

UGOTAVLJANJE EVAPOTRANSPIRACIJE S POMOČJO NORMALNIH KLIMATSKIH POKAZATELJEV.

Avtor: Furlan Danilo

sodelavci:

Kmecl Alenka  
Manohin Vital  
Bernot Franc

III. Zaključek.

Inv. št. 601

# K A Z A L O

	str.
I. Uvod	1
II. Rezultati določanja evaporacije in evapotranspiracije v Sloveniji.	8
A. Rezultati merjenja z "ameriškim" in Wildovim evaporimetrom ( v Ljubljani in Kopru)	8
1. Podatki	8
2. Kritičen pregled in kontrola podatkov	11
3. Nadomestitev manjkajočih podatkov in rezultati merjenj v Ljubljani	13
4. Primerjava rezultatov, dobljenih z ameriškim in Wildovim evaporimetrom	20
5. Rezultati merjenj z "ameriškim" evaporimetrom v Kopru	34
B. Ugotavljanje evapotranspiracije s pomočjo vodne bilance	40
1. Porečje Ljubljaniče	40
2. Porečje Dravinje	45
3. Porečje Save	48
4. Porečje Soče	53
C. Določanje evapotranspiracije po Thornthwaiteu	
1. Letne višine potencialne evapotranspiracije	57
2. Dejanska evapotranspiracija	60
III. Zaključek.	74
K 3 Razlika med padavinami in odtoki v porečju Save.	20
K 4 Razlika med padavinami in odtoki v porečju Soče.	54
K 5 Povprečne letne višine potencialne evapotranspiracije v Sloveniji	61
K 6 Področja s primanjkljajem padavin v poletnih mesecih	64
K 7 Povprečne letne višine dejanske evapotranspiracije.	72

## G R A F I K O N I

	str.
Gr.1 Primer dobrega in slabega ujemanja rezultatov, dobljenih z "ameriškim" in Wildovim evaporimetrom	10
Gr.2 Primer, ko je bila evaporacija, izmerjena z Wildovim evaporimetrom večja, kot pa z ameriškim	14
Gr.3-10 Rezultati merjenj z "ameriškim" in Wildovim evaporimetrom v mesecih april - november	21- 28
Gr.11 Evapotranspiracija (evaporacija) v času od aprila do novembra	29
Gr.12 Izhlapevanje iz "ameriškega" evaporimetra v Kopru	37
Gr.13 Razporedba potencialne evapotranspiracije v Sloveniji, računanje po Thornthwaitovi enačbi	62

## K A R T E

K 1 Razlika med padavinami in odtoki v porečju Ljubljaniice .	41
K 2 Razlika med padavinami in odtoki v porečju Dravinje.	46
K 3 Razlika med padavinami in odtoki v porečju Save.	49
K 4 Razlika med padavinami in odtoki v porečju Soče.	54
K 5 Povprečne letne višine potencialne evapotranspiracije v Sloveniji	61
K 6 Področja s primanjkljajem padavin v poletnih mesecih	64
K 7 Povprečne letne višine dejanske evapotranspiracije.	72

## I. U V O D

V zadnjih 20 letih se je izvršila med meteorološkimi elementi, vsaj kar zadeva njihovo raziskovanje, velika pregrupacija. Največje zanimanje je sedaj za temperaturo tal, vlago tal in evapotranspiracijo.

Za naštete elemente so kazali poprej zanimanje v glavnem agronomi in od njih so jih prevzeli agrometeorologi. Za vzrokom se skoro ni treba ozirati! Saj sta temperatura zemlje in njena vlaga gotovo v vrsti najvažnejših ekoloških pogojev in je torej povsem razumljivo, da so bili interesenti za podatke o temperaturi in vlagi tal prav agronomi.

Danes je situacija v dokajšni meri spremenjena. Navedeni elementi so v središču raziskovalnega dela tudi med meteorologi. Ne morda zato, ker se zaradi veliko stopnje aplikativnosti znanost preko teh elementov zelo hitro, dejali bi, naravnost neposredno vključuje v proizvodnjo. Vzrok je globlji! Sonce je sicer glavni, ni pa neposredni vir toplote. To mesto pripada zemeljski površini, vključno z morskimi površinami. Toplotna energija pa predstavlja osnovno gonilno silo za vse procese v atmosferi, torej tudi planetarno cirkulacijo in s tem za vreme in klimo določenega področja. Če so bile doslej uprte oči meteorologov predvsem v procese v atmosferi, je sedaj v vse večji meri torišče udejstvovanja površina zemljine oble, ki je neposredni vir toplote in s tem vseh procesov v atmosferi.

Podobno kot v svetu gre razvoj tudi pri nas. V meteorološki službi dolgo časa ni bilo zanimanja za vlago in temperaturo tal. Pinnirji na tem polju so bili agrometeorologi. Danes se stvari obračajo v slovenskem in jugoslovanskem merilu. Določanje vlage v zemlji je še ostalo v rokah agrometeorologov ~~in službe~~, temperatura tal in ugotavljanje evapotranspiracije pa prehaja v stalno nalogo meteoroloških observatorijev.

Za rezultate so zainteresirane razne panoge: na prvem mestu so vse meteorološke discipline ter agronomija in hidrologija.

Tudi raziskovalno delo meteorološkega observatorija v Ljubljani šteje med osnovne naloge določanje evaporacije in evapotranspiracije. Od vsega začetka je jasno načrtan obseg tega dela: na eni strani spremljati razvoj v svetu, na drugi strani pa reševati neposredne naloge, ki stoje pred našim kmetijstvom in vodnim gospodarstvom. Vse pa v okviru, ki ga opredeljujejo ekonomske koristi zastavljenega raziskovalnega dela. Saj je jasno, da je nemogoče pristopiti k teoretično in finančno zahtevnim poizkusom, kakršne si morejo privoščiti le najbogatejše države.

Nastane pa vprašanje, v koliki meri bi tudi široko zasnovano raziskovalno delo utegnilo bistveno povečati direktne koristi našemu gospodarstvu. Optimizem ni na mestu. Na evapotranspiracijo vpliva mnogo dejavnikov, med katerimi sta posebno važna temperatura in veter; seveda poleg vlage v zemlji.

In kako je z navedenimi elementi na območju Slovenije? Temperatura zraka in vlaga v zemlji se menjavata na zelo majhne razdalje. Prav isto velja tudi za veter. Vzrok za tako stanje je gotovo velika razgibanost reliefa, kar vpliva na temperaturno razporedbo in na hitrost vetra. Če pa sta temperatura ozračja in veter zelo pomembna med dejavniki, ki odredajo stopnjo evaporacije in evapotranspiracije in se zavedamo, kako se oba elementa v razgibanem svetlu le težko ocenjujeta, potem ni težko spoznati, da bi nam tudi večje število evaprimeterskih opazovalnic ne moglo bistveno pomagati.

Tudi poslednji optimizem o velikih rezultatih pa splahni, čim pritegnemo v kombinacijo še vlago v tleh. Geološka osnova tal je pri nas sila raznolika: od povsem nepropustnih plasti pa do idealno propustnih imamo obsežno prehodno lestvico in morali bi organizirati za vsak tip posebno postajo, da bi prišli do izhodiščnih podatkov, na katere bi oprli nadaljne računske operacije za določevanje evaporacije in evapotranspiracije izbranega področja ali pa cele Slovenije. Za sprovedbo take naloge pa bi bil potreben kader strokovnjakov, čas in v nemali meri tudi finančna sredstva. V današnjem stanju ni-

smo sposobni izpolniti nobene od naštetih potreb.

Le na področjih, kjer je ~~poznavanje~~<sup>manjkanje</sup> vode najbolj aktualno, kjer so potrebe po namakanju največje, le na tistih mestih je treba nujno organizirati opazovanje evaporacije in evapotranspiracije z ekonomsko najbolj ustreznimi, pa čeprav dragimi, metodami. Morda se bo metoda s časom pocenila in bo mogoče mrežo opazovalnic primerno razširiti. Danes je to še nagotovo. Gotovo pa je, da tudi s postaj, kjer bodo uvedena opazovanja v najkrajšem času, dolgo ne bomo dobili uporabnih rezultatov .

Vpliv padavin, ki so izvor za vlago v tleh, lahko eliminiramo z umetnim uravnavanjem vlage; ne moremo pa tega narediti s temperaturami, ki dokaj varirajo iz leta v leto, zaradi česar so potrebna dolgoletna meritve evaporacije in evapotranspiracije, vzporejene s temperaturnim razvojem posameznih let.

Potrebna so torej dolgoletna opazovanja. Nam pa so potrebni takojšnji podatki. Pot do njih vodi z dveh strani.

Za povojna leta imemo podatke o izhlapevanju z vodne površine v umetnem ambijentu - meteorološki hišici - izmerjene s pomočjo Wildovega evaporimetra. Vzporedno z merjenjem izhlapevanja v meteorološki hišici pa so bila opazovanja tudi s t.z. ameriškim evaporimetrom, ki sicer ne predstavlja izhlapevanja s prirodne vodne površine, ker je posoda dvignjena nad okolico, zaradi česar je veter močnejši, poleg tega pa so tudi temperaturne razmere drugačne, kot pa bi bile v prirodnem okolju. V primerjavi s starim Wildomim evaporimetrom pa je "ameriški" evaporimeter vendar popolnejši instrument in ob uporabi določenega koeficijenta bo mogoče dobiti iz vrednosti, dobljenih po ameriškem evaporimetru, okvirne vrednosti tudi za evapotranspiracijo izbranega področja. Ker so opazovanja z ameriškim evaporimetrom kratka, z Wildom pa mnogo daljša, so tako dani pogoji za redukcijo na daljši niz tudi povprečnih vrednosti, dobljenih s pomočjo ameriškega evaporimetra. Istočasna opazovanja z obema instrumentoma so bila v Ljubljani na observatoriju za Bežigradom, tako da bi bilo možno z njimi



Veter namreč v veliki meri vpliva na kot, pod katerim se padavine približujejo tlom. Čim bolj je kot oster, tem majši je odstotek padavin, ki jih dežemer prestreže in ki jih opazovalec potem tudi izmeri. Zlasti velika so odstopanja v primerih sneženja, saj vemo iz izkušnje, da "nese" veter snežinske neredko skoro vodoravno in v takih primerih je ~~snežomer~~<sup>dežemer</sup> skoro prazen, na tleh pa je morda 20 ali tudi več cm snega. Podoben, čeprav nekoliko manjši je učinek pri dežju, kadar je veter močan, kapljice pa so majhne. Ker je veter praviloma tem močnejši, čim večja je absolutna višina, pomeni to, da so podatki o padavinah v visokogorskem svetu zelo dvomljivi, prav isto velja pa tudi za sredogorski svet, ako je dežemer na pred vetrom nezaščitenem mestu.

Prikazana hiba pa ni edina. V pasu anekumene so opazovalci zelo redki in posledica je, da je mreža opazovalnih mest v pasu anekumene nezadostna; v višinah nad 1500 m pa se moramo sploh zadovoljiti le s podatki, dobljenimi s pomočjo totalizatorjev. V najboljšem slučaju dobimo od njih le mesečne, običajno pa le letne vrednosti. Zaradi velikega časovnega razpona ~~ne~~ je kontrola praktično nemogoča in zato so rezultati dokaj dvomljivi.

Nerepresentativnost podatkov v višjem svetu sredogorskega in visokogorskega sveta je vzrok, da smo za ta svet prisiljeni, višine padavin le ocenjevati, pri čemer se opiramo na podatke najbližje postaje z reprezentativnimi meritvami. Upoštevamo pa še pravilo o naraščanju padavin vzporedno z naraščanjem absolutne višine. Subjektivni moment, ocena, avtorja padavinske karte pa ima odločilno besedo. Zato ne iznenadi, da diferirajo ocene raznih avtorjev za najvišji pas v Bohinjskem grebenu tudi za 2.000 mm.

Laik, ki mu problematika ni prezentna, vidi v padavinskih kartah mnogo več kot pa tisti, ki je karto izdelal.

Pa tudi v pasu ekumene, kjer imamo na razpolago podatke iz relativno goste mreže padavinskih opazovalnic, meritve niso idealne. Pravilno bi bilo, ako bi bila razdalje dežemera od

od najbližje stavbe ali drevesa, nekako 10 krat večja kot je ovira (drevo, hiša, ziš in podobno). To je idealno razmerje. V resnici se zadovoljimo z razmerjem 1:1 in ne 10:1. Zato je zelo verjetno, da so prestrežene padavine (v ombrometru) bodisi previsoke (zameti), bodisi prenizke (v mrtvem voglu). In take nereprezentativne podatke ekstrapoliramo potem na preko 3 milijarde večjo površino.

Iz navedenega sledi, da je ena "konstanta" v naši enačbi:  
$$\text{padavine} - \text{odtok} = \text{evapotranspiracija}$$
kaj dvomljiva.

Kako je z drugim členom leve strani enačbe, z odtokom?

Tudi tu je mnogo vprašajev. V povojnih letih, zlasti po letu 1952, je bilo postavljenih mnogo limnigrafov, ki registrirajo višino vodostajev preko vsega dne. Pri običajnih vodomerskih postajah pa so višino vode merili in še merijo večinoma le 1 krat dnevno. Na velikih rekah to v glavnem zadošča, saj se vodostaj le polagoma spreminja, tako da dajo tudi 1 kratne odčitavanja zadovoljive rezultate.

Naše vode pa so hudourniškega značaja, vsaj glavne, in njihova nihanja preko dne so pogosto zelo velika. V takih primerih je samo enkratno odčitavanje seveda premalo. Dopolnilna odčitavanja sicer deloma odpravijo ta veliki nedostatek. Ostane pa odprto vprašanje, v koliki meri so bila dopolnilna čitanja ob naglih spremembah vodostaja dejansko sprovedena. zlasti še, kadar pride do sprememb ponoči.

Druga stvar, ki utegne biti vzrok za netočnost podatkov o pretokih, je nestalnost profilov, na katerih merijo višino vode, torej določajo velikost pretoka in s tem tudi odtoka.

V visoko razvitih državah imajo velik del profilov stalnih, to je umetno utrjenih in seveda opremljenih z limnigrafi. V takih primerih je ugotavljanje pretokov natančno. Pri nas pa je velik del profilov v sipkem svetu, nanosih. Ob vsaki večji deževni periodi pride do poglobljanja, zasipanja ali

pa celo do spremembe struge. Izdelati je treba novo konsumpcijsko krivuljo. Pri tem pa ostane mnogokrat brez odgovora vprašanje, kdaj kdaj je do spremembe prišlo. Deževna obdobja so pri nas dokaj dolgotrajna in če je bila voda visoka, sprememba profila pa je nastala že na začetku deževnega obdobja nekontrolirano, pride nujno do velike razlike med preračunanim<sup>in</sup> dejanskim pretokom.

Obe možnosti, nekontrolirano spreminjanje višine vodostaja preko dneva in spreminjanje profilov, sta pri naših rekah, ki so z izjemo Drave in Mure hudourniki, pogosti. Zato je točnost tudi drugega člena naše enačbe o razmerju med padavinami, odtokom in evapotranspiracijo sporna metoda določanja evapotranspiracije pa zato negotova.

## II. REZULTATI DOLOČANJA EVAPORACIJE IN EVAPOTRANSPIRACIJE V SLOVENIJI

### A. REZULTATI MERJENJA Z "AMERIŠKIM" IN WILDOVIM EVAPORIMETROM

#### 1. Podatki

Julija 1957 so pričeli na meteorološkem observatoriju v Ljubljani meriti izhlapevanje z ameriškim evaporimetrom "klase A". Od julija 1957 do danes so se opazovanja vršila vsako leto v toplem delu leta, to je od aprila do vključno novembra. Ker pa so za november podatki v glavnem nepopolni zaradi zmrzovanja, izhlapevanja za november ni bilo mogoče obdelati tako kot za druge mesece. V obdelavo so vključeni podatki za leta 1957, 1958, 1959, 1960, 1962, 1963, to je podatki 6-ih let. Podatki za leto 1961 so pomanjkljivi, poleg tega pa še zelo nezanesljivi; zato je vse leto v obdelavi izpuščeno. Iz tega leta je uporabljenih samo nekaj izrazitih primerov.

Ves čas je bilo vzporedno opazovano izhlapevanje z Wildovim evaporimetrom. Postavljen je v običajni meteorološki hišici, posoda A pa stoji cca 15 m od hišice. Na istem opazovalnem prostoru se vršijo še vse druge meritve, ki so potrebne za obdelavo podatkov in pridejo v poštev pri primerjanju obojnih meritev (padavine, temperatura zraka, veter, pritisek vodne pare, trajanje sončnega obsevanja).

Izhlapevanje po posodi A je merjeno ob 7<sup>h</sup> in 19<sup>h</sup>, po Wildovem evaporimetru pa ob 7<sup>h</sup> in 21<sup>h</sup>. Kot enodneвно izhlapevanje v tej obdelavi smatramo količino vode, ki izhlapi v 24-ih urah, merjeno naslednjega dne ob 7<sup>h</sup> zjutraj, izraženo v mm (enako kot pri padavinah).

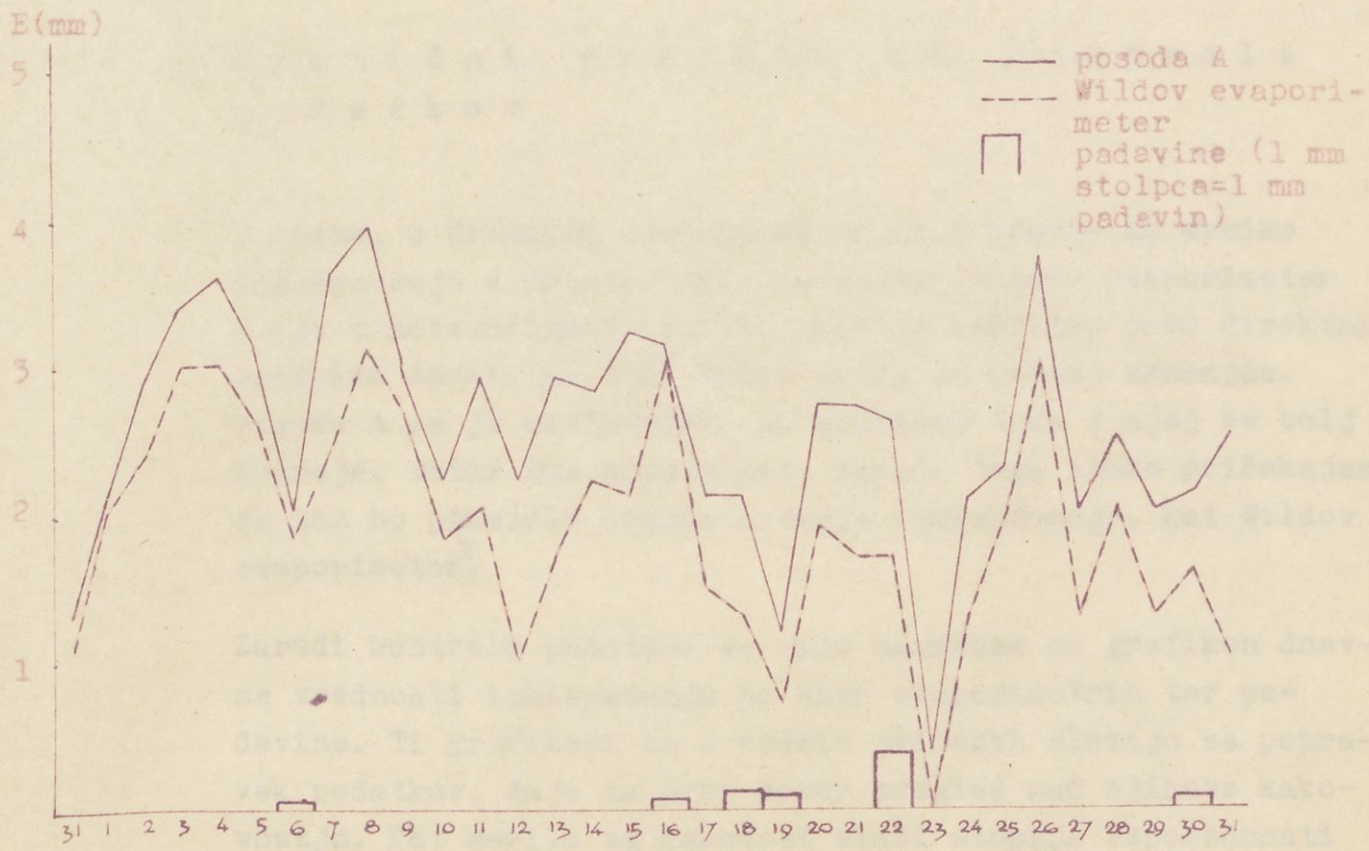
Količina izhlapele vode v posodi A se meri tako, da se izmeri vsak dan višina vodne gladine z mikrometrom.

Spremembe v višini lahko na mikrometru ocenimo na 1/100 mm natančno, v praksi pa jo določamo na 1/100 mm. Evaporimeter A služi predvsem za ugotavljanje izhlapevanja z jezer in drugih vodnih akumulacij. Ker pa so pogoji na jezeru popolnoma drugačni, kot pri posodi A (omenimo naj dve bistveni razliki: 1. temperatura vode v posodi A ima bolj izrazit dnevni hod, kot v jezeru;

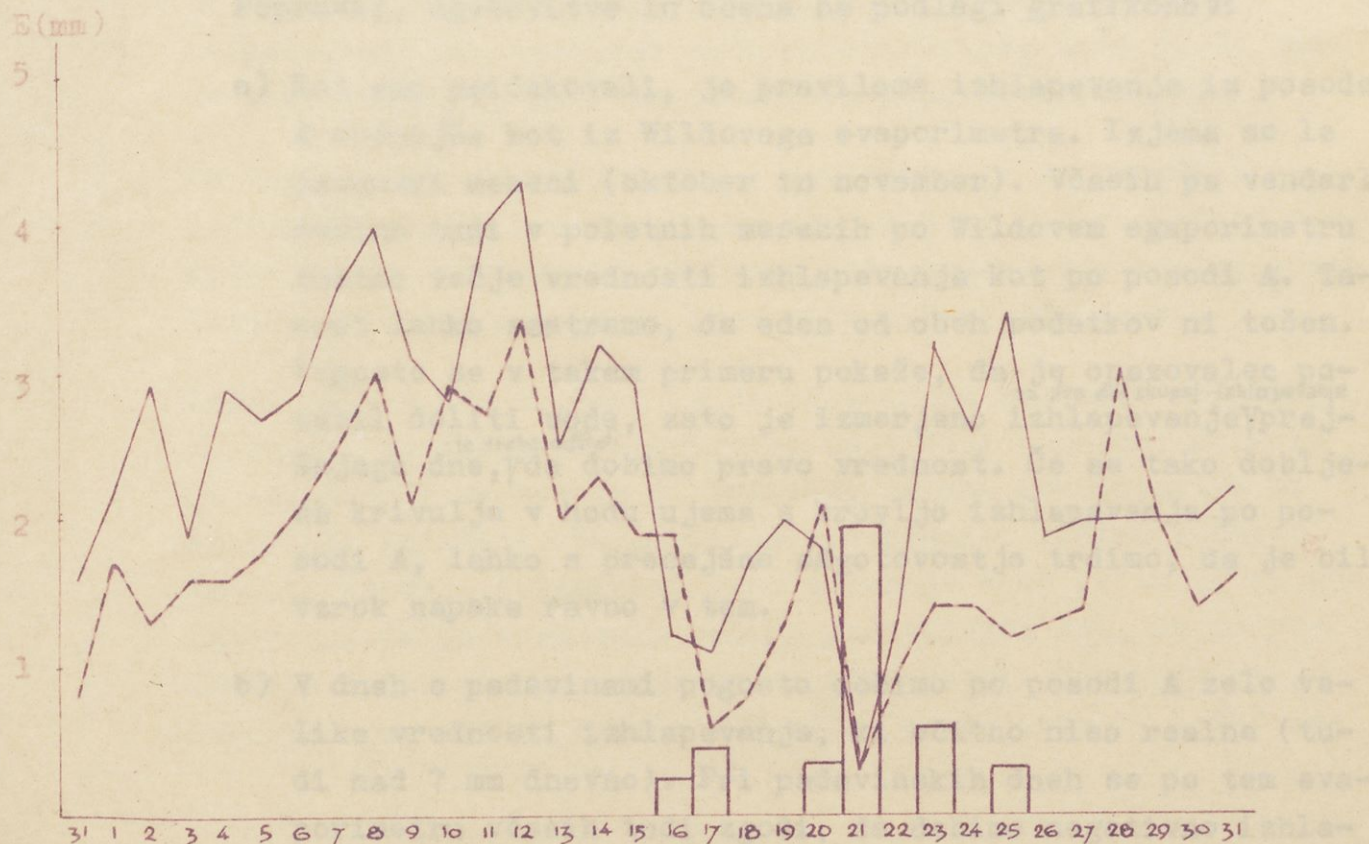
2. upoštevanje oaznega efekta), je treba vrednosti izhlapevanja pomnožiti z nekim faktorjem. Ta faktor, ki so ga ugotavljali v Ameriki, je med drugim odvisen tudi od geografske širine.<sup>1</sup> Njegova določitev zahteva veliko skrbnih ter natančnih primerjalnih meritev izhlapevanja v posodi A ter na jezeru, ki ustreza določenim zahtevam (zadosti natančna meritev pritoka in odtoka - tudi v izviri in odtokih pod gladino). Takšne meritve povsod niso možne. V Jugoslaviji smo na priporočilo ameriškega strokovnjaka prevzeli faktor 0,7. S tem faktorjem so pomnožene poldnevne in dnevne višine izhlapevanja in šele te vrednosti, zaokrožene na eno decimalno, služijo v obdelavi kot primerjalne vrednosti za Wildov evaporimeter ter mesečni iznos izhlapele vode.

Poleg posode A je v višini 50 cm od tal postavljen anemometer-totalizator. Z njim je merjena pot vetra v 24-ih urah na desetino km natančno.

Enote in natančnost za druge elemente bodo razvidne ob navajanju podatkov.



primer dobrega ujemanja (avgust 1962)



primer slabega ujemanja (avgust 1961)

## 2. Kritični pregled in kontrola podatkov

Z obema, z Wildovim evaporimetrom in s posodo A merimo izhlapevanje s proste vodne površine. Wildov evaporimeter stoji v meteorološki hišici, zato je zaščiten pred direktnimi sončnimi žarki, pa tudi vpliv vetra se precej zmanjša. Posoda A pa je postavljena na prostem; Voda v njej se bolj segreje, veter ima prosto pot. Zaradi tega lahko pričakujemo, da nam bo pokazala posoda A večje izhlapevanje, kot Wildov evaporimeter<sup>2</sup>.

Zaradi kontrole podatkov so bile nanašene na grafikon dnevne vrednosti izhlapevanja po obeh evaporimetrih ter padavine. Ti grafikonu le v redkih primerih služijo za popravek podatkov, dajo pa prav dober pregled nad njihovo kakovostjo. Kot merilo za kakovost služi stopnja vzporednosti poteka obeh krivulj, ki predstavljata izhlapevanje (Gr. 1).

Popravki, ugotovitve in ocena na podlagi grafikonov:

a) Kot smo pričakovali, je praviloma izhlapevanje iz posode A močnejše kot iz Wildovega evaporimetra. Izjema so le jesenski meseci (oktober in november). Včasih pa vendarle dobimo tudi v poletnih mesecih po Wildovem evaporimetru znatno večje vrednosti izhlapevanja kot po posodi A. Takrat lahko smatramo, da eden od obeh podatkov ni točen. Pogosto se v takem primeru pokaže, da je opazovalec pazabil doliti vode, zato je izmerjeno izhlapevanje <sup>za dva dni skupaj</sup> v prejšnjega dne, <sup>je treba odštet</sup> da dobimo pravo vrednost. Če se tako dobljena krivulja v hodu ujema s krivuljo izhlapevanja po posodi A, lahko s precejšno gotovostjo trdimo, da je bil vzrok napake ravno v tem.

b) V dneh s padavinami pogosto dobimo po posodi A zelo velike vrednosti izhlapevanja, ki očitno niso realne (tudi nad 7 mm dnevno). Pri padavinskih dneh se po tem evaporimetru včasih tudi zgodi, da dobimo negativno izhlapevanje, t.j. kondenzacijo. Manjše količine kondenzacije so možne. Ali pa je v resnici prišlo do kondenzacije in

to v prav tolikšni meri, se ne da ugotoviti, ker je več drugih vzrokov, ki lahko povzročijo takšen navidezen rezultat.

Za prevelike ali premajhne vrednosti izhlapevanje v dneh s padavinami je možen vzrok v neenaki izmeritvi padavin v posodi A in v ombrometru. Neenakost ima lahko več vzrokov:

- b<sub>1</sub> Če v času opazovanja močnejše dežuje, nastane razlika zaradi tega, ker je nemogoče opraviti obe meritvi hkrati.
- b<sub>2</sub> Ko padajo deževne kaplje v vodo v posodi A, škropi voda čez rob (posledica je navidezno preveliko izhlapevanje).
- b<sub>3</sub> Znano je, da tudi z dvema ombrometroma enakih odprtih ter na isti višini že na majhni vodoravni razdalji ne izmerimo vedno popolnoma enakih količin padavin. Pri različno velikih odprtinah ombrometrov pa je razlika v rezultatu še bolj verjetna. Na istem opazovalnem prostoru, kjer merimo izhlapevanje, že več let vzporedno merimo padavine z o**mbrometroma** odprtih 200 cm<sup>2</sup> in 500 cm<sup>2</sup>. Oddaljena sta ca 5 metrov drug od drugega, oba na isti višini 1,5 m. Razlike 0,1 mm, 0,2 mm ali 0,3 mm so običajne; večinoma je izmerjena večja količina padavin pri ombrometru z večjo odprtino. *Proporcionalno velikosti se spreminja tudi kondenzacija, zato je to zadosten vzrok, da podatku ne moremo popolnoma zaupati.*

Iz tega sledi, da so podatki o izhlapevanju po posodi A za padavinske dneve nesigurni. Ko so v ZDA na jezeru Hefner<sup>1</sup> raziskovali in primerjali različne načine merjenja izhlapevanja, so pri posodi A popolnoma izpustili padavinske dneve.

Kadar je ves dan oblačno in ni direktnega sončnega obsevanja, so pogoji za Wildov evaporimeter najbližji pogojem, katerim je izpostavljena posoda A. Krivulji za oba evaporimetra bi se morali zblížati. Na grafikoni v resnici vidimo večkrat tudi za dneve s padavinami lepo ujemanje obeh krivulj, po drugi strani pa je spet zelo veliko padavinskih dni, ko so podatki o izhlapevanju po posodi A neuporabni. Nemogoče pa je izbrati neko strogo določeno merilo, po katerem bi lahko lo-

interpoliramo luke na več načinov. Najbolj preprost način je tak, da izračunamo povprečno dnevno izhlapevanje za nek mesec



čili uporabne podatke od neuporabnih. Upoštevati bi bilo treba oblačnost, trajanje ter intenziteto padavin, vlago, veter i.t.d., kar je nemogoče. Zaradi tega so bili izločeni iz obdelave vsi dnevi, ko je bilo 1 mm ali več padavin.

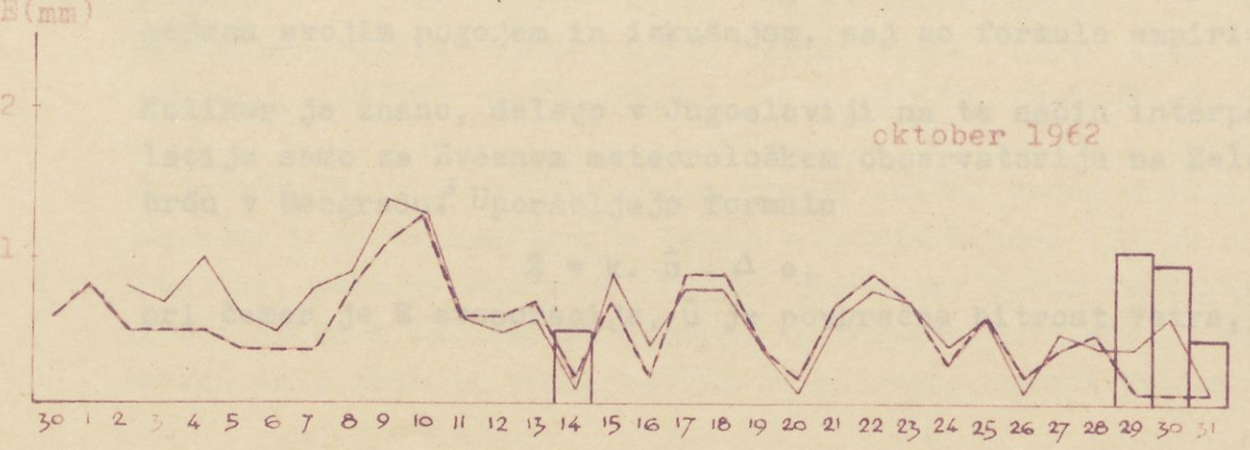
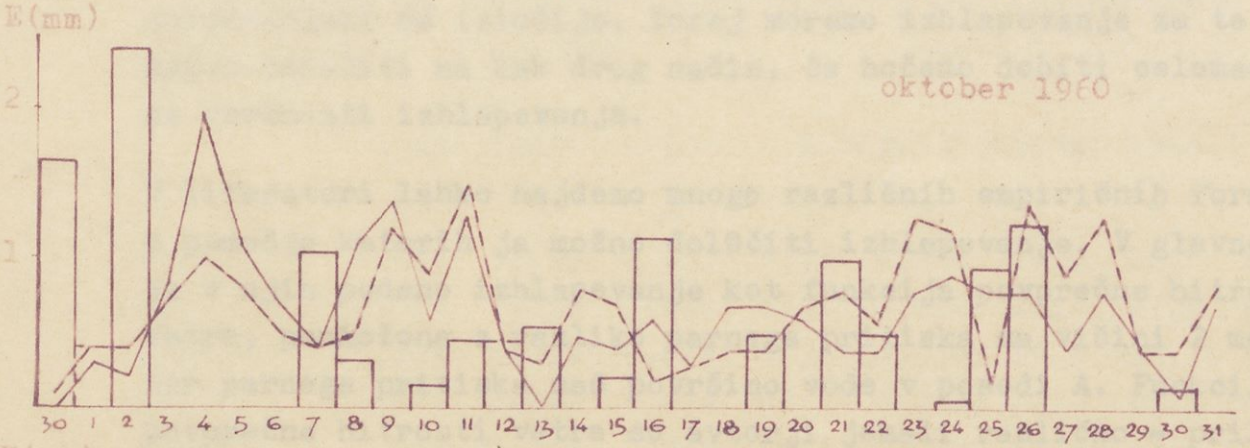
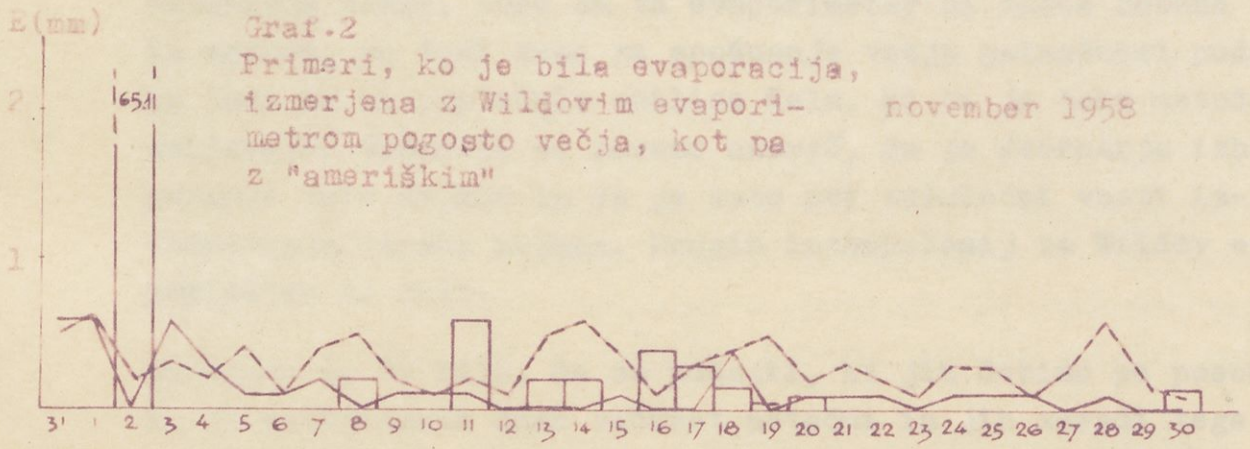
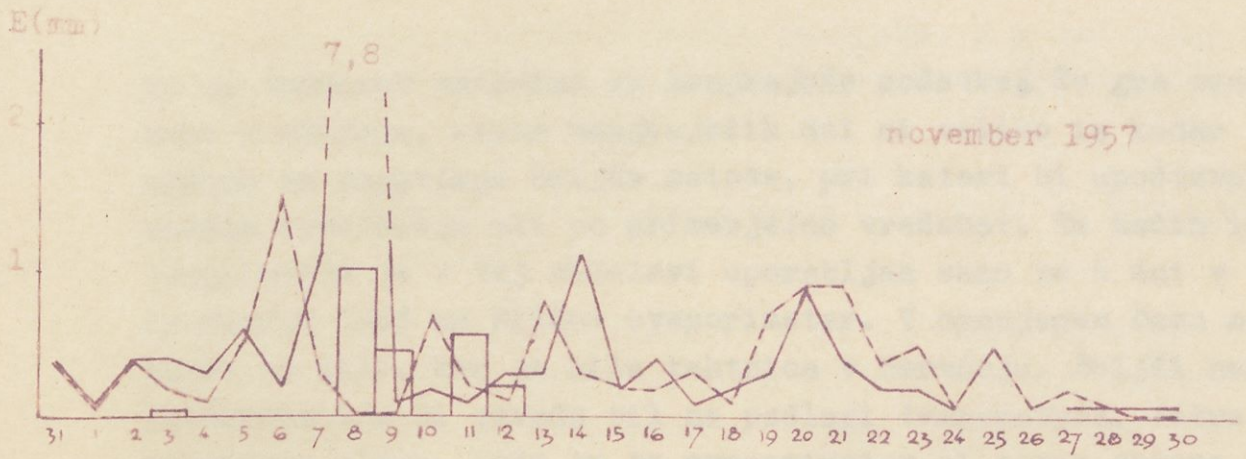
- c) V jesenskih mesecih, (oktobru in novembru) opazimo na grafikonih, da je izhlapevanje po Wildovem evaporimetru večkrat močnejše kot po posodi A. (Gr. 2) Ker se ta pojav v vseh letih redno pojavlja, ni možno tega pripisovati napakam. To bi si lahko razlagali kot posledico močnega ohlajanja v jesenskih nočeh. Voda v posodi A se zaradi radiacije močno ohladi, nasičenostni **parni** pritisk nad vodo je manjši od parnega pritiska v okolnem zraku, zato pride do kondenzacije. Ni pa potrebno, da pride do tako močne ohladitve, da se prične kondenzacija. Dovolj je že, če se zaradi tega zmanjša nočno izhlapevanje. Wildov evaporimeter je namreč zaščiten, zato ni podvržen radiaciji. Tudi temperatura je v radiacijskih nočeh na višini dveh metrov višja od temperature na višini 30 cm. To je samo ena od možnih razlag, ni pa bilo storjeno nič, kar bi jo potrdilo. Iskanje vzroka, zakaj je v teh mesecih izhlapevanje po Wildu večkrat večje od izhlapevanja po posodi A, bi zahtevalo veliko dela in ga zato v to obdelavo ni bilo mogoče vključiti.

### 3. Nadomestitev manjkajočih podatkov in rezultati merjenj v Ljubljani

Ako hočemo določiti mesečne in letne vrednosti izhlapevanja, imamo na razpolago dve možnosti: 1. da ve/rjamemo podatkom in upoštevamo vse vrednosti, ki smo jih izmerili; 2. da podatke na kakršenkoli način kritično ocenimo, izločimo nezanesljive vrednosti in jih nadomestimo z interpoliranimi.

Interpoliramo lahko na več načinov. Najbolj preprost način je tak, da izračunamo povprečno dnevno izhlapevanje za nek mesec

— izhlap. po posodi A  
 - - - " po Wildu  
 □ padavine (1 mm stolpca = 1 mm padavin)



in to vrednost vstavimo za manjkajoče podatke. To gre seveda samo v slučaju, kadar manjkajočih dni ni veliko in kadar nimamo na razpolago boljše metode, pri kateri bi upoštevali kakšno korelacijo ali pa primerjalno vrednost. Ta način interpolacije je v tej obdelavi uporabljen samo za 6 dni v februarju 1963 za Wildov evaporimeter. V omenjenem času meritvev ni bilo, ker je bila tehtnica v barvanju. Boljši način interpolacije bi seveda bil na podlagi temperature, vetra in relativne vlage, toda za ta evaporimeter ni znana nobena taka metoda, pa tudi samo za spoznanje večja natančnost podatka tudi ne bi poplačala obilice dela, ki bi jo taka metoda zahtevala. Spomniti se moramo namreč, da je februarja izhlapevanje zelo majhno in da je zato pri celoletni vsoti izhlapevanja napaka majhna. Drugih interpolacij za Wildov evaporimeter ni bilo.

Omenjeno je že bilo, da so podatki, ki jih dobimo po posodi A, ob padavinskih dneh večkrat netočni in jih zaradi tega strokovnjaki  $\delta$  izločijo. Torej moramo izhlapevanje za te dneve določiti na kak drug način, če hočemo dobiti celomesečne vrednosti izhlapevanja.

V literaturi lahko najdemo mnogo različnih empiričnih formul, s pomočjo katerih je možno določiti izhlapevanje. V glavnem je v njih podano izhlapevanje kot funkcija povprečne hitrosti vetra, pomnožena z razliko parnega pritiska na višini 2 metrov ter parnega pritiska nad površino vode v posodi A. Funkcijo povprečne hitrosti vetra so avtorji jemali različno - prilagojeno svojim pogojem in izkušnjam, saj so formule empirične.

Kolikor je znano, delajo v Jugoslaviji na ta način interpolacije samo za Zveznem meteorološkem observatoriju na Zelenem brdu v Beogradu.<sup>3</sup> Uporabljajo formulo

$$E = k \cdot \bar{u} \cdot \Delta e,$$

pri čemer je E evaporacija,  $\bar{u}$  je povprečna hitrost vetra,

Δe je že omenjena razlika parnih pritiskov 2 m nad tlemi in nad vodno površino, k pa je koeficient, ki ga je treba izračunati za vsek kraj posebej.

Zaradi enostavnosti in primerjave je bila tudi za Ljubljano uporabljena ista formula.

Najprej je bilo treba izračunati k. V ta namen so bili uporabljeni ustrezni podatki za leti 1962 in 1963 za vse dneve, ko je bila evaporacija v redu izmerjena (brez že omenjenih padavinskih dni in drugih nezanesljivih podatkov). Za vsak dan je bil določen nasičenostni parni pritisk pri srednji dnevni temperaturi vodne površine v posodi A. Izračunana je bila razlika med tem parnim pritiskom in srednjim dnevno parnim pritiskom na višini dveh metrov. Oba parna pritiska sta izražena v milimetrih. Dnevno izhlapevanje je izraženo v milimetrih, hitrost vetra pa v km/24 ur. Za vsak dan posebej je bil izračunan k, nato pa določen njegov mesečni povpreček.

T 1 Računanje koeficijenta /K/ za Ljubljano

Tab. 1	Ljubljana				Beograd			
	1962	1963	D	%	(2+3)/2	1959	1960	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
april	0,044	0,019	0,025	47,5	0,032	14,2	12,6	88,7
maj	0,014	0,025	0,011	56,1	0,020	16,4	14,8	90,2
Junij	0,034	0,039	0,005	87,2	0,036	15,5	16,3	95,0
julij	0,027	0,041	0,014	66,1	0,034	19,1	15,4	80,6
avgust	0,026	0,038	0,012	68,4	0,032	17,4	17,1	98,3
september	0,024	0,087	0,063	27,6	0,056	17,4	14,1	81,0
oktober	0,092	0,080	0,012	86,9	0,085	16,4	15,0	91,4

V tabeli št. 1 je v drugi in v tretji koloni podan srednji mesečni k za odgovarjajoče leto, v četrti koloni (D) je njuna razlika, peta kolona pove, koliko procentov večja vrednosti k znaša njegova manjša vrednost za isti mesec ne glede na to, v katerem letu nastopa večji k. (To je potrebno zaradi primerjave

z Beogradom, ker so k za Beograd računani v drugih enotah kot k za Ljubljano.) V šesti koloni je podan srednji mesečni k obeh let. Ta je bil uporabljen za interpolacije. Drugi del tabele vsebuje podatke za k za Beograd. Procenti za Beograd v deveti koloni ustrezajo procentom za Ljubljano v peti koloni.

Pri primerjanju srednjih mesečnih vrednosti k za Ljubljano v obeh letih (koloni 2 in 3) vidimo, da so razlike za isti mesec zelo velike in da zato povpreček (kolona 6) ni reprezentativen. Tega pa ne bi mogli trditi za Beograd. Medtem ko nihajo vrednosti za k v Beogradu komaj za  $1/5$ , nihajo v Ljubljani skoraj za  $3/4$  (september). Vzrok za tako močno nihanje koeficienta k je v hitrosti vetra. Po formuli, s katero je k računano, je izhlapevanje linearno odvisno od vetra. To pa seveda ne drži, ker izhlapevanje ne raste enakomerno v nedogled, če povečujemo hitrost vetra, ampak raste vedno počasneje in se približuje neki maksimalni vrednosti, ki je kljub povečevanju hitrosti vetra ne preseže več. Verjetno bi dobili dosti boljše rezultate, če bi za izhlapevanje uporabili kakšno eksponentialno funkcijo vetra (n.pr.:  $A = k \cdot \bar{u}^{1/a} \cdot \Delta e$ ). Če bi jo ponazorili v koordinatnem sistemu, v katerem bi abscisa predstavljala jakost vetra, ordinata pa izhlapevanje, bi morali dobiti krivuljo (približno takšno kot je prikazana v sliki 4, kjer pa ni upoštevana razlika parnega pritiska).

Majhen odsek na krivulji lahko smatramo kot premico. Tega pa ni treba jemati čisto matematično, ampak lahko kar precejšen del krivulje nadomestimo s premico, ker natančnost izračunavanja ni zelo velika. Pri meritvah namreč nimamo idealnih pogojev, smeri vetrov niso idealno enakovredne, tu so še drugi drobni dejavniki, zaradi katerih nastopijo odmiki od krivulje (raztresenost točk). Ker se meritve torej ne bi tesno prilegale krivulji, napaka ne bo tako občutna, če na nekem odseku krivuljo nadomestimo s premico. Odseku na krivulji pa ustreza določen interval v jakosti vetra; to pomeni, da lahko smatramo, da je odvisnost med jakostjo vetra in izhlapevanjem linearna za določen interval hitrosti vetra. Ti intervali bi bili pri majhnih hitrostih majhni, pri večjih hitrostih pa lahko vedno večji.

Iz tega sledi, da za kraje, kjer piha stalen in precej močan veter, prej omenjena formula ( $E = k \cdot \bar{u} \cdot \Delta e$ ) kar dobro drži. Ni pa primerna za kraje, kjer je vetra malo, kajti odvisnost izhlapevanja od vetra se na začetku krivulje najhitraje spreminja. Še celo pa se ne da uporabiti tam, kjer je razpon dnevnih p poti vetra velik. V teh dveh letih, za kateri je bil računani "k" za Ljubljano, znaša razpon od 0 km do 79 km v 24 urah.

Učinek posameznih zelo vetrovnih dni se pri koeficientu "k" zabriše, ker se vzame mesečni povpreček. Pride pa včasih do absurdnih vrednosti izhlapevanja, kadar gremo obratno pot, t.j. kadar z njim računamo dnevno izhlapevanje. Dnevi, ko na ta način dobimo izhlapevanje 6 mm, 7 mm ali 8 mm, niso redki. Pri opazovanjih pa je v vseh obravnavanih letih enkrat samkrat nastopila vrednost 6 mm, višjih vrednosti izhlapevanja pa ni bilo. Toda to še niso ekstremne vrednosti interpolacije. Najvišja vrednost je bila izračunana za 8. september 1962 in sicer 22 mm. Tega dne ob 7<sup>h</sup> zjutraj je bilo namerjeno 30,4 mm padavin (zato je bila vrednost izhlapevanja za ta dan interpolirana). Prejšnjega dne je bila temperatura za ta letni čas visoka ( $T_{\max} = 27,0^{\circ}\text{C}$ ), razlika obeh parnih priškov je znašala 6,1 mm Hg, v 24 urah pa je veter napravil pot 66,5 km. To je za Ljubljano že zelo vetroven dan (veter merjen 0,5 m nad tlemi). Zaradi obojnih visokih vrednosti je izračunano izhlapevanje tako veliko.

Vidimo, da interpolacije s pomočjo te formule za Ljubljano niso dobre. Treba bo poiskati drugačno formulo.

Drugi način interpolacije je bil narejen s primerjanjem podatkov po Wildovem evaporimetru.

Izhlapevanje po Wildovem evaporimetru (tabela 2) je merjeno vse leto, zato so tudi podatki na razpolago za vse mesece ter lahko določimo tudi letno količino izhlapevanja. S posodo A pa merimo izhlapevanje le v toplem delu leta, zato celoletnih

Tabela 2

## IZHLAPEVANJE PO WILDU

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Vsota
1957	7.0	11.3	39.4	38.9	37.2	59.9	60.9	48.0	28.5	16.0	10.4	10.4	367.9
1958	5.9	12.4	15.4	33.6	85.9	61.8	63.6	48.8	35.0	16.0	8.8	7.8	395.0
1959	12.0	9.1	22.2	46.7	43.9	43.6	42.7	31.6	35.1	20.3	5.2	1.9	314.3
1960	2.7	7.0	13.5	32.6	44.5	63.4	46.4	49.0	24.1	21.8	8.5	9.4	322.9
1961	5.2	10.1	35.8	38.2	38.5	42.9	57.4	52.8	37.3	24.9	10.2	9.1	362.4
1962	7.6	17.7	12.4	35.4	42.4	47.1	50.0	59.0	30.1	16.7	3.0	5.6	327.0
1963	2.3	5.7 <sup>†</sup>	19.1	31.8	39.6	43.3	57.9	50.6	22.4	18.9	20.7	5.1	317.4
Vsota	42.7	73.3	157.8	257.2	332.0	362.0	378.9	339.8	212.5	134.6	66.8	49.3	2406.9
M	6.1	10.5	22.5	36.7	47.4	51.7	54.1	48.5	30.4	19.2	9.5	7.0	343.6

<sup>†</sup>Za 6 dni v mesecu so vrednosti dodane. Povprečno dnevno izhlapevanje za ta mesec znaša 0,2 mm, torej je prišteto 6 x 0,2 mm.

Tabela 3

- 19 b -

## IZHLAPEVANJE PO POSODI A

Tudi za padavinske dneve so vzete izmerjene vrednosti

	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1957	-	-	-	94.8	77.3	40.6	20.7	17.0
1958	37.9	109.5	83.0	105.2	90.5	55.8	18.2	3.4
1959	60.7	66.8	69.0	91.1	68.7	52.2	26.1	7.6
1960	42.4	69.5	95.0	79.7	81.7	36.6	20.6	-
1962	51.0	74.2	67.1	71.2	79.8	42.5	18.4	-
1963	46.8	63.7	79.8	97.5	80.9	37.0	22.1	-
Vsota	238.8	383.7	393.9	539.9	478.9	264.7	126.1	28.0
M	47.8	76.7	78.8	89.9	79.8	44.1	21.0	9.3

Tabela 4

## IZHLAPEVANJE PO POSODI A

Interpolacije za padavinske dneve napravljene po formuli  $E=k \cdot \bar{u} \cdot e$ 

	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1957	-	-	-	88.4	78.2	50.8	21.3	-
1958	53.1	112.9	108.6	117.2	80.9	60.6	18.5	-
1959	83.2	61.5	58.9	75.4	50.8	51.9	26.2	-
1960	43.0	70.5	123.7	79.3	76.3	37.3	34.8	-
1962	51.9	61.0	98.4	98.3	86.3	86.9	19.5	-
1963	53.1	70.6	79.1	105.4	93.6	45.9	22.5	-
Vsota	284.3	376.5	468.7	564.0	466.1	333.4	142.8	-
M	56.9	75.3	93.7	94.0	77.7	55.6	23.8	-



Tabela 5

MESEČNE VREDNOSTI IZHLEPEVANJA PO POSODI A  
 Interpolacije za padavinske dneve napravljene po Wildu

	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1957	-	-	-	86.4	75.2	46.9	20.0	10.6
1958	45,5	112.5	89,2	105.9	84.6	53.5	19.0	7.1
1959	63.1	67.2	70.8	81.1	58.7	51.9	25.3	6.3
1960	41.2	69.1	95.9	74.3	76.8	35.2	26.0	-
1962	43.3	53.8	68.2	70.8	82.1	39.6	18.5	-
1963	45.6	64.9	73.2	96.1	77.0	35.9	21.4	-
Vsota	238.7	367.5	397.5	514.6	454.4	263.0	130.2	24.0
M	47.7	73.5	79.5	85.8	75.7	43.8	21.7	8.0

Tabela 6

ŠTEVILO DNI V MESECU Z INTERPOLIRANIMI VREDNOSTMI IZHLEPEVANJA  
 (Kadar so podatki nezanesljivi ali je padavin v 24 urah  $\geq$  1,0mm)

	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1957	-	-	-	10	11	9	6	9
1958	15	3	14	7	10	5	10	11
1959	12	12	12	8	12	4	4	11
1960	13	8	9	8	10	13	17	-
1962	14	14	11	12	6	7	5	-
1963	10	12	11	9	12	10	5	-

podrobnejših odvisnosti in vzrokov razlik med njimi.  
 je namreč, kot je bilo pričakovati, da med dnevnimi vrednostmi obojnih meritev ni nobenih zakoničnosti, če ne upoštevamo vseh elementov, ki na izhlapevanje vplivajo, kar je nemogoče. V povprečju pa vendarle obstaja nek razmerje.

Da primerjavo so bile nanešene v koordinatni sistem dnevne vrednosti izhlapevanja po posodi A po x osi, po Wildovca evaporiometri pa po kvadratu y osi. (Padavinski dnevi so bili izpuščeni). To je bilo napravljeno za vsak mesec vseh šestih let prebež in za vsa meseca skupaj. Za vsak mesec posebej

vrednosti ni. Za posodo A so podane trojne mesečne vrednosti in sicer vsote vseh meritev brez kritičnega pregleda podatkov v tabeli 3, vsote z interpoliranimi vrednostmi po formuli  $E = k \cdot \bar{u} \cdot \Delta e$  za padavinske dneve in druge nesigurne podatke v tabeli 4 ter vsote z interpoliranimi vrednostmi za iste dneve s pomočjo podatkov po Wildovem evaporimetru v tabeli 5. Tabela 6 podaja število interpoliranih vrednosti v mesecu.

#### 4. Primerjava rezultatov, dobljenih s posodo "A" in Wildovim evaporimetrom

S posodo A in z Wildovim evaporimetrom merimo izhlapevanje v zelo različnih pogojih. Zaradi tega je njune podatke težko primerjati, čeprav z obema merimo isto, t.j. izhlapevanje s proste vodne površine.

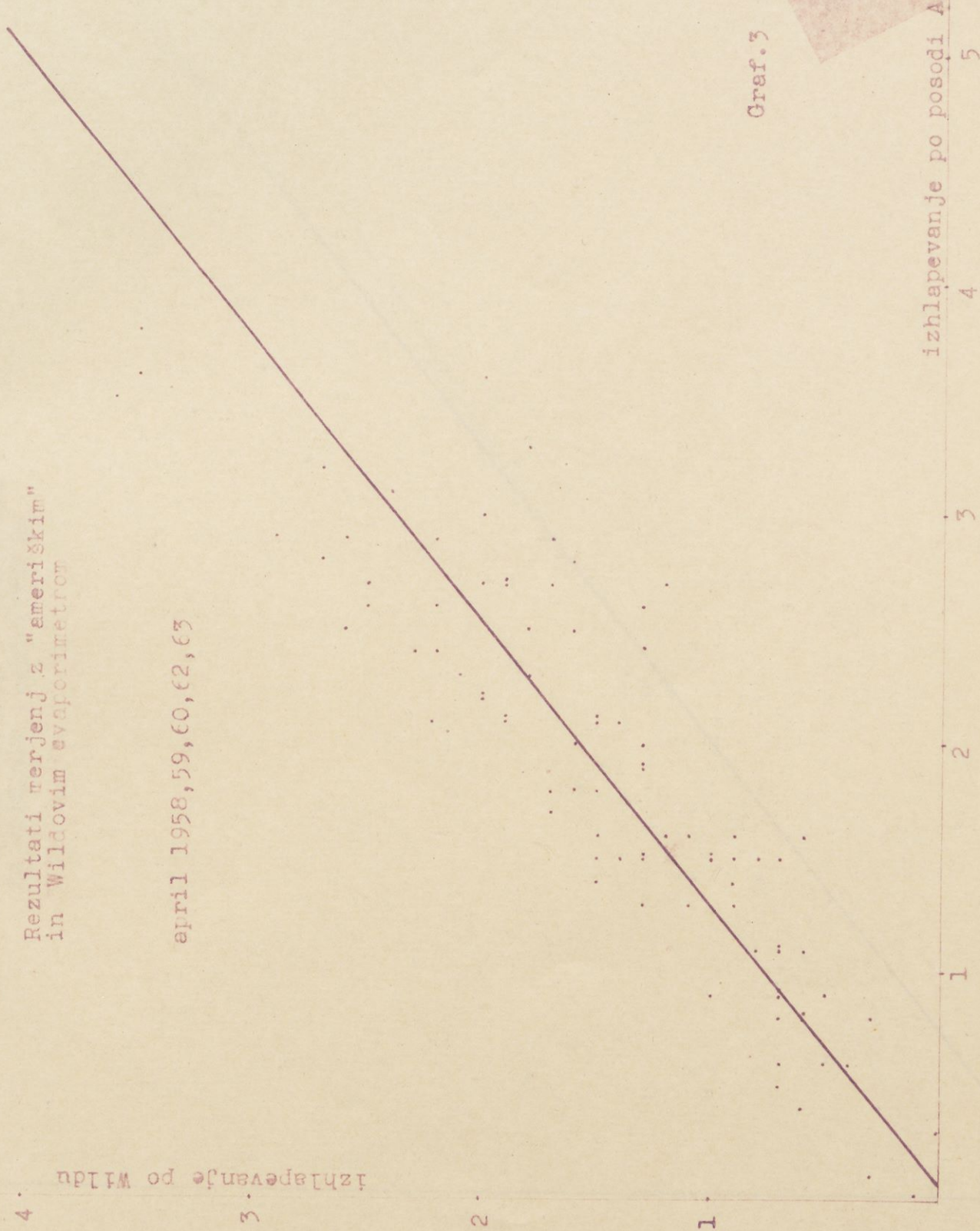
Laže je vzdrževati Wildov evaporimeter in tudi cenejši je. Podatki po njem pa nimajo enake vrednosti, ker so pogoji, v katerih je postavljen, nenaravni in tudi vodni rezervar je premajhen. Nikjer v literaturi ni bilo mogoče zaslediti podrobnejšega proučevanja rezultatov dobljenih po Wildovem evaporimetru in tudi primerjave z drugimi evaporimetri ne.

Za vso dobo, ko je bilo merjeno izhlapevanje s posodo A, so na razpolago tudi podatki po Wildovem evaporimetru. Napravljen je bil poskus grobe primerjave obojnih podatkov, ne da bi pri tem iskali podrobnejših odvisnosti in vzrokov razlik med njimi. Izkazalo se je namreč, kot je bilo pričakovati, da med dnevnimi vrednostmi obojnih meritev ni nobenih zakonitosti, če ne upoštevamo vseh elementov, ki na izhlapevanje vplivajo, kar pa je nemogoče. V povprečju pa vendarle obstaja neko razmerje.

Za primerjavo so bile nanešene v koordinatni sistem dnevne vrednosti izhlapevanja po posodi A po x osi, po Wildovem evaporimetru pa po ~~xxxxx~~ y osi. (Padavinski dnevi so bili izpuščeni). To je bilo napravljeno za vsak mesec vseh šestih let posebej in za vse mesece skupaj. Za vsak mesec posebej

Rezultati merjenj z "ameriškim"  
in Wildovim evaporimetrom

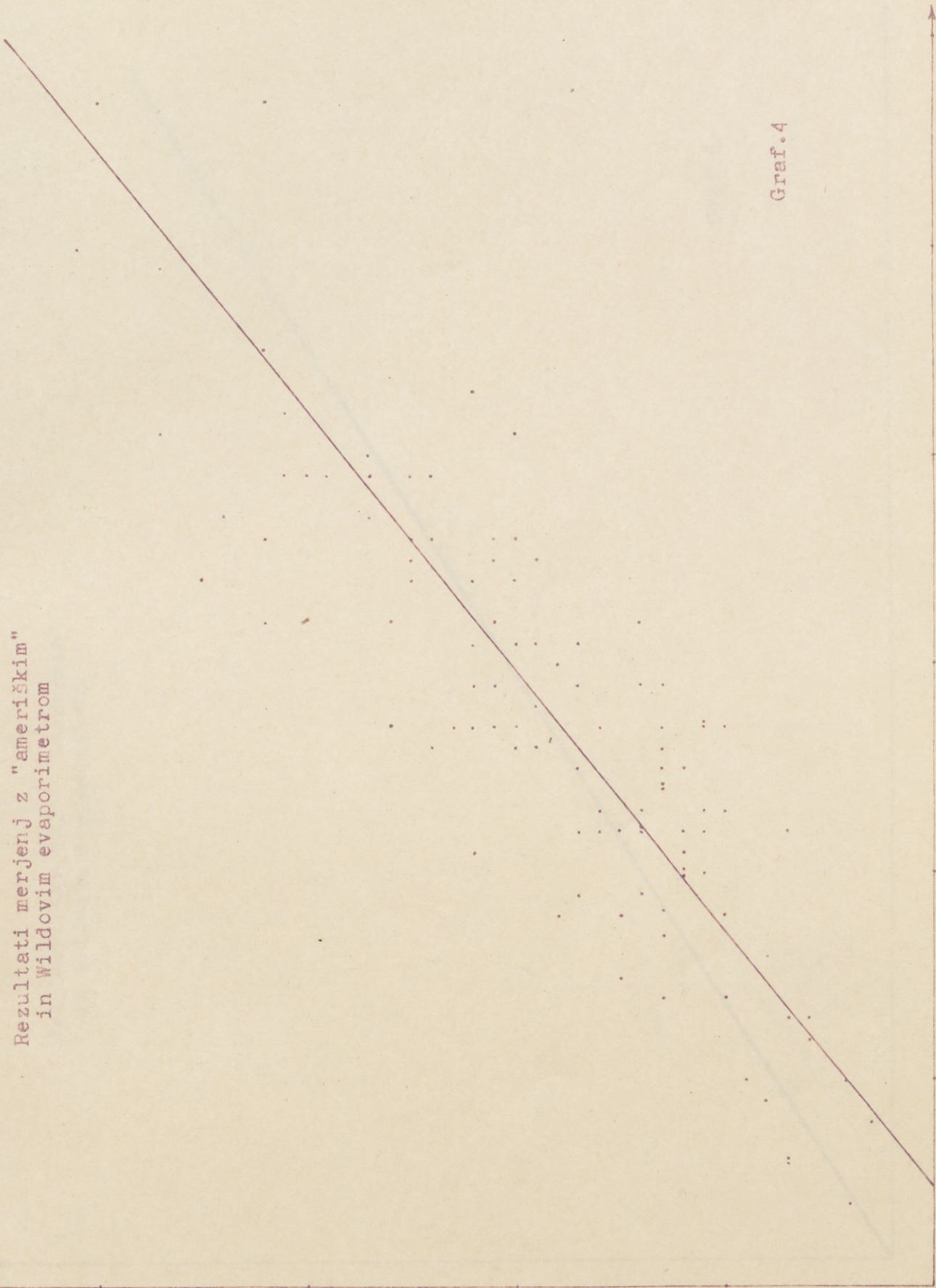
april 1958, 59, 60, 62, 63



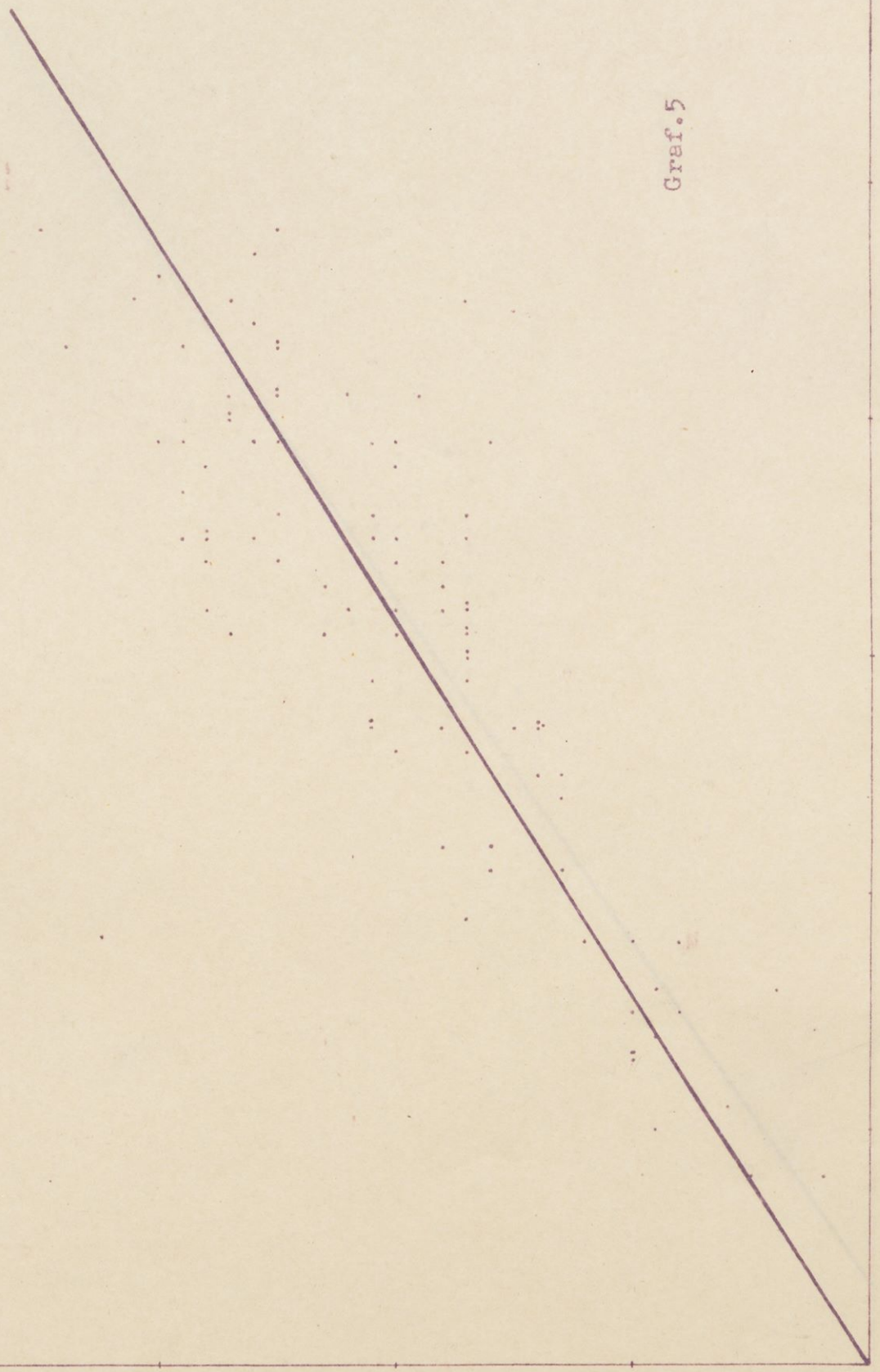
Graf. 3

Rezultati merjenj z "ameriškim"  
in Wildovim evaporimetrom

Graf. 4



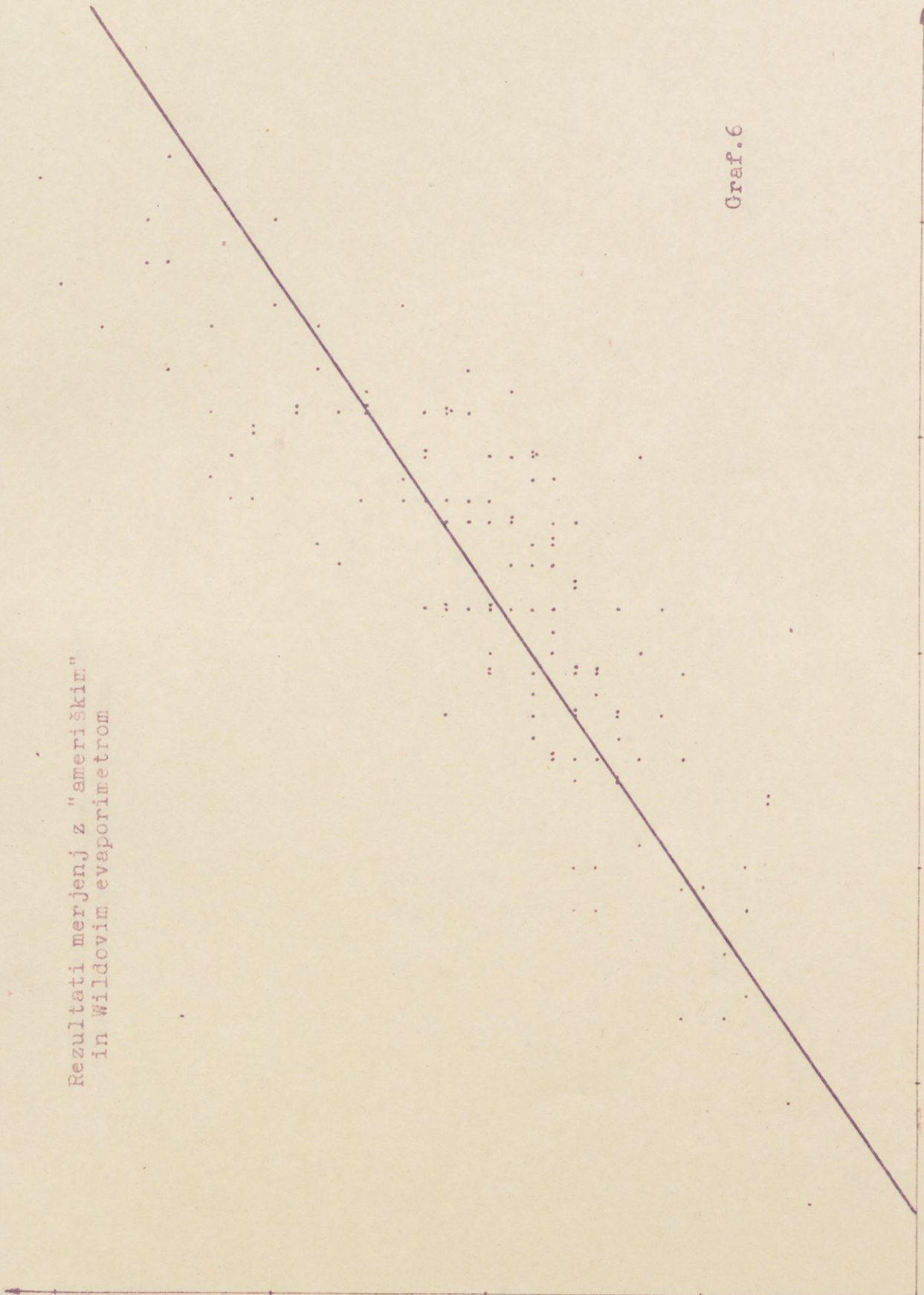
Rezultati merjenj z "ameriškim"  
in Wildovim evaporimetrom



Graf. 5

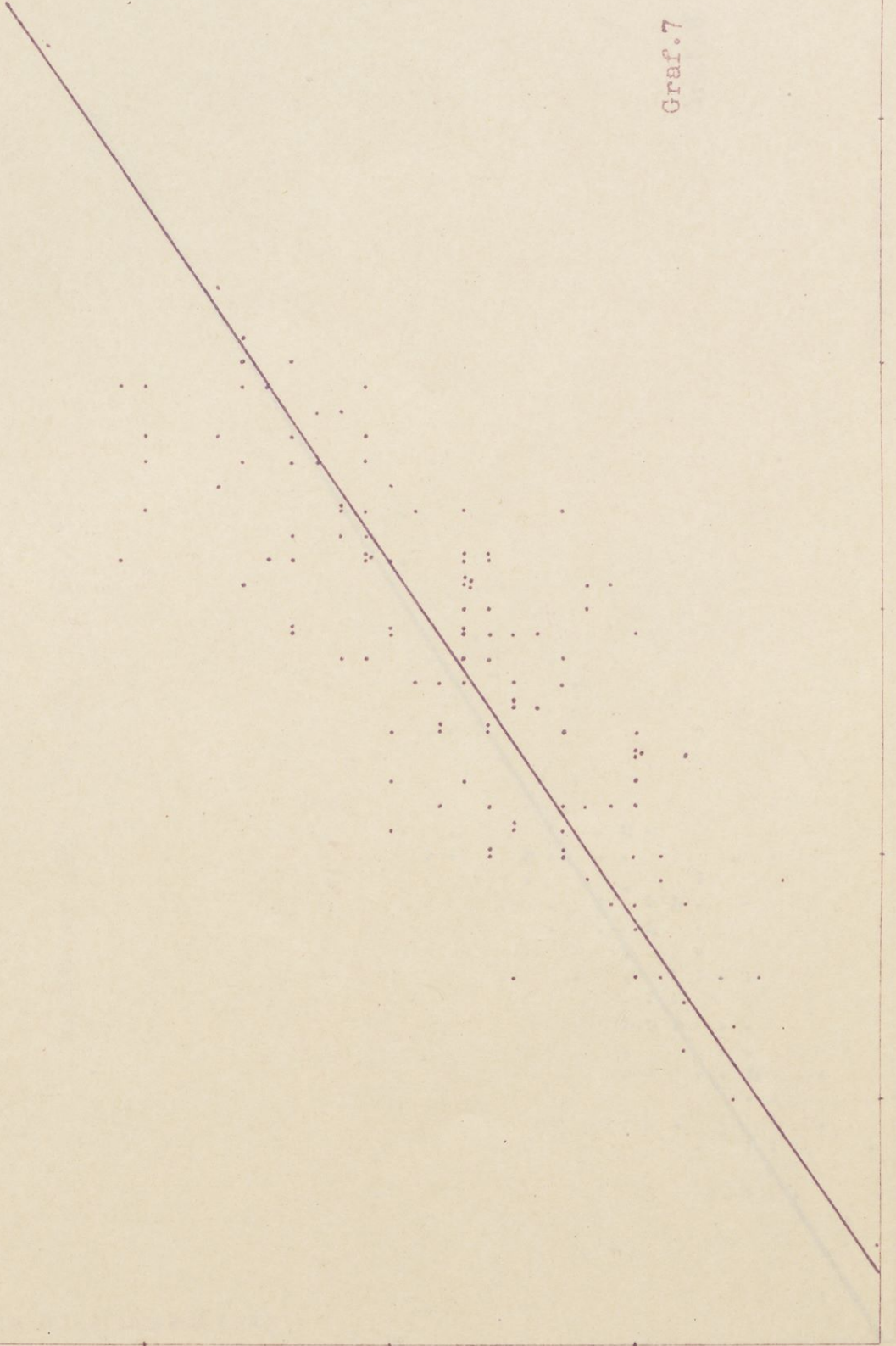
Rezultati merjenj z "ameriškim"  
in Wildovim evaporimetrom

Graf.6



Rezultati merjenj z "ameriškim"  
in Wildovim evaporimetrom

Graf. 7



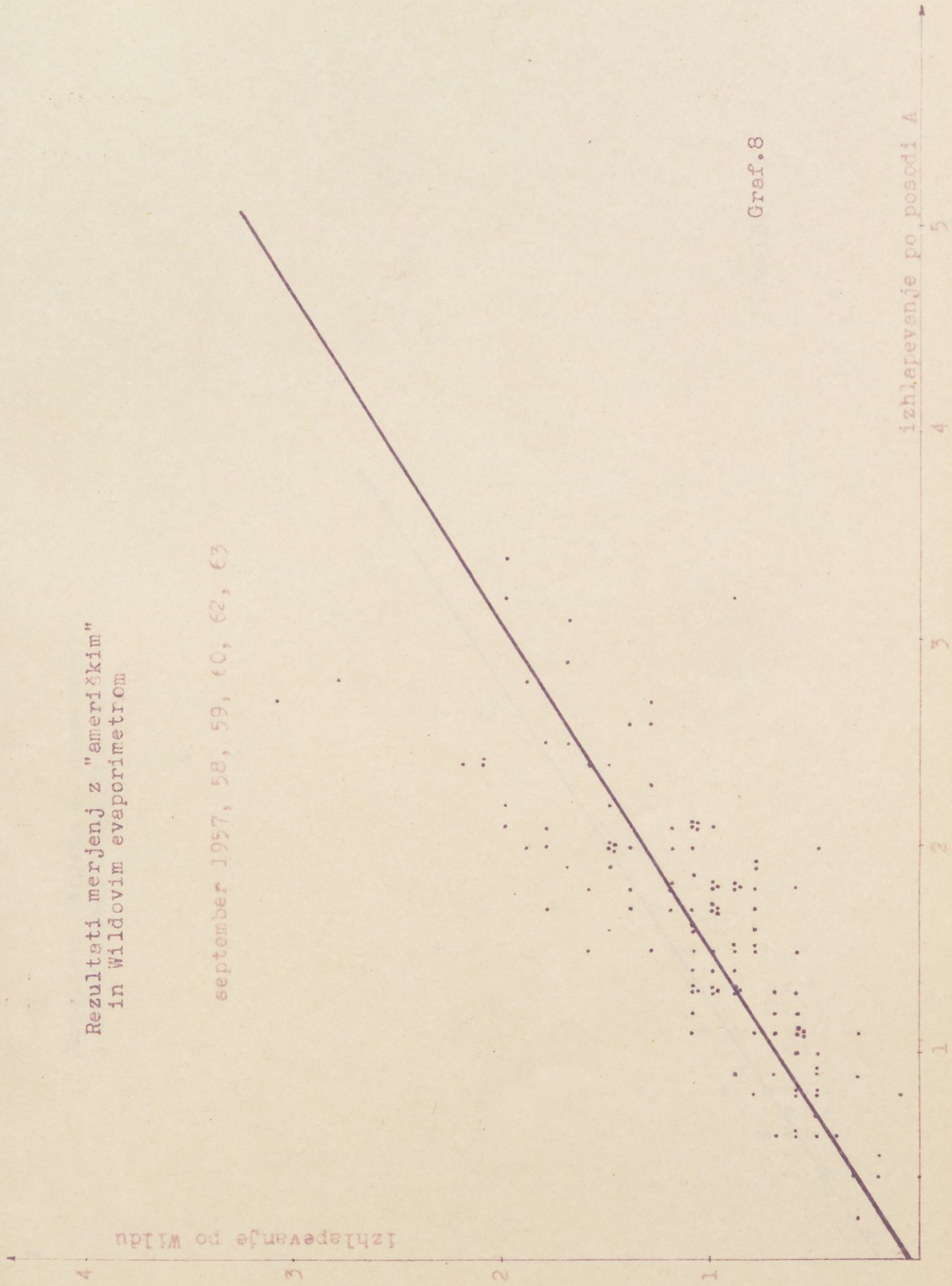
Rezultati merjenj z "ameriškim"  
in Wildovim evaporimetrom

september 1957, 58, 59, 60, 62, 63

Izhlepevanje po Wildu

izhlepevanje po posodi A

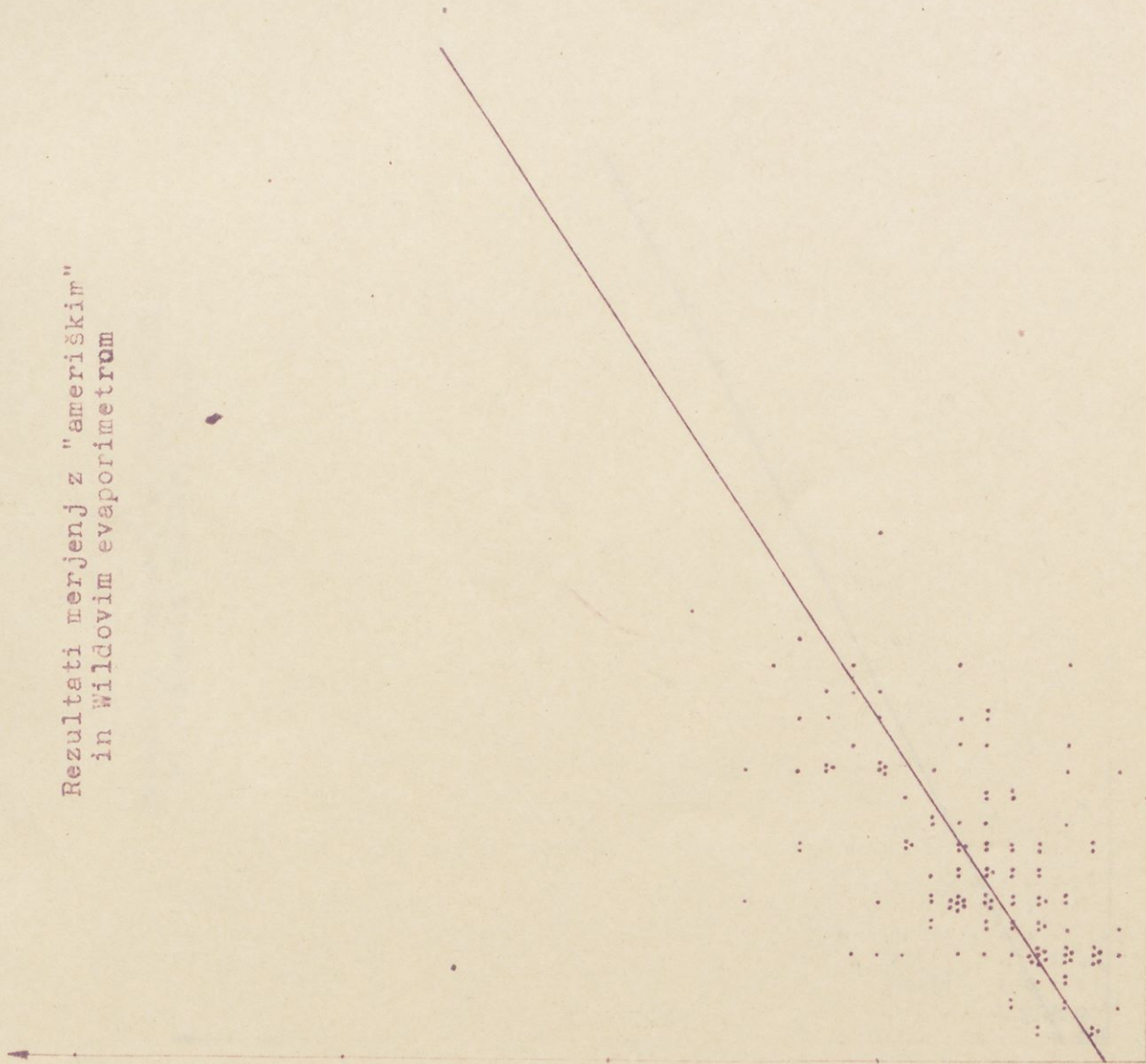
Graf.8



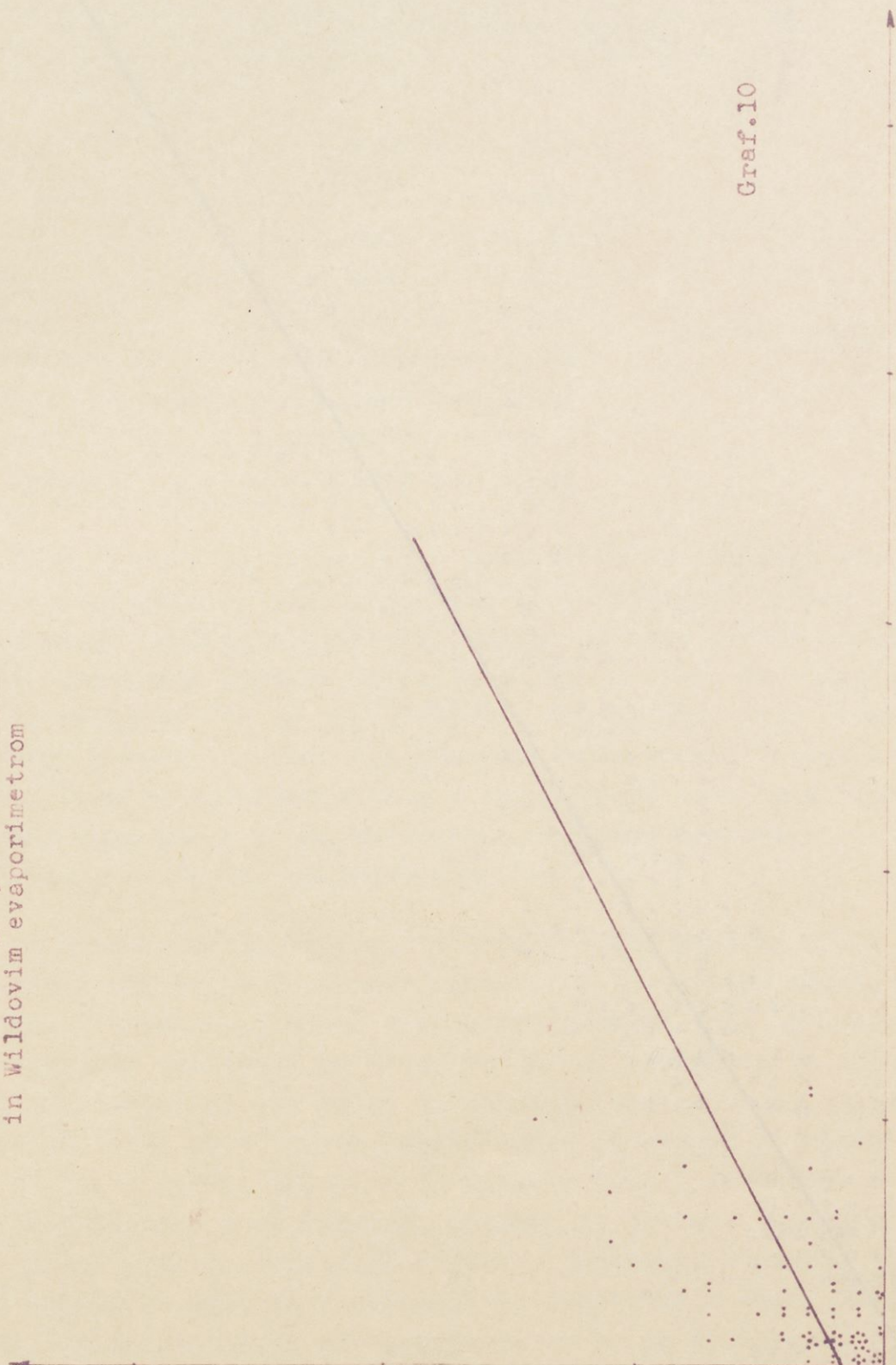


Rezultati merjenj z "ameriškim"  
in Wildovim evaporimetrom

Graf. 9



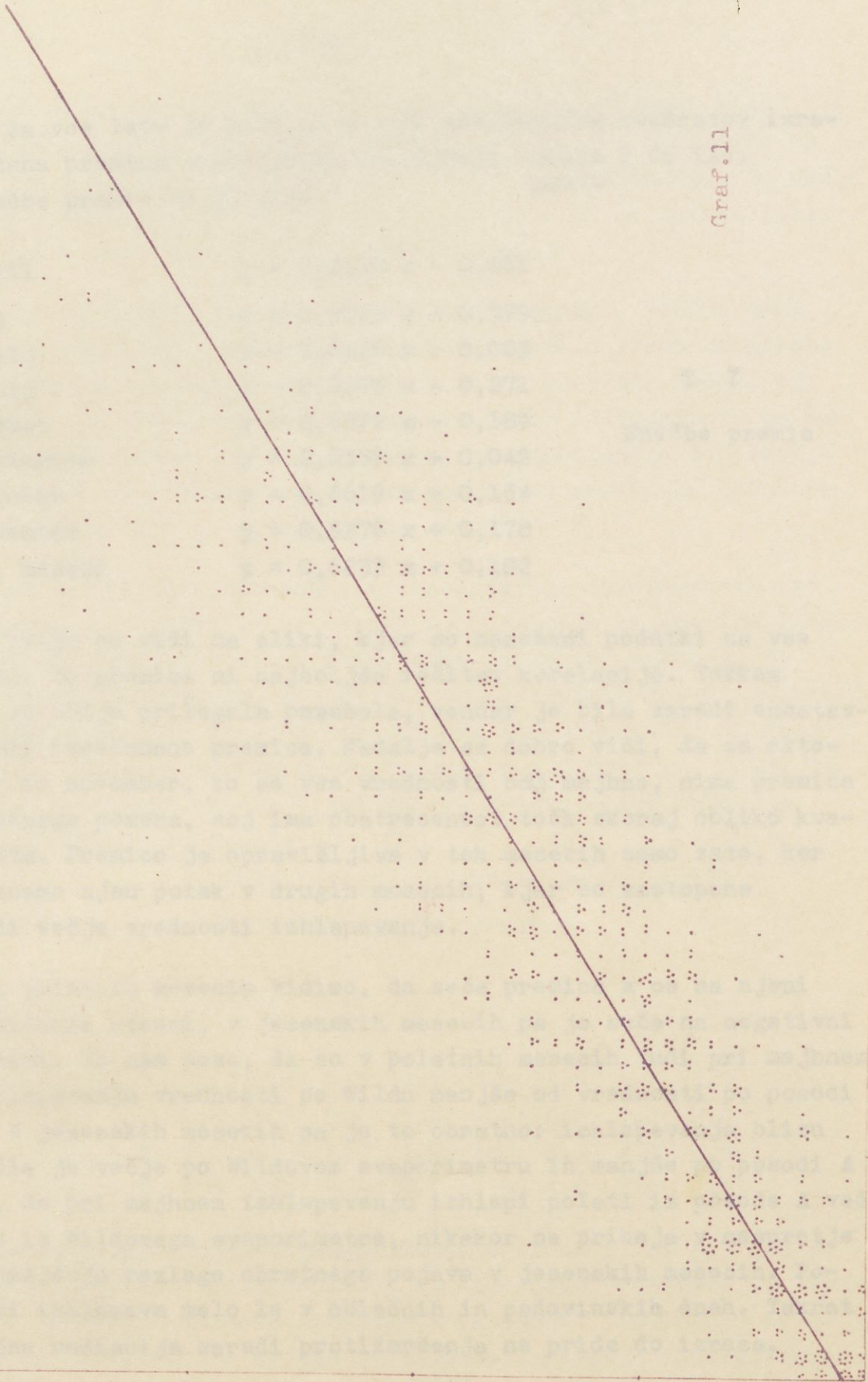
Rezultati merjenj z "ameriškim"  
in Wildovim evaporiometrom



Graf.10

Rezultati merjenj z "ameriškim"  
in Wildovim evaporimetrom

Graf. 11



in za vse leto je bila po metodi **manjmanjših kvadratov** izračunana premica najboljšega prilaganja (slike 3 do 11).

Enačbe premic se glasijo:

graf.

april	$y = 0,8138 x - 0,061$
maj	$y = 0,8318 x - 0,379$
junij	$y = 0,6426 x - 0,003$
julij	$y = 0,6893 x - 0,271$
avgust	$y = 0,6872 x - 0,189$
september	$y = 0,6359 x + 0,042$
oktober	$y = 0,6619 x + 0,154$
november	$y = 0,5276 x + 0,178$
vsi meseci	$x = 0,6233 x + 0,102$

T 7

Enačbe premic

Najbolje se vidi na sliki, kjer so nanešeni podatki za vse leto, da premica ni najboljša rešitev korelacije. Točkam bi se boljše prilagala parabola, vendar je bila zaradi enostavnosti izračunana premica. Nadalje se dobro vidi, da za oktober in november, ko so vse vrednosti bolj majhne, nima premica nobenega pomena, saj ima raztresenost točk skoraj obliko kvadrata. Premica je opravičljiva v teh mesecih samo zato, ker poznamo njen potek v drugih mesecih, kjer so zastopane tudi večje vrednosti izhlapevanja.

Pri poletnih mesecih vidimo, da seče premica x os na njeni pozitivni strani, v jesenskih mesecih pa jo seče na negativni strani. To nam pove, da so v poletnih mesecih tudi pri majhnem izhlapevanju vrednosti po Wildu manjše od vrednosti po posodi A. V jesenskih mesecih pa je to obratno: izhlapevanje blizu ničle je večje po Wildovem evaporimetru in manjše po posodi A. To, da pri majhnem izhlapevanju izhlapi poleti iz posode A več kot iz Wildovega evaporimetra, nikakor ne prihaja v nasprotje s prejšnjo razlago obratnega pojava v jesenskih mesecih. Poleti izhlapeva malo le v oblačnih in padavinskih dneh. Takrat nočna radiacija zaradi protižarčenja ne pride do izraza.

V kolonah B, C in D pa je podana količina izhlapevale vode v

Kadar pa je vreme lepo in so noči jasne, so podnevi pogoji za izhlapevanje pri ameriškem evaporimetru toliko ugodnejši od pogojev, katerim je izpostavljen Wildov evaporimeter, da večje dnevno izhlapevanje krije nočne izgube in to še toliko laže, ker so poleti dnevi dolgi, noči pa kratke.

Poleti so dnevi z majhnim izhlapevanjem redki. Večina točk, ki predstavljajo majhno izhlapevanje, pade v jesenske mesece. S tem pa prevladajo blizu koordinatnega središča točke, pri katerih je izhlapevanje po Wildu večje od izhlapevanja po posodi A. Te točke zasučejo premico, ki predstavlja korelacijo med obema evaporimetroma za vse mesece od aprila do novembra tako, da seče x os na negativni strani.

Podano imamo torej premico, ki predstavlja sorazmernost izhlapevanja po Wildu in po posodi A. S pomočjo te premice lahko interpoliramo podatke za padavinske dneve za posodo A. Po Wildovem evaporimetru so podatki za padavinske dneve enakovredni podatkom onih dni, ko padavin ni. Zato nam lahko služijo kot primerjalna vrednost. Po formuli  $y = 0,6233 x + 0,102$  je bila izračunana tabela 7, ki podaja razmerje med Wildovim evaporimetrom in posodo A.

Interpolacijska tabela za določanje

Tabela 8 Izhlapevanje po posodi A

Wild mm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0	1.1	1.3
1	1.4	1.6	1.8	1.9	2.1	2.2	2.4, 2.6	2.7	2.9	
2	3.0	3.2	3.4	3.5	3.7	3.8	4.0	4.2	4.3	4.5
3	4.6	4.8	5.0	5.1	5.3	5.5	5.6	5.8	5.9	6.1

~~Interpolacijska tabela za določanje~~ Vrednosti, ki jih dobimo z obema načinoma interpolacije in izmerjene vrednosti, so zbrane v tabeli 9. Arabske številke v oklepajih (kolona c) povedo, za koliko dni v mesecu je bilo izhlapevanje interpolirano. V kolonah D, E in F pa je podana količina izhlapele vode v

Tabela 9

## PRIMERJAVA IZHLEPEVANJA ZA PADAVINSKE DNEVE

A	B	C	D	F	A	B	C	D	F
leto	mesec	merjeno mm	interpol. E=k.ū.Δe mm	z Wildom mm	leto	mesec	merjeno mm	interpol. E=k.ū.Δe mm	z Wildom mm
1957	VII(10)	20.4	14.0	12.0	1960	IV(13)	14.3	14.9	13.1
1957	VIII(11)	19.9	20.8	17.8		V(8)	16.1	17.1	15.7
	IX(9)	7.5	17.7	13.8		VI(9)	22.1	50.8	23.0
	X(6)	2.0	2.6	1.3		VII(8)	12.0	15.9	10.9
	XI(9)	9.6	-	3.2		VIII(10)	20.7	15.3	15.8
1958	IV(15)	12.2	27.4	19.8		IX(13)	9.2	9.9	7.8
	V(3)	3.1	6.5	6.1		X(17)	9.4	23.6	14.8
	VI(14)	22.6	48.2	28.8	1962	IV(14)	22.9	23.8	15.6
	VII(7)	15.8	27.8	16.5		V(14)	33.4	20.2	13.0
	VIII(10)	25.7	16.1	19.8		VI(11)	16.0	47.3	17.1
	IX(5)	8.3	13.1	6.0		VII(12)	16.3	43.4	15.9
	X(10)	3.2	3.5	4.0		VIII(6)	13.1	19.6	15.4
	XI(11)	0.6	-	4.3		IX(7)	10.6	55.0	7.7
1959	IV(12)	17.3	39.8	19.7		X(5)	2.3	2.3	1.3
	V(12)	13.9	8.6	14.3	1963	IV(10)	10.1	16.4	8.9
	VI(12)	20.9	10.8	22.7		V(12)	18.3	25.2	19.5
	VII(8)	21.2	5.5	11.2		VI(11)	16.3	15.9	10.0
	VIII(12)	22.6	4.7	12.6		VII(9)	18.5	26.4	17.1
	IX(4)	3.8	3.5	3.5		VIII(12)	24.2	36.9	20.3
	X(4)	4.1	4.2	3.3		IX(10)	10.1	19.0	9.0
	XI(11)	2.4	-	1.1		X(5)	1.6	2.0	0.9

teh dneh.

Mnogo previsoke vrednosti nastopajo v koloni E, kjer so bile interpolacije napravljene po formuli  $E = k \cdot \bar{u} \cdot \Delta e$ . Mnogokrat dobimo z interpolacijo po Wildu manjše vrednosti, kot so bile izmerjene. To pa še ne pomeni, da so interpolirane vrednosti slabe. Omenili smo že, da v padavinskih dneh večkrat izmerimo zelo veliko izhlapevanje, ki ni realno. Verjetno so še najboljše vrednosti v koloni F, čeprav tudi te niso točne.

7. septembra 1960 se je v Koprju pokvaril integrirni merosmer (totalizator). Popravljen je bil šele v avgustu naslednjega leta. Za čas od 1. septembra 1960 do 31. avgusta 1961 zato ni bilo mogoče posebej navesti enote za izračunati dnevne višine izhlapele vode za padavinske dneve. To obdobje je izpuščeno iz nadaljnje obdelave.

Is obdelave za Ljubljano smo spoznali, kako je izhlapevanje odvisno od vetra. V dneh brez vetra bi po omenjeni formuli ne bilo izhlapevanja. Če pa je bil veter zelo močan, potem izkazuje izračun po omenjeni formuli izhlapevanje v višini tudi preko 5 mm, čeprav so bile padavinske. Takim in podobnim neslogičnostim se je obdelavec dokumentarja izognil tako, da je v kritičnih primerih zavrnil z izračunom dobljeno vrednost in upošteval nekoriščno, to je direktno izmerjeno vrednost.

## 5. Rezultati merjenja z evapori- metrom "A" v Kopru

Neprekinjeno, od 1. julija 1957 naprej, merijo tudi v Kopru izhlapevanje z vodne površine z ameriškim evapori-  
metrom. Opazovanja opravljajo sicer skozi vse leto, vendar  
v zimskih mesecih voda včasih zamrzne, kar preprečuje  
merjenje izhlapevanja. Zato niso vzeti v pretres meseci  
november - marec.

Za dneve s padavinami so v osnovnih tabelah izpuščene  
dnevne višine izhlapele vode. Vrzel je izravnana s tem,  
da so dnevne množine izhlapele vode izračunane po enačbi:

$$E = K \bar{u} \Delta e$$

(podobno, kot je bilo to storjeno za Ljubljano)  
kjer predstavlja  $\bar{u}$  povprečno hitrost vetra v km,  $e$  pa  
je razlika parnih pritiskov nad tlemi in nad vodno po-  
vršino. Koeficient "K" pa je bil izračunan na osnovi  
izmerjenih dnevnih podatkov o izhlapevanju v brezpadavinskih  
dneh v letih 1962 in 1963 po enačbi:

$$K = \frac{E}{\bar{u} \Delta e}$$

V septembru 1960 se je v Kopru pokvaril integralni ane-  
mometer (totalizator). Popravljen je bil šele v avgustu  
naslednjega leta. Za čas od 1. septembra 1960 do 31.  
avgusta 1961 zato ni bilo možno s pomočjo navedene enač-  
be izračunati dnevne višine izhlapele vode za padavinske  
dneve. To obdobje je izpuščeno iz nadaljne obdelave.

Iz obdelave za Ljubljano smo spoznali, kako je izhlapeva-  
nje odvisno od vetra. V dneh brez vetra bi po omenjeni  
formuli ne bilo izhlapevanja. Če pa je bil veter zelo  
močan, potem izkazuje izračun po omenjeni formuli izhla-  
pevanje v višini tudi preko 5 mm, čeprav so bile padavi-  
ne. Takim in podobnim nelogičnostim se je obdelovalec  
dokumentarija izognil tako, da je v kritičnih primerih  
zavrgel z izračunom dobljeno vrednost in upošteval nekori-  
girano, to je direktno izmerjeno vrednost.



V ostalem velja glede podatkov in sistema obdelave ista metoda kot je bila uporabljena v predhodnem delu tega poglavja, kjer je obravnavana evaporacija v Ljubljani.

Tabele 10, 11 in 12 vsebujejo srednje mesečne vrednosti evaporacije v Kopru. Boljši pregled kot tabele pa dobimo iz grafikona 12. Ker vplivajo na izhlapevanje v veliki meri temperaturne razmere, kaže grafikon v osnovi prav tak razvoj, kot ga poznamo pri temperaturah. Opaziti pa je takoj, da nastopa pri vseh treh zveznicah (torej pri zveznici, ki prikazuje izmerjeno celotno izhlapevanje, vključno s padavinskimi dnevi - A -, dalje zveznici, ki prikazuje izhlapevanje le v brezpadavinskih dneh - B - in končno pri zveznici, kjer so za padavinske dneve interpolirane vrednosti - C), v juniju deficit izhlapevanja. Ta deficit je v prvi zveznici samo nakazan, pri ostalih dveh je pa zelo izrazit; tako n.pr. vidimo pri zveznici C, ki prikazuje evapotranspiracijo brez upoštevanja padavinskih dni, da izkazujeta maj in junij praktično isto vrednost, 80 mm izhlapevanja (v vsakem mesecu). Take razmere je težko utemeljiti. Ako upoštevamo vetrovne razmere v Kopru za dobo zadnjih 10 let vidimo, da je v juniju sicer občutiti zmanjšanje jačine vetra, vsekakor pa je <sup>to</sup> pad izhlapevanja z vetrom nemogoče raztočmačiti.

Iz vseh treh zveznic vidimo nadalje, da imamo maksimalno evapotranspiracijo oziroma evaporacijo z vodne površine v juliju, ko je tudi temperatura najvišja. Če pa upoštevamo, da so temperaturne razmere ob morju med avgustom in junijem še bolj izenačene kot v notranjosti, potem gotovo iznenadi, da je izhlapevanje v avgustu za nekako 10 % manjše kot pa v juliju. Že omenjeno nerazumljivo nizko izhlapevanje v juniju pa je vzrok da je junijsko izhlapevanje izrazito nižje od onega v avgustu. Ni pa bila taka situacija tudi v Ljubljani. Iz tabel 2, 4 in 5 je razvidno, da je v juniju evaporacija v Ljubljani večja kot pa v avgustu, čeprav imamo tako v Ljubljani, kot v vsej Sloveniji v mesecu juniju izrazito nižje temperature kot pa v avgustu. 105.4 90.8 73.1 47.7

T 10 Izhlapevanje v Kopru /\*A evaporimeter\*/- za vse dneve, padavinske in brezpadavinske.

	april	maj	junij	julij	avg.	sept.	okt.
1958	65.7	85.4	100.6	132.8	121.4	84.0	55.1
1959	66.5	79.1	89.5	121.6	93.2	74.2	36.6
1960	68.1	95.9	108.3	101.6	87.2	-	-
1961	-	-	-	-	-	76.4	43.1
1962	66.9	90.6	102.8	119.3	132.4	85.9	54.3
1963	57.4	82.6	84.3	106.3	100.3	56.8	43.1
povpreček	64.9	86.7	97.1	116.3	106.9	75.5	48.4
					skupaj 595.8mm		
					A zveznica		

T11 Izhlapevanje ob padavinskih dneh ni upoštevano

1958	39.2	84.4	71.2	106.5	94.1	65.0	30.4
1959	44.4	51.9	57.0	99.5	53.7	69.9	45.9
1960	58.1	76.1	68.2	73.4	62.0	-	-
1961	-	-	-	-	-	68.5	32.0
1962	53.4	54.4	79.6	87.5	136.6	68.7	48.9
1963	38.9	59.3	58.0	83.5	56.1	35.6	27.7
povpreček	46.8	65.2	66.8	90.1	80.5	61.5	37.0
					B zveznica		

T 12

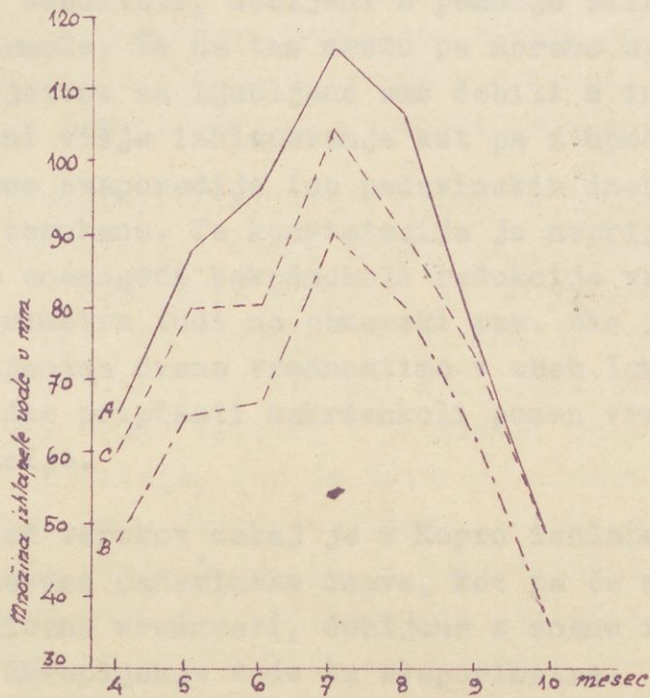
Izhlapevanje iz posode "A"- upoštevani so izmerjeni podatki za brezpadavinske dni, katerim so prišteti še vrednosti za padavinske dni, ki so bile izračunane po enačbi  $E = k \cdot \bar{u} \Delta e^{\circ}$

1958	45.8	87.6	79.3	114.1	100.1	72.8	39.3
1959	46.4	55.6	61.1	102.0	62.1	70.0	50.6
1960	63.0	81.7	78.5	83.5	71.0	-	-
1961	-	-	-	-	-	81.4	54.2
1962	82.6	90.8	103.5	119.4	132.4	85.5	58.5
1963	60.3	80.0	78.8	108.2	88.3	56.0	35.8
povpreček	59.6	79.1	80.2	105.4	90.8	73.1	47.7

skupaj 543.9 /Zveznica C/

Gr. 12 Izhlapovanje iz posode A  
u Kopru

- (A) izhlapevanje celotno
- - - (B) — samo za brezpadovinske dneve
- - - (C) — za padav. dni je interpolirano



Poglejmo še, kakšno je razmerje med celoletnimi višinami ~~iz~~ ~~posode~~ izhlapevanja v Koprju in Ljubljani. V mesecih od aprila do oktobra izhlapi v Ljubljani okoli 450 mm, v Koprju pa okoli 600 mm, ako upoštevamo vse dneve padavinske in brezpadavinske; Ljubljana pride torej na 75 % tiste višine, kot jo ima Koper. Če pa izločimo padavinske dneve in zanje izračunamo evaporacijo s faktorjem  $K$ , se vrednosti močno zbližata. Ljubljana ima blizu 480 mm, Koper pa dobrih <sup>540</sup>479 mm; Ljubljana ima torej okoli 90 % izhlapevanja od višine v Koprju. Težko je v tej fazi naše naloge oceniti težino, pravilnost izmerjenih višin na obeh postajah. Odločitev bo lažja, ko bodo znani rezultati, dobljeni s pomočjo bilance rek in z empirično formulo. Že na tem mestu pa moramo ugotoviti zelo neprijetno dejstvo: za Ljubljano smo dobili z interpolacijo za padavinske dni višje izhlapevanje kot pa z upoštevanjem direktno izmerjene evaporacije (ob padavinskih dneh). V Koprju je situacija zasukana. Ta konstatacija je neprijetna zato, ker praktično onemogoči kakršnokoli redukcijo vrednosti Wildovega evaporimetra tudi na obmorski pas. Ako je razmerje med postavljenima dvema vrednostima v obeh lokalitetah nazprotno, je težko pripisati kakršenkoli pomen vrednosti, dobljenih z redukcijo.

Eden od vzrokov, zakaj je v Koprju izhlapevanje večje, ako upoštevamo padavinske dneve, kot pa če mesto njih stavimo reducirane vrednosti, dobljene z znano formulo, bi ugegnilo biti škropljenje vode iz evaporimetra.

Za obmorski pas so znani intenzivni nalivi, ki so mnogo bolj izraziti, kot pa je to primer v notranjosti. Lahko sploh trdimo, da je večina padavin v obliki kratkotrajnih intenzivnih pljuskov. Vemo pa, da pride v primerih padavin v obliki pljuskov do škropljenja vode iz posode. Tako nastane v evaporimetru deficit, ki ga pripišemo izhlapevanju. V resnici pa je bila voda odstranjena zaradi udarca kapelj ob vodno gladino v evaporimetru. Kratke nalive in pljuske imamo v naj-

toplejših mesecih, medtem ko je v poznejših mesecih, jeseni, tudi ob morju značaj padavin sličen onemu v notranjosti: trajno deževje brez izrazitih pljuskov. Ako pogledamo na grafikon vidimo, kako se zveznici v poletnih mesecih oddaljita, v aprilu, septembru in oktobru pa sta tesno druga ob drugi; zato dobimo vtis, da je naša podmena pravilna.

Pokazalo pa se je, da razlika v intenzivnosti nalivov med Kopróm in Ljubljano ni glavni vzrok. Pri računanju evaporacije v Kopru in Ljubljani za dneve, ko so bile padavine, ni bil uporabljen isti način. Medtem ko so v Ljubljani upoštevani tudi paradoksn primeri z 20 mm in tudi več mm izračunane<sup>(s„k“)</sup> vizihlapele vode, je obdelovalec iz Kopra šel po drugi poti. Neprirodno visoke vrednosti je izločil in namesto njih upošteval izmerjeno vrednost, čeprav je deževalo. Res je taka odločitev bližja razmeram v prirodi, predstavlja pa odstop od brezpogojno nujne enake obdelave za obe postaji.

Zaradi neenake obdelave v Kopru in Ljubljani je nastala v celotnem sistemu sicer vrzel, ki pa nikakor ne predstavlja škode, enakovredne koristi, ki jo je neenakost povzročila. Sedaj vemo, da formula, prikladna za razmere v Beogradu, ne ustreza niti za spodnji del Ljubljanske kotline, niti za obmorski pas. Vetrovi v Sloveniji so nestalni in hitrost se močno spreminja, kar je bistveno nazprotno od razmer v jugovzhodnem delu Panonske nižine oziroma njenega obrobja. Rezultati nas prepričajo, da je tako zamudna metoda brez haska, in da bi bilo celo smiselnejše uporabiti direktne rezultate, dobljene ob upoštevanju padavinskih dni, kljub znanim hibam. Kot dobre moremo smatrati le interpolacije s pomočjo Wildovega evaporimetra, kar se je pokazalo že pri analizi podatkov za Ljubljano. Žal za Koper nimamo meritev z Wildovim evaporimetrom. To pa pomeni, da so izključene solidne redukcije na celoletne vrednosti.

padavine verjetno tudi pod 1200 mm letno.  
Ostale porečje Ljubljaniče ima sistematično urejeno  
razporečbo padavin, tako, da so padavine tem višje, čim  
bolj se pomikamo proti zapadu, v osrčje kraških planot;  
povprečna višina padavin v celotnem porečju Ljubljaniče  
je blizu 1800 mm.

## B. UGOTAVLJANJE EVAPOTRANSPIRACIJE S POMOČJO VODNE BILANCE

Koliko smemo pričakovati od vodne bilance, smo povedali že v uvodnem poglavju. Naj na tem mestu še povemo zakaj so bila vzeta v analizo prav porečja Ljubljanice/in Dravinje ter Soče in Save. Manjši porečji (Ljubljanica, Dravinja) sta bili izbrani zato, ker so zanje na razpolago podatki o vodnih razmerah tudi za posamezne sektorje. Večja partnerja pa smo izbrali zato, ker imamo le za ti dve večji reki Slovenije podatke tudi za njuno povárje.

### 1. P o r e č j e L j u b l j a n i c e

Geološka karta porečja Ljubljanice je zelo raznolika. Osnovna poteza je naslednja: ogromna večina na zapadu, jugozapadu in jugu pripada ~~karstom~~<sup>spnencem</sup>, ki so propustni. Ljubljansko barje je aluvijalna naplaviná, <sup>praktično</sup> brez prodnih površin. Severovzhodni del porečja Ljubljanice pa ~~se~~ je sestavljen na zapadu iz dolomitov, dalje proti vzhodu pa iz karbonskih škriljavcev; Brdo pri Ljubljani tvorijo plasti ilovice. Dolina Gradaščice je zapolnjena v veliki meri s prodom in isto velja tudi za dolino Glinščice, le da je prod v večji meri pomešan z glino. Dosti bolj prodnati kot je svet okoli Gradaščice in Glinščice sta strugi, vsaj v gornjem in srednjem delu, Borovniščice in pa Iške.

V nasprotju s prikazano geološko skico, ki kaže tolikšno raznolikost, je padavinska razporedba močno enotna. Edino izjemo predstavlja osrednji del Ljubljanskega barja, kjer zdrknejo padavine verjetno tudi pod 1200 mm letno. Ostalo porečje Ljubljanice ima sistematično urejeno razporedbo padavin, tako, da so padavine tem višje, čim bolj se pomikamo proti zapadu, v osrčje kraških planot; povprečna višina padavin v celotnem porečju Ljubljanice je blizu 1800 mm.

K1



Tudi temperaturna razporedba je zelo enotna in se ravna prevsem po nadmorski višini. V Barju samem in v vanj stekajočih se dolinah pa je občutiti vpliv temperaturne inverzije.

V celem so klimatske razmere zelo izenačene-diferencijacija je posledica razlik v absolutni odnosno relativni višini.

Kar zadeva rastje tudi ni bistvenih razhajanj v vsem porečju Ljubljani. Morda bi omenili le slabše zaraščeni svet v Polhograjskih Dolomitih. Zelo slab je tudi gozd na karbonskih tleh nad Dobravo.

V velikem lahko ocenimo navedene lokalitete kot majhne. Rastje je n nad celotnim področjem v glavnem enotno- vsaj za merilo, ki vstre- za cilju naloge.

Zaključek je torej naslednji: rastje kot koristnik sličnih klimatskih razmer je v glavnem enotno, razlike so ~~na~~ na majhnih površinah in so posledica razlik v geološki osnovi. Z ozirom na sličnost v temperaturah, padavinah in v rastlinskem svetu moramo torej računati na enako<sup>stopnjo</sup> vizhlapevanje, tako iz tal kot iz rastja.

Tabela 13 pa našega pričakovanja ne potrdi. Razhajanja so velika, ponekod celo v razmerju 4:1 /4/.

Hribščica, Lubija, Borovniščica, Podlipščica, Glinščica, Drobentinka izkazujejo izhlapevanje v višini preko 700mm. Šuica, Gradaščica in C. Cornovec imajo evapotranspiracijo od ca 400 do ca 560mm, Sivčev potok, Podpeški potok pa naj bi na svetu, ki ga odvodnjavaj<sup>ta</sup>e, evapotranspiracije ne imela višje od 200-400mm letno.

Že navedeni podatki nas prepričajo, da nam tako heterogena slika ne more služiti kot trdna opora pri določanju dejanske evapotranspiracije. Nujno je, da morejo biti toloka razhajanja pogojena v značaju posameznih rek odnosno potokov, bolje v tipu tal, po katerih ti vodotoki teko in iz katerih se hranijo. Nikakor pa ne v različni stopnji evapotranspiracije.

Skušajmo najti ključ do uporabnega zaključka! Lubija ima večino svojega porečja v kraškem svetu. Isto velja za Borovniščico, ki teče v zgornjem ~~delu~~ delu po prodnem nanosu med propustnim apnemcem, njen vršaj pa sega v Ljubljansko barje. Težko si je predstavljati, da voda ne bi pronicala v tla, ki so prodna, podobno, kot imamo to pri Iški /ali pri Savi Dolinki/. Verjetno je v tem utemeljitev za izredno visoko "izhlapevanje", namreč ca 800mm letno. Ponuja se misel, da del vode, ki bi naj po obči formuli izhlapel, pronica v tla proti lokalni depresiji-Ljubljanskemu barju

razhajanja. Zelo verjetno pa je, da so za prikazane razlike v evapotranspiraciji posameznih pritokov pogojene predvsem z nejasno ločnico pripadajočih padavinskih območij. posamezneg



Nasproten primer imamo pri Podpeškem potoku, Sivčevem potoku in drugih. Okoli 300mm izhlapele vode gotovo ni realna slika razmer v prirodi. In vzrok? Voda, ki jo izgubljajo pritoki Ljubljanice na tistem delu, kjer teko po propustnem apnencu ali v produ, pride na dan v območju Ljubljanskega barja. Zato izkazujejo barjanske vode - potoki in kanali - minimalno izhlapevanje, saj dobivajo dodatno vodo iz spodnjih pasti

V celotnem porečju Ljubljanice je severni del najbližji normalnim odtočnim razmeram. To je svet, ki ga odvodnjavajo normalno tekoči vodotoki: Podlipščica, Šuica, Gradaščica in Glinščica. Evapotranspiracija, dobljena iz padavin in odtokov tega področja, kaže velika nasprotja, čeprav bi mogli oceniti celotno področje kot nepropustno ali le v manjši meri propustno. Podlipščica in Glinščica imata preko 700mm letne evapotranspiracije, Šuica in Gradaščica pa okoli 500mm. Pri tem pa je tudi med tema dvema potokoma velika razlika. Ako se poslužimo najbolj ohlapnega merila, pridemo pri ocenjevanju evapotranspiracije v tistem delu porečja Ljubljanice, ki ima vsaj navidez normalni, torej nadzemski odtok, do višine cca 600mm.

Poprej smo sugerirali, da izgubljajo pritoki na južnem in zapadnem obrobju Barja vodo v propustnih apnencih in produ in da se ta voda zbira v območju Barja in hrani nekatere pritoke Ljubljanice/n.pr. Sivčev potok, Podpeški potok/. Podmena bi bila utemeljena, v primeru, ako bi bila padavinska območja posameznih vodotokov nesporna in dalje, če bi bili pretoki merjeni vsaj na 2 mestih vsakega pritoka. Potrebni bi bili tudi podatki o talni vodi. Zadevni podatki pa so prepičli 1/4/. Končno ne smemo prezreti dejstva, da so na Ljubljanici zaježitve pritokov / ob visoki vodi / reden pojav in da so zato podatki o višini pretokov močno deformirani. in zato tudi nezanesljivi. Zelo verjetno pa je, da so za prikazane razlike v evapotranspiraciji posameznih pritokov pogojene predvsem z nejasno ločnico pripadajočih padavinskih območij. posameznega

KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI ZA LJUBLJANICO IN DRAVINJO

Pritoki Ljubljanice

	1	2	3	4	5
Hribsčica	40.7	1.700	1.19	0.54	782
Podlipščica	30.2	1.565	0.81	0.54	720
Ljubljanica pri Vrhnikih	707.0	1.690	23.1	0.61	659
Lubija	215.8	1.690	6.29	0.54	710
Borovniščica	60.1	1.600	1.54	0.50	800
Sivčev potok	2.4	1.520	0.09	0.78	334
Podpeški potok	21.3	1.620	0.95	0.87	211
Jezerski potok	11.6	1.610	0.42	0.71	469
Drobentinka	7.2	1.510	0.15	0.44	846
Cornovec	17.3	1.490	0.31	0.65	522
Suica	50.5	1.500	10.74	0.72	412
Gradaščica	156.1	1.500	4.90	0.63	548
Glinščica	16.0	1.460	0.38	0.51	715

\*\*\*\*

Vrednosti za Dravinjo

Skomarje	18.2	1.312	0.502	0.663	442
Bohurina	25.6	1.327	0.655	0.613	675
Zreče	43.7	1.185	0.981	0.561	617
Konjice	57.6	1.214	1.215	0.532	683
Dražava do Opl.	84.8	1.149	1.670	0.510	621
Loče z Oplotnico	176.2	1.223	3.280	0.481	668
Poljčane	241.8	1.100	4.340	0.482	541
Pečke z Ložnico	414.5	1.134	6.800	0.447	684
Dravinja do Poljskave	557.4	1.092	8.700	0.422	773
Videm	823.0	978	10.630	0.369	743

Opomba : 1. padavinsko območje v km<sup>2</sup> 4. odtočni koeficijent  
 2. padavine v mm 5. evapotranspiracija  
 3. povprečni pretoki

Dravinja vključno s pritokom do vodomerne postaje, ležeče

prito<sup>ov</sup>ká Ljubljanice. To je nujno, saj smo ugotovili, da gre v veliki meri za propustni apnenec, ki sestavlja v celoti južni in zahodni rob ~~kjub~~ barjanskega kotla.

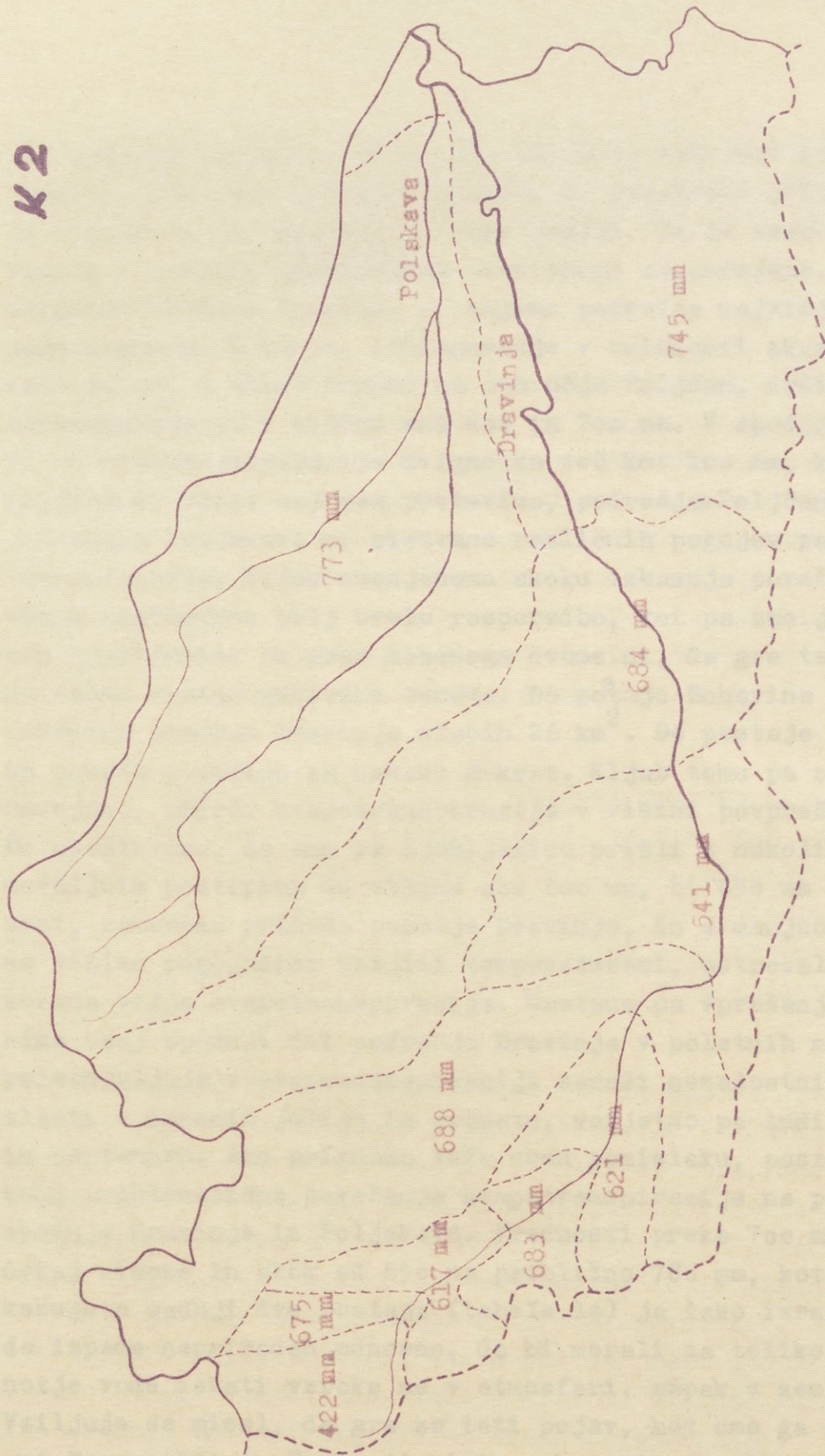
Disproporcij v evapotranspiraciji posameznih področij, pripadajočih manjšim pritokom Ljubljanice, kažejo<sup>torel</sup> da izgubljajo pritoki Ljubljanice vodo že prej, predno pridejo na rob Ljubljanskega barja. V zvezi z veliko akcijo za ureditev Ljubljanskega barja pa bi to spoznanje utegnilo vplivati na razvoj nadaljnih hidrotehničnih del. Dosedanji načrt, obravnavan tudi na simpoziju o Ljubljanskem barju<sup>5</sup>, predvideva, gradnjo nasipov, ki bi odvajali pritoke Ljubljanice, predno ustopijo ti v območje Ljubljanskega barja. Tak način reševanja za-močvirjenosti Ljubljanskega Barja bi bil zelo drag in odločitev za tako operacijo bi smela biti sprejeta šele, ko bi bilo dokončno ugotovljeno, da pritoki ne izgubljajo vode že daleč pred vstopom na Ljubljansko barje. Naši rezultati kažejo, da temu ni tako. To pa pomeni, da bo treba dosedanji načrt temeljiteje pretehtati in ni izključeno, da bo sanacija Ljubljanskega barja dosežena po drugi poti.

## 2. P o r e č j e     D r a v i n j e

Drugo področje, ki smo ga izbrali, je porečje Dravinje. Geološka osnova je tu bistveno drugačna. Južno obrobje predstavljajo podaljški Karavank, ki pa so iz starejših apnencev in zato v glavnem niso propustni. Severno področje pripada Pohorju, torej prvotninam, ki tudi niso propustne. Tako imamo v tem področju v celoti površinski tok. Prepereline prvotnin so v veliki meri gline, ki ustvarjajo nepropustna tla tudi v ravninskem svetu. Tako ustvarja geološki sestav obrobnege sveta, ki oklepa dolino Dravinje, povsem druge pogoje, kot smo to videli pri Ljubljanici. Rezultat tega dejstva spoznamo na stopnji izhlapevanja v tem področju, prav tako pa na vzklajenosti zaporedja višin evapotranspiracije. Podatki o evapotranspiraciji so pri Dravinji vezani na posamezne sektorje Dravinje vključno s pritokom do vodomerne postaje, ležeče

RAZLIKE MED P ADAVINAMI IN ODTOKI  
V POREČJU DRAVINJE

K2



Merilo 1 : 20000

pod izlivom pritoka v Dravinjo. Torej ne tako kot pri Ljubljani, kjer smo navajali podatke za posamezne pritoke. Iz tabele 14 je razvidno na prvi pogled, da je evapotranspiracija v porečju <sup>56</sup> ~~Ljubljani~~ <sup>Dravinje</sup> pravilneje razporejena. Tako izkazuje postaja Komarje, ki zajame področje najvišjega dela jugovzhodnega Pohorja, izhlapevanje v velikosti skoro 450 mm, nato pa se, z edino izjemo na področju Poljčan, drži evapotranspiracija v višini med 600 in 700 mm. V spodnjem delu pa se evapotranspiracija dvigne za več kot 100 mm, kar je nepriroden skok; saj med, postavimo, področjem Poljčan in pa področjem Poljskave ni bistveno različnih pogojev za evapotranspiracijo. Kljub omenjenemu skoku izkazuje porečje Dravinje neprimerno bolj zrelo razporedbo, kot pa smo jo srečali pri Ljubljani in prav nobenega dvoma ni, da gre ta enotnost na račun enotne geološke osnove. Do postaje Bohorina znaša površina porečja Dravinje slabih 26 km<sup>2</sup>. Do postaje Pečke se poveča površina za nekako 20krat. Kljub temu pa se, kot omenjeno, obdrži evapotranspiracija v višini povprečno 650 mm. Če upoštevamo, da smo za Ljubljano prišli z nekoliko samovoljnim postopkom do višine cca 600 mm, bi 650 mm za nižji svet, kateremu pripada porečje Dravinje, in z manjšo absolutno višino pogojenimi višjimi temperaturami, ustrezala prikazana višja evapotranspiracija. Nastane pa vprašanje, ali nima vsaj spodnji del porečja Dravinje v poletnih mesecih primanjkljaja v evapotranspiraciji zaradi nezadostnih padavin, zlasti v mesecih juliju in avgustu, verjetno pa tudi v <sup>juniju</sup> ~~maju~~ in septembru. Ako priznamo težu temu pomisleku, postane še bolj problematično povečanje evapotranspiracije na področju spodnje Dravinje in Poljskave. Vrednosti preko 700 mm so dokaj visoke in skok od 650 na približno 750 mm, kot ga izkazujeta zadnji dve postaji (tabela 14) je tako izrazit, da izpade nepriroden odnosno, da bi morali za toliko izgintje vode iskati vzroke ne v atmosferi, ampak v zemlji. Vsiljuje se misel, da gre za isti pojav, kot smo ga srečali pri Borovniščici, Drobentinki in nekaterih drugih pritokih Ljubljane. Ni izključeno, da prideta Dravinja, še bolj pa

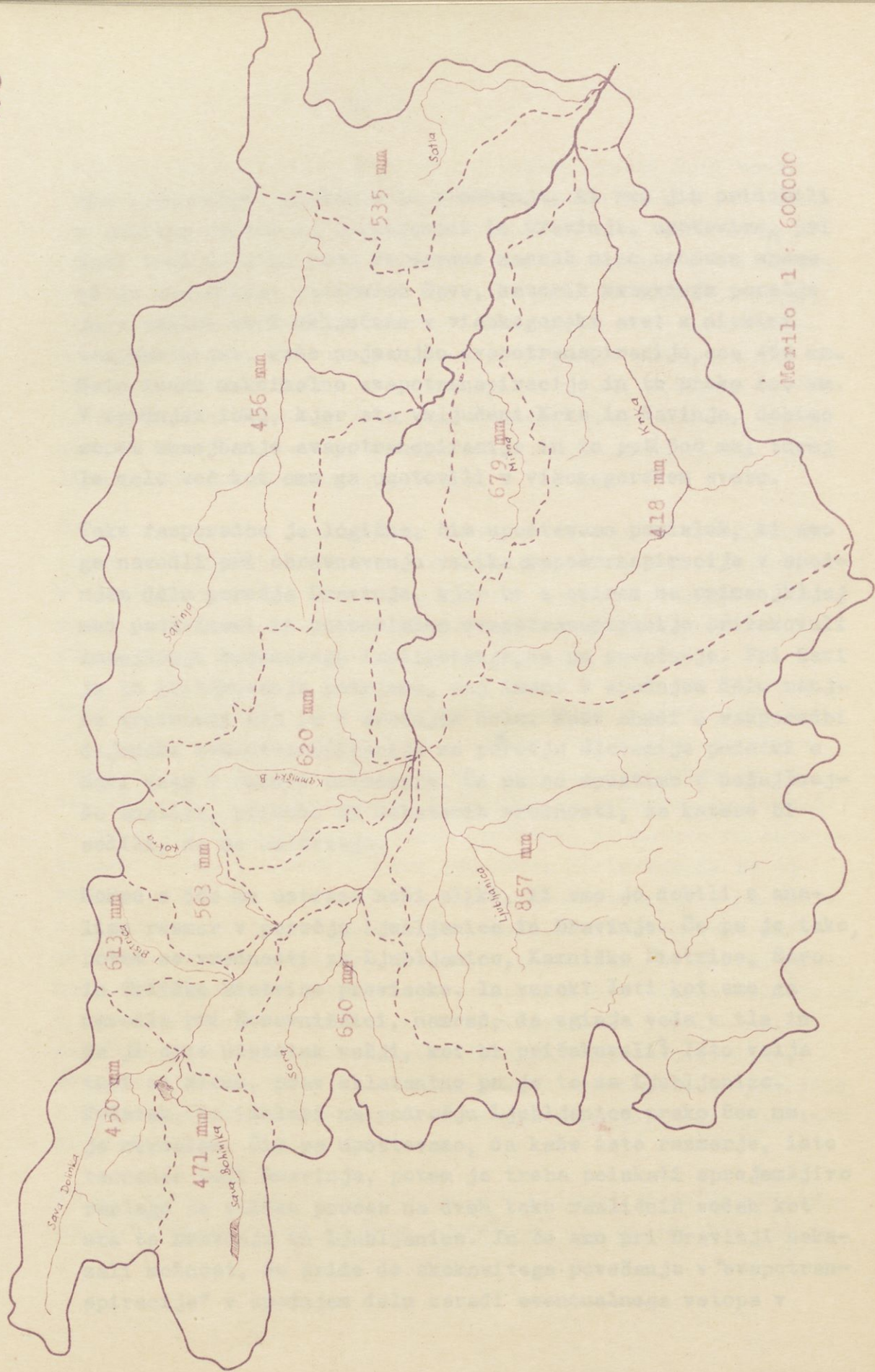
Poljskava v spodnjem toku v plast propustnega proda (na obrobju Dravskega polja) in da izginjata tu v tla. Deficit pa smatramo kot evapotranspiracijo odnosno njeno povečanje.

### 3. P o r e č j e S a v e

Po tem, ko smo si ogledali evapotranspiracijo na področju dveh manjših porečij, Ljubljanice in Dravinje, preidemo na primerjavo odnosno oceno realnosti podatkov na dveh večjih rečjih, na Savi in Soči. Izbor teh dveh rek ni bil slučajen. Za Dravo in Muro namreč nimamo podatkov za njun gornji tok, medtem ko izvirata Sava in Soča pri nas in so zato na razpolago vsi podatki, ki jih more hidrotehnična služba nuditi. S tem pa nikakor ni rečeno, da se podatki idealno ujemajo z našimi željami, prikrojenimi zastavljenemu cilju. To velja zlasti za Sočo.

Podobno kot smo pri Ljubljanici navajali podatke po evapotranspiraciji za posamezne pritoke, žal ne za vse, ker pač niso na razpolago, isto bomo za vsak večji pritok storili tudi za porečje Save v območju naše ~~rešnje~~ republike. Karta 3 in tabela 15 pokažeta, kako si sledijo stopnje evapotranspiracije na poti od izvira v Julijskih Alpah pa do izliva Sotle na vratih Hrvatske.

Sava Dolinka in Sava Bohinjka imata nekako 460 mm letne evapotranspiracije. Nato imamo Tržiško Bistrico in Kamniško Bistrico s preko 600 mm in isto velja tudi za Soro, medtem ko zdrkne Kokra pod 600 mm. Izstopa Ljubljanica s preko 800 mm evapotranspiracije. Savinja in Krka pa kažeta izreden pad evapotranspiracije, nekako 430 mm, medtem ko se Mirna obdrži na višini, kakršno smo povedali za Tržiško Bistrico, Soro in Kamniško Bistrico. Sotla zdrkne zopet na preko 530 mm. Zaradi zelo majhne evapotranspiracije Krke in Savinje izkazuje nato celotna Sava nekako 575 mm evapotranspiracije.



prednato področje Savskega polja, potem moremo isti vzrok  
Ako izkoristimo opažanja in spoznanja, ki smo jih pridobili  
z analizo razmer na Ljubljani in Dravinji, ugotovimo, pri  
Savi tudi določen red. Ne moremo namreč mimo osnovne sheme  
ki je naslednja: izvirnici Save, katerih ~~karaktirja~~ porečje  
je v veliki meri vključeno v visokogorski svet z nizkimi  
temperaturami, kaže najmanjšo evapotranspiracijo, cca 460 mm.  
Nato imamo maksimalno evapotranspiracijo in to preko 600 mm.  
V spodnjem toku, kjer sta vključeni Krka in Savinja, dobimo  
zopet zmanjšanje evapotranspiracije in to pod 500 mm; torej  
le malo več kot smo ga ugotovili v visokogorskem svetu.

Taka razporedba je logična, čim upoštevamo pomislek, ki smo  
ga navedli pri obravnavanju velike evapotranspiracije v spod-  
njem delu porečja Dravinje, kjer bi z ozirom na primanjkljaj  
med padavinami in potencialno evapotranspiracijo pričakovali  
zmanjšanje dejanskega izhlapevanja, ne pa povečanje. Pri Savi  
je to pričakovanje potrjeno, saj imamo v spodnjem delu manj-  
še vrednosti kot pa v srednjem delu. Naši shemi o razporedbi  
dejanske evapotranspiracije na <sup>a</sup>poročju Slovenije podatki o  
Savi vsaj v osnovi ustrezajo. Če pa se spustimo v dejajnej-  
šo analizo, pridemo do nekaterih vrednosti, za katere bi  
sodili, da ne ustrezajo.

Kokra s 560 mm ustreza naši sliki, ki smo jo dobili z ana-  
lizo razmer v porečju Ljubljane in Dravinje. Če pa je tako,  
potem so vrednosti za Ljubljano, Kamniško Bistrico, Sora  
in Tržiško Bistrico previsoke. In vzrok? Isti kot smo ga  
navedli pri Borovniščici, namreč, da zginja voda v tla in  
da je zato odstotek večji, kot bi pričakovali? Isto velja  
tudi za Mirno, prav eklatantno pa je to za Ljubljano.  
Podatek, da izhlapi na področju Ljubljane preko 800 mm,  
je nerealen. Čim pa upoštevamo, da kaže isto razmerje, isto  
tendenco tudi Dravinja, potem je treba poiskati sprejemljivo  
razlago za sličen proces na dveh tako različnih vodah kot  
sta to Dravinja in Ljubljana. In če smo pri Dravinji naka-  
zali možnost, da pride do skokovitega povečanja v "evapotran-  
spiracije" v spodnjem delu zaradi ~~eventuelnega~~ vstopa v



prodnato področje Ptujskega polja, potem moremo isti vzrok iskati tudi pri Ljubljani. Posledanje naše analize s posameznimi pritoki Ljubljane so pokazale, da so vrednosti preko 700 mm, kot smo jih srečali pri Borovniščici, Hribščici in pri Drobentinki, verjetno pa nastopajo še tudi pri drugih (v gornjem toku Iške), previsoke. Toda kljub temu so še blobo pod vrednostjo, ki jo izkazuje najnižja postaja Ljubljane - Moste. Tudi v tem primeru bi morali računati z možnostjo, da izgublja Ljubljana vodo nekontrolirano in je zato po shemi, s katero izračunavamo evapotranspiracijo razlika, pripisana evapotranspiraciji.

Če pustimo primer Ljubljane v nemar, nam ostane od celotne sheme na področju Save dokaj enotna slika s prvim minimom v visokogorskem svetu - okoli 450 mm, srednje področje izkazuje preko 600 mm, v spodnjem delu pa se evapotranspiracija zmanjša pod 600 mm, nekako 550 mm (Sotla).

Bilo bi nekritično, ako bi iz tako dvomljivih elementov, kot jih vsebuje tabela, skušali s podrobno statistično obdelavo priti do zakonitosti. Podobno kot gradimo stolpnice le na ustrezno osnovo, tako morejo biti tudi za podrobno statistično obdelavo na razpolago solidni podatki, na katere to obdelavo naslonimo. V našem primeru teh osnov ni in vzroke za to smo navedli že v uvodu. Slika o evapotranspiraciji v področju Save samo potrjuje naše uvodne besede. Zato se moramo zadovoljiti z grobo oceno, ki smo jo že postavili, to je, da imamo v visokogorskem svetu evapotranspiracijo v višini cca 450 mm, v srednjem delu nad 600 mm in v spodnjem delu pod 600 mm. Ti zaključki, čeprav postavljeni v dokajšnji meri samovoljno, ustrezajo vrednostim, ki smo jih nekako sugerirali za področje Ljubljane, v prvem delu našega razglabljanja, in srečali tudi na Dravinji.

Kot smo omenili, da je izhlapevanje v področju Kamniške Bistrice, Tržiške Bistrice in Sore preveliko, naj še omenimo, da je

KRAKTERISTIČNE VREDNOSTI ZA SOČO IN NJENE  
PRITOKE

T 16

	1	2	3	4	5
Soča do Zadnice	40.6	3.806	3.01	0.614	
Zadnica	24.6	3.951	2.16	0.772	819
Koritnica	87.0	3.743	8.80	0.852	554
Učeja	50.8	3.007	3.76	0.717	671
Idrija	22.7	3.184	1.57	0.697	965
Ročica	10.4	3.202	0.69	0.653	1.211
Mrzli potok	18.7	3.102	1.19	0.647	1.095
Tolminka	78.9	3.524	8.17	0.925	270
Idrija	623.9	2.357	30.6	0.656	811
<hr/>					
Soča pri Solkanu	1532.7	2.728	93.4	0.705	805

KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI ZA IZVIRNICE SAVE,

T 15 NJENE GLAVNE PRITOKE IN SAVO DO MEJE

S. Dolinka	521.2	2.005	25.6	0.775	450
S. Bohinka	380.7	2.575	25.4	0.817	471
Tržiška B.	149.0	1.777	5.50	0.655	613
Kokra	223.2	1.627	7.50	0.653	563
Sora	649.3	1.747	22.6	0.628	650
Kamniška B.	535.0	1.501	15.0	0.588	620
Ljubljanka	1941.4	1.792	60.4	0.522	857
Savinja	1858.0	1.309	45.4	0.628	456
Mirna	295.6	1.208	5.00	0.440	679
Krka	2248.5	1.340	60.0	0.668	418
Sotla	581.6	1.020	9.00	0.477	535
<hr/>					
Sava s Sotlo	10.861	1.502	322	0.620	571
1	2	3	4	5	
padav. območje v km <sup>2</sup>	padavine v mm	povprečni pretoki	odtočni koefi- cient	evapotrans- piracija	

tudi pri njih zelo verjetno izgubljanje vode v produ, za kar so pri vseh treh rekah resnično dani pogoji in je zato velika verjetnost, da je podmena pravilna. Vprašanje, kje pride izginula voda na dan, bolje v območje naše kontrole, pa ostaja odprto.

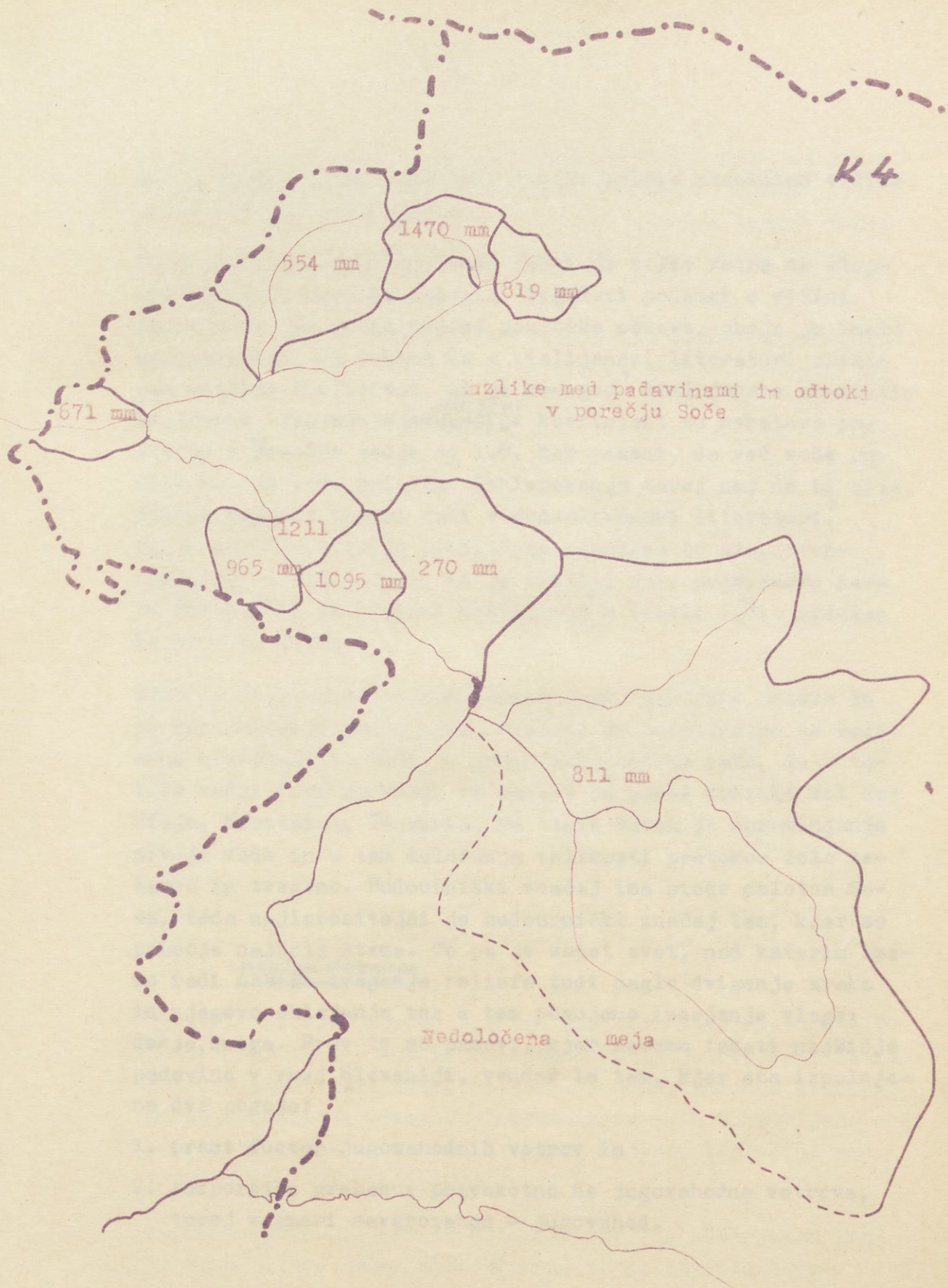
Nekaj podobnega je tudi v razmerju med posameznimi porečji v nižjem delu Savinega porečja. Težko si je predstavljati, da obstoja realna osnova za povezavo med velikim primanjkljajem na Ljubljanskem polju in evapotranspiracijo na področju Savinje in Krke. Iskati zvezo s Krko z ozirom na kraški svet, ki leži jugovzhodno od Ljubljanskega barja, je komaj opravičljivo, saj imamo po sredi grosupeljski pas nepropustnega dolomita. Kako prodreti iz Ljubljanske kotline po podzemskih poteh v območje Savinje pa spada tudi v okvir <sup>podzemni</sup> ~~pod njim~~, za katere v zadevni analizi ni prostora.

#### 4. P o r e č j e      S o č e

Še težje bomo prišli do zastavljenega cilja - ugotovitve evapotranspiracije - na področju Soče. V zgornjem delu, to je v gornji Trenti, teče po prodnem svetu, Osnova pa so propustni apnenci. Tudi v nadaljnem toku se situacija bistveno ne izpremeni. Menjavajo se pasovi s prodom, drugod pa je struga vrezana v živo skalo. Oboje dovoljuje podtalni odtok, saj so apnenci primerni za kraške pojave. Geološka osnova torej od vsega začetka ne obeta pozitivnih rezultatov. Drugi problem predstavlja določanje višine padavin.

Na razpolago so predvsem podatki iz dolin. Ti podatki segajo prav v zadnjo Trento. Na Tolminskem, v Trnovskem gozdu, na Matajurju in Koradi imamo postaje tudi do višine približno 1000 m. Končno je hidrometeorološka služba postavila totalizatorje: v Kaninju, na Krnu, na Bohinjskem grebenu in v Trnovskem gozdu na Golaku. Za evropsko merilo je mreža v Posočju gosta, toda tolikšna gostota ni dovoljna, ako upoštevamo,

K4



Razlike med padavinami in odtoki  
v porečju Soče

Nedoločena meja

Da je relief silno razgiban, zaradi velike absolutne višine pa so vetrovi zelo močni.

Že v uvodu smo omenili, kako velik je vpliv vetra na stopnjo točnosti meritev padavin. Negotovi podatki o višini padavin in ppa nenaklonjena geološka osnova, oboje je imelo za posledico, da dobimo že v italijanski literaturi prikazan odtočni koeficient, ki je nemogoč.<sup>7</sup> Italijanske statističke namreč izkazujejo ~~(odtok)~~<sup>odtočni</sup> je koeficient za nekatera področja s Posočja večji od 1.0, kar pomeni, da več vode odteče kot pa pade padavin. Izhlapevanja torej naj ne bi bilo. Slične podatke dobimo tudi v jugoslovanski literaturi.<sup>8</sup> To je navedlo avtorja predložene razprave (o evapotranspiraciji v Sloveniji), da je izdelal novo padavinsko karto Posočja<sup>9</sup> in je odtočni koeficient<sup>10</sup> v tabeli ..16.. izdelan že po novi karti.

Mimo že obravnavanih dveh nevšečnosti, geološke osnove in pa nepoznavanja padavinskih razmer, še priključijo še reliefne nevšečnosti. Soča je prava hudourniška reka, še v toliko večji meri pa velja ta oznaka za njene pritoke kot so: Učeja, Koritnica, Tolminka. Na takih vodah je spreminjanje nivoja vode in s tem določanja velikosti pretokov zelo težavno in tvegano. Hudourniški značaj ima sicer celotna Soča, toda najizrazitejši je hudourniški značaj tam, kjer so pobočja najbolj strma. To pa je zopet svet, nad katerim imamo radi našega ~~dviganja~~<sup>naglo dviganje</sup> reliefa tudi naglo dviganje zraka in njegovo ohlajanje ter s tem pogojeno izcejanje vlage: dežja, snega. Prav to so pasovi, kjer moramo iskati najvišje padavine v vsej Sloveniji, vendar le tam, kjer sta izpolnjena dva pogoja:

1. prost dostop jugozahodnih vetrov in
2. razporedba grebenov pravokotno na jugozahodne vetrove, torej v smeri severozahod - jugovzhod.

Taka je situacija v območju Tolminke, Koritnice, na nazprotni strani doline pa v skupini Matajurja in Kanina. Zato so bile tem območjem pripisane tolikšne višine padavin, kot nobenemu drugemu hrbtu v Evropi, namreč okoli 5000 mm.

Na osnovi pretokov in na novo ocenjenih višin padavin dobimo v Posočju naslednje letne višine evapotranspiracije: za Tolminko 270 mm na leto, za Koritnico 554 mm, torej dvakrat toliko in za Učejo 670 mm. Velike razlike - razmerje med Učejo in Tolminko je nekako 2,5 : 1 - zopet iznenađijo; zlasti nestrokovnjaka, ki v zadevni problematiki ni dovolj doma. Izneđenje pa se še stopnjuje, ko vidimo, da znaša evapotranspiracija po naših podatkih o pretokih in padavinah v zgornji Trenti kar 1468 (tabela 16.). Rezultati so očitno nerealni. Skušajmo vendar kljub neprepričljivi skali podatkov dati neko osnovno orientacijsko številko. Ustavimo se najprej pri pretokih z najmanjšo prikazano evapotranspiracijo, torej pri Koritnica, Tolminki in Učeji. Srednja vrednost vseh treh je nekako 500 mm. To je visoka vrednost, zlasti še če upoštevamo, da je velik del porečja teh treh pritokov v glavnem gol. Poleg tega je relief zelo razgiban in zato voda hitro odteče, tako da ni časa za izhlapevanje. Zaradi propustnih tal smemo pri teh rekah odbiti nekaj vode na račun izginjanja v apnenem in prodnem tlu. Ako znižamo vrednost za nekako 100 mm, dobimo sprejemljivo vrednost 400 mm.

Ustavili smo se najprej pri teh pritokih zato, ker je v padavinski karti, kot že omenjeno, najvišje področje ocenjeno s padavinami preko 5000 mm. V celem odtočni koeficienti, specifični odtoki, pretoki in iz njih ugotovljena evapotranspiracija te višine ne izključujejo, temveč jo potrjujejo.

Za vse ostale pretoke so podatki, vsaj po avtorjevem prepričanju, tako močno deformirani, da so za naše namene

praktično povsem neuporabni. Geološka osnova dovoljuje podmeno, da se tudi s Trnovskega gozda voda ne kontrolirano odteka v dolino Vipave, zato je odstotek Idrijce, ki naj bi izhlapel, velik. Iz tabele 16 vidimo, da izhlapi v severni polovici Trnovskega gozda preko 900 mm vlage in tudi podatki za Sočo kot celoto, merjeno pri Solkanu (vrednost nekaj nad 800 mm) po avtorjevi oceni ne ustreza razmeram v prirodi. Vrednost je previsoka in tudi tu moramo suponirati pronicanje v vzhodni del Furlanske nižine.

V celoti vzeto moramo smatrati poskus s Sočo kot neuspešen. Vzroke smo navedli, pa jih naj nob zaključku še enkrat podčrtamo: hudomniški značaj reke in pritokov, propustnost tal in nepoznavanje padavinske razporedbe zlasti najvišjih področij.

### C. DOLOČANJE EVAPOTRANSPIRACIJE PO THORNTHWAIT-U

S podatki, dobljenimi s pomočjo padavin in odtoka, so skušali že od vsega začetka poiskati tudi empirične formule o evaparaciji, odnosno evapotranspiraciji. Pri tem je bilo izhodišče spoznanje, da vplivajo na izhlapevanje iz golih, enako kot iz obraščenih tal prvenstveno: temperatura, vlažnost in deficit in pa žarkovna bilanca. Podatkov o žarkovni bilanci in o vlažnostnem deficitu v Sloveniji nimamo dovolj, da bi iz njih mogli dobiti kompleksno sliko o evaporaciji in evapotranspiraciji nad celotnim področjem. Zato se bomo v nadaljevanju našega poizkusa, dobiti okvirne vrednosti o evapotranspiraciji v Sloveniji, posluževali empirične formule, ki izkorišča podatke o temperaturah. Izbrali smo najbolj upoštevano formulo Thornthwaita. Avtor formule je izhajal iz ugotovitve, da temperatura ni toplota, temveč je funkcija toplote in še cele vrste parametrov. Za izhlapevanje pa je potrebna energija in sicer toplotna. Če hočemo poiskati zvezo med temperaturo in

izhlapevanjem, moramo zato spremeniti temperaturo v ustrezni ekvivalent toplote. Po Thornthwaitu dosežemo to z upeljavo kaloričnega indeksa. (i)

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

kjer pomeni t - povprečno mesečno temperaturo, i povprečni mesečni kalorični indeks. Vsota i za vse leto, to je I

$$I = \sum_{1}^{12} i$$

daje letni kalorični indeks, to je ekvivalent toplotne energije tistega kraja v času enega leta.

Izhlapevanje (s površja in rastlin) pa ni enoznačna funkcija toplotne energije (ki je na razpolago), marveč je eksponentialna funkcija in se določa po empirični formuli:

$$PE \text{ (mesečno)} = 16 \cdot \left(\frac{10 \cdot t^{\circ C}}{I}\right)^a$$

kjer je:

$$a = 0,0000066571 \times I^3 - 0,0000771 \times I^2 + 0,01792 \times I + 0,49239$$

Kakor je razvidno iz formule, ima pri izhlapevanju razen toplotne energije, ki je izražena z indeksom I, temperatura zopet neposredno vlogo. Temperatura namreč določa hitrost gibanja molekul in ima zato odločilen vpliv na izhlapevanje. Thornthwait je upošteval potrebo po priročnejšem načinu določanja izhlapevanja in je metodo grafično prikazal; saj bi operiranje z navedenimi številkami bilo zelo zamudno, odročno. Z ozirom na povezavo med temperaturo in toplotno energijo imamo na Thornthwaitovem grafikonu dve ~~ordinatni~~ ordinatni osi: ena os je rezervirana za kalorični indeks, druga pa za temperaturo. Saj je izhlapevanje po omenjeni funkciji odvisno od obeh, podano pa je na abscisi. Thornthwait je upošteval tudi korekturo na dolžino dneva in dolžino meseca. Po njegovi empirični formuli in preko nje po ustreznem grafikonu dobljene vrednosti



so veljavne le za mesečne višine evapotranspiracije, nikakor pa ne za dnevne.

Poglejmo sedaj, kakšne vrednosti dobimo na osnovi temperatur v normalnem nizu 1931 - 1960 (tabela 17). Z ozirom na dejstvo, da so temperaturne razmere v Sloveniji dokaj razšiščene,<sup>12</sup> lahko predvidimo kakšen je letni tok evapotranspiracije za Slovenijo. Najhladnejši mesec je januar, najtoplejši pa julij. In ker je evapotranspiracija, dobljena po izbrani Thornthwaitovi formuli funkcija temperaturnih razmer, je nujno, da imamo v vsej Sloveniji minimalno evapotranspiracijo v januarju, maksimalno pa v juliju. V večini Slovenije znaša po omenjeni formuli evapotranspiracija v januarju 0 mm in le v najožjem pasu ob morju se dvigne preko 5 mm. Od januarja do julija imamo postopno višanje potencialne evapotranspiracije, nato pa prav tako sistematično padanje vse do januarja. Z ozirom na to, da je v Sloveniji avgust toplejši od junija, je nujno, da je po Thornthwaitovi formuli tudi evapotranspiracija v avgustu večja od one v juniju. Razmerje med oktobrom in aprilom je dokaj izenačeno in le v najnižjih predelih vzhodne Slovenije, torej v Prekmurju, dalje v Brežiški dolini in v Beli krajini je evapotranspiracija v aprilu za spoznanje višja kot pa v oktobru. V večini Slovenije pa je oktoberska evapotranspiracija večja; zlasti velja to za visokogorski svet. V dopolnilo naj še navedemo, da imamo najvišjo evapotranspiracijo v juliju, torej sploh v vsem letu v Kopru in da znaša 158,4 mm. Najmanjšo evapotranspiracijo pa izkazuje seveda naša najvišja postaja to je Kredarica (za mesec julij, ki ga obravnavamo) namreč 87,1 mm. Osnovno, kar moramo poudariti in kar smo pričakovali je torej, da je letni tok evapotranspiracije po obravnavani formuli nujno sličen letnemu hodu temperature.

evapotranspiracijo je nujno, da je v kotlinah evapotranspiracije po uporabljeni formuli manjša kot na dobro ventiliranih pobočjih, vrhovih in grebenih. Torej je vršek temperaturne inverzije, saj vemo, da je celo sredi poletja temperatura v kotlinah blizu 1 °C nižja temperatur na stranskih višinskih vrhov in pobočjih. Nekaj okvir-

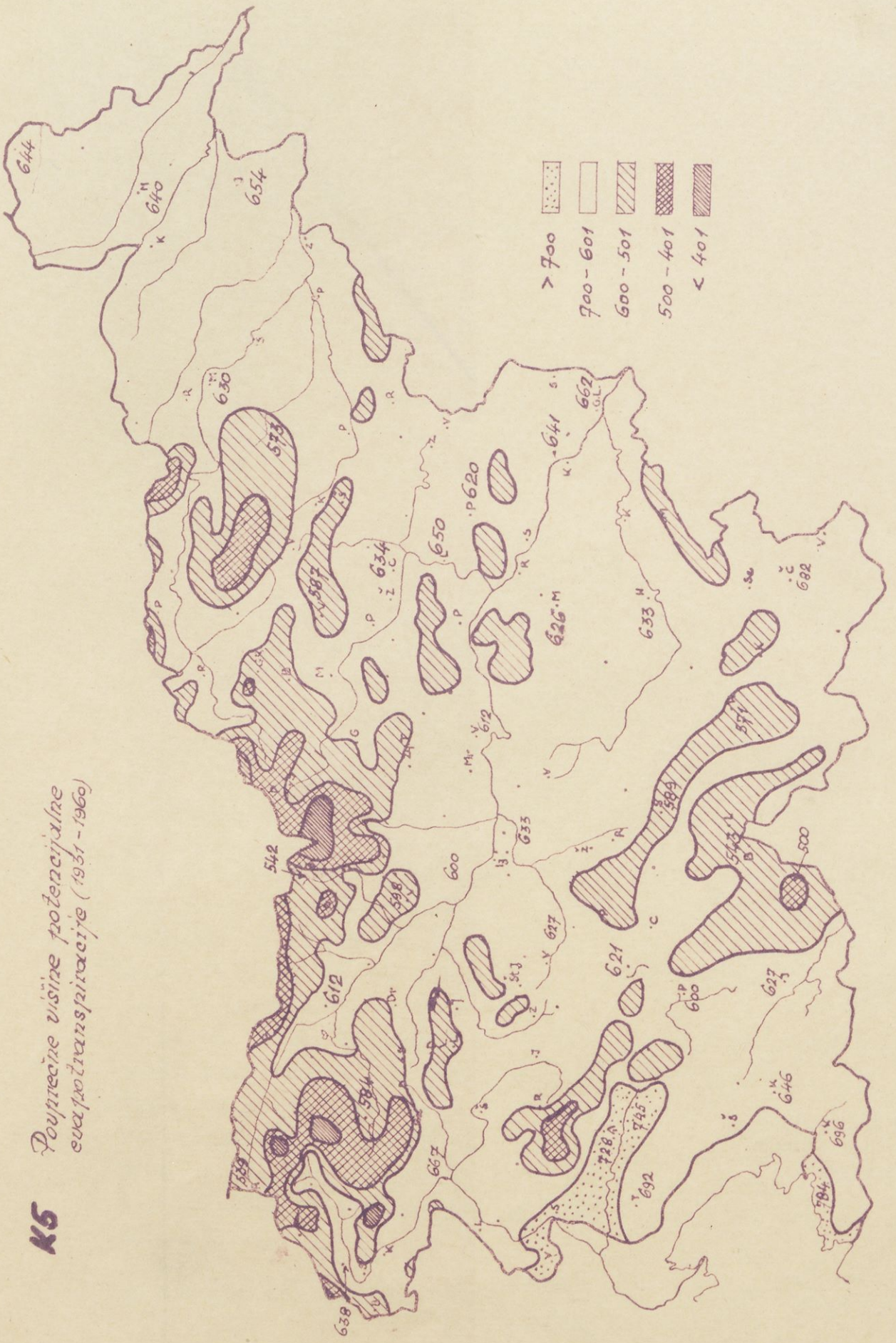
## 1. Letne $\gamma$ višine potencialne evapotranspiracije (K5)

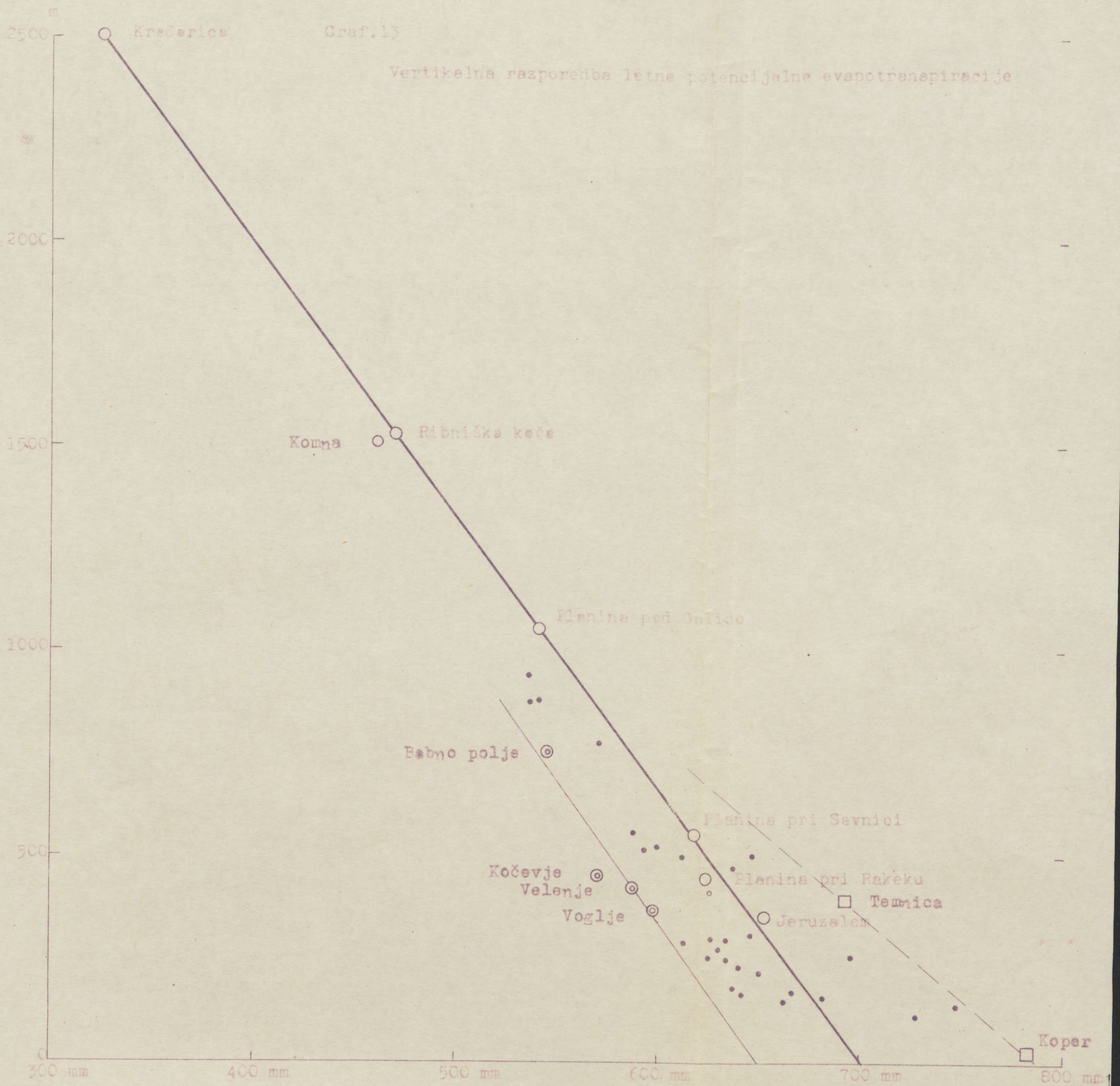
Z oziroma na veliko temperaturno razhajanje med obmorskim pasom in visokogorskim svetom bi pričakovali enako izrazito nasprotje tudi v velikosti evapotranspiracije. Videti pa je, da izbrana formula za visokogorski svet ne ustreza povsem. Težko si predstavljamo, da je izhlapevanje na Kredarici le za (zelo) dobro polovico manjše kot ob morju. Tako izkazuje Kredarica (absolutna višina 2515 m) letno 326 mm potencialne evapotranspiracije, na drugi strani pa imamo v Kočpru 784 mm. Tako razmerje iznenadi, saj izkazuje Kredarica v vsem letu kar 7 mesecev, ko po uporabljeni formuli ni nikaže evapotranspiracije; na drugi strani pa izkazuje Koper kot reprezentan<sup>ta</sup> <sup>za</sup> celotno področje vzdolž obale evapotranspiracijo tudi v januarju - to je, sredi zime.

Sicer imamo v vsej Sloveniji le majhno razgibanost v velikosti potencialne evapotranspiracije. V večini Slovenije je ta večja od 600 mm; le v obmorskem pasu, dalje Vipavi in v Brdih se dvigne preko 700 mm. Natančnejšo sliko o razporedbi potencialne evapotranspiracije v Sloveniji nam nudi grafikon 13. Iz njega spoznamo, da pada potencialna evapotranspiracija na vsakih 100 m absolutne višine za 15 mm. Izhodiščne točke za ugotovitev omenjenega gradienta v vertikalni smeri so: Kredarica v višini 2515 m, Ribniška koča in Komna višini dobrih 1500 m, dalje Planina pod Gorlico, v višini 1050 m, pa Planina pri Sevnici v višini 588 m, Planina pri Rakeku, 450 m in končno Jeruzalem v višini 341 m. Na osnovi teh postaj, ki leže na dobro ventiliranih mestih, dobimo gradient v velikosti 15 mm/100 m. Zaradi povezave med temperaturo in potencialno evapotranspiracijo je nujno, da je v kotlinah evapotranspiracija po uporabljeni formuli manjša kot na dobro ventiliranih pobočjih, vrhovih in grebenih. Temu je vzrok temperaturna inverzija, saj vemo, da je celo sredi poletja temperatura v kotlinah blizu 1 °C nižja temperatur na ustreznih višinah vrhov in pobočij. Nekaj okvir-

**K5**

*Područje visine potencijalne  
evapotranspiracije (1951 - 1960)*





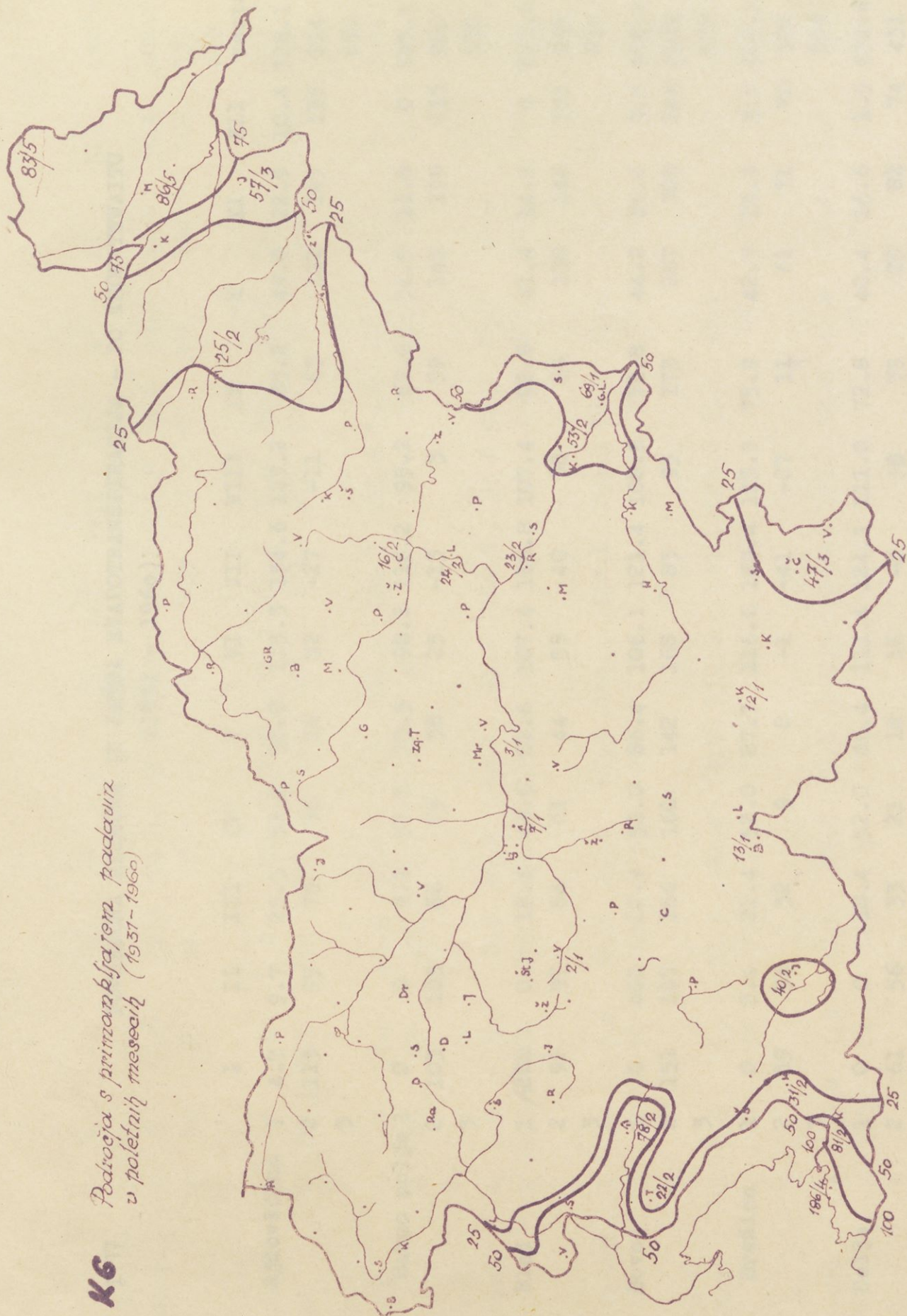
nih vrednosti: v višini 2000 m znaša letna evapotranspiracija okoli 400 mm, 500 mm znaša v višini 1330 m, 600 mm pa doseže v višini ca 670 m; vse to velja za dobro ventilirane vrhove, pobočja in grebene notranje Slovenije. V kotlinah, zlasti izrazitih, kot so: Babno polje, Kočevje, Ljubljanska kotlina pa so vrednosti za nekako 50 mm nižje. V višini 350 m imamo v kotlinah ca 600 mm evapotranspiracije, 500 mm pa v višini ca 1000 mm. Potencialna evapotranspiracija v najožjem obmorskem pasu je za nekako 140 mm večja kot bi bila v notranjosti v ustrezni višini in v najhladnejših kotlinah.

## 2. Možna evapotranspiracija

Slovenija spada med najbolj namočene področja v Evropi. Minimum padavin imamo v zimskih mesecih in v marcu, maksimum pa v jeseni ali zgodnjem poletju. Ker pa je v poletju tudi evapotranspiracija največja, zato nastopi deficit med potencialno evapotranspiracijo in padavinami prav v poletnih mesecih. Deficit nastopi v glavnem le v področjih, kjer imajo blizu 1000 mm povprečnih letnih padavin in manj. Tam kjer je padavin več, je deficit komaj verjeten. To velja le za povprečne vrednosti, ne pa za individualne primere. Deficit med padavinami in potencialno evapotranspiracijo je največji ob Jadranski obali (K6); Koper izkazuje primanjkljaj v velikosti 186 mm, nastane pa v 4 najtoplejših mesecih. V Ajdovščini se ta primanjkljaj zniža za preko 100 mm, to je na 78 mm. Približno slično velik je v Prekmurju, kjer znaša preko 80 mm, nastopa v mesecih od maja do septembra. Čim bolj gremo proti jugu vzhodne Slovenije, tembolj se deficit zmanjša. Na Krškem polju se obdrži še v višini nad 50 mm, v Beli krajini pa zdrkne že pod omenjeni prag. V ostali Sloveniji so primeri deficita (v poletnih mesecih) le sporadični.

Iz dosedanjih izvajanj sledi, da imamo v večini Slovenije

**K6** Področja s priznankstajem padavin  
v poletnih mesecih (1937-1960)





		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	vsota
Črnomelj	1	0	4.9	22.4	64.4	88.4	115.3	129.4	115.9	78.0	43.2	16.6	4.4	682.9
	2	86	77	52	13	23	-7	-33	-7	33	89	104	102	532
	3													640
Dom na Komni	1	0	0	0	2.3	61.9	85.2	101.6	97.2	65.5	33.8	20.5	0	461.0
	2	187	203	224	251	225	192	171	159	234	325	341	287	2799
	3													461
Golnik	1	0	2.4	21.4	52.0	77.4	106.1	124.1	111.0	74.9	42.3	14.2	1	625.9
	2	83	83	63	51	50	60	8	18	72	110	134	112	844
	3													626
Gomance	1	0	0	8.2	36.2	69.7	95.6	106.9	97.6	69.7	38.1	14.0	0	536.0
	2	258	228	198	161	115	90	40	16	161	287	347	303	2204
	3													536
Grbin pri Litiji	1	0	0.8	18.4	46.3	80.0	111.4	118.8	106.1	70.7	41.4	16.6	2.2	612.7
	2	65	58	38	37	29	7	-3	3	37	72	81	74	498
	3													610
Hotemež	1	0	5.7	22.4	50.8	83.8	110.0	120.1	108.6	73.8	43.2	16.6	5.9	640.9
	2	67	57	37	26	35	20	-16	±7	29	80	96	76	497
	3													618
Ilirska Bistrica	1	0,8	7.3	22.4	50.8	78.7	105.6	118.8	106.1	72.8	41.4	17.4	5.2	627.3
	2	101	84	56	38	28	15	-18	-22	45	97	136	119	679
	3													587





		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	vsota
Kubed	1	5.5	9.7	25.5	47.5	83.8	111.4	132.0	119.6	83.2	45.1	22.1	11.1	696.5
	2	65	60	48	31	13	3	-44	-37	19	67	99	85	409
	3													616
Laško	1	0	2.4	19.4	48.6	90.3	115.3	122.8	111.0	74.9	42.3	18.2	5.2	650.4
	2	62	60	38	27	15	9	-14	-10	29	75	84	72	447
	3													624
Ljubljana- letališče	1	0	0	19.4	49.7	85.1	111.4	122.8	109.8	73.8	42.3	15.0	3.7	633.0
	2	89	89	57	48	36	23	-7	16	69	108	116	110	754
	3													626
Lože pri Vi- pavi	1	4.7	9.7	27.5	52.0	90.3	115.3	145.2	131.8	87.4	49.8	20.5	11.1	745.3
	2	94	78	55	36	7	15	-38	-40	75	82	125	123	612
	3													667
Luče	1	0	0	17.3	47.4	80.0	107.4	116.2	98.8	69.7	41.4	15.8	0	594.0
	2	91	82	73	63	70	59	30	36	88	139	181	117	1029
	3													594
Maribor	1	0	0	17.3	50.8	85.1	111.4	125.4	111.0	74.9	39.5	13.4	0.7	629.5
	2	49	50	32	20	17	7	-16	-9	13	59	76	72	370
	3													604
Mokronog	1	0	0	18.4	47.4	81.3	111.4	121.4	109.8	72.8	41.4	15.8	5.9	625.6
	2	68	63	42	28	27	3	-18	-7	35	87	92	71	491
														601

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	vsota
Most na Soči	1	0.8	6.4	25.5	52.0	82,6	111.4	126.7	113.5	78.0	46.1	18.2	5.9	667.1
	2	136	134	112	99	104	93	40	41	122	167	172	173	1333
	3													667
Murska Sobota	1	0	0	19.4	50.8	87.7	115.3	125.4	112.2	73.5	39.5	15.0	0.7	640.5
	2	38	39	16	0	-10	-9	-34	-23	-10	32	47	52	138
	3													554
Planina pod Golico	1	0	0	11.2	41.8	72.2	95.6	106.9	97.6	67.6	36.7	10.3	0	539.9
	2	92	92	106	95	99	103	81	59	107	161	188	135	1322
	3													540
Planina pri Rakeku	1	0	2.4	19.4	46.3	78.7	110.0	120.1	106.1	73.8	42.3	18.2	4.4	621.7
	2	136	126	160	80	71	53	30	33	94	152	166	166	1267
	3													622
Planina pri Sevnici	1	0	0	16.3	46.3	81.3	108.7	120.1	108.6	75.9	43.2	15.0	4.4	619.8
	2	78	73	52	40	44	27	7	10	41	102	114	88	676
	3													620
Postojna	1	0	0.8	17.3	40.7	78.7	104.8	114.8	103.7	72.8	42.3	21.3	3.0	600.2
	2	106	97	77	74	63	51	13	12	66	113	136	133	947
	3													600
Novo mesto	1	0	1.6	19.4	49.7	83.8	111.4	124.1	109.8	72.8	42.4	15.0	3.0	633.0
	2	77	61	43	26	35	17	-19	-7	35	91	95	82	536
	3													607

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	vsota
Rateče-Pla- nica	1	0	0	6.1	37.3	76.1	99.6	110.9	100.0	66.6	36.7	5.5	0	538.8
	2	82	92	98	69	61	79	58	45	91	139	147	127	1088
	3													539
Ribniška koča	1	0	0	0	22.6	58.0	93.0	106.9	97.6	62.4	29.1	0	0	469.6
	2	89	88	86	97	113	84	58	95	70	129	135	132	1130
	3													470
Sodražica	1	0	0	14.3	44.1	87.0	106.1	113.5	100.0	69.7	38.5	22.9	0	589.1
	2	107	104	91	75	73	53	10	33	66	140	147	134	1033
	3													589
Šmarna gora	1	0	0,8	18.4	46.3	72.2	102.2	118.8	105.0	77.0	43.2	15.0	1.5	600.4
	2	89	80	63	52	51	33	0	27	66	35	110	101	767
	3													600
Šmartno na Pohorju	1	0	0	13.3	42.9	74.8	102.2	112.2	102.5	72.8	40.4	12.6	0	573.7
	2	53	56	38	34	42	42	27	11	38	76	88	80	588
	3													574
Šmartno-Slov. gradec	1	0	0	15.3	45.2	86.6	108.7	118.8	104.9	73.8	45.6	10.9	0	609.8
	2	53	56	36	32	30	35	20	8	57	70	90	80	547
	3													610
Temnica	1	6.3	8.1	23.5	47.5	87.7	111.4	129.4	117.1	83.2	47.9	20.5	8.9	691.5
	2	96	90	68	45	19	16	-12	-10	57	117	132	130	748
	3													680

70

-

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	vsota
Velenje	1	0	0	16.3	46.3	83.8	98.2	120.1	104.9	62.4	42.3	13.4	0	587.7
	2	51	58	24	29	23	30	3	9	45	75	84	71	512
	3													588
Veliki Dolenci	1	0	0,8	20.4	50.8	90.3	111.4	125.4	112.2	75.9	39.4	15.0	2.2	643.9
	2	39	36	18	2	-10	-8	-27	-26	-12	27	43	46	127
	3													530
Voglje	1	0	0	14.3	45.2	78.7	108.7	121.4	104.9	<del>17.4</del> 72.8	39.5	12.6	0	598.1
	2	83	97	49	55	49	44	8	38	54	125	117	121	840
	3													598
Vrhnika	1	0	0.8	20.4	39.6	86.4	112.7	125.4	112.2	67.7	42.3	16.6	3.0	627.1
	2	106	103	80	69	45	25	-2	18	87	122	138	133	625
	3													924

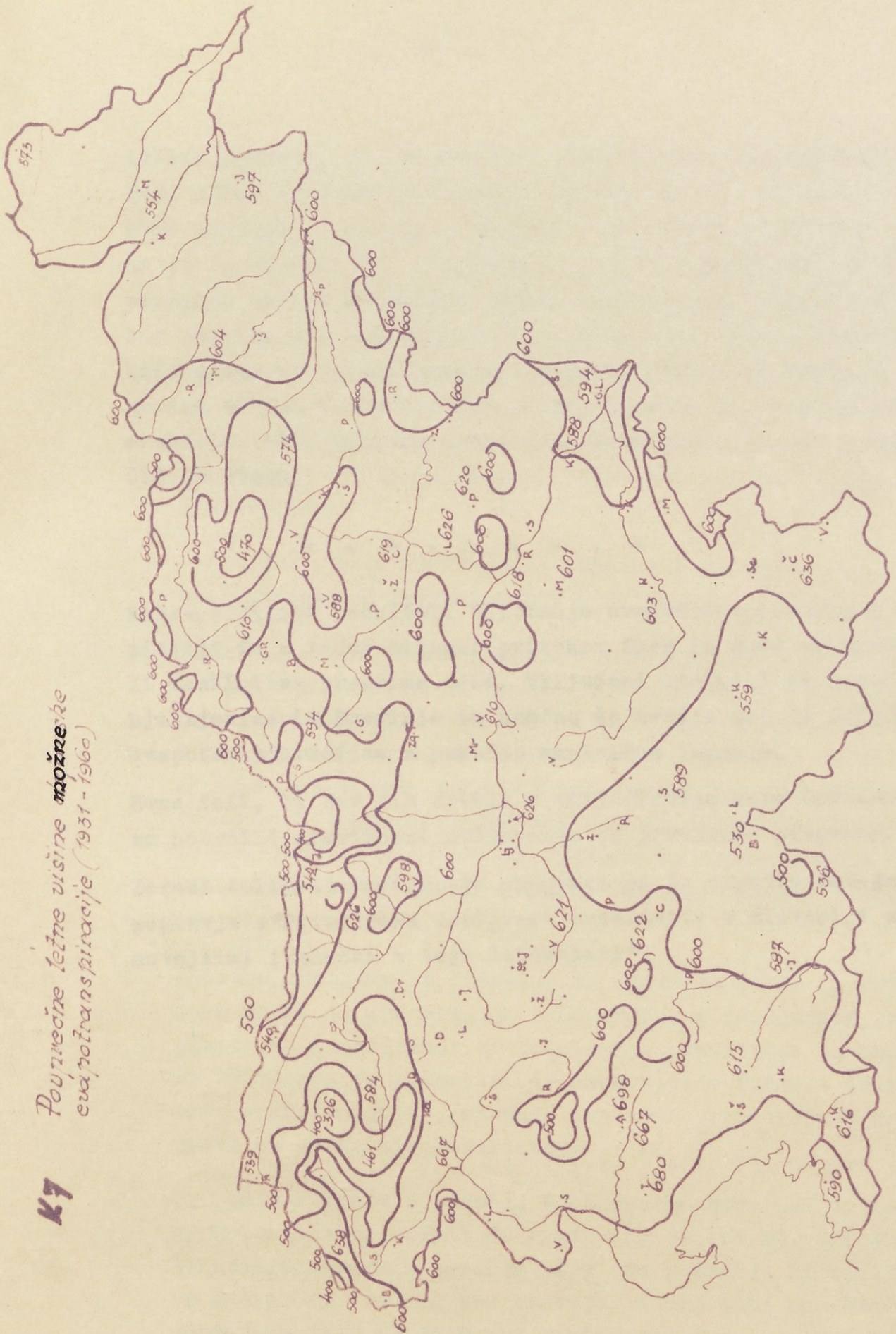
OPOMBA:

- 1 Potencialna evapotranspiracija
- 2 Razlika med padavinami in potencialno evapotranspiracijo
- 3 Letna višina možne evapotranspiracije, zaokroženo

Vse vrednosti so v milimetrih.

K7

Površne letne visine možnike  
evapotranspiracije (1931-1960)



toliko padavin, da predstavlja potencialna evapotranspiracija tudi možno evapotranspiracijo. Zlasti še, ker so prav v kritičnih mesecih, v poletju, pretoki v Sloveniji najmanjši. Tveganja je ta supozicija v najnižjih predelih Primorske in na skrajnem vzhodu Slovenije. Možno evapotranspiracijo, izračunano kot razliko med padavinami in potencialno evapotranspiracijo, izračunano po Thornthwaitovi formuli, prikazuje karta 7. Ogromna večina Slovenije ima po tej formuli in ob upoštevanju mesečnih višin padavin možno evapotranspiracijo med pragoma 575 in 650mm.

gospodarstva.

- . - . - . - . -

izračunano po Thornthwaitovi formuli in ob upoštevanju mesečnih višin padavin

Neprepričljivi rezultati določanja evapotranspiracije z izparitelji in z vodno bilanco pritokov Save in Soče so narekovali razširitev programa dela. Vključeni sta bili še porečji Ljubljaničice in Dravinje in kočno še tretja metoda določanja evapotranspiracije - s pomočjo empirične formule.

Rezultati, ki smo jih dobili z vključitvijo nove dokumentacije, so potrdili pravilnost odstopanja od prvotnega programa.

Zaradi tolikšne razširitve programa pa je odpadlo zadnje poglavje: "Primerjava dobljenih rezultatov v Sloveniji z naj-novejšimi izsledki v tuji literaturi".

Dodatke, dobljene po formuli, ki upošteva veter in pritisak pare in ki jo uporabljajo v Beogradu, v zaključnem poglavju ne upoštevamo; konfrontacija rezultatov za Koper in Ljubljano je pokazala, da uporabljena formula za razmere v Sloveniji ne ustreza, saj vodi v specialnih primerih do absurdnih rezultatov.

Iz vodne bilance v porečju Ljubljaničice smo, res da zelo neprepričljivo, prišli do vrednosti ca 600 mm, pri analiziranju razmer v porečju Save (na področju Slovenije) pa dobimo za srednji pas porečja, torej tudi za območje spodnjega dela Ljubljanske kotline evapotranspiracijo med 600 in 550 mm letno.

### III. ZAKLJUČEK

Določanje evapotranspiracije s pomočjo empirične formule ni bilo v programu; vključitev pa je bila potrebna. Saj so bili rezultati, dobljeni s pomočjo izpariteljev ali pa iz vodne bilance na izbranih rekah manj prepričljivi, kot je bilo pričakovati. Ostane še zadnje delo: primerjava rezultatov, dobljenih s pomočjo vseh treh metod in <sup>morda</sup> ~~seveda~~ zaključek - kako naj dobljene rezultate spravimo v vrsto pozitivnih opornikov ~~v vrste~~ našega gospodarstva.

Izhodišče za to poglavje so vrednosti o evaporaciji, odnosno evapotranspiraciji v Ljubljani.

Ameriški evaporimeter izkazuje v letih 1957 - 1963 povprečno evaporacijo v vegetacijski periodi 436 mm. Kot osnova za interpolacijo manjkajočih vrednosti in vrednosti v padavinskih dneh smo vzeli podatke, dobljene po Wildu, s pomočjo katerih pridemo do najrealnejših redukcijskih vrednosti. Z grafično redukcijo tudi na ostali del leta dobimo letno povprečno evaporacijo za vodne gladine v ameriškem evaporimetru v višini 477 mm, okroglo torej 480 mm.

Podatke, dobljene po formuli, ki upošteva veter in pritisk pare in ki jo uporabljajo v Beogradu, v zaključnem poglavju ne upoštevamo; konfrontacija rezultatov za Koper in Ljubljano je pokazala, da uporabljena formula za razmere v Sloveniji ne ustreza, saj vodi v specialnih primerih do absurdnih rezultatov.

Iz vodne bilance v porečju Ljubljanice smo, res da zelo neprepričljivo, prišli do vrednosti ca 600 mm, pri analiziranju razmer v porečju Save (na področju Slovenije) pa dobimo za srednji pas porečja, torej tudi za območje spodnjega dela Ljubljanske kotline evaporacijo med 600 in 650 mm letno.



Med empiričnimi formulami smo se odločili za novejšo formulo Thornthwaita. Z njeno uporabo izračunana potencialna evapotranspiracija za Ljubljano znaša 633 mm letno, možna evapotranspiracija pa 626 mm.

Razlike med rezultati, dobljenimi po naštetih treh metodah niso velike, ako izpustimo vrednost, dobljeno s pomočjo ameriškega evaporimetra. Za tak korak se smemo odločiti, ako upoštevamo, da je Reichel ocenil evapotranspiracijo v Avstriji v višini ca 1000 m in pri padavinah okoli 1200 mm letno na ca 700 mm. Za naša dosedanja spoznanja je tolikšna evapotranspiracija previsoka. Ako torej pustimo v nemar ekstremne višine, nam ostane interval od 600 do 650 mm.

Ker je ameriški izparitelj standardni instrument v jugoslovanski meteorološki mreži in se bo število postaj, opremljenih z njim, verjetno dokaj povečalo, v zaključku elaborata seveda ne moremo tiho preko dejstva, da njegovi rezultati niso v skladu z rezultati, dobljenimi na drug način.

Osnovna merjenja v ZDA, na jezerih Mead in Hefner so pokazala, da dobimo pravo vrednost za evaporacijo iz vodne površine - ta pa se ujema kvantitativno z evapotranspiracijo - ako pomnožimo izmerjene, na mikrometru odčitane vrednosti, s koeficientom, ki pa varira v razponu od 0,6 do 0,95. V sodelovanju s tujimi eksperti je bil s strani HMZ Jugoslavije sprejet koeficient 0,7, ki naj bi ustrezal klimatskim razmeram v Jugoslaviji. Če upoštevamo klimatsko razliko med, postavimo, našo Pokljuko in Črnogorskim primorjem, potem postane jasno, da za vso Jugoslavijo enoten koeficient ne more biti več kot zgolj opozorilo, da je treba pristopiti k podrobnemu delu in ta koeficient izračunati - prilagoditi krajevnim razmeram.

Ako vzamemo za Ljubljano povprečno letno evapotranspiracijo 625 mm, to je v intervalu 600 in 650, ki smo ga izluščili kot rezultat primerjave rezultatov, dobljenih na razne načine,

potem bi za spodnji del Ljubljanske kotline ustrezal koeficient 0,91, ali zaokroženo 0,9. To pa je še v razponu, ki ga omenjajo v delu o evaporaciji (in evapotranspiraciji) v območju citiranih dveh jezer.

Za ozki pas naše obale koeficienta ni mogoče izračunati, ker za manjkajoče podatke ameriškega evaporimetra nimamo primerne interpolacijske metode; uporaba formule, ki upošteva vetrovne razmere, se je pokazala kot neuporabna, Wildovega izprijatelja pa na postaji nimajo.

Vzeto v celoti so nas rezultati obeh ameriških evaporimetrov, v Ljubljani in Koppu, razočarali. Ne moremo pa tega trditi tudi za rezultate, dobljene po empirični formuli Thornthwaita, ki smo jo uporabili v naši analizi.

Primerjava tabele, ki vsebuje po Thornthwaitu izračunano dejansko evapotranspiracijo, s tabelami, v katerih imamo vneseno med drugim tudi evapotranspiracijo kot razliko med padavinami in odtokom, pokaže očitno skladnost v velikem delu porečja Save in Dravinje ter deloma Ljubljanice. Prav ta konstatacija je v celotnem elaboratu najvažnejša. Študij evapotranspiracije in evaporacije bo v naslednjih letih zaradi aktualnosti problematike vedno bolj intenziven. Do rezultatov, ki bi služili za izhodišče ustreznemu planiranju hidrotehničnih del na (po suši) ogroženem zemljišču pa bo treba še dolgo čakati; saj so potrebna dolgoletna opazovanja, kot smo to v uvodu že podčrtali. Vsaj okvirne vrednosti o izhlapevanju pa so potrebne že danes.

In te okvirne vrednosti nam je predložena razprava dala. <sup>Delna</sup>Składnost med rezultati, dobljenimi iz vodne bilance na izbranih porečjih in med vrednostmi, izračunanimi po Thornthwaitovi enačbi, predstavlja zadovoljivo zagotovilo, da smo dejanskim višinam evapotranspiracije zelo blizu, ako se naslonimo na omenjeno formulo.

Okvirne vrednosti, ki so bile cilj naloge, pa niso njen edini uspeh; da ponovimo še ostale:

- a) interpolacija manjkajočih opazovanj (z ameriškim evaporimetrom) ni možna s formulo, ki bi bila enotna za vse področje Slovenije odnosno Jugoslavije ; prikrojena mora biti specifičnim lastnostim vetra.
- b) koeficient, s katerim pomnožimo odčitane vrednosti na mikrometru, da dobimo suponirano resnično višino evaporacije iz vodne površine (kar ustreza evapotranspiraciji), mora biti prikrojen lokalnim klimatskim razmeram. Koeficient 0,7 za spodnji del Ljubljanske kotline in za Slovensko Primorje ne ustreza.
- c) Ker ni znan koeficient (tč.b), njegova kvantitativna določitev pa ni nič manj problematična in zahtevna, kot bi bila določitev sličnega koeficienta za rezultate, dobljene po Wildovem izparitelju, se vsiljuje vprašanje, zakaj ne bi ostali pri Wildu. Saj so opazovanja v Ljubljani pokazala, da obstoja pozitivna korelacija med rezultati, dobljenimi z "A" izpariteljem in z "Wildom". Ker pa je rokovanje z Wildom mnogo enostavnejše, instrument pa je neprimerno cenejši, bi kazalo to vprašanje temeljito razčistiti. V tuji literaturi (domače o tem problemu ni) srečamo kot edino utemeljitev, zakaj je bil "Wild" opuščen dejstvo, da meteorološka hišica, v kateri je nameščen Wildov izparitelj, ne predstavlja naravnega okolja. Toda v isti hišici, to je v umetnem okolju, merimo tudi temperaturo zraka in njegovo vlago; sicer pa tudi izparitelj "A" ni v naravnem okolju, saj je dvignjen nad površino. Pri tem pa so rezultati, dobljeni z izpariteljem "A" popačeni zaradi škropljenja v času močnega dežja. Prav analize, izvršene v tem elaboratu so povod, da bo nosilec teme o problemu referiral na prihodnjem kongresu za alpsko meteorologijo.

d) Razlika v razmerju med padavinami in odtoki v porečju Ljubljanice so opozorile na popolno nejasnost v razmejitvi padavinskega območja Ljubljanice in njenih pritokov s kraškega sveta, prav tako pa tudi o stopnji propustnosti tal, na kateri teko nekateri pritoki. To pomeni, da smemo (v skladu z rezultati) dobršen del zamočvirjenosti Barja pripisati talni vodi, ki priteka v barjanski bazen nekontrolirano iz sosednjega sveta in ki je z izgraditvijo kanalov (sedanji načrt) ne bi mogli bistveno znižati. To spoznanje pa narekuje potrebo po iskanju novega izhoda v naporih za sanacijo Ljubljanskega barja.

...

Pri izpolnjevanju naloge so (poleg nosilca teme) sodelovali meteorologi : Bernot Franc, Kmecl Alenka, Manohin dr.Vital. Zaradi nepopolnosti podatkov in prekinitev opazovanj ter delne razširitve problematike so bila potrebna dodatna dela in planirano število ur se je skoro podvojilo. - finančnega kritja za dodatno delo pa ni bilo. Zato čutim prijetno dolžnost, da se vsem trem javno zahvalim za požrtvovalno, nesebično sodelovanje. Posebno velja to za met. tov. K m e c l Alenko, ki je prispevala v poglavju A točke 1., 2., 3. in 4.

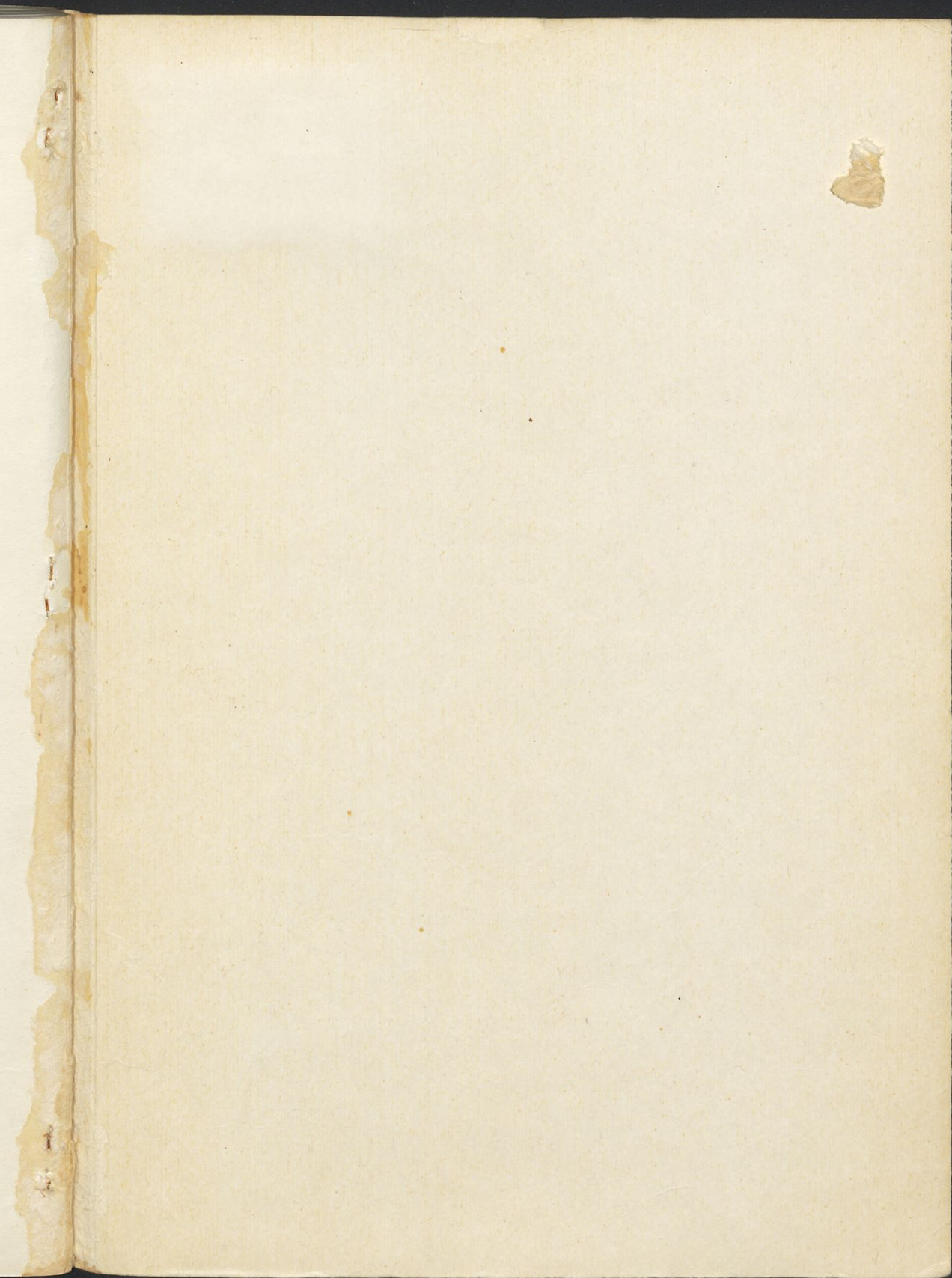
Nosilec teme :

Dr. Furlan Danilo

## L i t e r a t u r a

1. Kohler M.A., Nordenson T.J., Fox W.E.: "Evaporation from pans and lakes" US Weather Bur. Res. Paper, 38, 1955.
2. Žgur V.; "Izhlapovanje v Ljubljani v letih 1951-1958. Letno poročilo meteorološke službe za leto 1957.
3. Vujičić-Gamser K.: "O problemu odredjivanja veličine izparavanja sa slobodne vodne površine". Beograd 1962. Izdal Savezni hidrometeorološki zavod-Beograd.
4. Hidrometeorološki elaborat Ljubljanske in njenih pritokov. Ljubljana 1959. V arhivu Hidrometeorološkega zavoda Slovenije.
5. Glavna tema na simpoziju o problemih sanacije Ljubljanskega barja-v juniju v Ljubljani, 1964.
- 5.b. Hidrološki elaborat Dravinje. Ljubljana 1960. V arhivu hidrometeorološkega zavoda Slovenije.
6. Hidrološki elaborat Save na področju Slovenije. Ljubljana 1959 V arhivu hidrometeorološkega zavoda Slovenije.
7. Annali idrologici, Ufficio idrografico del magistrato alle acque, Venezia; 1925, 1926.....1940.
8. Štefančič P.: "Studij padavinskih področij Zg. Soče in Idrijce z ozirom na visoki odtočni koeficijent. Strokovna naloga. Ljubljana 1954. Arhiv Hidrometeorološkega zavoda Slovenije.
9. Furlan Danilo, referat o padavinski razporedbi v Julijskih Alpah, Chamoný 1958.
10. Hidrološki elaborat Soče, Ljubljana 1962. Arhiv HMZ Slovenije.
11. Kratak kurs iz agrometeorologije. Beograd 1953
12. Furlan D.: Temperature v Sloveniji. V tisku.





Narodna in univerzitetna knjižnica  
v Ljubljani

SBK 601 ✓