



UNIVERZITET U TUZLI
RUDARSKO-GEOLOŠKO-GRAĐEVINSKI FAKULTET



HIDROLOGIJA

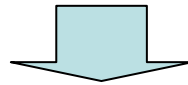
Prof. dr. sc. NEDIM SULJIĆ, dipl.ing.građ.

RIJEKE I RIJEČNI SLIVovi

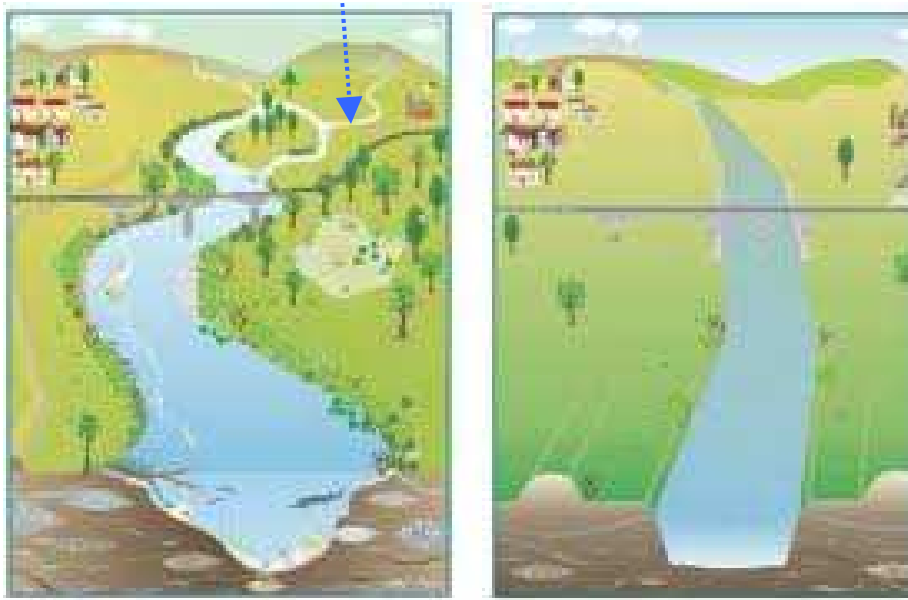
HIDROGRAFSKA MREŽA, RIJEČNI SISTEMI, GLAVNE RIJEKE I PRITOKe

- **P** iz atmosfere → uticaj gravitacije → ka nižim terenima → nastaju vodotoci
- **P** i izvori **PV** ne formiraju odmah velike vodotoke → male struje → potoci → rijeke
- Sistem stalnih vodotoka → **RIJEČNA MREŽA** → uslovna kvalifikacija
↓
neki autori → riječna mreža samo one rijeke koje su na kartama krupnije **R**
- Riječna mreža f-ja pružanja padova terena → ulivaju se u jezera i mora
- **RIJEČNI SISTEM** ↔ skup rijeka koje se ulivaju u glavnu rijeku
- Riječni sistem → glavna rijeka, niz pritoka glavne rijeke i pritoke njihovih pritoka

- PRITOKE PRVOG REDA** = rijeke koje se ulivaju direktno u glavnu rijeku
- PRITOKE DRUGOG REDA** = rijeke koje se ulivaju u pritoke prvog reda itd.



rasprostranjena kvalifikacija u hidrološkoj praksi

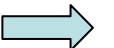


Šema glavne rijeke i pritoka



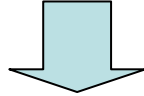
Rijeka Sava

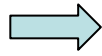
IZVORI I UŠĆA RIJEKA

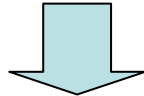
- **IZVOR**  mjesto gdje počinje riječni tok
- **POČETAK RIJEKE**  izvor iz podzemlja, jezera, lednika ili močvara
- **RIJEKA NASTALA OD DVIJE RIJEKE**  spajanje rijeka = početak nove rijeke
- U hidrološkoj praksi  postoje dvije dužine rijeka:
 1. **L** rijeke od najudaljenijeg izvora
 2. **L** date rijeke
- **Uslovi formiranja riječnog oticaja** (do promatrane tačke)  f-ja hidrografske **L** rijeke

pri analizi formiranja riječnog toka uzimamo hidrografsku **L** rijeke

- **Određivanje L rijeke na bazi karata**  identifikovati izvor i ušće rijeke
- **Rijeka nastala od dvije rijeke**  izvor novonastale rijeke = izvor duže rijeke

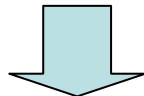


L dvije rijeke koje formiraju promatranu rijeku  približno = L



hidrografska L promatrane rijeke  L lijeve rijeke

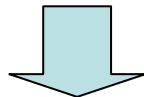
- **UŠĆE**  mjesto ulivanja u drugu rijeku, jezero ili more



ulivanje u rijeku ili more preko više rukavaca  ušće = mjesto ulivanja većeg rukavca

kod delti  **UŠĆE** = mjesto ulivanja osnovnog rukavca

- Veće rijeke imaju: **izvor, ušće i gornji, srednji i donji tok rijeke**



ne postoje jasno određeni kriteriji (glavni, srednji i donji tok rijeke)

karakter reljefa, v tečenja itd

•Fizičke osobine sliva sadržane u njegovoj:

- veličini
- obliku
- visinskim odnosima u slivu
- gustini riječne mreže
- geološkim faktorima
- osobinama tla
- vegetaciji
- uticaju ljudskog rada



- Određivanje oticaja ne može se analizirati cijela površina Zemlje
- Oticanje se odvija na bezbroj mjesta  (**izlazni profili**)
- Pojedinačno analiziramo područja sa kojih se vodne količine slijevaju ka jednoj tački prijemnika  to područje nazivamo **SLIVOM**

•**SLIV** = površina drenirana sistemom međusobno povezanih prirodnih tokova 
cjelokupno oticanje sa te površine se javlja na jednom izlaznom profilu

- Sliv omeđuje vododjelnica**
- Vododjelnica dijeli sliv od susjednih slivova**
- Podjela vododjelnica:**
 - 1) topografska vododjelnica**
 - 2) hidrološka vododjelnica**

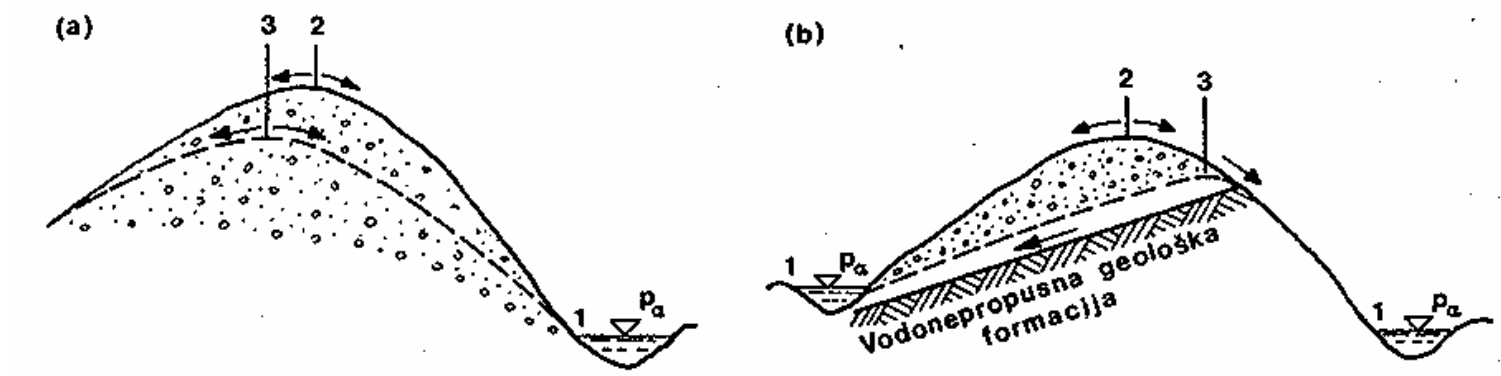
1) Topografska vododjelnica

Kriva koja spaja tačke sa najvećom nadmorskom visinom između dva sliva

2) Hidrološka vododjelnica

Granica površina dva sliva sa kojih se vode slijevaju jednim ili drugim slivom

Čest naziv: hidrogeološka vododjelnica (zavisi od građe sliva)



Odnos topografske i hidrološke vododjelnice

a) Uslovljene morfološko-hidrauličkim osobinama dva susjedna vodotoka

b) Uslovljene postojanjem vodonepropusne geološke formacije

1 – vodotok

2 – topografska vododjelnica

3 – hidrološka vododjelnica

- Navedene dvije vododjelnice nikada se u potpunosti ne podudaraju
- Problem:** hidrološka vododjelnica ne mora biti fiksna ➡ **varijabilna kriva**



f-ja režima podzemnih tokova

- U praksi:**

-nastojati vododjelnicu definisati **topografski**



jednostavnija analiza

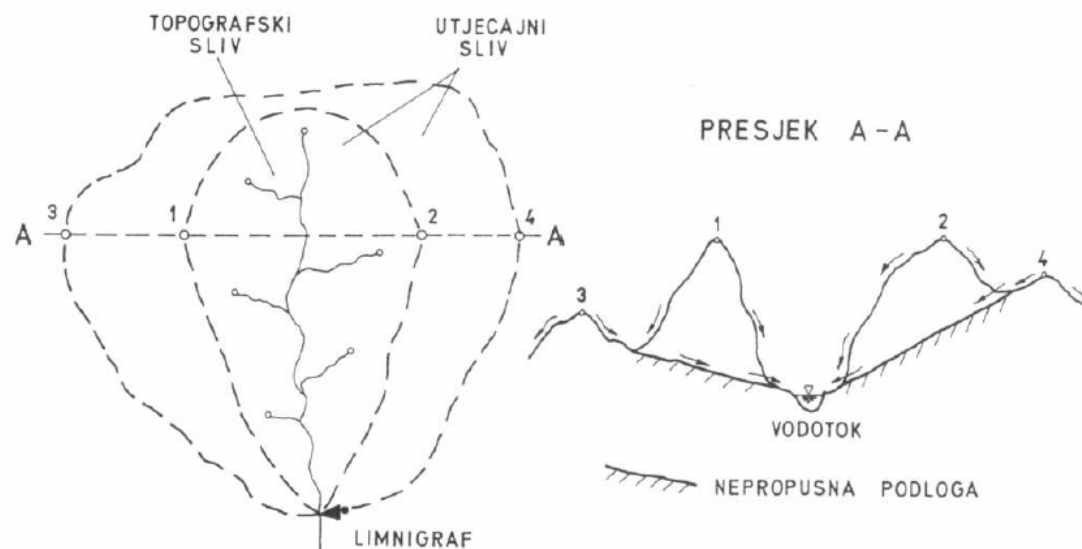


Topografske vododjelnice

Vododjelnica



Topografska i hidrološka razvodnica.

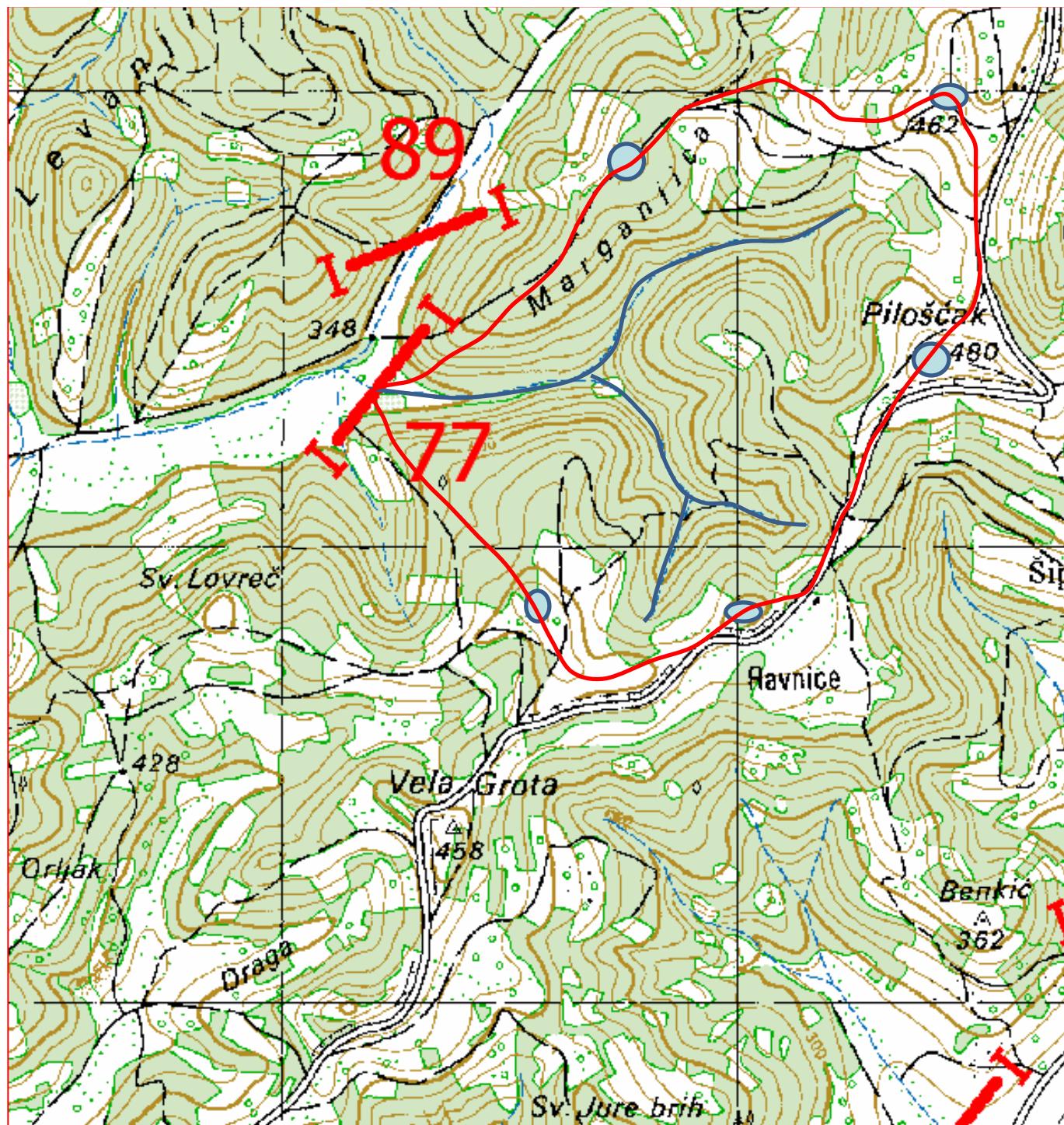


Slika 4.18 Utjecajni sliv

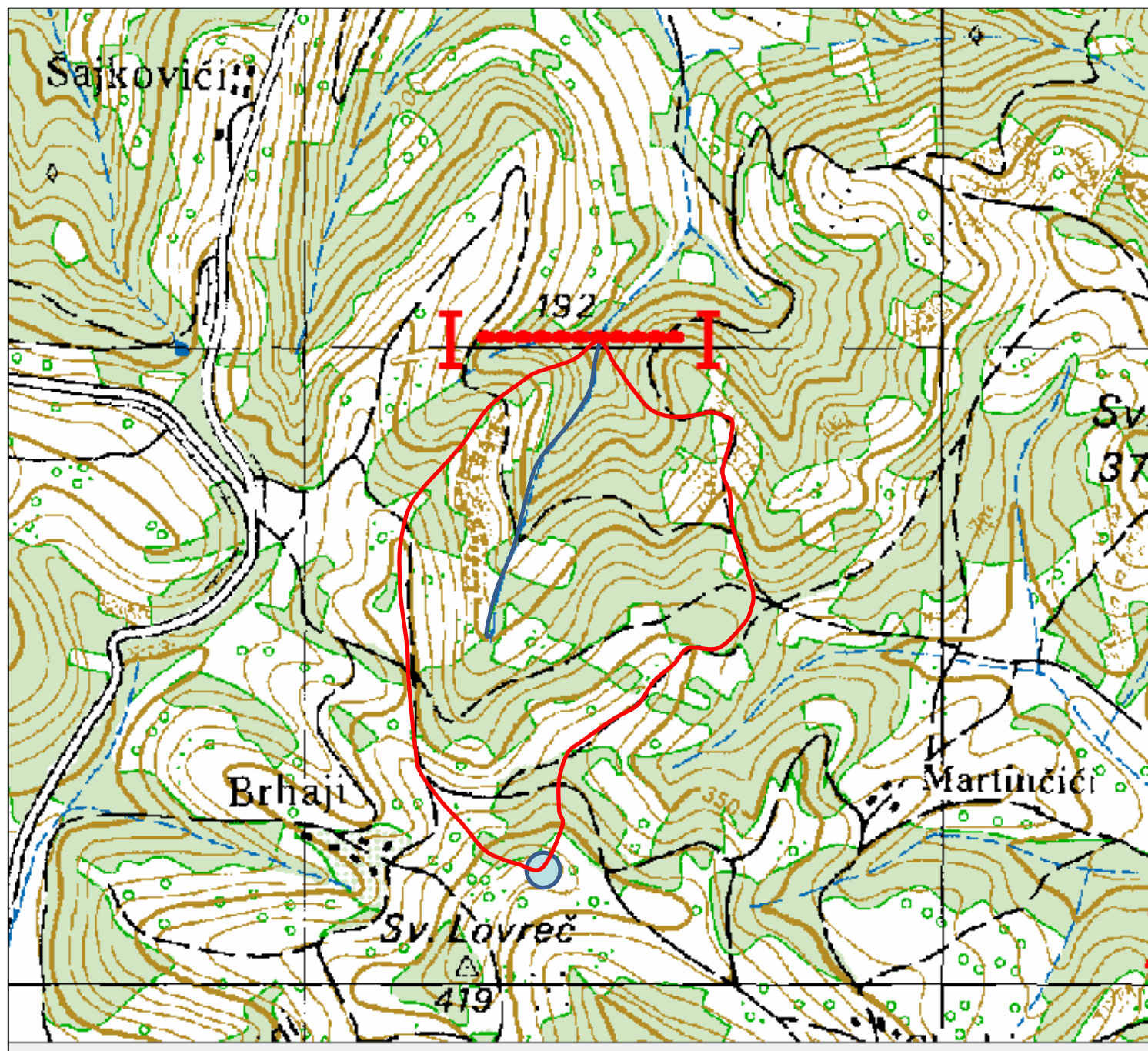
Određivanje sliva

Pravila za iscrtavanje topografske vododjelnice

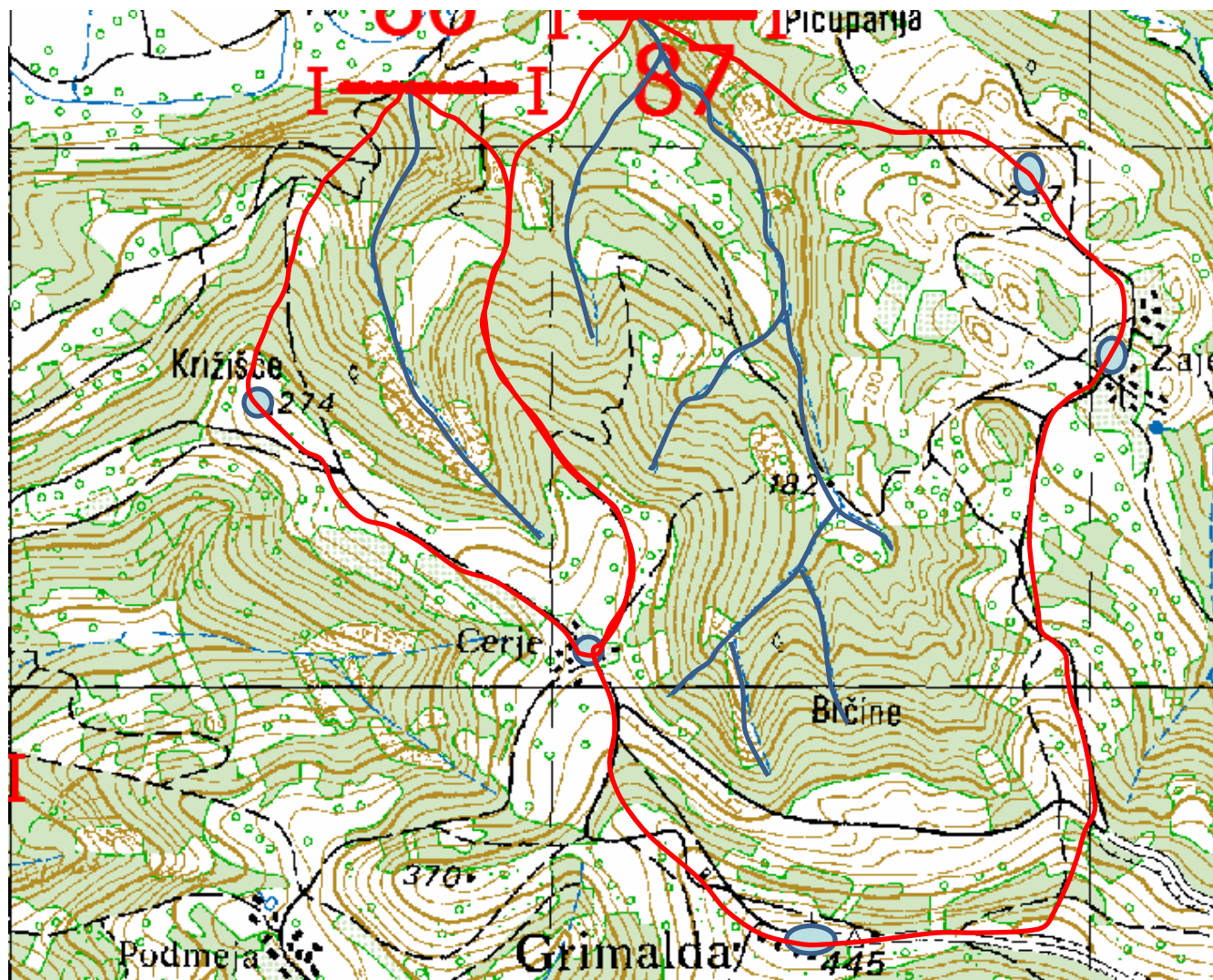
- Označimo na karti vodotok
- Označimo na karti vrhove brda – dobivamo uvid o veličini sliva
- Vododjelnica se počinje iscrtavati od zadatog profila prema obližnjem brdu
- Uslov- vododjelnica mora biti **OKOMITA** na slojnice
- Potrebno je paziti na vrtače (na terenu ih možemo prepoznati kao udubljenja u terenu u kojima voda ponire), te se njih u pravilu, pri iscrtavanju vododjelnice, ili u potpunosti zaobilazi ili uzima u obzir



Koraci:
-Označiti rijeku
-Označiti vrhove
-Nacrtati
vododjelnicu



- Koraci:
- Označiti rijeku
 - Označiti vrhove
 - Nacrtati vododjelnicu

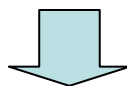


Koraci:

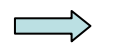
- Označiti rijeku
- Označiti vrhove
- Nacrtati vododjelnicu

VELIČINA SLIVA

- Hidrološke karakteristike (naročito oticanje velikih voda) zavise od:



veličina sliva, oblik sliva i pad sliva

- Veličina sliva **A** (km²)
- Veličina sliva pod pretpostavkom definisanja vododjelnica predstavlja vrijednost njegove površine
- **Površina sliva**: određivanje planimetrisanjem (geodetske karte)
- Veći slivovi (preko 400 km²)  karte R 1:100 000
- Manji slivovi  karte R 1:50 000
- Na kartama ucrtati izohipse (tačke istih nadmorskih visina)
- Odnos između **A** sliva i dužine glavnog vodotoka (**L**)  Gray (1961)

$$L = 1.31 A^{0.568}$$

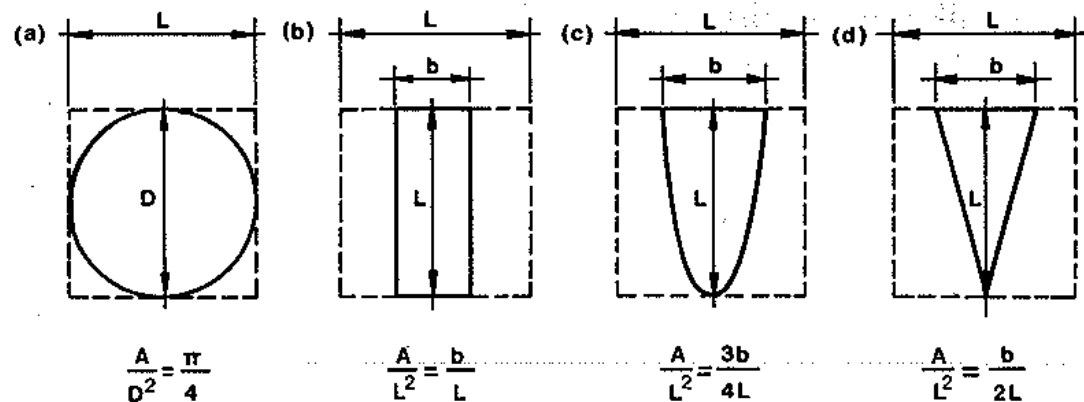
OBLIK SLIVA

•Oblik sliva utiče na:

- koncentraciju površinskih voda
- karakter oticanja površinskih voda
- dimenzije, oblik i uzdužni profil vodotoka

•Oblik sliva karakteriše se **faktorom oblika sliva (R_f)** $R_f = \frac{A}{L^2} = \frac{A^{-0.136}}{1.72}$

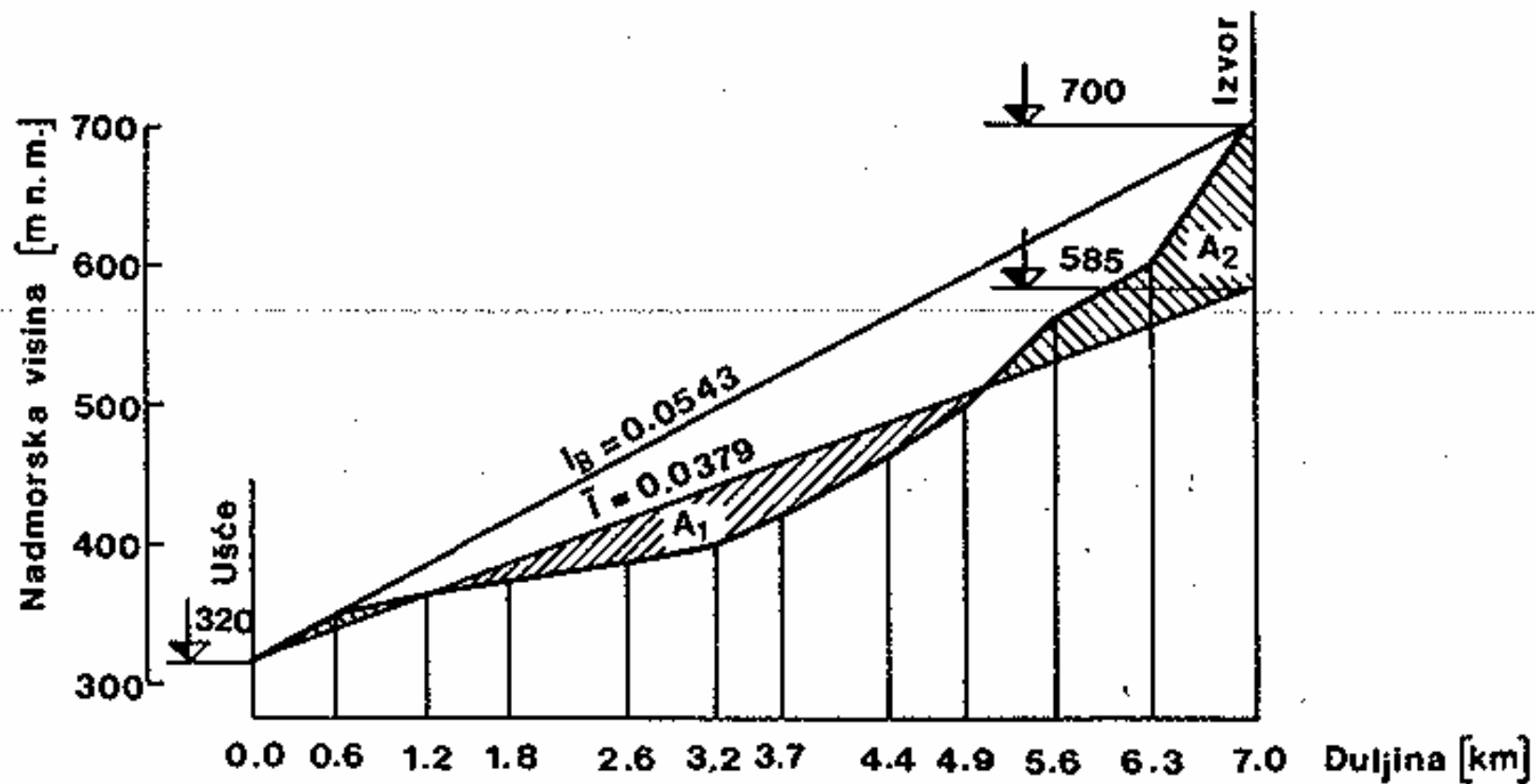
•Iz izraza ➡ **porastom veličine sliva vrijednost R_f opada !!!**



Karakteristični oblici slivova

PAD SLIVA

- U hidrološkom smislu nije potpuno definisan
 - Često se pojedine kategorije pada sliva izjednačuju sa padovima glavnog vodotoka
 - U praksi postoje dva parametra:
 - 1) **bruto pad vodotoka**
 - 2) **srednji pad vodotoka**
- 1) **Bruto pad vodotoka (I_B)** = visinska razlika najviše i najniže tačke vodotoka podjeljena sa dužinom vodotoka (L)
- najniža tačka = ušće
- najviša tačka = izvor
- 2) **Srednji pad vodotoka (I)** = dobije se iz jednakosti površina A_1 i A_2



Bruto i srednji pad vodotoka

Srednji pad vodotoka (I) = dobije se iz jednakosti površina A_1 i A_2

VISINSKI ODNOSI U SLIVU

- Najčešći pokazatelj  **srednja nadmorska visina sliva**
- **Srednja visina sliva** (h_{sr}) (m.n.m) određuje se planimetrisanjem površina A_i
- A_i = površine između dvije susjedne izohipse

$$\bar{h}_{sl} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} A_i h_i}{A}$$

n – broj površina A_i

h_i – srednja nadmorska visina površine A_i

A – ukupna površina sliva (km²)

•U praksi:

-Za sagledavanje visinskih odnosa u slivu crtamo [HIPSOMETRIJSKU KRIVU](#)

-**Hipsometrijska kriva** daje **površinu** ili % ukupne A sliva iznad odnosno ispod pojedinih nadmorskih visina

GUSTINA RIJEČNE MREŽE

- **Gustina riječne mreže = hidrografska mreža**

- Oznaka D_u (km / km²)

$$D_u = \frac{1}{A_u} \sum_{u=1}^{u=k} L_u$$

u – red vodotoka

k – najviši red vodotoka koji se pojavljuje na posmatranom slivu

A_u – površina sliva vodotoka reda u (km²)

L_u – dužina vodotoka reda u (km)

- Klasifikacija vodotoka prema njihovom redu provodi se od izvora ka ušću



Klasifikacija reda vodotoka u slivu

1,2,3,4 – vodotoci 1., 2., 3., 4., reda



Red $u=1$  vodotok bez pritoka

Red $u=2$  vodotoka sa jednim ili više pritoka

Red $u=3$  vodotoka koji nastaje od vodotoka reda $u=2$ i vodotoka bilo kojeg reda

- Kod identičnih geografskih uslova sliva $\Rightarrow$ postoji veza između broja vodotoka reda u (N_u) i broja vodotoka reda $u+1$ (N_{u+1})
- Ova veza prema **Hortonu** (1932) $\Rightarrow$ izražava se **odnosom bifurkacije (R_b)**

$$R_b = \frac{N_u}{N_{u+1}}$$

- **Horton**: broj vodotoka N_u u jednom slivu sa vodotokom najvišeg reda k zavisi od R_b

$$N_u = R_b^{k-u} \quad \text{uslov } 1 < u < k$$

- Najčešće: $3 < R_b < 5$
- Teoretski najmanje $R_b=2$
- Izduženi slivovi $\Rightarrow$ visoka vrijednost bifurkacije

GEOLOŠKI FAKTORI

- Utiču na režim oticanja putem površinskog, potpovršinskog i podzemnog tečenja
- Razlikujemo vrste strujanja iz vodotoka u podzemlje, i obratno:

a) normalno strujanje

kod prihranjivanja vodotoka iz podzemlja kod **NV**

kod **SV** i **VV** vodotok prihranjuje podzemlje

b) influentno strujanje

vodotok prihranjuje podzemlje (neovisno o **H** vodostaja)

c) efluentno strujanje

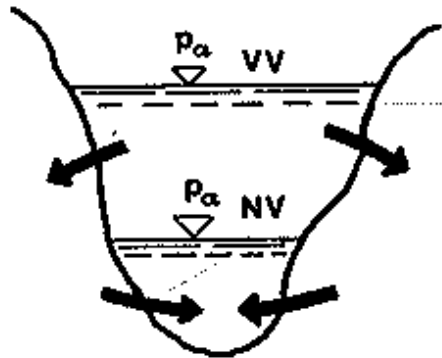
vodotok se prihranjuje iz podzemlja (neovisno o **H** vodostaja)

NV – nizak vodostaj

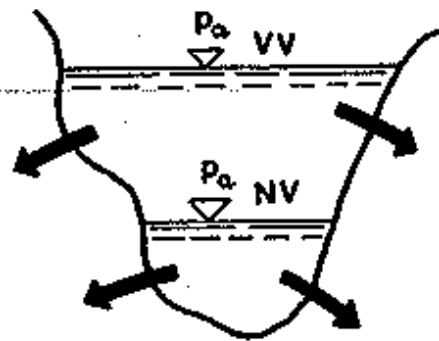
SV – srednji vodostaj

VV – visok vodostaj

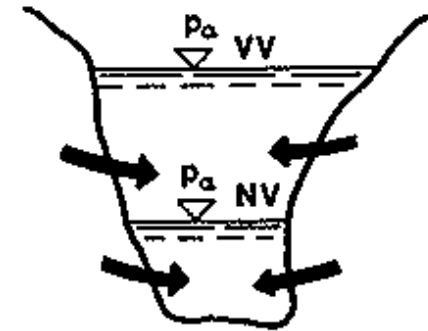
(a)



(b)



(c)



Vrste strujanja: vodotok – podzemlje

a) Normalno strujanje

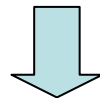
b) Influentno strujanje

c) Efluentno strujanje

NV – nizak vodostaj

VV – visok vodostaj

- Jačine strujanja f-ja geoloških formacija
- Geološki materijali u f-ji dubine zalijeganja slojeva i svojih osobina



utiču na režim oticanja

OSObine TLA

- Najveći dio vode u tlu  od kiše i otopljenog snijega
- Sadržaj vode u tlu u uskoj vezi s njegovom strukturom
- U ing. praksi uobičajna klasifikacija čvrstih čestica Britanskom zavodu za standarde

NAZIV	GLINA	PRAŠINA			PIJESAK			ŠLJUNAK			KAMEN OBLUTAK	
		FINA	SREDNJA	KRUPNA	SITNI	SREDNJI	KRUPNI	SITNI	SREDNJI	KRUPNI		
PROMJER ČESTICA d [mm]	0.001	0.002	0.006	0.02	0.06	0.2	0.6	2.0	6.0	20.0	50.0	100.0

Klasifikacija čvrstih čestica prema BSI-u

- Tlo kao vodni rezervoar zavisi od čestica gline, prašine i pijeska
- Tlo zavisi od raspoloživog prostora između čestica

- Voda sa površine popunjava prostor između čestica tla

- Na taj proces utiče:

- a) adhezijska voda

- b) kapilarna voda

- c) gravitacijska voda

- a) Adhezijska voda - gornjem sloju tla

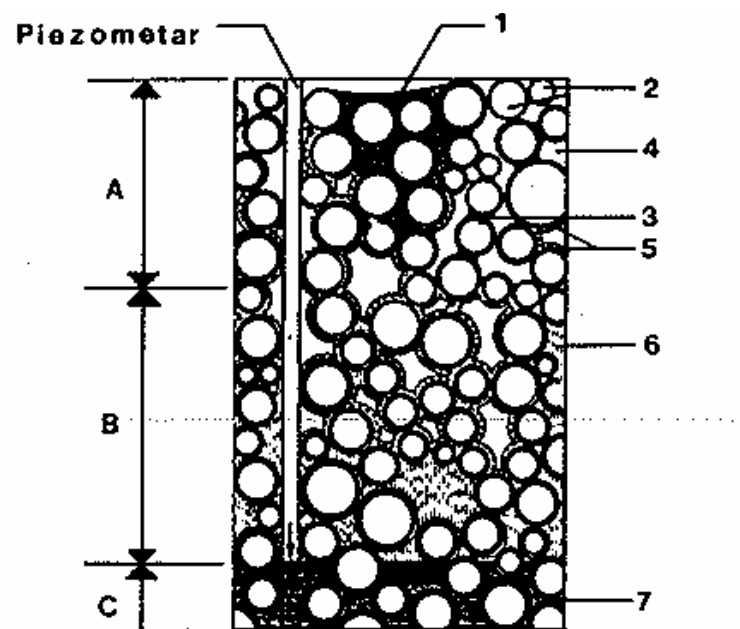
- b) Kapilarna voda – daljim povećavanjem vlažnosti tla dolazi do zapunjenja najužih pora tla vodom  **uzrok površinski napon**

- c) Gravitacijska voda – u dijelu tla koje je stalno zasićeno (ispunjeno) vodom kreće se pod dejstvom sile **g**

formira se kada se zaustavi poniranje vode zbog vodonepropusnog sloja

vodonepropusni sloj = podina npr. kompaktna stijena, zbijena glina

gravitacijska voda se zove imenom **PODZEMNA VODA**



Voda u tlu

A – adhezijska voda B – kapilarna voda C – gravitacijska voda

1-upijanje

2-čestice tla

3-higroskopska vlaga

4-zrak i vodena para

5-opnena vlaga

6-zasićena kapilarna voda

7-gravitacijska voda

VEGETACIJA

- Biljni pokrivač sliva  bitan za režim oticanja
- Biljni pokrivač (šume, trava ...) zadržava dio **P**  utiče na vodni bilans
- Vegetacija djeluje na smanjenje ukupne količine vode koja otiče sa sliva
- Biljni pokrivač značajan u spriječavanju erozije zemljišta

- Zadržavanje **P** na vegetaciji u početku veće  opada sa trajanjem **P**
- Vegetacija bitno utiče na smanjenje oticaja kod prosječnih **P**
- Listopadno drveće  zadržavanje **P** u jesen i zimu relativno slabo
- Više **P** zadržavaju četinari

- Biljni pokrivač utiče na raspored, zadržavanje i topljenje snijega
- Snijeg sa vegetacije (biljni pokrivač) brže se topi i isparava
- Snijeg pod zaštitom šume sporije topi i duže se zadržava

UTICAJ LJUDSKOG RADA

- Dvije grupe uticaja ljudskog rada na hidrološke pojave unutar slivnog područja:
 - 1) uticaji koji proizlaze iz ljudske aktivnosti u šumarstvu, urbanizmu ...
 - 2) uticaji iz gradnje **HG** (odbrambeni nasipi od polava, regulacija korita ...)
- Ljudska aktivnost znatno utiče na hidrološke procese



Izrazi za definisanje riječnog toka i riječnog sliva:

$$F = k * L_t^n$$

F =površina sliva ; L_t =dužina rijeke ; k, n = parametri

$$k_{sr} = 0,58$$

$$k > 0,80$$

za široke (okrugle) slivove

$$0,40 < k < 0,80$$

za srednje slivove

$$k > 0,40$$

za uske (izdužene) slivove

$$B = F / L_s$$

B =srednja širina sliva ; L_s =dužina sliva (L od najdalje izvorišne tačke na vododjelnici do izlaznog profila)

$$K_l = L_l / L_d$$

K_l =koeficijent krivudavosti toka ; L_l =ukupna L lijevih pritoka ;
 L_d =ukupna L desnih pritoka

FIZIČKO-GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE SLIVA

1. Geografski položaj
2. Klima
3. Geološka građa terena
4. Zemljište
5. Vegetacioni pokrivač
6. Reljef

F-G K sliva ➡ važan uticaj na proces formiranja riječnog oticaja u slivu



- Geografski položaj sliva:**

- određen geografskim koordinatama između kojih se nalazi (**B** i **L**)
- prostorni položaj promatranog sliva prema drugim slivovima

- Klimatski uslovi:**

- često najvažniji faktori koji utiču na vodni režim
- ukupne padavine i njihov režim, prostorni raspored **t** vazduha, vlažnost

- Geološka građa:**

- karakter i veličina **PV**
- gubitke **P** na infiltraciju
- pojava močvara . . .

•Reljef:

- utiče na količinu i raspodjelu padavina u riječnom slivu
- utiče na t vazduha
- utiče na uslove oticaja sa slivne površine
- bitan uticaj na režim riječnog oticaja

•Vegetacioni pokrivač:

- vegetacija i njena rasprostranjenost
- bitno znati položaj šumske vegetacije (gornji, srednji ili donji dio sliva)
- stepen poljoprivredne obradivosti
- urbanizacija



Koeficijent pošumljenosti sliva ($K_{\text{š}}$):

-kvantitativna karakteristika zastupljenosti šumske vegetacije u slivu

- $K_{\text{š}}$ $\Rightarrow$ odnos površine pod šumom i ukupne površine sliva

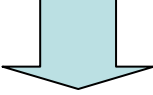
Koeficijent jezernosti (K_j):

-kvantitativna karakteristika zastupljenosti jezera i močvara u slivu

- K_j $\Rightarrow$ odnos površine pokrivenosti jezerima ili močvarama i ukupne pov.



RIJEČNE DOLINE I RIJEČNO KORITO

- **Riječna dolina**  ravničarski pojas uz rijeku koji se karakteriše padom prema ušću
 - Riječne doline  veličine veoma različite
 - **Inundacija**  površina riječnih dolina koje se plave pri pojavi **VV** (poplava)
 - **Riječno korito:**
 - dio riječne doline kroz koji protiče riječni tok
 - Q** promjenjiv u **t**  promjena veličine i oblika riječnog korita
 - **Minor korito**  protiču srednje i male vode u riječnom koritu (aktivno cijelu godinu)
 - **Major korito**  pri **VV** izlivanje vode iz minor korita u inundaciju
- 
korito za propuštanje **VV**

- Prirodni vodotok nema const. dubinu vode duž toka
uticaj karakteristika materijala kroz koje voda protiče ili ih pronosi (nanos)

• **IZOBATE** → linije koje u horizontalnom planu pokazuju iste dubine toka

• **SPRUDOVI** → stabilno formirani riječni pragovi nastali zbog taloženja nanosa
uglavnom poprečno na riječni tok
postavljeni visoko → tok rijeke iznad njih je plitak

• **RIJEČNA OSTRVA** → posljedica taloženja nanosa u riječnom koritu
pojava vegetacije na ostrvima
od obale odvojeni riječnim tokom ili rukavcima

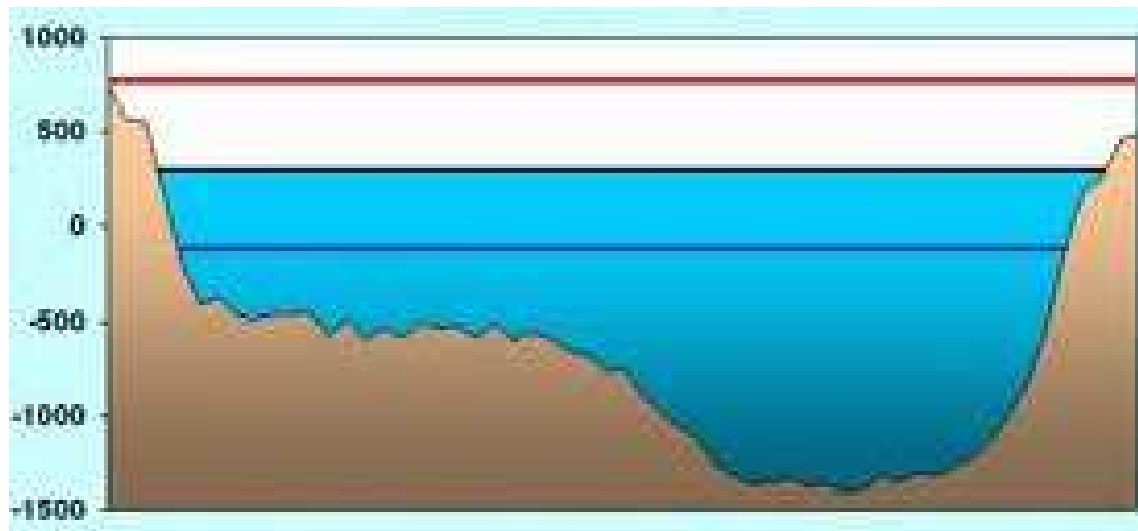
• **RUKAVAC** → dio rijeke koji je ostrvom odvojen od osnovnog toka

• **MEANDRI** → dijelovi toka znatno udaljeni od glavnog toka riječnim ostrvom
male dubine i male v toka → mala propusna moć

Poprečni profil riječnog korita i njegove karakteristike:

•Poprečni profil riječnog korita:

- površina upravna na riječni tok
- površina ograničena kosinama obala, dnom i nivoom vode odozgo
- određuje propusnu moć riječnog korita
- utiče na raspored v , na pad, pravac tečenja itd



• **Elementi poprečnog presjeka riječnog korita:**

1. površina poprečnog presjeka korita do max. nivoa
2. površina poprečnog presjeka korita u momentu mjerenja
3. površina vodnog ogledala

• **Bitni parametri poprečnog presjeka riječnog toka:**

-okvašeni obim

L konture kontakta vode i tla

-srednja dubina

površina poprečnog presjeka / širina toka

-hidraulički radijus

površina poprečnog presjeka / okvašeni obim



ZADATAK BROJ 2

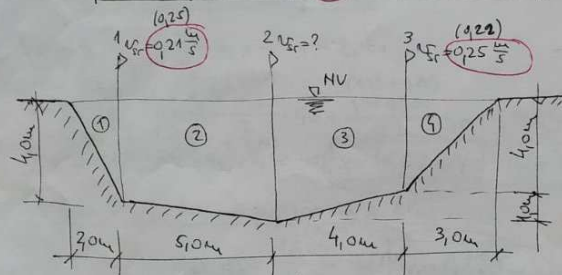
② ZADATAK

Za poprečni profil vodotoka i na osnovu podataka hidrometrijsnog mjerenja, treba odrediti uniparni proticaj, srednju brzinu toka u poprečnom profilu ~~rešet~~ i Manningov koeficijent brzovalnosti korita na osnovu izraza: $v = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2}$.
Nacrtati i odrediti srednju brzinu u vertikali 2 na osnovu mjerenih podataka hidrometrijskim nišom u pet tačana po dubini vodotoka, prema izrazu:

$$v_r = 0,1 (v_{0,5} + 3v_{0,25} + 3v_{0,75} + 2v_{0,85} + v_{1,0})$$

Jednacična hidrometrijskog niša glasi: $v = 0,025 + 0,15 \cdot n [0,02 + 0,12 \cdot n]$
Pad niša vodnog ogledala iznosi: $J = 4\%$.

PROFIL VERT.	N (obr.)	t (sec.)	Odstojanje od vodnog ogledala (m)
2	200	90 (90)	0,2
	200	80 (85)	1,0
	180	75 (80)	3,0
	170	68 (75)	4,0
	160	65 (70)	4,8



$$Q = k g_n b_1 + \frac{z_1 + z_2}{2} b_2 + \dots + k g_n b_n$$

$$\text{KoeF. Jacke: } k = 0,8$$

RJEŠENJE:

Mjerena vertikala br. 2:

$$n = \frac{N}{t} \left(\frac{\text{obr.}}{\text{s}} \right) \text{ SPECIFIKACIJA BRZOVALNOSTI}$$

$$n_1 = \frac{200}{90} = 2,22 \frac{\text{obr.}}{\text{s}} = 11 D^*$$

$$n_2 = \frac{200}{80} = 2,50 \frac{\text{obr.}}{\text{s}} = 12,5 D^*$$

$$n_3 = \frac{180}{75} = 2,40 \frac{\text{obr.}}{\text{s}} = 12 D^*$$

$$n_4 = \frac{170}{68} = 2,50 \frac{\text{obr.}}{\text{s}} = 12,5 D^*$$

$$n_5 = \frac{160}{65} = 2,46 \frac{\text{obr.}}{\text{s}} = 12,3 D^*$$

Brzine u tačana u vertikali 2:

$$v_1 = 0,358 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (v_1 = 0,025 + 0,15 \cdot n_1)$$

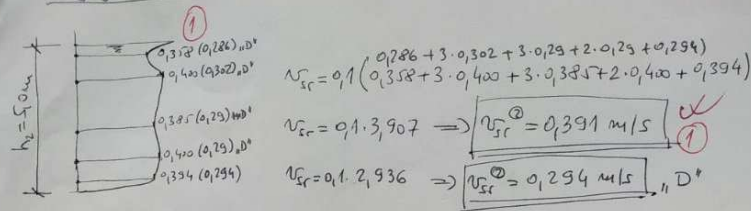
$$v_2 = 0,400 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (v_2 = 0,025 + 0,15 \cdot n_2)$$

$$v_3 = 0,385 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (v_3 = 0,025 + 0,15 \cdot n_3)$$

$$v_4 = 0,400 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (v_4 = 0,025 + 0,15 \cdot n_4)$$

$$v_r = 0,394 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (v_r = 0,025 + 0,15 \cdot 2,28)$$

Dijagram raspodjele brine u vertikalni br. 2:



Površina poprečnog presjeka:

$$A_1 = \frac{1}{2} \cdot 2.0 \cdot 4.0 = 4.0 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{4.0 + 5.0}{2} \cdot 5.0 = 22.5 \text{ m}^2$$

$$A_3 = \frac{5.0 + 4.0}{2} \cdot 4.0 = 18.0 \text{ m}^2$$

$$A_4 = \frac{1}{2} \cdot 3.0 \cdot 4.0 = 6.0 \text{ m}^2$$

$$\sum A_i = 50.5 \text{ m}^2$$

Elementarne proticaji po vertikali:

$$Q_i = h_i \cdot v_i$$

$$Q_1 = 4.0 \cdot 0.286 \Rightarrow Q_1 = 1.144 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = 5.0 \cdot 0.302 \Rightarrow Q_2 = 1.510 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_3 = 4.0 \cdot 0.29 \Rightarrow Q_3 = 1.160 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_4 = 3.0 \cdot 0.29 \Rightarrow Q_4 = 0.870 \text{ m}^3/\text{s}$$

Proticaji vode u poprečnom profilu:

$$Q = k \cdot z_1 \cdot b_1 + \frac{z_1 + z_2}{2} \cdot b_2 + \dots + k \cdot z_n \cdot b_n$$

$$Q = 0.8 \cdot 0.84 \cdot 2.0 + \frac{0.84 + 1.5}{2} \cdot 5.0 + \frac{1.5 + 1.0}{2} \cdot 4.0 + 0.8 \cdot 1.0 \cdot 3.0$$

$$Q = 1.34 + 6.98 + 5.90 + 2.40 \Rightarrow Q = 16.62 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 14.59 \text{ m}^3/\text{s}$$

Srednja brzina toka u poprečnom profilu:

$$v_{sr} = \frac{Q}{\sum A_i} \Rightarrow v_{sr} = \frac{16.62}{50.5} \Rightarrow v_{sr} = 0.329 \text{ m/s}$$

$$v_{sr} = 0.289 \text{ m/s}$$

Manningov koeficijent brzosti:

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2}$$

$$R = \frac{A}{O}$$

Obratni obrin:

$$O = \sqrt{2.0^2 + 4.0^2} + \sqrt{5.0^2 + 1.0^2} + \sqrt{4.0^2 + 1.0^2} + \sqrt{3.0^2 + 4.0^2}$$

$$O = 4.47 + 5.09 + 4.12 + 5.0 \Rightarrow O = 18.68 \text{ m}$$

$$R = \frac{50.5}{18.68} \Rightarrow R = 2.71 \text{ m}$$

$$n = \frac{R^{2/3} J^{1/2}}{v} \Rightarrow n = \frac{2.71^{2/3} \cdot \sqrt{0.004}}{0.329} = 0.1229$$

$$n = 0.374 \text{ m}^{-1/3} \cdot \text{s}$$

$$n = 0.425 \text{ m}^{-1/3} \cdot \text{s}$$