, esetleg jégesővel. Ekkor hagyta el a ciklon hideg frontja a vidéket. Az ég kiderül, a hőmérséklet alacsony marad, hidegfront mögötti sarki eredetű levegő vonul a vidék felett, a légnyomás emelkedése jelzi, hogy nagynyomású, anticiklonális, sugárzó idő következik, télen nagy hideggel, nyáron lassan felmelegedő levegővel. Ezzel a ciklon elvonulása befejeződött. Jól fejlett meleg szektorral rendelkező ciklon déli részének az áthaladása esetében tehát két ízben is kap az érintett vidék esőt. Először a melegfronti lassu, kiadós, országos jellegű esőzést, azután átmeneti felhősztés után zivataros, heves hullású hidegfronti záport.

A ciklon átvonulása tehát igen változatosá teheti az időjárást. A ciklon a sémán feltüntetett jellegein kívül még egy igen fontos sajátossággal rendelkezik: mélynyomású képlet. A mélynyomás legalacsonyabb értéke a meleg- és hidegfront összefutásának a pontjába esik. Ide áramlik a levegő örvénylő mozgással,

mely hol szubtrópusi meleglevegőt sodor északra, hol északi eredetű hideglevegőt sziv le délibb, melegebb időjárású vidékre. Ez a két ellentétes levegő gyakran éles hőmérsékleti aszimetriát teremt a ciklonban.

A fentiekben egy mérsékeltövi ciklon frontpárjának elvonulásával kapcsolatos időjárási jelenségekről számoltunk be. Reá kell mutatnunk azonban arra, hogy a tanulmányozott eset világosan áttekinthető iskolapélda volt. A valóságban az egymást követő ciklonok frontjai között többnyire bonyolultabb helyzetek alakulnak ki. A ciklonok a fejlődésük javát gyakran már az Atlanti óceán felett elérik; ezért sokszor fordul elő, hogy hozzánk már nagyrészt okkludált állapotban jutnak el. Emlékeztetnünk kell továbbá arra, hogy a fennelbi időjárás elemzés alapjául szolgáló Bjerknes-féle ciklonelmélet - miként már megállapítottuk - több tekintetben nem ad kielégítő magyarázatot a frontokkal kapcsolatos jelenségekre.

Végül meg kell még jegyeznünk, hogy a mai meteorológiai tudomány már nem korlátozza a frontok fogalmát a mérsékelt égövi ciklonok frontjaira. Általában frontokról beszélünk minden esetben, amikor két különböző eredetű levegőtest egymás felé mozogva összeütközik. Az ilyenkor beálló torlódás eredménye mindig az, hogy a melegebb levegő a hidegebbre felsiklik. A frontot fejlettenek minősítjük, ha az összeütközés hevesebb áramlások következtében jön létre. Ilyenkor erőteljes felsiklás s ennek folytán nagy csapadékhullás jelentkezik. Fejletlen front esetében a mozgás lanyha, a felsiklás gyenge s inkább csak felhők keletkeznek, a csapadék el is maradhat vagy gyenge. Előfordul az is, hogy a front két oldalán álló különböző eredetű légtömegek mozgási energiája egyenlő. Ilyenkor egyik levegő sem képes a másik rovására előnyömulni, aminek folytán a front egyhelyben vesztegel. Az ilyen frontot épp ezért veszteglő frontnak nevezzük. Ezek csapadéka napokon át ugyanazt a vidéket öntözi. Magyarországon különösen gyakori az előfordulásuk s éppen ezért nagy gazdasági, hidrologiai, közlekedési, stb. jelentőségük van.

A Föld felületének számos helyén megszokott a különböző levegőfajták közötti frontkialakulás. Nagy általánosságban a Nap járását követő anticiklonokkal változtatják a helyüket, de a moz-

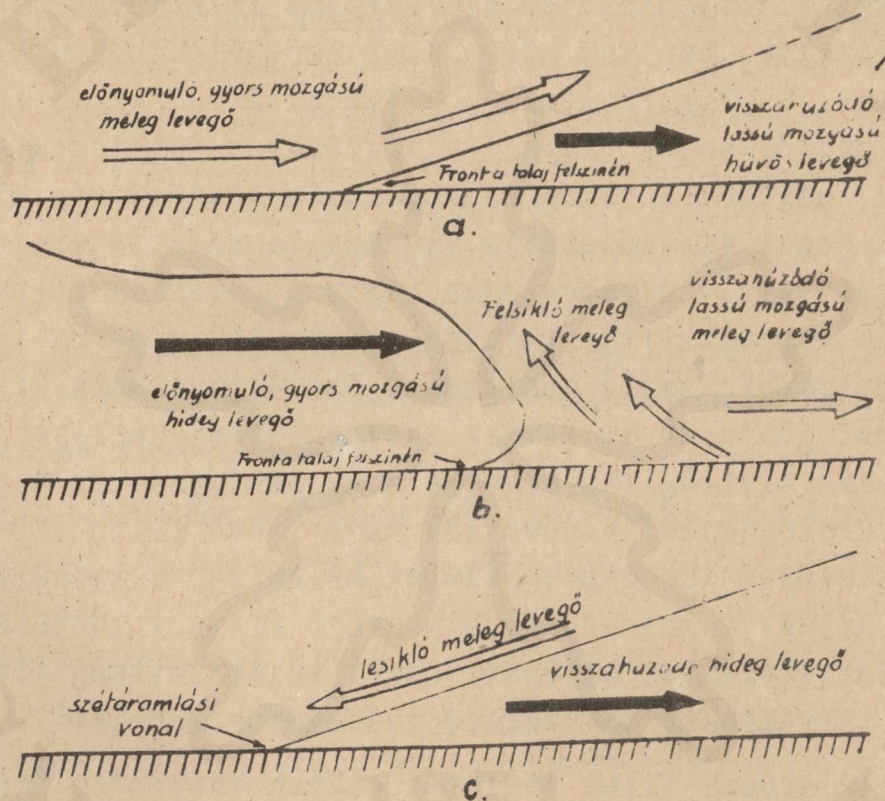
gásukban megnyilatkozik az óceánok és szárazföldek közötti évsza-
kos légtömegcsere is. Ilyenformán télen némileg más helyzetben
találjuk őket, mint nyáron. Bergeron svéd kutató szerint nagy ál-
talánosságban az É-féltekén az É-jeges tenger magasságában talál-
juk a sarki hideg légtömegek és a mérsékeltövi légtömegek között
kialakult arktikus frontot. Itt a frontok nem nagyon fejlettek,
mert a levegők nem nagyon különböznek egymástól. Az átalakult
sarki és a szubtropusi légtömegek között kialakuló poláris front
télen leginkább a tengereken, mintegy a 20 és 45 szélességi fokok
között jön létre, nyáron viszont a kontinensekre húzódik s egyben
északabbra helyezkedik. A poláris front légtömegei között nagyok
az ellentétek; általában ezek a frontok a legfejlettebbek. Ezek
alkotják a Bjerknés-féle elméletben a mérsékelt égövi ciklonok
frontpárjait. Az északi és déli félteke tropusi légtömegei között
vonul a tropusok közötti front, melynek részlegei télen az Egyen-
lítőtől északra és délre mintegy 10-15 sz.^o-nyi kiterjedésben egy-
aránt előfordulnak, nyáron azonban az összes szakaszai az északi
féltekén található. Itt igen kevés a légtömegek tulajdonságai
közötti különbség, ezért ezek a frontok fejletlenek.

Meg kívánjuk még jegyezni, hogy bár a meleg és a hideg front
gyakran frontpár alakban jelentkezik - mint ahogyan azt a Bjerknés-
féle elmélettel kapcsolatban láttuk - ez nem jelenti azt, hogy ki-
vétel nélkül mindig csak így jelenhetnének meg. A tapasztalat sze-
rint ugyanis előfordulhatnak magányosan is; ezt azonban már a
Bjerknés-elmélettel nem tudnók értelmezni. Ezért újabban a fron-
tok feltüntetésére a Bjerknés-féle sémák helyett a 32. ábrabeli
független sémák kezdenek tért hódítani.

Reá kell még mutatnunk arra, hogy idegen légtömegek egymás-
hoz való kapcsolatára nem a frontok alkotják az egyedüli lehető-
séget. El lehet képzelni, hogy két féle légtömeg a határfelületü-
kön nem megütközésben állanak egymással, hanem éppenséggel szét-
áramlásban. Ez a természetben épp úgy előfordul, mint a frontok
jelensége, azonban eddig csak kevés figyelmet szenteltek nekik.
Ilyen esetben lesikló felületről beszélünk. A lesikló felületet
sűrű, hideg levegő rendkívül kis szögű lejtője alkotja, melyen a
meleg levegő lesiklé mozgásban van /32. ábra/. Ilyenkor épp az el-
lenkezője történik annak, ami a frontokon játszódik le. A lesikló

légáramlásban felhősztás, derült időjárás alakul ki. Ilyen lesikló felületekkel, mint állandó jellegű képződményekkel is találkozunk a Föld felületén, mind az északi, mind a déli féltekén, mégpedig a téritők környékén kialakult anticiklonokban.

A lesiklófelületnek a talajjal alkotott metszészonalát szétáramlási vonalnak nevezzük. Ennek azon oldalára esik a szép, sugárzó idő, amelyet a lesikló légtömegek árasztanak el.



32. ábra.

Időjárási frontok, lesikló felület.
a./ meleg front, b./ hideg front, c./ szétáramlás lesikló felületen.

A frontok és lesikló felületek helyét a nemzetközi megfigyelő hálózat adataiból /légnyomás, csapadék, borultság, szél, esetenként a hőmérséklet értékei/ könnyű kipuhatolni, mert az említett meteorológiai elemek értékeiben a határfelület előtt és mögött feltűnő különbségek lehetnek. Így az időjárási térképeken is könnyű szerrel fel lehet őket tüntetni, ha a szinoptikus észlelési adatok rendelkezésre állnak.

IDŐELŐREJELZÉS /IDÓVÁRHTÁS, PROGNOZIS/.

Térképes módszer. Ami már most a prognózist illeti, amint a prognosztizőr a rajzoló által felhordott észlelési anyagot tartalmazó munkatérképbe a csapadékos helyeket kijelölte, az izobár- és izallobárvonalakat berajzolta, az idegen levegőtömegeket elhatárolta, a frontok helyzetét feltüntette s mind-ezekon túl a magas légköri kutatás adataiból a pontokhoz tartozó határfelületek kiterjedését és dőlésszögét is ismeri, olyan anyag felett rendelkezik, amelyek már alapul szolgálhatnak a prognózis felállításához. A prognosztizőr - meteorológus, aki az időjárási térképen át napról-napra figyeli a légtömegek tulajdonságait és magatartását, ezekből a jelen állapoton keresztül, már mintegy extrapolálni képes az időjárást. Ezekhez természetesen hozzájárul még a prognosztizőr - meteorológus magas tudományos felkészültsége és bőséges tapasztalata; ez utóbbiak teszik számára lehetővé, hogy a légtömegekben rejlő energiákat becsülje s azok kihatásait a legközelebbi időjárás alakulása szempontjából mérlegelje. Mind-ebből bőségesen kiviláglik, hogy az u.n. időjósítás és a prognosztizőr - meteorológus időjelzése két alapvetően különböző fogalom. Időjósítást a minden tudományos alapot nélkülöző százesztendőskalendáriumok adnak; a meteorológus munkája viszont időjárási térképből s egyéb észlelési anyagból nyert tájékozottság alapján álló, fizikai törvényekre támaszkodó tudományos művelet!

A várható időnek ilyen térképes alapon történő előrejelzése nagyjában az elkövetkező 24 órára - ujabban 36 órára - szól. Ebben a keretben a beválása 80-90 %-os. Hogy nem teljes 100 %-os, annak az oka, hogy a meteorológus rendelkezésére álló anyag gyakran nem elegendő a munkájához s az atmoszféra állapota több tekintetben rejtve marad előtte. 36 órát meghaladó időre jelenleg még csak nagyon megállapodott időjárási viszonyok esetében adható térképes előrejelzés.

Távolabbi időre szóló prognózis felállításának módszerei. Amennyiben képzett meteorológusok és meteorológiai intézetek mégis adnak esetenként

távolabbi időkre, hetekre, esetleg hónapokra, évszakokra előrejelzést, ez nem térképes alapon történik, hanem más módszerekkel. Ezek közül itt csak néhányat említünk fel; ilyenek a szakaszosság jelenségén alapuló módszer, a kiegyenlítődési tendenciára alapított módszer és a kapcsolatszámítás /korreláció/ módszere.

A szakaszosság módszere azon megfigyeléseken alapul, hogy az időjárásban bizonyos szakaszosság jelentkezik. Így pl. a napfolt maximumtól a minimumon keresztül a következő maximumig 11 és 1/2 éves periódust állapítottak meg. Ebben a napfoltok számának az emelkedő s csökkenő tendenciáját az időjárás periódusos változásával hozzák kapcsolatba. Nevezetesen a Brückner-féle 35 éves szakaszosság is. Ez a Káspi tó vízszintjének a változásaiban s ezzel kapcsolatban a csapadékmennyiségben és középhőmérsékletben jelentkezik; Brückner szerint számítani lehet rá, hogy 35 éves perióduson belül nedves és hideg szakaszra száraz és meleg szakasz következik. Nálunk Száva-Kovács állapított meg egy 60 napos periódust a hazai téli időjárásban, amely a gyertyaszentelőhöz fűzött néphitét bizonyos mértékig igazolja.

A kiegyenlítődés módszere szerint, ha az időjárás egy szélsőségbe kileng, várható, hogy ez egy másik szélsőségbe való kilengéssel parallelizálódik /a hét szűk és hét bő esztendő!/. Gyengéje, hogy a kiegyenlítés kezdete és tartalma ismeretlen.

A kapcsolatszámítás sok egymástól távoleső vidék időjárása között mutat ki kapcsolatot. Ha egy adott időben egyik helyen kialakuló időjárási tendencia és egy más helyen később kialakuló időjárási tendencia között kimutatható kapcsolat van, akkor a korábbi eseményből későbbire lehet következtetni. A kapcsolat fennállását és mértékét a korrelációs számításal lehet kimutatni.

Ha a két időjárási adatsorozatban - amelyek gyaníthatóan kapcsolatban állnak - az adatokat összegezzük, majd a középértéket képezzük s a sorozat egyes tagjainak a középértéküktől való eltéréseit az egyik sorozatban x-el, a másikban y-al jelöljük, akkor a korreláció /összefüggést mutató/ tényező /r/:

$$r = \frac{\sum /xy/}{\sqrt{\sum x^2 \cdot \sum y^2}}$$

Ha a korrelációs tényezőre 0 értéket kapunk, ez azt jelenti, hogy a vizsgált folyamatok között nincs kapcsolat. Ha $r = +1$ vagy -1 , ez a $+1$ esetében azonos irányu és teljes értékű, a -1 esetében ellentétes irányu és teljes értékű kapcsolatra mutat. A 0-tól a $+1$ -ig, illetve a -1 -ig terjedő tizedestört-értékek ezen két szélső érték között mutatják a kapcsolat mérvét. Így pl. $r = +0,15$ annyit jelent, hogy alig van azonos irányu /mindkét sorban emelkedő tendenciájú/ kapcsolat. Ha viszont pl. $r = -0,87$, ez annyit jelent, hogy nagymérvű ellentétes irányu /mikor az egyik adatsor emelkedése, a másik adatsor süllyedő tendenciáját idézi elő/ korreláció áll fenn. A kapcsolatszámítás feltételezi, hogy a kapcsolatba hozott időjárási elemek logikus összefüggése ismeretes legyen.

Ezen az alapon Grossmayr hazánk 1928/29-es telét Bombay őszi, Kairo nyári légnyomási adataiból 83 % valószínűséggel hidegnek, vagy átlagos hőmérsékletűnek jelezte; ezzel szemben ezen tél igen hideg volt, a távoli előrejelzés tehát csak részben vált be. Németországban a Frankfurt a.M. melletti távidőjelzési kutatóintézet Németország területére szóló érvénnyel 10 napos távjelzéseket ad ki korrelációs alapon, de más módszerekből adódó eredmények figyelembevételével s a jelzései 3 éves átlagban 80 %-ban beváltak.

I d ő j á r á s i n a p i j e l e n t é s e k. Végül megkivánjuk még említeni, hogy hazai viszonylatunkban az Országos Meteorológiai Intézet már rég óta naponta ad ki időjárás jelentést s ezt az előfizetőknek postán megküldi. E jelentésben mindennap közlik Európa és környezete előző napi reggel 7 órai /télen 8/ időjárási térképét, amely kb. megfelel a leegyszerűsített munkatérképnek. Rajt vannak a meteorológiai állomások legfontosabb adatai egyezményes jelekkel. A borultságot kis körrel jelzik, amelyet belül feketén a borultságnak megfelelő törtrészen kitöltenek. A szél irányát az ezen irányba rajzolt s a borultságot jelző körből kiinduló zászlórúd mutatja. Ennek szabad végén haránt vonalakkal /zászlókkal/ tüntetik fel a szélerőt. Egy hosszabb vonal $2 B^0$ -ot, a rövid vonal $1 B^0$ -ot jelent. Az állomás hőmérsékletét számokkal jegyzik be. Ezenfelül nemzetközi jeleket

helyesnek még el az illető állomás időjárásának az ábrázolására; ilyen jelek pl.:

• szitálás	= pára	< villogás	≡ talajköd
• eső	▽ esőzár	⌊ zivatar	≡ köd
* havazás	* ▽ hózár	⊕ hófuvás	↗ porvihar

Ezek szerint pl. a térképen az alábbi jelzés

Budapest

▽ 20

amnyit jelent, hogy Budapesten az ég felerészben borult, a hőmérséklet 20°C , a szél északnyugatról fúj 5 B° erősséggel, a nap folyamán záporosó volt.

Feltüntetik a térképen a légnyomás eloszlását is millibár-értékeket feltüntető izobárokkal. Az ezek által meghatározott légnyomási minimumokba A-betűt /alacsony légnyomás/ írják be. Az országban vagy ennek környékén tartózkodó levegőtömegek származásának jellemzésére is használnak különféle betű-szimbólumokat; ezek:

T téritővidéki /szubtropusi/	F leszálló	K hűvös vagy hideg
P mérsékelt övi	m tengeri	W meleg
A sarkvidéki	c szárazföldi	M levegő /légtömeg/

Az időjárás frontok jelzésére háromféle vonalat használnak: melegfrontot, hidegfrontot, okkluziót jelent. A szétáramlási vonalakat = = = alakú vonalkézással tüntetik fel. A csapadékos területet sűrű egyenközű vonalkézással szemléltetik. Külön térképen ábrázolják a hazai utolsó 24 órai csapadékeloszlást /ischiétákkal/ és táblázatos kimutatásba is közölnek számszerű csapadékadatokat. Ugyancsak táblázatos kimutatásban közlik a reggeli terminusnak egyes fontosabb állomásokon mért szélirány- és erő, felhőzet, légnyomás, hőmérséklet adatait, az utolsó 24 órára vonatkozó csapadéket, hőmérsékletextrémeket, napfénytartam adatait, továbbá a magas légkörkutató adatait.

A napi jelentés időjárás térképéhez rövid időjárás elemzést is fűznek és közlik a várható időjárást a következő 36 órára.

√ a maximumokban M betűt

IDÓJÁRÁSI KÁROK.

Mérsékelt övbeli, kontinentális éghajlatunk szélsőségei s fő-
löttebb változékony időjárása gyakran igen súlyos csapást mér a
gazdasági életünkre. Ezek közül különösen a fagykárokat, az aszály-
ból vagy tulságos csapadékbőségből eredő károkat és az erdőgazda-
ságot érő szélkárokat emeljük ki.

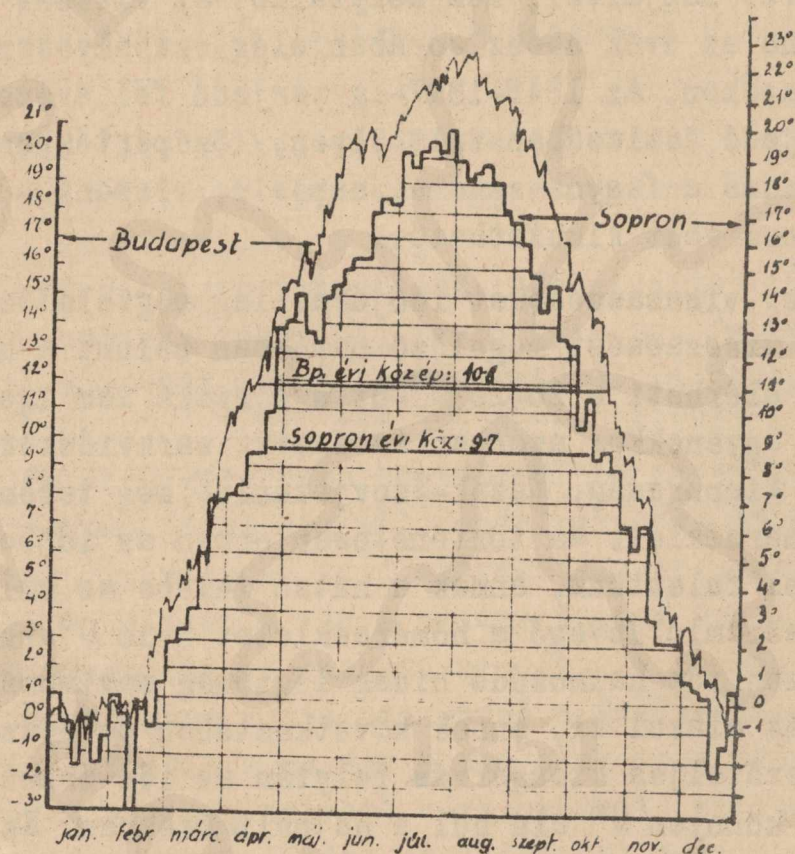
F a g y k á r o k. A kulturnövényeink által elszenvedett
fagykárok 3 alakját különböztetjük meg; ezek a téli szélsőségesen
alacsony hőmérséklet okozta kifagyás, a télvégi olvadás-fagyás
váltakozásából eredő felfagyás és a későtavaszi hideg visszaesés-
kor esetenként kora ősszel jelentkező elfagyás.

Téli kifagyás. Ez a hótakaró nélkül maradt őszi vetést fenye-
geti a nagy télben, mert ilyenkor a föld mélyen megfagy, a vetés
nélkülözi a felvehető vizet, amely nélkül pedig táplálékhoz sem
juthat a talajból s így elpusztul. Különösen akkor veszélyes a
hótakaró hiánya, ha erős széllel párolgást fokozó száraz levegő
áramlik hozzánk. A védekezés részben mezővédő fásítással történik,
amelynek segítségével a hó elhordását megakadályozhatjuk, részben
azzal érhető el, hogy fagyálló ősziakat vetünk.

Télvégi felfagyás. Tél végén, amikor nappal már olvad, éjjel
viszont még fagy, az ősziak finom gyökerei a faggyal járó térfö-
gatváltozások következtében könnyen elszakadnak. A talajnedvesség,
ugyanis megfagyva 9 %-al növeli a térfogatát, ami végeredményben
a talaj duzzadását s az abba befagyott gyökerek elszakadását idé-
zi elő. Erősen átnedvesedett talaj, derült, nagy hőmérsékletű
gásu, szélcsendes időjárás és gyengén fejlett őszi vetés a felté-
telei. Ha ezek a feltételek együttesen nem állnak fenn, a kifa-
gyás valószínűsége csökken.

Májusi hideg visszaesés alkalmával bekövetkező elfagyás
/késői fagyok/. Ha a mi éghajlatunk alatt valamely állomásnak
sok évtizedes anyagából számított rövidebb időszakosoknak, pl.
pentádoknak, avagy éppen napoknak a hőmérsékleti közepéből szer-
kesztünk évi menetet, a görbe nem lesz oly kisimult, nyugodt le-

folyásu, mint a havi közepekből megrajzolt ll. ábrabeli évi menet göbéje, hanem nyugtalan, kilengésekben gazdag görbét nyerünk. A görbe azt mutatja, hogy a januári mélypont után bekövetkező hőmérséklet emelkedést minduntalan hideg visszaesések, a júliusi tetőzés után bekövetkező hőmérsékletesést pedig minduntalan meleg visszaesések zavarják meg. Ilyen jellemző, nagyobb mérvű hideg visszaesés nálunk a februári, a májusi /fagyos szentek/, a júniusi /Medárd/, a meleg visszaesések közül az őszeleji vénasszonyok nyara. /33. ábra./



33. ábra.

A hőmérséklet évi menete sok évtizedes napi közepekkel Budapesten és 30 éves pentád közepekkel Sopronban.

A hideg visszaesések közül kimagasló jelenlétősége van a májusi hideg visszaesésnek, mert ez a vegetáció legesendőbb, legzsengőbb állapotával eshetik egybe és amennyiben a visszaesés oly mérvű, hogy a hőmérséklet a fagypontra alá esik, tetemes károk forrásává válhat.

A gyümölcsstermelők, szőlős gazdák, kertészek, mezőgazdák munkájának eredményét gyakran néhány óra leforgása alatt is megsemmisíthetik ezek a fagyok. A néphit szerint a május 12-, 13- és 14-iki fagyos szentek: Pongrác, Szervác és Bonifác, illetőleg a május 25-iki Orbán hozzák a fagyot. A tudomány ezzel szemben kimutatta, hogy a késői fagyok kártevése egyenlő valószínűséggel következik be május első felének bármely napján s hogy az a hiedelem, amely szerint a hideg visszaesés az említett fagyos szentek napjai között szorosabb összefüggés állana fenn, mint az említett időszak többi napjaival, nem helytálló. Az viszont tagadhatatlan, hogy néha az évek egész sorában elég szabályosan jelentkeznek ezen napokon. Az 1848-1897-ig terjedő fél-évszázadban az 1868-77-ig terjedő évtizedben volt ilyen, középtértékben is jelentkező visszaesés a fagyos szentek napjain, viszont a többi évtizedekben már nem volt kimutatható.

A májusi hideg visszaeséseket időjárásilag megfelelően tudjuk magyarázni. A visszaesést megelőző napokban nálunk a hőmérséklet nappal már elérheti a 20-25 C^o-ot s éjszaka sem igen süllyed 5-10 C^o alá. Ugyanekkor azonban az északi sarkvidékeken /Észak-Skandinávia, Finnország, Észak-Szovjetunió/ még tetemesen ez alatt van a hőmérséklet. Ha történetesen ebben az időben egy hidegfront vonul el felettünk, annak a hátsó felébe az említett északi vidékről beáramló levegő a hőmérsékletet 5-10 C^o-ra is leszállíthatja. Ezen ide halmozódó hideg légtömeg maximumában leszálló légáramlás alakul ki, ennek következtében az éjszakák felhőtlenek s az erőteljes kisugárzás folytán az ide érkezett 5-10 C^o-os levegő könnyen 0^o alá hűl a hajnali órákban. Ez annyival is inkább várható, mert az északi kontinentális eredetű levegő száraz s a harmatpontja is a 0^o alatt lehet. A talajmenti légréteg nagyfokú lehülését az is előmozdítja, hogy az északi levegő beáramlása folytán a légnyomáskülönbségek kiegyenlítődnek, szélcsend áll be s így az alsó hideg s a felső melegebb levegő nem tud keveredni. Különösen a mélyebb szintekben következhet be igen alacsony hőmérséklet, mert ide a partosabb részek hidegebb levegője is hömpölyög /domboldali fagyok, hideg légtávak/. Néha szabad szemmel észre sem vehető kis szintkülönbségek is kialakíthatnak ilyen, a fagytól jobban látogatott területeken.

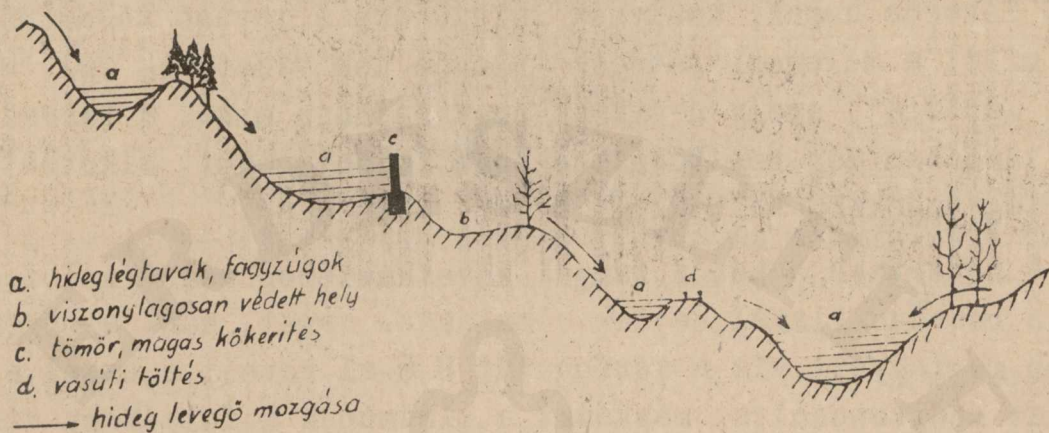
fagyzugokat. De kialakulhatnak könnyen hűlő talajok felett is. A levegős homok, amelynek felületére a levegő rossz hővezetése miatt a melegebb rétegek melegje nem vezetődik fel, avagy a vizes láptalaj, amely a viznek nagy fajhője miatt a tavaszi fagyok idejében még nem tudott eléggé felmelegedni, alkothatnak ilyen fagyzugokat.

A növénynek a késői fagyok következtében való elfagyása a nedvdús fiatal sejtek elhalására vezet, mert a növény sejtjeiben megfagyott víz a térfogatát 9 %-al növeli s ezzel a sejt-falakat szétroncsolja, másrészt a plazmának a folyékony vízben való nagyfokú vesztesége miatt a sejt funkciója megbénul.

A késői fagy elleni védekezés egyik módja az, hogy a növényzetet olyan helyzetbe hozzuk, hogy a hőmérséklet 0° alá való súlyyedésének káros hatása ne érje. Ebből a célból a kényes növényeket fagymentes helyre telepítjük, veszélyeztetettség esetében szalmával, papírral takarjuk, így a talajból felvezetődő meleg nem távozik el a védett növény környezetéből, a hideg pedig, amely a takaró felett alakul ki, nem jut hozzá. Alacsony növényeket, ágyakat laza földréteggel való borítással is megvédhetünk. Esetenként szintes terepen, ahol víz áll rendelkezésre, az ágyaknak mintegy 10 cm magas vizréteggel való elárasztása is szóba jöhet. A víz a nagy fajhője folytán a rövid néhány fagyos óra alatt legfeljebb egy vékony fagyréteget kaphat; ez alatt a növény megmenekül a fagytól. Ha azonban a víz nem marad a felületen, hanem valamely ok folytán elfolyik s az ágy éppen csak hogy átnedvesedik, akkor megfagyva, a jég még nagyobb kárt okozhat, mintha nem árasztottuk volna el a területet. Ezért csak föltétlen szintes terepen alkalmazzuk az elárasztást, ahol azonfelül az elfolyást biztosan meg tudjuk akadályozni.

Lejtős terepen a védendő terület lejtő felőli oldalán kerüljük a hideg levegő elfolyását akadályozó sűrű sövénykerítés vagy kőkerítés alkalmazását, helyette inkább drótkerítést, vagy laza sövényt állítsunk. Ezzel szemben a védett terület emelkedése irányában éppen hasznunkra válhat egy-egy kőkerítés, sűrűn tömött sövény, deszkapalánk, mert a hideg levegőnek a védett területre való lefolyását gátolja /34. ábra/.

Ugyanebbe a kategóriába tartozik a védekezés azon módja, hogy a fagykárak elkerülésére fagyálló növényeket tenyésztenek ki.



34. ábra.

Fagyveszélyes helyek a domborzati viszonyok alakulása szerint.

A fagykárak elleni védekezés másik módja az, hogy a levegőnek 0° alá való hűlését háritjuk el az érzékeny növényzet környezetében. Ennek egyik módja a ködösítés, vagy hideg füstfejlesztés, mert ezzel megakadályozhatjuk a talaj kisugárzását. Hideg füst előállítására /pl. nedves szalma, alom égetése útján/ azért kell törekednünk, mert mint alább látni fogjuk, a hideg füst az, amely a céljainknak megfelelően, horizontálisan elterül. Egy másik mód a fűtés. Kaliforniában a gyümölcsösöket apró kis koksz- vagy olajkályhákkal fűtik fagyveszély esetében. Fagy helyzetben a kisugárzás folytán a talajmenti levegőréteg a leghidegebb; innen fölfelé nagy gradienssel emelkedik a levegő hőmérséklete egy inverziós réteggig, amely esetleg mintegy 10-15 m magasban alakul ki; e felett a levegő hőmérséklete a magassággal újból csökken. A fűtésnek ezért mérsékeltnak s a területen sűrűn elosztottnak kell lenni, nehogy a felmelegedett levegő erőteljesebben szálljon fel, mert ebben az esetben az inverziós réteget átdöfve a nagy magasságok felé eláramlana a felmelegített levegő. Ezért egymástól távol, nagy máglyák rakása elhibázott dolog volna. A sűrűn elhelyezett kis kályhákkal

felmelegített levegő az inverziós rétegig felemelkedik, ott az inverziós "bottozat" alatt horizontálisan elterül s felülről lefelé a talaj színéig lassan kitölti a teret.

A késői fagy elleni védekezésben nagy előnyt jelent már az is, ha jó időben előre megállapíthatjuk, hogy fagyveszély áll fenn. Ma már nagy valószínűséggel tudjuk előre jelezni a fagyot a harmatpont meghatározás segítségével. Ha a harmatpontot az esti órákban /célszerűen az esti terminus idejében/ meghatározzuk, akkor - szélcsendes időben - ez a hajnali órákra is érvényes lesz, mert a levegő nem cserélődhet kis más harmatpontú levegővel. Ilyen esetben - amennyiben a harmatpont 0° fölé esik - nem kell a fagytól tartanunk, mert a hőmérséklet éjszakai - hajnali lehülése a harmatpont alá nem jut, tekintve, hogy a harmat bekövetkezőkor felszabaduló hő a további hűlést meggátolja. Ha viszont a harmatpont 0° alá esik, faggal lehet számolni! Amennyiben éjszakai - hajnali szél van, akkor a fagytól nem kell tartanunk; mert a talajmenti kisugárzástól lehült levegőrészt a magasabban elhelyezkedő melegebb levegővel /inverzió!/ állandóan kicseréli.

A harmatpont meghatározását némi meteorológiai ismerettel bárki elvégezheti, meteorológiai állomás nélkül is, ha rendelkezik egy pszichrométerrel /száraz és nedves hőmérő/ és a telítési táblázattal /10. táblázat/.

Ebből a célból az

$$e = E_n - \frac{1}{2} / t_{sz} - t_n /$$

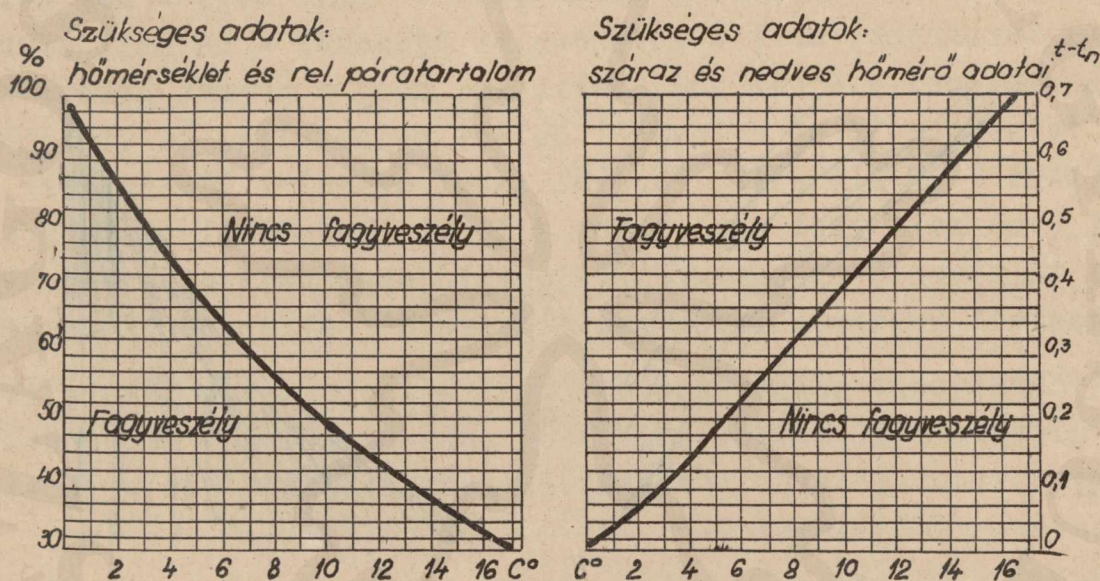
egyszerű pszichrométer képlettel kiszámítjuk az e párányomást /abszolút páratartalmat/ s azután a telítettségi táblázatban visszakeressük, hogy a kiszámított párányomás mily hőmérsékleti ponton teszi telítetté a levegőt. Az így megállapított hőmérsékleti pont a harmatpont. Pl. tegyük fel, hogy este 9 órakor leolvastunk a száraz hőmérőn $6,0^{\circ}$ -ot, a nedves hőmérőn $3,0^{\circ}$ -ot. A nedves hőmérő állásnak megfelelő telítési nedvesség / E_n / értéke a telítettségi táblázatból kiolvastva $5,685$ m/m. Ezekután

$$e = 5,685 - \frac{1}{2} / 6,0 - 3,0 /$$

$$e = 4,185 \text{ mm}$$

A telítési nedvesség táblázatában a 4,185 m/m-hez legközelebb álló telítési párányomások 4,256 és 3,952 mm. Előbbinek $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$, utóbbinak $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ felel meg. A harmatpont tehát mindenkép a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ alá esik, ami az előadottak alapján fagyveszély fennállását jelenti. /A harmatpont pontosabb kiszámítását mellőztük, mert a fagyveszély kérdése eldőlt azáltal a megállapítással, hogy a harmatpont a 0° alá esik. Egyébként interpolálással juthatunk a pontos értékhez.

Fagyjelző görbék.



35. ábra.
Fagyjelző görbék.

A 35. ábra fagyjelző görbéjének a használata esetében még a harmatpont számításra sincs szükség; csupán a száraz és nedves hőmérő állásának a különbségét kell képezni $t_{sz} - t_n$. Ha a fagyjelző görbén a $t_{sz} - t_n$ /függőleges tengelyen/ és a t_{sz} /vízszintes tengelyen/ értékeinek összerendezői az árnyékolt részben metszik egymást, fagyveszély áll fenn, ellenkező esetben nincs fagyveszély.

A másik görbe ugyanilyen módon való használatához hajsza-
las kigrométerre és egy /száraz/ hőmérőre van szükségünk.

De ma már akkor is tudomást szerezhethünk a fagyveszélyről,
ha történetesen nem rendelkezünk meteorológiai műszerekkel. A
rádión keresztül a Meteorológiai Intézetünk a késő fagyok idejé-
ben rendszeres prognózist ad.

Erdőgazdaságokban, szálerdő esetében az ujulat a késői fagy-
tól aránylag keveset szenved, mert a szálerdő koronája az erős
kisugárzástól védi őket. Az erdő egyébként a környezetének is
nyújt bizonyos mérvű védelmet. Megfigyelések szerint az erdő
szélétől mintegy 20 m-es sávban csak ritkán következik be fagy,
mert az erdő és a közvetlen környezete között fennálló légáram-
lás a szélsőséges lehülést gátolja s a szegélyfák koronája a ki-
sugárzást mérsékli.

A csapadék kedvezőtlen eloszlá-
sából eredő károk. A hazánk területére 40 éves
átlagban lehulló évi csapadékösszeg önmagában véve nem olyan ke-
vés, hogy erősebb aszálykárokra kellene vezetnie /450 mm < /.

Mindezekkel szemben a hazai statisztika szerint hazánkban
igen gyakran - átlag 5 évenként - súlyos aszálykárok, 15 évenként
pedig tulságos csapadékosság sújtják a növénytenyésztéssel fog-
lakozó gazdasági ágakat. Nyilvánvaló tehát, hogy a 40 éves csa-
padékátlagok nem tükrözik vissza azokat a károkat, amelyek a
csapadékkal kapcsolatosak. A kárt ugyanis a csapadékmennyiségek
szélsőséges lengései okozzák, amelyek a 40 éves átlagokból nem
tűnnek ki, mert ebben természetesen a szélső kilengéseknek
is csak a kedvező benyomást keltő közepi nyilatkoznak meg.

A csapadék kedvezőtlen eloszlásából eredő károk elleni vé-
dekezés több módja ismeretes.

Az aszályok nagyobb mérvű ellen az öntözéses gazdálkodás
nyújtja a legbiztosabb védelmet. Ezzel még nagyobb mérvű aridi-
tás esetében is sikeres gazdálkodás folytatható /évi 200-250 mm
csapadék mellett/. Remélhető tehát, hogy nálunk is fellendül
aszályos alföldi vidékek termelése, amint az öntözés
már most nagyobb ütemben fog haladni. Ezen az úton az Alföldről

a lecsapolásokkal elvitt vadvizek helyébe, - amelyek hiányában fiziológiailag szárazabbak lettek a talajok, - szabályozható, a mindenkori szükséglethez mérhető vízhez jutnak a termelőhelyek.

Ahol nem áll rendelkezésre öntöző víz, más irányú védekezéshez kell folyamodni. Ilyen esetben a meglevő kevesebb csapadékkal kell úgy gazdálkodni, hogy annak minél kisebb része menjen veszendőbe. A Szovjetunióban a hóolvadékot tárolják, vizmosások vizét rekesztik el, stb. Amerikában skatulyázás, sáncolással tárolják, tartják vissza a vizet a földeken. Lejtős terepen a szántásnak az izohipszákkal parallel vezetése is jó szolgálatot tesz, mert megakadályozza a csapadéknak a lejtőn való lefolyását. Lazább talajokon /homok/ a talaj humuszállományának a növelése a védekezés hatásos módja; a humusznak ugyanis nagy a vízkapacitása. De a gazdasági növények megfelelő megválasztása, a növény-nemesítés nyújtotta lehetőségek is a védekezés módszereihez tartoznak; utóbbiakban igen fejlett az aszályelleni küzdelem a Szovjetunióban.

Nálunk ujabban ismét örvendetesen lendületet kapott az Alföld mezővédő fásítása. A szovjet tudomány reámutatott arra, hogy a mezőgazdasági földeket övező erdősávok széltörő fasorok, élő- és holt sövények sok értékes viznek a haszontalan elpárolgását tudják megakadályozni. Ismeretes, hogy a szél nagy mértékben fokozza a párolgást; ha tehát a szelet fékezzük, ezzel a párolgás is csökken. A szélvédelem további feladata a szél megtörésével a talajerózió megakadályozása. A szél ugyanis a talaj legértékesebb részét, a humuszban gazdag s ezért kisebb fajsúlyú feltalajt könnyen elhordja. Viljámsz szovjet tudós szerint azonban éppen a morzsás feltalaj vizgazdálkodása a legkedvezőbb. Ennek az eltüntével tehát ismét csak az aszálykárak fokozódnak. Hasonlóan fontos a szélvédelem azért is, mert a futóhomok képződést, a csemeték szélverését megakasztja, a megkötött futóhomokot pedig védi, a megkötést elősegíti. Ugyanigy jótékonyan jelentkezik a szélvédelem a hótakaró megtartásában télen. Erdőtlen vidéken /Alföld/ télen a szél könnyen elhordhatja a havat a vetésekről s azok ily állapotban kifagyhatnak. Mindezekre a szélvédelem közelebbi tárgyalásakor még visszatérünk.

Az egyenlőtlen csapadékeloszlás másik véglete: a túl sok csapadék, szintén károkat okoz. A talajok levegőtlené válnak, egészségtelen redukciós folyamatok mennek bennük végbe /gley/, amelyek a növények megmérgezésére, a gyökerek elrothadására vezethetnek. Ilyen esetben csatornázással, esetenként a mezőgazdaságban, kertészetben alagsövezéssel védekezünk.

A túl bő csapadék nálunk, különösen az Alföldön, belvizek képződésére, sőt árvizekre vezethet. A belvizek lecsapolása s az ármentesítés, országos feladatot alkotnak. Árvizek tekintetében igen fontos, hogy a vízgyűjtő területeken rendszeres erdőgazdálkodás folyjon; az erdők mértéktelen irtása, az irtott területek újra való nem erdősítése - miként Franciaországban - országos katasztrófák okozóivá válhatnak.

Szélkárók az erdőgazdaságban. Erdőgazdaságban igen nagy károkat okozhat a szél a fák kidöntésével, törésével és a gyökerek elszakításával. E kár nagysága a fafaj viharállóságától, a széliránytól, a szél erősségétől, ezek ritmikus ingadozásaitól /lökésességétől/, a hatástartamtól, a terepviszonyoktól, a talaj száraz, nedves vagy fagyott állapotától, a talaj összetételétől és az állomány szerkezetétől függ. Az erdésznek ismernie kell az erdősítendő területek szélviszonyait, általában az éghajlati adottságait, talajviszonyait s a fennebbi összefüggések figyelembevételével viharálló fafajokból, ellenállóképes erdőszegevények kialakításával, a megfelelő terepalakulatok szélirányeltérítő-hatásának a kihasználásával kell a szél kártételei ellen védekeznie. Vannak azonban kivételes esetek, amelyek ellen alig védekezhetünk. Ismeretes, hogy Közép-Európában az uralkodó szélirány SW-W. Ennek megfelelően a fák úgy építik ki a gyökérrendszerüket, törzsüket, ágazatukat úgy fejlesztik, hogy ebben az irányban a legellenállóbbak. Ha aztán kivételesen nem ebből az irányból éri őket a viharos, lökéses szél támadása, akkor ennek kevésbé tudnak ellenállni.

Az erdőkárokat okozó viharok a közfelfogás szerint trombák. Ilyenek - ugyan ritkán - valóban előfordulnak /biai tromba 1924-ben/, de a legtöbb erdei viharkár nem ilyenekből származik. Wegener szerint Európában évente közelítően átlagosan 100 tromba

fordul elő a partvidéken gyakoribb ez a jelenség, mint a szárazföldi térségekben. Leginkább május-augusztus hónapokban, tehát az általános zivatargyakorisággal egybeeső időben. Ezzel szemben az erdők által elszenvedett viharkárok gyakran ősszel, télen és tavasszal lépnek fel. Woelfle vizsgálatait, amelyeket mintegy 100 szél-döntéses erdőkár esetében folytatott le, kimutatták, hogy ezek között egy sem volt trombától származó. Szerinte a tromba okozta erdőkár Európában a ritkaságok közé tartozik elannyira, hogy nincs különösebb gazdasági jelentőségük.

Schmauss szerint Európában a vihar okozta erdőkárok a mérsékeltövi ciklonok hidegfrontjával kapcsolatosak. Itt lépnek fel, amikor a meleg szektor délnyugati irányu szele helyébe a frontátvonuláskor hirtelen az északnyugati lép. Mint említettük a fáink a leggyakoribb szélirány ellenében építik ki az erősítő szerveiket és ez az irány Európában - bár nem mindenütt /lásd Magyarország szélviszonyait a 41. ábrán/ - nagy általánosságban SW és W. Miként az alábbi példából kitűnik, ezek az irányok még erősebb szelek esetében is a leggyakoribbak lehetnek. Így pl. Kaiserslautern-ben a 10 m/sec erősségű szelek gyakorisága /az összes szelek + szélcsend %-ában/:

Szélirány	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
gyakoriság	0,1	0,2	0,3	0,1	0,0	<u>2,1</u>	<u>2,1</u>	0,7

itt tehát az erdő fái leginkább a SW és W irányból érkező szelek ellenében vannak sztatikailag felépítve. Ezzel szemben nem ezek a közepesen legveszélyesebb szélirányok, hanem a sokkal kisebb gyakorisággal képviselt NW. Amikor hidegfront átvonuláskor meleg levegő SW irányu szele helyébe szinte átmenet nélkül és óriási erővel az NW irányu vihar tör a fákra - eltekintve a fák ezen irány felé való viszonylagos védtelenségétől - elasztikusan sem alkalmazkodhatnak hozzá. Oly szelet, amely fokozatosan erősödik, a fa is jobban áll, még ha vihar erejüvé is növekszik, mint a meglepetésszerűt, mert utóbbival nem állithatja szembe az elasztikus erőt. Itt nem fokozatos terhelésről, hanem lökésről van szó, amely gyökérszakításokra és döntésre vezet.

Mindezt előmozdítja még a hideg fronton fellépő viharos szél egész különleges lökésessége, ami abból áll, hogy a szélerő nemcsak egy középsebesség körül leng, hanem a középsebesség növekvése, ill. csökkenése is fokozatokban következik be a szélirányok egyidejű változásaitól kísérvé.

Télen még az is emeli a vihar hatásosságát, hogy - páros frontok esetében - a hideg frontot megelőző meleg szektor elvonulásakor általános olvadás következik be s az így fellágyult talajban a vihar kitörésekor már egyébként is kisebb ellenállást fejthet ki a fa.

Mindebből kitűnik, hogy a viharkárok ellen a szélirányok gyakoriságának, továbbá az átlagos és maximális szélsőségeinek az ismerete még nem nyújt elegendő alapot a védekezésre.

Pedig az eddigiekben ismertetett viszonyok még inkább csak sík vidékre vonatkoznak, ahol a különböző tényezők számbavétele és értékelése aránylag egyszerű. Domb- és hegyvidéken a helyzet még szövevényesebbé válik a domborzati viszonyoknak a vihar irányára gyakorolt hatása folytán. Ilyen helyen már számításba kell venni a függőleges irányú tagoltság különböző formáinak a viharos széllel szemben való viselkedését is s ebben a tekintetben a helyi viszonyoknak az ismerete is igen fontos tényezőjévé válik a védekezésnek.

A domborzati viszonyoknak a viharos szelek irányára gyakorolt hatásával M. Woelfle foglalkozott behatóan, még pedig mind a természetben gyűjtött megfigyelései, mind a szélcsatornában végzett modell-kísérletei alapján. Ezekből a vizsgálatokból tudjuk, hogy a völgyek vonulásában jelentkező irányváltozások, rendszerint az ide betörő viharokat is irányváltoztatásra kényszerítik. Az ilyen horizontális irányváltoztatás elérheti a 45-90 fokot is. Hasonló irányváltoztató hatásuk van a kiemelkedéseknek, domboknak, továbbá a teknőknek, medencéknek, amelyek a vihart vertikális irányban is elérhetik; a domb lábánál a magasba törhet, a medence pereménél alá bukhat a levegő áramlása. Az irányváltoztatások gyakran tetemes sebességváltoztatással járnak.

Néhány ilyen esetet a 36. ábrával kapcsolatban a következőkben ismertetünk.

lódási felületet nyújtanak a viharoknak. Onnan kezdve azonban, ahol a koronák már az általános koronaszint alá esnek, épségben maradnak a medence lejtője által nyújtott szélárnyékban. Az állománynak ez a lejtőn álló megkimélt része azonban csak egy bizonyos mélységig terjed, aminek különös oka van. A vihar ugyanis akkor, amikor a medence fölé ér az eredeti irányát még tehetetlenül tartani kényszerül, nem követheti azonnal a terep süllyedését, hanem az eredeti irányban halad tovább, minek folytán a tereptől átmenetileg elválik. Bizonyos távolság megtétele után azonban fokozatosan közeledik újból a terepfelszínhez s ahol, mint lebukó szél, azt újból eléri, ott az állományokban óriási pusztítást okoz. Szintesebb süllyedésbe menő terepen, tehát a felső szinten részben s a lejtő mélyebb részén, a lecsapás helyén, vagyis két helyen jelentkezik rendszerint viharok. A kettő között néhány száz méternyire terjedhet az ép állomány; ez a kiterjedés természetesen nagy mértékben függ a vihar erejétől s a terep adottságaitól.

A 3. kép hegyháton átáramló vihar kártételét ábrázolja. Itt mindjárt megjegyezzük, hogy a jelenség nem mindég így következik be, mert a vihar csak akkor áramlik át a hegyen, ha nincs lehetőség arra, hogy a hegy megkerülésével jusson előre. Ezuttal a vihar a hegytetőn át juthat csak előre s ennek megfelelően a hegy lábánál az 1. képen már tárgyalt viharokarra lehet számítani. Ez az u.n. luv oldal, mely azután egész a hegytetőig elkerüli a további kárt. A tetőnél azonban hirtelen sebességnövekedés állhat elő, mert itt nemcsak a felkuszott levegőnek kell átjutnia, hanem azoknak a légtömegeknek is, amelyek a tető magasságában szintén áramlással érkeznek ide. Ezért a tetőn újabb szélöntés várható. A tulsó u.n. lee oldalon /szélárnyékos oldal/ várható események hasonlóak a 2. képnél leírt esethez, csak a védett szakasz esetleg mélyebbre jut le, mint ott. Ennek az a magyarázata, hogy a luv oldalon felfelé tartó légtömegek egyenlőre tehetetlenül még a tető elhagyása után is felfelé áramlanak, azután fordulnak csak vízszintesbe, majd pedig buknak le újból a terep szintjére, így tehát lényegesen nagyobb körutat tesznek meg a lecsapásig, mint a 2. alatti esetben.

Az elfadottakból világosan kitűnik, hogy függőlegesen tagolt terep esetében rendkívül fontos a domborzati viszonyok számbavétele is. Azok az esetek, amelyeket idevonatkozóan a fentiekben ismertettünk, egész általánosságban értendő tipikus esetek. Lehetnek azonban valamely dombvidéknek egyéni vonásai is a viharos szelekkel szemben való viselkedés terén. Ezért az erdésznek domb és hegyvidéken meg kell figyelnie, milyen eltérítő hatással vannak a vidék egyes adottságai az erősebb szelek irányára, mert a megelőző védekezésben leginkább erre kell támaszkodni.

Általában pedig arra kell törekednünk, hogy az állományt ne csak földig ágas szegélyfák egy sora határolja, hanem viharálló fákból telepített, legalább kétszeres famagasságnak megfelelő szélességű szegélyek övezzék minden oldalról. Hamis elképzelés az, hogy egy sor földig ágas fasor biztosítékot nyújthat a viharral szemben. A tapasztalat ugyanis azt mutatja, hogy a vihar gyakran nem is ezt a fasort ostromolja, hanem a beljebb eső fákat. A szél ugyanis többnyire már néhány famagasságnak megfelelő távolságban a szegély előtt emelkedni kezd a szegélyfák csúcsa felé s ezen a felsikló pályán /légpárna/ jut a szegélyfalat elkerülve egyenesen a lombsátor fölé. Innen csap le azután a lombsátorba s itt okoz töréseket, döntéseket. Ilyenkor pedig a szegélyfák többnyire sértetlenek maradnak, a kár beljebb kezdődik. Ez a jelenség tehát - amely viharkárok alkalmával számos esetben megfigyelhető - arra int, hogy nem elegendő egy sor földig ágas fasorból álló szegélyre bízunk az erdő vihar elleni védelmét, hanem egy szélesebb - legalább kétszeres famagasságnak megfelelő szélességű - viharálló fákból telepített szegélyt kell létesítenünk. De erre kell törekednünk már csak azért is, mert egyetlen egy határfa kiesése már igen jó támadási felületet nyújt tovább a viharnak s ha nem áll már mögötte ellenállóbb fa, akkor itt a vihar szélesen kiterjesztheti a pusztításait!

Maguk a szegélyfák is ki lehetnek téve a vihar dühének, de főként oly esetekben, ha az erdőszegély különösen jó támadási pontokat nyújt a viharnak. Ilyenek az erdő szegélyén jelentkező egyenetlenségek, éles szögű alakzatok. Ezért a megfelelő védekezés további követelménye, hogy kerüljünk az erdő és a szabad terü-

let határán minden éles kiugrást és beszögelést. A jól vezetett erdőszegélynek kisímitott nyugodt vonalúnak kell lennie!

A legfontosabb preventív rendszabály pedig az, hogy gondunk legyen a jó időben végrehajtott gyéritésekre. Az elkésve alkalmazott, túlhajtott gyéritések a viharkárok szempontjából a legesendőbb pontjai az erdőnek!

- - - o o - - -

1851

/1866/

III. rész.

É G H A J L A T .

ÉGHAJLATKUTATÁS.

Az éghajlatkutatás feladata, hogy a Föld különböző részein honos éghajlati vonásokat felderítse, azoknak az egyes éghajlati tényezőkkel való ok és okozati összefüggéseit kivizsgálja, ezek törvényszerűségeit levezesse, az éghajlatok sokféleségét osztályozza és leírja. Ma már számos természettudománynak van szüksége az éghajlatkutatások eredményeire /geológia, pedológia, botanika, biológia, stb./ s nem utolsó sorban rendkívüli érdekei fűződnek hozzájuk az alkalmazott tudományoknak, a mező, erdő, kert, stb. gazdasági tudományoknak, orvos tudománynak s ezeken keresztül az egész gyakorlati életnek, az iparnak, kereskedelemnek, stb.

Említettük már, hogy az éghajlatkutatás statisztikai módszerrel dolgozik, a meteorológiai észlelések hosszú időn át gyűjtött nagy adathalmazából vezeti le az egyes vidékek éghajlatának jellemző vonásait. Kutatásához a nyers észlelési anyagot a földkerekség minden részén elosztott észlelő állomások gyűjtik. Ismeretes az is, hogy esetenkint ezek az állomások a prognosztikának is a szolgálatában állanak; ez azonban csak járulékos tevékenységük, mert a főhivatásuk az éghajlatkutatás.

Hazánkban az éghajlatmegfigyelés hálózata igen kiterjedt. A már említett nagyobb táviratozó állomásokon, a repülőtér magaslégtérkutatóállomásain túl, hegyi állomások és számos kisebb állomás is szolgálja a magyar éghajlatkutatást. Az ország különböző vidékein Réthly A. szerint 1938-ban /április/ 117 éghajlatkutató állomás, 523 csapadékmérő állomás, összesen tehát 650 önkéntes megfigyelő állomás működött.

Az állomások berendezésével, illetőleg felszerelésével s az éghajlati észlelések szolgálatával a gyakorlatokon foglalkozunk.

Az éghajlati észlelések terminusai téli időszámítás szerint a 07-, 14- és 21 órák, nyári időszámításban a 08-, 16- és 22 órák. Minthogy a szinoptikus időjárás észlelésekkel ellentétben az éghajlati észlelések szempontjából az a fontos, hogy azok az egyes állomásokon pontosan azonos napmagasság beálltakor történjenek, ezért ezuttal a felsorolt terminusok helyi középidejében érdeendők.

Magyarország egész szélességi kiterjedésében a középeurópai zónaidő sávjába esik. Ez a zónaidő a Greenwich-től keletre eső 15-ik délkör ideje. Tekintve, hogy az ország egyes állomásai a délkörtől különböző távolságra esnek keletre, ennek megfelelően más és más a helyi középidejük, amelyben észlelniük kell. Sopron pl. $1^{\circ} 35'$ -el fekszik a 15° -os délkörtől keletre s minthogy $1^{\circ}=4$ időperc, ezért kereken 6 perccel kell minden terminus előtt észlelni, hogy az éghajlati adatok más állomásokra ugyancsak helyi középidejében észlelt adataival összehasonlíthatók legyenek. Fontos ezen felül, hogy minden állomásnak ismeretesek legyenek a földrajzi állandói: a hosszúsági és szélességi körök szerinti fekvése, a tengerszint feletti magassága /az állomásbarométer higanytartályában a higany szintje a tenger színe felett/.

Sopronban a Főiskola meteorológiai állomásának ezen adatai: állomás nemzetközi száma 805, tengerszint feletti magassága 231,5 m, szélességi köre /N/ $47^{\circ}41'$, hosszúsági köre /EGrw/ $16^{\circ}35'$.

Az éghajlati táviratok számkulcsa az időjárás táviratokéval azonos, de az éghajlat szempontjából jelentőséggel nem bíró utolsó számcsoportok elhagyásával.

AZ ÉSZLELÉSI ANYAG MÓDSZERES FELDOLGOZÁSA, ÉGHAJLATI JELLEMZŐK LEVEZETÉSE.

Valamely vidék éghajlatának a leírása annál szabatosabb, minél inkább tudjuk az egyes jellemző vonásokat számszerű értékekkel kifejezni. Erre a célra az észlelési anyag adathalmazából meghatározott módszerekkel különféle számértéket szokás vezet-

ni. Esetenként szükségessé válhat a jellemző tulajdonságoknak grafikonok, térképek segítségével való szemléltetése is.

Számértékek, törzsértékek.

Mint hogy valamely vidék éghajlata az időjárásnak átlagos állapotaként fogható fel, a jellemzésére önként kínálkoznak az ott, több évtizeden át gyűjtött adatokból levezetett átlagértékek, az u.n. törzsértékek. Ezek rendszerint oly hosszú idő megfigyelési adataiból levezetett számok, hogy az észlelések további folyamatos kiterjesztésére már csak igen keveset változnak. Éppen ezért éghajlati állandóknak is szoktuk őket nevezni.

Az éghajlat nem ismer országhatárokat s valamely ország éghajlati jellegeinek a felderítése feltételezi az országnál sokkal nagyobb térségek éghajlatának az ismeretét s azokkal való összehasonlítását is. Szükséges volt ezért a törzsértékek azonos időszakaszra való nemzetközi szabályozása, mert csak az azonos időszakaszra vonatkozó adatok alkalmasak az összehasonlításra. Jelenleg ez az időszakasz, amelyből a törzsértékeket minden országban számítják s az irodalom útján kölcsönösen hozzáférhetővé teszik, a Danzingban 1935-ben ülésezett Nemzetközi Klimatológiai Bizottság által az 1901-1930-ig terjedő három decenniumban van megállapítva.

Az éghajlat jellemzésére sokféle számértéket vezettek le; mi itt csak a leggyakrabban előfordulókkal, illetve legfontosabbakkal foglalkozhatunk.

K ö z e p e k. Valamely éghajlati elem egy bizonyos időszakaszban észlelt értékeinek számtani közepét középértéknek vagy egyszerű éghajlattani szóhasználattal középnek nevezzük. Ezeket a folytonos jellegű éghajlati elemek esetében szoktuk levezetni, mint amint pl. a hőmérséklet, amelynek mindig van valamilyen értéke. A hőmérsékleti közép esetében közönségesen az u.n. terminus közepet szoktak képezni úgy, hogy a három terminuskor észlelt hőmérsékleti értékek összegét 3-al osztjuk. Ha egy hónap minden napjának a terminus közepét képezve, azokat összeadjuk s elosztjuk a hó napjainak a számával, akkor a havi közepet nyerjük. Egy

év havi közepeinek az összegét 12-vel osztva az évi középhez jutunk s végül hasonló középszámítással, több évtized évi közepeiből az átlagos évi, havi, stb. közepet, általában a hőmérsékleti törzsértéket vezethetjük le.

Esetenként nagyobb pontosságot igénylő tudományos célokra a valódi közepet is le szokták vezetni; ez a nap mind a 24 órájában végzett leolvasások számtani közepe. A 24-szeri tényleges észlelés terhes szolgálatára való tekintettel azonban nagyon pontos termográf által írt görbéről is leolvasható a 24 óraérték. A 24 izbeni leolvasás adatai természetesen jobban simulnak a tényleges napi menethez s ezért a valódi közepek pontosabbak is a terminus közepeknél. Mindamellet az eltérés a kétféle közép között nem nagy, mindössze néhány tized $^{\circ}\text{C}$ s így a terminus közép a legtöbb célra megfelel. Egyébként a valódi középhez még közelebb hozható azáltal, hogy pl. az esti terminus értékét az összeadáskor kétszer vesszük s ennek megfelelően a terminusok összegzett értékét 4-el osztjuk.

S z é l s ő é r t é k e k. A középérték egymagában még nem elég jellemző. Előfordulhat, hogy két azonos középhőmérsékletű napnak egészen eltérő hőmérsékletmenete van. Erre reávilágít a következő példa. Sopronban

1935. II. 17.-én a terminus hőmérsékletek összege:
 $11,5 + 8,8 + 7,0 = 27,3$. A közép $9,1^{\circ}\text{C}$.

1935. V. 14.-én a terminus hőmérsékletek összege:
 $7,1 + 14,7 + 5,6 = 27,4$. A közép $9,1^{\circ}\text{C}$.

Jóllehet a két nap hőmérsékleti közepe azonos, az egyes terminusértékek sorai mégis megegyezően mutatják, hogy ezen két nap hőmérsékletmenetének a karaktere egészen elütő.

Ilyen jelenségek két nap törzsértékei között is előfordulhatnak s erre való tekintettel a törzsértékeket a jobb jellemzés céljából még ki kell egészíteni a szélső értékek /ingás/ feltüntetésével.

A z a m p l i t u d o / i n g á s /. Valamely éghajlati elem szélső értékei között ingás ugyancsak jellemző számérték. Az ingás

annál nagyobb lehet, minél hosszabb időszakokra vonatkozik. Egyetlen napon pl. kisebb hőmérsékleti amplitudó valószínűbb / napi amplitudó/, mint amilyent nyerhetünk egy hónap alatt előforduló maximális és minimális értékekből /havi amplitudó/. Még nagyobb lehet egy év legalsócsnyabb és legmagasabb hőmérséklete közötti u.n. évi amplitudó. Végül hosszabb évszorosab esetében már igen nagy lehet a legmagasabb és legalsócsnyabb hőmérsékleti szélsőség, ez ugynevezett abszolút szélsőség, illetőleg az ezek közötti abszolút amplitudó. Néhány adat a soproni meteorológiai állomás észlelési anyagából jól szemlélteti ezt:

1935 július 12.-én	$t_{max} = 28,4^{\circ}$	$t_{min} = 10,3^{\circ}$	amplitudó	$18,1^{\circ}$
1935 július havában	" = $31,7^{\circ}$	" = $7,2^{\circ}$	"	$24,5^{\circ}$
1935 évében	" = $31,7^{\circ}$	" = $-17,8^{\circ}$	"	$49,5^{\circ}$
1931-1940 övtizedben	" = $34,5^{\circ}$	" = $-21,0^{\circ}$	"	$55,5^{\circ}$

Még tovább növekszik a hőmérsékleti amplitudó a térbeli kiterjesztéssel. Pl. hazánk egész területét tekintve a hőmérsékleti maximum elérheti a $+41,0^{\circ}$ -ot, a minimum a $-37,0^{\circ}$ -ot, ez amplitudó tehát 78° . Az egész mérsékelt éghajlatot tekintve, pl. Tripolisban a maximum elérheti a $+58^{\circ}$ -ot, Vjerchojenszk vidékén /Eszakkelet-szibéria/ a minimum a -61° -ot; a hőmérsékleti amplitudó 119° . Réthly A. az egész földkerekségen lehetséges hőmérsékleti amplitudót 150° -ra becsüli.

Az amplitudó lehet periódusos /szekesszon/ és aperiodusos /nem szekesszon/. Amennyiben valamely időegységen /pl. hónapban/ belül termográf szelegről a napok mind a 24 órájára kiközepeljük a hőmérséklet óráértékeit, megállapíthatjuk valamely állomás periódusos amplitudóját. Ez ugyanis a legnagyobb és legkisebb óráérték közötti különbség, vagyis a legmelegebb és leghidegebb órák átlagos hőmérsékletének a különbsége. Ha azonban nem az óráértékeket képezzük, hanem napról napra kikerestük a maximális és minimális hőmérsékleteket, függetlenül attól, hogy melyik órában következtek be és ezek közepi között képezzük a különbséget, akkor a hőmérséklet aperiodusos amplitudóját nyerjük. Készenfekvő, hogy ez utóbbinak mindég nagyobbak kell lennie, mint az előbbinek. Az aperiodusos amplitudó ezért jó kifejezője az éghajlat mostohaságának és mindig

előszervi megállapítani olyan esetben, ha pl. valamilyel növényeket kivéve megtelepíteni és pedig mint a növény eredeti, mind az új hazájában.

Összegek. Az olyan éghajlati elemek esetében, amelyek jellege nem folytonos, hanem időnként szünetel /szekenzos/, nem közepeket, hanem összegeket szoktunk megadni. Így adjuk meg a csapadékot, párolgást, napsütéstartamot. Sopron csapadékviszonyát pl. a 30 éves átlagos csapadékösszegével jellemezhetjük, amely 711 mm, a napsütéstartamot ugyancsak a 30 éves átlagos óráösszeggel, amely 1734 óra.

Gyakorlat. A középértékek még a szélső értékekkel való kiegészítés esetében sem eléggé jellemzők, ezért szükség van a gyakorisági értékekkel való kiegészítésre is. Gyakorlat alatt egyes jellemző értékeknek az időegységben való előfordulási számát értjük. Ez az éghajlati elemmel kapcsolatban alkalmazzuk. A hőmérséklet esetében jellemző értékek: a nyári-, a hőség-, a forró-, továbbá a fagyos-, a téli és a zord napok. Mindegyiket egy küszöbérték határoz meg:

Nyári napon a	t_{max}	\geq	25,0°	Fagyos napon	t_{min}	\leq	0,0°
Hőség "	"	"	30,0°	Téli "	t_{max}	\leq	0,0°
Forró "	"	"	35,0°	Zord "	t_{min}	\leq	-10,0°

Sopronban pl. 30 éves átlagban évente:

54,8 nyári nap van	/a eszes júliusban	17,7 nap/.
7,7 hőség "	" " " " " " " " " " " "	3,0 nap/.
0,2 forró "	" " " " " " " " " " " "	0,1 nap/.
90,0 fagyos "	" " " " " " " " " " " "	24,3 nap/.
24,6 téli "	" " " " " " " " " " " "	9,5 nap/.
8,4 zord "	" " " " " " " " " " " "	3,6 nap/.

Esetenként a csapadékos napok számának gyakorisági értékeivel is találkozunk. A csapadékos napokat csoportosítani szokás 1 mm, 1-5 mm és 5-10 mm-es csapadék szerint.

Jelölésük az éghajlatra a derült és berült napok gyakorisági értékei is. Derült napnak számít az a nap, amelyen berültség < 20 %, berült az a nap, melyen a berültség > 80 %. Sopronban pl. 30 éves átlagban az év folyamán a derült napok száma 41,7 /a évesérték augusztusban 6,5/, a berült napok száma 157,2 /a évesérték decemberben 19,3/.

A szél esetében a szélirányok továbbá a szeles napok /10 m/sec-t meghaladó szél/ és a viharos napok /15 m/sec-et meghaladó szél/ gyakoriságát szokás megadni.

Változékonyság /állhatatlanság/. Az éghajlati elemek értékei időegységről időegységre változnak. A változásokra való hajlam a változékonyságban jut kifejezésre. Ennek a megadásakor az időegység különböző terjedelmű lehet, pl. egy nap, hónap és év. A változékonyság mérvének a kifejezésére az egymásután következő időegységek közepe /vagy, nem folytonos elemek esetében az összege/ közötti különbségeket előjelre való tekintettel kiírjuk, előjelre való tekintet nélkül összegezzük, s osztjuk az esetek számával. A napi középhőmérséklet ily uton nyerezhető változékonyságát interdiurnális változékonyságnak is nevezzük.

Állapítsuk meg pl. Sopron 1929 évi augusztus hónapban a napi középhőmérséklet változékonyságát az ismertetett módon!

Dátum	t		dátum	t		dátum	t	
Julius	31	20,3	10	21,1		20	15,5	
Augusztus	1	23,0	11	18,8	-5,3	21	15,8	0,3
	2	18,2	12	22,7	3,9	22	15,0	-0,8
	3	17,2	13	18,7	-4,0	23	15,4	0,4
	4	17,6	14	18,8	0,1	24	18,6	3,2
	5	20,6	15	21,0	2,2	25	20,7	2,1
	6	18,6	16	22,4	1,4	26	21,4	0,7
	7	20,6	17	25,3	2,9	27	18,8	-2,6
	8	21,4	18	24,2	1,1	28	23,7	4,9
	9	23,5	19	20,2	-4,0	29	25,8	2,1
	10	24,1	20	15,5	-4,7	30	25,4	-0,4
						31	25,1	-0,3
Az eltérések összesen 19,4			29,6			17,8		

Mindösszesen $19,4 + 29,6 + 17,8 = 66,8$. Az 1929. év sugsztusának változékonysága tehát $= \frac{66,8}{31} = 2,15^\circ$.

A változékonyságban az ország egyes vidékei között lényeges különbségek lehetnek. Ugyanezen év és hónap napi középhőmérsékletének változékonysága pl. Réthly szerint Budapesten $1,62^\circ$ volt.

Amennyiben az így számítható napi hőmérsékleti változékonyságot valamely hónapra évtizedes középben állapítjuk meg, úgy a nyert közép az illető hónap napi hőmérsékletének az u.n. normál változékonyságát adja.

Az éghajlati elemek változékonysága rendkívül jellemző egy-egy vidék éghajlatára. Globális viszonylatban az ekvátor vidékén minden éghajlati elemnek kicsiny a változékonysága. Innen a szélességi fokokkal többé-kevésbé nőnek a változékonysági értékek, de egyben sok egyéni vonást is árulnak el aszerint, hogy az egyes elemekre a nagy vízfelületek vagy szárazföldek milyen hatással vannak.

Közepes eltérés, közepes anomália.

Ha egyes hónapok vagy évek közepének /összegeinek/ a sok éves átlagtól való eltéréseit képezzük, a ezen eltéréseknek előjelre való tekintet nélkül összegezett értékét az esetek számával elosztjuk, akkor a hányados az átlagos eltérést, vagy átlagos anomáliát adja meg.

Állapítsuk meg ezen az alapon Sopron januári hőmérsékletének a közepes eltérését az 1931-1940 évtizedben!

Az egyes januárok középhőmérséklete 1931-1940-ig rendre a következők:

-0,1 0,2 -3,4 -0,9 -2,7 3,9 -2,8 0,7 0,7 -8,3

számtani közép: $-1,27^\circ$.

Ezen 10 éves középértéktől az egyes évek januári közepi a következő értékekkel térnek el:

1,17 1,47 -2,13 0,37 -1,43 5,17 -1,53 1,97 1,97 -7,3.

Ezek összege /előjelet nem tekintve/ = $24,24^{\circ}$,

$$\text{közepes eltérés} = \frac{24,24}{10} = 2,42^{\circ}.$$

Valószínű hiba. A közepes eltérés alkalmas arra, hogy egy bizonyos számú év megfigyelési adatából nyert középnek a valószínű hibáját kiszámítsuk. Erre a célra a Fechner-féle képlet szolgál, mely szerint a valószínű hiba v

$$v = \frac{1,1955}{\sqrt{2n-1}} \cdot \text{közepes eltérés},$$

ahol n a megfigyelési évek számát jelenti.

Az előzőleg felhozott példánkban ez a valószínű hiba $\pm 0,67^{\circ}$. Ha megkivánjuk tudni az évek számát, amelyek adataira szükségünk van ahhoz, hogy a közép valószínű hibája egy bizonyos v -nél ne legyen nagyobb, akkor az

$$n = n' \frac{v'^2}{v^2}$$

képletet használjuk. Amennyiben az elérni kívánt pontosság $\pm 0,1$, akkor $n = 100 n' \cdot v'^2$. Ezekben a kifejezésekben n' az észlelési időszak hossza, v'^2 pedig az n' évből számított valószínű hiba,

A fennebbi példa szerint ahhoz, hogy $\pm 0,1$ hibával állapítsuk meg Sopron január hevi középhőmérsékletét 449 év megfigyelési adatait kellene feldolgoznunk. Általában minél rövidebb időegység adatairól van szó, annál hosszabb időszak törzsértékeit kell felhasználnunk egy meghatározott hibán belüli eredmény elérésére.

Gazdasági vonatkozásu, különleges számértékek. A gazdasággal foglalkozó irodalomban gyakran találkozunk különleges számértékekkel, amelyet az éghajlat és a gazdaság közötti kapcsolat kutatására vezettek le. Ilyen pl. a Guillon által levezetett hőösszegnek számértéke, amellyel itt-ott a fenológusok munkáiban találkozunk. A nevezett kutató a tenyésztési

időbe eső napok középhőmérsékleteinek az összegét nevezi hőösszegnek, Tenyészeti időnek tekinti a 10°C -es napi közepet meghaladó napok számát abból a feltevésből kiindulva, hogy a növények nedvkeringése a tél után a 10°C -es napi közép elérésekor indul meg. Bár a nedvkeringés valójában már 0° felett megindul, a tenyészet valóban összeesik a $> 10^{\circ}$ középhőmérsékletű napok szakaszával. A hőösszegek használata nem vált általánossá.

A csapadékadatok feldolgozásakor gazdasági célokra esetenként feltűntetik a szárazsági és csapadékos időszakokat. Előbbiek az olyan hosszabb időszakok, amelyeken napi $0,1\text{ mm}$ -t nem ért el a csapadék, vagy semmi nem volt, utóbbiak olyan szakaszok, amikor nap-nap után ilyen értéket meghaladó csapadék hullott. Más értelmezés szerint a két-féle szakaszt az jellemzi, hogy előbbiben a törzsértéket el nem érő, utóbbiban a törzsértéket meghaladó csapadék esik. Kézenfekvő, hogy az utóbbi értelmezés szerint hosszabb szakaszok lehetségesek, mint az előbbi értelmezésben. Réthly szerint Turkeven 1898-1912 évek sorában április-október között szeptemberben 26 napon át $0,1\text{ mm} >$ csapadék esett, illetve semmi, viszont a leghosszabb időszak, amelyben minden nap $0,1\text{ mm} <$ csapadék hullott le októberben 13 nap volt. A másik értelmezés szerint pl. Debrecen 80 éves megfigyelési sorozatában 18 hónapos szárazsági és 8 hónapos csapadékos időszak fordul elő. Hogy az ilyen végletek mily károsak a mezőgazdaságra, azt külön hangsúlyozni nem kell.

A csapadékkal kapcsolatban esetenként jelentősége lehet valamely hely csapadékadatait u.n. csapadéksűrűség-re is feldolgozni. Egy-egy eső pl. felhőszakadás esetében a csapadéksűrűséget a percenként lehulló csapadékkal fejezhetjük ki. Valamely vidék évtizedes csapadékadatainak a feldolgozásakor azonban csapadék, vagy esősűrűség alatt az eső mennyisége és a csapadékos napok száma közötti arányt értjük. Budapesten évtizedes átlagban az augusztusi csapadéksűrűség $5,4\text{ mm}$, de előfordult 1929 augusztusában $16,1\text{ mm}$ és 1928 augusztusában $2,6\text{ mm}$. Az ilyen szélsőségek a kapásnövények természetét igen megnehezítik. Végül megemlítjük még, hogy a csapadékadatokat a csapadékos napok valószínűségének a kimutatására is fel szokták dolgozni. Ez alatt valamely időegységre /év, hónap/ évtizedes átlagban jutó csapadékos napok számát értjük, az időegy-

ség napjainak a %-ában kifejezve /pl. 1 évben 122 csapadékos nap 33 %-os csapadékvalószínűséget jelent/.

Erdőgazdasági vonatkozásban még meg kell emlékeznünk Szántó J. különleges számértékeiről, mint aminők a tengeriség, szárazföldiség, aszálymentesség, aszályosság és éghajlatjóság.

Ezeknek a levezetésére Szántó a tenyészeteti és ezen belül külön a nyári időszak hőösszegeiből indul ki. Itt mindjárt meg kell jegyeznünk, hogy nála a hőösszegek nem azonos értelműek a fentebb említett Guillon-féle hőösszegekkel, Szántó ugyanis élettani hőösszegekre alapítja a számításait. Evégből tekintetbe veszi, hogy a növényélet és növényfejlődés szempontjából fontos biokémiai reakciók sebessége a hőmérsékletnek 10°C -enként való emelkedésével megkétszereződik, megháromszorosodik. Másrészt annyiban is más utat követ, hogy már magának a tenyészidőnek a hosszát is Guillon-tól eltérően állapítja meg, amennyiben nem a 10, hanem a 4°C feletti napok sorozatát tekinti tenyészidőnek.

Az élettani hőösszegek kiértékelésére a tenyészeteti időben - még külön a tenyészeteti időn belül eső nyári évszakban - grafikus eljárást alkalmaz. Kordinata-rendszer vízszintes tengelyére a tenyésznapokat, függőleges tengelyére a 4° -nál magasabb napi középhőmérsékletek törzsértékeit hordva fel, megrajzolja a hőmérsékleti görbét, amely emelkedő, majd a nyári csúcspont elérése után süllyedő tendenciát mutat. A görbe legmagasabb pontjából a vízszintes tengelyre huzott merőleges /M/ mutatja a maximális nyári hőmérsékletet a 4°C felett. A hőmérsékleti görbe és a 4° -os hőmérsékletnek megfelelő vízszintes tengely által bezárt területet olyként tekinti, mint amely arányos a tenyészeteti idő hőösszegeivel. Ebből a nyári évszakra ugyanilyen jelentőségű területet olyképpen határol el, hogy a görbét az M felső harmadában vízszintessel metszi. A lemetezett magasságú részt tekinti a nyári hőösszegekkel arányos területnek. De az így megállapított kétféle hőösszegekben még nem jut kifejezésre az, hogy a biokémiai reakciók a hőmérséklet 10° -kénti emelkedéssel 2-3-szorosan gyorsulnak, s ily mértékben hatnak a növényzet fejlődésére. Hogy ez is kellő kifejezésre jusson, vagyis, hogy a kiértékelte hőösszegek élettani hőmennyiségeként legyenek felfoghatók, a tenyészidő teljes területét vízszintes sávokra osztja, ezek rész-

területeit általában 10° -onként 2,5-el szorozva, majd a kapott értékeket az egész tenyészidőre összegezi /T/, s ezen belül ugyan így jár el a nyári évszak területén /t/. Az ily módon megnövelt területösszegek már többé-kevésbé arányosak a szöbenforgó időszakok élettani hőmennyiségeivel.

Ezekután egy általa felállított képletbe egyszer a T/M, másik esetben a T/m értékeit helyettesítve, külön-külön kiszámítja a tenyészidő, illetve a nyári évszak tengeriségét, a kettőt összeadva pedig a tengeriség mértékszámát nyeri. Az így előállított érték reciprokját a szárazföldiség mértékszámának tekinti.

Az aszálymentesség mértékszáma egyenlő a tenyészidő, illetve a nyári évszak mm-ekben kifejezett csapadékmennyisége /C illetve c/ és az élettani hőmennyiségek /T illetve t/ hányadosainak az 1000-szereséből képzett összeggel $1000 / C / T + c t / :$. Az aszálymentesség mértékszámának reciprokja az aszályosság mértékszámának felel meg.

Természetes minél aszályosabb és szárazföldibb valamely terület éghajlata, annál kedvezőtlenebb az erdőtenyészetre. Az aszály már önmagában véve kizárja a mi állományalkotó fáinkból álló erdőséget. A szárazföldiség viszont azon okból ártalmas az erdőtenyészetre, mert egyet jelent az éghajlati elemek nagyfokú változékonyságával, többek között a nagymérvű csapadék bizonytalansággal. Minél kisebbek tehát a két megszabó jellemvonásnak a mértékszámai, vagyis minél nagyobb az aszálymentesség és tengeriség mértékszám, annál kedvezőbb az erdőtenyészetre. E körülmény jut kifejezésre Szántó éghajlatjósági mértékszámában, melyet úgy nyer, hogy a tenyészidőre és a nyári évszakra számított tengeriségi, plusz aszálymentességi mértékszámokat összeadja. Az éghajlatjóság mértékszám 3 jegyű szám, amelynek emelkedő értéke az éghajlat növekvő jóságát fejezi ki. Hazánkban 130-tól /Alföld-központ/ 180-ig /nyugati határ/ terjedő éghajlatjósági mértékszámok fordulnak elő. /Hazánk éghajlatjósági térképe a jegyzet 221. oldalán található.

Éghajlati táblázatok,

Valamely földrajzi hely éghajlatának felölelő jellemzésére táblázatba foglalhatjuk az illető helyre vonatkozó éghajlati adatokat. Ehhez az illető földrajzi hely meteorológiai állomásán vagy állomásain észlelt anyagot megfelelően fel kell dolgozni. A jellemzés annál teljesebb lehet, minél kimerítőbb feldolgozást végzünk.

A feldolgozásnál szem előtt kell tartani, hogy az éghajlati adatok más földrajzi helyek éghajlati adataival összehasonlíthatók legyenek. Minthogy ezidő szerint a törzserkékek kiszámítására az 1901-1930 év közötti három évtized észlelési anyaga a nemzetközileg elfogadott hivatalos anyag, legcélszerűbb minden esetben ezen keretbe alkalmazkodni. Így az adataink nemcsak más hazai földrajzi helyek adataival lesznek összehasonlíthatók, hanem a külföldiekkel is.

Példaként bemutatjuk a 22. táblázatokban Sopron /Főiskola/ éghajlati jellemzőinek táblázatos kimutatását.

Grafikus ábrázolások, éghajlati térképek.

Az éghajlat jellemzésében nem nélkülözhetjük a grafikus ábrázolás nyújtotta lehetőségeket sem. Ilyen jellemző grafikonok a törzserkékekből szerkesztett napi és évi menetek, emilyeneket a hőmérséklettel kapcsolatban bemutatunk. Hasonló kivitelű grafikonok minden folytonos éghajlati elemről szerkeszthetők. A nem folytonos elemek váltakozásait /pl. csapadékeloszlás/ célszerűbben oszlopokkal ábrázolhatjuk. Így pl. az év csapadékeloszlását valamely helyen úgy szemlélhetjük, hogy az egyes hónapok csapadékmennyiségét ezzel arányos magasságu, a hónapok sorrendjében egymás mellé illesztett oszlopokkal tüntetjük fel. A szélirány gyakoriságának az érzékeltetésére is megszokott a grafikus ábrázolás, a gyakorisági szélrózsa alakjában. Ezt úgy szerkesztjük, hogy választott hosszegységben a szélrózsa megfelelő irányaira felhordjuk az illető irányu szél %-os gyakoriságát s a kapott

Sopron éghajlati adatai I.
1901-1930.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ÉV
A légnyomás 2335m-en	744'16	742'56	740'46	739'10	741'02	741'09	741'24	741'78	743'18	742'72	742'21	741'86	741'78
Légnyomás a tenger sz-ben	766'08	764'25	761'80	760'05	761'59	761'45	761'44	762'07	763'82	763'73	763'69	763'59	762'80
Hőmérséklet C°	-05	03	52	95	147	177	199	189	150	98	42	11	97
Közepes napi max	24	43	101	153	203	233	253	247	203	142	74	36	143
Közepes napi mín.	-36	-21	11	45	92	126	141	136	106	57	11	-18	54
Fagyos napok (Cmin ≤ 00°)	243	202	110	29	02	-	-	-	-	21	113	180	900
Téli napok (Cmax ≤ 00°)	96	69	01	-	-	-	-	-	-	01	17	62	263
Zord napok (Cmin ≤ -100°)	36	32	01	-	-	-	-	-	-	-	00	15	84
Nyári napok (Cmax ≥ 250°)	-	-	-	03	60	118	177	154	41	05	-	-	548
Hőség napok (Cmax ≥ 300°)	-	-	-	-	02	19	30	21	05	-	-	-	77
Forró napok (Cmax ≥ 350°)	-	-	-	-	-	01	01	-	-	-	-	-	02
Nedvesség %	87	84	79	74	73	73	72	74	79	83	87	90	80
Páramyomás mm	39	39	53	67	94	112	127	122	103	76	54	44	73
Felhőzet %	75	72	69	70	66	63	62	55	60	67	77	82	68
Derült nap (borultság ≤ 20%)	20	31	30	28	37	40	34	65	58	42	17	15	417
Borult nap (borultság ≥ 80%)	169	150	135	127	109	120	100	76	91	130	172	193	1572
Csapadék: mm	35	38	41	60	64	80	99	72	77	52	50	47	711
Nappénytartam órában	57	83	135	175	227	227	243	229	161	113	61	41	1734

Sopron éghajlati adatai II.
1901-1930

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
7-óra	196	199	198	206	213	207	195	176	166	173	170	179
Közepes szélerő 14-óra m/sec.	218	222	250	252	260	264	246	239	233	229	208	197
21-óra	193	190	193	176	164	169	163	154	160	167	170	175
közép	201	204	213	212	211	213	203	190	186	189	180	182

	N	NE	E	SE	S	Sw	W	Nw	Szélszend
I	20	1	3	10	17	3	6	28	12
II	15	2	2	11	19	3	5	32	11
III	13	1	3	7	25	5	5	32	9
IV	19	1	2	6	23	4	8	26	11
V	19	2	2	5	24	2	5	30	11
VI	16	2	3	5	18	3	8	34	11
VII	15	3	2	4	14	4	9	34	15
VIII	14	3	2	6	16	5	7	32	15
IX	11	2	2	7	20	4	7	33	14
X	16	2	2	8	24	3	6	24	15
XI	12	1	2	9	24	4	6	27	15
XII	14	1	3	9	22	4	5	26	16
Év	15	2	2	7	21	4	6	30	13

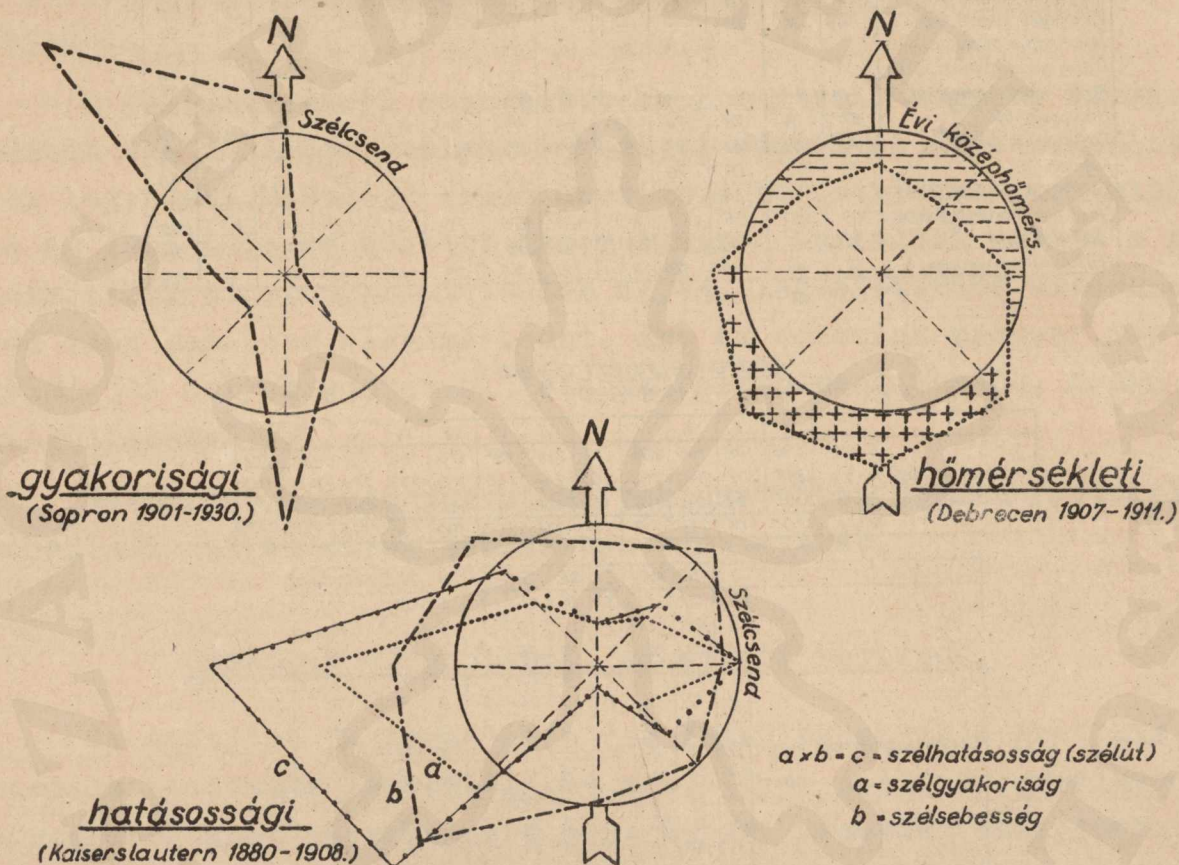
Sopron éghajlati adatai III.
1901-1930

Pentád C°		Pentád C°		Pentád C°		Pentád C°	
Január	1-5 10 6-10 00 11-15 -15 16-20 02 21-25 -14 26-30 -04	Április	1-5 81 6-10 84 11-15 95 16-20 95 21-25 110 26-30 139	Július	30-4 201 5-9 196 10-14 202 15-19 205 20-24 201 25-29 209	Október	28-2 136 3-7 106 8-12 116 13-17 96 18-22 98 23-27 82
Február	31-4 10 5-9 04 10-14 -30 15-19 09 20-24 -01 25-1 15	Május	1-5 142 6-10 151 11-15 137 16-20 134 21-25 155 26-30 160	Augusztus	30-3 198 4-8 192 9-13 195 14-18 197 19-23 192 24-28 181	November	28-1 72 2-6 64 7-11 73 12-16 39 17-21 32 22-26 32
Március	2-6 29 7-11 33 12-16 41 17-21 60 22-26 79 27-31 79	Június	31-4 164 5-9 164 10-14 180 15-19 185 20-24 187 25-29 183	Szeptember	29-2 176 3-7 169 8-12 158 13-17 146 18-22 155 23-27 137	December	27-1 32 2-6 18 7-11 15 12-16 13 17-21 -14 22-26 -04 27-31 15

22. táblázat.

pontokat poligonszerűen összekötjük. A szélcsend gyakoriságát - minthogy ennek nincs iránya - körrel ábrázoljuk /lásd a 37. ábrát/. Ilyen módon feltüntethetők a különböző irányú szelek hőmérsékleti viszonyai is /hőmérsékleti szélrózsa/. Ebben az esetben a különböző irányú szelek középhőmérsékletét hordjuk fel, s a kör a középhőmérsékletet tünteti fel.

Különböző szélrózsák:



37. ábra.

Erdőgazdasági szempontból a hatásossági szélrózsa legtanulságosabb. E fogalmat Th.Künkele vezette be a szél makroklimatikus összhatásának a mértékéül. Egységnek alkalmas hosszakat választva, felhordjuk az egyes irányokra a szélgyakoriságot /lásd ábrán: a./, a szélesebességet /b/, s e kettő szorzataként a szélhatásosságot, vagy "szélutat". A szélnek az erdő faállományára gyakorolt hatását ez utóbbi fejezi ki legfelölőbbben. Az erdő fái a legnagyobb hatásosság irányában fejlesztik ki az erősítő /sztatikus/ szerveiket. A leginkább igénybe vett gyökerek úgy erősödnek s úgy terpeszkednek, hogy a fa a legnagyobb mértékű igénybevétel irányában álljon legszilárdab-

ban. Sajnos kevés olyan nagyobb meteorológiai állomás van, amelynek észlelési anyaga megfelelő feldolgozásban állna rendelkezésre a hatóságok szélrozsza megszerkesztéséhez.

Az éghajlati jelenségek térképes ábrázolása, vagyis az azonos értékeket összekötő görbe vonalak kiváló lehetőséget nyújtanak a gyors áttekintésre és igen gyakran az éghajlat és növény-tenyészet, vagy károsítók közötti kapcsolatok felderítésére is. Gyakran alkalmaznak az ilyen vonalak bezárt területeken vonalkézést, színezést a vizsgált jelenségek szempontjából fontos értékek által uralt területek áttekinthetőbb feltüntetésére. Ilyenformán ábrázolhatjuk a hőmérséklet elterjedését izotermákkal, a légnyomáseloszlást izobárokkal, a csapadékeloszlást izohietákkal, a felhőzet eloszlását izonéfekekkel, a napsütés eloszlást izohelioszokkal, az egyenlő eltérések elterjedését izanomáliákkal, légnyomás esetében izallobárokkal, az egyenlő hőmérsékleti amplitúdók eloszlását izotalantoszokkal. Hasonlóan görbék alakjában tünteti fel az ország területén Szántó az éghajlati jelenség eloszlását.

É G H A J L A T I T I P U S O K.

Az egyes éghajlati elemek, a különböző földrajzi adottságok és egyéb éghajlati tényezők hatásaira esetenként igen jellemzően alakulnak, s ezen az alapon éghajlati típusokat lehet megkülönböztetni. Köppen ilyenekül a tengeri, a szárazföldi, a partvidéki, a monszun és a hegyvidéki /magaslati/ klimatípusokat írja le.

A tengeri /maritim/ éghajlat. Jellemvonásai a szárazföldi típussal szemben a hőmérséklet nagyfokú egyenletessége, vagyis a napi és évi ingadozás csekély volta, a levegő nedvességének és a borultságnak a nagyobb mértéke, a szélnek a kisebb surlódás miatti nagyobb hevessége /hiányoznak a hegyek, erdők, épületek, stb./, s a levegő tiszta por- és csiramentes állapota.

A szárazföldi /kontinentális/ éghajlat. Itt a hőmérséklet ingadozásai mind napi, mind éves viszonylatban tetemesek. Télen derült, csillagos ég, nagy hideg, eseten-

ként alacsony felhőktől teljesen fedett ég, nyáron igen meleg napok, a déli órákban cumulus-felhők, időnkint cumulonimbusok zivatarokkal, felhőszakadásokkal jellemzők rá. A közepes szélerősség kisebb, a szélesendek gyakoribbak, a csapadék - főként télen - ritkább, a levegő páratartalma kisebb, mint a tengeri éghajlatban, a levegő pedig portól, csiráktól szennyezett. A kontinensek téli csapadéka a melegebb a párásabb tengeri levegőből ered, melyet a szél a szárazföldre hajt, a nyári csapadék viszont inkább a szárazföld párolgásából adódik.

A szárazföldi éghajlat szélsőséges kialakulásaként fogható fel a sivatagi éghajlat. Az olyan sivatagokban, amelyek a tóritó környéki leszálló légáramlásnak köszönik eredetüket /pl. Szahara/, nincs csapadék azért, mert jóllehet a talaj szélsőséges felmelegedése bizonyos mérvű labilitást kialakít az atmoszférában, a így felszálló áramlás is jelentkezik, ez nem terjed nagyobb magasságra, a azon felül ez a felszálló levegő száraz is, így tehát csapadék nem tud képződni. Ha mégis, esetleg évek eltelte után előfordul, hogy kivételes labilitás folytán a felszállás a magasabb légrétegig terjed, eső lehetséges, amely felhőszakadássá fokozódhat. Az olyan sivatagokban viszont, amelyeket magas hegyek vesznek körül, vagyis az u.n. orográfiai sivatagokban /pl. a Tarim medencében a Taklamakan/, azért nincs eső, mert a sivatagban csak hegyeken átkelt száraz leszálló szelek érkeznek, amelyek nem hoznak csapadékot.

Sivatagokban általában erősebb szelekkel találkozunk, mint az ugyanolyan szélesség alatti kontinensek egyéb vidékein. Ez részben azért van, mert az erdők hiányoznak, a általában a surlódás korlátolt, /hasonlóan, mint a tenger esetében/, részben pedig azért, mert már a függőleges légesere során a magas atmoszférából leérkező légtömegek magukkal hozott horizontális sebessége is nagy. A sivatagi szelek tehát - legalább is periódusosan - igen erősek lehetnek. Homoksivatagok esetében gyakran homokviharokká erősödhetnek. A sivatagokban a hőmérséklet napi ingása igen számottevő, 31^o-ot is kitéhet. Emiatt a változóan melegedő-hűlő sziklákban oly feszültség különbségek jelentkeznek, hogy a felületük csengő hangoktól kísérvé lepattogzik. Az apróbb törmeléklet a szél felkapva a sziklához vágja, szokat koptatja, a finom port a magasba ragadva messzire,

a sivatag vegetációval borított peremvidékére hordja, ahol a vegetáció megköti /lössképződés/. A sivatagokban hiányoznak a felszíni folyók, a mélyebb helyeken ezek helyett sós tavak fordulhatnak elő. A csapadék hiánya és a rendkívül száraz levegő miatt a sivatagban nincs, vagy alig van vegetáció. Csupán a talajvizet tartalmazó oázisokon találunk dus vegetációt, ennek a legjellemzőbb képviselője a datolyapálma. Esetenként az óceánok partvidékéig is kiterjedhet a sivatag, ha az óceánban a kontinens partvidéke körül hűvös tengeráramlatok bukkannak felszínre, amelyek a levegőt a partvidékre is kiterjedően annyira lehűtik, hogy felszálló légáramlás, s ennek nyomán csapadékképződés nem válik lehetségessé /pl. a Szahara nyugati partja, Peru és Északchile/. Pedig itt a levegő elég nedves, amit a téli hónapokban jelentkező gyakori ködök is igazolnak, tehát felszálló légáramlás esetében csapadék is bővebben volna. A sivatagi éghajlat, mint a tengeri éghajlat szélsőséges elmentétje Köppen szerint csak egyben hasonlít a tengeri éghajlat-hoz: a levegőjének bakteriumcsiráktól mentes voltában. A betegségek okozó csirák hiánya víz hiányára vehető vissza, a sivatag extrém száraz levegőjében ezek nem tudnak megélni.

Partvidéki éghajlat /litorális éghajlat/. Itt az éghajlat jellegének a megszabásában nagy szerepet játszanak az uralkodó szelek, mert aszerint, hogy ezek honnan érkeznek a maritim vagy a kontinentális jelleg vonási jelentkeznek. Általában a hőmérsékleti amplitudó nem nagy, a csapadék és felhőzet azonban sok lehet, mégpedig az alacsony szélességek alatt a keleti partvidéken /NE irányu, tengerről érkező passzát szelek!/ a magasabb szélességek alatt viszont a nyugati partokon /általános W-irányu légáramlás/. A kontinensek ellenkező kitettségű partjai szárazak /kontinentális szél/.

Monszun éghajlat. Mint ahogy a szélrendszerekkel kapcsolatban említettük a monszun éghajlatban nyáron tengerről, télen szárazföldről áramló levegő jelentkezik. Ezért nyáron tengeri, télen szárazföldi az éghajlat jellege. A monszun - változás tavaszra és őszi esik. Az őszi monszun-változás idejében aránylag magas hőmérséklet mellett a levegő igen fülledt, mert a nyáron át tartó esőzés után a talajok nedvesek, s a levegő páratelt.

Hegyi, vagy magaslati éghajlat. Ennek egyik jellemvonása a magassággal csökkenő légnyomás. Amíg ez nem túl nagymérvű, nincs az emberre különösebb jelentősége. De már 3000-4000 m magasságban, ahol a 0°-ra redukált légnyomás 527, illetve 452 mm-re esik, az ilyen légnyomásokhoz nem szokott embernél a hegyi betegség tünetei: szédülés, orrvérzés, rosszullét, szorongás, hevesebb szívdebegés, stb. léphetnek fel. A hegyi klmához szokott lakosság viszont jól elviseli a ritka levegőt. Bolívia hegyvidékein a lakosság 4000-4500 m magasan települt. Az állatvilág egyes fajtái is jól elviselik a ritka levegőt: a kondorkeselyű 5000 m magasba is felrepül. A kisebb magasságok - mintegy 1000-2000 m között - minden esetben kedvezők az emberi szervezetre, mert még elég sűrű a levegő, a légnyomás még nem túl alacsony /0°-ra redukáltan 1000 m-en 671, 2000 m-en 590 mm/, továbbá nagyfokú a levegő tisztasága. Ilyen magasságban a hűvösebb levegő a tüdőt, szívet fokozott működésre serkenti, ami üdítőleg hat, de jótékony kihatással van az idegekre is, s emeli az étvágyat.

A be- és kisugárzás intenzitása a magassággal nő, mert a sugarakból a nagy magasságok feletti atmoszférában kevesebb nyelődik el, illetve szóródik szét. Itt még viszonylag gazdag a levegő UV-sugarakban, az ember könnyen barnul, jólehet a hőmérséklet alacsony. A napsütötte és árnyékos oldalak között aránylag kis távolságokra egymástól nagy klimatikus különbségek lépnek fel, ami a növényzet fajtáiban is eltéréseket hoz létre.

A hőmérséklet a magassággal a termikus gradiensek megfelelően csökken. Éjszaka és télen azonban a csuesokon gyakran ugyaneolyan hőmérsékletet mérnek, mint a hegy lábánál, esetleg még nagyobb. A csuesokon és oldalakon a nagy kisugárzás folytán lehűlt levegő ugyanis lehömpölyög a völgyekbe. Ehhez képest a csuesokon kisebb a napi és az évi hőmérsékleti amplitudó is.

A levegő abszolút páratartalma is csökken a magassággal. A relatív páratartalom ezzel szemben nem változik ilyen szabályosan a magassággal. A szél sebessége a magassággal nő, s a hegycsúcsokon igen számottevő lehet. A csapadék az uralkodó szélnek kitett hegyoldalakon nagyobb, mint a szélárnyékos oldalon, főként, ha a szélirány merőleges a hegyvonulatra. Jellemző a hegyvidékre a napszakos hegyi-völgyi szél is.

Magasabb s kiterjedtebb hegységek által, hogy az atmoszféra alsó részében folyó áramlásokat megzavarják, vagy megakadályozzák, azt idézhetik elő, hogy a hegység két oldalát különböző légnyomás-, hőmérséklet-, csapadék, stb. viszonyok alakulnak ki, ilyen esetben a hegységek éghajlatválasztók. Ez különösen akkor fordulhat elő, ha a hegyek vonulata a szélességi körökkel párhuzamosan fut. Alacsonyabb hegyek nem alkotnak éghajlatválasztókat. Így pl. Réthly A. szerint a Kárpátok viszonylag alacsony voltak miatt az eddigi észlelési anyagból kimutathatóan nem éghajlatválasztók, bár Tóth Géza szerint pl. az Észak-Kárpátok gerince a tőle délre fekvő vidékeknek szélvédelmet nyújt, mely kis mértékben ugyan, de egész az Alföldig kiterjed.

A FÖLD ÉGHAJLATÁNAK BEOSZTÁSA.

W.KÖPPEN ÉGHAJLATOSZTÁLYOZÁSA.

Ha a Föld atmoszférs nélküli, homogén felületű, sima golyó volna, akkor az éghajlatának a szélsőségi fokok szerint való kialakulását csupán a sugárzás határozná meg, amely viszont egyedül a Földnek a Naphoz való mindenkorli helyzetétől függene. Az ilyen körülmények között kialakuló éghajlat a szoláris éghajlat. Régebben ilyen alapon jellemezték és osztották be a Föld éghajlatát, a szélességi körökkel egyenközü övekre.

A szoláris éghajlat szerinti beosztás természetesen nem adja hű képét a földi éghajlat sokféleségének, s azok elterjedésének. A Földnek ugyanis atmoszférája van, amelyet a szoláris éghajlat nem vesz figyelembe, pedig - mint már tudjuk - a levegő igen megszemenően módosítja a sugárzást. De a valóság abban is eltér az előbbiektől, hogy a Földünk felülete nem homogén, sima golyó, hanem kontinensekkel, tengerekkel, hegyekkel, völgyekkel tagolt. Mindezen körülmények miatt az éghajlati övek határai nem futnak egyenközüen a szélességi körökkel, s így a földrajzi kiterjedésük sem írható körül egyszerűen a szélességi kör megadásával, sőt szigoruan véve nem is beszélhetünk övekről. Ezért a korszerű éghajlati osztályozás, amely a földi élet feltételei szempontjából tagolja a Föld éghajlatát, nem annyira öveket, mint inkább csoportokat különit el.

Ilyen a való étellel kapcsolatba hozott korszerű osztályozást állított fel W.Köppen. Az ő osztályozása a két legfontosabb éghajlati elem: a hőmérséklet és a csapadék értékein és évszakos megoszlásán alapszik. Ezek figyelembe vételével 5 főcsoportot állított fel, ezeket alcsoportokra, változatokra, stb. bontotta, s így oly felölelő rendszerhez jutott, amelyben a Földön előforduló minden egyéni jelleggel rendelkező éghajlat helyet kapott.

Köppen az egyes éghajlatokat az abécé betűivel szimbolizálja, ilymódon valamely éghajlat leglényegesebb vonásai egyszerű, jól áttekinthető tömör kifejezést nyernek.

Mielőtt tehát ezen éghajlatosztályozás közelebbi tárgyalásába fogunk, meg kell a fontosabb Köppen-féle szimbólumok jelentésével ismerkednünk. Ezek:

A a leghidegebb hónap középhőmérséklete $> 18^{\circ}$

B a csapadék évi mennyisége a szárazsági határ alatt van. Köppen a szárazsági határt sivatagok esetében az évi középhőmérséklet számértékének $/t/$ megfelelő cm csapadékban $/Cs/$ szabja meg, vagyis $Cs = t$. Sztyepek /puszták/ esetében magasabbra teszi a szárazsági határt, ebben az esetben $Cs = 2t$. Sok esetben azonban a jellemzett vidék csapadékmaximuma a meleg nyárra esik, s nyilvánvaló, hogy ilyenkor a párolgás az évi csapadékból több veszteséget okoz, mint olyan helyen, ahol a csapadékmaximum hideg évszakban van. Ezért ilyen vidékekre magasabban kellett megszabni a szárazsági határt, s ezt Köppen úgy oldotta meg, hogy nyári csapadékmaximum esetére a szárazsági határ képletében az évi középhőmérsékletet 14-el növelte. Ilyenkor tehát sivatagban $Cs = /t + 14/$, sztyepek esetében $Cs = 2/t + 14/$.

C a leghidegebb hónap középhőmérséklete $- 3^{\circ}$ és 18° közé esik.

D a leghidegebb hónap középhőmérséklete $< - 3^{\circ}$, a legmelegebbé $> 10^{\circ}$.

E a legmelegebb hónap középhőmérséklete $< 10^{\circ}$.

F a legmelegebb hónap középhőmérséklete $< 0^{\circ}$.

S sztyepek éghajlata.

W sivatagok éghajlata.

T tundra éghajlat.

a a legmelegebb hónap középhőmérséklete $> 22^{\circ}$.

b a legmelegebb hónap középhőmérséklete $< 22^{\circ}$

c csak 1-4 hónap /nyári/ középhőmérséklete $> 10^{\circ}$,
a leghidegebb hónap $> -38^{\circ}$.

d a leghidegebb hónap középhőmérséklete $< -38^{\circ}$.

f minden hónapban van elég csapadék, még a legszárazabb hónapban is lehull a legnedvesebb hónap csapadékösszegének legalább 1/10 része.

- m monszon-esők.
- s száraz évszak van /az f alatti feltétel nem teljesül/, a szárazság nyárra esik.
- w száraz évszak van /az f alatti feltétel nem teljesül/, a szárazság télre esik.
- x a csapdékmáximum nyáron, minimum télen van, a nyárató derült, száraz.

Az említett Köppen-féle 5 éghajlati főcsoport a következő:

- A tél nélküli tropusi esős éghajlat.
- B száraz éghajlat.
- C mérsékelt meleg, szabályszerű, tartós hótekaró nélküli éghajlat.
- D boreális /hideg tél/ éghajlat, szabályszerű, tartós hótekaróval.
- E állandó hideg éghajlat.

Ezen 5 éghajlati főcsoport az északi és déli féltekén egyaránt megtalálható, a D éghajlat kivételével, amely csak az északi féltekén ismeretes. Ez ugyanis magasabb szélességekhez kötött szárazföldi éghajlat s a déli féltekén ilyen szélességek alatt nincs szárazföld. Az 5 főcsoport mindegyike alcsoportokra tagelődik, ezek ismét tovább részleteződnek, s így a végső elágazódásokat is figyelembe véve, az egész osztályozás egy terjedelmes, de minden részletében átgondolt és valósághoz simuló éghajlatrendszer alkot. Mi ebből itt csak az 5 fő és 11 alcsoportot ismertetjük a nagyobb vonásaiban s részletekben csak ott megyünk, ahol a szakunk ismeretkörébe vág.

A. TÉL NÉLKÜLI, TROPUSI ESŐS ÖV.

Évi középhőmérséklet $24-30^{\circ}$, a leghidegebb hónap középhőmérséklete $> 18^{\circ}$.

Az évi csapadékösszeg > 750 mm.

Két alcsoportra tagolódik, ezek az Af-el jelölt tropusi esős erdős éghajlat és az Aw-jelű szavanna-éghajlat. Átmeneti jellegű /s így nem alkot önálló alcsoportot/ az Am-el jelölt monszun-éghajlat.

Af, Tropusi esős, erdős éghajlat.

Ezen éghajlat vidéke felett a napállás állandóan magas, az év folyamán kétszer merőlegesen esnek be a napsugarak. Az évi hőmérsékleti amplitudó alig éri el az $5^{\circ}-6^{\circ}$ -ot, a forróság egész éven át tart, a hőmérséklet gyakran az 50° -ot is eléri. Ugyanesek folytonos a csapadék, amely a két merőleges napálláskor két maximumot ér el. Az állandó felszálló légáramlás folytán a kora délutáni órákban mindennaposak a mieinket aránsíkokban messze felülmúló zivatarok. A bőséges csapadék folytán a levegő fülledt. Megetherm vegetáció: liánokkal és más élősdű kuszó növényekkel átfont buja, örökzöld őserdők tenyésznek a csapdéktól kilugozott, helyenkint savanyú hamuszt tartalmazó talajokon, s gyakoriak a mocsarak. A levegő egészségtelen. A táplálékát az őserdőben könnyen megszerző, természetből eltunyult, sötétbőrű őslakosságból a különböző kórokozók okozta betegségek /malária, sárgaláz, kolera, tifusz, stb./ sok áldozatot követelnek.

Ezen éghajlat az egyenlítő mentén általánosan elterjedt, így pl. Középszfrikában, Braziliában az Amazonasától északra hatalmas területeken uralkodik. Lásd a Köppen-féle éghajlatosztályozásra a 278 oldalon Köppen globális térképén.

Aw. Szavanna éghajlat.

Az év nedves és száraz periódusra tagolódik, a száraz periódus a télre esik. A hőmérséklet évi amplitudója tágabb, mint az Af-ben, eléri a 12° -ot is. Minthogy a legmagasabb napállás a csapadékos időszakkal esik egybe, ebben az időszakban igen nagy a fülledtség. A száraz periódusban a csapadék kevés, száraz passzát szelek járják a vidéket, a levegő elviselhetőbb. A talaj korlátozott termőképességű, vörös színű laterit. Itt már sem csapadékbőség, sem a talajviszonyok nem teszik lehetővé az őserdőtenyészetet. Ehelyett magas fűvek, s magányos avagy gyér csoportokat alkotó xerofita fák tenyésznek, amelyek közül legjellemzőbb a majomkenyérfa /*Adansonia digitata*/. Ezek a száraz periódusban levetik a gyér, kicsiny levelekből álló lombjukat, szárazsági pihenőt tartanak. Őserdők legfeljebb a magasabb talajvízállású ártereken fordulnak elő. A szavannák haszonnövényei között találjuk a kávé, cukornád, banánt, rizst, gyapotot, stb.

Kiterjedt szavannák fordulnak elő Afrikában az Af-éghajlathoz a téritők felé csatlakozó vidékeken, Elő- és Hátsóindiában, Braziliában, az Amazonestól délre, Venezuelában, stb.

Mintegy átmenetet alkot az Af és az Aw éghajlatok között az Am, a monszun éghajlat. Ebben az évi hőmérsékleti amplitudó eléri a 8° -ot. Csapadékeloszlás szempontjából az év az Aw-hez hasonlóan nedves és száraz periódusra tagozódik, ennek azonban monszun jellege van. Nyáron, amikor a tengerről áramlik a párás levegő a szárazföldre, bőséges a csapadék. Különösen a hegyek lejtőin emelkedő levegőből hull sok csapadék, helyenként a 10 m-t meghaladó évi mennyiségben. Télén a kontinens felől áramlik a levegő a tenger felé, ilyenkor van a száraz periódus. A monszunfordulók májusra és októberre esnek. Ez utóbbi idején a levegő igen fülledt, mert a hőség igen nagy s a nyári esőtől átítatott talajtól erősen párássá a levegő. Annak ellenére, hogy az évben száraz periódus is van, hasonló őserdők fordulnak elő, mint az Af-ben, mert nyáron oly bőséges csapadék járja át a talajt, hogy az a száraz periódusban is ellátja a tenyészetet. Előindiában s a tőle délkeletre eső szigetvilágon és a Föld számos más helyén találkozunk ilyen monszun-klimával.

B. SZÁRAZ ÉGHAJLAT.

Negy napi és évi hőmérsékleti amplitudé jellemzi. A csapadék alul van a szárazsági határon. Két alcsoportra tagozódik, ezek BS-sel jelölt sztyep-égghajlata és a BW-vel jelölt sivatagi éghajlat.

BS. Sztyeppek /puszták/ éghajlata.

Ritka és szabálytalan záperoktól, felhőszakadásoktól kísért csapadékos időszak jellemzi, bár az összes csapadék a sztyeppek szárazsági határán alul van. A napi és évi hőingadozás jelentékeny, télen igen szigorú hidegek, nyáron nagy melegek jelentkeznek. Fa tenyészet általában nincs, csak az ártereken, a jellemző növényzet xerofita: alacsony fű, tüskés bozót, kaktusz, a ezen az alapon megkülönböztetünk prairiket, illetve sztyeppeket és kaktuszos pusztákat. A talajeken gyakran jelentkezik sákvirágzás, halofita vegetációval. Bennünket közelebből érdeklő változata a BS, prairie, vagy sztyeppe-klima, amely tovább tagolódik Artemisiákkel és Salsolákkal jellemzett sivatagi sztyeppre és árvalányhajtjal /Stipa, innen a sztyep elnevezés/ jellemzett füves sztyeppre. Ez utóbbiak alkotják a világ élőkamráit, amennyiben az itteni prairie- vagy csernozjom talajok kedvező csapadékjárású években bő gabonatermést adnak. Száraz években viszont a termés nagyon visszaesik és helyenkint éhínséget okoz. A csapadék maximum általában nyárra esik.

BS éghajlatot találunk belső Spanyolországban, a Fekete tenger északi partvidékén, a Káspi- és Aral-tótól távolabb, északra eső vidéken, ahonnan kelet felé messze elhúzódik Ázsia belsőjébe, Afrikában, a Szahara északi és déli határához csatlakozó területeken a marokkói partok kivételével, a Kalahári fennsíkon, Észak-amerikában a Sziklás hegy két oldalán, Délamerikában az Andok és Kordillerák mentén, Ausztráliában a Viktória sivatag pereméhez csatlakozó területeken, az északnyugati partvidék kivételével, stb. Ezek közül kifejezetten füves sztyeppek a Sziklás hegytől keletre elterülő prairiek és a Fekete tengertől északabbra, majd

onnan egyfolytában távolkeletig húzódó orosz sztyeppék. Utóbbiak észak felé fokozatosan átmennek a tölgyklímába és a végső nyugati elágazásaik kisebb térségeken a mi Nagyalföldünkig is eljutnak.

BW. Sivatagi éghajlat.

A hőmérséklet napi és évi ingása igen tetemes. A napi amplitudó a talajfelszínben $70-80^{\circ}$ -ot is kitehet, $0-5^{\circ}$ -ig terjedő éjszakai lehüléssel. A csapadék a sivatagi szárazsági határon alul van, előfordulása kivételes, évekig is kimaradhat, esetenként azonban felhőszakadás alakjában jelentkezhet. Homoksivatagokban igen gyakoriak a homokviharek. A sivatagok válfajai: sziklás, köves, homokos, agyagos, válfajai szerint a talajok is különbözők. Szigorúan véve nem is talajok, mert gyakran sókivirágzások és teljesen hiányzik a növényzet. Csupán az óázisokon találunk vegetációt, aminek az a magyarázata, hogy ezek talajában magas talajvizállás. Itt a vezérnövény a datolyapálma.

A sivatagi éghajlat forró és hideg - legalább is télen hideg változatban fordul elő. Előbbiek a Szahara, Arábia sivatagjai, Ausztráliában a Viktória sivatag, utóbbiak Afrikában a Kalahari fennsík nyugati része /Namib/, Ázsiában a Turkesztáni sivatag, a Terim medence, Északamerikában a Colorádó vidéke, Délamerikában Patagónia és Chile északi partvidéke.

C. MÉRSÉKELT MELEG, TARTÓS HÓTAKARÓ NÉLKÜLI ÉGHAJLAT.

A leghidegebb hónap középhőmérséklete -3 és 18° közé esik. A vele határos éghajlatoktól megkülönbözteti egy hűvös, de nem hideg évszak, amelyben a pólusok felé eső határon gyakori a hó, de nem alakul ki tartós, szabályszerű hótakaró, mert a meleg betörések következtében minduntalan elolvad. A csapadékmennyiség kielégítő a növénytenyésztés részére. Három csoportra tehető, ezek: C_s -el jelölt meleg, nyáron száraz éghajlat, C_n -vel jelölt meleg, télen száraz éghajlat és a C_p -el jelölt mérsékelt meleg, állandóan csapadékos éghajlat.

Cs. Meleg, nyáron száraz éghajlat /klasszikus,
vagy etéziás éghajlat/.

Ez az ókori költőktől gyakran megénekelt, száraz nyaru mediterrán éghajlat, amely helyenként a szárazföldre is mélyen benyul. Nyáron derült, szürkék az ég, a többi évszakokban elég bő a csapadék. Itt már elég nagy a hőmérsékletingadozás. A növényzet részéről örökzöld és nyáronzöld bokrok és fák /babér, olajfa, fügefő, mandulafa/ jellemzik. Erdők ritkán jelentkeznek, annál terjedelmesebb az örökzöld cserjékből álló bozót: a macchia, amelynek pergamentszerű, sötétzöld, fényes levelei a tipikus mediterrán jelleg tartozékai. A növényzet rövid téli és hosszabb nyári pihenőt tart; a fő vegetációs idő a tavasz és a rövid ősz. Jellemző talaja ezen éghajlatnak a terra rossa.

Ilyen éghajlattal elsősorban az ókori klasszikus világ földjén: a Földközi tenger partvidékén találkozunk. A kisázsiai partvidékről Irak és Irán földjén mélyen benyul a szárazföldre. Afrikában, Marokkó partvidékén jelentkezik. Délafrikában a Jóreménység fokánál bukkan fel, Északamerikában San-Francisco körül, Délamerikában a déli és délnyugati parton találkozunk vele.

Cs. Meleg, télen száraz éghajlat.

A nyári csapadékbőség többnyire monszunos eredetű. Növényzetük a macchia-bozót, a magasabb régiókban magaslati szavanna. Leginkább a 20-40 szélességi fokok közötti fennsíkokon találkozunk ilyen éghajlattal /pl. Abessziniában, Argentína északi csücskében /Gran Chaco/, stb.

Cf. Mérsékelt meleg, állandóan csapadékos éghajlat.

A csapadék az éven belüli hullámozás ellenére eléggé elosztottnak jelentkezik. A mérsékelt égövben korábban ezen éghajlat alatt alakult ki a legmagasabb rendű kultúra s a lakosság is itt a legűrűbb. Határozott 4 évszak jellemzi, amelyben azonban a tél nem túl zord.

Nyugateurópában Anglia, Németország, Franciaország egész területén, Spanyolország északi részében a Cf klímának a Cfb változata /legmelegebb hónap középhőmérséklete $< 22^{\circ}$ / uralkodik. Ez az u.n. Bükk-klima, mert a bükk elterjedésének legnagyobb részét felfüli. Általában ez az éghajlat az elegyes erdőknek kedvez, a talaj leginkább barnaföld /barna erdőtalaj/. A természetes erdőtalajok nagy részén azonban ma már meszezéssel és műtrágyázással támogatott mező és egyéb gazdálkodás folyik.

Ebbe az égövbe sorolta Köppen a mi Nagyszőlősföldünket is, mint ennek egy Cx-el /nyári csapadékmaximummal/ jelzett változatát. Erre még külön visszatérünk.

Nyugat és középeurópa nagy része /az 1000 m-en felüli fekvések kivételével/, Északamerika délkeleti része, Délamerikában Argentína és Uruguay északkeleti része, Ázsiában Keletkína parti része, Déljapán, Ausztrália délkeleti partja, Taszmania, Új-Zeeland tartoznak ide.

D. BOREÁLIS, HIDEG TELŰ ÉGHAJLAT.

Ezt az éghajlatot a C éghajlat felé a leghidegebb hónap -3° -os, az E éghajlat felé a legmelegebb hónap 10° -os izotermája határolja. A D-éghajlat előfordulása kontinenshez kötött, ezért a déli féltekén hiányzik, mert ott azon szélességek alatt, ahol a megadott hőmérsékleti feltételek teljesülhetnének, nincs szárazföld.

A D-éghajlatban valódi tél van tartós hótakaróval, egyben azonban valódi nyár is van, bár ez elég rövid. Egyedül ez az éghajlat foglal magában télen tartós fehér hótakarót és egyben nyáron zöldelő erdőtenyészetet. Két alcsoportba tagozódik, ezek a Df-jelű télen hideg, állandóan csapadékos éghajlat és a Dw-jelű télen hideg és ugyanakkor száraz éghajlat.

Df. Télen hideg, állandóan nedves éghajlat.

Hideg, havas tél, aránylag meleg nyár jellemző. A csapadék eloszlás olyan, hogy minden hónapra elegendő jut. Európának a legtöbb fafaja ebben az éghajlatban otthonos, még a gyertyán és nyár

is feljutnak ide; e fajok elterjedési határa ugyanis ennek az éghajlatnak a déli részébe esik. Kivétel a bükk, a jegenyefenyő és a szelidgesztenye, amelyek a Cfb éghajlatban élnek. A Df éghajlatban kilugozott podzol-talajok vannak és ezek nagyobb területet foglalnak el, mint bármely más talajtípus a földkerekségen. Ezen éghajlat három változatban ismeretes: a Dfa, vagyis a 22° -ot meghaladó júliusi hőmérséklettel bíró éghajlat, a Dfb-éghajlat, melyben a július középhőmérséklete 22° alatt van, s végül a Dfc-éghajlat, amelyben 1-4 nyári hónapnak a középhőmérséklete meghaladja a 10° -ot.

A Dfa é g h a j l a t. A mi kontinensünkön ismeretlen.

A Dfb é g h a j l a t /t ö l g y é g h a j l a t/. Európa északi és keleti kontinentális részében egész kiterjedt területen fordul elő. Bár ebben az éghajlatban egyetlen egy hónap /július/ középhőmérséklete sem haladja meg a 22° -ot, de legalább 4 nyári hónapban át tart a 10° -ot meghaladó középhőmérsékletű tenyészidő. Ez még lehetővé teszi a mikroterm vegetáció életét és számos fajok magastörzsű erdőállományokban való tenyésztése ebben az éghajlatban találja meg a természetes otthonát. Európában a Dfb-éghajlat északi határa nagyjából egybeesik a kocsányos tölgy, hegyjuhar, mogyoró, vénicszil, kőris, mézgás éger északi elterjedésének a határával, amely a Finn-öböl tájéka és a Volga középfolyása körül van. A buza, téli rozs, hajdina északi tenyésztési határa is egybeesik ezzel s a gyümölcsfák sem igen mennek messzebbre. A másik oldalról délről, illetve nyugatról a bükk Cfb-éghajlata alkotja a határt. Ezt az így körülhatárolt Dfb-éghajlatot Köppen tölgy éghajlatnak nevezte el.

Dfc é g h a j l a t. Európában a tölgy-éghajlattól tovább északra és keletre terjed; itt a tenyészidő a tölgyklimától távolodva a 4 hónapról fokozatosan egy hónapra csökken. Nyír, erdeifenyő, lucfenyő, hamvas éger tenyésznek még itt. Ennek az éghajlatnak Köppen a nyír-éghajlat nevet adta, s nevezetes, hogy az északi határa egyben a magas törzsű fákból álló erdők északi határa is, amely - minthogy itt csak 1 hónap középhőmérséklete haladja meg a 10 fokot - nagyjából a júliusi 10° -os izotermával esik egybe.

A Df éghajlat rendkívül kiterjedt. Európában az Alpok, Kárpátok, Balkán hegységekben /a legmagasabb hegycsúcsok kivételével/,

Szovjet-, Lengyel-, Finnország, a Skandináv államok, Ázsiában Szibéria nyugati fele, az Ochotszki tenger vidéke, Kis Ázsia egyes részei, Amerikában az Egyesült államok északi része, Délkanada és Alaszka tartoznak a birodalmába.

Dw-éghajlat.

Teljes kifejlődésében csak Ázsiában található fel a Bajkál-tón túl, ezért Köppen Transzbajkái éghajlatnak is nevezi. Valójában mennyi éghajlat között ez a legkontinentálisabb. Sehol ilyen szélességek alatt nem fordulnak elő oly nagy hőmérsékleti amplitudók, mint itt. A tél tartós és egész rendkívül hideg lehet. A januári középhőmérséklet $< -3^{\circ}$, de -30° , sőt helyenként -50° is előfordulhat /Verchejanszk, Oimekon/, s ilyen helyeken egyes téli napokon -70° -os éjszakai lehülések is előfordulhatnak. Ennek az oka az, hogy télen itt felhőtlen anticiklon alakul ki, s benne savartalan kisugárzás folyik. A nyár rövid, de legszálsóbb egy hónap /július/ középhőmérséklete eléri a 10° -ot. A tél igen száraz. Bizonyos tekintetben ellentétes viszonyok alakulnak ki, mint nálunk. Nálunk a nyári csapadékmaximumunk ellenére nyáron nagy a per, s télen a csapadékminimumunk ellenére nedvesek az utjaink. Ott ezzel szemben télen peres a vidék s nyáron sárosak az utak. A száraz hőtakaróban szegény vidéken a talaj a kisugárzás folytán extrém mértékben lehül és igen mélyen megfagy /Jakutskban 116 m, de helyenként 186 m mélyre is lehatol a fagy/. Nyáron is csak a legfelső, mintegy 1 m-es réteg enged fel. Ezek az örök fagytalajok. Ennek ellenére magas törzsű tű- és lomblevelű erdők is tenyésznek itt. A mi fafajaink az Uralon nem igen jutnak túl Szibéria felé, ezek az erdők inkább csak a mi fafajainknak ottani változataiból állnak /*Quercus mongolica*, *Acer spicatum*, *Coryllus heterophylla*, *Picea obovata*, stb./. Sőt Jakutskban rozsot, nyári búzát, főzelékféléket termelnek és jelentős szarvasmarha nevelés folyik, egy méterrel az örökké fagyott réteg felett!

Ez a Dw-éghajlat Kelet-szibériában, Mandzsuriában és Észak-Kínában uralkodik.

E. ÁLLANDÓAN HIDEG ÉGHAJLAT.

Itt már a legmelegebb hónap középhőmérséklete sem éri el a 10° -ot, már a mikroterm fatenyészet sem él meg. ET és EF éghajlatra tagozódik.

ET. Tundra éghajlat.

A legmelegebb hónap középhőmérséklete $0-10^{\circ}$ közé esik. Az egyébként egész évben fagyott tundra talajok tehát rövid időre felengednek. Csenevész bokrok, alacsony fü, zuzmó és moha él itt. A gyér lakosság vadászatból, halászatból, rénszarvas tenyésztésből tartja fenn magát.

Európában, Ázsiában és az Északi Jeges tenger partvidékén, Izland északi részén, Északamerikában, Északkanadában és az északi szigetvilágban, Grönland partvidékén, az Antarktisz északi csücskén uralkodik.

Hasonló az éghajlat a Föld egyéb helyein, a magas hegységek havasi legelőin is, azzal a különbséggel, hogy itt a sugárzás kiadósabb, mint a tundrák világában.

EF. Örök fagy éghajlata.

A legmelegebb hónap középhőmérséklete is 0° alá esik. Növényzet nincs, az állatvilágnak is csak néhány faja látogat ide az enyhébb időben. Az ember csak tudományos expedíciók formájában keresi fel.

Grönland és az Antarktisz, továbbá a hegyvidékek 5000 m-t meghaladó magasságai tartoznak ide.


A HAZAI ÉGHAJLAT A KÖPPEN-FÉLE
OSZTÁLYOZÁS KERETÉBEN.

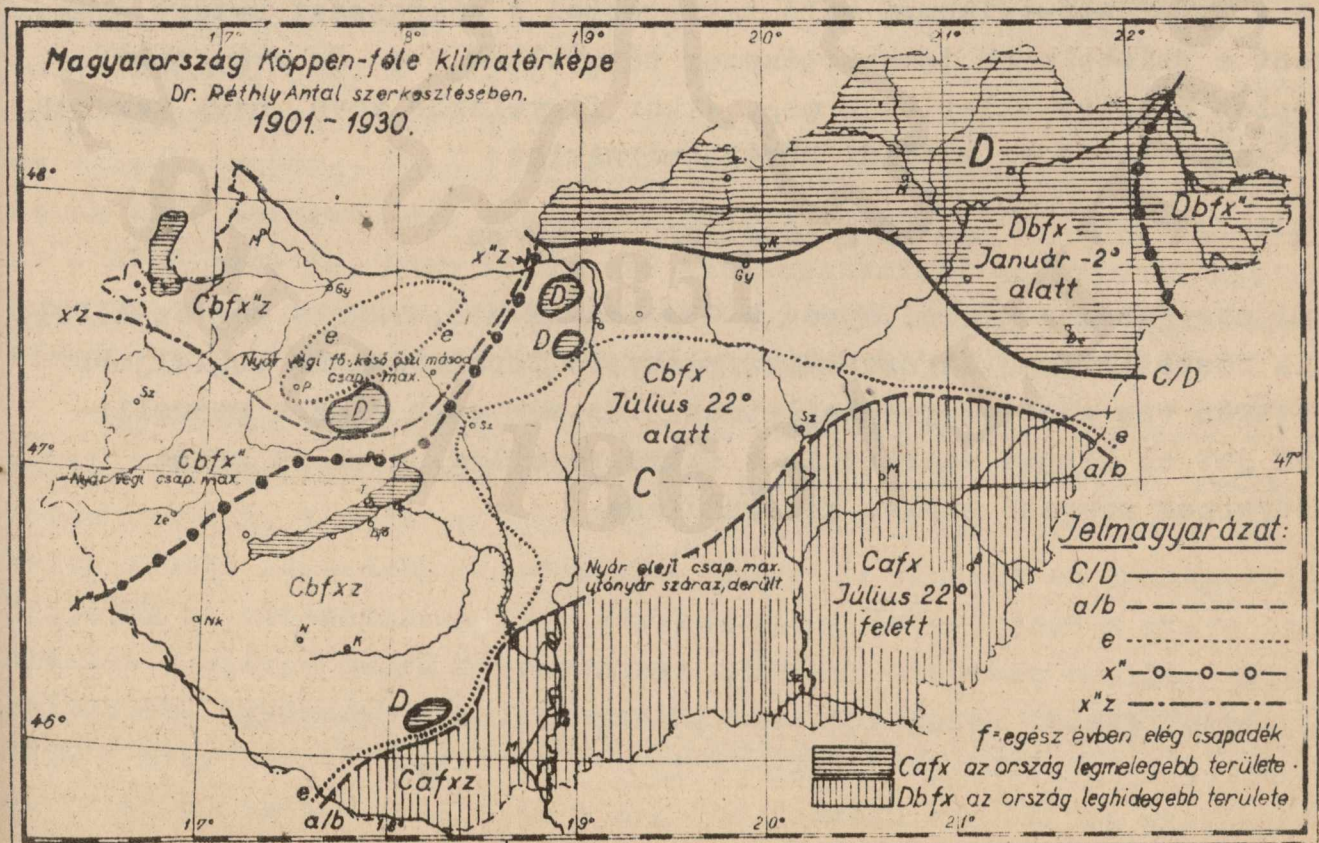
Köppen az osztályozásában Magyarország legnagyobb részét: az Alföldet és Dunántúlt a Cx éghajlatba sorolja.

Hogy e vidéknek ily módon történt szimbolizálását megérthessük, figyelmebe kell vennünk, hogy a tőlünk délre uralkodó etéziás éghajlatban télre esik a csapadék és nyárra a szárazság, a félnénk eső határán azonban a téli csapadékos időszak már egy tavaszi, koranyári és egy őszi esős időszakra hasad szét, s mint ilyen, átmeneteket alkot a szovjetunióbeli száraz sztyepp éghajlat felé. Ilyen átmeneti fokozatnak tartja Köppen a mi Alföldünket is. Mint-hogy másrészt a rendszerében az olyan éghajlatokat, amelyeket nyárelejei és őszi esőmaximumok jellemeznek - e két maximum közötti forró nyárral és száraz utónyárral - kukorica éghajlatnak nevezi és Cx-el jelöli, így az Alföldet is ebbe illesztette bele. Ilyen éghajlat a földkerekség számos más helyén is előfordul. Bulgáriában, a Pó-síkságon, Közép-Franciaországban, Észak-Amerikában /Illinois/ ugyancsak jelentkezik. Tekintve azonban, hogy az ilyen Cx-éghajlatokban - ha ugyan nem is gyakran, de még a száraz periódusban is - előfordulnak erősebb záporoszerű csapadékok s így bizonyos mértékig a csapadékeloszlás a folyamatosságához közeledik, ezért Köppen a kukorica éghajlatot csak a Cf-éghajlat mellékalakjának tekinti és területileg ebbe a csoportba sorolja.

Az ország egész területének a Köppen rendszer elvei szerint való részletesebb osztályozását Réthly végezte el. Bizonyos nehézségek áthidalására azonban a C- és D-éghajlat hőmérsékleti határát kissé meg kellett változtatnia; ezek szerint hazai viszonylatban a C-éghajlat leghidegebb hónapjának a középhőmérsékletét -2 és 18° közé, a D-éghajlatban pedig -2° alá, s ez utóbbiban a legmelegebb hónapot 10° fölé helyezte. A Köppen-féle x-szimbólum mellett még bevezette az x"-et, ami júliusi, zivatarokból eredő esőmaximumot jelent, a z-t, amely egy gyengébb második, őszi csapadékmaximumra utal és e-t, amely azt jelenti, hogy a levegő páratartalma május-augusztus időszakban 70 %-os havi középérték alatt marad. Az osz-

tályozásban használt többi szimbólum változatlanul a Köppen megszabta jelentéssel bír.

Az ország két klímára tagozódik. Dunántul és az Alföld a C-, az ország északkeleti része a D-éghajlatba tartozik. Csupán e kettő közötti határvonalban tér el Réthly a Köppen-beosztástól, amennyiben azt a -3-as helyett a -2-es januári izoterma szerint vonja meg /38.ábra/. Ezen felül Réthly a D-éghajlatba sorolja a C-éghajlatban fekvő középhegységek 350-400 m-t meghaladó magasságu részeit is. E két fő éghajlati csoportot - arra utalva, hogy mind a C-, mind a D-éghajlatban a legszárazabb hónapban is több csapadék hull le, mint a legnedvesebb hónap csapadékának 1/10-e, továbbá, hogy a csapadékmaximum mindkét éghajlatban nyárra, a minimum télre esik - Cfx-, illetve Dfx-el jelöli. Ezen felül - miként a térkép mutatja - a C-éghajlaton belül elhatárolta azon két vidéket, amelyekben a júliusi középhőmérséklet a 22°-ot nem éri el, illetve a 22°-ot meghaladja. Ezek választóvonal Somogy-Baranya megyék - Szekszárd - Kiskunfélegyháza - Turkeve - Püspökladány irányában halad. A délkeleti kisebb területet a Cfx, az északnyugati nagyobb területet a Cfbx szimbolizálja.



38. ábra.

Ezentul még külön elhatárolásokat használ azon területek fel-
tüntetésére, ahol a nyári csapadékmaximum júliusban következik be,
zivatáros esőkből. Az ilyen területeket, mint aminek a Zalaeger-
szeg, Veszprém, Esztergontól északra eső vidék, továbbá Salgótar-
ján az északi hegyvidékkel, s az északkeleti határvidék, x helyett
x" szimbelizálja a képletben. Végül külön meg kellett jelölni a
Dunántulon előforduló azon vidékeket, ahol a nyári csapadékmaximum
mellett még egy kisebb, többé-kevésbé kifejezett őszi esőmaximum
is jelentkezik. Ilyen területeink vannak csaknem az egész Dunántu-
lon, kivéve Vas megyét és Zala megye egy részét. Az Alföldünkön már
erősen elmosódik, vagy eltűnik ez a második esőmaximum.

Réthy figyelemmel volt a levegő nedvességére is és az Alföld
felé eső azon vidékeket, amelyeken a V-VIII hónapok középértékei a
70 % relatív páratartalmat nem érik el, elhatárolta a többi terüle-
tektől. Egy külön kisebb száraz sziget található a Kisalföldön is.

Az országnak a Köppen rendszerben való osztályozásából kitűnik,
hogy az éghajlatunk nem sztyepp-éghajlat, - mint sokat hiszik, -
mert még az Alföldön is meghaladja a csapadék a szárazsági határt,
illetve a legcsapadékszegényebb területen is eléri a 450-500 mm-t.
Ha a nyári esőmaximumra való tekintettel a szárazsági határt - mi-
ként a szimbólumok ismertetésekor tárgyaltuk - a $Cs = \frac{2}{t+14}$
képlet szerint állapítjuk meg, akkor figyelembe véve, hogy kereken
 10° -nak vehető az alföldi középhőmérséklet:

$$Cs = \frac{2}{10} + 14/ = 48 \text{ cm}$$

ami nagyjában megfelel éppen a 450-500 mm-nek, vagyis még az Alföld
kis részét kitevő legcsapadékszegényebb területünk is legfeljebb
határán van a sztyepp-éghajlatnak. Ide már csak kisebb parcellá-
kon jut el Köppen szerint is a sztyepp-jelleg, mint az orosz
sztyepppek nyugati utolsó kicsendülése.

M A G Y A R O R S Z Á G É G H A J L A T A .

Éghajletünk jellemvonásai szoros összefüggésben állanak a földrajzi fekvésünkkel. Magyarország az Eurázsiai kontinens nyugati részében a $45-59^{\circ}$ É-szélesség és a $16-29^{\circ}$ K hosszúság között, vagyis a mérsékelt éghajlat alatt terül el. A mérsékelt éghajlattal már velejár a nagyobb hőmérsékleti amplitudó és a változékonyság. Mindez a mi esetünkben még fokozottabban jut kifejezésre, azon különleges helyzetünkől kifolyólag, hogy éghajletünk - bár általában kontinentális - részben már átmenetet alkot a még kontinentálisabb kelet és a maritim nyugat között. A kontinentálisitásunk /szárazföldiségünk/ mértéke - ha alapként a legkontinentálisabb Vjerchojénszk kontinentálisitását 100° -nak vesszük - a Tisza-Körös szöglettől délre 36, a Nagyalföldön 34-36, a Dunántul keleti felén 32-34, az ország nyugati szélén 30. A Nagyalföld tehát még nagyobb mértékben kontinentális, mint a Dunántul. A hozzánk legközelebb eső tengerpart: az Adria partvidéke 300 km-re van tőlünk a éghajleti vonatkozásban az Atlanti Óceán partvidéke sem esik messze tőlünk, amennyiben északnyugati irányban mintegy 1300, nyugati irányban mintegy 1600 km-es távolság választ el tőle bennünket. Ezzel magyarázható, hogy a keleti, szárazabb kontinentális hatással szemben, egyes évjáratokban a csapadékosabb maritim befolyás érvényesül az éghajletünkben. Hasonlóan átmenetet alkot az ország a hidegebb észak és a melegebb dél éghajlata között. Mindebbe belejátszik még az a körülmény is, hogy különböző skóciócentrumok: az Izlandi minimum, az Azori maximum, a szovjetunióbeli téli maximum és nyári minimum, stb. váltakozóan terjesztik ki reánk az uralmukat.

Ugyancsak a különleges földrajzi adottságainkhoz tartozik az a körülmény, hogy az ország a Kárpátok gyűrűje által alkotott medencében fekszik. E medence nyitott, déli része lehetővé teszi a déli, meleg levegő szabadabb beáramlását, másrészt viszont az Északkeleti Kárpátok az oroszországi téli maximum hideg levegőjének a gyors beáramlását kisebb mérvű barometrikus gradiens esetében némileg hátráltatják. Ugyancsak a medenceszerű, viszonylagosan védett fekvés adja a magyarázatát egyrészt a nagyobb mérvű hőmérsékleti szélsőségek kialakulásának, másrészt a mélyebb fekvésű Nagyalföld gyakori

csapadékszegénységének s egyben a kedvező sugárzási viszonyainak.

Az ország aránylag kis területén a függőleges tagoltság nem mutat nagy változatosságot és nagy szélsőségeket. Vannak alföldjeink /80-150 m a tenger színe felett/, dombvidékeink /150-400 m/, hegyvidékeink /400 m felett/, utóbbiak azonban nem haladják meg az 1000 m magasságot. Az éghajlati különbségek sem nagyok az ország egyes részei között. Ennek ellenére a Nagyalföldnek, a Dunántulnak, s az Északi hegyvidéknek vannak némileg önálló éghajlati vonásai, amelynek alapján az éghajlatuk megkülönböztethető.

Hazánk éghajlatkutatása néhány hazai kutató önkéntes megfigyeléseivel már a 18. század elején megindult. Szervezett formában azonban csak azóta folyik, amióta a magyar meteorológiai hálózatot kiépítették. Ennek a hálózatnak az első állomásait 1870-ben állították fel, amikor a Magyar Tudományos Akadémia kezdeményezésére megalapították az Országos Meteorológiai és Földmágnassági Intézetet. Ekkor a magyar hálózat átvette a Bach korszakban honi területen osztrák részről szervezett 9 állomást, melyet fokozatosan szaporított és 1876-ban már elég sűrű meteorológiai hálózattal rendelkezünk. Állomáshálózatunk mai sűrűsége, szervezettsége és felszerelése tekintetében teljesen korszerű és az ország éghajlatáról számos értékes munka megjelenését tette már eddig is lehetővé. /Cholnoky J., Róna Zs., Hegyfok K., Réthly A., Réthly-Bacsó, Hajósy F., Aujezsky-Béll-Berényi, stb. munkái. Évkönyvek. Időjárás-folyóirat, stb./

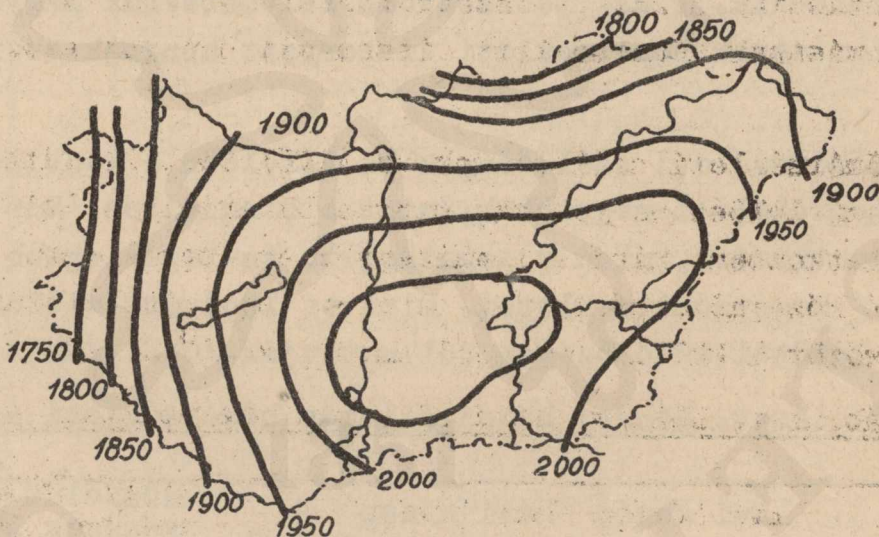
Az utóbbi években külön vált az országos intézettől a földmágnassági részleg s az országos központnak jelenleg Országos Meteorológiai Intézet a hivatalos neve /Budapest, II., Kitaibel-Pál-u.1./.

Az éghajlatot csak egy meghatározott időszakasz törzserkéivel lehet helyesen jellemezni. Nemzetközi megállapodás alapján erre a célra világszerte az 1901-től 1930-ig terjedő három évtized adatait használják fel. Jóllehet egyik-másik éghajlati elemre ma már 4-5 évtizedes adatokkal is rendelkezünk /csapadék, hőmérséklet/, a homogenitás érdekében a hazai éghajlatot mégis az említett 3 évtizedes anyaggal jellemezzük, mert erre az időszakaszra valamennyi éghajlati elem észlelési adatai megfelelő feldolgozásban állanak rendelkezésünkre.

Az alábbiakban az ország éghajlatát a fontosabb éghajlati elemek alakulásain keresztül jellemezzük.

Sugárzási viszonyok.

Az Alföld általában több napfényt s ebben több, vegyi hatásu uv-sugárzást kap, mint a Dunántul s a hegyvidék. A maximum a legtöbb helyen júliusra, a minimum decemberre esik. A napfénytartam a Nagyalföld középrészén meghaladja az évi 2000 órát /39. ábra/. De még a Dunántul és a hegyvidék kedvező fekvéseiben is eléri az évi 1800-1900 órát, csupán a csapadékosabb, s borultabb nyugati határszélen esik le 1750-1800 órára /Budapest 1994, Sopron 1734 óra/. Ebben az eloszlásban is a medence jelleg nyilvánul meg, mert a legnélyebben fekvő vidék kap legtöbb napsugárzást, a hegyvidék viszont, ahol a légáramlás felszállásra kényszerül, az ezzel járó felhősödés miatt szegényebb napfénytartamban. A fennebbi adatok 30 éves közepek.



39. ábra.

A napsütés évi összegének megoszlása 30 éves átlagban Magyarországon. /1901-1930./

Kontinentális éghajlatunk szélsőségekre való hajlama azonban a sugárzásban is megnyilvánul, mert e közepektől egyes években számottevő eltérések jelentkezhetnek. Így pl. Kalocsán 1917-ben 2597, 1912-ben csak 1674 óra volt a napfénytartam.

Gazdasági szempontból nagy jelentőséget tulajdonítanak a napfénytartamnak. Az Alföld napfényben való gazdagságára veze-

tik vissza, kulturnövényeink minőségbeli kiválóságát /gabonánk sütőipari értékét, gyümölcseink vitamin- és zamanyag gazdagságát, takarmányféléink tápanyaggazdagságát, stb./.

A napfénytartással ellenkező tendenciát mutat a borultság. A Dunántul borultabb, mint az Alföld /Kaloosa évi átl. borultsága 56 %, Soproné 69 %/. Réthly szerint általánosságban 14 % a Nagyalföld és a Dunántul borultsága között az eltérés. A legtöbb helyen augusztusban van a borultság minimuma, a december a legborultabb.

Hőmérséklet.

Magyarországon a hőmérsékleti évi közép a déli vidékeken mintegy 11 C°-ot, Északmagyarországon mintegy 9 C°-ot ér el. A dombvidéken függőleges irányban 100 m-től 400 m magasságig nagyjában ugyanezen értékek között változik a hőmérséklet, míg 400 m-től felfelé tovább csökkenve, 1000 m magasságban már csak 5 C° körüli érték jelentkezik. A 23. táblázatban feltüntettük Magyarország néhány állomásának hőmérsékleti viszonyait hónapok szerinti eloszlásban.

A hőmérsékleti szélsőségek az Alföldön a kontinentálisabb jellegnek megfelelően nagyobbak, mint a Dunántulon. Ezt néhány állomásra vonatkozóan, mind a leghidegebb és legmelegebb hónapok /I. és VIII./ középhőmérsékletei, mind az 1901 óta előfordult szélső értékek közötti különbségek jól mutatják /C°/. /23. táblázat./

23. táblázat, Néhány hazai állomás hőmérsékleti szélsőségei

Állomás	Évi közép hőmérsékl.	Havi közép		Ampl.	Abszolút szélsőségek 1901 óta		Absz. ampl.
		jan.	jul.		min.	max.	
Sopron	9,7	-0,5	19,9	20,4	-	-	-
Szombathely	9,6	-0,8	20,1	20,9	-29,3	36,6	65,9
Budapest	10,9	-0,4	21,1	21,5	-23,4	39,4	62,8
Kecskemét	10,4	-0,8	20,1	20,9	-34,0	29,5	73,5
Debrecen	9,8	-2,2	20,9	23,1	-28,0	38,3	66,3
Farcal	10,1	-2,1	21,2	23,3	-	-	-
Kékes/1000 m/	5,1	-4,3	15,5	19,8	-	-	-

/II-ban/

24. táblázat. A levegő hőmérsékletének havi eloszlása néhány hazai állomáson 30 éves átlagban. /1901-1930/

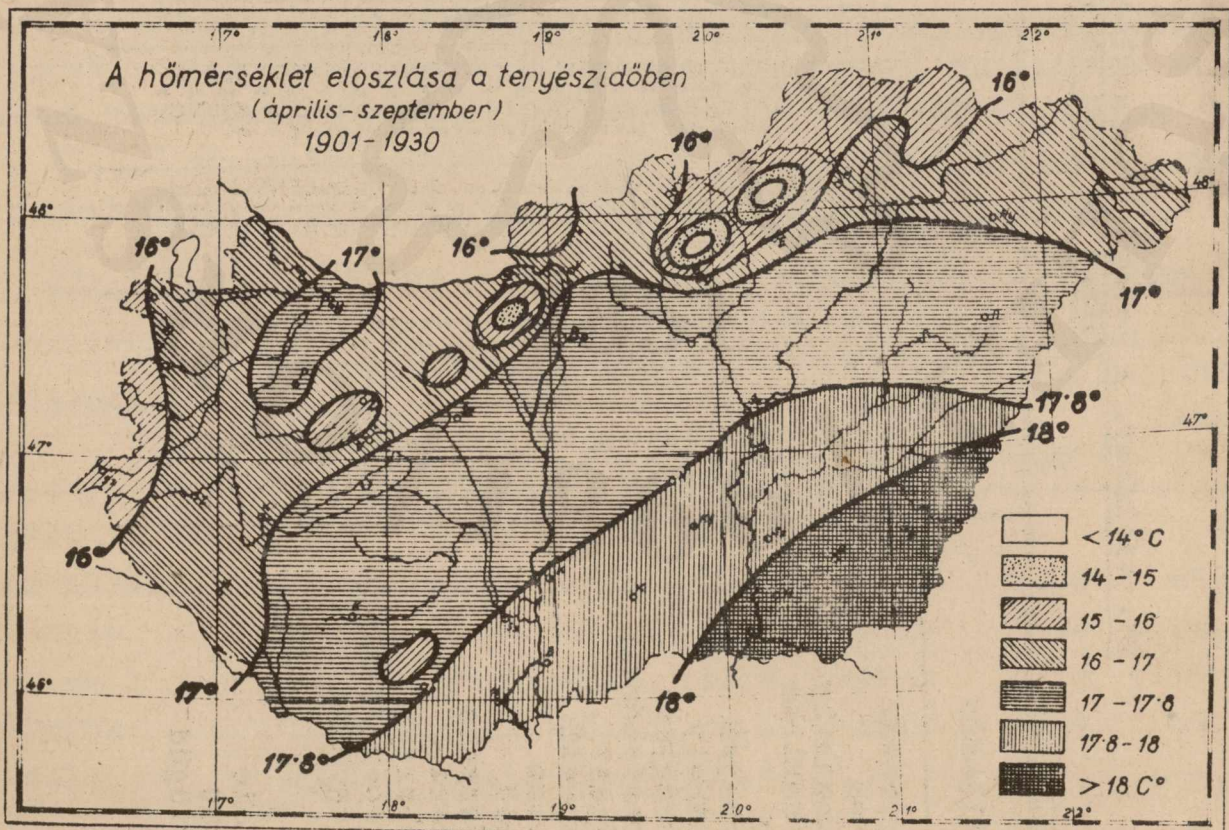
Allomás	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Evi közép
Magyaróvár	-0,9	0,0	5,2	9,9	15,1	18,1	20,2	19,2	16,4	10,1	4,2	1,1	9,8
Sopron	-0,5	0,0	5,3	9,7	15,0	17,9	20,0	19,1	15,2	10,0	4,2	0,9	9,7
Szombathely	-0,8	0,1	5,1	9,4	14,8	17,8	20,1	19,2	15,2	9,9	4,1	0,8	9,6
Nagykanizsa	-0,3	0,8	6,0	10,4	15,6	18,9	20,9	19,7	15,5	10,4	4,9	1,6	10,4
Pécs	-0,1	0,7	6,6	11,3	16,5	20,2	22,1	21,7	17,0	11,5	5,7	1,7	11,2
Nagybajom	-0,6	-0,1	5,9	10,5	15,8	19,1	21,1	20,6	15,8	10,7	5,0	1,3	10,4
Keszthely	-0,4	0,9	6,3	10,8	16,0	19,1	21,1	20,2	16,1	11,0	5,2	1,5	10,6
Farkasgyepű	-1,7	-0,5	4,6	9,0	14,3	16,9	19,3	18,5	14,8	9,9	4,0	0,3	9,1
Székesfehérvár	-0,7	0,8	6,0	10,6	16,4	19,6	21,7	21,0	16,4	11,1	4,8	1,3	10,8
Budapest	-0,4	1,0	6,3	11,0	16,6	19,7	21,6	20,8	16,3	11,1	5,0	1,5	10,9
Kecskemét	-0,2	-0,1	5,7	10,7	16,3	19,5	21,6	20,7	16,0	10,8	4,5	0,7	10,4
Kalocsa	-0,7	0,4	6,1	10,8	16,4	19,8	21,9	22,0	16,7	11,3	5,0	1,1	10,8
Szeged	-0,5	0,7	6,6	11,4	17,0	20,2	22,3	21,5	17,2	11,8	5,5	1,3	11,2
Békéscsaba	-0,1	0,4	6,5	11,5	17,2	20,2	22,5	21,5	17,2	11,5	5,3	1,0	11,1
Turkeve	-1,6	-0,3	5,6	10,8	16,5	19,9	22,1	21,1	16,6	11,1	4,6	0,4	10,6
Jászberény	-1,6	0,0	5,5	10,6	16,4	19,8	21,8	20,8	16,3	10,8	4,2	0,6	10,4
Debrecen /Pallag/	-2,2	-0,8	5,0	10,3	16,0	19,1	20,9	19,9	15,4	9,9	4,0	0,2	9,8
Nyíregyháza	-2,3	-1,0	4,9	10,1	15,8	18,8	20,7	19,7	15,5	10,1	4,0	0,0	9,7
Eger	-1,5	0,1	5,2	10,2	16,2	19,2	21,1	20,2	15,9	10,3	4,0	0,5	10,1
Kékes	-3,7	-4,3	-0,3	4,5	9,8	12,9	15,5	14,8	11,2	6,0	0,3	-2,7	5,4
Miskolc	-2,8	-1,2	4,6	10,2	15,6	18,5	20,8	19,7	15,6	10,2	3,7	-0,4	9,5
Bánkut	-3,3	-3,8	0,8	5,1	11,3	14,4	15,7	15,7	12,1	7,0	1,1	-1,7	6,2
Alsófűgöd	-2,6	-1,2	4,4	9,7	15,4	18,0	20,1	19,4	15,1	9,7	3,4	-0,2	9,3

- 209 -

Igen jól jellemzi az ország hőmérsékleti viszonyait bizonyos értékek gyakoriságának a területi megoszlása is. A zord napok /min $\leq -10^{\circ}$ / száma az ország délnyugati részében mintegy 10, de északkelet felé fokozatosan mintegy 20-ra emelkedik. A téli napok száma /max $\leq 0^{\circ}$ / délnyugatról északkeleti irányban 15-ről 35-re nő. Ugyanilyen irányu növekedésben a fagyos napok /min $\leq 0^{\circ}$ / száma 70-ről 120-ra emelkedik. Ezzel szemben a nyári napok száma /max. $\geq 25^{\circ}$ / északnyugatról délkeleti irányban 50-ről 80-ra, a hőségnapok /max. $\geq 30^{\circ}$ / száma ugyanilyen irányban 10-ről 25-re emelkedik. Forró napok /max. $\geq 35^{\circ}$ / nem minden évben fordulnak elő, esetenként azonban több napot tehetnek ki. Számuk a Tisza alsó folyása mentén, mind Baranya déli részében 12-13 napra terjedt. Hasonló volt az 1947-es év, 10 forró nappal.

Nagy hőigényű növények /pl. gyapot/az ilyen évek nagy hőösszegeit különösen meghálálják a melegebb alföldi termőhelyeinken.

Ha a növénytenyészetnek a hőmérséklethez való kapcsolatát tartjuk szem előtt, akkor legcélszerűbben a nyári félév hőmér-



40. ábra.

-sékleti

közepének a területi eloszlásával jellemezhetjük az éghajlatunkat /IV-IX hónap/. Ez az időszak foglalja magában a tenyészeti időt, mely a tél után emelkedő hőmérsékletnek a 10 C° -os napi közép fölé való jutásától az ugyanezen hőmérséklet alá való süllyedésének őszi terminusáig tart. Az ország tenyészeti időre vonatkozó izotermáinak területi eloszlását /1901-1930/ a 40. ábra mutatja.

E térkép szerint a tenyészidőben az ország legmelegebb része a Kelebia - Szentés - Komádi irányban haledó 18° -os nyári izotermától délkeletre eső rész. A 17-es nyári izoterma Nagyatád - Badacsony - Szentendre - Vác - Ecsér - Eger - Tokaj dél - Nyirbátor irányában fut. Réthly szerint az ettől délre eső területeken jól tenyészik a késői érésű, kiadósabban termő kukorica fajta, kivüle már inkább csak korán érő kukoricafajok tenyészthetők. A 17-es nyári izotermától északra és nyugatra a 17 és 16 C° -közé eső nyári középhőmérséklet az uralkodó, de ebben a zónában Bábolna - Győr - Pápa vidékén szigetszerűen visszatér a 17-18-as nyári középhőmérséklet. Az ország nyugati határán Sopron, Kőszeg, Szombathely, Szentgotthárd vidékén, továbbá a Bakony, Vértes, Pilis és az Északi hegyvidék: a Mátra, Bükk környezetében már 16° alá esik a nyári közép. Az utóbbi helyek magasabb régióiban pedig fokozatosan tovább esik a nyári középhőmérséklet 13° -alá, az itteni kevés hőösszegekkel már inkább csak erdő-rét és legelőgazdálkodás üzhető.

A 18 és 17-es nyári izotermáknak nagyjából délnyugat-északkeleti irányu futását azzal magyarázhatjuk, hogy ezen irányra merőlegesen északnyugati irányból érkező óceáni eredetű hűvös levegő tömegek hűtik leggyakrabban le a hazai nyári hőmérsékletet s ezen hűtő hatása délkeleti irányba egyre kevésbé érvényesül; ebben az irányban emelkedik tehát a nyári hőmérséklet. /A téli félév izotermái éppen ellenkező lefutásúak; nagyjából északnyugat-délkeleti az irányuk, s délnyugatról északkeletre csökkenő hőmérsékletet mutatnak, az Adria felől érkező melegebb, s a Szovjetunióból érkező hidegebb behatásoknak megfelelően./

A hazai hőmérsékletmenetnek igen jellemző vonása a tavasszal minduntalan ismétlődő hideg visszaesések, amelyek gyakran kapcsolatosak késői fagyokkal, s nagy kárt tehetnek a vegetációban.

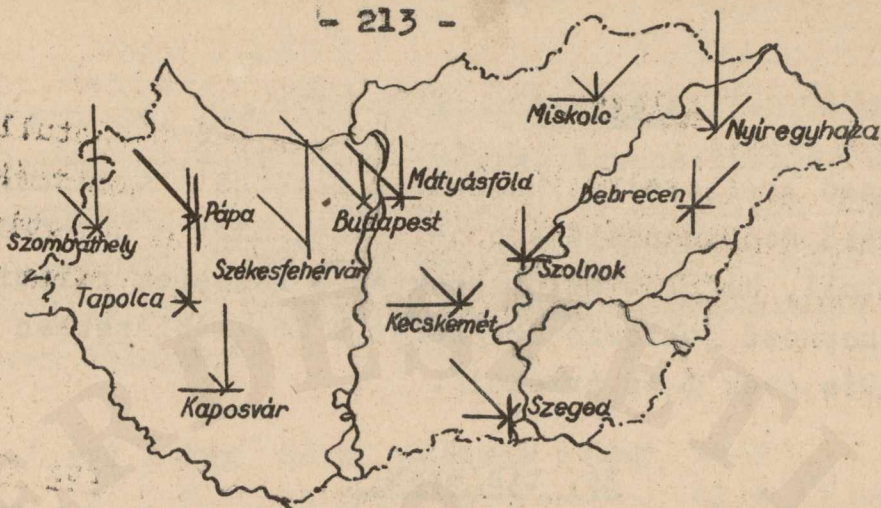
/Fagyos szentek./ Hasonlóan sok kárt okoznak - bár valamivel ritkábbak az őszi /korai/ fagyok. Mindkettő gyakoribb az Alföldön, mint a Dunántulón s ezért az Alföldön fokozott a jelentősége a fagyálló növények termesztésének.

Ezen visszaesésektől eltekintve általában az utolsó fagyos nap az ország délnyugati részében április elején, az északkeleti részében április végén van. Viszont az első fagyos nap délnyugaton október végén, északkeleten már október elején jelentkezik. Ebből kiadódik, hogy az ország délnyugati részében a növénytenyészet részére legalább egy hónappal hosszabb fagymentes időszak áll rendelkezésre, mint az északkeleti vidéken.

Még a májusi hideg visszaesésnél is szabályosabban jelentkezik a hazai hőmérsékletmenetben a június 8 körüli /Medardus/ hideg visszaesés, amely azonban már nem jár fagykárral, viszont bőséges csapadékot hoz magával.

A légnyomási és szélviszonyok.

Hazánkban csaknem egész éven át az Alföld felett van a minimális légnyomás. Innen a periferiák felé fokozatosan nő és nyugati határainkon éri el a maximumot. A Tisza mentén a Körösök torkolatától északra fekvő területen, 30 éves átlagban 762,3 mm-es a légnyomás, s ez innen kifelé növe, az ország nyugati határán éri a 762,9 mm-t. A barometrikus gradiens 0,2 mm. Ehhez képest aránylag gyengék a szeleink, s nagyjából a minimumba, az Alföld középrésze felé irányulnak /41. ábra/. A Dunántulón a fő szélirányok: N, NW és W. Igen fontos, hogy az ország területén uralkodó szélirányokat ismerjük, mert ezek alkotják a szélvédelem alapját. Az Alföld aszályosságának a leküzdésére telepítendő mezővédő erdősávokat úgy kell telepítenünk, hogy azok - teljesen sík terep esetében - az uralkodó szél irányára merőlegesen legyenek. A 41. ábrában Kakas nyomán közöljük $\approx 6^\circ$ erősségű szelek gyakoriságának az ország területén való eloszlását /1940-43/.



41. ábra.

Szélirányok gyakorisága Magyarországon.
/1940-43/. Szélerősség $\geq 6^\circ$ esetére.

A 25. táblázatban néhány számszerű adatot is közlünk az ország szélviszonyaira /1901-1930/.

25. táblázat. Néhány hazai állomás szélviszonyai.

Állomás	Átl. szélerő m/sec	Gyakoriság %	
		szél	calme
Sopron	1,99	87,2	12,8
Keszthely	3,20	-	-
Budapest	2,55	78,4	21,6
Kalocsa	2,35	83,1	16,9
Kecskemét	-	94,9	5,1
Turkeve	3,4	-	-
Debrecen	-	94,7	5,3

Egyébként az ország középső része a Kárpát-gyűrű révén bizonyos fokú szélvédelemben is részesül; a nyugati és keleti országrészek a szelesebbek. A Kárpátok gyűrűjén kívül nyugatra és keletre egyaránt gyakoribbak és hevesebbek a viharok is, mint nálunk. Viszont az országon belül a Dunántul viharai vadabbak az alföldiekénél. Gyakorik a Dunántulon a hóviharok.

A levegő páratartalma.

A levegő páratartalma hasonlóan mutatja a Dunántullal szemben az Alföld kontinentálisabb jellegét, mint a hőmérséklet. Néhány dunántuli, alföldi állomásnak és a Kékesnek relatív páratartalmára vonatkozó jellemző értékeket a 26. táblázatban mutatjuk be /1901-1930 évek %-os értékei/.

26. táblázat.

A levegő relatív páratartalmának adatai néhány hazai állomáson.

Állomás	Évi közép	Havi közép		Ingás
		julius	december	
Sopron	80	72	90	18
Szombathely	80	74	88	14
Budapest	72	63	83	20
Kalocsa	74	62	89	27
Turkeve	75	64	90	26
Kékes	81	viii-ban 75	90	15

A relatív páratartalom decemberi maximuma és júliusi /ritkán augusztusi/ minimuma közötti különbség tehát az alföldi állomásokon nagyobb, mint a dunántuliasokon. Általában a jelzett 3 évtizedben a július az Alföld déli részeiben a 60 % körül van, amivel szemben a hűvösebb hegyvidéken és a Dunántulon eléri a 70-74 %-ot. Másrészt a száraz napok gyakorisága /amikor a relatív páratartalom \leq 40 %/ az Alföldön 11-12, az északkeleti határvidéken 8, a nyugati határvidéken ellenben mindössze 2 nap /Réthly/. Hazánkban a relatív páratartalom kivételesen 30 % alá is eshet. Száraz tavaszon eszélyos nyáron rövid időre, s egészen kivételesen 15 % alatti értéket is megfigyeltek.

Kaminszky orosz kutató Keleteurópa erdősültségét a 13 órakor mért relatív páratartalom 79-68 %-ig terjedő évi középértékeivel, illetve a 13 órakor mért 64-50 %-ig terjedő júliusi középértékekkel

hozza kapcsolatba. Szerinte az erdősült területek legalább ilyen pártartalommal rendelkeznek. Érdekes idevonatkozóan megemlíteni, hogy Magyarországon a 14 órákor mért évi és július közepek, amelyek Bacsó szerint /levélbeli közlés/ mintegy 0,5-3,0 %-kal alacsonyabbak a 13 órai közepekénél, egyes állomásainkon a következők /30 éves átlagok/:

Sopron	évi átlag	66 %	júliusi átlag	60 %	
Budapest ⁺	" "	58 %	" "	41 %	(*) városi adatok/
Kalocsa	" "	61 %	" "	47 %	
Szeged	" "	65 %	" "	52 %	
Békéscsaba ⁺	" "	67 %	" "	52 %	(*) éves átlagok/
Szerép	" "	62 %	" "	49 %	
Turkeve	" "	63 %	" "	50 %	
Debrecen	" "	66 %	" "	53 %	
Nyíregyháza	" "	67 %	" "	54 %	

Az említett összefüggés figyelembe vétele esetében a Keminszky-féle geobotanikus zóna-osztályozás erdősültségi határértékeit az Alföldünk számos keleti peremvidéke kielégíti.

Csapadék viszonyok.

Hazánk csapadékviszonyairól egyrészt az évi csapadékösszegek izohiéta térképén, másrészt a csapadék havi megoszlását illetően a 27. számú táblázatos kimutatásban számolunk be. Ezekből kitűnik, hogy az országban a csapadékminimum általában január-február hónapokra, a maximum május - július hónapokra esik - egész kivételesen augusztusra - /pl. Kaposvár/, az 1000 m magas Kékestetőn októberre esik. A sok helyen jelentkező második gyengébb maximum ugyancsak jellemző vonása a hazai éghajlatunknak /lásd az ország Köppen-féle osztályozását/.

Általában a 30 éves átlagok nem tüntetnek fel olyan kedvezőtlen csapadékviszonyokat, mint amelyeket az különösen egy-egy a-szályosabb év után véljük. A Hajosy által szerkesztett csapadék-térképünk /42. ábra/ szerint a Tisza-Körös szöglettől fel Szentmargita pusztáig a Tisza mindkét partvidékén változó szélességben

27. sz. táblázat. A csapadékösszegek mm-ekben, havi eloszlásban néhány hazai állomáson 30 éves átlagban. /1901-1930/

Allomás	Magas- ság	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Evi közép
Magyaróvár	123	38	32	37	47	60	58	63	50	62	40	48	50	585
Sopron	234	35	34	41	60	64	80	99	72	77	52	50	47	711
Szombathely	214	31	35	40	59	63	79	86	78	76	53	52	43	695
Nagykanizsa	163	38	39	48	71	85	75	78	74	71	71	59	54	763
Pécs	145	37	34	45	69	69	70	61	58	58	62	57	49	669
Nagybajom	164	34	34	43	61	73	76	69	67	68	65	52	46	688
Keszthely	133	34	33	41	63	71	78	76	78	71	63	54	48	710
Farkasgyepű	400	46	43	58	72	80	78	84	80	84	71	58	58	812
Székesfehérvár	111	32	31	36	51	62	55	53	53	55	51	44	45	568
Budapest	130	37	34	44	56	64	68	51	47	54	51	52	53	611
Kecskemét	112	24	26	31	52	54	54	50	46	50	46	45	39	617
Kalocsa	109	29	33	34	54	61	63	53	51	53	46	47	43	567
Szeged	88	28	30	36	50	57	66	50	41	45	48	42	40	533
Békéscsaba	90	33	30	35	53	53	74	52	49	47	46	43	43	558
Turkeve	88	25	27	31	47	48	68	53	53	46	44	44	39	525
Jászberény	107	21	22	33	45	51	53	53	42	46	42	38	38	484
Debrecen/Pallag/	129	32	33	35	49	58	68	57	58	49	50	47	46	582
Nyíregyháza	110	28	30	33	45	55	71	66	67	50	49	45	41	580
Eger	170	23	27	36	51	59	65	61	54	54	46	44	43	563
Kékes /1932-36/	1000	35	45	47	82	95	74	62	89	56	99	72	51	807
Miskolc	120	32	34	46	57	72	84	76	62	70	56	62	51	702
Bánkut /Bükk/	880	42	45	59	78	100	118	102	82	90	76	77	65	934
Alsófűgöd	133	22	25	28	42	55	71	71	61	53	44	43	36	551



42. ábra.

találjuk a legcsapadékszegényebb vidéket 450-500 mm évi csapadékösszeggel. Ezen a területen kívül észak-északkelet, továbbá nyugat-délnyugati irányban eleinte enyhén, majd egyre meredekebben emelkedik a csapadékmennyiség növekedése, míg az ország északkeleti határán a 600-650 mm-t, délnyugati határán a 880-900 mm-t éri el.

Ez az eloszlás is az ország medence jellegét tükrözi vissza. A medence-szerű fekvés még a mi Alföldünkönél kisebb medencékben is /pl. Erdélyben, a Kárpátokban/ viszonylagos csapadék szegénységgel tűnik ki. Ennek oka az, hogy a légáramlás a medenceközép felé haladva egyre inkább leszállóvá válik, ami dinamikus felmelegedéssel s egyben a harmatponttól való eltávolodással jár. Az Adria partján a 2000 m-t is meghaladó hegyekre felsikló, s ott bőséges esőket adó levegő az alföldünk felé haladva váltakozóan süllyedve, s emelkedve végül 80-150 m tengerszintfeletti magasságig süllyed s ezzel parallel csökken a

csapadék. De legott nő a csapadékmennyiség, amint az északkelet felé áramló levegő nagyobb tengerszintfeletti magasságú vidékek fölött halad el; ezért nő újból a csapadékmennyiség az ország északkeleti határa felé.

Miként a csapadéktérkép mutatja, a nagy felületű Balatonnak semmi befolyása nincs a csapadékeloszlásra. Sőt az tűnik ki a térképről, hogy a Balaton és a déli partvidéke kevesebb csapadékot kap, mint a környező vidék.

Általában az, hogy a Balatonnak csupán kismérvű - a partközeli szorító - éghajlati hatása van, az azzal függ össze, hogy bár a felülete tekintélyes, a mélysége kicsiny /átlagban 3 m/, kicsiny tehát a tömege is / $1,83 \text{ km}^3$ /, s így számottevő - a tengerekéhez hasonló éghajlati hatása nem lehet. Nyáron nem tud elég hőt elraktározni, mert hiányzik a hőraktározáshoz szükséges mély víz, amivel télen mérsékelhetné a lehülést, s nem tudja a felmelegedést sem tompítani nyáron, mert a viszonylag kis víztömege a környezettel együtt melegszik.

Hogy a Balaton környéke kevesebb csapadékot kap, mint a szomszédos vidékek, annak az az oka, hogy az északi, északnyugati szelek a Bakonyon átbukva, leszálló áramlásban jutnak a Balaton fölé; a leszálló légáramlás pedig általában csapadékszegénységgel kapcsolatos.

Ezzel szemben a Balaton előmozdítja a zivatarkepződést, mert a levegő felmelegedésében nagy különbség jelentkezik a Balaton és a környezete között s így könnyen lépnek fel szélviharok, zivatarok.

Az Alföldön nagy általánosságban mindenütt 450-600 mm közé esik a csapadékmennyiség, ami önmagában véve nem kevés; tőlünk keletre ennél kevesebb csapadék mellett is gazdálkodnak. A tulajdonképpen baj abban rejlik, hogy ezeknek a csapadékmennyiségeknek az évről-évre való lehullására nem lehet számítani, vagyis abban, amit nálunk a meteorológussaink csapadékbizonytalanságnak neveznek. Előfordul az Alföldön, hogy egyik évben háromszor akkora csapadékmennyiség hull le, mint egy másikban. Mindez természetesen nem derül ki a három évtized átlagértékeiből, illetve az ebből szerkesz-

tett csapadéktérképről. Ez a nagyfoku bizonytalanság - amely ugyancsak kontinentális vonás - egyaránt jelentkezik az évi csapadék-összegek ingatagságában és a csapadék évszaki eloszlásában. Így két példa:

Debrecenben az évi csapadéktömeg 1915-ben 876 mm, 1934-ben 342 mm
Sopronban " " " " 1930-ban 942 " 1942-ben 449 "

Debrecenben tehát egyik évben csaknem háromszorosa lehet a csapadék egy másik évbelinek. De még a kevésbé kontinentális Sopronban is előfordul a közel 2:1 arány, bár az igaz, hogy itt még az alacsony érték is elég számottevő. Hogy a csapadék évszaki eloszlásában is nagyfoku a bizonytalanság, azt már soproni adatokkal is igazolhatjuk, ahol 1947 februárjában a 30 éves 34 mm-es átlaggal szemben 100 mm, ugyanezen év júliusában a 30 éves 99 mm-es átlaggal szemben 59 mm volt a csapadék. Hazánktól nyugatra ez a bizonytalanság a maritim jelleg növekedtével tompul, keletre azonban a kontinentális fokozódásával még tovább növekszik. Ennek a bizonytalanságnak tudható be, hogy nálunk aránylag mintegy 5 év aszálykáros. Ennél jóval ritkábban, mintegy 15 évenként jelentkezik túlságos nedvességből adódó gazdasági kár /kevés napfénytartam, kevés hőösszeg, a termés elrothadása, rozsdakárok, stb./. Az ilyen károk elleni védekezésről már más helyen szóltunk.

Hasonlóan az ország keleti részeinek kontinentálisabb jellegére, de egyben a medence fekvésére mutatnak az egyes gyakorisági értékek. Amíg a Dunántulon és a Középhegységekben 120-150 a csapadékos napok száma, addig az Alföldön csak 110-130 napon van csapadék. Ezekből az országban általában 20-30 nap hócsapadéku, amely a szélsőségesen alacsony hőmérsékletek idejére rendszerint jó hőszigetelő hótakarót biztosít az őszi vetéseknek a kifagyás ellen.

Az Alföldön a csapadék valószínűsége 30-35 %. Esetenként szélsőséges sűrűségben léphet fel az országban a csapadék. Az Alföldön előfordult már 100 mm/24 órás csapadéksűrűség. A Dunántulon még nagyobb sűrűségű csapadékot is feljegyeztek. Réthly szerint 1910 augusztus 31-én Veszprémben 187/24 órás csapadéksűrűséget mutattak ki, de másutt is előfordultak a Dunántulon 150 mm/24 órás csapadéksűrűségek.

Gyakori jelenség hazánkban a zivatar és a vele kapcsolatos jégverés. Ezek 10-40 km-es sávban, s esetenként 300-400 km hosszban vonulnak el az ország felett. Réthly szerint átlagban évi 2-3 jégesős nap esik egy-egy helyre. Aujeszky szerint a fővárosban 3,2 a jégeső gyakorisága, s egyes napokon: V/1-, 6-, 21, VI/13-, 19 és VIII/14-, 17- a valószínűen veszélyes napok.

Itt jegyezzük még meg, hogy bár szerény mennyiséget jelent, fiziológiai hatása miatt igen fontos a harmat alakjában jelentkező csapadék is.

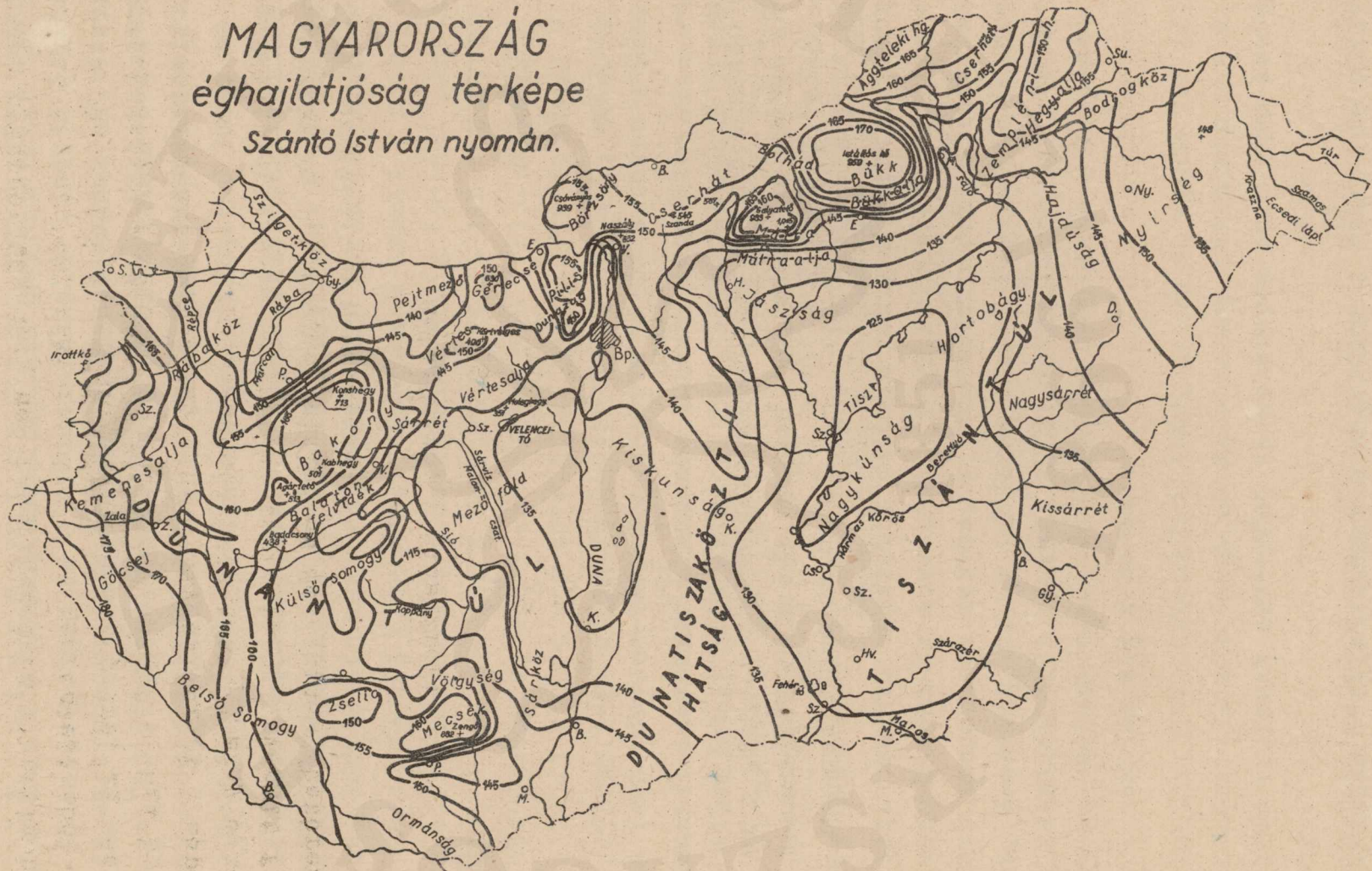
Steiner szerint az Alföldön a harmat évi mennyisége az évi csapadék 3 %-át teheti ki.

Kaminszky orosz kutató szerint az erdei vegetációhoz a nyári hónapokban: június, július, augusztusban együttvéve legalább 200 mm-es csapadék szükséges. Ennek az izohiétái nálunk egyfelől a Kápuvár, Pápa /kelet/, Veszprém /kelet/, Tihany /nyugat/, Kaposvár /kelet/, Pécs /nyugat/ vonaltól nyugatra, másrészt Putnok /észak/, Tereal /dél/, Nyíregyháza /nyugat/, Debrecen /kelet/ vonaltól keletre eső vidéket határolja el a természetes erdei tenyészet számára.

Az éghajlatjóság mértékszámának eloszlása az ország területén.

Az éghajlatjóság legkisebb értéke a 130-as görbén belül a Tisza jobb és balpartjára esik, utóbbi a nagyobb terület. E térség fátlan mezőség. Innen kifelé haladva a növekvő értéket fel-tüntető görbék mentén javulnak a körülmények s az erdőtenyészet-re legkedvezőbb 160 éghajlatjósági mértékszámot meghaladó éghajlatot a nyugati határvidéken, továbbá a Bakony, Mátra és Bükk magasabb fekvéseiben találjuk /43. ábra/.

MAGYARORSZÁG
 éghajlatjóság térképe
 Szántó István nyomán.



43. ábra.

Frontátvonulások az ország területén.

Országos viszonylatban még nem rendelkezünk a frontátvonulásokra felölölő képpel. Aujeszky szerint 5 év megfigyeléséből Budapesten évente 720 front vonult át. Ennek 23 %-a télre, 29 %-a tavaszra, 27 %-a a nyárra, 21 %-a őszi esik. téli és őszi hónapok tehát valamivel frontszegényebbek, mint a tavaszi-nyári hónapok. A tavaszi és nyári hónapok frontgazdagabb voltát Aujeszky éghajlataink szárazföldi jellegéhez tartozónak tekintti. Az átvonult frontok közül kerekén 20 % meleg /felsikló/ és 80 % hideg /betörési/ front. Ezeknek az évszakai megoszlása:

	Melegfront	Hidegfront
Tél	36	20
Tavaszi	22	30
Nyar	12	31
Ősz	30	19
	<hr/>	<hr/>
	100 %	100 %

Ami a hozzánk érkező légtömegek származását illeti, erre nézve debreceni adatok azt mutatják, hogy az egész év folyamán a szárazföldi eredetű légtömegek 12,4 %-al haladják meg a tengeri légtömegek hozzánk való betörésének a gyakoriságát.

AGROMETEOROLOGIAI KUTATÁSOK.

Az agrometeorológia feladata, hogy a gazdasági növények életének és fejlődésének időjárási és éghajlati feltételeivel foglalkozzon, ezekre értékelhető összefüggéseket kutasson ki, s azokat a többtermelés szolgálatába állítsa.

Időjárási vonatkozásban az egyes meteorológiai elemeknek, legfőként a sugárzásnak, hőnek és csapadéknak a növényfejlődéssel való összefüggéseit kell felderíteni. E három időjárási elem a tápanyagokhoz hasonló növekedési tényezőnek számít a növény életében. A növekedési tényezőkre vonatkozólag pedig fennáll Liebig minimum törvénye, amely szerint a növényi fejlődés ahhoz a növekedési tényezőhöz igazodik, amely minimumban van jelen. Bármilyen gazdag is legyen tehát minden más növekedési tényezőben valamely termőhely, ott a növény csak olyan fejlettségi szinten áll, amilyent a minimumban levő tényező tesz lehetővé. A magas északon a hőmérséklet az, amelyik leginkább minimumba juthat. Ismeretes pl., hogy a szálerdők elterjedési határát észak felé a 10° -os nyári izoterma zárja le. A mi mérsékelt éghajlat alatti, kontinentális fekvésünk mellett az Alföldünkön inkább a víz jut gyakran minimumba s a hó többnyire bőséges mértékben áll rendelkezésre. Ha azonban a minimumban levő növekedési tényező megszaktsa szinten mozog a termés, akkor ebből a körülményből önként következik, hogy amikor az időjárás a minimumban levő tényezőnek kedvez, a termésben élénk fellendülés következhet be. Másrészt, ha az időjárás olyan, hogy a minimumban levő tényező kedvezőtlenül alakul, akkor a termésben is feltűnő hanyatlás állhat be. Nálunk tehát az Alföldön leginkább a csapadék hullámzó értékei szabják meg a termést.

Éghajlati vonatkozásban abban lehet az agrometeorológia feladatát körvonalazni, hogy el kell határolnia olyan öveket, amelyek időjárása valamely növényfaj termelésének különösen kedvez /tájtermelés/.

Ezeknek a feladatoknak a megoldása a makro- és mikro klimatikus rendszeres megfigyeléseken túl megkívánja, hogy a növények fejlődési folyamatairól is rendszeres megfigyelési anyag álljon rendelkezésre.

Növényfenológia.

A tervszerű növénytermesztés részére folytatott növényfejlődési megfigyelésekkel a növényfenológia foglalkozik.

A növény minden fejlődési szakaszban meghatározott igényeket támaszt az időjárási elemekkel szemben, ezért a megfigyelések a növényfejlődés minden fontosabb szakaszára a levelzet bonthatásra, virágzásra, magérésre, lombhullásra, stb. kiterjednek. Adatokat kell gyűjteni vidékenként ezen szakaszok időpontjaira, minőségi és mennyiségi lefolyására, a termés nagyságára. Ezen felül a növényfenológiai megfigyelések kiterjeszkednek a növényélettel kapcsolatos egyéb szakaszokra is, mint aminek pl. a talajjelőkészítés, vetés, őszi szántás, stb. Mindezekben túl feladatkörébe tartoznak az olyan tényezőkre vonatkozó megfigyelések is, amelyek kedvezőtlenek, vagy ártalmasak a növényzetre. Ilyenek pl. az egyes növényi betegségek, kártevők fellépése, amelyekkel szemben többnyire egy-egy fejlődési szakaszban különösen esendő a növény.

Ezek ismeretében fontos összefüggések deríthetők fel az időjárási és éghajlati elemeknek a növényfejlődésre gyakorolt hatása tekintetében. Csakis ezen összefüggések világos áttekintése esetében leszünk képesek a művelési rendszabályainkat is a növény igényeihez szabni, s ezáltal a többtermelést előmozdítani.

A fenológiai megfigyeléseket hasonló hálózat végzi, mint az időjárás- és éghajlatkutatás szolgálatát, de ez utóbbiaknál hasonlíthatatlanul kisebb költséget igényel, jóllehet lényegesen kiterjedtebb a szervezete, illetve sűrűbb a hálózata. A fenológiai megfigyeléseknek a legolcsóbb, de egyben legmegbízhatóbb műszere maga a növény, amely az egyes fejlődési szakaszok időpontjaival, a hajtások hosszaival, a virágzás, a termés mennyiségi adataival, stb. a leghivebben tükrözi vissza az időjárási és éghajlati elemek átalakulásának az összhatását.

Az időjárási elemek és a növényfejlődés közötti
kapcsolat kimutatása.

/Kapcsolat-, vagy korreláció számítás./

Ha meg akarjuk tudni, hogy két változó nagyság között / pl. hőmérsékletjárás és fenyőhajtáshossz/ van-e valami kapcsolat, a ha igen, mily értékű az, célszerűen korreláció számításához /kapcsolat-számításához/ folyamodunk. Ehhez a két változó nagyság összetartozó értékpárjainak egy hosszabb, több éven át észlelt sorával kell rendelkezünk. Maga a számítás igen egyszerű, bár elég terjedelmes. Az összetartozó értékpárok adataiból ki kell számítanunk a Bravais-féle korrelációs tényezőt /r/, melynek értéke

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \cdot \sum y^2}}$$

hol x és y a két változó nagyság - esetünkben a hőmérséklet és a hajtáshossz - értéksoraiban a középértéktől való eltérést jelentik. A képletből r értékére a +1 és -1 között bármily értéket kaphatunk. Ha r = +1, ez azt jelenti, hogy a kapcsolat teljes és azonos irányú, vagyis olyan, hogy az egyik változó növekvő /vagy fogyó/ értékei a második változó értéknövekedését /vagy fogyását/ idézi elő. Ha r = -1, ez ugyancsak teljes értékű kapcsolatot jelent, ez azonban olyan irányú, hogy az egyik változó növekedésének a másik változó fogyás felel meg. Ha r = 0, ez a kapcsolat teljes hiányát mutatja. A +1 és -1 közé eső értékek annál kisebb összefüggést jelentenek, minél közelebb állnak a 0 értékhez.

Ehhez képest a kapcsolatszerosságot a következőképpen lehet jellemezni:

ha éppen egyenlő 1,0-el,	a kapcsolat teljes,
ha 1,0-0,6 közé esik,	" határozott,
ha 0,6-0,4 " "	" közepes,
ha 0,4-0,2 " "	" gyenge,
ha 0,2-0,0 " "	" nincsen,

A korrelációs tényező valószínű hibájára a

$$h = \frac{0,6745(1-r^2)}{\sqrt{n}}$$

kifejezést vezették le, hol n az értéksorokban a tagok számát jelenti.

Ahhoz, hogy a kapcsolatot biztosnak, illetve a véletlentől függetlennek mondhassuk, szükséges, hogy az r korrelációs tényező a h valószínű hibájánál közelítőleg hatszor nagyobb legyen.

A számítás részleteit illetően álljon itt egy példa.

1./ Készenben 13 éven át mérték a lucfenyő hajtásának a hosszát annak a kiderítésére, hogy a lucfenyő fejlődése a megnevezett helyen melyik éghajlati elemmel áll leginkább összefüggésben:

1./ az évi középhőmérséklettel, 2./ az előző évi csapadékmennyiséggel, vagy 3./ a megfelelő évi nyári csapadék mennyiségével.

A mérési és az észlelt meteorológiai adatok a 28. számú táblázatban találhatóak.

28. táblázat.

Adatok a lucfenyő éghajlati kapcsolatainak számításához.

Év	A lucfenyő hajtás hossza cm		Évi középhőmérséklet °C		C s a p a d é k			
	Mért hossz	Eltérés az átlagtól x	Észlelt	Eltérés az átlagtól y	Előző évi /mm/		Mef.évi nyári mm	
					Észlelt	Eltérés az átlagtól y	Észlelt	Eltérés az átlagtól y
1907	-	-	-	-	692	-124,2	-	-
8	10	-35	7,5	-0,7	732	-84,2	527	20,9
9	18	-27	7,0	-0,7	769	-47,2	495	-11,1
1910	26	-19	7,8	0,1	1026	209,8	676	169,9
1	29	-16	8,5	0,8	652	-164,2	326	-180,1
2	19	-26	7,7	0,0	830	13,8	565	58,9
3	45	-	8,1	0,4	864	47,8	534	27,9
4	78	33	7,9	0,2	969	152,8	626	119,1
5	57	12	7,7	0,0	799	-17,2	437	-69,1
6	44	-1	8,3	0,6	947	130,8	462	-44,1
7	89	44	7,0	-0,7	803	-13,2	504	-2,1
8	64	19	8,1	0,4	766	-50,2	487	-19,1
9	34	-11	7,2	-0,5	762	-54,2	413	-93,1
1920	71	26	8,3	0,6	-	-	527	20,9
Összesen	584		100,6		10611		6579	
Átlag:	45		7,7		816,2		506,1	

A korrelációs tényező képletébe behelyettesítendő x , y , x^2 és y^2 értékeit kiszámítva a 29. sz. táblázatba foglaltuk.

29. sz. táblázat. A 28. sz. táblázat folytatása.

Év.	$x \cdot y_1$	$x \cdot y_2$	$x \cdot y_3$	x^2	y_1^2	y_2^2	y_3^2
1907.	-	4347,0	-	-	-	15426	-
8	24,5	2273,4	-731,5	1225	0,49	7090	437
9	18,9	896,8	299,7	729	0,49	2228	123
1910	- 1,9	-3356,8	-3228,1	361	0,01	44016	28866
1	-12,8	4269,2	2881,6	256	0,64	26962	32436
2	0,0	0,0	-1531,4	676	0,00	190	3469
3	0,0	1577,4	0,0	0	0,16	2285	778
4	6,6	1833,6	3930,3	1089	0,04	23348	14185
5	0,0	17,2	- 829,2	144	0,00	296	4775
6	- 0,6	5755,2	44,1	1	0,36	17109	1945
7	-30,8	- 250,8	- 92,4	1936	0,47	174	4
8	7,6	552,2	-362,9	361	0,16	2520	365
9	5,5	-1409,2	1024,1	121	0,25	2938	8668
1920	15,6	-	543,4	676	0,36	-	437
Σ	32,6	16505,2	1947,7	7575	3,45	144582	96488

Ezeket az adatokat a korrelációs együttható képletébe helyettesítve nyerjük, hogy

$$r = \frac{\Sigma |x \cdot y_1|}{\sqrt{\Sigma |x^2| \cdot \Sigma |y_1^2|}} = \frac{32,6}{\sqrt{7575 \cdot 3,45}} = 0,2 ;$$

$$h_1 = \frac{0,6745/1 = 0,2^2/1}{\sqrt{13}} = 0,179 ; \quad \frac{r_1}{h_1} = 1,1$$

$$r_2 = \frac{\Sigma |x \cdot y_2|}{\sqrt{\Sigma |x^2| \cdot \Sigma |y_2^2|}} = \frac{16505,2}{\sqrt{7575 \cdot 144582}} = 0,5 ;$$

$$h_2 = \frac{0,6745 / 1 - 0,5^2}{\sqrt{13}} = 0,140 ; \quad \frac{r_2}{h_2} = 3,58$$

$$r_3 = \frac{\sum |x_i \cdot y_i|}{\sqrt{\sum |x_i^2| \cdot \sum |y_i^2|}} = \frac{1947,7}{\sqrt{7575 \cdot 96488}} = 0,07 ;$$

$$h_3 = \frac{0,6745 / \sqrt{1-0,07^2}}{\sqrt{13}} = 0,186 ; \quad \frac{r_3}{h_3} = 0,42$$

A számítások tehát azt mutatják, hogy a lucfenyő fejlődése a megvizsgált éghajlati változók közül leginkább az előző év esapadékmennyiségével áll kapcsolatban. Itt a legnagyobb a korrelációs tényező /0,5/, bár az értéke még nem éri el a valószínű hibájának a hatszorosát /mindössze 3,58-szorosa/.

2./ Ebben a példában Eide nyomán azt vizsgáljuk meg, hogy milyen összefüggés áll fenn Norvégiában a nyári középhőmérséklet és a lucfenyő tobozának a közepes hossza között. Itt tehát egy éghajlati változó kapcsolatát mutatjuk ki a terméshez. A luc-tobozokat Norvégia különböző ^{szélesség alatti} helyein gyűjtötték, s ugyanezen helyekre kiszámították a nyári középhőmérsékleteket is. A számítás-hoz 39 adatpár áll rendelkezésre. Az adatokat a 30. sz. táblázat foglalja magában.

Az előzőkkel szoros eljárással kiszámított korrelációs együttható értéke:

$$r = \frac{\sum |xy|}{\sqrt{\sum |x^2| \cdot \sum |y^2|}} = \frac{+ 783,67}{\sqrt{64,04 \cdot 12369,13}} = + 0,88$$

a korrelációs együttható valószínű hibája pedig:

$$h = \frac{0,67449 / \sqrt{1-r^2}}{\sqrt{n}} = \frac{0,67449 / \sqrt{1-0,7744}}{\sqrt{39}} = 0,024$$

a korrelációs koefficiens tehát a valószínűhibájánál

$$\frac{r}{h} = \frac{0,88}{0,024} = 36,6$$

-szor nagyobb lévén, messze meghaladja a valószínű hibájának a hatszorosát, a kapcsolat tehát biztosnak és igen határozottnak, illetve nagyfokúnak mondható.

30. tábl. A nyári középhőmérséklet és a luc-toboz hossza közötti korreláció.

Nyári közép hőm. C°	Toboz-hossz mm	Nyári közép hőm. x	Toboz-hossz y	xy		x ²	y ²
				+	-		
6,8	38,8	-2,9	-37,9	109,91		8,41	1436,41
7,4	60,9	-2,3	-15,8	36,34		5,29	249,64
7,5	55,5	-2,2	-21,2	46,64		4,84	449,44
8,2	54,2	-1,5	-22,5	33,75		2,25	506,25
8,5	63,4	-1,2	-13,3	15,96		1,44	176,89
8,7	58,9	-1,0	-17,8	17,80		1,00	316,84
8,8	54,3	-0,9	-22,4	20,16		0,81	501,76
8,8	80,8	-0,9	+4,1		3,69	0,81	16,81
8,9	59,1	-0,8	-17,6	14,08		0,64	309,76
8,9	53,8	-0,8	-22,9	18,32		0,64	524,41
9,0	66,5	-0,7	-10,2	7,14		0,49	104,04
9,1	65,3	-0,6	-11,4	6,84		0,36	129,96
9,2	73,0	-0,5	-3,7	1,85		0,25	13,69
9,3	70,3	-0,4	-6,4	2,56		0,16	40,96
9,3	77,4	-0,4	+0,7		0,28	0,16	0,49
9,3	92,1	-0,4	+15,4		6,14	0,16	237,16
9,4	77,0	-0,3	-0,7	0,21		0,09	0,49
9,4	87,8	-0,3	+11,1		3,33	0,09	123,21
9,5	72,3	-0,2	-4,4	0,88		0,04	19,36
9,6	69,5	-0,1	-7,2		0,72	0,01	51,84
9,7	73,3	0,0	-3,4	0,00		0,00	11,56
9,8	71,1	+0,1	-5,6		0,56	0,01	31,36
9,9	76,2	+0,2	-0,5		0,10	0,04	0,25
9,9	66,8	+0,2	-9,9		1,98	0,04	98,01
10,0	80,3	+0,3	+3,6	1,08		0,09	12,96
10,0	75,4	+0,3	-1,3		0,39	0,09	1,69
10,0	73,9	+0,3	-2,8		0,84	0,09	7,84
10,0	69,7	+0,3	-7,0		2,10	0,09	49,00
10,0	88,4	+0,3	+11,7	8,51		0,09	136,89
10,1	86,7	+0,4	+10,0	4,00		0,16	100,00
10,1	79,6	+0,4	+2,9	1,16		0,16	8,41
10,2	100,1	+0,5	+23,4	11,70		0,25	547,56
10,6	81,2	+0,9	+4,5	4,05		0,81	20,25
11,2	94,5	+1,5	+17,8	26,70		2,25	316,84
11,3	101,2	+1,6	+24,5	39,20		2,56	600,25
11,7	92,7	+2,0	+16,0	32,00		4,00	256,00
12,4	108,3	+2,7	+31,6	85,32		7,29	998,56
12,5	126,5	+2,8	+49,8	139,44		7,84	2480,04
12,9	115,2	+3,2	+38,5	123,20		10,24	1482,25
Össz: 377,9 Átl.: 9,69	2992,0 76,7			+803,80	-20,13	Σ 64,04	Σ 12369,13

Ezek szerint tehát mondhatjuk, hogy Norvégiában a vizsgálat-
tal felölelt területen a lucfenyő termése szoros és azonos irányu
kapcsolatban áll a nyári középhőmérséklettel. Ez egybevágh azzal,
amit a fenológiával kapcsolatban állítottunk, hogy t.i. magas é-
szakon a termés nagysága a minimumban levő hóhoz igazodik legin-
kább.

M I K R O K L I M A .

A megelőző éghajlattani tanulmányainkban az atmoszféra tulajdonságait olyan adatokkal jellemeztük, amelyeket a talaj színe felett 1,5-2,0 m magasan, angol házikóban elhelyezett műszerekkel észleltek. Az ilyen észlelési anyagból tehát eleve ki volt iktatva a talajfelszínnek a levegőre gyakorolt, lépésről-lépésre változó közvetlen hatása.

Annak, hogy a nagyobb földrajzi térségek éghajlati viszonyait kutató u.n. makroklimatológia csakis ilyen módon nyert észlelési anyagot használhat, igen nyomós oka van. Könnyen belátható, hogy nagyobb földrajzi térségek viszonylatában csak olyan éghajlati adatokat lehet értékelni, amelyekből a talaj felszíni behatásától származó kisebb helyi vonások eltűnnek s éppen ezért az érvényességük nagyobb távolságokra szól. Csak így képzelhető el, hogy egy viszonylag laza állomáshálózat segítségével fel lehet deríteni egy ország éghajlatának jellemző vonásait.

A gyakorlati életben azonban nem hunyhatunk szemt afelett, hogy számos vonatkozásban éppen a makroklimatológiából kirekesztett talajmenti légréteggel állunk függő viszonyban. A mezőgazdasági kulturnövények itt élnek a vetéstől a betakarításig s az erdőtelepítések esetéi is itt élik át a koronazáródásukig eltűlő legválságosabb időszakot. A talajfelszín közelében a növényzet rendkívül változatos éghajlati hatásoknak van kitéve. A talajfelszín anyagi minősége, szerkezete, nedvességi állapota, színe, lejtése, kitettsége, stb. egész kis területen belül változva igen különböző módon formálja a körzetébe eső kis éghajlatot. Előfordulhat, hogy egy kis barázda északra és délre néző oldalán olyan hőmérsékleti különbségek figyelhetők meg, amelyhez foghatók a makroklimatológiában csak 100 és 100 km távolságban fordulnak elő. Mindez arra mutat, hogy a talajfelszín sokfélesége sok parányi kis térséget határol el, amelyeknek önálló éghajlati jellegük van. Az ilyen parányi kis éghajlatok a mikroklímák s a velük foglalkozó tudomány a mikroklimatológia.

Az ilyen parányi klimák a legteljesebb kialakulásukat sugárzó időben és szélsőségekben érik el. Borult időben elmosódnak a kitettségbeli különbségek, a szélben pedig az egész kicsiny helyi klíma elseprődik, s a talajközeli légréteg állandó oszerébe jut a makroklimatikus légrétegekkel. A mikroklímák a talajfelszín legnagyobb közelségében a legszélsőségesebbek. Innen felfelé távolodva egyre inkább gyengül a felszíni hatás, másrészt a konvekciós mozgás egyre inkább feloldja a szomszédos mikroklímák határait, a keveredés elmosza az egyéni bélyegeket, s kb. 1 m magasságon felül már kikapcsoltnak lehet tekinteni a felszíni hatásokat.

A mikroklíma az ember, az állat és a növényvilág öve. Amíg azonban az ember képes arra, hogy megváltoztassa a számára kedvezőtlen mikroklímát /fűtés, ruha/, s a mozgásra képes állatvilág is függetlenítheti magát tőle, a növény minderre képtelen, s ezért a mikroklíma meg is szabja a sorsát. Oly mikroklímákban, amely nem felel meg valamely növény igényeinek, nem lehet jó fejlődésre számítani. A fagyra érzékeny növények kipusztulnak a fagyzugokban, a nedvességet kedvelő növények nem kelnek ki száraz termőhelyen, a faállományok természetes felújulása a talajnak bizonyos megkivánt megvilágítottsága híján elmarad.

Az ember azonban nemcsak a maga részére képes megfelelő mikroklímát teremteni, hanem segítségére siethet a kulturnövényeinek is, illetve a természet megszabta mikroklímához alkalmazkodva választhatja meg a kulturnövényeit.

Mindebből kitűnik, hogy a mikroklíma ismeretének igen nagy a növénytermelésben a jelentősége.

Ha a makro- és mikroklímát térbelileg akarjuk elhatárolni, célszerű még a kettő közé beiktatni a mezoklimát. Az egyes makroklímák 100 és 1000 km-ekre terjedő térségeiben lehetnek 100 és 1000 méterekkel kifejezhető olyan egységek, amelyekben belül az éghajlati elemek makroklimatikus módon mért értékei helyi hatások folytán különleges csoportosulást mutatnak, s ilyformán a makroklímán belül, attól eltérő önálló jellegre tesznek szert. Az ilyen kisebb önálló egységeket /város, erdő, tó, folyó, homokbucka,

hegy, völgy, stb./ sorolhatjuk a mezoklima keretébe.

Ha viszont a különleges éghajlati kialakulás oly kis terjedelmű, hogy csak méterekkel, deciméterekkel írható körül, akkor ez a mikroklima birodalmába tartozik. Független tagoltságban általában a talajmenti 1-2 m-es légréteg tartozik a mikroklimába.

Szokás még növényklimáról is beszélni. Ebben az esetben a növény magassága szabja meg a mikroklima terét. Ilyen célra általában 3 fokozatot különböztetünk meg: 1./ a gyepszintet, 2./ a laacsonyszintet, 3./ erdőszintet. Természetes vagy mesterséges telepítésű növényzeten belül, az általa elhatárolt térben állományéghajlatról is szokás beszélni. Így beszélhetünk a lucfenyő állományéghajlatáról, avagy pl. a rozs állományéghajlatáról.

A mikroklima vizsgálata során esetenként egész parányi kis térségek éghajlati elemeinek a mérése is előtérbe kerülhet /pl. egy fészek tere, egy levél hőmérséklete/. Ilyenformán számolni kell azzal, hogy egy bizonyos határon túl a makroklimatikus műszereket a mikroklima vizsgálathoz már nem használhatjuk. Könnyű belátni, hogy egy kis odu hőmérsékletét nem mérhetjük meg egy állomási hőmérővel, mert ez arra vezetne, hogy a maroknyi kis odu levegője venné fel a hőmérő nagy fejhőjű higanyának a hőmérsékletét s nem a hőmérő higanyé az odu levegőjét, ahogyan kellene. A talajfelszín közelében történő hőmérséklet méréseknél még egyéb nehézségek is jelentkeznek. A talajmenti levegőben ugyan a hőmérsékleti viszonyokat a talajfelszín sugárzási viszonyai alakítják ki, - hiszen éppen ez a jellemző a talajmenti légréteg mikroklimájára, - de a levegőnek így kialakult hőmérsékletét épp a talajfelszín sugárzása miatt nehéz megmérnünk, mert a sugárzás a hőmérőnkre mérés közben közvetlenül is melegítő hatással van. Ilyenkor tehát nem a levegő tényleges hőmérsékletét mérjük, hanem ezt, plusz a sugárzásnak a hőmérőnk állására gyakorolt közvetlen hatását. Ezért a mikroklima mérések céljaira kisméretű, sugárzási hatástól mentes, a legkisebb hőmérsékletváltozást is élénken követő hőmérőre van szükség. Ezeknek a feltételeknek leginkább az elektromos hőmérők felelnek meg, melyek különböző elvek alapján lehetnek szerkesztve. Ilyenekből állítható össze a páratartalom mérésére száraz, nedves hőmérőpár is. A szélérések egyik igen fon-

tos eszköze a rendkívül érzékeny hődrótos szélmérő, ugyancsak elektromos elvű műszer. Természetesen nem minden esetben lesz a feladatunk egészen parányi térségek klimatikus viszonyainak a kutatása. Ehhez képest más műszerek is számításba jöhetnek; mindig a feladat minemisége határozza meg a megfelelő műszert.

A mikroklimatológia tudománya ma már igen fejlett és egyre önállóbb ága a meteorológiának. A mikroklíma kutatás már eddig is eredményes munkát végzett a talajközeli légrétegek sugárzásbeli, hőmérsékleti, nedvességi, áramlásá viszonyainak a megismerésé terén. Számos vizsgálat folyt a szilárd talajfelület különbözőségeinek, a víz- és hófelületnek, a talajközeli légrétegekre gyakorolt hatására, s az irodalom bő anyagot ismertet a domborzati viszonyok, s kitettség terén végzett kutatások eredményeiből is. Mindezekre itt felölelőn, s általánosságban nem térhetünk ki. Ebben a tekintetben Száva-Kovács J. és Berényi D.: A talajmenti légréteg éghajlata c. munkájára utalunk.

Mi itt röviden két dolgot fogunk tanulmányozni. Az egyik a makroklíma módosulásának egy-egy érdekes esete tavak és folyók parti környezetében. A másik a mikroklímának számunkra legtöbbet nyújtó különleges része: az erdő mikroklímája.

A MAKROKLÍMA MÓDOSULÁSA TAVAK ÉS FOLYÓK PARTI KÖRNYEZETÉBEN.

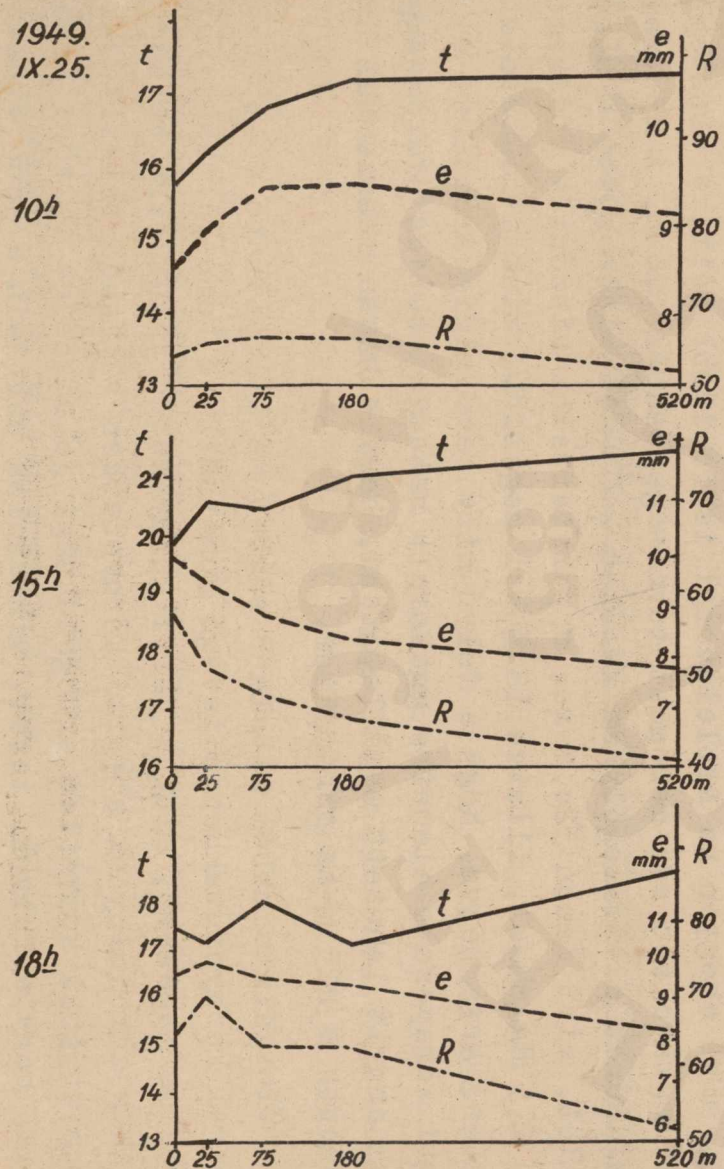
Igen érdekes mezoklíma alakul ki nagyobb vízfelületek, pl. tavak, folyók, víztározók parti környezetében. Alkalmos időjárási viszonyok között /nyugodt levegőben/ jól kimutatható, hogy a víz módosítólag hat a parti környezet éghajlati elemeire, ez a hatás a parttól távolodva egyre gyengül, végül elenyészik. Ide vonatkozólag tanszékünknek a Balaton és Duna parti térségében 1949-ben végzett vizsgálatainak közül a 44. és 45. ábrában grafikus kivitelben tanulmányozunk egyet-egyet. A görbék azt mutatják, hogy a talaj színe felett 80 cm magasan mérve a nappal három időpontjában a víz szegélyétől távolodva miként változnak a hőmérséklet /t/, a párányomás /e/ és a relatív páratartalom /R/ értékei.

Az egyik grafikon Balatonalmádiban 1949. szeptember 2.-án, sugárzó időben, nyugodt levegőben, a tó vízszegélyére merőleges 700 m-es vonalon, a talaj felett 80 cm magasan végzett vizsgálatról számol be 8, 15 és 18 órai időpontokban. A 15 órai grafikonok különösen jól mutatják, hogy a víz számottevően mérsékli a környezetében a hőmérséklet emelkedést. A vízszegélyben kereken 3 C°-kal alacsonyabb a levegő hőmérséklete, mint innen 700 m-re fekvő észlelőponton. Ezzel szemben a páratartalmat jelentősen emeli a környezetében. 15 órakor kereken 5 Hg-mm-el nagyobb a párányomás és 20 %-kal nagyobb a relatív páratartalom a víz szegélyében, mint a 700 m távolságban kitűzött mérőponton. E két végpont között általában a vízszegélytől való távolsággal változnak a mérési adatok. A tónak a parti környezete éghajlati elemeire gyakorolt módosító hatása ezen a napon 550 m-t túlhaladta, itt azonban már igen elenyésző volt.

A másik grafikon a szentendrei Dunaág hatását mutatja a Szentistvántelep felé eső parti környezet éghajlati elemeire, 1949. szeptember 25.-én, sugárzó, nyugodt levegőben, ugyancsak 80 cm-re a talajszint felett. Itt a kisebb vízfelület ellenére is hasonló hatásokkal találkozunk, de valamivel kisebb méretekben, mint ahogyan az észlelővonal is rövidebb volt, a vízszegélytől legtávolabb eső mérőpont távolsága csupán 520 m. A 15 órai grafikonon a vízszegélyben kereken 2 C°-kal alacsonyabb a hőmérséklet, mint innen 520 m-re, a páratartalom viszont a vízszegélyben 2,5 Hg-mm-el, illetve 18 %-kal magasabb, mint a legtávolabbi ponton. Arra nézve, hogy a folyó mily távolságig éreztette a parti környezete elemeire gyakorolt hatását, teljes biztonsággal csak annyit lehetett megállapítani, hogy a hatás messze túlhaladhatta a 225 m-es mérőpontot.

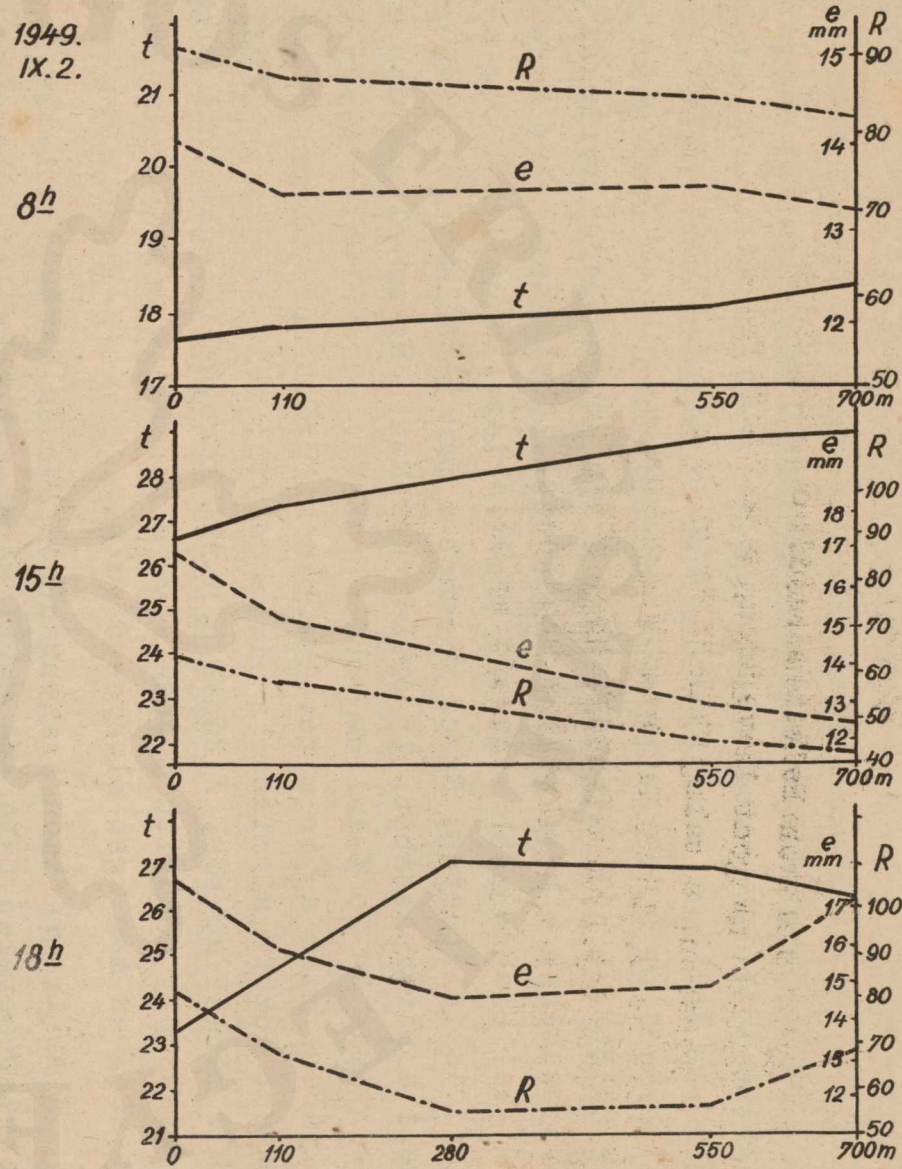
Vizsgálatainkból általánosságban megállapítható volt, hogy a parti környezetekben a levegő hőmérséklete temperáltabb, páratartalma magasabb, mint a parti környezetén kívül első térségben. Ennek a körülménynek a parti környezetben végzendő telepítések szempontjából közvetlen erdőgazdasági jelentősége is van. Ismeretes, hogy a folyók, tavak, víztárolók partjein a jobb vízgazdálkodás előmozdítására védőerdő övezeteket és más hasonló védő

A „t”, „e” és „R” változásai a Szentendrei dunaág nyugati partján
80 cm magasságban a talaj színe felett.



44. ábra. → távolság a parttól →

A „t”, „e” és „R” változásai a Balaton parti térségében
Balatonalmádiban 80 cm magasságban a talaj színe felett.



45. ábra.

- 236. -

jellegű telepítéseket kell eszközölni. E telepítések szempontjából igen kedvezően érvényesülhet a parti környezet temperált hőmérsékletjárása és a magasabb páratartalma, mert ily körülmények között a csemeték könnyebben átvészelik a koronázásukig eltelő válságos éveket.

AZ ERDŐ ÉGHAJLATA.

a./ Állományégghajlat.

Az erdő fái felül a közös lombátorukkal, oldalt a földig ágas, lombos szegélyfáikkal elhatárolják a maguk térségét a környezetétől. A higrofil természetű erdei fák ilyen társas életbe való csoportosulásának okát V. R. Viljámsz azzal magyarázza, hogy a vizellátásukat így képesek leginkább biztosítani. De ezáltal az erdő elhatárolt terében sajátos módon alakulnak az egyes égghajlati elemek és ez a körülmény az erdő égghajlatának sok egyéni vonást kölcsönöz.

Némileg már a levegő összetétele is más az erdőben, mint a szabadban. Ez az eltérés azonban távolról sem abban áll, amit a közhit tart az erdő levegőjéről, hogy t. i. ozon O_3 -dus volna, mert ez semmiképp sem igazolható. Inkább arról van szó, hogy az erdő talajmenti levegője CO_2 -ben gazdagabb, mint a szabad területké. Ez a széndioxid-többlet a talajlevegőből diffundál ide. Az erdőtalaj levegője ehhez bő CO_2 -forrást nyújt, mert legalább tízszer annyi CO_2 -t tartalmaz, mint a külső levegő. Ezt a többletet a mikroorganizmusok termelik az erdőtalajban a talajba jutott szerves anyag lassú elégetése által. A talajmenti légrétegbe diffundált széndioxid-gazdag levegő innen lassú áramlással széteszik az erdő légterében és eljut a koronasátorba is. Itt a levelek sok CO_2 -t elvonnak belőle az asszimilációhoz és cserébe oxigén gázt O_2 juttatnak az erdő levegőjébe, minek folytán az erdő levegőjének oxigénkészlete állandóan felfrissül.

Mint már említettük a mikroklímák legextrémebb formái a besugárzott felületek felett szoktak kialakulni. Az erdő égghajlatában a besugárzott felület a talaj színéről a lombátor színére helyeződik fel. Az erdőben ugyanis a beárnyalt talajnál hasonlíthatatlanul tevékenyebb a lombátor besugárzott felülete, az u. n. aktív felület. A lombátor felett éppen oly szélsőséges módon alakul ki a mikroklíma, mint a besugárzott talajfelszín felett. Mindemellett nem éppen ez a térség az, ami bennünket az erdő égghajlata szempontjából legközelebből érdekel, hanem az,

amely a lombsátor aktív felülete alatt, a talaj színéig, esetenként azon túl alakul ki, az u.n. állományégghajlat.

Az erdő állományégghajlatában több szintet szoktunk megkülönböztetni: ezek a talajmenti szint - gyakran aljnövényzettel -, a törzsek által elfoglalt törzsszint, vagy törzstér és végül a korona által elfoglalt koronaszint, felső síkjában az aktív felülettel. Minden szint éghajlatában van valami egyéni jellemvonás, mely részben a szint velejárója, de kihat reá a fafaj, az állomány kora, záródása és általában az alkalmazott művelési rendszabályok.

A következőkben néhány adatot ismertetünk ezekre a jellemvonásokra és pedig konkrét számok és grafikus ábrázolások alakjában, a fontosabb éghajlati elemek sorrendjében.

Sugárzás. Az erdőben a sugárzás úgy alakul, mintha a talaj felületét felemeltük volna a lombsátor tetőzetére. Ismeretes már, hogy szabadban nappal a besugárzástól igen erősen felmelegedhet, éjjel a kisugárzástól igen erősen lehülhet a talaj. Mindez az erdőben a lombsátoronak az égre tekintő aktív felületén következik be.

A lombsátoron át a tenyészidőben kevés sugárzás jut a talajra. Az ide érkező sugárzást általában alig becsülik a koronát ért sugárzás 4 %-ára. Napsütésben általában kedvezőtlenebb az arány, mint borult időben. A borult idő irányítatlan diffúz fénye nagyobb arányban tud a koronán áthatolni, mint a határozott irányu direkt sugárzás.

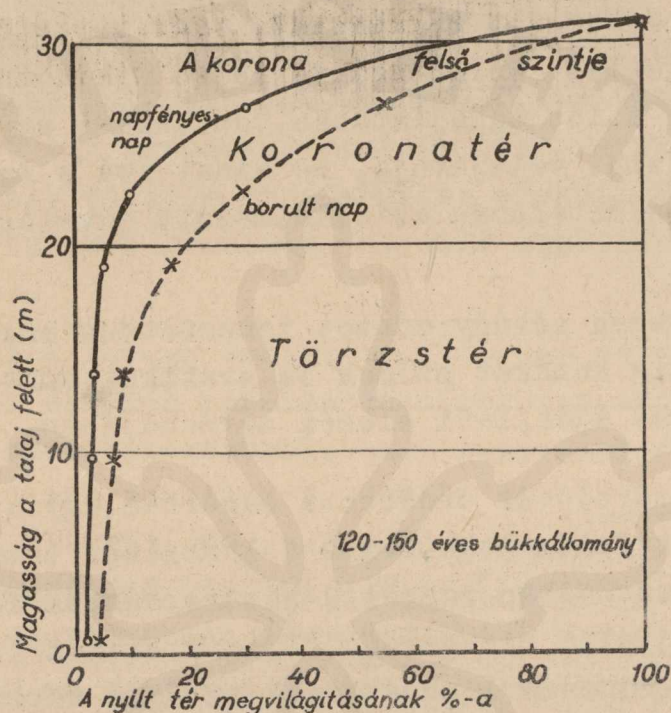
Az erdőbe besugárzott energiára nézve álljanak itt Angström adatai. Olyan esetben, amikor a szabadban $0,99 \text{ cal/cm}^2$ min. volt a besugárzás:

15 m magas fenyőerdőben	0,04 cal/cm ² .min.
10-20 m magas elegyes tölgy és luc erdőben	0,02-0,03 " "
sűrű lucfenyő erdőben	0,01 " "

besugárzást állapított meg.

A megvilágítás a sugárzással együtt csökken az állomány belseje felé. Erre nézve E.Trapp vizsgálatait ismertetjük a 46. sz. ábrában.

A megvilágítás csökkenése egy záródott bükkállomány belsejében.



46. ábra.

A megvizsgált 120-150 éves bükkállomány 1000 m² területen, 20°-os lejtőn állott. A fénymérésre Lange-féle fotocella szolgáltat. A diagramm külön tünteti fel a napos és a borult idő fényeloszlását. A görbék szerint az állományra érkező 100 % fényből már a koronaszint kerekén 80 %-ot fog fel, az erdőtalajra pedig 5 %-nál is kevesebb jut már csak. Megfigyelhető jól, hogy a fenti megállapításunknak megfelelően sugárzó időben az állomány koronaszintjének a fényabszorpciója valóban nagyobb, mint borult időben. Ez a vizsgálat csak a bükről számol be. Nyilvánvaló azonban, hogy az eredmények a fafajtól, állomány korától, záródásától, a lombosodás állapotától függőleg hullámozhatnak. Gondoljunk csak a sötét lucfenyő állomány és a világos erdeifenyő állomány közötti nagy megvilágításbeli különbségekre!

Érdekes K.Eggle nyomán azt is megállapítani, hogy faállományok bizonyos mérvű szűrést is végeznek a belsejükbe enge-

dett fényen. Erre mutatnak a 31. sz. táblázatban foglalt adatok. Ezek szerint az állományra eső sugárzás egyes hullámhosszúságaitól márciustól júniusig a következő %-ok jutnak az állományba.

31. sz. táblázat.

Faállományok szűrőhatása a fény egyes hullámhosszára.

Hullámhosszak:	0,71	0,65	0,57	0,52	0,45	0,36
III. 12 /zárt rügyek/	61	54	51	48	46	44
IV. 15	59	39	36	33	32	30
V. 10	19	6	7	6	6	5
VI. 4	14	4	5	4	3	3

Ismeretes az is, hogy az aljnövényzet, vagy a természetes ujulat megjelenése az erdőtalajon bizonyos megvilágítottsághoz kötött jelenség. Ezért az erdész részéről a talaj megvilágítottsága különös figyelmet érdemel. Lenscher, Schwabl, Seiberer és Trepp szerint az egyes fafajokból álló állományok talajára a szabad terület világosságának a %-ában kifejezve a 32. táblázatban közölt megvilágítás jut le.

32. sz. táblázat.

Az erdőtalaj megvilágítása különböző fafajok esetében.

Fafaj	Világosság a szabad tér %-ában	
	csupaszon	lombbal
Bükk	26 - 60	2 - 40
Tölgy	43 - 69	3 - 35
Kóris	39 - 80	8 - 60
Nyír	-	20 - 30
Jegenyefenyő	-	2 - 20
Lucfenyő	-	4 - 40
Erdeifenyő	-	22 - 40

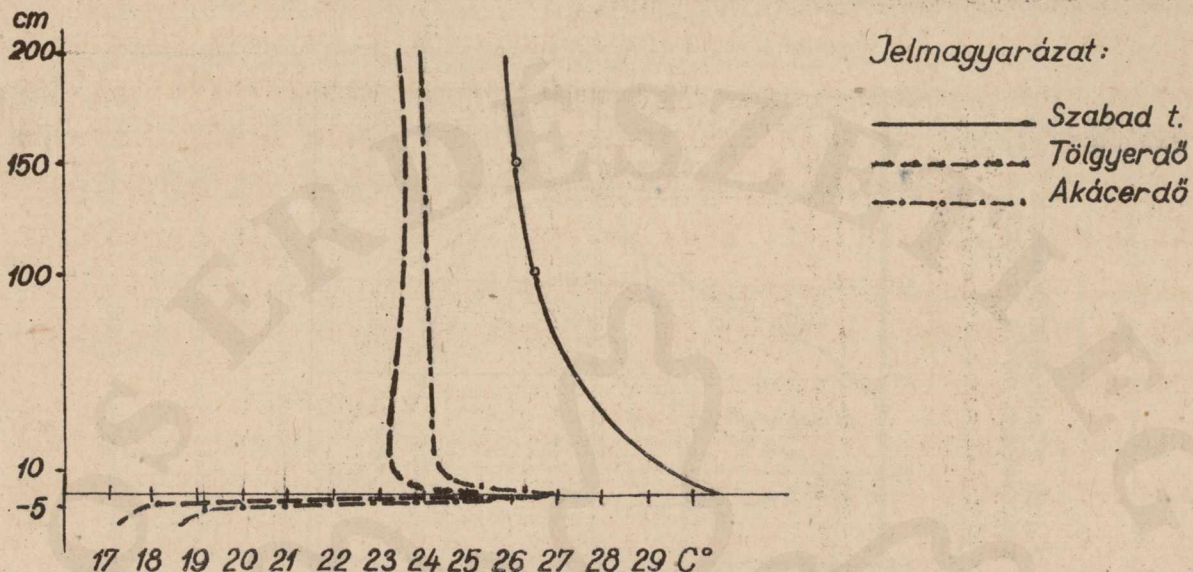
A kimutatott értékek igen tág határok között való ingadozása erre mutat, hogy a kérdésbe nagy mértékben belejátszik az állományalak különbözősége is.

G. Mitscherlich egy lucfenyő erdőben közönséges "Sixtus" fotocellás fénymérővel /mint aminőt a fotografálásainkban használtunk/ azt is megállapította, hogy amennyiben a talajt a szabad tér fényerejének 16 %-ánál kisebb mennyisége világítja meg, aljnövény nem telepszik meg. Ha 16-18 %-os a talaj megvilágítása, megjelennek rajta az első igénytelen mohok, 22-26 %-nál kezdenek bevándorolni a lágyszárúak, a 30 %-os megvilágításnál gyökeret ver az első szélhozta luc. Ezek az értékek a talajviszonyok szerint némileg eltolódhatnak, pl. kedvezőtlenebb talajviszonyok között magasabb %-os értékek szükségesek az egyes fajok megtelepedéséhez.

A megvilágítási viszonyok igen fontosak az állomány fainak az asszimilációjuk szempontjából is. Egyes alászorult egyedek a kellő megvilágítás híján nagyon elmaradhatnak a fejlődésben és a vastagsági méreteik egyáltalán nem állnak arányban a korukkal; felszabadítva azonban erős lendületet vesz a növekedésük. Másrészt meg egyes szerényebb fényigényű növények, melyek beérik azzal a fénymennyiséggel, amit az erdő koronaszéle juttat számukra, meg tudnak jól élni és fejlődni képesek az erdő árnyékában. Az erdésznek ismernie kell az egyes fafajok fényigényét, hogy a fényért való versenyükbe különböző művelési technikai rendszabályokkal a többtermelés érdekében helyesen vonatkoztasson be.

Hőmérséklet. Erdőállományok hőmérsékletjárására jellemző, hogy nappal a koronaszélel érő erős besugárzás következtében a sáter felületén nagy felmelegedés jelentkezik, ugyanakkor pedig az árnyalt talaj hűvösebb marad, mint a szabad terület talaja. Ezzel szemben éjjel a koronaszélel felületén a zavartalan kisugárzás folytán nagy lehűlés jelentkezik, a talaj viszont kevésbé hül le, mint a szabadban. Az erdő tehát az elhatárolt térségében temperálja a hőmérsékletet. Jól megfigyelhetjük ezt Berényi D.-nek a 47. sz. ábrán feltüntetett vizsgálatában, melyet Pálagon végzett 1949. szeptember 21.-én. E napon 13 óra 35 perckor a szabad térben a hőmérséklet a talaj színétől másfél méter magasságig meredek gradációval esik, az akác- és tölgyerdőben viszont már a talaj felett 10 cm-től kezdve egész másfél-, 2 méter magasságig szinte konstansnak mondható a hőmérséklet.

Hasonló gradáció különbségekkel találkozunk a talaj felszíni rétegeiben megfigyelt hőmérséklet eloszlás tekintetében.

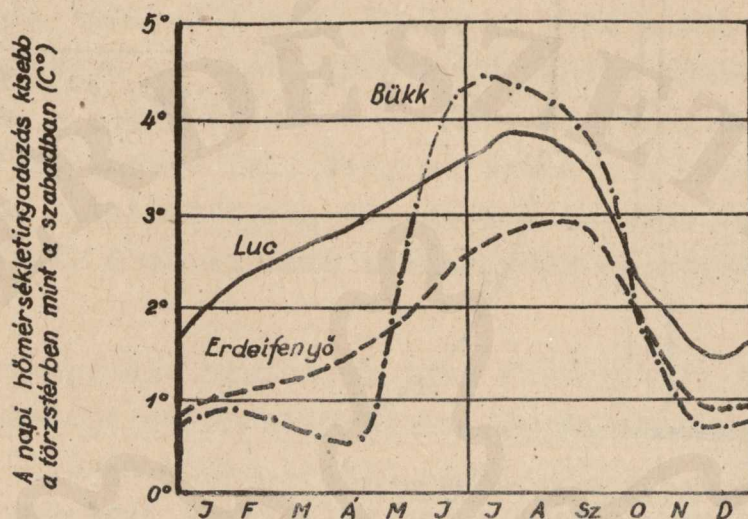


A hőmérséklet vertikális irányu eloszlása akácosban és tölgyesben Pallagon Berényi D nyomán.

47. ábra.

A. Müttlich párhuzamosan felállított állomások adataiból azt is megállapította, hogy a szabad területhez képest az erdő törzsterében az évi hőmérsékleti amplitudó is csökken, s erre a jelenségre befolyással van a fafaj. Ezt mutatja a 48. sz. ábra. A luc-, erdeifenyő- és bükkállomány mindegyike a sugárzásban leggazdagabb nyári hónapokban fejti ki a legnagyobb mérséklő hatást az amplitudóra, mégpedig legnagyobb mértékben a bükk, kisebb mértékben a lucfenyő és legkisebb mértékben az erdeifenyő állomány. A minimális csökkenés mindhárom fafajnál decemberben jelentkezik; a büknél azonban egy még kisebb minimum jelentkezik áprilisban is. Ekkor ugyan a bükk ágai fog-nak fel némi sugárzást és így a törzstérbe kevesebb jut, mint a szabad térségre, ez a hiány azonban kiegyenlítődik azzal, hogy a felmelegedő levegő az erdőben helyben marad. Amint a lombzat megjelenik az ágakon, azonnal megfordul a helyzet,

a bükk az amplitudó mérséklésben rövidesen felülmúlja a lucot és az erdeifenyőt, s a szabad térséghez képest 5° -al csökkenti a hőmérsékleti amplitudót.

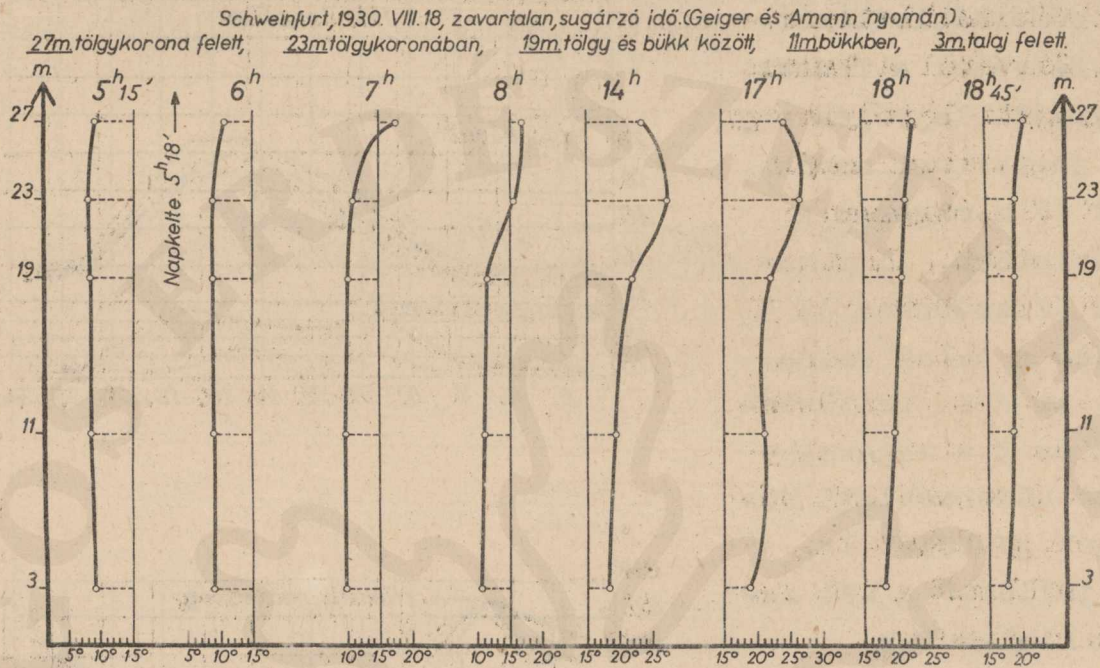


A fafaj befolyása a hőmérséklet napi ingadozásának csökkentésére a törzsterben a nyílt térrel szemben.

48. ábra.

H. Geiger és H. Amann nagy körültekintéssel megtervezett elektromos hőmérsékletmérő berendezéssel megvizsgálták egy Schweinfurt környéki, bükkal alátelepített idős tölgyállomány három szintjében a hőmérséklet napi menetét. Minden $30''$ -ben végeztek hőmérsékletleolvasást s így a felvett napi hőmérsékleti menet folyamatosanak tekinthető. Mi ezt az érdekes felvett egyszerűbb formában, sematikus ábrázolásba öntve 8 időpontban mutatjuk be. A 49. ábrán a 8 időpontbeli helyzet 8 különböző koordinátarendszerben van feltüntetve, a vízszintes tengelyeken hőmérsékleti-, a függőleges tengelyen magassági skálával. Ilyenformán a hőmérséklet eloszlását mind a 8 időpontban egy-egy görbe jelzi a famagasság függvényében. A felvétel nyári napon történt /1930.VIII.18/. Az ábránk az éjszakai hűlés után a reggel 5 óra 15 percbeli helyzettel kezdi a regisztrálást. Ebben az időben az erdő az egész magassági kiterjedésében csaknem azonos hőmérsékletű. Ezt követőleg 5 óra 18 perckor kél a nap, s a 6 órai helyzetben már látható, hogy az erdő egész magasságában

A hőmérséklet nappali alakulása bükkalátelepített 115 éves
24m. magas tölgyállomány különböző magasságaiban, nyáron.

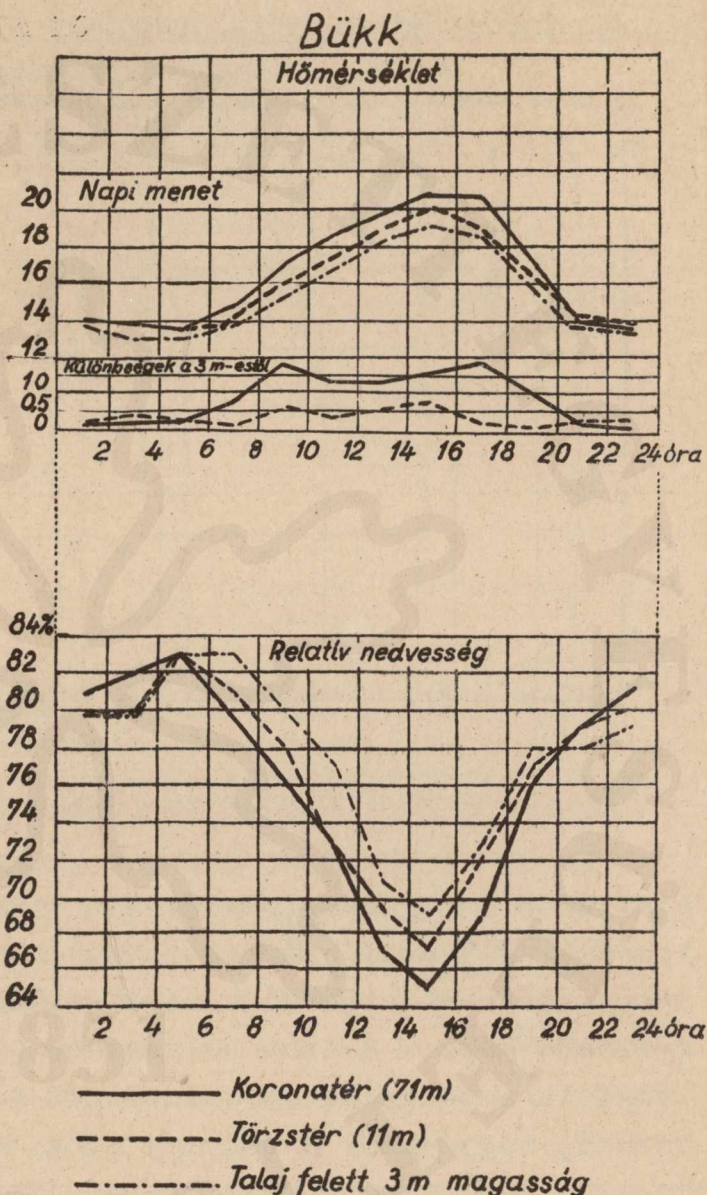


49. ábra.

általános melegedés folyik, sőt a koronatető már élénkebben melegszik. A 7 órai helyzetben további általános melegedés s a tölgy koronaszintjében a hőmérséklet további előresietése figyelhető meg. A 8 órai helyzetben a koronaszint melegedése már lehatolt a tölgy koronaszintjének aljáig, amit ezzel magyarázhatunk, hogy ekkor a nap már elég magasról sugároz a lombátorba s mélyebbre jutnak a sugarai. Hat óra eltelte után 14 órakor már az egész erdő átmelegedett. A tölgy koronaszintje ezuttal is elől jár a melegedésben, de lefelé némileg átterjedt a melegedés a bükkre is. A 17 órai helyzetben a meleg tovább terjed lefelé, majd a következő egyetlen órában - a 18 órai helyzet szerint - az erdő egész magasságában, legfőképp pedig a tölgy koronaszintjében jelentékenyen hült. A 18 óra 45 perces helyzet pedig arra mutat, hogy a napállás hanyatlásával az erdő immár az egyenletes hűlés szakaszába jutott, s utban van egy olyan hajnali hőmérsékleti eloszlás felé, mint amint ezen a napon tapasztaltunk az 5 óra 15 perces helyzetben.

Hasonló hőmérsékletmentet mutat H. Ungeheuer nyomán egy 17 m magas, 136 éves bükkállományra vonatkozóan az 50. sz. ábra. Az előző esethez képest azonban itt szabályos napi menet formájában találkozunk a hőmérsékletmenettel. A felvétel a Taunus északnyugati lejtőjén egy derült augusztusi napon történt 17 m magasan a koronaszintben, 11 m magasan a törzstérben és 3 m magasan a talaj színe felett. Az ábra feltünteti a 17 és 3 m magasságban mért hőmérsékleti különbségek görbéjét is, melyre jellemző a két maximumos kialakulás.

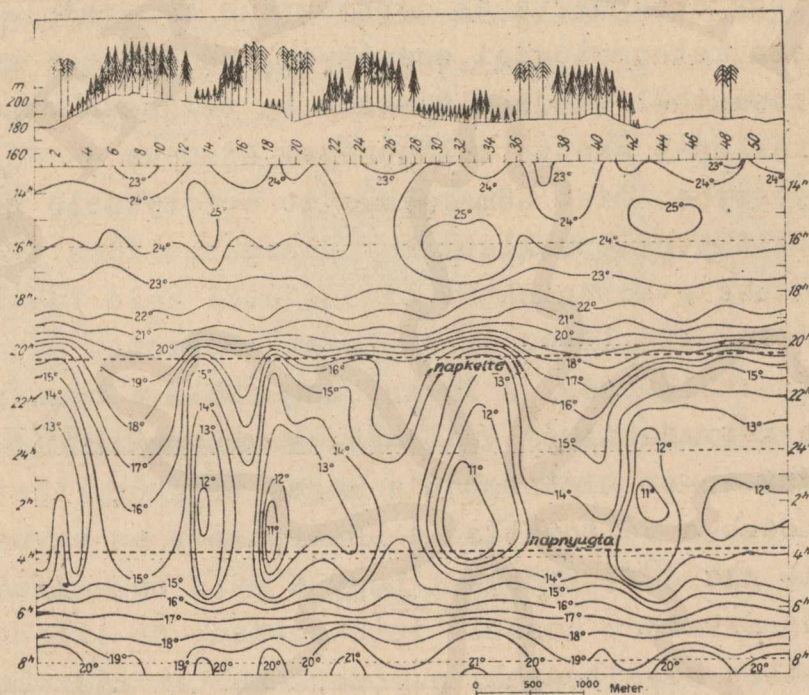
Rendkívül érdekesek azok a vizsgálatok, amelyeket 1933 július 8/9-én H.G.Koch végzett a hőmérséklet horizontális eloszlására egy Lipcse közelében levő erdősült terület 7 km kiterjedésű vonalában. Ezen - az erdőterületet keresztül szelő - vonalon a különböző fafajú és művelésű állományok a fejlődés szempontjából



136 éves állomány szélszűréses nap átlagos menete (H. Ungeheuer)
50. ábra.

A hőmérséklet és relatív páratartalom napi menete egy bükkállomány három szintjében.

is a legkülönbözőbb szakaszban voltak. A vizsgálatokat u.n. izopléták alakjában az 51.sz. ábrán mutatjuk be. Az izopléták segítségével jól tudjuk térben és időben ábrázolni az eseményeket. Az ábra felső részén a vízszintes tengely a 7 km-es kiterjedés távolsági beosztását tünteti fel.



51. ábra.

A hőmérséklet napi menetének alakulása egy erdőszült vidéken az erdő különböző állapota eseteire.

Felette egy fejléc mutatja az állományok fafaj és művelési állapot szerint változó képét. A függőleges tengely időtengely; az időosztás 14 órával kezdődik fenn és az éjszakai órákon át haladva lefelé, egész másnap reggelig terjedő időt ölel fel. Az izopléták a vízszintes tengely bármely szakaszára /állományára/, s egyben bármely időpontra megadják a hőmérsékletet. Ez vagy valamely kerek számú hőmérséklettel jelzett izoplétára, vagy két izopléta által bezárt területre esik. Ez utóbbi esetben a keresett hőmérséklet is a két izopléta hőmérséklete kö-

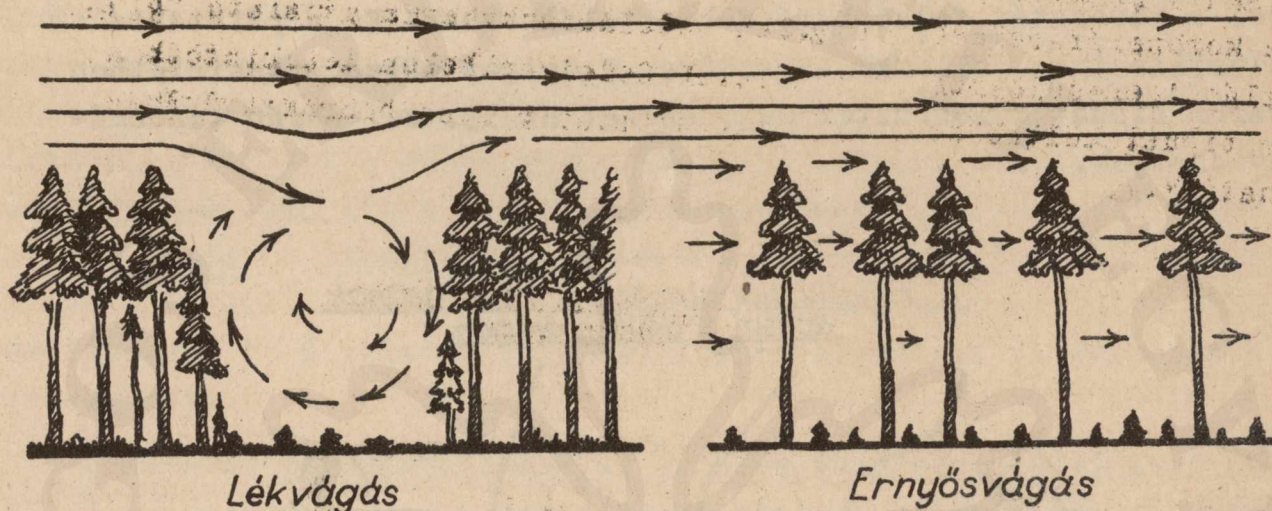
zött van. Az időosztásból kiinduló vízszintes vonalak külön jelzik a napkeltét és a napnyugtát is.

Igen tanulságos a hőmérsékleteloszlást a különböző fafaj szerinti összetételek, művelési állapotok és fejlődési szakaszok szerint tanulmányozni. Az első, ami rendkívül szemléltető izopléták alakzatokon keresztül azonnal feltűnik az, hogy napkelte és napnyugta környékén az izopléták többé-kevésbé párhuzamosak. Ez annyit jelent, hogy a napkelte és napnyugta a hőmérsékleti menetben oly mélyreható meteorológiai események, amelyekhez képest az állományok különbségéből adódó eltérések is teljesen visszalépnek. A helyi állományállapot okozta különbségek éjszaka és déltájban lépnek inkább előtérbe, mint hőmérsékletet befolyásoló tényezők. Különösen szembeszökő hőmérsékleti különbségeket idéz elő az éjszakai kisugárzásnak a koronasátor minőségétől való függése. Így pl. a vízszintes tengely 18-es és 36-40-es szakaszán éjjel 3 órakor igen feltűnő a különbség. A 18-as szakaszban a hőmérséklet kis területen nagy gradációval változik, s közben $11\text{ }^{\circ}\text{C}$ alá esik. Ezzel szemben a 38-40-es szakaszban a magas állomány alatt csaknem 1 km kiterjedésben változatlan a hőmérséklet és egyben viszonylag magas is $14\text{ }^{\circ}\text{C}$. Érdekes, hogy a déli besugárzás idejében, amikor az éjszakaihoz hasonló intenzitású, de ellentétes hőmérsékleti hatásokra számítanánk, az izopléták az éjszakainál kevésbé kiélezett alakzatokat és hőmérsékleti eloszlást mutatnak. Ennek az a magyarázata, hogy a légrétegeknek az éjjeli kisugárzás előidézte termikus egyensúlyi helyzete éjjel mindig stabilisabb, mint a déli órák nyugtalan, konvekcióra hajló állapota. E két időszak hőmérsékleti eloszlását egybevetve a többi időszakoskéval megállapíthatjuk, hogy az állomány állapotában fennálló eltérések leginkább a hőháztartás egyensúlya idejében, délben és éjszaka válnak hőmérséklet megszabó tényezőkké. Az izopléták arra is rámutatnak, hogy a legerősebb déli felmelegedések helyei /lásd a 25-ös izoplétákat/ a fiatalosok, gyéritések, vagy csupasz területek szakaszaiban fordulnak elő. Másrészt azonban ugyanezen helyeken találjuk az éjszakai órákban a legerősebb lehüléseket is.

Figyelmet érdemelnek azok a vizsgálatok is, melyeket C.Wrede végzett lékvágások és ernyősvágások melegedési viszonyaira vonatkozóan /52. ábra/. Lékvágásban a melegedés nem annyira a talaj fe-

lületén következik be, mint inkább a földig ágas szegélyfák falán. Ezzel szemben az ernyős vágás esetében a nap sugárzása szabadabban éri az erdőtalajt, s ezért a melegedés innen indul ki.

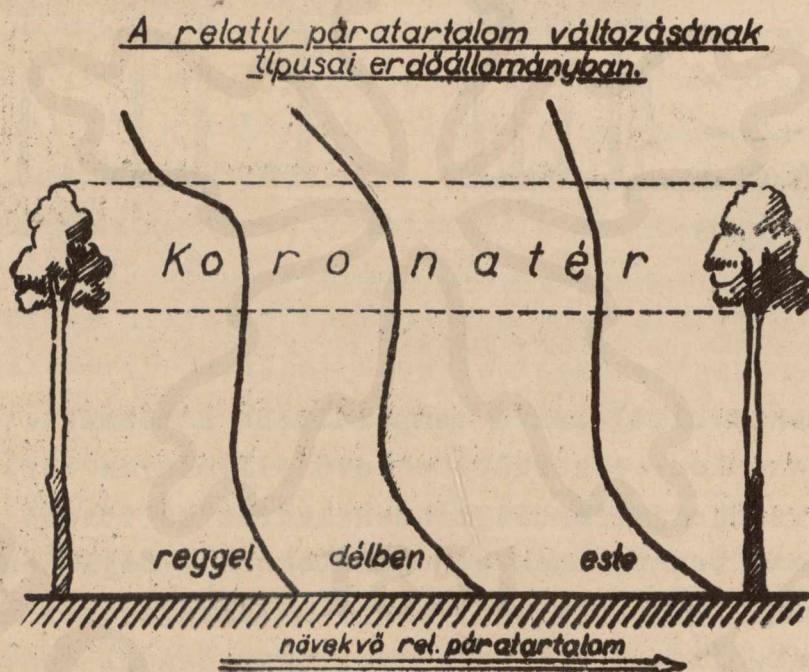
A szél mozgása lék- és ernyősvágásban.



52. ábra.

A lékvágásokat általában a temperáltabb hőmérsékletjárás magasabb páratartalom és körülötte levő állományok törzsterének nyugodt levegője jellemzi. Mindez kedvez az itteni ujulatnak. Minthogy azonban ezeknek az ujulatoknak a fejlődésükhöz napfényre is nagy szükségük van, azért a lékvágásokat nagyobbítani törekszenek. Ámde ezzel vele jár, hogy nappal nagyobb lesz a besugárzás, s ezzel a meleg, éjjel pedig zavartalanabb a kisugárzás, s így nagyobb a hűlés, ami a viszonylagosan nyugodtabb levegőben olyankor, amikor a makroidőjárás kedvez a fagynak, veszélyt rejt magában. Ha még nagyobbra vesszük a lékvágás méretét, akkor közeledünk a tisztás jellege felé. Ilyenkor már a lékvágásba mélyen lejön a szél a talajfelszín közelébe, a levegő keveredésével pedig enyhül a szélsőséges hőmérsékletjárás s ezzel a fagyveszély is. A lékvágásról a tisztásba való fokozatos átmenetnek tehát van egy kritikus pontja, amikor az éghajlat a legszélsőségesebb. Efelett a korlátolt be- és kisugárzás, ez alatt a levegő nyugodtságának a hiánya, illetve a szabadabb mozgás lehetősége enyhíti az éghajlatot.

Páratartalom. Idősebb állományokban a levegő páratartalma is jellemző eloszlást mutat. A koronasátor levelei mellett az erdőtalaj is igen fontos forrása az erdő páratartalmának. Az erdőtalaj annál több párat juttat a levegőbe, mennél fejlettebb aljnövényzet nővi be, vagyis minél ritkább és világosabb az állomány. Az innen elpárolgó vizet, azonban a törzsstér fogja fel, amely a benne honoló szélcsend folytán jól tartja is a párákat. Ehhez képest az állományban némileg szárazabb levegővel a koronater felsőbb részében találkozunk. Ez a páratartalom eloszlás igen jellemző az erdőre. R.Geiger ebben a tekintetben három típust különböztet meg, ezeket az 53. sz. ábrán tanulmányozhatjuk.



53. ábra.

Ha napkelte előtt harmat jelentkezett, akkor minden rétegben nagy a páratartalom. A harmat legnagyobb mennyisége a koronasátor felületén jelentkezik, ezért a talaj megfigyelése nem nyújt biztos tájékoztatást a harmatra nézve. E körülmény is arra mutat, hogy erdőben a tevékeny felület a talajról a lombstator felületére tevődik át. Amint a nap felkél, kezdi kiszáritani a koronasátor felületét. A külső száraz levegő betörése a

koronaszint felső rétegébe s az alsó térségben még meglevő éjszakai nedvesség adja meg a jellegét a reggeli tipust jelző görbének. Amint a napállás magasodik s felélenkül a levegő áramlása, az erdő a lombsátor felől erőteljesebben szárad, levegője a külső száraz levegővel jobban keveredik. Dél felé a korona relatív páratartalma leszorul az alsó rétegbe, s ott a transpirációtól támogatva maximumot alakít ki. Ugyanakkor a párák másik forrása, a talaj körül is kialakul, egy másik maximum. Az ilyen két maximumos tipus jellemző a páratartalom déli eloszlására. Estére egy harmadik típus alakul ki. Amíg a korona még mindig a kiszáradás hatása alatt áll, lejjebb a hűlni kezdő levegőbe a talaj párolgása sok párat juttat, ami itt a relatív páratartalmat igen megemeli. Kialakul az esti tipus, erősen száradó koronával és igen erősen páras talajmenti légréteggel. Az erdő függőleges kiterjedése mentén ilyenkor 25 % relatív páratartalomnak megfelelő differencia is kialakulhat.

A relatív páratartalomnak az erdőben való eloszlását napi menettel is feltüntethetjük. Erre nézve utalunk a hőmérsékleti vonatkozásban már tanulmányozott 50. ábrára, melyen alul találjuk a bükk állomány relatív páratartalmának a napi menetét is. Ha egyidejűleg - miként a jelen esetben - a hőmérséklet napi menete is rendelkezésünkre áll, jól megfigyelhetjük a két éghajlattani elem napi menetének ellentétes menetét.

Különleges műveléstani eljárások, így pl. lékvágások, ernyős vágások, természetesen a páratartalomban is eltérő eloszlást vonnak maguk után. Földig ágas lékvágásban a levegő viszonylagos megszorulása folytán könnyen alakulhat ki 5-7 %-kal nagyobb relatív páratartalom, mint az ernyős vágásokban, melyeket könnyen jár a szél. /53. ábra/.

C s a p a d é k. Régi keletű vita az, hogy az erdő növeli-e a csapadékmennyiséget. A kérdésben számos kimagasló meteorológus szaktekintély hallatta a szavát. Vojejkov, Bebbler azt bizonyították, hogy az erdő azon a vidéken, melyen előfordul, előmozdítja a csapadékképződést, illetve növeli a lehulló csapadékmennyiséget, Hann, Süring, Köppen, Wild, stb. viszont ellenkező nézetet vallottak, s tagadták, hogy az erdő növelné a vidékére lehulló csapadék

mennyiséget. A kérdés tanulmányozására az országos meteorológiai állomáshálózatok észlelési adatainak a felhasználása nem bizonyult alkalmasnak, mert ilyen célra lényegesen sűrűbben telepített állomáshálózatra van szükség. Később /1937/ J. Schubert egy a Letzlinger Heide erdősült vidékén felállított 28 állomásból álló különleges esőmérő hálózat segítségével egy évtizeden át gyűjtött észlelési anyag segítségével vizsgálta ezt a kérdést. Az eredmény szerint a Letzlinger Heideben az évi csapadékmennyiség 6 %-nyi mennyisége a terület erdősültségének a javára irandó. Azt is megállapította, hogy az erdőnek csapadéknövelő hatása száraz években általában nagyobb, mint a nedvesekben. Nálunk Réthly A.-nek szintén az a véleménye, hogy az erdőtől elvitathatatlan egy mérsékeltébb csapadékkiváltó hatás, de ezt ő nem tartotta többre az évi csapadékmennyiség 3-4 %-ánál, s többek közt annak tudta be, hogy az erdőnek egyébként is párásabb a levegője, hogy az erdőhöz érkező légáramlásnak fel kell emelkednie, továbbá, hogy a horizontálisan áramló levegő nedvességét /pl. ködcsepjeit/ az erdő "kifésüli". Ezek a csapadéktöbbletek azonban feletébb szerények. Az Alföldünk központi részében lehulló évi 500 mm-es csapadékát mindössze 15-30 mm-el gyarapítják csupán. Maga Viljamsz is úgy vélekedik a talajtanában, hogy a jelek szerint le kell mondanunk az erdőnek tulajdonított lényeges csapadéknövelő hatásról, s ez volt a véleménye a nagy orosz erdőművelőnek: Morozovnak is. Mindamellet a probléma még ma sincs végérvényesen lezárva, mert abba szovjet tudósok újabb szempontokat vittek bele.

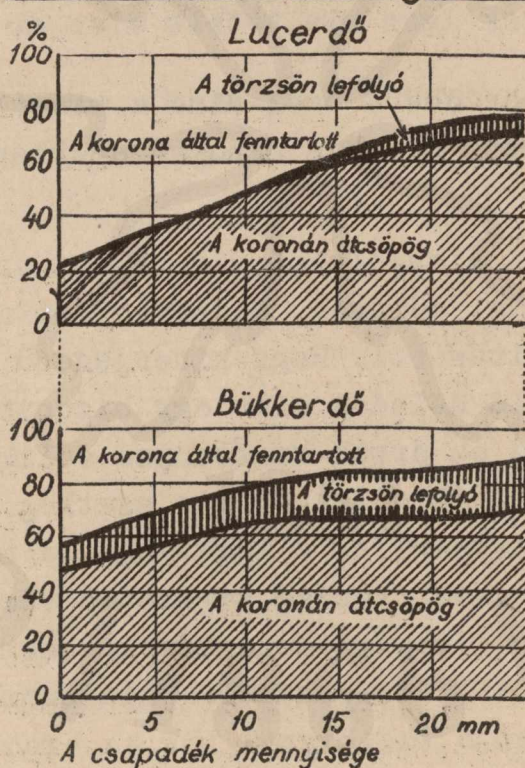
Sokkal határozottabbak azok az ismereteink, melyekkel az erdőnek, mezővédő erdősávoknak, védőerdő övezeteknek a szárító szelek megtörése által a talajnedvességre gyakorolt kedvező hatásáról állnak rendelkezésünkre. Ezekről azonban majd a Természetátalakítás c. fejezetben lesz szó. Ezuttal azt fogjuk tanulmányozni, hogy az erdőállományra hullott csapadék az erdő térségében miként oszlik el.

Az erdő a csapadékból mindenekelőtt a levelek, ágak felületét nedvesíti meg, s csak az ezen felül lehulló csapadékot juttatja a talajra. Minél kisebb a lehullott csapadékmennyiség, annál nagyobb hányada használódik fel a lombátor átnedvesítésére. Egész kicsiny csapadékból esetleg semmi sem jut a talajra.

Részletesebb téjékoztatást szerezhethünk E.Hoppé nyomán az 53. ábra szerint egy 60 éves lucfenyőerdő, s egy 88 éves bükk-erdő csapadékgazdálkodására nézve.

A lucfenyő erdő az ábra szerint egy 5 mm-es csapadéknak csak mintegy 35 %-át engedi át a talajra, a többi a koronán marad. Ezzel szemben 10 mm csapadéknak már a fele a talajra jut. Egy kiadósabb, 15 mm-es csapadékmennyiségből már 60 %-ot enged át közvetlenül a lombról lehullatva a talajnak, mintegy 3 %-ot az ágakon, törzsön keresztül vezet a talajra, a többi a korona-sátoron marad, illetve onnan újból elpárolog.

Az eső eloszlása a lomb- és tűlevelű állományokban.



54. ábra.

A bükkerdő lényegesen kevesebb nedvességet tart vissza a koronáján, mint a lucfenyő, viszont számottevőbb vízmennyiségek jutnak le az ágakon, s a törzsön a talajra. Itt a levelek-

ről közvetlenül leesepegő s a törzsön lefolyó víz már 5 mm csapadék esetében is mintegy 70 %-ot tesz ki, vagyis csak 30 % marad a koronán.

A luc és a bükk lombsátorának a különböző viselkedése ezzel magyarázható, hogy amíg a vízcseppek a lucfenyő tűin függve maradnak, addig a bükkleveleken összefutva a levélhegyről lecsöppennek az alsóbb levelekre, majd onnan a talajra. Egy másik jelentékeny rész a vékony ágacskákról összefut a vastagabb ágakra, majd a törzsre vezetődik, s azon lefolyva a talajra jut.

Ami a hóslaku csapadékot illeti, ez nagyobb mennyiségben jut a talajra, mint a folyékony halmazállapotú csapadék. Amíg a folyékony csapadéknak 73 %-a jut a talajra, addig a hóslakuból 90 % is leéri a talajt. Az ágakra rakódó hó ugyanis előbb-utóbb onnan lecsuszik, s a talajra jut. Másrészt, amíg a nyári folyékony csapadékból a nagy meleg miatt sok párolog el, addig a hóslaku csapadékból a hideg folytán csak igen kis tételt visz el a párologás.

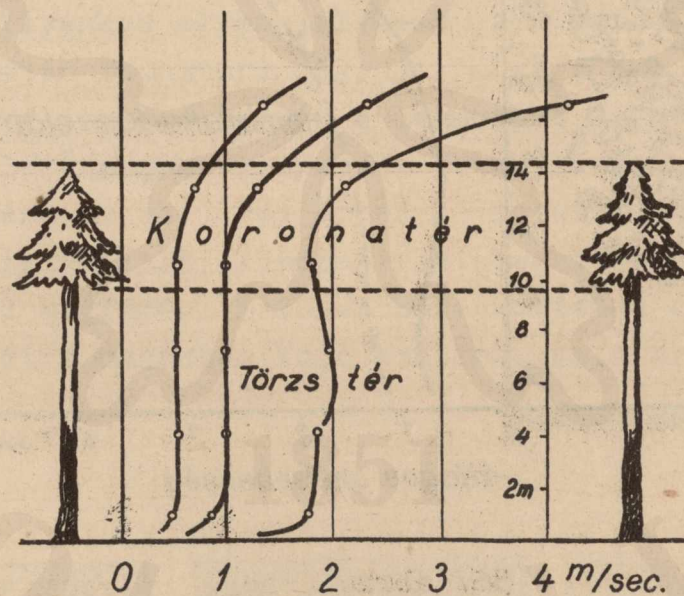
A s z é l. Az erdőbe a szél mind a szegélyen át, mind a lombsátor felől betörhet, azonban mindkét esetben erősen lefékeződik.

Marczell Gy. hazai vizsgálatai szerint az erdőbe a szegélyen át betört szél a záródás, sűrűség, aljnövényzet mértéke szerint sokat veszít az intenzitásából. Nagy kiterjedésű erdőben a szegélytől az erdő belseje felé haladva elér egy bizonyos minimumot, s onnan a további uton ez az érték konstanssá válik. Sűrű aljnövényzet, avagy nagy sűrűségű állományban már esetleg 20 m-nél, ritkább állományban 100-150 m-nél éri el a légáramlás a minimumot. Igen nagy sűrűség esetében a szélerősség zéróra is visszaeshet, ritkább állományokban 40-90 %-nak megfelelő sebességvesztés mellett alakulhat kis a minimum. A szél, amely ezzel a minimummal lép ki az erdő tulsó oldalán, közvetlen a szegélynél még az erdőben elért minimumnál is kisebb sebességgel rendelkezik, de azután hirtelen fokozatban, majd a szegélytől távolodva lassu fokozatban tovább nő a sebessége. Berényi D. némileg eltérő adatokat ismertet, ami nyilván arra vezethető vissza, hogy az erdőben a szélviszonyok nagymértékben függenek a fafajtól, művelési módtól és állapottól, stb. Szerinte sűrű erdőben a szél 30 m-re a szegélytől a szabadterületi sebes-

ségének még 50-80 %-ával rendelkeznek. Ezzel szemben 60 m távolságra már csak fele, 150 m távolságra pedig csupán csak 7 %-a tapasztalható az eredeti szélességnek.

A lombsátor felől betörő szél is erős fékezést szenved. A hallhatólag igen erős szellőkések is - mire a járókelőkhöz a törzstérbe érkeznek - csupán csak félfrissülésként hatnak. Az első lényeges fékezés már a koronasátorban bekövetkezik, s a törzstérben egyenletes, viszonylag gyenge légáramlás van csak felen. Csak mintegy 1 m-re a talaj felett kezd a talaj felé egy újabb fékezés jelentkezni, hiszen a talaj színében a légáramlásnak nullává kell enyésznie!

A szélességnek az erdőben való eloszlását jól tanulmányozhatjuk R. Geiger nyomán az 55. sz. ábrán. Itt három különböző szélességnek az erőszintekben való eloszlását három görbe mutatja.



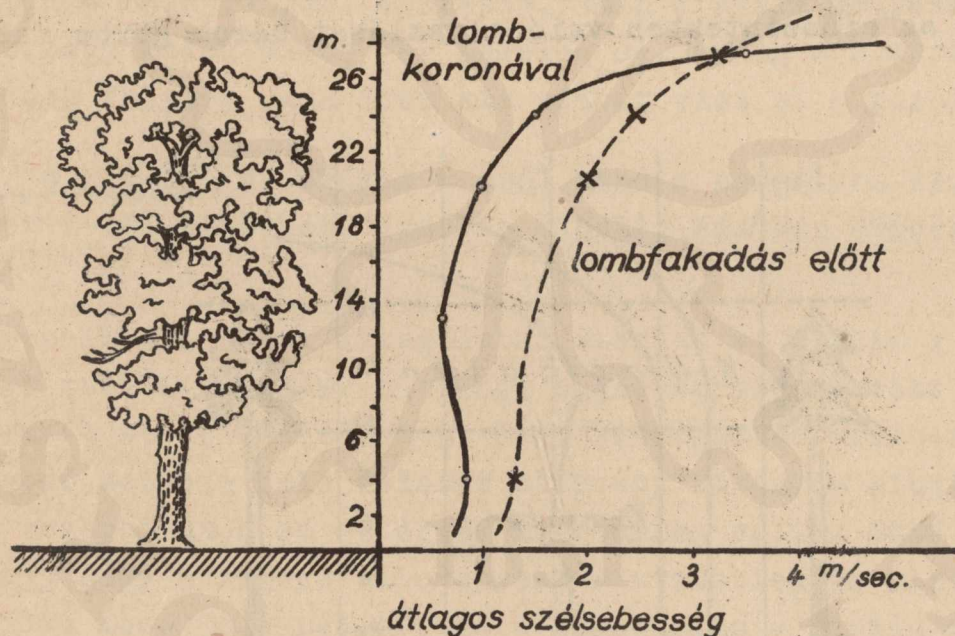
A szélesség eloszlása egy erdőfenyő állományban.

55. ábra.

Gyenge szél esetében a két baloldali görbe tanúsítása szerint csak a koronában tapasztalunk fékezést. Erősebb légáramlás esetében azonban - miként a jobbszélső görbe mutatja - már a törzstérben is van ólénkülés és pedig mintegy 7 m magasan jelentkező második maximum formájában.

Igen tanulságos megfigyelni az 56. sz. ábrával kapcsolatban azt is, hogy egy és ugyanazon állományban csupasz és lombos állapotban milyen a szélesség eloszlása. Ezeket a jelezett ábrában sematizált vizsgálatokat R.Geiger és H.Amann végezték abban az állományban, melyet már a hőmérséklet napi menetének a tanulmányozásakor /49.sz.ábra/ megismertünk. A görbék szerint a csupasz erdőbe könnyebben behatol a szél, bár a korona vékonyabb, vastagabb ágainak a fékezése nem hiányzik, s így még a törzstéren át is fokozatos gyengülés tapasztalható az erdőtalajig. A kilombosodás után azonban a törzstérben igen elcsendesedik a levegőáramlás, viszont éppen ezért - az ábrán is megfigyelhetően - annál kevesebb a koronasátor felett.

A lombkorona hatása a szélességre tölgyállományban.

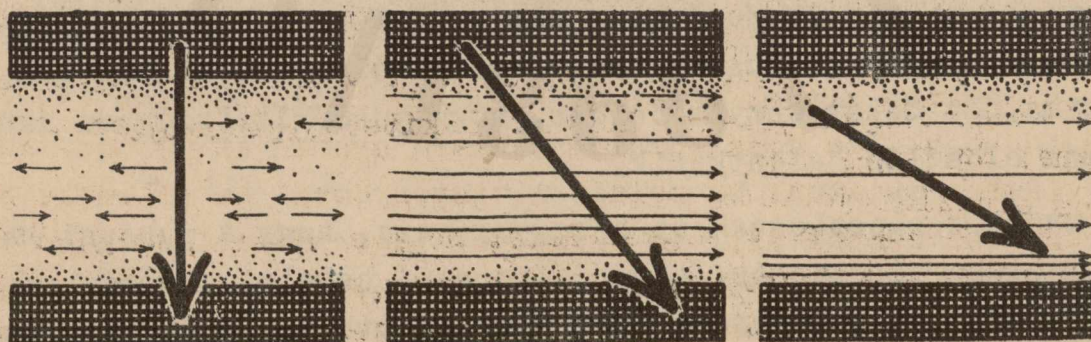


56. ábra.

Jellemzően alakul a levegő áramlása lékvágásokban és ernyős vágásokban. Ide vonatkozólag C.Wrede nyomán az 52. sz. ábrán a 249. oldalon mutatunk be példát a viszonyokra. Az állomány erdeifenyőből és lucból áll, de egyesével jegenyefenyő és bükk is el van szórva benne. Egy 13-14 m átmérőjű lékvágásban és ennek közvetlen közelében W-E irányban 50-60 m szélességben, 0,43 záródásnyira kiritkított ernyős vágásban mérték a szélességet

az áramlást pedig füsttel való "megfestés" segítségével derítették fel. Kitűnt, hogy az ernyős vágásban az év minden szakaszában általában 1,5-szeresen nagyobb a közepes szélsébség, mint a lékvágásban. Azon felül a lékvágásban a lék szegélyét alkotó idősebb állományok bizonyos mérvű szélvédelme folytán az ábrán is feltüntetett örvénylő mozgás alakul ki. Ezzel szemben az ernyős vágásban zavartalanul áramlik egy irányban a levegő.

A nyiladékok különleges szélviszonyaira nézve R. Geiger vizsgálatainak eredményét mutatja be az 57. sz. ábra. A nyiladékok felett áramló szelek irányát a vastagabb nyilak tüntetik fel, a nyiladékban magában ugyanakkor tapasztalható légáramlás irányát a vékonyan rajzolt nyilak ábrázolják. Minél sűrűbben helyezkednek ez utóbbiak egymás mellett el, annál intenzívebb a légáramlás, illetve annál erősebb a szél. A pontozott mezők a légáramlás szempontjából holt térségek. Ha a nyiladék felett a nyiladékra merőleges szél fúj, akkor a nyiladékban tapasztalható szelek egymással ellentétes irányu szellőkésések alakjában vannak jelen. Ilyenkor olyan jelenség is előállhat, mint amint a lékvágás ábráján láthatunk /52. sz. ábra/, ahol a talaj közelében pontosan ellenkező irányu a légmozgás, mint a lékvágás felett, ami a lékvágásban kialakult örvénylő mozgásnak a következménye. Esetenkint az ilyen örvénylő mozgás kettős örvénylés alakjában is kialakulhat; ilyenkor az alsóbb örvénylésben a szélirány újból megfordul s ennek következtében a talaj közelében azonos lehet a magasban fújó széllel. Ha a nyiladék felett



A levegő mozgása a nyiladékokban a felső széliránytól függően.

57. ábra.

ferdén halad a szél, akkor a szélintenzitásbeli maximum a nyiladék luv oldala mentén alakul ki s a szélárnyékos nyiladékololdal /lee-oldal/ viszonylag szélesebb mezőben nyugodt lesz. Végül amennyiben a felső szélirány erősebben közeledik a nyiladék irányához, a luv oldalon igen jelentős sebességmaximum alakul ki.

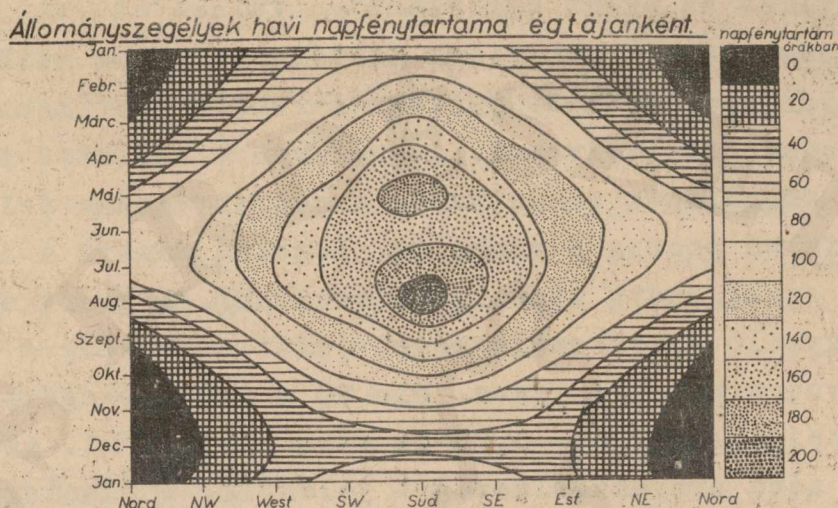
b./ Állományszegélyek éghajlata.

Az erdész részéről különös figyelmet érdemel a szegélyklíma is, mert a felujítás többnyire az idős állományok szegélyein történik. Ilyen helyen az állományok szegélye, s a velük határos szabad térség /pl.rét/ kölcsönhatásban állnak egymással. Mindegyik átviszi egy bizonyos mértékig, s bizonyos távolságig a másikra a maga jellegét. Bár ez idő szerint még sok vonatkozásban feltáratlan a szegélyklíma, annyit mégis elmondhatunk, hogy egyes vonatkozásokban már értékelhető képünk van róla.

Mindenek előtt a szegélyek sugárzásgazdálkodása érdekel a közlebről bennünket. E téren mindjárt két kérdést is feltehetünk: 1./ mennyi ideig kap az év különböző hónapjaiban direkt napsugárzást az állományszegély különböző kitettség szerint, 2./ milyen ennek a sugárzásnak az intenzitása.

Az első kérdésre J.Kienle grafikonja ad felvilágosítást az 58. ábra szerint. A függőleges tengelyen az év hónapjai, a vízszintesen az égtájak vannak felhordva /amelyek felé a szegély tekint/. Külön kulcs tünteti fel az óra /hónap tételekben kifejezett sugárzástartamot. Az ábrából kitűnik, hogy pl. májusban az S kitettségű szegély 160-180 órán át kap direkt sugárzást. Sajátságos hogy ugyanez a szegély júniusban már csak 140-160 órai sugárzásban részesül, majd július-augusztusban újból megnövekszik a sugárzástartama. Ez tehát annyit jelent, hogy az S-kitettségben két-maximumos eloszlás jelentkezik.

E sajátos eloszlásnak az a magyarázata, hogy a júniusi Medárd-környéki hideg visszaesés /európai monsun/ borult, csapadékos időjárása rendszeresen megszakítja a nyárelő óta emelkedő sugárzástartamot. Természetesen azonban, hogy ezen jelenség csupán a sugár-



58. ábra.

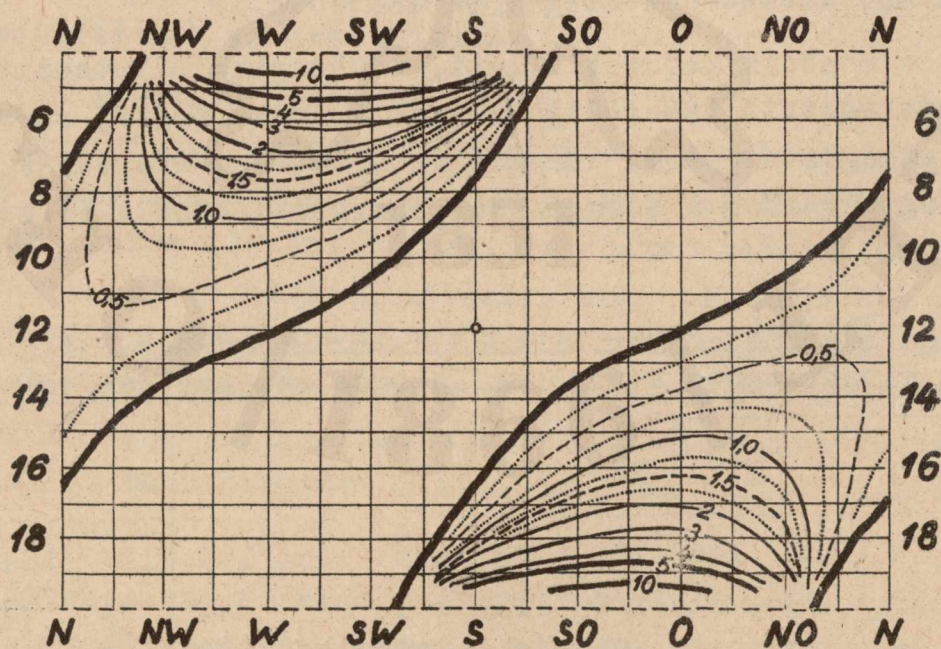
zástartam két legmagasabb fokozatára /140-180 óra/ szorítkozik, ami viszont csak a legkedvezőbb fekvésben, az S-kitettségű szegélyen fordul elő. Ezért nem találjuk meg a két maximumos kialakulást más kitettségű szegélyek esetében.

Ami a második kérdést illeti, a besugárzás intenzitására J.Schubert adatait ismertetjük. Ezek a négy főégtáj szerint, a hónapok átlagos napjára, átlagos felhőzet esetére adják meg cal/cm^2 egységekben a besugárzott energiát /lásd a 33.sz. táblázatot/.

33.sz. táblázat. A napbesugárzás intenzitása a négy főégtáji kitettségben a hónapok átlagos napjára cal/cm^2 -ben.

Kitettség	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
S	74	106	146	158	136	120	113	143	184	184	82	65
E	13	29	61	106	133	148	122	112	91	49	17	10
W	14	29	56	94	126	139	121	106	88	49	18	12
N	-	-	-	1	11	23	14	4	-	-	-	-

Az állomány szegélyekkel kapcsolatban az erdészt esetenként az is érdekli, hogy meghatározott magasságu állományszegély a kitettsége szerint a nap folyamán meddig, mily szélességben vet árnyékot. Erre nézve R. Geiger végzett számításokat olyképpen, hogy az eredményeket az évnek egy szabadon választott napjára, június 21-ére rögzítette és sík vidék feltételezéséhez kötötte. A számítások alapján szerkesztett 59. sz. ábrabeli grafikonról lehet a keresett adatokat leolvasni. A grafikon vízszintes tengelyén 8 ógtáj, a függőleges tengelyen a nap órái vannak felhordva. Az óraskála legfelső pontja a napkelte, legalsó pontja a napnyugta óráját jelzi /szaggatott vízszintes vonalak/. A grafikon görbe vonalai az egyenlő árnyékszélességet jelzi, mégpedig a szegélymagasság egységeiben kifejezve. Pl. 20 m magas szegély 15 m széles árnyékmezejét a $15/20 = 0,75$ -ös vonal fejezi ki. Az egész vastag görbék a zéró árnyékszélességet jelentik, s elhatárolják az ábra közepén haránt futó napsütéses zónát az árnyékosztól. A grafikon használata igen egyszerű. Ha pl. azt kívánjuk tudni, hogy 30 m magas S kitettségű szegélytől 15 m távolságig terjedő kultúrterület a nap mely részében kap árnyalást, ezt a következőkép értékeljük ki az ábráról:



59. ábra.

Egyenlő árnyékszélességek vonalai az állományszegélyen nyári nap-éj egyenlőségkor.

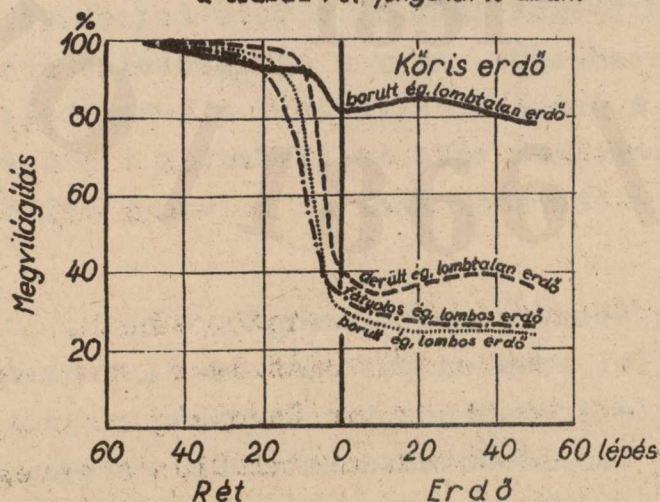
Az árnyékszélességre - mint fent - a szegély magasságának egységeiben kifejezve

$$15/30 = 0,5$$

értéket nyerünk. Felkeressük az ábra belső bal részében a 0,5-ös görbét, majd meghatározzuk az S-irány függőleges összendezőjével való metszéspontját. Az ezen ponton áthaladó függőleges összendező részben az ábra árnyékban, részben árnyékmentes felületen vezet és az olvasható ki belőle, hogy a szóban forgó terület napfelkelte óta teljes árnyékban van 6 és 1/2 óráig /az S-függőlegese és a 0,5-ös görbe metszéspontja 6 és 1/2 órára esik/. Továbbhaladva az S-függőlegesén lefelé kiolvashatjuk, hogy mintegy 7 óra 30 perc után már egészében kikerül a terület az árnyékból és 15 óra 30 percig napon van. Ezután fokozatosan újból árnyékba kerül, a 0,5-ös görbe és az S-függőlegesének metszéspontja idejében, 17 óra 30 perckor már teljes árnyékban van, s így is marad napnyugtáig. Ismételjük azonban, mindaz, amit itt a felhozott példában megállapítottunk, szigorúan véve csak június 21 napjára és szintes terep esetére helytálló és más esetekre inkább csak tájékoztatással szolgálnak.

Igen érdekesek a fényviszonyok oly erdőszegélyeken, melyek szabad területtel, pl. réttel határosak. A szabad terület felől a szegélybe behatoló fény jótékonyan hat a felujulásra. A 60. ábrában F.Lauscher és W.Schwabl nyomán tanulmányozhatjuk a viszo-

Megvilágítás az erdőszélen.
Fénytöbblet az erdőben, árnyékhatás a réten. Megvilágítás a szabad rét fényének %-ában.



60. ábra.

nyokat oly esetre, amikor kőris erdő szegélye szomszédos egy réttel. A megvilágítás skálájában a külső teljes fény %-ában kifejezve a függőleges tengelyre van felhordva. A vízszintes tengelyre a szegélyvonaltól egyik irányban az erdő felé, másik irányban a rét felé lépés-lépték van felhordva. Az ábrából kitűnik, hogy berült időben, a csupasz fák esetében kicsinyek az erdő és a rét megvilágításbeli különbségei. Olyan esetre, amikor még lombtalan az erdő, de derült időben közvetlen besugárzás folyik, lényegesen nagyobb megvilágítási különbségek jelentkeznek. Az erdőszegély a rétre fátyolós ég és lombos állapot esetében hat legnagyobb távolságra.

Az állomány szegélye a szabad terület egy részének kisugárzási védelmet is nyújt. A fák koronája a törzseken túl terjed a szabad tér felé, s a kisugárzást ezen a részen megakadályozza. A szabad tér ezen szegély részében az éjszakai lehülés erősen mérséklődik s esetenként a szegély komoly védelmet nyújt a kisugárzási fagyok ellen. Ez a hatás a szegélytől távolodva gyorsan hanyatlik; az állomány magasságának megfelelő távolságban már csak 10 %-os sugárzáscsökkenés áll fenn.

Érdekesen alakulnak az állományszegélyen a csapadékviszonyok. Amennyiben az állományszegély a csapadékhozó szelek felé tekint, akkor több csapadékot kap, mint az állomány belseje. Ennek az egyik oka az, hogy a szélhordta esőcseppek ferdén esnek be az állomány szegélyre, tehát olyan esőcseppek is a szegélyre hullanak, amelyek függőleges esés esetében a szegély melletti szabad területre jutnának. Természetesen az erdő ellenkező oldalának szegélye ugyanezen okok miatt csapadékarányt létesít a vele érintkező tisztáson. A másik okot abban kereshetjük, hogy a horizontális áramlással szállított ködcseppeket a szegély "kifésüli" a levegőből; az ágak, levelek, törzs megnedvesednek tőle és levezetik a szegély talajára. Az ilyen horizontális csapadékokból az állomány belső részei már nem részesülnek.

A szegélynek sajátos szélviszonyai vannak. Az erdőszegély a feléje érkező széllel szemben passzív akadályt alkot. Ilyenkor a szegélytől a fák másfélszerezésének távolságára terjedő szomszédos szabad téren a talaj közelében mozdulatlan a levegő, a felette mozgó levegő azonban torlódik, s ezért nő a szélsébség.

Ezen felül aktív hatást is fejt ki az erdőszegély a közeli légmozgásra, ami egy nappali és éjszakai szakaszban jut kifejezésre. Nappal az erdő melletti tisztás levegője felmelegszik, az erdő levegője viszont hűvösebb, s sűrűbb, nehezebb lesz, minek folytán a szegélyen át kifelé áramlik. Éjjel nem fordul meg a jelenség, mert a fák az erdő felé történő légáramlást lefékezik. Inkább arról lehet szó, hogy éjjel is az erdő felől áramlik a levegő a tisztás felé. Az aktív felületen lehűlt nehéz levegő hőmérsékletén ilyenkor a szegélyen át a szabad terület felé.

TERMESZETÁTALAKÍTÁS.

Irta: Roller Kálmán.

1./ AZ ERDŐ ÉGHAJLATMÓDOSÍTÓ HATÁSÁNAK EGYES TÉNYEZŐI.

Nincs a világon ország, amely hatalmas térségek természetének átalakítására olyan nagyszabású, tudományosan megalapozott tervet dolgozott volna ki és valósította meg, mint a Szovjetunio. Ez a terv, mely határozat lett, tartalmazza "a bő és tartós termések biztosítására szolgáló talajvédő erdősávok és erdők létesítését, füves vetésforgók bevezetését, tavak és víztároló medencék építését, nemesített vetőmag felhasználását, stb. a Szovjetunio sztyeppi körzeteiben".

A sztyepp óriási területén kiépül az állami erdősávok rendszere a forró, száraz szelek elleni védelmül, az éghajlati viszonyok, - elsősorban a vízrendszer megjavítása, - valamint a talajnak a vízmosás és erózió elleni védelmére. E sávok teljes kiterjedése 117.900 hektárnyi területen eléri az 1320 km hosszúságot. Az erdősítések létesítésének munkája az előirányzat szerint 15 évet vesz igénybe. Ezen felül - ugyanezen idő alatt - a kolhozok és szovhozok földjein 5,709.000 ha-nyi területen létesülnek az előirányzat szerint védőerdősávok.

Az erdősítések tervének végrehajtása gyökerében megváltoztatja magát a sztyeppés vidékek természetét, s egyben e vidék mezőgazdasági munkafeltételeit. A mezőgazdaság megszabadul az éghajlat csapásaitól, a velejáró aszályoktól és száraz szelektől. A sztyepp klímája nedvesebbé válik és a mezőgazdasági növények terméshezama tartósan emelkedik.

Az erdő és mezőgazdálkodás egymásra utaltsága és kapcsolata a hatalmas sztyeppen teljesebbé válik ki. Itt láthatjuk, hogy az erdő megismerése csak akkor lesz eredményes, ha az erdőt nem szakítjuk ki környezetéből. Az erdő sokféle alakja és életfolyamatai ugyanis kapcsolatban van a külső, vagyis a földrajzi környezettel. Ez az összefüggés igen szoros és mély és az következik belőle, hogy

magát az erdőt is földrajzi jelenségnek kell tekinteni. Ha vizsgáljuk az erdő hatását környezetére, illetőleg az erdőállományokkal szomszédos területekre, az csak akként történhet meg, ha a szomszédos területek viszonthatását is figyelembe vesszük. A kölesönhatások eredményeként jön ugyanis létre az egy földrajzi egységben fekvő, különböző növényzetű terület, éghajlati kiegyenlítő hatása.

Az előzőekben hallottunk arról, hogy az összefüggő erdőállomány alatt más helyi éghajlat uralkodik, mint a lágyszáru növényzettel borított vagy növényzet nélküli területeken. Ha az erdővel borított terület, sűrűn és szabályszerűen váltakozik, nyíltfekvésű, alacsony száru növényzettel bíró területtel, a helyi éghajlati különbségek mindinkább kiegyenlítődnek. A kiegyenlítődés során legelenyészőbb lesz a különbség az erdőállomány szomszédságában. Itt átmeneti éghajlatot találunk. Minél jobban közeledünk az erdőhöz, annál hasonlóbbá válik a helyi éghajlat az erdő éghajlatához viszonyítva. Viszont mennél inkább távolodunk az erdő szélétől, annál élénkebb lesz a különbség az erdő éghajlatához viszonyítva. Mindenesetre lesz egy területsáv, ahol a különbségek a legjobban feloldódnak, ahol más lesz a helyi éghajlat, mint az erdőben, vagy a nyílt területen.

Az erdőtlen területek között fekvő erdőállomány vagy erdősáv legdöntőbb jelentősége az, hogy megtöri a szél erejét. Ha a szél akadályokba ütközik, kénytelen felemelkedni, vagy lelassulni. Amikor túl jut az akadályon, a levegő nem ereszkedik gyorsan vissza a talajszintre. Az akadály tulsó oldalán széloszendes sáv vagy szélárnyék keletkezik tehát. Ennek a szélárnyékos sávnak a szélessége az akadály magasságától függ. Minél magasabb az akadály, mondjuk pl. a mezővédősávban a fák magassága, annál nagyobb távolságra hat ki a befolyásuk. A szélárnyékos sávban lassu levegőcsere folyik, s ennek következményeként a levegőben felgyülemlik az evaporációs és transpirációs nedvesség.

Síkvidéken tehát a mezővédő erdősávoknak az a főrendeltetésük, hogy megvédjék a szélről a mezőgazdasági növényeket, növeljék a talaj és levegő nedvességtartalmát és megteremtsék a mezőgazdasági növények bő és allandó terméshozamának feltételeit. A szélsébség csökkenésével a védett szántóföldeken a tenyészidő alatt jobban

megmarad a talajnedvesség, gazdaságosabb a párolgás és nő a mezőgazdasági növények transpirációs termelékenysége, télen pedig viszsztatartja a havat, mérsékli a talaj átfagyását és így a tavaszi olvadás után jobban átnedvesedik.

De a szélnek a levegőcsere szempontjából is igen nagy jelentősége van. A nedvességet felhők alakjában a tengerek felől a szárazföld belsejébe szállítja. A tenger vizének pára alakjában a szárazföld felé szállítását, s onnan a folyókon keresztül a tengerbe való visszaömlését nagy vízkörforgásnak nevezzük. Azonban nem minden víz kerül vissza a folyókba, amely eső vagy hó alakjában a föld színére hullik. Egyrésze megmarad a növényzet és a talaj felületén, azt benedvesíti és viszonylag gyorsan elpárolog, vagyis visszakerül a levegőbe.

A csapadék másik része beszüremlik a talaj repedéseibe és hézagsiba. Ennek a talajnedvességnek különösen nagy jelentősége van a növényzet szempontjából, mert a növény evvel a nedvességgel együtt szívja magába a fejlődéséhez szükséges tápanyagokat. A felszívott nedvességet azután a növény elpárologtatja és ezzel hozzájárul a levegő páratartalmának a növeléséhez és a csapadék keletkezéséhez. Az erdősáv tehát a szél megtörésén kívül, a nagyobb párologtató képességénél fogva, így is hozzájárul a levegő nedvesebbé tételéhez.

Mérések útján megállapították, hogy a sztyepp és erdős sztyepp övezetekben négyszer annyi a csapadék, mint amennyi a tenger felől odaáramlik /Rurkovszkij, Visockij/. Ez azt jelenti, hogy a tenger felől ezekre a vidékekre áramló minden köbméter víz négyszer párolog el és hullik ismét vissza csapadék alakjában, mielőtt visszaömlik a tengerbe. Nyáron sok víz párolog el a kisebb-nagyobb tavak és folyók területéről is.

A csapadék hullása, a növényzet, a talaj és vízgyűjtő medencék felületének párolgása /fizikai párolgás/, valamint a növényzet párologtatása, amiből a felhők és új csapadékok keletkeznek, bonyolult folyamat, amelyet kontinensen belül kis vízkörforgalomnak nevezünk.

A kis- és nagy vízkörforgalom együttes eredményeként válik a szovjet tudósok az éghajlatot megváltoztatni az aszályos vidéken,

de ennek előfeltétele nagy területek összefüggő savrendszerrel való behálózása. A Szovjetunio óriási területének ezek a vidékek, amelyek a tengerektől távol fekszenek, olyan felhőkből kapnak esőt, amelyek a Föld felületéről elpárolgó nedvességből keletkeztek. Nyáron a Szovjetunio nagy részén nyugati szelek uralkodnak. Ezek a szelek a szovjet birodalom nyugati részéből felszálló nedvességet átviszik a volgántuli, kazahasztáni és nyugatszibériai aszályos vidékekre. Tehát minél több víz párolog el a nyugati sztyepp részeken, annál több csapadék várható keleten. Vagyis a levegő páratartalma és a csapadék mennyisége is a talajban elraktározott víz mennyiségétől, s ennek elpárolgásától függ. A vízrendszer tehát a szél segítségével, közreműködésével befolyásolja egy adott terület éghajlatát. De ugyanekkor a helyes vízrendszer kialakulásának függvénye az erdők és erdősávok összefüggő váltakozása a mezőgazdasági földekkel.

A szélvédelem kedvező hatása különösen akkor érvényesül, ha a szél gyorsasága nagy méreteket ölt. A szél különösen akkor káros, amikor a nagy sebességet magas hőmérséklet és alacsony viszonylagos páratartalom is kíséri. Ez az eset áll fenn Alföldünkön a késő tavaszi és csökkenő, de melegebb nyári szelek uralkodása idején. Az ilyen szeleket sorvasztó szélnek nevezzük és a mezővédő erdősávok elsőrendű feladata az ilyen szelek ellensúlyozása. A sorvasztó szelek hatására a növények erősen párologtatnak, miáltal nedvesség-egyensúlyuk megbomlik és hamarosan elszáradnak. Ezt a jelenséget "hervadási pont"-nak nevezzük és leggyakrabban késő tavaszi időben, vagy nyár elején csemetekertünkben tapasztaljuk előfordulását. /A hervadási pont nem azonos a "kiszüléssel", mely a nagy felmelegedés következménye./

A sorvasztó szelek károsítását a helyesen szerkesztett mezővédő erdősávval kiküszöbölhetjük. Ehhez azonban ismernünk kell a sáv szerkezetét és a szél egymásra hatását. A mezővédő sávok közelebbi tanulmányozására az "Erdőtelepítés"-tanban fog sor kerülni.

A széltörő hatása, mint alább már említettem, a fák magasságával arányos és az erdősáv szélétől a fák magasságának 25-szörös távolságáig hat. A mezővédő erdősávok által bezárt terület tehát elméletileg a sávba telepített fák magasságától függ. Az így helyesen szerkesztett savrendszerrel részben előnyös hatásokat

érhetünk el a sávval behálózott mezőgazdasági területre, részben a távolabbi helyek klimatikus viszonyait is kedvezően befolyásolhatjuk.

Amint a fentiekből látjuk az erdősávok szélvisszatartó hatása több védőhatást is meghatároz. Először is megváltoznak a szélviszonyok, azután pedig a mikroklimának vele kapcsolatos egyéb elemei: a párolgás, a levegő páratartalma és hőmérséklete, a hó és talajnedvesség-készletek, stb.

A szegélytől az erdővel szomszédos szabad térség felé a talaj nedvességtartalma évszakonként változik és az erdőállomány élette-
ni működésének megfelelően, az altalajban levő víz áramlása az erdő felé, hol gyorsabb, hol lassabb. Visockij Veliko-Anadolban végzett kísérleteiből kimutatta, hogy a tenyészeti időszak közepén, tehát június-júliusban az erdő alatti felső talajszint tartalmazza a legtöbb nedvességet /13,9 %/ és legkevesebbet az erdő szomszédságában levő ugar /3,5 %/. A középső szintben legnagyobb a nedvesség az ugar alatt /19 %/, legkevesebb a frissen feltört szántó alatt /13,4 %/. Az alsó szintben legtöbb a nedvesség az ugar alatt és legkevesebb az erdő alatt. /34.táblázat./

Az évszakonkénti talajnedvesség változásait Bodrov, Djaesenko és Kuruglov figyelték meg és bebizonyították, hogy az erdő kiegyensúlyozó hatása a szomszédos területek talajnedvességére az erdő szélétől számítva 500 m-ig tart, de legszembetűnőbb a szegélytől 50 m-ig, mely az alábbi táblázat szerint változik a tenyészidő egyes szakaszaiban.

Az erdő tehát hatással van a környező terület vízgazdálkodására, mely azonban nemcsak a fentiekben nyilvánul meg, hanem abban is, hogy megakadályozza a felszíni vizek elfolyását. Ez különösen tavasszal bír jelentőséggel. A legtöbb víz tavasszal, a hó olvadásakor folyik le a talaj felszínéről. Minél gyorsabban olvad a hó, minél több víz kerül ugyanabban az időben a talaj felszínére, annál több folyik le belőle. Az erdőkben lényegesen több hó gyülemlik össze, mint nyílt területen, melynek oka egyrészt az, hogy a nyílt területre leesett havat a szél elfújja, másrészt, hogy a nyílt terület hóállománya a tél folyamán enyhébb időjárás esetén a közvetlenebb hóbesugárzás következtében hamarabb olvadni kezd és az átfagyott tala-

34. táblázat.

Megfigyelési pontok	T a l a j n e d v e s s é g :					
	áprilisban	áprilisi nedv. %-ban.	juni-usban	áprilisi nedv. %-ban.	augusztusban	áprilisi nedv. %-ában.
	25 cm mélységben:					
Az erdősáv közepén	34,7	100	21,6	62	19,2	55
A sávtól 22 m-re	31,1	100	28,6	92	16,3	52
A sávtól 50 m-re	34,1	100	27,6	81	15,7	46
A sávtól 500 m-re	28,0	100	26,0	93	13,0	46
	150 cm mélységben:					
Az erdősáv közepén	21,9	100	18,7	85	15,2	69
A sávtól 22 m-re	21,8	100	20,4	94	19,3	89
A sávtól 50 m-re	27,2	100	21,2	78	18,6	68
A sávtól 500 m-re	18,2	100	16,4	90	17,0	93
	Átlagos 0-150 cm mélységben:					
Az erdősáv közepén	26,8	100	19,1	71	16,0	60
A sávtól 22 m-re	24,7	100	21,8	89	17,7	72
A sávtól 50 m-re	30,5	100	23,8	78	17,9	59
A sávtól 500 m-re	21,4	100	19,9	93	15,8	74

jon elfolyik. Az erdő fái alatt a talaj kevésbé fagy át, különösen akkor, ha a hóesés a nagyobb fagyok előtt következik be. Így a lassan olvadó hó lassan beszivárog a talaj mélyebb rétegeibe, ami növeli a talajviz mennyiségét - a talajviz növelésével pedig a források, patakok és folyók vizét.

Az erdő növeli a szomszédos területek légtömegeinek páratartalmát is. Ez részben a fák transpirációs tevékenységével kapcsolatos, részben az erdők szélmérséklő hatásával. Az erdő ezen tevékenysége különösen a nyári évszakban jelentős, amikor kevés az eső. Ezért az erdő közelében sokkal üdebb a növényzet és erőteljesebb a lágyszáru növények fejlődése.

Az erdő mikroklímája érezteti hatását a távolabbi, erdővel nem borított környezetben is. Ez a hatás elsősorban függ az erdőállomány, vagy mezővédő erdősáv kiterjedésétől, a fák magasságától, azok sűrűségétől és a fafajtól. Függ ezenfelül a szomszédos nyílt terület talajnemétől, az állandó időjárási viszonyoktól és a terület mezőgazdasági művelésétől.

Az erdők országos viszonylatban való helyes és arányos elosztása, szakszerű kezelése tehát - a mezőgazdasági módszerek korszerű folytatásával összhangban - kedvezően befolyásolja közvetlen környezetének éghajlati módosításán keresztül a terület termelékenységének fokozását.

2./ ÖNTÖZÉS.

A természetátalakítás egy másik fontos eszköze az öntözés. Az öntözést elsősorban a kevés, másodsorban a kedvezőtlen eloszlású csapadék teszi szükségessé. Nem lehet azonban mindenütt öntözni, mert az öntözőgazdálkodás sok más természeti tényező előfeltételét követeli meg. Az öntözéses növénytermelésnek alapvető gazdasági feltétele, hogy a természetes környezet a növényi kultúrák vízszükségletét csak szűkösen biztosítsa, ezenkívül az öntözővíz beszerzésére közvetlenül, vagy közvetve lehetőséget nyújtson. Utóbbi feltétel - amikor már a Szovjetunióban többszáz kilométeres öntözőcsatornák messzi talajokról juttatják el sivatagi területekre is az öntöző vizet - nem kell feltétlenül az öntözendő tájnak magának rendelkeznie, a helyi lehetőségek mindenesetre megkönnyítik az öntözésre való berendezkedést.

A természetes környezet adottságainak felmérésénél nem hagyhatók figyelmen kívül az éghajlati és talajadottságok sem. Ha az éghajlat és talajadottságok egyre szélesebb körét ma már céljainknak megfelelőbbé teszi is a természetátalakító ember, az azokhoz való alkalmazkodás mégsem válik feleslegessé. A napfény, a hőmérséklet, a csapadék, a levegő páratartalma is változók, nemkülönben a fizikai, kémiai és mikrobiológiai tulajdonságok nemcsak a növényi élet, de az agrotechnikai eljárások mikéntjének is iránytadó alapjai, akár az öntözés, akár az öntözés nélküli gazdálkodás szempontjából tekintjük a kérdést.

Természetes tényezői az öntözéses növénytermelésnek a kultur-növények is, alkati és élettani sajátosságaikkal, a nemesítő munka eredményeként gyakran az eredeti fajok és a fajták többszörös termőképességével. A termőképesebb kulturfajták, amint az Viljamsz is hangsúlyozza, a növényi élet tényezőivel szemben igényesebbek, mint a kevésbé teljesítőképes fajták. Minél termőképesebb növényeket állítottunk tehát a termelésbe, annál nagyobb mértékben kell gondoskodni arról is, hogy azok fokozott igényei és szükségletei minden téren kielégüljenek.

Az öntözés igen mélyen avatkozik be a növényi élet folyamatába. A növény, éghajlat és talaj - az élenjáró szovjet tudomány álláspontja szerint biológiai egység. Az öntözéssel ennek a biológiai egységnek egyensúlyi viszonyaiba avatkozunk be. Ez a beavatkozás csak akkor lehet eredményes, ha nem egyoldalú, tehát nem egyedül a bőséges vizellátásban merül ki, hanem a növény többi életfeltételének megfelelő megváltoztatásával jár együtt. Káros lenne tehát csak a növényzet bőségesebb vizellátásáról gondoskodni, ugyanekkor a napfény és hő-energia kedvezőbb érvényesülésére és a bőségesebb tápanyagellátás feltételeire nem gondolni. Az öntözés helyes értelmezése és gazdasági módszerek közé való iktatása a viljamszi komplexumban jut kifejezésre és ahhoz a viljamszi komplexum részletes tanulmányozásával juthatunk el.

A viljamszi elgondolások megtestesülése a Szovjetunióban nyer kifejezést, ahol az új építkezések során 10 év alatt az öntözött terület 67 millió hektárra fogják megnövelni. E terv megvalósításáról az eddigi sivatagok, vagy eszályos, alig termő területek gazdag és biztos termést fognak adni. A munkálatok érzékelése legjobban úgy történik, ha összehasonlítjuk hazánk összes területével, mely 9,3 millió hektár. Tehát a Szovjetunióban 8-szor akkora területen történik majd öntözés, mint hazánk területe.

Hazánkban az öntözési tervek lépést tartanak szocialista országépítésünkkel. Öntözött területeink kiterjedése az utóbbi években több, mint 100 ezer kat. holddal növekedett. Ez a munka tovább folyik és az 5 éves terv végére 370.000 kh terület öntözését biztosítják, 1960-ban pedig 600-650 ezer kh-on lesz öntözés. Ennek a területnek 40 %-a lesz szántóföldi és ugyanannyi rét és legelő öntözés.

10-10 % lesz a kertgazdaságok és rizstelepek kiterjedésének arányszáma. Egyéb öntözésekre mindössze 2-3 % marad.

Amint látjuk, tehát az öntözés korszerű bevezetésével is nagyban hozzájárulunk eszályos vidékeink természetátalakításához és mezőgazdaságunknak termelékenységéhez

3./ NEMESÍTÉS.

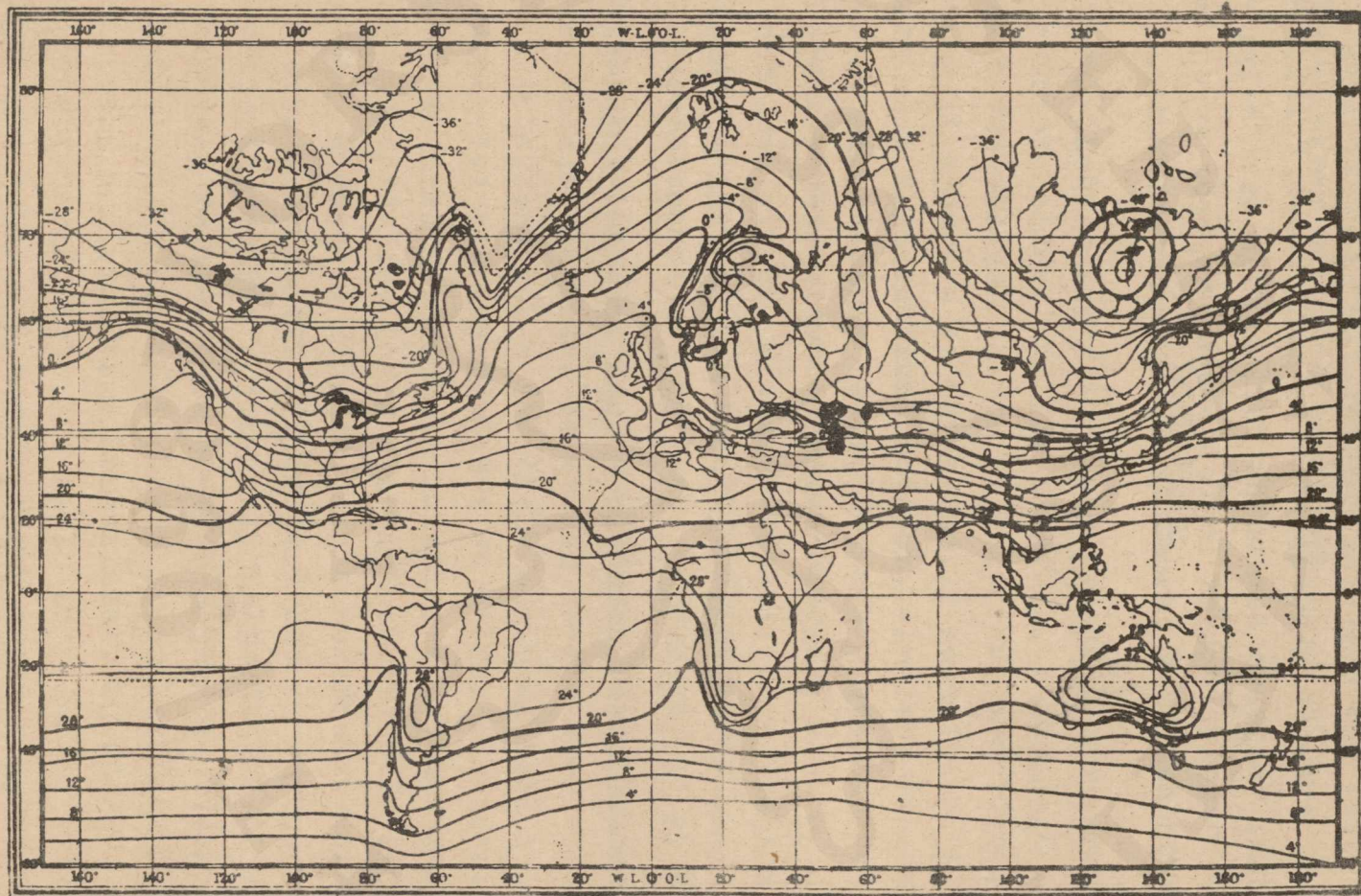
A szocialista mezőgazdaság főfeladata a többtermelés, a dolgozók életszínvonalának emelése céljából. A korszerű agrotechnikai módszerek bevezetésével jutunk el e feladat megoldásához. Az agrótechnika egyik módszere az növényfajták nemesítése. A nemesítés gyakori maga agrotechnikai módszer, elmélete viszont az agrobiológia. Az agrobiológia tehát, melynek megteremtése Micsurin nevéhez fűződik a szocialista mezőgazdaságnak, mint agronomiai tudomány elméleti alapja. Micsurin kutatásaiban felfedte a növényvilág számos, még eddig nem ismert törvényszerűségeit, amely ismeretek felhasználásával hozott létre nagyszerű, új gyümölcsfajtákat.

Tanításának lényege, hogy a növények rendelkeznek szerzett, örökölhető tulajdonságokkal és azokat tovább örökíthetik utódaikra. Ezek a tulajdonságok a termőhely adottságaiból keletkeznek és azonos termőhelyi viszonyok között az utódok sorozatán keresztül állandósak maradnak. A termőhely hatására a növényben kialakul a talaj tápanyagtartalmát legjobban biztosítani tudó anyagcsereforgalom, amely mindeddig állandó, míg a termőhelyi viszonyok meg nem változnak. A nemesítés folyamata tehát az anyagcsere megváltoztatásán alapszik, melyet a termőhely változtatásával idézünk elő. A változékonyság felidézésére könnyen hajlik a növény, ha fiatal, vagy ha keresztezzük egy másik, akár fajon belüli, akár fajon kívüli növényvel. A fiatal vagy keresztezett új növény, - a hybrid - új, megváltozott termőhelyen. - a szülő komponensek tulajdonságainak széles skáláján belül - a termőhelynek megfelelő, új tulajdonságokat fog felvenni, mely tulajdonságokat a továbbiakban, - kezelésunktől függően fogja megőrizni vagy gyarapítani.

Az erdészeti gyakorlatban is nagy jelentősége van a nemesítésnek, mert ezáltal fogjuk leromlott fafajainkat megjavítani és az eddig erdővel nem borított területeink termőhelyeire új fafajokat előállítani. De mindenek előtt, hogy azt a feladatot teljesíteni tudjuk, teljesen ismernünk kell hazánk termőhelyi és éghajleti adottságait, melyek legfontosabb tényezői az új lehetőségek felismerésének és a nemesítés sikeres elvégzésének.

1851

1866



TEKÉNY MELLÉKLET.

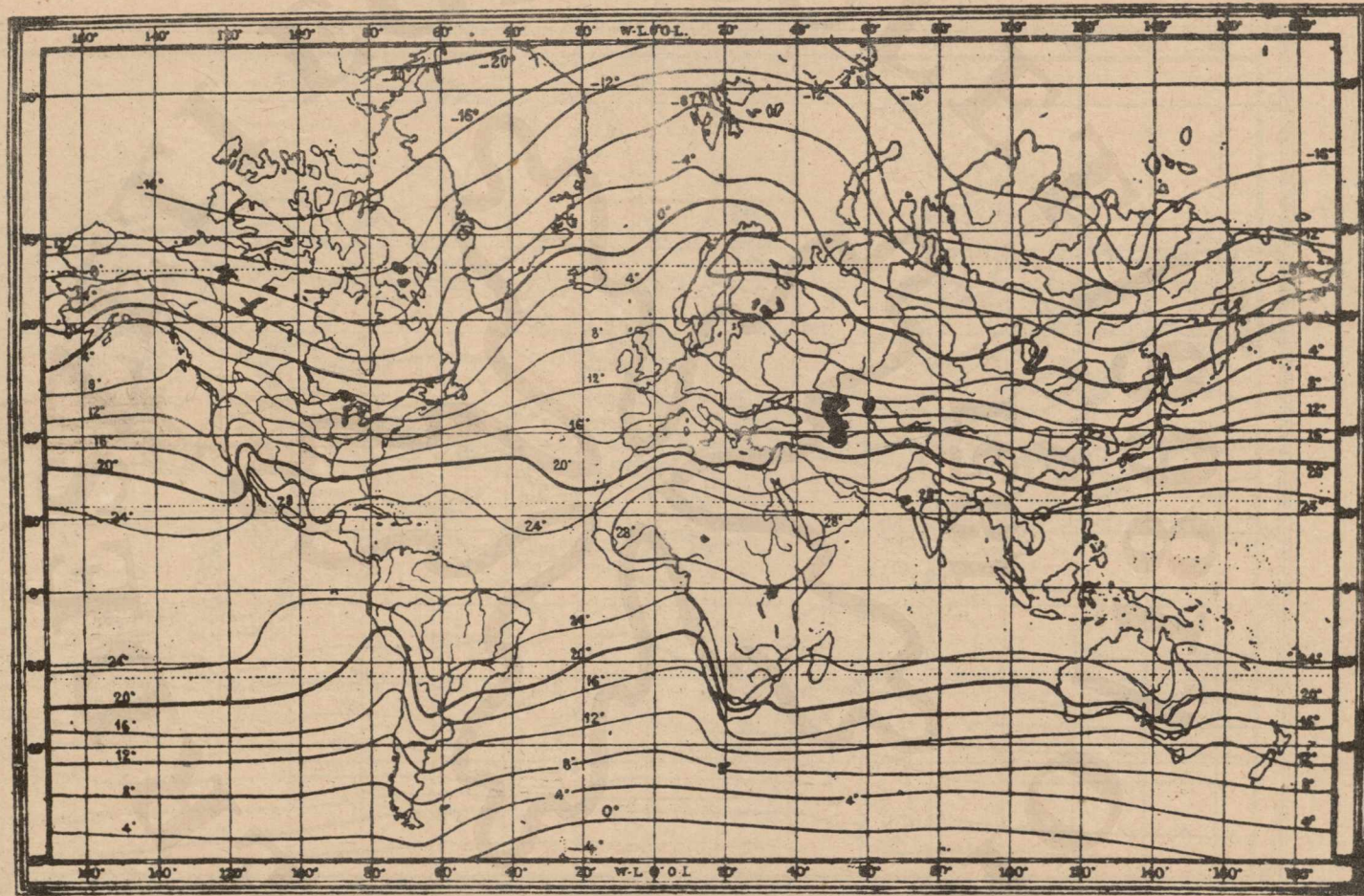
274

61. ábra. A föld januári izotermái.

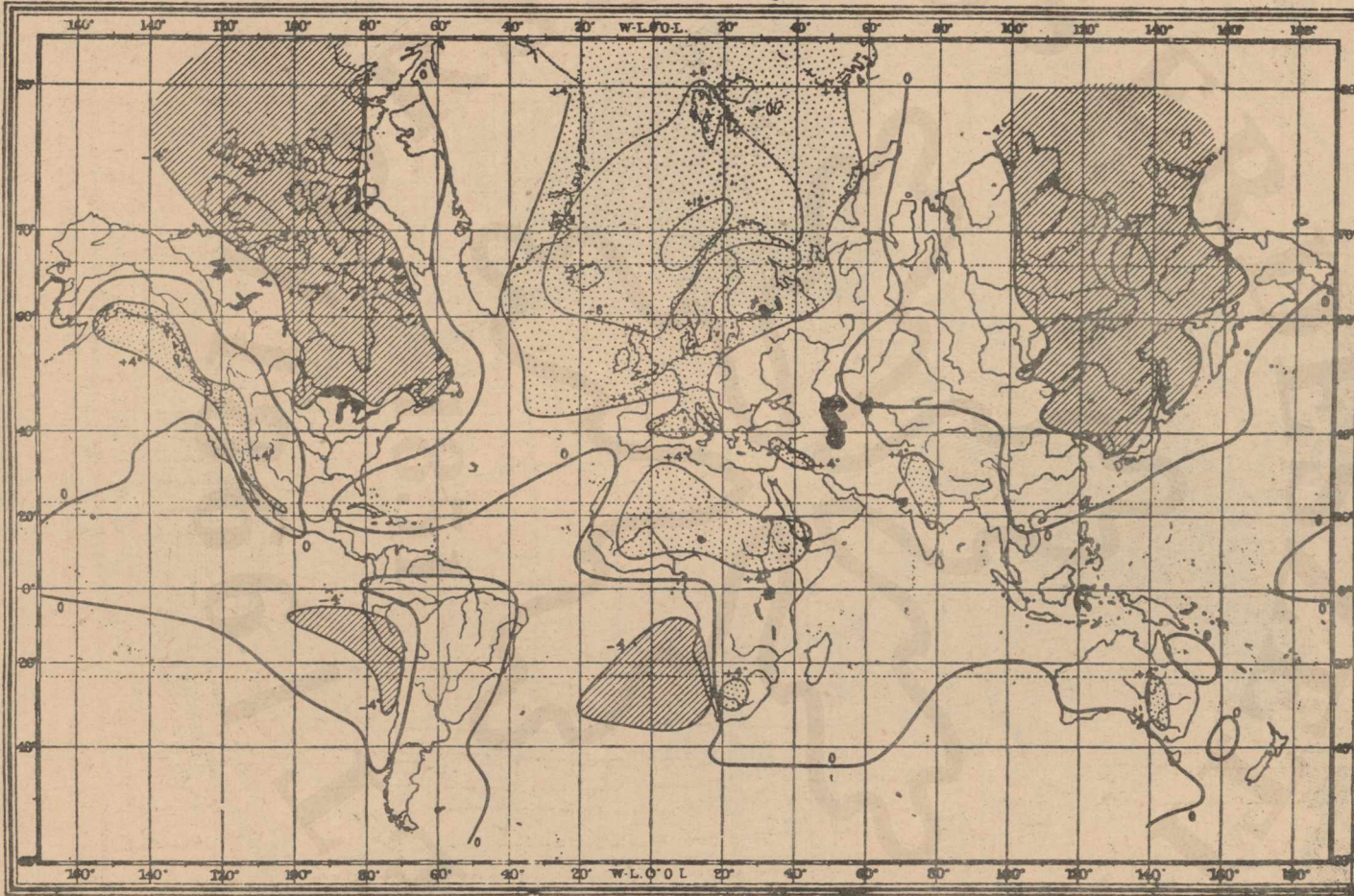


- 275 -

62. Ábra. A Föld júliusi izotermái.

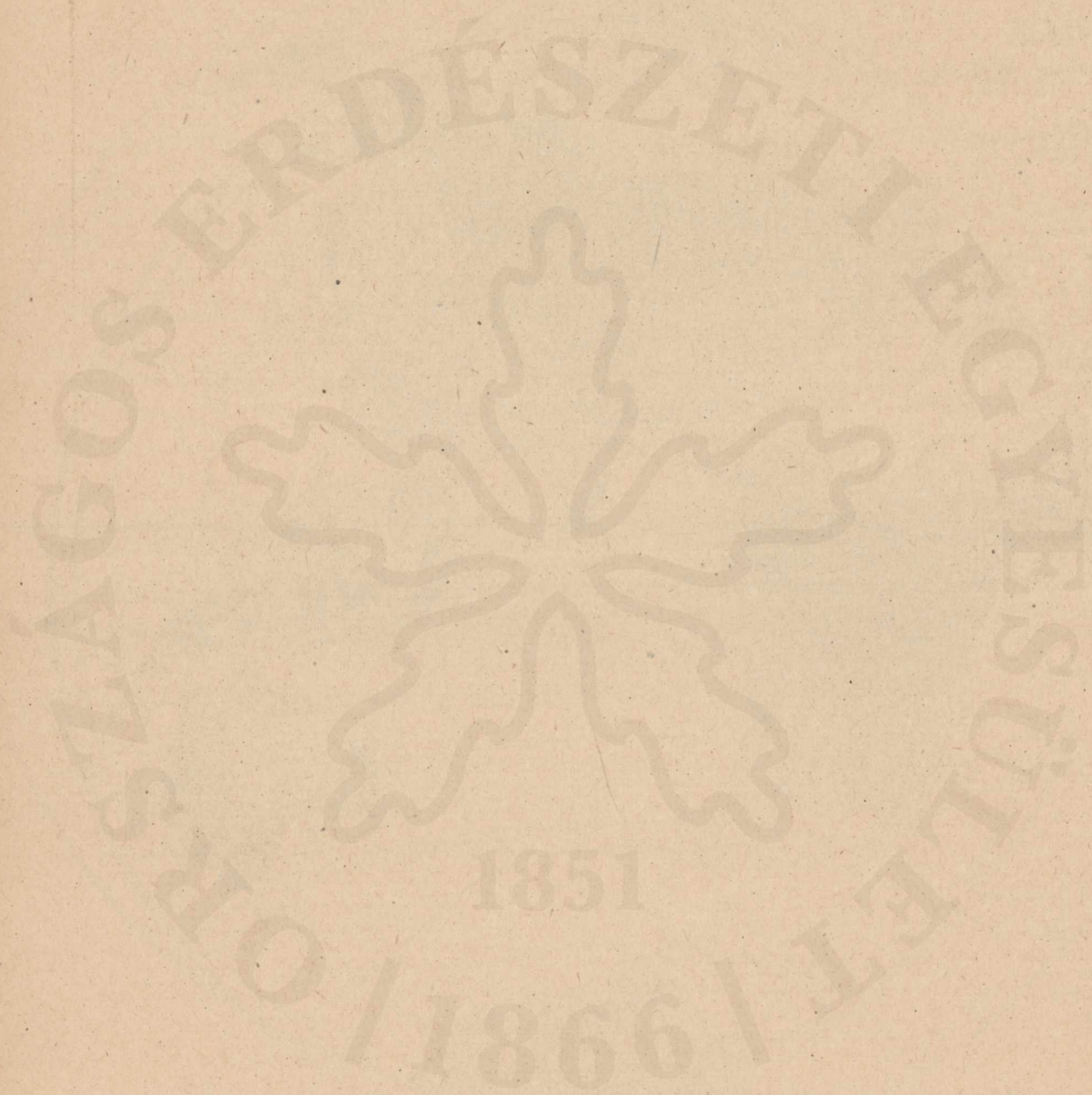


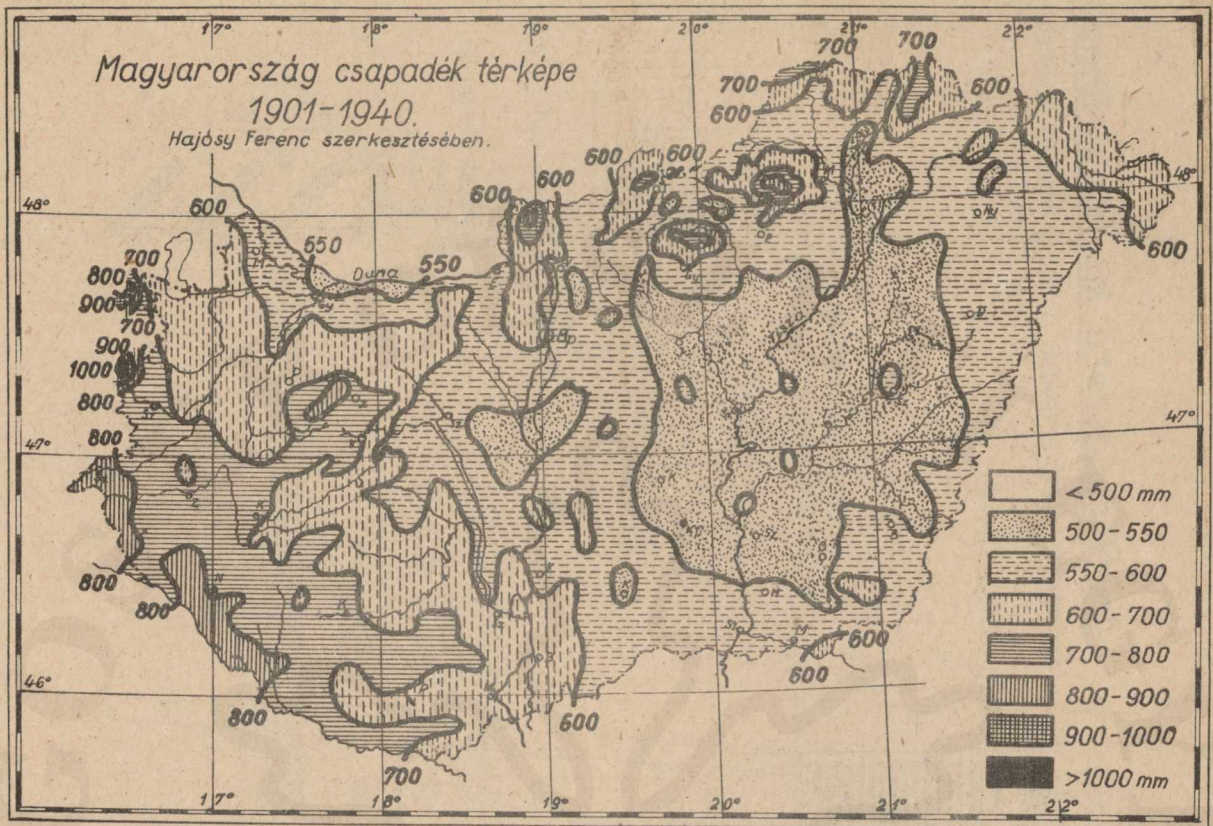
63. ábra. A Föld évi izotermái.



- 277 -

64. ábra. A Föld évi izanomáliái.

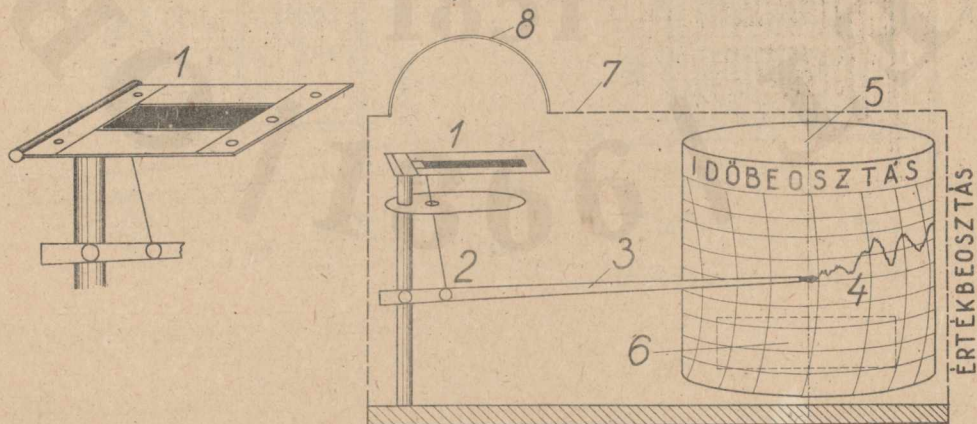




66. ábra.

METEOROLOGIAI MŰSZEBEK.

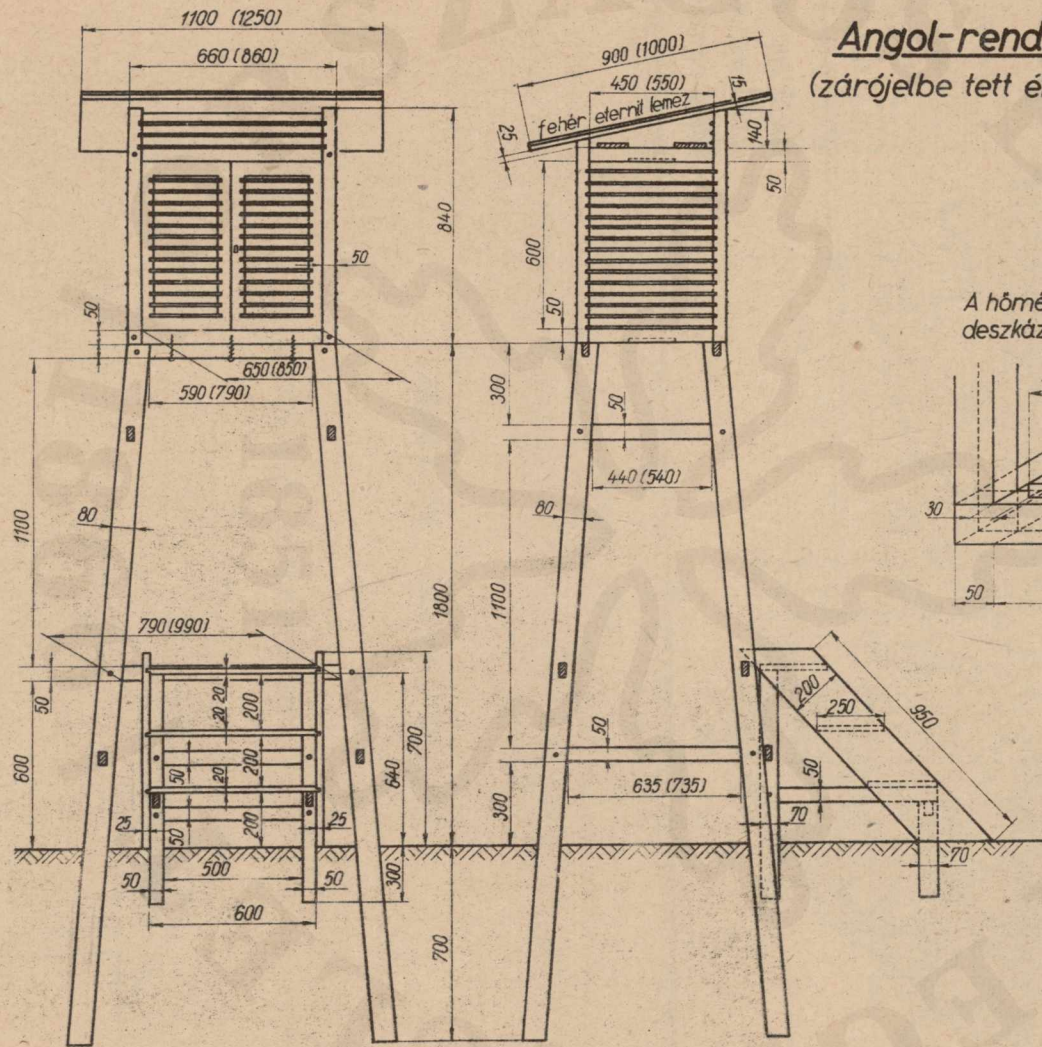
Robitzsch-féle sugárzásiró.



- 1. Bimetáll szalagok
- 2. Nagyító áttételek
- 3. Írókar a tollal
- 4. Eredményvonal

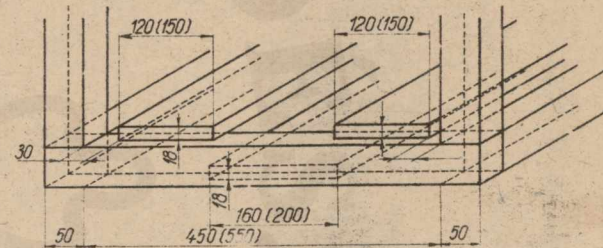
- 5. Forgódob a ráerősített idő- és értékbeosztással ellátott papírlappal.
- 6. Óramű
- 7. Védődoboz

- 8. Napsugarakat bebocsátó üvegbúra



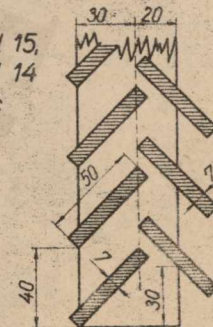
Angol-rendszerű kis hőmérőházikó.
 (zárójelbe tett értékek a nagy házikó méretei.)

A hőmérőházikó felső és alsó deszkázásának elhelyezése



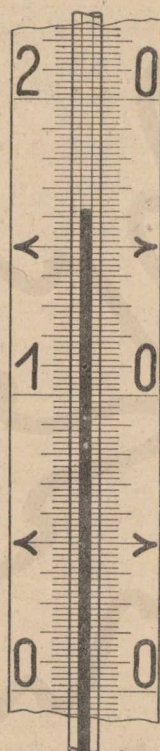
A házikó oldalának lécezése

kívül 15,
 belül 14
 léc

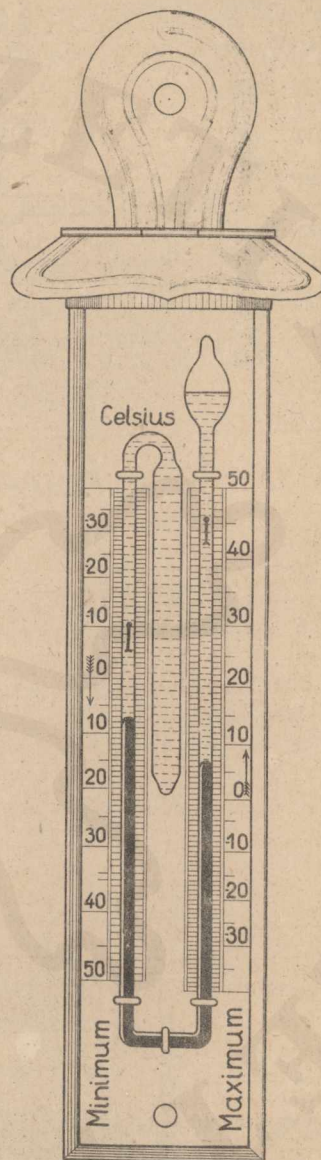




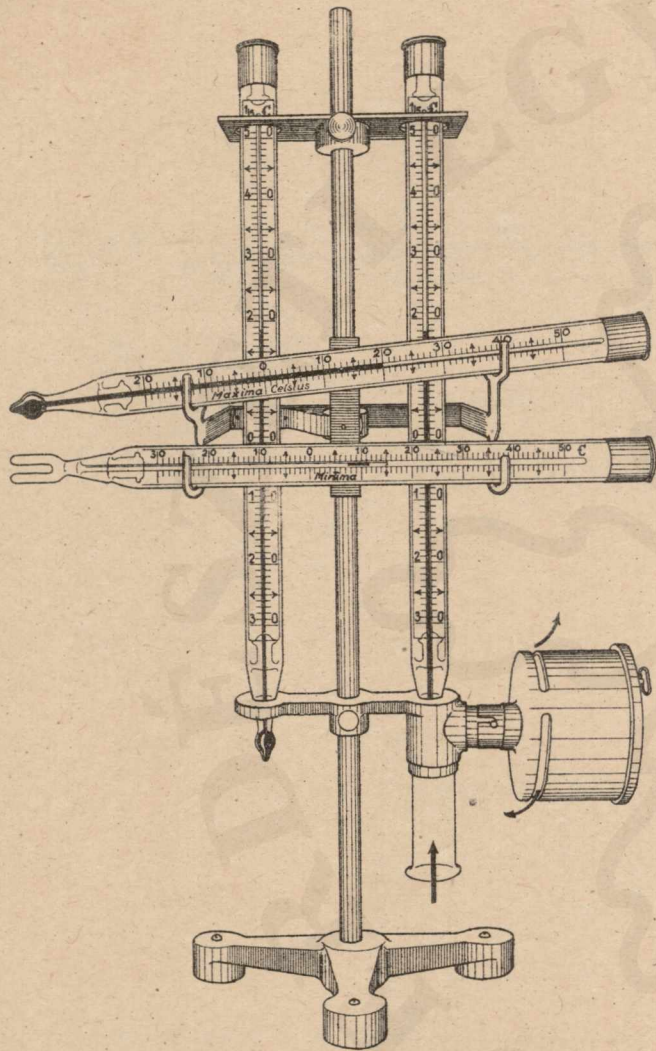
Állomáshőmérő



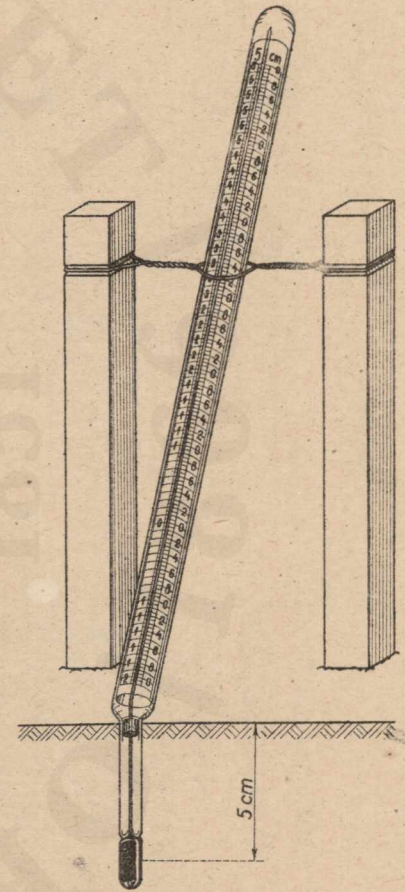
leolvasás:
16,3°



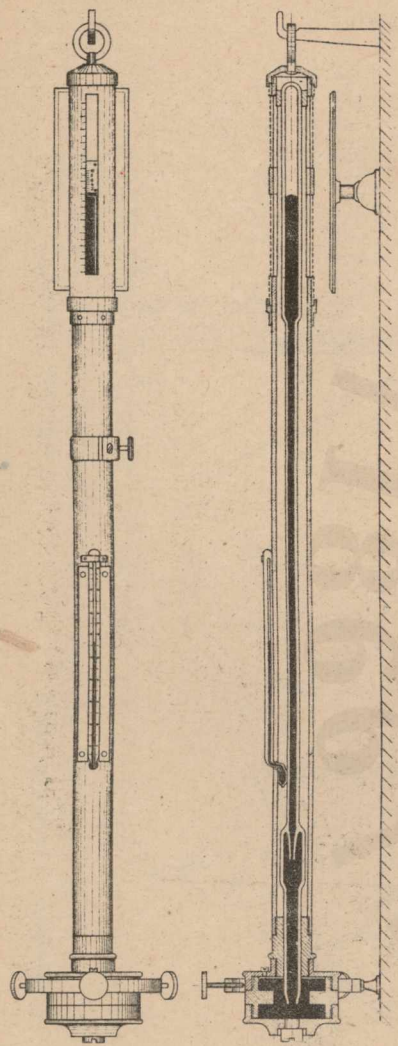
Six-féle
maximum-mi-
nimum hőmérő



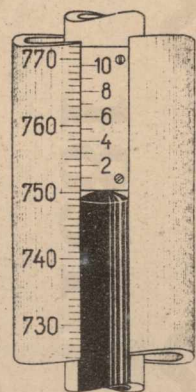
Szellőztetett pszichrométer
maximum és minimum hőmérővel.



Sekély talajhőmérő.

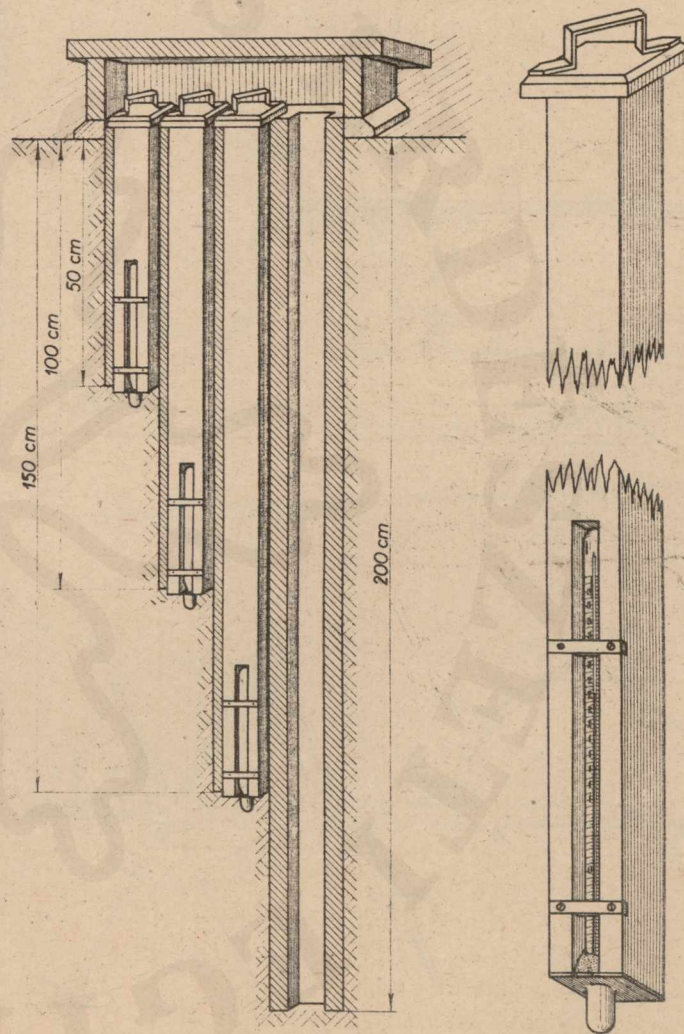


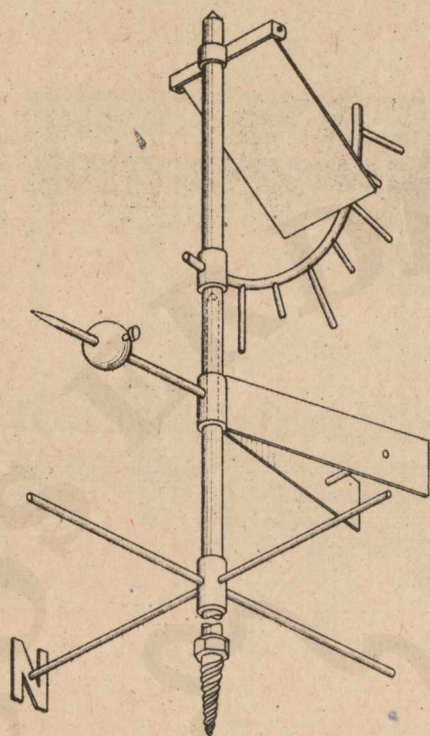
Fuess-féle állomás-barométer



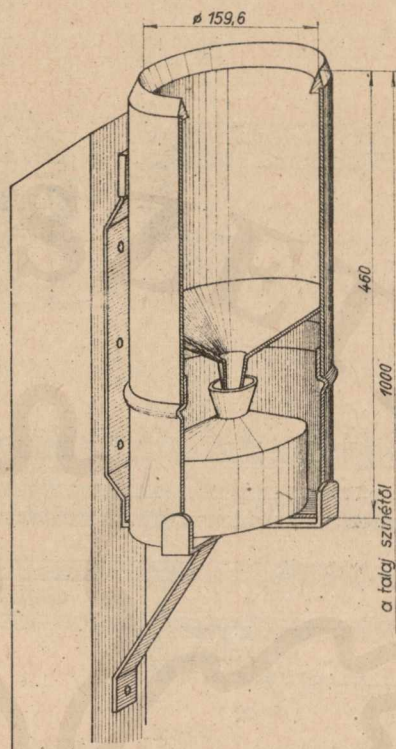
leolvasás:
750,3mm

Lamont-szekrényes talajhőmérők.





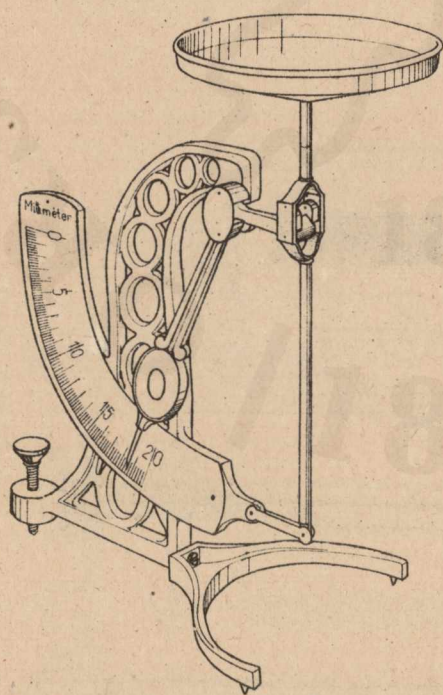
Wild-féle nyomólapos szélzászló



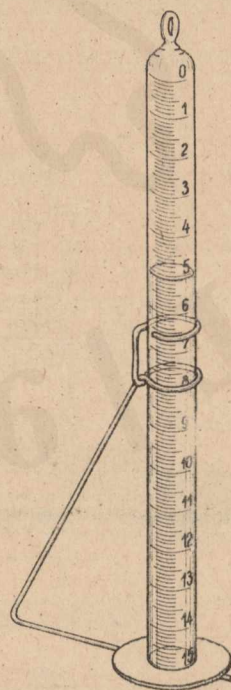
Csapadékmérő



Mérőhenger

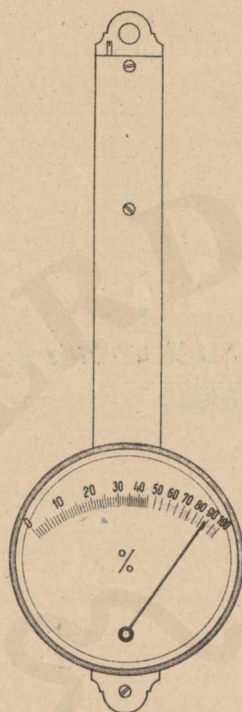


Wild-féle párolgásmérő

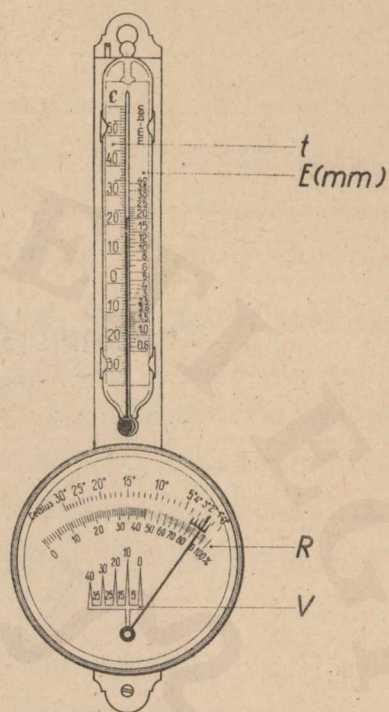


Piche-féle párolgásmérő

Higrométer



Poliméter



A POLIMÉTER HASZNÁLATA.

1. A HŐMÉRSÉKLET: leolvasható a hőmérő baloldali skáláján.
2. A LEVEGŐ VISZONYLAGOS PÁRATARTALMA: a mutató állása az alsó skálán.
3. HARMATPONT: a felső skálán a mutató^{*)} állásánál leolvasott hőfokot levonjuk a hőmérő baloldali skáláján leolvasott hőfokból.
4. ABSZOLUT PÁRATARTALOM /e/: leolvassuk a hőmérő jobb skáláján a telítési nedvességet /E értékét/ az alsó skálán a viszonylagos nedvességet /R/, akkor az absz. páratartalom:

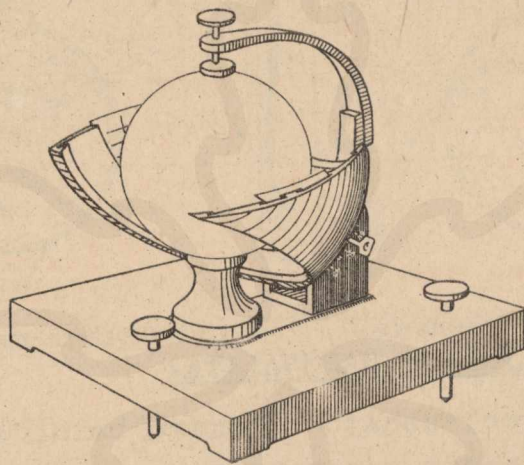
$$e = E \cdot 0,OR$$

5. TELITETTSÉGI HIÁNY /D/: a hőmérő jobboldali skáláján leolvassuk a telítési nedvességet /E/, kiszámítjuk az "e"-t mint fent, akkor a telítési hiány:

$$D = E - e .$$

^{*)} a leolvasást a hőmérsékletnek megfelelő és a műszeren lévő ábrából /v/ látható villaágnál végezzük.

Campbell-Stokes-féle napfénytartammérő
regisztráló szalagokkal.

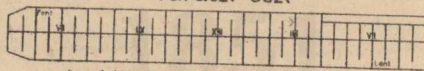


Téli (kiégetve)



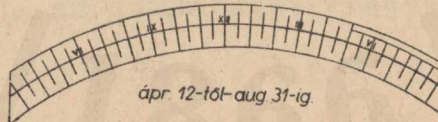
okt. 12-től - febr. 28-ig

Tavaszi-őszi



márc. 1-től - ápr. 11-ig, szept. 1-től - okt. 11-ig

Nyári



ápr. 12-től - aug. 31-ig

A 279-től 286-ig terjedő oldalakon közölt műszerábrák
rövid ismertetése.

Angol hőmérő házikó. /280 old./ Műszerek sugárzásmentes elhelyezésére ~~se~~ egyéb zavaroktól való óvására szolgál. Zsaluzása folytán jól szellőzik. Kivitelét, méreteit a rajzok jól mutatják. Ajtajával északi irányban állítjuk fel az állomáson.

Robitzsch-féle sugárzásiró. /279 old./ Fehér és fekete bimetall szalagok /1/ úgy vannak rögzítve, hogy a középső /fekete/ az egyik végén szabad és mechanikus áttétellel az írókart mozgatja. Besugárzáskor ez a fekete szalag jobban melegszik, mint a fehérek, bimetall szerkezete folytán a melegedéssel arányosan elhajlik s a vele elmozduló toll az óraművel hajtott dob papírszalagjára felírja a sugárzás intenzitás menetét.

Állomáshőmérő. /281 old./ Különleges higanyos hőmérő, mely mesterségesen öregbitett jeni üvegből készül a hőtágulás minél kisebbre szorítása céljából. Minthogy idővel bizonyos mérvű változás így sem kerülhető el teljesen, az osztását célszerű évente ellenőrizni. A hőmérő legkisebb osztása $0,2\text{ C}^{\circ}$, ezen belül fél osztást szabad szemmel is becsülhetünk, a leolvasási pontosság, tehát $0,1\text{ C}^{\circ}$. Az állomáshőmérőn leolvasott hőmérsékletet tekintjük a meteorológiai állomásokon a levegő mértékadó hőmérsékletének. Az állomáshőmérőt angol hőmérőházikóban helyezük el. Nem önálló műszer, mert a pszichrométer nedves hőmérőjével együtt egy hőmérőpárt alkot /lásd a szellőztetett pszichrométernél/.

Elsőrendű meteorológiai állomásokon a levegő hőmérsékletének a járását regisztrálni is szokták, mely célra a termográf szolgál. E műszerben bimetall szalagnak a hőmérséklettel való változását viszi át egy mechanikus áttétel az irtollra. Utóbbi a hőmérséklet menetét görbe alakjában rajzolja fel egy óramű által forgatott dobon kifeszített papírszalagra. Angol házikóban tartjuk.

Six-féle maximum-minimum hőmérő. /281 old./ Valamely időegységben /pl. egy nap folyamán/ elért legmagasabb s legalacsonyabb hőmérséklet mérésére és egyben rögzítésére szolgál. U-alaku kapillárisában higany szál s ennek két végében egy-egy mozgatható acél pálcika van elhelyezve. A higanyt a kapillárisnak tartályszerűen kiöblösödő két végében elhelyezett alkohol mozgatja. A baloldali

tartályt teljesen kitölti az alkohol, a jobboldaliban pedig folyadékmentes tér is van, melyet gáz /levegő/ tölt ki. Hőmérséklet emelkedéskor a baloldali tartály alkoholja kitágul s maga előtt tolja a higanyszálat, ez viszont a jobboldali ágban lévő acél pálcikát. Eközben a jobboldali tartály gáza némileg komprimálódik. Amint a hőmérséklet süllyedni kezd, a jobboldali tartály összenyomott levegője az alkohol közvetítésével visszanyomja a higanyszálat, de a vaspálcika helyben marad, s mutatja az elért legmagasabb hőmérsékletet. A baloldali szárnban a hülés következtében emelkedő higanyszál ugyancsak maga előtt tolja az acélpálcikát, amely a hőmérsékleti mélyponton, amikor az újbóli melegedés folytán a higany szál kezd visszahuzodni, helyben marad s mutatja az elért legalacsonyabb hőmérsékletet. Újabb használat előtt a vaspálcikákat mágnespatkó segítségével le kell huzni a higanyszál végére. A skálaosztás egysége $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Hőmérőházikóban helyezzük el.

Szellőztetett pszichrométer, maximum- és minimum hőmérővel. /282 old./ A két függőlegesen elhelyezett ikerhőmérő közül a baloldali a már ismertetett állomáshőmérő, melynek higanytartálya szabad és száraz / t_{sz} /. A jobboldali, teljesen azonos hőmérő higanytartálya nedvesített muszlinnal van körülvéve, azonfelül egy rugómotoros aspirátor van rá szerelve, amely üzem esetén mintegy 2 m/sec sebességgel áramló levegőt szív át a nedvesített higanytartály felületén / t_n /. E két hőmérőből álló pszichrométer működését a 87 oldalon tárgyaltuk.

A pszichrométerrel közös állványon van elhelyezve a maximum, és minimum hőmérő. Ezek nagyobb pontossággal adják a levegő maximális és minimális hőmérsékletét, mint a Six-féle maximum-minimum hőmérő. A vízszinteshez képest kis dőléssel, haránt elhelyezett felső hőmérő a Fuess-féle maximum hőmérő. Oly higanyos hőmérő, amelynél a higanyszál a higanytartály kijárata körül alkalmazott szűkület következtében könnyen elszakad. Melegedéskor a tartályból a kapillárisba szorul ki a higanyszál s végével az osztott skála felett mutatja a hőmérsékletet. A maximális hőmérséklet elérése után, a hüléskor, amikor a tartályban a higany kezd összehuzódni, a szűkület helyén megszakad a higany s így a kapillárisban maradó higanyszál vége az elért maximális hőmérsékletet mutatja. Leolvasás után a megszakadt szálat vissza kell rázni a

tartályba. A maximum hőmérőt azért kell a vízszinteshez képest kissé dőltén elhelyezni, mert vízszintes, illetve kissé ez alá eső helyzetben a könnyen mozgó higanyszál a maximális helyzet elérése nélkül is elszakadhatna. A hőmérő skálájának legkisebb osztása $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. A minimum hőmérőt szintesen elhelyezett alsó hőmérő. Villástartályában festett alkohol van, melynek egy része a hőmérsékleti skála felett elhelyezkedő kapillárisba nyulik ki. A kapillárisban egy lazán elhelyezett könnyen csuszó üveg pálcát szolgál a minimális hőmérséklet rögzítésére. Beállításkor e könnyen csuszó pálcát a hőmérő ingatása segítségével az alkohol szál végére csusztatjuk. A hőmérő vízszintes elhelyezése folytán a hőmérséklet emelkedésekor az alkohol nyugodtan elhalad a pálcát körül, a pálcát helyben hagyja. Hűléskor azonban a visszahuzódó alkohol-meniszkusz - amint az üveg végét eléri - az üveget a felületi feszültség következtében magával cipeli a hőmérsékleti mélypontig. Amint innen a hőmérséklet újból emelkedni kezd, a pálcát mellett ismét csak elhalad az alkohol, a helyben maradt pálcát pedig mutatja a minimális hőmérsékletet. Az egész állványra szerelt berendezést angol házikóban helyezzük el. A minimum hőmérőt azonban önállóan, a talaj felett 5 cm magas elhelyezésben az u.n. radiációs minimum mérésére is szokták használni. A radiációs minimum az éjjel erősen lehűlő talaj közelsége folytán rendszerint az állomáson mért legalacsonyabb léghőmérséklet. A minimum hőmérő skálájának legkisebb osztása $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Sekély talajhőmérő. /282 old./ A talaj hőmérsékletének mérésére használjuk kisebb talajmélységben. Higanytartálya a mérendő mélységben a talajban helyezkedik el, osztott skálája azonban a talaj fölé emelkedik s. a kényelmes leolvasás céljából a vízszintessel megfelelő szöget képez. A hőmérő kiálló szárát alkalmas módon rugalmasan rögzítjük. 1 cm-től 40 cm mélységig alkalmazhatók. Skálájuk legkisebb osztása 0,2 mm.

Iamont szekrényes mélytalaj hőmérők. /283 old./ Nagyobb mélységben / 40 cm-en alul/ használjuk a talaj hőmérsékletének mérésére. Közös faszekrényben kiképezett, különböző mélységű aknák alján helyezkednek el a hőmérők, olyképp, hogy az aknába lazán illeszkedő rudak kivéssett alsó részébe vannak rögzítve. A szekrényt a méreteinek megfelelően előre kiformált talajba kell beásni, hogy

a talajjal való érintkezése biztosítva legyen. Észleléshez a rudat ki kell húzni, s az alsó végében lévő hőmérőn halogatás nélkül el kell végezni a leolvasását. A leolvasás az akna mélységében lévő hőmérsékletet adja. A mélységi talajhőmérőknek nagy higanytartályuk van, hogy a felületre hozva a leolvasás tartama alatt egykönnyen ne változzon a mélyben felvett hőmérséklet. A hőmérők skálájának legkisebb osztása $0,1\text{ C}^{\circ}$.

Fuess-féle állomás barométer. /283 old./ A higanyos barométereknek egyik legelterjedtebb s legkorszerűbb alakja, melynél csak egy művelet szükséges a leolvasáshoz: a nóniusz beállítása. Az osztás 0-pontjának a higanytartály szintjére való beállítása itt elmarad, mert az ezáltal elkövetett hibát a skála osztásában korrigálták. De ép ezért a Fuess-féle állomás barométer mm-osztásán a milliméter osztások nem valódi milliméterek, hanem ennél kereken 2 $\frac{1}{2}$ -al rövidebbek. A barométer a hőmérsékleti korrekció elvégzéséhez hőmérővel is fel van szerelve. A jobboldali külön kép a nóniusz segítségével való leolvasást mutatja be.

Elsőrendű meteorológiai állomásokon a légnyomás menetét regisztrálni is szokás. Erre a barográf szolgál, amelyben a légnyomásváltozást lapos dobozhoz hasonló evakuált rugalmas szelence veszi át. Magas nyomás esetében a szelence laposabb, alacsony nyomás esetén domborubb. E mozgást mechanikus áttétel viszi át a regisztráló tollra, amely egy óramű által hajtott dobon kifeszített papírszalagra, görbe alakjában rajzolja fel a légnyomás-menetet.

Wild-féle nyomólapos szélzászló. /284 old./ Függetlenül földbe ásott pózna felső végébe csavarmenettel szerelhető fel. A négy irányt mutató keresztje fix szerelésű az északi irányt N-betű mutatja. Az ezen fix rész feletti berendezés függőleges tengely körül forog. A szél irányába való beállást a két águ, kiegyensúlyozott vezérsík biztosítja. A felső nyomólap vízszintes tengely körül végez a szél erejének megfelelő nagyságu kilengést. A lengés nagyságát a nyomólap melletti iv osztásain lehet leolvasni. Egy osztás 2 B° -nak felel meg. Kívánatos a szélzászlót 5 m-t meghaladó magasságu póznára szerelni.

Csapadékmérő /ombrométer, 284 old./ . Ábránk a Hellmann-féle csapadékmérőt mutatja felhasítva, a belső részeket láttató kivitelben. A berendezést egy cölöpre szereljük a henger felső élesre

esztergályozott peremével 1 m magasságban a talaj színe felett. Az éles perem a régi esőmérőnél a négyzetméternek 1/20-, az újabbnál 1/50-részának megfelelő területet zár be. A hengernek alul tölcéseszerűen kiképezett része egy kis tartályba vezeti a felfogott csapadékot. A tartály a hengerből úgy emelhető ki, hogy a henger felső, a cölöphöz bajonetzárral felerősített részét leemeljük az alsó, konzolon nyugvó részéről. A tartályban lévő csapadékot a jobboldalon ábrázolt menzurába öntve, 1/10 mm-es pontossággal olvashatjuk le. A hó vagy jég alakú csapadékot langyos helyiség hőmérsékletén olvasszjuk fel. Olyan helyeken, amelyek nehezen közelíthetők meg /magas hegységi csúcok/ az év teljes csapadékmennyiségét befogadó csapadékmérőket szokás felállítani /Mougin-féle ombrométer/. Ebben a különleges felépítésű csapadékmérőben a párolgásmentes csapadék megőrzését az biztosítja, hogy a csapadék felületén paraffin olaj uszik. Így a csapadék nem párolog s elég évente egyszer mérni az összegyűlt csapadékot. Hogy a fagy kárt ne tegyen benne klórkalciumot helyezünk a felfogó tartályába, ez a víz megfagyását meggátolja.

Elsőrendű meteorológiai állomásokon a csapadékhullás menetét regisztrálni is szokás. E célra folyékony csapadék esetében a Hellmann-féle, hóalakú csapadék esetében az Anderkó-Bogdánffy-féle csapadékírók /ombrográfok/ megszokottak. A Hellmann-féle ombrográfban a csapadék egy hengeres tartályba gyűlik, az összegyűlt csapadék felületén uszó van, erre viszont mechanikus áttétellel toll van szerelve, amely óramű által hajtott forgó dobra rajzolja a csapadékhullás menetét. Ha a csapadékmennyiség a hengeres tartályban nő, az uszó emelkedik s így a toll által írt görbe is emelkedést jelez. E műszer télen nem használható, mert a megfagyott víz kárt tenné benne. Télen ezért a levél mérleg elv alapján működő Anderkó-Bogdánffy készüléket használjuk.

Wild-féle párolgásmérő /284 old./. Levélmérleghez hasonlít. Felső lapos tartályába vizet töltünk mindaddig, amíg az osztott skála 0 pontjára vág a mutató. Amint a lapos edényből a víz párolog, a mutató a skála felett elmezdulva tizedmilliméter pontossággal mutatja az elpárologott vizet. A párolgásmérőt angol házikóban helyezük el.

Piche-féle párolgásmérő /284 old./ . Fordított állású próbacsőhöz hasonlít, melyen $1/10 \text{ cm}^3$ -es osztás van. Felül akasztóval rendelkezik. Alul a nyílását egy rugalmas dróttal odaszorított 10 cm^2 területű szűrőpapír zárja el, melyet középen tüvel átszurunk. Használatkor a párolgásmérőt vízzel töltjük meg s elzárjuk a szűrőpapírral. Ez utóbbi átnedvesedve párologtatja a vizet, az elpárolgott víz helyébe a tüvel szurt kis nyíláson levegő jut a csőbe. A párolgás mértékét 10 cm^2 felületre vonatkoztatva az elfogyott víz mennyisége segítségével fejezhetjük ki. A berendezés rendkívül egyszerű bárhova /pl. fakoronába is/ felakasztható, s ökológiai vizsgálatokhoz nyújt nagy segítséget. A meteorológiai állomásnak nem tartozéka.

Higrométer-poliméter /285 old./ . Azonos elv alapján nyújtanak adatokat a levegő nedvességére vonatkozólag. A számlap nélküli középső ábra betekintést enged a szerkezetükbe. A diametrálisan kifeszített hajköteg nyulása, összehúzódása mutatóra tevődik át, mely viszont a számtábla skálája felett mozdul el. A higrométernek egyetlen skálája van, mely a relatív páratartalom nagyságát mutatja. A poliméter, miként a neve is mutatja "sokat mérő"; ez már több tulajdonság mérésére és számítására alkalmas. A poliméter használatára szóló utasítást lásd a 285 oldalon.

Elsőrendű állomásokon a levegő relatív páratartalmát regisztrálni is szokás. Az erre szolgáló műszer: a higrográf ugyanazon elv alapján működik, mint a fennebb ismertetett hajszálas higrométer, azzal a különbséggel, hogy a mutató helyett egy kar veszi át a mozgást, s ennek végén regisztráló toll írja a menetet egy óramű által hajtott forgó dob papírszalagjára. Angol házikóban áll.

Campbell-Stokes-féle napfénytartammérő. /286 old./ Egy gömb alakú üveglencse fókuszában van az óraosztású regisztráló szalag elhelyezve. Sugárzás esetében égés jelentkezik a szalagon, borultság idején ép marad a szalag. A berendezést pontosan tájolva állítjuk be. Az év folyamán változó napmagasság miatt minden évszakban más magasságba állított, s más alakú szalagot alkalmazunk.

<u>Ábrák jegyzéke.</u>	
1. ábra:	A légkör keresztmetszete 0-250 km-ig. a./ vegyi összetétel, b./ nyomás, hő, c./ rétegződés. 7
2. ábra:	Hullámjelenségek ábrázolása. 12
3. ábra:	A napsugár az elektromágneses rezgések skálájában. 13
4. ábra:	A napsugárzás intenzitása az atmoszféra határán és a föld felszínén. 16
5. ábra:	A besugárzás intenzitásának alakulása néhány jel- lenző esetben. 19
6. ábra:	A Föld viszonya a napsugárzáshoz az évi pályája során. 21
7. ábra:	A besugárzás napi és évi menete Budapesten. 24
8. ábra:	A Föld legnagyobb körlapjára eső besugárzás. 26
9. ábra:	Gránit, homoktalaj és láptalaj hőgazdálkodása. 34
10. ábra:	A talajhőmérséklet évi menete Budapesten /20 évi átlag/. 36
11. ábra:	Budapest hőmérsékletének napi és évi menete. 39
12. ábra:	A hőmérséklet évi menetének maritim és kontinen- tális alakja. 41
13. ábra:	Állapotgörbék. 43
14. ábra:	A hőmérséklet vertikális eloszlása az északi fél- tekén. 45
15. ábra:	Ciklon és anticiklon szerkezete. 59
16. ábra:	A coriolis-erő eltérő hatása az északi és déli féltekén. 61
17. ábra:	Teljes szélrózsa. 62
18. ábra:	Horizontális barometrikus grádiens. 63
19. ábra:	A levegő termikus egyensúlyi állapotának három esete. 66
20. ábra:	A Föld nagy szélrendszere az északi féltekén. 70
21. ábra:	A ciklon keletkezése és fejlődési fokozatai. 74
22. ábra:	Hideg légtömeg lesikló felülettel és szétáramlási pályákkal /Stüve nyomán/. 76
23. ábra:	Napszakos szelek. /Tengerparti, hegy-völgy szél./ 81
24. ábra:	Föhn sémája. 82
25. ábra:	Pszichrométer sémája. 87
26. ábra:	Csapadékképződés felszálló levegőben. 112
27. ábra:	A délibáb jelensége. 130
28. ábra:	Halo-jelenség. 132
29. ábra:	A szivárvány. 133

30. ábra:	Izobár alakzatok.	140
31. ábra:	Mérsékeltövi ciklon időjárási viszonyai.	145
32. ábra:	Időjárási frontok, lesikló felület, a./ meleg front b./ hideg front, c./ szétáramlás lesikló felületen	149
33. ábra:	A hőmérséklet évi menete sok évtizedes napi közepekkel Budapesten és 30 éves pentád közepekkel Sopronban	155
34. ábra:	Fagyveszélyes helyek a domborzati viszonyok alakulása szerint.	158
35. ábra:	Fagyjelző görbék.	160
36. ábra:	Viharkárok helyei dombvidéken /Woelfle nyomán/.	166
37. ábra:	Különböző szélrezsák.	184
38. ábra:	Magyarország Köppen-féle klimatérképe.	203
39. ábra:	A napsütés évi összegének megoszlása 30 éves átlagban Magyarországon /1901-1930/.	207
40. ábra:	A hőmérséklet eloszlása a tenyészidőben /április- szeptember/ /1901-1930/.	210
41. ábra:	Szélirányok gyakorisága Magyarországon /1940-1943/ Szélerősség $\geq 6^\circ$ esetére.	213
42. ábra:	Magyarország csapadék térképe 1901-1930.	217
43. ábra:	Magyarország éghajlatjósági térképe.	221
44. ábra:	A "t" "e" és "R" változásai a szentendrei Dunaág nyugati partján 80 cm magasságban a talajszíne felett	236
45. ábra:	A "t" "e" és "R" változásai a Balaton parti térségében Balatonalmádiban 80 cm magasan a talaj színe felett.	236
46. ábra:	A megvilágítás csökkenése egy záródott bükkállomány belsejében.	240
47. ábra:	A hőmérséklet vertikális irányú eloszlása ekécosban és tölgyesben Pállagon /Berényi D. nyomán/.	243
48. ábra:	A fafaj befolyása a hőmérséklet napi ingadozásának csökkentésére a törzstérben a nyílt térrel szemben	244
49. ábra:	A hőmérséklet nappali alakulása bükkal slátelepített 115 éves 24 m magas tölgyállomány különböző magasságaiban, nyáron.	245
50. ábra:	A hőmérséklet és relatív páratartalom napi menete egy bükkállomány 3 szintjében.	246
51. ábra:	A hőmérséklet napi menetének alakulása egy erdőszült vidéken az erdő különböző állapota eseteire.	247
52. ábra:	A szél mozgása lók- és ernyősvágásban.	249
53. ábra:	A relatív páratartalom változásának típusai erdőállományban.	250
54. ábra:	Az eső eloszlása lomb és tűlevelű állományokban.	253
55. ábra:	A szélsébség eloszlása egy erdeifenyő állományban	255
56. ábra:	A lombkorona hatása a szélsébségre tölgyállományban.	256

57. ábra: A levegő mozgása nyiladékokban a felső széliránytól függően.	257
58. ábra: Állományszegélyek havi napfénytartama égtájanként.	259
59. ábra: Egyenlő árnyékszélességek vonalai az állományszegélyen nyári nap-éj egyenlőségkor.	260
60. ábra: Megvilágítás az erdőszélen.	261

Térkép mellékletek.

61. ábra: A Föld januári izotermái.	274
62. ábra: A Föld júliusi izotermái.	275
63. ábra: A Föld évi izotermái.	276
64. ábra: A Föld évi izonomáliái.	277
65. ábra: A Föld klimatérképe Köppen szerint.	278
66. ábra: Magyarország csapadéktérképe 1901-1940.	279

Meteorológiai műszerek.

Robitzsch-féle sugárzásiró.	279
Angol-rendszerű kis hőmérőházikó.	280
Állomásmérő.	281
Six-féle maximum-minimum hőmérő.	281
Szellőztetett pszichrométer maximum és minimum hőmérővel.	282
Sekély telejhőmérő.	282
Lamont-szekrényes telejhőmérők.	283
Fuess-féle állomás-barométer.	283
Wild-féle nyomólapos szélzászló.	284
Csapadékmérő.	284
Wild-féle párolgásmérő.	284
Piche-féle párolgásmérő.	284
Higrométer.	285
Poliméter.	285
Campbell-Stokes-féle napfénytartammérő regisztráló szelagokkal.	286

Táblázatok jegyzéke.

1. A permanens atmoszféra vegyi összetétele.	6
2. A napsugárzás havi eloszlása különböző tényezők hatásá- sá alatt cal/cm ² min.	18
3. A sugárzás mérlege.	27
4. Különböző hőmérő osztások.	29
5. Néhány telejelkatrészfajhője és hővezető képessége.	32
6. Hőmérsékleti amplitudó változása a szélességi körökkel.	42
7. Budapest és Sopron évi légnyomásmenete a fekvésük magassá- gában /1901-1930/. Az első 7-es számjegy elhagyásával.	54
8. Besufort-skála.	64
9. Szélirányok gyakorisági menete Sopronban évszakonként.	68
10. A levegő telítési nedvessége.	85
11. A párányomás és relatív páratartalom júliusi napi menete Budapesten.	91
12. A relatív páratartalom évi menete Budapesten és Sopronban.	92
13. Abszolút páratartalom magassági eloszlása Europa felett.	93
14. A relatív páratartalom magassági elterjedése Németország felett.	93
15. Abszolút és relatív páratartalom elterjedése szélességi fokok szerint.	94
16. A párolgás középértékei az északi félteke különböző széles- ségein.	98
17. A borultság menete Budapesten és Sopronban.	110
18. A napfénytartam menete Budapesten és Sopronban.	111
19. Budapest és Sopron évi csapadékmenete.	122
20. Az évi csapadékmennyiségek megoszlása a szélességi fokok szerint az északi-féltekén /cm/év/.	124
21. Időjárási észlelések hazai terminusai.	135
22. Sopron éghajlati adatai.	183
23. Néhány hazai állomás hőmérsékleti szélsősége	208
24. Levegő hőmérsékletének havi eloszlása néhány hazai állomá- son 30 éves átlagban 1901-1930.	209
25. Néhány hazai állomás szélviszonyai.	212
26. A levegő relatív páratartalmának adatai néhány hazai állo- máson.	214
27. Csapadékösszegek mm-ekben, havi eloszlásban néhány hazai állomáson 30 éves átlagban /1901-1930/.	216

28. Adatok a lucfenyő éghajlati kapcsolatainak számításához.	226
29. A 28. táblázat folytatása.	227
30. Nyári középhőmérséklet és a luc-toboz hossza közti korreláció.	229
31. Folyókák szűrőhatása a fény egyes hullámhosszára.	241
32. Erdőtájalaj megvilágítása különböző fafajok esetében.	241
33. A napsugárzás intenzitása a négy főégtáji kitettségben a hónapok átlagos napjára cal/cm^2 -ben.	259
34. táblázat.	269

T a r t a l o m j e g y z é k .

Bevezető 1

I. METEOROLOGIAI ALAPFOGALMAK.

AZ ATMOSZFÉRA ÁLTALÁNOS TULAJDONSÁGAI. 6

Az atmoszféra összetétele. 6

Az atmoszféra kiterjedése és beosztása. 9

METEOROLOGIAI ELEMEEK. 11

A SUGÁRZÁS. 11

Besugárzás /inszoláció/. 15

Kisugárzás /radiáció/. 25

A sugárzás mérlege. 26

A sugárzás jelentősége az élővilágra. 28

A HŐMÉRSEKLET. 28

A szárazföldek és tengerek felmelegedése. 31

Az atmoszféra és a hő. 38

A levegő hőmérsékletének napi és évi menete. 38

A levegő hőmérsékletének magassági eloszlása. 42

A levegő hőmérsékletének horizontális elterjedése. 46

A hőmérséklet jelentősége az élő világra. 48

A LÉGNYOMÁS. 51

A légnyomás napi és évi menete. 53

A légnyomás vertikális elterjedése. 54

A légnyomás horizontális elterjedése. 56

A légnyomás jelentősége az élő világra. 57

A LEVEGŐ ÁRAMLÁSA. 58

A szélirány és a szélereősség napi és évi menete. 68

A Föld szélrendszere. 69

Mérsékelt égövi ciklonok. 72

Tropusi ciklonok. 77

Homokviharok, hóviharok. 78

A kontinensek befolyása a Föld szélrendszerére.

Monzun-szelek. 79

Helyi szélrendszerek. 80

A szél jelentősége az élő világra. 83

<u>HIDROMETEOROK.</u>	84
<u>A levegő nedvessége.</u>	84
Abszolút és relatív páratartalom.	84
A páratartalom napi és évi menete.	90
A levegő páratartalmának vertikális elterjedése.	90
A levegő páratartalmának horizontális elterjedése.	93
<u>A párolgás.</u>	94
A párolgásról általánosságban.	94
A párolgás földrajzi elterjedése.	97
<u>Felhő /felhőzet/ és köd.</u>	98
Kondenzáció.	98
Köd és felhőképződés.	101
Felhősztályozás.	101
A felhők magassága, mozgási iránya és sebessége.	102
A felhőzet mennyisége: a borultság.	109
A felhőzet /borultság/ napi és évi menete.	110
Napfénytartam.	110
<u>A csapadék.</u>	111
Esőképződés.	111
A csapadék osztályozása.	113
Lerakódások, bavianatok.	116
Zivatar.	118
A csapadék napi, évi menete.	119
A hegységek csapadékkiváltó hatása.	122
A csapadék földrajzi elterjedése.	122
A hidrometeorok jelentősége az élő világra.	125
<u>AZ ATMOSZFERA OPTIKAI JELENSÉGEI.</u>	130

- - - - -

II. IDŐJARAS.

<u>METEOROLÓGIAI MEGFIGYELŐ ÉS TAVIRATOZÓ SZOLGALAT.</u>	134
<u>LÉGTÖMEGMOZGÁS SZEREPE AZ IDŐJARASBAN.</u>	137
<u>IDŐJARÁSI TERKÉPEK.</u>	138
A ciklon /depresszió, alacsony légnyomás barometrikus minimum/ időjárása.	140
Anticiklonok /magas légnyomások, barometrikus maximumok/ időjárása.	141
A mellékdepressziók.	142

V-alsó depressziók.	142
Magasnyomású ék.	142
Mélynyomású nyereg.	142
Tegyes izobárok.	142
Akciócentrumok /hatásközpontok/.	143
Időjárási frontok, lesikló felületek hatása az időjárásra.	143
<u>Időelőrejelzés. /Idővárhatás, prognózis./</u>	
Térképes módszer.	150
Távolabbi időre szóló prognózis felállításának módszerei.	150
Időjárási napi jelentések.	152
<u>Időjárási károk.</u>	
Fagykárok.	154
A csepadék kedvezőtlen elosztásából eredő károk.	161
Szélkárok az erdőgazdaságban.	163

III. ÉGHAJLAT.

<u>ÉGHAJLATKUTATÁS.</u>	170
Az észlelési anyag módszeres feldolgozása, éghajlati jellemzők levezetése.	171
<u>Számértékek, törzsértékek.</u>	172
Középek.	172
Szükségtértek.	173
Az amplitudó /ingás/.	173
Összegek.	175
Gyakoriság.	175
Változékonyság.	176
Közepes eltérés, közepes anomália.	177
Valószínű hiba.	178
Gazdasági vonatkozású, különleges számértékek.	178
<u>Éghajlati táblázatok.</u>	182
<u>Grafikus ábrázolások, éghajlati térképek.</u>	182
<u>ÉGHAJLATI TÍPUSOK.</u>	185
A tengeri /maritim/ éghajlat.	185
A szárazföldi /kontinentális/ éghajlat.	185

Partvidéki éghajlat /litorális éghajlat/	187
Monszun éghajlat.	187
Hegyi, vagy magaslatti éghajlat.	188
<u>A FÖLD ÉGHAJLATANAK BEOSZTÁSA.</u>	190
<u>W.Köppen éghajlatosztályozása.</u>	190
A. Tél nélküli, tropusi esős öv.	193
Af. Tropusi, esős, erdős éghajlat.	193
Aw. Szavanna éghajlat.	194
B. Száraz éghajlat.	195
BS. Sztyepék /puszták/ éghajlata.	195
BW. Sivatagi éghajlat.	196
C. Mérsékelt meleg, tartós hőtakaró nélküli éghajlat .	196
Cs. Meleg, nyáron száraz éghajlat /klasszikus vagy	
etéziás éghajlat/.	197
Cw. Meleg, télen száraz éghajlat.	197
Cf. Mérsékelt meleg, állandóan csapadékos éghajlat	197
D. Boreális, hideg telü éghajlat.	198
Df. Télen hideg, állandóan nedves éghajlat.	198
Dw-éghajlat.	200
E. Állandóan hideg éghajlat.	201
ET. Tundra éghajlat.	201
EF. Örök fagy éghajlata.	201
<u>A hazai éghajlat a Köppen-féle osztályozás keretében</u> .	202
<u>MAGYARORSZÁG ÉGHAJLATA.</u>	205
Sugárzási viszonyok.	207
Hőmérséklet.	208
A légnyomási és szélviszonyok.	212
A levegő páratartalma.	214
Csapadékviszonyok.	215
Az éghajlatjóság mértékszámának elosztása az ország	
területén.	220
Frontátvonulások az ország területén.	222
<u>AGROMETEOROLÓGIAI KUTATÁSOK.</u>	223
Növényfenológia.	224
Az időjárási elemek és növényfejlődés közötti kapcso-	
lat kimutatása.	225
<u>MIKROKLIMA.</u>	231

<u>A makroklima módosulása tavak és folyók parti környezetében.</u>	234
<u>Az erdő éghajlata.</u>	238
a./ <u>Allományéghajlat.</u>	238
Sugárzás.	239
Hőmérséklet.	242
Páratartalom.	250
Csapadék.	251
A szél.	254
b./ <u>Allományszegélyek éghajlata.</u>	258

Függelék:

<u>TERMESZETATALAKÍTÁS.</u>	264
Irta: Roller Kálmán egyetemi docens	
Az erdő éghajlatmódosító hatásának egyes tényezői.	264
Öntözés.	270
Nemesítés.	272
+ - - - - -	
<u>Térkép mellékletek.</u>	274
<u>Meteorológiai műszerek.</u>	279
Műszerábrák rövid ismertetése.	287
Ábrák jegyzéke.	293
Táblázatok jegyzéke.	296

- - - - -

