



Dnevni i godišnji period kiše u Zagrebu.

Napisao

Dr. Stjepan Škreb.

Primljeno u sjednici matematičko-prirodoslovnoga razreda Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti 1. marta 1928.

I. Uvod.

1. Materijal.

Pod natpisom „Klima grada Zagreba“ obradio je A. Mohorovičić u 131. knjizi „Rada“ mjerjenje kiše u Zagrebu od god. 1862. do 1895., t. j. 35 godina izravnog motrenja, a ujedno je publicirao 3 godine registracije. Kako je broj godina registracije uarastao na preko 30, a izravnog motrenja na 65, potrebno je, da se iz toga daleko potpunijeg materijala nađu rezultati, koji se god. 1895. nisu mogli dati. Glavna je važnost u spomenutoj publikaciji položena na istraživanje sekularne varijacije, dok je godišnjem periodu priklonjena manja pažnja, a dnevni se iz 3 godine i nije mogao pokazati. Motrenja, koja služe podlogom ovoj raspravi, nastavak su spomenutih motrenja i jednako su homogena, koliko to uopće mogu biti dulji nizovi, gdje se motrioci mijenjaju. Kišomjer za direktno mjerjenje kao i registrirajući aparat stoji i danas na istom mjestu, kako je u spomenutoj publikaciji navedeno i narisano, jedino je registrirajući aparat promijenjen god. 1905., kad je mjesto Usteri-Reinacherova sistema postavljen Hellmann-Fuess za kišu i posebni za snijeg. No kako su registracije svih aparata uvijek savjesno reducirane na vrijednosti izmјene u kišomjeru, to ta promjena mehanizma, koji registrira, ne čini nikakve promjene u množini i podjeli kiše.

Važnija je promjena u tom, da je do konca god. 1908. očitana satna množina kiše s iluzornom točnošću od 0,05 mm — kako se uopće u starije doba u meteorološkom motrenju pretjriovalo u fiktivnoj točnosti, — a od početka godine 1909. s točnošću

od 0,1 mm. Kako je međutim ta razdioba najmanjih količina na pojedine sate osobito zimi kod slabog snijega i onako dosta proizvoljna i često više upućena na direktna motrenja, kad je sniježilo, negoli na registraciju, to bi se jedino broj sati mogao tim načinom promijeniti. Ali nema u broju sati do i od god. 1909. znatne razlike.¹ U 30-godišnjim su satnim sumama te stotinke milimetara tako izravnane, da se time mjesecna suma nije nigdje promijenila. Kako su 15 godina čitane registracije na 0,05 mm (1894—1908), a 15 godina (1909—1923) na 0,1, to je tim razlika u srednjim vrijednostima donekle izravnana, koliko bi uopće opstojala.

Za podlogu istraživanja dnevног perioda uzete su registracije od 1894. do 1923., t.j. 30 godina. Moglo se uzeti još do 1926., t.j. 33 godine, no kako se tim ne postizava veća sigurnost srednjih vrijednosti, to je uzet okrugli broj godina, kako je to običaj kod klimatskih izrađivanja. Za godišnji su period uzeta sva izravna mjerena od 1862.—1926., t.j. 65 godina.

2. Srednje vrijednosti.

Dnevni se i godišnji period kiše prikazuje redovno tako, da se za prikaz dnevnog perioda kiše nađu srednje vrijednosti kiše za svaki sat u pojedinom mjesecu, a za prikaz godišnjeg perioda srednje vrijednosti za svaki mjesec iz cijelog niza motrenja. Tako dobivene srednje vrijednosti isporeduju se raznim metodama, iz kojih se vide promjene kroz dan (po pojedinim satima) i kroz godinu (po pojedinim mjesecima). Osnova je dakle tom prikazivanju periodiciteta srednja vrijednost ili aritmetička sredina pojedinog niza brojeva, dobivenog motrenjem. Kako još ni danas u meteorologiji, na žalost, nema jasnoće u shvaćanju tih srednjih vrijednosti, treba da se ovdje ukratko tim zabavimo, jer od toga zavisi način obrade i značenje rezultata.

U statističkim je naukama uopće običaj, da se za izvjesni niz mjerena neke promjenljive pojave uzme kao zamjena ili reprezentant niza jedan jedini broj, koji se dobije tako, da se podaci svih tih mjerena zbroje i razdjeli s brojem tih motrenja, t.j. da se niz brojeva zamjeni s njihovom aritmetičkom sredinom. Potreba zamjenjivanja niza brojeva s jednim brojem, koji bi nekako sadržavao bitna svojstva cijelog niza, potječe odatle, što je nemoguće

¹ Razlika u zbroju iznosi 5%, a kako je i broj dana nešto manji, a suma kiše veća, to se ne da konstatirati utjecaj promjene točnosti čitanja, osobito jer su se u drugom dijelu od god. 1909. mijenjali motrioci.

pregledati velike nizove brojeva, pa bi bio gubitak vremena i rad mnogo veći, kad bismo se sa svakim pojedinim brojem zabavili. Zato se traži [noki poprečni, prosječni, srednji broj, da se „udu-ture“ karakterizira niz. Ta je potreba razumljiva, ali da se ona mora zadovoljiti na taj način, da se suma svih brojeva razdjeli s brojem mjerenja, za taj postupak nema absolutno nikakvog dubljeg razloga osim „komoditeta“. Aritmetička se sredina dà uvijek s povolnjom „točnošću“, bez muke, mehanički, izračunati, i dobije se jedan sasvim određeni „točni“ broj, koji se može s drugim isporučivati povoljnim metodama. Mjesto t. zv. aritmetičke sredine mogla bi se s istim pravom, ali s manje „komoditeta“ upotrebiti geometrička ili harmonička sredina, ili bilo koja mu draga druga „kombinacija“ danih vrijednosti, ili bi se u većem nizu mogla kao zamjena uzeti ona veličina, koja se po broju motrenja, poređanih po veličini, nalazi u sredini, odnosno ako nisu svi brojevi različni, onaj, koji najčešće dolazi, i t. d.

Aritmetička je sredina prema tome samo običajem i komoditetom stekla gradansko pravo, ali nema absolutno nikakvog fizikalnog ni logičnog drugog opravданja.

U meteorologiji se redovno radi o nizovima motrenja jednog elementa, dobivenih na jednom određenom mjestu u razno doba dana ili godine. Iz iskustva znamo, da tako dobiveni mjerni brojevi ne mogu postići kojegod povoljniju brojnu vrijednost, već da se drže u izvjesnim, ako i dosta širokim granicama, t. j. da „rasap“ (Streuung) tih brojeva nije beskonačan. No i u tim određenim granicama ne dolaze svi brojevi jednakо često, već je njihova „čestina“ (crebritas, Häufigkeit) različita. Ako možemo pretpostaviti, da za svaku veličinu opstoji određena čestina, koja se za malu promjenu veličine i malo mijenja, to možemo iz „dovoljno“ dugog niza brojeva odrediti za svaku veličinu tu čestinu i prikazati u „krivulji čestinā“ (Häufigkeitskurve, Verteilungskurve) kao funkciju veličine; po Brunsu² metodu pak možemo naći za to i analitičku funkciju, tako da je čestina y prikazana kao funkcija veličine x . Tu nam $y = f(x)$ daje za svaku veličinu x njenu relativnu čestinu y , a tim je upravo klima pojedinog kraja karakterizirana. Kako egzaktna motrenja meteoroloških ele-

¹ Tu je riječ upotrebio prvi Poincaré (Wissenschaft und Hypothese, str. 102.) za definiciju razlike geometrija, no taj je pojam vrlo blizu Machovoj „ekonomiji mišljenja“, a u vezi jo i s „općom tromosti“, koju Newton postulira za svu materiju.

² H. Bruns: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kollektivmasslehre. Teubner 1906.

menata ne traju još ni 100 godina, a rasap je za pojedini elemenat razmjerno velik, to nisu krivulje čestina meteoroloških elemenata uopće točnije poznate. Nešto pokušaja, što je učinjeno, stoji na žalost pod utjecajem teorije pogrešaka po Gaussu, a zapinje nizove motrenja na Prokrustovu postelju simetrične razdiobe, kakova je Gaussova krivulja čestine t. zv. slučajnih pogrešaka, gdje se pretpostavlja, da je aritmetička sredina svih mjerjenja ujedno najčešća, dakle „najvjerojatnija“ vrijednost. To može biti opravdano kod ponovnoga mjerjenja jedne iste fizikalne veličine, no nema smisla kod niza motrenja t. zv. kolektivnih pojava (Kollektivgegenstand). Fechner je prvi pokazao, da pretpostavka o simetriji svake krivulje čestine u prirodi nema smisla, i osnovao „Kollektivmasslehre“, ali ta se nikako ne može da proširi. Dogma o simetričkoj razbiobi pojavā veoma je uvriježena, jer je „autromorfna“, „trotzdem sich dafür — nebenbei bemerkt selbst im Gebiete der Beobachtungsfehler — weder ein logischer noch ein empirischer noch ein praktischer Zwangsgrund bei bringen liess“.¹

Kad nam je krivulja čestine određenog meteorološkog elementa dana, onda je tim i aritmetička sredina svih mjerjenja geometrički određena kao apscisa težišta plohe, što je zatvara krivulja čestine i os apscisa.²

To je jedini način, kako možemo tu „poprečnu“ ili „srednju vrijednost“ (Mittel, moyen, mean), koja je danas tako reći početak i konac svake klimatologije a i meteorologije, nekako definirati kao veličinu, koja je prirodnim pojavama bar geometrički određena, a nije samo „komotna“ računska veličina. No tu krivulju čestine (koja je grafički prikaz funkcije čestine) odnosno „srednju vrijednost“ možemo samo onda ispravno dati, ako opstoji po Brunsu „gleichmäßige Erschöpfung gleichmöglicher Fälle“, t. j. da je u granicama mogućega rasapa svaka veličina prema svojoj čestini zaista i motrena. Za jednaku čestinu svih veličina, koje mogu doći, daje de Moivreov problem u računu vjerojatnosti vjerojatnost, da suma (odnosno srednja vrijednost) od n brojeva bude s ; za nejednaku čestinu, danu analitički izrazom $y = f(x)$, nije riješen jednak matematički problem, zato ne bismo mogli odrediti „vjerojatnost“ ili „sigurnost“ srednje vrijednosti od n motrenja ni onda, kad bi nam funkcija čestine bila a priori poznata. Prema tome mi danas nismo kadri reći za neku srednju vrijednost bilo

¹ Bruns I. c. str. 109.

² R. v. Mises Jahresbericht der math. Vereinig. 1912, Heft 1.



kojeg elementa, hoće li se daljim motrenjima znatno promijeniti ili ne će. Jedino računski slijedi iz načina računanja srednje vrijednosti, da s rastućim brojem motrenja n pada utjecaj daljeg motrenja, jer dolazi u srednjak svojim $(n+1)$ -vim dijelom. Koja je vjerojatnost, da će se manje ili više i u kojim granicama razlikovati srednja vrijednost od n godina od „prave“ srednje vrijednosti i slične kombinacije, nismo kadri odrediti ni za jedan n , osim $n = 1$, što odgovara samom nizu, gdje je „vjerojatnost“ svakog motrenja dana kao relativna čestina u tom nizu, a diferencija od susjednih vrijednosti kao promjenljivost te veličine.

Iz ovoga se kratkog prikaza vidi, da porед neprestane upotrebe srednjih vrijednosti u meteorologiji i klimatologiji ipak još nisu ni osnovni pojmovi ni matematičke metode raščišćene i općeno prihvaćene.

3. Isporedivost.

Još nam se valja taknuti pitanja isporedivosti srednjih vrijednosti, dobivenih ili iz niza motrenja na istom mjestu u razno vrijeme, ili na raznim mjestima u isto vrijeme. Iz fizikalne je prakse jasno, da su isporedive samo one veličine, koje su jednake točnosti, t. j. da su granice, u kojima su te veličine nesigurne, dakle u kojima bi se mogle mijenjati daljim mjeranjima, podjednake.

Ako je na pr. u dva razdaleka mjesta jedne godine pala na milimetar jednak množina kiše, ne izlazi iz toga zaključak, da je uopće godišnja množina kiše u ta dva mjesta jednak, jer može daljih godina pasti u jednom mjestu nekoliko puta veća množina kiše. Jednako ne ćemo smjeti isporedivati na pr. mjerjenje od samo jedne godine sa srednjom vrijednosti od 30 godina, jer im je „sigurnost“ vrlo različna. Dok je kod jednogodišnjeg mjerjenja velika vjerojatnost promjene i do 300%, to kod 30-godišnje poprečne vrijednosti nije vjerojatna promjena ni za 10% daljim mjeranjima. Iz takvih dvaju ili više brojeva ne možemo prema tome stvarati „klimatološke“ zaključke, jer ti mogu daljim motrenjem postati sasvim krivi, kontradiktorni prema faktičnim odnošajima. Bez dubljih je matematičkih studija jasno, da je promjenljivost svake srednje vrijednosti iz određenog broja godina motrenja to veća (a sigurnost to manja), što je „rasap“ tih vrijednosti u prirodi veći.

Uzmimo kao primjer satne množine kiše mjerene kroz 30 godina u Zagrebu. Dok u siječnju nije kroz 30 godina nikada u jednom satu palo više od 6 mm kiše, pa je „cijelo područje ra-

sapa" od 0,1 do 6,0 mm, to je u svibnju palo 40 mm, pa je rasap satnih množina u svibnju gotovo 7 puta veći nego u siječnju; zato će za satne množine u siječnju u mnogo kraće vrijeme biti zadovoljen uvjet: „gleichmässige Erschöpfung gleichmöglicher Fälle“, negoli u svibnju, ili s drugim riječima, da se dobije srednja vrijednost jednakog sigurnosti ili jednakog promjenljivosti, trebat će u svibnju nerazmijerno više motrenja nego u siječnju.

Hann¹ uzima na temelju Gaussove krivulje čestine slučajnih pogrešaka (po Fechneru), da je proujenljivost srednje vrijednosti obrnuto razmjerna s drugim korijenom iz broja motrenja, odnosno iz $2n - 1$, gdje je n broj motrenja, a upravno razmjerna sa srednjom diferencijom od aritmetičke sredine, što se zove srednjim otklonom. Gaussova krivulja čestine slučajnih pogrešaka ima jedan maksimum, a to je srednja vrijednost, i onda čestina naglo pada simetrično prema manjim i većim vrijednostima argumenta.

Satne množine kiše ne dadu se u taj kalup stisnuti, jer je čestina najveća kod najmanjih množina. Uzmimo na pr. siječanj s najmanjim rasapom, to imamo u 30 godina zabilježeno 2.540 satnih množina. Njihova je čestina (u grupama po pô milimetra do 5,0, dalje po cijeli milimetar) ovaka:

Množina	0,1—0,4	0,5—0,9	1,0—1,4	1,5—1,9	2,0—2,4	2,5—2,9	
Čestina	1541	520	235	104	54	36	
u %	60,7	20,5	9,2	4,1	2,1	1,4	
Množina	3,0—3,4	3,5—3,9	4,0—4,4	4,5—4,9	5,0—5,9	6,0—6,9	Svega
Čestina	13	15	6	7	7	2	2.540
u %	0,5	0,6	0,2	0,3	0,3	0,1	100,0

Krivulja je čestine satnih množina eksponencijalna i može se prikazati u raznim analitičkim formama, koje nemaju daljeg značenja. No ovdje se nikako ne da primijeniti Hann-Fechnerov način izračunavanja „točnosti“ srednje vrijednosti. Jedini je kriterij, koji bi se mogao uzeti, monotono padanje čestine. Ni taj uvjet nije ispunjen, jer je za grupu 3,5—3,9 veća čestina (15) nego za prednju 3,0—3,4 (13); isto je tako za grupu 4,5—4,9 veća nego za 4,0—4,4. Kad su takove prilike kod svih sati u jednom mjesecu, jasno je, da će za pojedini sat u mjesecu još manje biti čestine izjednačene, odnosno ispunjen uvjet jednakog iscrpenja jednakog vjerojatnosti.

¹ Hann-Süring: Lehrbuch der Meteorologie. IV Aufl. Tauchnitz 1926, str. 112.

Pogledamo li još kolovoz s najvećim intensitetom (najvećom srednjom satnom množinom) od 1,56 mm, to je rasap čestine od 1538 sati s kišom, što ih je bilo u 30 godina u kolovozu:

Množina	0,1—0,4	0,5—0,9	1,0—1,4	1,5—1,9	2,0—2,4	2,5—2,9
Čestina	668	255	155	78	71	52
%	43,2	16,6	10,1	5,1	4,6	3,4
Množina	3,0—3,4	3,5—3,9	4,0—4,4	4,5—4,9	5,0—5,9	6,0—6,9
Čestina	54	32	28	21	32	36
%	3,5	2,1	1,8	1,4	2,1	2,3
Množina	7,0—7,9	8,0—8,9	9,0—9,9	10,0—14,0	15,0—19,0	20,0—24,9
Čestina	17	10	5	17	5	—
%	1,1	0,6	0,3	1,1	0,3	
Množina	25,0—29,9	> 30,0	Svega			
Čestina	1	1	1,538			
%	0,1	0,1	100,0			

Poredba pokazuje, koliko je veći rasap satnih množina kiše u kolovozu kraj znatno manjeg broja sati, stoga je i srednja vrijednost satne množine u kolovozu mnogo manje sigurna negoli u siječnju. Dnevni period, izražen u srednjim vrijednostima satnih množina za svaki sat, bit će po tome u kolovozu znatno manje siguran.

Iz ovoga se prikaza jasno vidi, da je 30 godina motrenja satnih množina kiše premalo, da bi se s velikom sigurnošću mogao odrediti dnevni period za pojedini mjesec po pojedinim satima. Da se poveća sigurnost pojedine srednje satne množine povećanjem broja motrenja, grupiraju se motrenja na dva načina: Ili se uzme više sati zajedno, tako da se dnevni period ne daje s 24 jednosatne množine, nego s 12 dvosatnih ili 8 trosatnih. Te veličine nijesu onda direktno isporedive ni s jednim drugim meteorološkim elementom, koji se očitava od sata do sata. Drugi je način, da se grupira više mjeseci u godišnja doba, pa se tim isto tako broj motrenja za svaki sat poveća. Tim se ujedno izbjegne suviše detaljnog raščlanjavanju veličine, za koju treba tek dokazati da ima uopće dnevni period, pa čemo se tim načinom služiti.

II. Dnevni period kiše.

4. Način prikazivanja i točnost motrenja.

Za većinu je meteoroloških elemenata, na pr. za pritisak zraka, temperaturu, vlagu i t. d., određivanje srednjega dnevnog perioda razumljivo toliko, što su svi elementi kontinuirani i imaju svaki

dan neku dnevnu promjenu. Ta promjena nije svaki dan jednaka, mijenja se periodički i neperiodički, ali je vezana baš na trajanje jednog sunčanog dana. U meteorološkoj praksi očitavaju se iz tih kontinuiranih registracija vrijednosti elementa u svaki puni sat srednjeg lokalnog sunčanog vremena. Ove se vrijednosti spoje u srednje vrijednosti po satima i mjesecima; tim se dobiva dnevni i t. d. period. Kod kiše su prilike sasvim drukčije. Kiša nije kontinuirani elemenat, koji bi u svakom satu imao neku određenu veličinu, već se u sasvim nepravilnim razmacima javlja. Osim toga se kod kiše ne određuju veličine, koje opstoje baš u puni sat, već se sumira sve, što je palo vode do punog sata. Kako početak i svršetak kiše ne zavisi od razdiobe dana, to je ovako dijeljenje množine kiše sasvim svojevoljno.

Ali kiša nije uopće neki samostalan meteorološki elemenat, već je „slučajna“ nuspojava kod vertikalnog gibanja atmosfere, ako ova sadržava dovoljno vodene pare. Primarni su elementi svakako vertikalno gibanje, apsolutna vlaga i temperatura. Zavisnost od pritiska pare nađena je kvantitativno u godišnjem periodu (vidi stranu 30); u dnevnom neće biti tako kvantitativna, ali i tu je jasna. U 30 je godina bilo u svemu sati, u kojima je kišilo, 28.436, po tom je općenita srednja vjerojatnost, da će u Zagrebu kišiti tek svaki deveti sat (9,4), odnosno vjerojatnost, da će ovaj sat kišiti 0,108. U tih 28.436 kišnih sati palo je u svemu 26.832,5 mm vode, pa je zato srednja vjerojatnost, da će u jednom kišnom satu pasti množina od 0,94 mm vode. Dnevni period kiše ima tri elementa:

- I. Množina vode, što je pala u svakom satu (po mjesecima) u mm.
 - II. Čestina kiše u neki određeni sat u danu (po mjesecima), izražena brojem sati s kišom.
 - III. Satni intensitet kiše u pojedinom satu, koji se dobiva dijelom brojeva pod I. s brojevima pod II. za isto razdoblje.
- I. Množina kiše za pojedini sat u mjesecu može se izraziti:
1. kao zbroj svih množina palih u određenom satu i mjesecu za vrijeme motrenja (ti su brojevi dani na kraju u tabeli);
 2. kao srednja vrijednost satne množine, t. j. gornja suma razdijeljena sa brojem godina motrenja;
 3. u procentima ili promilima od mješevne sume. Svaka se srednja satna množina izražava kao dio srednje mješevne sume.

Ove su dvije veličine (pod 2. i 3.) navedene u tekstu.



II. Broj sati s kišom može se na ista tri načina izraziti.

III. Satni i dnevni intensitet dobiva se diobom nizova I 1. i II 1., a izražava se redovno samo u mm po satu ili danu; mogao bi se još izraziti i u procentima od srednjeg intensiteta, ali nije običajno.

Način sakupljanja i mjerjenja množine kiše daje samo mogućnost, da su pojedine izmjerene množine nešto premalene, te će prema tome cijela suma biti nešto premalena, i to iz dva razloga: 1. što jedan dio ispari i 2. što jedan dio ostane u posudi kišomjera kao tanka prevlaka posude i ne da se prelit u čašu za mjerjenje. Te su množine neodredene, ali i nezatne i u dugom se nizu godina za razna mjesta u istom klimatskom području izjednače, tako da tim isporedivost podatka nije umanjena.

Način određivanja sati s kišom pokazuje jasno, da se tim dobiva kudikamo previše „sati s kišom“, jer se svaki sat, u kojem je ubilježeno bar 0,1 mm kiše, računa kao puni sat s kišom bez obzira na to, da li je padala 1 ili 60 minuta.

Trajanje kiše izraženo u satima kao najmanjim jedinicama prema tome je znatno preveliko, pa se čini, kao da „satni intensitet“ uprće nema smisla. No kako su varijacije početka i kraja kiše bezuvjetno sasvim slučajne, t. j. nema nijednog „argumentum rationis sufficientis“, koji bi činio vjerojatnim, da će kiša radije početi ili prestati u četvrt negoli u pô nekog sata, ili radije u tri četvrti negoli u puni sat, to će jedan kišni sat u velikom nizu „kiša“ odgovarati određenom broju minuta, no nikako 60. Ako pretpostavimo, da je sprijed spomenutu uvjet „jednakog iscrpanja jednako vjerojatnih slučajeva“ potpuno zadovoljen, to bi u ovom slučaju značilo, da je jednako mnogo puta počela ili prestala kiša u na pr. 6^h 59^m kao i 6^h 58^m, 6^h 57^m i t. d. do 6^h 01^m, a svaka od tih kiša u satu od 6^h—7^h vrijedi kao puni sat kiše, ako je dala bar 0,1 mm množine. Ako je po tom trajanje kiše od punog sata, dakle 60 minuta, isto tako često kao i trajanje od 59,58 i t. d. do 1 minute (i manje, ako je palo 0,1 mm), to bi srednja vrijednost svega bilo trajanje od 30 minuta, t. j. pola sata. Prema tome bi svaki „sat s kišom“ vrijedio u dugom nizu motrenja efektivno za pô sata, t. j. faktor pretvorbe izračunanog intensiteta upravo bio bi 2. Tako je našao Sprung¹ vrijednost kišnog sata s 0,502 sata vremena, no iz pre malo motrenja.

¹ Hann-Süring, str. 337.

Krivulja čestine trajanja kiše nije pravac, već isto tako eksponentijalna krivulja, kako smo za množine kiše vidjeli, pa će srednja vrijednost kišnog sata biti vjerojatno nešto manja od 0,5. Tim se najvažniji dio predašnjeg zaključka ne mijenja, da je faktor redukcije izračunanog i „pravog“ intensiteta klimatička konstanta, koja je baš toliko promjenljiva, koliko i sam intensitet. Zbog toga nije potrebno, da izračunani satni intensitet množimo bilo kojim faktorom, jer kao srednja vrijednost i onako ne odgovara nekom određenom mjerenu, već je samo zamjena za nizove brojeva. Glavni uvjet isporedivosti sa susjednim motrenjima nije tim oštećen, pretpostavljajući „dovoljno“ dugi niz motrena.

Povećanje srednje množine kiše u pojedinom satu može nastati na dva načina: ili da se uz jednak satni intensitet poveća čestina kiše, t. j. broj sati, ili da se uz jednak broj sati poveća intensitet. Na jednakе načine nastaje i smanjenje, pa kombinacijom tih dvaju načina nastaju promjene, što čine „dnevni period“ množine kiše. Za to moramo isporedovati broj sati i intensitet s promjenom množine. Dakako spomenuta su dva načina u biti vrlo različni. Povećanje čestine pokazuje, da u to doba češće nastaju takova turbulentna (vertikalna) gibanja zraka, da kod toga dolazi do jake kondensacije. To dakako može nastati ili pod utjecajem opće cirkulacije atmosfere (češćim prolazom ciklona u to doba) ili pod utjecajem lokalne konfiguracije tla (ljetne grmljavine i kiše na obronku nekih bregova). Za Zagreb ne možemo danas ni jedan od tih načina razlikovati. Dnevni period prolaza ciklona nije istražen ni drugdje ni kod nas, a nije vjerojatno, da bi konfiguracija tla dala povoda većoj ili manjoj čestini kiše u dnevnom periodu. Bar zasad nije klimatički utjecaj Zagrebačke goric u tom smjeru poznat.

Povećanje intensiteta kiše opet može da ima dva razloga: ili veći sadržaj vode u zraku, dakle veći pritisak pare uz jednak vertikalno gibanje, ili veća brzina uzlazne struje. Obadva razloga djeluju svakako po podne odnosno pod večer, kad je i sadržaj vlage velik u zraku, i zbog relativno najveće diferencije temperature mogu nastati i najjača vertikalna gibanja.

5. Srednji dnevni period za cijelu godinu.

a) Množina kiše.

Poznavajući iz svagdanjeg iskustva raznolikost kišnih pojava, mora se unaprijed očekivati, da će se i srednji dnevni period kiše

kroz godinu mijenjati, jer je vjerojatno, da će u razno godišnje doba biti u drugi sat u danu veća mogućnost kondensacije i češća kiša ili bar veći intensitet. Prema tome bi se činilo prirodno, da se dnevni intensitet istražuje po mjesecima, kako se to kod drugih elemenata i čini. Kod kiše znamo iz prije navedenih razloga, da je 30 godina motrenja premalo, a da bi bili za svaki sat „jednako iscrpeni jednako mogući slučajevi“, zato ne smijemo ići suviše u pojedinosti, da neizravnane slučajnosti ne uzmemo za prirodno pravilo. Za to se ovdje najprije istražuje srednji dnevni period prosječno za cijelu godinu, a onda tek za godišnja doba, dok se za pojedini mjesec samo navode data i upozorava na razlike.

Srednji dnevni period iz cijele godine nije doduše najvažniji, jer daje samo one karakteristike, koje su svim godišnjim dobima zajedničke, dok se razlike ovdje prekriju. No baš je stoga za uvod zgodan, što upozorava na stalne elemente.

Srednji dnevni period množine kiše za cijelu godinu u milimetrima i promilima zbroja

Sat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm	42,5	40,1	37,9	35,2	35,8	35,8	33,2	31,6	29,8	30,8	31,7	32,9
% _{oo}	48	45	42	39	40	40	37	35	33	35	35	37
Sat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
mm	34,3	36,1	40,6	37,6	40,8	38,2	37,9	40,5	40,2	46,1	43,1	41,7
% _{oo}	38	40	46	42	46	43	42	45	45	52	48	47
Zbroj												1000

Srednji dnevni period čestine kiše iz cijele godine u broju sati i u promilima zbroja

Sat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
br. sati	41,5	41,8	41,1	40,9	40,5	41,4	41,7	39,2	34,8	36,3	36,9	37,1
% _{oo}	44	44	43	43	43	44	44	41	37	38	39	39
Sat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
br. sati	35,8	37,4	39,3	40,1	40,3	39,6	39,1	39,7	40,4	41,0	48,8	41,2
% _{oo}	38	40	41	42	42	42	41	42	43	43	43	44
Zbroj												947,9
1000												

Zbog lakšeg pregleda prikazana su oba perioda množina i čestina i u %. Iz toga se prikaza jasno vidi, da je kod množine prije podne minimum, i to padaju brojevi dosta pravilno od ponoći do 9 sati u jutro. Odavde se opet dosta jednolično diže do 15 sati. Ostali je dio popodneva nepravilan i pokazuje samo, da je množina od 14 sati dalje veća negoli prije podne. Maksimum u 22 sata nije zajamčen, a potječe glavno od jakog ljetnog maksima (kolovoz).

u taj sat, kako ćemo kasnije vidjeti. Nesigurnost popodnevne krivulje potječe od premalog broja motrenja za pojedini sat. Nejednakost iscrpenja jednakih mogućnosti u pojedinim satima pokazuju i maksimalne množine, što su u 30 godina pale u pojedinom satu:

**Najveće množine kiše, što su u pojedinom satu pale u 30 godina
(1894—1923)**

Sat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm	21,3	24,2	11,6	16,3	15,2	17,6	11,8	13,5	11,5	11,4	23,4	15,1
Sat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	28	24
mm	28,1	26,0	19,1	17,7	32,0	13,5	21,3	35,6	14,1	40,0	27,5	15,3

Kad je od 19 do 20 sati moglo pasti 36 mm, a za vrijeme od 21 do 22 sata i 40 mm, to je sigurno, da može i u 21. satu (od 20,0 do 21,0) pasti jednaka množina, ali nije „slučajno“, u ovih 30 godina, još pala, već samo množina od 14,1. Zato je dakako 21. sat znatno manji i u sumi i u srednjoj vrijednosti od svojih susjeda. Najveća je množina prema tome, što je pala u jednom satu, 40 mm. Ta je množina faktično pala od 21^h 30 do 22^h 00, dakle za vrijeme od 30 minuta. Po trajanju uzevši cijeli sat, t. j. od 21,30 do 22,30, pala je 67,5 milimetri 30. svibnja 1921., tako da moramo faktično taj broj uzeti kao maksimum množine, koja može da padne u jedan sat, t. j. za vrijeme od 60 minuta. Ako isporедimo popodnevna maksima s tim brojevima, to vidimo, da će još dugi niz motrenja trebati, da budu u svim satima sve mogućnosti iscrpene i tim srednje vrijednosti „sigurne“. Ove maksimalne satne množine pokazuju također glavno svojstvo dnevnog perioda, a to je, da su od 3 sata u jutro cijelo prije podne maksimalne množine manje i ne dosežu ni 20 milimetri (osim u 11 sati), dok se popodne izmjenjuju vrijednosti ispod i iznad 20 mm. Krivulja množina pokazuje također, da polovina dana od 3^h do 14^h ima manje kiše, negoli odgovara jednakoj podjeli množine na svaki sat, a popodne i ne od 15^h do 3^h ima više. U postocima otpada na prvi dio (3^h do 14^h) 45%, a na drugi dio (15^h do 3^h) 55% množine. Prema tome je dnevni period kiše u godišnjem prosjeku jednostruki val s jasnim minimom u 9^h u jutro, dok je maksimum prema ovom 30-godišnjem prosjeku u 22 sata, no vjerojatno uopće negdje između 15 i 24 sata. Ako isporедimo taj periodicitet s onima, što ih Hann navodi kao tipične, to se ne slaže ni s jednim. Po Hannu imaju primorske postaje najrazličitijih klima maksimum množine

kiše po noći i u jutro, a minimum po podne, dok kontinentalna grupa ima dvostruki val s glavnim maksimumom po podne i sporednim rano u jutro, dok je glavni minimum između ponoći i 4^h, a sekundarni između 8^h i podneva. No i ta su dva tipa vrlo nesigurna, jer je broj godina, iz kojeg je period za pojedina mjesta izведен, premalen.

Svakako valja kod istraživanja periodiciteta mnogožine kiše uvijek imati pred očima, da je to, kako je sprijed spomenuto, kompleksni pojav, koji sastoji od dva nezavisna faktora, i to od čestine kiše u pojedinom satu i od intensiteta kiše.

b) Čestina kiše.

Dnevni period čestine iz cijele godine ne pokazuje nikakvu „valovitu“ promjenu, već tri nešto različne grupe sati, isporedivši ih s jednolikom čestinom za svaki sat. Minimum čestine je prije podne od 8 do 14 sati, gdje je prosječna čestina u promilima zbroja sati manja, negoli bi jednakoj razdiobi odgovarala. Prosječno iznosi 39%, dok bi jednolikoj razdiobi odgovaralo 42% (1000 : 24 = 41,7). Druga grupa opet od 7 sati (i to od 15. do 21. sata) ima čestinu, koja odgovara jednolikoj razdiobi, jer je prosječno 42%; a pojedina se vrijednost udaljuje samo za 1%.

Napokon treća, maksimalna, grupa traje 10 sati, od 22 do 7 sati, i ima čestinu veću od jednolike razdiobe, prosječno 43,5%. Maksima čestine od 44% traju od 24 do 2 iza ponoći i u jutro od 6 do 7. Dakle su faktično dva maksima čestine: jedan oko ponoći, a drugi u jutro.

c) Intensitet kiše.

Ako izmjerenu množinu kiše razdijelimo s brojem sati, dobivamo satni intensitet kiše. Budući da intensitet kiše nužno zavisi o množini pare, koja se u zraku nalazi, to ćemo dnevni period intensiteta isporediti i s dnevnim periodom apsolutne vlage, koju izrazujemo kao pritisak pare u mm Hg.

Srednji satni intensitet kiše iz cijele godine

Sat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Intensitet	1,05	0,96	0,92	0,86	0,89	0,89	0,79	0,81	0,86	0,85	0,87	0,89

Sat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Intensitet	0,96	0,97	1,04	0,94	1,01	0,97	0,97	1,02	1,00	1,12	1,06	1,03

Dnevni period intensiteta pokazuje promjene slične kao i množina kiše. To je razumljivo, kad se čestina kiše preko dana neznatno mijenja, pa je intensitet sam odlučan za množinu. Kod intensiteta je maksimum u 22 sata isto tako istaknut, pa bismo mogli dnevni val množine i intensiteta odrediti kao jedan val s maksimom u 22 sata i minimom 7^h—9^h. Važan je još sekundarni maksimum oko 15 sati.

Isporedimo sad ovaj dnevni val s absolutnom vlagom. Vlaga doduše nije računana iz istog broja godina, već samo iz 15 (jer nije za vrijeme rata i iza rata kroz 8 godina očitavan termograf), no sprijed je i onako istaknuto, da su isporedive vrijednosti jednake sigurnosti. Kako je promjenljivost absolutne vlage nerazmjerne manja, a broj motrenja gotovo 5 puta veći, to je svakako sigurnost sredine kod vlage veća. Broj motrenja kiše je po satu cca 1000, a vlage 5000.

Dnevni period pritiska pare u milimetrima

Sat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm	7.06	7.00	6.94	6.88	6.85	6.86	6.98	7.16	7.30	7.43	7.55	7.62
Sat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
mm	7.67	7.68	7.72	7.72	7.67	7.59	7.51	7.40	7.98	7.20	7.09	7.00

Pritisak pare daje vrlo jednolik dnevni val s minimom u 5 sati, a maksimum u 15 i 16 sati. Sat se maksima slaže sa sekundarnim maksimum množine i intensiteta kiše.

Uzmemo li desetinu od gorujih brojeva absolutne vlage i isporедimo s intensitetom kiše, vidjet ćemo, da su diferencije dosta konstantne. Odnošaj obaju nizova možemo prikazati u vrlo jednostavnoj formuli, ako označimo satni intensitet kiše s *i*, pritisak pare s *d*, to je:

$$i = 0,1d + 0,21 (\pm 0,07).$$

Opstoji po tom kvantitativni odnos između absolutne vlage i intensiteta kiše. Tim odnošajem zabavit ćemo se točnije kod godišnjeg perioda (gl. str. 31).

Promjene te srednje vrijednosti iz ejeelogodišnjeg dnevnog vala kiše, što smo ga pregledali, prema onom za pojedino godišnje doba, pokazat će nam osobitosti toga doba, no ne smijemo iz vida izgubiti, da je sigurnost toga vala mnogo manja, jer sastoji samo od jednoga dijela motrenja.

6. Dnevni period kiše za pojedina godišnja doba.

Godišnja doba uzeta su po tri mjeseca, i to za zimu: prosinac, siječanj, veljača; za proljeće: ožujak, travanj, svibanj; za ljetno: lipanj, srpanj, kolovoz; za jesen: rujan, listopad, studeni. Moguća bi bila i druga koja razdioba, a možda i bolja, ali bi tim izgubila isporedivost s drugim obradama i elementima, gdje se redovno ovako računaju godišnja doba; zato je zadržana ova obična dioba.

U godišnjem periodu trajanja i intensiteta kiše vidjet ćemo da dolaze drukčije kombinacije mjeseci jednakog karaktera.

A. Zima

	a) Množina i čestina kiše u % zbroja											
Sat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Množina	40	42	45	42	45	47	41	38	39	34	35	41
Čestina	43	44	46	45	43	45	44	40	36	40	40	43
Sat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Množina	42	44	42	42	39	40	39	48	45	44	46	40
Čestina	41	40	40	41	41	41	40	40	43	41	41	42

Dnevni period množine kiše pokazuje, prema tim brojevima, u zimi tri maksima: jedan u jutro u 6 sati, drugi po podne u 14 sati, a treći, najjači, u noći u 20 sati (točnije od 20^h do 23^h). Minimum je upravo samo jedan glavni u 10 sati prije podne. Taj se nalazi u svim drugim godišnjim dobima u 9 sati, a tako smoga i u godišnjem prosjeku sprijed spomenuli. Spomenuta tri maksima u zimi upadna su zato, što u ostalim dobima ne dolaze.

Drugi maksimum u 14^h odgovara prilično maksimu sadržaja vodene pare u zraku; treći noćni maksimum odgovara maksimu intensiteta, t. j. najjačoj uzlaznoj struji, bio bi dakle dinamički, kako ćemo i kod ostalih godišnjih doba vidjeti. Jutarnji prvi maksimum u 6 sati odnosno u 3 i u 6 sati potječe, čini se, od čestine, jer krivulja čestine ide ovdje paralelno sa množinom, a intensitet se malo mijenja.

Pogledajmo pojedine mjeseca, koji sastavljaju zimu:

	Srednja satna množina kiše u mm												
Sat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Prosinac	2,8	2,9	2,8	2,6	2,7	2,7	2,6	2,5	2,9	2,4	2,4	2,9	
Siječanj	1,7	1,8	2,0	2,0	2,6	2,3	1,9	1,7	1,5	1,6	1,6	2,1	
Veljača	1,8	2,0	2,3	2,0	2,0	1,8	1,5	1,4	1,4	1,6	1,6	1,5	
	Sat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Zbroj
Prosinac	3,0	3,3	2,9	2,8	2,3	2,2	2,6	3,2	3,2	3,3	3,7	2,9	67,6
Siječanj	2,3	2,0	1,7	1,8	2,0	2,2	2,0	2,3	2,2	2,1	1,9	1,8	47,9
Veljača	1,3	1,6	1,9	2,0	1,8	1,8	1,6	2,0	1,7	1,5	1,5	1,6	41,5

Srednji broj sati s kišom												
Sat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Prosinac	4,4	4,6	4,5	4,7	4,4	4,5	4,4	4,1	3,5	4,0	4,3	4,8
Siječanj	3,6	3,5	3,4	3,3	3,5	3,6	3,8	3,5	3,3	3,2	3,1	3,5
Veljača	2,9	3,3	3,8	3,5	3,1	3,5	3,1	2,7	2,5	3,0	2,8	2,8
Sat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Prosinac	4,6	4,4	4,2	4,3	3,9	4,0	3,9	3,9	4,4	4,3	4,3	4,2
Siječanj	3,6	3,4	3,4	3,5	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7	3,6	3,5
Veljača	2,4	2,4	2,8	2,6	3,0	2,9	2,8	2,7	3,1	2,1	2,7	2,8
												Zbroj
												102,9
												84,7
												69,9

Prosinac pokazuje, u dnevnom periodu množine, maksima u 14 i 23 sata, dok jutarnji nije izražen.

Siječanj ima tri maksima u 6, 13 i 20 sati s glavnim minimum u 10 sati.

Veljača ima samo u 3 sata jasni maksimum, dok po podne u 16 i 20 sati nisu sigurna maksima. Minimum je oko podne.

Vidi se, da zima daje mogućnosti za tri maksima u dnevnom periodu i to osobito u siječnju, gdje je prelaz od popodnevnih maksima, što ih osobito ima studeni, u 14 i 22, a već djeluju i utjecaji čestine u jutro.

Čestina kiše pokazuje samo, da jutarnja maksima mogu potjecati otad, što su češće kiše u jutro negoli prije podne, kad je minimum kiša, i to zbog toga, što je uz najmanju čestinu i najmanji intensitet.

Ako izračunamo intensitet kiše u zimi, dobivamo:

Sat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Intensitet u mm	0,57	0,57	0,61	0,57	0,63	0,64	0,59	0,58	0,65	0,52	0,54	0,58

Sat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Intensitet u mm	0,62	0,68	0,64	0,63	0,58	0,59	0,60	0,72	0,65	0,65	0,68	0,58

Isporedba s množinom kiše pokazuje, da se promjene množine glavno osnivaju na promjenama satnog intensiteta, jedino jutarnji maksimum množine u zimi ide glavno na račun čestine, jer je intensitet u jutro ispod prosjeka. Isporedimo li dnevni period intensiteta s množinom vodene pare u zraku (pritiskom pare), koja za zimu iznosi:

Pritisak vodene pare u zimi (mm Hg)												
Sat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm	3,89	3,86	3,84	3,81	3,80	3,77	3,77	3,79	3,85	3,96	4,06	4,15
Sat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
mm	4,21	4,23	4,25	4,25	4,16	4,12	4,07	4,06	4,02	3,98	3,96	3,92

to vidimo lako, da opstoji isti snošaj, koji je naveden za godišnju promjenu, samo je varijacija manja. Ako opet označimo intensitet kiše s i , a pritisak pare sa d , to imamo:

$$i = 0,1d + 0,21 (\pm 0,04).$$

Najveći negativni otkloni od izračunane vrijednosti su 9 do 12 prije podne, a pozitivni 20 do 23 u noći. To pokazuje, da je prije podne najslabije iskorišćivanje vodene pare, t. j. najslabija uzlazna struja zraka, dok je u noći najjača.

Ovaj je noćni maksimum od 20 do 23 tako „nametnut“, da krivulja postaje mnogo jednoličnija; ako ove vrijednosti smanjimo za 10% množine ili 0,1 intensiteta, onda ostaje samo jutarnji i popodnevni maksimum čestine i množine pare.

B. Proljeće.

a) Množina i čestina kiše u % zbroja

Sat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Množina	44	45	42	38	37	36	36	36	35	35	40	34
Čestina	43	44	42	41	43	44	46	42	37	39	38	38
Sat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Množina	35	37	44	47	42	50	47	45	45	55	48	47
Čestina	36	39	42	45	42	43	42	43	41	44	42	44

Dnevni je period množine kiše u proljeću mnogo jednostavniji, jer ima samo popodnevni, odnosno noćni maksimum u 22 sata, a minimum je čitavo prije podne; najmanji broj je slučajno baš u podne. Noćni maksimum, za koji smo u zimsko doba rekli da je upravo nametnut, od 20 do 23 u proljeću nije tako jasan, jer je već od 18 sati dalje, pa se tako stapa s popodnevnim, da se pravno ne razlikuje.

Dnevni se period čestine kiše ne da tako lijepo u tri dijela razdijeliti kao u zimi, već je jasan samo minimum od 9^h do 13^h, koji nalazimo i u ljeti i jeseni. Maksimum čestine pada na 7 sati, ali se u množini ne očituje, jer je intensitet u to doba najmanji. Prema tome bi i u proljeće mogao opstojati jutarnji maksimum, da zrak sadržava u to doba više vodene pare.

Ostali se dio dana čestina neznatno i nepravilno mijenja.

Pogledajmo pojedine mjesecce, što čine proljeće.

*a) Množina kiše u mm po satu*

Sat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Zbroj
Ožujak	2,8	2,4	2,7	3,5	2,8	2,4	2,4	2,1	2,0	2,2	2,4	2,1	
Travanj	3,3	3,7	3,3	2,7	2,5	2,7	2,9	3,2	3,2	2,6	2,6	2,6	
Svibanj	3,1	3,3	2,8	1,9	2,4	2,5	2,3	2,3	2,1	2,5	3,4	2,4	
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Ožujak	2,0	2,1	1,8	2,1	2,0	2,3	2,2	2,3	2,2	2,5	2,5	3,1	56,9
Travanj	2,6	2,6	2,6	3,0	3,2	3,6	3,2	3,4	3,3	3,6	3,3	3,0	72,7
Svibanj	2,6	3,2	4,7	4,7	3,5	4,6	4,4	3,7	4,0	5,3	4,6	3,9	80,2

b) Srednji broj sati s kišom

Sat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Zbroj
Ožujak	3,3	3,6	3,7	3,7	3,7	3,6	3,8	3,5	3,3	3,4	3,0	3,1	
Travanj	4,1	4,3	4,0	3,9	4,0	4,2	4,3	4,1	3,4	3,4	3,4	3,3	
Svibanj	3,2	3,1	2,9	2,6	3,1	3,2	3,4	3,0	2,6	2,9	3,1	3,2	
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Ožujak	2,8	3,2	3,1	3,2	3,1	3,3	3,6	3,4	3,1	3,2	3,2	3,3	80,0
Travanj	3,4	3,5	3,9	4,0	4,1	4,1	3,8	3,9	3,9	4,1	4,0	4,2	93,2
Svibanj	2,8	3,1	3,3	3,9	3,2	3,2	3,1	3,5	3,3	3,6	3,3	3,4	76,0

Ožujak pokazuje noćni maksimum množine kiše u 3 i 24 sata, i to zbog velikog intensiteta pojedinih kiša, jer čestina ima maksimum u 7 i 19 sati. Minimum je iza podneva.

Travanj pokazuje sličan karakter, samo je maksimum već od 18 sati dalje, dok svibanj ima isključivo popodne jače kiše od 15 do 22 sata. Jako mijenjanje brojeva od sata do sata pokazuje, da još nisu jednako iscrpene sve mogućnosti, da opstoji u popodnevnim satima mogućnost velike promjene intensiteta, a kako je i maksimum čestine u to doba, to je mogući raspon brojeva vrlo velik, pa treba dulji niz motrenja za jednaku sigurnost.

Odnošaj između intensiteta kiše i množine pare (pritska pare) u proljeću može se isto tako kao i u zimi izraziti sličnom jednadžbom, samo što je promjenljivost veća.

Intensitet kiše i pritisak pare u proljeću

Sat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>i</i>	6,53	6,49	6,45	6,42	6,40	6,45	6,62	6,83	6,95	7,02	7,10	7,13
<i>d</i>	0,86	0,85	0,84	0,79	0,72	0,69	0,73	0,73	0,78	0,76	0,89	0,74
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<i>i</i>	7,13	7,11	7,12	7,08	7,05	7,00	6,96	6,84	6,79	6,71	6,63	6,60
<i>d</i>	0,82	0,81	0,89	0,88	0,84	1,00	0,94	0,87	0,93	1,05	0,99	0,92

Iz ovih nizova dobivamo

$$i = 0,1d + 0,17 (\pm 0,07)$$

s istom pojavom, da je u jutro od 5 do 10 sati negativni otklon najveći, t. j. intensitet manji, a u noći 18 do 23 sata pozitivni, jer je intensitet veći od srednjeg.

Osim dnevnog perioda, koji zavisi o množini pare, još je faktor iskorišćivanja te pare različan, a to je intensitet vertikalnog gibanja, koji je prije podne mnogo slabiji.

C. Ljeto.

a) Množina i čestina kiše u %₀₀ zbroja

Sat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Množina	52	44	46	40	41	36	36	31	27	32	31	37
Čestina	47	45	45	44	41	42	43	39	35	36	37	36
Sat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Množina	40	38	49	42	53	49	36	47	37	58	55	52
Čestina	36	40	44	43	44	41	42	42	43	44	45	46

Ljeto pokazuje od ponoći do podne dosta pravilnu i jasnu polovinu vala s jakim minimom u 9 sati prije podne. Od ponoći do 9 sati biva množina kiše od sata do sata dosta jednolično manja. Dok u 1^h (24^h—1^h) iznosi 47%₀₀ od godišnje sume, to iznosi u 9^h u jutro samo 35%₀₀. Od 9^h počinje srednja množina rasti i rasto dosta pravilno do 13 sati. Od 14 sati dalje varira jako od sata do sata, tako da se čini kao da ima jedna gornja i jedna donja granica, koje se međusobno razlikuju za kojih 10%₀₀. Potječe to otuda, kako je već kod godišnje krivulje rečeno, što je osobito ljeto izvrženo vrlo jakim izvanrednim kišama, što ih uzrokuju grmljavine, odnosno male depresije velikog intensiteta, ali su razmijerno rijetke, pa se nisu još u svako moguće vrijeme dogodile. Maksimum je u 22^h tako jak (58%₀₀), da još u godišnjoj krivulji (kako smo spomenuli) probija. No prije toga ima jedan relativni maksimum u 17^h (53%₀₀), tako da se jasno vidi, da će jedan maksimum biti po podne. To je maksimum, koji potječe od toga, što zrak u to vrijeme sadržava najviše vodene pare, dok glavni maksimum potječe otud, što je u to vrijeme najjača uzlazna struja zraka.

Čestina pokazuje jasni minimum od 9 do 13 sati, a maksimum u ponoći. Čestina je uopće od 8 do 14 ispod srednje, a od 22 do 4 iznad srednje (42%₀₀). Kako je čestina malo promjenljiva, to se



promjene množine i intensiteta potpuno slažu. No intensitet varira po podne od sata do sata vanredno jako, jer se nisu — kako je spomenuto — slučile sve mogućnosti u svakom satu, to je u ljetu odnosaš između pritiska pare i intensiteta najjače promjenljiv.

Odnos između srednjeg satnog intensiteta kiša i pritiska vodene pare:

Sat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>i</i>	1,60	1,42	1,47	1,31	1,44	1,25	1,22	1,12	1,13	1,26	1,20	1,46
<i>d</i>	11,87	11,79	11,69	11,61	11,56	11,73	12,15	12,54	12,64	12,65	12,62	12,65
Sat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<i>i</i>	1,59	1,37	1,62	1,42	1,76	1,41	1,26	1,65	1,24	1,88	1,76	1,83
<i>d</i>	12,62	12,64	12,74	12,62	12,81	12,78	12,86	12,85	12,34	12,15	11,96	11,98

može se prema tome prikazati analognom jednadžbom kao u zimi i proljeću:

$$i = 0,1d + 0,21 (\pm 0,19),$$

samo je promjenljivost nerazmjerne veća, jer je od 7 do 11 adi-
cioni član čak negativan (u 8 sati: $-0,13$), a od 22 do 1 sat više
nego dvostruki pozitivan (u 22 sata: $+0,65$). Tu je dakle još jače
negoli u proljeću izražena diferencija između jakosti uzlazne struje
u jutro i popodne, i tim je dnevni period još pojačan.

Ako pogledamo pojedine mjeseci ljetnoga doba:

a) Množina kiše u mm

↳ Čestina kiše u satima s kišom

Sat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Lipanj	3,2	3,1	3,1	2,9	2,9	3,0	3,4	3,1	2,3	2,3	2,6	2,6	
Srpanj	2,8	2,7	2,7	2,8	2,6	2,6	2,6	2,1	2,0	2,1	2,1	2,1	
Kolovoz	2,4	2,3	2,4	2,1	2,0	2,0	1,7	1,9	2,0	2,1	1,9	1,9	
Sat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Zbroj
Lipanj	2,4	2,8	3,0	3,3	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3	3,2	3,0	3,0	71,4
Srpanj	2,3	2,3	2,5	2,3	2,3	2,0	2,2	2,2	2,3	2,1	2,5	2,6	56,8
Kolovoz	1,8	2,1	2,3	2,1	2,3	2,2	2,1	1,9	2,2	2,5	2,5	2,6	51,3



to vidimo, da je za množinu kiše u lipnju maksimum u 17 sati, u srpnju već u 23^h (samo sekundarni u 17^h), dok je u kolovozu maksimum samo u 22 sata. U pojedinim mjesecima djeluju dakako pojedini slučajevi jakih kiša, jer nisu „sve mogućnosti izravnane“; zato je nepravilnost mnogo veća, pa se ne razabiraju od nepravilnih detalja glavne pravilnosti.

Čestina nema uopće pravilnih promjena ni u godišnjem doba, pa se u pojedinim mjesecima ne razabira drugo, nego da je prije podne uopće čestina najmanja, a na večer i u noći najveća.

D. Jensen

a) Množina i čestina kiše u % zbroja

Sat	1	2	0	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Množina	51	47	37	39	39	42	36	38	35	37	36	37
Čestina	43	43	41	43	43	43	43	43	38	38	40	38
Sat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Množina	38	42	46	39	45	41	46	42	52	48	43	44
Čestina	38	39	42	41	44	42	41	42	43	44	45	43

U jeseni pokazuje dnevni period množine kiše već jednu karakteristiku zime, što ima sekundarni maksimum u 6 sati u jutro, dok ima s ljetom zajednički glavni maksimum u noći, i to u 21. i u 1. satu.

Popodnevne nepravilnosti također su tipične za topli dio godine. Čestina je u jeseni najmanje, u dnevnom periodu, promjenljiva. Jasan je jedino minimum čestine, koji je kao u proljeće i ljeti od 9 do 13 sati (35%), a neznatni maksimum (od 45%) u 23 sata. Ostali su sati za 1 do 2% više iznad nego ispod jednake srednje čestine (42%).

Pojedini mjeseci jesenskoga godišnjeg doba:

a) Množina kiše u mm

b) Čestina kiše u satima s kišom

Sat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Zbroj
Rujan	3,2	3,2	2,8	2,9	2,9	3,1	2,9	2,6	2,4	2,6	2,6	2,5	
Listopad	4,3	4,5	4,5	4,6	4,4	3,9	4,2	4,4	4,0	3,9	4,3	3,9	
Studeni	3,8	3,7	3,5	3,8	3,9	4,2	4,1	4,1	3,4	3,3	3,8	3,6	
Sat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Rujan	2,3	2,7	3,2	3,2	3,5	3,5	3,1	3,2	3,0	3,3	3,3	3,3	71,3
Listopad	4,0	4,1	4,0	3,9	4,0	3,9	4,0	4,0	4,2	4,2	4,2	4,3	99,8
Studeni	3,5	3,4	3,7	3,7	4,0	3,6	3,6	3,9	4,1	4,0	4,2	3,6	90,5

pokazuju, da su još prva dva mjeseca (rujan i listopad) upravo ljetnog tipa s pretežnom noćnom množinom, dok treći čini prelaz na zimu s maksimum paralelnim množinui pare po podne, tek drugi maksimum intensiteta je u noći.

Odnošaj između intensitetata i pritiska vodene pare

Sat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>i</i>	1,19	1,12	0,93	0,91	0,93	1,01	0,86	0,96	0,95	1,01	0,92	0,93	
<i>d</i>	7,84	7,73	7,66	7,58	7,49	7,40	7,45	7,63	7,86	8,09	8,20	8,28	
Sat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
<i>i</i>	1,03	1,12	1,13	0,96	1,17	1,00	1,19	1,03	1,23	1,12	0,98	1,07	
<i>d</i>	8,32	8,33	8,38	8,33	8,33	8,25	8,09	7,96	7,89	7,82	7,80	7,71	

može se prikazati jednadžbom

$$i = 0,1d + 0,24 (\pm 0,09).$$

Tu više nema one jake razlike između prijepodneva i noći, kako smo je spominjali u proljeću i ljeti, već bismo mogli razdjeliti brojeve na dvije grupe. Od 3 do 16 sati bio bi adicionalni član gornje jednadžbe $+ 0,18 (\pm 0,05)$, a od 17 do 2 sata: $+ 0,32 (\pm 0,07)$.

III. Godišnji period kiše.

7. Množina kiše.

Iz 12 srednjih mjesecnih vrijednosti množine, čestine i intenziteta kiše dobivamo pregled, kako se tijekom godine mijenjaju ti elementi. Srednje vrijednosti množine kiše i broja dana s kišom izračunane su iz svih motrenja, što ih ima neprekidnih u Geofizičkom zavodu od god. 1862. do 1926. u svemu 65 godina. Za satni intenzitet i druge izvedene množine mogle su se dakako upotrebiti samo godine, koje su sprijed upotrebljene za dnevni period; to je 30 godina (1894—1923), kad je radio registrirajući instrumenat.

Množina kiše po mjesecima u mm, 65 godina

(1862—1926)

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
Srednja	47,9	48,5	58,9	71,8	81,9	99,8	84,1	88,7	85,5	101,2	78,7	68,2	900,2
%	5,3	4,8	6,6	8,0	9,1	11,1	9,3	9,8	9,5	11,2	8,8	7,0	100,0
Najveća	131,8	120,9	131,4	145,1	178,8	185,8	228,9	265,8	211,2	276,4	183,8	177,7	1253,3
God.	1865	1879	1865	1919	1876	1898	1926	1870	1912	1895	1925	1874	1915
Najmanja	6,5	1,1	6,2	4,3	21,2	31,1	26,6	11,1	10,8	11,1	2,0	8,5	647,4
God.	1916	1891	1921	1835	1865	1917	1921	1877	1885	1914	1921	1865	1963

Godišnji period kiše u Zagrebu ima dva sasvim jednakna maksima u lipnju i listopadu s okruglo 11 po sto ili okruglo 100 mm na mjesec. Taj dvostruki maksimum jasno pokazuje, da se Zagreb u pogledu kiše nalazi na razmeđu utjecaja primorske i kontinentalne klime, a oba se utjecaja u dugom nizu godina izjednačuju. Dakako u pojedinim godinama preteže čas jedan čas drugi utjecaj.

Da se jasno vidi taj prelazni karakter kiša u Zagrebu, navest ćemo razdiobu kiše s jedne strane na Rijeci, kao primorski tip, a s druge strane u Osijeku, kao kontinentalni tip. Broj godina motrenja doduše nije jednak, ali za predbjegnu sporednu dostaje, jer je za Rijeku uzeto 40 godina, a za Osijek 30 godina motrenja.

Raspored kiše po mjesecima u postocima godišnje sume

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
Rijeka	6,0	6,1	7,6	7,8	7,4	8,3	4,7	6,6	10,8	14,5	11,0	9,1	1596 mm
Osijek	5,2	4,6	7,0	10,1	11,4	12,2	8,9	9,2	8,3	9,3	7,5	6,3	711 „

Rijeka ima samo jedan godišnji maksimum u listopadu, dok je minimum u srpnju. Osijek ima maksimum u lipnju s minimom u veljači. Zagreb ima oba maksima doduše slabija, no zbog toga je kiša jednoličnije razdjeljena diljem cijele godine.

Minimum u godišnjem periodu kiše u Zagrebu je samo u veljači, a to bi pokazivalo pretežnost kontinentalnog utjecaja s većom množinom kiše u toplijem dijelu godine. Ako odredimo množinu kiše po godišnjim dobima, to ima od godišnjih 900,2 mm kiše

	zima	proljeće	ljeto	jesen	godina
mm	154,6	212,6	267,6	265,4	900,2
%	17,1	23,7	29,7	29,5	100,0

ili ako zaokružimo tako procente, da jeseni, na štetu proljeća, damo cijelih 30%, to je razdioba u postocima godišnje sume takova, da ljeto i jesen imaju po 30% godišnje kiše ili zajedno 60%, a zima

i proljeće 17 i 23 ili zajedno 40%. Dakle topiji dio godine (ljeto i jesen) imaju 3 petine, a bladniji dio (zima i proljeće) 2 petine gornje sume od 900 mm. Upravo bismo tih 12 mjeseci mogli razdijeliti i na dvije grupe: u prvu grupu idu mjeseci, koji imaju srednju množinu veću od 9% godišnje sume, ili veću od 80 mm mjesечно, to je topili 6 mjeseci: svibanj do listopada; a u drugu grupu ide drugih 6 mjeseci: studeni do travnja, s manje od 9% ili 80 mm kiše. Prva grupa daje opet 60% godišnje sume, a druga 40%. Ako pogledamo, na koji mjesec u pojedinoj godini pada najveća i najmanja množina kiše, to vidimo, da po množini preteže primorski utjecaj, jer je u 65 godina najveća mjesečna množina kiše 16 puta pala u listopadu, a samo 10 puta u lipnju, no zato nije u lipnju nikad bila najmanja mjesečna suma. Iz čestine maksima vidi se, da nijedan od tih spomenutih tipova nije tako jak, da bi baš svake godine u određeni mjesec pala najveća množina, već da su maksima dosta rastepena diljem cijele godine. Minima su jače određena u zimi, jer su siječanj i veljača mjeseci s najmanje kiše gotovo u polovini svih slučajeva (29 od 65), a s prosincem i preko polovine (38 od 65).

Čestina ekstrema u pojedinim mjesecima

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Svega
Maksimum	—	—	1	3	7	10	7	5	6	16	6	4	65
Minimum	14	15	5	4	2	—	3	1	3	1	8	9	65

Minimum kiše je prema tome jače određen u zimskim mjesecima negoli maksimum u ljetnim, pa se i na temelju toga vidi jače utjecanje kontinentalnog tipa.

Ako pogledamo sprijed najmanje oborine, što su pale u kojem mjesecu za tih 65 godina, to bismo po tom opet morali zaključiti, da je kontinentalni utjecaj jači, jer je u lipnju minimum najveći broj, t. j. u lipnju redovno ima mnogo kiše, dok listopad može i zatajiti. Listopadski je minimum (11,1) gotovo trećina lipanjskog (31,1).

Pogledamo li cijelo rasap mjesecnih množina kiše, pa ga izrazimo tako, da razliku između najveće i srednje, i najmanje i srednje množine izrazimo u postocima srednje množine, to imamo prema predašnjoj tabeli: Cijelu promjenljivost mjesecne množine u postocima srednje

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
Maks. %	174	149	120	103	106	86	164	209	147	177	134	180	39
Min. %	85	97	71	94	74	69	68	87	87	89	97	87	28
Zbroj	259	246	191	197	180	155	232	296	284	266	231	267	67

Vidimo najprije, da bi veljača i studeni mogli biti sasvim bez kiše, jer im je minimum za 97% manji od srednje množine. Veljača po svojoj kratkoći, jer je za 10% kraća u običnim godinama od drugih mjeseci, ima nešto pre malo kiše, pa bi se njezina suma morala teoretski za 10% povisiti, da bude isporediva s drugima. No kako se u praksi računa s kalendarskim mjesecima, zato ti teoretski isprave nisu navedeni. Najmanja mjesečna suma uopće u ovih 65 godina pala je u veljači god. 1891. s iznosom od 1,1 mm. Osim veljače i studenog još nagnje suši travanj, jer mu minimum dolazi do 94% ispod srednje množine.

U maksimu prelazi najjače svoju srednju množinu kolovoz, jer je u maksimu više nego trostruka srednja množina. Upadno je, da uz listopad još i studeni i siječanj mogu u maksimu za 170% preseći srednju množinu. I tu vidimo, da je lipanj najsigurniji mjesec za kišu, jer mu minimum pada u ekstremnom slučaju samo za trećinu srednje množine, dok mu maksimum ne prelazi dvostruku srednju, a srednja je množina u lipnju i listopadu godišnji maksimum od 100 mm mjesечно ili 11% godišnje sume. Uz lipanj ima i svibanj malu promjenljivost množine kiše, jer minimalna iznosi četvrtinu srednje, a maksimum je samo dvostruka srednja množina. Ta dva mjeseca, koja su za floru najvažnija, daju redovnu kišu, pa zavisi o temperaturi, da li će biti dovoljna ili ne. Svakako pokazuje najmanja promjenljivost kiše u ova dva mjeseca uz dovoljnu srednju množinu, da je ovaj kraj vrlo pogodan za poljedjelstvo.

Gornji brojevi pokazuju ujedno, da je promjenljivost mjesečne sume sasvim nezavisna o množini. Dok lipanj s najvećom množinom ima najmanju promjenljivost, to listopad s jednakom srednjom množinom ima vrlo veliku promjenljivost.

Cijela promjenljivost godišnje sume iznosi samo eca 40% na više i 30% na niže, t. j. godišnja suma može okruglo da u maksimu bude za nešto više od trećine veća, a u minimu za nešto manje od trećine manja od srednje godišnje množine (900 mm), t. j. da varira između 650 i 1250 mm s najvećom čestinom oko 900.

Srednju promjenljivost za pojedini mjesec dobivamo, ako nađemo razlike množine kiše, što su pale na pr. u siječnju jedne prema siječnju pređašnje godine, i tako redom za sve mjesecce i godine, a od ta 64 broja za svaki mjesec i godinu izračunamo srednju vrijednost:

Srednja promjenljivost množne kiše (1862—1926)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
mm: 37,6	34,4	32,8	35,2	49,2	47,8	47,2	55,0	62,7	64,0	62,5	40,6	184,0

Ako te brojeve isporedimo sa srednjim množinama kiše, koje navodimo ponovo zbog lakše isporedbe:

Srednja množina kiše (1862—1926)

mm: 47,9	43,5	58,9	71,8	81,9	99,8	84,1	83,7	85,5	101,2	78,7	63,2	900,2
----------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	------	------	-------

vidimo, da je srednja promjenljivost mjestimice tek nešto manja od same veličine, ali je godišnji period drugačiji. Najveću promjenljivost po broju milimetara ima listopad i oba mjeseca uz njega: rujan i studeni. Najmanju ima ožujak i oba mjeseca uz njega: veljača i travanj. Iz toga vidimo opet, što je sprijed spomenuto, da je primorski utjecaj nesiguran, jer listopadski je maksimum množine, daje absolutno najveću promjenljivost, dok je najmanja u minimu množine. Izrazimo li srednju promjenljivost u postocima srednje množine:

Srednja promjenljivost u % srednje množine

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
78,6	78,4	55,6	49,1	60,1	48,0	55,8	65,7	73,4	63,3	79,5	64,3	20,5

to imaju relativnu najveću promjenljivost studeni, siječanj i veljača, blizu 80%, dok samo travanj i lipanj imaju manje od 50%. Iz toga se opet vidi, da je promjenljivost u lipnju relativno najmanja, t. j. najsigurnija srednja množina kiše, koja je ujedno prvi maksimum.

Kako često dolaze pojedine mjesecne sume u ovih 65 godina, pokazuje donja tabela. Mjesečne su sume uzete od 20 do 20 milimetara zato, da ne bude tabela prevelika, jer za točnije istraživanje čestine nije dovoljno 65 godina:

Čestina mjesecnih suma

	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	mm preko 250
mm	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	250	
I	12	22	13	6	8	1	3	—	—	—	—	—
II	15	19	14	9	4	3	1	—	—	—	—	—
III	7	11	17	16	8	4	2	—	—	—	—	—
IV	2	9	16	13	13	6	5	1	—	—	—	—
V	—	10	7	18	11	6	8	3	2	—	—	—
VI	—	5	10	6	11	11	13	4	4	1	—	—
VII	—	8	13	14	12	8	2	5	—	1	2	—
VIII	2	6	18	11	8	6	4	4	2	1	2	1
IX	1	6	19	12	6	5	5	5	2	1	3	—
X	3	6	6	10	10	10	7	5	2	—	4	2
XI	5	10	11	10	8	7	4	2	5	1	—	—
XII	7	14	15	10	9	11	7	1	1	—	—	—

Ekscесивne množine mjesecnih suma daje listopad, pa je i najveća mjeseca množina u 65 godina pala u listopadu 1895. sa 270,4 mm. Da je listopad mjesec vanrednih mjesecnih množina, dokazuje i to, što su mjesecne množine preko 200 mm pale u srpnju 2 puta, u kolovozu 3 puta, u rujnu 3 puta, a u listopadu 6 puta. Iz gornje se tabele lijepo vidi različan karakter obaju po množini jednakih maksima kiše u godišnjem periodu. Dok lipanj stalno daje veće množine, to listopad nagnije ekstremima u oba smjera i ima uz kolovoz najveći rasap u tabeli. Ujedno se vidi iz prvog stupca, da veljača najčešće daje najmanje sume.

Čestina godišnjih množina kiša

mm	600 - 700	700 - 800	800 - 900	900 - 1000	1000 - 1100	1100 - 1200	1200 - 1300	zbroj
mm	5	14	16	14	7	8	1	65

pokazuje, da su najčešće godišnje sume između 800 do 900 mm, ali da su pozitivni otkloni češći od negativnih, kako je poznato kod svih istraživanja kiše. Hellman je pokazao, da u dugom dobrom nizu godišnjih suma kiše kvocijent najveće i najmanje iznosi oko 2, a to se slaže sa zagrebačkim nizom, jer je maksimalna godišnja suma od 1253,3 nešto manja od dvostrukе minimalne 647,4 ili kvocijent iznosi 1,94.

8. Čestina kiše.

Kod mjerjenja kiše bez registracije može se čestina kiše izraziti samo brojem dana s kišom. Ta je mjera čestine još netočnija i nesigurnija negoli sat, o kojem je kod dnevnog perioda govoreno.

Kao dan s kišom broji se onaj, u kojem je iza 7 sati u jutro toga dana a prije 7 sati idućeg dana pala množina od bar 0,1 mm vode bilo u kojoj formi i makar u jednoj minuti, no jednakov vrijedi i broji kao dan s kišom, kad cio dan neprekidno pljušti (dakle kroz 1440 minuta) i daje sumu makar od 100 milimetara.

Srednji broj dana s kišom (1862—1923)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
Srednji	10,7	9,1	11,4	12,6	13,5	14,0	11,5	10,2	10,3	12,2	12,4	11,9	139,8
Zaokružen	11	9	11	13	14	14	12	10	10	12	12	12	140
%	7,7	6,4	8,2	9,0	9,7	10,0	8,2	7,3	7,4	8,7	8,9	8,5	100
Najveći	24	21	21	22	23	25	23	23	20	26	23	24	187
Najmanji	3	1	3	2	4	6	6	4	2	3	3	3	79

Godišnji period čestine pokazuje samo jedan jasni maksimum u lipnju, kojemu je gotovo jednak svibanj, dok se listopad nikako ne ističe, već je sekundarni slabi maksimum čestine u studenom. Glavni je minimum u veljači, a sekundarni u kolovozu.

Čitav periodicitet je vrlo slab, jer se među srednjim vrijednostima najveća od najmanje čestine kiše razlikuje samo za 5 dana. Apsolutni najveći broj dana s kišom u jednom mjesecu daje listopad, koji je god. 1912. imao 26 dana s kišom, a najmanji veljača god. 1878. sa samim jednim danom s kišom.

Iza listopada postigli su najveće apsolutne brojeve dana s kišom lipanj, prosinac i siječanj, i to 24 dana. Za lipanj je jasno, da kao mjesec s najvećom srednjom čestinom kiše može dati i ekstrem, dok je prosinac i siječanj postigao velike brojeve sa čestim malim količinama snijega, što iz jednolično sivog zimskog zagrebačkog neba sipi dane i dane, a da ne postigne veće množine.

Kod najmanjih brojeva dana s kišom vidimo iz tablice, da lipanj i srpanj daju još u najsušim godinama po 6 dana s kišom. Od ljetnih mjeseci ima najrjeđe kišu rujan. Srednja čestina mu je doduše jednak kolovozu, ali je maksimalni broj dana kao i minimalni najmanji. Za klimu je zagrebačku tipično, da svibanj ima gotovo jednaku čestinu kiše kao i najkišniji lipanj, a vidjet ćemo kasnije kod broja sati s kišom, da travanj ima veći broj sati s kišom od svibnja i lipnja (pojedina kiša dulje traje). Tim je eto cijelo proljeće u Zagrebu nesigurno. Iz gore rečenog o rujnu izlazi, da je jesen sigurnija, osobito ako u listopadu ne preteže odmah utjecaj mora.



9. Dnevni intensitet u godišnjoj promjeni.

Ako razdijelimo srednju množinu kiše po mjesecima sa srednjim brojem dana, dobivamo srednji „dnevni intensitet“ kiše ili srednju množinu, što je poprijeko donosi jedan dan s kišom.

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
min po danu	4,5	4,8	5,2	5,7	6,1	7,1	7,3	8,2	8,3	8,3	6,3	5,3

Taj je godišnji periodicitet sasvim različan od množine i čestine. Upadno je, da klimatički tako različni mjeseci, kao što su kolovoz, rujan i listopad, imaju jednak dnevni intensitet. Brojevi intensiteta dosta pravilno rastu od siječnja s najmanjim dnevnim intensitetom do najvećeg u rujnu i listopadu, a onda naglo padaju. Slične odnose nači ćemo kasnije kod brojeva, koji će nam dati množinu, što je prosječno jedna kiša donosi. Ako gornje brojeve intensiteta spojimo u pravilnu krivulju, dobivamo maksimum godišnjeg intensiteta u rujnu, a oštiri minimum u siječnju.

10. Satni intensitet.

Taj ne možemo naći iz cijelog materijala motrenja, već samo iz 30 godina (1894—1923) registracije, na temelju kojih je izrađen dnevni periodicitet. Da vidimo, kako se razlikuju srednje mjesecne množine iz 65 i iz 30 godina, navodimo paralelno obje vrijednosti i njihovu diferenciju.

Srednje mjesecne vrijednosti množine kiše iz 65 godina i iz 30 godina

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
65 godina	47,9	43,5	58,9	71,8	81,9	99,8	84,1	83,7	85,5	101,2	78,7	63,2	900,2
30 "	47,9	41,8	56,9	72,7	80,2	97,2	81,8	80,0	91,1	103,8	73,7	67,6	894,7
65 g — 30 g	0,0	1,7	2,0	0,9	1,7	2,6	2,3	3,7	5,6	2,6	5,0	4,4	5,5

Vidimo, da diferencije tih vrijednosti nigdje ne dosežu ni 10%, srednje vrijednosti, tako da ih možemo isporedjivati dakako s obzirom na tu promjenljivost.

Srednji broj sati s kišom na mjesec (30 god., 1894—1923)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Broj sati	84,7	69,9	80,0	93,2	76,0	71,4	56,8	51,3	71,3	99,8	90,5	102,9	947,8

pokazuje nepravilni godišnji periodicitet s tri maksima, i to: u prosincu najveći, zatim u listopadu i u travnju, a apsolutni minimum u kolovozu.

Ako podijelimo navedene množine kiše s brojem sati, dobivamo srednji satni intensitet za svaki mjesec. Računan je faktično iz zbroja svih množina podijeljenih sa zbrojem sati.

Srednji satni intensitet kiše po mjesecima (30 god., 1894—1923)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
mm	0,57	0,59	0,71	0,78	1,05	1,36	1,44	1,56	1,28	1,04	0,81	0,66
												0,94

Kad pogledamo taj pravilni jednostavni godišnji val (s maksimom u kolovozu i minimom u siječnju), koji je nastao diobom dvaju nejednako periodičnih i nepravilnih nizova brojeva, to nam se i nchotice nameće pitanje, o kojem elementu može da zavisi taj periodicitet, kad je tako jednostavan.

11. *Odnos između intensiteta kiše i absolutne vлаге.*

Ako želimo jasno predočiti, kako najčešće, a valjada gotovo isključivo nastaje kiša, koja i malo veću množinu daje, to ne možemo upotrebljavati drugu predodžbu, nego vertikalno dizanje vlažnog topnjeg zraka. Dizanjem se zrak i dinamički ohlađuje i dolazi u sve već hladnije slojeve zraka, dok se ne ohladi ispod rosišta, gdje počinje nastajanje oblaka; dalje dosta jako dizanje daje kišu (ili koju uleđenu formu, ako je temperatura znatno ispod nule). Dva su uvjeta po tom za kišu potrebna, kako smo ih i sprijeda spomenuli: prvo, da zrak ima u sebi vode, i drugo, da se dosta naglo vertikalno diže. Brzina dizanja zavisi dalje o diferenciji temperature i pritiska, što ovdje dalje ne istražujemo, ali ističemo, da je primarna svakako diferencija temperature, koja opet zavisi o temperaturi pri dnu atmosfere, gdje je mjerimo. Prema tome bi s jedne strane imao zavisiti nekako intensitet kiše o temperaturi. No kako i vlažan zrak ne može više vode dati i uz jače vertikalno gibanje, negoli je ima u sebi, to nam se čini vjerojatnijim, da će srednji intensitet kiše u prvom redu zavisiti o tom, koliko zrak sadržava vode u sebi. A osobito se iz forme krivulje, koju dobivamo, ako gornje brojeve intensiteta prikažemo grafički, vidi, da pokazuje veće sličnosti s absolutnom vlagom negoli s temperaturom. Apsolutna se vлага izražava ili kao pritisak pare u milimetrima žive ili kao broj grama vode u m^3 zraka. Druga je mjera jasnija, ali je prva običnija i laglje se izračunava, pa je uzeta i ovdje. Iz 30 godina terminskih motrenja temperature i vlage na-

đene su srednje mjesecne vrijednosti i iz njih izračunan pritisak pare za svaki mjesec.

Srednji mjesecni pritisak vodene pare u mm

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Milimetri	3,8	4,1	5,4	6,8	9,5	11,6	13,1	12,6	10,5	8,2	5,6	4,6

Ako ovaj niz brojeva isporedimo sa srednjim satnim intensitetom, vidimo lako potpunu zavisnost intensiteta kiše od pritiska pare. Ako označimo pritisak pare s d , a intensitet s i , to je

$$i = 0,1 d + 0,20 (\pm 0,05) \text{ mm.}$$

Taj veoma jednostavni kvantitativni odnošaj između dva meteorološka elementa, o kojima se dosad vodilo vrlo malo računa, pokazuje jasno, da je srednji intensitet kiše po mjesecima jedino zavisan o tom, koliko zrak sadržava vode.

Ova upadna pravilnost objavljena je predbjegno u „Meteoro- logische Zeitschrift“ 1927, strana 181.

Ako poredimo brojeve za intensitet kiše, što ih dobivamo iz formule, s onima sprijed spomenutim, vidimo, da je najveća razlika samo 0,1 mm.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Iz formule	0,58	0,61	0,74	0,88	1,15	1,36	1,51	1,46	1,25	1,02	0,76	0,66
Iz mjerjenja	0,57	0,59	0,71	0,78	1,05	1,36	1,44	1,56	1,28	1,04	0,81	0,66
Razlika	-0,01	-0,02	-0,03	-0,10	-0,10	0,00	-0,07	0,10	0,03	0,02	0,05	0,00

Prosječna je razlika $\pm 0,05$ mm duevnog intensiteta, pa se prema tome upravo upadno slaže.

Vaarendno slaganje tih brojeva pokazuje (kako je u spomenutoj objavi rečeno), da množina kiše, koja padne na zemlju na nejem mjestu, potječe od vlastite vlasti, što se nalazi u zraku nad onim mjestom. Moglo bi se reći, da oblaci ne donose kišu iz dalekih krajeva, kako se često misli, već da može kišu imati samo ono mjesto, koje ima dovoljno vlasti u zraku nad sobom. Godišnji period množine kiše određuju po tom dva sasvim različita faktora:

1. Satni intensitet, koji prosječno zavisi samo o lokalnom sadržaju vode u zraku, kako gornja formula pokazuje.
2. Čestina i trajanje uzlazne struje zraka, koja zavisi od opće cirkulacije atmosfere.

U razmatranju dnevnog periodiciteta pokazano je, da i tamo vrijedi jednaka formula za odnošaj između intensiteta kiše i pritiska pare. Samo se u dnevnom periodicitetu jasno vidi, da se brzina uzlazne struje jače mijenja, pa je time prije podne uvijek intensitet manji, nego ga formula daje, a pod večer veći.

U godišnjem se periodicitetu izjednačuje za pojedini mjesec ta brzina, ali se i tu, i ako mnogo neznatnije, vidi, da je od travnja do srpnja intensitet kiše nešto manji, negoli formula daje, a od kolovoza do studenog nešto veći. Tu će razlog ležati u promjeni vlage visinom. U proljeću i ljeti je padanje vlage, apsolutne i relativne, visinom veće negoli u jeseni.

Ovaj kvantitativni odnošaj među intensitetom kiše i pritiskom pare daje mogućnost, da iz pritiska pare računamo i godišnju množinu kiše, ako znamo broj sati s kišom.

Prodot između broja sati i intensiteta daje dakako množinu. No određivanje broja sati s kišom nije bez registrirajućeg instrumenta još lako moguće. Eventualno bi se dao odrediti iz broja dana s kišom, no odnošaj između broja sati i broja dana nije tako jednostavan.

12. Odnošaj između broja dana i broja sati s kišom.

U članku 8. naveden je srednji broj dana s kišom, a u čl. 3. srednji broj sati. Podijelimo li broj sati s brojem dana, dobivamo broj, koji nam kazuje, koliko upoprijeko kišnih sati pada na jedan kišni dan u jednom mjesecu.

Srednji broj kišnih sati u jednom danu s kišom

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Sati	7,2	6,9	6,7	6,8	5,1	5,1	4,6	4,8	6,1	7,3	7,2	7,3

Ti brojevi pokazuju godišnje promjene u grupama. Nema tu lijepog pravilnog prelaza od manjih na veće brojeve, već su jasne grupe, koje se međusobno znatnije razlikuju. Najveća je zimska grupa s 4 mjeseca, od listopada do siječnja, koja ima poprijeko 7 i $\frac{1}{2}$ sati kiše u svakom kišnom danu. To je najduže trajanje kiše u jednom danu. Po tom se opravdano nadamo, kad u ova četiri mjeseca počne koji dan kišiti, da će taj dan biti 7 sati s kišom, ali ne će neprekidno kišiti, kako ćemo vidjeti u čl. 13. Druga grupa (proljetna) od veljače do travnja ima nešto manji broj sati s kišom po kišnom danu, poprijeko 6,8 sati. Treću grupu



čini svibanj i lipanj, koji imaju najveći broj dana s kišom, a lipanj i najveću množinu kiše, ali u jednom danu s kišom ima samo 5,1 sati s kišom. Četvrta grupa, srpanj i kolovoz, s poprijeko 4,7 sati s kišom u kišnom danu čine minimum, a sam prelazni mjesec rujan ima 6,1 sat u kišnom danu.

S manje točnosti mogli bismo razlikovati 7 hladnjih mjeseci, od listopada do travnja s poprijeko 7 sati s kišom po kišnom danu, 4 topla mjeseca, svibanj do kolovoza, sa 5 sati, i prelazni mjesec rujan sa 6 sati s kišom po kišnom danu. Kako nema duljeg niza pouzdanih registracija nigdje u okolini, nije moguće kontrolirati, koliko su ti brojevi pouzdani. Kad bi ti brojevi vrijedili za veći teritorij, mogla bi se srednja mjesecna množina kiše izračunati iz srednjeg pritiska pare i broja dana s kišom. U čl. 11. pokazano je, da s velikom točnosti daje srednji mjesecni intensitet kiše formula $i = 0,1d + 0,20$. Njenom pomoću izračunavamo satni intensitet. Ako su gornji brojevi o broju kišnih sati po kišnom danu pouzdani, to dobivamo iz mnoštva tih dvaju nizova srednju dnevnu množinu kiše po kišnom danu. Ako ovu pomnožimo sa srednjim brojem dana, dobivamo srednju mjesecnu množinu kiše samo iz mjerenja pritiska pare i brojenja dana s kišom. Iz mjesecnih množina dakako i srednju godišnju.

To će biti potrebno istražiti kod mnogo postaja, gdje ima dulji niz registracija, da se pokaže klimatska vrijednost ovoga načina izračunavanja množine kiše bez mjerenja.

13. Trajanje i množina jedne kiše.

Iz svagdanje prakse znamo, da svaka kiša (snijeg, tuča i t. d.) ima početak i svršetak. Ta se rečenica čini naivna, dok ne kušamo da u praksi odredimo za svaku kišu početak i kraj, da na taj način nađemo trajanje svake kiše, broj kiša i t. d. U mnogo slučajeva, osobito ljeti, ide to određivanje početka i konca kiše bez svake teškoće, no u jeseni i zimi, kad kiši ili sniježi po više dana uz manje ili veće prekide, ne da se jasno pojedina kiša odijeliti, jer nije ničim određena granica, gdje valja novu kišu početi računati. Često se u registraciji i ne vidi kratki prekid padanja od koje minute, a nema nikakva logična razloga, da odredimo 5,10 ili više minuta prekida padanja kao uvjet, da se počne brojiti nova kiša. Iz toga vidimo, da i ovdje kao kod većine mjerenja i brojenja valja svojevoljno, odnosno konvencionalno, odrediti

neku, svakako povoljnu graniču. Kod toga treba svakako paziti na „komoditet“ kod izbrajanja tih kiša, da se to uzmogne izvršiti uz najveću „ekonomiju mišljenja“ i rada. U predbežnoj objavi ovih odnošaja pod natpisom „Definition eines Regens“ u Meteorologische Zeitschrift 1927, str. 204, definirao sam jednu kišu kao neprekidan slijed satnih množina kiše od najmanje 0,1 mm. Ova je definicija baš tako opravdana ili neopravdانا kao i svaka druga, koja se može logično zamisliti, no ima tu veliku prednost, da se iz mjesecnih tabela, u kojima su očitane satne množine kiše iz registracija, bez teškoće i bez ikakve sumnje može odrediti broj kiša kao i broj sati, koliko je svaka kiša trajala.

Moglo bi se kod definicije kiše pomicati i na to, da se pod jednom kišom razumijeva padanje vode ili leda, koji potječe iz istog dinamičkog izvora. Tim bi se na pr. dvije susljedne ljetne grmljvine, koje idu neposredno jedna za drugom, razdijelile kao dvije kiše, što po gornjoj definiciji ne će biti, ako slučajno ne bude jedna satna rubrika među njima prazna. No kod te dinamičke definicije nastaje teškoća s brojenjem u onom slučaju, kad minimum pritiska zraka (ciklon) ostane na pr. na sjeveru Jadrana po nekoliko dana i prouzrokuje svaki dan po nekoliko sasvim razdvojenih kiša, među kojima može po koji put da i sunce proviri. Po dinamičkoj bi definiciji sve to imalo da čini „jednu kišu“, jer potječe iz istog dinamičkog uzroka, no to se opet sasvim protivi našoj svakidašnjoj praksi i govoru.

Prema tome se gornja definicija čini dosta opravdana, osobito sa stajališta „ekonomije mišljenja“, jer kod izbrajanja ne treba znatno naprezati mozak. Dakako, u takvom broju kiša broji kao „jedna kiša“ i množina od 0,1 mm, što padne u kojem satu, samo ako je sat prije ili poslije bez ikakve „množine“, isto kao i ona kiša, što je na pr. u siječnju 1900. trajala 54 sata, kao najdulja kiša u ovih 30 godina (1894—1923).

Ako na temelju te definicije kiše kao neprekidnog niza satnih množina kiše od najmanje 0,1 mm izbrojimo po mjesecima sve kiše u Zagrebu (prirojivši kod toga kišu, što pada od zadnjeg jednog mjeseca do prvog drugog mjeseca, uvijek onom mjesecu, u kojem ima više sati, a uz jednak broj, k pređašnjem, gdje je počela), to dobivamo

Broj kiša u Zagrebu (1894—1923)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Zbroj
482	463	539	623	709	659	572	485	548	621	592	648	6941



ili ako razdijelimo s brojem godina (30), dobivamo

Srednji broj kiša po mjesecima

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godina
16,1	15,4	18,0	20,8	23,6	22,0	19,1	16,2	18,2	20,7	19,7	21,6	231,4

Vidimo, da je najveći broj kiša u svibnju. Od tri mjeseca naporedo: travanj, svibanj i lipanj, imade svaki jedan maksimum čestine. Travanj ima najveći broj sati s kišom (među toplim mjesecima), svibanj najveći broj kiša, a lipanj najveći broj dana s kišom.

Da izračunamo, koliko sati traje poprijeko jedna kiša, podijelimo u čl. 13. navedeni broj sati s kišom s gornjim brojem kiša i dobivamo

Srednje trajanje jedne kiše u satima

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
Sati	5,3	4,5	4,5	4,5	3,2	3,2	3,0	3,2	3,9	4,8	4,6	4,8	4,1

Vidimo opet, da ne daje pravilni godišnji period, već grupe mjeseci, kako smo ih vidjeli kod istraživanja kišnih sati po kišnom danu.

U zimskoj grupi (listopad do siječnja) traje jedna kiša poprijeko 5 sati, što znači, da moramo očekivati, čim počne u tačetiri mjeseca kiša, da će i u idućih 5 sati svaki sat pasti bar 0,1 mm kiše. U proljetnoj grupi (veljača do travnja) traje kiša 4,5 sata. Ljetna grupa (svibanj do kolovoza) ima srednje trajanje jedne kiše samo 3 sata, dok opet prelazni mjeseci rujan ima cca 4 sata.

Ako bismo opet onako grupirali kao u čl. 12., mogli bismo reći, da u 7 hladnjih mjeseci traje jedna kiša (po prednjoj definiciji) poprijeko 5 sati, u 4 ljetna mjeseca 3 sata, a u prelaznom mjesecu rujnu cca 4 sata.

Još možemo odrediti srednju množinu vode, što nam je po prečno daje jedna kiša, ako razdijelimo srednju mjesecnu množinu u milimetrima s brojem kiša.

Srednja množina u mm, što je daje jedna kiša

Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
mm	3,1	2,7	3,2	3,5	3,4	4,4	4,3	5,0	5,0	5,0	3,7	3,1	3,8

Ta je godišnja promjena različna od dosadanjih i daje opet grupe, ali manje jasne.

Maksimum množine vode, što daje jedna kiša, imaju tri klimatski različita mjeseca, koji po čestini (kako smo je sprijeda prikazali) idu u tri grupe: kolovoz, rujan i listopad. Mogli bismo to izraziti i tako, da imamo očekivati, kad u ta tri mjeseca počne kišiti, da će poprijeko pasti 5 mm (t. j. pet litri po m²), samo u kolovozu za 3 sata, u rujnu za 4, a u listopadu za 6 sati.

Minimum trajanja kiše ima veljača, ali se ne razlikuje znatno od cijele zimske i proljetne grupe, koja obuhvaća mjesecce od studenog do svibnja s poprijeko 3 mm po jednoj kiši, a onda preostaju još samo dva mjeseca: lipanj i srpanj s 4 mm. Kako te veličine nijesu još izračunane za druga mjesta, nema pregleda za njihovu klimatsku konstantnost, pa se dalji zaključci zasad ne mogu stvarati.

Još možemo odrediti snošaj između broja kiša, što smo ih nezavisno o danima odredili, i broja dana s kišom.

Ako razdijelimo broj kiša s brojem dana, dobivamo:

Broj kiša u jednom danu s kišom

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
1,37	1,51	1,52	1,60	1,58	1,54	1,51	1,57	1,51	1,51	1,56	1,52	1,53

Iz toga niza vidimo, da je odnosaj između broja dana s kišom i broja kiša gotovo konstantan. To se nije moglo naprijed očekivati, jer je izbrajanje kiša prema definiciji u prednjem članku sasvim nezavisno o podjeli vremena na dane. Ovdje su dakako računani dani s kišom iz registracije od ponoći do ponoći. Neznatna se promjena pokazuje jedino u tom, da siječanj daje manji broj: 1,4, dok svibanj i lipanj daju 1,6, a tako i rujan i prosinac, svi pak ostali daju 1,5. Prema tome je broj kiša poprijeko za polovinu veći od broja dana, bez znatnijega godišnjeg perioda.

14. Zavisnost broja dana o početku dana.

Sprijed je spomenuto, da se kod mjerjenja kiše bez registrirajućeg instrumenta računa dan od 7 sati u jutro do idućeg dana 7 sati, dok se kod očitavanja satnih množina kiše iz registracije računa obični građanski dan od ponoći do ponoći. U mjesечноj množini kiše ne može tim nastati nikada veća razlika, jer se izravnavaju početak mjeseca s konecem. Kod broja dana, gdje odlučuje svaki dan, a ne samo početak i konač mjeseca, može dakako i ti razlika.



Ako isporedimo broj dana iz direktnog mjerjenja od 7 do 7 sati s brojem dana iz registracije, imamo

Broj dana s kišom

a) računan od 7 sati do 7 sati u jutro

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God.
$\alpha = 350$	303	351	410	440	433	371	305	352	398	390	413	4515

b) računan od ponoći do ponoći

$b = \underline{353}$	306	357	411	444	417	371	321	349	411	379	423	4544
$\alpha - b = -3 - 3 - 8 - 1 - 4 + 16$							$0 - 16 + 3 - 13 + 11 - 12 - 29$					

Vidimo, da registracija daje nešto veći broj dana s kišom, izuzevši tri mjeseca: lipanj, rujan i studeni. Razlog tome leži u dnevnom periodu čestine kiše. Ako kiša najčešće pada baš oko onog sata, gdje je granica dvaju dana, to će biti često, da presegne preko graničnog sata i tim stvori dva dana s kišom, a to je za drugi način brojenja, koji ima granični sat na drugom mjestu, samo jedan dan. Kod istraživanja dnevnog perioda vidjeli smo, da je noćna čestina uopće pretežnija, pa je zato razumljivo, da registracija s granicom dana u ponoći daje veći broj dana negoli brojenje od 7 do 7 sati. Naprotiv će dnevni period čestine, koji ima maksimum u 7 sati u jutro, prouzročiti veći broj dana s granicom u 7 sati. Kako je dnevni period čestine uopće vrlo slab, to će baš o pojedinim slučajevima zavisiti taj broj dana, pa su dalji zaključci nemogući. U 30 godina vidimo, da registracija daje 29 dana s kišom više, a to je prema sprijed spomenutoj većoj čestini kiše u noći sasvim prirodno. Po tom bi se broj dana s kišom po registraciji razlikovao od broja dana s kišom po mjerenu u 7 sati, popriješko na godinu samo za 1 dan, što ne treba uzeti u obzir.

Ova razlika pokazuje ipak, da broj dana s kišom na onim mjestima, gdje bi maksimum čestine bio jak i padao u granični sat, ne bi bio isporediv s brojem dana na drugom mjestu, gdje bi maksimum čestine uz jednaku jakost bio daleko od graničnog sata. Kod ispoređivanja broja dana s kišom na raznim mjestima valja prema tome paziti na dnevni period čestine.

15. Najduže trajanje kiše i suše.

Ako prema definiciji jedne kiše (u čl. 12.) odredimo za svaki mjesec najveće trajanje jedne kiše i iz tih brojeva nađemo srednje vrijednosti, imamo maksimalno trajanje jedne kiše, što ga u poje-

dinom mjesecu možemo prosječno očekivati. Najveći i najmanji brojevi toga niza pokazuju promjenljivost toga maksima.

Najdulja kiša (1894—1923), trajanje u satima

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Srednja	20,1	15,4	15,3	19,1	15,1	12,6	9,6	11,1	14,7	19,7	18,2	20,7
Maksimum	54	39	28	39	34	21	17	24	33	47	41	46
Minimum	5	4	5	7	6	6	4	3	4	6	7	6

Vidimo, da imamo najdulje trajanje kiše očekivati u zimi, gdje može da dva dana neprekidno svaki sat daje bar 0,1 mm vode. Više od jednog dana neprekidne kiše mogu dati svi mjeseci osim lipnja i srpnja.

Izbrojimo na jednaki način najdulji slijed dana bez kiše za svaki mjesec u 30 godina i uzmimo srednju vrijednost:

Najdulja suša (1894—1923) u danima

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Srednja	11	10	10	9	7	8	8	9	10	10	9	11
Maks.	25,1	25,0	22,4	23,0	11,3	13,5	17,6	20,9	19,4	20,8	24,5	27,2
Min.	3,8	4,5	3,3	3,8	3,5	3,2	3,6	3,9	3,6	2,6	2,5	3,6

Iz tablice vidimo, da imamo u prosincu i siječnju očekivati najdulju sušu od prosječno 11 dana, a u svibnju samo 7 dana. Faktično je u spomenutih trideset godina najdulja suša bila u prosincu god. 1905. u trajanju od 27 dana i pet sati. Minima suše pokazuju, da je moguće gotovo u svakom mjesecu da budu samo tri susjedna dana bez kiše.

Tim je prikazan dnevni i godišnji period kiše u Zagrebu u najkarakterističnijim crtama.

16. Satne množine kiše u 30 godina (1894–1923)

Sati	Sij.	Velj.	Ožuj.	Trav.	Svib.	Lip.	Srp.	Kol.	Ruj.	List.	Stud.	Pros.
1	50,8	54,4	82,7	97,9	93,6	124,6	116,2	164,2	181,1	138,9	88,0	82,6
2	53,0	58,9	70,7	111,7	97,7	108,3	129,9	103,1	129,8	159,0	93,2	88,0
3	59,9	68,3	82,4	100,2	82,6	130,0	127,3	101,4	108,9	121,0	70,9	83,9
4	60,2	60,8	104,1	79,4	57,0	89,9	89,1	127,9	105,6	131,2	73,5	76,5
5	71,9	56,5	83,9	75,9	73,3	98,7	139,1	82,9	99,9	136,0	76,2	81,2
6	77,6	60,9	72,6	80,8	73,8	119,3	103,0	61,4	111,9	143,9	86,5	82,0
7	67,5	52,7	70,8	86,1	68,4	141,0	90,6	50,5	82,8	122,9	84,4	77,1
8	57,8	45,8	63,3	97,2	68,7	113,5	48,5	75,0	83,3	135,3	84,7	74,9
9	50,7	43,1	59,7	95,1	63,1	66,5	75,4	71,4	103,9	101,5	75,1	87,3
10	44,5	43,2	66,8	76,3	76,1	65,5	87,2	98,6	99,4	127,1	72,8	72,9
11	46,6	47,2	73,2	77,9	101,4	77,7	80,0	81,1	77,0	135,0	80,5	72,5
12	61,9	43,4	62,6	77,6	70,7	124,7	79,8	80,6	79,5	137,6	80,8	88,6
13	68,2	38,7	59,4	78,8	79,4	115,9	104,1	88,6	90,3	117,7	96,4	90,5
14	61,6	49,1	62,1	78,9	95,2	83,3	117,0	97,1	96,1	124,2	121,8	98,5
15	51,9	57,9	54,4	78,8	141,8	169,8	96,9	120,9	130,7	131,4	107,4	88,0
16	54,7	58,3	63,4	90,9	139,4	151,5	96,7	80,7	97,1	112,9	99,9	83,0
17	59,6	55,0	61,5	95,4	105,2	179,8	130,8	102,3	124,3	138,3	102,5	68,2
18	66,4	55,2	70,5	108,6	139,0	177,2	80,2	71,4	119,9	121,1	88,7	67,2
19	60,6	48,9	67,0	96,5	133,1	129,4	78,4	78,9	154,5	109,2	108,2	77,1
20	69,2	59,0	68,3	102,2	111,5	151,9	107,2	110,1	128,8	108,3	103,5	96,5
21	66,3	51,9	66,9	100,3	120,2	113,0	108,7	68,5	150,2	151,8	114,4	94,4
22	63,0	43,9	73,7	108,9	159,9	144,4	107,6	195,1	184,7	135,0	118,3	99,3
23	58,9	46,4	74,1	97,1	137,3	123,3	167,9	133,4	98,7	142,7	102,4	110,2
24	54,2	46,7	92,7	88,8	116,9	127,9	116,6	159,2	144,5	132,7	82,9	87,8

17. Broj sati s kišom u 30 godina (1894–1923)

Sati	Sij.	Velj.	Ožuj.	Trav.	Svib.	Lip.	Srp.	Kol.	Ruj.	List.	Stud.	Pros.	Zbroj
1	108	88	101	124	96	95	86	72	97	130	115	132	1244
2	104	99	107	128	94	92	80	68	97	135	110	139	1253
3	101	115	110	121	86	93	80	71	83	135	104	135	1234
4	98	106	112	117	78	87	85	63	88	139	113	141	1227
5	106	94	111	120	92	86	77	59	88	131	117	133	1214
6	107	104	108	125	96	89	79	59	94	118	126	136	1241
7	114	92	114	130	101	102	78	52	87	126	124	131	1251
8	105	82	104	123	90	93	63	57	79	133	123	123	1175
9	100	75	99	103	77	70	59	60	72	121	103	106	1045
10	97	90	101	100	89	68	64	64	79	117	100	120	1089
11	94	83	89	102	94	78	62	58	77	128	114	129	1108
12	105	83	92	100	95	78	62	56	74	117	108	144	1114
13	108	73	83	99	84	73	69	53	70	119	106	138	1075
14	103	73	95	104	98	84	69	64	80	122	103	132	1122
15	101	83	94	116	99	89	76	69	96	121	110	125	1179
16	105	78	97	121	116	100	70	61	96	118	110	130	1202
17	113	91	94	122	97	95	69	70	104	119	120	116	1210
18	113	87	98	124	97	95	59	65	105	117	108	119	1187
19	110	83	107	115	95	97	66	61	91	121	109	117	1172
20	112	82	102	118	104	100	66	58	97	119	116	117	1191
21	111	91	92	117	99	98	68	67	89	127	122	132	1213
22	110	81	97	124	107	97	65	76	99	126	121	129	1232
23	108	80	96	118	99	91	75	76	99	126	125	130	1223
24	107	85	98	126	101	91	78	79	98	129	109	134	1235

18. Mjesečne i godišnje množine kiše u Zagrebu
65 godina

Godina	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	Godina
1862	80,6	19,9	66,9	73,0	86,3	39,3	58,4	72,1	63,4	82,2	104,0	38,5	779,6
1863	35,3	7,1	102,8	32,9	55,2	77,9	47,0	61,4	77,9	31,0	102,4	16,5	647,4
1864	20,4	91,8	60,0	71,2	82,8	142,8	109,0	79,3	206,7	17,1	124,7	35,3	1041,1
1865	131,3	34,7	181,4	4,3	21,2	161,6	70,0	52,5	10,8	110,7	34,5	8,5	771,5
1866	34,6	98,0	103,0	70,5	88,6	35,7	188,7	105,3	164,0	41,5	111,8	32,6	1074,3
1867	112,3	50,8	67,2	68,1	74,0	109,4	64,3	51,5	52,2	143,0	21,8	126,3	940,9
1868	53,7	2,5	62,2	89,6	43,2	54,3	90,2	42,1	44,9	77,1	68,1	123,2	751,1
1869	15,3	34,3	82,6	107,2	89,7	104,2	62,0	58,8	42,3	128,4	78,0	122,3	925,1
1870	50,0	49,9	48,0	48,5	61,2	132,7	78,2	265,8	39,5	120,2	108,6	102,2	1104,8
1871	59,1	6,1	53,4	48,5	130,0	128,3	45,3	48,5	84,3	120,0	163,9	35,4	922,8
1872	69,7	36,3	66,9	83,5	33,6	96,7	38,8	96,5	188,3	174,2	92,1	57,2	983,8
1873	68,4	103,6	43,1	90,8	128,8	65,1	63,8	61,7	80,2	42,9	47,0	9,2	804,6
1874	14,5	50,6	26,7	79,9	145,3	136,5	93,4	166,8	22,7	68,2	44,5	177,7	1026,8
1875	14,9	73,6	19,8	28,5	70,4	89,9	84,9	86,9	47,1	218,1	116,6	32,7	883,4
1876	39,4	95,4	115,4	80,8	178,8	145,1	106,1	96,3	122,2	49,6	67,7	88,3	1184,3
1877	63,3	51,7	33,3	91,2	65,1	50,4	48,8	11,1	68,0	34,8	73,2	80,8	671,7
1878	60,0	1,3	32,0	40,4	90,7	83,6	221,1	116,3	114,9	204,7	162,8	66,8	1194,6
1879	57,9	120,9	51,2	115,8	125,0	36,9	58,2	81,7	52,7	117,1	83,9	36,2	937,5
1880	22,3	56,2	10,2	38,3	159,0	113,5	108,9	145,6	131,8	116,4	105,1	42,0	1049,3
1881	98,5	31,6	74,8	88,6	32,6	77,4	54,5	55,7	59,5	204,3	18,4	35,8	826,7
1882	6,5	22,2	54,5	38,5	46,7	102,1	102,7	140,8	142,1	142,8	88,0	80,6	967,5
1883	9,5	26,7	72,9	49,6	86,6	137,3	56,1	43,0	89,4	100,2	129,3	33,0	833,6
1884	7,9	23,8	44,7	87,1	32,1	133,7	90,1	112,3	56,9	122,4	30,2	126,9	868,1
1885	38,9	31,6	87,1	90,6	109,4	51,3	28,7	125,9	52,3	138,2	19,8	54,7	778,5
1886	128,7	30,6	69,0	84,6	25,8	162,4	41,7	106,5	60,0	45,3	70,9	74,4	899,9
1887	22,2	29,4	86,2	25,7	102,1	59,8	31,1	53,1	63,0	81,5	141,7	97,1	792,9
1888	26,3	36,4	86,8	74,5	106,6	100,7	81,4	68,8	53,9	146,3	38,5	21,7	841,9
1889	29,9	102,0	54,0	107,2	60,3	115,6	115,1	51,2	147,4	110,8	50,9	11,6	956,0
1890	8,6	6,9	30,7	134,0	86,7	96,7	60,4	38,2	51,2	92,7	113,3	43,7	763,1
1891	77,6	1,1	80,0	95,6	77,2	65,1	160,0	42,3	44,4	11,8	47,8	39,8	742,7
1892	71,8	44,1	49,7	88,3	98,9	139,2	82,7	76,4	59,1	65,2	17,3	57,1	849,8

(41)

Dnevni i godišnji period krije u Zagrebu.

41

1893	50,3	47,5	40,3	7,2	22,4	185,8	128,7	16,8	66,9	75,8	163,6	25,1	830,4
1894	20,1	16,6	9,5	55,8	127,7	99,1	49,5	97,6	61,7	128,8	50,9	54,0	770,8
1895	89,7	108,8	75,6	104,3	61,9	99,0	66,6	98,1	17,3	270,4	37,5	97,5	1126,7
1896	18,8	22,3	28,0	48,4	73,5	54,1	79,9	206,4	79,3	80,0	61,3	73,3	825,3
1897	81,7	34,8	53,1	31,4	123,1	138,2	77,7	124,7	117,4	90,4	22,5	57,2	952,2
1898	10,4	49,8	44,2	48,5	104,6	107,9	109,5	40,5	52,6	105,1	94,3	13,5	780,9
1899	24,4	14,9	64,3	69,8	131,8	116,3	63,2	72,4	205,6	62,6	14,6	68,7	908,6
1900	87,2	30,7	72,0	105,9	88,3	120,4	55,0	141,9	21,8	78,5	98,0	52,8	947,5
1901	65,9	43,2	82,1	51,0	33,1	102,3	31,8	87,2	152,7	79,4	56,1	82,0	866,8
1902	35,5	78,0	74,2	56,3	146,1	97,6	112,9	56,9	63,2	150,8	36,5	32,3	939,8
1903	30,0	24,2	34,3	137,2	63,9	90,3	96,3	44,7	47,7	90,3	123,8	144,8	927,5
1904	53,0	60,9	46,9	58,2	74,6	83,8	29,1	138,1	69,5	86,4	41,7	42,9	780,1
1905	24,6	40,6	73,1	70,9	105,2	133,2	51,7	68,4	147,2	207,4	177,8	16,4	1116,6
1906	45,0	44,2	80,2	92,0	66,5	53,1	156,7	55,0	83,3	53,3	98,2	135,5	903,0
1907	43,9	29,6	12,2	122,5	66,5	42,8	88,7	32,4	46,5	112,5	24,7	86,8	709,1
1908	19,8	45,3	62,6	128,1	29,7	43,2	61,1	185,6	48,4	23,7	60,0	55,3	762,8
1909	38,6	15,3	56,7	47,7	57,6	72,2	80,9	108,9	97,0	50,9	46,3	122,3	794,4
1910	96,8	66,9	10,9	49,1	61,4	168,4	89,5	58,0	136,6	87,4	177,8	58,5	1061,3
1911	38,7	4,8	26,0	29,3	94,7	133,1	77,3	20,3	62,9	106,9	42,0	54,9	690,9
1912	42,6	73,6	98,3	72,5	82,8	109,4	81,4	55,2	211,2	111,3	88,1	66,2	1092,6
1913	32,4	20,4	34,2	50,3	66,1	48,2	141,9	77,9	125,1	27,9	61,9	67,4	753,7
1914	45,2	8,8	108,2	39,6	166,3	48,1	134,3	32,5	85,1	11,1	36,3	79,7	795,2
1915	127,1	61,2	59,0	51,6	63,4	125,4	131,6	149,8	60,0	258,3	76,2	66,7	1253,3
1916	6,5	59,0	92,1	94,5	31,9	25,6	46,5	48,6	187,4	90,7	74,0	124,2	891,0
1917	96,3	61,8	131,3	58,9	25,3	31,1	116,4	76,3	51,1	178,6	126,3	60,8	1004,2
1918	24,9	12,7	49,4	51,4	72,7	122,5	64,8	100,5	119,8	127,7	39,3	88,1	873,8
1919	82,2	30,9	68,5	146,1	53,9	137,8	148,2	57,6	110,1	99,9	154,7	16,0	1105,9
1920	39,6	16,0	15,2	93,5	69,8	146,2	74,2	36,9	63,2	28,4	13,2	89,6	685,8
1921	13,3	36,1	6,2	61,4	136,7	114,7	26,6	40,8	20,2	74,0	95,3	30,1	655,4
1922	44,8	72,5	72,0	126,8	76,4	71,1	50,9	29,0	148,9	156,8	41,0	21,8	912,0
1923	53,9	58,3	49,8	110,8	52,6	165,9	30,6	61,3	31,0	81,6	156,8	73,0	925,1
1924	34,7	67,3	55,6	85,2	139,2	88,7	95,8	123,9	47,9	35,6	2,0	48,5	824,4
1925	30,1	82,7	84,7	76,8	100,6	158,8	29,7	82,6	176,6	62,4	183,8	44,7	1113,5
1926	36,5	17,4	39,8	72,9	57,2	99,2	228,9	200,2	107,0	133,6	74,0	50,7	1117,4
Sredina	47,9	43,5	58,9	71,8	81,9	99,8	84,1	83,7	85,6	101,2	78,7	63,2	900,2

19. Broj dana s kišom u Zagrebu
65 godina

42

I mr. Stjepan Škreb:

(42)

Godina	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studen	Prosinac	Godina
1862	8	7	9	12	11	11	8	9	8	8	16	6	113
1863	6	5	11	4	6	8	8	4	4	7	11	5	79
1864	4	12	13	13	11	17	14	8	9	7	13	7	128
1865	12	9	15	2	4	15	7	4	2	13	4	3	90
1866	5	12	21	8	11	7	16	7	6	4	11	6	114
1867	14	6	8	8	6	11	10	7	8	10	7	10	105
1868	11	2	12	13	4	12	16	13	11	11	9	12	126
1869	8	2	17	13	13	14	8	10	6	14	13	19	137
1870	12	12	12	6	12	16	11	23	6	12	15	16	158
1871	15	2	8	12	23	17	7	11	8	13	22	7	145
1872	9	12	11	12	8	14	10	14	10	16	11	10	137
1873	14	13	8	17	18	7	8	7	13	8	12	3	128
1874	9	7	3	15	22	13	7	12	5	9	13	24	139
1875	7	9	7	8	12	15	11	10	10	22	13	6	130
1876	14	9	12	10	18	13	14	12	11	9	11	15	148
1877	11	9	13	20	12	7	7	4	12	7	10	13	125
1878	11	1	9	13	8	9	18	8	10	15	21	10	133
1879	11	21	9	20	15	8	12	9	11	6	11	9	142
1880	4	9	5	6	16	18	8	18	9	9	10	10	122
1881	20	10	11	16	14	18	6	9	14	23	4	9	154
1882	3	4	10	10	10	15	11	18	15	17	9	10	132
1883	10	9	19	13	12	18	14	10	12	11	18	6	147
1884	5	6	9	16	6	24	10	8	6	13	4	16	123
1885	8	8	11	10	11	10	7	12	9	14	14	8	122
1886	16	8	7	14	8	24	6	15	4	10	8	15	135
1887	7	7	13	5	16	11	6	8	9	13	15	13	123
1888	7	7	15	14	11	9	19	9	6	9	7	8	121
1889	9	11	12	18	12	13	12	9	5	19	18	10	153
1890	8	4	12	14	14	12	9	5	7	11	18	10	124
1891	14	4	14	18	15	10	13	8	6	7	17	8	134
1892	10	12	10	9	18	18	12	7	7	11	5	8	127

120	1893	8	9	9	133
1894	12	15	11	18	159
1895	18	12	13	17	170
1896	16	11	10	17	141
1897	20	15	18	18	140
4	11	11	14	14	140
7	12	12	13	13	140
8	16	12	13	13	140
11	11	15	11	18	140
19	19	13	10	18	140
1900	19	16	15	17	140
1901	9	18	9	15	140
1902	8	20	12	13	140
1903	5	5	14	18	140
1904	10	12	12	16	140
1905	9	11	15	16	140
1906	9	11	14	9	140
1907	8	11	7	13	140
1908	6	11	16	8	140
1909	8	12	17	8	140
1910	14	11	6	17	140
1911	7	5	10	12	140
1912	16	9	18	16	140
1913	11	7	5	9	140
1914	9	5	11	10	140
1915	21	14	13	13	140
1916	4	11	14	17	140
1917	24	8	17	13	140
1918	13	5	12	18	140
1919	19	13	14	22	140
1920	14	7	8	13	140
1921	7	7	3	12	140
1922	12	9	14	15	140
1923	9	16	11	10	140
1924	9	11	15	15	140
1925	8	11	12	16	140
1926	12	9	7	9	140

Sorelina

Sadržaj.

<i>I. Uvod</i>	Str.
1. Materijal	1
2. Srednje vrijednosti	2
3. Isporedivost	5
<i>II. Dnevni period kiše</i>	
4. Način prikazivanja i točnost motrenja	7
5. Srednji dnevni period za cijelu godinu	10
6. Srednji dnevni period za pojedina godišnja doba	15
A. Zima	15
B. Proleće	17
C. Ljeto	19
D. Jesen	21
<i>III. Godišnji period kiše</i>	
7. Množina kiše	22
8. Čestina kiše	27
9. Dnevni intensitet u godišnjoj promjeni	29
10. Satni intensitet	29
11. Odnošaj između intensiteta kiše i apsolutne vlage	30
12. Odnosaj između broja dana i broja sati s kišom	32
13. Trajanje i množina jedne kiše	33
14. Zavisnost broja dana o početku dana	36
15. Najdulje trajanje kiše i suše	37
16. Tablica satnih množina kiše u 30 godina (1894—1923)	39
17. Tablica broja sati s kišom u 30 godina (1894—1923)	39
18. Mjesečne i godišnje množine kiše 1865—1926	40
19. Broj dana s kišom 1865—1926	42