

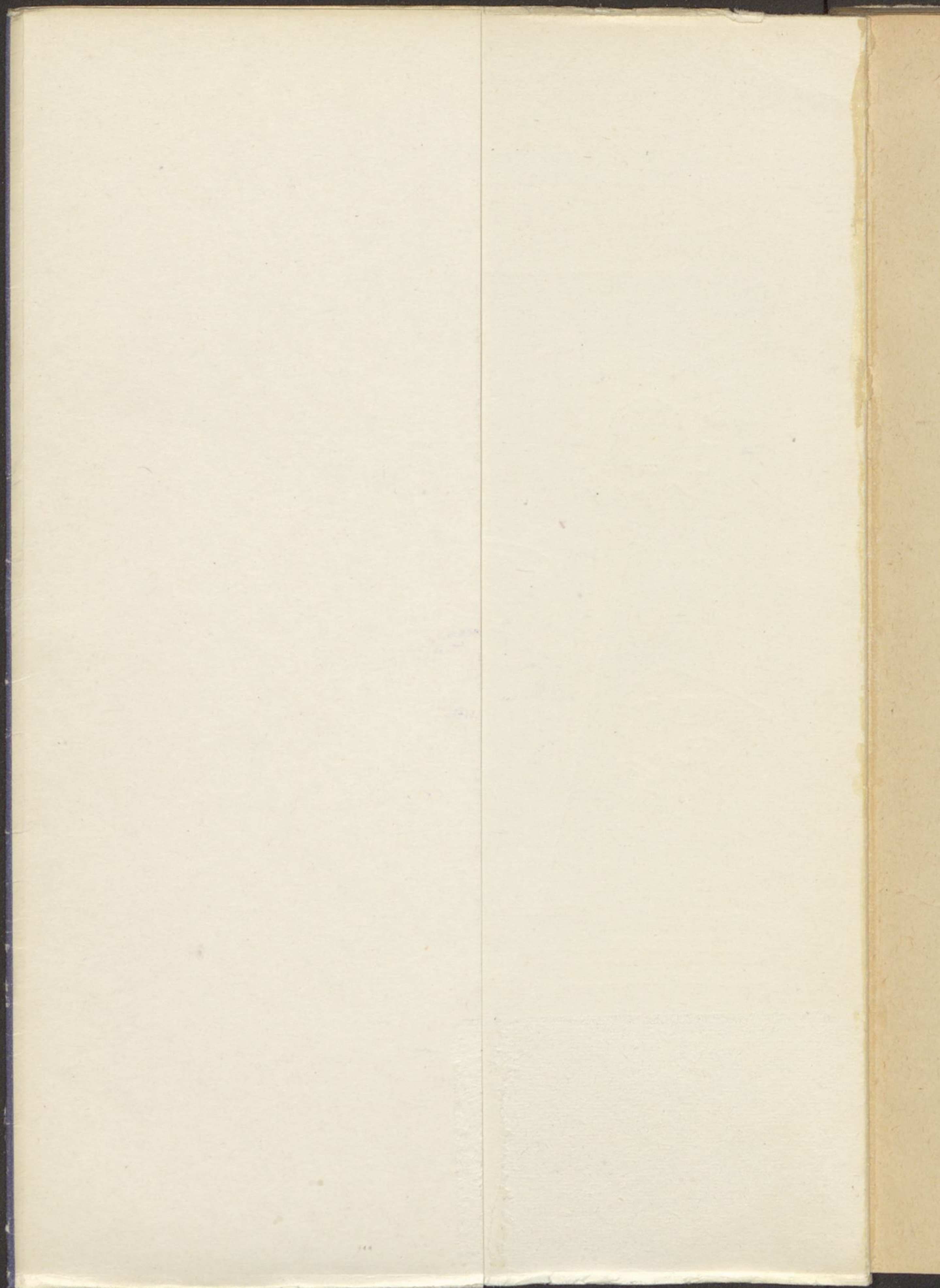
NARODNA IN UNIVERZITETNA KNJIŽNICA

DS 164 487

COBISS



POLJEDELSKO
VREMENOSLOVJE



DR. VITAL MANOHIN

POLJEDELSKO VREMENOSLOVJE

(AGRARNA METEOROLOGIJA)



DRŽAVNA ZALOŽBA SLOVENIJE
LJUBLJANA 1961

DS 164487



17 -03- 2006

200605766

UVOD

Večina ljudi misli, da je vremenoslovje nauk le o napovedovanju vremena in da se zato ukvarja izključno le z napovedmi, ki jih prinaša časopisje in radijska poročila. Toda vremenoslovje je mnogo obširnejše od znanosti o napovedovanju vremena, in to zadnje tvori del vremenoslovja in se imenuje obveščevalno ali sinoptično vremenoslovje. Vremenoslovje se namreč deli v naslednja območja:

1. teoretično ali dinamično vremenoslovje, ki se ukvarja z analizo in razlago fizikalnih procesov v ozračju;

2. sinoptično ali obveščevalno vremenoslovje, ki se ukvarja z organiziranim opazovanjem vremena po vsem svetu in s posredovanjem podatkov širom po zemlji. To vremenoslovje daje podatke letalstvu in objavlja vremenske napovedi;

3. aerologija, t. j. nauk o višjih zračnih plasteh. Aerologija dela skupaj s sinoptiko kot enotna znanost;

4. aeronomija, ki se bavi s proučitvijo najvišjih zračnih plasti, kjer krožijo umetni sateliti;

5. klimatologija ali po domače podnebjeslovje, ki proučuje podnebje. Podnebje pa je splošno vreme mnogih let. Za normalno klimatsko dobo se šteje trideset let, toda za boljšo opredelitev podnebja so potrebna še daljša opazovalna razdobja. Ponekod po svetu opazujejo že več kot dve sto let, Vatikan razpolaga s padavinskimi podatki, ki so stari že 430 let. Podnebjeslovje se močno opira na statistično znanost in se zato more imenovati »statistično vremenoslovje«. Vremenoslovje, ki ima neki določeni praktični namen, dobi ime po tistem namenu; tako poznamo:

a) letalsko vremenoslovje (aviometeorologija), ki tvori del sinoptičnega vremenoslovja in se ukvarja s problematiko letalstva;

b) pomorsko vremenoslovje (maritimna meteorologija), ki je del sinoptike in proučuje odvisnost plovbe od vremena;

c) poljedelsko vremenoslovje (agrarna meteorologija), ki ugotavlja odvisnost poljedelstva od vremena in podnebja in ki daje potrebna navodila znanstvenemu poljedelstvu;

d) gozdarsko vremenoslovje (forestična meteorologija) je tako vremenoslovje, ki se ukvarja s problematiko vpliva vremena in podnebja na gozdove, in daje ustrezna navodila gozdarstvu;

e) zdravstveno vremenoslovje (medicinska meteorologija) ugotavlja vpliv vremena na zdravje;

f) biometeorologija je tisto vremenoslovje, ki obsega problematiko odvisnosti vsega živega sveta od vremena.

V tej knjigi se bomo seznanili s poljedelskim vremenoslovjem (z agrarno meteorologijo). To vremenoslovje ni nič podobno splošno razširjenemu vremenoslovju, ki proučuje fiziko ozračja, ker predstavlja težišče problema iz zraka na zemeljsko oziroma rastlinsko površino in v zemljo. Sicer je tudi v fizikalnem vremenoslovju vloga zemlje in vodovja velika, in celo zelo velikega pomena, vendar le toliko, kolikor ta činitelj vpliva na ozračje. V poljedelskem vremenoslovju pa je ravno obratno, in je vreme zemlje oziroma rastlinske površine prvenstvene važnosti, vreme ozračja pa je le toliko važno, kolikor vpliva na zemljo. Poudariti je treba, da so vremenski pojavi v prostem ozračju in na površju zemlje in rastlinstva v tesni medsebojni zvezi in vplivajo drug na drugega. Tako določa stanje ozračja moč sončnih žarkov, ki padajo na zemljo, posreduje tok toplote iz zraka v zemljo in obratno, učinkuje na izhlapevanje zemlje in rastlinstva, zalaga zemljo s padavinami itd. Zemlja pa je tisto telo, ki pretvarja sončne žarke v toploto in s tem kot razgreta peč segreva tudi zrak. Zrak namreč ni sposoben pretvarjati sončne žarke v toploto in če bi ne bilo zemlje, bi bilo ozračje hladno, kakor je hladno v višini kakih 10 km, to je, imelo bi temperaturo kakih 60° pod ničlo. Da je ozračje v nižjih plasteh za dobrih 75° toplejše od nakazane vrednosti, se moramo zahvaliti zemlji. Zemlja je torej transformator sončne-žarkovne energije v toploto. Zemlja tudi pretvarja svojo lastno toploto nazaj v žarkovje, ki uhaja v vesolje. To pot je žarkovje dolgovalovno in ga ne vidimo. Imenuje se »infrardeče žarkovje«, svojčas pa so ga imenovali »toplotno žarkovje«. Ta izraz ni pravilen, kajti vsak žarek se spremeni v toploto, če zadene telo, ki ga absorbira. Ime »toplotni žarki« je nastalo zato, ker jih ne vidimo, jih pa lahko čutimo kot toploto na svojem telesu. Zaradi sevanja infrardečih žarkov v vesolje se zemlja ohlaja in v tem primeru deluje kot hladilnik tudi na zrak; tedaj je v nižinah pri zemlji bistveno hladneje kot pa v višinah. Temu pojavu, ki je zlasti pogosten pozimi, pravimo »temperaturna inverzija«, ali »temperaturni

obrat«. Če je zemlja zasnežena, odbija večji del sončnih žarkov nazaj v vesolje in s tem zmanjšuje učinek sonca na temperaturo zraka. Po drugi strani sneg izvrstno izžareva že omenjene infrardeče žarke v vesolje in se s tem ohlaja mnogo hitreje kot gola zemlja. Zato pomeni pozimi snežna odeja, združena z jasnim in mirnim vremenom, oster mraz.

Zemlja, in zlasti vodovje, zalaga zrak tudi z vodnimi hlapi, ki se v zraku pretvarjajo v oblake in padavine. Zemlja in ozračje sta torej v tesni medsebojni zvezi, vendar je fizikalni proces vsakega partnerja povsem drugačen: ozračje se giblje prosto in veljajo zanj zakoni o plinih z vso njihovo zamotano termodinamiko in aerodinamiko, za zemljo pa veljajo bolj enostavni zakoni termodinamike trdnih teles. Meja med obema povsem različnima procesoma leži prav na zemeljskem površju in zato tvori zemeljsko površje tako imenovano »diskontinuiteto«, to je ostro ločnico med obema procesoma. Lahko rečemo, da se na zemeljskem površju oba procesa pretrgata. Meteorološki pojavi na zemeljskem površju nastopajo le neposredno na površini in nimajo nikake debeline. Zato označujemo te procese kot »dvodimenzionalne«, medtem ko so procesi v ozračju ali v zemlji »trodimenzionalni«. Površinskim, t. j. dvodimenzionalnim meteorološkim procesom pravimo »mikrometeorološki« procesi oziroma »mikroklimatološki«, ustrezni znanosti pa »mikrometeorologija« (»mikroklimatologija«). Razpored meteoroloških elementov na površini se imenuje »mikrometeorološko polje«, pri čemer je beseda »polje« fizikalnega pomena kot n. pr. »magnetno polje«, »električno polje« itd. V praksi prištevajo k mikrometeorološkemu polju še nekaj milimetrov ali centimetrov tanko plast ozračja, četudi teorija meni, da ta plast ne sodi več k mikrometeorološkemu polju. Dasiravno obzemeljska plast pripada že k trodimenzionalnim procesom v ozračju, vendar se ta plast zraka zaradi trenja ob zemljo ne more prosto gibati, kakor se giblje prosto ozračje. Zato imajo tovrstne zračne plasti dokaj samostojne procese, kakršnih v prostem ozračju ne poznamo in jih zato moramo prištevati k tako imenovanemu »mezometeorološkemu« območju oziroma k mezometeorološkemu polju. V praksi meja med mikrometeorološkim in mezometeorološkim poljem ni izrazita in zato ni mogoče ločiti podatkov, ki izvirajo iz vmesnega območja.

Rastlinstvo in vsi predmeti na zemlji ustvarjajo še eno, zelo razsežno, a ne sklenjeno površino, ki po razsežnosti znatno prekaša površino same zemlje. Razen tega je ta rastlinska površina sestavljena iz povsem različno orientiranih delcev, ki se nahajajo v različnih višinah, in so povsem različno izpostavljene soncu in zraku.

Rastlinska površina vrhu tega še diha, t. j. transpirira in ima fotosintezo ter s tem črpa iz zraka toploto in ogljikov dioksid, v zrak pa oddaja vodne hlape in kisik. Vse to ustvarja zelo zamotane mikrometeorološke in mezometeorološke procese, ki pa so zelo velikega pomena za razvoj rastlinstva. Zato ima agrarna in forestična meteorologija za svoje težišče proučitev ravno tistega mikrometeorološkega in mezometeorološkega polja, ki ga ustvarja rastlinstvo. Pod vplivom rastlinstva se bistveno spreminjajo tudi mikrometeorološki pogoji na površju zemlje, ki je pokrita z rastlinstvom. Tudi prosto ozračje, ki se giblje nad rastlinstvom, dokaj močno spreminja svoje fizikalne lastnosti pod vplivom rastlinstva. Rastlinska površina se od sonca ogreva mnogo manj kot gola zemlja in zato dobiva ozračje od rastlinske površine mnogo manj toplote kakor pa od gole zemlje. Tako je poletna vročina na goličavah hujša kot nad njivami ali vrtovi in ta učinek je tem večji, čim večje so goličave (oziroma vrtovi). Puščave ali suhe stepe so najbolj ogreta območja na Zemlji. S pogo zdovanjem oziroma s posajanjem širših goličav je mogoče bistveno omiliti preogretost teh krajev (glej n. pr. temperaturno razliko med puščavami in oazami!).

Upoštevati je treba še naslednja važna dejstva: mikro — in mezometeorološko polje se ustvarja pod vplivom zemeljskega površja samega. Ta spreminja sončne žarke v toploto, obenem pa pretvarja del svoje lastne toplote zopet v žarke, toda tokrat v žarke dolgih valovnih dolžin in jih izseva v vesolje; povrh tega oddaja hlape iz svoje vodne rezerve in troši za to svojo toploto, črpa hkrati toploto iz zraka itd. Vsi ti procesi pa so močno odvisni od vremena: v mirnem in jasnem ozračju se zelo poveča moč sončnih žarkov, poveča se tudi infrardeče sevanje z zemlje in rastlinstva v vesolje, zmanjša pa se stik med prostim ozračjem in zemeljsko oziroma rastlinsko površino. Zaradi tega se poostri mikro- in mezotemperaturno polje. Pri vetrovnem vremenu se zelo poveča stik med prostim ozračjem in mikrometeorološkim površjem, obenem pa se poveča izhlapevanje iz te površine. Zato preprečuje veter bistveno preogretost, ali bistveno preohladitev takih površin in s tem zmanjšuje mikrometeorološko polje do minima. Če razen vetra še dežuje, povsem izgine mikrometeorološko polje, kajti deževnica hitro prenaša svojo temperaturo na površje in tudi zavira izhlapevanje. Iz tega sledi, da v krajih, kjer je malo sončnih in mirnih dni, pač pa mnogo deževnih in vetrovnih, učinek mikro- in mezometeorološkega polja na rastlinstvo ne pride do veljave, v krajih z velikim številom sončnih in mirnih dni pa je ta učinek velik. Zato je pojem mikroklima bolj poudarjen v znanstvenem poljedelstvu takih držav, ki leže

v območju celinske klime, kot n. pr. Sovjetska zveza, Kanada, ZDA in tako dalje, medtem ko se ta pojem komaj še omenja v deželah z izrazito oceansko klimo, kot so n. pr. Anglija in večji del Zahodne Evrope. Zaradi tega so tudi ukrepi za izboljšanje mikro- in mezo-klime učinkoviti v območju celinske klime, medtem ko so v območju oceanske klime brez pomena. To nas opozarja, da ne smemo nikoli enostavno posnemati te ali one metode za melioracijo mikro- in mezoklime, ki se z uspehom uporablja v deželah z izrazito celinsko klimo, kajti vsi tovrstni ukrepi pri nas morejo ostati brez učinka. Obstoje ali neobstoje mikro- in mezometeorološkega polja je velike važnosti za poljedelstvo, kajti rastlinstvo uspeva ne pod vplivom meteoroloških razmer v prostem ozračju, marveč pod vplivom meteoroloških razmer na površju rastlin in v zemlji, t. j. pod vplivom mikro- in mezometeorološkega polja, če seveda tako polje obstoji. Zato se znanstveno poljedelstvo zanima za vso fiziko mezo- in mikro-meteorološkega polja. Podcenjevanje vremenskega faktorja v poljedelstvu se močno maščuje, kajti vreme ne vpliva samo na rast rastline in razvoj sadu, marveč tudi na mikroorganizme, ki so potrebni za presnovo hranil v zemlji in rastlinstvu, dalje na bolezenske mikroorganizme, na parazite in celo na kemične procese v umetnih gnojilih. — V mokri in topli zemlji se razvija kemični proces bistveno hitreje kakor v suhi in hladni, zato se tudi učinek in kakovost umetnih gnojil bistveno spreminja v odvisnosti od vremena. Deževnica razen tega vsebuje še več ali manj kemično aktivnih spojin, n. pr. dušikovo (solitrno) kislino in te snovi morejo kemično vplivati na organske snovi v zemlji in tudi na umetna gnojila. Zato tehnika uporabe umetnih gnojil in obdelave zemlje ne more uspevati brez upoštevanja vremenskega oziroma klimatskega faktorja, in kdor misli doseči uspeh brez upoštevanja vremenskih činiteljev, se zelo moti in bo prej ali slej doživel bridko razočaranje. Ker je vreme odločilnega pomena v poljedelstvu, je ustanovljena mednarodna organizacija za poljedelsko vremenoslovje, ki skrbi za posredovanje te znanosti tudi v tehnično zaostalih državah. V ta namen pošilja ta organizacija v zaostale države svoje eksperte, ki pomagajo organizirati vse potrebno za vpeljavo agrometeorološke službe v poljedelstvo. Tudi Jugoslavijo so že obiskali tovrstni izvedenci.

Kot smo že videli, je poljedelsko vremenoslovje najbolj zainteresirano na tistih vremenskih zakonih, ki vladajo na površju zemlje in rastlin in v zemlji sami. Zato se bomo tu z njimi na drobno seznanili.

Prvo poglavje

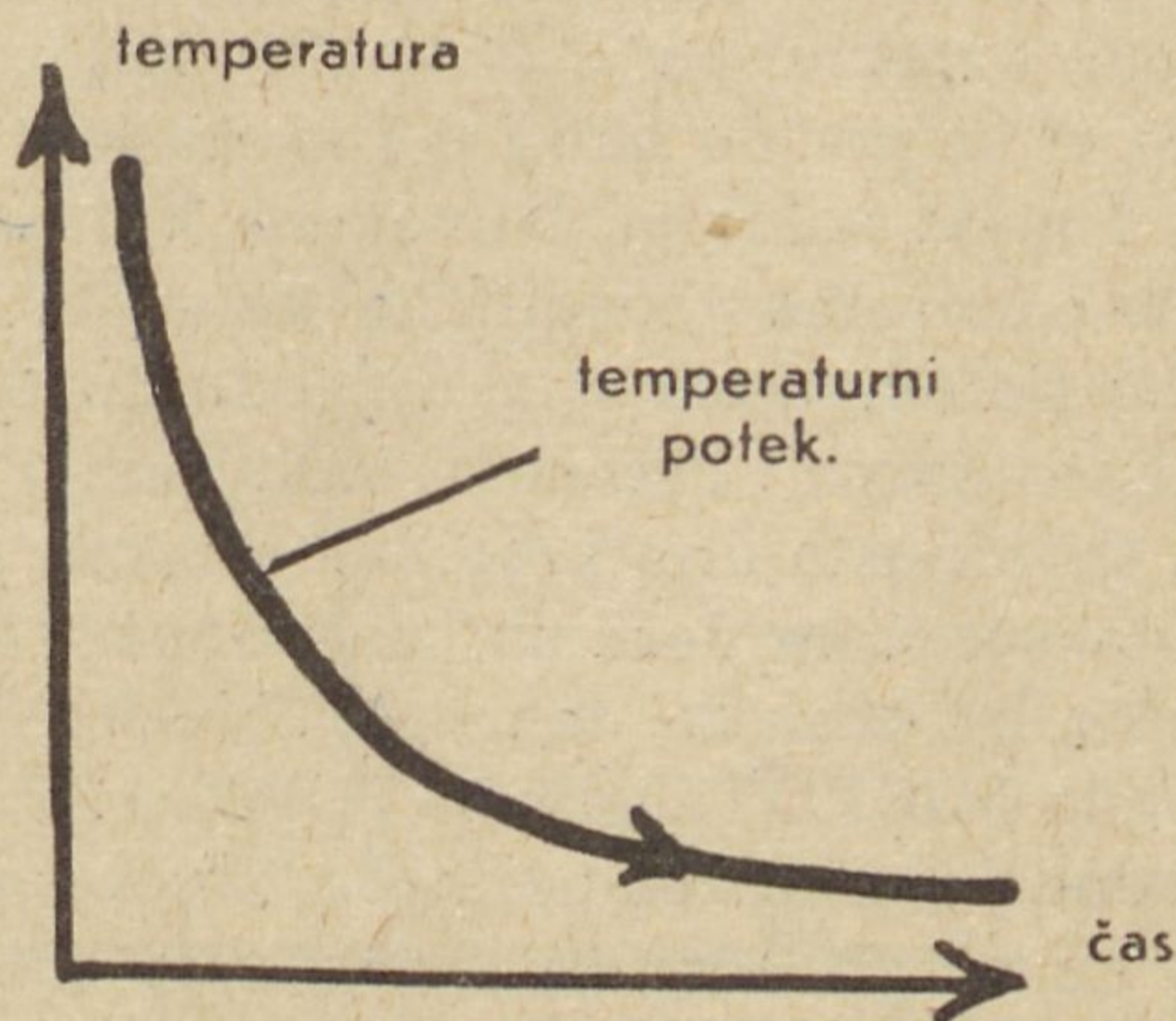
SONCE IN ZEMLJA

Mnoge knjige pišejo: »Sonce nam pošilja svetlobo in toploto.« To je pa zgrešeno, kajti Sonce pošilja le svetlobo, t. j. tako imenovano elektromagnetno energijo, in ta se spremeni v toploto le tedaj, če trči v neprozoren ali v slabo prosojni predmet: del svetlobe se pri tem odbije, del pa se pretvori v toploto. Če se izpostavimo soncu, čutimo pripeko, kakor bi res od Sonca prihajala toplota, toda ta toplota se tvori iz svetlobe na našem lastnem telesu! Isto se godi s sončno svetlobo na zemlji in v rastlinstvu. Sončna svetloba se ne pretvarja v toploto na vseh telesih enako, marveč je ta pretvorba odvisna od naslednjih faktorjev: od vpadnega kota sončnih žarkov, od barve telesa, in od prosevnosti telesa. — Če vpadajo sončni žarki pravokotno na površino nekega telesa, je njihova pretvorba v toploto tu največja, pri poševnem vpadanju je njihova pretvorba v toploto majhna, pri horizontalno padajočih sončnih žarkih pa je njihova toplotna pretvorba praktično enaka ničli. Temna telesa močneje pretvarjajo sončne žarke v toploto kakor svetla telesa. Zrcalne površine se od sonca le neznatno segrevajo.

Ker smo že pri sončnih žarkih, bodi omenjeno še naslednje: naše oko vidi le mali del vse svetlobe, ki prihaja od Sonca, marveč le tisto svetlobo, ki je zajeta z valovnimi dolžinami 0.4 do 0.8 mikronov. Svetlobo valovnih dolžin, krajših od 0.4 mikrona, imenujemo »ultravijoličasto«, svetlobo valovnih dolžin, daljših od 0.8 mikronov pa »infrardeča svetloba«. Ta naziva izvirata iz tega, ker je najkrajša vidna svetloba vijoličasta in ima valovno dolžino 0.4 mikronov, vidna svetloba najdaljših valovnih dolžin pa ima temnordečo barvo in valovno dolžino 0.8 mikronov. Vmes med 0.4 in 0.8 mikronov se razprostira mavrični spektrum vidne svetlobe v naslednjem zaporedju: vijoličasta, modra, zelena, rumena, oranžna, rdeča. Vse te barve dajejo v svoji skupnosti belo, ali bolje rečeno rumenkasto

sončno svetlobo. Svetloba, ki jo odbije kako telo, doseže naše oko in nam prenaša sliko in barvo tistega telesa. V toploto pa se pretvarja tisti komplementarni del svetlobe, ki ni bil odbit od telesa, marveč je bil absorbiran in zato ni mogel doseči našega očesa. Zato se bela oziroma svetla telesa le malo ogrevajo na soncu, kajti njihova velika svetilnost je znak, da se velik del sončne svetlobe od tega telesa odbija in je zato za pretvorbo v toploto ne preostane dosti. Obratno je pri temnih ali črnih telesih; njihova temna barva dokazuje, da se le malo svetlobe odbija od njih in zato ostane njen večji del na razpolago za pretvorbo v toploto. Toda upoštevati je treba, da vidi naše oko le majhen del sončne svetlobe in zato barva teles v vidni svetlobi še ne pomeni njihove barve v celotni sončni svetlobi. Tako ima n. pr. sveže spomladansko rastlinstvo v vidni svetlobi izrazito zeleno barvo, toda izkazalo se je, da je v infrardeči svetlobi drevje belo, kakor bi bilo pokrito s snegom ali ivjem. Zato dajejo fotografske plošče, ki so občutljive le na infrardečo svetlobo take posnetke zelenega gozda spomladi, kot bi bil ta zasnežen. Voda je v infrardeči svetlobi črna kakor tuš in tudi sneg je črn kot saje. Večji del znanih nam predmetov in zemeljsko površje je v infrardeči svetlobi bistveno temnejši kot v vidni svetlobi (izjemo tvori — kakor smo že videli — le sveže rastlinstvo. Vse to ima veliko vlogo v procesu ohladitve teles z izžarevanjem infrardečih žarkov v vesolje, kajti vsa telesa na Zemlji toliko več izžarevajo infrardečih žarkov, koliko temnejše barve so v infrardeči svetlobi. — To določa tako imenovani »Kirchoffov zakon«. Izžarevanje se stopnjuje tudi s četrto potenco absolutne temperature, t. j. četrto potenco tiste temperature, ki jo dobimo, če k Celzijevi skali prištejemo še 273.2°C . To je znani »Stefan-Boltzmannov zakon«. Absolutna temperatura se imenuje tudi Kelvinova. Če ima neko telo dvakrat višjo temperaturo po Kelvinovi skali, izžareva šestnajstkrat več energije. Vroča telesa, prepuščena sama sebi, se morajo sprva zelo hitro hladiti, kajti sprva naglo izgubljajo svojo rezervo toplote z izžarevanjem, kasneje pa zaradi padca temperature vse manj. Če ponazorimo ohladitev vročih teles s temperaturno krivuljo, dobimo parabolo (skica 1). Telesa, ki imajo v infrardeči svetlobi belo barvo, po Kirchoffovem zakonu kljub visoki temperaturi ne morejo dosti izžarevati. Zato so znane termos-steklenice pokrite od znotraj s srebrnim zrcalom, da bi bile kolikor le mogoče bele v infrardeči svetlobi. Tudi pretvorba sončnih žarkov v toploto se na telesih regulira po Kirchoffovem zakonu, toda to pot glede na barvo v sončni svetlobi. Telo, ki je v sončni svetlobi belo, more biti v infrardeči (n. pr. sneg) črno in obratno (sveže zeleno rastlinstvo). Srebrno

zrcalo je belo tako v sončni kot v infrardeči svetlobi. Vse to zamota toplotno bilanco teles, ki so prosto izpostavljena učinku sončnih žarkov in učinku izžarevanja. Sončni žarki, ki se pretvarjajo v toploto, ne padajo na telesa samo v direktni smeri, marveč tudi v obliki difuzne svetlobe, t. j. svetlobe, ki je v senci ali v oblačnem vremenu. Mimogrede je treba omeniti, da marsikdo zamenjuje pojem toplote s pojmom temperature in pravi »8° toplote« itd. Taka zamenjava je groba napaka in pomeni približno isto kakor zamenjava kilometraže z litri bencina. Če kdo vpraša, kako je daleč od Ljubljane do Bleda, nihče ne odgovori »8 l bencina«, misleč pri tem na litre bencina, ki jih potroši njegov avto do Bleda. Toplota je namreč energija, in sicer kinetična energija molekul in se meri s kalorijami



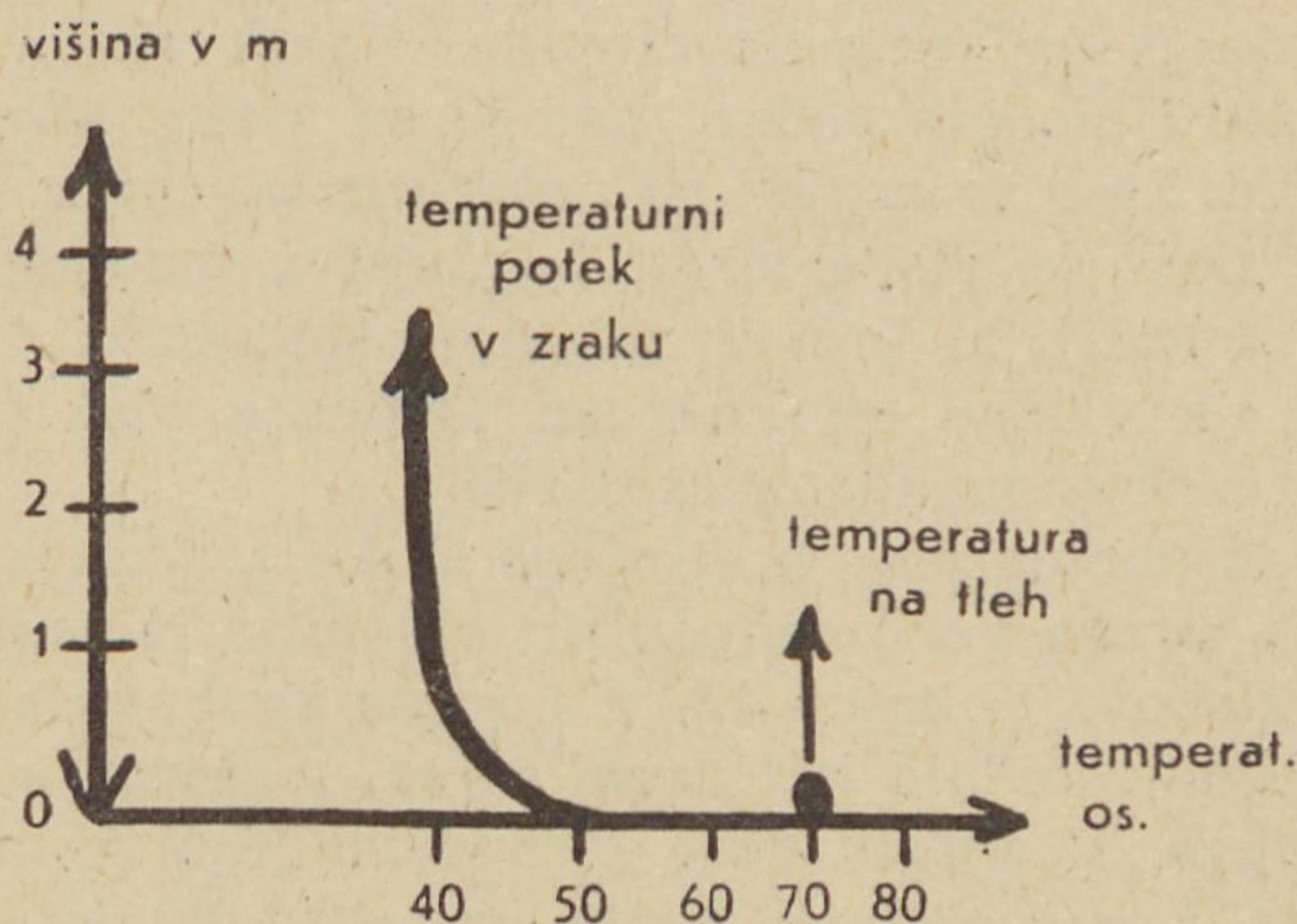
Skica št. 1 — Ohladitev vročih teles: temperatura sprva hitro pada, pozneje pa vse bolj in bolj počasi

ali jouli, temperatura pa je samo neka velikost, ki je odvisna ne samo od toplote tistega telesa, marveč tudi še od njegove specifične toplotne kapacitete in njegove gostote. Enaka temperatura v vodi in v zraku pomeni povsem različne količine toplote. Tudi na Kredarici pomeni enaka temperatura kot v Ljubljani za 30 % manjšo količino toplote. Temperatura zemlje, temperatura zraka, temperatura rastlin itd. pomenijo povsem različno toploto, ki je skrita v tistih telesih, četudi bi lahko termometer kazal enake vrednosti. Zato ne bomo več zamenjavali eno z drugim! V kmetijskem vremenoslovju izhajamo pretežno le s temperaturo, ne da bi pri tem še posebej upoštevali tudi toploto, toda termodinamika ozračja ravno tako upošteva toploto kot temperaturo.

Vrnimo se k procesu segrevanja teles od Sonca in njihovi ohladitvi z izžarevanjem infrardečih žarkov v vesolje. Sončni žarek se

torej pretvarja v toploto na površju teles, in sicer tako, kot to narekuje barva in lega telesa proti sončnim žarkom. Toplota, ki pri tem nastane iz sončnih žarkov, se troši za obratno pretvorbo v žarkovno energijo, toda tokrat v žarke dolgih valovnih dolžin (infrardeče), dalje za prodiranje v notranjost telesa, za morebitno izhlapevanje itd. Toplota, ki ostane oziroma se zbira na površju, dviga temperaturo površine telesa. Toplota, ki prodira v globino telesa, pa dviga temperaturo notranjosti. Dvig temperature pa je odvisen od gostote telesa in njegove specifične toplotne kapacitete. S specifično toplotno kapaciteto ali enostavno »specifično toploto« mislimo količino kalorij, ki je potrebna za segrevanje 1 grama tiste snovi za 1°C . Tako se n. pr. za segrevanje 1 grama zraka za 1° pri normalnem zračnem pritisku v zaprti posodi porabi 0,18 malih kalorij toplote, v prostem ozračju pa 0,24 malih kalorij. Za segrevanje 1 grama zemlje za 1° se porabi okoli 0,5 malih kalorij, za segrevanje 1 grama vode pa 1 mala kalorija. Navedene količine torej pomenijo »specifične toplote« oziroma »specifične kapacitete«. Celotna kapaciteta telesa pa bo potemtakem enaka produktu iz specifične kapacitete in gmote tiste snovi. Ustrezno temu sonce povsem različno segreva telesa in tako nastaja mikrotemperaturno polje. Zato termometer, izpostavljen sončnim žarkom, ne pokaže, kot mnogi mislijo »temperaturo zraka na soncu«, marveč SVOJO LASTNO TEMPERATURO, ki pripada MIKROTEMPERATURNEMU polju termometra. Zrak pa ima na soncu enako temperaturo kot v senci, ker propušča sončne žarke, ne da bi jih absorbiral. Zato se sončni žarek, dokler ne postavimo termometra na sonce ali se mu sami ne izpostavimo, ne spreminja v toploto in je njegova temperatura tamkaj enaka kot v senci. Iz tega sledi, da je velik nesmisel trditi ali pisati »v senci je bilo 30° , a na soncu 56° « itd. Toda utemeljeno je ločiti temperaturo na soncu in temperaturo v senci nekoga določenega predmeta, n. pr. peska, drevja, hišnih zidov itd. Tako n. pr. so bile poleti 1951, po sovjetskih podatkih, izmerjene v Srednji Aziji naslednje povprečne temperature: ob 12. uri na osončenih in neosončenih tleh: na soncu $64,8^{\circ}$, v senci $44,4^{\circ}$. V senci na tleh je bilo torej za $20,4^{\circ}$ hladneje kot na soncu. Razen tega je bila temperatura na osončeni zemeljski površini najvišja že ob 12. uri, na zasenčeni pa šele ob 14. uri, kjer je dosegla $47,2^{\circ}\text{C}$. Istočasno je imelo zemeljsko površje pod bombaževim nasadom na osončenem območju ob 12. uri le $34,6^{\circ}$, ob 14. uri pa $30,8^{\circ}\text{C}$. Temperatura zraka je bila v tistem okolišu ob 12. uri $38,6^{\circ}$, ob 14. uri pa $39,2^{\circ}\text{C}$. Kakor se vidi iz navedenega primera, so temperature posameznih teles in zraka ob jasnem in relativno mirnem vremenu povsem različne. Po-

dobno so bile izmerjene na neki drugi postaji v Srednji Aziji dne 19., 20. in 21. junija 1951 naslednje vrednosti (povprečki): na osončenih golih tleh ob 12. uri 67.0° , v zraku 38.5° , ob 14. uri na tleh 63.7° , v zraku 39.0° C. Temperatura površine tal je torej bolj ali manj vzporedna z jakostjo sončnih žarkov in zato doseže maksimalno stanje okrog 12. ure, ko ima sonce največjo moč. Temperatura zraka pa se zakasnjuje v primerjavi z jakostjo sončni žarkov in nastopa njen maksimum nekaj ur kasneje od maksima sončne jakosti. Pretrganost temperaturnih polj med zemeljskim površjem in zrakom je razvidna iz naslednjih podatkov v Srednji Aziji, ki so bili izmerjeni 13. in 14. julija 1951: ob 12. uri je bilo neposredno na površini golih tal 70.6° , v višini 1 cm v zraku pa istočasno le 48.0° , t. j. za 22.6° hladneje! V višini 1 metra je bilo 42.0° , v višini 13.5 m pa 40.4° C. Gra-



Skica 2 — Temperaturni potek na tleh in v zraku ob času sončne pripeke v Srednji Aziji

fični prikaz temperature od tal v višino, je eksponencialen, in je prikazan na skici 2. Med temperaturo tal in temperaturo zraka je »temperaturni prepad« ali »temperaturni zlom«. Finski meteorolog Homen je nekega avgusta na Finskem izmeril temperature v zraku, na granitnih tleh, na peščenih tleh in na površju vlažnega travnika. Podatki so naslednji:

	zrak	tla granitna	tla peščena	travnik vlažen
povprečna avgustova temperatura	16.1	23.0	20.8	16.4
povprečni temperaturni maksimum	22.7	34.8	42.3	27.7
povprečni temperaturni minimum	9.6	14.5	7.8	6.3

Iz teh podatkov je razvidno:

Poleti je temperatura tal tudi v povprečju višja kot temperatura zraka, zlasti temperatura žive skale. Najvišje temperature so na tleh bistveno višje kot v zraku, zlasti pa 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 gola tla v povprečju hladnejša od zraka, razen žive skale, ki je tudi pozimi toplejša od zraka. Le če po dolgem razdobju hladnega vremena hitro postane toplo, n. pr. če po dalj časa trajajočem mrazu nastopi južno vreme, skala še dolgo obdrži nizko temperaturo in s tem ostane hladnejša od zraka. Tedaj se na skali nabira led ali trdno ivje. Tudi kmečko vremensko pravilo »če se kamen poti, bo slabo vreme,« dejansko pomeni, da se je po dolgem razdobju hladnejšega vremena otoplilo. Kakor skala, tako je tudi asfalt ali kamniti pločnik vedno toplejši od zraka, izvzemši primere nagle otoplitve. Zato se pozimi na asfaltu in pločniku sneg še dolgo časa tali, ko sicer že vlada mraz. To dejstvo omogoča melioracijo takih malih območij, ki preveč zapadejo spomladanskim pozebam: če spravimo tja vložke asfaltnih ali kamnitih blokov, zmanjšamo pogostnost in moč spomladanskih pozeb!

Znani ruski meteorolog prejšnjega stoletja, Vojejkov, je opazil, da ima oblika terena veliko vlogo pri ohladitvi in segrevanju: tako se kotlinice, žlebovi, dolinice itd., t. j. teren konkavnih oblik, ponoči in pozimi močnejše ohlaja kot ravni teren, podnevi in poleti pa se močnejše segreva. V zimski dobi se nad velikimi konkavnimi oblikami terena, t. j. nad velikimi kotlinami ali dolinami, zadržuje tudi podnevi hladen zrak in so zato tu izrazite inverzije, n. pr. v Ljubljanski kotlini, v Celovški kotlini in drugod. Učinek konkavnih oblik terena na temperaturo je še izrazitejši v območju mezo- in mikro-meteorološkega polja. Zato so konkavne oblike terena bolj izpostavljene spomladanskim pozebam kakor ravni teren. Konveksne oblike terena, t. j. vrhovi gričevja, se podnevi in poleti manj segrevajo kakor ravni teren, pozimi in ponoči pa se manj ohlajajo kakor ravni teren. Tako so Rusi v poletni vročini v Srednji Aziji v juliju 1951 ob 12. uri izmerili temperaturo tal na ravnem terenu 64.8° , na griču pa 51.2° .

V splošnem pa se kopno segreva čez dan mnogo bolj nad temperaturo zraka kot se ohlaja ponoči pod temperaturo zraka. Zato mora biti povprečna temperatura tal precej višja kakor povprečna temperatura zraka. Snežno površje pa ima obratno lastnost: ponoči se ohlaja pri jasnem in mirnem vremenu močno pod temperaturo zraka,

podnevi pa se od sonca le malo segreva nad temperaturo zraka. Ob južnem vremenu ima sneg ves dan nižjo temperaturo od zraka, ker ne more imeti temperature višje od 0°C . Pod snegom pa se ohlajevanje ustavlja in če je sneg dovolj visok, se zemlja pod snegom celo polagoma segreva, in sicer na račun svoje toplotne rezerve, ki je skrita v globini. Zato se dogaja, da se kljub hudemu mrazu, ki vlada na površju snega oziroma v zraku nad snegom, sneg na mestu, kjer se dotika zemlje, celo polagoma tali. Pri tem prodira snežnica v više ležeče sloje snega in tu zmrzuje. Tako nastane pod visokim snegom ledena skorja, ki ni ugodna za prezimovanje rastlin pod snegom, t. j. ozimnih žit in dolgoletnih trav. Taljenje snega pod zgornjo plastjo je tem močnejše, s čim večjimi toplotnimi rezervami razpolaga zemlja. Zato je za prezimovanje rastlin pod snegom zelo neugodno, če zapade sneg na toplo oziroma nezmrznjeno zemljo, kajti tedaj nastaja pod snegom debela ledena, in zato neprodušna skorja.

Važno je še vedeti, po kateri zakonitosti prodira toplota v globino tal. To izraža Fourierjev zakon, ki pravi, da je hitrost prodiranja toplote v zemljo tem večja, čim boljši prevodnik toplote je vrsta zemlje. Za boljši prevodnik toplote veljajo trdne vrste zemlje, n. pr. živa skala, zbita nezorana zemlja itd. V nasprotju s tem je zrahljana zemlja slab prevodnik toplote. Zato se tu kopiči toplota na površju (če ta nastaja iz sončnih žarkov) in s tem močno dviga temperaturo tankega vrhnjega sloja zemlje, predvsem zemeljskega površja. V nočnem času, če je nebo jasno in ni vetra, se taka tla hitro ohlajajo, ker izgubljajo toploto z izžarevanjem, dotok nove toplote iz globin pa je prepočasen. Iz tega sledi, da se zorana zemlja ali suhi rastlinski odpadki, ki pokrivajo zemljo, podnevi preveč segrevajo, ponoči pa preveč ohlajajo, a to samo na površju! V globini se tu temperatura le počasi spreminja.

Trdno zbita tla, ali še bolj živa skala prehitro prevajajo toploto s površja v globino in se tako toplota porazdeli na večji prostor. Zato je učinek takih tal na temperaturo manjši. Zaradi enakega vzroka se taka tla ponoči ali pozimi le počasi ohlajajo. Temperatura v globini zemeljskega sloja se najhitreje spremeni, če pada dež, ki prodira globoko v zemljo: deževnica ima veliko toplotno kapaciteto (specifično toploto) in tako hitro posreduje svojo temperaturo globini. Voda se razen tega ohlaja še z izhlapevanjem — če zaide v toplejša tla — s tem pa porabi presežek toplote v zemlji.

Poljedelca le malo zanima tista matematična formula, ki jo je upostavil že omenjeni matematik Fourier za določitev kolebanja temperature, kajti lažje je temperaturo meriti tudi v globini zemlje, kakor jo izračunavati po formuli ali grafikoni. Vendar je iz Fourier-

jeve formule mogoče povzeti, da pojema temperaturna amplituda z globino sprva zelo hitro, kasneje pa vseskozi manj; obenem se nastop maksimov in minimov temperature zakasnjuje, in sicer sprva le neznatno, pozneje (z večjo globino) pa vse hitreje in hitreje. Dnevno kolebanje temperature ne doseže niti 1 metra globine. Letno kolebanje temperature doseže pri nas globino kakih 8 metrov, v najbolj celinskih podnebjih (vzhodna Sibirija) pa do 25 metrov. V tisti globini, kjer postaja dnevno oziroma letno kolebanje temperature neznatno, je zakasnitev ekstremov tolikšna, da ti nastopajo v obrnjenem časovnem redu kot na površju: tako je v globini 8 metrov (pri nas) julija najnižja letna temperatura, januarja pa najvišja, vendar razlika med najvišjo in najnižjo temperaturo ne presega 0.5°C . Kakšna pa je temperatura v teh globinah? — Očitno bo tam temperatura enaka povprečni letni temperaturi tistega kraja: v Ljubljani in večjem delu Slovenije okrog 9°C , na Primorskem okrog 12°C itd. V Sibiriji in v raznih arktičnih deželah, kjer leži povprečna letna temperatura pod ničlo, so tla v teh globinah večno zamrznjena. V še večjih globinah začne temperatura prej ali slej naraščati, to pot zaradi notranje zemeljske toplote, ki izvira iz žarečega zemeljskega jedra. Poljedelce zanima le temperatura zgornjih slojev zemlje, v katerih se pojavlja rastlinstvo. Ti zgornji sloji pa so navezani izključno na toploto, ki tu nastaja iz sončnih žarkov, ali ki se črpa iz zraka, n. pr. v zimski dobi ob južnem vremenu.

Z navedbo teh osnovnih pojmov moremo to poglavje zaključiti.

Drugo poglavje

ZEMLJA IN VODA

Razen toplote, ki se na zunaj kaže v temperaturi teles kakor smo to že videli v prejšnjem poglavju, potrebuje rastlinstvo tudi vodo, ki si jo črpa iz zemlje. Zato pripisuje znanstveno poljedelstvo vprašanju vode v zemlji velik pomen.

Zgornjo površino zemlje napajajo atmosferske padavine. Del atmosferske vode odteka po grapah in razpokah v rečne struge, del izhlapeva, del pa pronica v globino. Tisti del, ki pronica v globino, določa »vodnost zemlje« in je rastlinstvu na razpolago.

Količina vode v zemlji je odvisna od mnogih činiteljev: od vremena, t. j. od količine padavin, od hitrosti izhlapevanja s površine

zemlje, od oblike in nagnjenosti terena in od kakovosti zemlje same. Nekatero vrsto zemlje z lahkoto propuščajo vodo; ta se zbira v nekih podzemeljskih grapah ali votlinah, od koder prihaja na dan kot studenčki ali pa se na svoji podzemeljski poti odteka v rečno strugo. — Taka zemlja je vedno suha (n. pr. Kras). Druga vrsta zemlje pa zadržuje vodo in se prepočasi suši. Zato ločimo vododržne in vodopropustne zemlje. K vodopropustni zemlji spada razen Krasa še peščena zemlja, k vododržnim pa mastna, orna zemlja; najbolj vododržna pa je glinasta zemlja. Voda, ki se zadržuje v zemlji, ostaja tamkaj zaradi ogromnega pritiska v kapilarnih ceveh zemlje. Rastlinske korenine vlečejo to vodo nase s svojim še večjim ozmotičnim pritiskom. Če pritisk v kapilarnih ceveh zemlje naraste in postane večji kot ozmotični pritisk v koreninah, se začne suša! Kapilarni pritisk v zemlji se namreč večja s pojemanjem količine vode v zemlji. Razlikujemo več osnovnih stopenj zemeljske vodnosti: zemlja, ki je nasičena z vodo, da je ne more sprejeti niti kapljice več, je dosegla stopnjo tako imenovane »ekvivalentne vlažnosti«. Na njivah je zemlja odzgoraj zrahljana, odspodaj pa bolj zbita, vsekakor pod ornico. Zato je kapilarnost zemlje odzgoraj šibka, odspodaj pa močna, kar povzroča, da more ves sloj sprejeti več vode kot samo zgornji. Kadar tudi tu nastopa nasičenost z vodo, da vsak nadaljnji dotok vode povzroča zbiranje vode na površini, pravimo, da je »poljska kapaciteta« nasičena. Poljska vodna kapaciteta je potemtakem največja mogoča količina vode, ki jo lahko sprejme tista njiva. Ekvivalentna vlažnost zemlje pa se določi s količino vode, ki povzroča nasičenje zemlje z vodo pri laboratorijskih poskusih. Za poljedelca je važna zlasti druga skrajnost, namreč tista količina vode v zemlji, pri kateri se začne suša. Če odštejemo od aktualne količine vode, ki je v zemlji, tisto količino, pri kateri se začne suša, dobimo »razpoložljivo vodno rezervo«. Ta vodna rezerva je na razpolago rastlinstvu. Vse količine vode je treba izmeriti, kajti v nasprotnem primeru, zlasti ob suši, ne vemo, kolikšna je še vodna rezerva. Če pa vodne rezerve ni več, nam ni znano kolikšen je primanjkljaj vode. — V takem primeru so potrebna natančna navodila za umetno namakanje. Umetno namakanje velikih površin je namreč draga stvar in ga ne kaže izvajati na slepo srečo. Zato je bilo treba iznajti enostavno metodo za merjenje količin vode v zemlji. Ena od njih je naslednja: izsušimo pri temperaturi 100—150° vzorec zemlje z njive, nato ta vzorec montiramo na poseben centrifugalni stroj in dovajamo v ta izsušeni delček zemlje določeno količino vode. Zavrtimo centrifugalni stroj in počasi večamo hitrost obratov. Kadar se orosi zunanji rob našega zemeljskega vzorca, prečitamo na me-

rilni skali stroja vrednost centrifugalne sile; zemlja se orosi namreč tedaj, kadar postane pritisk centrifugalne sile za malenkost večji od pritiska kapilar, ki zadržuje vodo. Tako moremo ugotoviti za poljubno količino vode ustrezeni pritisk v kapilarah tistega zemeljskega vzorca. Če izrazimo ta pritisk kot zračni pritisk z barometrsko skalo, dobimo naslednje vrednosti: kadar je zemlja nasičena z vodo, t. j. kadar doseže ekvivalentno vlažnost, znaša ta pritisk okrog 368 mm oziroma 488 mb; v trenutku, ko nastopi suša, znaša kapilarni pritisk že 11 654 mm ali 15 539 mb. Popolnoma, t. j. umetno izsušena zemlja ima kapilarni pritisk 73 594 mm oziroma 98 125 mb. Kot vidimo iz teh števil, je kapilarni pritisk v suhi zemlji ogromen in znatno prekaša zračni pritisk v atmosferi. Treba je opozoriti še na naslednje zelo pomembno dejstvo: kapilarni pritisk, ki ustreza določenemu stanju namočenosti zemlje, ni odvisen od kakovosti zemlje! Naj bo glina ali pesek, vsak od teh nasprotnih kategorij doseže nasičenost z vodo pri kapilarnem pritisku 488 mb, sušnost pa pri 15 539 mb. Razlika v količini vode, ki je za to potrebna: glina potrebuje za dosego določenih stopenj vodnosti neprimerno več vode kakor pesek. Zato vsebuje glina mnogo več vode kot pesek in se le počasi suši, pesek pa je že z malimi količinami vode nasičen! Zato rastline teže uspevajo na peščenih kakor na glinastih tleh, ker je pesek vedno reven na vodnih zalogah. Praksa je z upeljavo kapilarnega pritiska zelo pridobila, kajti s tem je postal postopek merjenja količine vode v zemlji dokaj preprost: najprej ugotavljajo na centrifugalnem stroju kapilarne pritiske, ki ustrezajo določeni količini vode v zemeljskih vzorcih. Tako se sestavi katalog zemeljskih vzorcev z vodno karakteristiko po shemi: vrsta zemlje, količina vode v litrih na 1 m³ ali na 1 kg zemlje in ustrezeni kapilarni pritisk. Ko je tak katalog narejen, moremo hitro določiti količino vode v zemlji na terenu: določenemu kapilarnemu pritisku, ki ga ugotovimo na centrifugalnem stroju, ustreza določena količina vode na enoto volumena oziroma na enoto mase, kar razberemo iz kataloga. Praksa je poenostavila skalo za kapilarni pritisk na naslednji način: kapilarni pritisk v zemlji se ne izraža z višino živega srebra kakor barometrski pritisk, marveč z višino vodnega stebra, toda ta višina se ne meri v milimetrih, marveč v centimetrih. To število logaritmirajo in dobijo prav majhna in zato udobna števila, ki se imenujejo »vodni koeficient« ali skrajšano »PF koeficient« iz angleškega »pressure force«. Tabela PF koeficienta glej na strani 19 zgoraj.

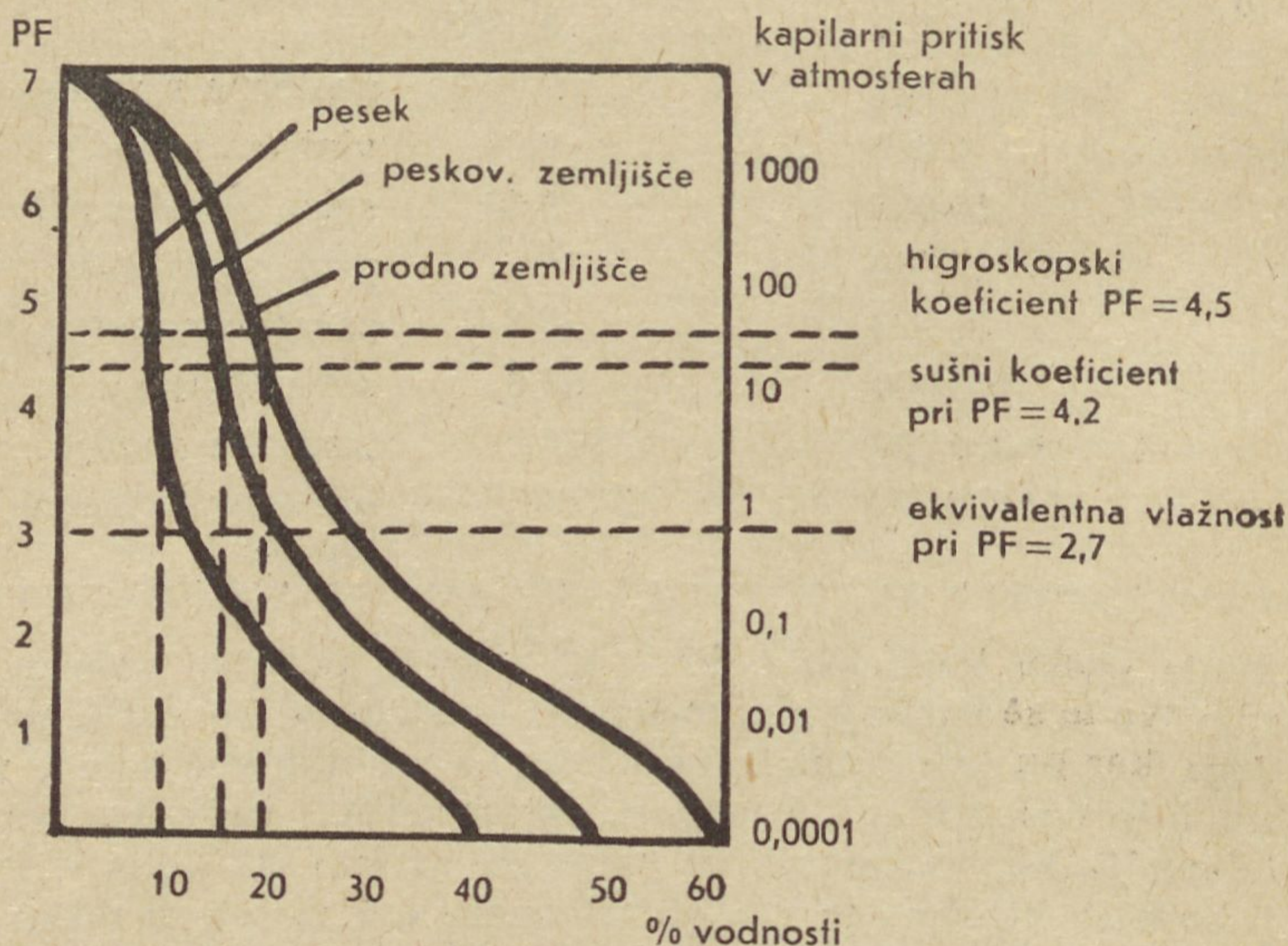
Važni so naslednji koeficienti: PF = 2.0 ustreza vodni kapaciteti njive; PF = 2.7 ustreza nasičenosti zemlje z vodo v laboratoriju (ekvivalentna vlažnost); PF = 4.2 ustreza začetku suše, in se zato

PF	Pritisk v kapilarah v cm H ₂ O	Kapilarni pritisk v tehničnih atmo- sferah (1 kg/cm ²)	Stanje zemlje
0	1	0,0009	preplavljena z vodo
1	10	0,0096	
2	100	0,0968	
2,7	501	0,485	nasičena z vodo
3,0	1 000	0,968	vlažna
4,0	10 000	9,68	suha, a še ni suše
4,2	15 849	15,3	prvi znaki suše
4,5	31 623	30,6	začetek popolne suše
5	100 000	96,8	suha zemlja
6	1 000 000	968	izsušena zemlja
7	10 000 000	9 680	umetno izsušena zemlja

imenuje »sušni koeficient«; PF = 4.5 pomeni popolno sušo za vse rastlinstvo in se imenuje »higroskopski koeficient«. To ime je nastalo iz tega, ker pri tem koeficientu zemlja ne vsebuje več tekoče vode, marveč le vodne hlape. Vrednosti, večje od 4.5, ustrezajo popolno suhi zemlji. Ker vsakemu koeficientu PF ustreza določena »litraža«, t. j. količina litrov vode v enoti volumena (ali mase), ni težko izračunati vodni deficit v litrih na hektar. Tako tudi moremo dati potrebno navodilo za umetno namakanje. Ustrezne litraže ne ugotavljamo s centrifugalnim strojem za vsak koeficient posebej, marveč le za ekvivalentno vlažnost; namočimo do kraja vzorec zemlje določene kubature in ga utrdimo na centrifugalnem stroju. Pri rotaciji stroja, ki ustreza jakosti PF = 2.7, imamo »ekvivalentno vlažnost«. Vodo, ki odteka, izmerimo, ostanek vode (ki je v zemlji) je »litraža«. Prav to moremo precej natančno določiti brez centrifugalnega stroja, če pustimo, da voda iz do kraja namočene zemlje odteče in iz nje preneha kapljati. — Vodo, ki odteče, izmerimo in tako dobimo litražo, ki se le malo razlikuje od one, ugotovljene s centrifugalnim strojem. Ostale litraže izračunamo iz ekvivalentne vlažnosti, če delimo litražo ekvivalentne vlažnosti z določenimi številkami. Tako n. pr. dobimo litražo koeficienta sušnosti, če delimo litražo ekvivalentne vlažnosti z 1.84. Iz tega sledi, da je vode v zemlji ob začetku suše skoraj dvakrat manj, kot ob nasičenosti. Če delimo litražo ekvivalentne vlažnosti z 2.76, dobimo »higroskopski koeficient«, t. j.

zgornjo mejo suše, kadar začne primanjkovati vode tudi za najbolj odporne rastline.

Vodnost zemlje določajo tudi z »relativno vodnostjo zemlje«, in sicer tako: če stehtamo vzorec zemlje in ga nato izsušimo pri temperaturi 100 do 150° ter ga zopet stehtamo, dobimo razliko v teži med



Skica 3 — Povezava med relativno vodnostjo in vrednostmi PH

neizsušenim in izsušenim vzorcem, kar gre očitno na račun izhlapele vode. Tako n. pr. če je bila teža pred izsušitvijo vzorca T, po izsušitvi t, se določi »relativna vodnost« s formulo:

$$R = 100 \cdot (T - t) : t.$$

Povezavo med koeficienti PF in relativno vodnostjo kaže skica 3. Kakor se vidi iz skice 3, je relativna vodnost pri enaki vrednosti PF v celoti odvisna od kakovosti zemlje. Tako n. pr. je pesek nasičen z vodo že pri vodnosti 14 %, prodnata zemlja pri 26 %, a dobra črna zemlja pri približno 50 % in še več.

Sovjetska metoda za določanje maksimalne vodnosti temelji na določitvi poroznosti zemlje. Če izmerimo težo enote, ki jo ima volumen izsušenega vzorca, in nato ta vzorec stisnemo v kompaktno gmoto ter izmerimo njen volumen (najbolje, če vržemo to stisnjeno gmoto v menzuro s tekočino, ki le počasi namaka zemljo, in čimprej

prečitamo, za koliko se je tekočina v menzuri dvignila), moremo izračunati specifično težo te stisnjene gmote. Razlika med prvo in drugo specifično težo omogoči izračunanje poroznosti zemlje po formuli:

$$P = 100 \cdot \left(1 - \frac{d}{s}\right),$$

kjer P pomeni »poroznost« v odstotkih glede na volumen zemlje, d pomeni specifično težo še nestisnjene, s pa specifično težo že stisnjene zemlje. Tako n. pr. če znaša normalna specifična teža 1.5, specifična teža stisnjene gmote pa 2.5, dobimo:

$$P = 100 \cdot \left(1 - \frac{2.5}{1.5}\right) = 40 \text{ } \%.$$

To pomeni, da odpade 40 % volumena zemlje na pore in kapilare, t. j. na »praznino«. Ob času nasičenosti polja z vodo mora biti vsa ta praznina napolnjena z vodo. Tako n. pr. hektarska površina z debelino sloja 1 m vsebuje 10.000 m³ zemlje in ker pri poroznosti 40 % odpade 4.000 m³ na pore in kapilare, pomeni to, da bo ob nasičenosti polja z vodo v zemlji 4.000 m³ vode (4 milijone litrov) na enem hektaru površine. Relativna vodnost pri nasičenosti z vodo, t. j. pri »ekvivalentni vodnosti« (pri koeficientu $PF = 2.7$) pomeni hkrati poroznost zemlje. Tako ima n. pr. pesek pri nasičenosti relativno vodnost 14 %, in to je tudi njegova poroznost! Prodnata zemlja ima na isti osnovi poroznost 26 %, črna zemlja (černozjom) pa nad 40 %.

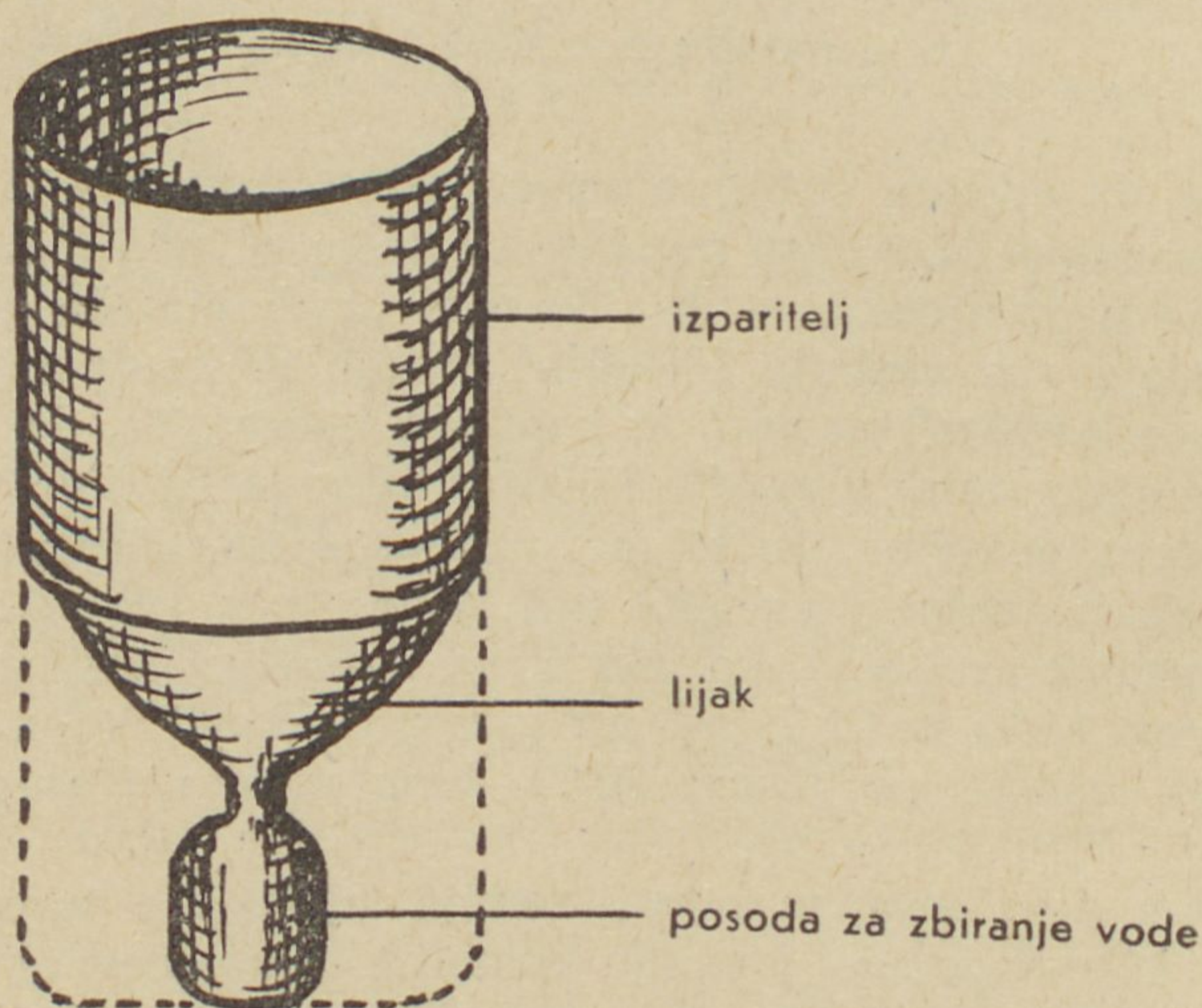
Tehnika določanja vodnosti zemlje uporablja najrazličnejše aparature, ki omogočajo jemanje zemeljskih vzorcev iz najrazličnejših globin, ne da bi se pri tem poškodovala prvotna struktura zemlje. Če pa se prvotna struktura zemlje poškoduje, je vzorec neuporaben.

Tretje poglavje

THORNTHWAITOVA IN POPOVA METODA ZA DOLOČANJE VODNOSTI ZEMLJE

Ameriški agrometeorolog Thornthwaite je poskušal določiti vodnost zemlje z opazovanjem le povprečnih mesečnih temperatur. Pri tem svojem poskusu je bilo Thornthwaitu vodilo naslednje pre-

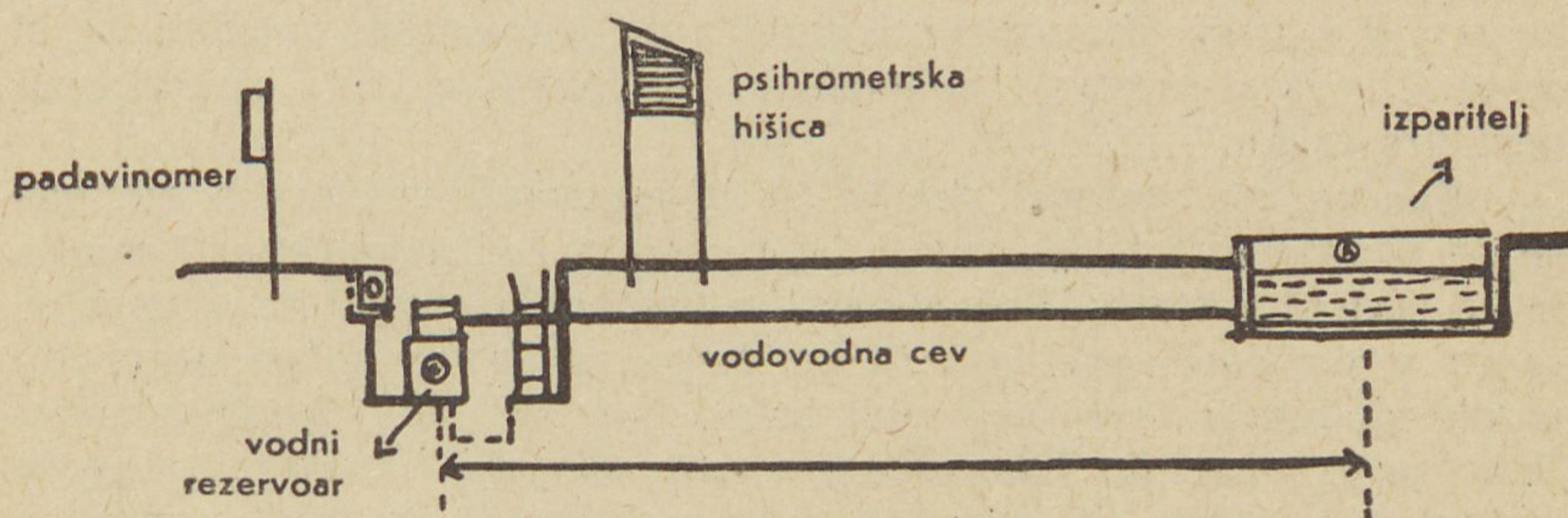
udarjanje: vodnost zemlje je odvisna od količine padavin, ki napajajo zemljo in od količine izhlapevanja z zemlje in z rastlin. To zadnje imenujemo »transpiracija«, prvo pa »evaporacija«. Celotno izhlapevanje iz zemlje in rastlinstva se imenuje »evapotranspiracija«. Če bi nam bile znane vrednosti tistega deleža padavin, ki napaja zemljo, in vrednosti evapotranspiracije, bi tudi vedeli za vodnost zemlje, kajti vodnost je očitno enaka: $V = P_n - J$, kjer V pomeni vodnost zemlje (to je količino vode v zemlji), P_n pomeni padavine, ki so se akumulirale v zemlji, J pa evapotranspiracijo. Navedene vrednosti morajo biti izražene v enakih enotah (povečini v milimetrih) in se morajo nanašati na isto časovno razdoblje in isti areal.



Skica 4 — Izparitelj
Popova

Meteorološkemu opazovanju je dopustno merjenje padavin, ki padajo na zemljo, ni pa možnosti za enako natančno izmeritev tiste količine padavin, ki prodira v zemljo, in jo napaja. Sovjetski agrometeorolog Popov je za merjenje padavin, ki prodirajo v zemljo priporočil posodo enakega premera kot padavinomer (ombrometer), ki jo do vrha napolnijo z zemljo enake strukture in kakovosti kot je zemlja na njivi. Posoda ima namesto dna sito, da voda lahko odteka skozi zemljo v posodo navzdol. Posodo zakopljejo v zemljo tako, da zravnaajo rob posode z ravnjo njive, neposredno pod to posodo v zemlji pa postavijo majhen vrč z lijakom; tja se steka

voda, ki je prodrla skozi posodo z zemljo. Posodo moremo s posebnimi kleščami izvleči in tudi postaviti nazaj v jamo. Če izmerimo ob padavinskem dnevu količino padavin in istočasno tudi, za koliko je narasla teža zakopane posode z zemljo, moremo ugotoviti, koliko padavin je absorbirala zemlja. Padavine, ki so prodrle skozi posodo z zemljo, izmerimo po količini vode, ki se je nabrala v vrču pod posodo oziroma pod lijakom, in spremembo teže lijaka, ki stoji pod posodo. Vendar vpliva na spremembo teže posode še izhlapevanje vode iz zemlje.



Skica 5 — Thorntwaitov, oziroma Garnierjev izparitelj

To lahko izračunamo, če primerjamo količino padavin v padavinomeru, količino padavin v vrču, postavljenem pod posodo z zemljo, in količino vode, ki jo je absorbirala zemlja. Izhlapevanje se tedaj očitno izraža s preprosto enačbo: $J = P - A - p$, kjer J pomeni izhlapevanje, P padavine v padavinomeru, A v zemlji absorbirano vodo (sprememba teže posode z zemljo mora biti preračunana v iste enote kot padavine, običajno v milimetre), p pomeni padavine v podstavljenem vrču (skica št. 4). Popov priporoča za tovrstno merjenje namesto ene kar tri posode: pod eno posodo je lijak z majhnim vrčem, pod drugo posodo je zemlja, ki se tesno dotika sitastega dna, in s tem omogoča dotok vode ne samo iz posode v zemljo, marveč tudi obratno — iz tega okolja v posodo, kar se dogaja ob času sušnega razdobja. Tretja posoda je za kontrolo.

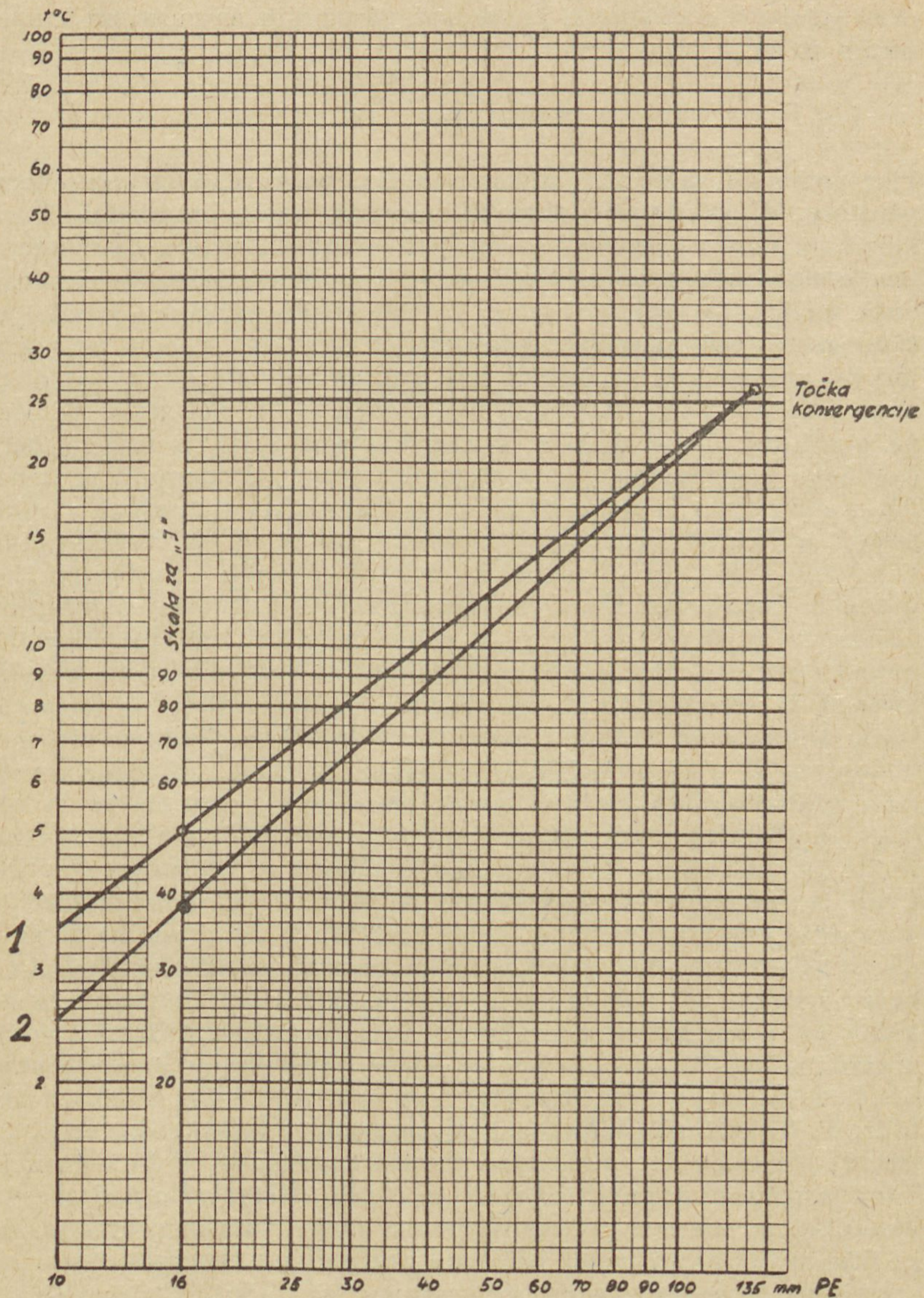
Ob času močnih nalivov, ko teče voda po površju zemlje, odpove metoda Popova, ker doteka v posodo od strani preveč vode.

Thornthwaite (oziroma Francoz Garnier) pa je sestavil merilec izhlapevanja iz zemlje na naslednji način: posodo z določeno vrsto zemlje je zakopal v zemljo, iz posode pa je pod zemljo napeljal cev v rezervoar z vodo. Rezervoar polnimo z vodo do poljubne višine, ki je označena s skalo. — Do iste višine prodira voda po cevi v posodo z zemljo. Rezervoar je pokrit in voda iz njega le malen-

kostno izhlapeva. Pojemanje vode v rezervoarju pomeni izhlapevanje skozi zemljo v posodi! Thornthwaitov merilec izhlapeva iz zemlje — rabi kot laboratorijski instrument, ker omogoča merjenje izhlapevanja pri vnaprej umetno določeni vodnosti zemlje. Za merjenje izhlapevanja iz zemlje ob času bolj ali manj sušnega stanja zemlje, Thornthwaitov izparitelj ni primeren. Tedaj ima izparitelj Popova prednost.

Ker je merjenje vodnosti zemlje in izhlapevanja iz zemlje, kot se vidi iz zgornjega pretehtavanja, dokaj zamudna in nezanesljiva stvar, je skušal Thornthwaite upostaviti enostavne enačbe, ki bi omogočile izračunavanje vodnosti in izhlapevanja le na osnovi temperature zraka.

Ker pa sta vodnost zemlje in izhlapevanje iz zemlje odvisna še od kakovosti tal, relativne vlage v zraku, od namočenosti zemlje in od jakosti vetra, ta Thornthwaitov poizkus ni mogel imeti uspeha, razen v posebnih primerih in za dolga razdobja, ko se nasprotni učinki dodatnih faktorjev med seboj bolj ali manj kompenzirajo. Tako se je posrečilo Thornthwaitu najti odvisnost največje mogoče evapotranspiracije od temperature za mesečna in še daljša razdobja. Največjo možno evapotranspiracijo je imenoval Thornthwaite »potencialna evapotranspiracija«, ker ta naziv ustreza evapotranspiraciji, kadar je zemlja namočena. Dejanska evapotranspiracija pa je manjša od potencialne, ker zemlja ni vedno dovolj namočena in je le ob času deževja dejanska evapotranspiracija enaka potencialni. V puščavah pada dejanska evapotranspiracija na ničlo, ker ni vode za izhlapevanje, potencialna pa dosega tamkaj ekstremno velike vrednosti, ker so pogoji za izhlapevanje odlični (visoka temperatura in izredno suh zrak). Thornthwaite je torej ugotovil, da je s poznavanjem povprečne mesečne temperature mogoče izračunati dokaj pravilne vrednosti potencialne evapotranspiracije istih mesecev, in to za najrazličnejša klimatska območja. Vendar je kazala ugotovljena odvisnost potencialne evapotranspiracije od temperature zamotan značaj in je ustrezala tako imenovani kvadratni matematični funkciji. Ker je izračunavanje takih funkcij dokaj zamudno, je izdelal Thornthwaite grafikone, ki omogočajo hitra grafična izračunavanja. Grafikon je izdelan tako: abscisa ima skalo za potencialno evapotranspiracijo (glej Thornthwaitov grafikon skica 6), ki je razdeljena logaritmično, in sicer tako, da se razmaki enakih številčnih razlik zmanjšujejo proti višjim številom (proti desni). Grafikon ima dve ordinati: prva ordinata pomeni temperaturno skalo, druga pa skalo tako imenovanega »kaloričnega indeksa«, ki izvira od številke 16 na abscisi. Tudi ordinati sta logaritmično razdeljeni. Kalo-



Skica 6 — Thornthwaitov grafikon

rični indeks je veličina, ki je odvisna od povprečne mesečne temperature, in sicer tako:

$$i = \left(\frac{5}{t^{\circ} \text{C}} \right)^{1,514},$$

kjer pomeni i »kalorični indeks« in $t^{\circ} \text{C}$ povprečno mesečno temperaturo. V praksi izračunavamo kalorični indeks po tabelah. Letni kalorični indeks je enak vsoti vseh mesečnih indeksov. Za mesečne temperature pod ničlo se šteje, da je kalorični indeks teh mesecev enak ničli. Letni kalorični indeks je torej neko pozitivno število, ki tvori vsoto vseh mesečnih indeksov. To število, t. j. letni kalorični indeks, vnesemo na »kalorično os«, t. j. na ordinato s skalo kaloričnega indeksa. Tako dobimo točko. Druga točka ima stalni položaj na grafikonu, ki je določen s koordinatami 135 (abscisa) in 26.5° (ordinata) in se imenuje »konvergenčna točka«. Pripomniti je treba, da je abscisa, to je potencialna evapotranspiracija, izražena v milimetrih, to je v istih enotah, kot izražamo padavine. Če zvežemo prvo omenjeno točko, to je točko, ki ustreza letnemu kaloričnemu indeksu, z drugo točko, t. j. s konvergenčno točko, dobimo »položajno« ali »orientacijsko« premico tiste klimatske lokalitete. Ta položajna premica omogoča izračunanje potencialne evapotranspiracije nekega meseca, ki ima oziroma je imel pozitivno temperaturo: na temperaturno skalo vnesemo tisto mesečno temperaturo in nato vlečemo vodoravno črto do presečišča s položajno premico. Od točke presečišča vlečemo navpično premico do presečišča z osjo abscis. Presečišče na abscisi pomeni vrednost mesečne potencialne evapotranspiracije tistega meseca. Tako moremo izračunati za vse mesece s pozitivno temperaturo in za vse leto potencialno evapotranspiracijo. Vendar te vrednosti množimo še s korekturnim faktorjem na dolžino dneva: Thornthwaitov grafikon velja namreč za 12-urni dan. Zato poleti naraste pri nas vrednost potencialne evapotranspiracije za kakih 30 %, pozimi pa se za ravno toliko zmanjša v primeri z vrednostmi po grafikonu. Potentialna evapotranspiracija je abstraktna veličina, razen ob času deževja in je bilo zato treba poiskati metodo, ki bi omogočila izračunanje dejanske evapotranspiracije na osnovi podatkov za potencialne evapotranspiracije. V ta namen je Thornthwaite priporočil naslednji postopek: primerjamo padavinsko vsoto tistega meseca z njegovo potencialno evapotranspiracijo; če so bile padavine bistveno večje od potencialne evapotranspiracije, smatramo, da se dejanska evapotranspiracija ni dosti razlikovala od potencialne, kajti zemlja je bila vseskozi dovolj namočena. Ta predpostavka tem bolj velja, čim večjo premoč so imele padavine nad

potencialno evapotranspiracijo. Če pa je potencialna evapotranspiracija večja od padavin, je treba njeno vrednost zmanjšati za 40 %, to je množiti vrednost s koeficientom 0.6. Ta predpostavka more odpovedati, če je premoč potencialne evapotranspiracije nad padavinami pretirano velika, kot na primer v puščavah, za zmerne zemljepisne širine, kjer ni dolgih sušnih razdobij, pa je ta Thornthwaitov koeficient dober. Tako moremo izračunati približne zaloge vode v zemlji: za vsak mesec vpišemo razliko med padavinami in potencialno evapotranspiracijo (v sušnih mesecih zmanjšujemo potencialno evapotranspiracijo za 40 %) in tako seštevamo, koliko vode se kopiči v zemlji. K vodni bilanci moramo prišteti še vodne rezerve iz prejšnjega meseca. Če dobimo vodno rezervo nad 100 milimetrov, smatramo, da presežek nad 100 milimetrov odteka v reke, kajti zemlja more zajeti največ 100 milimetrov vode, to je 100 litrov na kvadratni meter površine. Vse tovrstne Thornthwaitove predpostavke so preveč šablonske in v določenih krajih lahko odpovedo. Zato bo prav, če to metodo izboljšamo po lastnih opazovanjih. Druga pomanjkljivost Thornthwaitove metode je v tem, da ne upošteva izgube padavin z odtokom po površju zemlje, razen kadar je vodna rezerva večja od 100 milimetrov.

Za primer, kako se uporablja Thornthwaitova metoda, si oglejmo izračunanje vodne bilance za Ljubljano v sušnem letu 1950. Podatki so naslednji:

	IV.	V.	VI	VII.	VIII.	IX.
Temperatura	9.5	16.7	20.3	22.7	20.1	15.4
Padavine	136	45	93	47	126	105

Letni kalorični indeks znaša za dobo 1851—1950 naslednje vrednosti:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
t^0	—2.1	0.1	4.5	9.5	14.3	17.7	19.7	18.7	14.8	9.9	4.2	—0.2
i	0	0	0.85	2.64	4.91	6.78	7.97	7.37	5.17	2.81	0.77	0

I (letni kalorični indeks) je enak 39.27, ki je vsota mesečnih kaloričnih indeksov).

Na priloženem grafikonu imamo položajno premico za Beograd (kalorični indeks okrog 50) in Ljubljano (kalorični indeks 39.3). Potencialna evapotranspiracija po grafikonu bo:

	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
Padavine	136	45	93	47	126	105
PE	40	80	95	102	94	70
PE korigirano na dolžino dneva	44	106	126	136	112	72
Padavine minus pot. evapotranspiracija	92	—61	—33	—89	14	33

Te vrednosti še popravimo po Thornthwaitu z množenjem negativnih vrednosti z 0.6:

92	—36	—20	—71	14	33
----	-----	-----	-----	----	----

Vodno bilanco določimo tako, da k dobljeni diferenci med padavinami in potencialno evapotranspiracijo dodamo rezervo iz prejšnjega meseca: po naših podatkih imamo vodne rezerve iz aprila najmanj 92 milimetrov. Po Thornthwaitu je največja vodna rezerva 100 milimetrov; to število pa je dokaj približno, ker so bile že izmerjene vodne rezerve 120 milimetrov in več. Vodna bilanca po naših podatkih bo naslednja:

V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
60	59	—12	2	35

Kot se vidi iz priloženega računa, je v sušnih mesecih od maja do avgusta leta 1950 imela zemlja, razen v mesecu juliju, še precej vodnih rezerv, vendar v Sloveniji zaradi apnenega terena nastopa suša, če pade vodna rezerva pod 80 milimetrov. Normalna vodna bilanca v Sloveniji mora znašati nad 100 milimetrov, tako da ostane še precej vode za odtok. Ta odtok zalaga z vodo reke v Sloveniji.

Thornthwaitova metoda je razmeroma preprosta in omogoča izračunanje vodne bilance za širša območja, kjer ni drugih podatkov, razen podatkov za temperaturo in padavine. Vendar je priporočljivo izboljšati Thornthwaitovo metodo ustrezno krajevnim pedološkim in klimatskim razmeram, zakar je potrebnih nekaj primerjevalnih merjenj med izračunanimi in opazovanimi vrednostmi.

Thornthwaite je šel še dalje in je na podobni osnovi izvedel celo klasifikacijo klime za poljedelstvo: seštejemo vse mesece, ki imajo premoč padavin nad potencialno evapotranspiracijo in ozna-

čimo razliko med padavinami in potencialno evapotranspiracijo z V (presežek).

$$\text{Veličina } I_h = \frac{100 \cdot \text{vsota (V)}}{\text{vsota (PE za vse leto)}}$$

se imenuje »humidni indeks«.

Analogno naredimo vsoto za tiste mesece, ki imajo premalo padavin v primeri s potencialno evapotranspiracijo in sestavimo obrazec:

$$I_a = \frac{100 \cdot \text{vsota (D)}}{\text{vsota (PE za vse leto)}};$$

D pomeni tu deficit padavin. I_a se imenuje »aridni indeks«. Klimatski indeks se določa z izrazom: $I_k = I_h - 0.6 \cdot I_a$. Število, ki ga dobimo uvrstimo v skalo »klimatskih indeksov«, ki jo je sestavil Thornthwaite, in iz katere razberemo, kakšen je značaj naše klime. Tako imamo: Ljubljana za dobo 1851 do 1950:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Leto
Padav.	79	70	95	107	117	137	126	135	144	163	136	105	1414
PE kor. na													
dolž. dneva	0	0	17	46	86	108	125	108	72	43	16	2	623
Razlika	79	70	78	61	31	19	1	27	72	120	120	103	761

Ljubljana ima potemtakem v vseh mesecih premoč padavin nad potencialno evapotranspiracijo in zato tu aridni indeks odpade. Klimatski indeks se izraža v Ljubljani le s humidnim indeksom:

$$I_k = I_h = \frac{100 \cdot 791}{623} = 127.$$

Po Thornthwaitovi skali sodi podnebje s klimatskim indeksom nad 100 v superhumidno podnebje, to je v tako podnebje, kjer se razvijajo na vododržnem terenu močvirja, drugače pa Kras. Skala klimatskih indeksov je naslednja:

Indeks nad 100 pomeni superhumidno klimo

od 80 do 100	še zelo humidno	od 0 do 20	subhumidno
od 60 do 80	zmerno humidno	od -20 do 0	subaridno
od 40 do 60	še humidno	od -40 do -20	semiaridno
od 20 do 40	le malo humidno	od -40 do -60	aridno.

Vrednost, ki smo jo dobili za Ljubljano, je gotovo previsoka, ker del padavin odteka po površju zemlje in se tako ne absorbira. — V goratem terenu bo učinek padavin na klimo očitno nižji, kakor bi bilo mogoče sklepati iz Thornthwaitovega indeksa. Apneni teren tudi znižuje učinek padavin na namočenost zemlje in zato more biti Thornthwaitova klasifikacija na takem terenu povsem zgrešena.

Metoda Thornthwaita je preprosta, ni pa popolna in ne more ustrezati vsakemu klimatskemu območju. Tam pa, kjer ni nikakih drugih podatkov, razen podatkov za temperaturo in padavine, daje Thornthwaitova metoda edine informacije.

Četrto poglavje

TRANSPIRACIJA RASTLIN

Thornthwaitova metoda temelji na določitvi razlik med padavinami in celotnim izhlapevanjem, to je izhlapevanjem z zemlje in iz rastlin. Kakor smo že poprej pojasnili, se to skupno izhlapevanje imenuje »evapotranspiracija«. Za poljedelca pa je važno, da loči izhlapevanje z gole zemlje in izhlapevanje iz rastlin, to je ločiti je treba »evapotranspiracijo« in »transpiracijo«, kajti poslednja določa potrebo rastlin po vodi. 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. Izhlapele vodo nadomesti takoj druga in tako se vzdržujejo celice rastline v nasičenosti z vodo, ker voda pušča ob izhlapevanju rastlini neogibno potrebne rudninske snovi. — Kopičenje rudninskih snovi v rastlini je torej mogoče le, če so pogoji za transpiracijo. Transpiracija je tudi potrebna za fotosintezo, ker dovaja listom svežo vodo iz zemlje. Končno je transpiracija tudi sredstvo za reguliranje mikrottemperature rastlin: če nastopa prevelika preogretost, 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 vlažnost zraka, in sicer 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 piha suhi vetrovi, opazamo, da rastline venejo brez suše v zemlji. Transpiracija je dalje še odvisna od lastnosti rastline same: voda izhlapeva direktno skozi »kutikulo«, to je rastlino obdajajočo kožico, in skozi pore, to so majhne luknjice v kožici. Izhlapevanje direktno skozi kutikulo je povezano z zakonom o difuziji plinov. Difuzija nastane zaradi gibanja molekul v plinih in v vseh snoveh: posamezne molekule se prebijejo na prosto skozi praznino med molekulami, iz katerih je zgrajena tista snov, n. pr. kutikula. Na enak način se gibljejo molekule zraka iz okolice rastline in vdirajo vanjo. Takšno je torej direktno izhlapevanje skozi kutikulo. Večji del vode izhlapi iz medceličnih kanalov, ki prehajajo v pore. Medcelični kanali urejajo transpiracijo; ob prehitri transpiraciji se zožuje 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 fotosintezo (fotosinteza je pod vplivom sončne svetlobe nastajajoče oblikovanje organskih tvarin v rastlinah) in če se transpiracija popolnoma ustavi (razen difuzne), se ustavi tudi fotosinteza. Sovjetski agrometeorolog Maksimov je ugotovil, da pri popolnoma odprtih kanalih izhlapeva ob sicer enakih ostalih pogojih do 90 % vlage s proste vodne površine, pri popolnoma zaprtih kanalih pa le okrog 5 % vlage z vodne površine.

Če sestavimo ulomek, tako da v števec vpišemo količino vode, ki izhlapi iz rastline v nekem določenem času, v imenovalec 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 hektara do teže suhega pridelka s hektara. Tako so našli sovjetski agrometeorologi, da ima tako sestavljeni transpiracijski koeficient naslednje vrednosti: pšenica 450—600, oves 600—800, rž 500—800, listnato drevje 400—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. Vzemimo na primer koruzno polje: pri srednjem pridelku dobimo iz enega hektara 2000 kilogramov posušenih zrn in 6000 kilogramov slame. Ker je v posušenih zrnih okrog 85 %, v slami pa okrog 70 % suhe snovi, znaša celotna množina suhe snovi okrog 5900

kilogramov na hektar. Če pripišemo koruznemu polju transpiracijski koeficient 300, dobimo na hektar 1770 ton vode v vegetacijski dobi koruze. Veličina 1770 ton vode na hektar ustreza 177 milimetrom padavin. V vegetacijski dobi pa pade mnogo več padavin, in sicer povprečno kakih 700—800 milimetrov; le v Prekmurju se ta kvota zniža na 400—500 milimetrov. Iz tega sledi, da padavinska klima v Sloveniji zdaleč prekaša poljedelske potrebe. Sušna leta so v Sloveniji izjemna in poljedelstvo prej trpi od moče kot od suše.

Sovjetski agrometeorolog Veriga je poskušal ugotoviti, koliko vode porabijo rastline v raznih fazah njihovega razvoja. Tako je vpostavil empirično enačbo: $Y = At + Bp + Cw + D$, kjer Y pomeni dekadno spremembo vodnih rezerv v zemlji, p količino padavin v dekadi, w vodno rezervo zemlje iz prejšnje dekade, 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
Klasenje 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.

Peto poglavje

TEMPERATURA IN RASTLINE

Fiziologiji rastlin je potrebna dovolj visoka temperatura, ki učinkuje na hitrost kemičnih reakcij v celicah, na hitrost in zmogljivost topljenja rudninskih 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, 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 (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 vegetacijo. 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 oslabiljeno 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, to je na letino. Pozitivnemu učinkovanju nizkih temperatur na letino pravimo »jarovizacija«. Jarovizaciji so podvržene malone vse rastline, le da ima vsaka zase značilne temperature jarovizacije. Tako se n. pr. ozimna pšenica jarovizira pri temperaturi okoli 0°C , krompir pri 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 vegetacije, doseže pri nekih še višjih temperaturah maksimum ali kot temu pravijo »optimum«, pri nadaljnjem dvigu temperature vegetacijskega tempa pa začjenja pojema in se končno tudi ustavi. Če pa prištejemo še najnižjo temperaturo, pri kateri se začena vegetacija, dobimo »temperaturni cikel rastline«. Tako se začena vegetacija večjega dela našega rastlinstva pri 5°C in doseže optimum med 20 in 25° . 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—5°, krompir in koruza pri 8—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 n. 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 začne iz leta v leto prilično ob istem času. (Po mnenju avtorja te knjige 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 n. pr. Rusija, Skandinavija, Kanada itd., vegetacija že v enem samem spomladanskem mesecu dohiti v razvoju južnejšo vegetacijo. (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 zelo 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 poudarjajo uporabo temperaturnih vsot, pri nas in tudi drugod v Zahodni 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 Zahodna 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, n. pr. cvetenje, zorenje itd. Tako je n. pr. za cvetenje jabolk potrebna (po Burgosu) po topli zimi vsota 408°C od dneva, ko prekorači povprečna dnevna temperatura prvičkrat 5°C , po hladni zimi pa znaša ta vsota le 335°C . Pravilneje bo, če bomo sešteli namesto povprečnih dnevnih temperatur število ur, ko se drži temperatura nad ali pod določeno vrednostjo. Tako je potrebno za cvetenje jabolk (po Burgosu) v normalni zimi 1000 ur pod 7° , po topli zimi pa 1400 takih ur. V tem primeru gre za podatek o potrebi rastlin po hladu, ki aktivizira vegetacijo. Seveda je treba pri tem 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 n. pr. 20 dni s povprečno temperaturo -10°C , kar je za naše kraje že zelo veliko, učinkovati na vegetacijo že kot hladna zima. Enako učinkuje dolga zima, ki ima 100 dni s povprečno dnevno temperaturo -2°C . Gotovo 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°C mraza za vegetacijo še ne pomeni hladne zime.

Prva naloga agrometeorologije je torej ugotoviti natančni učinek zimskih period mraza in odjug na kritično temperaturo vegetacije. Šele potem bo mogoče z uspehom uporabljati metodo temperaturnih vsot, ki omogoča prognozo faz vegetacijskega razvoja.

Omenili smo pozitivni učinek nizkih zimskih temperatur na vegetacijo. To se očitno zrcali še v dejstvu, da uspevajo najboljši gozdovi v krajih s hladno zimo, n. 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 na vegetacijo (zimske pozebe). Pri nas smo imeli množično zimsko pozebo gozdov v hudi zimi leta 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 ne doseže povprečna temperatura najtoplejšega meseca niti 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 olistenje dreves: po vsem svetu nastopi olistenje 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 in se iz leta v leto menja ustreznost kakovosti zim. V Sloveniji doseže v dolgoletnem povprečku 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 temperatura ne doseže 10°C , 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 kaže 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 tropih sploh ni. Zaradi milih zim, je tudi mediteransko rastlinstvo močno občutljivo za znižanje nočnih temperatur. V nasprotju s tem potrebuje semenski krompir vse bolj oceanski temperaturni tok, to je majhno temperaturno razliko med dnevom in nočjo in ne visoke dnevne temperature. V Dalmaciji ob morju so temperaturne razlike med dnevom in nočjo majhne, kljub temu pa tam krompir slabo uspeva, ker so popoldanske temperature previsoke. Strokovnjaki menijo, da temperatura nad 25°C zavira rast krompirja. Kljub temu je krompir zelo razširjen tudi v kontinentalni klimi, kot n. pr. v Sovjetski zvezi, toda le v območju hladnejšega poletja, kjer trajajo temperature nad 25° le nekaj ur dnevno. V južnih pokrajinah Sovjetske zveze, kjer je

poletje prevroče, krompir ne uspeva oziroma le slabo obrodi. V Zahodni Evropi je Nizozemska znana kot dežela krompirja, ker je tamkaj poletje sveže in vetrovno in je zato, marveč 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 Bloke, zaradi svežega poletja zelo ugodna tla za gojitev semenskega krompirja, vendar pa to zavira prevelika temperaturna razlika med dnevom in nočjo. Zato bi kazalo izkoristiti mikrotemperaturne klimatske pogoje in saditi krompir na Gorenjskem na gričevju; na gričih 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. Zato je treba sadovnjake razmeščati v zatišnih ravninskih legah, ali celo v dolinskih oblikah terena. Vendar je treba paziti na spomladanske pozebe, da ne bodo prepogostne, 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 sadovnjake 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 oziroma 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 tropske klime rastlinstvo ne prenese niti pozimi ostrih aperiodičnih kolebanj temperature. Tako n. 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 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 škoduje, če sledi pozimi periodi mraza dolgo razdobje toplega vremena, nato pa zopet nastopi hud mraz. — To se je n. 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 (n. pr. Burgos) rastline na tri skupine, in sicer: 1. termociklične rastline, 2. paratermociklične, 3. atermociklične. V prvo skupino spadajo rastline, ki žive mnogo let, n. 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 živé manj od enega leta. Sem štejemo ozimna žita. Tudi ta vrsta rastlin potrebuje nizke temperature pozimi ali spomladi. Tretjo skupino, to je atermociklično, pa tvorijo take vrste, ki žive le v topli polovici leta, n. 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 ustrezna števila, veljavna za naše klimatske pogoje.

Šesto poglavje

SVETLOBA IN RASTLINE

Meteorološki faktor »svetloba« ima v biologiji pomembno vlogo, in o neposrednem pomenu svetlobe, ki se pretvarja v toploto, smo govorili že prej. To pot pa si oglejmo pomen svetlobe za rastlinstvo.

— Osnovni pomen svetlobe pri rastlinstvu je v procesu »fotosinteze«. Vendar tudi tu vpliv osvetlitve ni enostaven, marveč je odvisen od razvojne faze rastline, od temperature rastline, od vodnosti rastline in še od nekaterih drugih činiteljev. S povečanjem osvetlitve ne narašča fotosinteza linearno, marveč logaritmično oziroma parabolično, tako da se z rastočo osvetlitvijo vse bolj in bolj počasi vzpenja. Končno doseže fotosinteza svoj maksimum pri neki določeni jakosti osvetlitve. Ta je za vsako rastlino in za določeno razvojno fazo individualna in je odvisna še od temperature. Pri še večji osvetlitvi fotosinteza pojema in se more popolnoma ustaviti. V takem primeru so rastline potrebne sence. Rastline, ki potrebujejo le malo svetlobe, se imenujejo »ombrofilne«. Pri tej vrsti rastlin se fotosinteza ustavi že pri 10 % jakosti polne sončne svetlobe. Od gozdnega drevja potrebujejo največjo osvetlitev bor, breza, tisa, medtem ko sta smreka in bukev precej ombrofilna. Kadar doseže fotosinteza svoj maksimum, je proizvodnja hranilnih snovi desetkrat večja kakor njih poraba pri dihanju rastlin. Pri pojemanju fotosinteze nastopi trenutek, ko se proizvodnja in potrošnja hranil za dihanje izenačita. Ponoči se hranila za dihanje le trošijo. V zvezi s tem se tudi kisik iz rastlin odvaja v zrak le podnevi, ponoči pa odvajajo rastline v zrak le ogljikov dioksid, četudi v majhnih količinah. Celotna bilanca zelenega rastlinstva je bistveno večja v korist kisika, tako da rastlinstvo čisti zrak in je zato neogibno potrebno zlasti v velikih mestih. Fotosintezo proizvaja skoraj izključno vidni spektrum svetlobe z maksimumom v območju rdečih žarkov, in sicer pri valovnih dolžinah med 0.65 in 0.75 mikrona. Osvetlitev se meri z »luksi«, to je s količino svetlobe, ki pade na kvadratni meter površine z razdalje enega metra od velike sveče. Po podatkih sovjetskega agrometeorologa Venckijeviča se giblje svetlobni optimum v mejah med 8 in 12 tisoč luksi (popolna sončna svetloba ima 100 do 150 tisoč luksov). Ko fotosinteza še prekaša dihanje, znaša minimalna osvetlitev po podatkih Maksimova za grah 110 luksov, za fižol 2400, za pšenico 1800—2000, za redkev 4000, za tobak 2200—2800, za koruzo 1400—1800 luksov in tako dalje. Kadar je osvetlitev pomanjkljiva (mnogo oblačnih dni), se rastlina vzpenja, korenine slabijo, količina hranilnih snovi v rastlini ni zadostna, plodovi oziroma sadovi so slabe kakovosti in vsebujejo premalo sladkorja. Pomanjkanje osvetlitve more povzročiti tudi prevelika zgoščenost nasada. V tem primeru rastline zasenčujejo druga drugo. Žito se v takem primeru vzpenja na škodo proizvodnje zrn in se poleže. V pregostih gozdovih ne more uspevati podmladek, staro drevje pa razvija listje in veje le odzgoraj. S tem

se gozd avtomatsko prilagaja obstoječim osvetlitvenim klimatskim pogojem, kajti pregosta rast povzroča hiranje gozda, preredka rast pa njegovo bujno razraščanje. Zato ima gozd, ki je prepuščen sam sebi, periodično oscilacijo (nihanje) razraščanja in hiranja, in ta cikel traja nekaj desetletij. Ni izključeno, da so nekateri klimatologi prišli do svojih zaključkov po oscilaciji rasti gozdov, in so tako ustvarili napačne hipoteze o kolebanju klime.

Gostota rasti je torej zelo pomembno vprašanje in sodobna agromija in gozdarstvo morata skrbeti za pravilno svetlobno klimo v rastlinskih objektih. To vprašanje načanja tako imenovano »rastlinsko sociologijo«.

Vpliv svetlobe na rastlinstvo je močno odvisen še od spremembe dolžine dneva: rastline, ki cveto tem hitreje, čim daljši je dan, so »rastline dolgega dne«, rastline pa, ki cveto tem hitreje, čim krajši je dan, so »rastline kratkega dne«. K rastlinam dolgega dne sodijo pšenica, oves, rž, grah, lan itd., k rastlinam kratkega dne pa proso, koruza, fižol, konoplja itd. Običajno se imenuje odvisnost razvoja od dolžine dneva »fotoperiodizem«. Fotoperiodizem je velikega pomena za prenos in uspevanje rastlinskih vrst v drugih klimatskih območjih: rastline dolgega dne je mogoče razmeroma lahko udomaćiti daleč na severu ali v gorah, ker daljši dan spodbuja tempo njihovega razvoja in s tem celo izravnava negativni učinek nižje temperature; v nasprotju s tem skoraj ni mogoče doseči uspevanja rastlin kratkega dne na severu. Sicer je sovjetski biolog Lysenko poskušal gojiti semena rastlin kratkega dne v temi in pri temperaturah in vlagi, stimulativnih za razvoj semen. Taka semena so pozneje dala rastline kratkega dne, ki niso bile več občutljive za dolžino dneva! In tako je take vrste možno gojiti tudi daleč na severu, kjer je dan dolg. Vendar še ni znano, ali ima Lysenkov pozizkus vedno uspeh.

Glede na odvisnost od osvetlitve je argentinski meteorolog Burgos razdelil rastlinstvo na tri skupine:

1. fotociklične, 2. parafotociklične, 3. afotociklične. K fotocikličnim rastlinam spadajo take vrste, ki so v svojem razvoju neobčutljive za spremembo dolžine dneva, marveč so vedno aktivne na svetlobo. To so tropske in subtropske kulture, na primer pomaranča in umetne vrste, ki jih je s preizkusi izoblikoval Lysenko. K parafotocikličnim rastlinam se štejejo take vrste, ki kalijo in brstijo pri pojemajočem, cveto in zorijo pa pri naraščajočem dnevu. Sem sodijo ozimna žita. K afotocikličnim rastlinam prištevamo take vrste, ki

kalijo, brstijo, cveto in se razvijajo pri naraščajočem dnevu. Sem uvrščamo koruzo, jara žita, krompir. Ta vrsta rastlin ne potrebuje za svoj razvoj letnega svetlobnega cikla, in je zato »afotociklična«.

Sedmo poglavje

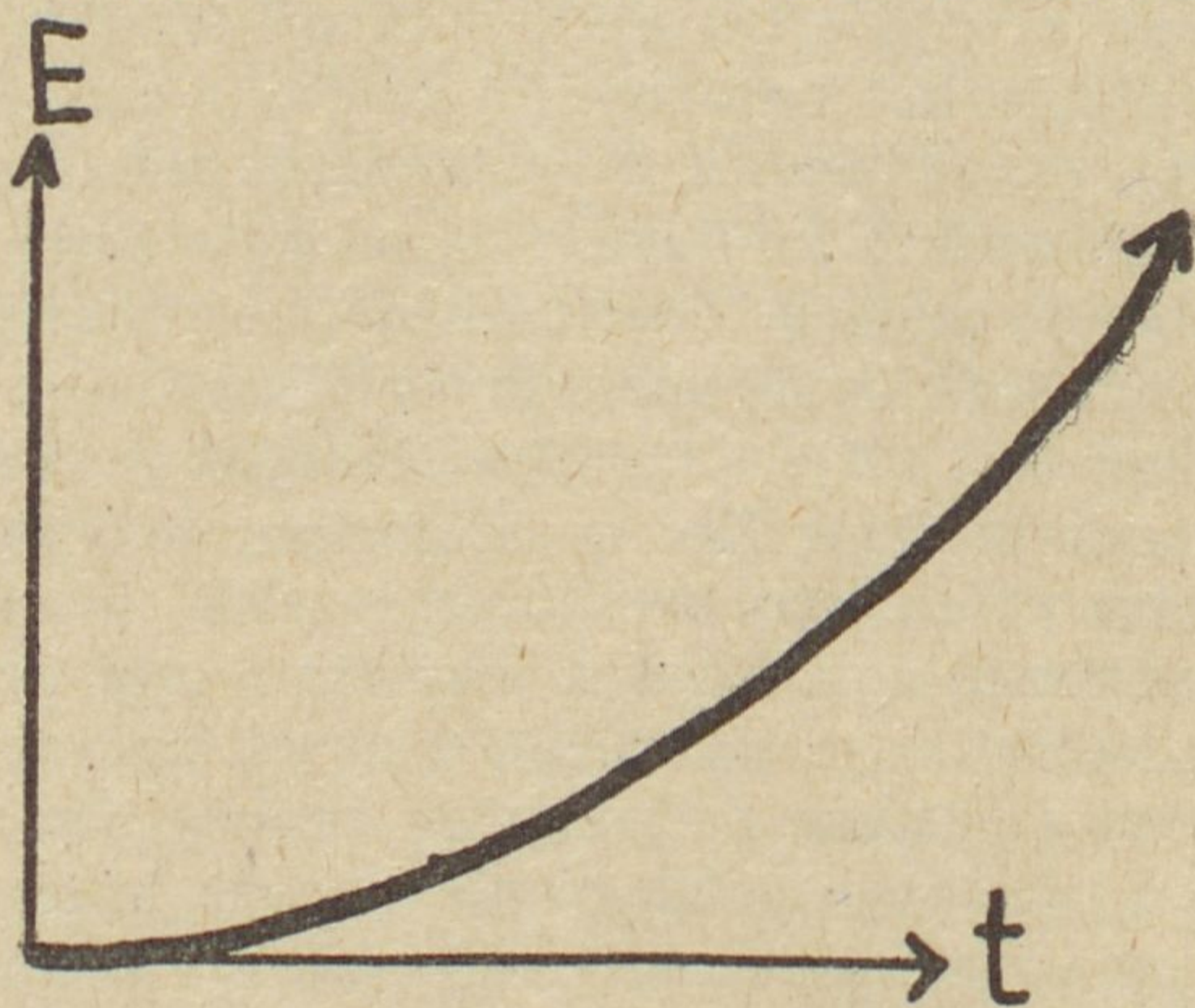
VLAŽNOST ZRAKA IN RASTLIN

Z vlažnostjo zraka mislimo le vodne hlapne, ne pa vodo v zraku (megla, padavine) ali na tleh (rosa, slana itd.). Količino vodnih hlapov merimo z velikostjo njihovega pritiska, ki ga označujemo z e in ga izražamo kot barometrski pritisk z milimetri ali milibari. Merjenje samo opravljamo z instrumentom psihrometrom, ki je sestavljen iz dveh enakih termometrov, od katerih je rezervoar enega obdan z namočeno tančico. Tančica izhlapeva in se s tem hladi. Zato kaže ta termometer, ki se imenuje »vlažni«, nižjo temperaturo od suhega, in sicer tem nižjo, čim intenzivnejše je izhlapevanje, to je, kolikor bolj suh je zrak. Ker na izhlapevanje vpliva še veter, sta oba termometra psihometra zaščitena s cevmi in skozi te cevi puščajo ob merjenju zračni tok z jakostjo 6 metrov na sekundo. To omogoči ventilator, ki je nameščen v ceveh zgoraj nad termometri. Ob tem postopku postane psihrometer neobčutljiv za zunanji veter, zaradi svojega umetnega vetra pa se v ceveh hitro prilagodi temperaturi zraka oziroma temperaturi izhlapevanja tančice; tako postane standardni instrument za merjenje temperature in merjenje vlažnosti. Vlažnost izračunavajo pri tem na osnovi specialnih tako imenovanih psihrometrskih tabel, pri čemer jemljejo za podlago temperaturne razlike obeh termometrov. Tako dobijo vrednosti pritiska vodnih hlapov e . V poljedelstvu in sploh v praksi je velikega pomena tako imenovana »relativna vlažnost«, ki se določa z ulomkom:

$$100 \cdot \frac{e}{E},$$

kjer pomeni e dejanski pritisk vodnih hlapov, E pa njihov največji možni pritisk, ki bi lahko nastal pri isti temperaturi (t. j. pri temperaturi suhega termometra v psihrometru). Največji možni pritisk hlapov je namreč zelo odvisen od temperature: čim višja je temperatura, tem večji je E (glej skico št. 7), pri čemer E ne raste linearno s temperaturo, marveč »eksponencialno«, to je parabolično.

Zaradi tega je tudi relativna vlažnost zelo odvisna od temperature: z rastočo temperaturo pojema relativna vlažnost tem hitreje, čim višja je temperatura. Tako v zimski dobi vpliv temperature na relativno vlažnost zaradi nizkih temperatur ni velik in zato more biti pozimi tudi čez dan relativna vlažnost velika, in celo večja, nego je bila zjutraj pri nižji temperaturi. Zato more pozimi trajati megla ves dan. Poleti pa je v nasprotju s tem relativna vlažnost čez dan vedno bistveno manjša nego je bila zjutraj, razen če nastopi deževje, ko je temperatura čez dan izjemoma nižja kakor je bila zjutraj. Relativna vlažnost je zelo važna za izhlapevanje in je zato prvenstvenega pomena za poljedelstvo. Največji možni pritisk vodnih hlapov, t. j. E , določa zgornjo mejo izhlapevanja, kajti z izhlapevanjem raste e in če ta doseže vrednost E , nastane stoo odstotna relativna



Skica 7 — Odvisnost maksimalnega pritiska vodnih hlapov od temperature

vlažnost. Takemu stanju pravimo »nasičenost«. Mokri predmeti in zemlja se pri relativni vlažnosti 100 % ne sušijo več. Izhlapevanje je zelo šibko tudi pri relativni vlažnosti nad 90 % in zato se pozimi, če ni mraza, zemlja in luže le počasi sušijo. V izrazu za relativno vlažnost je realen samo e , kar pomeni dejansko izmerjeni pritisk vodnih hlapov, medtem ko tvori E abstraktno veličino. Razlika ($E - e$) se imenuje »vlažnostni deficit«, razlika med suhim in vlažnim termometrom v psihrometru pa »psihrometrška diferenca«. To diferenco uporabljajo za izračunanje parnega pritiska in relativne vlažnosti, vlažnostni deficit pa za izračunanje izhlapevanja, kajti izhlapevanje je prvenstveno odvisno od vlažnostnega deficita. Tako daje meteorolog Meyer empirično formulo, ki omogoča izračunanje mesečnega izhlapevanja:

$$K = 15 \cdot (E - e) \cdot \left(1 + \frac{9v}{40}\right);$$

K pomeni količino s sladkovodne površine izhlapele vode v času tridesetih dni, in sicer v milimetrih, $(E - e)$ povprečni mesečni vlažnostni deficit, v pa povprečno mesečno hitrost vetra, izraženo v metrih na sekundo v višini 10 metrov nad vodno površino (to je normalna višina observatorijskih merilnih naprav za hitrost in smer vetra). So pa tudi druge formule, in povsod ima vlažnostni deficit pomembno vlogo.

Pojem relativne vlažnosti lahko nadomešča tako imenovano »rosišče«, to je tista temperatura, do katere je treba znižati temperaturo, da doseže relativno vlažnost sto odstotkov.

Razen omenjenih definicij poznamo še »absolutno vlažnost«, ki pomeni število gramov, ki jih tehtajo vodni hlapi v prostornini enega kubičnega metra; ta se določi s formulo:

$$a = 298,9 \cdot \frac{e \text{ mm}}{T} = 217,2 \cdot \frac{e \text{ mb}}{T},$$

kjer T pomeni temperaturo po Kelvinovi skali. Kakor se vidi iz teh formul, bosta pri temperaturi okrog 298,9 Kelvina = 25,7 Celzija absolutna vlažnost in pritisk hlapov, ki je izražen v milimetrih, številčno enaka, pri temperaturi 217,2 Kelvina, to je -56°C pa bo isto pri pritisku hlapov, izraženem v milibarih.

Zadnji pojem vlažnosti tvori »specifična vlažnost«, ki pomeni količino gramov, ki jih tehtajo hlapi v enem kilogramu zraka, in se tako izraža s približno formulo:

$$q = 623 \cdot \frac{e}{p},$$

p je tu zračni pritisk; e in p morata biti izražena v enakih enotah.

Od vseh navedenih pojmov uporablja poljedelstvo skoraj izključno le relativno vlažnost. Relativno vlažnost moremo približno meriti tudi s »higrometrom«, to je z napravo, ki kaže kot ura s kazalcem relativno vlažnost. Merilno telo v higrometrih je šop ženskih razmaščenih las, ki so zelo občutljivi za relativno vlažnost in se ob spremembi relativne vlažnosti podaljšujejo (če vlažnost narašča) ali se krčijo (če vlažnost pojema).

Tako smo se na kratko seznanili z osnovnimi pojmi o vlažnosti zraka. Neposredni vpliv vlažnosti zraka na rastlinstvo pa je naslednji: relativna vlažnost oziroma vlažnostni deficit vpliva na izhla-

pevanje, to je 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 (tako imenovani »turgorni« pritisk) popustila, pozneje pa rastlina popolnoma odmre. Tovrstni suši pravimo »zračna suša« za 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 kaliti kar na klasu! V vinogradih povzroča velika relativna vlažnost nagnjenje 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 drobne 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 tudi 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 odvisna 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 bolje 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.

PADAVINE IN RASTLINSTVO

Padavine ločimo v »padavine lepega vremena«, to so rosa, slana, ivje in v »padavine slabega vremena«, to so dež, sneg, babje pšeno, sodra, toča. Pomen padavin lepega vremena v poljedelstvu ni tako majhen. Rosa blaži sušo in zadostuje za rast gob; v tropskih krajih pa je rosa tako obilna, da nadomešča prave padavine. Rosa pa zadostuje tudi za pojav peronospor in drugih plesni.

Slana pomeni povečini zmrznjeno roso, lahko pa tudi neposredno sublimirane vodne hlape. V tem zadnjem primeru je slana sestavljena iz drobcenih kristalov, podobnih iglastim snežinkam. Slana sama po sebi ne škoduje rastlinam, je pa le dokaz, da je temperatura na površju rastlin padla pod ničlo. Zato se pozebe mnogokrat imenujejo »slana«, četudi lahko nastane pozeba brez slane! Takim pozebam pravimo »črni mraz«. Črni mraz je pri enakih temperaturah zraka slabši od slane (»belega mraza«), ker slana močno zavira nadaljnjo ohladitev rastlin. Slana pri svojem nastanku sprošča velike količine skrite toplote, in sicer toploto sublimacije, ki znaša 680 kalorij na en gram slane. Črni mraz pa nastopa v zelo suhem zraku tako, da niti nizke temperature ne povzročajo nastanek slane.

Posebno vrsto padavin lepega vremena tvori ivje. Ta vrsta padavin nastaja ob gosti megli pri temperaturi nekaj ali več stopinj pod ničlo. Ivje praviloma ne prinaša nikake poškodbe niti drevju niti ozimini. V izjemnih primerih utegne biti ivje zelo težko in doseči debelino mnogih centimetrov. Tako so na primer v Dalmaciji opazovali v hudi zimi 1928/29 ivje na daljnovodih visoke napetosti, ki je doseglo 42-centimetrsko debelino! Razumljivo je, da tako ivje polomi veje in stlači ozimino. V gorah je težko oziroma debelo ivje zelo pogosten pojav, in sicer tem bolj, čim više se vzpenjamo. Gorsko gozdarstvo mora s tem resno računati!

Večji pomen kakor padavine lepega vremena imajo seveda padavine slabega vremena. Ta vrsta padavin napaja zemljo in reke in daje s tem osnovno vodnost zemlji, s tem pa tudi rastlinam. Ker je rastlinska potrošnja vode ogromna, morajo biti padavine toliko močne, da nadomestijo to potrošnjo. Po podatkih sovjetskih agrometeorologov porabi rastlina v območju dokaj vlažne klime, kakor je na primer naša v Sloveniji, za proizvodnjo 100 kilogramov rastlinske gmote 30.000 kilogramov (litrov) vode, v sušni klimi pa celo 50.000 kilogramov! V času vegetacijskega razvoja potrošijo jara žita

najmanj 2500 ton vode na hektar, koruza pa porabi v Sloveniji po mojih računih 1770 ton vode na hektar itd.

Padavine merimo v milimetrih; ti pomenijo debelino tistega sloja vode, ki bi ostal na vodoravni in nepremočljivi površini. En milimeter padavin ustreza enemu litru vode na en kvadratni meter ali desettisoč litrov na hektar. Vendar pri oceni efektivnosti padavin ne smemo enostavno primerjati le izmerjene količine padavin, kajti prodiranje padavin v zemljo ni vedno enako. Če je zemlja zrahljana oziroma dobro zorana, vpije več padavin. Tudi ravni teren absorbira več padavin kot nagnjeni. Največ padavin pa se zbira na dnu konkavnih oblik terena, to je v vrtačah, kotlinicah, žlebovih itd., medtem ko konveksna oblika terena, to so griči, zadržuje najmanj padavin; tu namreč precejšen del padavin odteka po pobočju v nižje lege. Zato se vegetacija ravna pri enaki kakovosti zemlje in klime po konfiguraciji terena: v območju močnih gozdov se često opažajo brezgozdna strma pobočja. Vpliv nagnjenega terena na absorpcijo padavin je zelo odvisen še od kakovosti zemlje: trdna, zbita zemlja se namaka prilično vzporedno s 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 ali na gričevju. Tudi prvotno namočena zemlja je bistvenega pomena za njeno absorpcijsko sposobnost padavin: namočena zemlja slabše absorbira padavine kot suha in jih pri nasičenosti z vodo sploh preneha absorbirati. Tedaj se pojavljajo tam luže in drugi znaki prenasičenosti z vodo. Sposobnost zemlje absorbirati padavine je razen tega tudi zelo odvisna od oblike padavin samih: enakomeren, pohleven dežek, ki je sestavljen iz drobnih kapljic, se v celoti absorbira, nalivi pa le v manjši meri! Nalivi poleg tega močno odnašajo plodno zemljo, ali kot temu pravijo, jo »erodirajo«. Erozijska zemlja je pereč problem v krajih, kjer so nalivi pogostni in kjer primanjkuje orne zemlje. V Sloveniji sta v tem pogledu zlasti prizadeta Kras in Koprsko, 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 areala. Padavine nato počasi tečejo po

steblih proti zemlji in imajo tako večjo priložnost pronicati v globino. Tudi v gozdu ali v 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. Namočnost 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 tlu in če je dež premočan, lahko nastajajo tudi prelomi. Podobno deluje teža vode, ki se nabira v zgornjem delu rastline, to je 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«, to je stolče zrnje iz 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 primer 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 olisteno drevje, 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 (n. pr. januarja 1958), se sneg na tleh sprva tali, odzgoraj pa zmrzuje. Nazadnje nastane pod snegom ledena in neprodušna skorja, ki zelo škoduje oziminam. V naših krajih je tovrsten pojav žal zelo pogosten! V nasprotju s tem pa je suh 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 Krasu.

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 prinaša vegetaciji bistvene škode. Drugače je, ako pada dež pri dolgotrajni temperaturi pod ničlo, kot se je to dogodilo n. pr. v decembru 1953. 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 oziroma na snegu in ozimini, pa onemogoča dihanje ozimin. K sreči so take poledice pri nas redkost.

Padavine torej niso vedno koristen faktor, četudi so v splošnem neogibno potrebne poljedelstvu. 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 (n. pr. tropski pragozd).

Deveto 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 negativen 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 presežku 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 oprasitev, 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 praviloma vsakikrat odnašajo nekaj drevesnih vej in s tem povzročajo večjo ali manjšo škodo. Mehanični učinek vetra narašča, če so drevesa zasnežena ali olistena. 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 oziroma viharniki.

Deseto poglavje

UKREPI ZA ZAŠČITO RASTLIN PROTI VREMENSKIM NEPRILIKAM

Borba proti pozebam

V Sloveniji lahko postavimo spomladanske pozebe ali na kratko »slano« na prvo mesto glede škodljivega učinkovanja na rastlinstvo. Slana sama, kot smo že videli, ni strupena in celo ublaži 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 brezveterju. Ta tip je izrazito mikro- in mezotemperaturnega značaja, to je 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 iz teles. (Toplota se spreminja v energijo infrardečih žarkov in tako 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 čim bolj 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 (v Grčiji) 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 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 adiabatno segreva. Zaradi tega ta preohranjeni zrak ne doseže zemlje, pač pa povzroča, da se spodnja površina oblakov počasi znižuje in greza proti zemlji. V zimski dobi more ta padajoča gmota doseči zemljo in tedaj nastaja hladna megla. Spomladi pa so noči prekratke za tako možnost in ohladitveni učinek izžarevanja z zgornje površine oblakov ne doseže zemlje. 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 pet do deset 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, to je v višino drevesnih krošenj. Če pa je drevje tedaj v cvetju, lahko dimljenje povzroči še večjo škodo, kakor popolna opustitev kakršnih koli 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 ugotovili 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 vročina 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 prenesla 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 tako imenovanim »higroskopskim dimom«, to je dimom, ki je sestavljen iz higroskopskih delcev, predvsem žveplovih ali dušikovih spojin. Tovrstne spojine vlečejo vodne hlape 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, to je delci, ki so v premeru bistveno večji od valovne dolžine 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, to je 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 kakršno koli zaščito proti mrazu. V nasprotju s tem more visoko dimljenje, to je tako, ki razširja dim visoko kakor oblak, bistveno pomagati. Tehnični pogoji za visoko dimljenje so torej zahtevnejši od nizkega dimljenja, vendar pa ne kaže še naprej uporabljati skoraj brezkoristnega nizkega dimljenja namesto 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° Celzija. Tako se rastline polagoma odevajo z ledeno skorjo, ki ima vseskozi temperaturo le 0° Celzija. Zaradi drobnega in izredno počasnega padanja kapljic se ledena skorja počasi debeli in ne doseže take teže, da bi bila za rastlino nevarna, zjutraj, ko se temperatura vlažnega termometra v psihrometru dvigne nad 0° Celzija, opustimo nadaljnje škropljenje. Ta metoda zaščiti rastlinstvo tudi tedaj, če temperatura zraka pade na —8° Celzija, kar je spomladi zelo redek

pojav. Zato spada opisana metoda k najboljšim zaščitnim sredstvom proti mrazu. Vendar je za uporabo te metode potrebna obsežna vodovodna mreža in omenjeni drobnoluknjičasti rotacijski razpršilci, kar pa je seveda spojeno z velikimi investicijami.

Pogostejše uporabljajo metodo gretja zraka v ogroženih območjih: nameščajo posebne kovinske pečice v medsebojni razdalji sedem do petnajst metrov in po možnosti v šahovskem redu in jih kurijo. Infrardeči 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° Celzija. Na en hektar površine je potrebno 300 do 400 takih pečic. Stvar je torej zelo draga in se 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 (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. Navadno zadostuje tako imenovana 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, to je na konveksnih oblikah terena. Hladnejši teren, n. pr. žlebovi, kotlinice itd. je treba zravhati ali pa spraviti tja težke asfaltne ali kamnite bloke. Najvažnejša pa je pravilna presoja položaja: če vidimo, da mraz ne bo večji od -2° Celzija, 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 olisteno, 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 najmočnejše razvija 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° Celzija. Taka prognoza velja, če je noč jasna in ni vetra. Podobno ravnamo po krajevnih opazovanjih, tako da od rosišča, ki ga ugotovimo ob sončnem zatonu, odbijemo 2° 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 minus dve stopinji daje najnižjo možno temperaturo, vendar ne napoveduje temperature, 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 minus dve stopinji Celzija, lahko mirno opustimo vsak obrambni ukrep. Če pa dobimo mraz do minus štiri stopinje Celzija, 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 dva in pol metra, tako da ga moli iz zemlje še okoli dva metra. Ob kolu nasujemo kakih 70 cm visoko plast slame, pomešane s skobljanci. Na to plast nasujemo sloj lesnih odpadkov, na to 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 prej 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 (petdnevni 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 primer 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 tridesetih letih, kar ustreza verjetnosti $3,3\%$. Važna je tudi »vsota verjetnosti«, ki pokaže, do kdaj nastopa mraz še s stoo odstotno verjetnostjo in kdaj se ta zniža na nič odstotkov. Razdobje, ko znaša verjetnost mraza nič odstotkov, se imenuje »brezmrazno razdobje«. Vsota 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 pet dni naprej (če računamo po dekadah, pa vsakikrat za deset dni naprej). Končno dobimo datum, do katerega je bil opažen prvi mraz s 100% verjetnostjo. Za Ljubljano je tak datum 24. november. To se pravi, da v Ljubljani nastopi prvi mraz s stoo odstotno verjetnostjo vsaj v enem samem jutru v roku do 24. novembra. Če pa pri tem razdelimo mraz v razrede po jakosti, na primer od -0.1 do -2.0 , od -2.1 do -4.0 itd., dobimo na enak način zelo zanimiv in za poljedelca važen klimatološki podatek. Tako je n. pr. v Ljubljani nastopil mraz -2.1° ali še več stopinj prvič 2. oktobra, najkasneje 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, četudi znaša verjetnost takega mraza v pentadi od 21. do 25. maja le $3,3\%$. Stoo odstotna verjetnost, da bo vsaj enkrat mraz večji od -2° Celzija, pade v Ljubljani na 24. marec, verjetnost nad 90% pa traja še en mesec dalj, namreč do 25. aprila. Šele kasneje verjetnost mraza -2° Celzija 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° Celzija, na 0% . Obratno bo, če analiziramo naše

Primorje, kjer ni bil od maja do septembra zabeležen niti en primer z mrazom, večjim od -2° Celzija. 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 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 posestvu! — 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 (imamo žleb ali kotanjo), spremenimo nekoliko tisto obliko, s tem da kotanjo ali žleb zasujemo. Dogaja se, da je hladna mikroklima posledica kakenga nevisokega nasipa, ki preprečuje odtok hladnega zraka. V tem primeru je dovolj, da tak nasip prekopljemo, pa bo uspeh melioracije popolen. Mogoče je tudi, da je hladna mikroklima posledica slabe toplovodnosti tal. To se opaža zlasti na tleh z močvirnimi usedlinami. Zaradi takega vzroka dobro zorana zemlja povečuje mikroklimatski hlad, 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 ga pa lahko po metodi matematika Gaussa. — Gaussov verjetnostni račun nam pokaže verjetnost mraza še v tistem časovnem obdobju, 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 in strokovnih knjigah, pa bi razlaga te metode presegala okvir naše poljudno-znanstvene knjige.

Na mikro- in mezotemperaturno polje vplivajo rastline same, posebno paolisteni gozd. Olisteni 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 nagnjenje 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 mikroklima. — Treba je samo določiti pravilno gostoto rastlin. S tem pa se ukvarja nova znanost, tako imenovana »rastlinska sociologija«.

Borba proti suši

V Sloveniji je suša redkokdaj pomembna, bila pa je pogostna v letih 1950—1953, predvsem spomladi. V Sloveniji je bila suša najhujša poleti 1950, v drugih pokrajinah Jugoslavije pa tudi leta 1952.

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

1. preredko nastopajočih padavin;
2. oblike padavin (morfološkega značaja padavin);
3. prevelikega števila jasnih in vročih dni;
4. dolgotrajnih suhih vetrov;
5. nesposobnosti tal zadrževati vodne rezerve.

Učinek premajhne količine padavin na sušo je raznovrsten in odvisen od dodatnih faktorjev, omenjenih v točkah 1 do 5 in od letnega časa. Zimsko pomanjkanje padavin praviloma ne povzroča suše, kajti tedaj vegetacija še počiva. Suha pomlad je v Sloveniji povezana z majhno relativno vlažnostjo zraka in s pogostimi suhimi vetrovi, ki pihajo podnevi (n. pr. marca 1953). Če sledi taka suha pomlad brez sneži suhi zimi, je njen sušni učinek nevaren. Rastline se v takem primeru ne morejo razvijati in odmirajo. — Nastaja vseplošno razredčenje žitnih polj in travnikov. V nasprotju s tem taka suša ne prizadene dosti sadovnjake ali gozdove, ker segajo drevesne korenine predaleč 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 oprашitev cvetov in pospešeno zorenje sadov. Če kasneje ne nastopi pozeba ali kaka druga huda vremenska neprilika, na primer toča, nenehno hladno deževje itd., sledijo sušnim pomladim dobre sadne 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 razmnoževalnih organov sadnega drevja. Temu minimumu so se pridružile še zelo nizke temperature marca in hláden 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 nizkih temperatur, ki so bile pozimi in zgodaj spomladi. Vse to je imelo za posledico obilno in kvalitetno letino vseh vrst povrtnin, sadja in vinogradov. Vendar ni vsaka sušna pomlad ugodna za sadno letino: če je zrak presuh, to je 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 oprašitev 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 nastopi po dovolj namočeni pomladi, ne vpliva več nepovoljno na travno letino in tudi na letino žit je njen učinek razmeroma neznaten. Sadju pa je sušno poletje, če je nastopilo po dovolj namočeni pomladi, celo koristno. Združitev pomladanske suše s poletno 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 večá nevarnost požarov, ker se neočiščeno gozdno tlo izsuši in postane vnetljivo. — Zadostuje le neznatna iskrica in požar je že tu! — Obstaja tudi možnost samovžigov: v notranjosti izsušenih gozdnih tal je še malce vlage, odgoraj 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 vskladiščenja še ne popolnoma 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 zgodilo na primer leta 1949. Drugače suša v gozdovih neposredno prizadene podmladek, ki ima plitve korenine, medtem ko starim drevesom ne more škodovati. Tako suša zavira pomladitev in razraščanje gozda.

V Sloveniji povroča 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 večkrat 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 poljedelstvo v sušnih klimatskih območjih, kajti tam se združuje obilica sončnih dni z visokimi temperaturami in 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 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); Ljubljanska in druge kraške reke ter reke, ki ne izvirajo visoko na gorah (kot so n. pr. Pesnica in Ščavnica v Slovenskih goricah), so zelo odvisne od trenutne količine padavin. — V sušnih dobah je količina vode v takih, v veliki meri od padavin odvisnih rečicah nizka. Zato se elektrogospodarstvo za take vode ne zanima dosti in jih je mogoče izkoristiti za umetno namakanje. Tehnika umetnega namakanja sloni bodisi na sistemih jezov in odvodnih kanalov, bodisi na sistemih montiranih 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; to se dogaja zlasti ob času deževij. Kadar traja deževje neusmiljeno v nedogled, poplavljaajo naše reke brez koristi bregove in namakajo že tako preveč namočena polja, medtem ko bi ob času suše vsa ta odvečna voda še kako prav prišla! Betonska ali vsaj asfaltna podzemna zbirališča vode bi mogla spraviti za sušni čas odvečno vodo, ki se nabira ob poplavih! — Dasi pa bi take naprave terjale velike investicije, bi se pozneje vse to izplačalo. Dokler ni možnosti takega 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 zboljšujemo 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 n. 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.

Obramba pred močo

V Sloveniji je moča mnogo bolj pogostna ko suša in je tako rekoč »tu doma«. Moča povzroča kmetijstvu in tudi gozdarstvu veliko škodo: žita in cvetoče trave se poležejo, krompir in sadje gnije itd. Proti moči so najbolj odporne trave, ki celo v vlažnih letih dobro obrode. Vendar imajo tudi trave svojo zgornjo mejo za namočenost, onstran katere jim začanja škodovati.

Obramba pred močo je težka, in to ne samo zaradi prenamočenosti zemlje, marveč tudi zaradi pomanjkanja sonca in primerne temperature. Prenamočenost zemlje se da še omiliti z odvajanjem odvečne vode po grapah in kanalih, za kar je potreben sistem tovrstnih melioracijskih naprav. Običajni namakalni sistem je ob času suše obenem odvodni sistem ob času moče. Melioracija vodovja je torej zelo važno vprašanje ne samo za elektrogospodarstvo, marveč tudi za kmetijstvo. Zanimivo je, da strokovna znanstvena literatura skoro nikjer ne obravnava problema moče, marveč le problem suše. Verjetno je to pripisovati dejstvu, da po svetu ne gojijo poljedelstvo v mokrem klimatskem območju, marveč travništvo in gozdarstvo. Slovenija pa je v tem pogledu izjemen primer, kajti tu tudi moča še ni tako pogostna, da bi onemogočala poljedelstvo. Zato Slovenije ne moremo vključiti v kategorijo prav mokre klime. V Sloveniji prihaja močno do veljave borba z močo, vprašanje, ki je sicer v agrarno-meteorološki stroki le malo znano. Kot je bilo že rečeno, je vodnost zemlje mogoče zmanjšati le z mrežo odvodnih kanalov in jarkov. Pomanjkljivo osončenje in temperatura se dasta omiliti le na manjših parcelah in sicer s postavitvijo refleksnih ograj: z belo popleskanimi ograjami ali z napetim belim platnom namreč lahko ojačimo osvetlitev za 50 %, s tem pa tudi dvignemo mikrotemperaturo na površju rastlin. Boljših načinov borbe z močo ne poznamo, zato povzroča ta v Sloveniji poljedelstvu mnogo večjo škodo

kot suša. Kot smo videli prizadene suša sadjarstvo in vinogradništvo le redkokdaj; še več: po suši je sadna in vinska letina povečini nadpovprečna, zlasti po kakovosti. Suša prizadene predvsem trave, moča pa vse skupaj. — Melioracija vodovja omogoča borbi proti suši popolen uspeh, borba z močo pa more imeti le delnega. Pasivna obramba proti moči 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 (to je rastlin, ki potrebujejo mnogo jasnih 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!

Borba s točo

Pri nas in mnogokje drugje so poskušali preprečevati točo z izstreljevanjem raket v hudournne oblake. Te rakete so 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 in obvisijo na kristalčkih srebrovega jodida. To je bilo dokazano tako v laboratoriju kakor tudi s poskusi v naravi. Iz tega sledi logično, da če pridejo taki kristalčki v hudournni oblak, povzročajo tudi tam izločanje vodnih hlapov in njih spojitev s kristalčki in sicer v obliki drobnih snežink. Tako začenja primanjkovati vodnih hlapov za proizvodnjo toče; če bi pa toča vseeno nastala, bo le drobno zrnata, ki se pri padanju proti zemlji skoraj v celoti stali. Do tukaj bi bila stvar kolikor toliko v redu. Ni pa v redu glede tehničnih pripomočkov, ki naj bi pognali srebrov jodid v hudournni oblak. To naj bi opravila enostavna izstrelitev raket proti oblaku; smer raketnega izstrelka in višina leta pa naj bi se določala kar na oko, brez kakršnih koli instrumentov! Na oko bi se določila tudi razvojna faza oblakov. Razvojna faza oblaka 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 vpade v oblak prezgodaj, 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 nista bila nikoli izpolnjena. Streljali so bistveno nižje od žarišča toče v oblaku, zgrešili so tudi smer, največ pa so grešili pri določanju razvojne faze hudournnega 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 ali pa bi padal droben dež, kvečjemu pa drobnozrnata toča, pomešana z dežjem, ki ne bi naredila mnogo škode. Toda slepo streljanje je že vnaprej obsojeno na neuspeh! Naključje more seveda tudi tu dovesti do uspeha, vendar je to v praksi brez pomena. Nekateri strokovnjaki so mislili, da ni potrebno niti izstreljevanje raket v oblake, marveč zadostuje že, če razpršimo srebrov jodid znatno nižje. Vzponske struje, ki so vedno pred hudournim oblakom, naj bi ponesle prah ali paro srebrovega jodida v oblake in ga tako spravile na pravo mesto. Zato v Švici niso izstreljevali raket, marveč so enostavno žgali srebrov jodid, ki je izhlapeval v zrak. Naj bo tako ali drugače, nikjer na ta način niso dosegli dokazanega uspeha. Če pa bi opremili obrambo s precizno aparaturo, kakor je to bilo poprej navedeno, bi bilo mogoče pričakovati pomembne uspehe. V najnovejšem času se je pojavil v strokovni literaturi nov predlog za obrambo pred točo. Toča je namreč sestavljena iz več slojev: v središču je gosto snežno jedro, plašč pa tvorijo sloji različno gostega ledu. Zato so zrna toče zelo občutljiva za kratkovalovne zvočne stresljaje, in ki jih z lahkoto drobijo. Eksperiment v laboratoriju je pokazal, da se toča v hipu zdrobi, če izvedemo detonacijo na kratkih zvočnih valovih. Naprava za proizvajanje takih zvočnih valov, naj bi bilo novo učinkovito sredstvo proti toči. Vse to je mogoče, toda poizkusa v naravi še ni bilo.

Drugače je bolj razširjena pasivna obramba pred točo: analiza klime pokaže kraje, kjer so žarišča toče in pokaže tudi najbolj priljubljene poti toče itd. Če je pogostnost toče v takih krajih prevelika, ne kaže v teh krajih gojiti kultur, ki so preveč občutljive za točo, kot na primer vinograd, sadovnjaki in žitna polja. Trave in iglasto drevje so mnogo manj občutljivi za točo in je zato treba v krajih s pogostno točo dajati prednost ravno takim vrstam, vse drugo pa opustiti. Majhne parcele je mogoče uspešno ohraniti pred točo z lahkimi mrežami, ki se ob nevarnosti toče nastavijo nad parcelami, in se zopet odstranijo, ko nevarnost mine. Take mreže je treba položiti poševno, da se na njih odbijajo 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.

AGROTEHNIKA IN VREME

Splošni pojmi

Obdelava zemlje, nega rastlin, uporaba umetnih gnojil itd., vse to je močno odvisno od vremena. Tako na primer, 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 zračnimi 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 vodni 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 nepravilnostim, kot so pozebe, suša ali moča.

Zorano zemljo je priporočljivo posuti z odpadki suhe šote, rezane slame, preperelega gnoja, z žaganjem in podobno. — 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 knjige), 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 je bil obsevan z ultravijoličasto svetlobo, je rasel zelo počasi in je ostal majhen, bil pa je izvrstne kakovosti. Istočasno obsevanje z obema vrstama 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 raznobarvnimi 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 ko 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 rastlin, 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 izhlapevanje se 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 živahnejši in kvalitetnejši. Tudi koristni mikroorganizmi se ob takih pogojih hitreje razvijajo, naravni nitrati in fosforizacija zemlje 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 tri do štiri leta; količina te slame, potrebne na hektar, znaša tri do štiri 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 en centimeter visoko.

Posipava se bolj ali manj vlažna zemlja, kar je pač od klime odvisno: v suhih klimah, kjer je suša pogostna, se priporoča posipanje čim bolj mokre zemlje, v mokrih klimah pa le komaj vlažne zemlje. Posipanje se opravi dva ali tri dni po setvi. Če se posipa že brstje, nastajajo 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 oziroma 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. Učinek umetnih gnojil je tudi odvisen od temperature zemlje. 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 pravočasno pripravimo na spomladanski boj s škodljivci. Znanstveno poljedelstvo mora to problematiko reševati z metodo višje statistike in eksperimentov. Ocenjevati vse to na oko ali po izkušnji ali po instinktu, ni znanstveno, marveč klavrno 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 oziroma 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° Celzija. Krompir bo pri nižji temperaturi nemočno ležal v zemlji in bo dobrodošla hrana žuželkam in gnilobnim bakterijam! Agrotehnika pozna cel spektrum temperatur, ki imajo tiste ali druge fiziološke pomene za setev ali saditev: obstoji temperaturni minimum, temperaturni optimum in temperaturni maksimum. Minimum in maksimum sta skrajnji 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 trgatav grozdja so pravitako faze, ki so zelo odvisne od vremena. Žal človek tukaj ne more vedno pomagati, če vreme ne ustreza potrebam.

D v a n a j s t o p o g l a v j e

NAPOVEDOVANJE IZBRUHOV RASTLINSKIH BOLEZNI

Kot smo že omenili, je razvoj bolezni odvisen od vremena. Eksperimentalno se da v laboratoriju in na poizkusnih poljih ugotoviti, pri kakšnih temperaturnih in vlažnostnih pogojih nastopa minimum, optimum in maksimum za okužbo, nato še temperaturni in vlažnostni pogoji za skrajšanje ali podaljšanje inkubacijske dobe. Če vse to poznamo, ni načelnih težav napovedati na osnovi minulega in trenutnega vremena tudi čas okužbe in trajanje inkubacijske dobe, to je čas izbruha bolezni. Vendar se more trajanje inkubacijske dobe nekoliko spremeniti, če se bistveno spremeni vreme: če temperatura

močno pade — inkubacijska doba narašča, če temperatura in vlaga naraščata — se inkubacijska doba skrajša. Naraščanje temperature in hkrati padec relativne vlažnosti pod »minimum« more zadržati razvoj bolezni, ali jo celo preprečiti. Tudi prenizke temperature morejo oslabiliti ali preprečiti razvoj bolezni. Zato ni vedno pravilno opozarjanje na možnost bolezni brez hkratne vremenske napovedi, vendar tudi tako opozorilo daje osnovo za načrtno škropljenje proti bolezni. Če pa je na voljo dovolj dobra vremenska napoved, bo napovedovanje bolezni zanesljivejše, s tem pa tudi racionalnejše planiranje škropljenj. Bolezen napovedujejo večjideli po grafični metodi: znanstvenik Müller je izdelal krivuljo, ki omogoča dokaj dobro napoved inkubacijske dobe peronospor v vinogradih; tudi verjetnost okužbe in trajanje inkubacijske dobe imata temperaturni in vlažnostni minimum, temperaturni (vlažnostni) optimum in temperaturni (vlažnostni) maksimum. Nastop bolezni pa je odvisen še od vegetacijske faze. Peronospora ne napada grozdja, kadar se to približuje zrelosti.

Trinajsto poglavje

NAPOVEDOVANJE, KDAJ NASTOPAJO RAZVOJNE FAZE RASTLINSTVA

Napoved časa olistavanju, cvetenju, zorenju in zrelosti je v poljedelstvu zelo važno, ker daje podlago pravilnemu planiranju poljskih del in pripravljenosti na nastop teh ali onih bolezni oziroma drugih morebitnih nezaželenih pojavov, kot so na primer pozebe. Take prognoze slonijo na eksperimentalnih ali statističnih ugotovitvah, kolikor je nastop tistih razvojnih faz odvisen od vremena. Kot glavna osnova se jemlje tako imenovana »temperaturna vsota«. Sovjetski agrometeorolog Šigolev je priporočal naslednji način uporabe temperaturnih vsot: ko spomladi prekorači povprečna dnevna temperatura 5° Celzija, seštejemo za vsak naslednji dan razliko ($t - 5$), kjer t pomeni povprečno dnevno temperaturo. Vrednost ($t - 5$) imenuje Šigolev »efektivna temperatura«. Tako zbiramo vsoto ($t - 5$), to je vsoto efektivnih temperatur. Trajanje tiste vegetacijske faze se določi s formulo:

$$n = \frac{\text{vsota } (t - 5)}{T - 5},$$



kjer n pomeni trajanje tiste faze v dnevih, vsota ($t - 5$) pa tisto vsoto efektivnih temperatur, ki je potrebna za prehod iz ene faze v drugo (take vsote se ugotavljajo z dolgoletnim opazovanjem ali z eksperimentom), T pomeni povprečno temperaturo vsega tistega razdobja. Tako so na primer za nastop cvetenja po Šigolevu potrebne naslednje vsote efektivnih temperatur: običajna vrba 16°C , vrba žalujka 32°C , breza 70°C , javor 75°C , marelica 88°C , divja višnja 125°C , jablana 185°C , španski bezeg 202°C hrast 210°C , beli španski bezeg 231°C , bela akacija 374°C , lipa 680°C . Za prognozo časa, ko nastopi tista vegetacijska faza, priporoča Šigolev naslednjo formulo:

$$D = D_1 + \frac{t - 5}{A},$$

kjer pomeni D datum nastopa tiste faze, D_1 datum, ko je nastopila sedanja ali minula faza, A = vsota efektivnih temperatur, ki je po dolgoletnih podatkih potrebna za trajanje medfaznega razdobja, t = prognoza povprečne temperature medfaznega razdobja. Če ni prognoze, je mogoče približno določiti datum nastopa s formulo:

$$D = D_1 + \frac{tp - 5}{A},$$

kjer tp pomeni dolgoletno povprečno temperaturo za tisti letni čas, vendar če je vreme preveč anomalno, prognoza nujno zgreši. Kakor se vidi iz formule Šigoleva, je v kmetijskih napovedih zajeta dolgoročna vremenska prognoza.

Zgoraj navedena metoda prognoze za nastop vegetacijskih faz bazira na podatkih za temperaturo. Iz poglavja o mikrotemperatur-nem polju pa vemo, da temperatura zraka ni tisti činitelj, ki določa razvojno hitrost rastlin, marveč ima to vlogo mikrotemperatura na površju rastline. Ta pa je odvisna še od števila jasnih in mirnih dni. Iz tega sledi, da bodo temperaturne vsote, ki so določene po podatkih za zrak, manjši v takih klimatskih območjih, kjer je mnogo sončnih dni, večje pa v krajih z velikim številom oblačnih ali deževnih dni. Zato bi bilo treba pri prognozi datuma vegetacijskih faz upoštevati še to okolnost. Sončni dnevi vplivajo tudi neposredno, ker svetloba sama tvori važen biometeorološki činitelj. Prognoza torej zahteva vsestransko proučitev pojava, če pa se naslanja le na temperaturo zraka oziroma na temperaturne vsote, ne more biti preveč dobra.

POGOZDOVANJE GOLIČAV KOT KLIMOMELIORACIJSKI UKREP

Iz Sovjetske zveze je prispelo mnogo znanstvene literature in dokazov, da gozd zboljšuje klimo, in sicer: povečuje količino padavin, zmanjšuje temperaturne ekstreme in s tem tudi temperaturno kolebanje, zmanjšuje moč vetra in zadržuje taljenje snežne odeje. Vendar gre tu očitno za vpliv gozda v sušni klimi, kjer izkazuje mikrotemperaturno polje visoko napetost. V takem primeru gozd ali celo skupina dreves bistveno znižuje temperaturo ob času sončne pripeke, ker preveč izhlapeva in s svojo senco ščiti tla. Zaradi izhlapevanja se veča tudi relativna vlažnost v okolju. To se dogaja z vso ostrino zlasti v puščavskih oazah. Tudi če piha suh veter, je vpliv gozda na neposredno okolje še velik, ker suh veter povečuje transpiracijo. Vendar more gozd zniževati temperaturo le toliko časa, dokler ima vodo za izhlapevanje. Velika drevesa z globoko segajočimi koreninami imajo vedno dovolj vode, četudi je na površju zemlje dolgotrajna suša; mlada drevesa s plitvimi koreninami pa so zelo odvisna od vremena krajših razdobij in se morejo v sušnih krajih posušiti in odmreti. Zato je v sušnih krajih mnogo težje obnavljati izsekani gozd ali pogozdovati goličave, kakor pa vzdrževati že obstoječi gozd. Pri nas se pojavlja to vprašanje pri pogozdovanju Krasa. Zagovorniki pogozdovanja trdijo, da gozd sam povečuje količino padavin in zato »sam poskrbi« za potrebno količino vode za podmladek. Toda fizikalno morejo le ogromni gozdni kompleksi vplivati na majhno povečanje padavin, majhni gozdni kompleksi pa ne morejo ustvariti fizikalnih pogojev za nastanek padavin. Če so opazovalci vendarle izmerili tudi nad manjšimi gozdnimi kompleksi oziroma v njihovi neposredni bližini nekaj več padavin kot v brezgozdnem okolju, je to pripisati večji površini, s katero gozd sprejema padavine. Krošnje dreves tvorijo ogromno površino, če seštejemo površino vsakega lista, izpostavljenega dežnim kapljicam; ta površina gozda, to je krošenj, znatno presega površino areala, na katerem je gozd. Če piha ob dežju veter, ujame ta velika površina krošenj mnogo več kapelj, kakor raven teren enakega areala v brezgozdnem okolju in bo zato nad gozdom »več padavin«. Če pa dežuje brez vetra, seveda ne bo nikake razlike med padavinami v gozdu in brezgozdno okolico. V sušnih klimah je veter zelo pogosten in zato ni čudno, da so tamkajšnji specialisti ugotovili povečanje padavin nad gozdom. V zimski dobi gozd zadržuje sneg, če piha veter.

Torej more ostro izražena kontinentalna klima s sušno toploto polovico leta in z mrzlo vetrovno zimo s pogoždovanjem precej pridobiti. Vprašanje je le, kako se da v sušni brezgozdni klimi zasaditi gozd?! Morda postopno? Sprva ob kakšnih potokih, kjer talna voda ni pregloboko, pozneje pa bi širili gozd pod zaščito prvotnih gozdnih pasov? Pri nas na Krasu so zime vetrovne (kraška burja) in gozd bi zadržal precej snega, ki ga drugače burja odnaša prek kraških goličav, poletje pa je kljub veliki količini padavin sušno, kajti tla ne drže vode. Gozd bi tu gotovo zboljšal zadrževanje padavinske vode in tudi kakovost tal, vendar ni znano, kako bo podmladek vzdržal vse klimatske in pedološke nevšečnosti Krasa.

Gozdna zaščita je zelo potrebna tam, kjer so vetrovi premočni, to je na Krasu in na Primorskem, kjer divja burja. Pod zaščito gozda bi se klima pri tleh bistveno zboljšala in tudi vetrovna erozija (deflacija) zemlje bi se ustavila ali vsaj zmanjšala. Zaščitni gozdni pasovi proti vetru se postavljajo tako: večje in gostejše pasove razmestimo pravokotno na smer vetra (na Krasu in Primorskem od severozahoda proti jugovzhodu, kajti burja piha od severovzhoda); pravokotno na te osnovne močnejše pasove se razmestijo šibkejši gozdni pasovi. Vrsta dreves mora biti taka, ki je pri tleh dokaj propustna, v območju krošenj pa čim manj. Tako bi bil na Krasu in Primorskem potrebni zaščitni pasovi iz iglavcev, kajti burja je zimski veter in piha tedaj, ko je listnato drevje golo. Širina glavnih zaščitnih pasov mora biti po sovjetskih podatkih 10 do 12 metrov in mora obsegati pet do sedem vzporednih vrst. Razdalja med zaščitnimi pasovi mora znašati okoli 200 metrov. Vendar bo treba pri nas te sovjetske izkušnje še preveriti in ustrezno prikrojiti, kajti naša burja je povsem druge vrste veter, kakor veter na ozemlju Sovjetske zveze.

Pogoždovanje goličav ima še naslednjo problematiko: gozd potrebuje vodo! V zelo sušnih krajih, kjer vode že tako primanjkuje, potroši gozd še te borne zaloge vode in s tem še bolj suši okolico. Količina vode, ki jo gozd pridobi s tem, da jo ujame s svojimi krošnjami pri padavinah, v sušnih krajih ne more zadoščati potrebi vode po gozdu. Zato pogoždovanje v klimatsko sušnih območjih pri naša korist le tedaj, če sega talna voda precej visoko, tako da jo more gozd izkoriščati. Take primere nam kažejo oaze. Če pa ti pogoji niso dani, gozd ne more nič pomagati, marveč prej še poslabša položaj. — Na Poljskem so v območju vlažne klime ponekod izsekali gozd, ker so mislili s tem klimo izsušiti, namesto tega pa so nastala tam močvirja! Gozd je torej tu zmanjševal vodnost tal! Pri nas na Krasu je mnogo padavin in te bi zadostovale tako za gozd kot

za poljedelstvo, primanjkljaj ornice pa onemogoča prvo in drugo. Erozijska plodna zemlja je na Krasu zelo velika, ker jo povzroča močan dež pa tudi močan veter. Gozd bi preprečeval erozijo in bi pospešil nastanek novega humusa iz apnenca. Pogoždovanje Krasa ima torej pozitivne perspektive, vprašanje je le, kako zasaditi gozd v brezvodnem skalovju!?

Če gre samo za zaščito pred vetrom, na primer na Primorskem in na Krasu pred burjo, je mogoče pogoždovanje nadomestiti z zaščitnimi pasovi, in sicer s postavitvijo zaščitnih ograj. Za uspeh pa jamčijo le ograje, ki so približno enako visoke kot povprečno drevje. Odspodaj morajo biti ograje mnogo bolj propustne za veter, kakor odzgoraj. Medsebojna lega odprtih dveh vzporednih ograj mora biti razmeščena v šahovskem redu. Število in višina ograj, njihova medsebojna razdalja in drugo, je odvisno od kakovosti vetra in se določi s poizkusi na kraju samem.

Petnajsto poglavje

ANALIZA KLIME

Spoznali smo, da je vreme oziroma klima odločilnega pomena v poljedelstvu in gozdarstvu. Zato mora znanstveno poljedelstvo (in gozdarstvo), preden se odloči za to ali ono agrotehniko, analizirati vremenski faktor oziroma klimo. Beseda »analizirati« pomeni razčleniti neke veličine na enostavno osnovne sestavine, in tako spoznati tiste osnovne zakone, ki vežejo te veličine v mogočno zgradbo, imenovano »kolektiv«. Vreme posameznega dneva je spremenljiva veličina in zdi se, da se menja iz dneva v dan brez vsakega zakona, marveč kar tako po naključju. Sinoptično vremenoslovje, to je tisto, ki se ukvarja z napovedjo vremena, proučuje predvsem analizo vremenskih sprememb iz dneva v dan in tu »slučaj« preneha biti slučajnost, marveč se kaže zakonitost. — Vremenske spremembe so namreč v svojem bistvu od drugod »izposojena atmosferska glavica«, to je nekje nastajajo in odtod se ponujajo nam. Sinoptična meteorološka služba zasleduje z vremenskimi zemljevidi območja, kjer so se take spremembe »rodile« in kam potujejo; zato tudi morejo vnaprej predvideti vremensko spremembo pri nas. Vremenske napovedi še niso 100 %, ker se vremenske spremembe med svojim potovanjem zopet spreminjajo in jih je dokaj težko slediti. V bo-

dočnosti bodo umetni sateliti opazovali vreme na Zemlji, elektronski računski stroji pa bodo te podatke uporabljali za izdelavo prognoz; šele tedaj bodo prognoze 100 %. 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 primer, če se vzpenjamo v gore, opazimo dokaj 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 je na primer črna zemlja (črnozjom) rodovitna zemlja, ki se razvija le v sušnih območjih z dolgim, suhim in vročim poletjem, sivkasta zemlja (podzol) pa je zemlja, ki je precej izprana od dežja in je zato manj rodovitna. V tropskih krajih, kjer je mnogo dežja, hkrati pa je vedno visoka temperatura in kjer ni nikake zime, se razvija rodovitna rdeča zemlja — laterit. Ta zemlja namreč nastaja zaradi zelo intenzivnega delovanja kemizma rastlin in bakterij in zaradi obilice razkrojenega organskega materiala v prsti. Na Krasu se razvija v vrtačah tanka 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 posameznega dneva pa njegov elementarni delec. Učinek vremena posameznega dneva more biti izjemoma velik, na primer, 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 poljedelstvo mora prikazati ta kolektiv v taki luči, da omogoča osnovno orientacijo za agrotehnične ukrepe. Glavna metoda za analizo klime je statistika. Statistika se 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 mesečni aritmetični povpreček, iz katerega nastaja tudi letni aritmetični povpreček. Kaj je aritmetični povpreček, je verjetno bralcu znano, vendar bodi pripomnjeno, da je to vsota posameznih individualnih vrednosti, deljeno s številom teh individualnih vrednosti, to je $A = (a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n) : n$, kjer A pomeni aritmetični povpreček, a_1, a_2, a_3 itd. posamezne vrednosti, n pa število členov kolektiva. Agronomi in gozdarji, zlasti pri nas, se pogostokrat zadovoljujejo s tisto prvo stopnjo analize, to je z aritmetičnimi povprečki in po njih sodijo o kakovosti klime. Toda povpreček je abstraktna veličina, kar se vidi iz njegove definicije. Zato je tudi klima povprečkov zgolj abstraktna stvar! Povprečki morejo dati le možnost

za primerjavo različnih klim. Iz povprečnih temperatur se n. pr. vidi, kje je podnebje hladnejše, iz povprečnih padavin pa, kje je podnebje bolj mokro itd. Tudi letno razporedbo padavin ali temperatur moremo razbrati iz mesečnih povprečkov. Tako kaže mesečni temperaturni povpreček, 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, to je za kolektiv, ne pa za posamezna leta. Dejansko stanje temperatur in padavin se iz leta v leto bistveno loči od povprečka. Na osnovi povprečka so mnogi naši agronomi nasvetovali v letih 1946-48 umetno gnojenje šele v novembru, to je po jesenskem — večidel pa oktobrskem — deževju, da ne bi jesenski dež izpral gnojila. Toda ravno takrat jesenskega deževja ni bilo in je namesto njega nastopilo »zimsko deževje«. Dogaja se tudi, da traja jesensko deževje daleč v zimo brez vsakega presledka. Tudi nastop pomladi je iz leta v leto različen in povečini ne ustreza onemu, kar razberemo iz dolgoletnih povprečkov. Zato poljedelstvo v splošnem ne more izhajati s povprečki. Idealno bi bilo, če bi bila na razpolago nezmotljiva dolgoročna prognoza za čas od setve do žetve, toda to je stvar bodočnosti in smo bržkone še daleč od tega. Znanstveno poljedelstvo potrebuje globljo analizo podatkov, ki bi vedeli povedati mnogo več kakor povprečki. V ta namen označimo najprej skrajnji meji tistega okvira, v katerega so vključene vse neštete posamezne vrednosti, sestavljajoče naš kolektiv. Tako dobimo tako imenovane »absolutne ekstreme«. Pri temperaturi sta to najvišja in najnižja temperatura, opažena v vsej opazovalni dobi. Tako kažeta v Ljubljani temperaturna ekstrema — 31.5°C (na prostem) in 38.8°C . Pri padavinah imamo samo zgornji absolutni ekstrem, to je najvišja dnevna (mesečna) količina padavin, kajti najnižja dnevna količina je enaka ničli. V Ljubljani je absolutni dnevni ekstrem padavin 156 mm, ki je bil zabeležen 27. septembra 1926. Absolutni ekstremi še ne pomenijo, da se ne bodo nikoli pojavile še večje vrednosti, na primer v Ljubljani padavine nad 156 mm v enem dnevu ali mraz, še hujši od -31.5°C , vendar povedo, da so take vrednosti izjemno redke in se lahko tudi več ko 100 let ne pojavijo. Razliko med ekstremi imenujemo »osnovni interval«. V Ljubljani znaša temperaturni osnovni interval 60.3°C . Absolutni ekstremi sicer omogočajo grobo primerjavo različnih klim, vendar poljedelstvu ne morejo dosti pomagati.

Naslednji korak je analiza pogostnosti, ali kot temu pravijo znanstveniki »frekvence«. Frekvence določajo tudi »verjetnost«, in sicer z ulomkom, ki ima v števcu pogostnost tistih vrednosti v imenovalcu pa število vseh vrednosti skupaj. V Ljubljani n. pr. znaša

verjetnost dežja v juliju 12 : 31, kajti v juliju je povprečno 12 dni s padavinami. Za analizo frekvenc je treba osnovni interval, to je interval, ki ga določata absolutna ekstrema, deliti v ožje intervale, ki obsegajo neki del osnovnega intervala. Desetemu delu osnovnega intervala pravimo »decilij«, četrtemu delu »kvartilij« itd. Deciliji temperaturnega intervala v Ljubljani bodo: —31.5° do —25.6°, —25.5° do —19.6°, —19.5° do —14.6°, itd. Zdaj pa lahko seštejemo, koliko temperatur (ali drugih pojavov) je bilo v vsej opazovalni dobi, v prvem, drugem, tretjem itd. deceliju ali kvartiliju ali kakem drugem podintervalu itd. »Najbogatejši« podinterval pokaže, katere vrednosti so najpogostnejše. To pa so že važne informacije za poljedelstvo, kajti pogostnost ni več abstraktnost, marveč realnost. Pogostnost nekako nadomešča dolgoročno prognozo. Vendar je malo takih klim, kjer bi bila največja pogostnost izrazito zgoščena v nekem podintervalu. Večinoma je pogostnost neizrazito razpršena v večjem številu podintervalov in so samo intervali blizu ekstremov revni s številom pojavov. Razdelitev osnovnega intervala, to je razdalje med absolutnimi ekstremi na manjše podintervale, je povsem poljubna in si vsak analitik izbere tako razdelitev, kakršna se njemu zdi najbolj primerna. Tako je pri razdelitvi osnovnega intervala mogoče upoštevati širino posameznih manjših podintervalov, kot to narekujejo podatki sami. Pri nas se dokaj obnese razdelitev v podintervale po dve stopnji. Tako je (po Vujeviću) mogoče razdeliti najnižje jutranje temperature v Beogradu v marcu let 1936 do 1940 takole:

Temperature	Pogostnost
Od —10 do —8	1
od — 8 do —6	5
od — 6 do —4	2
od — 4 do —2	12
od — 2 do 0	18
od 0 do 2	22
od 2 do 4	28
od 4 do 6	23
od 6 do 8	19
od 8 do 10	12
od 10 do 12	9
od 12 do 14	2
od 14 do 16	1
od 16 do 18	1

Iz te tabele se vidi, da je pogostnost zgoščena v intervalu od 2 do 4 stopinj, vrednosti pa, ki se bližajo ekstremu, so vse bolj in bolj redke. Analiza pogostnosti je posebno važna za vprašanje spomladanskih pozeb. Tako n. pr. znaša 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 razdobje je treba določati glede na ožja časovna razdobja, kot so meseci; najpogostejše so to dekade (desetnevja) ali še bolj pentade (petnevja). Pojemanje verjetnosti mraza od prve do zadnje dekade maja se ne giblje linearno, marveč stopničasto. V ljubljanski kotlini je največja verjetnost mraza v drugi pentadi maja, to je med 6. in 10. majem; še ena enaka verjetnost se pojavlja v peti pentadi maja, to je med 21. in 25. majem. Vmes so pogostnosti mraza nižje. Cikcakasti potek verjetnosti temperaturnih dvigov ali padcev, ki je viden v ožjih časovnih intervalih, n. pr. v pentadah, se imenuje »singularitete«. Singularitete so znane tudi v padavinah in drugih meteoroloških elementih. Od tod so tudi 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 sčasoma spreminjajo in tiste, ki so veljale v prejšnjih desetletjih, zdaj ne veljajo več. Vse to je v zvezi s splošnim kolebanjem klime. Zaradi istega vzroka v zadnjem času kasnijo zime in pomladi. Iz tega sledi, da nam morajo za klimatsko analizo biti na voljo čim bolj novi podatki.

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. Tako je n. pr. zadetek v loteriji zgolj slučaj, kajti verjetnost zadetka je pri tem zelo majhna. Take slučajnosti nastopajo tudi v vremenoslovju, in sicer ob časovnem zaporedju meteoroloških elementov. S stališča sinoptične meteorologije pa to niso slučajnosti, marveč nujnost. Če je opazovanje prekratko, morejo taki pojavi, t. j. take slučajnosti, bistveno vplivati na rezultanto kolektiva, n. pr. na povprečke, najbolje pa na pogostnost. V zvezi s tem morejo nastati »lažnive« singularitete, to je cikcakasti potek teh ali onih meteoroloških elementov, ki pa pri nadaljnjem opazovanju izgine 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: $(a + 2b + c) : 4$, $(b + 2c + d) : 4$, $(c + 2d + e) : 4$ itd. Slučajnost je mogoče eliminirati tudi po formuli $(a + b + c) : 3$. Če ravnamo po prvi ali po drugi metodi, dobimo v obeh primerih tako imenovani oglajeni ali drsni potek zaporedja. Ta postopek nam omogoča, da ločimo prave singularitete od nepravih. Prave singularitete kljub ogladitvenemu postopku ne izgubijo svoje veljave, slučajne singularitete pa pri tem izginjajo. Vendar je eliminiranje slučajnosti 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. Prva pomeni razliko med vsako individualno vrednostjo in povprečkom, t. j. $d = a_i - A$. To nam pokaže, ali so individualne vrednosti previsoke ali prenizke. V prvem primeru so individualne vrednosti nad povprečkom, v drugem pod njim. Tako je bil n. pr. v Ljubljani najhladnejši mesec december 1879 s povprečno mesečno temperaturo -11.4° , kar je za 11.2° niže od stoletnega decemberskega povprečka; najtoplejši januar je bil v Ljubljani 1936 s povprečno temperaturo 4.9° , kar je za 7° više od stoletnega januarskega povprečka. — To sta torej ekstremna odklona ali deviaciji mesečnih temperatur v navedenih mesecih. Podobno moremo analizirati vsak posamezni mesec ali vsako posamezno dekada, pentado in celo vsak posamezni dan; tako dobimo ustrezne deviacije. Deviacija je za poljedelstvo važna: če jo zasledujemo zaporedno, vidimo, koliko se sedanje ali se je minulo vreme razlikovalo od povprečka. S tem pa moremo oceniti, koliko se bo glede na povpreček zakasnil ali pospešil vegetacijski razvoj. V deviaciji moramo tudi iskati vzrok, kadar se vegetacija razvija nenavadno, kadar je dobra ali slaba letina, dober ali slab sadni pridelek itd.

Drugi omenjeni pojem, t. j. standardna deviacija, pa je nekaj drugega. Če kvadriramo vse posamezne odklone, nato te kvadrate seštejemo in vsoto delimo s številom kvadratnih členov, dobimo povprečno kvadratno deviacijo. Kvadratni koren iz povprečne kvadratne deviacije pa nam daje standardno deviacijo! Standardna deviacija je torej

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

Kakor že omenjeno, je standardna deviacija zelo pomembna, to pa zaradi dveh razlogov: 1. zaradi poudarka močnejših odklonov pred šibkejšimi, s čimer bolj izstopa spremenljivost posameznih členov kolektiva (v našem primeru večja nestalnost klime) in 2. zaradi

povezave z drugimi statističnimi kriteriji. Standardna deviacija v prvi vrsti kontrolira veljavnost povprečka: če je povpreček ugotovljen na osnovi prekratke opazovalne dobe, ima tu premočan vpliv že omenjena slučajnost. Standardna deviacija pa pove, v kakšnih mejah se giblje pravi, to je dolgoletni povpreček, kjer so se slučajnosti med seboj kompenzirale. V ta namen se priporoča izračunavanje standardne deviacije za razdobje, krajše od deset let, po formuli:

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

ta način daje standardni deviaciji nekoliko večjo vrednost, kot bi jo imela po osnovni definiciji. — Ta postopek ni samovoljen, marveč sledi iz verjetnostnega računa. Če pomnožimo standardno deviacijo s koeficientom 0,6745 (to je tako imenovani Fechnerjev koeficient), dobimo »verjetnostno napako«. Verjetnostna napaka nakaže interval, v katerem leži pravi, t. j. dolgoletni povpreček. Verjetnostna napaka pojema z rastočo dolžino opazovanj, in sicer po formuli:

$$V = V_1 : \sqrt{n},$$

kjer V pomeni verjetnostno napako dolgega razdobja, V_1 verjetnostno napako krajšega razdobja, n pa število krajših razdobj v dolgem razdobju. N. pr.: če znaša verjetnostna napaka povprečne mesečne temperature desetletne dobe $\pm 2^\circ \text{C}$, se bo pri štiridesetletnem povprečku znižala na $\pm 1^\circ \text{C}$, a pri devetdesetletni dobi na $\pm 2/3^\circ \text{C}$ itd. Kakor se vidi iz tega preudarjanja, aritmetični povpreček nikoli ni popolnoma realen, marveč se vpliv naključja še vedno pozna, četudi gremo z opazovalnimi dobami poljubno daleč. Sicer se v našem zgornjem primeru, t. j. pri verjetnostni napaki desetletnega povprečka $\pm 2^\circ \text{C}$, ta zmanjša pri štiristoletni dobi na $0,1^\circ \text{C}$, to je na vrednost, ki jo doseže natančnost opazovanj (temperaturo opazujemo z natančnostjo do $0,1^\circ$). V tem primeru bi dala doba 400 let popolnoma natančen 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. Naj bo tako ali drugače standardna deviacija nam govori o zanesljivosti naših povprečkov oziroma o nestalnosti klim. Drugače moremo kvaliteto povprečka kontrolirati še s teoremom francoskega matematika Cornuja: če sledi razporedba odklonov od povprečka tako imenovani »slučajni razpršitvi«, velja enačba: $2 S^2 : d^2 = \pi = 3,14159 \dots$, kjer S pomeni standardno deviacijo, d pa povprečno osnovno deviacijo absolutno vzetih odklonov, t. j. $d = |d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n| : n$. Dolgoletni povprečki temperature tem pogojem ustrezajo,

saj imamo za stoletni januarski povpreček v Ljubljani $2S^2 : d^2 = 3,1$, na Dunaju 3,1, v Parizu 3,2 itd. Tudi povprečki krajših razdobj morejo tem pogojem ustrezati: v Ljubljani je januarski povpreček za razdobje 1941—1950 imel po Cornujevem teoremu 3,1; v nasprotju s tem povpreček za razdobje 1951—1960 ne ustreza teoremu Cornuja, ker ima relacijo 3,5. To dokazuje, da v razdobju 1951—1960 še ni bilo take razpršitve odklonov, kot to sledi iz slučajne razpršitve po Gaussovem verjetnostnem računu. Iz tega je mogoče povzeti, da je povpreček za dobo 1951—1960 slab in ne ustreza dolgoletnemu povprečku. Dejansko znaša povpreček za dobo 1851—1960 —2,1, za dobo 1951—1960 pa le —1,4.

Standardna deviacija oziroma verjetnostna napaka omogoča tudi ugotovitev klimatskih kolebanj: če se pojavi v kakem desetletju tak povpreček, ki se odmika od dolgoletnega povprečka mnogo bolj, kot to dovoljuje verjetnostna napaka, imamo verjetno opraviti s klimatsko spremembo.

Pojem elementarne in standardne deviacije daje možnost izračunavanja tako imenovanih korelacij. 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, podobnosti med obema zaporedjema ni. Najbolj preprosto se korelacija izračuna tako: izračunamo povprečka zaporedja a in zaporedja b, nato sestavimo nova zaporedja, ki pomenijo odklone posameznih elementov od svojih povprečkov. Naj bodo taki odkloni v zaporedju a označeni z x, v zaporedju b pa z y. Tedaj imamo:

Zaporedje a:	Zaporedje b:	Nato množimo vsak X z ustreznim Y; produkte seštejemo. Vsoto tako seštetih produktov vnesemo v števec. Števec bo tedaj takle:
X_1	Y_1	$X_1Y_1 + X_2Y_2 + X_3Y_3 + \dots X_nY_n$
X_2	Y_2	
X_3	Y_3	
.	.	
.	.	
X_n	Y_n	

Imenovalec ulomka pa dobimo takole: kvadriramo vsako posamezno deviacijo obeh zaporedij, seštejemo njihovo vsoto in dobimo:

$$S_x = \sqrt{X_1^2 + X_2^2 + \dots X_n^2} \text{ in } S_y = \sqrt{Y_1^2 + Y_2^2 + \dots Y_n^2}.$$

Produkt $S_x \cdot S_y$ = imenovalec korelacije. Korelacija (korelacijski koeficient) dobi torej izraz:

$$r = \frac{(X_1Y_1 + X_2Y_2 + \dots + X_nY_n)}{\sqrt{(X_1^2 + X_2^2 + \dots + X_n^2)} \cdot \sqrt{(Y_1^2 + Y_2^2 + \dots + Y_n^2)}}.$$

Korelacijo kontroliramo s Fechnerjevo formulo, ki se izraža tako:

$$F = 0,6754 \cdot \sqrt{(1 - r^2) : n};$$

tu pomeni F verjetnostno napako korelacije, r korelacijo samo, n pa število členov enega samega zaporedja, iz katerega je bila sestavljena korelacija. Če znaša korelacija trikratno vrednost F ali več, potem je dobra, če pa je korelacija manjša od tri F , je nezanesljiva ali slaba. Korelacija ima v praksi veliko vlogo: če n. pr. domnevamo, da obstoji zveza med nekimi pojavi, n. pr. med medenjem hoje in sončno aktivnostjo, kar trdijo čebelarji, potem korelacija konkretno pokaže, ali je ta domneva pravilna ali ne. Korelacija omogoča znanstvenikom kontrolo njihovih domnev in daje dokaz o pravilnosti domneve. N. pr.: domnevalo se je, da obstoji zveza med decembrskim zračnim pritiskom v zahodni Sibiriji in januarsko temperaturo v Ljubljani. Korelacijski koeficient obeh zaporedij znaša 0,70, verjetnostna napaka pa 0,11, kar je potrdilo omenjeno domnevo.

Kvadratna deviacija omogoča kontrolo homogenosti klimatoloških opazovanj: če n. 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 (n. 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 $B = (d_1 - d_2)^2 + (d_2 - d_3)^2 + \dots + (d_{n-1} - d_n)^2$. Tako more biti, če so podatki homogeni, $2A : B = 1 \pm 1 : \sqrt{n}$, kjer n pomeni število (množino) členov d . Ta kriterij homogenosti je postavil matematik E. Abé.

Tovrstni poizkus med Ljubljano in Zagrebom je dal odnos pri zimskih temperaturah 3,37, kar znatno prekaša pogoje v Abéjevem 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	0,25	
				<u> </u>	B = 14,64
				A = 24,68	

$$\frac{2A}{B} = \frac{14,64}{49,36} = 3,37.$$

Metoda klimatske analize more uporabljati vse, kar nudi tako imenovana matematična ali variacijska statistika, vendar za praktične potrebe večinoma zadostujejo elementarnejši prijemi. Tako n. pr. za klasifikacijo klime zadostujejo nekateri empirični obrazci. Thornthwaitov tovrstni obrazec smo že prej videli, tu pa bi navedel še Langov obrazec, ki se tudi imenuje »Langov pluviometriški koeficient:

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

kjer K pomeni Langov koeficient, P letno količino padavin v milimetrih, $(t > 0^{\circ})$ 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 do 40	polpuščave
od 40 do 60	stepe in savane
od 60 do 100	grmovje in nizki gozd
od 100 do 160	gozdovi in pragozdovi
nad 160	močvirje.

V Ljubljani znaša Langov koeficient 150, kar pomeni, da leži v območju »močnih gozdov«, v Beogradu znaša 57 in kaže na stepsko

klimo, v Skoplju znaša 39 in že meji na pol na puščavo. Pripomniti je treba, da daje Thornthwaitov klimatski koeficient za naše kraje premokro klimo, Langov pa presuho, razen za Slovenijo. Morda bi kazalo preizkusiti kombinacijo obeh metod in napraviti povpreček?!

ZAKLJUČEK

Iz te knjige smo na kratko spoznali znanstvena načela in metode poljedelske meteorologije. Iz tega je razvidno, da znanstveno poljedelstvo (in gozdarstvo) ne more izhajati brez meteoroloških podatkov in meteoroloških meritev. Pri tem se poljedelstvo opira tako na statistične metode, ki predočujejo klimatologijo kot na eksperimentalne in teoretične metode, ki sodijo v ožjo meteorologijo. Knjiga je poljudno-znanstvena in zato ni mogla obravnavati nadrobnosti; vendar pa je za to témo obilna strokovna literatura.



Vital Manohin

POLJEDELSKO VREMENOSLOVJE

Opremil
Jakob Bazelj

Založila
Državna založba Slovenije

Za založbo
Ivan Bratko

Tisk
Časopisnega podjetja »Celjski tisk«
Celje 1961

NARODNA IN UNIVERZITETNA
KNJIŽNICA



SS1803

