OBORINE

OBORINE

- **Oborina** ili **padalina** je tekući ili čvrsti proizvod kondenzacije vodene pare koji pada iz oblaka ili se iz zraka taloži na tlo
- **Horizontalne** oborine se pojavljuju u obliku inja, mraza, magle i rose

- nisu zanimljive za otjecanje u vodotocima, ali u određenim uvjetima mogu biti zanimljive za vodoopskrbu

Vertikalne oborine

- Pojavljuju se u obliku kiše, snijega i tuče
- Prema intenzitetu kiša se dijeli na:

- slaba kiša : satni intenzitet do 2,5mm
- umjerena kiša : intenzitet od 2,5 do 8mm/sat
- jaka kiša : intenzitet preko 8mm/sat

- Tuča se dijeli na dvije vrste:

- mala tuča : promjer zrna do 5mm
- tuča: promjer zrna preko 5mm

- **Poledica** je zamrznuta oborina koja nastaje kada kiša pada na tlo čija je temperatura ispod ledišta
- **Susnježica** nastaje kada se kapi kiše prolazeći kroz hladan zrak smrzavaju i pretvaraju u led, a na tlo padaju kao vlažne ledene kuglice promjer 1 do 4 mm.
- **Snijeg** – ovisno o gustoći snijega nastaju i različite količine oborine; obično 1cm palog svježeg snijega daje 0,5-2,0 mm tekuće oborine – u praktičnim se proračunim to zaokružuje na 1mm

Količina oborine ovisi o:

- *utjecaju nadmorske visine* – veća nadmorska visina rezultira manjom količinom oborina
- *utjecaju zemljopisne širine* – veća zemljopisna širina, manja količina oborina
- *utjecaju reljefa* – npr. u planinskim predjelima zbog hlađenja zračnih masa bogatih vlagom dolazi do povećanja količina oborina
- *utjecaju šuma* – uglavnom ima utjecaj na veliko prostranstvo šume
- *utjecaju velikih gradova* – jaka industrijalizacija rezultira 10-12 % većom količinom oborine, nego na slobodnoj površini

- Na pojavu oborina utječu procesi u atmosferi, pri čemu bitnu uogu imaju tlak, temperatura, gustoća i vlažnost zraka, kao i njegovo relativno kretanje u odnosu na površinu Zemlje.
- Glavni pokretač tih procesa je energija koja dolazi sa Sunca. Razlike i promjene u dotoku energije na različitim dijelovima Zemlje izazivaju atmosfersku cirkulaciju kojom se obavlja prijenos topline, vlage i krutih čestica kroz atmosferu

Tipovi oborina

- Prema uvjetima vertikalnog kretanja zračnih masa, oborine dijelimo:

1. **Ciklonske oborine** – nastaju kao posljedica snažnih vrtložnih strujanja u atmosferi; olujna su karaktera i velika intenziteta
2. **Konvektivne oborine** – nastaju podizanjem toploga zraka bogatog vlagom iznad Zemlje. Uslijed hlađenja dolazi do kondenzacije i stvaranja oborina. Njihov je glavni pokretač insolacija sa Sunca i radijacija sa Zemlje. Mogu biti većeg intenziteta od ciklonskih.
3. **Orografske oborine** – nastaju podizanjem topla zraka uz planinske zapreke. Redovito su jače na uzlaznoj nego na silaznoj strani planine.

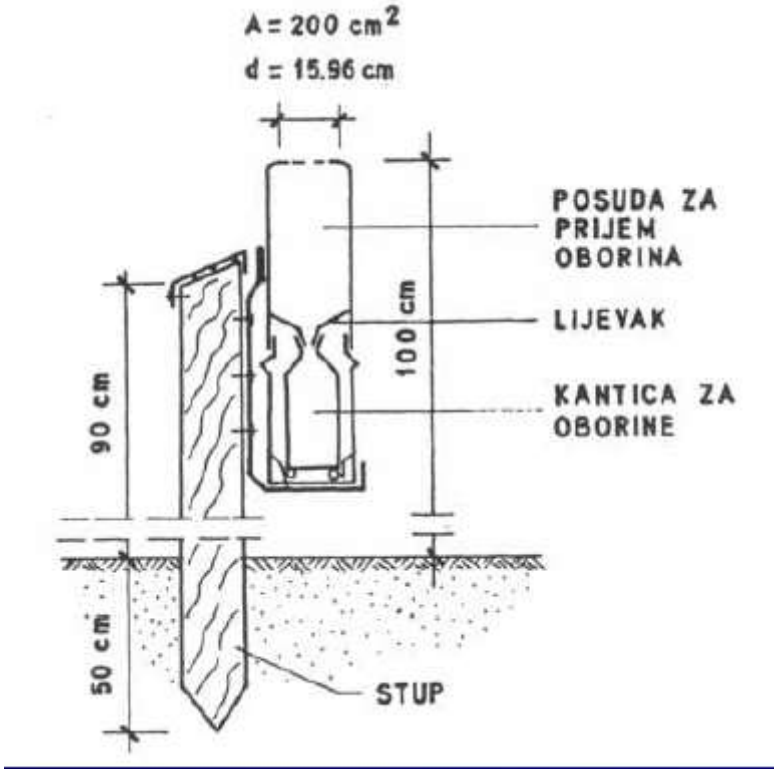
Za inženjersku praksu od primarnog je značenja prostorna i vremenska rasprostranjenost oborina, a posebno jakih kiša.

Mjerenje oborina

- Količina izmjerene oborine koja padne na tlo iskazuje se u (mm) koji zapravo predstavljaju litre na četvorni metar (l/m^2)
- Glavni instrumenti za mjerenje oborina su: **kišomjer, ombrograf** ili **pluviograf** i **totalizator**

Kišomjer

- Opći naziv za bilo koji uređaj kojim se mjeri količina pale oborine
- U užem smislu- uređaj za mjerenje dnevne količine oborina
- Oborina se mjeri jedanput dnevno- ujutro u 7 sati izmjeri se količina od prethodnog dana
- Dijelovi: lijevak, posuda za oborinu i menzura za mjerenje oborine
- Shematski prikaz Hellmannova kišomjera

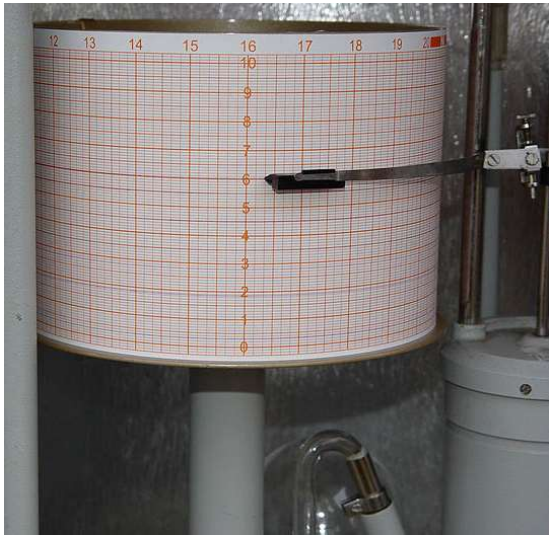


Ombrograf je zajednički naziv za instrumente koji bilježe količinu i trajanje tekuće i krute oborine. Za bilježenje tekuće oborine rabi se pluviograf, a za krute nifograf. U praksi se pod pojmom ombrograf podrazumijeva instrument za mjerenje tekuće oborine, odnosno pluviograf

- Hellmannov tip ombrografa **(pluviograf)**

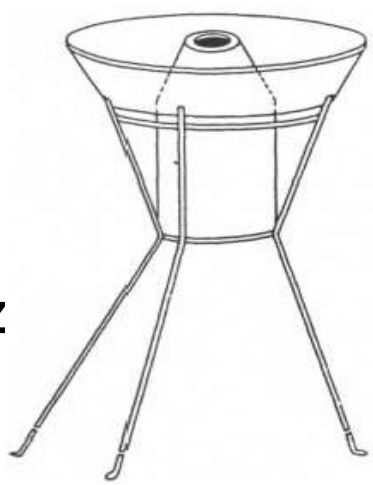


- Pluviografska traka



Totalizator – za mjerenje oborine u nepristupačnim, naročito planinskim krajevima

- Prazni se svaka tri mjeseca do godinu dana
- U rezervoaru se nalaz parafinsko ulje za zaštitu od isparavanja, a protiv smrzavanja se može staviti klor-kalcij

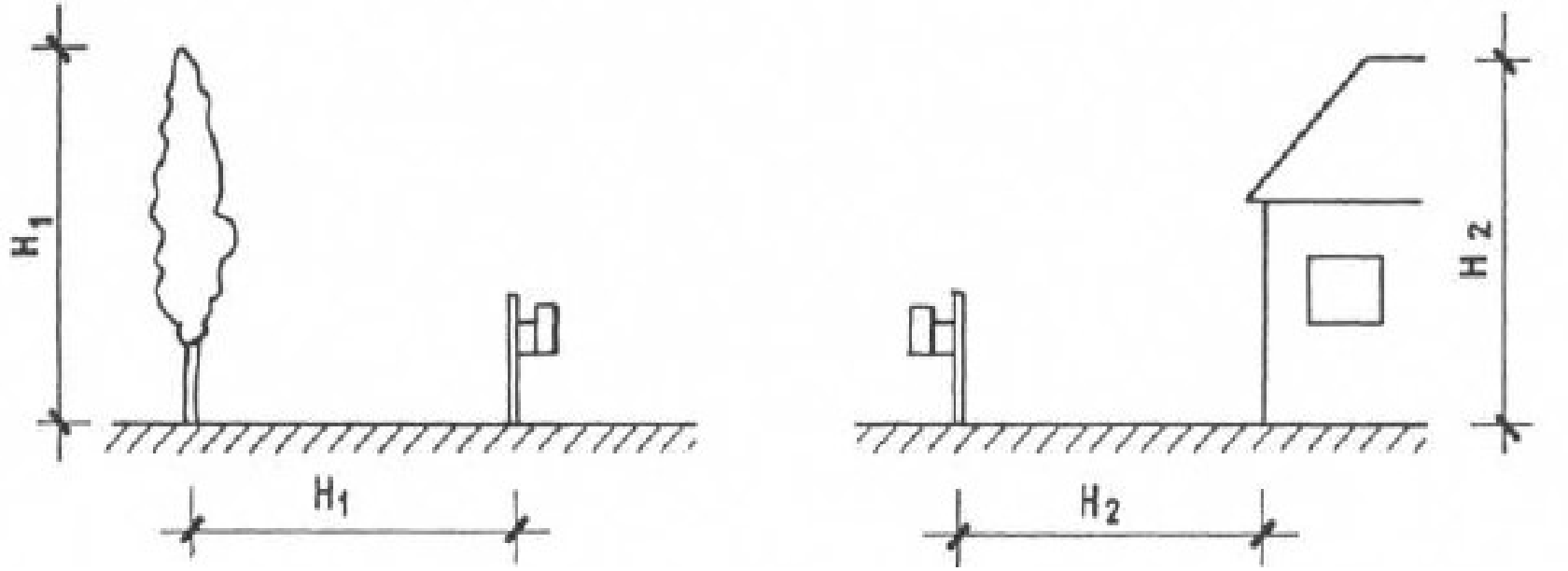




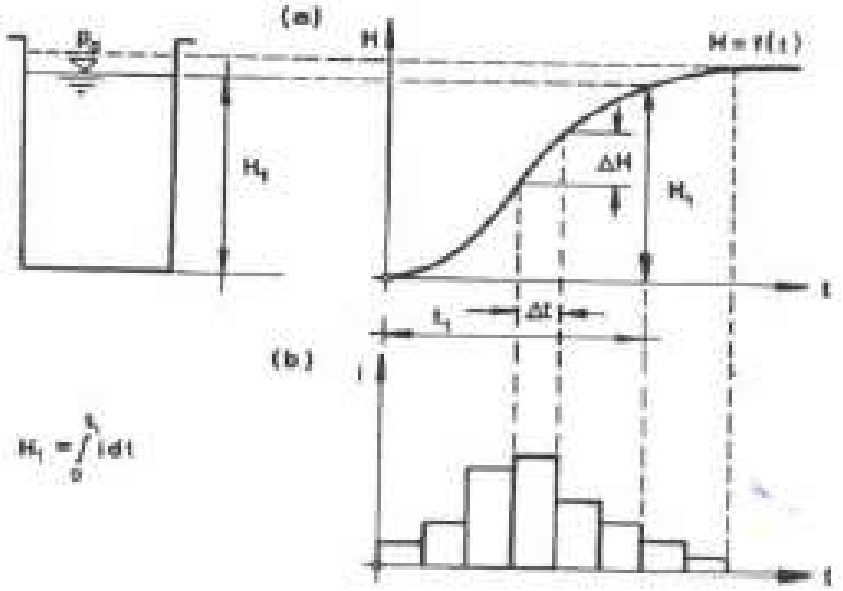
Pogreške pri mjerenju oborine

- Slučajne (povremene) pogreške – redovito se odnosi na motritelja i ona se obično ne ponavlja tako da nije od velike opasnosti za rezultate mjerenja oborina
- Sustavne (stalne) pogreške – mnogo su opasnije jer se zbrajaju, pa godišnje mogu predstavljati značajne količine oborina

Potrebna udaljenost kišomjera od zapreke



Sumarna krivulja pale oborina (a) i hijetogram (b)



Određivanje srednje količine oborine na slivu

- **Količina oborine na slivu** V_A je umnožak površine sliva A i srednje visine oborine P koja padne na sliv. Površina sliva A je u (km^2), a količina oborine P u (mm), pa je volumen kiše V_A:
  - $V_A = A * 10^6 * P * 10^{-3}$
  - $V_A = A * P * 10^3 \ (m^3)$
- **Intenzitet oborine i** definira se kao kvocijent količine oborine P u određenom vremenu t:
  - $i = dP / dt \ ; \ i = P/t$
- Za intenzitet oborine koriste se slijedeće jedinice (mm/min), (mm/sat) i (mm/dan)

Metode za određivanje srednje visine oborina na slivu

- Metoda aritmetičke sredine
- Metoda Thiessenovih poligona
- Metoda izohijeta
- Hipsometrijska metoda

Metoda aritmetičke sredine

- ako na slivu postoji više (n) stanica za mjerenje oborina, veličina prosječne oborine na slivu P dobije se kao prosjek količina oborina svih stanica na tom slivu

- $$P = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i}{n}$$

- Metoda aritmetičke sredine primjenjuje se samo pod sljedećim uvjetima:
- slivna površina prekrivena je gustom mrežom postaja koje su uniformno raspoređene u prostoru
- slivna površina relativno je ravna, bez prevelikih promjena u konfiguraciji terena.

Thiessen-ovi poligoni

- Prikladna je za određivanje srednje oborine na slivu u slučaju nejednoliko raspoređenih postaja pri čemu se definira utjecajna površina za svaku postaju
- Postupak se sastoji od spajanja susjednih postaja pravcima u vidu pomoćnih linija
- Konstruiranjem simetrala tih pomoćnih linija formira se mreža zatvorenih poligona
- Oko svake postaje formira se po jedan poligon određene površine
- Površine svakog poligona se koriste za određivanje težinskog koeficijenta za svaku postaju

Thiessen-ov težinski koeficijent za i-tu postaju

Površina Thiessenovog poligona za i-tu postaju

$$\omega_i = \frac{A_i}{A}$$

Površina sliva

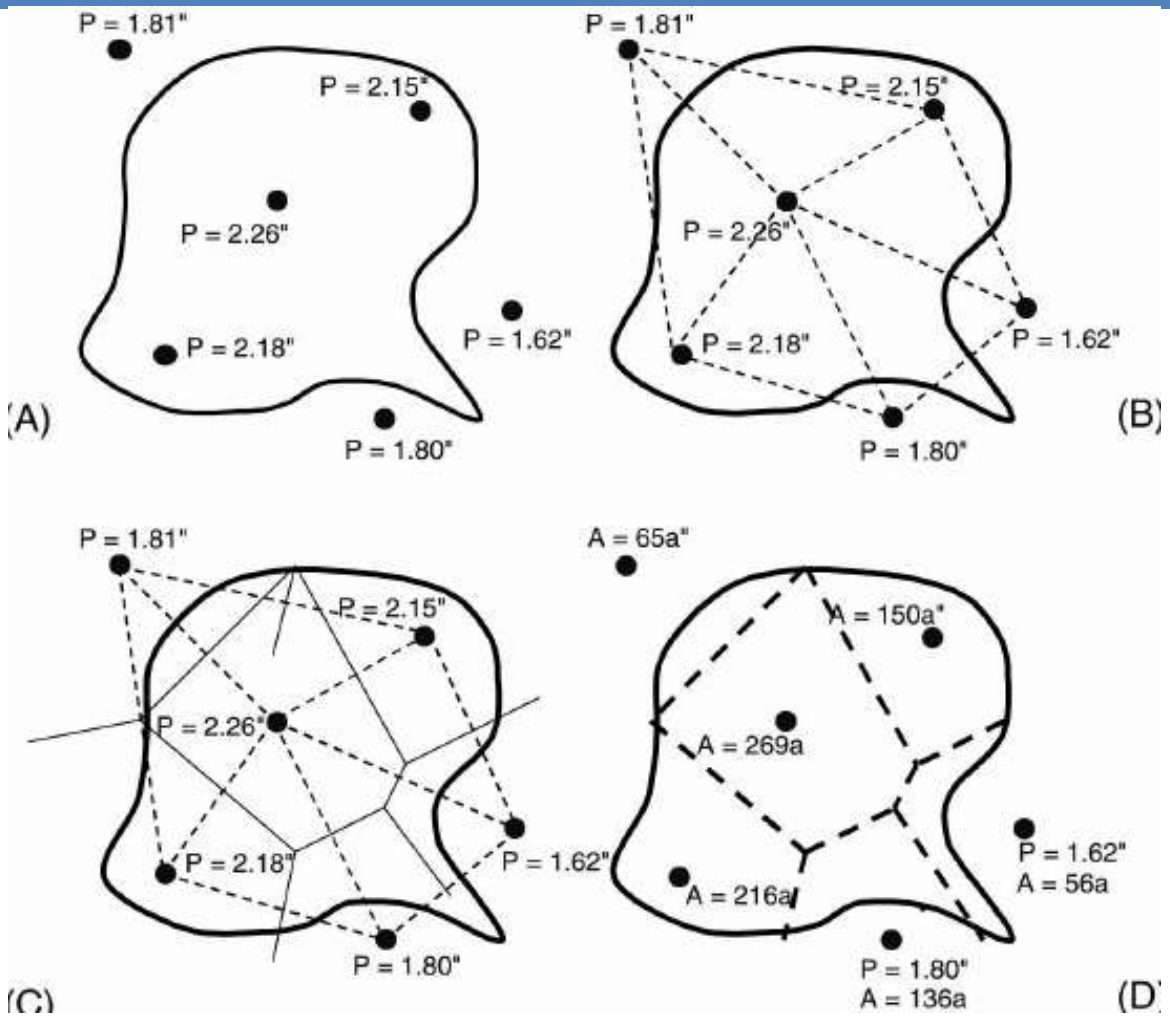
Prosječna visina oborina izmjerena na i-toj postaji

Prosječna visina oborina u slivu

$$P = \sum_{i=1}^{n} \frac{A_i \cdot P_i}{A} = \sum_{I=1}^{n} \omega_i \cdot P_i$$

n-ukupan broj postaja

Thiessen-ovi poligoni



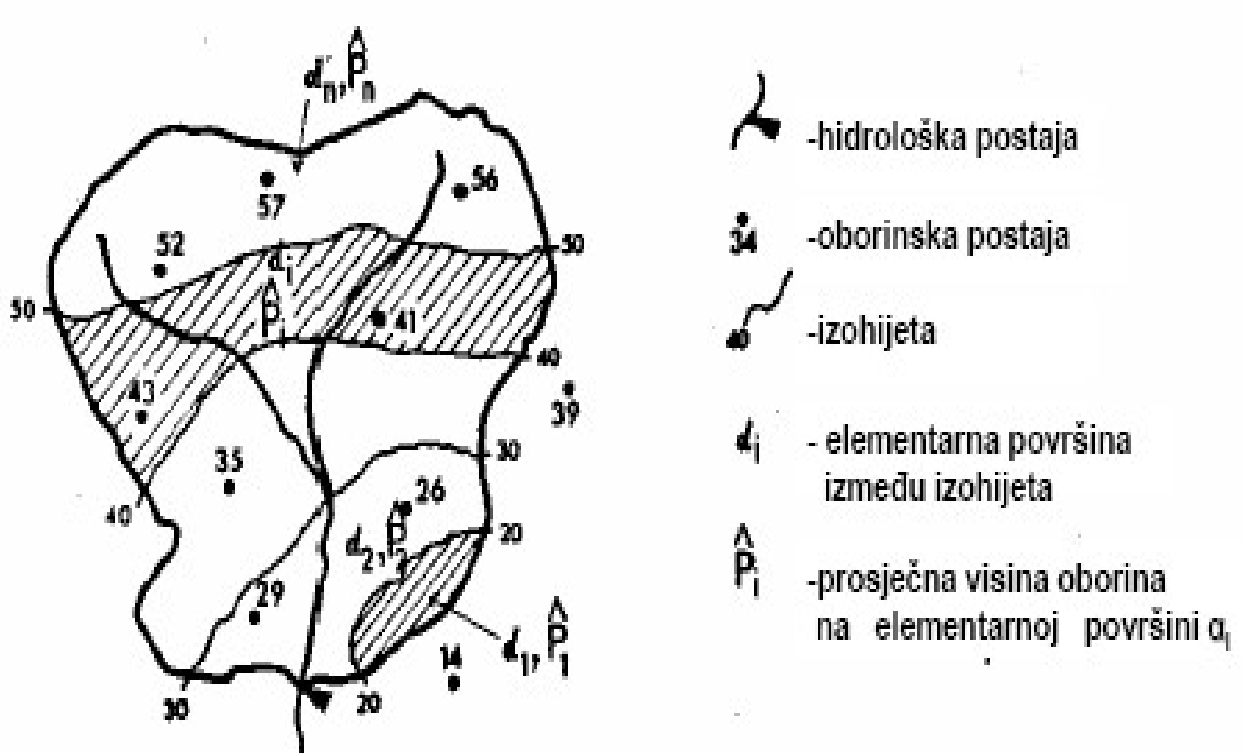
Metoda izohijeta

- Ova se metoda smatra jednom od najtočnijih, unatoč činjenici da je subjektivna i ovisi o vještini spesijaliste, njegovog iskustva i poznavanja režima oborina područja u kojem se nalazi analizirani sliv.

$$P = \frac{1}{A}\sum_{1}^{n}\frac{P_i + P_{i+1}}{2}A_i$$

P-srednja oborina na slivu
Ai- dio površine ograničen dvijema izohijetema
Pi – srednja visina oborina koja odgovara površini Ai
N- ukupan broj elementarnih površina Ai
A- ukupna površina sliva

Primjena metode izohijeta



Hipsometrijska metoda

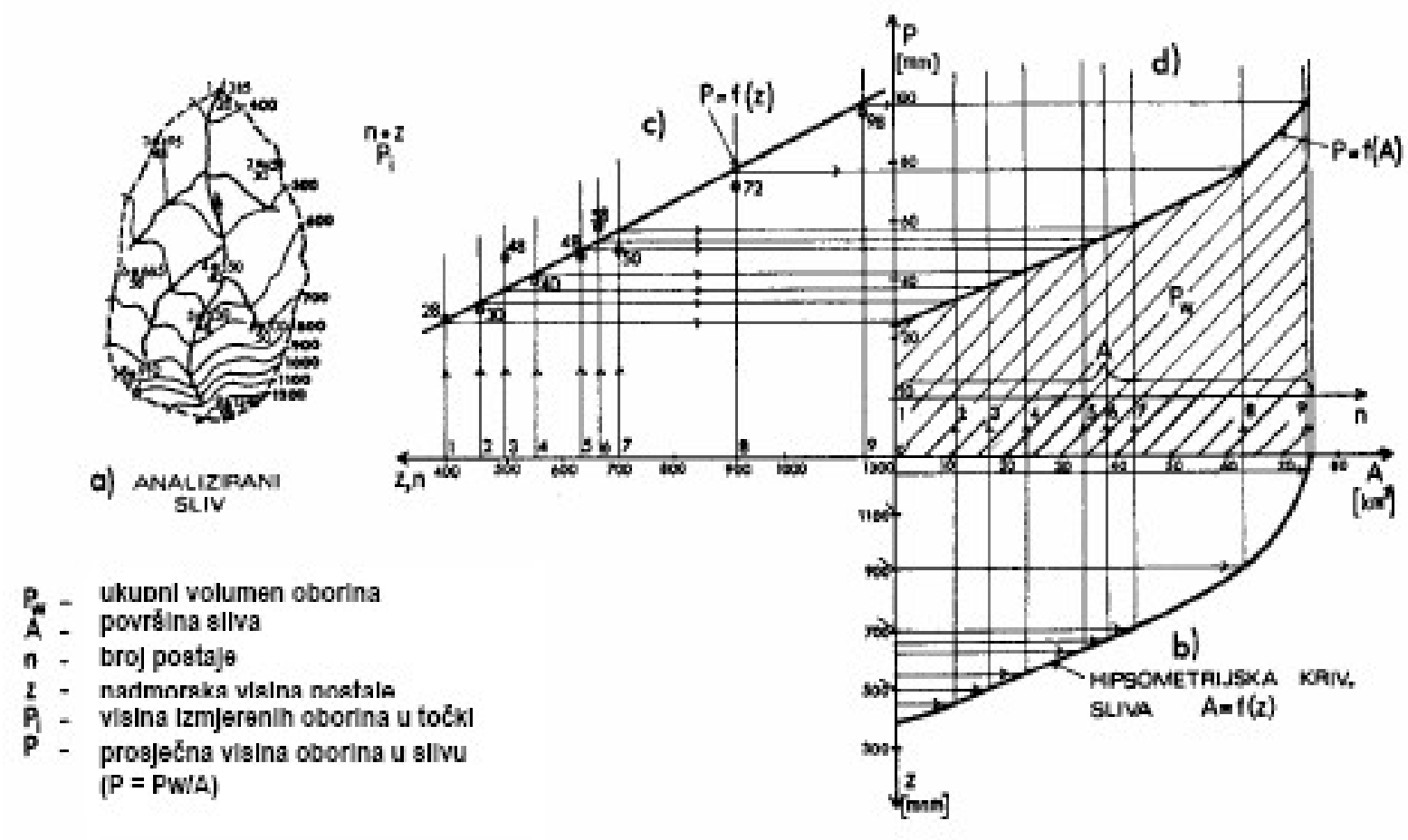
- Posebno je namijenjena za analizu oborina u planinskim područjima.
- Hipsometrijska metoda koristi se kada se **visina oborine mijenja s nadmorskom visinom.**
- Sliv se podijeli na **visinske zone** prema nadmorskoj visini.
- Sastoji se u slijedećem:

- Na karti pogodnog mjerila označi se sliv te se označe: izohipse, lokacije postaja, redni broj postaje i visina oborine za pojedinu postaju; slika pod a)
- Konstruira se hipsometrijska krivulja A=f(z); slika kvadrant b)
- Nanose se visine oborina za svaku postaju u funkciji nadmorske visine i kroz nanijete točke povlači se krivulja p=f(z); slika kvadrant c)

- Na osnovu hipsometrijske krivulje i krivulje oborina dane u funkciji nadmorske visine konstruiraju se krivulje visine oborina u funkciji površine sliva P=f(A); slika kvadrant d)
- određuje se površina ispod krivulje P=f(A), koja predstavlja ukupni volumen vode – Pw pale na sliv u određenom vremenskom razdoblju
- Srednja visina oborina P na slivu je:

$$\mathbf{P=Pw/A}$$

Određivanje volumena i prosječne visine oborina u slivu primjenom hipsometrijske metode



14. Usporedba metoda

Aritmetička sredina – najjednostavnija.

Thiessen – uključuje površinske pondere.

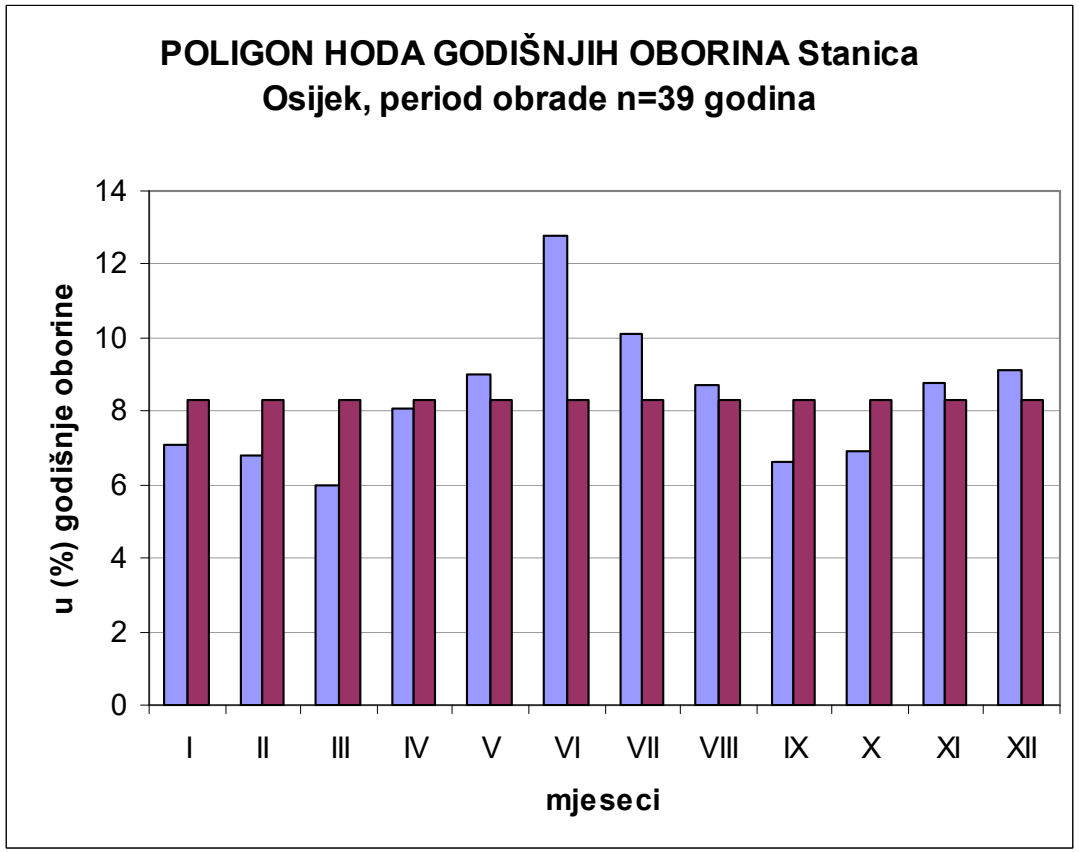
Izohijete – uključuju prostorni raspored oborine.

Hipsometrijska metoda - srednja oborina na cijelom slivu dobiva se ponderiranjem oborine prema površini pojedinih visinskih zona

Izbor metode ovisi o gustoći mreže postaja, reljefu i svrsi proračuna.

Godišnji hod oborine

- **Na meteorološkim se stanicama redovito mjere dnevne količine oborine, a kod postaja opremljenih suvremenim mjernim instrumentarijem oborine se mjere kontinuirano za satne, pa i minutne vremenske intervale. Zbrajanjem dnevnih količina oborine po mjesecima dobiju se ukupne mjesečne količine, a njihovim zbrajanjem godišnje količine. Niz od 12 mjesečnih količina daje godišnji hod mjesečnih oborina. Ako ga se računa kao prosjek iz dugogodišnjih mjerenja , onda je to godišnji hod srednjih mjesečnih oborina**


POLIGON HODA GODIŠNJIH OBORINA Stanica
Osijek, period obrade n=39 godina
u (%) godišnje oborine
14
12
10
8
6
4
2
0
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI
XII
mjeseci

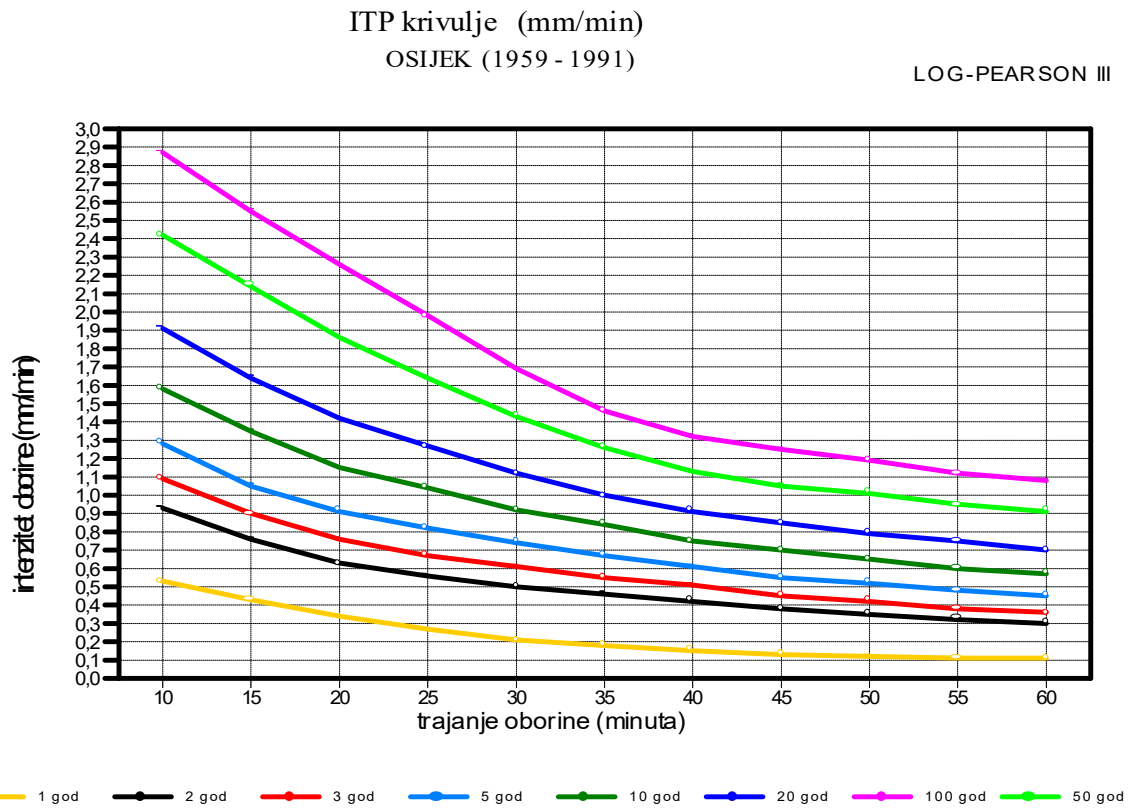
ITP krivulje

- **Intenzitet oborine-trajanje oborine-ponavljanje oborine**
- **ITP krivulja** je krivulja koja prikazuje vjerojatnost pojavljivanja različitih intenziteta oborine za različita trajanja oborina na danoj lokaciji.
- ITP krivulje predstavljaju familiju krivulja u kojoj svaka krivulja ima odgovarajuće povratno razdoblje, na apscisi je trajanje kiše (skala od 5min do 24 sata), a na ordinati intezitet kiše
- Intenzitet oborine za ITP krivulju je definiran:

$$i = a\, t_k^{1-n}$$

gdje je i (mm/min) intenzitet oborine, t_k (min)-trajanje kiše, a i n su parametri koji se određuju po metodi najmanjih kvadrata.

ITP krivulje



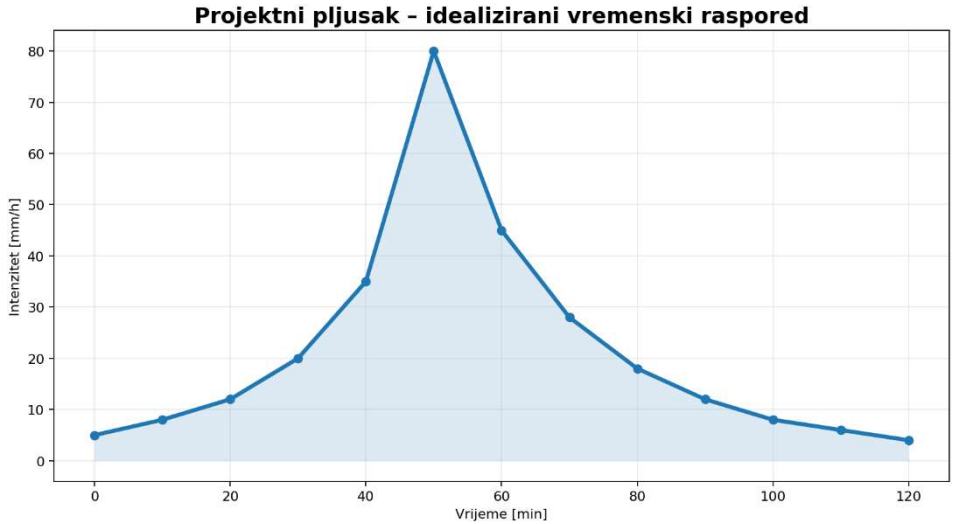
Projektni pljusak

Projektni pljusak je idealizirani oborinski događaj koji se koristi za proračun hidrološkog odziva.

Definira se intenzitetom, trajanjem i odabranim povratnim razdobljem.

Može se zadati kao konstantni ili vremenski promjenjivi intenzitet.

Za realniji proračun koristi se raspored intenziteta kroz vrijeme.



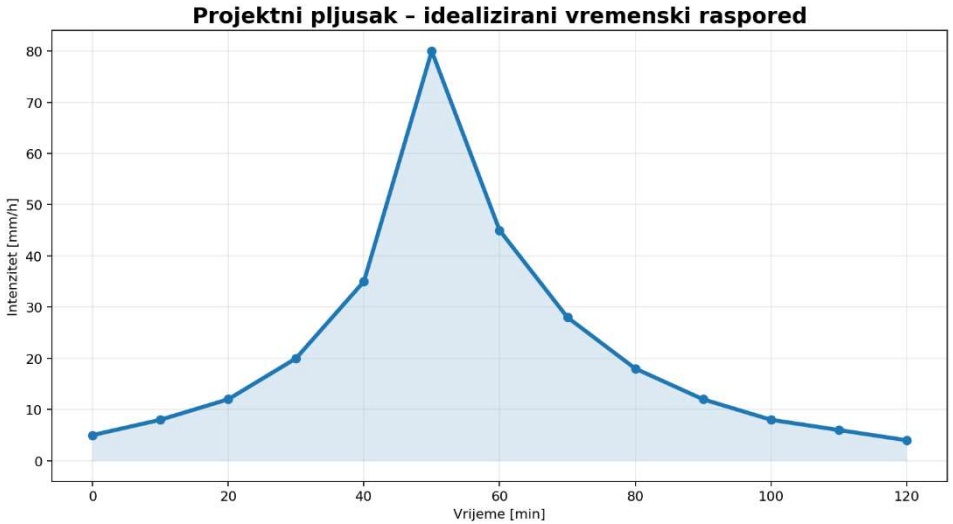
Hijetogram projektnog pljuska

Hijetogram prikazuje kako se intenzitet oborine mijenja tijekom događaja.

Vrhunac pljuska može biti u sredini ili pomaknut prema početku/kraju.

Raspored utječe na vršni protok i volumen otjecanja.

Kod složenijih metoda koristi se regionalna analiza jakih oborina.



Od ITP-a do projektnog pljuska

1. Odabrati povratno razdoblje T.
2. Odabrati trajanje oborine t.
3. Iz ITP relacije odrediti intenzitet ili ukupnu visinu.
4. Rasporediti oborinu kroz vrijeme i dobiti projektni hijetogram.
5. Unijeti pljusak u hidrološki model ili proračun.

Primjena u građevinarstvu

dimenzioniranje oborinske kanalizacije

propusti, mostovi i cestovna odvodnja

retencijski i infiltracijski sustavi

urbana odvodnja i zaštita od bujičnih poplava

hidrološki modeli i analiza rizika