

Narodna in univerzitetna knjižnica
v Ljubljani

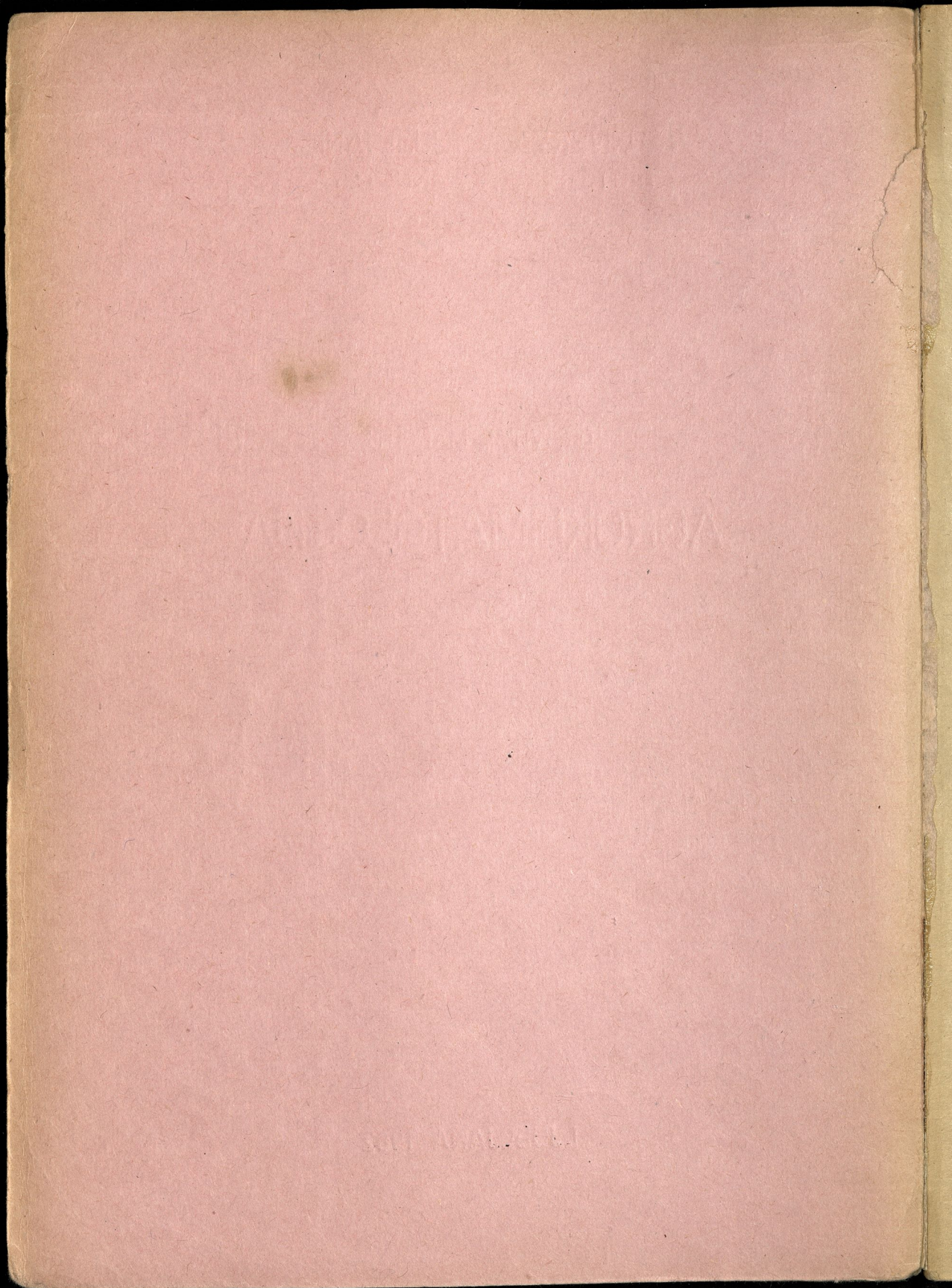
181334

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

DR. VITAL MANOHIN

AGROKLIMATOLOGIJA

LJUBLJANA 1962



Univerza v Ljubljani
Biotehniška fakulteta

Dr. Vital Manohin

A G R O K L I M A T O L O G I J A

L j u b l j a n a
1962

II 181334 d₁

II 181334 d₁



D 165/1965

Izdala Biotehniška fakulteta

Avtor: dr. Vital Manohin

Tiskala in založila Univerzitetna založba v Ljubljani

Naklada 500 izvodov

Klimatologija, kot bomo videli, tvori statistično meteorologijo in torej ni samostojna znanost, marveč spada v meteorologijo.

Beseda METEOROLOGIJA je grškega izvora in pomeni "nauk o nadzemeljskih pojavih", t.j. nauk o atmosferskih pojavih ali na kratko " nauk o vremenu ". Beseda KLIMATOLOGIJA je ravno tako grškega izvora in pomeni " nauk o nagibih ". Pod nagibom se tu razume nagib sončnih žarkov, kajti višina sonca nad obzorjem je glavni činitelj, ki vpliva na temperaturo, a s tem tudi na klimo. Oba izraza /t.j. meteorologija in klimatologija/ je vpeljal Aristotel.

Meteorologija spada v fizikalne znanosti, ker proučuje fiziko atmosferskih / vremenskih / pojavov, klimatologija pa je fizikalno-statistična znanost, ker proučuje s statistično metodo razporedbo in medsebojno odvisnost meteoroloških pojavov širom Zemlje. Ker se statistika vedno naslanja le na veliko število elementov / na takozvane kolektive /, tvori klimatologija nauk o kolektivih vremenskih pojavov, t.j. nauk o vremenu dolgih razdobij. S tem se klimatologija strogo loči od ožje meteorologije, ki proučuje fizikalni proces vsakega posameznega vremenskega pojava / klimatologija pa le kolektiva /. Vreme dolgih razdobij, t.j. kolektiv vremenskih pojavov, zopet ne tvori neke fiksne predstave, kajti vreme je iz dneva v dan drugačno, vendar se v dolgem razdobju opredeli neko ravnotežje med " neskončno majhnimi " sestavnimi delci kolektiva, t.j. med vremenskimi pojavi. To ravnotežje se imenuje " REZULTANTA KOLEKTIVA ". Rezultanta kolektiva vremenskih pojavov se imenuje KLIMA ali PODNEBJE in ustrezni nauk je klimatologija ali podnebeslovje. S stališča matematične znanosti moremo definirati pojem klime kot časovni integral, kjer tvori infinitezimalni element - vreme posameznega dneva, t.j. $K = \int_0^t ds \dots /1/$; ds = vreme posameznega dneva, t = razdobje mnogih let. Ta integral, t.j. rezultanta neskončne vsote infi-

nitezimalnih delcev ima svoj pečat na rastlinstvu, živalstvu, hidroloških in pedoloških razmerah kraja. Tako si moremo na osnovi proučitve rastlinstva in drugih naštetih činiteljev indirektno ustvariti verno predstavo o klimi. Tovrstni nauk se imenuje **INDIREKTNA KLIMATOLOGIJA** in dobro služi za proučitev klime iz davne preteklosti na pr. iz geoloških dob, ko še ni bilo nikakih meteoroloških merjenj, a iz katerih so na razpolago ostanki rastlinstva in drugo. Klimatološka statistika pa določa klimo z mnogimi karakterističnimi številčnimi pojmi, kjer se medseboj prepletajo aritmetični povprečki, frekvence / pogostnosti, oziroma verjetnosti /, ekstremi, deviacije / odkloni /, mediane itd. in še s **KLIMATSKIMI INDEKSI**, ki tvorijo neke empirične formule. Ker se vreme določa z mnogimi vremenskimi elementi, se tudi klima določa z mnogimi elementi. Glavni meteorološki, a zato tudi klimatološki elementi so naslednji: 1/ temperatura, 2/ zračni pritisk, 3/ veter, 4/ vlažnost, 5/ oblačnost, 6/ padavine, 7/ izhlapevanje, 8/ osončenje. Klimatologija se običajno zadovoljuje le s temperaturo, padavinami in izhlapevanjem, vendar za specialne potrebe, zlasti pa za potrebe agronomije, so zelo važni tudi drugi navedeni elementi, med njimi pa osončenje. Praktične potrebe so izoblikovale iz meteorološko-klimatološke znanosti ožje usmerjene specializacije. Tako delimo meteorologijo in klimatologijo v naslednje skupine: a/ teoretična ali dinamična meteorologija / klimatologija /, ki zgolj teoretično proučuje vreme in klimo širom Zemlje, b/ sinoptična meteorologija / klimatologija /, ki zasleduje z vremenskimi kartami gibanje in razvoj vremena / klimatskih anomalij / in proučuje vzroke ter posledice tovrstnih pojavov. Sinoptična meteorologija / klimatologija / se bavi tudi z napovedovanjem vremena za krajši / sinoptična meteorologija / in daljši / sinoptična klimatologija / rok; c/ letalska meteorologija / klimatologija /, ki proučuje vse, kar je za letalstvo važno. Letalska meteorologija / klimatologija / tvori specializirano sinoptično meteorologijo / klimatologijo /, d/ pomorska meteorologija / klimatologija / podobno

kot letalska proučuje vreme in klimo nad oceani in morji ter učinek vremena na stanje oceanov in morij in to v zvezi z varnostjo plovbe; e/ agrarna meteorologija / klimatologija / ima za nalogo proučitev vpliva vremena in klime na rastlinstvo, živalstvo in tla in v zvezi s tem dajati navodila znanstveni agronomiji; f/ forestična meteorologija / klimatologija / proučuje vpliv vremena oz. klime na gozdove in daje navodila znanstvenemu gozdarstvu; g/ medicinska meteorologija / klimatologija / proučuje vpliv vremena oz. klime na zdravstvo in v zvezi s tem daje važne informacije zdravstveni zaščiti in podatke za lokacijo sanatorijev; h/ urbanistična meteorologija / klimatologija / proučuje vpliv mest in naselij na vreme in klimo in v zvezi s tem rešuje nalogo najboljše razporedbe ulic, hiš, tovarn, vrtov in parkov; i/ depozitna / skladiščna / meteorologija / klimatologija /, se bavi z meteorološkimi razmerami, ki nastajajo v skladiščih, silosih, v ladijskih skladiščih itd.; k/ habitálna oziroma stanovanjska meteorologija / klimatologija / t.j. meteorologija ozir. klimatologija stanovanj in zaprtih prostorov; l/ meteorologija oz. klimatologija prometnih sredstev, ki se bavi s proučitvijo meteoroloških razmer v avionih, vlakih, avtobusih, tramvajih itd.

Naša skripta pa bodo obravnavala problematiko le agrarne klimatologije, oz. meteorologije / klimatologija in meteorologija se med seboj vedno tesno prepletata! /, mimogrede pa tudi forestične klimatologije. Predno pa pridemo na ustrezno snov, moremo še spoznati osnovne pojme iz fizikalne meteorološko-klimatološke discipline.

I. poglavje

Fizikalno bistvo meteorološko-klimatoloških elementov in metode njihovega merjenja.

1/ TEMPERATURA. V praksi razumemo pod temperaturo tisto veličino, katero nam kažejo termometri. Vendar termometri kažejo vedno svojo lastno temperaturo, ki more biti bistveno različna od temperature zraka, oz. temperature tistega telesa, katerega temperaturo hočemo izmeriti. Zato obstoji dokaj zamotana tehnika merjenja temperature, ki se imenuje " TERMOMETRIJA " / glej kasneje !/. Teoretična fizika definira pojem temperature na tri različne načine: a/ z znanim termodinamičnim ciklom Carno / razlage se moramo vzdržati, ker je pretežka za agronome, sicer pa to razlago lahko najdemo v vsakem učbeniku termodinamike / in b/ z kinetično energijo molekul z formulo $w = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T \dots /^2$, kjer w pomeni povprečno kinetično energijo molekul / kinetična energija teles se določa s produktom $w = \frac{mv^2}{2}$, kjer m pomeni maso telesa, v pa hitrost telesa/, T = temperaturi po Kelvinovi skali / glej kasneje !/, k pomeni Boltzmannovo konstanto, ki znaša za pline 1,38. 10⁻¹⁶ erg/grad. Kinetični energiji molekul pravimo " TOPLOTA " in ta pomeni najpreprostejšo obliko notranje energije materije, kajti ustreza poljubno-neurejenemu in tudi urejenemu gibanju molekul; c/ toploto vežemo s temperaturo tudi po formuli $Q = s \cdot T \dots /3$, kjer s pomeni takozvano specifično toploto, t.j. količino toplote, ki je potrebna za segrevanje 1 grama tiste snovi za 1°C. Toplota torej ni temperatura! in se strogo loči od temperature po tem, ker je toplota energija, ki se lahko meri s kalorijami ali z jouli, a v enoti časa z Wati, a nikakor, ne v stopinjah! Temperatura je sicer povezana s toploto / z Boltzmannovo konstanto oz. s specifično toploto/, vendar je zamenjava enega pojma z drugim nedopustna.- Ne smemo na pr. zamenjavati kilometraže z litri benzina: če nas na pr. kdo vpraša, kako daleč je do Bleda, ne moremo odgovoriti " 8 litrov benzina", misleč pri tem na litre, katere porabi naš avto do Bleda, četudi je med litražo in kilometražo tesna zveza! Žal, večina agromov, še celo nekateri učbeniki, pogosto uporabljajo izraz " toplota " namesto " temperatura ". Da ta ločitev ni gola formalnost se vidi še iz naslednjega: temperatura, na pr.

10° ne pomeni enake toplote; - pri nižjem zračnem pritisku je toplote v zraku kljub enaki temperaturi manj, kot pri višjem, vlažni zrak ima pri enaki temperaturi več toplote kot suhi itd. Deset stopinj na Kredarici pomeni približno za eno tretino manj toplote kot v Ljubljani. Še večja nesoglasja nastanejo, če se nanaša temperatura na različne predmete: na pr. voda ima pri enaki temperaturi in enakem volumenu 4200 krat več toplote kot zrak, žitni klas pa kakih 100 krat več kot zrak enakega volumena itd.! Ker rabimo v agroklimatologiji tako pojem temperature kot pojem toplote, ne moremo več zamenjavati enega pojma z drugim!

Temperaturo merimo s termometri, a toploto s kalorimetri. Nauku o merjenju temperature pravimo "termometrija". Razlikujemo več vrst termometrov: živosrebrne, alkoholne, bimetalne, Bourdonove in električne. Živosrebrni in alkoholni termometri so narejeni iz steklene cevi s kapilarnim kanalom, ki je na enem koncu zaprta, na drugem pa se širi v obsežni rezervoar. Živo srebro ali alkohol v rezervoarju se širi ali krči, v zvezi s spremembo temperature in zato močno koleba višina živega srebra / alkohola / v kapilarni cevi. Da bi mogli lažje videti višino živega srebra / alkohola / v kapilarnem kanalu, ima cev v smeri proti nam vzboklino, ki optično deluje kot leča in navidezno naredi iz stebrička, ozkega kakor las - razmeroma široki, dobro vidni trak / glej skico št. 1/. V živosrebrnem termometru je v kanalu nad živim srebrom brezračni prostor / vakuum/, a v alkoholnem - žlahtni plin pod pritiskom. Žlahtni plin zmanjšuje izhlapevanje alkohola, ki bi sicer s svojimi hlapci napolnil prostor v kapilari nad alkoholom; pri nižji temperaturi bi se del teh hlapov izločal v obliki kapljic na stenah kanala. Zaradi tega višina alkoholnega stebrička v cevi ne bi bila več enoznačna funkcija temperature. Tudi v živosrebrnih termometrih, če so ti namenjeni merjenju visokih temperatur / v laboratorijih / se nahaja, zaradi enakih razlogov, nad živim srebrom v cevi žlahtni plin. Problem je tudi termometrsko steklo. - Navadno steklo se namreč po izdelavi postopno ali sunkovito krči in bi bili zato termometri

iz takega stekla kaj kmalu netočni. Zato je bilo treba iznajti metodo " umetnega staranja stekla " in šele tako steklo, ki se torej ne more več bistveno krčiti, uporabljati za termometre. Umetno postarano steklo se imenuje termometrsko, vendar niso vse metode umetnega staranja enakovredne. Najboljša metoda je metoda Jeanske steklarne in imajo termometri, ki so narejeni iz jeanskega stekla, ob svoji hrbtni ali bočni strani vijoličasto črto, kar je tovarniški znak, da je ta termometer narejen iz jeanskega stekla. Termometri iz jeanskega stekla so še po dvajsetih letih točni najmanj do $0,2^{\circ}$ C. Če termometer ni narejen iz jeanskega stekla, potem zna nenadoma odpovedati in prične kazati bistveno višjo temperaturo kot sicer. Zato ne smemo slepo verjeti vsakemu termometru.

Za pravilno merjenje temperature zraka je še zelo važno termometer pravilno namestiti: če obesimo termometer na zid, potem bo bistveno zaostajal za kolebanjem temperature v zraku, kajti zid ima veliko toplotno kapaciteto in se zato mnogo počasneje segreva ali hladi kot zrak, kar seveda vpliva na termometer na zidu. Zaradi podobnih razlogov ne smemo nameščati termometrov na vrata ali preblizu oken. Po možnosti moramo termometer namestiti čim dlje od kakih večjih predmetov. Važno je tudi zaščititi termometer tako pred soncem, kakor pred svetlobo sploh. Sonce namreč segreva predmete vsakega po svoje nad temperaturo zraka / glej poglavje o sončni energiji in mikrotemperaturnem polju! / in tako tudi termometer, ki je izpostavljen soncu, ne kaže več temperaturo zraka, marveč svojo lastno. Podobno je tudi s svetlobo, ki je v senci. Tudi svetloba, ki je razpršena v senci, segreva predmete nad temperaturo zraka, zlasti če je pokrajina zasnežena in če istočasno sije sonce skozi sloj prozornih belih oblakov: tedaj je v zraku toliko svetlobe, da ta dvigne temperaturo termometrov za 5 do 10° C! Zato nameščajo termometre v posebne bele hišice / lesene / z žaluzijami, ki odbijajo večji del svetlobe, a obenem z lahkoto propuščajo cirkulacijo zraka / skica št. 2 /. Pravilno mer-

jenje temperatur zraka moremo doseči tudi brez hišice, če termometer dobro ventiliramo, na pr., če ga privežemo na vrvico in nato vrtimo kot pračo / z rezervoarjem na zunanjo stran/. Veter namreč hitro odstranjuje preogretost / a tudi preohladitev / predmetov. Običajno pa v to svrho dodajajo termometru ventilacijsko napravo, ki se imenuje ASPIRATOR. Termometer z aspiratorjem je ASPIRACIJSKI ali ASSMANNOV / ime izumitelja / termometer. Vendar aspirator ne dodajajo enemu samemu termometru, marveč sistemu dveh enakih termometrov, kajti če enemu od njih dodamo na rezervoar mokro krpico, potem s tem sistemom merimo ne samo temperaturo, marveč še vlažnost zraka / glej poglavje o vlažnosti/. Sistemu omenjenih dveh aspiriranih termometrov pravimo "ASSMANNOV ASPIRACIJSKI PSIHROMETER" / v razliko od neaspiracijskega Augustovega, ki je sestavljen iz dveh enakih termometrov brez aspiratorja/. Assmannov psihrometer nam daje dovolj pravilne vrednosti tudi brez kakršnekoli zaščite pred soncem in svetlobo in je zato zelo prikladen za terensko merjenje, ki se v agroklimatologiji na široko izvaja. Za avtomatsko merjenje najnižjih in najvišjih dnevnih temperatur se uporabljajo EKSTREMNI TERMOMETRI : Minimalni termometer, t. j. termometer, ki avtomatsko beleži najnižje temperature / razen tega tudi kaže trenutno temperaturo / je vedno alkoholn, uporablja se v vodoravni legi in ima v kapilarnem kanalu stekleni plavač. Menisk / t. j. površinska napetost, ki nastaja na površini tekočin, kot posledica molekularne privlačnosti / vleče za seboj stekleni kazalec in ga pusti tam, kjer je bila dosežena najnižja temperatura. Pozneje, ko se temperatura dviga, alkohol nemoteno teče od kazalca, ne da bi ga kaj premaknil. - Noter, v alkoholu ni napetosti, kot jo ima menisk. Maksimalni termometer, t. j. termometer, ki avtomatsko beleži le najvišjo temperaturo / in v razliko od minimalnega ne kaže trenutne temperature /, je vedno živosrebrn. Ta termometer se lahko uporablja v normalni, t. j. vertikalni legi, a zaradi enotnosti z minimalnim, se tudi ta namešča v isto stojalo v vodoravni legi. Maksimalni termometer ima med rezervoarjem in kapilarnim kanalom zoženo me-

sto, ki se imenuje " grlo ", da se tu živo srebro ob padanju temperature pretrga. Zato ostane živosrebrn stebriček v kapilarni cevi v isti višini, kot je bila dosežena najvišja temperatura. Z močnimi tresljaji spravimo živo srebro iz kapilare skozi grlo nazaj v rezervoar in je tako termometer zopet sposoben za svojo nalogo. Medicinski termometer / za merjenje vročine / je tudi maksimalni. Poznamo še kombinirani živosrebrno-alkoholni termometer, ki se imenuje po izumitelju SIXOV. Ta termometer je narejen iz cevi upognjene v obliki črke U in ima, namesto kapilarnega kanala, mnogo širši kanal. Cev ima na obeh koncih rezervoarje, eden je velik in je do kraja napolnjen z alkoholom, drugi pa je precej manjši in je napolnjen le do polovice z alkoholom. Kanal cevi pa je deloma napolnjen z živim srebrom / spodnji del / deloma pa z alkoholom, ki plava nad živim srebrom in ki sega še v rezervoarja. Nad živim srebrom plavata v obeh krakih cevi / v alkoholu / dva železna - emajlirana kazalca. Ko se temperatura dviga, se alkohol v do kraja napolnjenem rezervoarju širi in ker tam nima prostora, uhaja v ustrezni kanal, s tem pa potiska živo srebro iz tega kanala v kanal drugega kraka. Zato se živo srebro v kanalu, ki je zvezan z napolnjenim rezervoarjem znižuje, a v nasprotnem kanalu vzdiguje. Do polovice napolnjen manjši rezervoar pa ima dosti prostora za sprejem dotekajočega alkohola iz kanala. Če temperatura pada, se alkohol umika nazaj v polni rezervoar, a s tem bi moral nastati med ustreznim stebričkom živega srebra v kanalu in umikajočim se alkoholom - brezračni prostor. Pritisk zraka in alkoholnih hlapov v do polovice napolnjenem rezervoarju pa je vedno toliko močan, da bliskovito potisne ves steber živega srebra z alkoholom vred v smer vakuuma in s tem likvidira vakuum. Živo srebro in alkohol se zato premikata v smer proti polnemu rezervoarju. Živo srebro v obeh krakih nam kaže temperaturo, le da krak, ki je zvezan s polnim rezervoarjem, pomeni OBRNJEN TERMOMETER in pomenijo tu stopinje nad ničlo - negativno temperaturo, a stopinje pod

ničlo - pozitivno. Krak, ki je povezan z do polovice napolnjenem rezervoarjem, je običajni termometer in tu ustreza stopinjam pod ničlo negativna temperatura, a stopinjam nad ničlo - pozitivna. Kazalca v krakih živo srebro premikata navzgor in pustita^v legi najvišjega doseženega stanja. Tako moremo prečitati, razen trenutne temperature in to na obeh krakih cevi, še minimalno temperaturo / na kraku, ki je povezan s polnim rezervoarjem / in maksimalno / na kraku, ki je povezan z do polovice napolnjenim rezervoarjem / in sicer po spodnjem robu kazalcev. Z magnetom premikamo kazalca v izhodiščno lego, t.j. do površine živega srebra. Sixov termometer je zelo udoben in bi ga bilo, če ne bi imel velikih nedostatkov, treba priporočiti praksi: velik nedostatek je, prevelika toplotna kapaciteta termometra, zaradi česar ta prepočasi reagira na kolebanje temperature zraka in zato pri hitrih izpremembah temperature precej zaostaja za temperaturo zraka / ekstremi so bistveno manjši od pravih /. Drugi zelo velik nedostatek je, da zna Sixov termometer nepričakovano odpovedati in sicer tako, da spremeni za več stopinj svoje podatke v korist višjih temperatur. To se dogaja zaradi vpada mehurjev zraka iz do polovice napolnjenega rezervoarja^{kreozot} v/ tako se imenuje vrsta alkohola, ki se rabi v Sixovih termometrih /, zaradi česar se spremeni volumen tekočine v rezervoarjih. Sixov termometer se lahko tudi pokvari, če dolgo leži v vodoravni legi, na pr. v skladišču: tedaj se alkohol / kreozot / ali zrak vrine v območje med živim srebrom in stenami kanala in tako naruši ravnotežje med obema rezervoarji. Podatki takega termometra so napačni!

Termometer, ki sam neprestano registrira svoje podatke z anilinskim črnilom na papirni trak, se imenuje TERMOGRAF. Merilno telo v termografu je bimetalni trak ali tudi Bourdonova cev. Bimetalni trak tvorita dva kovinska lističa, iz različne kovine, ki sta skupno zvarjena v enotem ukrivljen trak. Ker oba lističa ne reagirata enako na spremembo temperature, nastaja zaradi spremembe temperature,

različna ukrivljenost traku. Ta ukrivljenost se prenaša z mehanizmom na vzvod, ki nosi na svojem koncu posebno pero napolnjeno z anilinskim črnilom. Pero se dotika papirnatega traku, navitega na boben z urnim mehanizmom. Urni mehanizem obrača boben, pero pa piše višino temperature. Tako nastane valovita črta, ki je lahko ponekod tudi lomljena, in ki se imenuje TERMOGRAM. Termografi praviloma tečejo en teden in se zato zamenjuje papirnati trak enkrat na teden. Bourdonova cev se tudi uporablja / bolje je rečeno " se je uporabljala " / za termografe. Narejena je iz elastične kovine, ima ploščato obliko / kot bimetalni trak / noter pa je votla in napolnjena z alkoholom. Alkohol se širi ali se krči in to v zvezi s spremembo temperature, zato se Bourdonova cev bolj ali manj krivi, kar registrira pero na papirni trak na bobnu. Bourdonova cev je manj občutljiva na temperaturo v primeri z bimetalnim trakom in se zato v novejšem času skoraj ne uporablja več.

Končno moramo omeniti še električne termometre, ki so narejeni iz tanke, platinaste spirale, ki je nameščena v zaprti stekleni cevčici. Skozi žico sunkovito teče vsa-kih 20 sekund ali v drugih časovnih presledkih električni tok konstantne napetosti. Jakost toka meri mikroampermeter, skala katerega kaže, namesto jakosti toka, ustrezne temperature stopinje. Jakost toka je namreč odvisna pri konstantni napetosti le od upora prevodnika, ta zadnji / t.j. upor / je pri nižjih temperaturah manjši kot pri višjih, zato je tudi jakost toka pri nižjih temperaturah večja. Tok se spušča v določenih presledkih za en trenutek, ker bi drugače tok ogrel merilno žično spiralo. Električni termometri delujejo avtomatsko in običajno prenašajo svoje podatke na razdaljo z opazovalnega prostora v sobo opazovalnice in tam registrirajo svoje podatke na papirni trak. Tovrstnim električnim termometrom pravimo tudi TELETERMOMETRI oz. teletermografi. Tak termometer bi bilo možno na pr. postaviti na vrhu Triglava, a podatke bi beležili na Kredarici ali v Aljaževem domu.

Če raziskujemo razporedbo temperature širom Zemlje, potem vežemo med seboj s črto tiste kraje, ki imajo enako temperaturo. Take črte so IZOTERME. Temperatura pada tudi z nadmorsko višino, a iz dneva v dan zelo različno, kar je odvisno od vremena in letnih časov. Pri preobratu vremena s toplega na hladno, temperatura z višino naglo pada, pri preobratu na toplo pa malo, ali sprva celo raste z višino, zlasti pozimi. Če temperatura z višino raste / namesto tega, da bi padala / pravimo, da imamo temperaturno inverzijo. Hitrosti padanja / ali naraščanja / temperature z višino, pravimo VERTIKALNI TEMPERATURNI GRADIENT. Za enoto gradienta jemljejo padec / oz. dvig / temperature z višinsko razliko po 100-m. V naših krajih pada temperatura z višino povprečno za $0,6^{\circ}$ na sto metrov višinske razlike / pozimi manj, poleti več/. Če temperatura z višino pada, pravimo, da je to "negativni temperaturni gradient", ob inverzijah pa imamo pozitivnega. Temperaturo, oz. izoterme moremo reducirati na enako nadmorsko višino, če izračunamo na osnovi povprečnega gradienta, koliko stopinj moramo dodati opazovani temperaturi, da bi dobili temperaturo v višini morskega nivoja. Take redukcije omogočajo primerjavo toplih in hladnih lokalitet širom Zemlje, vendar v praksi taka redukcija ne pomeni dosti, ker je klima dejansko taka, kot je, t.j. se ustvarja pod vplivom učinkov sonca, vetrov, morij in nadmorske višine, ki je zelo važen faktor in je zato nesmiselno, toliko važen faktor kot nadmorska višina, črtati. Zato bo bolje, če ponazorujemo klimatske karte z dejanskimi izotermami.

Za zaključek tega poglavja moramo še spoznati termometrijske skale. Sodobne termometrijske skale so: Celzijeve / decimalna skala/, Kelvinova / decimalna / in Fahrenheitova / anglo-ameriška skala/. Markantni točki Celzijeve skale sta ledišče, ki se označuje z 0°C in vrelišče, ki se označuje s 100°C , ledišče ustreza temperaturi talečnega snega, kajti led in sneg ne moreta imeti temperature višje od 0°C . Vrelišču pa ustreza temperatura vrele vode pod nor-

malnim barometriškim pritiskom, ki znaša 760 mm ali 1013,3 mb /o zračnem pritisku glej naslednje poglavje /. Pri nižjem zračnem pritisku se namreč temperatura vrelišča znižuje, a pri višjem - se dviga. Kelvinova ali absolutna skala ima stopinje enako velike, kot Celzijeve skala, le da ima ničlo za $273,2^{\circ}$ pod Celzijevo ničlo. Zato je relacija med Celzijevo in Kelvinovo skalo naslednja:

$K^{\circ} = C^{\circ} + 273,2 \dots /4/$, oziroma $C^{\circ} = K^{\circ} - 273,2$, na pr. $10^{\circ} C = 283,2^{\circ} K$, in $290^{\circ} K = 16,8^{\circ} C$. Kelvinova ničla pomeni najnižjo možno temperaturo, kajti tedaj se ustavi gibanje molekul, s tem pa izgine toplota v nič. Kelvinova skala ima veliko vlogo v teoretični fiziki in teoretični meteorologiji. Farenheitova skala ima na zmrzišču 32° , a na vrelišču 212° . Temperatura človeške krvi / $37,2^{\circ} C$ / ima po Farenheitu 100° . Farenheit je postavil svojo ničlo dosti globoko / na najnižjo temperaturo, opazovano v Holandiji v hudi zimi leta 1709 /, da bi se izognil odčitavanju negativnih temperatur, ki se mnogokrat vrši z napako. Farenheitove stopinje so bolj drobne od Celzijevih. Relacija med Farenheitom in Celzijem je naslednja:

$$F^{\circ} = \frac{9}{5} \cdot C^{\circ} + 32 \dots (5), \text{ oziroma } C^{\circ} = (F - 32) \cdot \frac{5}{9}, \text{ n.pr. } 10^{\circ} C = 50 F.$$

S tem lahko zaključimo prvo točko našega poglavja t.j. nauk o temperaturi, toploti in termometrijo.

2/ Drugi omenjeni meteorološki element je ZRAČNI PRITISK. Zračni pritisk do sedaj še ni imel pomembnega neposrednega vpliva na problematiko agroklimetologije, vendar ni izključeno, da je njegov neposredni vpliv na rastlinstvo in živalstvo mnogo večji, kakor se je to do sedaj mislilo. V ostalih panogah meteorološko-klimatološke znanosti, pa je zračni pritisk že sedaj prvenstvene važnosti, ker tvori razporedba pritiska širom Zemlje in z višino " motor vetrov ", a s tem dirigira vremenske pojave in klimo. V medicinski meteorologiji ima zračni pritisk veliko važnost še zato, ker vpliva neposredno na organizem, kajti krvni pritisk drži ravnotežje z zračnim pritiskom, zato reagira

rajo srčni bolniki in revmatiki, ter osebe s starimi, zaceljenimi ranami, z bolečino, / srčni bolniki pa z naduho/ na padanje zračnega pritiska, a živčni ljudje so tedaj bolj nervozni kot običajno.

Izraz " zračni pritisk" po mojem mnenju ni dober in bi bilo bolje zamenjati ga z izrazom " zračna napetost". Pod pritiskom razumemo namreč silo, t.j. veličino, ki ima smer, a take veličine so vektorji. Zračni pritisk pa veličina, ki se loči od sile po tem, da nima določene smeri delovanja, marveč deluje difuzno v vseh smereh in je torej skalarna veličina. Matematično se določa zračni pritisk z odnosom sile na enoto površine, kar pomeni skalarno veličino. Zračni pritisk torej ni sila, četudi je sili zelo podoben. Izraz " zračna napetost " bi popolnoma odgovarjal fizikalnemu bistvu pritiska, kajti napetost je " sila difuznega značaja ", ki deluje v vseh smereh in je zato skalarna veličina. V nasprotju s tem je razlika v zračnem pritisku prava sila, ker ima strogo določeno smer in sicer od višjega pritiska proti nižjemu. Tej sili, t.j. razliki v zračnem pritisku pravimo BAROMETRSKI GRADIENT in ta je vzrok vetrov / glej o tem na koncu tega poglavja/.

Kaj pa je zračni pritisk s stališča fizike ? Galileo Galilei je l. 1606 odkril zračni pritisk in sicer na osnovi sklepa, da zrak mora imeti težo, kot jo imajo vsa druga telesa. Teža zraka naj bi bila " zračni pritisk ". Ker deluje teža vedno navzdol, in sicer pravokotno na vodoravno površino, naj bi tako deloval tudi zračni pritisk / pritisk zraka, kakor bomo videli, deluje v vseh smereh/. Zato so prvotno imenovali zračni pritisk " zračni tlak". Galilejev učenec Torricelli je naredil " tehtnico za merjenje teže zraka ", t.j. tako imenovanega zračnega tlaka. Fizik Boy je imenoval to napravo " barometer " / merilec teže/. Princip barometra je naslednji: če postavimo v posodo z živim srebrom stekleno cev, ki je na enem koncu zaprta in iz katere je do kraja izpraznjen zrak, potem

iztisne zračni pritisk živo srebro iz posode v brezračni prostor v cevi, kajti tu, t.j. v brezračni cevi, ni pritiska. Živo srebro se dvigne v brezračni cevi toliko visoko, da uravnovesi s svojo težo zračni pritisk. Teža živega srebra v cevi barometra je točno enaka teži zračnega stebra enakega premera, ki sega od gladine živega srebra v posodi do zgornje meje ozračja. S tem je Torricelli izračunal težo ozračja, saj ustreza zračni pritisk povprečno okrog 760 milimetrskemu stebričku živega srebra v cevi barometra in to znaša $76 \cdot 13,6 = 1033,6$ gramov na kvadratni centimeter / po novi nomenklaturi pravijo namesto gramov - pondi, kajti gram je enota za maso teža pa je enaka produktu mase z pospeškom; pond je torej teža enega grama pri normalnem zemeljskem pospešku/. Ker se izraža višina živega srebra v cevi barometra v dolžinski meri, t.j. v milimetrih, pritisk pa je odnos sile na enoto površine, je primernejše izražati zračni pritisk z ustreznimi enotami, t.j. z enotami za pritisk. Enota za zračni pritisk je MILIBAR, ki pomeni 1,02 ponda na kvadratni centimeter. Relacija med milimetri in milibari je naslednja: $1 \text{ mb} = \frac{3}{4} \text{ mm}$, oziroma $1 \text{ mm} = \frac{4}{3} \text{ mb}$. Tako bo normalni pritisk t.j. 1033,6 pondov / kvadratni cent., znašal 1013,3 mb. V tehniki služi za enoto pritiska 1 atmosfera, ki ustreza 1000 mb. Kinetična teorija plinov / teoretična fizika / tolmači zračni pritisk in pritisk plinov sploh, kot neprestane udarce molekul zraka / plinov /, ki se kaotično gibljejo v vseh smereh in se medsebojno udarjajo. To zadnje, t.j. " medsebojno udarjanje " določa " napetost plina ", oziroma njegov pritisk. Veza med pritiskom in kinetično energijo molekul je naslednja: $p = \frac{2}{3} n_0 w$, kjer p pomeni pritisk, n_0 število molekul v enoti volumena, w pa povprečno kinetično energijo molekul. Medsebojno trčenje molekul skuša plin razpršiti v nič, zemeljska privlačnost pa vleče molekule v smeri proti središču Zemlje in jih s tem zgoščuje / smeri težnostne sile konvergirajo proti središču Zemlje /. Obe nasprotni tendenci sta bolj ali manj v ravnotežju in tako postane " zračni tlak " , ki ustreza teži zraka / po principu

Galilea /, enakovreden " zračnemu pritisku", oziroma zračni napetosti, ki pomeni učinek impulsov / udarcev / molekul. V zaprtih posodah, na pr. v kolesarski, oz. avtomobilski zračnici pa ni več med tlakom / težo / in kinetičnim pritiskom ravnotežja! Ker tudi v prostem ozračju koleba ravnotežje med tlakom in zračnim pritiskom in to v zvezi z vremenom, koleba tudi zračni pritisk, kar je velikega pomena za vremenske procese. Zračni pritisk / tlak / pa z višino vedno pada, a ne vselej enako hitro:

1/V hladnem zraku pada hitreje kot v toplem, 2/ pri večjem barometriskem pritisku pada hitreje kot pri nižjem, 3/ v vlažnem zraku pada počasneje kot v suhem, / pri vseh enakih drugih pogojih /, 4/ tam, kjer je zemeljska privlačnost večja / v polarnih območjih / pada hitreje kot tam, kjer je privlačnost manjša / pri vseh enakih ostalih pogojih /, 5/ z višino postaja hitrost padca vse manjša in manjša. Zakon, ki določa hitrost padanja pritiska z višino se imenuje Laplaceov zakon / glej skico 4 / in se ta matematično določa tako: $\log \frac{P_2}{P_1} = -\frac{Z_2}{Z_1} \frac{dZ}{18400(1 + \frac{t}{273})} \dots \dots \dots /6/$, kjer p_1 pomeni zračni pritisk na nižjem nivoju / na nivoju z_1 /, a p_2 zračni pritisk na višjem nivoju / ki ustreza višini z_2 /, t pomeni povprečno temperaturo sloja zraka / $z_2 - z_1$ /. Z besedami se Laplaceov zakon glasi tako: če se dvigamo sorazmerno z aritmetičnim zaporedjem / t.j. vedno za enako višinsko razliko/, potem pojema zračni pritisk sorazmerno z geometrskim zaporedjem / t.j. vedno počasneje /; pojemanje pritiska z višino je še odvisno od temperature zraka in inicialnega / početnega / pritiska. Laplaceov zakon pogostokrat služi določitvi višinskih razlik pri terenskem delu, ali v ekspedicijah, in sicer po formuli: $z_2 - z_1 = 18400 \left(1 + 0,00367 \frac{t_1 + t_2}{2} \right) \cdot (\log P_1 - \log P_2) \dots /7/$ kjer pomeni z_1 in z_2 nadmorske višine krajev, t_1 in t_2 ustrezne temperature, p_1 in p_2 pa pritisk. Merjenje višinskih razlik z barometrom (po Laplaceovem zakonu oz. po formuli /7/) se imenuje " barometriško niveliranje". Francos Babinè je priporočil za niveliranje preprostejšo formulo, ki ne potrebu-

je logaritmiranja:

$z_2 - z_1 = 16002 \left(1 + \frac{t}{273} \right) \cdot \frac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2} \dots\dots/8/$. Povprečni padec zračnega pritiska z višino znaša okrog 1 mm za višinsko razliko 11 m, z višino pa je višinska razlika, ki je potrebna za padec pritiska za 1 mm vseskozi večja, na pr. : pri početni temperaturi 0°C , početnem pritisku 1000 mb / 750 mm / in pri padcu temperature z višino za vsak kilometer za 6° , imamo naslednje podatke:

višina:	0 km	2,5 km	5 km	10 km
pritisk pada za 1 mb pri dvigu za	8,0 m	10,4 m	13,8 m	25,6 m
za 1 mm	10,7 m	13,9 m	18,4 m	34,1 m

Višinska razlika, ki je potrebna za padec pritiska za 1 mb ali 1 mm se imenuje BAROMETRSKA STOPNJA. Barometrsko stopnjo je torej z višino vseskozi večja. Za ugotavljanje razlik v pritisku širom Zemlje moramo izmerjene pritiske reducirati na neki določeni nivo, da se s tem izognemo učinku na pritisk različne nadmorske višine. Ta nivo je po večini morska gladina. Če zvežemo kraje, ki kažejo v višini morskega nivoja enake pritiske, z črto, dobimo sistem različnih črt, ki se imenujejo IZOBARE. Razdalja med izobarami pomeni razliko v pritisku in se imenuje BAROMETRSKI GRADIENT. Za enoto gradienta jemljejo spremembo pritiska na razdaljo 111 km/ 111 km ustreza razdalji ene geografske stopinje. / Smer gradienta je vedno pravokotna na izobare in kaže od višjega pritiska / od višje izobare/ k nižjemu / proti nižji izobari/. Gradient je SILA in je torej vektor. Gradient določa smer in jakost vetra: smer vetra je v višini nad 1000 m nad zemljo vzporedna z izobarami, pri čemer leži višji pritisk (višja izobara) desno od smeri vetra (če gledamo v smer vetra). Pri tleh pa seka veter izobare pod nekim kotom, sicer tudi tu leži višji pritisk desno od smeri vetra / v južni polobli se odklanja veter od gradienta na levo stran /. Kotu, katerega oklepa smer vetra s smerjo gradienta pravimo ODKLONSKI KOT. Ta znaša torej pri tleh manj kot 90° , a v višini

je enak 90° . Upoštevati pa je treba, da je smer in gostota izobar v višini po večini drugačna kot v nižini, zato ne moremo, samo po nižinskih podatkih, sklepati na smer in jakost vetra v višini. Jakost vetra je odvisna od gostote izobar, t.j. od jakosti gradienta in od zemljepisne širine: čim gostejše so izobare, tem močnejši so vetrovi. Podrobnosti glej v poglavju " O vetru ".

Živosrebrn barometr je občutljiv tudi na temperaturo, ker je po ustroju podoben velikemu termometru, le s to razliko, da ima rezervoar v barometru manjšo odprtino, termometer pa te odprtine nima. Zato moramo učinek temperature na višino živega srebra v cevi barometra eliminirati. To dosežemo z redukcijo višine živega srebra na 0° , ki se vrši po tabelah. Temperatura barometra odčitavamo po termometru, ki je vedno montiran na živosrebrnem barometru.

Za zaključek tega poglavja moramo omeniti še naslednje:

zračni pritisk je v sobi in od zunaj enak. Zato ni nikake potrebe postavljati barometre od zunaj. Le ob času močnega vetra je zračni pritisk ob vsakem vetrovnem sunku nekoliko drugačen v sobi, kot od zunaj, a ta razlika ni velika in hitro koleba / barografi tedaj pišejo cikcakasto črto/. V zračno-tesnih kabinah na avionih in podmornicah je zračni pritisk seveda drugačen kot od zunaj. Enako velja za zračnice vozil.

Namesto živosrebrnega barometra se mnogokrat poslužujejo bolj udobnega, a zato manj točnega kovinskega barometra ali aneroida. Aneroid tvori nagubano jekleno škatljico / ali več škatljic /, iz katerih je zrak izpraznjen. Napetost jekla vzdržuje ravnotežje z zračnim pritiskom, kar se prenaša na kazalec, ali vzvod, ki piše s črnilom vrednost pritiska na papirni trak. V tem zadnjem primeru imamo pred seboj BAROGRAF, a črta na papirnem traku - BAROGRAM. Aneroid, t.j. kovinski barometr, ki kaže pritisk s kazalcem, ima pogostokrat še napise " dež, " "spremenljivo", " lepo"

itd., vendar je bolje, če napisov ni, kajti napisi ne ustrezajo svojemu namenu: vreme je namreč mnogo bolj odvisno od kolebanja pritiska, kakor od njegove absolutne vrednosti. Poleti in v tropih barometer mnogo bolj napoveduje vreme kot pozimi in v polarnih krajih. Pač pa se vreme more napovedati na osnovi vremenske karte, kjer ima glavno besedo razporedba pritiska širom Zemlje, t.j. sistemi izobar. Ti namreč določajo smer vetra, a vetrovi ustvarjajo vremenske pojave. Aneroid nima redukcije na 0°, kakor jo ima živosrebrn barometer. S tem moremo zaključiti to poglavje. Naslednji meteorološki element je veter.

3/ V E T E R .

Veter nastaja, kot smo že omenili, zaradi razlike v zračnem pritisku. Veter bi moral pihati v smeri gradienta, t.j. pravokotno na izobare, vendar, zaradi rotacije Zemlje, utrpi, odklon na desno / v južni polobli na levo / od smeri gradienta. V višini znaša odklonski kot /kot smo že omenili / 90°. Odklonski sili pravimo CORIOLISOVA / po imenu francoskega inženjerja v XVIII. stoletju, ki je prvi raztolmačil pojav odklona gibajočih se teles/ in ta deluje ne samo na veter, marveč na vsa gibajoča se telesa na pr. na kroglo, avion, vlak itd. Odklonska sila pojema proti ekvatorju, na samem ekvatorju izgine v nič, a v južni polobli menja svojo smer in odklanja vsa gibanja na levo od inicialne smeri / pri vetru na levo od smeri gradienta/. Na tečajih ima Coriolisova sila največjo vrednost. Coriolisova sila ne vpliva samo na smer, marveč tudi na jakost vetra: čim večja je Coriolisova sila, tem manjša je jakost vetra pri enakem gradientu. To dejstvo se vidi iz naslednje enačbe: $V = \frac{4,78}{\sin \varphi} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta n} \dots /9/$, kjer V pomeni hitrost vetra v metrih na sekundo, φ = zemljepisni širini, $\frac{\Delta P}{\Delta n}$ = gradient / ΔP pomeni razliko v pritisku, a Δn pomeni razdaljo 111 km/. Pri gradientu $\frac{\Delta P}{\Delta n} = 1 \text{ mb}$ imamo naslednje hitrosti vetra v prosti atmosferi:

$\rho = 10^{\circ} \quad 20^{\circ} \quad 30^{\circ} \quad 40^{\circ} \quad 50^{\circ} \quad 60^{\circ} \quad 70^{\circ} \quad 80^{\circ} \quad 90^{\circ}$
 $V = 27.4 \quad 14.0 \quad 9.5 \quad 7.4 \quad 6.2 \quad 5.6 \quad 5.1 \quad 4.9 \quad 4.8 \text{ m/sek.}$

Pri tleh je jakost vetra, zaradi trenja, bolj ali manj manjša. Na ekvatorju samemu bi moral doseči veter neskončno veliko hitrost in bi pihal pravokotno na izobare. Zato se tam sproti uničujejo razlike v pritisku. To je tudi vzrok, da nad ekvatorjem ni vetra (tu vlada takozvana "ekvatorska kalma"), razen ob nevihtah (pod vplivom padajočega dežja, ki kakor plaz odriwa zrak s svoje poti) in v višinah, kjer piha čisti vzhodnik (in ta se imenuje " PRA-PASAT "), ki pa ne vsebuje NIKAKEGA GRADIENTA (brezgradientni vzhodnik).

Pri opazovanju vetra moramo beležiti tako smer, kakor jakost. Smer vetra določamo vedno po smeri ODKODER VETER PIHA, ne pa po smeri, kamor veter piha. Na primer: če piha veter od severa proti jugu, potem je to SEVER , če pa piha od vzhoda / proti zahodu /, potem je VZHODNIK itd. Vmesne smeri so: severovzhodnik, jugovzhodnik, jugozahodnik, severozahodnik. Naprave, ki merijo smer in jakost vetra so: 1/ vetrokaz ali vetrnica; 2/ anemograf. Vetrokaz tvori jambor, na vrhu katerega je na kugličnih ležajih puščica z dvojnimi krmilom / skica 5 /, ki se bliskovito obrača v smer nasproti vetru. Puščica kaže torej smer, od koder veter piha in s tem direktno smer vetra. Jakost vetra pa določa vetrnica s tablo, ki pri brezvetrju vertikalno visi, veter pa jo vzdiguje tem višje, čim močnejši je. Lahke table služijo za določitev jakosti šibkejših vetrov, težke pa za močne vetrove. Poleg take table visi skala, ki kaže jakost vetra in to bodisi v stopinjah Beauforta / po imenu francoskega admirala-izumitelja skale/, bodisi pa v metrih na sekundo. Beaufortova skala je približno merilo za jakost vetra in celo omogoča ocenitev jakosti vetra brez kakršnegakoli instrumenta in to na sledeči način:
0 = brezvetrje, 1 = komaj opazni vetrič / odnaša dim od cigarete/,
2 = rahel vetrič, ki se že čuti na licih in premika listje na drevju,

- 3 = slab veter, ki giblje zastave in tanke drevesne vejice,
- 4 = zmeren veter, ki je za spoznanje močnejši od vetra tretje jakosti,
- 5 = precej močan veter, ki šumi v krošnjah dreves in dviga prah z zemlje,
- 6 = močan veter, ki tuli okrog vogalov in ziblje močnejše drevje,
- 7 = viharni veter, ki upogiblje debla tanjših dreves k tlom in skupaj s prahom dviga tudi manjše kamenčke,
- 8 = viharni veter, ki lomi drevesne veje in že pomembno ovira hojo,
- 9 = vihar, ki lomi drevesa in odnaša opeko s streh,
- 10 = orkanski veter, ki ruši dimnike, lomi drevesa, obrača avtomobile,
- 11 = orkan ki ruši hiše, preobrača avtomobile in železniške vagone,
- 12 = uničujoči orkan.

Beaufortova skala je povezana s hitrostjo vetra z naslednjimi številkami: / prva številka pomeni jakost vetra po Beaufortovi skali, a druga jakost izražena v metrih na sekundo /.

0 = 0; 1 = 0,9 ; 2 = 2,4 ; 3 = 4,4 ; 4 = 6,7 ; 5 = 9,3 ;
6 = 12,3 ; 7 = 15,5 ; 8 = 18,9 ; 9 = 22,6 ; 10 = 26,4 ;
11 = 30,5; 12 = 34,8.

Jakost vetra se ocenjuje pri tem z povprečno hitrostjo, ne pa z hitrostjo posameznih sunkov ! Tropski orkani, kot so tajfuni, hurricani in tornado znatno prekašajo stopnjo 12, kajti tam znaša hitrost vetra blizu 100 m na sekundo, a v tornado celo do 200 in več metrov na sekundo. Zato se Beaufortova skala v sinoptični meteorologiji podaljšuje in so že bile zabeležene vrednosti 17 B. Grafična ponazoritev smeri in jakosti vetra se imenuje ROŽA VETROV / skica 6 /.

2/ Anemograf razpolaga, ravnotako kakor vetrnica, z puščico, ki je opremljena z dvojnim krmilom. Puščica pa je pritrjena na os, ki je vložena v votli kovinski jambor. Os ima v jamboru električne kontakte, ki se vključujejo ob obračanju puščice. Tako se more smer vetra registrirati na daljavo / v opazovalni sobi / z električnim mehanizmom. Za jakost vetra

pa ima anemograf štiri polkrogle, ki tvorijo takozvani ROBINSONOV KRIŽ / po imenu izumitelja /. Polkrogle se pod pritiskom vetra obračajo in to tem hitreje, čim močnejši je veter. Na osi Robinsonovega križa je dinamo, ki daje tem več toka, čim hitreje se vrti. Tako torej se registri-
ra tudi jakost vetra z električnim mehanizmom na daljavo.

Obstoje pa tudi druge vrste instrumentov za merjenje jakosti vetra, na pr. Pitotova cev, mehaničen anemograf itd.

Naslednji, za agronoma zelo važen element je vlažnost.

4/ V L A Ž N O S T.

Pod vlažnostjo razumemo vodne hlape, ne pa vodo ! Tako na pr. rosa, slana itd. niso vlažnost ! Ravno tako " mokrota ", t.j. voda, ki se zbira na stenah vlažnih stanovanj ni vlažnost. Osnovni element vlažnosti JE PRITISK / napetost / VODNIH HLAPOV. Barometer nam kaže pritisk / napetost / zraka, a pritisk vodnih hlapov je sestavni del zračnega pritiska. Vodni hlapi namreč tvorijo sestavni del zraka / zrak je sestavljen iz permanentnih plinov, to so dušik, kisik, neon, argon, kripton,ksenon, ogljikov dioksid in variabilnih plinov, to so: vodni hlapi, ozon, amonijak itd./ Pritisk vodnih hlapov se označuje z ozirom na zračni pritisk kot " parcialni pritisk" vodnih hlapov in se označuje z črko e. Ker so vodni hlapi variabilni plin, se njihov pritisk neprestano spreminja. Izkazalo se je, da obstoji zgornja meja, katero pritisk vodnih hlapov ne more prekoračiti. Ta zgornja meja je odvisna zgolj od temperature in se imenuje MAKSIMALNI PRITISK VODNIH HLAPOV, ter se označuje z črko E. Odvisnost E od temperature nam kaže naslednja tabela:

t = temperatura:	- 20	- 10	0	10	20	30	40	50	60	100 °C
E = maks.pritisk:	0,95	2,14	4,58	9,21	17,54	31,82	55,33	92,5	149,4	760,0 mm

Če ponazorimo odvisnost E od t grafično, dobimo parabolo, ki

je prikazana na skici 7. Maksimalni pritisk vodnih hlapov, t.j. E raste z naraščajočo temperaturo vse hitreje in hitreje in pri 100°C doseže normalno vrednost zračnega pritiska, t.j. 760 mm. Zato nastopa pri 100° in normalnem zračnem pritisku vretje vode / pri dvigu temperature neznatno nad 100° pritiska vodna para že močneje kakor zrak in zato uhaja v obliki mehurčkov iz vode/. Odvisnost E od t se da izraziti tudi s formulo in sicer $E = 4,58 \cdot 10^{\frac{7,45 \cdot t}{235 + t}}$ /10/ kjer t pomeni temperaturo po Celzijevi skali. To formulo je izpeljal prvi Magnus in se zato imenuje "Magnusova". Če naredimo razmerje / e : E / /11/, dobimo takozvano RELATIVNO VLAŽNOST, ki ima velik pomen v agro-klimatologiji. Relativna vlažnost je potemtakem pravilni ulomek. V praksi množijo relativno vlažnost s 100 in tako dobijo procent vlažnosti, na pr. pri $e = 4,2 \text{ mm}$, $E = 8,4 \text{ mm}$ dobimo $R = /4,2 : 8,4/ \cdot 100 = 50\%$ /12/. Ker stoji pri relativni vlažnosti maksimalni parni pritisk / E / v imenovalcu, pojema relativna vlažnost z rastočo temperaturo in tem hitreje, čim višja je temperatura. Pri nizkih temperaturah pa učinek spremembe temperature na E ni velik, zato je tudi relativna vlažnost pri nizkih temperaturah le malo odvisna od kolebanja temperature. Tako se v zimski dobi lahko drži relativna vlažnost blizu 100% ves dan, kar se manifestira v celodnevni megli. Poleti pa je, zaradi visokih temperatur relativna vlažnost samo zjutraj velika, kar povzroča izpadanje rose ali meglo, medtem ko po sončnem vzhodu, relativna vlažnost naglo pojema, rosa pa se zato hitro suši, eventuelna megla pa se razblini v nič. Kolebanje aktualnega pritiska vodnih hlapov / e / je pomembno za relativno vlažnost le pri nizkih temperaturah, medtem ko je pri visokih temperaturah to kolebanje v primeri s kolebanjem E neznatno. Naslednji pojem vlažnosti je ROSIŠČE. Rosišče je TISTA TEMPERATURA, do katere moramo ohladiti zrak / ali predmet/ da se v njem / oziroma na njem/ prične izločati megla / rosa /. Rosišče je očitno enako tisti temperaturi, pri kateri se spremeni aktualni

pritisk hlapov e v maksimalnega. Tako na pr. pri $e = 4,58$ mm je rosišče 0°C , kajti ta vrednost / t.j. $4,58$ mm / pomeni maksimalni pritisk pri 0°C . Rosišče je zelo važen pojem v agroklimatologiji ker omogoča predvidevanje najnižjih nočnih temperatur pri jasnem in mirnem vremenu, kar je za obrambo pred slano velike važnosti:

najnižja temperatura se določa z rosiščem ob sončnem zatonu minus 2°C . Tako na pr. če imamo zvečer $e = 4,58$ mm, potem moramo predvidevati padec temperature proti jutru na -2°C (rosišče pri $e = 4,58$ znaša 0°C). Ta napoved velja, če je vsa noč jasna in mirna, vendar lahko z gotovostjo trdimo, da nižje temperature od tako izračunane ne bo / podrobnosti glej v poglavju o obrambi proti pozebam/. Z izrazom $a = 298,9 \cdot /e : T / \dots / 13 /$, pojmujeemo ABSOLUTNO VLAŽNOST, t.j. število gramov vodnih hlapov v prostornini enega kubičnega metra. Če e merimo v milibarjih, potem bo izraz za absolutno vlažnost $a = 217,2 \cdot /e : T /$; T je v obeh primerih temperatura po Kelvinovi skali. Na pr. pri $e = 3,0\text{mm}$ in $T = 282^{\circ} / 9^{\circ}\text{C} /$ imamo a okoli $3,2$ grama v kubičnem metru. V splošnem drži, da so vrednosti absolutne vlažnosti številčno blizu vrednosti pritiska vodnih hlapov, izraženem v mm a pri temperaturi $298,9$ Kelvina = $25,7^{\circ}\text{C}$ sta obe vrednosti / t.j. e in a / številčno identični. Absolutna vlažnost ne daje dosti novega v primeri s pojmom pritiska e , zato ta pojem v agroklimatologiji le redkokdaj uporabljajo. Pač pa absolutna vlažnost enako kakor pritisk e , močno vpliva na temperaturo zraka:

čim višjo vrednost ima a , tem toplejši je zrak !

To dejstvo je utemeljeno v lastnosti vodnih hlapov zavirati infrardeče izžarevanje z Zemlje v vesolje / Zemlja gubi svojo toploto potom izžarevanja z infrardečimi žarki v vesolje/. Na drugi strani povzroča eventuelna ohladitev hiter nastanek megle ali nizkih oblakov, kar sprošča v zrak latentno toploto. Latentna toplota utekočinjenja znaša okoli 600 kalorij na en gram vode in zadošča za segretje enega kubičnega metra zraka za dve in pol stopinje Celzija. Enake količine toplote se porabijo, če voda izhlapeva.

Pri zmrzovanju se sprošča 80 kalorij na en gram vode, oziroma ledu in ravno toliko je potrebno, da se stali en gram ledu. Omenjene vrste toplote se pojavljajo le ob spremembi agregatnega stanja in se zato imenujejo LATENTNA TOPLOTA. Naslednji pojem vlažnosti tvori SPECIFIČNA VLAŽNOST, t.j. število gramov vodnih hlapov v enem kilogramu zraka. Specifična vlažnost se izraža s formulo:

$q = 623 \cdot \frac{e}{p} \cdot \frac{1}{14}$, kjer q pomeni " specifično vlažnost" ,

e = aktualni pritisk vodnih hlapov,

p = zračni pritisk.

Oba pritiska se morata izražati v istih enotah, na pr. samo v milibarih, ali samo v milimetrih, nikakor pa ne mešano ! Specifična vlažnost ima to lastnost, da se ne spremeni toliko časa, dokler se ne prične utekočinjenje / tedaj se q zmanjšuje /, ali pa izhlapevanje / tedaj se q večja/. Na osnovi spremembe q moremo vedeti, koliko hlapov se je utekočinilo, oziroma koliko vode je izhlapelo. Pojem specifične vlažnosti ima velik pomen v meteorologiji oblakov in padavin. Vodni hlapi morejo brez utekočinjenja neposredno preiti v trdno stanje, ali pa obratno - led in sneg moreta izhlapevati brez taljenja. Temu pojavi pravimo SUBLIMACIJA in ta pojav je odločilnega pomena pri nastajanju padavin: Snežinke so vedno proizvod sublimacije !

Zadnji pojem vlažnosti je VLAŽNOSTNI DEFICIT, ki se izraža s formulo: $D = E - e \cdot \frac{1}{15}$ in ima velik pomen pri izhlapevanju.

Merjenje vlažnosti vršimo z dvema osnovnima instrumenti:

a/ s psihrometrom in b/ z higrometrom.

Prvi tvori / kakor smo to že preje videli / dva enaka termometra, od katerih eden ima rezervoar ovit s tanko higroskopsko krpico, ki je namočena. Ker porabi izhlapevanje toploto, kaže vlažni termometer / tako pravimo termometru z mokro krpico/ nižjo temperaturo kot suhi. Na osnovi te razlike moremo izračunati pritisk vodnih hlapov e , a s tem določiti

vse ostale pojme o vlažnosti. Tako se pritisk e / v mm / izračunava po formuli: $e = E' - c \cdot /t - t' /$ ⁷⁵⁵ /16/ za aspirirani / Assmannov / psihrometer in $e = E' - k \cdot /t - t' / \cdot b$ /17/ za ne aspirirani /Augustov / psihrometer. E' pomeni v obeh formulah maksimalni pritisk vodnih hlapov pri temperaturi vlažnega termometra, ki se označuje s t' , b pomeni zračni pritisk v milimetrih, t pa temperaturo suhega termometra, c pomeni konstanto, ki znaša 0,5, a če je krpica zmrznjena, potem 0,43, k je tudi konstanta, ki znaša naslednje vrednosti: če ni vetra, potem je $k = 0,0012$, a pri zmrznjeni krpici 0,001, pri komaj opaznem vetriču je k enak 0,0008, a pri zmrznjeni krpici 0,0007, pri zmernem ali močnem vetru je k enak 0,0007, a pri zmrznjeni krpici 0,0006. Za približno določitev pritiska vodnih hlapov v nižinah zadošča formula: $e = E' - 0,5 / t - t' /$ /18/ za aspirirani psihrometer in $e = E' - 0,9 / t - t' /$ /19/ za neaspirirani psihrometer.

Psihrometer pri zmrznjeni krpici ni zanesljiv. b/ Higrometer je instrument, ki neposredno meri relativno vlažnost, katero kaže s kazalcem kot ura. Merilno telo v higrometru je šopek ženskih razmaščenih las. Lase so zelo občutljivi na relativno vlažnost in pri večji vlažnosti nabreknejo in se podaljšujejo, a pri nižji vlažnosti se krčijo. To spreminjanje las se z mehanizmom prenaša na kazalec, ali pa na vzvod, opremljen s peresom, ki piše na papirni trak ustrezno črnilno črto. V tem zadnjem primeru imamo HIGROGRAF, a črnilni črti pravimo HIGROGRAM. Higrometer je pri temperaturi pod ničlo točnejši od psihrometra, sicer pa je ravno obratno in je psihrometer obenem kontrolni instrument za higrometer. Na relativno vlažnost so občutljivi še : živalska / vijolinska / struna, volna, bombaž, papir, sol, surovi les itd., vendar je las najbolj občutljivejši. Zato v higrometrih uporabljajo izključno le las.

V agroklimatologiji je velike važnosti merjenje

vlažnosti zemlje. Pod vlažnostjo zemlje pa, v nasprotju z vlažnostjo v zraku, razumemo vodo, ne pa vodne hlape. Zato bi bilo bolje preimenovati izraz " vlažnost zemlje " v izraz " vodnost zemlje ". Količino vode v zemlji moremo ugotoviti na različne načine. Eden od njih je naslednji: iz določene globine, vzamejo s posebno napravo, ki se imenuje SONDA zemeljski vzorec, katerega natančno stehtajo in nato namestijo v posebno sušilno aparaturo. Sušilna aparatura je neke vrste zaboj, kjer se dvigne temperatura nad 100° C. Vzorec mora ostati v sušilni napravi kakih 14 ur, nakar se popolnoma posuši. Ta izsušeni vzorec zopet stehtajo, razlika v teži med neizsušenim in izsušenim stanjem istega vzorca pokaže, koliko vode je vseboval vzorec. Tako razumemo pod RELATIVNO VODNOSTJO ZEMLJE / v mnogih učbenikih se imenuje ta pojem "relativna vlažnost zemlje"/ izraz : $R = 100 \cdot \frac{S - s}{s} \cdot \frac{1}{20}$, kjer S pomeni težo vzorca v svežem stanju, s pa težo istega vzorca v izsušenem stanju. V razliko od relativne vlažnosti v zraku se drži relativna vodnost zemlje razmeroma nizkih vrednosti, kajti zemlja je nasičena z vodo že pri vrednostih nižjih od 50 % in samo najboljše vrste zemlje dosežejo nasičenost z vodo pri relativni vodnosti nekaj nad 50 %. Vodnost zemlje moremo meriti tudi s centrifugalnim strojem in sicer tako: vzorec zemlje stavijo v centrifugalni stroj v posebno mrežasto stojalo. Hitrost stroja se počasi veča, dokler se ne prikažejo na zunanji strani vzorca kapljice. Ustrezna hitrost določa takozvani KAPILARNI PRITISK V VZORCU. Kapilarne špranje in pore v zemlji namreč vlečejo vodo s svojim kapilarnim pritiskom, ki je tem večji, čim manj vode je v zemlji. Nobene načelne težave ni, poiskati zvezo med količino vode v zemlji in ustreznim kapilarnim pritiskom. Kapilarni pritisk ima to dobro lastnost, da ni skoraj nič odvisen od kakovosti zemlje, marveč le OD STANJA NAMOČENOSTI ZEMLJE. Količina vode, ki je potrebna za tisto namočenost, pa je v nasprotju s kapilarnim pritiskom, zelo odvisna od kakovosti zemlje: nekatere vrste zemlje /na pr. peščena zemlja, prodnata zemlja, itd./ so že nasičene

z vodo pri mali količini vode, druge / na pr. "črnozjom", ali še bolj glinaste zemlje/ pa potrebujejo za to mnogo večjo količino vode. Količini vode, ki je potrebna za dosigo določenega stanja namočenosti, t.j. vodnosti pravimo LITRAŽA in se izraža z LITRI NA KUBIČEN METER, ali z LITRI NA KILOGRAM zemlje, ali pa tudi z litri na hektar. Vsakemu kapilarnemu pritisku ustreza torej določena litraž tiste zemlje. V laboratoriju moremo sestaviti katalog za različne vrste zemlje, iz katerega lahko razberemo, koliko litrov vsebuje kubični meter tiste zemlje, če znaša kapilarni pritisk tisto vrednost. Enote, s katerimi izražamo kapilarni pritisk, so povsem svojevrstne: kapilarni pritisk zna biti pri suhi zemlji preveliko število in to, če ga merimo na pr. v atmosferah; zato ga izražajo z logaritmom višine tistega vodnega stebra, do katere bi se dvignil ta vodni steber v vodnem barometru, če bi ta vodni barometer postavili pod pritisk, ki vlada v kapilarah. Višino vodnega barometriškega stebra izražajo pri tem v CENTIMETRIH. Tovrstne enote, t.j. logaritem višine vodnega barometriškega stebra se označujejo z črkami PF, ki izvirajo iz angleškega "pressure force" in se imenujejo "PF koeficient". Zveza med PF koeficientom in različnimi stanji namočenosti, t.j. vodnosti zemlje, kaže naslednja tabela:

PF	Višina vodnega barometra v cm	Kapilarni pritisk v atmosferah	Stanje zemlje
0	1	0,0001	preplavljena z vodo
1	10	0,01	
2	100	0,1	
2,7	501	0,5	
3,0	1000	1,0	vlažna
4,0	10000	10,0	
4,2	15849	15,0	
			prvi znaki suše
4,5	31623	31,0	popolna suša
5,0	100000	100,0	
6,0	1000000	1000,0	
			izsušena zemlja
7,0	10000000	10000,0	popolnoma suha zemlja.

K tej tabeli se da dodati še litražo za različne vrste zemlje. Tako moremo dati na enostaven način podatke za umetno namakanje: vemo namreč koliko je vode v zemlji in koliko vode potrebuje zemlja, da nastane ugodno ali optimalno stanje. Razlika med obema veličinama mora biti dovedena po namakalnih napravah. Umetno namakanje na slepo srečo, je možno samo na malih arealih, na pr. na ohišnicah, medtem ko bi to na večjih arealih bilo predrago. Povezava med relativno vodnostjo in PF koeficientom je vidna iz naslednjega premostrivanja: kadar znaša PF koeficient 2,7, je zemlja nasičena z vodo, to se pravi, da zemlja ne more sprejeti niti kapljice vode več, toda drži absorbirano vodo v ravnotežju, tako da voda ne kaplja iz vzorca. Zato $PF = 2,7$ se imenuje KOEFICIENT NASIČENOSTI a tudi EKVIVALENTNA VLAŽNOST / izraz ni povsem pošrečen !/. Če voda kaplja iz vzorca, potem imamo pred seboj PRENASIČENOST in v zvezi s tem pade koeficient PF pod 2,7. Kadar se PF dvigne na 4,2, se pričinja suša, a sprva le za najbolj občutljive rastline, zato se $PF = 4,2$ imenuje SUŠNI KOEFICIENT. Pri $PF = 4,5$ suša zajame vse rastlinstvo in se ta vrednost imenuje HIGROSKOPSKI KOEFICIENT. Pri tem koeficientu ni več medsebojne povezave vode v zemlji, marveč je ta ^{voda} razporejena sporadično, dočim je vmesni prostor napolnjen z vodnimi hlapci. Pri še večjih PF postopno izgineva tekoča voda iz zemlje, a pri največjem možnem PF, t.j. pri $PF = 7$, pa v zemlji ni več niti vodnih hlapov, razen onih, ki se nahajajo v zraku. Določitev ustrezne litraže je možna za glavne koeficiente brez centrifugalnega stroja: če popolnoma izsušen vzorec namočimo do kraja, nato ga pustimo da voda odteče v neko posodo, lahko določimo količino vode v vzorcu, kajti razlika med vzorcem dovedeno vodo in vodo, ki je odtekla v posodo, tvori ABSORBIRANO VODO. Če to litražo podelimo z 1,84, dobimo litražo, ki ustreza sušnemu koeficientu, t.j. $PF = 4,2$ in če delimo z 2,76, dobimo litražo higroskopskega koeficienta. Vodno kapaciteto polja moremo določiti tudi z ugotovitvijo po POROZNOSTI ZEMLJE.

Vsaka zemlja ima namreč pore in špranje, ki se v primeru

nasičenosti polja z vodo, do kraja napolnijo z vodo. Zato pomeni volumen vseh por in špranj obenem volumen vode, ko je polje nasičeno z vodo. Poroznost zemlje pa ugotavljamo takole: vzorec zemlje stehtamo in ugotavljamo njegovo specifično težo / delimo njegovo težo z njegovim volumenom /, nato stisnjemo vzorec v kompaktno maso in zopet ugotavljamo njegovo specifično težo. S tem določamo KOEFICIENT POROZNOSTI po formuli: $P = 100. / 1 - \frac{d}{s} / \dots\dots\dots / 21 /$, kjer P pomeni poroznost v procentih glede na volumen nestisnjenega vzorca, d = specifična teža nestisnjenega, s = specifična teža stisnjenega vzorca. Tako na pr. če znaša specifična teža nestisnjenega vzorca 1,5, a stisnjenega 2,5, potem dobimo $P = 100. / 1 - \frac{1,5}{2,5} / = 40 \%$. To pomeni, da v našem primeru odpade 40 % volumna na pore in kapilare, t.j. na prazni prostor. Ob času nasičenosti polja z vodo mora biti ves ta prazni prostor napolnjen z vodo. Hektarska površina z debelino sloja 1 m vsebuje 10000 m^3 zemlje in odpade pri poroznosti 40 % na pore in kapilare 4000 m^3 . Iz tega sledi, da bo vsebovalo naše polje ob nasičenosti 4000 m^3 vode, oziroma 4000000 litrov. Če delimo to vrednost z 1,84 dobimo litražo, ko se pričenja suša /v našem primeru dobimo okoli 2175000 litrov vode na hektar/ in če delimo z 2,76 dobimo litražo ob pričetku popolne suše, /v našem primeru okrog 1450000 litrov na hektar/. Razlika med vodnostjo /litražo/, ki je trenutno v zemlji in tisto vodnostjo /litražo/, ki ustreza suši, se imenuje EFEKTIVNA VODNOST, kajti ta litraža je rastlinstvu na razpolago. Sicer rastlinstvo le deloma porabi razpoložljivo vodo, ki je v zemlji, kajti precejšen del vode izhlapeva zemlja neposredno.

Merjenje vodnosti zemlje in izračunavanje vodne bilance je možno tudi po metodi sovjetskega agrometeorologa Popova. V to svrho se v zemljo zakopljejo 3 enake posode, do vrha napolnjene z zemljo, tako da leži nivo zemlje v posodi v isti višini kot nivo zemlje od zunaj. Struktura zemlje in njena poraščenost morata biti od zunaj in

v posodi popolnoma enaka. Posode pa se razlikujejo med seboj le po ustroju dna in prostoru pod dnom: ena posoda ima nepropustno kovinsko dno, druga ima sitasto dno, ki propušča vodo iz posode v zemljo in obratno, t.j. iz zemlje v posodo, tretja pa ima ravno tako sitasto dno, toda pod dnom se nahaja lijak, ki je nastavljen v vrč; ta zadnji je torej zakopan pod lijakom. Voda more iz te tretje posode odtekati v vrč pod lijakom, ne more pa dotekati nazaj v posodo preko dna. Zraven teh treh posod se zakoplje v zemljo še posoda za merjenje padavin, t.j. ombrometer, tako, da je rob ombrometra zravnán z zemljo. Po predpisih ima ombrometer okrog jamo, ki preprečuje, da nebi v ombrometer odletavale drobne kapljice dežja, ki nastajajo ob udarcu večjih dežnih kapljic ob zemljo. Po mojem mnenju pa bi bilo bolje, če bi bila zemlja okrog ombrometra v enakem stanju, kakor okrog treh zakopanih posod: saj odbite kapljice dežja nemoteno padajo tudi v druge posode! Ombrometer mora biti po možnosti enakega premera kot tri merilne posode. Vse tri posode se vsak dan potegnejo s posebnimi kleščami iz zemlje in se precizno stehtajo, po tehtanju pa ostane posoda z nepropustnim dnom na svojem mestu, dve drugi pa zamenjata mesto. Tovrstna zamenjava posod je potrebna zaradi kompenzacije morebitne neenakosti v strukturi zemlje, ki se sčasoma pojavlja pod vplivom padavin, sonca in drugih faktorjev. Po kolebanju teže posod vidimo, koliko vode se je v zemlji absorbiralo, koliko pa jo je izhlapelo in po količini vode v vrču pod lijakom vidimo, koliko vode je prodrlo v globlje plasti. Ob času suše dobiva posoda s sitastim dnom / brez lijaka / vodni tok iz spodnejših in zato vlažnejših zemeljskih plasti. Tedaj pojema teža te posode iz dneva v dan počasneje kot teža ostalih dveh posod. Če odštejemo iz spremembe teže posode, ki je nad lijakom spremembo teže posode s sitastim dnom / ki nima lijaka / dobimo količino vode, ki prodira iz zemlje nazaj v posodo, t.j. količino vodnega toka iz globin proti površju. Ob padavinskem vremenu pa voda vedno prodira s površja v globine. Zato bo pokazala največjo spremembo te-

že posoda z nepropustnim dnom, ker tu voda ne more prodirati dalje, medtem ko morata posodi s sitastim dnom pokazati enako spremembo teže. Po količini vode v vrču pod lijakom pa sklepamo, koliko vode je prodrlo dalje v globine. Če to težo, t.j. težo vode, ki je vrču pod lijakom, dodamo spremembi teže posode s sitastim dnom, bi morali dobiti spremembo teže posode z nepropustnim dnom, kajti v tej posodi je zbrana vsa voda, t.j. tista, ki se je absorbirala v zemlji in tista, ki je prodrla v globino. Vendar praviloma popolne enakosti tu ne dobimo, ker voda izhlapeva tudi pri deževnem vremenu in to tembolj, čim bolj mokra je zemlja. Ker je zemlja v posodi z nepropustnim dnom najbolj mokra, saj vsebuje vso vodo, ki je padla na njo, mora tudi močnejše izhlapevati, kakor zemlja v drugih dveh posodah. Zato bosta pokazali posodi s sitastim dnom, če jima dodamo težo vode v vrču pod lijakom, nekoliko večjo spremembo teže, kot posoda z nepropustnim dnom. Na podlagi tovrstnih primerjav v spremembi teže in količini padavin, moremo izračunati glavne elemente vodne bilance zemlje, in sicer izhlapevanje, akumulacijo vode v zemlji in vodni tok, ki je lahko usmerjen v globino a tudi nazaj. To dosežemo s formulo: $i = R - b_i - p_i \dots\dots\dots /22/$, kjer i na levi strani enačbe pomeni količino izhlapele vode, indeks i na desni strani enačbe, da se nanašajo vrednosti na posodo, ki ima pod seboj lijak; R = količino padavin; b_i = spremembi teže posode / z lijakom /; p_i = količino vode v posodi pod lijakom. Vse elemente enačbe je treba izražati v istih enotah, običajno v mm, kakor padavine / 1 mm ustreza 1 litru, oziroma 1 kg na kvadratni meter/. Prodiranje vode v zemljo, oziroma nazaj iz zemlje se določa s formulo: $p = R - b - i \dots\dots\dots /23/$, kjer p = količina vode, ki je prodrla iz posode s sitastim dnom brez lijaka v zemljo, R = padavine, b = sprememba teže te posode, i = izhlapevanje, ki je izračunano na podlagi podatkov za posodo z lijakom (po formuli 22).

Če dobimo za p negativno vrednost, potem prodira voda na-

zaj iz globin, kar se dogaja ob času sušnega vremena. Povratni vodni tok, to je tok iz zemlje proti površju, ne more doseči pomembnejših vrednosti in se zato negativne vrednosti p sučejo okrog 0,1 kvečjemu 0,2. Če pa so te vrednosti večje, potem bržkone imamo opraviti z neko napako pri merjenju.

Poznamo še Thornthwaitovo metodo za določitev vodnosti zemlje, ki temelji na primerjavi vrednosti za izhlapevanje (ki se izračunava po grafikonu) in padavin (podrobnosti glej poglavje o izhlapevanju). Vodnost zemlje moremo določiti še z gipsovimi vložki, skozi katere se propušča slab električni tok: čim vlažnejši je gips, tem večja jakost toka bo, pri konstantni napetosti. Obstoji še mnogo drugih lažjih ali težjih metod. Nobena iz metod pa ni popolna, zlasti še ne, če mislimo to aplicirati na širši areal / glej podrobnosti v poglavju o izhlapevanju /.

5/ OBLAČNOST IN OSONČENJE.

Pod oblačnostjo razumemo tako oblake, kakor tudi meglo, t.j. pojave, ki bolj ali manj skrivajo sonce oziroma zvezde in luno, in ki spreminjajo barvo neba z modre na sivo ali belo. Za agroklimatologijo je oblačnost zelo važen element, ker stoji v tesni zvezi z osončenjem in splošno osvetlitvijo. Zato je važno razlikovati težke oblake, ki popolnoma skrivajo sonce in bistveno znižujejo svetlobo od lahkih oblakov, ki so za sončne žarke deloma propustni, sicer pa imajo veliko svetilnost. Tovrstni oblaki morejo celo povečati splošno osvetlitev, ker bistveno večajo difuzno svetlobo in s tem večjo osvetlitev v senci in v goščavah. Za rastlinstvo zna biti taka difuzna osvetlitev velikega pomena. Oblačnost beležijo s stopinjami in sicer od 0 do 10 / v sinoptični meteorologiji od 0 do 8/, kjer 0 pomeni popolnoma jasno nebo, a 10 - popolnoma oblačno. Zraven oblačnosti sestavi še indeks, ki ka-

rakterizira moč oblakov: indeks 0 pomeni rahle prozorne / bele/ oblake, ki torej večajo splošno osvetlitev; indeks 1 pomeni zmerne oblake in indeks 2 težke oblake. Medja med vsemi tremi indeksi ni strogo določena in je zato ocenjevanje v obmejnem območju dokaj subjektivno. Objektivno pa lahko beležimo oblačnost z dvema instrumenti: Cambell-Stockesov heliograf, t.j. steklena krogla s stojalom za posebni papirni trak: steklena krogla zbira kot leča sončno svetlobo v ene samo točko, ki pade na papir in se papir tu prežge. Tako vidimo, kdaj in koliko časa je sijalo sonce; če se skriva sonce za prozorne oblake, se papir še vedno žge, četudi z bolj ali manj ožjim pasom, če pa so oblaki dovolj gosti, potem se papir ne prežge več. Šibko zimsko sonce, ki sije skozi meglo ne more prežgati traku, in večinoma ga niti ne osmodi. Važno je, da je steklena krogla vedno brezhibno čista, sicer na primer rosa, ali slana, ki pade na kroglo, prepreči sončnim žarkom dostop do papirnatega traku.

Drugi instrument zabeleženje oblačnosti je FOTOCELICA, ki meri svetilnost neba: jasno nebo ima razmeroma nizko svetilnost, rahla oblačnost pa veliko svetilnost, nebo, ki je pokrito s težkimi oblaki pa ima zopet majhno svetilnost, ki je bistveno nižja od svetilnosti jasnega neba. Solariograf Gorčinskega je instrument, ki natančno beleži sončni sij in njegovo kalorično jakost. Osvetlitev merimo z enotami, ki se imenujejo LUKSI, t.j. s tisto količino svetlobe, katero meče velika sveča na en kvadratni meter površine na razdaljo enega metra. Poletno sonce, ko sije z vso močjo, doseže 150 tisoč luksov, zahajajoče sonce /oziroma vzhajajoče/ je 430 krat šibkejše, to je ima svetilnost le okrog 349 luksov in ga lahko gledamo s prostim očesom. Naše oko ne občuti te velike razlike v svetilnosti med nizkim in visokim soncem, ker se avtomatsko prilagaja na premočno osvetlitev. Osvetlitev je neobhodno potrebna za fotosintezo. Najživahnejša fotosinteza se razvije pri osvetlitvi med 8 in 12 tisočimi luksi, tako

da je polna sončna svetloba za rastlinstvo premočna. Rastline pa se branijo pred premočno osvetlitvijo z gibanjem listja in z zasenčenjem ene z drugo. Zato rastline lažje rastejo v skupinah, kakor posamezno. Človeško oko gubi občutljivost pri večji svetlobi in se nam zato ne zdi podnevi presvetlo, zlasti pa, da je večerno sonce več sto krat šibkejše od opoldanskega. Polna lunina svetloba daje le eno četrtno luksa in je torej 600 tisoč krat šibkejša od polne sončne svetlobe. Tudi to dejstvo je skrito našim očem, kajti zdi se nam, da je lunina svetloba bistveno večja od ene četrtnine luksa. Vloga svetlobe je v agroklimatologiji zelo velika.

6. PADAVINE.

Pod padavinami običajno razumemo le padavine slabega vremena, to so dež, sneg, toča, sode, babje pšeno, vendar pa pozna meteorologija še padavine lepega vremena in sicer: roso, slano in ivje. Tudi sneg v malih količinah more pripadati padavinam lepega vremena, namreč tedaj, kadar pada iz megle pri sicer jasnem vremenu/ v Ljubljani opažamo razmeroma pogosto tovrstni sneg, ki praviloma zajame okolico kolodvora in se širi do tramostovja/. Padavine lepega vremena nastajajo predvsem zaradi ohlajitve predmetov, ali zraka pod rosišče, kar se dogaja v jasnih nočeh. Padavine slabega vremena pa nastajajo v oblakih in sicer zaradi dinamične / adiabatske / ohlajitve zraka v višjih zračnih plasteh. Dinamična / adiabatska / ohlajitev nastaja vsakokrat, kadar pride zrak pod manjši pritisk. To se dogaja, če se zrak vzpenja, kajti v višinah je pritisk nižji. Zrak se lahko vzpenja zaradi preogretosti, na pr. ob sončni pripeki v kasni pomladi in poletju, a v večji meri se vzpenja zaradi trčenja vetrovnih sistemov, pri čemer se toplejši vetrovi vzpenjajo, zaradi svoje manjše teže, nad hladnejše. Prva omenjena kategorija vzpona, t.j. zaradi preogretosti, povzroča razvoj kopastih oblakov in če je proces močan - nevihtnih oblakov z nalivi.

Tako nastajajo, v kasni pomladi in v zgodnjem poletju, popoldanske nevihte pri sicer lepem vremenu. Druga kategorija vzpona, t.j. vzpona ki nastaja zaradi trčenja vetrovnih sistemov, pa povzroča trajnejše in obsežnejše padavine. Ker pravimo meji, kjer sta se trčila dva vetrovna sistema, FRONTA, se imenujejo tovrstne padavine FRONTALNE. Frontalne padavine so praviloma povezane z večjimi spremembami temperature.

Padavine merimo s posodo, ki se imenuje OMBROMETER. Ombrometer je narejen iz cinka in je sestavljen iz treh delov:

- 1/ iz globokega lijaka z ostrimi robovi, da se kapljice dežja ne odbijajo od robov v lijak,
- 2/ iz osnovne posode, t.j. vrča, ki je nastavljen pod lijakom in
- 3/ iz nosilne posode, ki drži vrč in lijak.

Nosilna posoda se tudi pritrjuje na leseni kol, ki je poševno odžagan, da se kapljice ne odbijajo od kola v lijak. Lijak zbira padavine, ki tečejo v vrč. Ker je vrč skrit v nosilni posodi, padavine v vrču le neznatno izhlapevajo. Padavine se namreč merijo ob 7. uri zjutraj t.j. enkrat na dan in samo na observatorijih in postajah prvega reda še ob 19. uri / dvakrat na dan/.

Zato je bilo zelo važno zmanjšati izhlapevanje vode iz vrča do minima. Padavine se merijo z menzuro, ki pokaže, koliko milimetrov padavin je padlo v tem časovnem presledku, t.j. v 24 oziroma v 12 urah. Milimetri padavin pomenijo debelino vodnega sloja, ki bi ostal na zemlji, če bi bila zemlja ravna kot zrcalo in nepropustna za vodo, obenem če ne bi bilo izhlapevanja. Milimetri padavin številčno ustrezajo litrom na en kvadratni meter površine, oziroma 10 tisočim litrov na hektar. Kakor smo že omenili visi ombrometer na kolu, ki je poševno odžagan tako, da je usmerjena odžagana ploskev v nasprotno stran od ombometra. Rob lijaka mora biti v višini 1.5 m nad tlom. Za posebne namene se lahko postavi ombometer tudi v drugih relativnih vi-

šinah, na pr. v primeru Popovega izparitelja: v tem sistemu se ombrometer postavi v višino zemlje. Na razpolago mora biti vedno še rezervni ombrometer, katerega obesimo namesto uporabnega, če močno dežuje, da ne bi ob času merjenja izgubili preveč padavin, ali če pada sneg. - Ombrometer s snegom nesemo v sobo, a na njegovo mesto obesimo rezervnega. Sneg se počasi stopi in tako izmerimo padavine z menzuro. Ombrometer s snegom ne smemo postaviti v pretoplo sobo ali na peč, ker povzročamo s tem pomembno izhlapevanje snežnice s površine lijaka. Ombrometri, ki sami registrirajo padavine se imenujejo OMBROGRAFI. Ombrograf ima nadaljevanje lijaka v kaučukovo cev, ali v cev iz plastične mase, ki vodi padavine iz lijaka v neki zaprti cilindru. V cilindru je plavač, ki nosi lahko kovinsko navpično palico, ki sega skozi ozko odprtino v pokrovu cilindra daleč navzgor. Na palici je pritrjeno pero z anilinskim črnilom, ki piše na papirni trak višino vode v cilindru. Papirni trak pa je nategnjen na boben z urnim mehanizmom kakor je to običajno pri avtografih. Ko se cilindru napolni z vodo, ta ob kritičnem trenutku bliskovito izprazni cilindru po sifonski cevi. Sifonska cev torej povzroča omenjeno izpraznjevanje cilindra in sicer tedaj, kadar doseže voda v cilindru višino obračajne točke v sifonski cevi. Ob izpraznitvi pade plavač na dno cilindra in pero zapiše navpično črto, ki pade na nič. Od tu dalje, če dežuje, se črta zopet dviga. Iz ombrograma, tako namreč pravimo na papirni trak zapisani črti, moremo razbrati ne samo količino padavin, marveč tudi čas, kdaj se je dež pričel, koliko časa je trajal, kdaj je bil močnejši in kdaj šibkejši itd. Zato dajejo ombrografi dragocene podatke o jakosti nalivov, kar je važno ne samo za poljedelstvo, marveč tudi za gradbeništvo. Če pada sneg, se ombrograf ogreva z električno spiralo, ki se avtomatsko vključi in ki se imenuje TERMOSTAT.

Termostat moremo nadomestiti tudi z navadno žarnico. Vendar zaradi gretja del snežnice izhlapeva že iz lijaka, zato

kaže ombrograf manj padavin ob snegu, kot ombrometer.

Zadnji omenjeni meteorološki element je izhlapevanje.

7/ I Z H L A P E V A N J E .

Izhlapevanje je pojav, ki je nasproten padavinam in je zato v klimatologiji ravno tako važen. Izhlapevanje zelo koleba v zvezi s kakovostjo zemlje, s poraščenostjo, z nagibom terena itd. Izhlapevanje ne moremo meriti na enostaven način, kot na pr. merimo padavine ali druge meteorološke elemente. Zaradi tega je nauk o vodni bilanci zemlje dokaj zamotan.

Razlikujemo izhlapevanje z vodne površine, z mokrih predmetov, iz rastlin / transpiracija / in z zemlje. Izhlapevanje z vseh naštetih predmetov poteka povsem različno. Izhlapevanje z vodne površine se določa s formulo: $k = 0,315 \cdot /t - t_1/ \cdot \sqrt{v} \dots /24/$, kjer k pomeni količino izhlapevane vode v milimetrih v teku dneva, t.j. v 24 urah, t = temperaturi vodne površine, t_1 = temperaturi vlažnega psihrometrskega termometra nad vodo, v = hitrosti vetra nad vodo v km na uro. Izhlapevanje vode s površine jezera v teku meseca / v teku 30 dni/ se določa s formulo / po Meyerju /: $k = 15 \cdot /E - e/ \cdot /1 + \frac{9v}{40} / \dots \dots / 25/$, kjer k pomeni izhlapevane vode v milimetrih, E pomeni maksimalni pritisk vodnih hlapov z ozirom na povprečno mesečno temperaturo zraka, e pomeni mesečni povpreček pritiska vodnih hlapov, v = hitrosti vetra v metrih na sekundo v višini 10 metrov nad površjem / v tej višini običajno merijo meteorološke postaje smer in hitrost vetra/. Morska površina izhlapeva manj od sladkovodne in tvori, po italijanskih podatkih za Trst, od 54 do 98 % izhlapevanja s sladkovodnega vodovja. Po japonskih podatkih izhlapevajo oceani 93 - 97 % izhlapevanja s sladkovodnega vodovja. Instrument za merjenje izhlapevanja se imenuje EVAPORIMETER / od irancoskega " evaporer " = izhlapevati/. Poznamo evaporimetre za merjenje izhlapevanja z vodovja in poznamo take evapori-

metre, ki merijo izhlapevanje iz zemlje. Najpreprostejši evaporimeter je Wildov evaporimeter, ki je sestavljen iz plitve posode z ravnim dnom. Posoda stoji na peresni tehtnici, ki kaže spreminjanje teže posode. - Če napolnimo Wildovo posodo z vodo, moremo na skali tehtnice odčitavati količino izhlapele vode. Običajno polnijo to posodo le enkrat na dan in sicer zjutraj in tedaj pade kazalec na tehtnici na ničlo, skala je namreč prilagojena količini izhlapele vode, ne pa težnostnim enotam. Kasneje kaže kazalec določene vrednosti, ki pomenijo količino izhlapele vode, izražene kakor padavine v mm. Wildov izparitelj / evapokimeter/ kaže izhlapevanje le s tiste posode in daje zato le relativno orijentacijo, t.j. čim večje je izhlapevanje z Wildovega evaporimetra, tem večje izhlapevanje je v naravi, vendar iz tega podatka še ni nič znanega o količini izhlapele vode z drugih objektov. Plavajoči Wildov izparitelj, ki ima rob svoje posode zravnán z robom jezera, more precej dobro meriti izhlapevanje iz površine jezera, vendar nastajajo tudi tu, razen tehničnih težav merjenja samega, še precejšnje nepravilnosti: izparitelj se, zaradi izgube vode, dviga nad površje jezera, obenem pa postaja manj dostopen vetru (zaradi padanja gladine vode pod rob posode) in bolj dostopen preogretosti pod vplivom sonca (rob, ki moli iznad vode, se more znatno ogreti nad temperaturo vode). Poznamo še Pichotov izparitelj, ki je narejen iz menzure, obrnjene z odprtino navzdol, kjer je pritrjena krogla iz pivnika. Voda iz menzure napaja pivnik in tu izhlapeva. Tako torej moremo odčitavati po menzuri vrednosti izhlapele vode. Pichotov evaporimeter je boljši od Wildovega, a zahteva previdnejše ravnanje. Posebna prednost Pichotovega evaporimetra je v tem, da je točno znana temperatura površine, ki izhlapeva: ta je namreč enaka temperaturi vlažnega termometra v psihrometru. Vendar daje tudi Pichotov izparitelj le relativne podatke.

Za merjenje izhlapevanja z zemlje oz. iz zemlje poznamo, razen izparitelja Popova, o čemer smo že

pisali, še izparitelj Garnierja. Garnier je zakopal v zemljo veliko posodo, napolnjeno z zemljo / ki je bila tudi poraščena, kakor zemlja v okolju / in je to posodo zvezal pod zemljo s cevjo z precej oddaljenim rezervoarjem. Rezervoar nalivamo do poljubne gladine z vodo in ga pokrivamo, tako da voda ne more dosti izhlapevati iz rezervoarja / rezervoar je obenem skrit v pokriti jami, da ga ne bi ogrevalo sonce/. Voda iz rezervoarja prihaja po cevi v merilno posodo in tam namaka zemljo do enakega nivoja kot je gladina vode v rezervoarju. Po spremembi nivoja v rezervoarju vidimo, kako izhlapeva zemlja. Po metodi Garniera moremo ugotoviti največje možno izhlapevanje, ki se imenuje potencialna evapotranspiracija / potencialna pomeni največjo možno, evaporacija pomeni izhlapevanje z nežive površine, transpiracija pa izhlapevanje iz rastlin/. V to svrho je treba napolniti rezervoar z vodo do vrha, a s tem se namoči tudi posoda z zemljo do maksima. Drugače ne daje tudi Garnierjev izparitelj splošno veljavne vrednosti, ker je stanje namočenosti neenakomerno porazdeljeno širom zemeljskega površja. Z večjim uspehom moremo ugotavljati izhlapevanje z zemljišč z metodo sušenja vzorcev zemlje, kakor je bilo to že razloženo: s sušenjem ugotavljamo količino vode, ki je v zemlji in če to delamo vsak dan, vemo tudi za izhlapevanje. Tudi z merjenjem vodnosti po metodi PF koeficienta moremo sklepati na izhlapevanje. Metodo Popova smo že obrazložili. Ameriški agrometeorolog Thornthwaite pa je priporočil izračunavanje potencialne evapotranspiracije po grafikonih, na osnovi podatkov za povprečne mesečne temperature. Thornthwaitova metoda se nanaša le na mesečne vrednosti in daje dobre rezultate le za dolgoletne povprečke, zato pa ne pomeni dosti v vsakodnevni praksi, pač pa ima velik pomen v problematiki klasifikacije klime. Thornthwaitov grafikon je narejen tako: abscisa ima skalo za potencialno evapotranspiracijo, ki je razdeljena logaritmično / razmaki enakih številčnih razlik se zmanjšujejo proti višjim številom t.j. od leve proti desni/ os ordinat pa skalo za temperaturo / mesečne povprečke /, ki je tudi logaritmično razde-

ljena / razmaki pojemajo od spodaj navzgor/. Od točke 16 na abscisi izvira še ena ordinatna os, ki je enako razdeljena kot temperaturna os, a oštevilčena je z 10 krat večjimi številkami. Ta os se imenuje os letnega kaloričnega indeksa, ali na kratko kalorična os. Letni kalorični indeks pomeni vsoto mesečnih kaloričnih indeksov, ki se določajo po formuli $i = (\frac{t}{5})^{1,514} \dots / 26 /$, kjer t pomeni povprečno mesečno temperaturo. Temperataram 0° in pod nič ustreza kalorični indeks 0. Kalorični indeks se preračunava po tabelah. Letni kalorični indeks vnašamo na kalorično os grafikona in tu postavimo točko. Druga točka leži na določenem mestu grafikona in sicer na križanju koordinat 135 na abscisi in 26,5 na ordinati /na temperaturni osi/. Ta točka se imenuje konvergenčna. Nato zvežemo obe točki s premico, namreč točko letnega kaloričnega indeksa in konvergenčno točko. Ta premica se imenuje položajna ali orientacijska, ker omogoča izračunavanje povprečne mesečne evapotranspiracije na osnovi povprečne mesečne temperature. Povprečno mesečno temperaturo vnašamo namreč na temperaturno os in potegnemo od te točke vodoravno premico do presečišča s položajno premico. Od presečišča vlečemo navpično premico do presečišča z absciso. Presečišče na abscisi pomeni potencialno evapotranspiracijo! Na ta način dobljene številke množimo še s korekturo, ki je odvisna od letnega časa. Thornthvaitov grafikon velja namreč za 12-urni dan in 30-dnevni mesec. Korektura je zbrana v tabelah in tako ne dela težav pri računanju. Thornthvaitov grafikon omogoča določitev dolgotrajnih povprečkov potencialne evapotranspiracije za posamezne mesece in s tem določitev dolgoletne povprečne vodnosti zemlje, kar je zelo važno za karakteristiko klime. Za potrebe vsakdanje operative pa Thornthvaitova metoda ni primerna. Za določitev klime po Thornthvaitovi metodi postopamo takole:

- 1/ vpišemo za vsak mesec njegove povprečne količine padavin in povprečne potencialne evapotranspiracije / potencialne evapotranspiracije smo že prej izračunali po grafikonu, kakor je to bilo obrazloženo/,

- 2/ odštevamo od padavin potencialne evapotranspiracije,
- 3/ pozitivne razlike seštevamo in vpišemo v števec, negativne razlike ravno tako seštevamo in pišemo s pozitivnim znakom v števec drugega ulomka,
- 4/ imenovalec v obeh ulomkih je isti in sicer je enak letni vsoti potencialne evapotranspiracije za vse mesece,
- 5/ množimo opa ulomka s 100 in dobimo tako humidni in aridni indeks. Humidni indeks je tisti, kateremu ustreza ulomek s pozitivnimi razlikami med padavinami in potencialno evapotranspiracijo, a aridni indeks je tisti indeks, ki ima v števcu negativno razliko med padavinami in potencialno evapotranspiracijo. Humidni indeks je torej:

$$I_h = 100 \frac{\text{vsota } V}{\text{vsota } PE \text{ (za vse leto)}} \dots\dots /27/, \text{ kjer } V \text{ pomeni "višek", t.j. premoč padavin nad } PE \text{ (} PE = \text{ potencialna evapotranspiracija)}, \text{ aridni indeks pa se izraža tako:}$$

$$I_a = 100 \frac{\text{vsota } D}{\text{vsota } PE \text{ (za vse leto)}} \dots\dots /28/, \text{ kjer } D \text{ pomeni deficit padavin v primeri s } PE. \text{ Klimatski indeks pa se določi s formulo:}$$

$$I_k = I_h - 0,6 I_a .$$

Aridni indeks se torej pri določitvi klime zmanjšuje za 40 %, kar je utemeljeno z naslednjim: PE je največja možna evapotranspiracija, ki nastaja le tedaj, če so tla namočena a to se dogaja v deževnih razdobjih; v suhih razdobjih pa so tla suha in zato znaša dejanska evapotranspiracija mnogo manj, kakor potencialna. Thornthwaitova izkušnja je pokazala, da se v tem primeru moremo približati pravim vrednostim, če znižamo izračunane vrednosti za kakih 40 %. Ko smo izračunali klimatski indeks, moremo tudi določiti klimo po tabeli:

I_k	K l i m a
nad 100	superhumidna klima, močvirje ali kras,
60 do 100	humidna klima, uspeva visoki gozd,
40 do 60	še humidna, uspeva nizki gozd,
20 do 40	meja med stepo in gozdom,
0 do 20	stepe z visoko travo,
-20 do 0	suhe stepe /subaridna klima/,
-40 do -20	polpuščave in savane /semiaridna klima/,
-60 do -40	puščave / aridna klima /.

Mnenja sem, da daje Thornthvaitova klasifikacija za naše kraje premokro klimo !

S tem smo se na kratko seznanili z osnovnimi meteorološkimi / klimatološkimi / elementi. Preden pa preidemo na problematiko agroklimatologije, se moramo še seznaniti z naslednjimi poglavji iz fizikalne meteorologije.

II. poglavje.

SONČNA ENERGIJA IN ZEMLJA.

Toplota je najpreprostejša oblika notranje energije, ker ustreza poljubnemu gibanju molekul in atomov. Toplota zlahkoto prehaja v druge oblike energije, predvsem pa v elektromagnetno, ki se imenuje svetloba. Pod svetlobo tu razumemo ne samo vidno svetlobo, marveč svetlobo sploh: naše oko vidi razmeroma mali del celokupne svetlobe, namreč tisti del, ki je zajet z valovnimi dolžinami med 0,4 in 0,8 mikronov /mikron je ena tisočinka milimetra/. Svetloba, ki ima valovno dolžino krajšo od vidne svetlobe / to je pod 0,4 mikrona / se imenuje ultravijoličasta svetloba . Svetloba, ki ima valovno dolžino nad 0,8 mikronov, je infrardeča. Vidna svetloba pa se deli, z ozirom na valovno dolžino, v naslednje kategorije: vijoličasto, modro, zeleno, rumeno, oranžno, rdečo, valovna dolžina pri tem narašča v smeri od vijoličaste proti rdeči. Kot bomo videli kasneje, deluje fotosinteza

najmočnejše pod vplivom dolgovalovne vidne svetlobe in sicer v območju 0,65 do 0,75 mikromov /oranžna do rdeče svetlobe/. Sončna svetloba /in tudi večji del umetne svetlobe/ nastaja iz toplote. Tu se ne moremo spuščati v teoretično fiziko, ki lepo tolmači ves proces, marveč se moramo zadovoljiti z nekaterimi važnimi pojmi :

1/ Stefanov-Boltzmannov zakon pravi: emisija energije /to je svetlobe/ je premosorazmerna s 4. potenco iz Kelvinove temperature, katero ima površina ki emitira. Matematični izraz za Stefanov-Boltzmannov zakon je naslednji:

$E = \sigma T^4$ /29/, kjer E pomeni energijo emisije, T = Kelvinovo temperaturo, σ = konstanto, ki je odvisna od izbiranja enot. Če merimo E v gr. kal/cm² min, tedaj znaša $\sigma = 8,21 \cdot 10^{-11}$. Iz Štefanovega zakona se vidi, da se bolj vroča telesa hitreje hladijo, kakor hladnejša telesa in da temperatura sprva naglo pada, a pozneje vse bolj in bolj počasi. Dalje se tudi vidi, da izžarevajo vsa telesa, ki imajo temperaturo nad 0° po Kelvinu, torej tudi zelo hladna snežna odeja nekje v Sibiriji ali na Antarktiki.

2/ Wienov zakon določa odvisnost valovne dolžine svetlobe od temperature površine, ki emitira /izžareva/ :

$\lambda_{\max} \cdot T = C$ /30/, kjer $\lambda_{\max}$ pomeni tisto valovno dolžino, katere nosi največjo energijo emisije, T = Kelvinovi temperaturi, C = konstanti. Če merimo valovno dolžino z mikroni, potem C = 2940. Iz Wienovega zakona se vidi, da izžarevajo bolj vroča telesa svetlobo krajših valovnih dolžin, a hladnejša telesa daljših valovnih dolžin. Zato, če na pr. razgrevamo železo, potem železo sprva, kljub visoki temperaturi, ne spreminja barve in prične šele pozneje žareti in sicer sprva temnordeče, potem svetlordeče itd. primerno naraščajoči temperaturi. Svetlobni spektrum se potemtakem premika z naraščajočo temperaturo vse bolj in bolj v smer kratkovalovne svetlobe. Wienov zakon je zelo važen za agroklimatologijo, ker razkriva zakonitosti žarkovne, a zato tudi toplotne bilance med Zemljo in vesoljem oziroma med Zemljo in Soncem. Sonce namreč izžareva več kot 98 % svoje energije v območju vidne svetlobe in kratkovalovnih

infrardečih žarkov in le 2 % v območju ultravijoličaste svetlobe in dolgovalovnih infrardečih žarkov. Zemlja pa , in vsi predmeti na njej, izžarevajo v vesolje le dolgovalovno infrardečo svetlobo ! Ozračje pa je propustno le za vidno svetlobo in v večji meri tudi za infrardeče žarke krajših valovnih dolžin, a je slabo propustno za dolgovalovne infrardeče žarke, kakor tudi za ultravijoličasto energijo. To dejstvo ima odločilen pomen za toplotno bilanco Zemlje: sončna energija se torej prebije skozi razmeroma prozorno ozračje do površja Zemlje, se tu spremeni v toploto, ki uhaaja v vesolje le v obliki dolgovalovnega infrardečega sevanja, ki se mora prebiti skozi nepropustno ozračje ! Zato se nahaja Zemlja v preogretem stanju in ima temperaturo za kakih 70⁰ višjo, kot bi jo morala imeti po Stefan-Boltzmannovemu zakonu. Zemlja bi bila torej ledena gmota, če ozračje ne bi imelo navedene lastnosti! Ker pa ozračje menja to svojo lastnost iz dneva v dan in iz kraja v kraj in to zaradi kolebanja količine vodnih hlapov, ogljikovega dioksida in ozona, koleba tudi stopnja preogretosti Zemlje. Lastnost ozračja zavirati infrardeče sevanje je v glavnem zasidrana v vodnih hlapih, kajti v primeri z ogljikovim dioksidom in ozonom, jih je neprimerno več v zraku. Omenjeni plini imajo namreč takozvano selektivno absorpcijo svetlobe t.j. nekatere valovne dolžine propuščajo, druge pa zadržujejo. Vodni hlapi so namreč skoro nepropustni za valovne dolžine med 8,5 in 11,0 mikronov, a ogljikov dioksid za valovne dolžine med 12,0 in 16,3 mikronov, zlasti pa za dolžino 14,7 mikronov, ozon pa za valovno dolžino med 0,23 in 0,29 / ta valovna dolžina leži v območju ultravijoličaste svetlobe/ in med 9,1 in 10,0 mikronov. Ostale valovne dolžine prodirajo skoraj nemoteno skozi našete pline. Glavni plini ozračja t.j. dušik in kisik, pa sta skoraj indifirentna do valovnih dolžin in z lahkoto propuščata vse valovne dolžine , pač pa absorbira disociiran kisik / disociiran kisik je tisti kisik, ki ima molekule razcepljene na posamezne atome in se zato imenuje tudi " atomarni kisik "/, kakor ozon, ultravijoličasto svetlobo. Razen absorpcije močno deluje

v zraku še disperzija, t.j. razpršitev svetlobe, ki se imenuje tudi difuzija svetlobe.

3/ Difuzijo svetlobe določa Rayleigh-ev zakon, ki pravi: razpršitev / difuzija/ svetlobe v snoveh, ki so zgrajene iz toliko drobnih delcev, da so ti delci v svojem premeru, bistveno manjši od valovne dolžine svetlobe / taki delci so molekule zraka, molekule vode, drobne kapljice megle in prahu itd./, je obratno sorazmerna z 4. potenco iz valovne dolžine. Matematično se Rayleigh-ev zakon izraža tako:
 $D = k \cdot \lambda^{-4}$ /31/. D pomeni difuzijo, λ = valovni dolžini, k = konstanti. Iz Rayleigh-evega zakona se vidi, da je difuziji mnogo bolj podvržena kratkovalovna, kakor dolgovalovna svetloba. Zato se razprši, v čistem ozračju, največ vijoličaste in modre svetlobe, a najmanj rdeče. Modra svetloba prepoji vse ozračje in daje barvo nebesnemu obodu in sencam. Moč difuzne svetlobe v čistem ozračju ni velika in jo z lahkoto prekaša svetilnost kakršnihkoli predmetov, ki so osvetljeni od sonca. Ker naše oko reagira samo na najmočnejšo svetlobo, vidimo barve predmetov brez vmesne modrine, ki je razlita v ozračju. Modrino pa opazimo tedaj, če gledamo v nebo, ker tam ni nobenih predmetov z močnejšo svetilnostjo / svetilnost zvezd je šibkejša od svetilnosti ozračja, zato mi zvezd podnevi ne vidimo/ ali pa v daljavo, ker svetilnost oddaljenih predmetov med potjo toliko oslabi, da ne prekaša več svetilnosti ozračja. Zato se nam zdijo oddaljeni predmeti, kakor bi bili ogrnjeni z modro-vijoličasto tenčico. Svetilnost ozračja je tem večja, čim več mikroskopsko-drobcenih tujih delcev vsebuje ozračje. V zvezdi s tem se menja "vidljivost", t.j. prozornost ozračja in barva ter višina neba: včasih vidimo gore tudi 200 km daleč, včasih jih pa, kljub jasnemu vremenu, ne vidimo niti 10 km daleč. Nebo pa je, pri prozornem ozračju, temno modre barve / slaba svetilnost ! / in je visoko, pri kalnem ozračju pa je nebo svetlo-modre barve/ dobra svetilnost / in je nizko.

4/ Če pa so v ozračju grobi delci, na pr. kapljice megle, oziroma oblakov, ali prahu, ki so enakih ali večjih dimenzij,

kot je valovna dolžina svetlobe, potem se svetloba ne pr-
ši več po Rayleigh-evem, marveč po Mie-Forbesovem zakonu,
ki pravi, da se v tem primeru prši svetloba skoraj brez ozi-
ra na valovno dolžino in zato razpršena svetloba ni več mod-
ra, marveč bela / bela svetloba je namreč sestavljena iz
spektralnih barv /.

Mie-Forbesov zakon se izraža s formulo: $D = k \cdot \lambda^{-1,2} \dots$
/32/. Če so oblaki gosti, prodira skozi le malo svetlobe,
zato je tudi razpršene svetlobe malo in se nam zato zdi ta-
ka oslabljen svetloba " siva ". Zato je oblačno nebo pri
slabem vremenu sivo. Sicer pa je svetilnost oblakov zelo od-
visna od debeline kapljic, iz katerih so sestavljeni: kapljice,
razen tega da svetlobo pršijo, jo tudi absorbirajo, nam-
reč prenosorazmerno s tretjo do šeste potence radija kapljice
/ čim večji je radij kapljice, tem večja je absorpcija/.
Zato so oblaki, ki vsebujejo težke elemente, na pr. debele
kaplje nalič, zrna toče itd., " grozeče črni " / hudourni
oblaki !/, v njih je namreč premalo svetlobe, ker se je ta
odbila od njihovega površja, v ostalem pa se je absorbira-
la in zato je njihova svetilnost minimalna. Ob času močnih
neviht pada svetilnost na nekaj luks / a v tropskih kra-
jih tudi pod 1 luks/, kar je kakih 80 tisoč krat manj kot
znaša polna svetilnost poletnega sonca.

5/ Izgubo toplote z Zemlje v vesolje regulira še Kirchoffov
zakon, ki pravi, da je Stefan-Boltzmannova konstanta največ-
ja možna vrednost, ki dejansko nastopa pri žarečih telesih.
Pri hladnih telesih, kot so na pr. Zemlja, pa je ta konstan-
ta manjša in je odvisna od barve telesa v infrardeči svet-
lobi. Telesa, ki so v infrardeči svetlobi črna, izžarevajo
skoraj točno po Stefanovem zakonu, v nasprotju s tem izža-
revajo bela telesa v infrardeči svetlobi, neprimerno manj.
Barvo teles pa določimo v monokromatični / t.j. v enobarvni/
svetlobi z ulomkom, v števcu katerega je količina reflekti-
rane svetlobe z tistega telesa, v imenovalcu pa celokupna
svetloba, ki je padla na tisto telo. Temu ulomku pravimo
REFLEKCIJSKI KOEFICIENT, ali ALBEDO / t.j. belina / in se
določa s formulo: $a = \frac{I_r}{I} \dots \dots \dots$ /33/, kjer a pomeni albedo,

I_r = reflektirano, I = celokupno svetlobo. Albedo je torej pravilni ulomek. Čim se a bliža 1, tem bolj belo je telo, če pa se a bliža ničli, je telo črno. Če pa damo v števec namesto reflektirane absorbirano svetlobo, dobimo ABSORPCIJSKI KOEFICIENT ali NOIRITETO / od francoskega noir = črn/, oziroma " črnino " : $b = \frac{-I_a}{I} \dots\dots /34/$. Vsota beline in črnine v monokromatični svetlobi je enaka 1, t.j.

$$a + b = \frac{I_r}{I} + \frac{-I_a}{I} = \frac{-I_a + I_r}{I} = 1$$

Kirchoffov zakon se izraža torej z naslednjo formulo: $E = \sigma \cdot b \cdot T^4 \dots\dots /35/$, kjer se Štefanova konstanta množi z noiriteto. Ta noiriteta je sestavljena iz posameznih noiritet v monokromatični svetlobi spektralnih komponent. Noiriteti ali albedu, ki se nanaša na ves spektrum pravimo totalni, v razliko od parcialnega, ki se nanaša na monogramatično svetlobo spektralnih komponent. Omenjeni pojmi so zelo važni za razumevanje problematike osvetlitve, segrevanja, izžarevanja, ohladitve in splošne toplotne bilance. Albedo torej določa svetilnost in barvo predmetov. Ker je albedo v različni monokromatični svetlobi različen, je tudi svetilnost predmetov selektivna, t.j. v nekaterih barvah je svetilnost bistveno močnejša, kakor v drugih. Tako nastaja barva teles ! Ločiti pa moramo barve v vidni svetlobi od barv v infrardeči, ali ultravijoličasti svetlobi. Tako je na pr. sneg v vidni svetlobi izrazito bel, ker ima približno enako velik albedo v vseh monokromatičnih svetlobah vidnega spektruma / in tudi v ultravijoličasti svetlobi /, a v infrardeči svetlobi je sneg črn kakor saja ! Zato sneg, kljub beli barvi v vidni svetlobi, močno izžareva po Kirchoffovem zakonu, kajti izžarevanje se vrši z infrardečimi žarki, za katere je sneg črn kakor saja. Ker sneg istočasno, zaradi svoje bele barve v vidni svetlobi, reflektira večji del sončne svetlobe, bistveno znižuje toplotno bilanco Zemlje : če je pozimi pri snežni odeji jasno nebo, potem nastopa hud mraz. Segrevanje zemlje in predmetov se zopet vrši v odvisnosti od njihovega albeda, oziroma noiritete : čim bolj temno je telo v sončni svetlobi, tem močnejše se segreva ! Albedo in noiriteta se še spreminjata v odvisnosti od naklonskega kota žarkov: pri poševnih

žarkih albedo narašča / noiriteta pojema /. Zato je segrevanje teles odvisno še od nagiba sončnih žarkov. Nagib sončnih žarkov vpliva tudi na jakost žarkov samih in na količino energije, ki pada na telo: nagnjeni sončni žarek prodira skozi debelejši sloj ozračja kakor žarki pri visokem soncu / ko je sonce ob obzorju, znaša pot sončnega žarka skozi ozračje 35 krat toliko, kot pot žarka ob zenitni legi sonca / in zato poševni žarek utrpí večjo izgubo predvsem v kratkovalovni svetlobi. To se manifestira v tem, da barva poševnega žarka polagoma rdeči, žarek sam pa gubi svojo moč; ob zahajajočem soncu je žarek 430 krat šibkejši, kakor ob zenitnem soncu . Na drugi strani se poševni žarek razpredeli na širšem površju v primeri s strmimi žarki, kar zopet pomeni oslabitev učinka / glej skico št. 15 /. Zato se predmeti in zemlja ne segrevajo od sonca enako, marveč zelo različno in sicer primerno albedu in legi napram sončnim žarkom. Na segrevanje vplivajo tudi druge lastnosti teles: nekatera telesa porabijo za svoje segrevanje velike količine toplote, druga telesa pa malo; prvim pravimo, da imajo veliko toplotno kapaciteto, a drugi, da imajo majhno. Razumljivo je, da se telo z malo toplotno kapaciteto ogreva hitreje in močnejše, kot telo z veliko toplotno kapaciteto pri sicer enakih ostalih pogojih. Veliko vlogo pri segrevanju teles ima še njihova sposobnost propuščati toploto v globino / in nazaj /, kar se imenuje toplovodnost. Najmanj se ogrevajo tista telesa, ki imajo veliko toplotno kapaciteto, obenem pa so dobri prevodniki toplote, na pr. masivna živa skala, največ pa se segrevajo taka telesa, ki so majhne toplotne kapacitete obenem pa so slabi prevodniki, na pr. stari rastlinski odpadki, zorana zemlja, pesek itd. Telesa, ki dobro prevajajo toploto, a so zelo majhne toplotne kapacitete, na pr. tanka železna plošča / strehe vagonov, avtobusov itd. / se ravno tako močno in hitro segrevajo. Železo se prekomerno segreva od sonca tudi zato, ker ima v infrardeči svetlobi premajhno črnino / noiriteto / in zato po Kirchoffovem zakonu premalo izžareva. V nasprotju s tem

se rastlinski odpadki, kot na pr. stara trava, jesensko listje itd. hitro segrevajo, a obenem močno izžarevajo, tako da je celokupno segrevanje tu manjše kot pri kovinski strehi. Različna sposobnost teles segrevati se in hladiti ustvarja takozvano MIKROTEMPERATURNO POLJE / "polje" je tukaj fizikalnega pomena, kot na pr. "magnetno polje" /, ki ima veliko vlogo v agroklimatologiji. Rastline se namreč razvijajo pod vplivom tistih temperatur, ki se ustvarjajo na njihovi površini, ne pa pod vplivom tistih temperatur, ki vladajo v prostem ozračju ! - Površinske temperature pa spadajo v mikrotemperaturno polje, medtem ko spadajo temperature v prostem ozračju v makrotemperaturno polje. POD MIKROTEMPERATURNIM POLJEM RAZUMEMO TOREJ RAZPOREDITEV TEMPERATUR NA POVRŠJU PREDMETOV IN ZEMLJE. Mikrotemperaturno polje je dvodimenzionalno v razliko od makro-in mezo temperaturnega polja, ki je trodimenzionalno. Mikrotemperaturno polje zna biti ostro izraženo in sicer pri jasnem in mirnem vremenu, lahko pa tudi komaj opazno, če je vreme na primer vetrovno ali oblačno, medtem ko ga deževno in vetrovno vreme popolnoma uničuje. Ostroti mikrotemperaturnega polja pravimo "napetost", kolebanju te ostrote pa pravimo "frekvenca". Merjenje napetosti in frekvence mikrotemperaturnega polja vršimo z električnimi termografi. Oglejmo si nekaj tovrstnih primerov : gola zemlja se zlasti, če je slab prevodnik toplote na pr. pesek, segreva pri jasnem in mirnem vremenu znatno nad temperaturo zraka / glej skico 17/ : na prehodu s tal v zrak se temperaturno polje pretrga ! Od tu dalje temperatura z višino sprva zelo hitro pada, a pozneje vse manj in manj in v višini kakih 2 metrov doseže makrotemperaturno polje. Temperaturnemu polju, ki leži vmes med mikro in makrotemperaturnim poljem pravimo MEZOTEMPERATURNO POLJE. Mezotemperaturno polje je tudi trodimenzionalno kakor makro. V praksi prištevajo k mikrotemperaturnemu polju še tanek sloj zraka, ki obdaja telo, četudi pomeni, po teoriji, ta tanek sloj že mezotemperaturno polje. Ostre temperaturne razlike nastajajo povsod, kjerkoli sije sonce na te ali one predmete. Tudi na površju enega in

istega predmeta so velike temperaturne razlike, na pr. na površju žitnega klasa, kjer se opažajo temperaturne razlike med osončeno in zasenčeno stranjo do 20° . Razlike med temperaturo golih tal in zraka dosežejo 35° , a v tropskih krajih tudi do 45° . Temne kovinske strehe se razgrevajo nad temperaturo zraka do 50° . V jasnih, mirnih nočeh, pa se hladi zemlja in vsi predmeti pod temperaturo zraka in to tembolj, čim slabši prevodnik toplote je telo / zorana zemlja, listnata podloga, trava itd./ in čim bolj črno je telo v infrardeči svetlobi. Zato tudi nastaja ponoči ostro mikrotemperaturno polje, a je nasprotno dnevnemu: na površju teles in zemlje je hladneje kot v zraku. Tovrstnemu temperaturnemu polju pravimo negativno polje, v razliko od dnevnega, ki je pozitivno. Ostrota, ali kot temu pravijo "napetost" negativnega temperaturnega polja, je mnogo manjša, kot pozitivnega, razen nad snegom, kjer se more negativno mikrotemperaturno polje, po napetosti, kosati s pozitivnim nad golo zemljo ali celo nad peskom! - Sneg se namreč more shladiti za 30° pod temperaturo zraka! Zato more sneg zmrzovati pri pozitivnih temperaturah v zraku, kar se zlasti opaža po gorah. Tudi v nižinah, na pr. v Nemčiji, so opazovali zmrzovanje snega pri temperaturah $+ 11^{\circ}$; v Sloveniji se razmeroma pogosto opazuje zmrzovanje snega pri temperaturah do $+ 6^{\circ}$. Pripomniti pa bi bilo, da se svež, suh sneg močnejše hladi pod temperaturo zraka, kakor moker sneg ali pa težak, zbiti sneg. Tudi luže pogostokrat zmrzujejo, še je nebo jasno, pri temperaturi zraka nekaj stopinj nad ničlo. Na enaki osnovi pada slana pri pozitivnih temperaturah zraka. V tem oziru so zanimiva merjenja, katera je izvršil finski meteorolog Homen v nekem avgustu:

	zrak	granitna tla	peščena tla	vlažen travnik
povprečne mesečna temperatura. . . .	16.1	23.0	20.8	16.4
povpr.maksimum . .	22.7	34.8	42.3	27.7
povpr.minimum . . .	9.6	14.5	7.8	6.3

Iz teh podatkov je razvidno naslednje: poleti je temperatura

tal tudi v povprečju višja kot temperatura zraka, zlasti pa temperatura žive skale; najvišje temperature so na tleh bistveno višje kot v zraku, zlasti na peščenih tleh; v nočnem času so tla hladnejša od zraka, razen žive skale, ki je tudi ponoči toplejša od zraka.

V zimski dobi so tla v povprečju hladnejša od zraka, razen žive skale, ki je tudi pozimi toplejša od zraka. Zato se sneg, četudi je temperatura v zraku precej pod ničlo, na pločnikih in tlakovanih ulicah, še vedno tali. Živa skala oziroma ulice, pločniki itd. morejo biti v izjemnih primerih hladnejši od zraka in sicer tedaj, če po dolgem razdobju mraza nastopi naenkrat južno vreme. Tedaj se na živi skali oziroma na kamnitih tleh nabira trdno ivje ali leđ, če pa pade dež, potem ta še dolgo časa zmrzuje na ulicah in pločnikih in nastaja poledica.

Zrak se, predvsem pri jasnem in mirnem vremenu, segreva ali hladi od tal in predmetov. Zato je ostrina mikrotemperaturnega polja tesno povezana z vremenom. Vendar tudi oblika terena pomembno vpliva na ostrino temperaturnega polja: najostrejšše mikrotemperaturno polje, zato tudi največje kolebanje temperature, nastaja na rahlo konkavnih oblikah terena, t.j. v širokih kotlinah, v širokih dolinah itd., a najšibkejšše je na ostrih konveksnih oblikah terena t.j. na vrhovih. Ob vetrovnem, ali slabem vremenu pa so izpostavljeni gorski prelazi in vrhovi večji ohladi tvi in tedaj je mikrotemperaturno polje le neznatno, ali ga sploh ni. Ker je mikrotemperaturno polje navežano na jasno in mirno vreme, je njegov učinek na rastlinstvo večji v območju suhe kontinentalne klime.

Zapadna Evropa spada v kategorijo take klime, ki se nahaja pod močnim vplivom oceana in zato ostrina mikrotemperaturnega polja tu v splošnem ni velika. Drugače je na teritoriju Sovjetske zveze ali ZDA, kjer je mikrotemperaturno polje izrazito in je zato velike važnosti za agronomijo. Mikrotemperaturno polje je pomembno tudi v območju Srednje Evrope na pr. v Nemčiji. V Jugoslaviji moremo računati z še več-

jim pomenom mikrotemperaturnega polja, kajti tu so poletja mnogokrat dolga in suha. Ob času pomladanskih pozzeb je učinek negativnega mikrotemperaturnega polja odločilnega pomena in zato sloni obramba pred slano izključno le na poznavanju strukture tovrstnih mikrotemperaturnih polj. Mikrotemperaturno polje je namreč zelo občutljivo na malenkostne spremembe objektov, ki ga ustvarjajo, na pr. na razporeditev ali barvo predmetov, na spremembo stanja zemlje / na pr. če zemljo zorjemo ali stlačimo/itd. Zato je tudi razmeroma enostavno umetno vplivati na mikrotemperaturno polje, a s tem meliorirati "efektivno" klimo. Efektivna klima je namreč sestavljena iz makroklimе, katero določa potek meteoroloških elementov v ozračju in mikroklime, katero določijo, razen drugega, še najrazličnejše malenkosti. Sicer je mikrotemperaturno polje odvisno od makroklimе, kakor je to že bilo obrazloženo. Za zaključek tega poglavja moramo še omeniti zakone, po katerih prodira toplota, oziroma temperatura v globino zemlje, t.j. Fourier-ev zakon, ki pravi, da je temperaturna amplituda največja na površju / t.j. v območju mikrotemperaturnega polja /, z globino pa se sprva zelo hitro zmanjšuje, pozneje pa vse manj in manj. Z globino obenem kasnije ekstremi in sicer sprva malo, a z naraščajočo globino vse bolj in bolj.

Celoten sloj zemlje, kjer se še pozna dnevno kolebanje temperature, ne prekaša pri nas globine 70 cm, a letno kolebanje se še pozna pri nas v globini 14 m, sicer pa pade letno kolebanje temperature že v globini 8 m pod 1° C.

Matematična formula, katero je vpostavil Fourier, za prakso ni udobna. Zato je avstrijski meteorolog Julij Hann predložil praktično - empirično formulo, ki določa letno kolebanje temperature v globinah:

$$\log A_p = \log A_0 - 0,2057 p \dots\dots /36/, \text{ kjer } A_p \text{ pomeni letno kolebanje temperature v globini } p \text{ metrov, } A_0 = \text{kolebanje na površju. Tako na pr. znaša v Ljubljani letno kolebanje mesečnih povprečkov na površju približno } 25^{\circ}.$$

Iz tega sledi,

da se to kolebanje v globini 10 metrov znižuje na $0,2^{\circ}$ C. Dnevno kolebanje je približno 19 krat ($\sqrt{365}$) plitvejše od letnega. Tako torej pri dnevni amplitudi 30° pade kolebanje na $0,2^{\circ}$ v globini že med 50 in 60 cm. Za agroklimatologijo je najvažnejši zgornji sloj zemlje z debelino do 1 m. Kakor se vidi iz zgornjega podatka, je temperatura že v globini nekaj centimetrov bistveno drugačna, kot na površju in tudi drugačna, kakor v zraku. Saditev pa je zelo odvisna od temperature v globini. Zato moramo za saditev poznati meteorološke razmere tudi v globini, kar dosežemo z merjenji s posebnimi, takozvanimi, zemeljskimi termometri, ki se imenujejo tudi geotermometri. Če ne razpolagamo s tovrstnimi termometri, potem moremo sklepati na temperaturo v globinah po Fourier-evem zakonu. oziroma po Hannovi formuli. Krompir na pr. sadimo, če temperatura v zemlji ni nižja od 8° , ker je to temperaturni minimum kaljenja krompirjevih gomoljev.

S tem smo se seznanili z osnovnimi pojmi, na katerih gradi agroklimatologija svojo znanost.

III. poglavje

SVETLOBA IN RASTLINSTVO.

Sončna energija, t.j. svetloba, se deloma absorbira / kakor smo to že videli / in se tako pretvarja v toploto. Nekaj procentov sončne energije se absorbira v klorofilu in se tam pretvarja v kemično energijo, na katero je navezan znan proces fotosinteze.

Učinek svetlobe na fotosintezo narašča z valovno dolžino in doseže maksimum v rumeno-rdeči svetlobi, medtem ko proti infrardečim valovnim dolžinam fotosinteza strmo pada na ničlo. Če izračunamo vso potencialno / t.j. nakopičeno / energijo pridelka, potem moremo oceniti tisti del sončne energije, ki se je pretvoril v potencialno / obe

vrsti energije, sta očitno enaki /. Odnos omenjene potencialne energije, ki se nanaša na 1 ha / ali na kako drugo površinsko enoto / k celokupni sončni energiji, ki je padla v teku vegetacijske dobe na isto površino, se imenuje FOTOSINTEZNI KOEFICIENT, ali tudi TEHNIČNI KOEFICIENT IZKORIŠČANJA SONČNE ENERGIJE. Tako se je ugotovilo, da znaša fotosintezni koeficient od 2 do 5 %, a upoštevati je treba, da dejansko odpade na fotosintezo bistveno večji odstotek, kajti le del sončne energije pade na klorofilne plasti in tudi le del energije prehaja v sadove / drugi pa se troši za vzdrževanje rastline same/. Ker je največji učinek na fotosintezo v območju rumeno-rdeče svetlobe, katere je po Rayleigh-evem zakonu v senci malo, rabi rastlina direktno sončno svetlobo ! Tako imamo pojav "zasenčenja", kadar rastlina, zaradi senčne lege ne dobi zadosti direktne sončne svetlobe. Oglejmo si natančneje učinek posameznih spektralnih delov sončne svetlobe: izven atmosfere / v vesolju / tvori ultravijoličasti del sončne energije 7 %, vidni spektrum 46 % / z maksimumom pri 0,48 mikronov / in infrardeči del 47 %. Do Zemlje pa se prebije sončna energija skozi zrak z močno oslabitvijo in sicer utrpí največjo izgubo ultravijoličasti del in to zaradi absorpcije v področju atomarnega kisika v višini nad 100 km in ozona v višini med 25 in 50 km in zaradi razpršitve na molekulah zraka po Rayleigh-evem zakonu v nižjih zračnih plasteh; vidna svetloba gubi četrtno do ene tretjine svoje prvotne energije in to skoraj izključno zaradi Rayleigh-eve razpršitve; infrardeči spektrum precej gubi zaradi absorpcije v svojem dolgovalovnem delu, kjer pa njegova jakost ni velika. Infrardeči žarki se namreč absorbirajo v vodnih hlapih in v ozonu. Rayleigh-eva razpršitev pa ne prizadene dosti infrardečega spektruma in zato ta doseže Zemljo skoraj brez oslabitve v območju valovnih dolžin, ki se ne absorbirajo niti v vodnih hlapih, niti v ozonu. Tovrstne valovne dolžine ležijo pod tremi mikroni. Končni rezultat na zemeljskem površju je naslednji: na ultravijoličasti del odpade le en procent sončne energije / z ozirom na energijo, ki je padla na površje Zemlje/

na vidni spektrum 19,6 %, a na infrardeči, predvsem na valovne dolžine pod 3 mikrona 47,4 %. Vpliv ultravijoličastih žarkov na rastlinstvo še ni do kraja proučen, kaže pa, da ga ne smemo podcenjevati: v prvi vrsti ultravijoličasta svetloba dezinficira ozračje in zemljo, krepi celice rastlin, stimulira kemične, a s tem tudi koristne fiziološke procese v organizmih. Nemški agrometeorolog R. Geiger je izpostavljajal ojačenemu ultravijoličastemu sevanju paradižnik in je ugotovil naslednje: paradižnik je bil po velikosti manjši od normalnega, pač pa je bil izvrstne kakovosti. Sovjetski poiskusi / citirano po Venckjeviču / so pokazali, da je ultravijoličasta svetloba velikega pomena ob kalitvi semen. Spektrum vidne svetlobe je za rastlinstvo najpomembnejši, ker so v njegovem okviru žarki, ki povzročajo fotosintezo. Maksimalna fotosinteza se vrši v območju žarkov 0,65 do 0,75 mikronov / rumeno-rdeča svetloba / in mnogo šibkeje v območju valovnih dolžin 0,45 do 0,50 mikronov / modro-zelena/. V drugih območjih vidne svetlobe je fotosinteza neznatna, kot na primer v čisti zeleni svetlobi / 0,50 do 0,65 mikronov /. Fotosinteza je še odvisna od intenzivnosti osvetljevanja: fotosinteza se sprva hitro stopnjuje z jakostjo osvetlitve, pozneje pa vsemanj in manj in se končno pri neki vrednosti ustavi. Pri nadaljnjem večanju osvetlitve, fotosinteza pojema in more celo popolnoma prenehati. Stopnje osvetlitve, ki so za vse navedene pojave potrebne, so odvisne od naslednjih faktorjev:

- 1/ od temperature,
- 2/ od vrste raslin in
- 3/ od razvojne faze rastlin.

V grobem pa lahko rečemo, da doseže fotosinteza maksimum pri osvetlitvi 10 % polne sončne svetlobe, t.j. pri osvetlitvi okrog 15.000 luksov. Z ozirom na razvojno fazo rabi največjo osvetlitev rastlina v času po oploditvi do zorenja plodu, najmanj pa, ko plod dozori. Pri višjih temperaturah se dviga zgornja meja potrebne, oziroma, koristne osvetlitve. Drugače ločimo tri osnovne meje osvetlitve:

- 1/ najnižjo, pod katero je fotosinteza neznatna oziroma jo

sploh ni; ta stopnja se imenuje " svetlobni minimum";

2/ najugodnejšo, ko doseže fotosinteza maksimum; tej stopnji osvetlitve pravimo " svetlobni optimum ";

3/ zgornja skrajna meja, ko se fotosinteza, zaradi premočne svetlobe ustavi - tedaj nastopi "svetlobni maksimum".

Maksimov / sovjetski agrometeorolog / je ugotovil, da leži minimum za naslednje rastline v bližini teh-le števil: grah 1100 luksov, fižol 2400 luksov, jčmen in pšenica 1800 luksov, koruza 1400 luksov, ajda 850 luksov itd. / omenjene številke pomenijo najnižjo vrednost pri sicer najboljših ostalih pogojih, na pr. temperaturi, drugače pa so te številke do kakih 30 % večje/. Količina svetlobe / izražena v luksih / ki je potrebna, da tista rastlina zraste, dozori in obrodi sad, se imenuje svetlobni koeficient. Absolutne vrednosti svetlobnega koeficienta znašajo pri nas za večino rastlin okrog 33 milijonov luksov, vendar moramo razlikovati solarifilne in ombrofilne rastline.

Pri prvih je potreba po svetlobi bistveno večja kot pri drugih. Tako na pr. potrebujejo največjo osvetlitev od zgozdnega drevja bor, breza, tisa, medtem ko sta smreka in bukev precej ombrofilna. Rastline, ki ne potrebujejo fotosinteze / saprofite=gobe in paraziti / so najbolj ombrofilne. Pri kulturnih rastlinah je potreba po svetlobi zelo velika, a največja je pri vinski trti, sadnem drevju in povrtnini. Pomanjkanje svetlobe povzroča naslednje pojave: žita se vzpenjajo na škodo proizvodnje zrn in prepozno zorijo; sadovi v sadovnjakih oziroma grozdje v vinogradih počasi zore, so vodeni, vsebujejo premalo sladkorja in preveč kislin. Pomanjkanje svetlobe more nastati zaradi neugodnih vremenskih razmer / preveč oblačnih dni/, lahko pa tudi zaradi prevelike zgoščenosti nasadov, tako da rastline zasenčujejo druga drugo. V pregostem gozdu ne more uspevati podmladek, staro drevje pa razvija listje in veje le od zgoraj. S tem se gozd avtomatsko prilagaja osvetlitvenim pogojem, kajti pregosta rast povzroča hiranje gozda, preredka pa njegovo bujno razraščanje. Zato ima gozd, ki je prepuščen samemu sebi, periodično oscilacijo / nihanje / razraščanje in hiranja in

ta cikel traja nekaj desetletij. Ni izključeno, da so prišli nekateri klimatologi do svojih zaključkov po oscilaciji rasti gozda in so tako ustvarili napačne hipoteze o kolebanju klime.

Gostota rasti je torej zelo pomembno vprašanje in morata sodobna agronomija in gozdarstvo skrbeti za pravilno svetlobno klimo v rastlinskih objektih !

Pri svetlobni klimi rastlin ima še velik pomen spreminjanje dolžine dneva. Odvisnost rastlin od spremembe dolžine dneva se imenuje FOTOPERIODIZEM. Pod rastlinami "kratkega dne" se razumejo take rastline, kjer stimulira krajšanje dneva cvetenje, rastline "dolgega dneva" so tiste rastline, ki cveto tem hitreje, čim hitreje narašča dan. K rastlinam kratkega dne spadajo: proso, koruza, fižol, sončnica, konoplja, bombaž itd., a k rastlinam dolgega dne pšenica, oves, ječmen, rž, grah, leča, lan itd. Nadaljnja raziskavanja so pokazala, da delitev rastlin v kategorije kratkega in dolgega dne ni natančna, kajti kažejo različne vrste iste rastline, različno reakcijo napram spremembi dolžine dneva. Fotoperiodizem je velikega pomena za prenos rastlinskih vrst v druge zemljepisne širine: rastline dolgega dne je mogoče razmeroma lahko udomačiti daleč na severu / ali v gorah /, ker daljši dan spodbuja njihov razvoj in s tem izravnava negativni učinek nižje temperature; v nasprotju s tem skoraj ni mogoče doseči uspevanje rastlin kratkega dne na severu. Sicer je sovjetski biolog Lysenko poskušal gojiti semena rastlin kratkega dne v temi in pri temperaturi ter vlažnosti, stimulativni za razvoj semen. Taka semena so pozneje dala rastline kratkega dne, ki niso bile več občutljive na dolžino dneva ! Na ta način je možno take vrste gojiti daleč na severu, kjer je dolg dan. Vendar še ni znano, če ima Lysenkov poizkus vedno uspeh.

Poznamo tudi take naravne vrste rastlin, ki niso občutljive na dolžino dneva, marveč so tekom celega leta aktivne na osvetlitev. Sem spadajo tropske in subtropske kulture kot so na pr. pomaranče.

Te vrste rastlin je imenoval argentinski agrometeorolog Burgos " fotociklične ". Vrste rastlin, ki potrebujejo v začetku razvoja pojemajoč dan, a proti koncu razvoja naraščajoči dan, se imenujejo po Burgosu parafotociklične. Sem spadajo vsa ozimna žita. Končno prištevamo k afotocikličnim rastlinam po Burgosu take rastline, ki so aktivne samo na eno fazo letnega kolebanja dolžine dneva, t.j. bodisi samo na naraščajoči dan, bodisi samo na pojemanje dneva.

Sem spadajo take vrste, ki imajo razvojno dobo bistveno krajšo od enega leta. Burgos prištevam sem na pr. koruzo. Mnenja sem, da tovrstna Burgosova razdelitev ni vedno korektna.

Optimalna osvetlitev, t.j. osvetlitev, ki ustreza največji fotosintezi, povzroča, da rastlina proizvaja 10 krat več organskih snovi, kakor jih istočasno troši za dihanje. Ker so za fotosintezo važni žarki takih valovnih dolžin, ki še prodirajo brez večje oslabitve skozi steklo, moremo gojiti rastline v zasteklenih zaprtih prostorih /steklene grede /. V zimski dobi pa naravna osvetlitev pri nas ni zadostna in jo moramo dopolnjevati z umetnim osvetljevanjem. V to svrho se priporočajo fluorescenčne in neonske žarnice. Važen je tudi nagib stekla napram sončnim žarkom, ki mora biti dosti majhen, da ne povzroča prevelikega odboja žarkov od stekla. Naravna osvetlitev v poletnih mesecih in spomladi, je pri polnem soncu premočna. Zato je smatrati pooblačitve v tej dobi s tankimi in zmernimi oblaki za pozitivno. Tu pridemo do paradoksalnega zaključka: preveliko število jasnih dni je za pridelek škodljivo ! Vendar škodljivost prekomernega števila jasnih dni zdaleč ne more biti tolikšna, kot škodljivost prevelikega števila oblačnih dni / pri tem mislimo na težko oblačnost / in to zaradi naslednjega razloga: v jasnem poletnem dnevu nastopa prekomerna osvetlitev v času nekako od 9. do 15. ure, medtem ko v bolj zgodnjih in bolj kasnih urah prehaja osvetlitev vse faze od minima do optima. To razdobje znaša poleti okoli 8 ur

na dan, medtem ko traja obdobje prekomerne osvetlitve le kakih 6 ur. Zato bo celokupna bilanca jasnega poletnega dneva še precej pozitivna. V popolnoma oblačnem vremenu pa se drži osvetlitev vseskozi blizu minima, kar daje seveda močno negativno bilanco. V poletni in spomladanski dobi pa je pri lepem vremenu praviloma zjutraj in zvečer jasno, a čez dan se kopičijo kopasti oblaki, ki precej zmanjšujejo svetlobo. S tem nastajajo naravni optimalni svetlobni pogoji!

V začetku tega poglavja smo omenili še infrardeči sončni spektrum, ki je po intenzivnosti štirikrat močnejši od spektruma vidne svetlobe. Infrardeči žarki se ne udeležujejo v fotosintezi in so neposredno koristni le zato, ker se pretvarjajo v toploto / kakor vsi absorbirani žarki, razen onih, ki se trošijo za fotosintezo/. Vendar je nemški agrometeorolog R. Geiger, ki je izpostavljajal paradiznik prekomernemu obsevanju z infrardečimi žarki, ugotovil, da sadež tedaj hitro raste in doseže prekomerno velikost a kakovost sadeža je slaba. Iz tega bi sledilo, da infrardeči žarki vplivajo na velikost sadežev.

Svetloba je potrebna tudi živalstvu / kakor tudi človeku / in sicer zato, ker stimulira preko živčevja zavrit, vegetativni živčni sistem. Domneva se še, da ultravijoličasta svetloba vpliva preko kože na delovanje krvotvornih organov. Sonce torej pozitivno vpliva ne samo na razporeditev pri človeku in živalstvu, marveč tudi na zdravstveno stanje. Iz tega bi sledilo, da slepota neugodno vpliva na zdravje živine / oz. človeka / toda s tovrstnimi statističnimi podatki žal ne razpolagam. Ni tudi izključeno, da svetloba vpliva na organizem preko kože mnogo močneje, kot se to misli in morda ob slepoti koža večja svoje fiziološko občutljivost na svetlobo in s tem nadomešča manjkajoči učinek preko oči.

IV. poglavje.

TEMPERATURA IN RASTLINSTVO.

Fiziologiji rastlin je potrebna dovolj visoka temperatura, ki učinkuje na hitrost kemičnih reakcij v celicah, na hitrost in zmogljivost toplotnega rudninskega snovi v vodi in na hitrost transpiracije. Z znižanjem temperature življenjski tempo v rastlini pojema, od neke določene meje naprej pa se sploh ustavi. Če se zniža temperatura v celicah pod ničlo, lahko začne zmrzovati voda, ki je v njih, s tem pa se celice okvarijo ali celo uničijo. Temu pojavu pravimo "pozeba". Drevesno tkivo je v nasprotju z drugimi rastlinami še dokaj odporno proti mrazu in zmrzovanje vode v deblih še ne povzroča bistvene škode drevju, četudi se to na zunaj manifestira v razpokah na deblih. Za mraz so najbolj občutljivi cvetovi, ki večinoma odmro že pri temperaturah le malo nižjih od -2°C .

Učinek temperature na rastlinstvo je zelo odvisen od letnega in dnevnega ciklusa vegetacije. V naših zemljepisnih širinah rastlinstvo v zimski dobi počiva in izgubi listje ali sploh odmre. Rastlinstvo, ki prezimuje / na pr. drevje /, potrebuje ob času zimskega počitka nizke temperature ; te ustavljajo kemične procese v celicah. S tem se do minima zmanjšuje potrošnja rezerv hrane, zmanjšuje pa se tudi morebitna proizvodnja strupenih snovi, ki nastajajo kot vzporedni pojav pri gradnji celic. Drevo v takem primeru dobro počiva in ima spomladi več energije in rezervne hrane za intenzivno vegetiranje. Če pa je pozimi toplo, kemične reakcije ne počivajo in trošijo zaloge hrane, fotosinteza pa, ki bi morala pridobivati novo hrano, počiva. Počiva tudi kroženje vode v kanalih in v celicah, tako da se zaradi razmeroma visoke temperature razpadajoče hranilne snovi ne odstranjujejo. Spomladi je tako drevo oslABLJENO in se njegova vegetacija začne prepozno. Zimski hlad je torej za prezimovanje dreves potreben. Na žitno kulturo vpliva pozitivno tudi hlad v začetku razvoja, predvsem pa zgodaj

spomladi. Ta hlad vpliva prvenstveno na razmnoževalno sposobnost žit, t.j. na letino. Pozitivnemu učinkovanju nizkih temperatur na letino pravimo "jarovizacija". Jarovizaciji so podvržene malone vse rastline, le da ima vsaka zase značilno temperaturo jarovizacije. Tako se na pr. ozimna pšenica jarovizira pri temperaturi okoli 0°C , krompir pa pri temperaturi 14°C itd. Tudi tropske rastline poznajo nekaj podobnosti z jarovizacijo. Jarovizacija torej vpliva le v začetni fazi rastlinskega razvoja. V kasnejši fazi razvoja so zaradi obrazloženega vpliva temperature na kemizem fizioloških procesov potrebne že visoke temperature. Vendar višina temperature ne pospešuje tempa vegetacije linearno, marveč parabolično, to se pravi, da se sprva z višjo temperaturo hitro stopnjuje tempo vegetiranja, doseže pri nekih še višjih temperaturah maksimum, ali kot temu pravijo "optimum", pri nadaljnjem dvigu temperature vegetacijski tempo začenja pojemati in se končno tudi ustavi. Če pa prištejemo še najnižjo temperaturo, pri kateri se začenja vegeriranje, dobimo "temperaturni cikel rastline." Tako se začenja vegetacija večjega dela našega rastlinstva pri 5°C in doseže optimum med 20 in 25°C . Pri še višji temperaturi vegetacija pojema in se pri temperaturi blizu 40°C ustavi. Sicer je ta temperaturni vegetacijski cikel za vsako rastlino samosvoj: koruza vzdrži do 45° , krompir pa ga težko prenaša že nad 25° . Tudi kaljenje semen je povsem različno: jara pšenica klije pri 4 do 5° , krompir in koruza pri 8 do 10° itd. Vse te lastnosti pa se spreminjajo v odvisnosti od jarovizacije, ki more znižati temperaturo vzklitja in vplivati tudi na višino optimalnih temperatur. S tem poskušajo agronomi spraviti neke kulture v hladna klimatska območja; tako so na pr. v Rusiji pomaknili severno mejo žit in sadovnjakov daleč na sever, in celo v Sibirijo. Ker so v času mirovanja rastlin potrebne nizke temperature, vpliva zima na vegetacijo. - Prvotno so mislili, da je le topla polovica leta odločilna za razvoj vegetacije in

letine, toda kasneje se je izkazalo, da ima tudi zima pri tem pomembno vlogo.

Pri drevju je, po ugotovitvah agrometeorologa Govilla, jesensko odpadanje listja le malo odvisno od temperature in se začenja iz leta v leto približno ob istem času / po mnenju avtorja teh skript vpliva na jesensko rumenenje in odpadanje listja stopnja oblačnosti poletja: po oblačnem poletju se jesenski rok rumenenja in odpadanja pospeši, po sončnem poletju pa se zakasni/. Toda spomladansko olistovanje je po Govillu tesno povezano s hladom minule zime: čim toplejša je bila zima, tem višja je kritična temperatura popkovanja ! Narava se s tem nekako brani pred varljivimi zimskimi otoplitvami, katerim lahko še sledi zimski mraz. Zato je tudi spomladi, ko je že toplo, rastlina še vedno " previdna" in se popkovanje začne razmeroma pozno. Obratno se dogaja, če je zima bistveno hladnejša od normalne: tedaj se zniža kritična temperatura popkovanja in vegetacija oživi pri prvih, komaj toplih spomladanskih dneh. S tem se tolmači dejstvo, da v krajih s hladno zimo, kot so na pr. Rusija, Skandinavija, Kanada itd. Vegetacija že v enem samem spomladanskem mesecu dohiti v razvoju južnejše vegetacije / v aprilu se tam začne pomlad, v maju pa je vegetacija že taka kot pri nas/. Pač pa se po hladnih zimah pri nas poveča nevarnost spomladanskih pozeb, ker se rastlina prehitro razvija, ko je verjetnost spomladanskih pozeb še velika . Še več: od zimskega hlada je odvisna plodnost, t.j. letina: po topli zimi je cvetenje lahko obilno, plodnost pa slaba.

Zaradi vpliva zimskih temperatur na kritično temperaturo popkovanja in na splošni razvoj vegetacije, se ne kaže šablonsko opirati na metode "temperaturnih vsot" za določitev faz vegetacije: v Sovjetski zvezi močno povdargajo uporabo temperaturnih vsot, pri nas in tudi drugod v Zah. Evropi pa mnogo manj, morda zato, ker je v Sovjetski zvezi skoraj vsaka zima dovolj hladna za popolno aktivizacijo rastlinstva spomladi. V krajih kot je Srednja in Zahod-

na Evropa, kjer so zime lahko tople, lahko pa tudi hladne, je treba pri uporabi metode temperaturnih vsot upoštevati še kolebanje kritičnih temperatur vegetacije. Metoda temperaturnih vsot je naslednja: od dneva kritične temperature, s katerim se začno prvi znaki vegetacije, seštevamo povprečne dnevne temperature. Kadar dosežejo tako zabeležene vrednosti določeno vsoto, se začne določena faza vegetacijskega razvoja, na pr. cvetenje, zorenje itd. Tako je na pr. za cvetenje jabolk potrebna po Burgosu po topli zimi vsota 408°C od dneva, ko prekorači povprečna dnevna temperatura prvokrat 5°C , po hladni zimi pa znaša ta vsota le 335°C . Potrebo rastlin po zimskem hladu vidimo še iz naslednjega Burgosovega primera: če je zima normalna, potem je potrebno za cvetenje jabolk 1000 ur s temperaturo nižjo od 7°C in to v času zimskega mirovanja, če pa je bila zima topla, potem narašča število ur s temperaturo od 7°C na 1400. Seveda je pri tem treba natančno določiti, kaj so hladne, normalne in tople zime! Pri nas v Sloveniji so po mojem mnenju hladne tiste zime, ki dosežejo ali prekoračijo vsoto negativnih povprečnih dnevnih temperatur 200°C . Tako more kratka perioda hudega mraza na pr. 20 dni s povprečno temperaturo -10°C , kar je za naše kraje že zelo veliko, učinkovati na vegetacijo že kot hladna zima / na pr. v zimi l. 1958 /. Enako učinkuje dolga zima, ki ima 100 dni s povprečno dnevno temperaturo -2°C . Gотовo je velikega pomena še enakomernost hladnih in toplih period pozimi, kajti ni vseeno, če je bila perioda mraza sklenjena ali večkrat pretrgana. Za to temo manjkajo raziskovanja, treba pa je pričakovati, da učinkujejo na vegetacijo nesklenjene periode mraza manj in so tedaj potrebne za aktivizacijo vegetacije večje vsote negativnih temperatur kot sicer. V tem primeru v Sloveniji vsota 200° mraza za vegetacijo še ne pomeni hladne zime.

Prva naloga agroklimatologije je torej ugotoviti natančni učinek zimskih period mraza in odjug na kritično temperaturo vegetacije. Šele po tem bo mogoče z uspe-

hom uporabljati metodo temperaturnih vsot, ki omogoča prognozo faz vegetacijskega razvoja.

Omenili smo pozitiven učinek nizkih temperatur na vegetacijo. To se očitno zrcali še v dejstvu, da uspevajo najboljši gozdovi v krajih s hladno zimo na pr. v Sibirski tajgi, Finsko-Skandinavskem pragozdu, Kanadski tajgi in podobno. Tudi v Sloveniji so gozdovi najbolj obsežni in najbolj kakovostni na planotah s hladnimi zimami, kot so Pokljuka, Jelovica, Pohorje, planote na severu od Snežnika itd. Vendar pri nizkih temperaturah pozimi obstoji neka spodnja meja, in če mraz prestopi tisto mejo, nastane že negativen učinek nizkih temperatur na vegetacijo. To so takozvane zimske pozebe. Pri nas smo imeli množično zimsko pozebo gozdov v hudi zimi l. 1928/29. V Sovjetski zvezi pa se dogaja, da tudi ozimna pšenica zaradi hude zime zmrzne in odmre. Podobno se dogaja s sadnim drevjem: v že omenjeni hudi zimi 1928/29 in v hudem februarju 1956 so bile tovrstne pozebe tudi v Jugoslaviji. Zato v krajih, kjer so zime prehude ne uspeva niti gozd / tundra /. Vendar je za severno ali gorsko mejo gozda ali poljedelstva bolj odločilno poletje nego zima: po Köppenu leži gozdna meja na severu ali v gorah tam, kjer doseže povprečna temperatura najtoplejšega meseca komaj 10°C , meja poljedelstva pa je tam, kjer dosežejo trije najtoplejši meseci temperaturo 10°C ali več. Število " 10° " ni slučajno, marveč je utemeljeno s tem, da je to normalna temperatura za olistanje drev-
ves: po vsem svetu nastopi olistanje takrat, kadar prekorači povprečna dnevna temperatura 10°C , odpadanje listov pa nastopi, ko pri padanju temperature od poletja k zimi temperatura zopet prekorači 10°C . To velja za dolgoletne povprečke, medtem ko iz leta v leto ta temperaturna meja koleba. V Sloveniji doseže v dolgoletnem povprečju temperatura 10°C sredi aprila in sredi oktobra. To pa sta obenem termina za začetek in konec listnate odeje drevja. V Osrednji Sovjetski zvezi se olisti drevje v začetku maja. V krajih, kjer niti junija temperaturane doseže 10° , ne uspeva

več listnati marveč le iglasti gozd. Končno v krajih, kjer niti julija ni 10° , gozd ne uspeva več. Pri vsem tem pa ne smemo pozabiti na mikrotemperaturno polje, ki utegne znižati postavljene temperaturne meje, vendar samo v krajih s številnimi jasnimi in mirnimi dnevi. V zvezi z mikrotemperaturnimi polji so tudi precejšnje razlike med prisojnimi in osojnimi pobočji v gorah.

Razen letnega kolebanja temperature, ki tvori velik temperaturni cikel, obstoji še kolebanje temperature med dnevom in nočjo in še "aperiodično kolebanje". To zadnje pomeni tiste temperaturne spremembe, ki nastopajo v zvezi z vremenskimi spremembami ne glede na letni ali dnevni čas. Kolebanje temperature med dnevom in nočjo vpliva na vse rastline, razen na krompir, pozitivno. Tropsko večno zeleno rastlinstvo, ki nima zimskega počitka, je na nočne ohladike močnejše navezano kot na zimske, pa jih v tropskih sploh ni. Zaradi milih zim, je tudi mediteransko rastlinstvo močno občutljivo za znižanje nočnih temperatur. V nasprotju s tem potrebuje semenski krompir in krompir sploh vsebolj oceanski temperaturni tok, t.j. majhno temperaturno razliko med dnevom in nočjo in nevisoke dnevne temperature. V Dalmaciji ob morju so temperaturne razlike med dnevom in nočjo majhne, kljub temu pa tam krompir slabo uspeva, oz. sploh ne uspeva, ker so popoldanske temperature previsoke. Strokovnjaki namreč menijo, da temperatura nad 25° zavira rast krompirja. Kljub temu je krompir zelo razširjen tudi v kontinentalni klimi, kot na pr. v Sovjetski zvezi, toda le v območju poletja, kjer trajajo temperature nad 25° le nekaj ur dnevno, v južnih pokrajinah Sovjetske zveze, kjer je poletje prevroče, krompir ne uspeva. V Zah. Evropi je znana Nizozemska kot dežela krompirja, ker je tamkaj poletje sveže in vetrovno in je zato, namreč zaradi vetra, kolebanje temperature med dnevom in nočjo le neznatno, kar je za krompir zelo koristno. V Sloveniji bi bila Gorenjska in višje planote, kot so na pr. Bloke, zaradi svežega poletja ugodna tla za gojitev semenskega krompirja, vendar

pa to zavira prevelika temperaturna razlika med dnevom in nočjo na teh planotah. Žato bi kazalo izkoristiti mikrotemperaturne klimatske pogoje in saditi krompir na Gorenjskem na gričevju: tu so namreč temperaturne razlike med dnevom in nočjo bistveno manjše kot nad ravnino. Čim bolj se klimatski pogoji odmikajo od optimalne "krompirjeve" klime, tem slabši je njegov pridelek.

V nasprotju s krompirjem potrebuje sadno drevje, razen mediteranskih vrst, dovolj mraza pozimi in hlad ponoči. Žato bi bilo treba sadovnjake razmeščati v zatišnih ravninskih legah, ali celo v dolinskih oblikah terena. Vendar je tu treba paziti na spomladanske pozebe, da ne bodo pre^{po}gostne, kajti ravno za take oblike terena je značilno, da tu nastopajo pozebe pogostejše in močnejše kot drugod. Kaže, da je razmeščanje sadovnjakov po gričevju, ki ga je v Sloveniji dovolj, v zvezi z obrambo pred pozebami. V krajih, kjer so temperaturne amplitude ostre, razmestitev sadovnjakov po gričevju še zadostuje za stimulacijo sadovnjakov, vendar pa v krajih, kjer je ta amplituda premajhna, ne kaže razmeščati sadovnjakov na gričevju. Preden se odločimo za lokacijo sadovnjakov, je treba analizirati temperaturne podatke glede na obseg temperaturnih razlik med dnevom in nočjo ter med poletjem in zimo in pa glede na vsoto negativnih temperatur pozimi. Šele iz teh podatkov moremo sklepati, kje je lokacija najboljša. Zaradi pozeb se ne smemo odločiti za mikroklimatsko območje z najostrejšimi amplitudami in iščemo raje kompromisno lego. Razmestitev sadovnjakov brez predhodne klimatske analize ne more imeti znanstvene osnove.

Vpliv aperiodičnih temperaturnih sprememb na rastlinstvo je malo proučen, kaže pa da je tudi ta vpliv zelo odvisen od vegetacijskega razvoja oz. od tega, v katerem letnem času se pojavlja. V topli polovici leta, zlasti pa spomladi vpliva ostro ali prepogosto aperiodično kolebanje temperature negativno na razvoj vegetacije, v zimski dobi pa prejkone pozitivno. V območju mediteranske ali trop-

ske klime rastlinstvo ne prenese ostrih aperiodičnih kolebanj temperatur. Tako na pr. mandelj in lešnik lepo uspevata v Italiji blizu Neaplja, kjer je izrazita sredozemska klima. Pri podobnih mesečnih povprečnih temperaturah v Buenos Airesu cveteta ti dve vrsti, ne obrodita pa dosti, in sicer po mnenju specialistov zaradi prevelikih aperiodičnih kolebanj temperature v Argentini. Z ostrimi aperiodičnimi kolebanji temperature je povezana pogostnost spomladanskih pozeb ali zimskih odjug, kar še povečuje pomen aperiodičnih kolebanj. Kaže, da vplivajo zimska ostrá aperiodična kolebanja temperature pozitivno na razraščanje gozda, toda s pogojem, da so odjuge redke, kajti v območju take klime bujno uspevajo gozdovi / Zahodna Sibirija, Kanada, gorske planote v Sloveniji in podobno/ vendar tudi tu obstoji neka kritična meja, in če to kolebanje prestopi to mejo, se korist spremeni v škodo oziroma deluje to kolebanje zaviralno. Drevju in gozdovom zelo škodujejo če sledi pozimi periodi mraza dolgo razdobje toplega vremena, nato pa zopet nastopi hud mraz. - To se je na pr. zgodilo v februarju 1956, ko je po toplem januarju nastopil hud mraz v februarju. Številna drevesa so tedaj popokala, in to na prisojni strani.

Glede na vpliv temperature na rastlinstvo delijo znanstveniki / na pr. Burgos / rastline na tri skupine in sicer:

- 1/ termociklične rastline,
- 2/ paratermociklične in
- 3/ atermociklične.

V prvo skupino spadajo rastline, ki žive mnogo let, na pr. drevje, mnogoletne trave itd. in imajo letni vegetacijski cikel: pozimi počivajo. Take rastline potrebujejo zimski hlad. V drugo skupino se uvrščajo rastline, ki v svoji življenjski dobi prebijejo zimo in poletje in žive manj od enega leta. Sem štejemo ozimna žita. Tudi ta vrsta rastlin potrebuje nizke temperature pozimi ali spomladi. Tretjo skupino t.j. atermociklično, pa tvorijo take vrste, ki žive

le v topli polovici leta, na pr. jara žita, koruza, krompir, paradižnik itd. Ta vrsta rastlin potrebuje hlad ponoči in - razen krompirja - ostre temperaturne amplitude med dnevom in nočjo.

Znanstveno poljedelstvo mora vse te činitelje preizkusiti na raziskovalnih poljih in v laboratoriju. Šele tako je mogoče dobiti ustrezno število, veljavno za naše klimatske pogoje.

V zvezi z učinkom temperature na rastlinstvo so potrebni še naslednji pojmi:

1/ aktivna temperatura, ki pomeni vse temperature nad biološkim minimom, t.j. nad tisto najnižjo temperaturo, ki še zadošča za vegetiranje / biološki minimum je pri večini naših rastlin 5°C /;

2/ efektivna temperatura je razlika med dejansko temperaturo in biološkim minimom, na pr. če znaša biološki minimum 5° , a temperatura dneva 14° potem znaša efektivna temperatura tega dne 9° .

Biološki minimum zdaleč ni konstanten, marveč se spreminja z razvojem rastline. Tako je sovjetski agrometeorolog Stepanov ugotovil naslednjo odvisnost bioloških minimalnih temperatur od razvojne faze:

Kultura:	vznik:	formiranje veg.organa:	formiranje gener.organa:	dozorevanje je sadu:
Jara pšenica	4 do 5	4 do 5	10 do 12	10 do 12
ječmen	4 " 5	4 " 5	10 " 12	10 " 12
oves	4 " 5	4 " 5	10 " 12	10 " 12
proso	10 " 11	10 " 11	12 " 15	10 " 12
koruza	10 " 11	10 " 11	12 " 15	10 " 12
riž	14 " 15	14 " 15	18 " 20	12 " 15
grah	4 " 5	4 " 5	8 " 10	10 " 12
fižol	12 " 13	12 " 13	15 " 18	12 " 15
sončna roža	7 " 8	7 " 8	12 " 15	10 " 12
lan	5 " 6	5 " 6	10 " 12	10 " 12
konoplja	2 " 3	2 " 3	10 " 12	10 " 12
bombaž	14 " 15	14 " 15	15 " 20	12 " 15

Že omenjena metoda "temperaturnih vsot " pravi tole: če seštevamo povprečne dnevne efektivne temperature, moremo dobiti neke vsote, ki so karakteristične za nastop nove faze razvoja, na pr. za pričetek cvetenja, zorenja, itd. Tako se da napovedati različne vegetacijske faze. Vendar te vsote niso povsem konstantne, marveč kolébajo v odvisnosti od drugih faktorjev, kot so :

- 1/ število sončnih dni /učinek mikrotemperaturnega polja in osvetlitve/,
- 2/ vlažnost zraka in vodnost zemlje,
- 3/ od stopnje jarovizacije,
- 4/ od umetnih gnojil.

Posebno velik vpliv ima, če temperatura v teku vegetacijske dobe pade pod biološki minimum. Tedaj rastlina sicer ne odmre / če ni mraza / in niti ne utрпи pomembne škode, a se zadrži v razvoju, če tudi bi bile kasnejše temperature optimalne. Na podoben način ovira rast prekomerna vročina, ki znaša za večino naših rastlin med 30 in 35° C, za koruzo pa preko 40°.

V. poglavje.

VLAŽNOST IN RASTLINSTVO.

Neposredni vpliv vlažnosti zraka na rastlinstvo je naslednji: relativna vlažnost oziroma vlažnostni deficit vpliva na izhlapevanje t.j. na transpiracijo rastlin. Če se izhlapevanje tako stopnjuje, da rastline ne morejo več nadomestiti izgubo vode s sesanjem vode iz zemlje, potem sprva nastane ovenelost. To je znak, da je notranja vodna napetost / takomenovani "turgorni" pritisk"/ popustila, pozneje pa rastlina popolnoma odmre. Tovrstni suši pravimo " zračna suša" z razliko od suše, kadar tudi v zemlji ni vode. Zemeljska suša pomeni v nasprotju od zračne primanjkljaj vode v zemlji;

taka suša pa more nastati neodvisno od zračne suše. V Sloveniji zračna suša praktično ne nastopa, pač pa niso toliko redki primeri talne suše, ki so bili zlasti pogostni v letih 1950-1952.

V Sloveniji so mnogo bolj pogostni učinki prevelike vlažnosti zraka in prevelike namočenosti tal.- Prevelika relativna vlažnost zraka zadržuje ob času zorenja žit njih zorenje, pospešuje virusne bolezni in včasih povzroča, da še ne dozorela ali komaj dozorela zrna začno kahliti kar na klasu! V vinogradih povzroča velika relativna vlažnost nagnenje k peronospori in h gnitju.

Učinek zračne vlažnosti na temperaturo zraka in na mikrotemperaturno polje je zelo velik, toda to pot je odločilnega pomena absolutna vlažnost. Velika absolutna vlažnost pomeni vedno tudi visoko temperaturo, zlasti pozimi in ponoči. Poleti je podnevi pri veliki absolutni vlažnosti soparno in se pogostokrat pojavljajo tako imenovane vročinske nevihte. Velika absolutna vlažnost zmanjšuje kolebanje temperature med dnevom in nočjo, v zimski dobi pa ga popolnoma ustavi. V nočnem času in pozimi pomeni velika absolutna vlažnost obenem veliko relativno vlažnost, in zato tudi povzroča meglo ali še pogostejše nizke, težke oblake, tako imenovanega "stratusa", iz katerih včasih na gosto padajo komaj vidne drabne kapljice. Meteorologi označujejo tak "dež" kot pršenje. Pršenje ob visokih temperaturah je zelo nevarno za pojav peronospore in drugih plesni na rastlinah ali na kakih predmetih. Velika relativna vlažnost zavira transpiracijo in če traja dolgo povzroča primanjkljaj rudninskih hranil v rastlini, posledica pa je njih hiranje.

Reagiranje rastlin na veliko relativno ali absolutno vlažnost je močno odvisno od njihovega tipa, tako da moremo razdeliti rastline na vrste, ki potrebujejo majhno relativno vlažnost zraka, to so kserofiti in rastline, ki potrebujejo veliko relativno vlažnost - higrofiti.

Velika relativna vlažnost ali še boljše velika absolutna vlažnost preprečuje spomladanske pozebe, ker nastaja pri padcu temperature do rosišča megla ali nizka oblačnost, ki ustavlja nadaljnjo ohladitev. Vprašanje vlažnosti je torej dvojnega pomena: vpliva neposredno na rastlinstvo in posredno z učinkom na temperaturo.

V tesni zvezi z vlažnostjo zraka je transpiracija rastlin. Za agronoma je važno, da loči izhlapevanje z gole zemlje, ali vodnih površin, kar se imenuje evaporacija in iz rastlin, kar se imenuje transpiracija. Totalno izhlapevanje t.j. z zemlje in rastlinstva skupaj je EVA - POTRANSPIRACIJA. Številna merjenja so pokazala, da porabi rastlina v vegetacijski dobi ogromne količine vode za transpiracijo. Tako porabi po podatkih sovjetskega agrometeorologa Venckijeviča ena sama koruzna rastlina 200 do 250 litrov vode. Iz te vode ostane le eden do dveh odstotkov v rastlini, kot sestavni del celic, ostali del pa izhlapi. Preden pa se to zgodi, napolni voda do nasičenosti vse celice rastline in jih tako ohranja v napetem stanju. Izhlapelo vodo nadomesti takoj druga in tako se vzdržujejo celice rastline v nasičenosti z vodo. Izhlapela voda pušča rastlini neogibno potrebne rudninske snovi. - Kopičenje rudninskih snovi v rastlini je torej mogoče, če so pogoji za transpiracijo. Transpiracijo je tudi potrebna za fotosintezo, ker dovaja listom svežo vodo iz zemlje. Končno je transpiracija tudi sredstvo za reguliranje mikrotemperature rastlin: če nastopa prevelika preogrelost se transpiracija povečuje, s tem pa se večja tudi poraba toplote za izhlapevanje, kar povzroča znižanje temperature. Pri nizkih temperaturah se transpiracija zmanjšuje ali se ustavlja. Razen temperature vpliva na transpiracijo še relativna vlažnost; če ta pojema, se transpiracija večja. To dejstvo je vsekakor negativno; povzročiti more tudi izsušitev rastline, če je izguba vode večja, kot jo morejo nadomestiti korenine. Učinek nizke relativne vlažnosti na transpiracijo pospešuje veter. Zato v krajih, kjer pihajo suhi vetrovi, opažamo, da rastline venejo

brez suše v zemlji. Transpiracija je dalje še odvisna od lastnosti rastline same:

vođa izhlapeva direktno skozi "kutikolo", t.j. rastlino obdajajočo kožico, in skozi pore, to so majhne luknjice v kožici. Izhlapevanje direktno skozi kutikolo je povezano z zakonom o difuziji plinov. Difuzija nastane zaradi gibanja molekul v plinih in v vseh snoveh: posamezne molekule se prebijajo na prosto skozi praznino med molekulami, iz katerih je zgrajena tista snov, na primer kutikula. Na enak način se gibljejo molekule zraka iz okolice rastline in vdirajo vanjo. Takšno je torej direktno izhlapevanje skozi kutikolo. Večji del vode izhlapi iz medceličnih kanalov, ki prehajajo v pore. Medcelični kanali urejajo transpiracijo; ob prehitri transpiraciji se zožujejo in se morejo celo popolnoma zapreti. Tedaj se vrši transpiracija le še po difuziji. Zlasti v nočnem času se medcelični kanali zožujejo ali celo popolnoma zaprejo. Vodni tok v rastlinah od korenin proti poram vzdržuje še fotosinteza in če se transpiracija popolnoma ustavi / razen difuzne, ki se nikoli ne ustavi /, se ustavi tudi fotosinteza. Sovjetski agrometeorolog Maksimov je ugotovil, da pri popolnoma odprtih kanalih izhlapeva ob sicer enakih ostalih pogojih do 90 % one količine vode, ki bi izhlapevala z vodne površine, pri popolnoma zaprtih kanalih pa le okrog 5 % vode z ozirom na vodno površino.

Če sestavimo ulomek, tako da v števec vpišemo količino vode, ki izhlapi iz rastline v nekem določenem času, v imenovalce pa težo suhe snovi / brez vode /, ki jo kaže rastlina v istem času, dobimo nepravilni ulomek, ki se imenuje **TRANSPIRACIJSKI KOEFICIENT**. V praksi določajo transpiracijski koeficient kot odnos izhlapele vode s hektarja do teže suhega pridelka s hektarja. Tako so našli sovjetski agrometeorologi, da ima tako sestavljeni transpiracijski koeficient naslednje vrednosti: pšenica 450 do 600, oves 600 do 800, rž 500 do 800, listnato drevje 400 do 600 itd. Transpiracijski koeficient je spremenljiva veličina in

je odvisen še od sušnosti klime: v suhi klimi je večji kot v vlažni. V Sloveniji znaša transpiracija le nižje vrednosti, to pa omogoča poljedelstvo tudi na apneni zemlji, ki slabo zadržuje vodo. Sovjetski agrometeorolog Veriga je poskušal ugotoviti, koliko vode porabijo rastline v raznih fazah njihovega razvoja. Tako je vpostavil empirično enačbo: $Y = At + Bp + Cw + D \dots\dots /37/$, kjer Y pomeni dekadno spremembo vodnih rezerv v zemlji, p = koločino padavin v dekad, w = vodno rezervo zemlje iz prejšnje deкаде, t = povprečno dekadno temperaturo; A, B, C, D pa empirične koeficiente. Za žitarice v območju črne zemlje / južna Rusija, / je podal Veriga naslednje podatke:

Jara žita	Debelina zemlje v cm	A	B	C	D
vzklitje	20	- 0,10	0,35	-0,28	0,90
klasanje in cvetenje	100	- 0,07	0,93	-0,18	-20,50
zorenje	100	- 1,72	1,08	-0,23	23,30 itd.

Navedeni koeficienti morajo biti v Sloveniji dokaj drugačni kot v območju črne zemlje v Rusiji, vendar manjkajo vsa tovrstna merjenja.

VI. poglavje.

PADAVINE IN RASTLINSTVO.

Padavine tvorijo osnovni klimatski faktor, kajti napajajo zemljo in s tem dajejo vodo rastlinstvu, živalstvu in človeku, ter določajo hidrološki sistem ozemlja. Ker je rastlinska ^{padavine}potrošnja voda ogromna, morajo biti za kmetijske potrebe dovolj močne, da krijejo potrebe rastlin. Po podatkih sovjetskih agrometeorologov porabi rastlina v območju dokaj važne klime, kot je na pr. v Sloveniji, za proizvodnjo 100 kg rastlinske gmote, 30.000 kg / litrov / vode a v sušni klimi celo 50.000 kg /litrov /. Jara žita potrošijo v

vegetacijski dobi 2500 ton vode na hektar, kar ustreza 250 mm padavin, koruza pa rabi po mojih računih 1770 ton vode na hektar / 177 mm padavin /. Te številke nikakor ne pomenijo, da zadošča 250 mm padavin za jara žita, oziroma 177 mm padavin za koruzo, kajti del padavin nujno izhlapi neposredno z zemlje in površine rastlin, del odteče po površju in šele preostali del napaja zemljo, a s tem tudi rastline. Vendar tudi ta voda se le deloma troši za rastline, kajti ostali del izhlapeva preko zemeljske površine, ki se nahaja vmes med posameznimi rastlinami. V zvezi s tem govorimo o vodnem koeficientu rastlin, ki pomeni odnos količine padavin, ki so potrebne za uspevanje rastline k količini vode, katero rastlina dejansko porabi.

Ta koeficient je odvisen od kakovosti vremena, od kakovosti zemlje in od nagiba terena. Sušno vreme poveča vodni koeficient rastlin, ravno tako ga večja slaba zemlja in nagib terena. Če je teren preveč nagnjen, more nastati " orografska suša " če tudi je padavin preveč. Tako na primer opazimo v gostih vlažnih gozdovih brezgozdne goličave na strminah. Zato ni mogoče določiti splošno veljavnega vodnega koeficienta za vse rastline in za vse terene, marveč le za individualne pogoje. Vendar moremo reči, da je vodni koeficient nižji na ravnem terenu in pri dobri zemlji ni nižji od 3. To pomeni, da morajo znašati minimalne padavine vsaj trikrat toliko, kot potrebuje rastlina vode, v našem zgornjem primeru za jara žita najmanj 750 mm, a za koruzo najmanj 591 mm. Nekateri agrometeorologi so vpeljali še pojem efektivnih padavin. Pod efektivnimi padavinami razumemo tisti del padavin, ki se absorbira v zemlji. Neobdelana zemlja absorbira največ 30 % letne količine padavin, sičér se ta odstotek menja v odvisnosti od kakovosti padavin in kakovosti zemljišča in terena. Če na primer pade dež na suho zemljo je efektivnih padavin relativno več pri vseh ostalih enakih pogojih. Efektivne padavine so relativno velike tudi tedaj, če pada dež počasi z drobnimi kapljicami in če je zemlja dobro zorana. Pri nalivih je efektivnost padavin zelo majhna, zlasti pa na nagnjenem terenu. Vpliv nagnjenosti terena na absorp-

cijo padavin pa je odvisen še od kakovosti zemlje: trdna zbita zemlja se namaka prilično vzporedno z kosinusom nagibnega kota, zrahljana zemlja pa je mnogo manj občutljiva na nagib. Iz tega sledi, da je mogoče z dobro obdelavo zemlje bistveno izboljšati vodne rezerve na nagnjenem terenu. Nalivi, razen male aktivnosti povzročajo še erozijo zemlje. Erozijski problem v krajih, kjer so nalivi pogostni in kjer primanjkuje orne zemlje. V Sloveniji sta v tem pogledu zlasti prizadeta Kras in Kopersko, pa tudi na Gorenjskem ni mnogo bolje. Za namakanje zemlje s padavinami je tudi zelo važno, ali je zemlja gola, ali poraščena, zlasti če je pokrita z rastlinskimi odpadki, kot na primer zemlja v gozdu s starim, preperelim listjem. V tem primeru odteče skoro vsa voda po površju, ne da bi dosegla zemljo. V nasprotju s tem, očiščena in s svežim rastlinstvom poraščena zemlja bolje zadržuje vodo kot neporaščena: voda se zadržuje na tleh med rastlinami in ima tako čas pronicati v globino. Razen tega imajo rastline večjo površino, s katero lovijo padavine, kakor gola zemlja. Zato rastline ujamejo več padavin, kakor neporaščena zemlja enakega area-la. Padavine nato počasi tečejo po steblih proti zemlji in imajo tako večjo priložnost pronicati v globino. Tudi v gozdu ali sadovnjaku se sprva namoči krošnja dreves, pozneje začno padati debele kaplje s krošnje. Glavni del padavin pa teče po deblih in ko doseže zemljo, se širi od tu po površju zemlje in jo polagoma namaka. Namočenost je tudi močnejša tik pod robom krošnje, od koder pada na zemljo največ dežja z listov.

Močne plohe imajo še naslednji učinek: zrahljana zemlja se pod udarci težkih dežnih kapljic zbije skupaj in izgubi svojo prvotno rahlo strukturo. Pozneje, ob posušitvi nastaja trdna skorja, ki ovira rast in dihanje podzemeljskega dela rastlin. Plohe ali močan oziroma trajen dež imajo tudi neposredni učinek na rastlinstvo. Udarci dežnih kapljic tlačijo rastlino proti tlom in če je dež premočan, lahko nastajajo tudi prelomi. Podobno deluje teža

vođe, ki se nabira v zgornjem delu rastline, t.j. v cvetu ali v klasu. Dež ob času cvetenja je tudi odločilnega pomena za letino, ker ovira let čebel in drugih žuželk, potrebnih za oprašitev. Povrh vsega dež tudi izpira cvetni prah. Najhujša vrsta padavin je toča, ker bije zaradi svoje trdnosti in teže z najhujšimi udarci in obtolče rastlinstvo: cvet in sadove zbije z dreves in tudi drevesne veje rani; žitna polja "zmlati", t.j. stolče zrnje s klasov. Jara žita si laže opomorejo od poškodb po toči kot ozimna. K sreči toča nikoli ne zajame širših območij marveč ubira le ozke poti in se povečini drži prilično istih poti. Zato mora vsako agrarno gospodarstvo na osnovi dolgoletnih podatkov izdelati karto z razporeditvijo območij toče, kraje pa, kjer se ta prepogostokrat pojavlja, prepusti takim vrstam poljedelstva, ki laže prenašajo točo, na pr. travništvu.

Snežne padavine so le tedaj škodljive, če pada moker, težak sneg, ki se oprijema drevesnih vej in drugih rastlin in s tem seveda povzroča zlome. Posebno velika škoda nastane, če pade sneg na cvetoče ali olistano dreve in ko je tudi travnata vegetacija v največjem razvoju / v Sloveniji je bil tak primer 6. maja 1957 /, kajti tedaj je površina krošenj oziroma trav zelo velika in zadrži na sebi velike količine snega. Če pade sneg na toplo zemljo in istočasno nastopa mraz / na pr. januarja 1958 / se sneg na tleh sprva tali, od zgoraj pa zmrzuje. Na zadnje nastane pod snegom ledena in neprodušna skorja, ki včasih škoduje oziminam. V naših krajih je tovrsten pojav žal zelo pogosten. V nasprotju s tem pa je suhi zimski sneg, če pade na zmrznjena tla, zelo koristen, ker ščiti tla pred mrazom in pred hitrimi spremembami temperature, kar je za prezimovanje ozimin zelo potrebno. V sušnih kontinentalnih podnebjih, kjer ustavljajo odpihovanje snega s polj z zaščitnimi ograjami, omogoča zimski sneg zbiranje vlage za pomlad. V Sovjetski zvezi, kjer je klima v splošnem suha, je to vprašanje zelo važno, pri nas pa pride v poštev morda le na Krašu.

Posebno vrsto padavin tvori "poledica". Ta nastane večinoma, kadar sledi periodi mraza dež, ki sprva zmrzuje na tleh in na drevju, pozneje pa se vse skupaj tali. Taka poledica še ne prenaša vegetaciji bistvene škode. Drugače je, ako pada dež pri dolgotrajni temperaturi pod ničlo, kot se je to dogodilo na pr. v decembru 1953. / deloma tudi v decembru 1961/. Tedaj se vse pokrije z debelo ledeno skorjo, ki polomi nešteto vej v gozdovih in sadovnjakih, obenem uniči ali poškoduje ozimino / če ta ni pod snegom /, ledena skorja, ki nastaja na zemlji oz. na snegu in ozimini, pa zavira dihanje ozimini. K sreči so take poledice pri nas redkost.

Padavine torej niso vedno koristen faktor, če tudi so v splošnem neogibno potrebne. Ozemlja, ki imajo obilo padavin in je tam tudi dovolj visoka temperatura, so obenem tisti bohotni rezervati naravne rasti, kjer se vegetacija sama po sebi / spontano / bujno razrašča / na pr. tropski pragozd /.

VII. poglavje .

VETER IN RASTLINSTVO.

Veter pomeni skoraj vedno negativen činitelj za rastlinstvo, razen v primeru, ko grozi pozna spomladanska pozeba. - Pozne spomladanske pozebe nastopajo pri nas zaradi prekomerne ohladitve v jasnih nočeh. Če pa piha ponoči veter, ta dodatna ohladitev ni velika. Veter torej preprečuje slano ! Drugače pomeni veter negativni činitelj, če je dovolj močan. Vzroki za to negativno lastnost vetra so naslednji: veter zmanjšuje ali uničuje mikrotemperaturno polje, s tem pa v topli polovici leta prikrajšuje rastlinstvo na bistvenem presečku temperaturne vrednosti v primeri s temperaturo zraka. To znižanje temperature seveda zadržuje celotni razvoj vegetacije. Veter tudi pospešuje izhlapevanje in transpiracijo; s tem povečuje nekoristno porabo vode ter

tako neposredno suši tla; razen tega pa tudi znižuje temperaturo rastlin in tistih teles, ki izhlapevajo vlago. Če je veter suh, utegne biti temperatura rastlin za nekaj stopinj nižja od temperature zraka. Ob času cvetenja močan veter moti let čebel oziroma žuželk in s tem ovira oprave, razen tega pa more povzročiti tudi mehanične poškodbe na drevju.

V Sloveniji je v tem pogledu zelo pomembna burja. K sreči ta piha predvsem pozimi, vendar so tudi tedaj njeni sunki toliko močni, da jih drevje ne vzdrži vedno; sunki burje mnogokrat odnašajo nekaj drevesnih vej in s tem povzročajo večjo ali manjšo škodo. Mehanični učinek vetra narašča, če so drevesa zasnežena ali olistana. V gozdovih povzročajo močni vetrovi milijonsko škodo. Gorski gozdovi so bolj izpostavljeni vetru kot nižinski in je zato tu veter zelo važen negativni činitelj. Zaščita proti vetru je mogoča s postavitvijo vrste ograj z odprtini v šahovskem redu ali z zaščitnimi prožnimi iglavci, kot so macesen ozir. viharniki. V krajih, kjer so vetrovi pogostni, moremo izkoriščati njihovo energijo za pogon električnih agregatov, kar že uspešno izvajajo v SSSR, ZDA, Angliji itd. V Sloveniji veter poganja električni agregat na meteorološki postaji "Kredarica".

VIII. poglavje.

UKREPI ZA ZAŠČITO RASTLIN PROTI VREMENSKIM NEPRILIKAM.

1/ Borba proti pozebam.

V Sloveniji lahko postavimo spomladanske pozebe ali na kratko " slano " na prvo mesto glede škodljivega učinka na rastlinstvo. Slana sama, kot smo že videli, ni strupena in celo blaži učinek mraza. Slana je samo vzporeden pojav, ki nastane na rastlinski površini ob padcu temperature pod ničlo. Poškodba po mrazu je odvisna od jakosti in trajanja mraza in od razvojne faze rastline. Za obrambo

pred mrazom je važno ločiti tip mraza: najpogostnejši tip je tak mraz, ki nastaja zaradi prekomerne ohladitve pod jasnim nočnim nebom in ob brezvetrju. Ta tip je izrazito mikro-in mezotemperaturnega značaja, t.j. mraz se drži na površju rastlin, medtem ko more biti temperatura v zraku celo nekaj stopinj nad ničlo. Če pa je tudi v zraku temperatura pod ničlo, je na rastlinah mraz za nekaj stopinj ostrejši. Ukrepi proti tovrstnemu mrazu so še najlažji. - Mikrotemperaturno polje je namreč posledica izžarevanja toplote s teles. / toplota se spreminja v energijo infrardečih žarkov in odhaja v vesolje /. Na izžarevanje pa je mogoče vplivati, če spremenimo sposobnost tistega površja za izžarevanje, ali če spremenimo sposobnost ozračja za propuščanje infrardečih žarkov v vesolje. Prvo dosežemo, če spremenimo barvo površine v infrardeči svetlobi na čimbolj belo; vendar tehnika ne pozna take možnosti za večje areale. Preostane torej druga možnost. To ostvarimo, če skalimo zrak z dovolj grobimi delci, ki zavirajo izžarevanje z zemlje. - Na tem sloni že zdavnaj znana dimna zaščita pred pozebo. Dimno zaščito je priporočal že Aristotel, ker je opazil, da v oblačnem vremenu ni pozebe in je mislil, da gosti dim nadomešča oblake. Toda v učinkovanju oblakov in dima na izžarevanje je bistvena razlika: oblaki plavajo visoko in absorbirajo infrardeče žarke, ki jih izžareva zemlja in sicer s spodnjo stranjo oblakov, obrnjeno proti zemlji; z iste strani izžarevajo oblaki proti zemlji svoje infrardeče žarke. Te pa absorbira zemlja. Tako se zemlja pod oblačno odejo le počasi ohlaja in je zato mikrotemperaturno zniževanje temperature le neznatno. Zgornja površina oblakov pa izžareva svoje infrardeče žarke v vesolje in se tako močno ohlaja. Preohlajeni zrak zgornjega površja oblakov pada niže, vendar se med grezanjem adiabadsko segreva. Zaradi tega ta preohlajeni zrak ne doseže zemlje, pač pa povzroča, da se spodnja površina oblakov počasi znižuje proti zemlji. V zimski dobi more ta padajoča gmota doseči zemljo in tedaj nastaja hladna megla. Spomladi pa se noči prekratke za tako možnost in ohladitveni učinek izžarevanja z zgornje površine oblakov ne doseže

zemljo. Zato pozeba pod oblaki ne nastopa. Dimna zaščita pa v nasprotju z oblaki ustvari zadimljenje zraka, ki je na tleh. Zgornja površina dima, ki morda visi v višini 5 do 10 metrov, pa ravno tako kot oblaki izžareva v vesolje in se hladi. Hladni zrak s površine dima z lahkoto doseže tla. Zato tovrstna dimna zaščita ne pomaga dosti, v najboljšem primeru prestavi žarišče mraza s tal v višino dimne površine, t.j. v višino drevesnih krošenj. Če pa je drevje tedaj v cvetju, lahko dimljenje povzroči še večjo škodo, kakor popolna opustitev kakršnihkoli ukrepov. Zato bo prineslo dimljenje uspeh le tedaj, če se posreči spraviti dim dovolj visoko nad zemljo, da bo res nadomeščal oblake ! Dim nam uspe spustiti v višino le tedaj, če zakurimo nekje, precej daleč od vrta ali polja, ki ga hočemo zaščititi od mraza, zelo močan ogenj, ki obenem proizvaja mnogo dima. Topli zrak z dimom se bo hitro dvigal do višine, kjer se bo izenačila temperatura nad ognjem dvigajočega se zraka s temperaturo okoliškega zraka. Od tu dalje se bo dim kot oblak širil v smeri vetra. Če smo pravilno ugovorili smer vetra v višini, bomo temu primerno izbrali kraj za ogenj. Kuriti preblizu sadovnjakov ali polj, ki jih hočemo zaščititi pred mrazom ni priporočljivo, ker vrščina ognja vleče zrak od vseh strani in s tem povzroča veter, ki pospešuje ohladitev rastlin, hkrati pa tudi povečuje izhlapevanje. Če je temperatura zraka pri tem pod ničlo, se bo zaradi vetra kaj hitro preneslo iz zraka na rastline. S tem lahko le pospešimo pozebo. Posebno pa bodo prizadete tiste rastline, ki so preblizu ognja, kajti infrardeči žarki, ki izvirajo iz ognja, segrevajo tisto stran rastlin, ki je obrnjena proti ognju, veter pa istočasno hladi nasprotno stran rastline. Razdejanje v rastlinskih celicah, je zaradi tega še večje ! Mogoče je tudi puščati dim ali umetno meglo z nevisokih hribov vendar se to sredstvo obnese le tedaj, če na višini ni bistvenega vetra. Najbolj uspešno dimljenje dosežemo s takojmenovanim "higroskopskim dimom", t.j. dim, ki je sestavljen iz higroskopskih delcev, predvsem žveplovih ali dušikovih spojin. Tovrstne spojine vlečejo vod-

ne hlače iz zraka in tako povzročajo pravo vodno meglo. Žal pa so omenjene higroskopske primesi za rastlinstvo večinoma strupene.

Važno je še upoštevati, da dim le takrat pomaga, če ga tvorijo grobi delci, t.j. delci, ki so v premeru bistveno večji od valovne dolžine infrardeče svetlobe. V nasprotnem primeru dim z lahkoto propušča infrardeče žarke, s tem pa taka dimna zaščita ni več učinkovita. Dim, ki ga tvorijo grobi delci in ki je zato primeren za zaščito pred slano, nastaja z gorenjem mešanice slame, skobljancev, lesnih odpadkov, gnilega sena in suhega listja.

Omenjeno bodi še, da nizki dim, t.j. plast dima pri tleh le neznatno zmanjšuje pozebo, na zgornji meji dima pa jo celo povečuje. Zato tak način dimljenja ni priporočljiv. Če pa se tovrstno dimljenje tu pa tam vendarle obnese, potem bi v takih primerih sploh ne bilo potrebno izvajati kakršnokoli zaščito proti mrazu. V nasprotju s tem more visoko dimljenje, t.j. tako, ki razširi dim v precejšnji višini, ki se nato širi nad ogroženim področjem kakor oblak, bistveno pomagati. Tehnični pogoji za visoko dimljenje so torej zahtevnejši od nizkega dimljenja, vendar pa ne kaže še naprej uporabljati premalo učinkovitega nizkega dimljenja, namesto učinkovitega visokega.

Zelo učinkovito sredstvo proti pozebi je neprestano škropljenje z drobnoluknjičastim vodnim razpršilcem. Kapljice morajo biti tako drobne da napolnijo zrak kakor z dimom oziroma s paro in le počasi padajo. Pri temperaturi pod ničlo vsaka kapljica ob dotiku z rastlino zmrzne, s tem pa sprošča 80 kalorij na vsak gram zmrznjene vode, kar ohranja temperaturo rastlinske površine na 0°C . Tako se rastline polagoma odevajo z ledeno skorjo, ki ima vseskozi temperaturo le 0°C . Zaradi drobnega in izredno počasnega padanja kapljic, se ledena skorja prepočasi debeli in ne doseže take teže, da bi bila za rastlino nevarna, zjutraj ko se temperatura vlažnega termometra v psihrometru dvigne nad 0°C , opustimo nadaljnje škropljenje. Ta metoda zaščititi

rastlinstvo tudi tedaj, če pade temperatura zraka na -8°C , kar je spomladi zelo redek primer. Zato spada opisana metoda k najboljšim zaščitnim sredstvom proti mrazu. Vendar je za uporabo te metode potrebna obsežna vodovodna mreža in omenjeni drobno luknjičasti rotacijski razpršilci, kar pa je seveda spojeno z velikimi investicijami.

Pogostoje uporabljajo metodo gretja zraka v ogroženih območjih, predvsem v vinogradih: nameščajo posebne kovinske pečice v medsebojni razdalji 7 do 15 metrov in pomožnosti v šahovskem redu in jih istočasno kurijo. Infra-rdeči žarki in topli zrak od pečic, ki se hitro dviga, zmanjšujejo mraz v tistem območju. Metoda se obnese, če temperatura zraka ni nižja od -5°C . Na 1 ha je potrebno 300 do 400 takih pečic in vsaka pokuri do 8 litrov olja ali katra-na / v Nemčiji kurijo te pečice z ploščicami " briketa ", t.j. s stisnjenim premogovnim prahom/ ; stvar je torej zelo draga in se gospodarsko obnese le na donosnih veleposestvih.

Na malih vrtovih je priporočljivo pokrivanje kot zelo učinkovito in ceneno sredstvo za obrambo proti mrazu. Pokrivalo mora biti iz slame. Če pa slamnatih pokrival ni, potem lahko naredimo pokrivalo iz dvojnega papirja, kajti med zgornjo in spodnjo plastjo papirja mora biti majhen vmesni prostor.

Ker so vsi ukrepi proti mrazu bolj ali manj dragi in vsekakor zahtevajo dobro organizacijo in velik napor, jih bo kazalo uporabiti le v skrajnem primeru. Zato je treba natančno vedeti kdaj so taki ukrepi potrebni in koliko bi mogli biti učinkoviti. Mnogokrat zadostuje takoimenovana pasivna obramba pred pozebami. Pasivna obramba je v prvi vrsti v pravilni razporeditvi rastlinskih objektov: za mraz občutljivejše vrste se razporede na krajih s šibkejšim in redkejšim mrazom, t.j. na konveksnih oblikah terena. Hladnejši teren, na pr. žlebovi, kotlinice itd. je treba zravnan ali pa spraviti tja težke asfaltne oz. kamnite bloke. Najvažnejša pa je pravilna presoja položaja: če

vidimo, da mraz ne bo večji od -2° , moremo obrambo sploh opustiti, kajti škoda od takega mraza ni velika. Sicer je učinek mraza odvisen še od razvojne faze vegetacije: če je drevje že olistano, je mraz pod krošnjami omiljen, pač pa prizadene vrhove krošenj, vendar mnogo manj kakor pri enakih pogojih brez krošenj; tedaj nastopa pozeba pri tleh, zato pa je mnogo večja. Mraz se namreč najmočneje razvije na sklenjenih, nepremičnih površinah, ki so obenem slabi prevodniki toplote; take površine so pa na zemlji. Krošnje dreves so v nasprotju s tem gibljive in nesklenjene površine; zato tu ne more biti tolikšne preohladitve kot pri tleh. Razen tega se sveže rastlinstvo zaradi svoje svetle barve v infrardeči svetlobi le malo ohlaja pod temperaturo zraka; spomladanski mraz nastopa večinoma po dežju ali po rosi, ta pa je v infrardečih žarkih črna kot tuš in zato hitro izžareva toploto. Zato moramo, preden se odločimo za aktivno obrambo pred pozebami, oceniti pozitivne in negativne možnosti pasivne obrambe: če mraz ni večji od -2° in če rastlinstvo ni mokro, aktivna obramba sploh ni potrebna. Če pa je rastlinstvo mokro, so pogoji za uničujoči mraz v mikrotemperaturnem polju večji. Stopnja mraza se določi z vremensko karto in s krajevnim opazovanjem. Vremenska karta kaže, kakšne zračne gmote so v naši neposredni bližini, najnižjo temperaturo pa določimo s temperaturo rosišča tistih zračnih gmot, če odbijemo od rosišča še 2° C. Taka prognoza velja, če je noč jasna in ni vetra. Počebno ravnamo po krajevnih opazovanjih, tako da od rosišča, ki ga ugotovimo ob sončnem zatonu, odbijemo 2° C in dobimo najnižjo jutranjo temperaturo. Uverjeni smo lahko, da nižje temperature od tako izračunane ne bo. Izjeme morejo biti, če se nam bliža še hladnejši zrak, vendar nam to pokaže vremenska karta. Če smo torej opremljeni s psihrometrom in novo vremensko karto, se nam ni treba bati presenečenj. Prej nas lahko presenetijo višje, ali celo bistveno višje temperature od predvidenih, kajti nebo se more pooblačiti z visoko meglo ali kakimi drugimi oblaki, ki jih včasih po vremenski karti ne moremo predvideti. Rosišče znižano, za 2° C daje najnižjo možno

temperaturo, vendar ne napoveduje temperaturo, ki bo nastopila. Večja je verjetnost, da tako nizke temperature ne bo in da ta celo ne bo nižja od rosišča. Če nam torej tako pretehtavanje da kot najnižjo mogočo temperaturo -2°C , lahko mirno opustimo vsak obrambni ukrep. Če pa dobimo mraz do -4°C , je obramba že potrebna; v tem primeru pa je najcenejše dimljenje. Sprva naj bo to običajno dimljenje po tleh s tem da zažgemo dimne kope. Te pripravimo takole: v zemljo zabijemo leseni kol, dolg 2 in pol metra, tako, da ga moli iz zemlje še okoli 2 m. Ob kolu nasujemo kakih 70 cm visoko plast slame, pomešane s skobljanci. Na to plast nasujemo sloj lesnih odpadkov, nato zopet sloj suhega listja in slame in končno dodamo še lubje in kake slabo gorljive odpadke. Vse to pokrijemo s slojem zrahljane zemlje. Take kope zažigamo tako: kol izrujemo, v nastalo odprtino pa stlačimo slamo, namočeno v petroleju, in to prižgemo. Če se pokaže, da tovrstna dimna zaščita ni učinkovita, kar se vidi iz podatkov termometra na ogroženem območju, se moramo lotiti višinskega dimljenja, kakor je bilo že preje obrazloženo.

Obramba proti mrazu ne sme biti organizirana v enem samem dnevu. Taka obramba bi bila predraga; zato mora biti sad dolgoletnih klimatskih analiz. Sprva je treba izdelati klimatsko analizo ali klimatsko karto glede na pogostnost ali verjetnost mraza v posameznih pentadah / 5-dnevnih razdobjih / to nam pokaže preprost račun:

$V\% = 100 \cdot \frac{p}{n}$, kjer $V\%$ pomeni verjetnost / pogostnost /, da nastopi mraz tiste jakosti, p pomeni število vseh primerov, ko je bil ob tem letnem času opažen mraz tiste jakosti, n pomeni število let opazovanja. Tako je bil na pr. v Ljubljani v zadnji pentadi septembra v 30 letih mraz dvakrat. Iz tega sledi, da znaša verjetnost mraza v Ljubljani v zadnji pentadi septembra $100 : 15 = 6,7\%$. V zadnji pentadi maja pa je bil mraz v Ljubljani le enkrat v zadnjih 30 letih, kar ustreza verjetnosti $3,3\%$. Važna je tudi "vso-ta verjetnosti", ki pokaže, do kdaj nastopa mraz še s 100%

verjetnostjo in kdaj se ta zniža na 0 %. Razdobje, ko znaša verjetnost mraza 0 % se imenuje BREZMRAZNO RAZDOBJE. Vso ta verjetnosti se računa tako: vzamemo razdobje med najzgodnejšim in najkasnejšim opazovanim prvim (ali zadnjim) mrazom (v Ljubljani od 19. septembra do 30. maja) in nato računamo verjetnost mraza za vsako pentado, začevši od prvega opazovanega mraza (v Ljubljani bo taka prva pentada od 16. do 20. septembra, če računamo po dekadah pa od 16. do 25. septembra). Nato računamo razdobje od 16. do 30. septembra, potem od 16. septembra do 5. oktobra itd. Tako torej imamo datum najzgodnejšega mraza za nepremičen, podaljšujemo pa razdobje vsakikrat za 5 dni v naprej / če računamo po dekadah, pa vsakikrat za 10 dni naprej/. Končno dobimo datum, do katerega je bil opažen prvi mraz s 100 % verjetnostjo. Za Ljubljano je tak datum 24. november. Če pa pri tem razdelimo mraz v razrede po jakosti, na pr. od -0.1 do -2.0 , od -2.1 do -4.0 itd., dobimo na enak način zelo zanimiv in važen klimatološki podatek. Tako je na pr. v Ljubljani nastopil mraz -2.1 ali še več stopinj prvikrat 2. oktobra, najkasnejši pa 21. maja. Iz tega pa je mogoče povzeti, da mora biti v Ljubljani obramba proti mrazu v pripravljenosti ves čas od 2. oktobra do 21. maja, če tudi znaša verjetnost takega mraza v pentadi od 21. do 25. maja le 3.3 %. Stoodstotna verjetnost, da bo vsaj enkrat mraz večji od -2° , pade v Ljubljani na 24. marec, verjetnost nad 90 % pa traja še en mesec dalj, namreč do 25. aprila. Šele kasneje verjetnost mraza -2° naglo pojema, in od 9. maja dalje obstane na višini 3.3 %, v zadnji pentadi maja pa se zniža na 0 %. Podobna klimatska analiza za Babno polje pod Snežnikom kaže, da v tem kraju tudi poleti ne pade verjetnost mraza, močnejšega od -2° , na 0 %. Obratno bo, če analiziramo naše Primorje, kjer ni bil od maja do septembra zabeležen niti en primer z mrazom, večjim od -2° . Šele v oktobru se tu pojavlja tak mraz, vendar je njegova verjetnost zelo majhna. Analiza verjetnosti mraza je torej zelo važna in je zelo poučna, ker takoj pokaže topla in hladna klimatska območja.

V sadjarstvu in vinogradništvu, pa tudi v poljedelstvu je še večjega pomena analiza mikrotemperaturnega polja, pač pa so za to potrebni podatki temperature pri tleh; teh pa je pri nas v Sloveniji še premalo. Podatke temperatur pri tleh analiziramo na zgoraj opisani način in s tem ugotavljamo hladne in tople mikroklimatske kotičke na istem terenu. Tovrstna mikroklimatska karta o razporeditvi mraza nam da najboljše navodilo o ureditvi kmetijskega zemljišča: kraje s hladno mikroklimo določimo za trave in iglavce, toplejše dele za sadno drevje itd. Mikroklimo pa je mogoče tudi meliorirati: če vidimo, da hladno mikroklimo povzroča oblika terena, na pr. žleb ali kotanja, spremenimo tisto obliko s tem, da kotanjo ali žleb zasujemo. Dogaja se, da je hladna mikroklima posledica kakega nevisokega nasipa, ki preprečuje odtok hladnega zraka. V tem primeru je dovolj, da tak nasip prekopljemo, pa bo uspeh melioracije popoln. Mogoče je tudi, da je hladna mikroklima posledica slabe toplotovodnosti tal. To se opaža zlasti na tleh z močvirnimi usedlinami. Zaradi takega vzroka dobro zorana zemlja povečuje mikroklimatski hlad / podnevi pa mikroklimatsko preogrelost / in s tem nagnjenost k mrazu. To dejstvo je treba upoštevati pri zgodnjem spomladanskem oranju. Hladnih klimatskih lokalitet ne smemo določati za zgodnje spomladanske setve! Za dobro klimatsko analizo mraza je priporočljiv elementarni verjetnostni račun, ki ga naredimo na že opisani način, izboljšamo pa ga lahko po metodi matematika Gaussa. - Gaussov verjetnostni račun nam pokaže verjetnost mraza še v tistem časovnem razdobju, ko še ni bil opažen niti en primer mraza, pa je vendarle treba misliti, da se bo prej ali slej tudi tu pojavil. Računski postopek po Gaussovi metodi ni težak, in je obrazložen v mnogih učbenikih statistike.

Na mikro- in mezotemperaturno polje vplivajo rastline same, posebno pa olistani gozd. Olistani gozd prenaša mikrotemperaturno površje s tal na krošnje, obenem pa napravi to površino porozno in gibljivo. Tako dobi mikrotemperaturno polje difuzni značaj in izgubi ostrino. Pač pa

nadomeščajo širši izseki v gozdu konkavno obliko terena, in se tu zato mikrotemperaturno polje okrepi, hkrati pa se poveča temperaturna amplituda, kar povečuje tudi nagnenje k mrazu. Čim gostejši je gozd, tem bolj se prenaša mikrotemperaturno polje z zemlje na krošnjo dreves in tem ostreje vplivajo izseki na poostritev mikrotemperaturnega polja in temperaturne amplitude. Tudi žitno polje ali trava vpliva na mikrotemperaturno polje: zemlja pod travo ali žitom je zasenčena in ima zato bistveno manjše temperaturne ekstreme, počasnejše temperaturne spremembe in le slabo izraženo mikrotemperaturno polje. V nasprotju s tem pa se na površju trave ali žita mikrotemperaturno polje poostri. Tudi relativna vlažnost je bistveno drugačna pri tleh pod travo ali žitom in na njih površju. Vse to se da uporabiti za melioracijo mikrokline. - Treba je samo določiti najugodnejšo rastoto rastlin.

2/ BORBA PROTI SUŠI.

V Sloveniji je suša redkokdaj pomembna, bila pa je pogostna v letih 1950 - 1953, predvsem spomladi. Drugače pa so suši podvržene predvsem Prekmurje in Primorska. V Sloveniji je bila najhujša suša poleti 1950, v drugih pokrajinah Jugoslavije pa tudi l. 1952.

Suša ne nastopa samo zaradi prenizke količine padavin, marveč tudi zaradi :

- a/ preredko nastopajočih padavin;
- b/ oblike padavin (morfološkega značaja padavin);
- c/ prevelikega števila jasnih in vročih dni ;
- d/ dolgotrajnih suhih vetrov ;
- e/ nesposobnosti tal zadrževati vodne rezerve.

Učinek premajhne količine padavin na sušo je raznovrsten in odvisen od dodatnih faktorjev, omenjenih v točkah a - e in od letnega časa. Zimsko pomanjkanje padavin praviloma ne povzroča suše, kajti tedaj vegetacija še počiva. Suha pomlad je v Sloveniji povezana z majhno relativ-

no vlažnostjo zraka in s pogostimi suhimi vetrovi, ki pihajo podnevi, na pr. marca 1953 /. Če sledi taka suha pomlad brez snežni suhi zimi, je njen sušni učinek nevaren. Rastline se v takem primeru ne morejo razvijati in odmirajo. - Nastaja vsesplošna razredčenje žitnih polj in travnikov. V nasprotju s tem, taka suša ne prizadene dosti sadovnjake ali gozdove, ker segajo drevesne korenine predačee v globino, tam pa so še vodne rezerve iz prejšnjih, predvsem jesenskih mesecev. Zato pomeni sušna pomlad v Sloveniji zgodnje in bujno cvetenje sadnih dreves, dobro oprasitev cvetov in pospešeno zorenje sadov. Če kasneje ne nastopi pozeba ali kaka druga vremenska neprilika, na pr. toča, nenahno hladno deževje itd., sledijo sušnim pomladim dobre letine. Najboljša pa je sadna letina, če nastopi spomladanska suša po dolgi in hladni zimi: leta 1958 zima ni bila hladna, vendar je bilo v januarju in v začetku februarja kakih 12 dni zelo mrzlo; tako se je tedaj zbral potrební minimum vsote nizkih temperatur za stimulacijo plodnosti sadnega drevja. Temu minimumu so se pridružile še zelo nizke temperature marca in hladen april. Maj pa je bil sušen, sončen in izredno topel. Ta majska suša, ki je bila združena z visokimi temperaturami in številnimi sončnimi dnevi, je bila izredno ugodna za spodbudno učinkovanje omenjenih nizkih temperatur, ki so bile pozimi in zgodaj spomladi. Vse to je imelo za posledico obilno in kvalitetno letino vseh vrst sadja, in vinogradov; tudi povrtina je dobro uspevala. Vendar ni vsaka sušna pomlad ugodna za sadno letino: če je zrak presuh, t.j. če ima premajhno relativno vlažnost, kar je v sušni pomladi pogosten pojav, se nektar v cvetovih lahko strdi in če se to zgodi, zavira čebeljo pašo in oploditev cvetov. - Za čebelarstvo so take suše zelo neugodne ! Iz tega sledi, da so za sadno letino zelo važni dnevi cvetenja. V splošnem pa je sušna pomlad za sadno letino ugodna, ni pa za travno in žitno letino ! Tudi krompir težko prenaša sušno pomlad.

Če poletna suša nastopa po dovolj namočeni

pomladi, ne vpliva več nepovoljno na travno letino in tudi na letino žit in je njen učinek razmeroma neznaten. Sadju pa je sušno poletje, če je nastopilo po dovolj namočeni pomladi, celo koristno. Združitev spomladanske suše s poletno, pa je zelo neugoden pojav, ki znižuje vsako letino, posebno pa travno, žitno in krompirjevo.

Tudi gozdovom taka suša ne prizanaša. - V gozdovih se pri tem večja nevarnost požarov, ker se neočiščeno gozdno tlo izsuši in postane vnetljivo. - Zadostuje le neznatna izkrica in požar je tu ! -

Obstaja tudi možnost samovžigov : v notranjosti izsušenih gozdnih tal je še malce vlage, od zgoraj pa je že vse do kraja izsušeno. Zaradi majhne količine vlage v notranjosti nastajajo tam kemične reakcije in gnitje; to pa proizvaja visoko temperaturo, ki utegne biti zadostna za vžig zgornjih suhih plasti. Na enak način more nastati požar zaradi vkladšččenja še nepopolnoma izsušenega sena ali žita v zaprt, suh prostor. Gozdni požari nastajajo tudi ob spomladanski suši, če se ta združi z zimsko sušo, kot se je to na pr. zgodilo leta 1949. Drugače suša v gozdovih neposredno prizadene podmladek, ki ima plitve korenine, medtem ko starim drevesom ne more škodovati. Zato suša zavira pomladitev gozda.

V Sloveniji povzroča suša največ škode na Primorskem in v Prekmurju. Suša, ki je združena z vetrom, kar je v omenjenih krajih prepogosten pojav, povzroča še "vetrovno erozijo" plodne zemlje ali kot temu pravijo "deflacijo".

Kot smo že omenili, more nastati suša tudi zato, ker namesto trajnih, rahlih padavin nastopajo močne kratkotrajne plohe, ki odtekajo po površju.

Borba s sušo se naslanja na metode, ki zmanjšujejo ali odpravljajo brezvodnost zemlje. Najučinkovitejše sredstvo je seveda umetno namakanje. To omogoča uspešno kmetijstvo v sušnih klimatskih območjih, kajti tam se združuje obilica sončnih dni z visokimi temperaturami in zaradi

umetnega namakanja - z zadostno vodnostjo zemlje. Umetno namakanje je mogoče le tam, kjer so na razpolago reke, ali globinske zaloge talne vode. Ker reke izkorišča še elektrogospodarstvo, postaja uporaba rek za umetno namakanje bolj in bolj kočljiva. Na Krasu bi se sicer dale izkoriščati za umetno namakanje podzemeljske vodne rezerve, vendar bi pa to terjalo velike investicije. Drugod bi bilo morda mogoče izkoristiti majhne reke in potoke, ki za elektrogospodarstvo nimajo pomena. Reke Sava, Mura in Soča ter Drava imajo poleti bolj ali manj veliko količino vode, ker se tedaj tali sneg po gorah / Soča in Sava imata najvišje stanje vode v zgodnjem poletju, Drava in Mura pa vse poletje /; Ljubljanka in druge Kraške reke ter reke, ki ne izvirajo visoko v gorah, kot so na pr. Pesnica in Ščavnica v Slov. Goricah, so zelo odvisne od trenutne količine padavine. - V sušnih dobah je količina vode v takih rekah nizka. Zato se elektrogospodarstvo za take vode ne zanaša dosti, in jih je mogoče izkoristiti za umetno namakanje. Tehnika umetnega namakanja sloni odvisi na sistemih jezov in odvodnih kanalov, bodisi na sistemih črpalk. To in druge okoliščnosti terjajo natančno analizo vodne bilance. Mogoče je tudi napraviti betonske rezervoarje pod zemljo, kamor odteka voda ob času visokega stanja, kar se dogaja ob času deževja.

Dokler še ni možnosti aktivnega posega za reguliranje sušnih problemov, moremo priporočati le pasivno obrambo pred sušo. Ta sloni na skrbni klimatski in mikroklimatski analizi: nagnjenost in oblika terena sta zelo važna činitelja za vsrkavanje padavinske vode. - Kotanje so vedno najboljša zbirališča vode, vzpetine pa najslabša. Z globokim oranjem in temeljitim rahljanjem zemlje izboljšujemo njeno sposobnost, da prevzema vase atmosferske padavine, hkrati pa zmanjšujemo s tem, tudi neposredno izhlapevanje vode iz zemlje. Končno je treba še izbrati in gojiti s selekcijo take vrste rastlin, ki so odpornejše proti suši. V Sloveniji more pasivna obramba proti suši

povsem zadovoljiti kmetijstvo, kajti tu ni izrazitih suš, oziroma so te zelo redke.

V mnogih drugih državah, kot na pr. v Sovjetski zvezi in ZDA, je vprašanje suše zelo važno in tam zaleže le aktivna obramba. Tudi v južnejših in vzhodnih pokrajinah Jugoslavije pasivna obramba ne zadostuje vselej in se je tu potrebno oprijeti aktivnih obrambnih sredstev. V Vojvodini je umetno namakanje že v teku; to je omogočila medsebojna povezava velikih rek s kanali.

3/ TOČA IN UKREPI PROTI NJEJ.

Pri nas in mnogokje drugje so poskušali preprečevati točo z izstreljevanjem raket v nevihtne oblake. Te rakete so bile napolnjene s srebrovim jodidom. Srebrov jodid je rumen prašek, ki pri silni vročini izhlapi in se nato spremeni v mikroskopsko majhne kristalčke. Taki kristalčki zelo pospešujejo zmrzovanje vodnih hlapov, ki se obilno izločajo iz zraka na kristalčkih srebrovega jodida. To je bilo dokazano tako v laboratoriju, kakor tudi s poskusi v naravi. Iz tega sledi, da če pridejo taki kristalčki v nevihtni oblak, povzročajo tam izločanje vodnih hlapov na kristalčkih srebrovega jodida in sicer v obliki drobnih snežink. Tako začenja primanjkovati vodnih hlapov za proizvodnjo toče, kajti srebrov jodid porabi preveč hlapov za proizvodnjo drobcenih snežink; če bi pa toča vseeno nastala, bo le, zaradi pomanjkanja vodnih hlapov, drobno zrnata, ki se pri padanju proti zemlji v celoti stali. Do tukaj je teorija v redu, ni pa v redu glede tehničnih pripomočkov, ki morajo spraviti srebrov jodid v nevihtni oblak. To naj bi opravila enostavna izstrelitev raket proti oblaku, pri čemer bi se smer in višina raketnega izstrelka določila na oko brez kakršnihkoli instrumentov ! Na oko bi se določila tudi razvojna stopnja oblakov. Razvojna faza oblakov je odločilnega pomena za obrambo proti toči: če je toča že nastala v oblaku, je srebrov jodid ne more več preprečiti;

tudi če srebrov jodid vpaše prezgodaj v oblak, lahko povzroči le droben dežek, oblak pa šele kasneje dozori do stopnje, ki izsuje točo. Torej je za uspešen učinek srebrovega jodida potreben zadetek in streljanje ob pravem času! Ta dva pogoja dosedaj nista bila izpolnjena. Streljali so bistveno nižje od žarišča toče v oblaku, zgrešili so tudi smer, največ pa so se motili pri določanju faze nevihtnega oblaka. Vse to se namreč ne da oceniti na oko, marveč samo s preciznimi in zato tudi dragimi instrumenti: fazo oblaka nam najbolje pokaže radar, ustrezno smer in višino izstrelka pa balistični instrumenti za raketne topove. Če bi tako opremili obrambne postaje proti toči, uspeh bržkone ne bi izostal! Namesto toče bi se usipale plohe, kvečjemu pa drobno-zrnata toča, pomešana z dežjem, ki ne bi naredila mnogo škode. Toda slepo streljanje je že v naprej obsojeno na neuspeh! Naključje more seveda tudi tu dovesti kdaj pa kdaj do uspeha, vendar je to v praksi brez pomena. Nekateri strokovnjaki so mislili, da ni potrebno niti izstreljevanja raket v oblake, marveč zadostuje že, če razpršimo srebrov jodid znatno nižje. Vzponske struje, ki so vedno pred hudournim oblakom, naj bi ponesle ta prah ali paro srebrovega jodida v oblake in ga tako spravile na pravo mesto. Zato v Švici niso izstreljevali raket, marveč so enostavno žgali na posebnih pečicah srebrov jodid, ki je tako izhlapeval v zrak. Naj bo tako ali drugače, nikjer na ta način niso dosegli dokazanega uspeha, v sedanosti pa so nazadnje tovrstno obrambo pred točo že povsod opustili. Če pa bi opremili obrambo s precizno aparaturo in ustrezno visoko - kvalificiranim kadrom, bi bilo mogoče pričakovati pomembne uspehe, a to bi stalo mnogo več, kolikor povzroči toča škode. V najrovejšem času se je pojavil v strokovni literaturi nov predlog za obrambo pred točo: toča je namreč sestavljena iz več slojev in sicer jo sestavlja v središču gosto snežno jedro, plašč pa tvorijo sloji različno gostega ledu. Zato so zrna toče zelo občutljiva za kratkovalovne zvočne stresljaje, za ultrazvok /, ki jih z lahkoto drobijo. Eksperiment v laboratoriju je pokazal, da se toča v hipu

zdrobi, če izvedemo detonacijo na ultrazvočnih valovih. Naprava za proizvajanje ultrazvočnih valov naj bi bilo novo učinkovito sredstvo proti toči.

Sicer pa je bolj razširjena pasivna obramba pred točo: analiza klime pokaže kraje, kjer so žarišča toče in pokaže tudi najbolj priljubljene poti toče. Če je pogostnost toče tu in tam prevelika, ne kaže v teh krajih gojiti kultur, ki so preveč občutljive na točo, kot na pr. vinograd, sadovnjaki, žitna polja itd. Trave in iglasto drevje so mnogo manj občutljive na točo in je zato treba v krajih s pogostno točo dajati prednost ravno takim vrstam. Majhne parcele je mogoče uspešno ohraniti pred točo z lahкими mrežami, ki se ob nevarnosti toče nastavijo nad parcelami, in se zopet odstranijo, ko nevarnost mine. Take mreže je treba polagati poševno, da se na njih odbijejo zrna toče in se ta ne nabira na mreži, ki bi se sicer, zaradi preobremenitve, pretrgala.

V splošnem lahko rečemo, da je obramba pred točo, kakor tudi obramba pred močo manj uspešna, kakor obramba pred mrazom ali sušo.

4/ OPRAMBA PRED MOČO.

V Sloveniji je moča mnogo bolj pogostna kot suša in je takorekoč "tu doma". Moča povzroča kmetijstvu in gozdarstvu veliko škodo: žita in cvetoče trave se poležejo, krompir in sadje gnije itd. Proti moči so najbolj odporne trave, ki celo v mokrih letih dobro obrodijo. Vendar imajo tudi trave svoje zgornjo mejo za namočenost, onstran katere jim začenja škodovati.

Obramba pred močo je težka, in to ne samo zaradi prenamočenosti zemlje, marveč tudi zaradi pomanjkanja sonca in primerne temperature. Prenamočenost zemlje bi se dalo še omiliti z odvajanjem od večne vode po grapah in kanalih, za kar je potreben sistem melioracijskih naprav. Za-

nimivo je, da strokovna literatura skoro nikjer ne obravnava problema moče, marveč le problem suše. Verjetno je to pripisati dejstvu, da po svetu v mokrem klimatskem območju gojijo le travništvo in gozdarstvo. Slovenija pa je v tem pogledu izjemen primer, kajti tu tudi moča še ni tako pogostna, da bi onemogočala širše kmetijstvo. Zato Slovenije ne moremo vključiti v kategorijo prav mokre klime. V Sloveniji prihaja močno do veljave vprašanje obrambe pred močo, ki je sicer v agrarno-meteorološki stroki le malo znano. Kot je bilo že rečeno, je vodnost zemlje mogoče zmanjšati le z mrežo od vodnih kanalov. Pomanjkljivo osenčenje in temperatura se lahko omilita le na manjših parcelah in sicer s postavitvijo refleksnih ograj : z belo popleskanimi ograjami ali z napetim belim platnom namreč lahko ojačimo osvetlitev do 50 %, s tem pa tudi dvignemo mikrotemperaturo na površju rastlin. Boljših načinov borbe z močo ne poznamo, zato povzroča ta v Sloveniji mnogo večjo škodo kot suša. Pasivna obramba pred močo temelji na klimatski analizi: ako analiza pokaže, da v določenem kraju prepogosto nastopa moča, je bolje na tem ozemlju opustiti gojitev sadovnjakov, vinogradov in drugih solarifilnih rastlin / t.j. rastlin, ki potrebujejo mnogo sončnih dni / v korist trav, kakor imeti zaradi moče prepogostne slabe letine. Dobro travništvo pa je pogoj za uspešno živinorejo in mlekarstvo. Tako torej moremo tudi mokro klimo plodonosno izkoristiti !

IX. poglavje.

NAPOVEDOVANJE RAZVOJNIH FAZ VEGETACIJE IN KLIMATSKE KARAKTERISTIKE KULTUR.

Napovedovanje faz razvoja vegetacije je v kmetijski proizvodnji zelo važno, ker omogoča planiranje kmetijskih del, ki zahtevajo na velikih površinah dobro in

drago organizacijo. Na drugi strani daje napovedovanje možnost približne prognoze gospodarske bilance, kar je zopet zelo važno za velike ekonomske enote. Končno napovedovanje faz razvoja sugerira eventualne agrotehnične ukrepe.- Saj če kaže napoved zakasnitev na pr. zrelosti, potem se da z dodatno pognojitvijo in melioracijo mikroklimatskega faktorja pospešiti razvoj, v skrajnem primeru pa se odredi od tiste vrste in jo nadomestiti z drugo manj zahtevno. Oglejmo si nekatere metode tovrstnih prognoz. Prognoze slo- nijo na EMPIRIZMU, t.j. na znanstveni izkušnji in zato ne smemo tovrstnih empiričnih formul uporabljati brez predhod- ne kontrole na pr. v Sloveniji. Mnenja sem, da bodo pri nas zlasti koeficienti drugačni, kot so v Sovjetski zvezi ali ZDA. Oglejmo si nekaj primerov napovedovanja, ki se prakti- cirajo v Sovjetski zvezi :

1/ Napovedovanje razvoja ozimnih žit jeseni
in njihovega stanja ob nastopu zime.

Sovjetski biolog Lysenko je izrazil odvisnost trajanja razvoja med vegetacijskimi fazami od temperature z formulo: $n = \frac{A}{t - B} \dots\dots /40/$, kjer n pomeni trajanje medfaze v dnevih, A = vsota potrebnih efekt. temperatur v razdobju, t = povprečno dnevno temperaturo tekočega med- faznega razdobja, B = biološki minimum temperature, ki je potreben za vzdrževanje medfaznega stanja, na pr. : po Ši- golevu znaša biološki minimum za čas od setve do vznika za ozimno rž $5^{\circ} C$, a vsota potrebnih efektivnih temperatur 52° . Tedaj imamo $A = 52$, $B = 5$ in $n = \frac{52}{t - 5}$; enako imamo za ozimno pšenico po Šigolevu $n = \frac{67}{t - 5}$. Za napoved je to- rej potrebno poznati še prihodnjo temperaturo t . To dobimo bodisi iz dolgoročne prognoze; bodisi iz klimatskih podatkov, če vzamemo za t povpreček, ali še bolje - najbolj pogostno vrednost / izbiranje t° je odvisno od "variabilnosti klime", glej o tem ustrezno poglavje /. Tako na pr. če se prognozi- ra povprečna temperatura naslednjih 20 dni 10° , potem bo rž vznikala po preteku 10 - 11 dni po setvi. pšenica pa po

13 - 14 dneh. Od vznika do klasanja imamo po istem avtorju $n = \frac{119}{t-5}$ / za rž / in $n = \frac{134}{t-5}$ / za pšenico /. Na podoben način je Šigolev še dognal nadaljnja števila, a je treba vse njegove podatke v Sloveniji, oziroma Jugoslaviji preizkusiti, kajti gotovo vpliva na hitrost razvoja še splošna kakovost klime, druga dolžina dneva in kakovost tal.

Zubarev / Sovjetski agrometeorolog / je ugotovil naslednjo odvisnost hitrosti kaljenja žitnih semen od temperature, kar je izrazil z "hidrotermičnim koeficientom". Hidrotermični koeficient / HTK / pomeni hitrost kaljenja pri dani temperaturi z ozirom na hitrost kaljenja pri 5°.

t	HTK	t	HTK	t	HTK	t	HTK
5°	1,0	11°	1,49	17°	2,21	23°	3,19
6	1,07	12	1,60	18	2,35	24	3,39
7	1,15	13	1,71	19	2,50	25	3,60
8	1,23	14	1,82	20	2,65	26	3,81
9	1,31	15	1,94	21	2,82	27	4,04
10	1,40	16	2,07	22	3,01	28	4,28

Zubarev je dalje ugotovil, da se množični vznik pričenja, ko doseže vsota HTK 14. Če torej po setvi vsak dan izračunavamo HTK / na osnovi povprečnih dnevnih temperatur /, potem, ko doseže vsota 14°, se naslednji dan pričenja masovni vznik. Podatki Zubareva držijo za dobro namočeno zemljo, ki mora biti 22 % / t.j. količina vode tehta 22 % teže suhe zemlje, katero namaka/. Če se vodnost zemlje dvigne nad 22 %, potem hitrost kaljenja hitro pojema. Tudi pri nižji vodnosti kakor 22 % hitrost kaljenja pojema, a sprva zelo počasi. Navedene številke bo treba še preveriti v Sloveniji in širši Jugoslaviji. Sovjetska agrometeorologinja Ulanova je poiskala odvisnost dolžine razdobja "setev-vznik" ozimnih žit od povprečne temperature razdobja samega in tudi poiskala dolžino drugih faz razvoja v odvisnosti od temperature. Po njenih ugotovitvah je odvisnost povsod kvadratna funkcija temperature, t.j.

dolžina vegetacijskih faz je sprva tesno povezana s temperaturo, pozneje pa ta odvisnost pojema. Vpliv vodnosti zemlje na dolžino vegetacijskih faz je tudi zelo pomemben: po podatkih Ulanove je najboljša vodnost 30 mm v ornici z globino 60 cm / t.j. 30 litrov na m²/, kar pri temperaturi nad 14° skrajša periodo " setev-vznik " za 4 dni. Pri vodnosti le 5 mm se poveča razdobje " setev-vznik " za 28 dni / pri temperaturi nad 14°/. Omenjena odvisnost se izraža s formulo:
$$n = \frac{74.2}{w^{0.74}} - \dots /41/, \text{ kjer } n \text{ pomeni dolžino razdobja " setev-vznik "}, w \text{ pomeni količino vode v zemlji v milimetrih} / \text{ ornica znaša } 60 \text{ cm} /.$$
 Za fazo " vznik-klasanje " se smatra za optimalno temperaturo vrednost nad 13°, ki skrajša razdobje za 8 dni. Vodnost zemlje pa vpliva v tem primeru po formuli:
$$n = \frac{93.4}{w^{0.64}} -$$
 in bo najboljša vodnost v tem primeru 45 mm. Po raziskavanjih sovjetskega agrometeorologa Verigo, odločilno vpliva v slabših " podzolnih " tleh padec vodne rezerve pod 10 mm, a v dobrih tleh pod 15 mm: tedaj stanje ozimin hitro slabša !

Zelo važno je planirati dan jesenske setve. To je seveda zelo odvisno od vremena in tu bi bila potrebna dolgoročna prognoza vremena. Najkasnejši dan jesenske setve ozimne rži določamo tako, da od prvega dne, ko pade povprečna dnevna temperatura pod 5° odštejemo v smeri proti poletju število dni, kjer se zbere vsota efektivnih dnevnih temperatur 119°, a za ozimno pšenico 134°. V Ljubljani je po klimatskih podatkih prvi dan s temperaturo pod 5° 11. november, a 119° se nabere do 14. oktobra, medtem ko 134° se naberejo do 3. oktobra. Iz tega bo sledilo, da bo povprečno 9. do 14. oktobra ZADNJI TERMIN za setev ozimnih žit. Vendar moramo prognoze, ki se naslanjajo le na klimatske podatke odsvetovati, kajti vreme se nikoli ne drži povprečkov ! - Brez dolgoročnih prognoz smo v teh vprašanjih pravzaprav brez moči ! Omenjene vsote efektivnih temperatur, namreč 119°, oziroma 134° so določene tako, da po prehodu teh vsot od setve doseže razraščanje ozimnih žit tako stanje, ki je še ugodno za prezimovanje. Za optimalni

dan setve se šteje tisti dan, ki pomeni vsoto efektivnih temperatur od 200 do 300° / če štejemo retrogradnjo od prvega jesenskega dne, ko temperatura doseže 5° ali manj/. V Ljubljani ležijo optimalni dnevi ozimne setve v zadnji dekadri septembra. Najzgodnejši dan jesenske setve določamo z vsoto efektivnih temperatur 400°, kar v Sloveniji pade na prvo dekada septembra. Prezgodnja setev ozimin ni priporočljiva, ker se ozimine preveč razraščajo pred zimo in zato ne morejo uspešno prezimiti. Povdariti je treba, da so naši pogoji drugačni kot v Sovjetski zvezi in zato moramo njihove izsledke uporabljati pri nas le po solidni kontroli.

2/ Napovedovanje stanja po prezimovanju ozimnih žit.

Medtem ko v Sovjetski zvezi, Kanadi in deloma tudi v ZDA dela pomembno škodo oziminam huda zima, pri nas v Sloveniji in v širši Jugoslaviji prej škoduje mila zima, oziroma periodično zmrzovanje z odjugami. Prvenstveno škodo dela pri nas težak moker sneg, ki pade na toplo zemljo in ki pozneje od zgoraj zmrzne. Sovjetski raziskovalci so mnenja, da zimska odjuga zmanjšuje odpornost ozimnih žit napram mrazu in zato, če sledi močni zimski odjugi hud mraz, nastaja masovno zmrzovanje ozimnih žit / pri nas je to bilo v februarju 1956 /. Dokler center razraščanja ni poškodovan, se ozimna žita še opomorejo. Topla oblačna jesen zmanjšuje odpornost ozimnih žit proti mrazu, a zgodnje jesenski mraz krepi to odpornost. V Sloveniji se pogosteje opaza škodljivi vpliv visokega snega, ki pade na nezmrznjeno zemljo, a le tedaj, če traja snežna odeja nepretrgoma več kot 1 mesec. - Rastline pod snegom, če zemlja ni dovolj zmrznjena, še vegetirajo in trošijo sladkorje, ki so bili nabrani pred zimovanjem, in praviloma porabijo te rezerve v dobi enega meseca. - Če padejo temperature tudi na rastlinskem površju pod 0 - potem rastline skoraj ne trošijo več zalog hrane in vzdržijo v tem stanju več mesecev brez

bistvene škode. Iz tega sledi, da za prezimovanje ozimin je najbolje, če na zmrznjeno zemljo zapade suh sneg in da je zima brez bistvenih odjug. Še pogostejše se dogaja, da mokra tla zmrzujejo in se zopet talijo in zopet zmrzujejo itd. Ta proces povzroča sesedanje zemlje in zemlja odstopa od zgornjega dela korenin, kar se lahko konča s tem, da se prikažejo iznad zemlje celo centri razraščanja. Če pa pri tem nastaja še ledena skorja ob površju zemlje, potem pa ta / t.j. ledena skorja / pogostokrat trga korenine, drugače pa ledena skorja sama oziminam ne škoduje dosti. Razgaljenje centrov razraščanja in trganje korenin je zelo škodljiv pojav : če temu sledi hud mraz, potem take rastline ne vzdrže dolgo, spomladi pa se razgaljeni deli hitro suše. Največjo škodo delajo zimske poplave, kajti ozimina se zaduši na poplavljenem ozemlju v roku 15 do 20 dni.

Iz vsega nevedenega se vidi, da moremo prognozirati kakovost prezimovanja ozimin le na podlagi vremenskih prognoz za zimo. Napoved prezimovanja na osnovi povprečnih klimatskih razmer ni priporočljiva.

3/ Prognoze datuma pričetka spomladanskih poljskih del in setve jarih žit.

V krajih z dolgimi snežnimi zimami kot so Sovjetska zveza, Kanada in deloma ZDA napovedujejo pričetek spomladanskih poljskih del na osnovi izračunavanja zalog in taljenje snega in hitrosti sušitve tal. Obstoje empirične formule, ki kažejo hitrost taljenja snega, oz. hitrost sušitve zemlje v odvisnosti od tekoče temperature zraka, relativne vlažnosti, vetra in insolacije. V Sloveniji oz. v Jugoslaviji tovrstne prognoze nimajo večje važnosti, ker tukaj sneg in zima redkokdaj ovirata koledarsko spomlad. V višjih legah, kjer so zime dolge, pa se bavijo z gozdarstvom in planšarstvom in tako torej tudi tu odpade potreba po tovrstni prognozi. Pač pa so zelo velikega pomena

prognoze dneva setve jarih žit, zlasti onih, ki potrebujejo visoke temperature. Setev termofilnih žit namreč ni priporočljiva, preden temperatura ornice ne doseže v globini 8 do 10°. Pomniti pa je treba, da so spomladi tla v globini še dolgo hladnejša od zraka ! Ornica pa se tem hitreje segreva, čimveč sončnih dni je. Zato ne moremo samo po temperaturi zraka sklepati z gotovostjo na temperaturne razmere v globini tal ! Če imamo garnituro globinskih zemeljskih termometrov, potem iz teh najbolj zanesljivo razberemo tudi dan setve in sicer tedaj, ko se temperatura približa 8°. Sicer omogočajo klimatski podatki sestavitev " klimatskega koledarja", ki pokaže, kdaj nastopajo v povprečku, oziroma v pogostnostni skali / frekvenca / prvi dnevi primerni za setev jarih žit in do kdaj so nevarnosti spomladanskih pozeh prevelike. Dolgoročne vremenske prognoze pa so zopet važen kašipot za vsako individualno pomlad, ki se zna bistveno razlikovati od normalne klimatološke pomladi ! Kakor se vidi iz navedenega primera, ima pri določitvi spomladanske setve važno vlogo več činiteljev, zato so tudi prognoze težke. K sreči je v naših krajih klimatološki činitelj dovolj pravilen in omogoča, z izjemo redkih primerov, določitev potrebnih terminov z zadovoljivo točnostjo. Tako na pr. moremo po ljubljanskih podatkih določiti za setev zgodnjih jarih žit dneve, ko prekorači povprečna dnevna temperatura 5° C, a to se dogaja v povprečku sredi marca. Maksimalno kolebanje termina ne presega treh tednov, t.j. najkasnejši termin pade na 4. april. Setev termofilnih spomladanskih kultur, ki zahtevajo temperaturo tal najmanj 8° C, določamo z 10. aprilom z maksimalnim kolebanjem termina 16 dni. Prognoze torej temeljijo na poznavanju potreb rastlinstva po meteoroloških elementih. To potrebo imenujemo SPECIFIČNA RASTLINSKA KLIMATOLOGIJA, ali KLIMATSKA KARAKTERISTIKA RASTLIN in se zato moramo s tem na kratko seznaniti:

a/ jara pšenica: kaljenje semena se prične pri 4 do 5° C, višja temperatura pospešuje kaljenje; tako pri temperaturi

4 do 5° nastopa kaljenje po preteku 6 dni po setvi, pri temperaturi 10° pa po preteku 4 dni po setvi in pri temperaturi 16° v dveh dneh po setvi.

Količina vode v zemlji ne sme biti pri tem manjša od 5 do 10 milimetrov v sloju ornice 20 centimetrov. Sovjetski agrometeorolog Notanovskij ugotavlja odvisnost števila dni od setve do kaljenja s formulo $n = \frac{-70 + 10 \cdot s}{t} \dots /42/$, kjer n pomeni število dni, s pomeni globino setve, t = povprečna dnevna temperatura ornice za razdobje n dni. Tako na pr. če znaša globina setve 2 cm / globina lege semen / a povprečna temperatura zemljišča znaša 6°, potem bo vznik po preteku 15 dni. V poznejšem razvoju se zahteva višja temperatura in znaša biološki minimum ob času formiranja plodonosnih organov že 10 do 12 stopinj, a optimum od 15 do 20 stopinj. Temperature preko 30° zavirajo rast. Jara pšenica je v začetku rasti zelo odporna proti mrazu in vzdrži celo do 10° pod ničlo. Transpiracijski koeficient jare pšenice koleba v odvisnosti od sušnosti klime med 450 in 600. Pri razraščanju jare pšenice opazimo, da pospešujejo razmeroma nizke temperature in sicer od 6 do 10 stopinj razraščanje, a visoke ga zavirajo. Zaradi tega se jara pšenica, ki je zgođaj posejana bolj razrašča kot kasneje posejana. V dobi od razraščanja do klasanja je razvoj zelo odvisen od osvetlitve, a ne premočno od temperature, kajti temperaturni optimum leži tedaj v širokih mejah med 12 in 20 stopinj. Klasanju sledi cvetenje. Ob času cvetenja je občutljivost na mraz največja in temperatura od -2 do -3° uničujoče vpliva na letino. Tudi visoke temperature, namreč nad 30° so ob času cvetenja zelo škodljive. V kasnejših fazah razvoja se meteorološke potrebe dosti ne spremenijo, odpornost proti mrazu zopet narašča. Vegetacijsko razdobje jare pšenice traja od 90 do 120 dni in zahteva po sovjetskih podatkih vsoto efektivnih temperatur od 1500 do 1900 stopinj.

b/ Oves. Za kaljenje zadoščajo 3 do 4 stopinje, odporen je proti mrazu in vzdrži do minus 10 stopinj, optimalna tempe-

ratura leži v mejah od 10 do 20 stopinj, temperature nad 30 stopinj škodujejo. Potreba po vodi je večja kot pri pšenici, zlasti v času od razraščanja do pojava " metlice". Vegetacijska doba traja 95 do 120 dni pri vsoti efektivnih temperatur od 1600 do 2000 °.

c/ Ozimna pšenica.

Optimalna temperatura za setev 14 do 17° in se tedaj pojavljajo kalčki po preteku 5 do 7 dni (pri ustrezni namočenosti zemlje). Setev v pozni jeseni, ko pade temperatura pod 10°, lahko zadrži kaljenje do zime in če je zima mrzla tudi do pomladi. Zato je treba strmeti za tem, da pšenica do zime doseže stanje razraščanja. Spomladi se meteorološke potrebe ozimne pšenice le neznatno razlikujejo od onih pri jari pšenici.

d/ Proso.

Kaljenje se pričn^{ja} pri 8 do 10°, kar tvori biološki minimum. Vegetacijska doba traja od 80 do 120 dni in zahteva vsoto efektivnih temperatur od 1000 do 1500°, a pri poznih vrstah od 1600 do 2000°. Proso je zelo občutljivo na mraz in je odporno proti visokim temperaturam / prenaša vročino nad 35° / in proti suši. Transpiracijski koeficient prosa je od 170 do 250 in je približno trikrat manjši kot pri pšenici. Proso je rastlina kratkega dne: po podatkih sovjetskega agroklimatologa Rudenko se skrajšuje razdobje od kaljenja do pojava " metlice " za en dan, če se pri povprečni temperaturi 22° krajša dan za 1 uro; če znaša povprečna temperatura 14°, potem se omenjena faza skrči za 10 dni pri pojemanju dneva za 1 uro ! - Iz tega primera se vidi, da so nižje temperature mnogokrat stimulatивnejše od višjih ! - Agronom mora tovrstne " paratoksalne " stvari natančno poznati, če se hoče izogniti neprijetnim presenečenjem.

e/ Koruza.

Biološki minimum temperature kaljenja znaša od 8 do 10°. Ve-

getacijsko razdobje traja v odvisnosti od vrste koruze od 85 do 150 dni in več. Zgodnje vrste potrebujejo za ves vegetacijski razvoj 1500 do 2000^o, srednje sorte od 2000 do 2500^o in kasne sorte od 2500 do 3000^o. Koruza je neodporna proti mrazu in v vseh vegetacijskih fazah ne vzdrži temperature niti do 3^o pod ničlo. V razliko od drugih rastlin koruzo prizadeva predvsem jesenski mraz / druge rastline pa spomladanski /. Koruza vzdrži zelo visoke temperature in še vegetira pri temperaturi višji od 40^o, vendar pelod odmre že pri temperaturi okrog 35^o. Najugodnejše vreme ob času cvetenja koruze je toplo / med 20 in 30^o / vreme z visoko relativno vlažnostjo / nad 60 % / in slabim vetrom. Dež ob času cvetenja škoduje s tem, da izpira pelod, a nizka relativna vlažnost prekomerno večja transpiracijski koeficient in suši pelod.

f/ Sončnica.

Ker v zadnjih letih poskušajo v Sloveniji razširiti sončnico, moramo ogledati klimatske značilnosti te rastline; rastlina je namreč doma v sušni, kontinentalni klimi z obilico sončnih dni. Minimalna temperatura kaljenja semen leži pri 5^o in je s tem možna setev pri nas sredi marca / v povprečju /. Setev pa je možna tudi jeseni, ko pade povprečna dnevna temperatura na 6^o / pri nas v začetku novembra /. Kalčki vzdržijo temperaturo do -6^o. Optimalna temperatura za vznik znaša 20^o. Razdobje " setev-vzvik " pri temperaturi okoli 20^o znaša 6 dni. Pri temperaturi 12^o traja ta doba 12 dni. Vegetacijska doba zgodnjih vrst obsega 90 do 100 dni in rabi za to temperaturne vsote l.t. od 1400 do 1500^o. Vegetacijska doba kasnih vrst znaša 130 do 160 dni in rabi temperaturno l.t. vsoto do 2500^o. Transpiracijski koeficient je 600. Kljub visokemu transpiracijskemu koeficientu uspeva sončnica v sušnih krajih, kjer ima dolge in razsežne korenine, ki vlečejo dovolj vode. Ob času cvetenja je mraz do -2^o že nevaren. Vreme ob času cvetenja mora biti prilično tako, kot pri koruzi t.j. zmerno toplo in precej

vlažno. Sončnica doprinaša kakovostno olje le pri pogoju velikega števila sončnih dni v teku vegetacijskega razvoja.

Zato je treba v Sloveniji preizkusiti gojitev sončnic v najbolj sončnih klimatskih lokalitetah, t.j. v območju Bele Krajine, na Primorskem in v Prekmurju.

g/ Krompir.

Krompir je v Sloveniji poglavitna kultura. Krompir kali pri temperaturi nad 8° . Zato je njegova saditev možna le ob času, ko se zemlja v globini segreje do 8° , a to se v povprečku dogaja sredi aprila / na Primorskem preje /. Če se krompir sadi prezgodaj, potem ne kali, ali pa kali z zelo redkimi kalčki, kar zmanjšuje letino. Če sadimo krompir prepozno, ko znaša temperatura v zemlji bistveno več kakor 8° , potem krompir kali živahno, a obrodi malo. Zato je čas saditve krompirja za letino zelo važen in mora biti čimbolj natančno določen. Lahkomiselno presojanje situacije na oko se mora pri krompirju mnogo bolj maščevati, kakor pri drugih kulturah ! Krompir je tudi zelo občutljiv na mraz, kajti že temperatura $-0,5^{\circ}$ škoduje listju, a temperatura do -2° uničuje nadzemni del krompirja. V tem primeru gomolji klijejo znova, a se pridelek bistveno zmanjšuje. Optimalna temperatura razraščanja leži blizu 20° . Razvoj novih gomoljev pri zgodnjih vrstah se opaža po preteku 20 do 25 dni po vzniku, ravno tedaj se pojavlja popkovanje, pri srednjih vrstah pa 25 do 30 dni po vzniku in 5 do 10 dni pred popkovanjem, a pri kasnih vrstah po 30 do 35 dni po vzniku in 10 do 15 dni pred popkovanjem. Ob času nastajanja gomoljev je optimalna temperatura med 17 in 18° . Temperatura nad 20° že zavira nastajanje gomoljev, a pri 30° se nastajanje gomoljev ustavlja. Če so temperaturni in vlažnostni pogoji optimalni, potem prirašča v enem dnevu 2 tona gomoljev na hektar. Vegetacijsko razdobje traja pri zgodnjih vrstah 70 do 90 dni, pri srednjih 120 do 130 dni, a pri poznih 160 do 180 dni. Odgovarjajoče temperaturne vsote so od 900 do

1000, 1100 do 1400 in 1500 do 1800°. Ob času rasti, krompirju zelo škoduje močan dež, zlasti nalivi, kajti tedaj nastaja skorja na zemlji. Z grabljenjem zemlje moremo skorjo zrahljati in s tem zopet izboljšati pogoje rasti. Če je deževje dolgotrajno, potem se prične razvijati zeleni del / cima / na škodo gomoljev in cveta. Kalijevo in fosforno gnojilo je v takih primerih priporočljivo. Sušno vreme ne zavira samo rasti, ampak povzroči, da po prvem pomembnem dežju prične poganjati mlado gomolje.

Krompir je zelo zahtevna rastlina z ozirom na določene temperaturne pogoje : velika amplituda med dnevom in nočjo mu škoduje in ravno tako mu tudi škoduje temperatura nad 25°. V Sloveniji kjer je sveže poletje / višje lege in Gorenjska / krompir dobro uspeva, ker so tu temperature ustrezne oziroma celo optimalne. Za krompirišča pa je treba izbirati take lege, kjer je tudi temperaturna amplituda čim manjša, a to so gričevja in nekoliko proti severu nagnjena pobočja. Prisojna pobočja niso priporočljiva za gojitev krompirja. V Dalmaciji so amplitude med dnevom in nočjo zelo majhne a so temperature previsoke. Zato tu krompir poznih vrst ne uspeva.

h/ Sadjarske kulture.

Jabolka: uspevajo tam, kjer znaša vsota efektivnih temperatur v vegetacijski dobi najmanj 1500°. S tem je pri nas nakazana zgornja meja jabolk v višini kakih 900 m. Jablana vzdrži zimski mraz tudi preko 30°, a korenine temperaturo zemlje do 15° pod ničlo. Zato v naših krajih jablane prenašajo tudi hude zime brez škode. Pač pa je za jablane velikega pomena spomladanski mraz, ki uničuje cvetove že pri temperaturi komaj nižji od -2°. Enako važno vlogo ima vreme ob cvetenju, kajti dež in hlad ob cvetenju preprečuje oprašitev. Po oprašitvi je velikega pomena vlažnost / vodnost / zemlje : če pade vodnost zemlje pod določeno mejo / pri nas se to redkokdaj dogaja ! /, potem se razvijejo premaj-

hni sadovi. Če pa je zemlja preveč namočena, potem je kakovost sadežev slabša. Močni vetrovi so tudi negativni faktor, ker trgajo še ne dozorele sadove in vejice. Okrepitev osvetlitve in višja temperatura v vegetacijski dobi pozitivno vpliva na letino. Zato je priporočljivo gojiti sadovnjake na rahlo proti jugu nagnjenih pobočjih / od 5 do 10° nagiba / in sicer če je klima mokra, potem ob zgornjem robu takih pobočij, a če je klima suha potem na osrednjem delu takih pobočij.

Hruška.

Hruška zahteva nekoliko toplejšo klimo, kakor jabolka. Za poletne vrste hrušk je potrebna dolžina brezmrznih razdobj okoli 135 dni, a za jesenske vrste od 150 do 185 dni. Zimski mraz pod -25° škoduje hruški. Zato kraji z nizkimi zimskimi minimi niso priporočljivi za gojitev nasadov. Pri nas moremo smatrati naslednja področja kot neugodna za gojitev hrušk: Voglje pri Kranju, nižji predeli Celjske kotline, Koroška, Babno polje itd. Vrhovi gričevij so v splošnem primernejše za gojitev hrušk, ker so tu minimalne zimske temperature bistveno milejše. Primorski sektor kjer so tople in sončne pomladi in kjer so temperaturne razlike med zimo in poletjem dovolj velike, moremo smatrati kot ugodna klimatska območja za gojenje hrušk. Tudi gričeviti svet v Slov. goricah in Prekmurju nudi optimalne pogoje za gojitev te vrste sadja.

Češnjaja.

Severna oziroma gorska meja češenj leži prilično tam, kjer leži meja jabolk, to je pri nas v višini kakih 900 m. Rabi sončno pomlad in zato dobro uspeva v Primorju, a tudi drugod po Sloveniji. Kakor pri vseh rastlinah, tako je tudi pri češnjah odločilnega pomena vreme ob času cvetenja. Največji škodljivci so spomladanske slane.

Slive.

Ta vrsta sadja pozna mnogo raznolikosti, ki so prilagojene najrazličnejšim klimatskim okolnostim in zato more uspevati

ta ali ona vrsta tudi v Sloveniji. Zgornja / oziroma severna / meja je za spoznanje nižja od one pri jabolkah in češnjah.

Marelica.

Zahteva sončno in sušno pomlad brez pozeb, zime pa ne smejo biti preostre, kajti mraz nižji od -25° uničuje marelično drevje. Kazalo bi, da so pri nas ugodni pogoji za gojenje marelic v Primorju, deloma tudi na vzhodu Slovenije, a le po gričevju / zaradi slane, ki kakor znano, pustoši predvsem v nižinah/.

Breskev.

Ta sadež zahteva dolgo in sončno toplo polovico leta. Zato pri nas more uspevati le na Primorskem. Drugod lahko uspeva le umetno izoblikovane vrste, ki so manj zahtevne na optimalne klimatske pogoje.

Mandelj.

Mandelj ravno tako kot breskev zahteva sončno in toplo pomlad, dolgo sončno poletje in se odlikuje po zelo zgodnjem cvetenju. Zato more uspevati le tam, kjer ni niti zgodaj spomladi uničujočega mraza. Pri nas uspeva na Primorskem.

i/ Vinska trta.

Količina in kakovost pridelka zavisi od klime, zemljišča, vrste vinske trte in agrotehnike. Svetloba ima mnogo večji pomen, kakor pri sadju in izrazito vpliva na količino sladkorja v sadežu. Optimalne temperature ležijo med 25 in 30° . Minimalni biološki minimum je 10° , a maksimalni nekaj nad 40° . Slano prenaša zelo slabo. Zimski mraz nižji od -20° je že nevaren. Vsota aktivnih temperatur znaša od 2500 do 3500⁰. Količina padavin ne sme biti manjša od 500 do 800 mm na leto in tudi ne večja od 1500 mm na leto. Zato uspevajo pri nas vinogradi predvsem v vzhodni Sloveniji in na Primorskem, kjer so izpolnjeni omenjeni klimatski pogoji. Dež ob času cvetenja povzroča opadanje cvetov in s

tem zmanjšuje pridelek. Sadovi so ob času razvoja zelo podvrženi okužbam predvsem po peronospori, pa tudi po drugih vrstah plesni, kar preprečujejo s škropljenjem. Pri-sojna pobočja gričevij so najboljše klimatske lege za vinograde.

1/ Mnogoletne trave.

Rdeča detelja je malo zahtevna po temperaturi in osvetlitvi, a je bolj zahtevna po namočenosti zemlje. Zato lahko dobro uspeva po vsej Sloveniji, razen v ožjem sušnem pasu na vzhodu in na Primorskem. Temperaturni minimum kaljenja znaša komaj 1° . Detelja uspešno prenaša spomladanske pozebe. Najboljši čas košnje pri ozimni detelji je ob času popkovanja cvetov, pri jari detelji je prva košnja ravnotako najboljša ob času popkovanja cvetov, a druga ob času cvetenja.

Lucerna.

Kaljenje se prične pri 1° . Vzdrži mraz do -5° in tudi zlahkoto prenaša vročino nad 30° . Zahteva dobro namočenost zemlje a vzdrži dolgo tudi sušno razdobje. Rok setve: zgodnja pomlad, ko znaša temperatura zemlje komaj 3° / pri nas koncem februarja ali začetkom marca /. Maksimalni donos daje v drugem in tretjem letu vegetiranja. Rok košnje je v začetku cvetenja.

Iz tega kratkega pregleda je razvidno, da so mnogoletne trave mnogo manj zahtevne z ozirom na klimatske pogoje in so zato primerne tudi tam, kjer drugače nobena panoga poljedelstva in sadjarstva ne uspeva več.

X. poglavje.

ANALIZA IN KARAKTERISTIKA KLIME.

Spoznali smo, da je vreme oziroma klima odlo-

čilnega pomena v agronomiji. Zato mora znanstveno poljedelstvo, sadjarstvo, živinoreja in gozdarstvo, preden se odloči za to ali ono, analizirati vremenske karte oz. klimo. Beseda " analizirati " pomeni razčleniti neke veličine na enostavne osnovne sestavine, in tako spoznati tiste osnovne zakone, ki vežejo te veličine v mogočno zgradbo, imenovano " kolektiv ". Vreme posameznega dneva je spremenljiva veličina, in se zdi, da se menja iz dneva v dan brez vsakega zakona, marveč kar tako po naključju. -

Vremenske spremembe so namreč v svojem bistvu od drugod " izposojena atmosferska glavnica", to je nekje nastajajo in od tod se nam ponujajo. Sinoptična meteorološka služba zasleduje z vremenskimi kartami območja, kjer so se take spremembe pojavile in kamor potujejo; zato tudi morejo v naprej predvideti vremensko spremembo tudi pri nas. Vremenske napovedi še niso 100⁰, ker se vremenske spremembe med svojim potovanjem zopet spreminjajo in njih je dokaj težko slediti. Vreme iz dneva v dan vpliva na rastlinstvo in na vse drugo in tako zapušča v dolgih razdobjih svoj pečat na živi in neživi prirodi. Tako na pr. če se vzpenjamo v gore, opazimo hitro spremembo vrste dreves in vrste trav. Enako se dogaja, če potujemo na sever ali na jug. Tudi kakovost zemlje nosi v sebi " vremenski pečat ". -

Tako se na pr. črnozjom / rodovitna črna zemlja v južni Rusiji in deloma pri nas v Panonski nižini / razvija le v sušnih klimatskih območjih z dolgim poletjem; podzol - zemlja sivkaste barve je precej izprana od dežja in zato manj rodovitna. V tropskih krajih, kjer je mnogo dežja, hkrati pa je vedno visoka temperatura, se razvija rodovitna rdeča zemlja - laterit. Ta zemlja namreč nastaja zaradi živahnih kemičnih procesov, katere stimulira visoka temperatura in dobra namočenost. Na Krasu se razvija v vrtačah tenka plast rdeče zemlje - terra rossa, ki tvori ostanek v vodi netopljivih rudninskih snovi in podobno. Vreme torej iz dneva v dan deluje in tako neopazno preoblikuje zunanjo podobo pokrajine. Ta skupni rezultat vremena " neskončne verige " posameznih dni je klima. Klima je potemtakem kolektiv, vreme po-

sameznega dneva pa njegov elementarni delec. Učinek vremena posameznega dneva more biti izjemoma velik, na pr., če se usuje toča ali če se pojavi močan vihar, ali pozeba in podobno, toda po mnogih letih ostane le kolektivni učinek, t.j. učinek klime.

Analiza klime za agronomijo mora prikazati ta kolektiv v taki luči, da omogoča osnovno orientacijo za prakso. Glavna metoda analize klime je statistika. Statistika jo uporablja v vseh znanostih, spada pa v matematično disciplino in razkriva zakonitosti kolektivov, nikakor pa ne posameznih primerov.

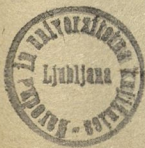
Prvi osnovni element statistike pri analizi klime je aritmetični povpreček, ki se določa s formulo: $A = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}{n}$, kjer A pomeni aritmetični povpreček, $a_1, a_2, a_3, \dots$ itd. posamezne vrednosti, n pa število členov kolektiva. Agronomi in gozdarji, zlasti pri nas, se pogostokrat zadovoljujejo s tisto prvo stopnjo analize, t.j. z aritmetičnim povprečkom in le po njih sodijo o kakovosti klime. Toda povpreček je abstraktna veličina, kar se vidi že iz njegove definicije. Zato je tudi klima povprečkov zgolj abstraktna stvar, kar bomo videli malo kasneje. Povprečki morejo dati le možnost za primerjavo različnih klim. Iz povprečnih temperatur se na pr. vidi, kje je podnebje hladnejše in kje toplejše, iz povprečnih padavin pa kje je podnebje bolj mokro in kje bolj suho itd. Tudi letno razporedbo padavin ali temperatur moremo razbrati iz mesečnih povprečkov. Tako na pr. kažejo mesečni temperaturni povprečki, da je v Sloveniji najhladnejši mesec januar, najtoplejši pa julij, da je največ padavin v oktobru itd. Toda vse te trditve veljajo le za dolgo vrsto let, ne pa za posamezna leta! Dejansko stanje temperatur in padavin se iz leta v leto več ali manj loči od povprečka. Na osnovi povprečka so mnogo naši agronomi nasvetovali v letih 1946-1948 umetno gnojenje šele v novembru, t.j. po jesenskem - večji del po oktobrskem deževju, da ne bi jesenski dež izpral gnojil. Toda ravno takrat jesen-

skega deževja sploh ni bilo in je namesto njega nastopilo " zimsko deževje " / v decembru /. Zato praksa v splošnem ne more izhajati s povprečki. Četudi teče vreme iz leta v leto različno, vendar se drži nekih mej, ki so odvisne od letnih časov in geografske lege kraja, skratka od klime. Tako so se na pr. v Ljubljani opazovale v dobi 1851-1961 najnižje temperature na prostem do $-31,5^{\circ}$, a najvišje do $38,8^{\circ}$, kar pomeni skrajne meje v okviru katerih kolebajo temperature. Takim skrajnim mejam pravimo ABSOLUTNI EKSTREMI CELOTNEGA OPAZOVALNEGA RAZDOBJA, v razliko od absolutnih ekstremov krajših časovnih razdobij, kot na pr. posameznih let, posameznih mesecev ali celo posameznih dni.

Če vzamemo namesto Ljubljane kak drugi kraj na pr. Trst, potem bodo tamkajšnje meje temperaturnega kolebanja precej drugačne: najnižje temperature dosežejo le -15° , a najvišje ležijo prilično tako visoko kot v Ljubljani. Če gremo na pr. v Skandinsavske dežele, dobimo zopet povsem druge številke ekstremov, v Sibiriji pa so zopet druge itd. Eden od najhladnejših krajev Sibirijske Verhojansk ima na pr. najnižjo opazovano temperaturo -68° , a najvišjo 32° , kar tvori širino temperaturnega intervala kar 100° ! Širino intervala med absolutnimi ekstremi imenujemo OSNOVNI INTERVAL. Osnovni interval delimo na več enakih delov in tako dobimo PODINTERVALE. Če razdelimo osnovni interval na deset enakih delov, potem jim pravimo DECILIJ, če pa na pet delov, potem dobimo KVINTILIJ, če na štiri dele - KVARTILIJ itd. Tako na pr. če analiziramo povprečno mesečno temperaturo meseca januarja v Ljubljani, potem imamo naslednje podatke:

ekstremi povprečnih mesečnih temperatur $-9,4^{\circ}$ in $+4,9^{\circ}$
širina intervala $14,3^{\circ}$
deciliji / približno / $-9,4^{\circ}$ do $-8,0^{\circ}$, $-7,9^{\circ}$ do $-6,5^{\circ}$,
 $-6,4$ do $-5,0^{\circ}$ itd.

Delitev osnovnega intervala v podintervale ima namen ugotoviti pogostnost, ali kot temu pravijo FREKVENCO določenih vrednosti, na pr. če razdelimo povprečne januarske temperature v Ljubljani za dobo 1851-1950 v inter-



vale po 2° , dobimo naslednjo razpredelnico pogostnosti:

intervali:	pogostnost:
- 8,1 ^o do - 10,0 ^o	3
- 6,1 " - 8,0	9
- 4,1 " - 6,0	9
- 2,1 " - 4,0	30
- 0,1 " - 2,0	26
1,9 " 0,0	13
2,0 " 3,9	8
4,0 " 5,9	2

skupno	100

Kakor se vidi iz razpredelnice ležijo najpogostnejše vrednosti povprečne januarske temperature v Ljubljani v intervalu med $-2,1$ in $-4,0^{\circ}$ in malo manj pogosto v intervalu med $-0,1$ in $-2,0^{\circ}$. Ekstremno mrzli kakor tudi ekstremno topli januarji so prilično enako redki. Pojem pogostnosti je v klimatologiji zelo važen in je bolj realen, kakor pojem povprečka. Tako na pr. znaša v Ljubljani stoletni povpreček januarske temperature $-2,0^{\circ}$, a ta vrednost, četudi ji dodamo še $\pm 1^{\circ}$ / dobimo torčj interval od $-1,0$ do $-3,0^{\circ}$ / je nastopila le v 17 % ! Če pa zožimo dodatek na vrednost $-2,0^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$, dobimo le 8 % pogostnosti, medtem ko točna vrednost $-2,0^{\circ}$ ni nastopila niti enkrat v stoletju ! Vse to dokazuje prednost pogostnosti pred povprečkom za klimatsko analizo.

Analiza pogostnosti je posebno važna pri vprašanju spomladanskih pozeb. Tako na pr. znaša pogostnost (v praksi pravimo pogostnosti " verjetnost ") temperature pod ničlo v maju v Ljubljanski kotlini 80 %, v Kopru pa 0 % ;, v aprilu je v Ljubljanski kotlini 100 % verjetnost temperature pod ničlo, v Kopru pa le 10 %. Junija meseca pade tudi v Ljubljanski kotlini verjetnost temperature pod ničlo na 0 %. Obdobje, ko traja verjetnost temperature pod ničlo 0 %, se imenuje BREZMRAZNO RAZDOBJE. Brezmrazno raz-

dobje je treba določati glede na ožja časovna razdobja kot so meseci; najpogostejše so to dekade / desetdnevja / ali pentade / petdnevja /. Pojemanje verjetnosti mraza od prve do zadnje dekade maja se regiblje linearno, marveč stopnjičasto. V Ljubljanski kotlini je največja verjetnost mraza v drugi pentadi maja, t.j. med 6. in 10. majem. Še ena enakoverjetnost se pojavlja v peti pentadi maja, t.j. med 21. in 25. majem. Vmes so pogostnosti mraza nižje, a nikjer ne padajo na ničlo. Cikcakasti potek verjetnosti temperaturnih dvigov in padcev, ki je viden pri analizi ožjih časovnih intervalov, se imenuje SINGULARITETE. Singularitete so znane tudi v padavinah in drugih meteoroloških elementih. Od tod izvirajo nekatera kmečka vremenska pravila, ki povezujejo vreme z določenimi dnevi v letu, kakor " ledeni možje " / 11. do 14. maja /, " mokra Zofka " / 15. maja / itd. Singularitete se ščasoma spreminjajo in tiste, ki so veljale v prejšnjih desetletjih, zdaj ne veljajo več. Vse to je v zvezi s splošnim kolebanjem klime.

Pri analizi pogostnosti moramo po možnosti izključiti / eliminirati / vpliv tako imenovane slučajnosti. Slučajev v naravi ni, vendar mislimo s to besedo take pojave, ki jih ne moremo razložiti z nobenim znanim zakonom. Če je opazovanje prekratko, morejo taki pojavi t.j., slučajnosti, bistveno vplivati na rezultanto kolektiva na pr. na povprečke in na pogostnosti. V zvezi s tem morejo nastati navidezne singularitete, t.j. cikcakasti potek meteoroloških elementov, ki pa pri nadaljnjem opazovanju zgine v nič. Učinek slučajnosti eliminiramo najlažje, če ugotovimo tako imenovane " drsne vrednosti ". Drsne vrednosti dobimo tako, da poiščemo povprečke iz vrednosti / $a + 2b + c$ / : 4, kjer a , b , c , pomeni zaporedne osnovne vrednosti. Tako dobimo naslednje vrste : / $a + 2b + c$ / : 4, / $b + 2c + b$ / : 4, / $c + 2d + e$ / : 4 itd. Slučajnost je mogoče eliminirati tudi po formuli / $a + b + c$ / : 3. Če se ravnamo po prvi ali po drugi metodi, dobimo v obeh primerih tako imenovana DRSNA ZAPOREDJA.

Ta postopek nam omogoča, da ločimo na pr. prave singularitete od navideznih : prave singularitete kljub ogladitvenemu postopku ne izginejo, slučajne pa izginejo v nič. Vendar je eliminiranje slučajnosti z ogladitveno metodo mogoče le pri dovolj dolgem opazovanju, t.j. pri velikem številu osnovnih členov kolektiva.

Razen povprečka in pogostnosti poznamo še naslednja, zelo pomembna pojma :

- 1/ odklon ali deviacijo in
- 2/ standardno deviacijo.

Prvi pojem pomeni razliko med vsako individualno vrednostjo in povprečkom, t.j. $d = a_1 - A$. To nam pokaže, če so individualne vrednosti previsoke ali prenizke. V prvem primeru so individualne vrednosti nad povprečkom, v drugem pa pod njim. Tako je na pr. v Ljubljani bil opazovan najhladnejši januar $-9,4^{\circ}$, kar znaša $7,4^{\circ}$ pod stoletnim povprečkom, a najtoplejši januar je imel temperaturo $+4,9^{\circ}$, kar je za $6,9^{\circ}$ nad stoletnim povprečkom. To sta torej ekstremna odklona ali deviaciji povprečnih januarskih temperatur v Ljubljani. Podobno moremo analizirati vsak posamezni mesec, vsako posamezno dekada, pentado in celo vsak posamezni dan. Deviacija je za prakso važna, ker nam kaže, koliko se sedanje ali koliko se je minulo vreme razlikovalo od povprečka. S tem pa moremo oceniti, koliko se bo glede na odklon povprečka zakasnil ali pospešil vegetacijski razvoj. V deviaciji moramo tudi izkati vzrok, ko se vegetacija razvija nenavadno, kadar je dobra ali slaba letina, povečana ali zmanjšana nagnjenost k okužbam itd.

Drugi omenjeni pojem je standardna deviacija. Standardno deviacijo dobimo takole:

kvadriramo vse posamezne deviacije našega zaporedja, te kvadrate seštevamo in vsoto delimo s številom členov. Tako dobljeni povpreček se imenuje "povprečna kvadratna deviacija", v razliko od povprečne / nekvdadratne / deviacije. Kvadratni koren iz povprečne kvadratne deviacije pa nam daje standardno deviacijo :

$$S = \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \dots + d_n^2 / : n} \dots (43).$$

S v tej enačbi pomeni standardno deviacijo in d_1 , d_2 itd. pa posamezne deviacije, n število členov zaporedja. Standardna deviacija je zelo pomembna, to pa zaradi dveh razlogov:

1/ zaradi poudarka močnejših odklonov pred šibkejšimi, s čimer bolj izstopa spremenljivost posameznih členov kolektiva in

2/ zaradi povezave z nadaljnjimi, važnimi statističnimi kriteriji.

Standardna deviacija kontrolira veljavnost povprečka:

če je povpreček ugotovljen na osnovi prekratke opazovalne dobe, ima tu premočan vpliv že omenjena slučajnost. Kljub temu nam standardna deviacija pokaže, v kakšnih mejah se giblje pravi povpreček, t.j. dolgoletni povpreček, kjer so se slučajnosti med seboj kompenzirale. V ta namen se priporoča izračunavanje standardne deviacije, t.j. za razdobje krajše od 10 let po formuli :

$$S_1 = \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2 / : / n - 1 / ;}$$

ta način izračunavanja daje standardni deviaciji nekoliko večjo vrednost, kot bi jo morala imeti po osnovni definiciji. - Ta postopek ni samovoljen, marveč sledi iz verjetnostnega računa. Če pomnožimo standardno deviacijo s koeficientom 0,6745 / tako imenovanim Fechnerjev koeficient /, dobimo " verjetnostno napako povprečka ". Verjetnostna napaka pokaže interval, v katerem leži pravi dolgoletni povpreček. Pravi povpreček potemtakem leži v intervalu $A \pm V$, kjer A pomeni izračunani povpreček, a V = verjetnostna napaka. Verjetnostna napaka pojema z raztočo dobo opazovanj, in sicer po formuli : $V = V_1 : \sqrt{n}$, kjer V pomeni verjetnostno napako dolgega razdobja, a V_1 verjetnostno napako krajšega razdobja, n pa število krajših razdobj v dolgem razdobju. Na pr. če znaša verjetnostna napaka povprečne mesečne temperature 10-letne dobe $\pm 2^\circ$, se bo pri 40-letnem povprečku znižala na $\pm 1^\circ$, a pri 90-letni dobi na $\pm 2/3^\circ$

itd. Kakor se vidi iz tega preudarjanja, aritmetični povpreček nikoli ni popolnoma dober, marveč se vpliv naključja še vedno pozna, četudi gremo z opazovalnimi dobami poljubno daleč. Sicer se v našem zgornjem primeru zmanjša verjetnostna napaka pri 400 -letni dobi na $0,1^{\circ} \text{ C}$, t.j. na vrednost, ki jo doseže natančnost opazovanj / temperatura opazujemo s točnostjo do $0,1^{\circ} /$. V tem primeru bi dala doba 400 let popolnoma natančni aritmetični povpreček. Vendar je treba upoštevati, da se klima neprestano menja, z njo vred pa tudi povprečki, tako da ti v dobi stoletij ne bodo imeli več realnega pomena. Kvaliteto povprečka moremo kontrolirati še s teoremom francoskega matematika Cornu : če sledi razporedba deviacije takoimenovani "Gaussovi razpršitvi" velja enačba :

$$2 S^2 : D^2 = \sqrt{\pi} = 3,14159 \dots (44),$$

kjer S pomeni standardno deviacijo, a D povprečno deviacijo, ki se sestavlja iz posameznih deviacij vzetih brez predznaka /t.j. pripisujemo vsem posameznim deviacijam pozitivni znak, kar se v matematiki imenuje "absolutna vrednost" /. Povprečki so dobri, če je Cornu-ev teorem izpolnjen, drugače pa so slabi. Stoletni januarski povpreček v Ljubljani ima po Cornu-ev teoremu 3,1 , na Dunaju tudi 3,1 , v Parizu 3,2 itd. iz česar se vidi, da so povprečki dobri. Tudi povprečki krajših razdobj morejo ustrezati Cornu-evem teoremu : v Ljubljani je januarski povpreček za razdobje 1941-1950 imel po Cornu-evem teoremu 3,1 , v nasprotju s tem povpreček za razdobje 1951-1960 ne ustreza več teoremu Cornu-a, ker ima relacijo 3,5. To dokazuje, da v razdobju 1951-1960 še ni bilo take razpršitve odklonov, ki bi ustrezale Gaussovemu zaporedju. Iz tega je mogoče povzeti, da je povpreček za dobo 1951-1960 slab in ne ustreza dolgoletnemu povprečku. Dejansko znaša 100-letni povpreček za dobo 1851-1950 $-2,0$, a za desetletje 1951-1960 le $-1,4^{\circ}$.

Standardna deviacija oz. verjetnostna napaka omogoča tudi ugotovitev klimatskih kolebanj: če se pojavi v kakem desetletju, ali daljšem razdobju tak povpreček, ki

se odmika od dolgoletnega povprečka mnogo bolj kot to dovoljuje verjetnostna napaka, imamo verjetno opraviti s klimatsko spremembo.

Pojem osnovne in standardne deviacije daje možnost izračunavati takoimenovane korelacije. Korelacija, ali tudi "korelacijski koeficient" je pravilen ulomek, ki kaže, kakšna je povezava med zaporedjema a in b. Čim bolj se bliža korelacija vrednosti 1 ali -1, tem večja je podobnost obeh zaporedij (v primeru negativne korelacije je podobnost obeh zaporedij zrcalna), če pa se korelacija bliža ničli, potem ni podobnosti med obema zaporedjema. Najbolj preprosto se korelacija izračunava tako: pišemo oba zaporedja v obliki njihovih deviacij / odklonov od povprečka; naj ima zaporedje a deviacije $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, a zaporedje b ima deviacije $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n$; nato množimo vsak X z ustreznim Y in produkte seštevamo.

Vsota tako seštetih produktov tvori števec ulomka. Števec bo tedaj takle: $X_1Y_1 + X_2Y_2 + X_3Y_3 + \dots + X_nY_n$. Imenovalec ulomka dobimo po formuli:

$$\sqrt{(X_1^2 + X_2^2 + \dots + X_n^2)(Y_1^2 + Y_2^2 + \dots + Y_n^2)}$$

Korelacijski koeficient bo potem takle:

$$r = \frac{X_1Y_1 + X_2Y_2 + X_3Y_3 + \dots + X_nY_n}{\sqrt{(X_1^2 + X_2^2 + X_3^2 + \dots + X_n^2)(Y_1^2 + Y_2^2 + \dots + Y_n^2)}} \quad (45)$$

Korelacijo kontroliram s Fěchnerjevo formulo, ki se izraža takole:

$$F = 0,6745 \cdot \sqrt{1 - r^2} / : n ; \dots \quad (46)$$

Tu pomeni F verjetnostno napako korelacije, r korelacijo samo, n pa število členov enega samega zaporedja iz katerega je bila sestavljena korelacija (t.j. število X-ov, oziroma število Y-ov). Če znaša korelacija trikratno vred-

nost F ali še več , potem je dobra, če pa je korelacija manjša od $3 F$, potem je nezanesljiva ali slaba. Korelacija ima v praksi veliko vlogo:

če na pr. domnevamo, da obstoji zveza med nekimi pojavi, potem korelacija konkretno pokaže, če je ta domneva pravilna ali ne. Korelacija omogoča znanstvenikom kontrolo njihovih domnev, na pr. domnevalo se je, da obstoji zveza med decembrskim zračnim pritiskom v Zah. Sibiriji in januarsko temperaturo v Ljubljani. Korelacijski koeficient obeh zaporedij znaša 0,76, verjetnostna napaka pa $\pm 0,11$, kar je potrdilo omenjeno domnevo.

Kvadratna deviacija omogoča kontrolo homogenosti klimatoloških opazovanj : če na pr. hočemo ugotoviti koliko je mogoče podatke ene postaje korigirati po podatkih drugih postaj, moramo sprva preizkusiti, ali sta ti dve postaji v homogenem klimatskem območju. V ta namen ugotovimo razlike / na pr. temperaturnih povprečkov / med prvo in drugo postajo, nato sestavimo iz teh razlik aritmetični povpreček in končno izrazimo vse navedene razlike kot elementarno deviacijo od svojega povprečka. Deviacijo kvadriramo. Naj bodo deviacije $d_1 d_2 d_3 \dots d_n$; kvadratne deviacije bodo $d_1^2 d_2^2 d_3^2 \dots d_n^2$. Sestavimo vsoto $A = d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 \dots + d_n^2$ in vsoto $B = \sqrt{d_1 - d_2}^2 + \sqrt{d_2 - d_3}^2 + \dots + \sqrt{d_{n-1} - d_n}^2$. Tako more biti , če so podatki homogeni, $2 A : B = 1 \pm (1 : n)$, kjer n pomeni število / množino / členov d . Ta kriterij homogenosti je postavil matematik E. Abe.

Tovrstni poizkus med Ljubljano in Zagrebom je dal odnos pri zimskih temperaturah 3,37 (namesto $1 \pm \frac{1}{6}$), kar znatno prekaša pogoje v Abe-evem kriteriju; Iz tega pa sledi nehomogenost podatkov obeh kategorij.

Hladna zima	Ljubljana a	Zagreb b	d a - b	d ²
1891	- 8.0	- 6.5	-1.5	2,25 /d ₁ -d ₂ / ² = 1,69
1892	- 2.9	0.1	-2.8	7.84 /d ₂ -d ₃ / ² = 1,21
1893	- 8.0	- 6.3	-1.7	2.89 /d ₃ -d ₄ / ² = 0,04
1894	- 3.9	- 2.0	-1.9	3.61 /d ₄ -d ₅ / ² = 0,81
1895	- 3.1	- 0.3	-2.8	7.84 /d ₅ -d ₆ / ² = 10,89
1896	- 3.6	- 4.1	0.5	<u>0.25</u> B = 14,64
A = 24.68				

$$\frac{2 A}{B} = \frac{49,36}{14.64} = 3,37 .$$

Metoda klimatske analize more uporabljati vse, kar nudi tako imenovana matematična ali variacijska statistika, vendar za praktične potrebe večinoma zadostujejo elementarnejši prijem. Tako na pr. za klasifikacijo klime zadostujejo nekateri empirični obrazci. Thornthwaitov tovrstni obrazec smo že preje videli / v poglavju o evapotranspiraciji / tu pa bi navedel še Langov obrazec, ki se tudi imenuje " Langov pluviometriški koeficient " :

$$K = \frac{P}{/ t > 0^{\circ} / : 12} \dots\dots\dots (47)$$

kjer K pomeni Langov koeficient, P letno količino padavin v milimetrih, / t > 0° / temperaturno vsoto tistih mesecev, ki imajo temperaturo nad 0° C. Skala za določitev klime je naslednja :

K				Klima
od	0	do	20	puščave
od	20	"	40	polpuščave
od	40	"	60	stepe in savane
od	60	"	100	grmovje in nizki gozd
od	100	"	160	gozdovi in pragozdovi
nad	160			močvirje, ali Kras.

De Martonnova klasifikacija predlaga formulo:

$$K = \frac{P}{t + 10} \dots / 48 /, \text{ kjer } P \text{ pomeni letno količi-}$$

no padavin, izraženo v milimetrih, t pa letno temperaturo.

Ustrezna skala za določitev podnebja pa je takale:

K :				Klima :
od	0	do	25	= aridno in semiaridno podnebje, t.j. puščave, savane, stepe,
			25	= meja med gozdom in stepo, tu odlično uspevajo žitne kulture / od K = 20 do K = 30/,
od	25	do	50	= nizki gozd, odlično uspeva sadjarstvo in vinogradništvo,
od	50	do	100	= visoki gozd in pragozd,
od	100	do	200	= vlažni gozd, na ravnem močvirje ali Kras, za poljedelstvo neugodno podnebje,
nad	200			= superhumidno podnebje, močvirje ali Kras.

De Martonnova klasifikacija daje za nekatere kraje v Jugoslaviji naslednje podatke :

Beograd ima $P = 600 \text{ mm}$, $t = 12^{\circ}$, $K = \text{okoli } 27$ in torej spada v bližino; meje med stepo in gozdom, kjer dobro uspevajo žitne kulture;

Bohinj $P = 3000 \text{ mm}$, $t = 7^{\circ}$, $K = \text{okrog } 176$, kar pomeni superhumidno podnebje ugodno le za travne kulture in vlažne gozdove;

Ljubljana ima $P = 1440 \text{ mm}$, $t = 9^{\circ}$, $K \text{ okoli } 76$ kar ustreza visokemu gozdu ;

Murska Sobota $P = 750 \text{ mm}$, $t = 9^{\circ}$, $K = 39 = \text{nizki gozd}$;

Koper $P = 900 \text{ mm}$, $t = 14^{\circ}$, $K = \text{okoli } 38 = \text{nizki gozd}$.

Tovrstne klasifikacije klime z empiričnimi formulami ne morejo dati vedno veljavnega rezultata, marveč le splošno orientacijo, kajti klima je " mozaik " in kakor se ne da mozaik izraziti z eno samo barvo, tako se tudi ne da karakterizirati klimo le z eno samo formulo.

Za zaključek omenimo še Köppenove mejne karakteristike, ki imajo za prvo orientacijo velik pomen : meja med stepo in gozdom se določa po Köppenu s formulo : $P = t + 33$ /49/, kjer P pomeni letno količino padavin v centimetrih, t = letno temperaturo. Koeficient 33 ni stalen, marveč koleba v zvezi z letno razporedbo padavin: če so padavine razporejene enakomerno v teku leta, potem znaša koeficient 33 , če padavine nastopajo le v zimski dobi, potem se znižuje koeficient na 22 , če pa so padavine le v poletnih mesecih, potem narašča koeficient do 44 . Sredozemsko podnebje je znano po zimskih padavinah in sušnem poletju, zato bo tam znašal Köppenov koeficient 22 , a monsunsko podnebje je znano po poletnih padavinah in se tam dvigne Köppenov koeficient na 44.

Zgornja in tudi polarna meja poljedelstva leži po Köppenu tam, kjer imajo trije najtoplejši meseci povprečno temperaturo nad 10° , a zgornja / polarna / meja gozda tam, kjer doseže le en sam najtoplejši mesec 10° . V Sloveniji bo potemtakem zgornja klimatska meja poljedelstva nekako v višini 1200 m, a zgornja meja gozda v višini kakih 1700 m.

XI. poglavje .

KLIMA ZAPRTIH PROSTOROV.

Za agronoma je tudi pomembne važnosti poznavanje zakonov, ki regulirajo klimo zaprtih prostorov, kajti agronom ima opraviti s hlevi, sušilnicami, silosi in tudi z delovnimi prostori.

V zaprtih prostorih, če niso hermetično zaprti, ohrani največjo zvezo z zunanjim stanjem zračni pritisk. Temu namreč zadoščajo že najmanjše špranjice, da vzpostavi ravnotežje med vrednostmi od zunaj in od znotraj. Zato je nesmiselno obešati barometer od zunaj, misleč pri tem, da od zunaj barometer bolje kaže ! Le ob času močnega vetra, ravnotežje med notranjim in zunanjim pritiskom bliskovito niha, tako da barograf v sobi riše " žagasto krivuljo ". Vendar je amplituda tega nihanja, razen ob orkanu, minimalna. Drugi meteorološki elementi, t.j. temperatura, vlažnost, osončenje itd. gubijo v nasprotju s pritiskom ravnotežje med zaprtim prostorom in zunanjim okoljem, vendar ostane neka zveza, ki deluje zelo počasi. Tako se na pr. temperaturno stanje skuša izenačiti z neposrednim preходом toplote skozi zid, streho, okna, vrata itd. in s cirkulacijo zraka, ki se vrši skozi še tako ozke špranje pri oknih, vratih in drugje. Toplotni tok obeh kategorij je tem intenzivnejši, čim večja je temperaturna razlika med zunanjim in notranjim prostorom. Zato je v zimski dobi zamenjava zraka in temperaturnih razmer dovolj močna tudi pri dobro zaprtih oknih in je s tem potreba po zračenju pozimi minimalna, vsekakor je bistveno manjša kot poleti. Za ohranitev konstantne temperature v zaprtem prostoru, je torej potrebna čim boljša toplotna izolacija sten, strehe, oken in vrat, predvsem pa zmanjšanje špranj in odprtih / na pr. pri dimnikih /, skozi katere se vrši cirkulacija zraka. Ob vetru se cirkulacija skozi okenske in vratne špranje in dimnike močno stopnjuje, zato je tedaj tudi vzdrževanje konstantne temperature v zaprtih prostorih težje. Primerno ustroju zgradbe in njene lege napram vetru in soncu, se ustvarjajo v zaprtem prostoru take temperaturne razlike, ki morejo doseči nekaj stopinj v istem prostoru. Tako imamo " mrzli " in " topli " koti, mrzle in tople stene itd. Intenzivnost tovrstnih razlik je zelo odvisna od vremena in kakovosti zgradbe. V poletni dobi more v zaprtih prostorih nastati prekomerna vročina in to zaradi

razgretosti strehe ali zidu od sonca. Na strehi in zidovih so namreč, zaradi mikrotemperaturnega polja, temperature / ob sončnem in mirnem vremenu / za dobrih 20° višje kot v zraku in če toplotna izolacija ni zadostna, se ta visoka temperatura prenaša na notranje prostore. Kot najboljši primer tovrstnih pojavov nam služi temperaturno stanje v železniških vagonih ali avtobusih, kjer preogretosti ne more odpraviti niti dober preprih !

Relativna vlažnost je ravno tako kot temperatura zelo odvisna od kakovosti notranjih prostorov in je le malo vezana na zunanje razmere. Vodni hlapci namreč difuznim potom, ali potom cirkulacije zraka skozi špranje in dimnike, prodirajo od zunaj v notranje prostore in obratno in skušajo vpostaviti ravnotežje z zunanjim stanjem. Toda ta proces je prepočasen in skrbi le za ravnotežje absolutne vlažnosti, oziroma pritiska vodnih hlapov. Relativna vlažnost pa je mnogo bolj odvisna od temperature kot od absolutne vlažnosti in zato bo v zaprtem prostoru vlažno tam, kjer je obenem hladno, in suho tam, kjer je obenem toplo. Zato so hladni koti ali hladni zidovi obenem vlažni, a topli - suhi ; plesen se pojavlja na vlažnih in hladnih zidovih. V ekstremnih primerih rastejo tam celo gobe ! Tudi rosa na okenskih šipah je posledica nizkih temperatur stekla.

Naposled omenimo še vprašanje prepriha. Preprih nastane zato, ker zunaj skoraj nikoli ni popolnega brezvetrja, marveč vleče, če že ne veter, pa vsaj komaj opazna sapica. Ob hišah se zajezi sapica in se zračni pritisk zato ob steni malenkostno dvigne. Na nasprotni strani hiše pa nastaja zaradi zaledne lege neznaten primanjkljaj zraka, s tem pa tudi malenkosten padec pritiska. Če odpremo okno na eni sami strani, potem se ne vspostavi zveza med čelom in zaledjem hiše in zrak, ki udre v odprto okno hitro gubi svojo hitrost in ne povzroči prepriha. Če pa odpremo okno na čelni in zaledni strani skupaj, nastane neposredna zveza med čelom in zaledjem, tako da se združita nadpritisk na čelni strani in podpritisk na zaledni strani. To sproži

skozi sobo veter, kot pravimo prepih. Veter v sobi je pri tem močnejši kot zunaj, ker se zrak zbira s širšega čelnega področja hiše in teče skozi ožji prostor, določen po širini okna. Tako nastaja znani Bernoullijev efekt, ki pravi, da v zoženih ceveh teče zrak ali voda s pospešeno hitrostjo in da se pritisk tamkaj primerno zniža. Iz tega sklepamo : čim več oken odpremo, tem manjši bo prepih v sobi . Prepih se nič ne loči od običajnega vetra, a se ga vkljub temu bojimo, kajti v sobi se ne gibljemo tako, kot zunaj in smo tu tudi drugače oblečeni. Zato prepih lažje povzroči prehlad, kot pa veter zunaj.

XII. poglavje .

AGROTEHNIKA IN VREME .

Obdelava zemlje, nega rastlin, uporaba umetnih gnojil itd., vse to je močno odvisno od vremena. Tako na pr., če orjemo preveč vlažno zemljo, se ta ne rahlja, marveč se vleče kot lepilo in se trga v kepah, ki se pozneje strdijo. Polje postaja tako kepasto z vmesnimi sračnimi prazninami. Za oranje so optimalni pogoji, če tvori vodnost zemlje 50 do 60 % največje mogoče vodnosti. Tedaj se zemlja hitro rahlja, se napaja z zrakom, se ne praši in se ne lepi. Stopnja tega rahljanja pa ni odvisna samo od vlažnosti zemlje, marveč tudi od načina oranja. Pri tem ima veliko vlogo hitrost gibanja pluga . Priporoča se globoko oranje, ker ima debeli sloj orne zemlje večjo vodno kapaciteto, večjo absorpcijsko sposobnost atmosferskih padavin, bolje zadržuje odtok vode in s tem izpiranje hranilnih snovi. V primeru suše je globoko oranje prvi agrotehnični ukrep, ki utegne biti na dobri zemlji zelo učinkovit. V primeru moče globoko zorana zemlja zmanjšuje izpiranje hranilnih snovi in umetnih gnojil, kakor tudi erozijo zemlje. Erozija je tem močnejša, čim manjše so gmote zemlje, ki zadržujejo vod-

ni tok po strminah ali nagnjenem terenu.

Globoko zorana plast enakomerno porazdeljuje vso vodno množino širom po zoranem polju. Tako izgublja vodni tok svojo kinetično energijo, ki deluje pri eroziji, in zemlja pridobiva tako na odpornosti proti eroziji. Globoko oranje / zaradi prepojitve z zrakom globoko ležečih plasti / povečuje debelino sloja, kjer kemični procesi razkrajajo organske snovi, s tem pa se pospešuje nastanek naravnih gnojil in humusa. Tako postane debelejši sloj zemlje nosilec prehrambe rastlin. Na globoko zorani zemlji se hitreje in močnejše razvijajo korenine rastlin. Tako se ojači tudi odpornost rastlin proti vremenskim neprilikam, kot so pozebe, suša ali moča.

Zorano zemljo je priporočljivo posuti z odpadki suhe šote, rezane slame, preperelega gnoja, z žaganjem in podobnim. - V Sovjetski zvezi so na ta način dvignili letino žit za 25 %, lana pa za 38 %. Zakaj je tako posipavanje koristno? Temni odpadki, kot sta šota in prepereli gnoj, močnejše absorbirajo direktno in difuzno sončno svetlobo in zato bolj pretvarjajo sončne žarke in difuzno sončno svetlobo v toploto. Temperatura na površju ornice naraste zato močnejše, kot bi se dvignila brez posipavanja. Višje temperature pa povečujejo infrardeče izžarevanje zemlje / glej Stefanov zakon, ki je bil razložen v začetku skript /, kar po podatkih eksperimentalnih postaj v Nemčiji pospešuje rast. Paradižnik, ki je bil obsevan z infrardečo svetlobo, je prekomerno zrastel, vendar je bil slabše kakovosti, paradižnik, ki pa je bil obsevan z ultravijoličasto svetlobo, je rastel zelo počasi in je ostal majhen, bil pa je izvrstne kakovosti. Istočasno obsevanje z obema vrstoma žarkov daje velik in kakovosten sad. Vlogo umetnega infrardečega radiatorja pri posipavanju s črnimi odpadki, prevzamejo nase temni odpadki, vloga radiatorja kratkih in ultravijoličastih žarkov pa svetle posipine, kot so slama, žaganje, in podobno. Tako posipavanje njiv z različno barvnimi odpadki izboljšuje svetlobno in toplotno klimo njive

Ker so posipine obenem slabi prevodniki toplote, ščitijo zemljo pred hitrimi spremembami temperature, hkrati pa povečujejo temperaturno amplitudo na površju. V nočnem času se slabi prevodniki toplote močnejše ohlajajo kot dobri; zato se posute njive ohlajajo v nočnem času močnejše od neposutih. Znano pa je, da velika temperaturna razlika med dnevom in nočjo stimulira rast in plodnost raslin, razen krompirja, ki ne prenese velikih temperaturnih amplitud. Zato ni priporočljivo posipavati krompirjeve njive. Posipavanje je zlasti koristno jeseni na njivah za ozimna žita, ker posipine ščitijo zemljo pred premočnim zmrzovanjem, obenem pa pred premočnim izpiranjem ob jesenskem deževju. Posipine tudi zmanjšujejo erozijo plodne zemlje in preprečujejo pretvorbo zemlje v prah ter vzdržujejo zrahljano stanje tal. Tudi vodni režim tal se pod vplivom posipin izboljšuje: dež počasneje prodira v tla, zato pa jih bolj namaka in se izhlapevanje zmanjšuje, kar pomeni prihranek vode za sušne dneve. V primeru moče prodira deževnica zaradi posipin počasneje skozi ornico v globlje sloje pod ornico in zato bistveno ne izpira hranilnih snovi, ki so v zemlji. Zaradi višjih in enakomernjših temperatur v zemlji in dolge ohranitve " zračnosti " zemlje so biokemični procesi zaradi posipanja živahnější in kvalitetnejši. Tudi koristni mikroorganizmi se ob takih pogojih hitreje razvijajo, naravni nitrati in fosforizacija zemlje pa se stopnjuje. Rodovitnost zemlje se zato izboljšuje. Razen tega so take vrste odpadkov, kot so šota in prepereli gnoj, sami dobro gnojilo in počasi pronicajo v zemljo. Izkušnja je pokazala, da na posutih njivah in poljih slabše raste plevel, s čimer tudi tu nastaja nova korist. Za zelenjavne vrtove se v Sovjetski zvezi izdelujejo posebne umetno sestavljene raznobarvne posipine, na poljih in njivah pa uporabljajo šoto, prepereli gnoj, žaganje in rezano slamo. Za posipanje s slamo je najboljša taka slama, ki je stara že 3 do 4 leta; količina te slame, potrebne na hektar, znaša 3 do 4 tone. Prepereli gnoj pred posipanjem rahljajo in kepe drobijo. Šota se šteje za najboljšo vrsto posipin za polje.

Vendar mora biti tudi šota že preperela in izpremenjena v " sipo ". Količina na hektar potrebne šote znaša po sovjetskih podatkih 15 do 20 ton. Tako pokrije šotna sipa polje s slojem približno 1 cm visoko.

Posipava se bolj ali manj vlažna zemlja, kar je odvisno od klime : v suhih klimah, kjer je suša pogostna, se priporoča posipanje čimbolj mokre zemlje, v mokrih klimah pa le komaj vlažne zemlje. Posipanje se opravi dva ali tri dni po setvi. Če se posipa že brstje, nastanejo tehnične težave, ker se ob posipanju kalčki lahko poškodujejo. V Sovjetski zvezi posipavajo s stroji.

Dovajanje umetnih gnojil je odvisno tudi od vremensko-klimatskih pogojev, dalje od vrste zemlje ter od vrste rastline in njene razvojne faze. - Rastlina potrebuje v svojih razvojnih fazah povsem različne količine in vrste gnojil, tako, da umetnih gnojil ne smemo naenkrat dovajati, marveč postopno, ustrezno razvojni stopnji rastline. Vremenoslovje se zanima za vlogo vremenskega elementa pri tem vprašanju. Najbolje je dovajati umetna gnojila pred pohlevnim toda trajnim dežjem, ki pada pod vplivom tople fronte. Gnojiti pred močnimi padavinami oz. nalivi ni priporočljivo, ker tovrstni dež izpira in neenakomerno porazdeljuje gnojila v zemlji. Ker je torej gnojenje zelo odvisno od vremena, lahko bi rekli, da je to razmerje odločilnega pomena, bi se kmetijstvo vsaj v tem pogledu moralo povezati s sinoptično meteorološko službo, ki se ukvarja z napovedovanjem vremena. Gnojenje brez vremenske napovedi ne more doseči zaželenega uspeha. Kjer obstoje sistemi umetnega namakanja, je mogoče posipati umetna gnojila ob ustaljenem sušnem vremenu - če po posipanju umetno namočimo zemljo. V toplejši in vlažni zemlji je njih učinek močnejši, kot v hladni in suhi zemlji. Zato tudi količina umetnih gnojil, ki je potrebna oziroma optimalna za rastlinstvo, koleba v odvisnosti od meteoroloških pogojev v zemlji. Tudi tu je prognoza vremena zelo važna. Večdnevne in še bolj dolgoročne prognoze so kmetijstvu posebno priporočljive.

Vreme zelo vpliva tudi na razvoj plevela, rastlinskih bolezni, rastlinskih parazitov in drugih škodljivcev. Mokro vreme ali vreme z veliko relativno vlažnostjo in istočasnimi visokimi temperaturami je zelo ugodno za razvoj najrazličnejših bolezni, med njimi zlasti za razvoj peronospore. Mila in vlažna zima pospešuje tudi razvoj ličink in škodljivih žuželk, obenem pa ovira pravilno prezimovanje ozimnih kultur in sadovnjakov. S tem postaja spomladi borba s škodljivci in boleznimi posebno ostra. Ker že ne moremo preprečiti mile in vlažne zime, pa se vsaj lahko na tej osnovi pripravimo pravočasno na spomladanski boj s škodljivci.

Znanstveno poljedelstvo mora to problematiko reševati z metodo višje statistike in eksperimentov. Ocenjevati vse to na oko ali poizkušnji ali po instinktu, ni znanstveno, marveč klaverno početje, ki nikakor ne sodi v današnjo dobo napredka ! Vreme vpliva odločilno še na čas setve oziroma saditve. Ne kaže sejati ali saditi v preveč hladno zemljo, ker v tem primeru zrno oz. seme ne more vzkliti in začne gniti. Zlasti pri saditvi krompirja je zelo važno, da ga ne sadimo prezgodaj, ko temperatura zemlje še ni dosegla 8°C . Krompir bo pri nižji temperaturi nemočno ležal v zemlji in bo dobrodošla hrana žuželkam in gnilobnim bakterijam ! Agrotehnika pozna cel spektrum temperatur, ki imajo iste ali druge fiziološke pomena za setev ali saditev : obstoji temperaturni minimum, temperaturni optimum in temperaturni maksimum. Minimum in maksimum sta skrajni meji, v razponu katerih je setev ali saditev uspešna. Optimum pomeni najugodnejšo temperaturo za to početje. Enaka razdelitev v temperaturi je določena za poljubno razvojno fazo rastlin, o čemer smo že pisali.

Žetev, košnja trave in trgátov grozdja so pravteko faze, ki so zelo odvisne od vremena. Žal človek tukaj ne more vedno pomagati, če vreme ne ustreza potrebam.

XIII. poglavje.

PODNEBJE SLOVENIJE.

Podnebje Slovenije določajo razni zamotani procesi, ki so zasidrani deloma v orografskih značilnostih Slovenije, deloma pa so v odnosu do Sredozemlja in drugih klimatskih vplivov. K orografskim značilnostim spada posebna razporedba gorstev, odnos reliefa do Panonskega nižavja in Jadranskega morja ter končno vpliv odprtine Dunajskih vrat. Ko prične učinkovati atlantski ciklonalni sistem, se uveljavlja v Evropi in tudi v Sloveniji jugozahodni zračni tok. Ob Dinarskem gorstvu, največ pa ob Risnjaško-snežniškem pogorju in nato še ob Julijskih Alpah se ta zračni tok prisilno vzpenja, kar ustvarja padavine. Zato so omenjeni predeli izredno bogati s padavinami, ki dosegajo ponekod 3500 milimetrov.

Posebno značilnost Slovenije tvori tudi severozahodni fen, ki sicer redkokdaj doseže nižine, zavira pa ali celo popolnoma preprečuje padavine. Tako se dogaja, da celo v času dolgih period atlantske cirkulacije pozimi deževja Srednje Evrope ne dosežejo Slovenije : v nižinah namreč piha jugozahodnik, v višinah pa po zakonu tople advekcije severozahodnik, ki teče tako kot fen nad Slovenijo. Tako je bil februar 1. 1946 v Sloveniji topel in suh, a v Srednji Evropi in v sosednjem Panonskem nižavju zelo deževen. To pa seveda ni edini primer.

Kadar pa zavlađa v Evropi severozahodni zračni tok, ki spada k zaledju ciklonov, more hladni zrak dospeti do Slovenije, po treh poteh :

- 1/ direktno preko Alp,
- 2/ preko Dunajskih vrat in
- 3/ preko doline Rhone in Raške nižine od zahoda.

Prva pot pomeni fen, ki v zimski polovici leta uničuje padavine in oblake, v topli polovici leta pa jih zmanjšuje. Ako prodre hladni zrak preko Dunajskih vrat, poplavi prej

Panonsko nižavje in šele od tod krene kot vzhodnik proti Jadranu. Tedaj pride do trčenja hladnega zraka, ki veje od vzhoda s toplim, ki teče od jugozahoda, kar povzroča trajne padavine in ohladitev.

V zvezi z oblikami površja nastopajo na slovenskem ozemlju močne klimatske razlike. V Sloveniji koleba množina padavin od 3500 mm v zahodnih Julijskih Alpah in na Snežniku do 750 mm na skrajnem vzhodu Prekmurja. Toda gore ne vplivajo samo na padavine, marveč tudi na temperaturo. Znižanje temperature zaradi dviga ima za posledico, da se izoterme nad gorovjem upogibajo navzdol. Zato pozimi, ko vlada južno vreme v visokogorskih dolinah Planice-Kranjske gore sneži, medtem ko v isti višini nad Ljubljansko kotlino ali drugod v Sloveniji dežuje. Smarna gora, ki ima isto višino kot Mojstrana, ima pozimi dvakrat do trikrat pogostejše dež kot Mojstrana. Gore tudi zavirajo odtok hladnega zraka, ki se je usidral v dolinah, in tako preprečujejo vpliv toplih vetrov. Gorenjska in Koroška imata zaradi navedenih vzrokov razmeroma hladne in stalne zime, in to tembolj, kolikor bolj je dolina zaprta in čim više leži. V nasprotju s tem so kraji, ležeči ob veliki poti, ki veže Primorsko s Panonskim nižavjem t.j. ki gre preko Postojnskih vrat, Ljubljanske kotline in dolino Save dalje proti vzhodu, izpostavljeni vetrovom Jadrana in zato razmeroma hitro podležejo odjugi. Kadar pa piha veter v nasprotni smeri, se tu razvija burja, razen v širokih kotlinah, kjer njena moč oslabi. Nižinski predeli Dolenjske, namreč kotlina Nova mesta, dobivajo celo fen od jugozahoda, ki tedaj pada s Snežniško-risnjaškega pogorja. Tako se more tam sredi zime dvigniti temperatura do 16°C , kar se je na primer zgodilo 3. januarja 1949.

Ves okoliš ob Snežniku samem, kjer ima veter svoboden dostop / Ilirska Bistrica /, se odlikuje po hitrih spremembah temperature. Tudi Postojna pozna hitra kolebanja temperature. Ljubljanska kotlina tvori v tem pogledu otok, kjer se pozimi upira jezero hladnega zraka do-

toku toplih jugozahodnih vetrov. Zato je v Ljubljanski kotlini prehod od mraza na južno vreme mnogo počasnejši kot na Notranjskem oziroma na Kraškem višavju. Dalje proti severovzhodu so mrzla jezera zraka zaradi heterogenosti goratega predela še bolj vztrajna v primeri z Ljubljansko kotlino. V nasprotju s severovzhodnimi predeli Slovenije tvori Krška kotlina povečini topel okoliš : nad širokimi kotlinami in dolinami vobče pride zaradi grezenja zraka do zmanjšanja padavin in do dviga izotermnih površin. Zato se nad kotlinami na sploh, zlasti nad širokimi, spreminja dež v sneg mnogo kasneje kot nad gričevitim ozemljem, ki leži v enaki višini. Tudi v Ljubljani nastopa spreminjanje dežja v sneg kasneje kot v okolišu Višnje gore in Grosuplja, če tudi je višinska razlika komaj 100 m. Ob času mirnega in jasnega vremena se v kotlinah ustvarjajo jezera mrzlega zraka in megle, toda v Krški kotlini to ne pride dovolj do veljave zaradi široke odprtine, ki veže to kotlino s Panonskim nižavjem. Zaradi tega tvori Krška kotlina, kot že omenjeno, topel okoliš, ki bolj ustreza klimatskim razmeram Panonskega nižavja.

Kolikor bolj je kotlina ozka in zaprta, tem ostreje pride do veljave jezero mrzlega zraka. V to kategorijo spada Bohinjska deloma pa tudi Celjska kotlina. Koroška tvori zelo razsežno, vendar dobro zaprto kotlino. Zato je za Koroško značilno močno znižanje množine padavin, a tudi razvoj jezera mrzlega zraka.

Poseben pojav v podnebjju Slovenije tvori primorska in kraška burja. Burja na Primorskem praviloma ni močna ob času močnega splošnega barometriškega gradienta, ko piha po vsej Sloveniji močna burja, marveč je močna tedaj, če zračne gmote strujijo počasi, a so zelo hladne. Take zračne gmote se zajeziijo ob orografski oviri Hrušica-Trnovo-Snežnik in nato kot slapovi tečejo preko te ovire pri čemer nastaja močan barometriški gradient, omejen na ozko ozemlje, ki sproži silovite slapovite vetrove - burjo.

Temperaturne razmere v Sloveniji se da na splošno karakterizirati tako : pretežni del Slovenije ima povprečno temperature najhladnejšega meseca / januar / okrog -2° , a najtoplejšega / julij / okrog 19.5° . Primorski sektor ima januarsko temperaturo pozitivno in sicer med 1 in 4° / v odvisnosti od bližine morja /, a julijsko okrog 22° . Gorenjski kot, ki se prične z Mojstrano in vleče tja do Planice, ima januarsko temperaturo, kakor tudi Koroška, okrog -5° , a julijsko okrog 15° ; na Koroškem doseže julijska temperatura 19° . Absolutni ekstremi nihajo med -35 / Babno polje, Trebnje / do $+40^{\circ}$ / Celje, Črnomelj /. Brezmrazno razdobje, razen v Gorenjskem kotu in višjih legah traja tri poletne mesece, vendar je verjetnost mraza v septembru še zelo nizka. Babno polje pa je izpostavljeno mrazu tudi v poletnih mesecih. Najostrejše spremembe temperature v zvezi s spremembami vremena ležijo v območju Snežnika in Notranjskega Krasa, najmanjše pa so v Prekmurju in na Koroškem, nato tudi v Gorenjskem kotu. Jezersko je tudi znano, kakor tudi Postojna kot kraj z zelo naglimi spremembami temperature.

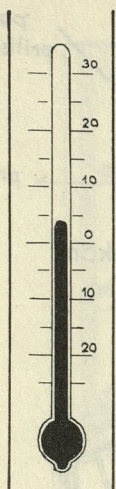
- - - - -

S L O V S T V O :

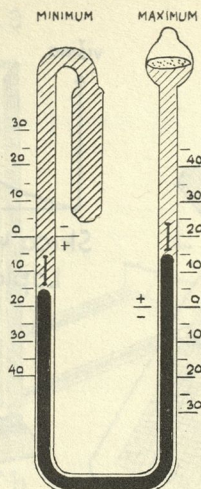
=====

- 1/ G. Z.Venckevič : Agrometeorologija, Beograd 1958
/ prevod iz ruščine /
- 2/ J. Burgos : Kratak kurs iz agrometeorologije / po
predavanjih eksperta Ing.J.Burgosa/
Beograd 1953.
- 3/ E.S.Ulanova: Metody agrometeorologičeskih prognozov
/ rusko/, Leningrad, 1959
- 4/ V.P.Mosolov: Agrotehnika / rusko / Moskva 1948
- 5/ V.Manohin: Vremenoslovje in podnebjeslovje, Ljubljana,
1960
- 6/ V. Manohin: Poljedelsko vremenoslovje, Ljubljana
1961.

.

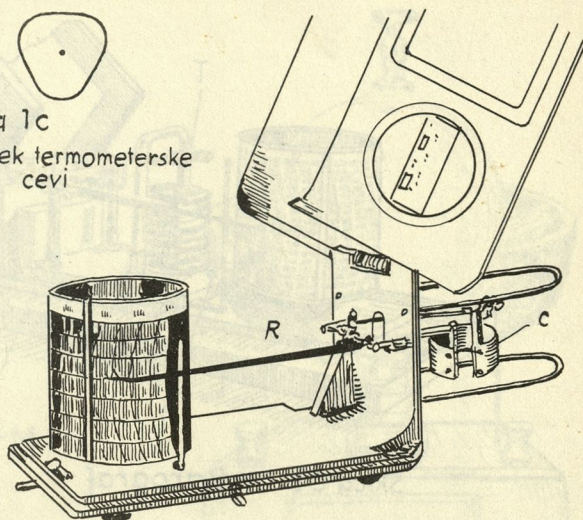


Skica 1a
Termometer navadni

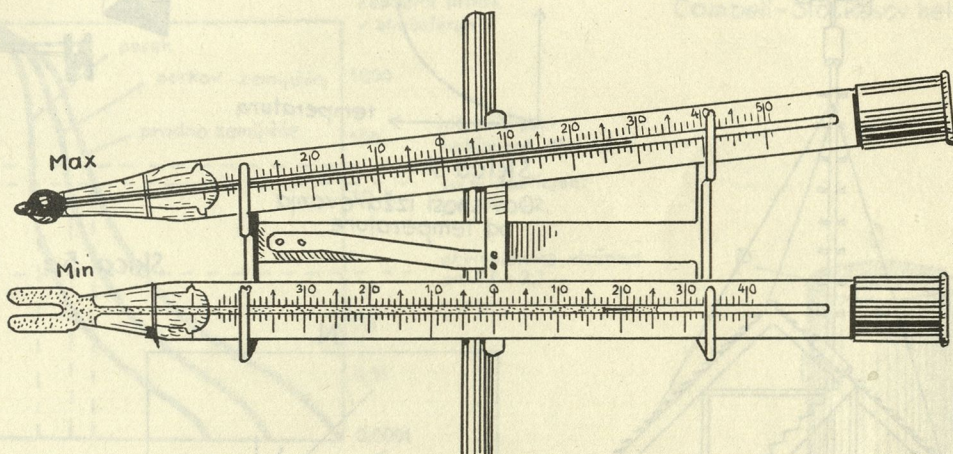


Skica 1b
Sixov termometer

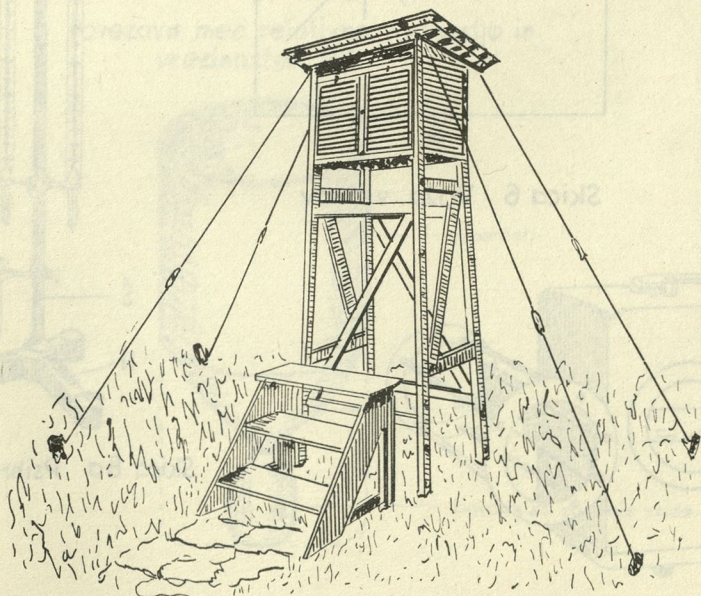
Skica 1c
Presek termometerske
cevi



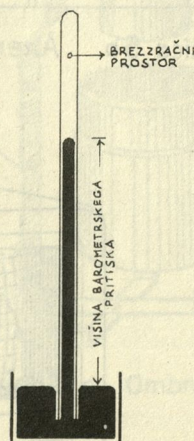
Skica 1d Termograf



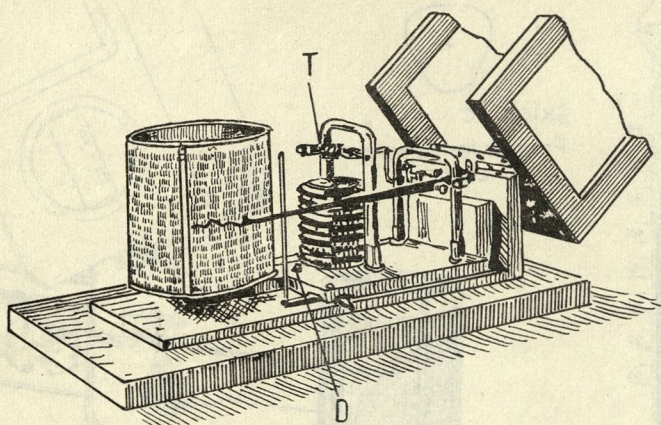
Skica 1e Minimalni in maksimalni termometer



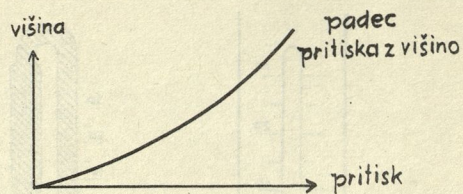
Skica 2 Termometerska hišica



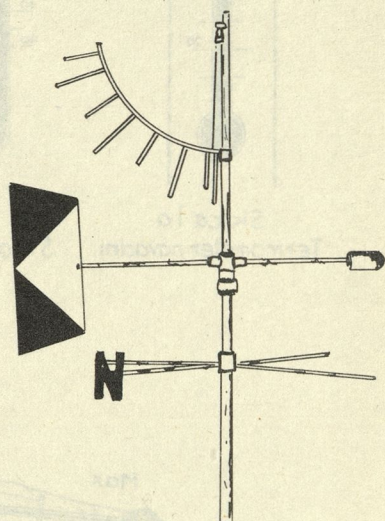
Skica 3a
Živosrebrni barometer



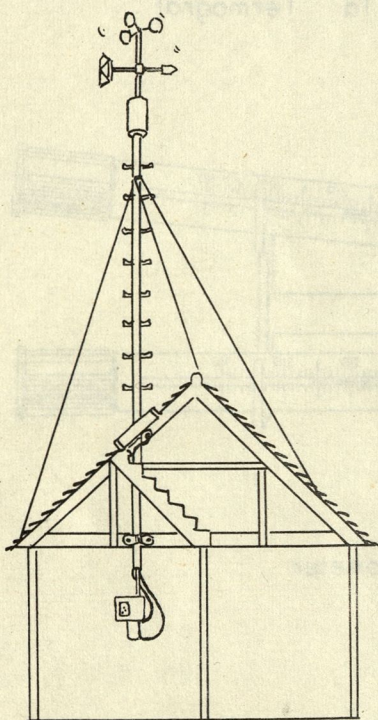
Skica 3b Barograf



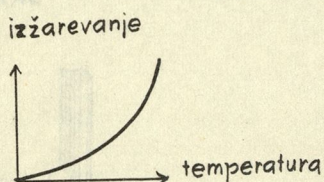
Skica 4
Laplaceov zakon



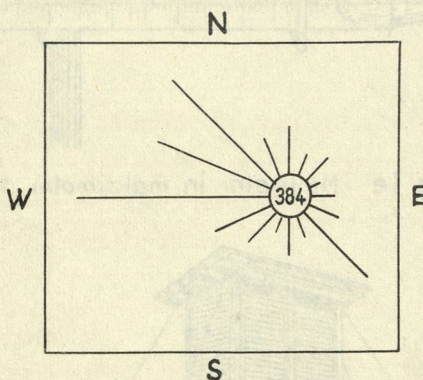
Skica 5a Veternica



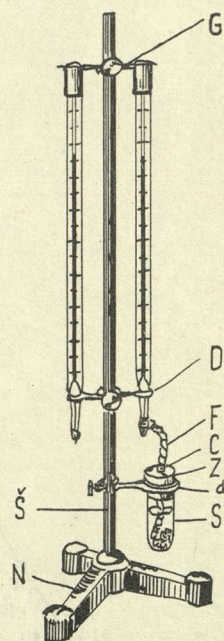
Skica 5b Anemograf



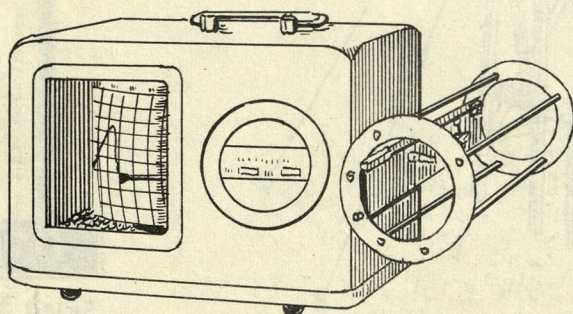
Skica 7
Odvisnost izžarevanja
od temperature



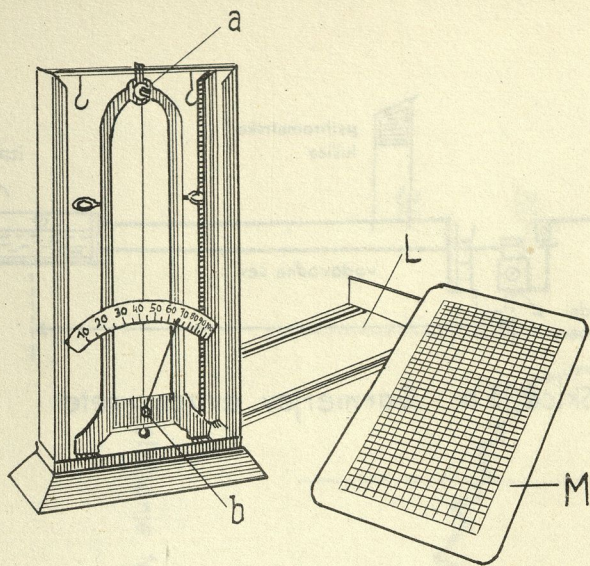
Skica 6 Roža vetrov



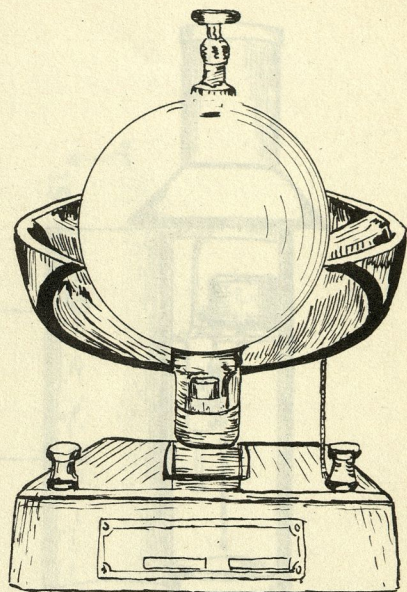
Skica 8a Psihrometer



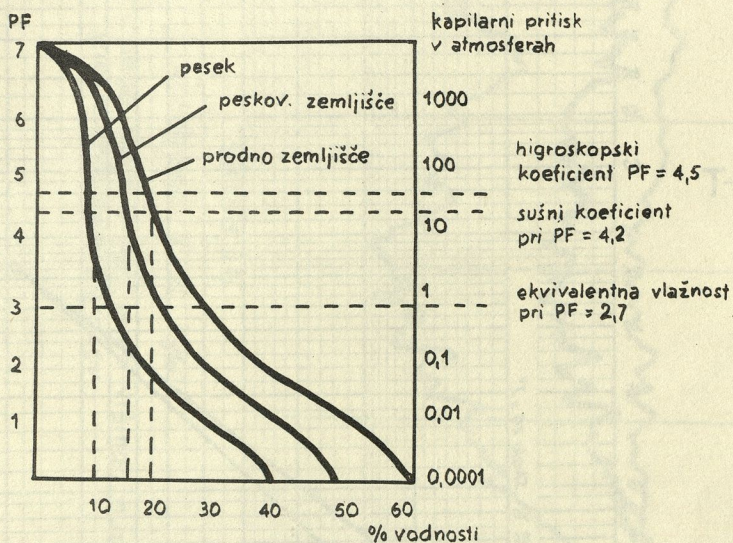
Skica 8c Higrograf



Skica 8b Higrometer

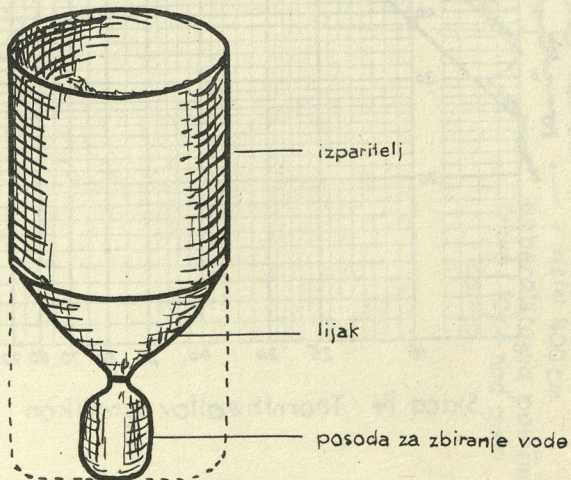


Skica 11
Cambell - Stockesov heliograf

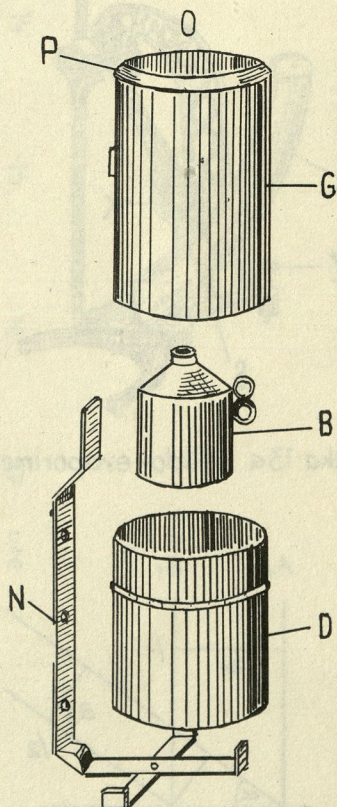


Skica 9

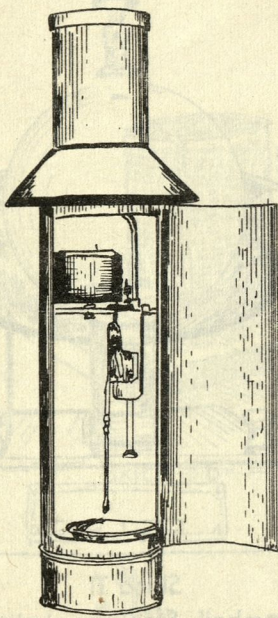
Povezava med relativno vodnostjo in vrednostmi PF



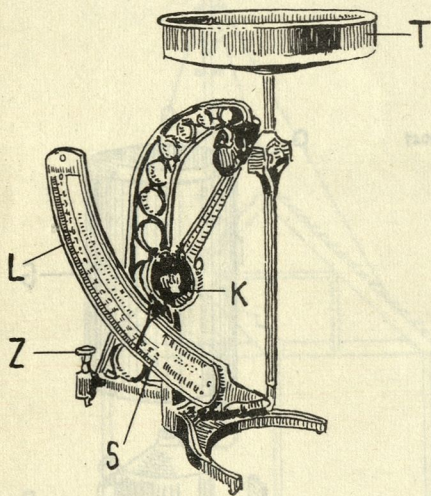
Skica 10 Popov evaporimeter



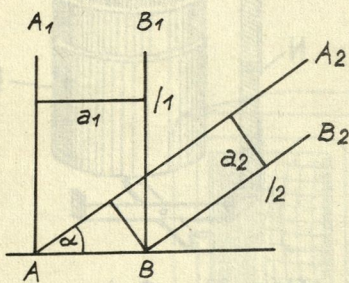
Skica 12a Ombrometer



Slika 12b Ombrograf

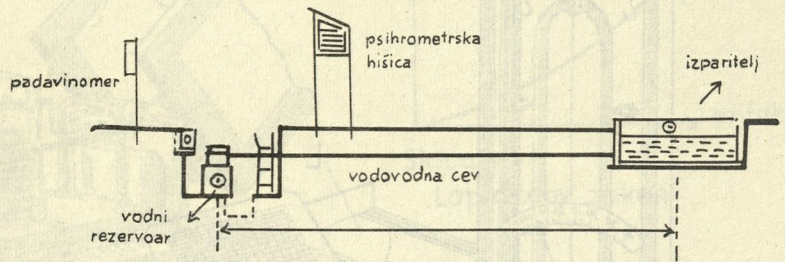


Slika 13a Wildov evapormeter

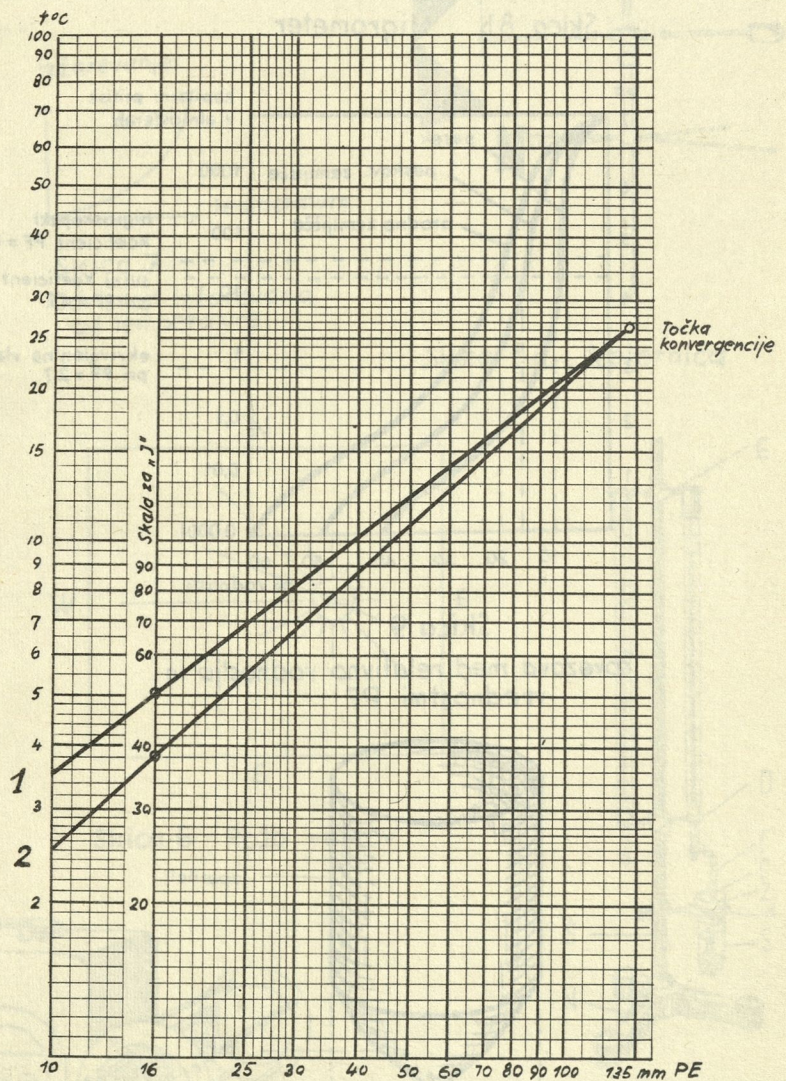


Skica 15

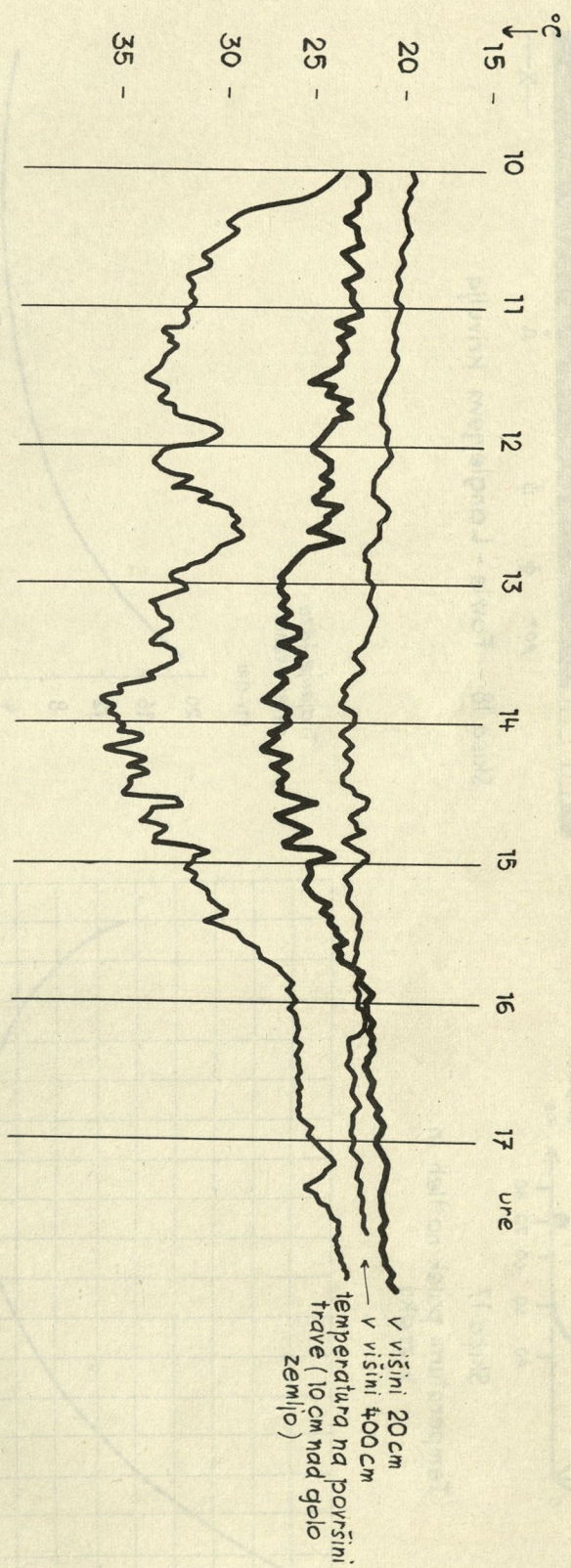
Poševni in navpični
sončni žarki



Skica 13b Garnierjev evapormeter



Skica 14 Thornthwaitov grafikon

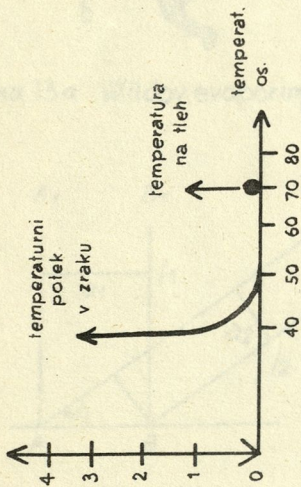


Skica 16

Ljubljana 7. VII. 1961

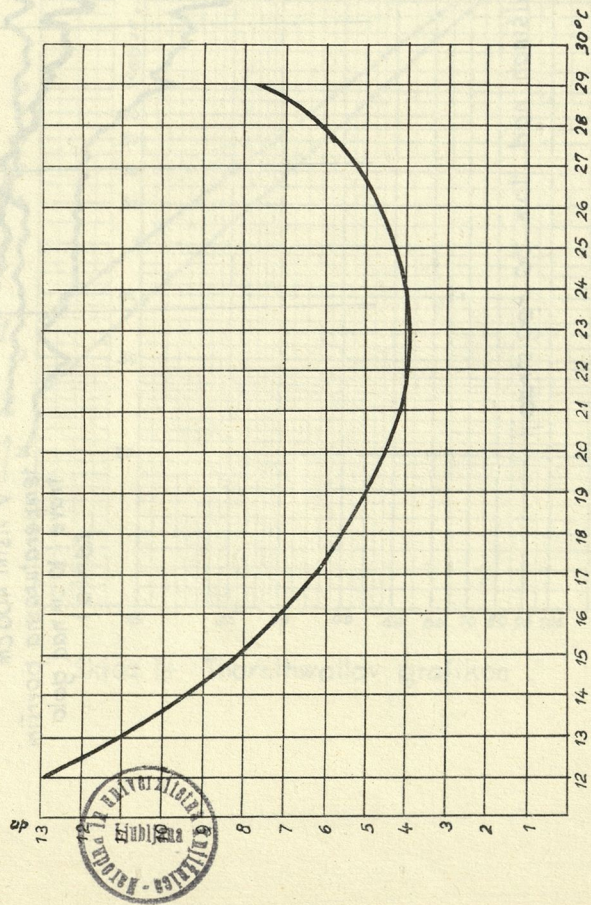
Kolebanje temperaturnega polja v različnih višinah nad tlom po registraciji električnih termografov

višina v m



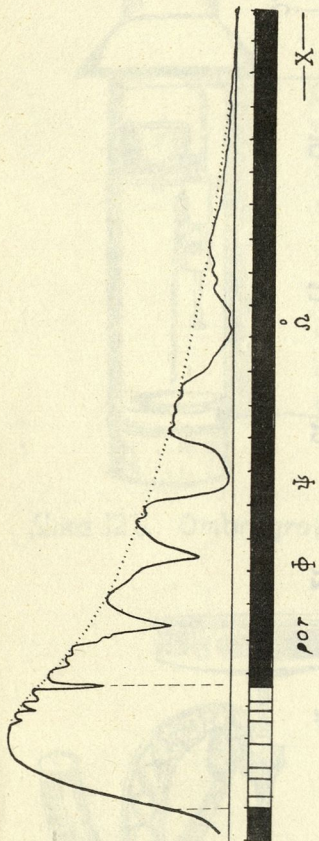
Skica 17

Temperaturni potoček na tleh in v zraku



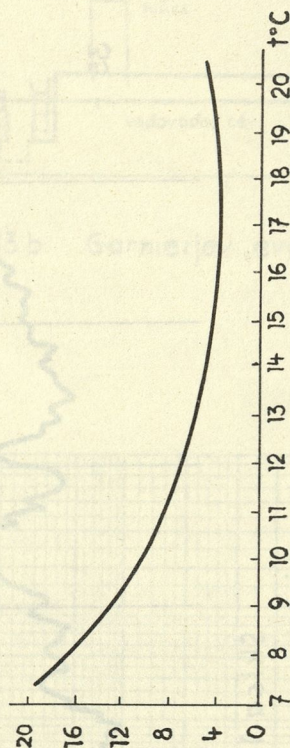
Inkubacijska krivulja po Müllerju

Skica 19



Skica 18 Fowle - Langleyjeva krivulja

Trajanje faze
„setev - vznik“
štev. dni



Skica 20

Odnosnost dolžine razdobja „setev - vznik“ od
povprečne temperature razdobja (za ozimno
pšenico)

