

KORELACIJA AKTIVNOSTI UZORAKA ZRAKA

B. M. SALER, V. POPOVIĆ

Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb

(Priljeno 15. X 1962)

Izračunana je korelacija aktivnosti uzoraka zraka sakupljenih u Institutu za medicinska istraživanja i medicinu rada u Zagrebu i uzoraka sakupljenih blizu Tomislavovog doma na Sljemenu u periodu od 1. II 1962. do 9. IX 1962. Mjerena je ukupna beta-aktivnost i pokazalo se da postoji dosta dobra korelacija.

Uzorci zraka sakupljeni su Flemingovim pumpama na filtrir-papiru efikasnosti 75%. Razumljivo da ta vrijednost nije ista za sve veličine čestica i sve brzine strujanja zraka, ali je dobra aproksimativna vrijednost za manje čestice, tj. čestice dijametra manjeg od 2μ , koje su potencijalna opasnost po zdravlje zbog svojstva da manje ili više lebde u zraku (1), a nosioci su radioaktivnosti u atmosferi. Neki autori (2), (3)

Tablica 1

Aktivnost zraka u Zagrebu									
$x \backslash y$	1	3	5	7	9	11	n	\bar{x}_i	
Aktivnost Sljeme	1	29	16	1	1		47	1,89	
	3	14	49	20	4		87	3,32	
	5	3	14	23	6	2	49	4,71	
	7	2	2	5	9	3	23	6,30	
	9			1	1	5	1	8	8,50
	11					1		1	9,00
n	48	81	50	21	11	4	215		
\bar{y}_i	2,08	3,05	4,40	5,48	7,90	7,00			

Tablica 2
 Prosječne tjedne vrijednosti ukupne beta-aktivnosti u zraku

Datum	Aktivnosti u pC/m ³ zraka, mjerene 120 sati nakon sakupljanja	
	Zagreb	Sljeme
5-11. II 1962.	6,46	6,22
12-18. II 1962.	6,00	4,70
19-25. II 1962.	4,29	3,49
26- 4. III 1962.	4,56	2,17
5-11. III 1962.	5,36	3,98
12-18. III 1962.	3,59	3,12
19-25. III 1962.	3,60	3,39
26- 1. IV 1962.	6,10	4,54
2- 8. IV 1962.	5,57	4,19
9-15. IV 1962.	4,64	2,37
16-22. IV 1962.	9,95	7,16
23-29. IV 1962.	7,30	6,70
30- 6. V 1962.	3,33	2,90

za jedan te isti filtrir-papir uzimaju varijabilnu vrijednost od 70% do 85%, pa čak i do 100%, u ovisnosti od brzine zraka. Uzorci su mjereni na brojaču 120 sati nakon sakupljanja, kako bi se izbjegnulo utjecaj prirodne radioaktivnosti na rezultate mjerenja. Aktivnosti su svrstane u tablicu po ovom principu: aktivnosti od 0 pC/m³ do 2 pC/m³ zraka svrstane su u razred 1, aktivnosti od 2 do 4 pC/m³ svrstane su u razred 3, od 4 do 6 pC/m³ u razred 5 itd. Svrstano u tablicu to izgleda ovako (Tabl. 1):

Prvo su izračunane prosječne vrijednosti aktivnosti uzoraka sa Sljemena, koje pripadaju svakoj aktivnosti uzoraka u Zagrebu, a zatim prosječne aktivnosti uzoraka u Zagrebu, koje pripadaju pojedinim aktivnostima uzoraka sa Sljemena. Te vrijednosti naznačene su u tablici 2. Dalji račun je ovakav:

$$\bar{x} = \mu'_{10} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k f_i x_i = 3,87$$

$$\bar{y} = \mu'_{01} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^l f_j y_j = 3,70$$

gdje su \bar{x} odnosno \bar{y} srednje vrijednosti veličina x_1, x_2, \dots , odnosno y_1, y_2, \dots , a jednake su momentima μ'_{10} , odnosno μ'_{01} , koji su specijalan slučaj općenito definiranog momenta:

$$\mu'_{rs} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l x_i^r \cdot y_j^s$$

Kod toga je $N = f_1 + f_2 + \dots + f_n$; x_i su pojedina obilježja x -ova, y_{ij} su vrijednosti za svako x_i , kojih ima k ; y_j su pojedina obilježja y -a, kojih ima l .

Za dalji račun treba izračunati još nekoliko momenata:

$$\mu'_{11} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l f_{ij} x_i y_j = 17,83$$

Iz definicije:

$$\mu_{rs} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l f_{ij} (x_i - \bar{x})^r (y_j - \bar{y})^s \quad \text{izlazi:}$$

$$\begin{aligned} \mu_{11} &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l f_{ij} x_i y_j - \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^k f_i x_i \right) \left(\frac{1}{N} \sum_{j=1}^l f_j y_j \right) = \\ &= \mu'_{11} - \bar{x} \bar{y} = 3,51 \end{aligned}$$

$$\mu'_{20} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k f_i x_i^2 = 20,62$$

$$\begin{aligned} \mu_{20} &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k f_i (x_i - \bar{x})^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k f_i x_i^2 - \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^k f_i x_i \right)^2 = \\ &= \mu'_{20} - \bar{x}^2 = 5,65 \end{aligned}$$

Veličina μ_{20} je kvadrat standardne devijacije varijable x_i

$$\sigma_x = 2,375$$

$$\mu'_{02} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^l f_j y_j^2 = 18,38$$

$$\begin{aligned} \mu_{02} &= \frac{1}{N} \sum_{j=1}^l f_j (y_j - \bar{y})^2 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^l f_j y_j^2 - \left(\frac{1}{N} \sum_{j=1}^l f_j y_j \right)^2 = \\ &= \mu'_{02} - \bar{y}^2 = 4,69 \end{aligned}$$

Veličina μ_{02} je kvadrat standardne devijacije varijable y_i

$$\sigma_y = 2,166$$

Koeficijent korelacije jednak je:

$$r = \frac{\mu_{11}}{\sigma_x \sigma_y} = 0,683$$

Koeficijent prvog regresionog pravca a_1 :

$$a_1 = \operatorname{tg} a = \frac{\mu_{11}}{\sigma_x^2} = 0,621$$

Koeficijent drugog regresionog pravca a_2 :

$$a_2 = \operatorname{tg} \beta = \frac{\sigma_y^2}{\mu_{11}} = 1,337$$

Jednadžbe regresionih pravaca glase:

$$p_1 \dots y - 3,70 = 0,621 (x - 3,87)$$

$$p_2 \dots y - 3,70 = 1,337 (x - 3,87)$$

Kut koji čine ta dva pravca iznosi

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{1 - r^2}{r} \frac{\sigma_x \sigma_y}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2} = 0,3885, \text{ odnosno } \gamma \doteq 21^\circ 14'$$

U ovom slučaju veličina kuta daje orijentacionu mjeru za korelaciju, jer su podaci za x i y vrijednosti dani u istoj mjeri (4).

Na slici su nacrtani regresioni pravci koji zadovoljavaju uslovu da je suma kvadrata udaljenosti pojedinih tačaka od pravca minimalna. Iz slike se vidi da je kut među pravcima približno 21° .

Granice pouzdanosti koeficijenta regresije (5):

koeficijent regresije aktivnosti Sljeme prema aktivnosti Zagreb: 0,621;

suma kvadrata regresije: 515;

varijanca regresije: 2,42;

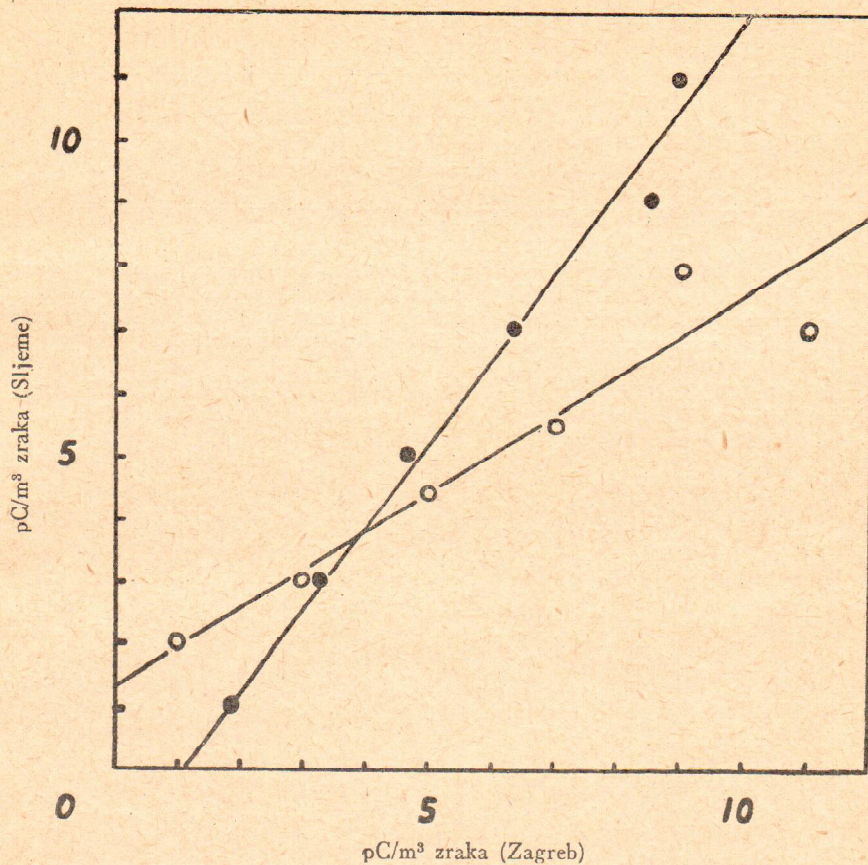
standardna greška regresije: 1,555;

standardna greška koeficijenta regresije: 0,04475;

95% granice pouzdanosti koeficijenta regresije: $0,621 \pm 0,089$.

Pri mjerenju ukupne beta-aktivnosti, radioaktivnost je u većini slučajeva nešto viša u industrijskim centrima nego u bližoj okolini (uz uvjet da su ostali odlučujući faktori nepromijenjeni: količina oborina, vjetar) kao i u većim visinama.

S obzirom na koeficijent korelacije, može se pretpostaviti da je veći prosjek na sakupljačkom mjestu Zagreb (vidi priloženu tablicu) bio



Slika 1. Pravac regresije ukupne beta aktivnosti uzoraka Sljeme prema uzorcima Zagreb prolazi praznim kružićima, pravac regresije ukupne beta aktivnosti uzoraka Zagreb prema uzorcima Sljeme prolazi punim kružićima.

uzrokovano blizinom industrijskog centra, jer se vidi da je kod porasta radioaktivnosti u Zagrebu došlo i do porasta na Sljemenju.

Razlika od 1000 m visine sakupljačkih mjesta najvjerojatnije u ovom slučaju nije utjecala, a mjerenja su vršena uz iste uvjete u odnosu na tlo.

Literatura

- Hounam, R. F., Wilkins, J. E.: Calculations of the Filtration of Airborne Dust by Fibrous Filters, AERE HP/M 43, 1958.
 Peirson, D. H., Crooks, R. N., Fisher, E. M. R.: The Radioactivity of the Atmosphere near Ground Level due to Distant Nuclear Test Explosions, AERE-M 620, 1960.

- Peirson, D. H., Crooks, R. N., Miss Fisher E. M. R.*: Radioactive Fall-Out in Air and Rain, AERE-R 3358, 1960.
Uranić, U.: Vjerojatnost i statistika, Zagreb, 1958.
Davies, O. L.: Statistical Methods in Research and Production, London, 1957.

Summary

THE CORRELATION OF RADIOACTIVITY IN AIR

The relation between the total beta activity in the air samples collected in Zagreb and at Sljeme (a mountain near Zagreb) has been investigated. The samples were collected in the period between February 1 and September 9, 1962. A fairly good correlation has been found, the coefficient of correlation being 0,683.

*Institute for Medical Research,
incorporating the Institute of
Industrial Hygiene, Zagreb*

*Received for publication
October 15, 1962*