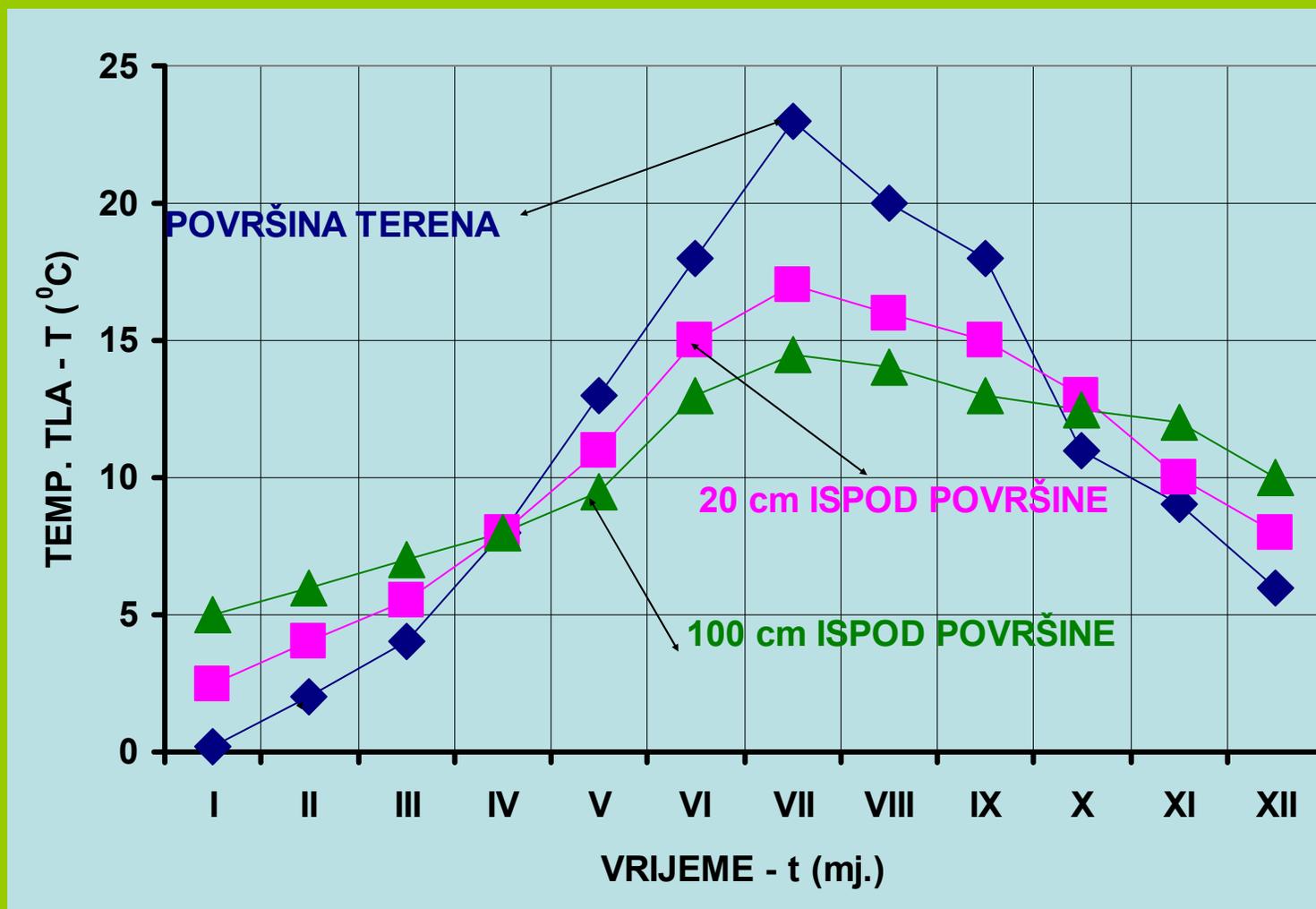


## Zakovitosti promjena prosječnih mjesečnih temperatura tla mjenjenih na tri različite dubine (0 cm, 20 cm, 100 cm)

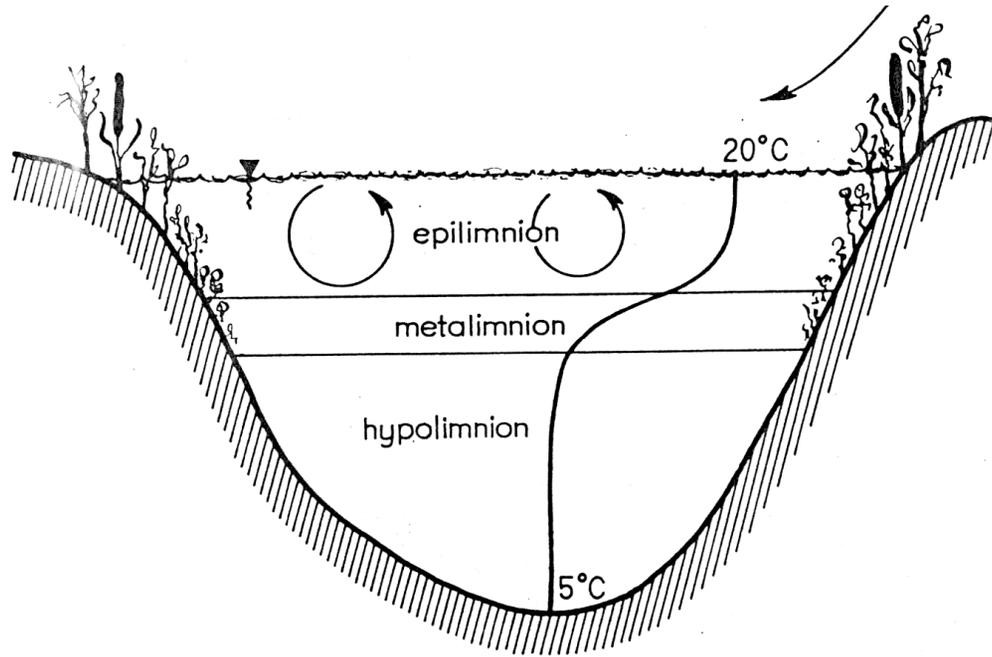


**Kolebanje temperature tla tijekom godine zavisi o vrsti tla i pokrivenosti vegetacijom. Vegetacija značajno ublažava kolebanje temperature koje opada s dubinom.**

**Zamrzavanje zemljišta nastupa na temperaturama nižim od 0 °C. Razlog tome je činjenica što vlaga u zemljištu sadrži mnogo otopljenih soli koje takvoj vodenoj otopini snižavaju točku smrzavanja.**

**Odmrzavanje zemljišta vrši se odozgo pod utjecajem izravnog sunčevog zračenja, a odozdo dolazi do prenošenja topline donjih toplijih slojeva tla na gornje hladnije i zamrznute.**

# JEDNOSTAVNA TERMIČKA STRATIFIKACIJA VODE U JEZERIMA



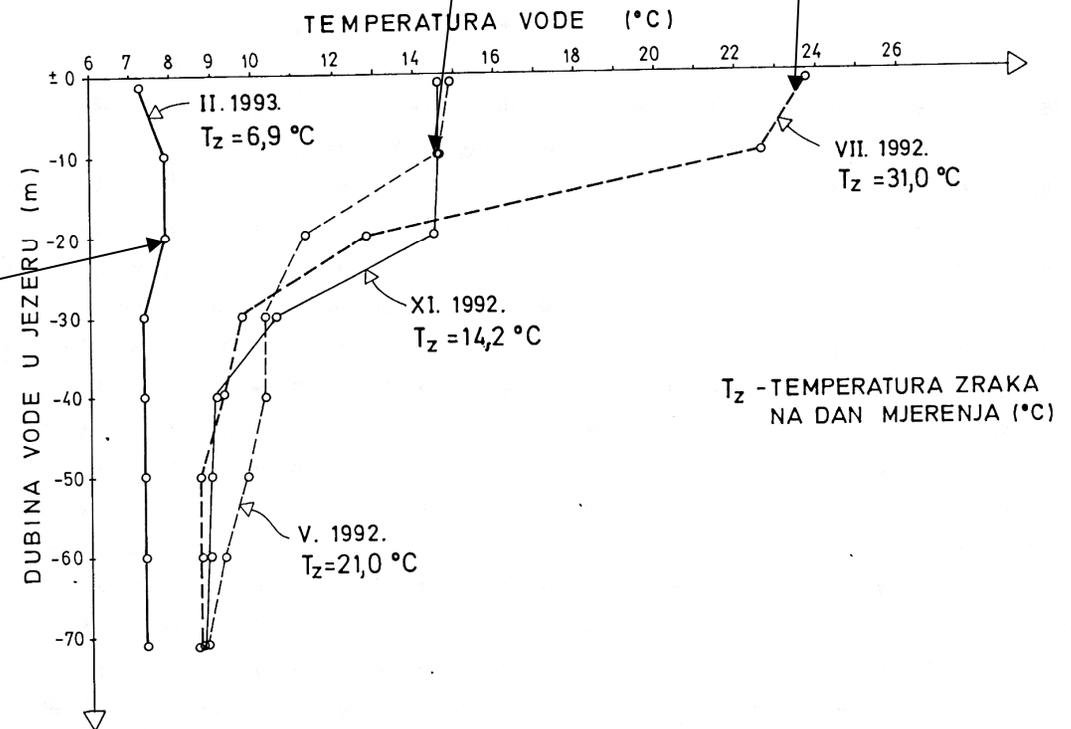
PROLJEĆE  
I JESEN

LJETO

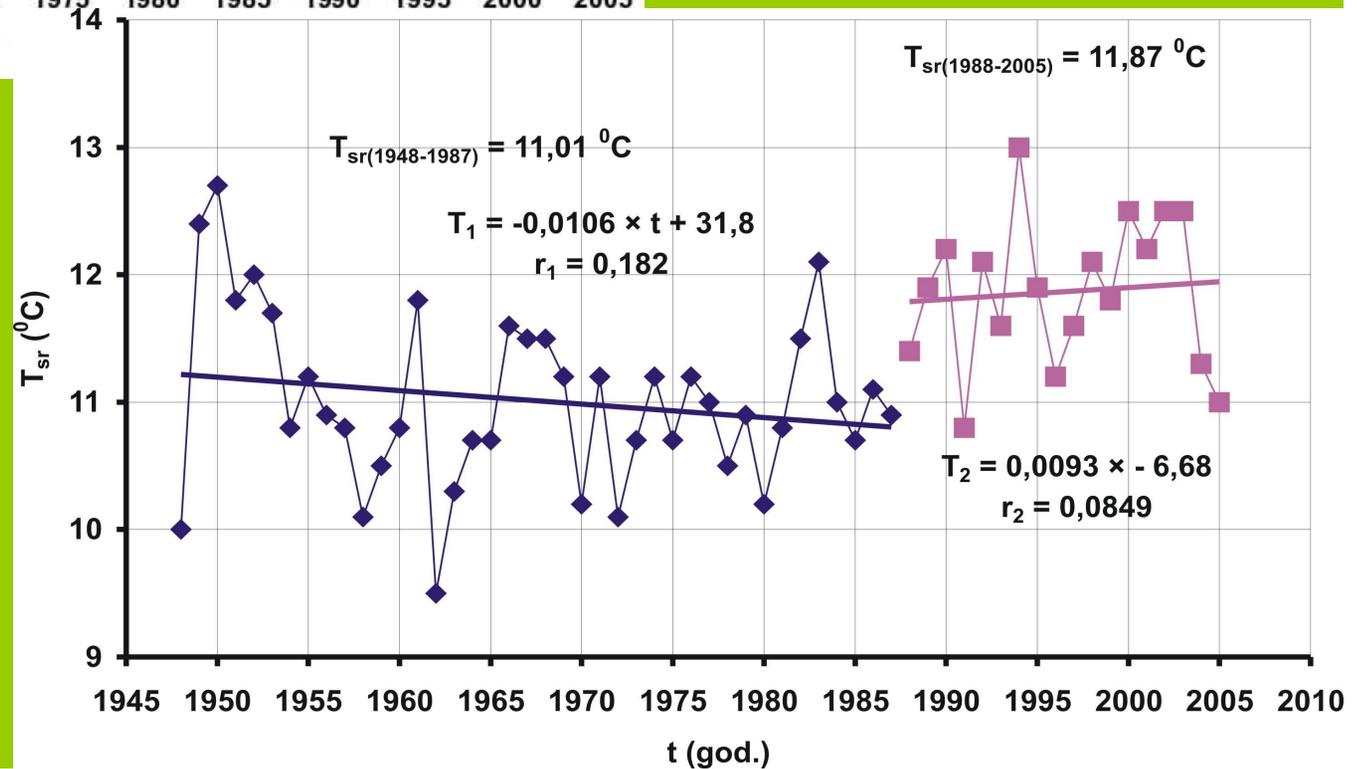
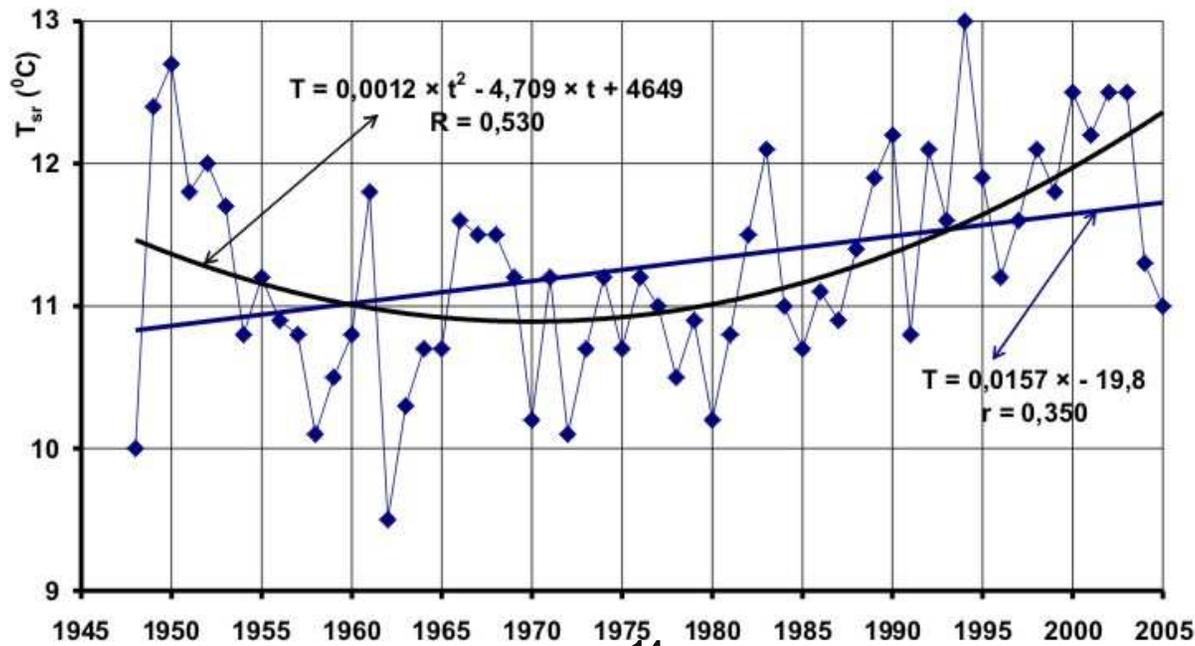
Da bi moglo doći do termičke stratifikacije, dubina vode u jezeru mora biti viša od 15 m!

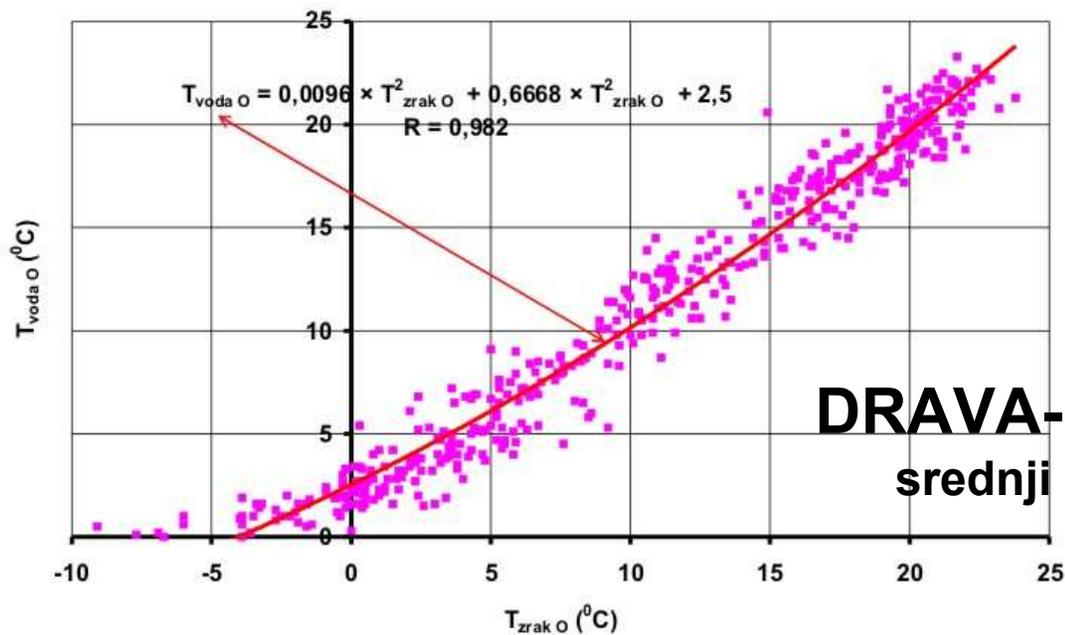
ZIMA

VERTIKALNI PROFILI TEMPERATURE VODE IZMJERENI NA VRANSKOM JEZERU NA CRESU U ČETIRI GODIŠNJA DOBA



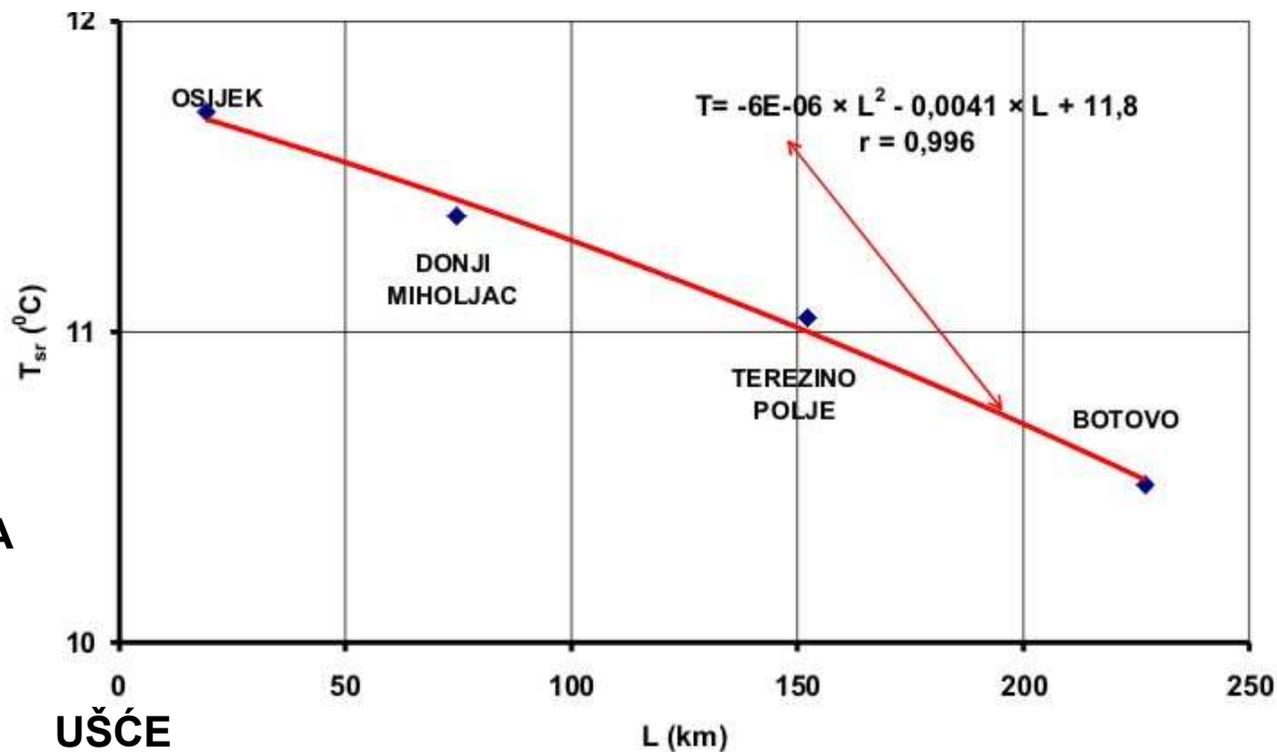
# DRAVA DONJI MIHOLJAC 1948.- 2005. SREDNJE GODIŠNJE TEMPERATURE VODE





**OSIJEK (zrak)**  
**DRAVA-DONJI MIHOLJAC (voda)**  
 srednji mjesečni podaci (1948.-2005.)

**PROSJEČNE GODIŠNJE  
 TEMPERATURE VODE NA  
 ČETIRI STANICE DUŽ TROKA  
 RIJEKE DRAVE**



# **VJETAR**

**Prof. dr. sc. Ognjen BONACCI**  
**Građevinsko-arhitektonski fakultet**  
**Sveučilišta u Splitu**

Svako gibanje zraka u atmosferi naziva se strujanjem. Horizontalna komponenta strujanja zraka u atmosferi naziva se vjetar. Vjetar nastaje kao posljedica djelovanja slijedećih sila: 1) Sile gradijenta tlaka; 2) Sile teže; 3) Devijacijske sile rotacije zemlje (Coriolisove sile); 4) Sile trenja. Raspodjela vjetrova na Zemlji uglavnom zavisi o raspodjeli pritisaka, ali na vjetrove utječe i reljef terena.

Razlike u zagrijavanju neposredno uzrokuju razlike u tlakovima zraka na različitim područjima Zemlje. Za formiranje i svojstva vjetrova najveće značenje ima horizontalni gradijent tlaka, tzv. horizontalni barički gradijent. Radi se o padu tlaka na jedinicu horizontalne udaljenosti u smjeru najvećeg pada tlaka zraka. Gradijent tlaka izražava se u mb/100 km. Sile trenja i Coriolisova sila skreću smjer vjetra od onoga u koji je usmjeren od strane sile gradijenta tlaka.

Zračne mase u kojima dolazi do strujanja zraka imaju veće horizontalne nego vertikalne dimenzije.

U svakoj točki vjetar ima određenu brzinu i smjer. Smjer vjetra se određuje prema strani svijeta iz koje vjetar puše.

Vjetar je kao element klime toliko značajan da se smatra čimbenikom koji ju određuje i mijenja. Vjetar prenosi sa sobom klimatska svojstva iz područja odakle puše. Djelovanje vjetra odražava se prvenstveno na promjenu temperature, naoblake, vlage u zraku i padavina. Utječe na promjenu klime na velikim prostorima, ali i na malim lokalitetima.

## **BRZINA VJETRA IZRAŽAVA SE U :**

- 1) STUPNJEVIMA BEAUFORT-a;**
- 2) ČVOROVIMA;**
- 3) km/h.**

**Beaufort je odredio skalu od 12 vjetrova.**

**0; TIŠINA; brzina < 1 km/h; dim se diže uspravno u vis**

**1; LAGANI POVJETARAC; brzina 1-5 km/h; smjer vjetra ne registrira vjetrokaz već se uočava po kretanju dima**

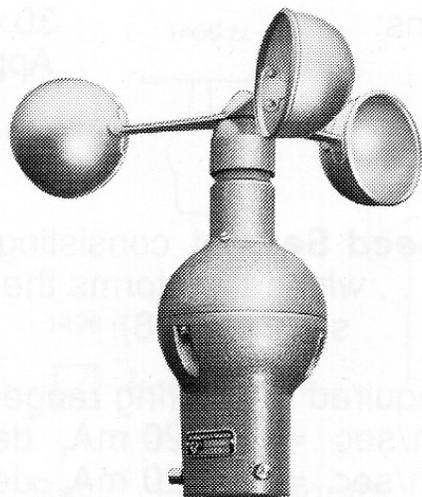
**6; JAKI VJETAR; brzina 39-49 km/h; pokreću se velike grane, čuje se zujanje telegrafskih žica, otežano je korištenje kišobrana**

**12; ORKAN; brzina 118-133 km; nema opisa**

**BEAUFORT JE OPISAO POJAVE U PRIRODI UZROKOVANE VJETROVIMA RAZLIČITE JAČINE NA SKALI OD 0 DO 12: na kopnu, na morskoj pučini, na moru pored obale. Tek kasnije su određene brzine vjetra vezane uz njegovu skalu. Ustanovilo se da skala od 12 vjetrova nije dovoljna te je dodano skala od 13 do 17, a ovi su vjetrovi nazvani URAGANSKIM VJETROVIMA. Brzina im se kreće od 133 do 220 km/h.**

**ČVOR = MORSKA MILJA / SAT**

**Morska milja = 1852 m; Obična milja = 1609,34 m**

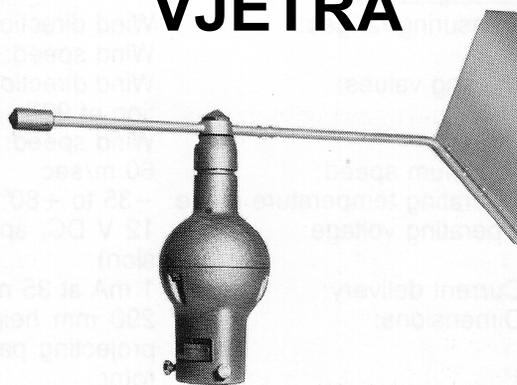


**SENZORI  
BRZINE  
VJETRA**

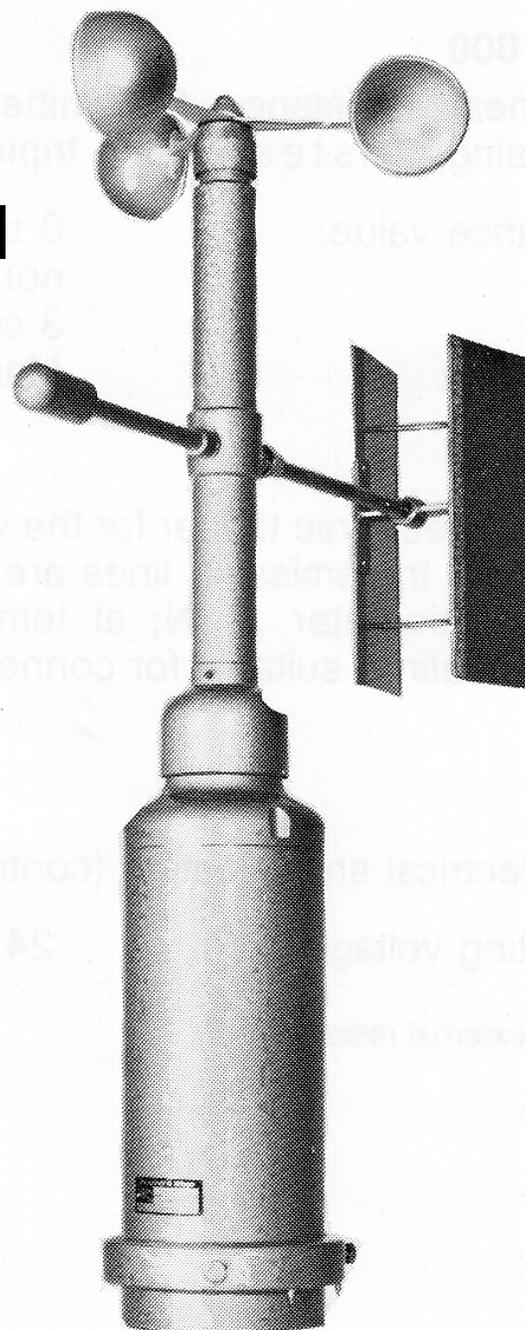


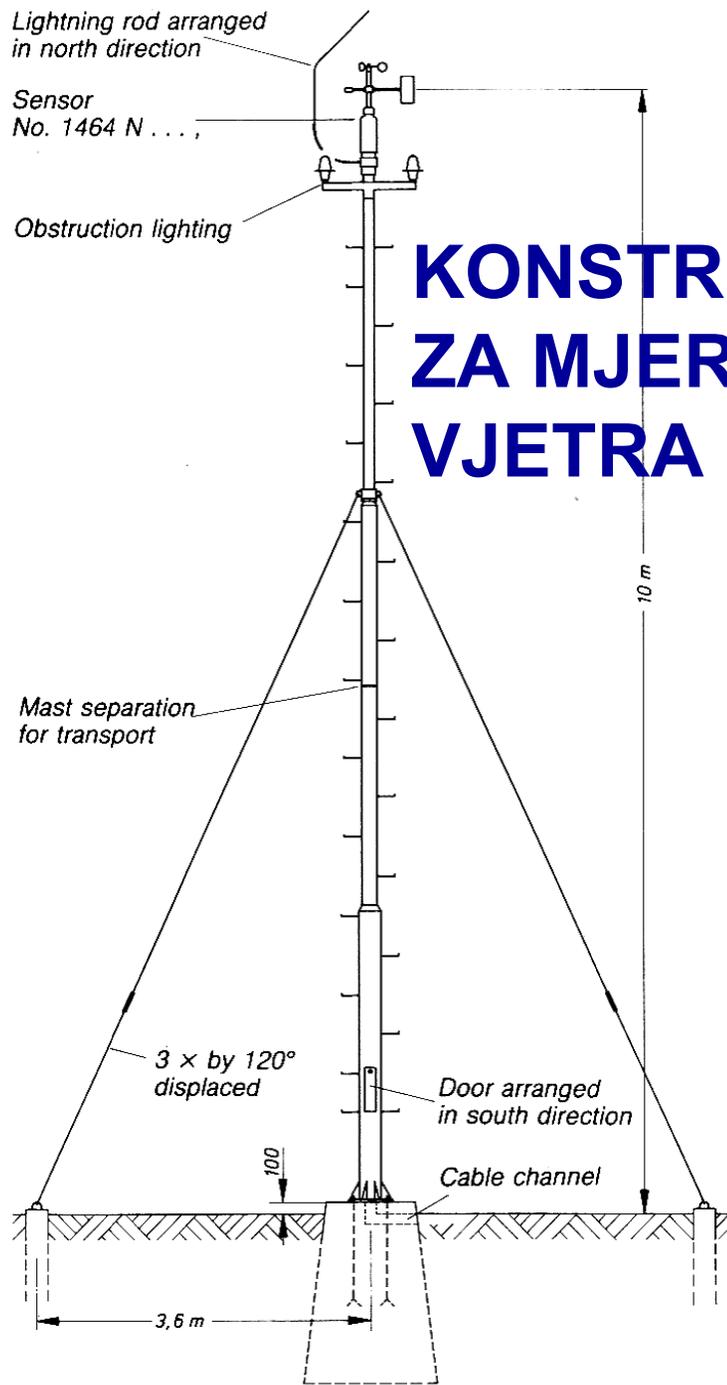
**SENZOR  
SMJERA I  
BRZINE  
VJETRA**

**SENZOR  
SMJERA  
VJETRA**

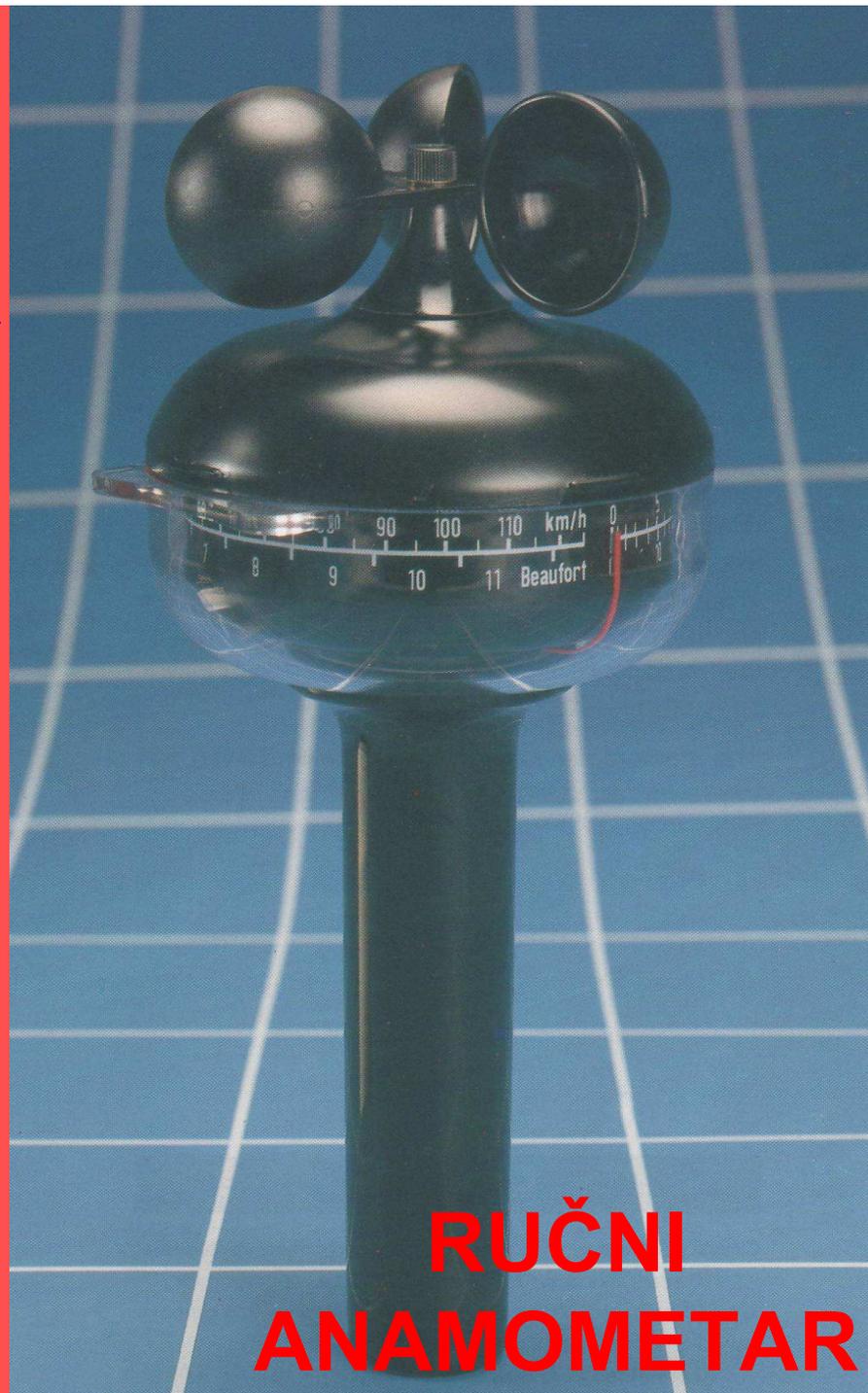


1466 N...





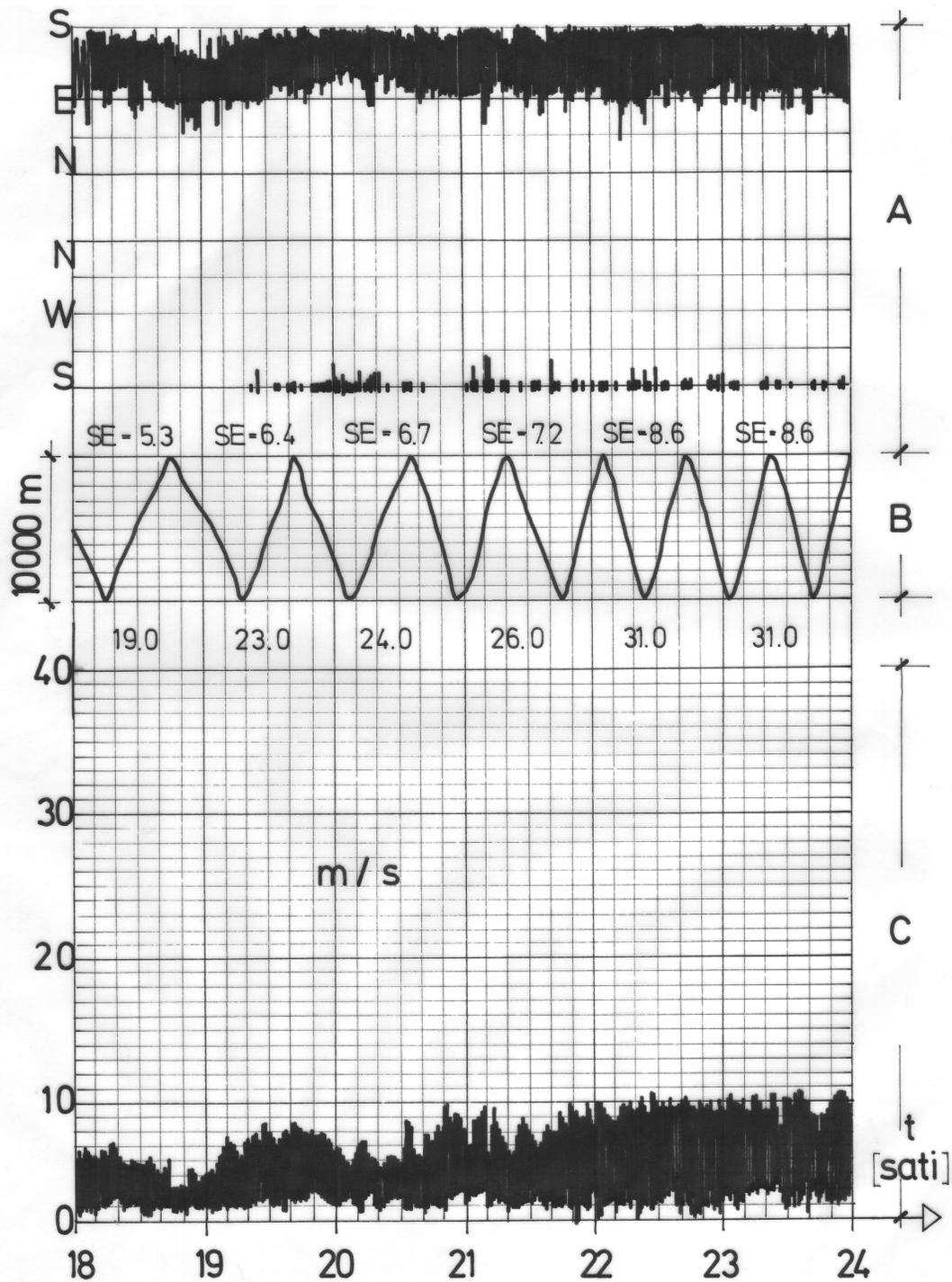
# KONSTRUKCIJA ZA MJERENJE VJETRA

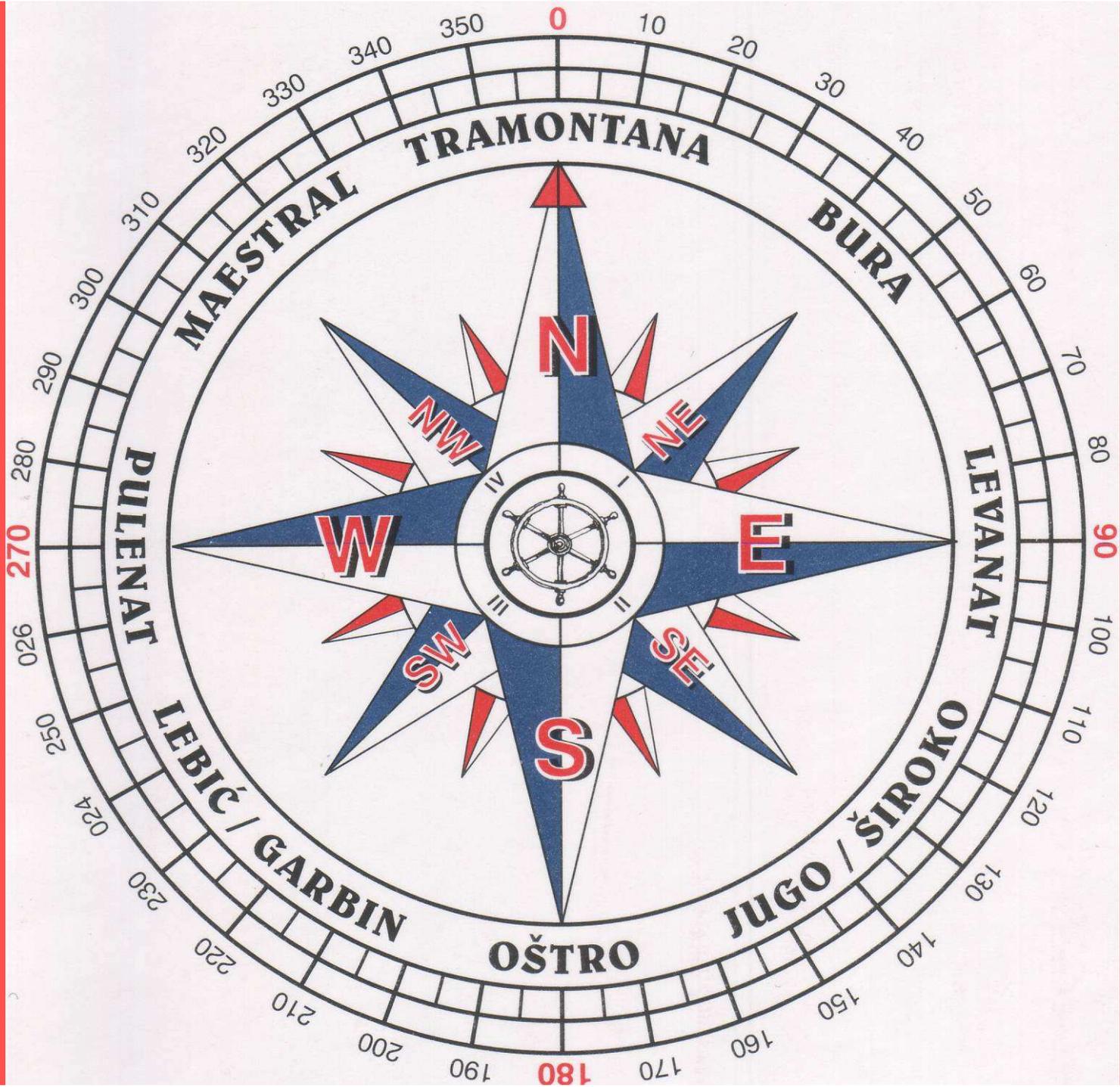


SMJER VJETRA

PREVALJENI PUT

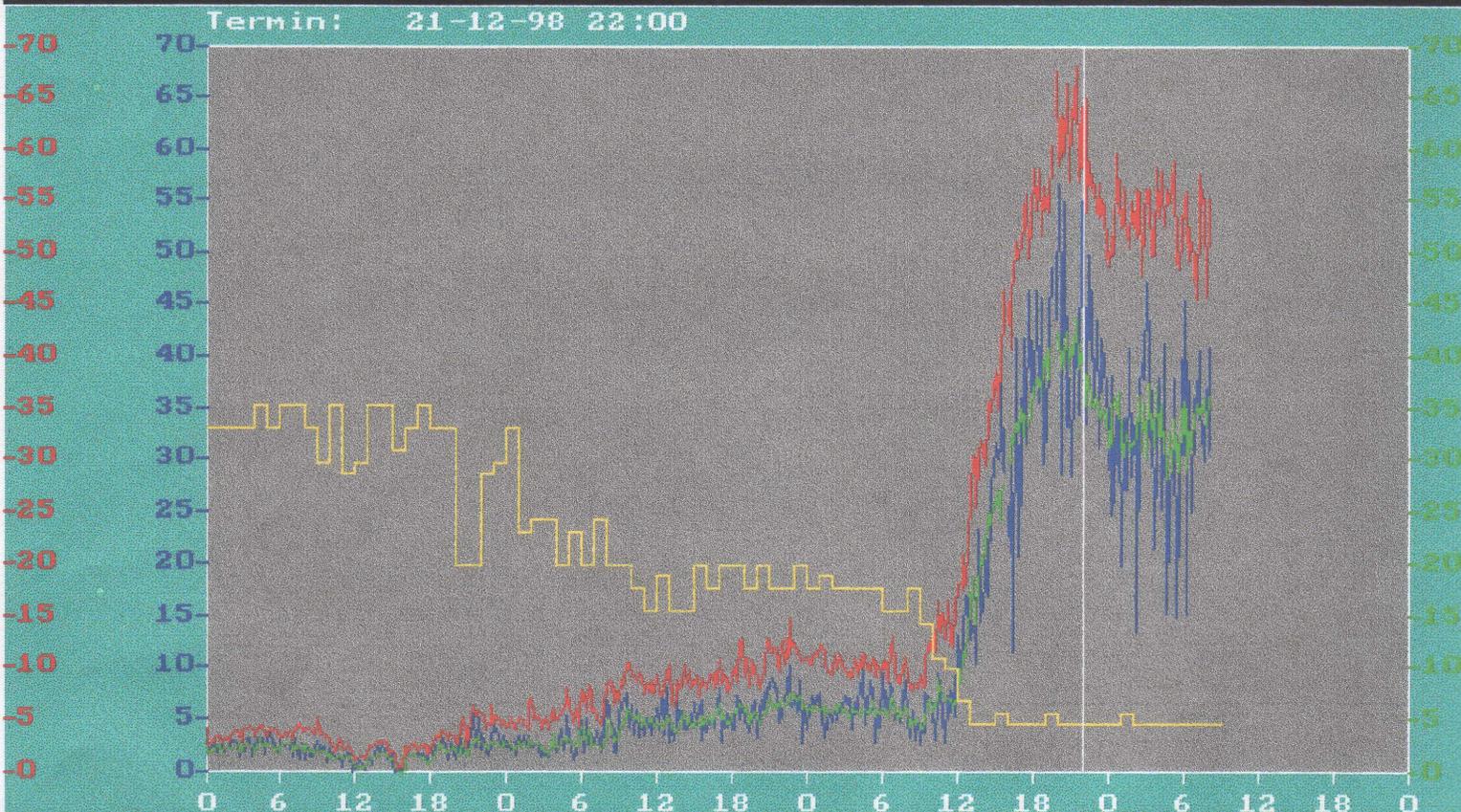
BRZINA VJETRA





Slika 1. Bura na Masleničkom mostu 21-22. prosinca 1998. god.

09:18 IZBOR PARAMETARA PRIKAZA 22



MASLENICA	BRZINA UJETRA	Terminski	43.1 [m/s]
MASLENICA	BRZINA UJETRA	Srednjak	41.1 [m/s]
MASLENICA	BRZINA UJETRA	Maximum	69.0 [m/s]
MASLENICA	SMJER UJETRA	Srednjak	23.0 [stupanj]

-> <- pomicanje po osi ESC - izlaz iz poka

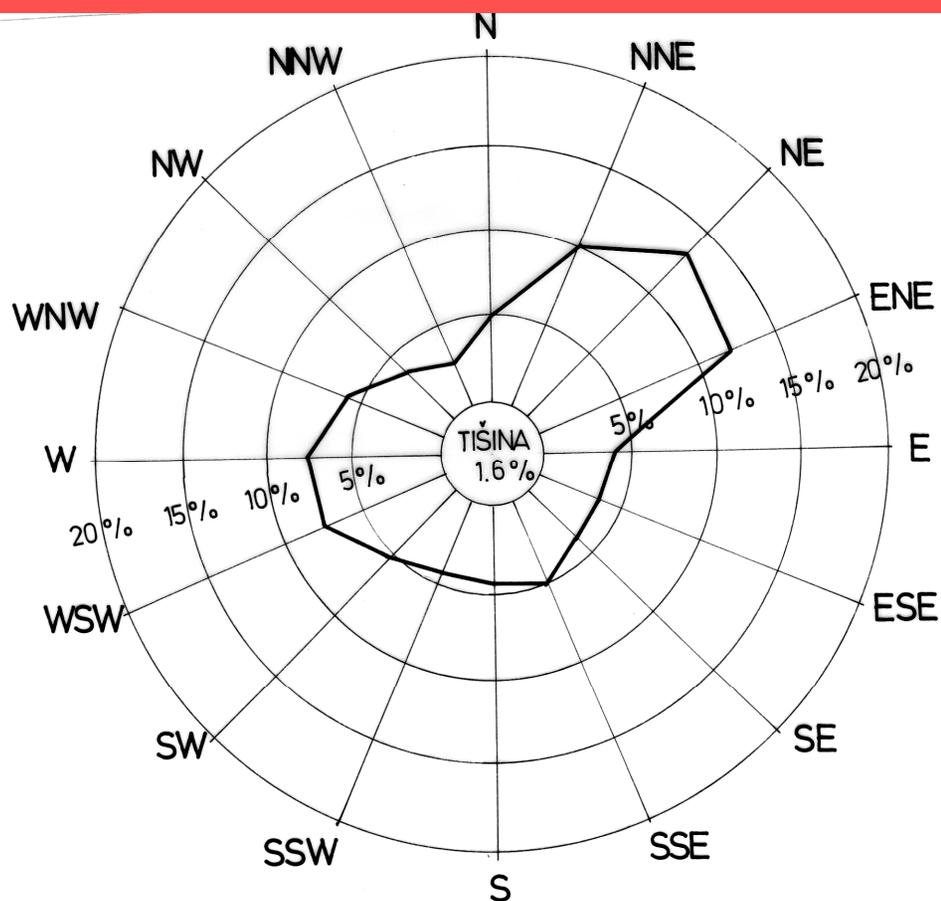
**SENJ**  
196,2 km/h

**MASLENIČKI  
MOST**

22. XII. 1998.  
248 km/h

24. XII. 2003.  
304 km/h

**GODIŠNJA RUŽA ČESTINE  
PUHANJA VJETROVA  
ZAGREB – GRIČ (1956.-1975.)**



**RUŽE VJETROVA MOGU BITI  
IZRAĐENE ZA RAZLIČITE  
KARAKTERISTIKE KAO NA PR.:**

- prosječne brzine,
- maksimalne brzine.
- čestinu puhanja,
- za razna mjesta,
- za razne sezone ili mjesece  
tijekom godine,
- itd.

**KINETIČKA ENERGIJA VJETRA**

$$E_{KIN} = 0,5 \times \rho \times v^2$$

$\rho$ —gustoća fluida (zraka)  
 $v$ —srednja brzina vjetra

**EOLSKA EROZIJA  
UTJECAJ VJETRA NA OBJEKTE**

# **VLAGA U ATMOSFERI**

**Prof. dr. sc. Ognjen BONACCI**  
**Građevinsko-arhitektonski fakultet**  
**Sveučilišta u Splitu**

Pod vlagom u atmosferi podrazumijeva se isključivo vodena para, dakle voda u plinovitom stanju, koja u tom slučaju predstavlja jedan od plinova koji tvore smjesu zraka. Vodena je para u najvećoj vrijednosti skoncentrirana unutar troposfere gdje njezin iznos jako varira kako u prostoru tako i tijekom vremena. Vodena para predstavlja glavni “staklenički” plin koji diktira današnje stanje klime na Zemlji, pošto apsorbira dugovalno zračenje između  $0,85 \mu\text{m}$  i  $7 \mu\text{m}$  i duže od  $18 \mu\text{m}$ . Ona predstavlja najvažniji varijabilni plin atmosfere, a njena se zapremina kreće između 0 % i 4%.

Maksimalna količina vlage u zraku zavisi o temperaturi zraka. Takvo stanje se naziva zasićenim ili ravnotežnim.

Voda u prirodi stalno mijenja svoja agregatna stanja pri čemu se troši ili oslobađa energija. **Latentna toplota kondenzacije** predstavlja iznos topline potreban da jedinica mase vode pređe iz tekućeg stanja u stanje vodene pare pri konstantnoj temperaturi od  $T \text{ } ^\circ\text{C}$ . **Latentna toplota skrućivanja** se oslobađa prilikom prelaska vode iz tekućeg u kruto stanje te iz plinovitog u tekuće. **Latentna toplota sublimacije** predstavlja količinu topline neophodnu da se dođe do izravnog prijelaza iz krutog u plinovito stanje.

Za isparavanje 1mm vode s površine od 1 cm potrebno je oko 60 cal. Jedna kalorija je količina topline neophodna za podizanje temperature jednog grama vode za  $1 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

**Apsolutna vlažnost (koncentracija voden pare ili gustoća vodene pare)** predstavlja masu vodene pare u određenom volumenu zraka pri zadanoj temperaturi.

**Relativna vlažnost** , $R_v$ , je odnos između stvarnog tlaka vodene pare , $p_v$  ili  $e$ , i tlaka zasićene voden pare , $P_v$  ili  $E$ , izražen u postocima:

$$R_v = (p_v / P_v) \times 100$$

**Deficit vlage (deficit zasićenja vlagom)** , $D_v$ , predstavlja razliku između vlage zasićenog zraka i stvarne vlage u zraku:

$$D_v = 100 - R_v$$

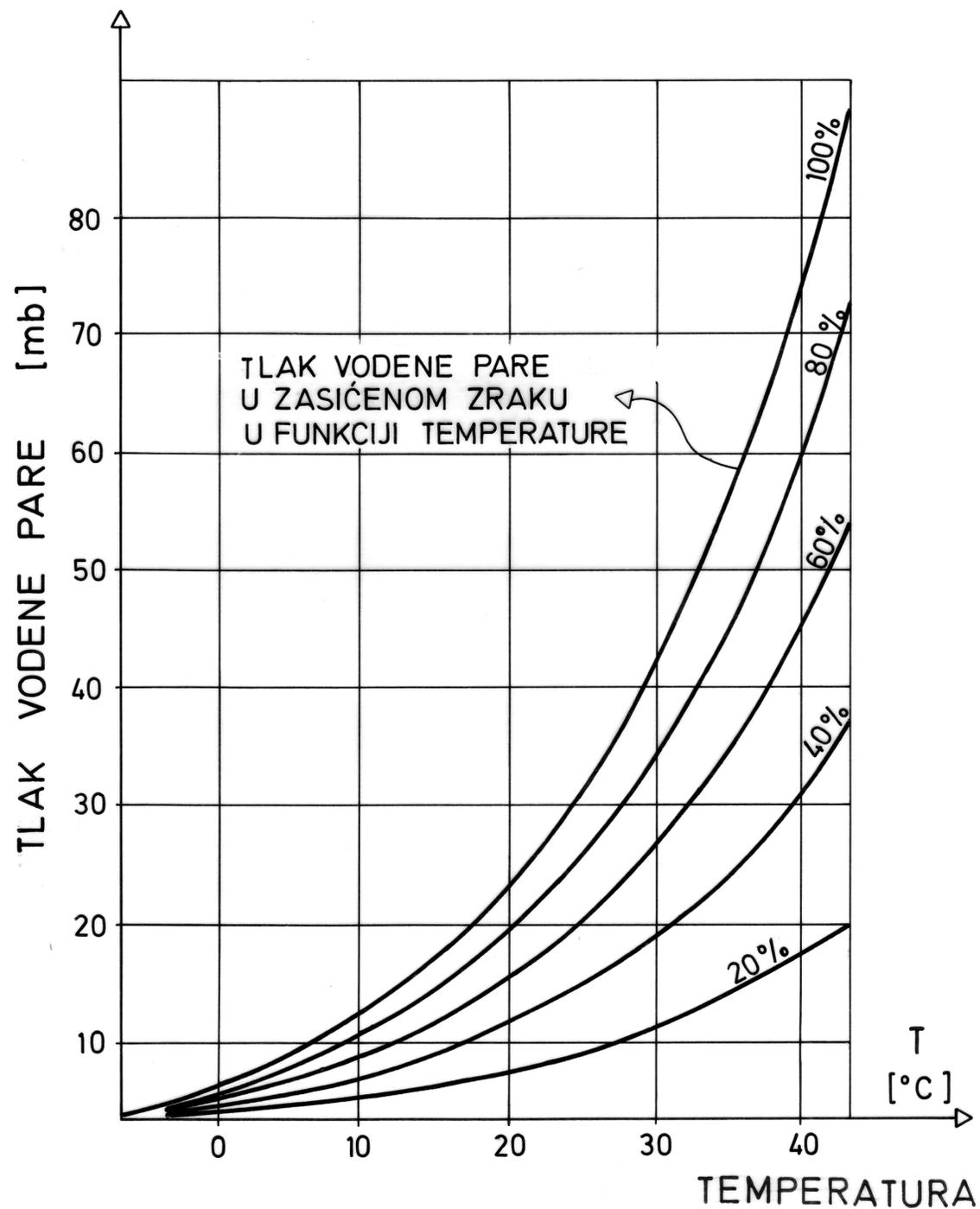
**Temperatura rosišta** predstavlja temperaturu pri kojoj je vodena para u zraku u zasićenom stanju. Tada stvarni tlak vodene pare , $p_v$  ili  $e$ , odgovara tlaku zasićene vodene pare,  $P_v$  ili  $E$ , tj. važi:

$$p_v = P_v \equiv E$$

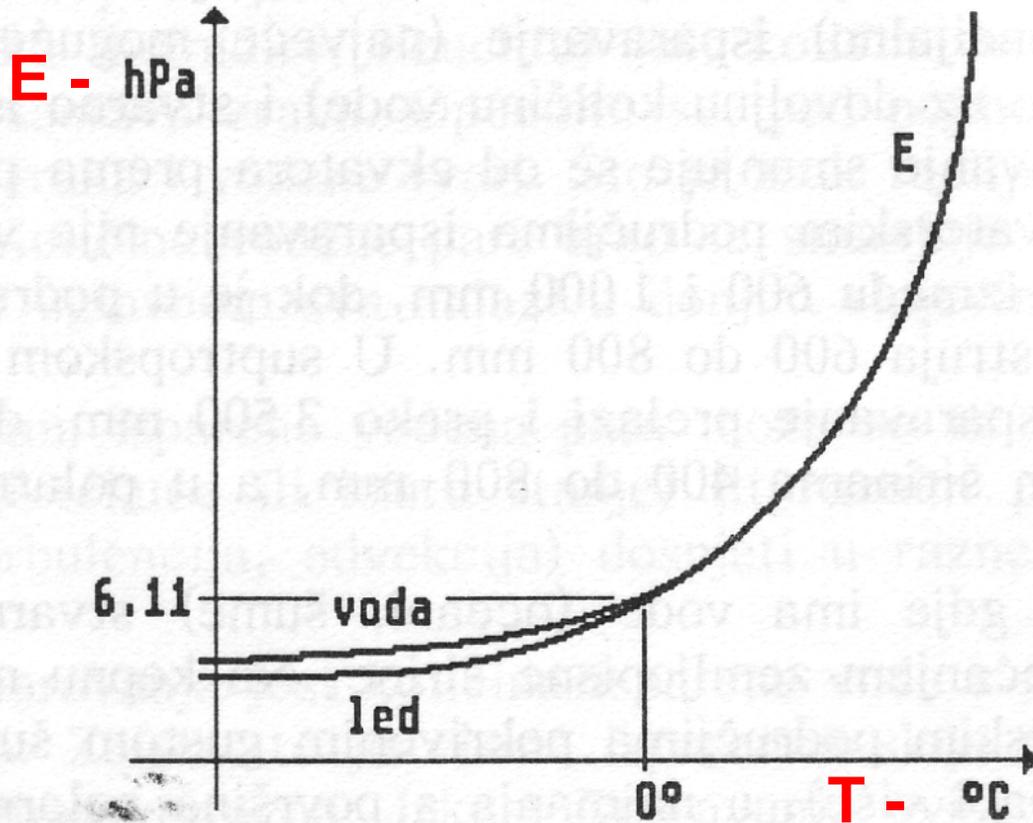
**ODNOS TEMPERATURE ZRAKA T  
I TLAKA ZASIĆENE VODENE PARE  $P_v$  ili  $E$**

T [°C]	$P_v$ [mbar]
0	6.108
5	8.719
10	12.27
15	17.04
20	23.37
25	31.67
30	42.43

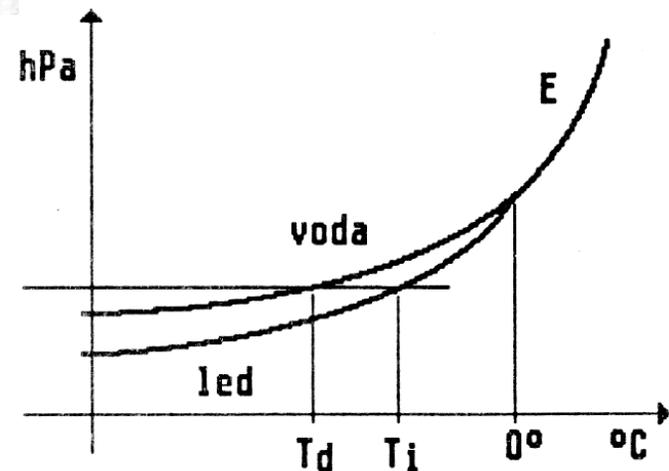
**VARIJACIJE TLAKA VODENE PARE U ZAVISNOSTI OD TEMPERATURE ZRAKA I POSTOTKA ZASIĆENJA VODENOM PAROM**



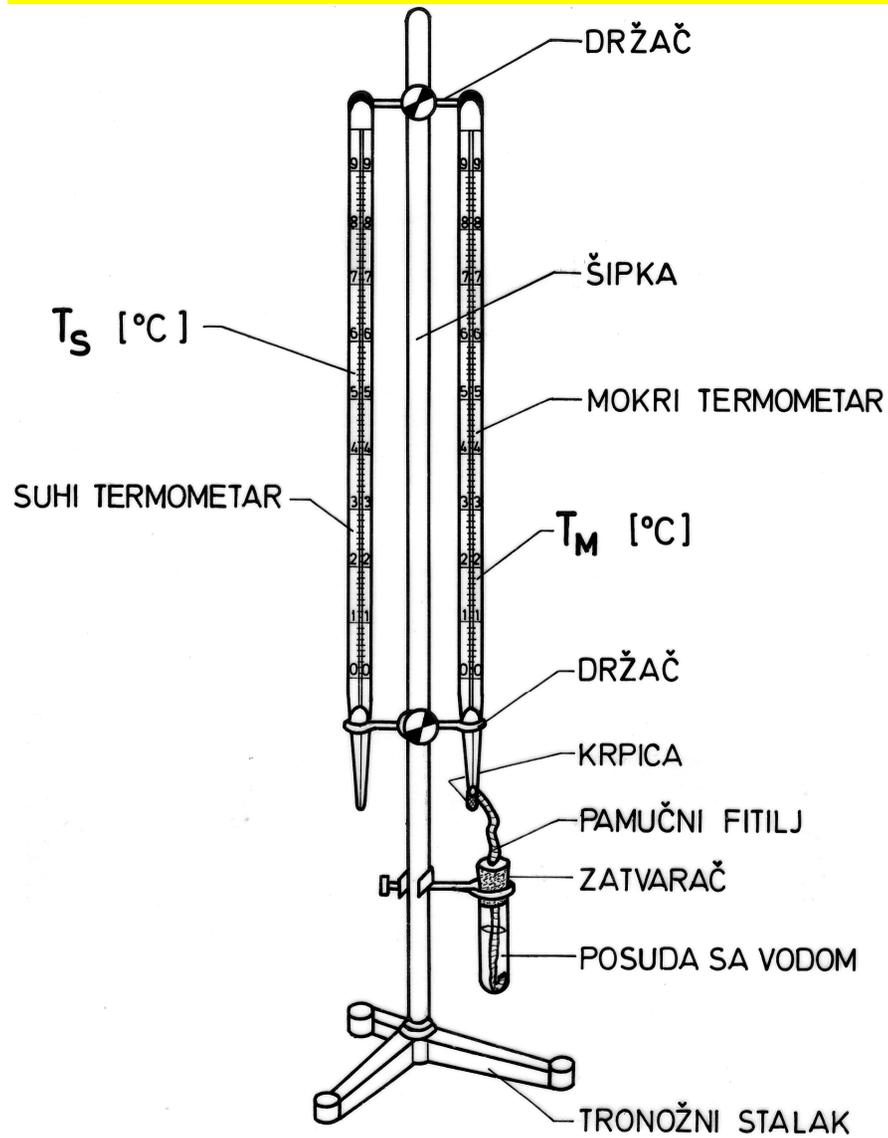
**Odnos ravnotežnog  
(maksimalnog) tlaka  
vodene pare ,E, u  
zavisnosti od temperature  
zraka ,T.**



**ROSIŠTE (dew point)  $T_d$**  – temperatura pri kojoj je stvarni tlak vodene pare ,e ili  $p_v$ , jednak ravnotežnom (maksimalnom) tlaku vodene pare ,E ili  $P_v$ . U tom trenutku zrak postaje zasićen vodenom parom i dolazi do kondenzacije.  
**INJIŠTE -  $T_i$**



# PSIHROMETAR (VLAŽNI I SUHI TERMOMETAR)



**RASPON MJERENJA**  
od -30 °C do +50 °C



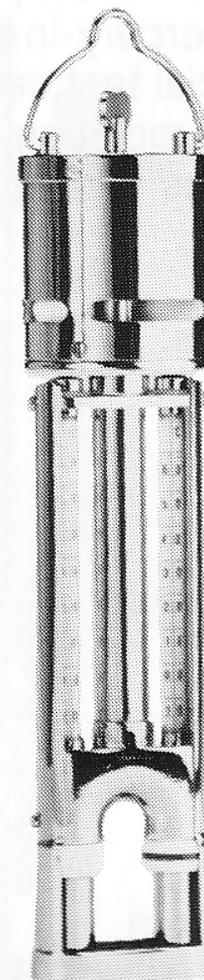
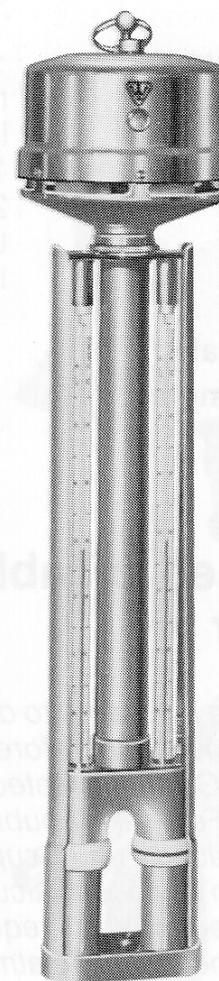
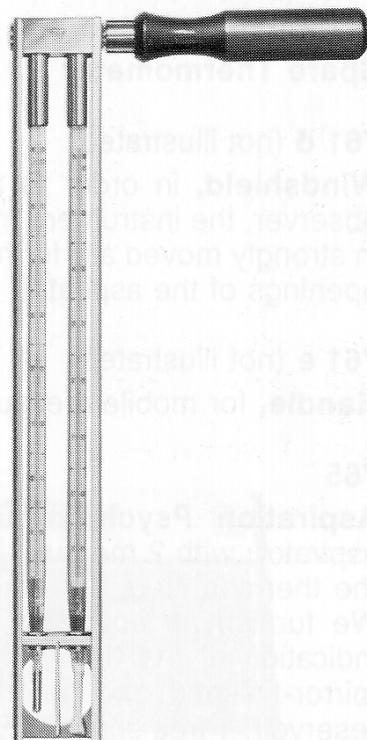
**EKSTREMNI  
TERMOMETRI**

## ASPIRACIJSKI PSIHROMETRI ASSMANOVOG TIPA

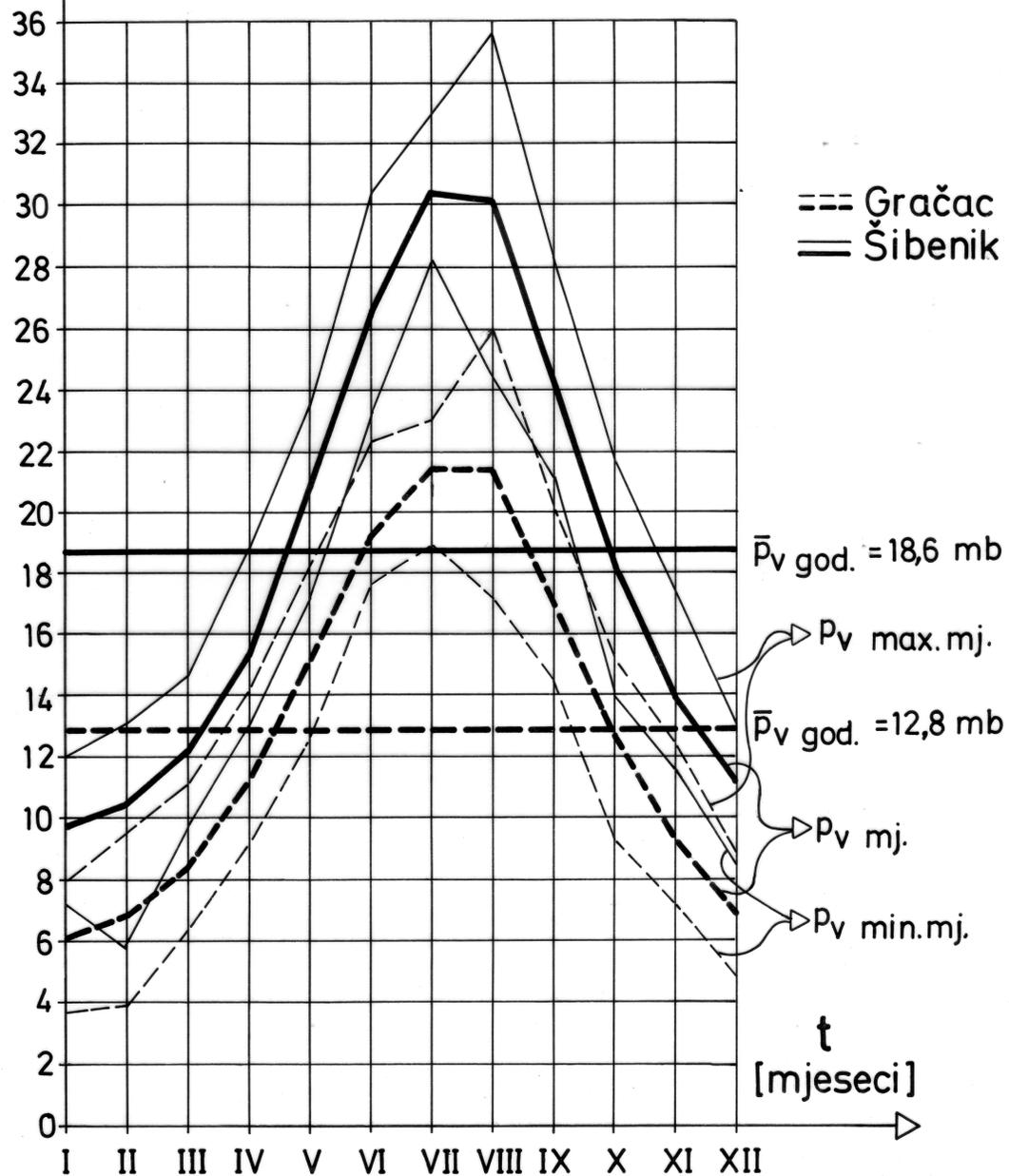
RASPON MJERENJA  
od  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$

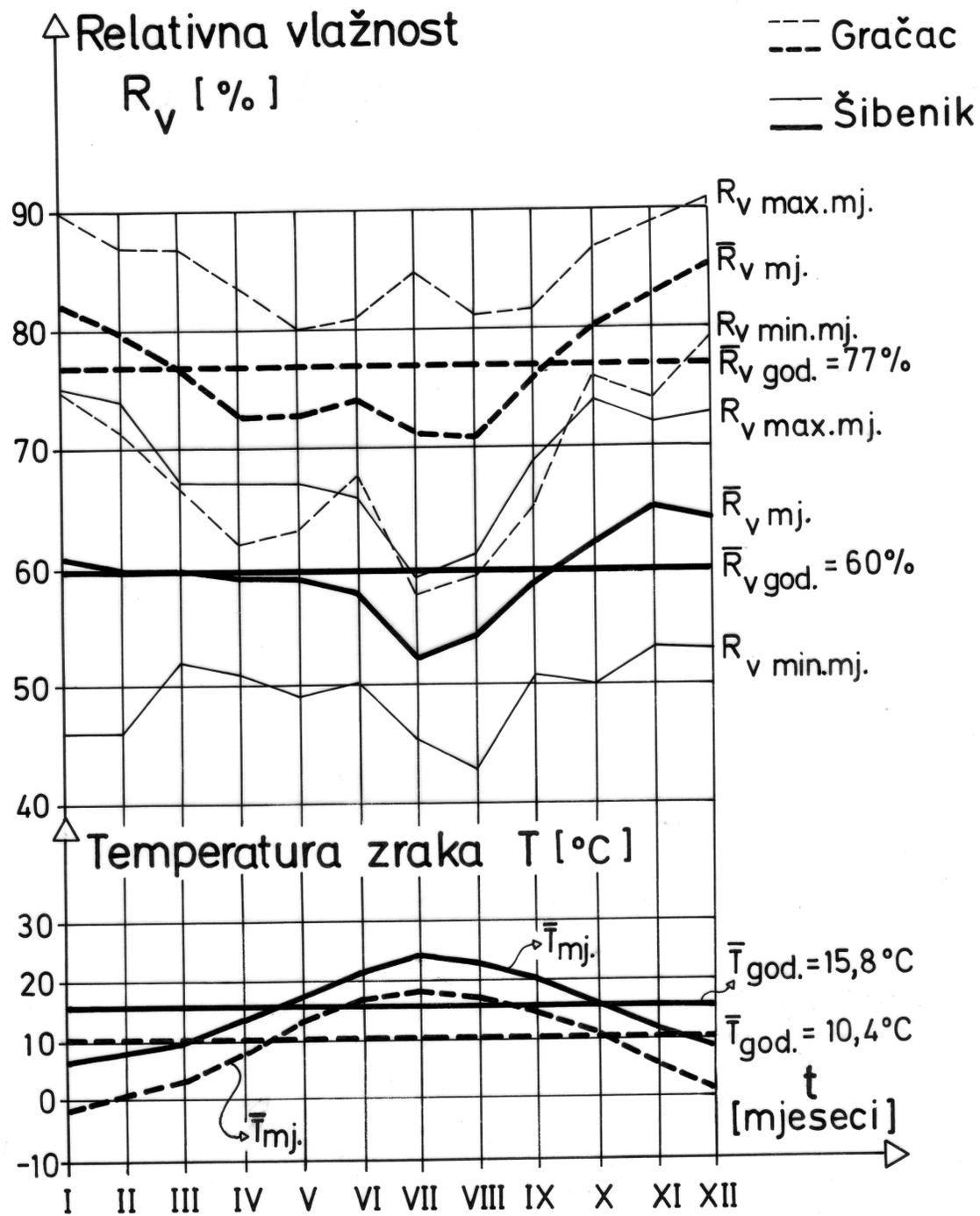


**OBRTNI  
PSIHROMETAR  
ZA EKSPEDICIJSKA,  
TERENSKA  
MJERENJA**



# △ Tlak vlage u zraku $p_v$ [mb]





# **EVAPOTRANSPIRACIJA**

**Prof. dr. sc. Ognjen BONACCI**  
**Građevinsko-arhitektonski fakultet**  
**Sveučilišta u Splitu**

**Evapotranspiracija** predstavlja istovremeno odvijanje procesa evaporacije i transpiracije.

**Evaporacija** je transfer vode u atmosferu s površine vode ili iz i s golog zemljišta i predmeta na njemu.

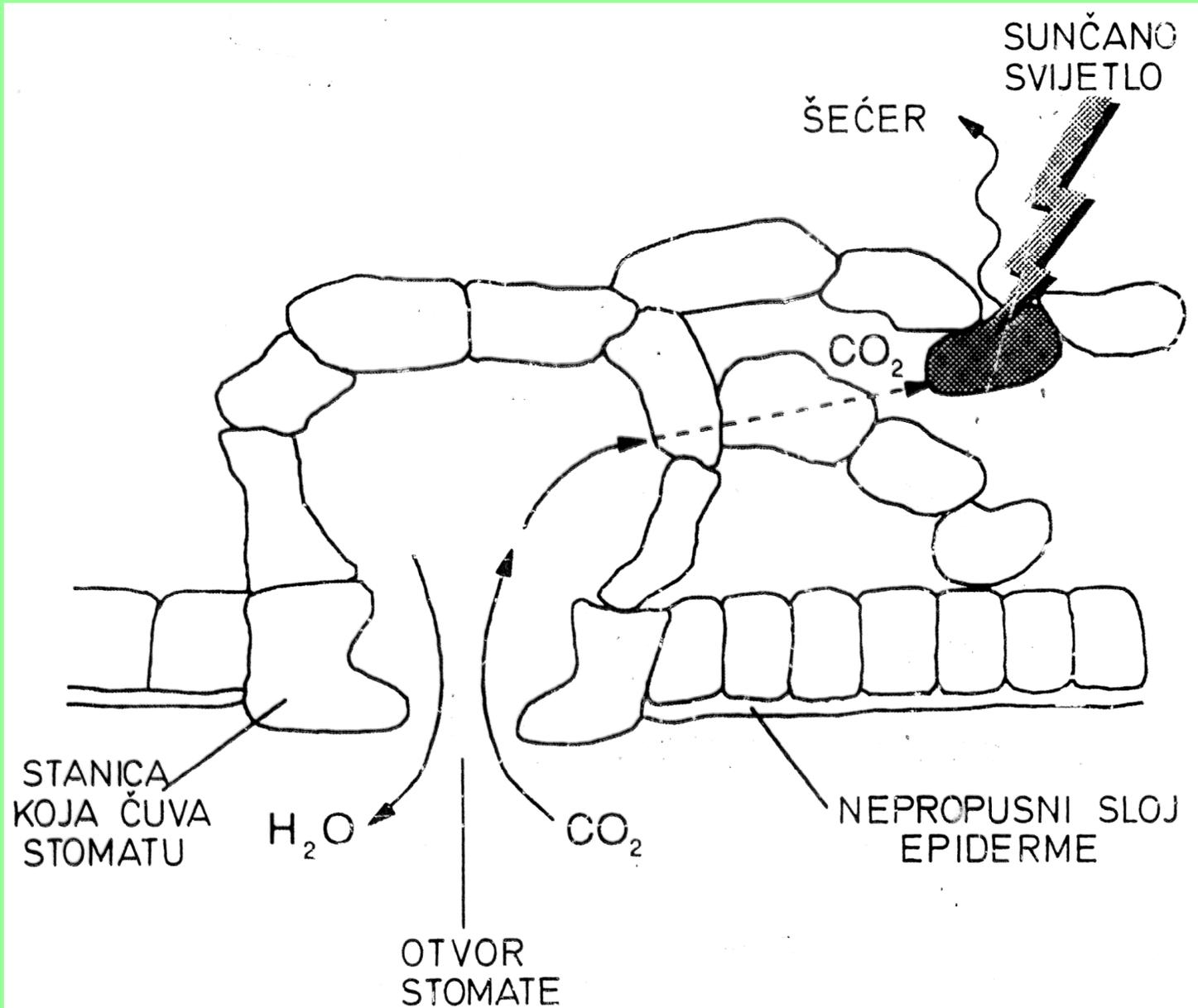
**Transpiracija** je transfer vode u atmosferu kroz vegetaciju preko stomata (pora), tj. otvora na vanjskom sloju listova biljaka. Tijekom noći pore su zatvorene i proces transpiracije se ne odvija.

**Potencijalna evapotranspiracija** definira se kao transfer vode u atmosferu iz područja pokrivenog niskom travom, koje je opskrbljeno s obilnom količinom vlage, tj. količinom dovoljnom za nesmetan rast niske vegetacije.

**Realna, stvarna ili aktualna evapotranspiracija** predstavlja onu količinu evapotranspiracije koja se na nekom prostoru odvila u realnim uvjetima opskrbe vodom.

Elementi koji djeluju na isparavanje su: 1) Deficit vlažnosti zraka; 2) Temperatura zraka; 3) Vjetar; 4) Insolacija; 5) Temperatura vode; 6) Nadmorska visina ili atmosferski pritisak; 7) Kemijski sastav vode.

# PRESJEK KROZ STOMATU LISTA



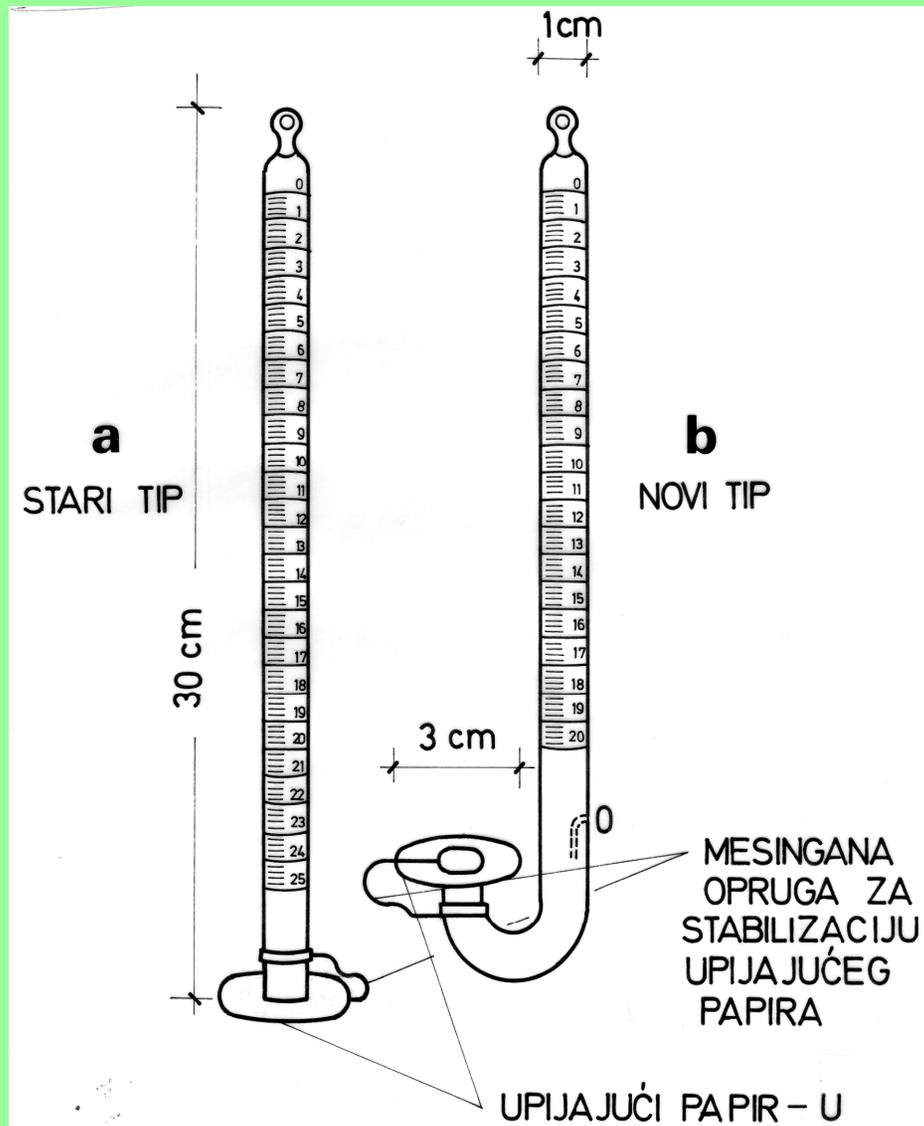
Da bi proces evapotranspiracije mogao započeti neophodno je da budu ispunjena dva uvjeta. Prvenstveno mora biti dostupna **energija (latentna toplina isparavanja)**. Ako dio sunčeve radijacije koji je dostupan za proces evapotranspiracije može biti mjereno i ako na raspolaganju ima dovoljno vode, isparene količine je moguće izračunati primjenom metode **bilance energije**.

Drugi uvjet je da vodena para koja je evapotranspirirana mora biti otklonjena u atmosferu kako bi se proces mogao nesmetano odvijati. Radi se o postojanju mehanizma **turbulentne izmjene vlage** u slojevima zraka neposredno iznad površine. Ako ova izmjena može biti determinirana tada je moguće procijeniti uspravni tok pare s površine u atmosferu. Ovaj pristup se naziva **turbulentnim transferom** ili transferom masa.

# ODNOS RAZLIČITIH VRSTA EVAPOTRANSPIRACIJE U DVIJE RAZLIČITE KLIMATSKE REGIJE

<b>GODIŠNJA KOLIČINA</b>	<b>ARIDNA KLIMA IRAK</b>	<b>UMJERENA KLIMA NIZOZEMSKA</b>
<b>OBORINA – P (mm)</b>	<b>150</b>	<b>750</b>
<b>EVAPORACIJA SA SLOBODNE VODENE POVRŠINE – E( mm)</b>	<b>2250</b>	<b>650</b>
<b>POTENCIJALNA EVAPOTRANSPIRACIJA - PET (mm)</b>	<b>1850</b>	<b>525</b>
<b>STVARNA EVAPOTRANSPIRACIJA– ET (mm)</b>	<b>100</b>	<b>450</b>
<b>OTJECANJE – Q (mm)</b> <b>Q = P - ET</b>	<b>50</b>	<b>300</b>
<b>KOEFICIJENT OTJECANJA</b> <b>C = Q/P</b>	<b>0,33</b>	<b>0,40</b>

# PICHEOV ISPARITELJ



## GGI 3000 TIP ISPARITELJA S AUTOMATSKIM MJERAČEM



**BACO (Etiopija)**

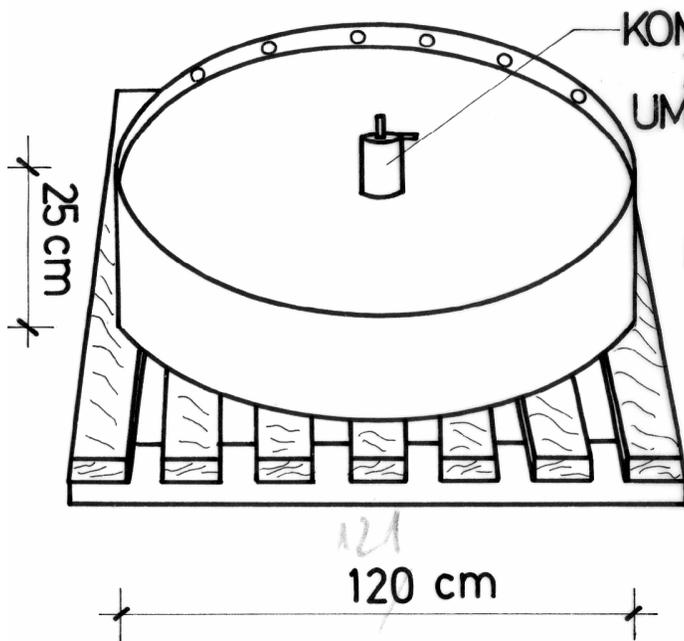


**ADDIS ABABA (Etiopija)**



# **ISPARITELJI KLASE A**

# ISPARITELJ KLASE A



KOMORA ZA UMIRENJE

KOMORA ZA UMIRENJE

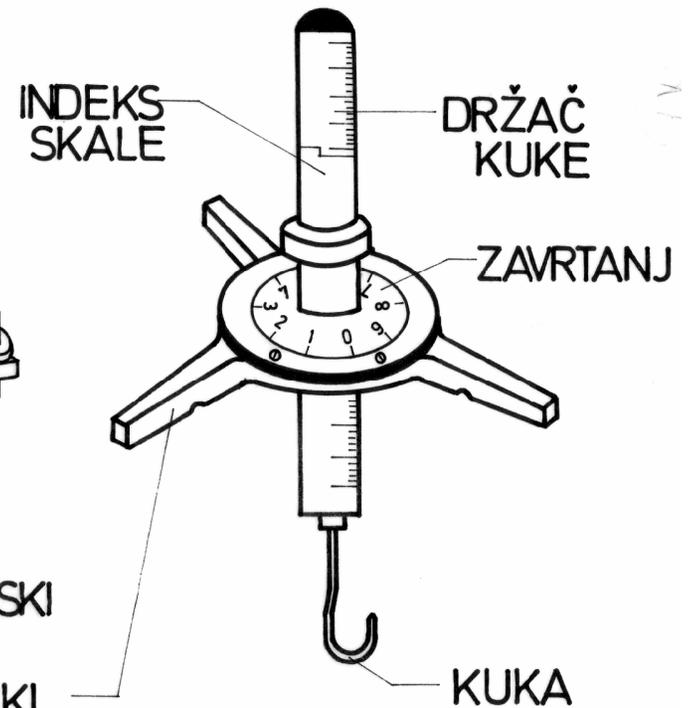
POSTOLJE

CILINDRIČNA POSUDA

MIKROMETARSKI ZAVRTANJ

TROKRAKI NOSAČ

# MIKROMETARSKI ZAVRTANJ ZA OČITAVANJE NIVOVA VODE



Dok za određivanje potencijalne evapotranspiracije postoje brojni modeli, metode, postupci i izrazi utvrđivanje realne, stvarne ili aktualne evapotranspiracije najnepouzdanije je riješena komponenta hidrološkog ciklusa, a time i bilance voda kako s teorijskog tako i s praktičnog stanovišta. Važno je suočiti se s činjenicom da ni evaporaciju, a još manje transpiraciju nije, barem za sada, moguće precizno izravno mjeriti na terenu.

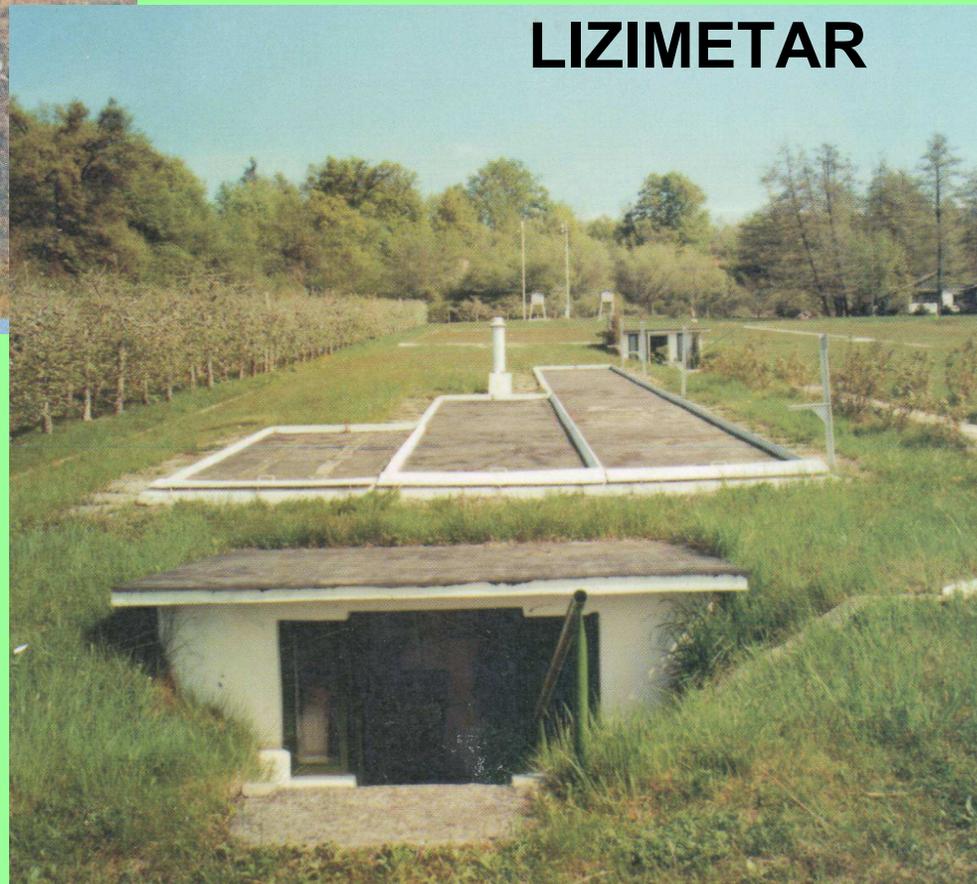
Isparitelji klase A najčešće se koriste u praksi u cijelom svijetu zbog svoje jednostavnosti i jeftinoće. Očitavanja razine vode u njima vrši se dva puta dnevno (ujutro u 7 h i navečer u 19 h).

Isparitelj klase A kao i svi isparitelji postavljeni na površinu terena, zbog male količine vode i zbog toga što im stjenke nisu termički izolirane daju povećanu količinu isparavanja vode sa slobodne površine vodnog lica. Zbog toga se njihove izmjerene vrijednosti množe s koeficijentom 0,7, dakle umanjuju se za 30 %. Radi se o uobičajenoj vrijednosti koja rijetko odgovara stvarnom stanju u prirodi. Treba naglasiti da se vrijednosti ovog koeficijenta mijenjaju tijekom godine i da zavise od položaja isparitelja. Ako je on u neposrednoj blizini vodene površine (jezera, umjetne akumulacije, itd.) smatra se da nije potrebno vršiti redukciju izmjerenih vrijednosti. Kod isparitelja GGI 3000 TM redukcija se ne vrši jer su ovi isparitelji ukopani u teren. TM znači termički izolirani instrument. Radi se o novijoj poboljšanoj verziji.

**LIZIMETRI POPOVA**



**LIZIMETAR**

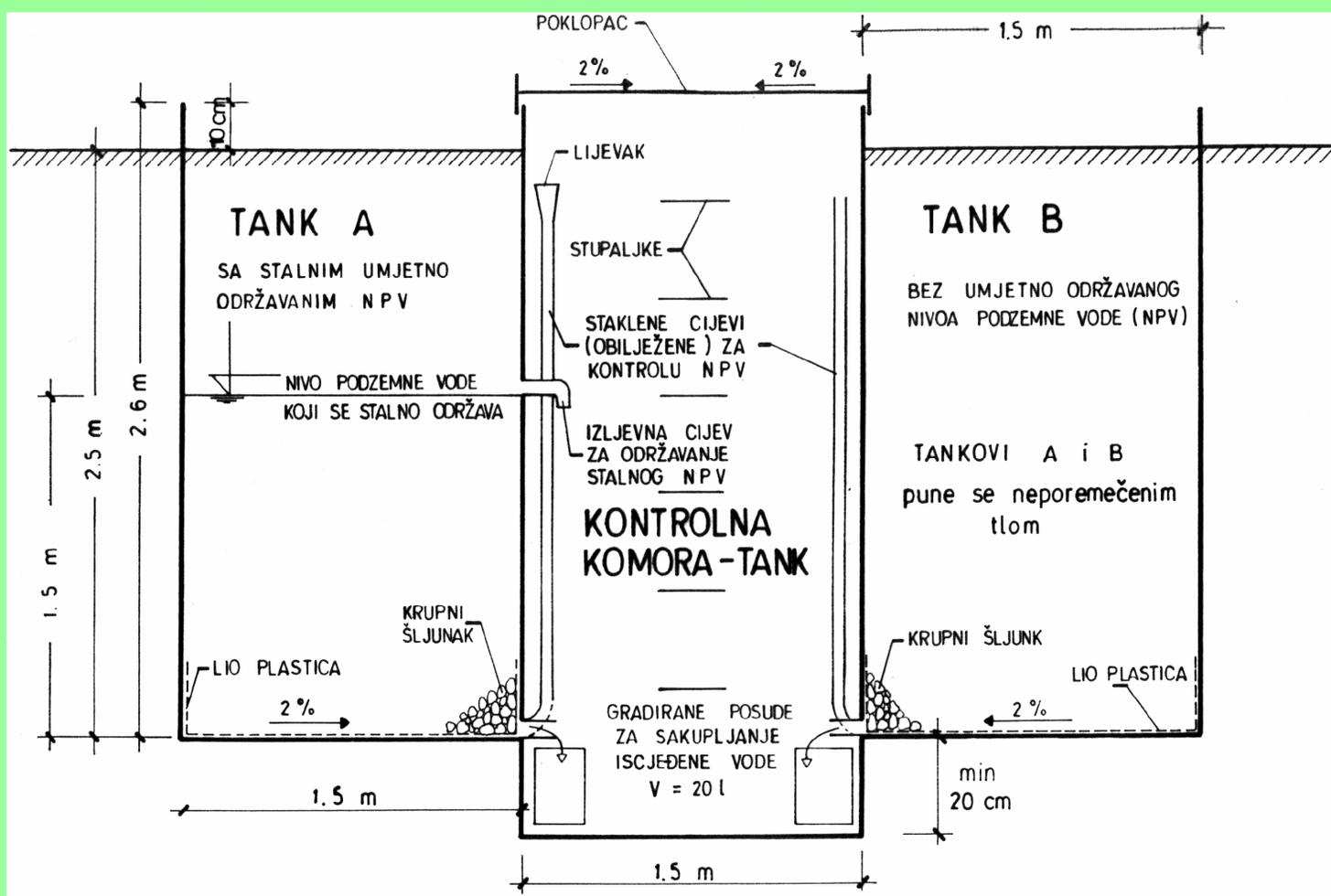


# PRESJEK KROZ TRI TANKA LIZIMETRA – INFILTROMETRA

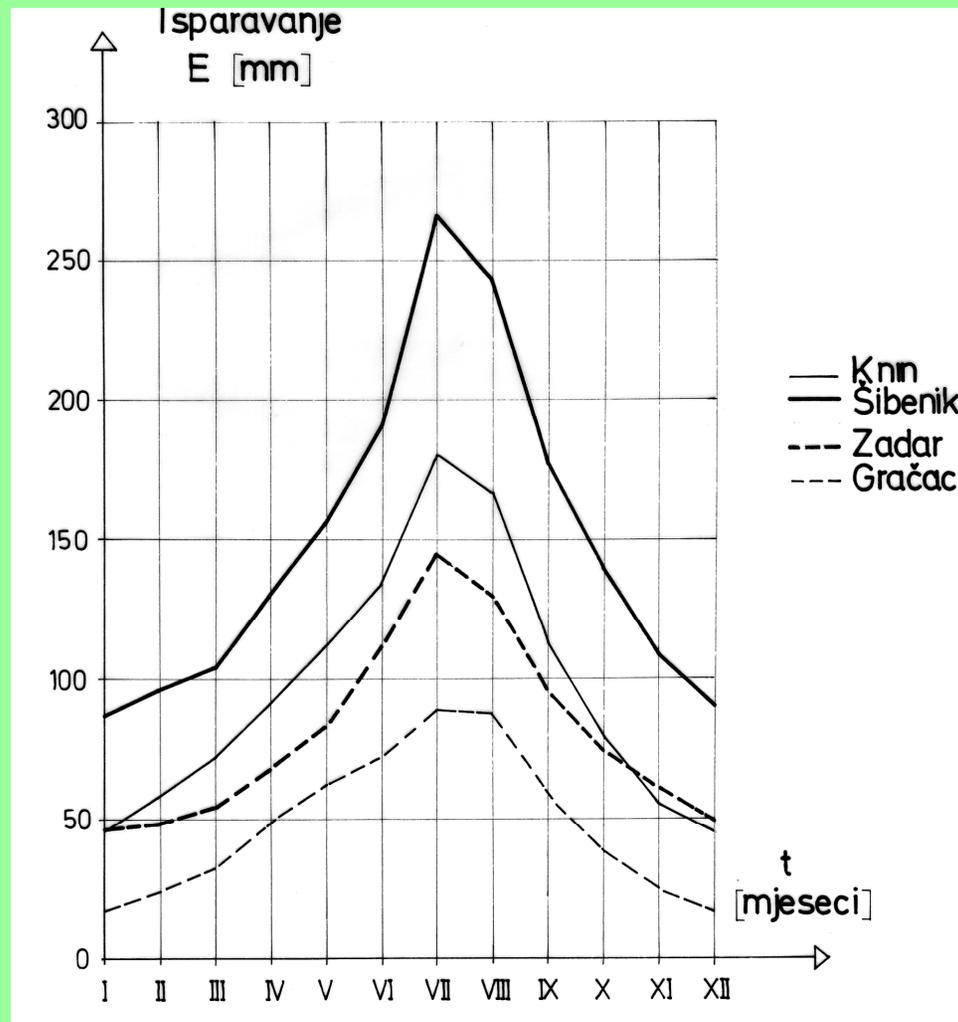
$$P + I = D + ET \pm \Delta S$$

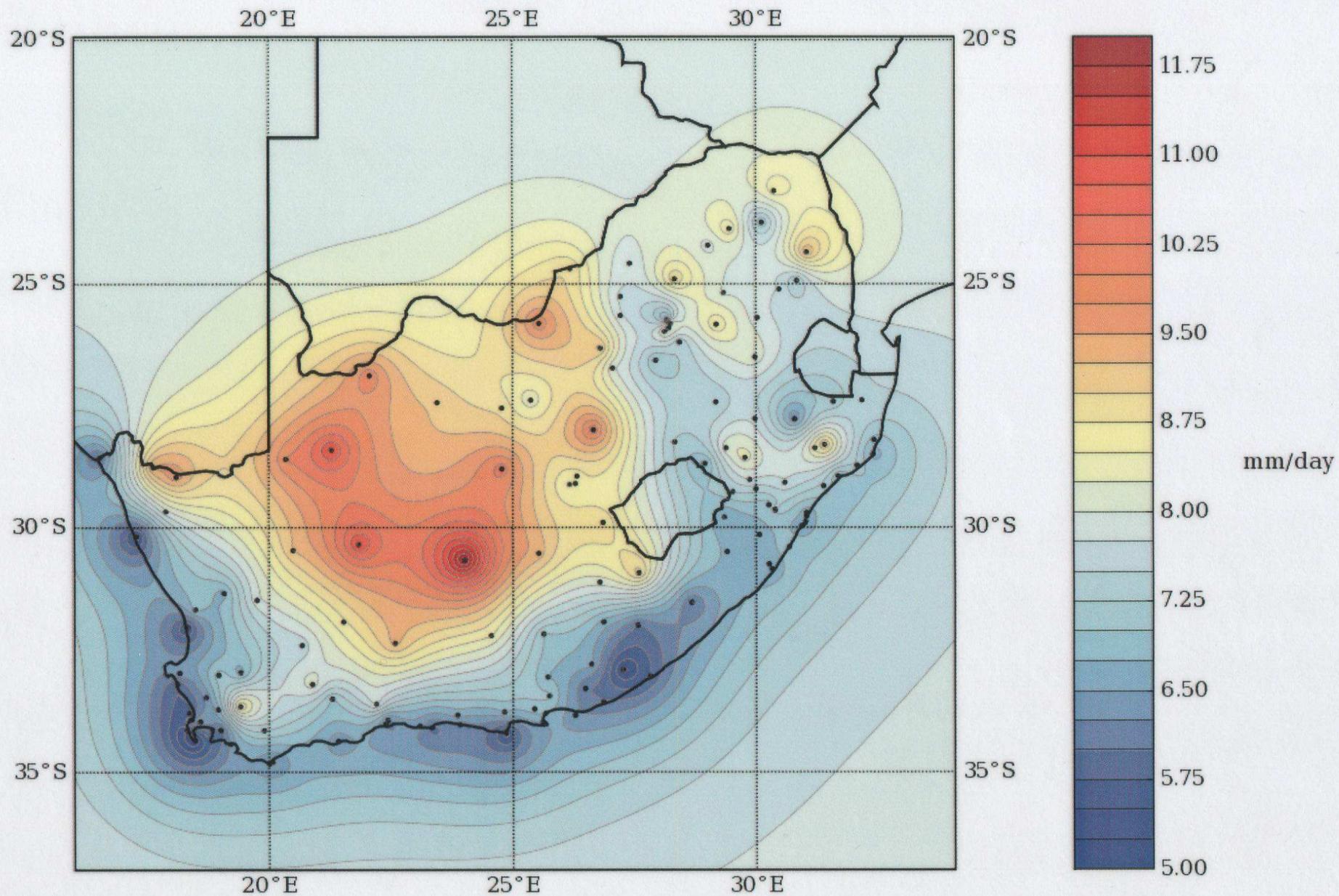
**P – OBORINE; I – NATAPANJE; D – DRENIRANA VODA; ET – REALNA ILI POTENCIJALNA EVAPOTRANSPIRACIJA;  $\Delta S$  – PROMJENA VLAGE U TLU**

U SLUČAJU NATAPANJA RADI SE O POTENCIJALNOJ EVAPOTRANSPIRACIJI  
MJERENJE VLAGE U TLU VRŠI SE ILI INSTRUMENTIMA ILI SE VAŽU TANKOVI



# PROSJEČNO MJESEČNO ISPARAVANJE SA SLOBODNE VODENE POVRŠINE (1954.-1982.)





**VRIJEDNOSTI DNEVNE POTENCIJALNE EVAPOTRANSPIRACIJE  
IZRAČUNATE ZA JUŽNU AFRIKU NA DAN 21. II. 2007.**

**21-02-2007**

Jedan od najčešće korištenih empirijskih izraza za računanje potencijalne evapotranspiracije razvio je 1948. godine **Thorntwaite**. Izraz je razvijen na osnovi podataka mjerenja izvršenih u istočnom djelu SAD-a. Zbog činjenice što je ovaj izraz razvijen u i za određenu regiju ne treba očekivati da ga je moguće i preporučljivo primjenjivati u drugim klimatskim uvjetima. Bez obzira na tu činjenicu Thorntwaiteov izraz se često koristi i u našim prilikama iako nam se čini da kod nas ne daje realne rezultate.

**Penman** je 1948. razvio postupak za procjenu evaporacije sa slobodne vodene površine ili alternativno potencijalne evapotranspiracije s površina pokrivenih travom na kojima nikada ne nedostaje vlage. Ovaj postupak fizički je mnogo utemeljeniji od Thorntwaite-ovog. Zbog činjenice što je ovaj pristup prvenstveno zasnovan na fizičkim zakonitostima uz nešto elementa empirijskih opažanja moguće ga je koristiti u različitim klimatskim uvjetima. Penman je originalno uveo empirijske faktore zasnovane na opažanjima u Velikoj Britaniji s ciljem da transformira evaporaciju sa slobodne vodene površine u potencijalnu evapotranspiraciju s travom pokrivenih površina. Monteith je 1985. dalje razvio Penmanov izraz. Njihov izraz pod nazivom Penman-Monteithove jednadžbe smatra se danas najpouzdanijom metodom za određivanje potencijalne evapotranspiracije.

**MAYER-ova FORMULA** ZA PRORAČUN EVAPORACIJE SA SLOBODNE  
VODENE POVRŠINE – E (mm)

$$E = 11,25 \times P_v \times (1 - R_v) \times (1 + 0,025 \times v)$$

$P_v$  – pritisak vlage u zraku zasićenom vodenom parom (mb)

$R_v$ - relativna vlaga izražena u dijelovima jedinice

$v$ - srednja brzina vjetra na visini 2 m od površine izražena u m/s

**TURC-ova FORMULA** ZA DEFINIRANJE GODIŠNJEG DEFICITA OTJECANJA

$$D = P / \sqrt{0,9 + (P^2 / L^2)}$$

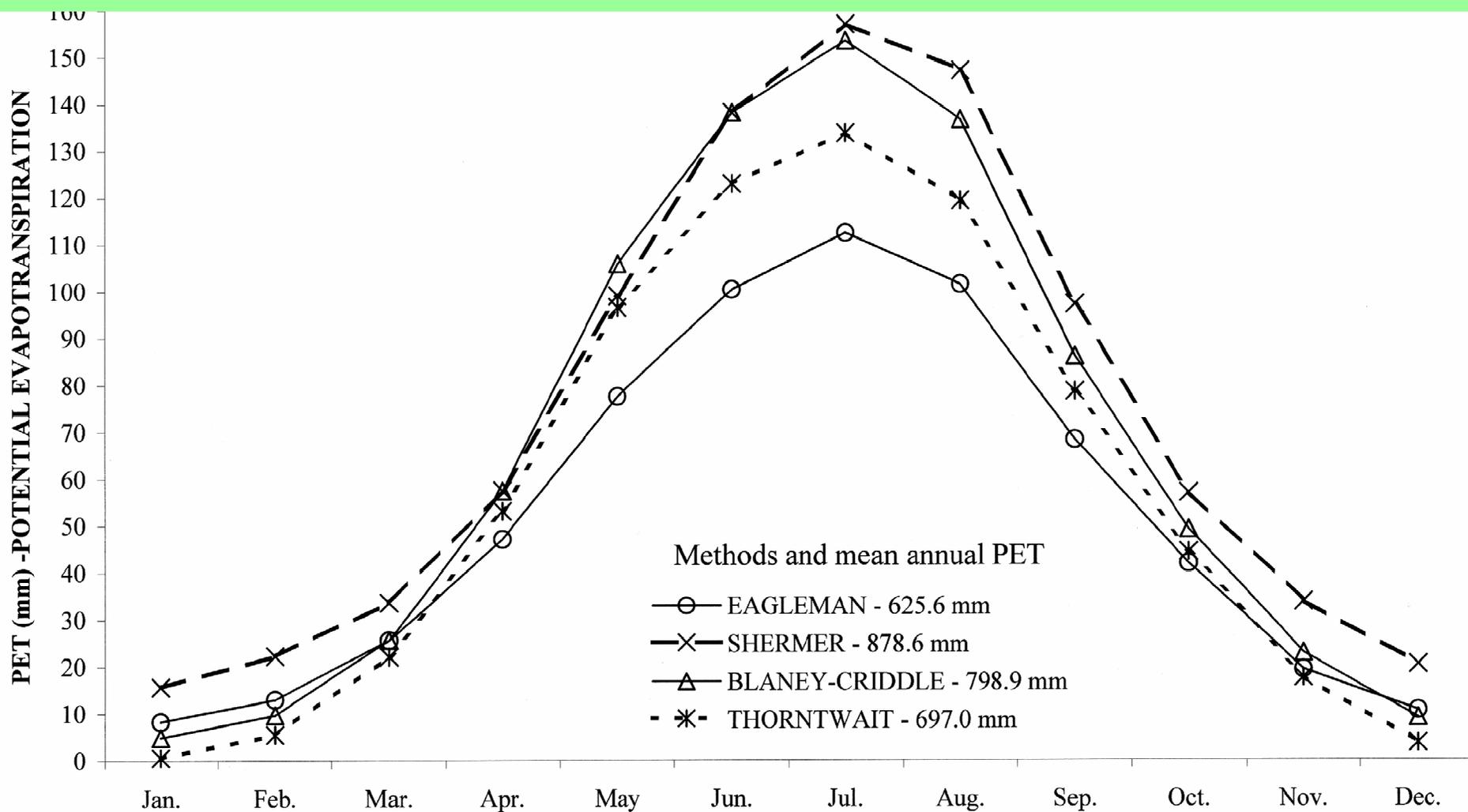
$$L = 300 + 25 \times T + 0,05 \times T^3$$

D - DEFICIT OTJECANJA SLIVA (mm)

P - GODIŠNJE PADAVINE NA SLIVU (mm)

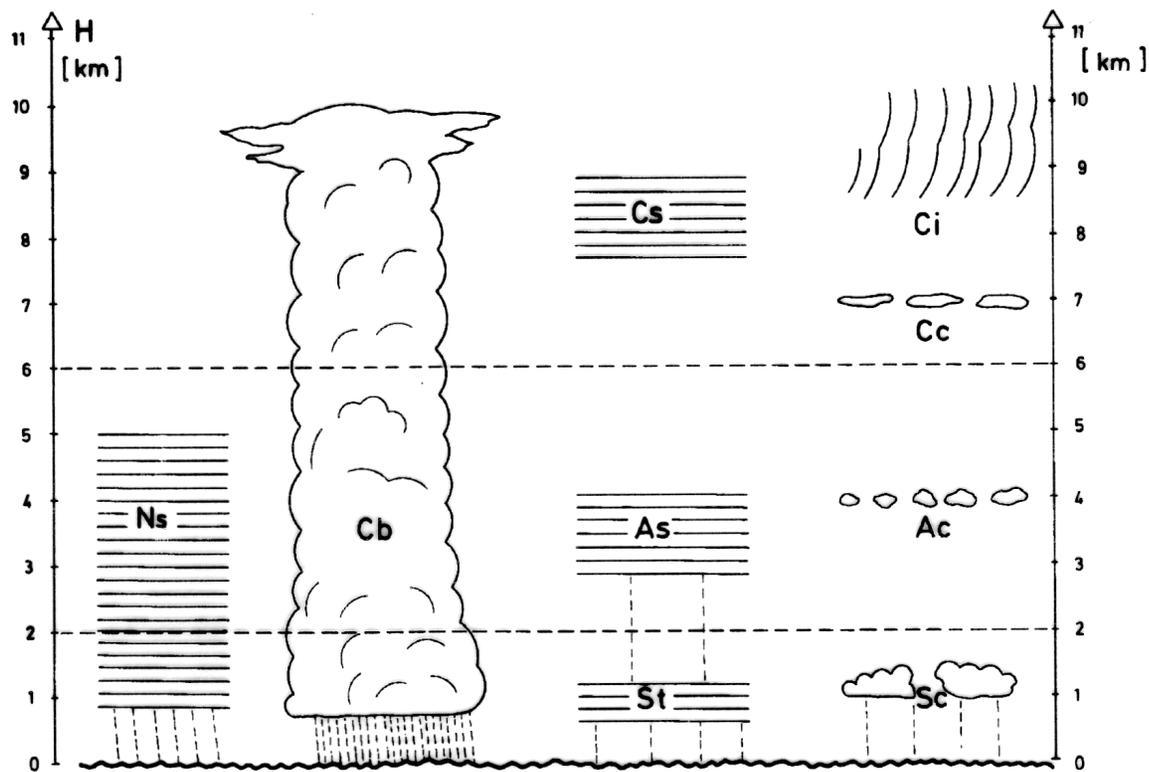
T - SREDNJA GODIŠNJA TEMPERATURA SLIVA (°C)

# PROSJEČNA MJESEČNA POTENCIJALNA EVAPOTRANSPIRACIJA IZRAČUNATA PREMA ČETIRI RAZLIČITE METODE ZA METEOROLOŠKU STANICU OSIJEK (1958.-1980.)



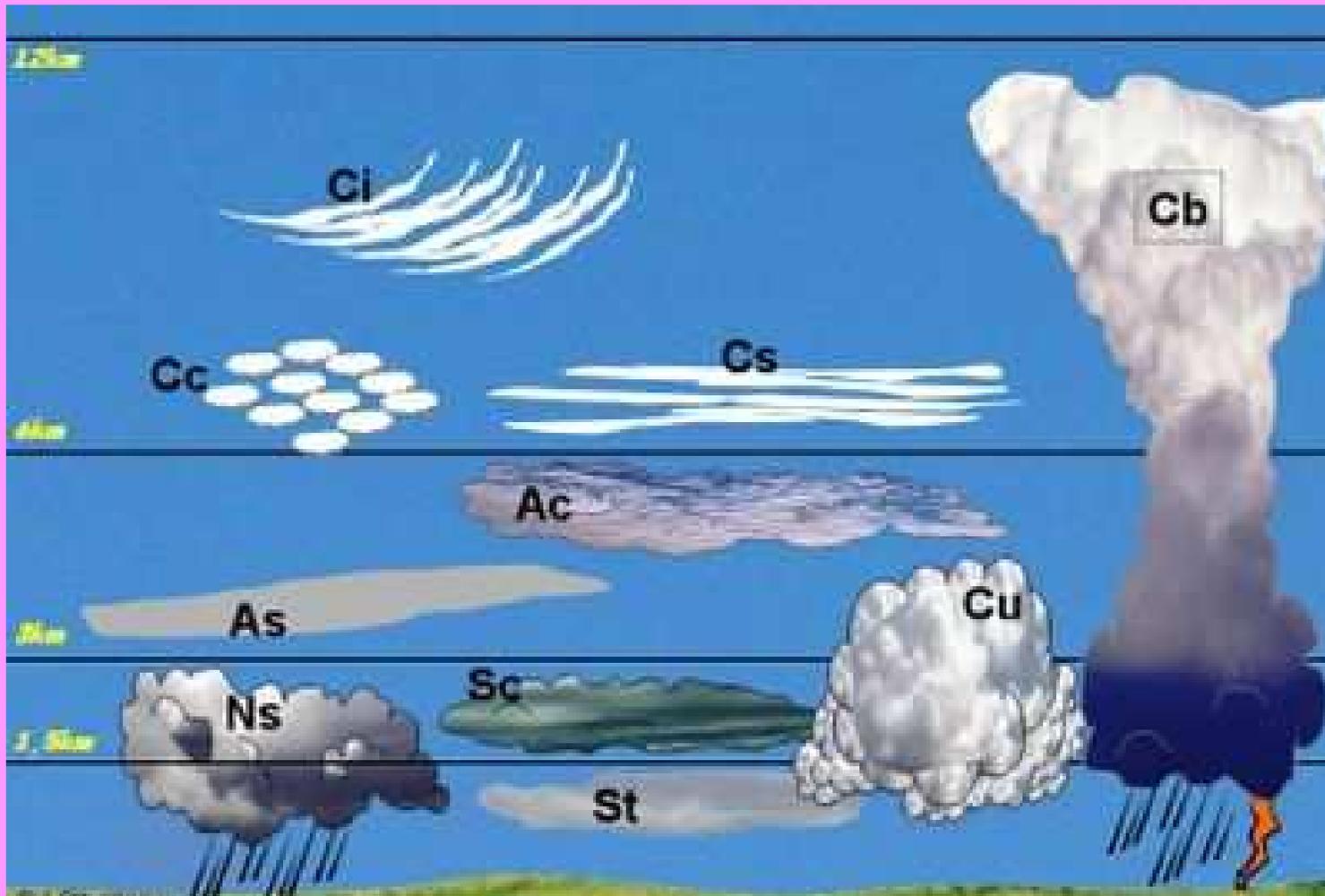
# **OBORINE PADALINE PADAVINE**

**Prof. dr. sc. Ognjen BONACCI  
Građevinsko-arhitektonski fakultet  
Sveučilišta u Splitu**



## VRSTE OBLAKA

R. br.	IME RODA OBLAKA	KRATICA	PODJELA PO VISINI	PROIZVODNJA OBORINE
1.	CIRRUS	Ci	VISOKI	NE DAJU OBORINU
2.	CIRROCUMULUS	Cc	VISOKI	NE DAJU OBORINU
3.	CIRROSTRATUS	Cs	VISOKI	NE DAJU OBORINU
4.	ALTOCUMULUS	Ac	SREDNJI	NE DAJU OBORINU
5.	ALTOSTRATUS	As	SREDNJI	DAJU VRLO SLABU OBORINU
6.	NIMBOSTRATUS	Ns	SREDNJI	DAJU TRAJNU, JEDNOLIČNU OBORINU
7.	STRATOCUMULUS	Sc	NISKI	RIJETKO DAJU SLABU OBORINU (ROSULJU)
8.	STRATUS	St	NISKI	RIJETKO DAJU SLABU OBORINU
9.	CUMULUS	Cu	NISKI	PRETEŽNO NE DAJE OBORINU, PONEKAD MOŽE PRERASTI Cb
10.	CUMULONIMBUS	Cb	NISKI	DAJU PLJUSKOVITE OBORINE



cirrus (vlaknast),  
cumulus (grudast),  
stratus (slojevit),  
altus (visok),  
nimbus (kišni).

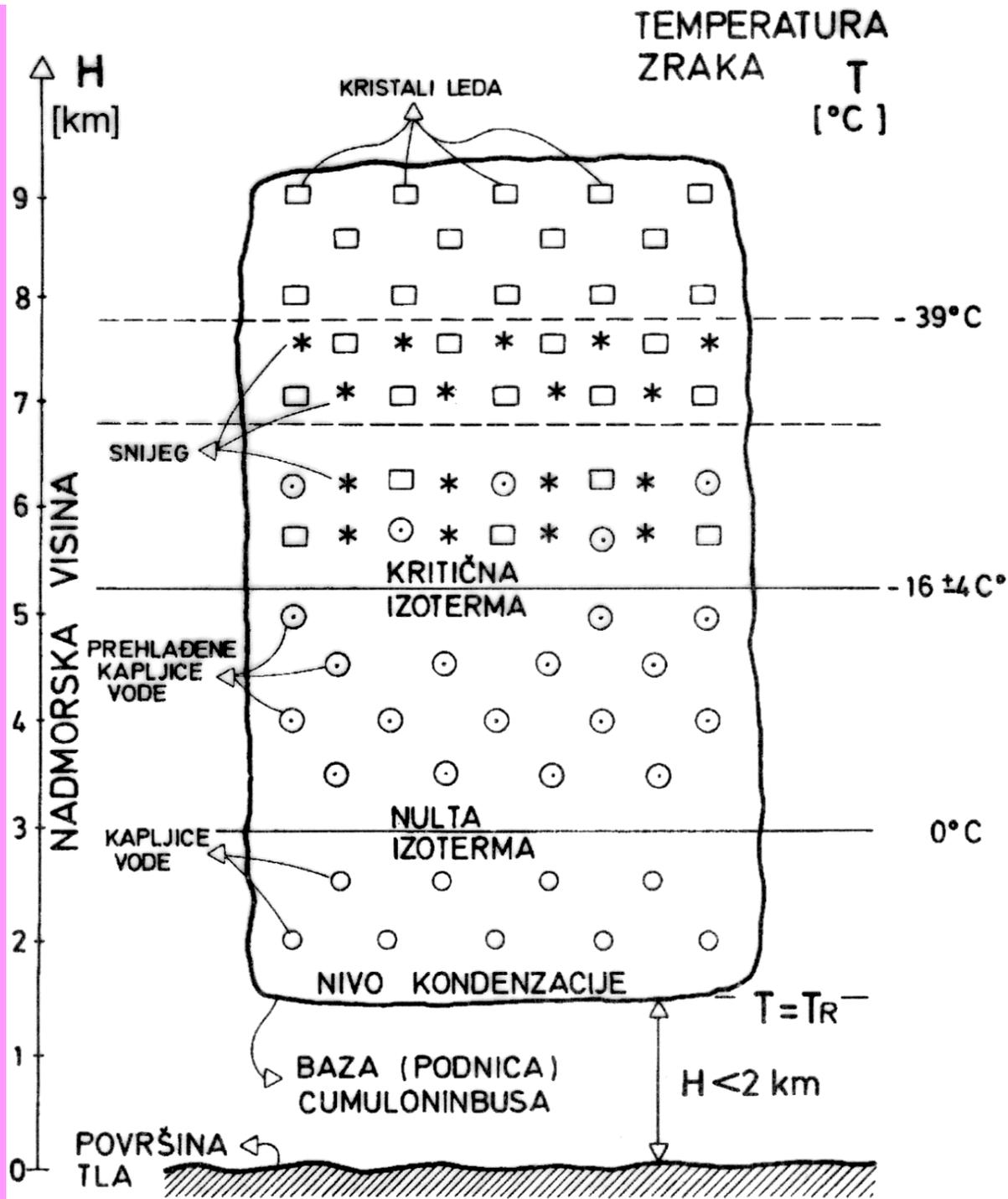
## NIMBOSTRATUS



# CUMULONIMBUS



**SASTAV  
OBLAKA IZ  
KOJEG SE  
IZLUČUJE  
OBORINA**



Shodno položaju visine podnice ili baze oblake dijelimo na: 1) Visoke (3-8 km u polarnim; 5-13 km u umjerenim; 6-18 km u tropskim predjelima); 2) Srednje (2-4 km; 2-7 km; 2-8 km); 3) Niske (0-2 km).

Kondenzacijske jezgre moraju imati dovoljnu dimenziju da se oko njih mogu nahvatati molekule vodene pare iz okolnog zraka zasićenog vodenom parom čime se omogućava stvaranje kapljica vode. Osim toga njihova higroskopnost i električni naboj ubrzavaju proces vezivanja i stvaranja kapljica vode. Kondenzacijske jezgre potječu iz prirodnih i umjetnih izvora. Prirodne su: čestice soli koje vjetar podiže iz oceana; čestice prašine i sitnog pijeska koje vjetar diže s površine tla i iz pustinja; čestice lave i pepela koje nastaju kao produkt erupcija vulkana; kozmička i meteorska prašina podrijetlom iz svemira. Umjetne su razni aerosoli i produkti izgaranja.

Da bi se oborina mogla izlučiti iz oblaka kapljice vode kao i kristali leda moraju doseći tzv. kritičnu masu, tj. veličinu s kojom mogu savladati uvijek postojeća uspravna strujanja u oblaku i otpor zraka. Procesom koalescencije, tj. srastanjem sitnih kapljica vode i kristalizacije leda, tj. srastanje ledenih kristala doseže se potrebna kritična masa neophodna da bi iz oblaka započelo izlučivanje neke od brojnih vrsta oborina.

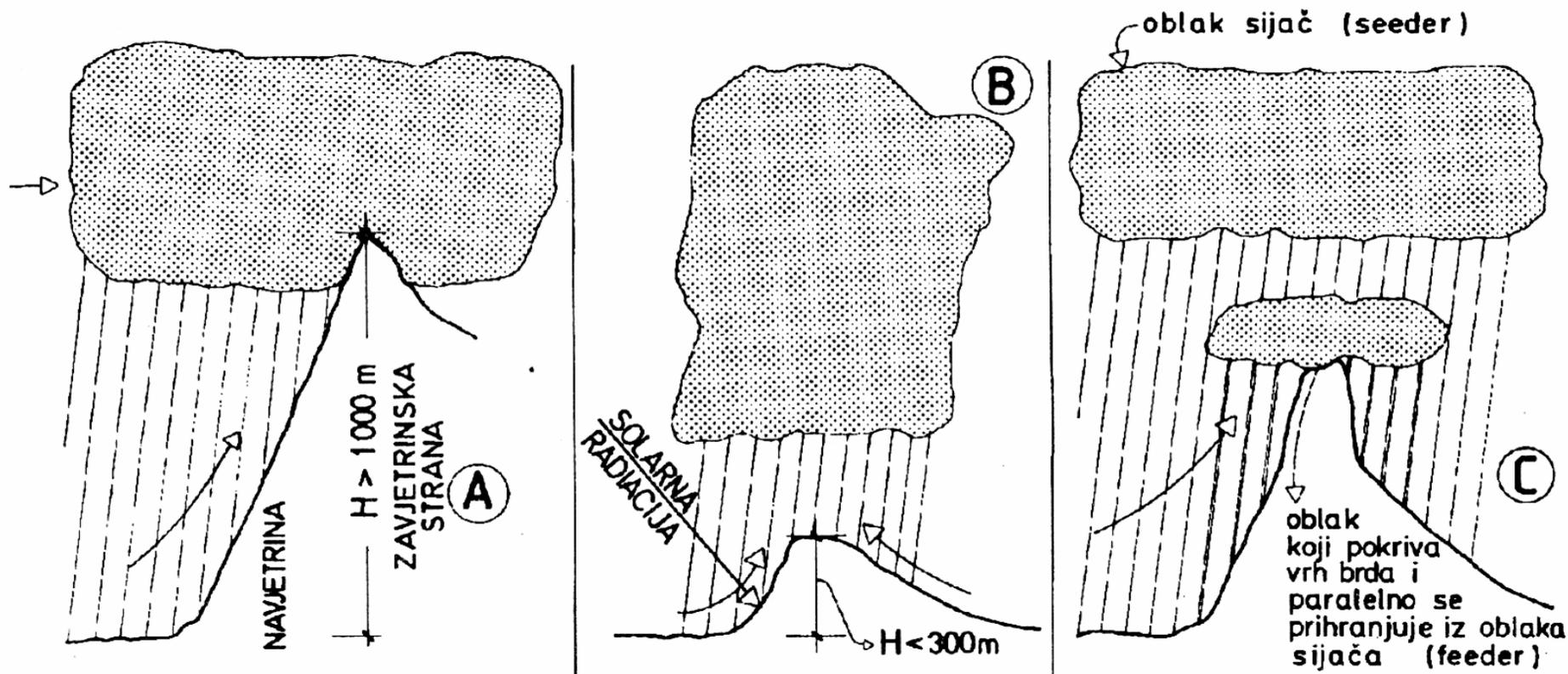
Hlađenje zraka do temperature rosišta, te početak kondenzacije i/ili sublimacije vodene pare vezano je s dinamičkim procesima. U prirodi se to odvija na slijedeća četiri načina: 1) **Adijabatičkim ili dinamičkim hlađenjem**; 2) Miješanjem zračnih masa s različitim temperaturama; 3) Kontaktnim hlađenjem; 4) Radijacijskim hlađenjem.

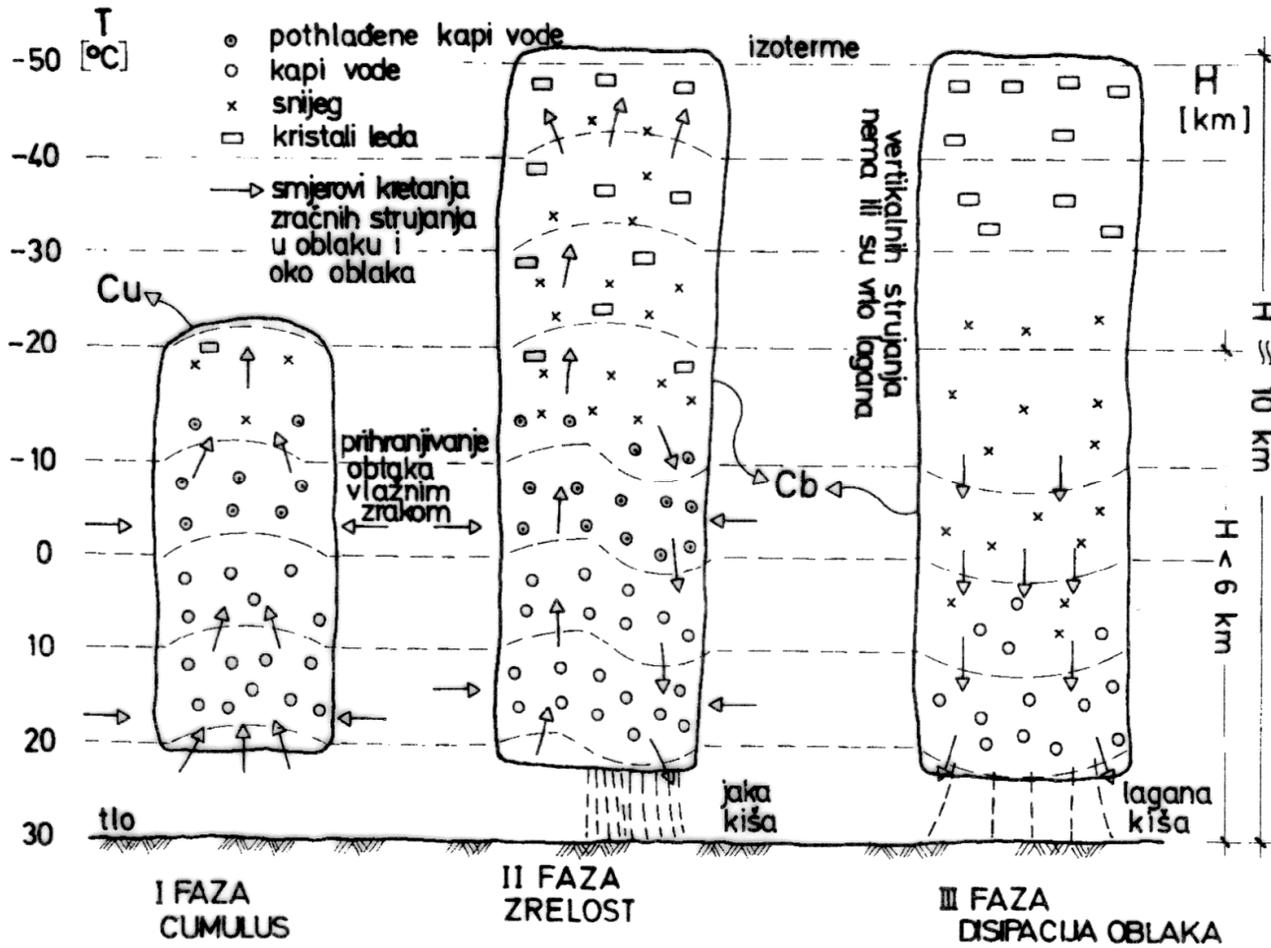
Oborine se prema mjestu postanka dijele na one koje se stvaraju pri tlu i one koje se formiraju u oblaku.

Prema uvjetima koji izazivaju uspravno strujanje zraka pa prema tome i oborine podjela je slijedeća: 1) Konvergentne; 2) Frontalne; 3) Orografske; 4) Konvekcijske.

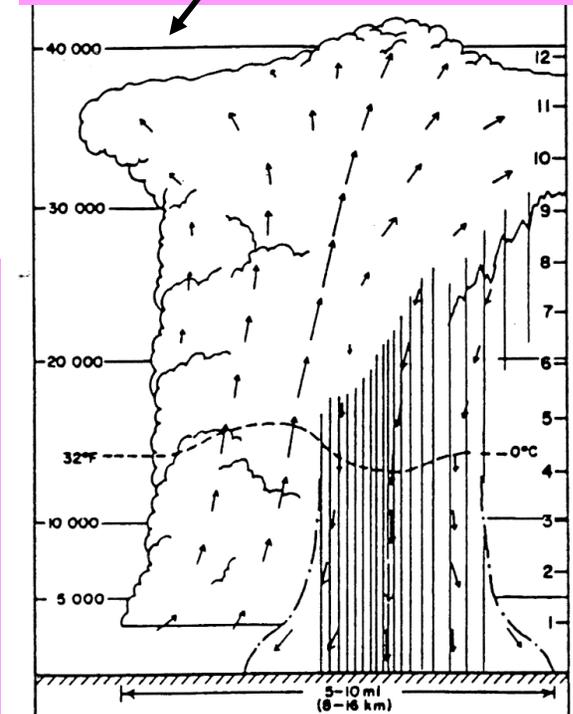
Kod posebno jakih oluja promjer kapljice kiše prelazi 3 mm, a brzina padanja u mirnom zraku veća je od 8 m/s. Intenzivni pljuskovi osim poplava uzrokuju i snažnu eroziju tla.

### NEKI MEHANIZMI FORMIRANJA PADAVINA KAO REZULTAT POLOŽAJA SUSTAVA OBLAKA I OROGRAFIJE



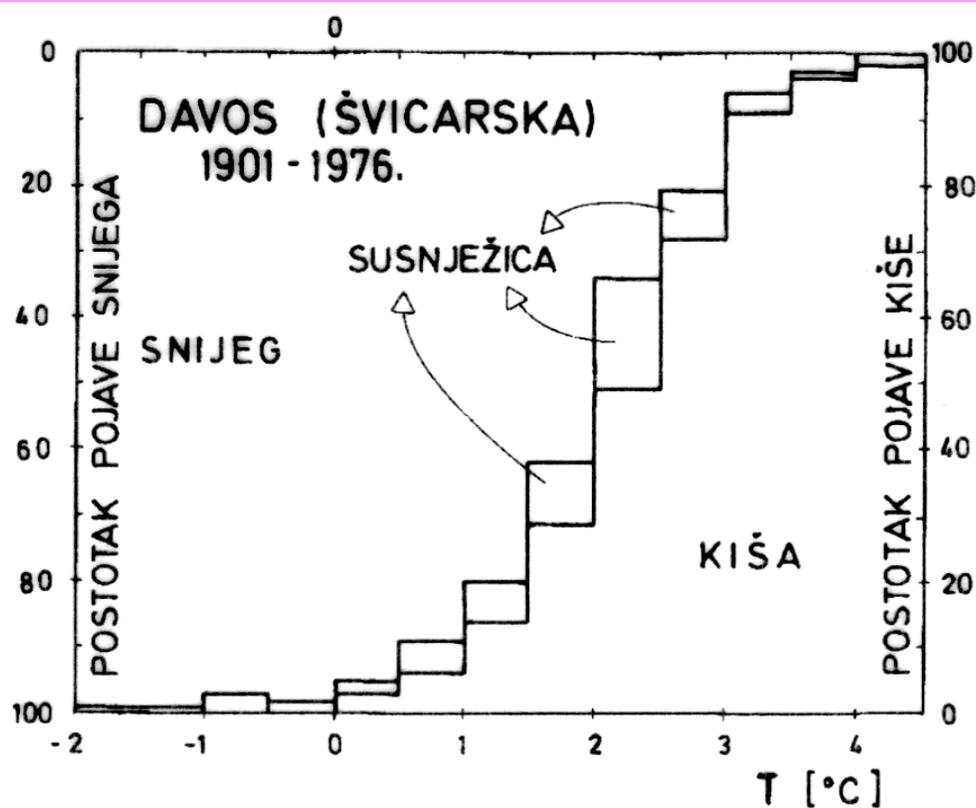
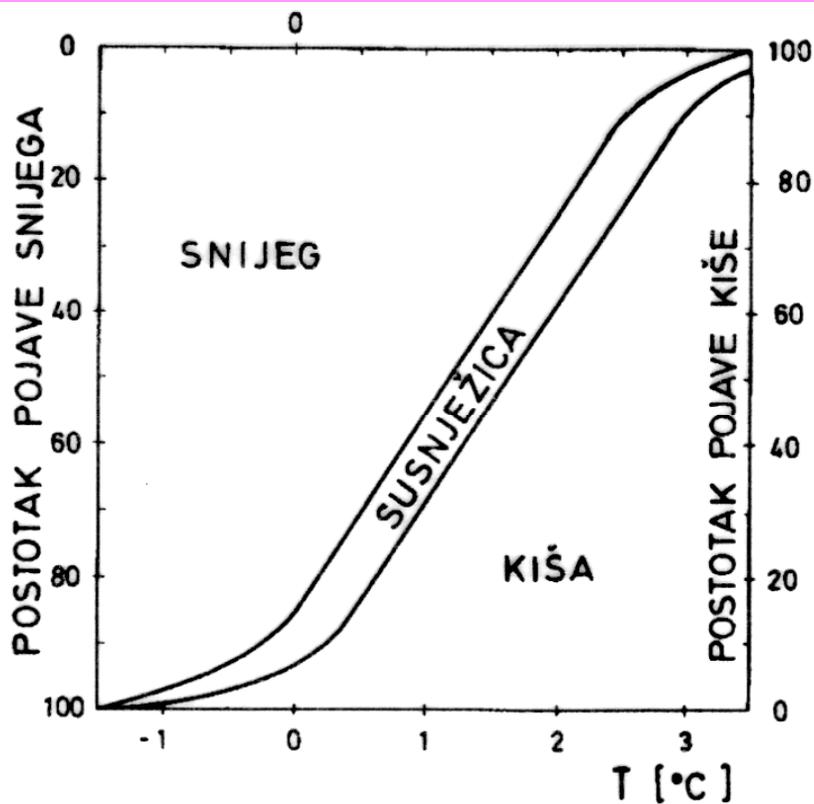


**FAZA ZRELOSTI**



**3 faze razvoja oluje s grmljavinom**

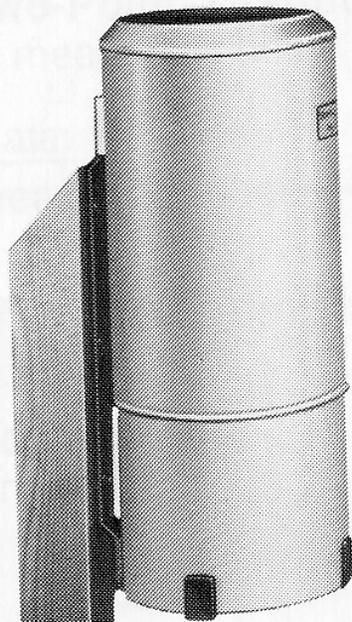
# Odnos krutih i tekućih oborina u funkciji temperature zraka



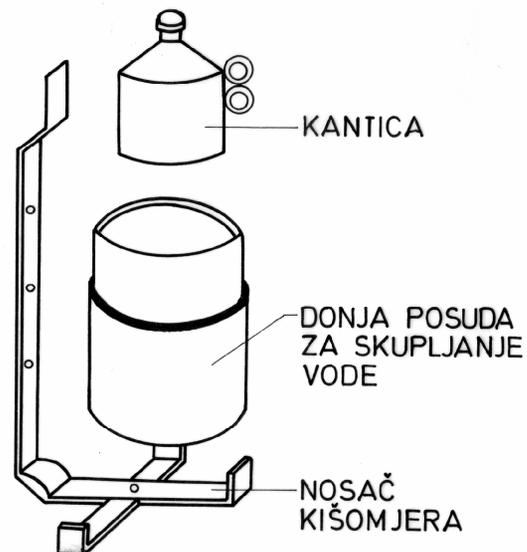
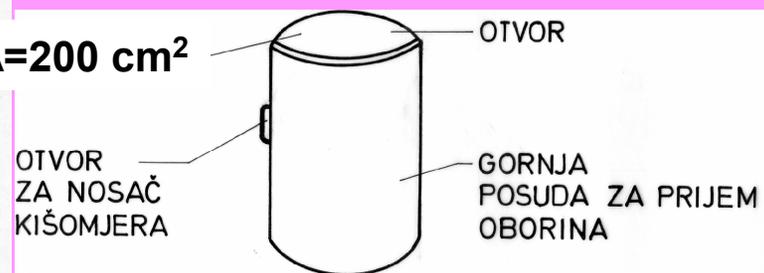
## MEĐUNARODNI SIMBOLI VRSTA OBORINA I NEKIH ATMOSFERSKIH POJAVA

●	KIŠA	▽	PLJUSAK KIŠE
~	SMRZAVAJUĆA KIŠA	≡	MAGLA
,	ROSULJA (SIPEĆA KIŠA)	∩	ROSA
✱	SNIJEG	┌	MRAZ (SLANA)
✱ •	SUSNJEŽICA	∨	INJE
✱ △	SOLIKA (KRUPA)	∇	TVRDO INJE
△	ZRNATI SNIJEG	~	POLEDICA
△ •	SUGRADICA (LEDENA ZRNCA)	⊂	POLEDICA NA TLU
▲	TUČA (GRAD)	~	ZALEĐENO I KLIZAVO TLO
↔	LEDENE IGLICE (LJUTINA)	⊗	SNIJEŽNI POKRIVAČ
✱ ▽	SNIJEŽNA MEĆAVA	, ~	SLEĐENA ROSULJA

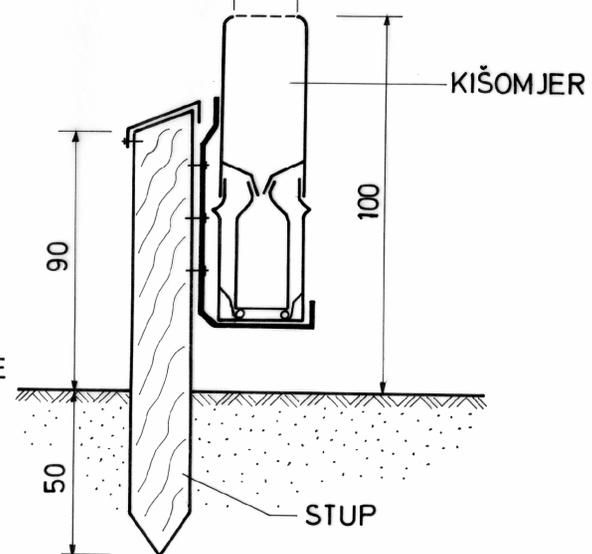
# HELLMANNOV TIP OBIČNOG KIŠOMJERA

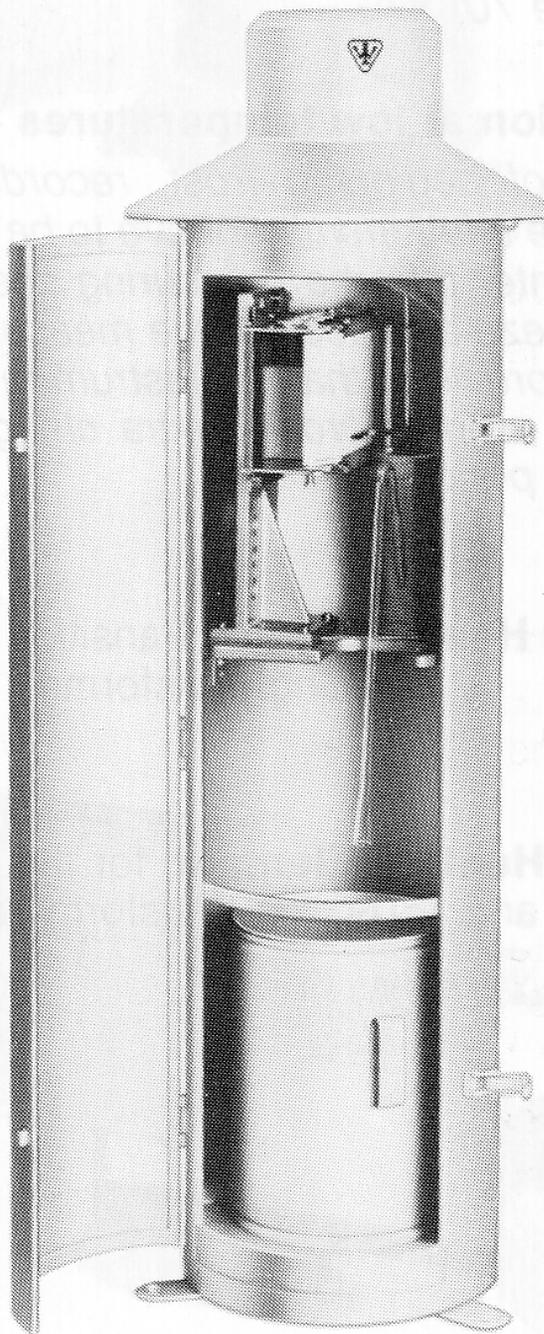


$A=200 \text{ cm}^2$

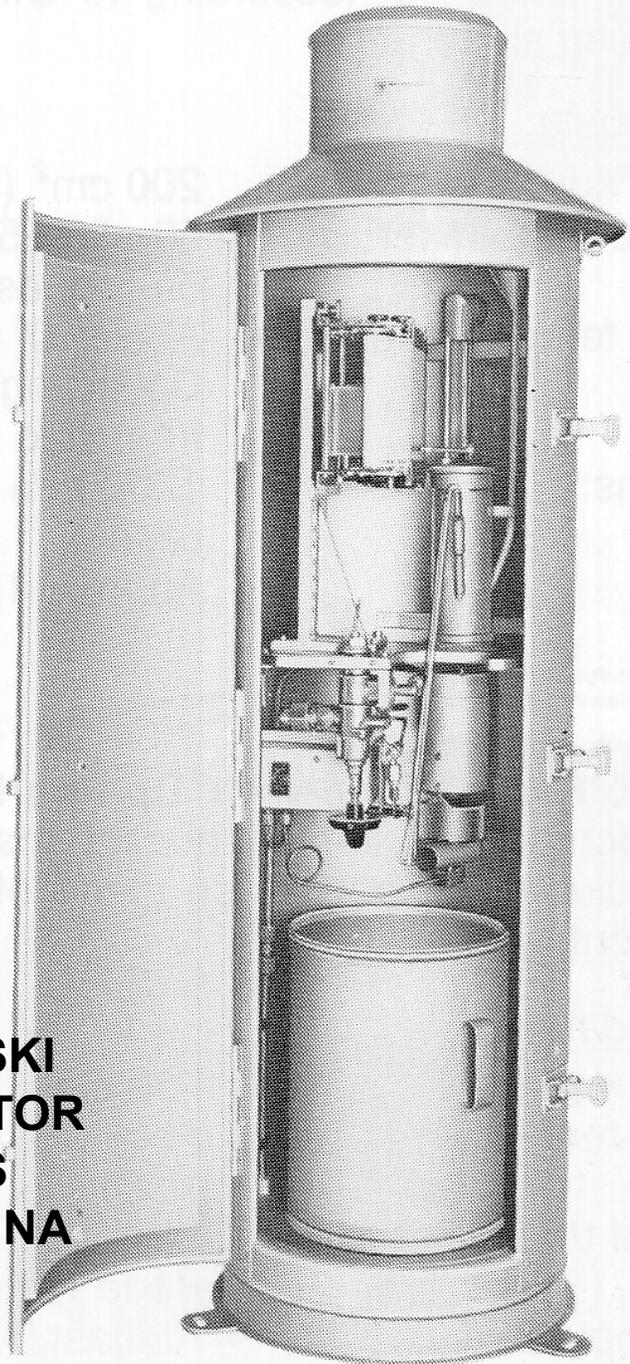


NAČIN POSTAVLJANJA  
KIŠOMJERA  
 $2r = 15.96 \text{ cm}$





**AUTOMATSKI  
REGISTRATOR  
OBORINA  
HELLMANNOV  
TIP**



**AUTOMATSKI  
REGISTRATOR  
OBORINA S  
GRIJAČEM NA  
PROPAN**