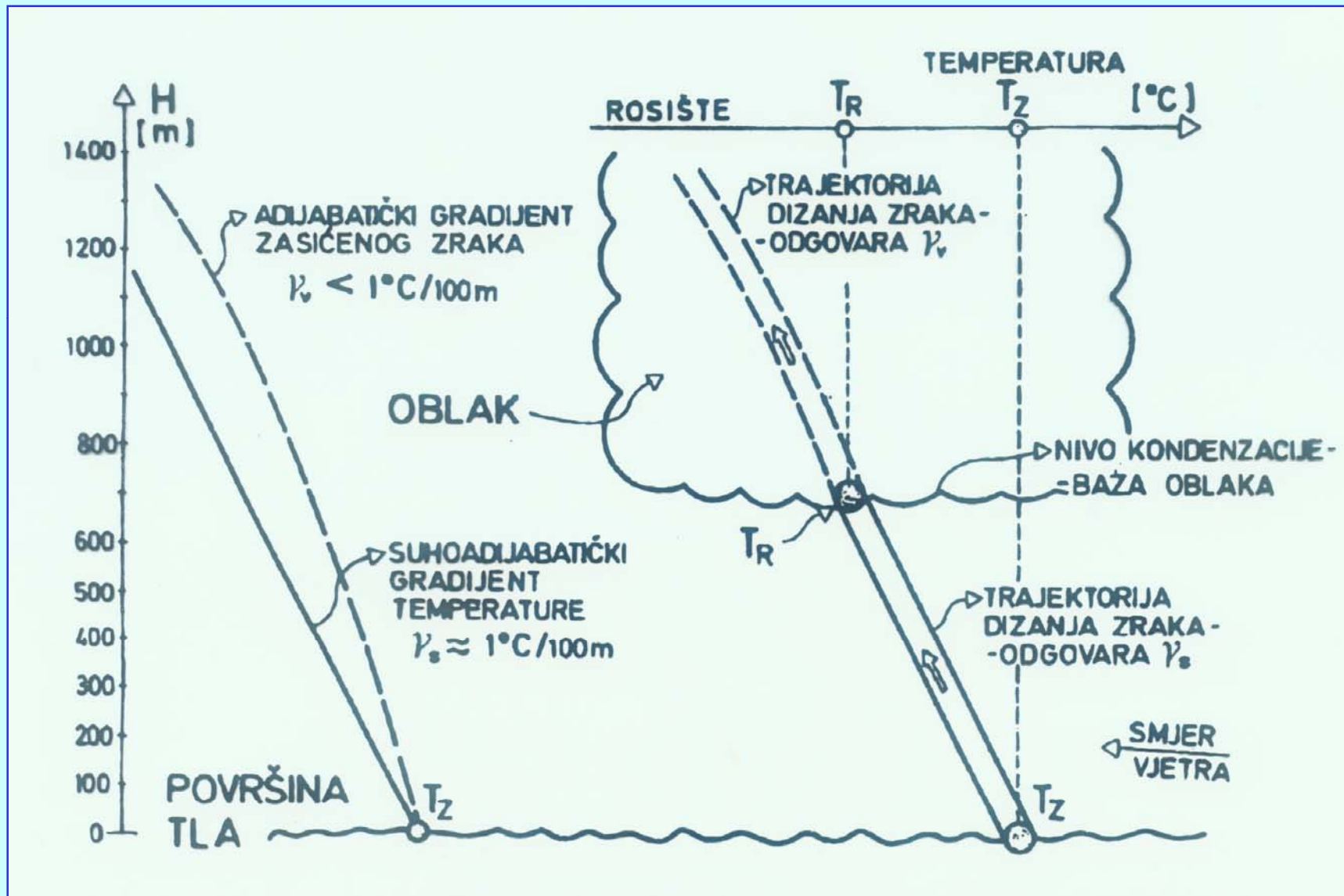


OPAŽANJE OBLAKA

odrednice oblaka:

- ***vrsta oblaka:*** na osnovu definicija i opisa u Međunarodnom atlasu oblaka (*WMO 1956.*)
- ***visina oblaka:*** visina podnice - određuje se meteorološkim balonom pomoću dva teodolita;
- ***količina oblaka ili naoblaka:*** pokrivenost neba oblacima - skala od $N = 0$ do $N = 10$);
- ***gustoća:*** prozračnost, debljina oblaka:
tanki 0, umjerene debljine 1, vrlo gust 2
gustoća oblaka iskazuje se kao eksponent (index) naoblake: N^0 , N^1 , N^2
- ***na pr.:*** $5^2 =$ pola neba gusti oblaci.

Shema formiranja konvektivnog oblaka



VISINA KONDENZACIJE - primjer

$$H_K = (T_Z - T_R) / \gamma_s$$

za $T_Z = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ i $P_v = 18 \text{ mbar}$; $\gamma_s = 1 / 100 = 0,01$

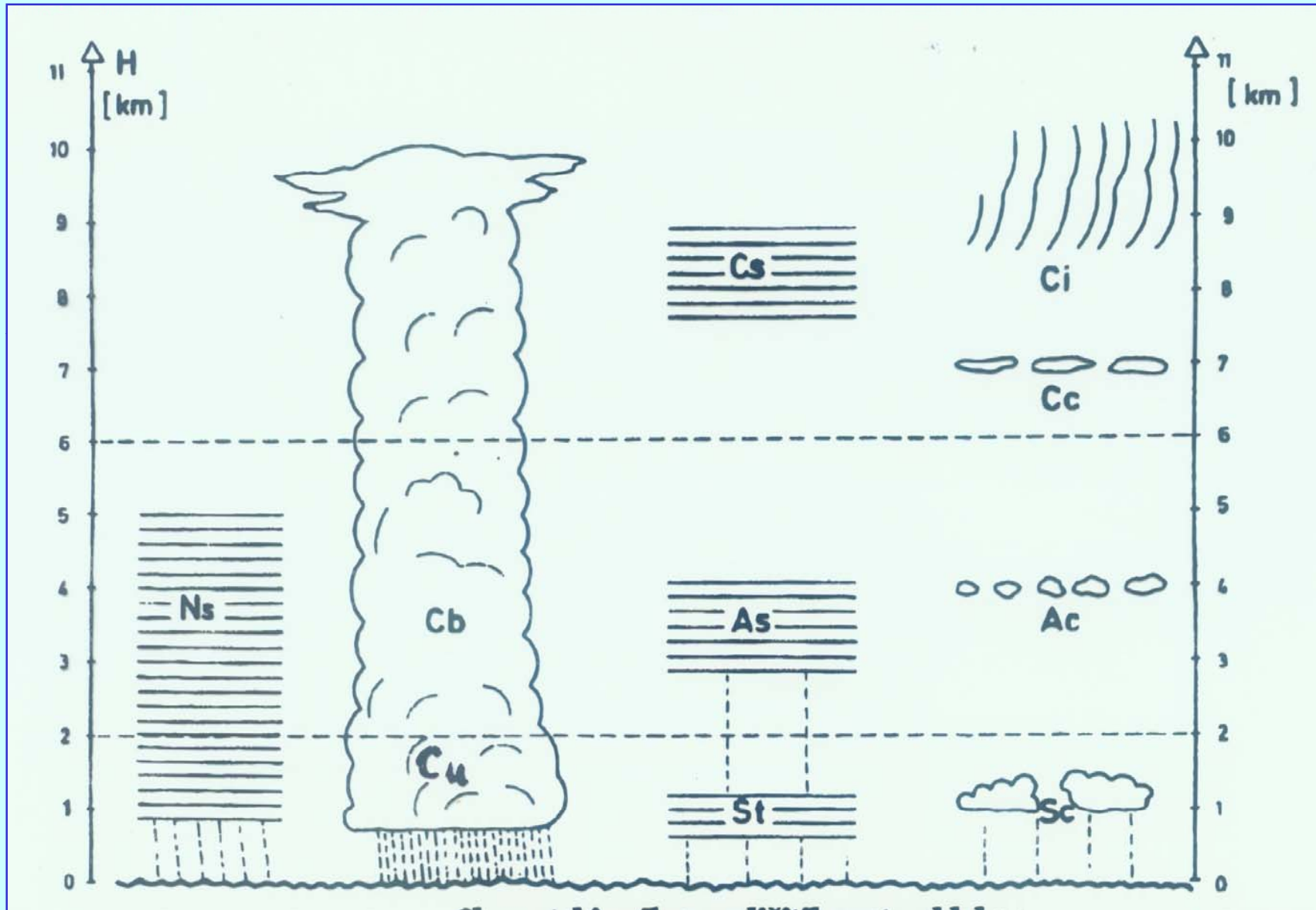
$$T_R = c_3 \cdot (\ln P_v - \ln c_1) / c_2 - (\ln P_v - \ln c_1)$$

kod $T > 0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\rightarrow c_2 = 17,1$; $c_3 = 234,2$; $c_1 = 6,11 \text{ mbar}$

Izračunato : $T_R \approx 16 \text{ }^\circ\text{C}$

$$H_K = (25 - 16) / 0,01 = 900 \text{ m}$$

Shematski prikaz vrsta oblaka



Nazivi i karakteristike 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

O B O R I N E

Oborina: bilo koji oblik kondenzirane i/ili sublimirane vodene pare iz zraka koji se pojavi na površini Zemlje u tekućem ili krutom stanju.

Oborina je talog vode iz atmosfere koji dopijeva na površinu Zemlje.

Oboriva voda (OV) - precipitable water:

- ukupna količina vode [mm] iznad nekog područja;
- postoji proporcionalan odnos između stvarno palih oborina i oborive vode

Metode za kvantitativnu procjenu mogućih oborina:

- na osnovu mjerenja vertikalne strukture atmosfere
(p - mbar, T - °C , S_v - gr/kg)
- bez mjerenja vertikalne strukture atmosfere
(podaci mjereni na površini, rosište T_R)

Za inženjersku praksu od primarnog su interesa oborine jakih intenziteta.

Vrste oborina

Prema mjestu postanka:

oborine formirane pri tlu i oborine formirane u oblaku;

Prema obliku:

rosa, inje, slana, izmaglica, rosulja, kiša, tuča, susnježica, snijeg;

Prema intenzitetu: *slabe kiše, kiše srednjeg intenziteta, jake kiše;*

Prema uvjetima koji izazivaju vertikalno kretanje zraka:

konvergentne, frontalne, orografske, konvekcijske oborine;

Formiranje oborina u oblaku - dva načina:

- proces kristalizacije podhlađenih čestica vode oko jezgri
- proces srastanja čestica vode do veličine kišnih kapi pri temperaturi većoj od 0° C

vodena para: molekule do 10 μ,

kapljice u početku kondenzacije u oblaku: 5-100 μ,

sitne kapi kiše (rosulja) 100-500 μ,

obična kap kiše ima dimenzije 500-7000 μ,

Kiša: oborina koja pada iz oblaka a na površinu dopiye u tekućem stanju;
podjela s obzirom na veličinu kapi i intenzitet kiše:

- *sipeća kiša (sitna kiša slabog intenziteta do 1 mm/h)*
- *frontalna kiša (malobrojne kapi Ø preko 0.5 mm, brzina 2-5 m/s, intenzitet 10-15 mm/h)*
- *pljuskovi (intenzivne oborine trajanja do 1 h, Ø preko 3 mm, intenzitet od 15-100 mm/h)*
- *snažni pljuskovi: brzina kapi kiše veća od 10 m/s*
- *olujni pljuskovi: kad brzina kapi kiše prijeđe 21 m/s .*

Rosulja: tekuća oborina iz oblaka, Ø kapi manji od 250 µ;

Izmaglica: tekuća oborina sitnih kapljica iz magle;

Susnježica: istovremeno padanje kiše i snijega iz oblaka ledenog sastava;

Snijeg: nastaje sublimacijom u oblacima kada je zrak zasićen parom i temperatura viša od $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$;

Solika ili krupa: bijela i neprozirna zrnca leda s zrakom, Ø zrna 2-5 mm, pada s kišom i snijegom

Zrnati snijeg ima sličnu strukturu kao krupa ali mu je \emptyset zrna oko 1 mm;

Ledene iglice (prizme) ili ljutina: nerazvijeni sitni kristali u obliku pločica ili štapića, padaju isključivo iz čisto ledenih oblaka (*polarni snijeg*);

Ledena zrnca: formiraju se sudarom podhlađenih kapljica vode s kristalima leda, u hladnom dijelu godine, \emptyset do 5 mm;

Sugradica: zrna su poluprozirna, \emptyset 2 do 5 mm, pada u toplom dijelu godine, često u okviru pljuskova s grmljavinom;

Tuča ili grad: kuglice ili grumena leda nepravilnog oblika, \emptyset zrna je od 5 do 50 mm (u Kini 1092. \emptyset od 21,5 cm i 4,5 kg), pada isključivo iz Cumulonimbusa u toplom dijelu godine, brzina padanja ovisna o krupnoći zrna (\emptyset 10 mm $v = 12$ m/s, \emptyset 20 mm $v = 16$ m/s, \emptyset 76 mm $v = 52$ m/s);

Poledica: kad pothlađene kapi kiše, rosulje ili izmaglice padnu na tlo i predmete čija je temperatura niža od $0\text{ }^{\circ}\text{C}$;

Mraz ili slana stvara se sublimacijom na tlu i predmetima pri temperaturama rosišta nižim od $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Pri temperaturi rosišta od oko $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ istovremeno se formira i rosa i mraz.

Međunarodni simboli oborina i drugih 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

MJERENJE OBORINA

Prema kontinuitetu mjerenja:

Stacionarna i ekspedicijska;

Prema zahvaćenoj površini:

u točki (stacionarna) i na površini (radarima i satelitima).

Kišomjeri:

- pluviometri ili ombrometri
- pluviografi ili ombrografi (automatski registratori).

Hellmannov tip kišomjera - standardni instrument - najčešće je u upotrebi;

Pluviometri mjere dnevnu oborinu (24 h);

redovno očitavanje u Hrvatskoj vrši se svaki dan u 7 h

na glavnim meteorološkim postajama mjerenja se vrše u 1, 7, 13 i 19 h.

Totalizatori služe za sakupljanje oborina u dužem vremenskom razdoblju.

vrste ombrografa:

- s plovkom;
- s posudom za prevrtanje (tipping bucket);
- na principu vage (nifograf).

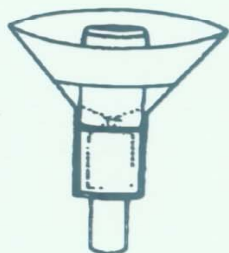
nove tehnologije: data logger, radari, sateliti.

intenziteti oborina: posebno važno za inž. praksu

TIPOVI KIŠOMJERA



28



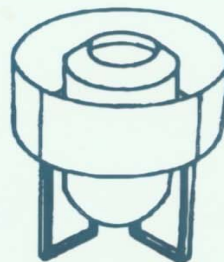
29



31



33



34



35



36



37



40



41



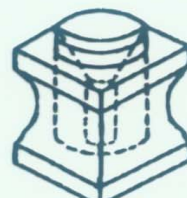
42



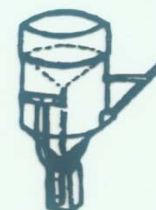
43



44



45



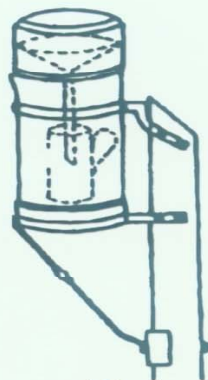
46



47



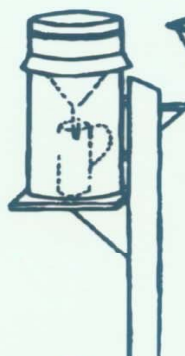
48



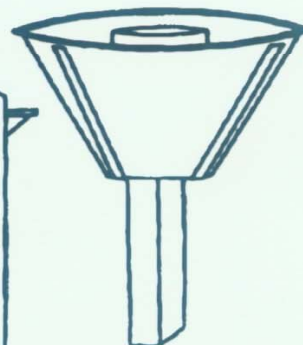
49



50



51



52

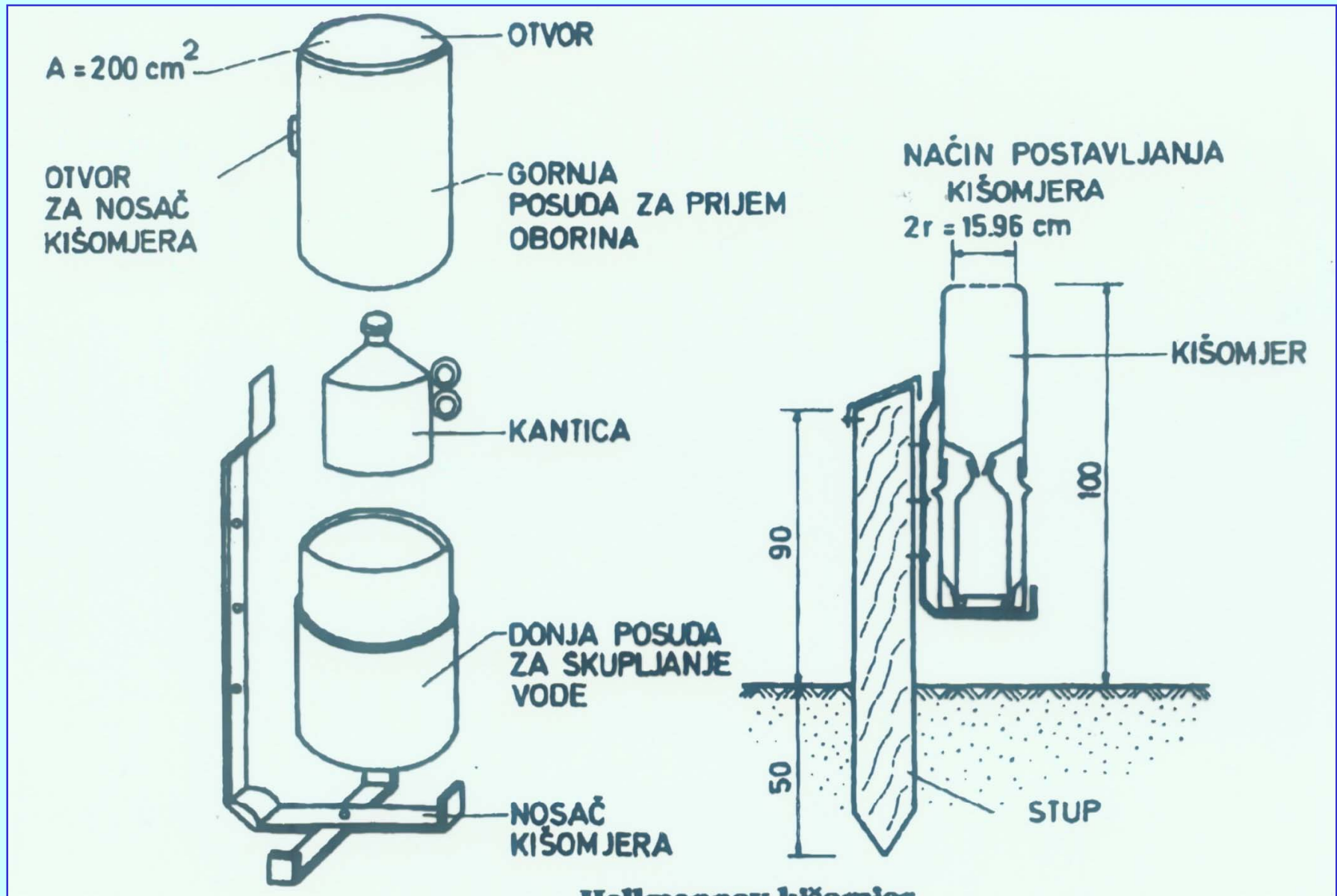


53

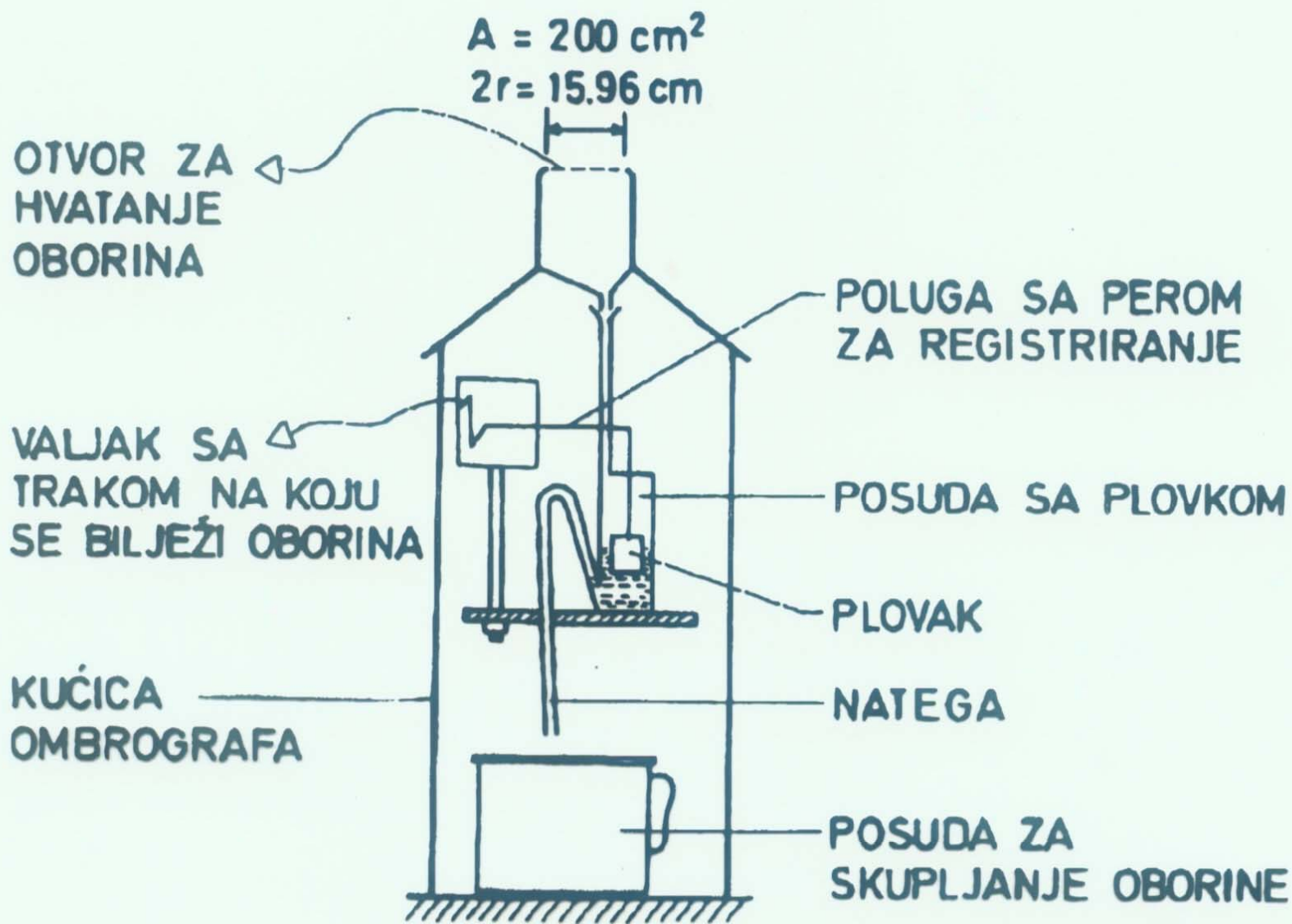


54

Hellmannov kišomjer



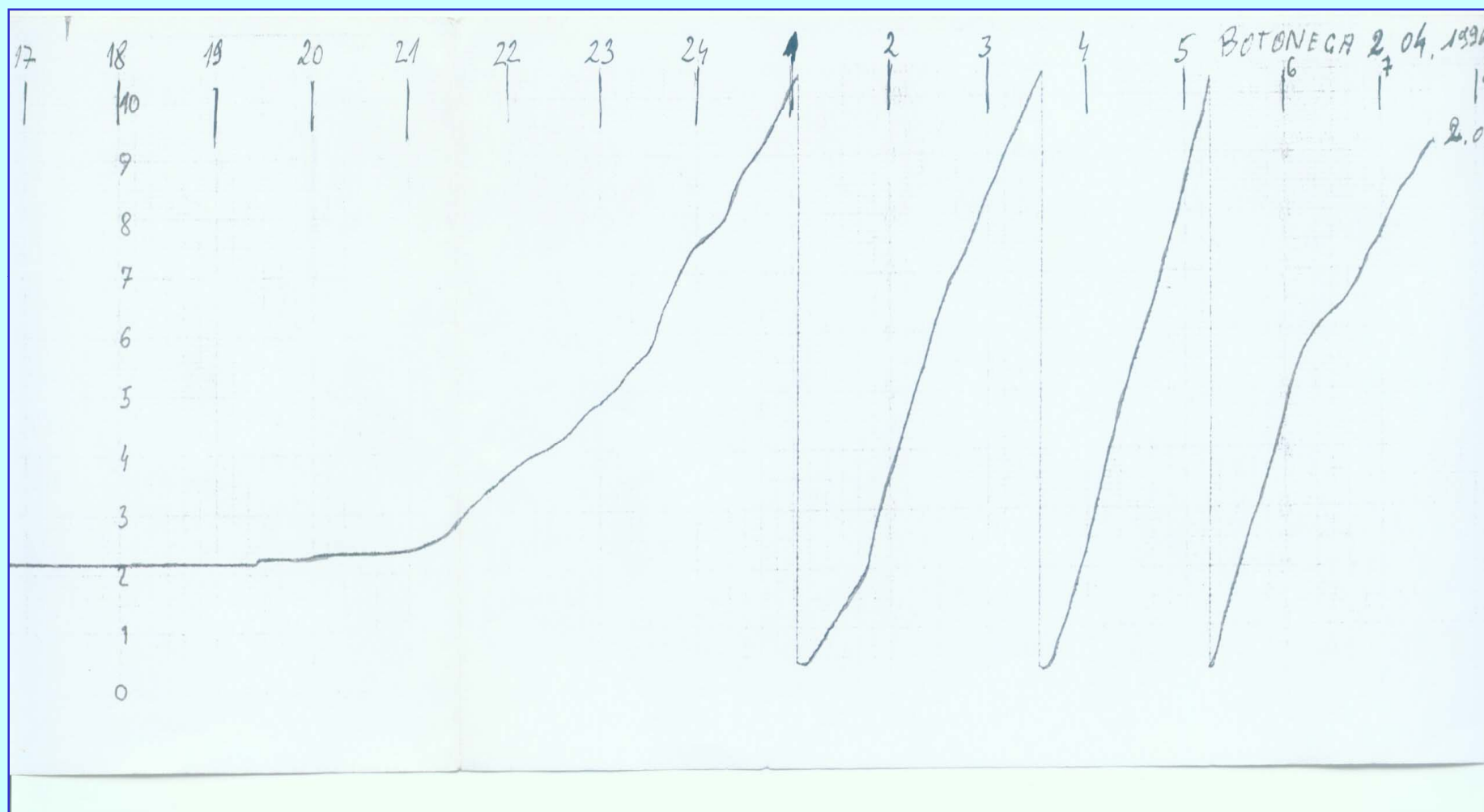
Shema Hellmannovog ombrografa (pluviografa)



OMBROGRAF



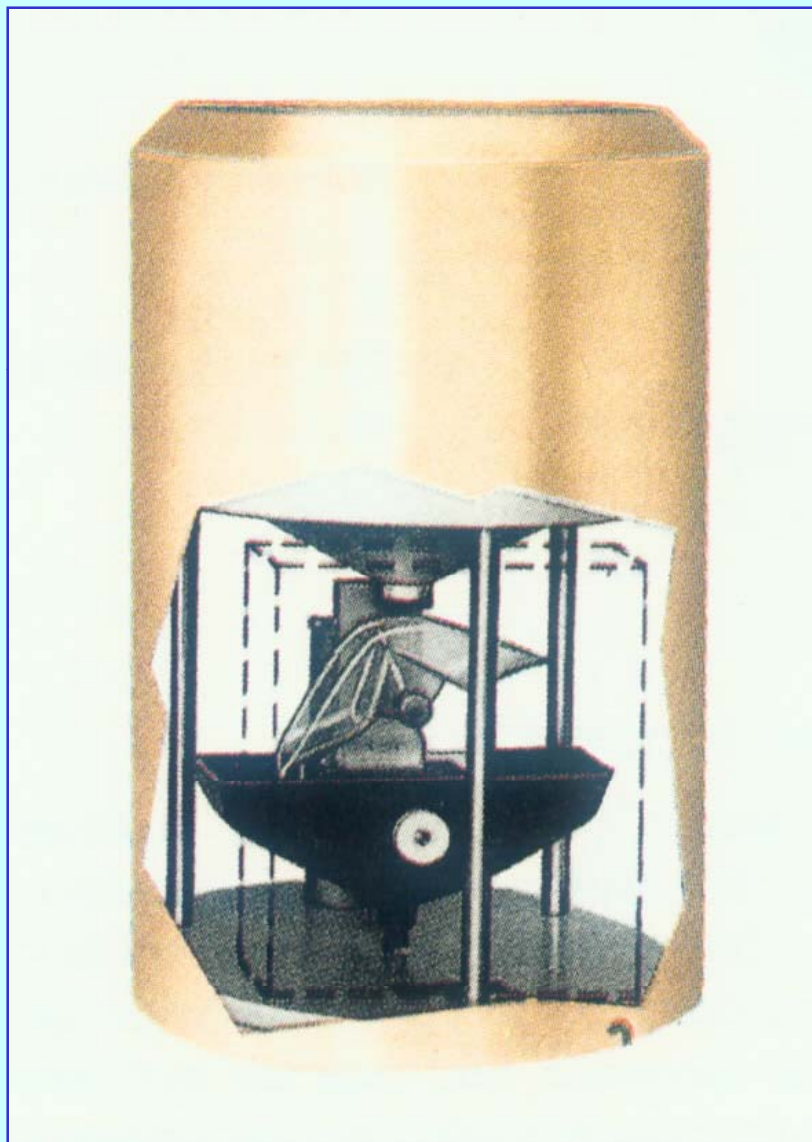
Primjer ombrografske trake



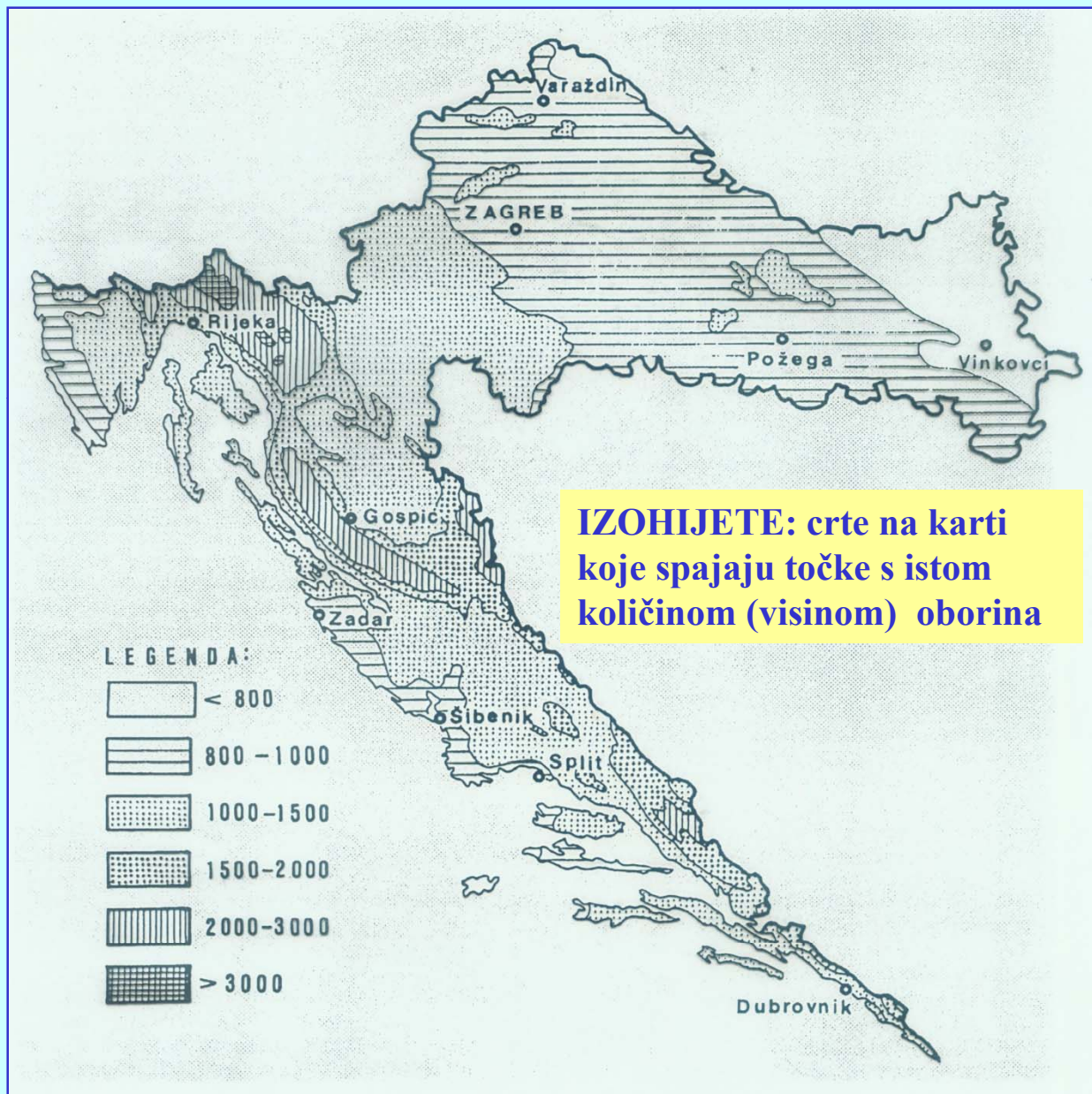
Ombrograf sa data logger_om



Tapping bucket rain gauge
(digitalni registrator oborine s posudama na klackalici)

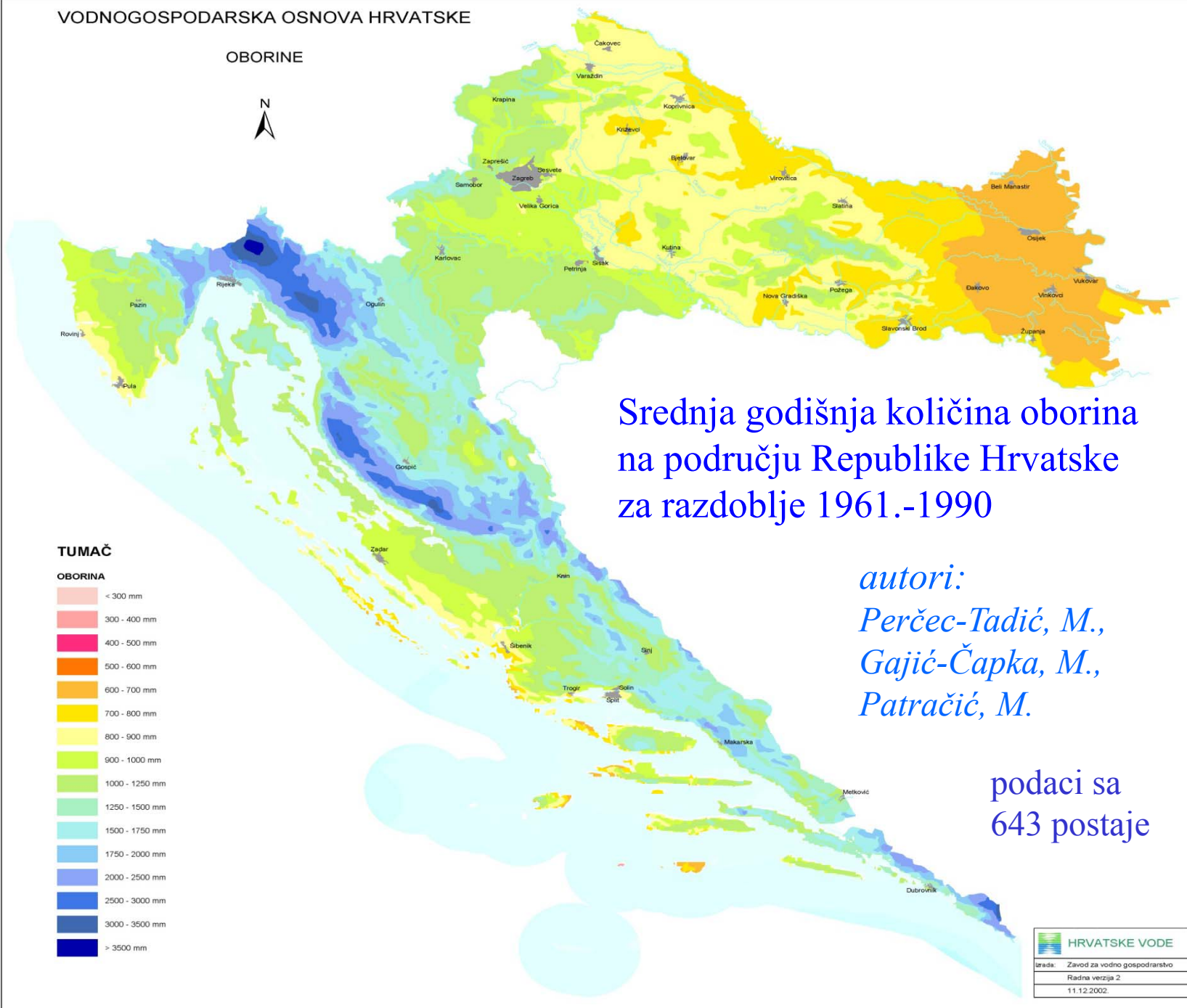


Srednje godišnje količine oborina u Hrvatskoj



VODNOGOSPODARSKA OSNOVA HRVATSKE

OBORINE



Srednja godišnja količina oborina
na području Republike Hrvatske
za razdoblje 1961.-1990

autori:
*Perčec-Tadić, M.,
Gajić-Čapka, M.,
Patračić, M.*

podaci sa
643 postaje

 HRVATSKE VODE

izdade: Zavod za vodno gospodarstvo
Radna verzija 2
11.12.2002.

Mjerenje snježnog pokrivača

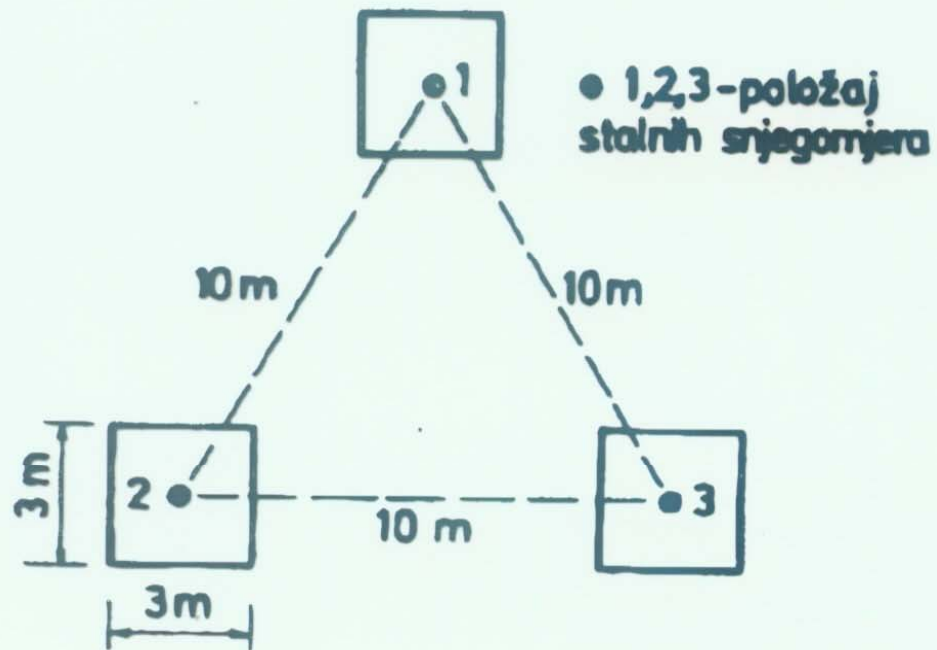
- za potrebe određivanja količine vode na slivu;
- mjeri se stacionarnim i ekspedicijskim metodama;
- visina snježnog pokrivača određuje se kao srednjak iz mjerenja na tri letve;
- čitanje jednom dnevno (obično ujutro u 7 h);
- mjeri se visina ukupnog snijega i posebno visina novog snijega palog u tijeku posljednjih 24 sata;

sadržaj vode u snijegu:

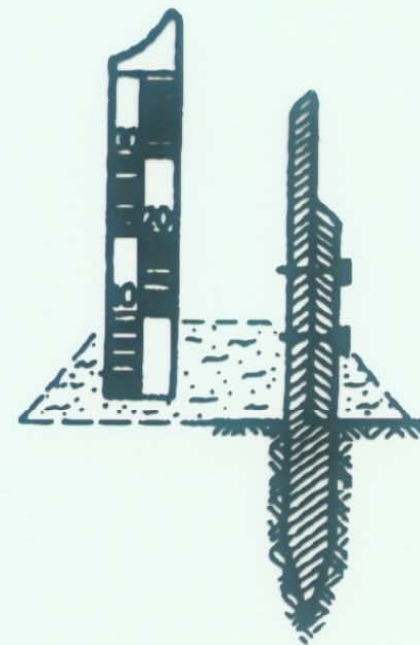
- određuje se pomoću Hellmannove vadicice – vaganjem;
- $\rho_s = 0.01$ do 0.15 t / m^3 [cca 10 do 150 l vode / m^3]
- kontinuirano mjerenje visine snijega pomoću posebnih senzora na principu ultrazvuka;
- masa snijega ili ekvivalent vode u snijegu se može mjeriti upotrebom radioaktivnih izotopa;

Mjerenje visine snijega

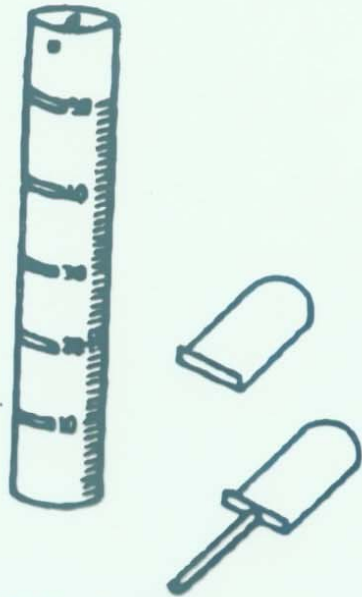
A MJESTA ZA MJERENJE VISINE SNIJEŽNOG POKRIVAČA



B STALNI SNJEGOMJER

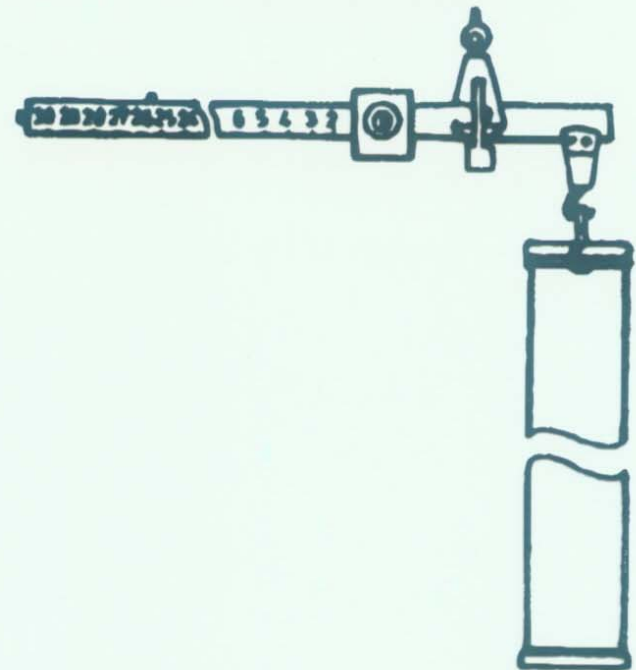


Hellmannova vadilica



Ⓒ HELLMANNOVA
VADILICA ZA VAĐENJE
UZORAKA SNJEGA

Ⓓ VAGA ZA MJERENJE
SNJEGA



Opazanje rose i mraza

drosometri - instrumenti za mjerenje rose;

princip rada: izlaganje rošenju suhe izvagane ploče izrađene od higroskopnog materijala, mjerenje težine mjerne ploče izvrši se prije izlaska sunca kako bi se izbjegla evaporacija;

za potrebe poljoprivrede razvijen je posebni način **mjerenja rose** baziran na mjerenju ukupne količine rose **tehnikom upijanja** (bugačice), vrši se vaganje filter papira prije i poslije upijanja kapljica rose sa listova vegetacije;

opazanja krutih oborina nastalih pri tlu (mraza,inja) uključuje mjerenja dimenzija i težine ledenog depozita i vizualno opisivanje njihove pojave

Mjerenje oborina pomoću radara

Radari omogućuju opažanje lokalnih gibanja oborinskih epizoda (*za predviđanje poplava na malim slivovima*);

Mjerenje količine oborina radarima zasnovano je na činjenici da postoji statističko-proporcionalni odnos između intenziteta oborina i odbijenog signala od zrnaca leda ili tekućih kapljica oborina.

(Z-R odnos, Z - faktor refleksije, R - intenzitet oborine u mm/h)

Prema WMO (1971) mjerenje radarima na udaljenosti većoj od 45 km daju rezultate čija točnost odgovara točnosti mjerenja sa jednim klasičnim kišomjerom na površini od 200 do 600 km².

Mjerenje oborina pomoću satelita

- **Satelitima** je moguće kontinuirano pratiti kretanje oblačnih sustava i na bazi te informacije procjenjivati moguću količinu oborina palu na neku površinu; (točnost procjene zavisi o mogućoj kalibraciji);
- važno je za globalne procjene oborina (85 % površine Zemlje nije pokriveno s dovoljnim brojem mjernih uređaja);
- **princip rada:** detekcija i praćenje valnih dužina vidljivog i toplinskog zračenja (*infracrvenog*), stvaranje i digitaliziranje slike na osnovu primljene radijacije;
- **radijacija vidljivog spektra** - vezano s *albedom* s površina koje imaju snažna reflektivna svojstva, jasnoća slike ovisi o karakteristikama materije s koje se reflektira svjetlo; (visoka jasnoća slike - velika debljina oblaka);
- **toplinsko zračenje** ovisi o temperaturi tijela (niska temperatura - visoki vrh i velika debljina oblaka);
- Satelitska mjerenja oborina trebaju se koristiti zajedno sa radarskim i onim vršenim kišomjerima (kalibracija);
- **kalibriranje** satelitskih opažanja je neophodno, a konačni rezultat predstavlja samo vjerojatnost pojave oborina;
- **korištenje satelita za površine od oko 1000 do 10000 km²**