

Оригинални научни рад  
Горан Трбић\*

## БИОКЛИМАТСКА ОБИЉЕЖЈА БАЊА ЛУКЕ

**Извод:** У раду су разматрани биоклиматски елементи највећег административног, политичког, универзитетског, културног, здравственог, урбаног центра Републике Српске-Града Бања Луке. Биоклиматска анализа темељи се на међузависности утицаја температуре и влажности ваздуха, односно притиска водене паре, што је основа одређивања физиолошких осјећаја топлоте и временских типова. Аналогно томе, детерминисање биоклиматских обиљежја Бања Луке вршићемо на основу физиолошке влажности и физиолошког дефицита влажности (притисак водене паре и максимални притисак водене паре), еквивалентних температура (комбинација температуре и притиска водене паре) и запаре (комбинација температуре и влажности ваздуха). Истраживање смо вршили за период 1961-2005. године, на основу података Хидрометеоролошког завода Републике Српске, метеоролошка станица Бања Лука.

**Кључне ријечи:** Биоклиматологија, Бања Лука, еквивалентне температуре, запара, физиолошки осјећај топлоте, временски типови, временске класе.

**Abstract:** In this paper, bioclimatic features of the larges administrative, political, university, cultural, sanitty and urban centre of Republika Srpska, that is of Banja Luka city, have been considered. Bioclimatic analysis is based on a combination of air temperature and humidity, in other words of vapour pressure, that is the basis for determination of warmth physiological sensations and types of water. In some way analogous to that, we will determinate bioclimatic features of Banja Luka city on the basis of physiological humidity as well as its physiological deficit (vapour pressure as well as its maximal pressure) of equivalent temperatures (a combination of temperature and vapour pressure) and heat (a combination of temperature and air humidity). We are making research-work durning a period of 45 years (1961-2005) on the basis of statistical data of Weater bureau of Republika Srpska, weather station in Banja Luka city.

---

\* Мр, виши асистент, Универзитет у Бањој Луци, Природноматематички факултет.

**Key words:** Bioclimatology, Banja Luka city, equivalent temperatures, heat, warmth physiological sensation, weather types, weather classes.

## Увод

Антропогени осјећај угодности, влажне хладноће и запааре зависи од неколико комбинованих, односно сложених климатских елемената. Другим ријечима, комбиновани климатски елементи као комплекс основних елемената одређују сложено временско стање и утичу на живот и здравље људи. Везу између климатских и биолошких појава, а нарочито утицаја климе на човјека проучава биоклиматологија<sup>1</sup>, као посебна грана климатологије. Биоклиматолошка истраживања у новије вријеме су изузетно актуелизована, захваљујући технолошком развоју који врши позитиван и негативан утицај на климу. Адаптација човјека климатским условима средине у којој живи, може бити бржа или спорија, а зависи од више околности: природне прилагођености организма, психофизичког и здравственог стања, година старости, дјелатности којом се бави, генетске прилагођености и др. Због тога су различити и критеријум за дефинисање најповољнијих биоклиматских услова, односно климатског комфора. Највећу практичну примјену биоклиматолошка истраживања имају у здравству и туризму.

У раду је обрађено неколико биоклиматских елемената за геопростор Града Бања Луке, а на основу којих се може дати квантитативна и квалитативна оцјена биоклиматолошких обиљежја.

Биоклиматских истраживања вршили смо на основу анализе физиолошке влажности и физиолошког дефицита влажности (притисак водене паре и максимални притисак водене паре), еквивалентних температура (температура ваздуха и притисак водене паре) и запааре (температура и релативна влажност ваздуха), за период 1961-2005. година.

## Еквивалентне температуре

Еквивалентне температуре (Ет) представљају међусобни утицај температуре и влажности ваздуха, односно стварног притиска водене паре а у суштини се састоји од измјерене температуре ваздуха и допунске температуре, која би настала ако би се кондензовала сва водена пара у ваздуху (Дукић, Д, 1990). Суштина овог метода је да се топлота лакше подноси уколико је вријеме суво и вјетровито а теже уколико је влажно и без вјетра. Еквивалентна температура се одређује на основу формуле Becolda, W. која је прихватљива и за наше услове (Вујевић, П, 1948):

---

<sup>1</sup> Најпознатији свјетски истраживачи који су се бавили биоклиматологијом су: Harrington, W, Bezold, W, Krüger, E, Trauner, L, Ramzin, S, Scharlau, K, Кандроп, И, Данилова, Н, А, Воронин, Н, М, Вужишневский, А, С, и др., док су код нас најпознатији Вујевић, П, Ђукановић, Д, Анић, Б и Мађејка, М.

$$Et = t + 2e$$

гдје је  $t$  - средња мјесечна температура ваздуха,  
 $e$  - стварни притисак водене паре

Значај еквивалентних температура огледа се у томе, што изазивају различита осјећања угодности, спарине или хладноће, и што представља основу за одређивање физиолошких осјећаја топлоте и временских типова. Анализу еквивалентних температура вршићемо на основу Krügerove класификације физиолошких осјећаја топлоте и временских типова (таб. 1) (Вујевић, П, 1962).

Табела 1. Класификација физиолошких осјећаја топлоте и временских типова, према Krügeru.

| Et (°C)                    | <5          | 5-18   | 18-22           | 22-30    | 30-40  | 40-50 | 50-58        | 58-70   | >70           |
|----------------------------|-------------|--------|-----------------|----------|--------|-------|--------------|---------|---------------|
| Физиолошки осјећај топлоте | врло хладно | хладно | веома прохладно | свјеже   | угодно | топло | мало запарно | запарно | веома запарно |
| Временски типови           | хладни      |        |                 | пријатни |        |       | прегријани   |         |               |

Извор: (Вујевић, П, 1962).

Користећи везе између температуре ваздуха и стварног притиска водене паре издвојили смо временске типове и физиолошке осјећаје топлоте (еквивалентне температуре) за геопростор Бања Луке.

Табела 2. Биоклиматски параметри Бања Луке, 1961-2005. год.

| Биоклиматски елемент | I    | II   | III | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | ср.год. |
|----------------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
| $T_x$                | -0,2 | 1,9  | 6,4 | 10,9 | 15,9 | 19,4 | 21,0 | 20,5 | 16,1 | 11,1 | 6,1  | 1,2  | 10,9    |
| $U$                  | 84   | 79   | 73  | 70   | 71   | 72   | 71   | 73   | 79   | 82   | 83   | 85   | 77      |
| $e$                  | 3,9  | 4,4  | 5,3 | 6,9  | 9,6  | 12,1 | 12,9 | 12,8 | 10,7 | 8,1  | 6,1  | 4,5  | 8,1     |
| $Et$                 | 7,6  | 10,7 | 17  | 24,7 | 35,1 | 43,6 | 46,8 | 46,1 | 37,5 | 27,3 | 18,3 | 10,2 | 27,1    |

Извор: Документација Републичког хидрометеоролошког завода Бања Лука, 1961-2005.

Легенда:  $T_x$  - средња температура ваздуха (°C)  
 $U$  - релативна влажност ваздуха (%)  
 $e$  - стварни напон водене паре (mm Hg)  
 $Et$  - еквивалентна температура ваздуха (°C)

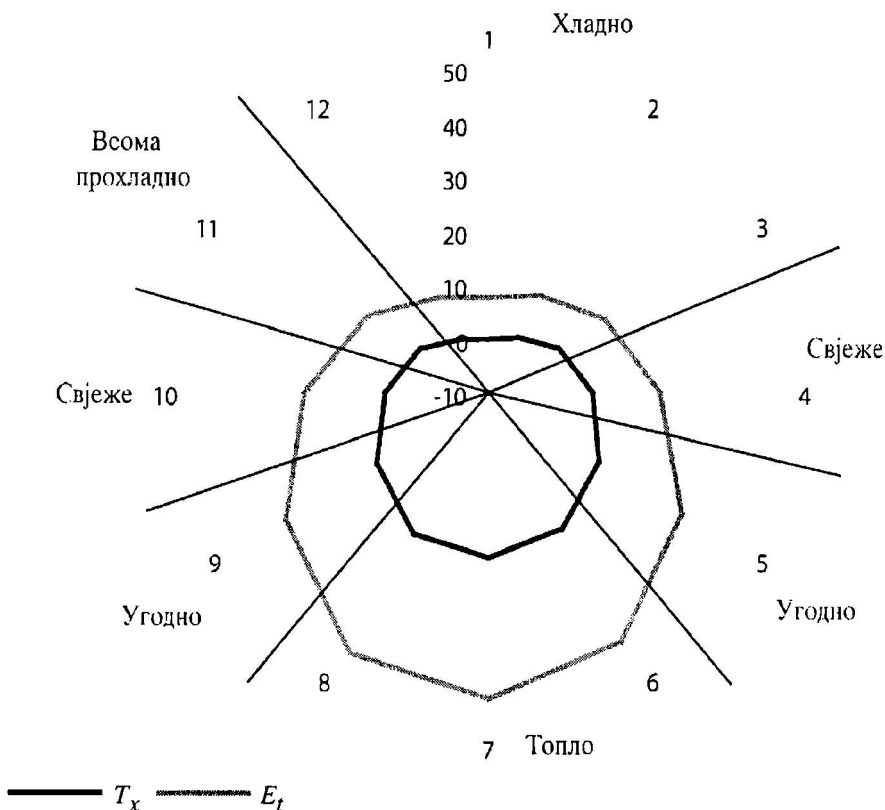
**Хладни временски тип** ( $5^{\circ}\text{C} < Et < 22^{\circ}\text{C}$ ) заступљен је у периоду новембар-март. Физиолошки осјећај топлоте хладно ( $Et = 5-18^{\circ}\text{C}$ ) доминира у четири мјесеца (децембар, јануар, фебруар и март). Класа веома прохладно ( $Et = 18-22^{\circ}\text{C}$ ) заступљена је у новембру. Током зимског периода, просјечно није зас-

тупљена класа врло хладно, али се ипак појављује у периодима са изразитом ниским температурама.

**Пријатни временски тип** ( $22^{\circ}\text{C} < Et < 50^{\circ}\text{C}$ ) одликује лјето и већи дио прољећа и јесени, односно период од априла до новембра. То је период претежно антициклонске активности али и изузетно повољних биоклиматских карактеристика. Класа свјеже ( $Et = 22-30^{\circ}\text{C}$ ) заступљена је у априлу и октобру. Класа угодно ( $Et = 30-40^{\circ}\text{C}$ ) заступљена је у мају и септембру, док је класа топло ( $Et = 40-50^{\circ}\text{C}$ ) заступљена током лјета, тј. од јуна до августа.

Са становишта еквивалентних температура Бања Лука у току лјетњег периода, у просјеку нема прегријаног временског типа, односно нема несносних врућина тзв. запара. Међутим, могућност појаве спарине тј. запаре ипак је присутна током лјетних мјесеци, а комплекснију оцјену даћемо након биоклиматске анализе према Scharloovom методу.

Графикон физиолошких осјећаја топлоте Бањалуке,  
1961-2005. по Кригсу



Графикон 1. Средње мјесечне и еквивалентне температуре ваздуха Бања Луке,  
1961-2005.

## Физиолошка влажност и физиолошки дефицит влажности

Анализом физиолошке влажности и физиолошког дефицита влажности можемо утврдити какав је режим одузимања влаге људском организму на подручју Бања Луке. С обзиром на функционалну повезаност ова два биоклиматолошка параметра, њихове годишње токове приказаћемо заједно, табеларно и графички.

Према изразу S. Ramzina вршићемо прорачун за физиолошку влажност ( $e_f$ ) и физиолошки дефицит влажности (Ramzin, S, 1953):

$$e_f = \frac{e}{E_{36,5}} \times 100\% \quad D_f = E_{36,5} - e$$

Гдје је:  $e_f$  - физиолошка влажност

$e$  - стварни притисак водене паре (mm)

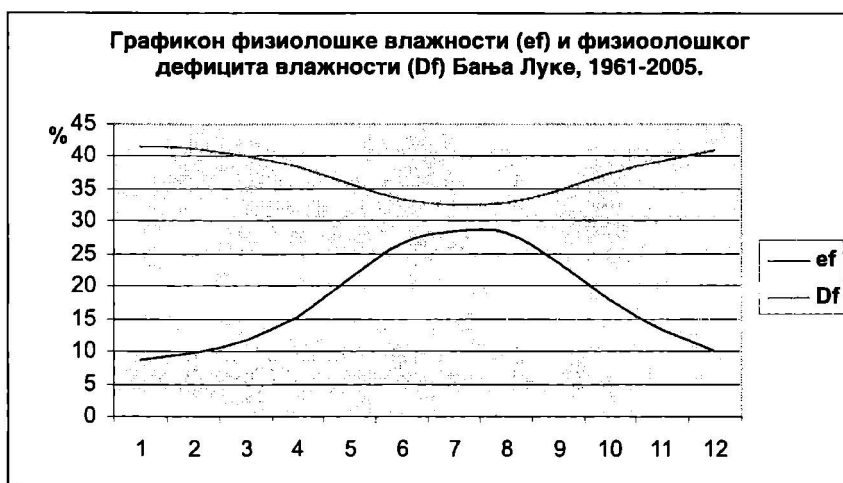
$E_{36,5}$  - максималан притисак водене паре при средњој температури људског организма (mm Hg)

$D_f$  - физиолошки дефицит влажности

Таб. 3. Просјечна физиолошка влажност ( $e_f$ ) и физиолошки дефицит влажности ( $D_f$ ) Бања Луке, 1961-2005. год.

| параметар | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | Год. |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $e_f$     | 8,6  | 9,7  | 11,6 | 15,2 | 21,1 | 26,6 | 28,4 | 28,1 | 23,5 | 17,8 | 13,4 | 9,9  | 17,8 |
| $D_f$     | 41,6 | 41,1 | 40,2 | 38,6 | 35,9 | 33,4 | 32,6 | 32,7 | 34,8 | 37,4 | 39,4 | 41,0 | 37,4 |

Извор: Документација Републичког хидрометеоролошког завода Бања Лука, 1961-2005.



Графикон 2. Просјечна физиолошка влажност ( $e_f$ ) и физиолошки дефицит влажности ( $D_f$ ) Бања Луке, 1961-2005.

На основу таб. 3. и графика 2. може се уочити да физиолошка влажност и физиолошки дефицит влажности имају супротан и симетричан годишњи распоред. Физиолошка влажност се повећава од хладнијих ка топлијим мјесецим а смањује од топлијих ка хладнијим мјесецима, а годишњи тренд је сличан температури ваздуха. Физиолошки дефицит влажности има супротан годишњи режим, а тренд је сличан релативној влажности ваздуха.

Према графика 2. видимо да је највеће одузимање влаге људском организму, просјечно у јулу, док је најмање у јануару. На основу добијених података уочавамо да је просјечно нешто мање одузимање влаге у прољеће (38, 2 mm Hg) у односу на јесен 37, 2 (mm Hg), док је током вегетационог периода одузимање влаге у просјеку 34, 7 (mm Hg).

## Запара

Под запаром или спарином подразумејемо физиолошки осјећај несносне врућине. Запара се манифестује у таквом временском стању гдје су температуре високе, велика је влажност ваздуха а нема појаве вјетра. Људски организам стално испарава воду и тим процесом троши дио тјелесне енергије која се одузима тијелу, а испаравање и трошење енергије веће је уколико је јаче његово кретање, односно уколико је вјетровитост већа (Милосављевић, Р, 1976). Другим ријечима, човјек лакше подноси врућину при сувом и вјетровитом времену, за разлику од влажног времена и без вјетра. Различити су и физиолошки осјећаји топлоте при идентичним температурама ваздуха у односу на различите вриједности влажности ваздуха. Запара отежава дисање и здравих особа, успорава рефлексе и чини их тромим а обољели од крвних судова и јетре имају и веће тегобе (Милосављевић, Р, 1979).

На основу Шарловог метода, који се темељи на температури и релативној влажности ваздуха, утврдићемо да ли се у Бања Луци, у просјеку за период 1961-2005. год, појављује запара, и у којим је мјесецима је појава запаре могућа.

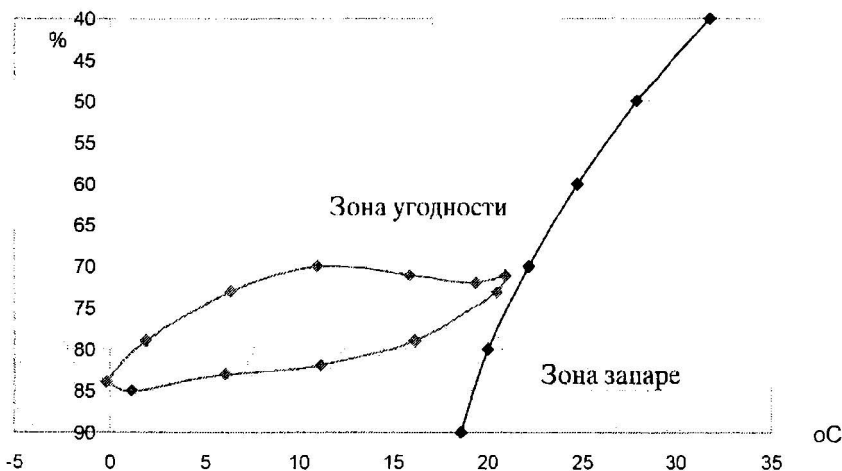
Таб. 4. Стандардне вриједности температуре ваздуха (°C) и релативне влажности ваздуха (%) за одређивање запаре по Схарлоу.

|     |        |       |       |       |       |       |       |
|-----|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| t°C | 16.50  | 18.60 | 20.06 | 22.23 | 24.79 | 27.88 | 31.76 |
| U%  | 100.00 | 90.00 | 80.00 | 70.00 | 60.00 | 50.00 | 40.00 |

Извор: (Scharlau, K, 1941).

Податке за границу запаре, која раздваја зону угодности од зоне запаре, добили смо на основу стандардних вриједности (таб. 4), а податке за температуру и релативну влажност ваздуха за Бања луку, добили смо на основу обраде података (таб. 1). Анализом графика 3. можемо уочити да се затворена крива, комбинованих елемената температуре и релативне влажности ваздуха просјечно налази у зони угодности, односно, да се не сијече и не преклапа се са границом запаре. Међутим, овакву оцјену можемо дати само

Графикон запаре Бања Луке, 1961-2005. по Шерлоу



Графикон 3. Могућности појаве запаре за Бања Луку, 1961-2005. год.

за вишегодишњи просјек, 1961-2005. год. Када бисмо вршили детаљније анализе за поједине године, мјесеце или чак дане утврдили бисмо да се дани са запаром, ипак, појављују у лјетним мјесецима јулу и августу. Као примјер можемо навести јули 2005. године, када су просјечне мјесечне температуре имале вриједност од 22°C, а просјечна мјесечна релативна лажност је износила 74%. На основу ових података прозилази да је мјесец јули, 2005. године био спаран. Такође, и према еквивалентним температурама мјесец јули, 2005. године је у просјеку био "мало запаран".

У сваком случају, неопходна су додатна истраживања и детаљније анализе како би се створила правилнија слика о појави запаре, која има несумњив значај на живот и рад становника Бања Луке.

Комплексније анализе запаре могу се вршити, и другим Scharloovim методом, који је одређен само једним биоклиматским параметром и то стварним притиском водене паре, изражен у mm Hg или у mb. Према овом методу, спарним даном се сматра онај у којем је од три климатолошка термина, барем једном прекорачена вриједност од 14,08 mmHg, односно 18,73 mb (Scharlau, K. 1942). За овај метод нисмо имали релевантне податке, па самим тим нисмо ни вршили анализу на основу њега. Међутим, последњих година све више је изражена појава дана са запаром, те се отуд намеће и потреба за додатним биоклиматолошким истраживањима, која су код нас, нажалост, заступљена у веома малој мјери.

## Закључак

У данашње вријеме временска стања све више утичу на живот и здравље људи, те су из тих разлога у задњих неколико деценија актуелизована биоклиматолошка истраживања у свијету. Међутим, на нашим просторима осјећа се недостатак истраживања у области биоклиматологије

На основу претходних анализа утврдили смо да Бања Лука, у просјеку, има повољна биоклиматолошка обиљежја. Кругеовом класификацијом физиолошких осјећаја топлоте и временских типова утврђено је да у Бањој Луци преовладава *пријатан временски тип*, са еквивалентним температурама између 22°C и 50°C. На основу Scharloovog метода, у Бањој Луци, у просјеку нема запаре. Међутим, у току љетних мјесеци, нарочито у јулу, честа су стања са запаром, која су нарочито изражена посљедњих година.

Актуелност проблема намеће потребу за додатним истраживањима која ће употпунити слику биоклиматских детерминанти највећег града Републике Српске.

## Литература и извори:

- Анић, Б. (1969). **Основе за биоклиматску реонизацију СР Србије**. VII Саветовање климатолога Југославије, Будва.
- Вујевић, П. (1948): **Метеорологија**, Просвета, Београд.
- Вујевић, П. (1956): **Климатолошка статистика**, Научна књига, Београд.
- Вујевић, П. (1962): **Прилози за биоклиматологију области Комаоница**, Зборник радова, књ. 18, Географски Институт "Јован Цвијић". САНУ, Београд.
- Дукић, Д. (1990): **Климатологија**, Научна књига, Београд.
- Ђукановић, Д. (1964): **Моћ охлађивања сувих и влажних површина у Београду**, *Докторска дисертација*, Природно-математички факултет, Београд.
- Lončar, E., et al. (1968): **Jedna mogućnost prikaza klime za potrebe zdravstva i turizma**, *Rasprave* br. 10, Društvo meteorologov Slovenije, Ljubljana.
- Мађејка, М. (2003): **Клима и њен здравствени значај у бањама Србије**. Српско географско друштво, Београд.
- Милосављевић, Р. (1976): **Неке карактеристике релативне влажности у Босни и Херцеговини**, Географски преглед ГД БиХ, св. XX, Сарајево.
- Милосављевић, Р. (1979): **Приказ и анализа притиска водене паре (апсолутне влажности) изнад Босне и Херцеговине**, Географски преглед ГД БиХ, св. XXIII, Сарајево.
- Ramzin, S. (1953): *Atmosfera naselja-Komunalna higijena*, Medicinska knjiga, Beograd- Zagreb.
- Scharlau, K. (1941): *Die Schwüle und behaglichkeit als Klimagrößen*. "Z. Hygiene u. Inf-Krannkh" 123.
- Scharlau, K. (1942): *Die Schwüle als meßbare Große Bioklima*, Beibl. 10.

## BIOCLIMATIC FEATURES OF BANJA LUKA CITY

### Summary

Nowadays weather conditions have a great influence both on human life and health; for that reason during several latest decades, numerous bioclimatic research-works have been accomplished all over the world. However, in our region, scientific research-works in the field of climatology are still inadequate.

On the basis of previous analyses we found out that Banja Luka, taken on the average, has bioclimatic features favorable enough. After Kruger's classification of warmth physiological senses and weather types, a pleasant weather type, with equivalent temperatures from 22°C to 50°C, is dominant, on an average, in Banja Luka. On the basis of Scharloov's method, heat does not appear in Banja Luka. However, during summer months, especially in July, emergence of heat is possible on some days.

Current issues provoke necessity for additional research-works which will complete the image of bioclimatic determinants in the biggest city of Republika Srpska.