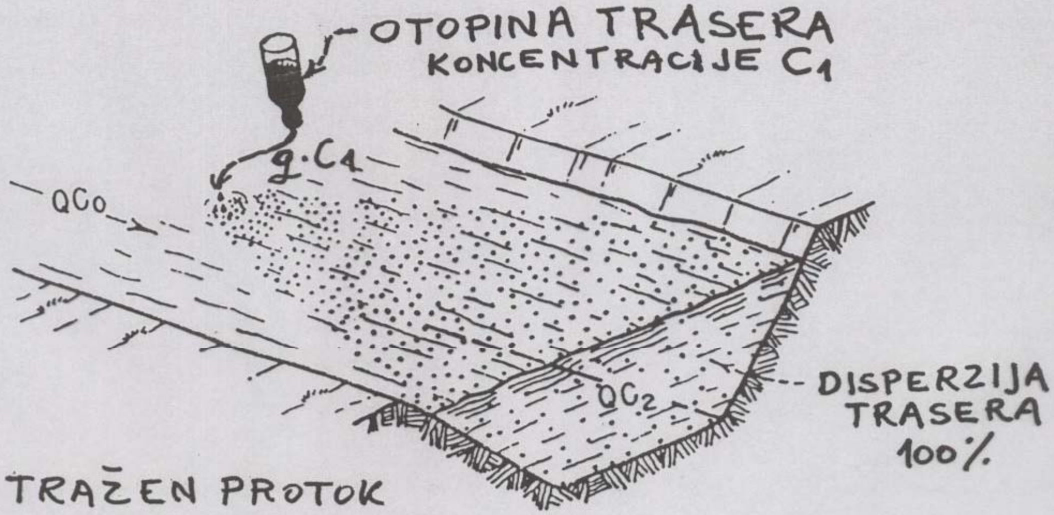
Mjerenje protoka metodom mješavine

METODA: TRASER-KONCENTRACIJA (METODA MJEŠAVINE)



Q – TRAŽEN PROTOK

q – ULAZ OTOPINE TRASERA

C_0 – PRIRODNA KONCENTRACIJA TRASERA

C_1 – KONCENTRACIJA TRASERA U OTOPINI

C_2 – KONCENTRACIJA TRASERA U IZLAZNOM PRESJEKU

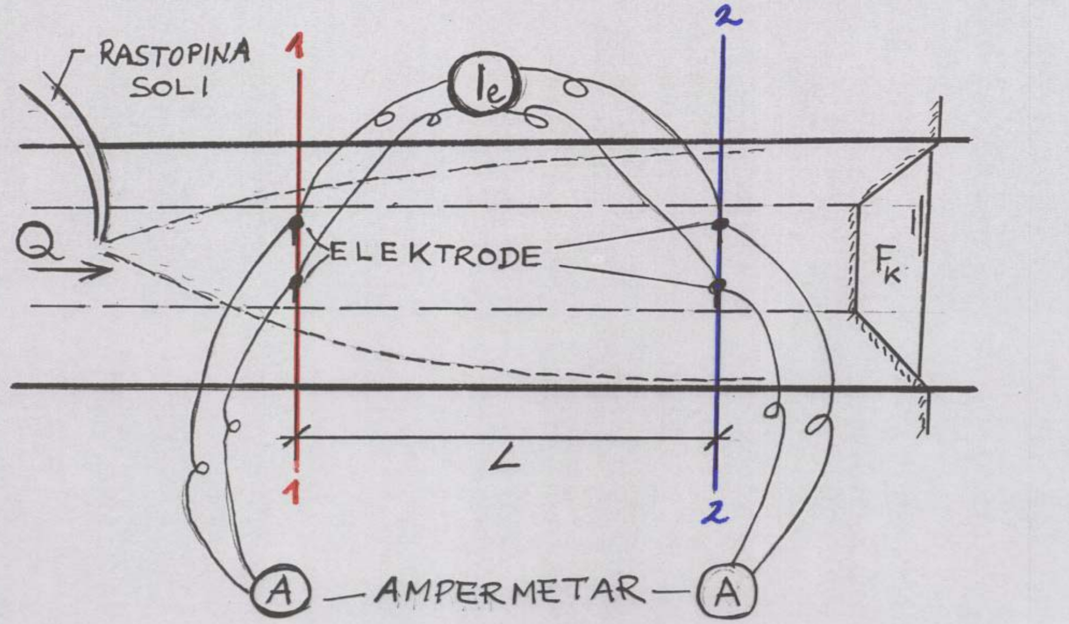
JEDNADŽBA ODRŽANJA MASE TRASERA:

$$QC_0 + qC_1 = (Q+q)\,C_2$$

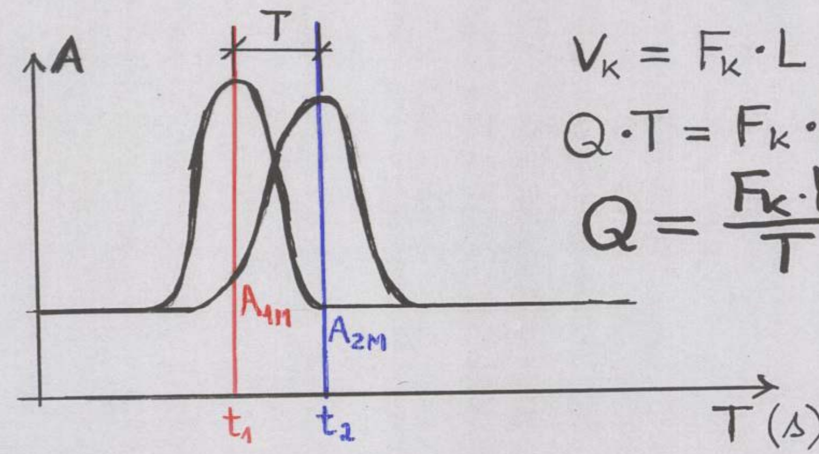
$$Q = \frac{C_1 - C_2}{C_2 - C_0} \cdot q$$

Mjerenje protoka – metoda:
traser - brzina

METODA: TRASER-BRZINA



PRINCIP: veća koncentracija soli ⇒ veća elektro-provodljivost



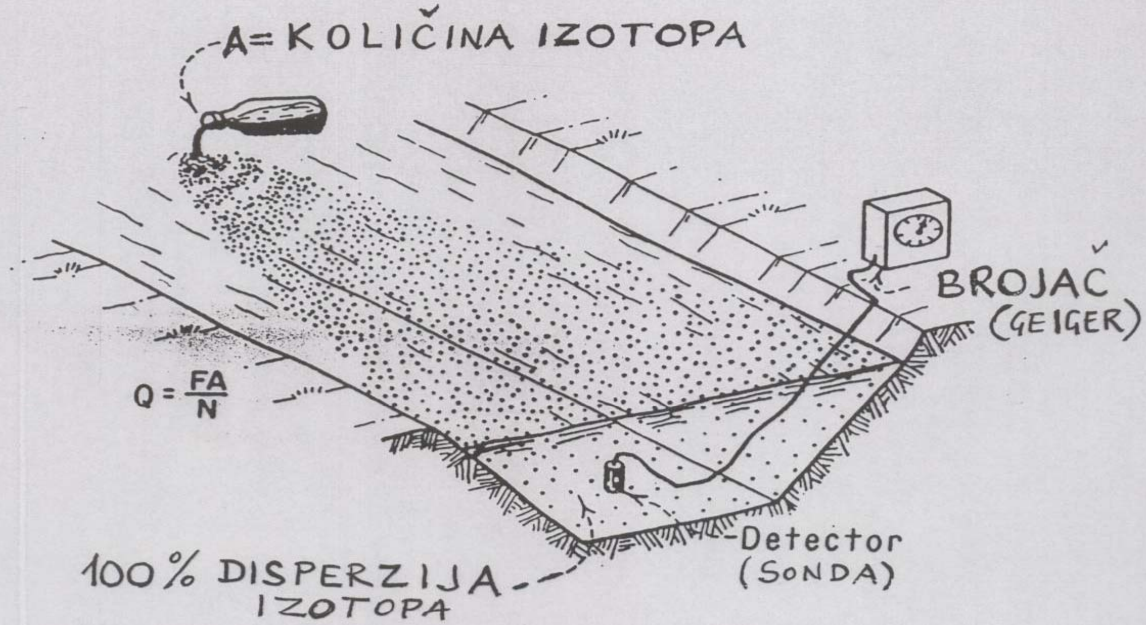
$$V_K = F_K \cdot L$$

$$Q \cdot T = F_K \cdot L$$

$$Q = \frac{F_K \cdot L}{T}$$

Mjerenje protoka metodom radioizotopa

METODA RADIOIZOTOPA



$$Q = \frac{F \cdot A}{N}$$

A – UKUPNA KOLIČINA IZOTOPA

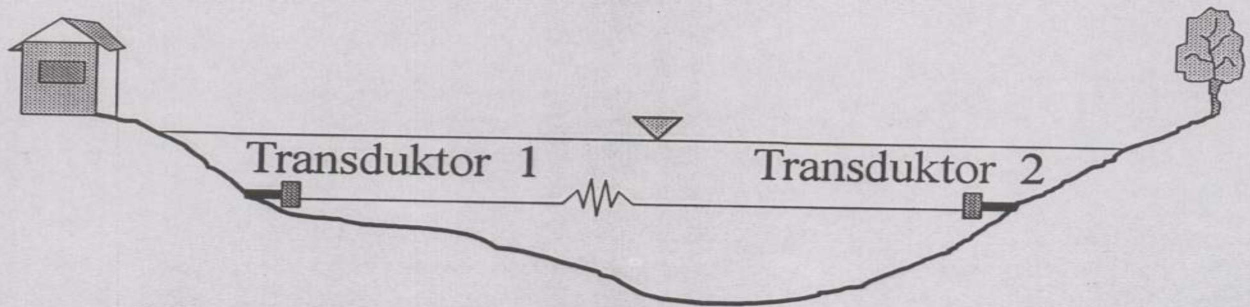
N – UKUPNA KOLIČINA RADIOAKTIVNOSTI PREMA BROJILU GEIGEROVOG BROJAČA

F – FAKTOR MJERNOG SUSTAVA (FAKTOR KALIBRACIJE)

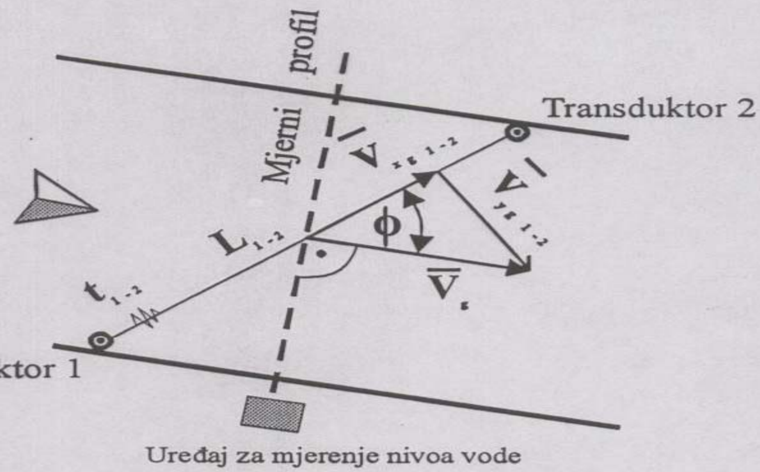
MANE :
- POUZDANOST DISPERZIJE IZOTOPA
- PROPISI ZAŠTITE OD RADIOAKTIVNOSTI
- CIJENA

Ultrazvučno mjerenje protoka

ULTRAZVUČNI MJERAČI PROTOKA



Mjerni profil sa jednim parom transduktora

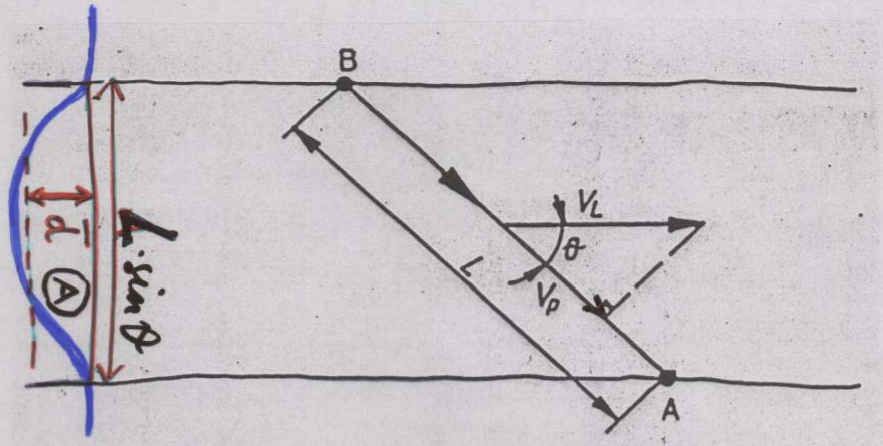


$f < 16$ Hz ... INFRAZVUK

$f > 20\,000$ Hz ... ULTRAZVUK

Ultrazvučno mjerenje protoka: ***postupak razlike u vremenu preleta***

ULTRAZVUČNO MJERENJE PROTOKA



L - duljina preleta, m
v_L - linijska, aksijalna brzina strujanja u kanalu (na razini postavljene ultrazvučne sonde), m/s
θ - kut između smjera aksijalne brzine strujanja i smjera preleta ultrazvučnog signala, °
d - srednja dubina kanala na dionici AB, m
t_{AB} - vrijeme preleta signala od A do B, s
t_{BA} - vrijeme preleta signala od B do A, s
v_p - komponenta brzine strujanja duž putanje preleta ultrazvučnog signala, m/s

POSTUPAK RAZLIKE U VREMENU PRELETA

$$t_{AB} - t_{BA} = \Delta t = \frac{L}{c - v_p} - \frac{L}{c + v_p} \quad \ldots (1)$$

$$Q = A \cdot v_L \; ; \quad v_L = \frac{v_p}{\cos\theta} \; ; \quad \text{uz uvjet } c^2 - v_p^2 \simeq c^2$$

$$\text{iz (1)} \quad \Delta t = v_p \cdot \frac{2L}{c^2} \Rightarrow v_p = \frac{c^2}{2L} \cdot \Delta t$$

$$A = L \cdot \sin\theta \cdot \bar{d} \; ; \quad \bar{t} = \frac{L}{c}$$

$$Q = \frac{L^2 \bar{d}}{2} \cdot \frac{\Delta t}{\bar{t}^2} \cdot \operatorname{tg}\theta$$

c = brzina ultrazvuka u mirnoj vodi

Ultrazvučno mjerenje protoka: ***postupak razlike frekvencija***

POSTUPAK RAZLIKE FREKVENCIJE

OSNOVNE JEDNADŽBE VALNOG GIBANJA

$$C = f \cdot \lambda \quad ; \quad f = \frac{C}{\lambda} \quad ; \quad \lambda = \frac{C}{f} \qquad (1)$$

$$L = f \cdot \lambda \cdot t \quad \ldots (2)$$

$$L = f_{AB} \cdot \lambda \cdot t_{AB} \quad \ldots (2a)$$

$$L = f_{BA} \cdot \lambda \cdot t_{BA} \quad \ldots (2b)$$

$$\Delta f = f \cdot \frac{v}{C} \quad \ldots (3)$$ DOPLEROV POMAK

$$f_{AB} = f - \Delta f = f - f\frac{v_P}{C} \quad \ldots (3a)$$

$$f_{BA} = f + \Delta f = f + f\frac{v_P}{C} \quad \ldots (3b)$$

$$f_{BA} - f_{AB} = 2 f \frac{v_P}{C} = 2\frac{v_P}{\lambda}$$

iz (2b) $f_{BA} = \frac{L}{\lambda} \cdot \frac{1}{t_{BA}}$; iz (2a) $f_{AB} = \frac{L}{\lambda} \cdot \frac{1}{t_{AB}}$

$$\frac{L}{\lambda}\left(\frac{1}{t_{BA}} - \frac{1}{t_{AB}}\right) = 2\frac{v_P}{\lambda}$$

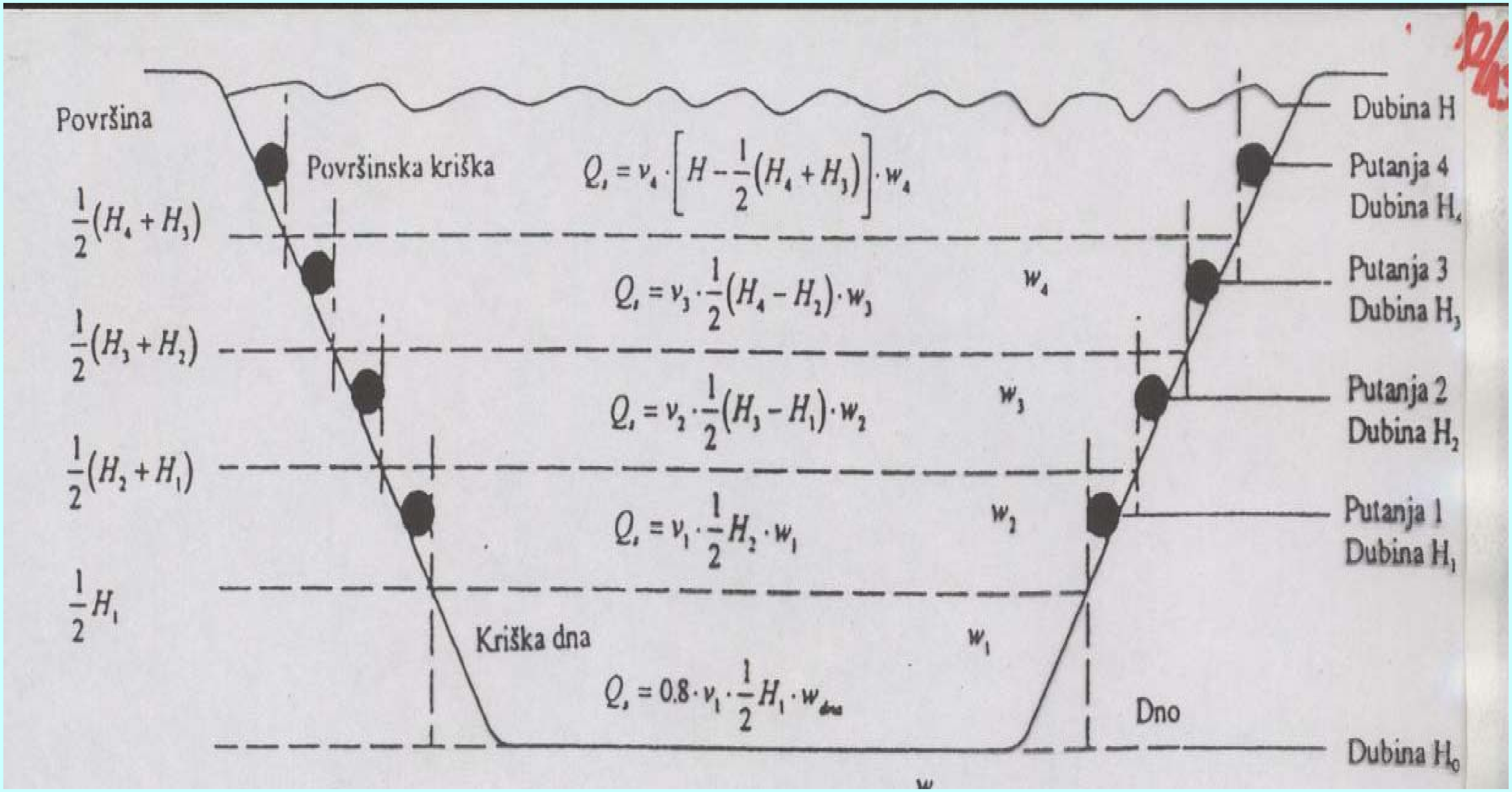
$$\frac{1}{t_{BA}} - \frac{1}{t_{AB}} = 2\frac{v_P}{L} \Rightarrow v_P = \frac{L}{2}\left(\frac{1}{t_{BA}} - \frac{1}{t_{AB}}\right)$$

$$v_L = \frac{v_P}{\cos\theta} = \frac{L}{2\cos\theta} \cdot \left(\frac{1}{t_{BA}} - \frac{1}{t_{AB}}\right)$$

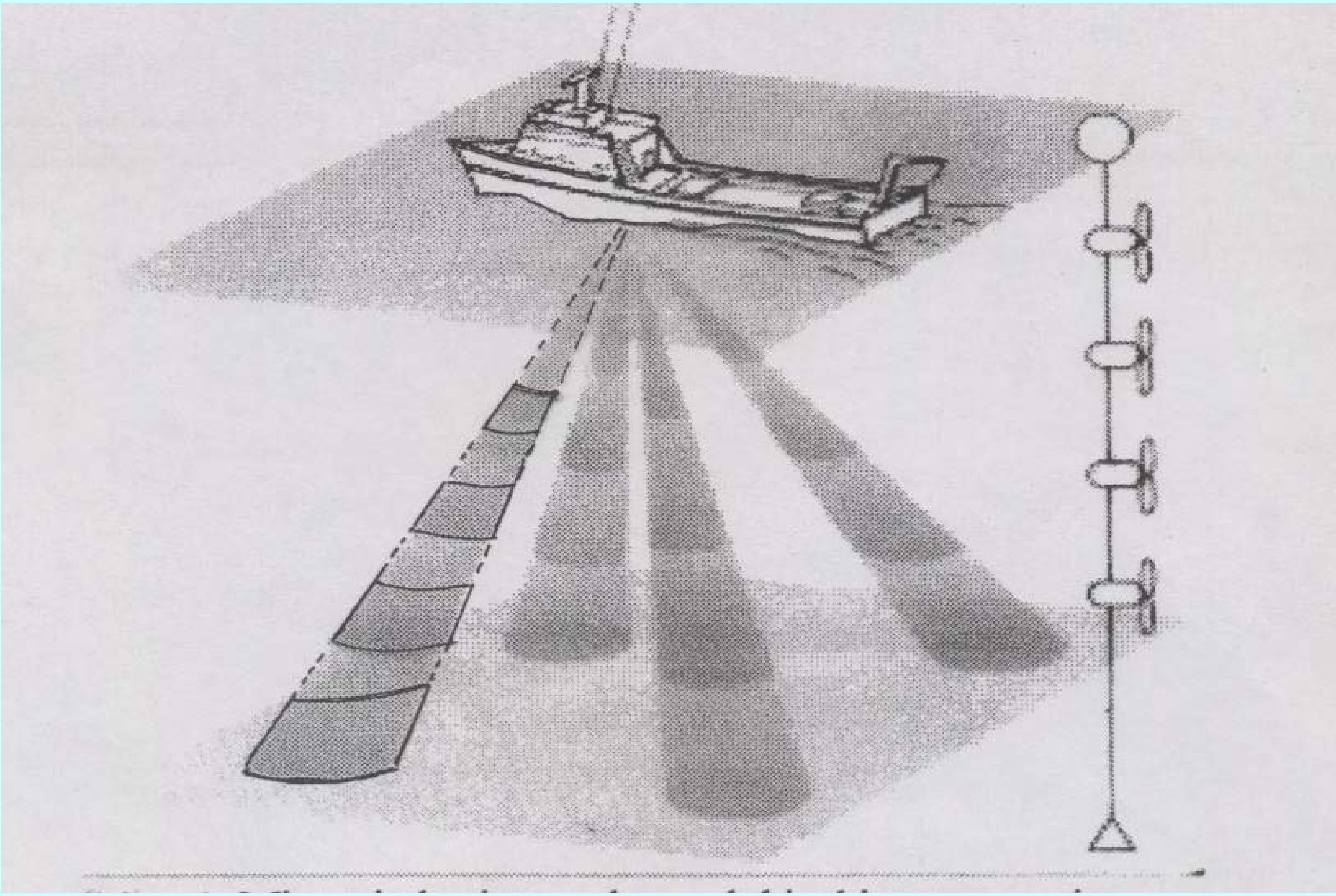
$$Q = A \cdot v_L = L \cdot \sin\theta \cdot \bar{d} \cdot v_L$$

$$Q = \frac{L^2 \cdot \bar{d}}{2}\left(\frac{1}{t_{BA}} - \frac{1}{t_{AB}}\right) \cdot \operatorname{tg}\theta$$

Ultrazvučno mjerenje protoka:
po lamelama protočnog presijeka

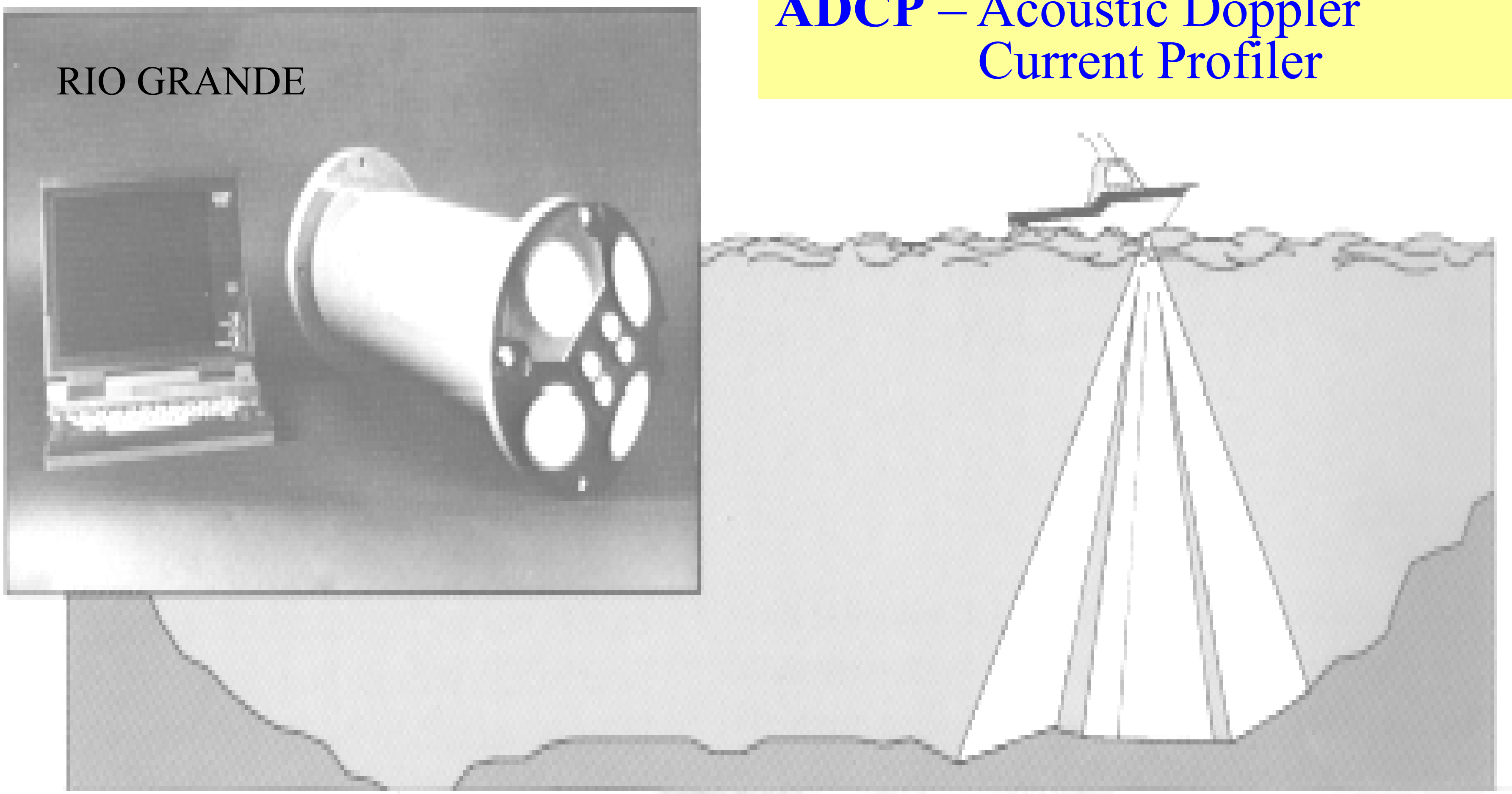


Mjerenje protoka ultrazvučnim mjeračem sa plovila



Mjerna oprema “ADCP”
za ultrazvučno mjerenje protoka s plovila

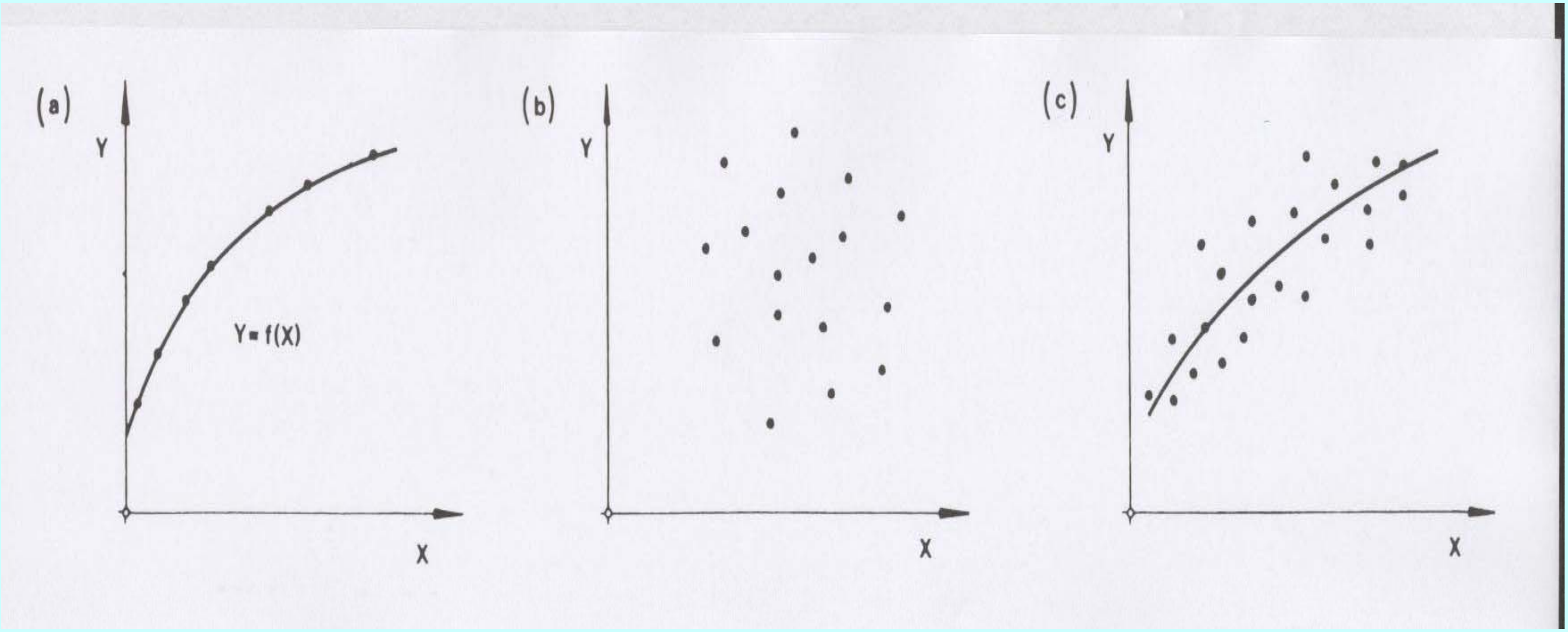
ADCP – Acoustic Doppler
Current Profiler



OBRADE I PRIKAZIVANJE HIDROLOŠKIH PODATAKA

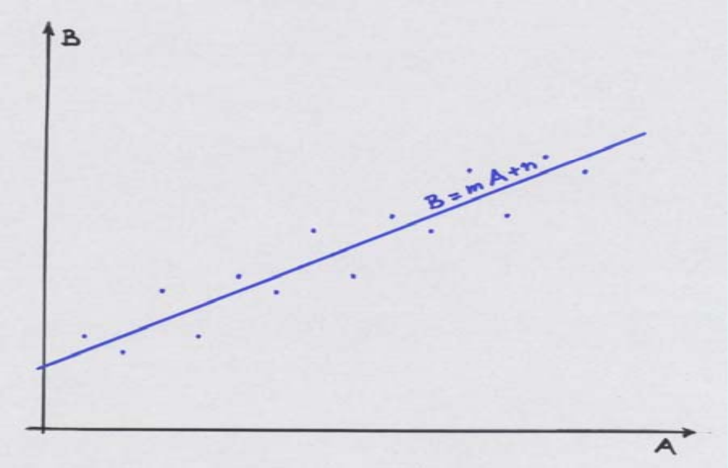
VIDOVI POVEZANOSTI DVAJU MJERLJIVIH VARIJABLI

a) funkcionalana povezanost b) nema povezanosti c) stohastička povezanost

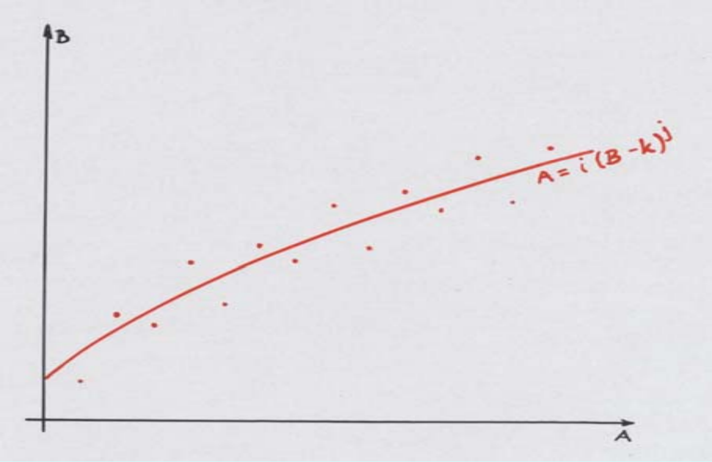


IZKAZIVANJE STOHASTIČKE POVEZANOSTI POMOĆU KRIVULJA PRILAGOĐAVANJA

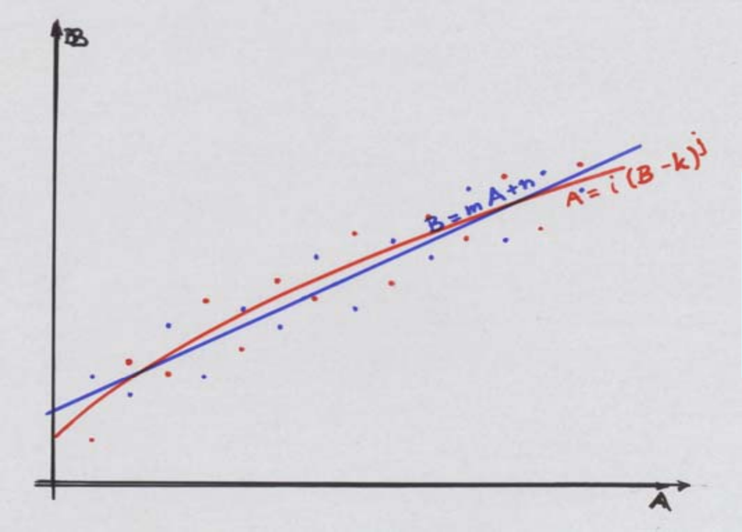
LINEARNA ZAVISNOST



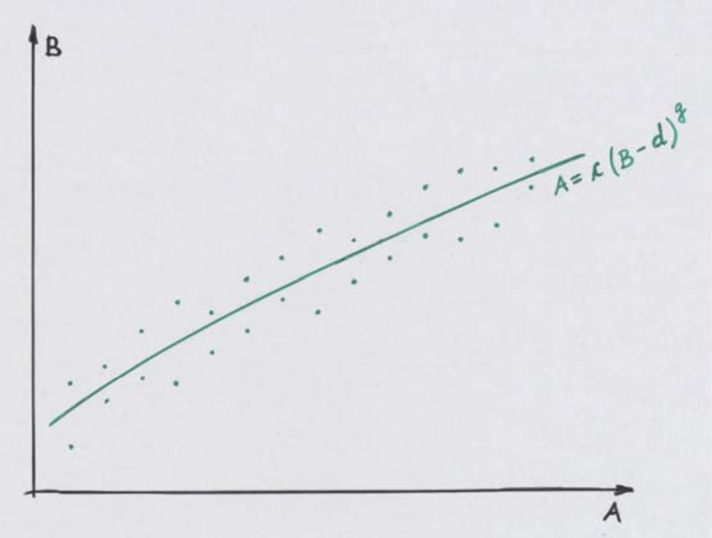
NELINEARNA ZAVISNST



LINEARNA ILI NELINEARNA ZAVISNOST ?



NELINEARNA ZAVISNST !

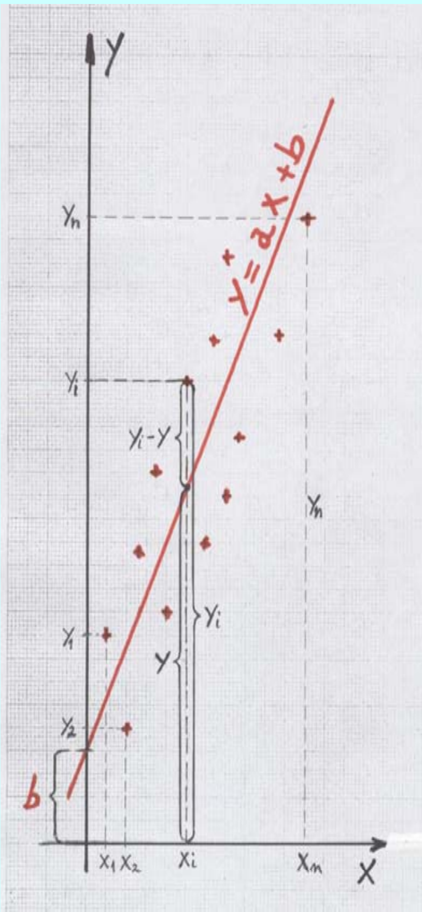


KORELACIJA I REGRESIJA U HIDROLGIJI

Pod pojmom korelacija podrazumjeva se stohastička povezanost dvije ili više varijabli, dok se pod pojmom regresija podrazumjeva statistička metoda, tj. matematičko iskazivanje korelacijskog odnosa.

Najčešća se u hidrologiji koristi linearna regresija.

Izvod jednadžbi za određivanje parametara linearne regresije



Linearna regresija: potrebno je odrediti pravac:

1.) $y = ax + b$

$$(y_i - y)^2 = (y_i - ax_i - b)^2 \qquad / \frac{\partial}{\partial b}$$

$$2(y_i - y)\frac{\partial y}{\partial b} = 2(y_i - ax_i - b)\cdot(-1) \qquad \left(\frac{\partial y}{\partial b} = 1\right)$$

$$(y_i - y)\cdot 1 = -y_i + ax_i + b$$

$$(y_i - ax_i - b) = -y_i + ax_i + b$$

$$2y_i = 2ax_i + 2b$$

$$y_i = ax_i + b \qquad / \sum_1^N$$

$$\sum y_i = a\sum x_i + N\cdot b \qquad (1)$$

2) $$(y_i - y)^2 = (y_i - ax_i - b)^2 \qquad / \frac{\partial}{\partial a}$$

$$2(y_i - y)\frac{\partial y}{\partial a} = 2(y_i - ax_i - b)\cdot(-x_i) \qquad \left(\frac{\partial y}{\partial a} = x\right)$$

$$(y_i - y)\cdot x = -x_i y_i + ax_i^2 + bx_i$$

$$y_i x_i - (ax_i + b)\cdot x_i = -x_i y_i + ax_i^2 + bx_i$$

$$2x_i y_i = 2ax_i^2 + 2bx_i$$

$$x_i y_i = ax_i^2 + bx_i \qquad / \sum_1^N$$

$$\sum x_i y_i = a\sum x_i^2 + b\sum x_i \qquad (2)$$

rješenjem jednadžbi **(1)** i **(2)** dobiju se parametri pravca **a** i **b**

Izvod jednadžbi za određivanje parametara linearne regresije - *nastavak*

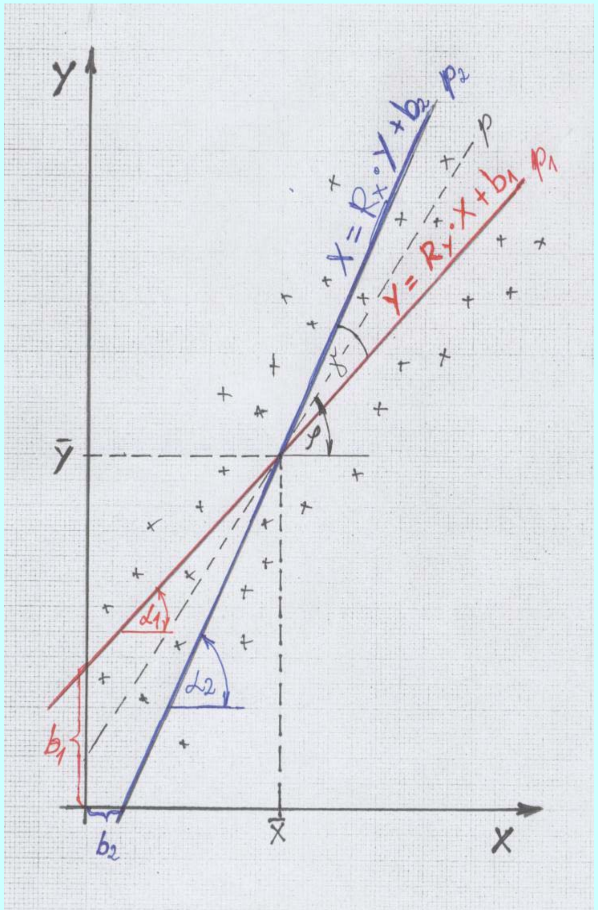
množenjem jednadžbe **(1)** sa **Σx** a jednadžbe **(2)** s **(-N)** te njihovim zbrajanjem dolazi se do izraza za izračun parametra **a** :

$$a = \frac{\sum x_i \cdot \sum y_i - N \sum x_i y_i}{\left(\sum x_i\right)^2 - N \sum x_i^2} \qquad (3)$$

Uvrštavanjem izraza (3) (*za izračun parametra* ***a)*** u jednadžbu **(1)** dolazi se do izraza za izračun parametra b :

$$b = \frac{\sum x_i y_i \cdot \sum x_i - \sum x_i^2 \cdot \sum y_i}{\left(\sum x_i\right)^2 - N \sum x_i^2} \qquad (4)$$

ODREĐIVANJE REGRESIJSKIH PRAVACA



Linearna regresija podrazumjeva definiranje dva regresijska pravca: $\mathbf{y = R_y \cdot x + b_1}$ i $\mathbf{x = R_x \cdot y + b_2}$

Za određivanje parametara $\mathbf{R_y}$ i $\mathbf{b_1}$ koriste se jednadžbe **(3)** i **(4)**, dakle:

$$R_y = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i \cdot \sum_{i=1}^{N} y_i - N \sum_{i=1}^{N} x_i y_i}{\left(\sum_{i=1}^{N} x_i\right)^2 - N \sum_{i=1}^{N} x_i^2}$$

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i y_i \sum_{i=1}^{N} x_i - \sum_{i=1}^{N} x_i^2 \sum_{i=1}^{N} y_i}{\left(\sum_{i=1}^{N} x_i\right)^2 - N \sum_{i=1}^{N} x_i^2}$$

Analogno se jednadžbe (3) i (4) koriste za izračun $\mathbf{R_x}$ i $\mathbf{b_2}$

$$R_x = \frac{\sum_{i=1}^{N} y_i \cdot \sum_{i=1}^{N} x_i - N \sum_{i=1}^{N} x_i y_i}{\left(\sum_{i=1}^{N} y_i\right)^2 - N \sum_{i=1}^{N} y_i^2}$$

$$b_2 = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i y_i \sum_{i=1}^{N} y_i - \sum_{i=1}^{N} y_i^2 \sum_{i=1}^{N} x_i}{\left(\sum_{i=1}^{N} y_i\right)^2 - N \sum_{i=1}^{N} y_i^2}$$

Parametri $\mathbf{R_x}$ **i** $\mathbf{R_x}$ su koefiicijenti regresijskih pravaca ili **koeficijenti regresijsije.**

MODALITETI JEDNADŽBI ZA IZRAČUN PARAMETARA LINEARNE REGRESIJE

Regresijski pravci sijeku se u točki $\overline{x}\,\overline{y}$, a s obzirom da je:

$$\overline{x} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i \qquad \left(N\overline{x} = \sum_{i=1}^{N} x_i\right) \qquad \overline{y} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} y_i \qquad \left(N\overline{y} = \sum_{i=1}^{N} y_i\right)$$

transformacijama je moguće dobiti slijedeće modalitete jednadžbi **(1)** i **(2)** za izračun parametara linearne regresije:

$$R_y = \frac{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i y_i - \overline{x}\,\overline{y}}{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i^2 - \overline{x}^2} = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i y_i - N\overline{x}\,\overline{y}}{\sum_{i=1}^{N} x_i^2 - N\overline{x}^2} = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left[\left(x_i - \overline{x}\right)\cdot\left(y_i - \overline{y}\right)\right]}{\sum_{i=1}^{N}\left(x_i - \overline{x}\right)^2} = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left(\Delta x_i \Delta y_i\right)}{\sum_{i=1}^{N}\left(\Delta x_i\right)^2}$$

$$b_1 = \frac{1}{N}\left(\sum_{i=1}^{N} y_i - R_y \sum_{i=1}^{N} x_i\right) = \overline{y} - R_y \overline{x}$$

$$R_x = \frac{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i y_i - \overline{x}\,\overline{y}}{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} y_i^2 - \overline{y}^2} = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i y_i - N\overline{x}\,\overline{y}}{\sum_{i=1}^{N} y_i^2 - N\overline{y}^2} = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left[\left(x_i - \overline{x}\right)\cdot\left(y_i - \overline{y}\right)\right]}{\sum_{i=1}^{N}\left(y_i - \overline{y}\right)^2} = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left(\Delta x_i \Delta y_i\right)}{\sum_{i=1}^{N}\left(\Delta y_i\right)^2}$$

$$b_2 = \frac{1}{N}\left(\sum_{i=1}^{N} x_i - R_x \sum_{i=1}^{N} y_i\right) = \overline{x} - R_x \overline{y}$$

KOEFICIJENT KORELACIJE

S obzirom da se regresijski pravci sijeku u točki $\overline{x}\,\overline{y}$ mogu se ti pravci pisati u obliku

$$y - \overline{y} = R_y \left(x - \overline{x}\right) \qquad\qquad x - \overline{x} = R_x \left(y - \overline{y}\right)$$

Sa slike je vidljivo da su $\mathbf{R_y}$ i $\mathbf{R_x}$ koeficijenti smjera regresijskih pravaca, tj.

$$R_y = tg\alpha_1 \qquad\qquad R_x = ctg\alpha_2$$

U slučaju da se regresijski pravci poklope, tj. da postoji algebarska zavisnost između varijabli **x** i **y** bilo bi

$\alpha_1 = \alpha_2$. U tom bi slučaju produkt koeficijenata regresije iznosio: $\mathbf{R_y R_x = tg\ \alpha_1 \cdot ctg\ \alpha_1 = 1}$

Drugi korjen iz produkta $\mathbf{R_y R_x}$ očito predstavlja **geometrijsku sredinu regresijskih koeficijenata**.

Uvrštavanjem prethodnih statističkih izraza za $\mathbf{R_y}$ i $\mathbf{R_x}$ za izračun te geometrijske sredine dobiva se izraz:

$$r = \sqrt{R_x R_y} = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left(x_i - \overline{x}\right)\cdot\left(y_i - \overline{y}\right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N}\left(x_i - \overline{x}\right)^2 \sum_{i=1}^{N}\left(y_i - \overline{y}\right)^2}} = \frac{\sum_{i=1}^{N}\Delta x_i \Delta y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N}\left(\Delta x_i\right)^2 \sum_{i=1}^{N}\left(\Delta y_i\right)^2}}$$

Ovako izračunata vrijednost ***r*** predstavlja **indikator jačine korelacijske veze** između dvaju varijabli i naziva se **koeficijent korelacije *r***

Ovisno o razlici između kuteva α_1 i α_2 ovako izračunati produkt **RyRx** može poprimiti vrijednosti od **-1** do **+1**

ZNAČENJE KOEFICIJENTA KORELACIJE

- Koeficijent korelacije može biti pozitivan i negativan u granicama od - 1 do +1. Granične vrijednosti postižu se kada se regresijski pravci poklope, tj. kada korelativna veza postaje algebarska funkcija.

- Pozitivne vrijednosti **$0 < r < 1$** korelacijski koeficijent dobiva u slučaju kada varijable **x** i **y** zajedno ili rastu ili opadaju. Kada varijabla **x** raste, a **y** opada, ili obrnuto, biti će **$0 > r > -1$**.

- U hidrologiji su obično pozitivne vrijednosti koeficijenta korelacije **r**.

- Ovisno o vrijednosti koeficijenta korelacije razlikuje se jačina korelacijske veze:

  - ako je **$r = \pm 1$**, tada je odnos potpuno definiran algebarskom funkcijom;
  - za vrijednosti **$1 > r > 0,75$** smatra se da je korelacijska veza čvrsta;
  - ako je **$0,75 > r > 0,50$** korelacijska veza je slaba;
  - u slučaju da je **$0,50 > r > 0$** veza je tek naznačena i bez praktičnog značaja;
  - kada je **$r = 0$** tada ne postoji baš nikakova veza izmedju dviju varijabli.

Regresijski pravci izraženi pomoću koeficijenta korelacije

Temeljne korelacijske odnose moguće je pisati i u modalitetu ispisa pomoću koeficijenta korelacije i standardne devijacije. S obzirom da je standardna devijacija za oba niza definirana izrazima: $\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(x_i - \overline{x}\right)^2}$ i $\sigma_y = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(y_i - \overline{y}\right)^2}$

Supstitucijom $\boldsymbol{\sigma_x}$ i $\boldsymbol{\sigma_y}$ umjesto izraza pod korjenom moguće je temeljne korelacijske odnose, nakon odgovarajućih transformacija, pisati na slijedeći način:

koeficijent korelacije:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left(x_i - \overline{x}\right)\left(y_i - \overline{y}\right)}{N\sigma_x\sigma_y}$$

regresijski koeficijenti:

$$R_y = r\frac{\sigma_y}{\sigma_x} \qquad R_x = r\frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

regresijski prvci:

$$y = \overline{y} + r\frac{\sigma_y}{\sigma_x}\left(x - \overline{x}\right) \qquad x = \overline{x} + r\frac{\sigma_x}{\sigma_y}\left(y - \overline{y}\right)$$

Srednja pogreška /*rasipanje oko*/ pravca regresije y = f(x): $S_y = \pm\sigma_y\sqrt{1 - r^2}$

Srednja pogreška /*rasipanje oko*/ pravca regresije x = f(y): $S_x = \pm\sigma_x\sqrt{1 - r^2}$

Značenje kuta između regresijskih pravaca

Kut **γ** koji tvore regresijski pravci moguće je proračunati na osnovu trigonometrijskih odnosa pomoću izraza:

$$tg\gamma = \frac{tg\alpha_2 - tg\alpha_1}{1 + tg\alpha_1 tg\alpha_2}$$

*(**α_1** i **α_2** su kutevi što ih regresijski pravci tvore sa osi **x**)*

S obzirom da koeficijenti regresije predstavljaju koeficijente smjerova regresijskih pravaca,

tj.: $$tg\alpha_1 = R_y = r\frac{\sigma_y}{\sigma_x} \qquad ctg\alpha_2 = R_x = r\frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

moguće je izvršiti gornju supstituciju za **tg α_1** i **tg α_2** u trigonometrijski izraz za **tg γ** ,

pa se dobije: $$tg\,\gamma = \frac{\frac{1}{r}\frac{\sigma_y}{\sigma_x} - r\frac{\sigma_y}{\sigma_x}}{1 + \left(\frac{\sigma_y}{\sigma_x}\right)^2}$$

Ovaj kut ukazuje na čvrstoću korelacijske veze. Što je taj kut manji veza je čvršća.

Za **r = 1** biti će **tg γ = 0 ,** odnosno **γ = 0** , a to znači da se pravci poklapaju, tj. korelacijska veza se pretvara u algebarsku funkciju.

Za **r = 0** biti će **tg γ = ∞,** odnosno γ = 90 **,** regresijski pravci su međusobno okomiti i korelacijska veza ne postoji.

PRIMJER IZRAČUNA LINEARNE REGRESIJE

R.br.	Maksimumi godišnjih vodostaja Biđ - Cerna (cm)	Korespodentni vodostaji Vuka - Tordinci (cm)
1.	75	102
2.	100	152
3.	90	118
4.	40	80
5.	70	88
6.	30	116
7.	62	94
8.	110	0
9.	114	44
10.	90	36

Rješenje:

	X	Y	X^2	XY	Y^2
	75	102	5625	7650	10404
	100	152	10000	15200	23104
	90	118	8100	10620	13924
	40	80	1600	3200	6400
	70	88	4900	6160	7744
	30	116	900	3480	13456
	62	94	3844	5828	8836
	110	0	12100	0	0
	114	44	12996	5016	1936
	90	36	8100	3240	1296
suma	781	830	68165	60394	87100

Proračunati i grafički iskazati korelacijski odnos godišnjih maksimuma vodostaja temeljem sljedećih 10 parova za postaje: Biđ-Cerna i Vuka-Tordinci, kroz regresijske pravce i korelacijski koeficijent. Nadalje, treba komentirati stupanj dobivene korelacijske veze.

$y = R_y \bullet x + a_1$; $x = R_x \bullet y + a_2$

$$R_Y = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i \cdot \sum_{i=1}^{N} y_i - N \sum_{i=1}^{N} x_i y_i}{(\sum_{i=1}^{N} x_i)^2 - N \sum_{i=1}^{N} x_i^2}$$

$$R_x = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i \cdot \sum_{i=1}^{N} y_i - N \sum_{i=1}^{N} x_i y_i}{(\sum_{i=1}^{N} y_i)^2 - N \sum_{i=1}^{N} y_i^2}$$

Ry= -0,61781

Rx= -0,24322

$a_1 = y_{sr} - Ry \cdot x_{sr}$; $a_1 = 131{,}2508$

$a_2 = x_{sr} - Rx \cdot y_{sr}$; $a_2 = 98{,}2872$

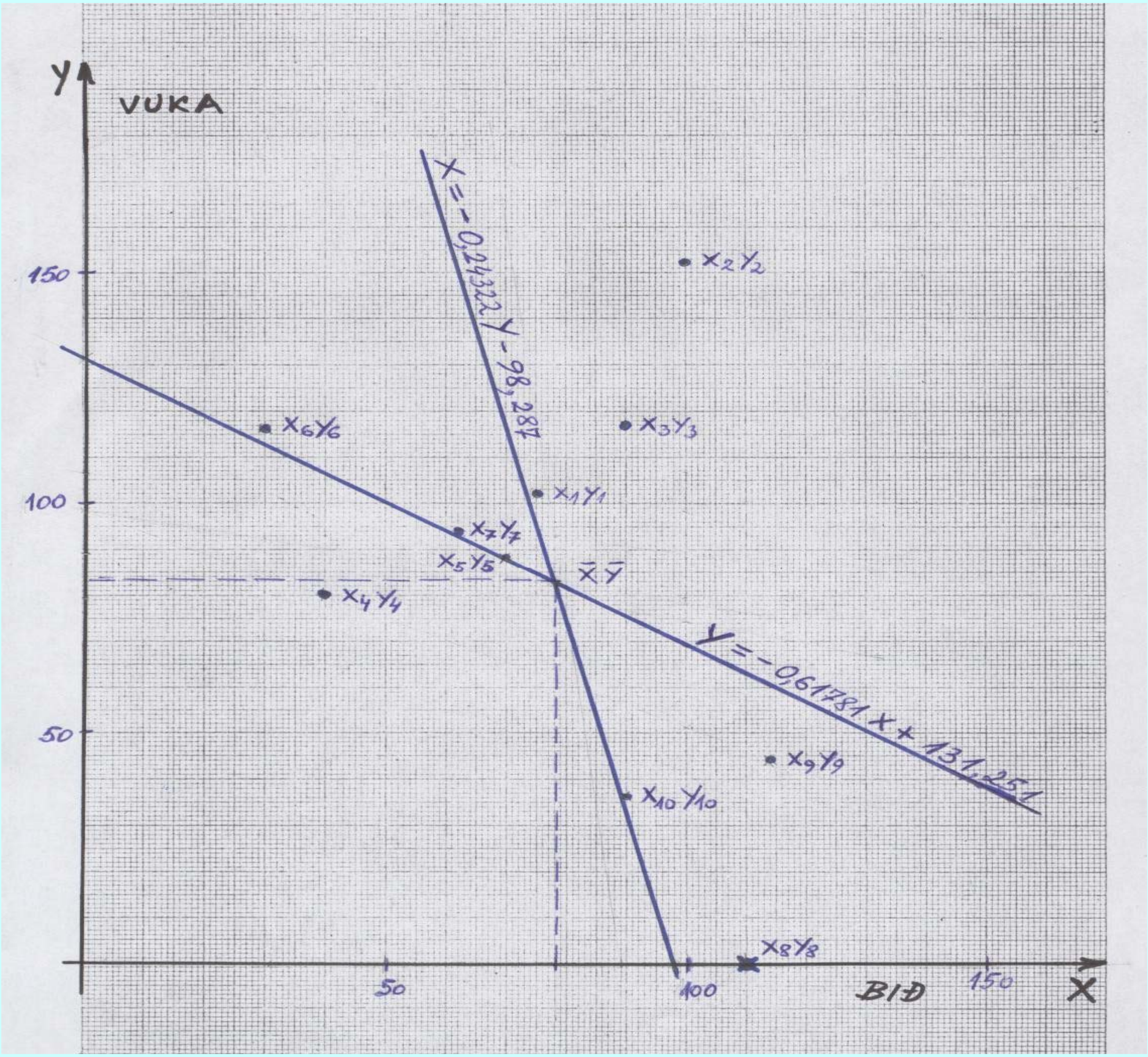
$y = -0{,}61781 \cdot x + 131{,}2508$

$x = -0{,}24322 \cdot y + 98{,}2872$

$$r = \sqrt{R_x \cdot R_y}$$; r = 0,39

Korelacijski koeficijent iznosi r = 0,39 tj. r < 0,50 što znači da korelacioni odns ne postoji

Grafička ilustracija primjera linearne korelacije



PRIMJER LINEARNE KORELACIJE – važnost svakog podatka

R.br.	Maksimumi godišnjih vodostaja Biđ - Cerna (cm)	Korespodentni vodostaji Vuka - Tordinci (cm)
1.	75	102
2.	100	152
3.	90	118
4.	40	80
5.	70	88
6.	30	116
7.	62	94
8.	110	100
9.	114	44
10.	90	36

Rješenje:

	X	Y	X^2	XY	Y^2
	75	102	5625	7650	10404
	100	152	10000	15200	23104
	90	118	8100	10620	13924
	40	80	1600	3200	6400
	70	88	4900	6160	7744
	30	116	900	3480	13456
	62	94	3844	5828	8836
	110	**100**	12100	**11000**	**10000**
	114	44	12996	5016	1936
	90	36	8100	3240	1296
suma	781	**930**	68165	**71394**	**97100**

Proračunati i grafički iskazati korelacijski odnos godišnjih maksimuma vodostaja temeljem sljedećih 10 parova za postaje: Biđ-Cerna i Vuka-Tordinci, kroz regresijske pravce i korelacijski koeficijent. Nadalje, treba komentirati stupanj dobivene korelacijske veze.

$y = R_y \cdot x + a_1$; $x = R_x \cdot y + a_2$

$$R_Y = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i \cdot \sum_{i=1}^{N} y_i - N \sum_{i=1}^{N} x_i y_i}{(\sum_{i=1}^{N} x_i)^2 - N \sum_{i=1}^{N} x_i^2}$$

$$R_x = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i \cdot \sum_{i=1}^{N} y_i - N \sum_{i=1}^{N} x_i y_i}{(\sum_{i=1}^{N} y_i)^2 - N \sum_{i=1}^{N} y_i^2}$$

Ry= -0,17283

Rx= -0,11678

$a_1 = y_{sr} - Ry \cdot x_{sr}$; a_1= 106,498

$a_2 = x_{sr} - Rx \cdot y_{sr}$; a_2= 88,961

y = -0,17283 · x + 106,498

x = -0,11678 · y + 88,961

$r = \sqrt{R_x \cdot R_y}$; r = 0,142

Korelacijski koeficijent iznosi r = 0,142 tj. r < 0,50 što znači da korelacijski odnos ne postoji

ANALIZA TREND

Trend *(težnja, usmjeravanje)* hidrološke veličine da tijekom vremena generalno raste ili opada. Podrazumjeva se generalna zakonomjernost promjene hidrološke veličine.
Trend može biti linearan ili nelinearan. U hidrologiji se učestalo vrši analiza linearnog trenda. Matematička procedura proračuna linearnog trenda ista je kao kod izračuna regresije, s tim da ovdje hidrološka veličina *(vodostaj, protok, koncentracija nanosa i td.)* predstavlja zavisnu varijablu, dok je vrijeme nezavisna varijabla.