

## Zadatak 2: Obrada podataka o vodostajima

Na osnovu podataka osmatranja vodostaja za jednu godinu na zadatoj vodomernoj stanici potrebno je uraditi sledeće:

1. Nacrtati hronološku promenu vodostaja tokom zadate godine.
2. Odrediti tabelarno učestalosti (frekvencije) vodostaja, deleći opseg osmotrenih vodostaja na prigodan broj klasa (8 do 10). Nacrtati liniju učestalosti vodostaja.
3. Na osnovu sračunatih frekvencija, odrediti tabelarno i nacrtati liniju trajanja vodostaja. U tabeli i na dijagramu naznačiti najveći i najmanji osmotreni vodostaj sa odgovarajućim trajanjima.
4. Tabelarno prikazati vodostaje sledećih karakterističnih trajanja (zastupljenosti): 1%, 5%, 10%, 20%, 50%, 80%, 90%, 95%.

Nivogram, liniju učestalosti i liniju trajanja nacrtati na istom dijagramu.

| OBNICA - BELO POLJE     |         |     |        |             |     |         |     |           |     |                    |             |     |
|-------------------------|---------|-----|--------|-------------|-----|---------|-----|-----------|-----|--------------------|-------------|-----|
| Broj: 1216              |         |     |        |             |     |         |     |           |     | Kota "0" = 193.9   |             |     |
| Tip vodomera: limnigraf |         |     |        |             |     |         |     |           |     | Km (od ušća) = 1.5 |             |     |
| Početak rada: 1953      |         |     |        |             |     |         |     |           |     | P.S. Km2 = 185     |             |     |
|                         | JAN     | FEB | MAR    | APR         | MAJ | JUN     | JUL | AVG       | SEP | OKT                | NOV         | DEC |
| 1                       | 61      | 60  | 41     | 35          | 43  | 37      | 40  | 27        | 30  | 28                 | 41          | 43  |
| 2                       | 66      | 58  | 41     | 35          | 41  | 41      | 37  | 28        | 29  | 27                 | 39          | 42  |
| 3                       | 60      | 56  | 40     | 35          | 39  | 37      | 40  | 27        | 28  | 28                 | 38          | 40  |
| 4                       | 57      | 68  | 40     | 35          | 38  | 35      | 40  | 27        | 28  | 27                 | 40          | 40  |
| 5                       | 57      | 72  | 39     | 34          | 37  | 34      | 39  | 26        | 30  | 27                 | 40          | 39  |
| 6                       | 57      | 68  | 39     | 34          | 36  | 33      | 38  | 27        | 29  | 29                 | 52          | 38  |
| 7                       | 57      | 68  | 38     | 35          | 37  | 32      | 36  | 27        | 28  | 46                 | 53          | 38  |
| 8                       | 57      | 63  | 38     | 34          | 38  | 33      | 35  | 27        | 28  | 37                 | 47          | 37  |
| 9                       | 57      | 58  | 38     | 34          | 46  | 35      | 44  | 26        | 28  | 34                 | 43          | 37  |
| 10                      | 58      | 57  | 38     | 34          | 42  | 36      | 39  | 34        | 27  | 32                 | 41          | 36  |
| 11                      | 64      | 58  | 39     | 34          | 41  | 32      | 37  | 43        | 27  | 31                 | 40          | 36  |
| 12                      | 90      | 56  | 38     | 34          | 70  | 31      | 34  | 37        | 26  | 30                 | 43          | 54  |
| 13                      | 73      | 56  | 38     | 33          | 93  | 30      | 33  | 33        | 26  | 30                 | 43          | 50  |
| 14                      | 63      | 67  | 37     | 33          | 69  | 30      | 32  | 31        | 26  | 30                 | 42          | 45  |
| 15                      | 59      | 60  | 37     | 32          | 59  | 30      | 63  | 30        | 26  | 29                 | 41          | 49  |
| 16                      | 55      | 55  | 37     | 32          | 53  | 30      | 55  | 29        | 28  | 29                 | 46          | 57  |
| 17                      | 53      | 53  | 37     | 32          | 49  | 30      | 46  | 29        | 27  | 29                 | 46          | 71  |
| 18                      | 51      | 51  | 36     | 35          | 46  | 32      | 42  | 30        | 26  | 31                 | 44          | 58  |
| 19                      | 47      | 49  | 36     | 39          | 43  | 31      | 39  | 30        | 26  | 33                 | 45          | 53  |
| 20                      | 47      | 48  | 37     | 36          | 41  | 31      | 37  | 32        | 26  | 33                 | 44          | 50  |
| 21                      | 46      | 46  | 36     | 35          | 51  | 33      | 35  | 42        | 26  | 33                 | 45          | 48  |
| 22                      | 48      | 45  | 35     | 35          | 54  | 44      | 34  | 36        | 25  | 32                 | 46          | 46  |
| 23                      | 63      | 44  | 35     | 34          | 43  | 56      | 33  | 33        | 25  | 31                 | 46          | 45  |
| 24                      | 99      | 43  | 35     | 33          | 40  | 62      | 32  | 31        | 25  | 32                 | 45          | 56  |
| 25                      | 96      | 43  | 35     | 33          | 39  | 48      | 32  | 33        | 26  | 32                 | 45          | 52  |
| 26                      | 92      | 43  | 35     | 36          | 42  | 42      | 31  | 35        | 26  | 31                 | 44          | 49  |
| 27                      | 94      | 42  | 35     | 79          | 59  | 38      | 30  | 33        | 27  | 31                 | 43          | 47  |
| 28                      | 91      | 41  | 39     | 57          | 45  | 36      | 31  | 31        | 27  | 31                 | 42          | 45  |
| 29                      | 85      |     | 37     | 50          | 42  | 34      | 30  | 31        | 27  | 31                 | 43          | 45  |
| 30                      | 75      |     | 36     | 46          | 39  | 47      | 29  | 31        | 27  | 36                 | 43          | 46  |
| 31                      | 61      |     | 35     |             | 38  |         | 29  | 30        |     | 43                 |             | 63  |
| NV                      | 46      | 40  | 35     | 32          | 36  | 29      | 29  | 25        | 25  | 27                 | 38          | 36  |
| SV                      | 66      | 55  | 37     | 37          | 47  | 37      | 37  | 31        | 27  | 32                 | 44          | 47  |
| VV                      | 113     | 82  | 42     | 95          | 144 | 77      | 103 | 49        | 31  | 55                 | 70          | 83  |
| 1979                    | NV = 25 |     | 01.08. |             |     | SV = 47 |     | VV = 144  |     |                    | 21.05.      |     |
| NNV                     |         |     |        |             |     |         |     |           |     |                    |             |     |
| VVV                     | NNV = 0 |     |        | 01.07.1958. |     |         |     | VVV = 300 |     |                    | 13.05.1965. |     |

## Objašnjenje

Frekvencije (učestalost) vodostaja određuju se formiranjem klasnih intervala. Preporučuje se da broj klasnih intervala  $K$  iznosi:

$$K = 5 \log N \quad \text{ili} \quad K = 1 + 1.33 \ln N$$

gde je  $N$  ukupan broj podataka. Za  $N = 365$ , prema gornjim izrazima broj klasnih intervala treba da bude od 8 do 13. Kako najveći i najmanji osmotreni srednji dnevni vodostaj u prikazanom primeru iznose 99 i 25 cm, usvaja se 8 klasnih intervala širine 10 cm, počevši od 20 cm zaključno sa 100 cm. Pri formiranju klasnih intervala vodi se računa o tome da član niza  $x$  pripada nekom klasnom intervalu  $(x_1, x_2)$  ako je

$$x_1 \leq x < x_2$$

U zadatom primeru prebrojane su vrednosti vodostaja iz tabele godišnjeg pregleda i dobijeni su sledeći rezultati:

Tabela 1.

| Klasa |    | frekvencije |
|-------|----|-------------|
| od    | do |             |
| 20    | 29 | 50          |
| 30    | 39 | 155         |
| 40    | 49 | 88          |
| 50    | 59 | 40          |
| 60    | 69 | 18          |
| 70    | 79 | 6           |
| 80    | 89 | 1           |
| 90    | 99 | 7           |

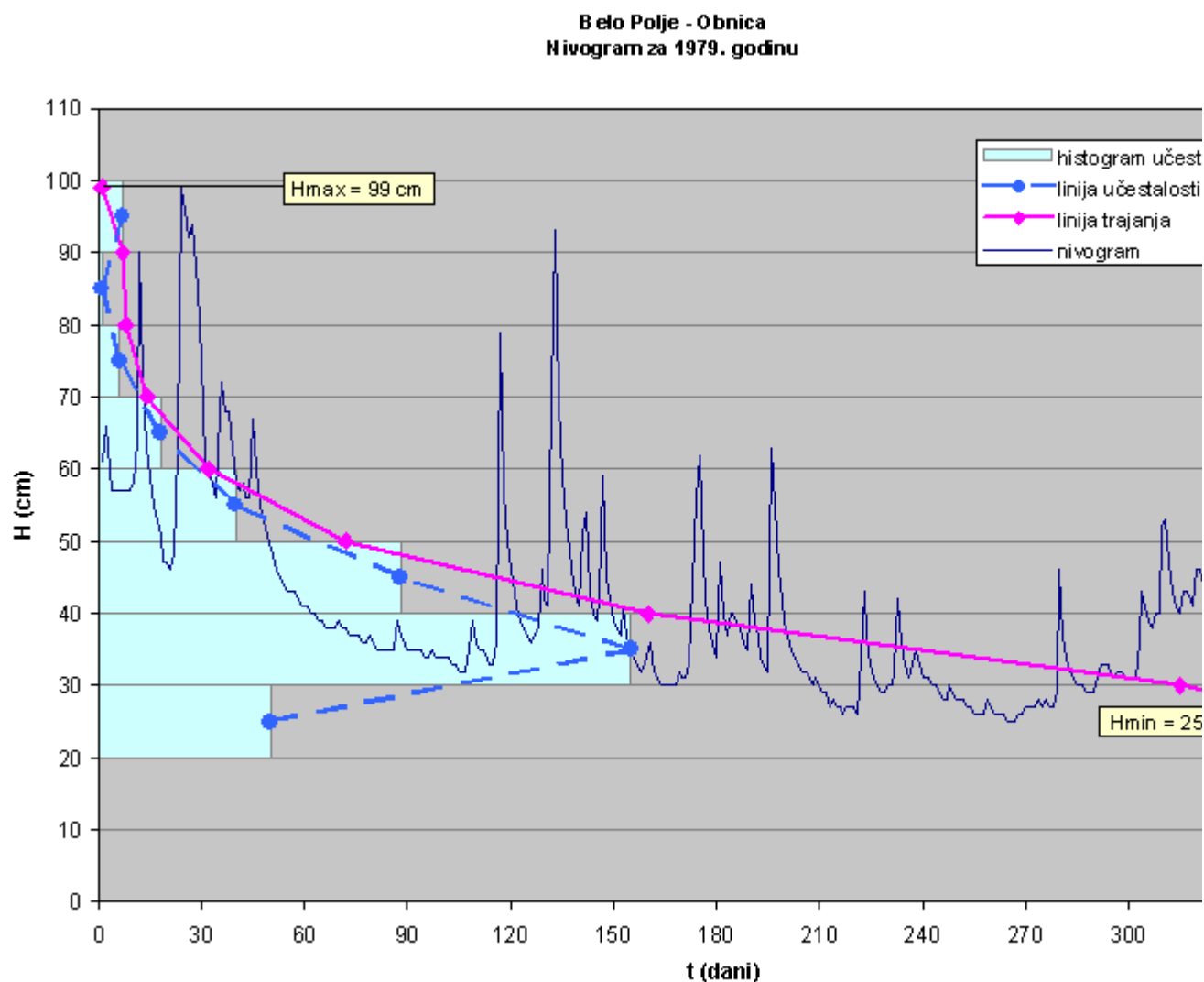
Trajanje vodostaja se definiše kao trajanje vodostaja većeg ili jednakog od zadate vrednosti. Tako se iz gornje tabele može videti da trajanje vodostaja većih ili jednakih 90 cm iznosi 7 dana, trajanje vodostaja većih ili jednakih 80 cm iznosi 8 dana itd.

Linija trajanja vodostaja određuje se na osnovu sračunatih frekvencija tako što se formiraju kumulativne frekvencije, sa smerom sabiranja od najvećih vrednosti ka najmanjim. Pri tome se vodi računa o tome da najveći osmotreni vodostaj ima trajanje 1 dan, jer je zabeležen samo u jednom danu (eventualno se može dogoditi da postoji nekoliko istih maksimalni vrednosti, pa taj broj predstavlja trajanje maksimalnog vodostaja). Takođe se vodi računa o tome da najmanji osmotreni vodostaj ima trajanje 365 dana, jer su vodostaji tokom cele godine bili veći ili jednaki minimalnom. Sledeći ove principe, za prikazani primer se dobijaju sledeći rezultati:

Tabela 2.

| Vodostaj $H$ (cm)<br>jednak ili veći od | Trajanje<br>(dani) |
|---|--------------------|
| 99                                      | 1                  |
| 90                                      | 7                  |
| 80                                      | $7 + 1 = 8$        |
| 70                                      | $8 + 6 = 14$       |
| 60                                      | $14 + 18 = 32$     |
| 50                                      | $32 + 40 = 72$     |
| 40                                      | $72 + 88 = 160$    |
| 30                                      | $160 + 155 = 315$  |
| 25                                      | $315 + 50 = 365$   |

Gornjom tabelom definisana je linija trajanja vodostaja. Na slici 1 prikazani su osmotreni nivogram, histogram i linija učestalosti vodostaja, i linija trajanja vodostaja.



Slika 1. Nivogram, učestalost i trajanje vodostaja.

Alternativni način za određivanje linije trajanja vodostaja je da se niz dnevnih vodostaja uredi u opadajući niz (u datom primeru od vodostaja 99 cm do vodostaja 25 cm), pri čemu se najvećem vodostaju dodeli indeks 1, drugom najvećem indeks 2, i tako redom do poslednjeg, tj. najmanjeg vodostaja kome se dodeli indeks 365. Trajanje vodostaja tada je jednako indeksu odgovarajuće vrednosti vodostaja. Ovo je ilustrovano u donjoj tabeli.

Tabela 3.

| Niz vodostaja uređen po opadajućem redosledu | indeks = trajanje (u danima) |
|--|------------------------------|
| 99   | 1                            |
| 96   | 2                            |
| 94   | 3                            |

|     |     |
|-----|-----|
| 93  | 4   |
| 92  | 5   |
| 91  | 6   |
| 90  | 7   |
| 85  | 8   |
| 79  | 9   |
| ... | ... |
| 61  | 28  |
| 61  | 29  |
| 60  | 30  |
| 60  | 31  |
| 60  | 32  |
| 59  | 33  |
| 59  | 34  |
| ... | ... |
| 25  | 365 |

Vodostaji zadatih procentualnih trajanja određuju se na osnovu tabele 2 linearnom interpolacijom, ili očitavanjem sa dijagrama 1:

Tabela 4.

| Procentualno trajanje ili zastupljenost | Trajanje (u danima) | Vodostaj (cm) |
|---|---------------------|---------------|
| 1%                                      | 4                   | 93            |
| 5%                                      | 18                  | 68            |
| 10%                                     | 36                  | 58            |
| 20%                                     | 73                  | 49            |
| 50%                                     | 182                 | 38            |
| 80%                                     | 292                 | 31            |
| 90%                                     | 328                 | 28            |
| 95%                                     | 347                 | 27            |