

# Засушаване и маловодие в поречието на р. Ботуня

Гл. ас. д-р Йордан Димитров

Национален институт по метеорология и хидрология. Департамент „Хидрология“. Секция „Повърхностни и подземни води“  
Адрес: бул. Цариградско шосе 66, София 1784, България; email: yordan.dimitrov14@gmail.com

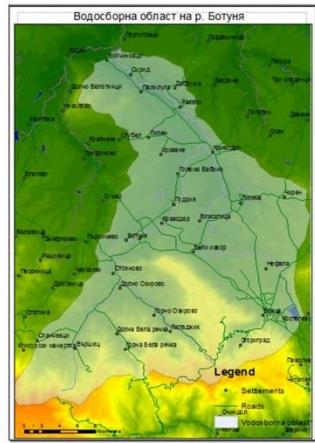
## Общи сведения за поречието

- Река Ботуня е река в Северозападна България – десен приток на река Стара. Дължината ѝ е 68,9 км, а водосборната площ е 732 km<sup>2</sup>. Река Ботуня е вторият по големина приток на Стара след река Скът.
- Извира източно от връх Тодорини куки (1 785 м, най-високата точка на планината Козница) на около 1 550 м н.в. под името Стара река.
- По-големи населени места попадащи във водосборната и област са гр. Враца чрез р. Въртешница, гр. Вършица в горното течение, гр. Криводол в средното течение и гр. Бойчиновци при устието на реката.

## Цели и задачи

- Установяване на промените в оттока преди и след влизането в експлоатация на по-значителните нарушения на оттока.
- Описание на сезонното разпределение на екстремно ниския отток и разграничаване на тези през лимитиращия период.
- Определяне на изменението и броя на екстремно маловодни периоди с помощта на дневни и месечни водни количества.
- Идентифициране на помощни територии с потенциален недостиг на вода през по-продължителен сух период.
- Определяне продължителността, обем на дефицита, честота и интензивност на хидроложката суша (Santos et al., 2000)
- Изчисляване на базов индекс BFI – отношението на повърхностната спрямо подземната компонента на речния отток

## Характерни участъци от басейна на р. Ботуня



## ВИДОВЕ ЗАСУШАВАНЕ



## Водостопански планове

- Осигуряване на необходимите водни обеми за участниците във водостопанските схеми по определена от държавата методика и приоритети водопотребители.
- Водостопанските баланси са средство за идентифициране на постоянни дефицити (недостиг на вода) и на временни дефицити. Следва резултатите от анализа на ВС се разработват съответни дългосрочни стратегически мерки или краткосрочни, временни мерки, както и за издаване на разрешителни за водоползване и заустване.
- Водостопански схеми – систематизират водоползването по вид, местоположение, размери и посоча.



## Дефицити

- Дефицит под праговата стойност Q75
- Дефицит под нормата
- Среднодневен дефицит

Start	End	Deficit(m)	Au Deficit	Red duration	min flow	determin	as flow
8.2.1974	24.10.1974	505996.4	8113.19	109	0.005	22.8	0.014
29.1.1974	23.10.1974	750802.4	8713.4133	86	0.005	22.8	0.01

## Месечни прагове



## Минимален отток на р. Ботуня за периода 1950-2007 г.

№	Река. Пункт	Годишни стойности			Месечни стойности		
		Q <sub>min</sub>	k = Q <sub>min</sub> /Q <sub>10</sub>	U = Q <sub>min</sub> /Q <sub>10</sub>	Q <sub>min</sub>	k = Q <sub>min</sub> /Q <sub>10</sub>	U = Q <sub>min</sub> /Q <sub>10</sub>
1	Ботуня (Стара река) – Връшица и Зелени дел ХМС 16450/178	0,032	0,192	4,3	0,017	0,102	2,3
2	Ботуня (Стара река) – Връшица и Запознаване ХМС 16450/178	0,080	0,184	3,9	0,032	0,074	1,5
3	Ботуня – с.Слоново ХМС 16500/145	0,525	0,170	2,2	0,213	0,069	0,9

## Индекси и индикатори за засушаване

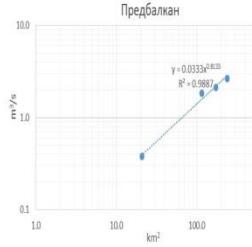
- Индекси – в литературата могат да бъдат намерени над 50, използвани за различни цели, които имат своите предимства и недостатъци
- Метеороложки индекси на засушаваната
- Хидроложки индекси на засушаване

Group	USA All Inst <sup>1</sup>	USA short list for UK WFED	Low Flows 2000 Inst <sup>2</sup>
1	Evaporation Ratio (Evap)	Flow January flow (m3)	Flow January flow (m3)
2	Evaporation Ratio (Evap)	Flow April flow (m3)	Flow April flow (m3)
3	Evaporation Ratio (Evap)	Flow July flow (m3)	Flow July flow (m3)
4	Evaporation Ratio (Evap)	Flow October flow (m3)	Flow October flow (m3)
5	Evaporation Ratio (Evap)	Flow November flow (m3)	Flow November flow (m3)
6	Evaporation Ratio (Evap)	Flow December flow (m3)	Flow December flow (m3)
7	Evaporation Ratio (Evap)	Flow January flow (m3)	Flow January flow (m3)
8	Evaporation Ratio (Evap)	Flow February flow (m3)	Flow February flow (m3)
9	Evaporation Ratio (Evap)	Flow March flow (m3)	Flow March flow (m3)
10	Evaporation Ratio (Evap)	Flow April flow (m3)	Flow April flow (m3)
11	Evaporation Ratio (Evap)	Flow May flow (m3)	Flow May flow (m3)
12	Evaporation Ratio (Evap)	Flow June flow (m3)	Flow June flow (m3)
13	Evaporation Ratio (Evap)	Flow July flow (m3)	Flow July flow (m3)
14	Evaporation Ratio (Evap)	Flow August flow (m3)	Flow August flow (m3)
15	Evaporation Ratio (Evap)	Flow September flow (m3)	Flow September flow (m3)
16	Evaporation Ratio (Evap)	Flow October flow (m3)	Flow October flow (m3)
17	Evaporation Ratio (Evap)	Flow November flow (m3)	Flow November flow (m3)
18	Evaporation Ratio (Evap)	Flow December flow (m3)	Flow December flow (m3)
19	Evaporation Ratio (Evap)	Flow January flow (m3)	Flow January flow (m3)
20	Evaporation Ratio (Evap)	Flow February flow (m3)	Flow February flow (m3)
21	Evaporation Ratio (Evap)	Flow March flow (m3)	Flow March flow (m3)
22	Evaporation Ratio (Evap)	Flow April flow (m3)	Flow April flow (m3)
23	Evaporation Ratio (Evap)	Flow May flow (m3)	Flow May flow (m3)
24	Evaporation Ratio (Evap)	Flow June flow (m3)	Flow June flow (m3)
25	Evaporation Ratio (Evap)	Flow July flow (m3)	Flow July flow (m3)
26	Evaporation Ratio (Evap)	Flow August flow (m3)	Flow August flow (m3)
27	Evaporation Ratio (Evap)	Flow September flow (m3)	Flow September flow (m3)
28	Evaporation Ratio (Evap)	Flow October flow (m3)	Flow October flow (m3)
29	Evaporation Ratio (Evap)	Flow November flow (m3)	Flow November flow (m3)
30	Evaporation Ratio (Evap)	Flow December flow (m3)	Flow December flow (m3)
31	Evaporation Ratio (Evap)	Flow January flow (m3)	Flow January flow (m3)
32	Evaporation Ratio (Evap)	Flow February flow (m3)	Flow February flow (m3)
33	Evaporation Ratio (Evap)	Flow March flow (m3)	Flow March flow (m3)
34	Evaporation Ratio (Evap)	Flow April flow (m3)	Flow April flow (m3)
35	Evaporation Ratio (Evap)	Flow May flow (m3)	Flow May flow (m3)
36	Evaporation Ratio (Evap)	Flow June flow (m3)	Flow June flow (m3)
37	Evaporation Ratio (Evap)	Flow July flow (m3)	Flow July flow (m3)
38	Evaporation Ratio (Evap)	Flow August flow (m3)	Flow August flow (m3)
39	Evaporation Ratio (Evap)	Flow September flow (m3)	Flow September flow (m3)
40	Evaporation Ratio (Evap)	Flow October flow (m3)	Flow October flow (m3)
41	Evaporation Ratio (Evap)	Flow November flow (m3)	Flow November flow (m3)
42	Evaporation Ratio (Evap)	Flow December flow (m3)	Flow December flow (m3)
43	Evaporation Ratio (Evap)	Flow January flow (m3)	Flow January flow (m3)
44	Evaporation Ratio (Evap)	Flow February flow (m3)	Flow February flow (m3)
45	Evaporation Ratio (Evap)	Flow March flow (m3)	Flow March flow (m3)
46	Evaporation Ratio (Evap)	Flow April flow (m3)	Flow April flow (m3)
47	Evaporation Ratio (Evap)	Flow May flow (m3)	Flow May flow (m3)
48	Evaporation Ratio (Evap)	Flow June flow (m3)	Flow June flow (m3)
49	Evaporation Ratio (Evap)	Flow July flow (m3)	Flow July flow (m3)
50	Evaporation Ratio (Evap)	Flow August flow (m3)	Flow August flow (m3)
51	Evaporation Ratio (Evap)	Flow September flow (m3)	Flow September flow (m3)
52	Evaporation Ratio (Evap)	Flow October flow (m3)	Flow October flow (m3)
53	Evaporation Ratio (Evap)	Flow November flow (m3)	Flow November flow (m3)
54	Evaporation Ratio (Evap)	Flow December flow (m3)	Flow December flow (m3)
55	Evaporation Ratio (Evap)	Flow January flow (m3)	Flow January flow (m3)
56	Evaporation Ratio (Evap)	Flow February flow (m3)	Flow February flow (m3)
57	Evaporation Ratio (Evap)	Flow March flow (m3)	Flow March flow (m3)
58	Evaporation Ratio (Evap)	Flow April flow (m3)	Flow April flow (m3)
59	Evaporation Ratio (Evap)	Flow May flow (m3)	Flow May flow (m3)
60	Evaporation Ratio (Evap)	Flow June flow (m3)	Flow June flow (m3)
61	Evaporation Ratio (Evap)	Flow July flow (m3)	Flow July flow (m3)
62	Evaporation Ratio (Evap)	Flow August flow (m3)	Flow August flow (m3)
63	Evaporation Ratio (Evap)	Flow September flow (m3)	Flow September flow (m3)
64	Evaporation Ratio (Evap)	Flow October flow (m3)	Flow October flow (m3)
65	Evaporation Ratio (Evap)	Flow November flow (m3)	Flow November flow (m3)
66	Evaporation Ratio (Evap)	Flow December flow (m3)	Flow December flow (m3)
67	Evaporation Ratio (Evap)	Flow January flow (m3)	Flow January flow (m3)
68	Evaporation Ratio (Evap)	Flow February flow (m3)	Flow February flow (m3)
69	Evaporation Ratio (Evap)	Flow March flow (m3)	Flow March flow (m3)
70	Evaporation Ratio (Evap)	Flow April flow (m3)	Flow April flow (m3)
71	Evaporation Ratio (Evap)	Flow May flow (m3)	Flow May flow (m3)
72	Evaporation Ratio (Evap)	Flow June flow (m3)	Flow June flow (m3)
73	Evaporation Ratio (Evap)	Flow July flow (m3)	Flow July flow (m3)
74	Evaporation Ratio (Evap)	Flow August flow (m3)	Flow August flow (m3)
75	Evaporation Ratio (Evap)	Flow September flow (m3)	Flow September flow (m3)
76	Evaporation Ratio (Evap)	Flow October flow (m3)	Flow October flow (m3)
77	Evaporation Ratio (Evap)	Flow November flow (m3)	Flow November flow (m3)
78	Evaporation Ratio (Evap)	Flow December flow (m3)	Flow December flow (m3)
79	Evaporation Ratio (Evap)	Flow January flow (m3)	Flow January flow (m3)
80	Evaporation Ratio (Evap)	Flow February flow (m3)	Flow February flow (m3)
81	Evaporation Ratio (Evap)	Flow March flow (m3)	Flow March flow (m3)
82	Evaporation Ratio (Evap)	Flow April flow (m3)	Flow April flow (m3)
83	Evaporation Ratio (Evap)	Flow May flow (m3)	Flow May flow (m3)
84	Evaporation Ratio (Evap)	Flow June flow (m3)	Flow June flow (m3)
85	Evaporation Ratio (Evap)	Flow July flow (m3)	Flow July flow (m3)
86	Evaporation Ratio (Evap)	Flow August flow (m3)	Flow August flow (m3)
87	Evaporation Ratio (Evap)	Flow September flow (m3)	Flow September flow (m3)
88	Evaporation Ratio (Evap)	Flow October flow (m3)	Flow October flow (m3)
89	Evaporation Ratio (Evap)	Flow November flow (m3)	Flow November flow (m3)
90	Evaporation Ratio (Evap)	Flow December flow (m3)	Flow December flow (m3)
91	Evaporation Ratio (Evap)	Flow January flow (m3)	Flow January flow (m3)
92	Evaporation Ratio (Evap)	Flow February flow (m3)	Flow February flow (m3)
93	Evaporation Ratio (Evap)	Flow March flow (m3)	Flow March flow (m3)
94	Evaporation Ratio (Evap)	Flow April flow (m3)	Flow April flow (m3)
95	Evaporation Ratio (Evap)	Flow May flow (m3)	Flow May flow (m3)
96	Evaporation Ratio (Evap)	Flow June flow (m3)	Flow June flow (m3)
97	Evaporation Ratio (Evap)	Flow July flow (m3)	Flow July flow (m3)
98	Evaporation Ratio (Evap)	Flow August flow (m3)	Flow August flow (m3)
99	Evaporation Ratio (Evap)	Flow September flow (m3)	Flow September flow (m3)
100	Evaporation Ratio (Evap)	Flow October flow (m3)	Flow October flow (m3)

## Етапи на изследване и изходна информация

- Определяне на основните статистически характеристики на речния отток.
- Оценка на тенденциите на изменение на водните ресурси посредством тест на Манн-Кендал.
- Водостопанска оценка на повърхностните и подземни водни ресурси.
- Извършване на водостопански анализ за уточняване на съществуващата инфраструктура.
- Прилагане на методика за определяне на характеристиките на маловодните и засушаването.
- Определяне на подходящи, съобразно целта на изследването индекси на засушаване.
- Фактори и генезис на маловодието в басейна на р. Ботуня.
- ГИС и IHA (Indicators of Hydrological Alteration)

## Регионална зависимост за реки в Западна Предбалкан

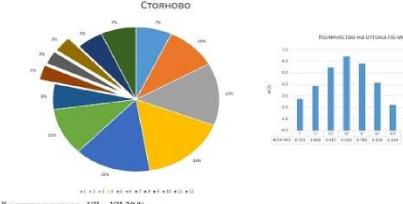


## Хидроложка информация

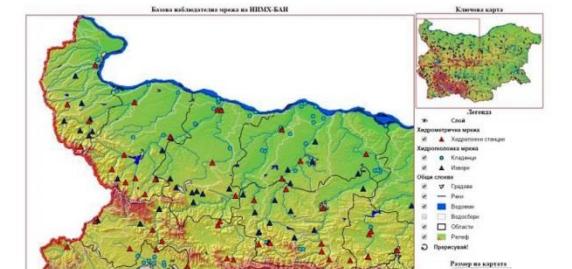
- Опнората хидрометрична мрежа на разглежданото поречието се състои от 2 действащи ХМС и една заредна през 2006 г.
- Използвани хидроложки редизи:
  - средносечни водни количества за периода 1950-2007 (2006);
  - месечни минимални водни количества
  - дневни водни количества за периода 1973-1983 г.
- Найчестата база данни позволява да бъдат изготвени различни времеви редизи: дневни, месечни, 7-дневни или 30-дневни пълъщи средни, които след обработка са често използвани за анализ и оценка на виещи отток.
- Във основа на приложена Методика на НИМХ е получена регионална зависимост между средногодишния отток и площта на частите водосбори, използвана за установяване на оттока при усъществуване

Измервателна точка	Площ – ХМС	F (mm)	H (m)
16450/178	Ботуня (Стара река) – Зелени дел (западно)	7,39	1405
16450/178	Ботуня (Стара река) – Връшица и Запознаване	20,6	1205
16500/145	Ботуня – с.Слоново	215,8	674

## Разпределение на оттока по месеци в %



Линитарен период – VII – XII 30 %  
Линитарен сезон – VIII – X 11,5 % (Методика – Давава)



## Актуалност на изследването

- Управлението на минималния отток е задължително условие за поддържането на екологичното качество на реките (European Environment Agency 1997, Water resources problems in Southern Europe). Реките не трябва да пресъхват или ронят им да бъде сериозно променен, за да се запазят хидроложките и екологични функции на реките система.
- Европейска рамкова директива за политиката на водите – 2000/60/ЕС (Европейска рамкова директива – ЕРД) очертава рамката от действия и мерки в областта на водната политика на Европейския съюз (ЕС).
- В Планове за управление на речните басейни (ПУРБ) е заложено установяването на екологичен отток.
- Планове за управление при засушаване се базират на следните основни елементи: 1) системи за данно предупреждение; 2) индикатори за засушаване и прагови стойности за различни степени на засушаване и 3) мерки за управление и постигане на специфични цели според различните етапи на засушаване (Drought Management Guidelines, 2007; Drought management plan report DMP, 2008).
- Натура 2000 – има няколко защитени зони, което налага определянето на еко оттока
- Планово изследване

## Защитени зони по Натура 2000

Код на защитена зона	Име на защитена зона	Тип на защитена зона
BG0002053	Врачански Балкан	Защитена зона по директивата за птиците
BG0000166	Врачански Балкан	Защитена зона по директивата за местообитанията
BG0002002	Западен Балкан	Защитена зона по директивата за птиците
BG0001040	Западна Стара планина и Предбалкан	Защитена зона по директивата за местообитанията
BG0001037	Пъстрина	Защитена зона по директивата за местообитанията

## Основни характеристики на засушаването:

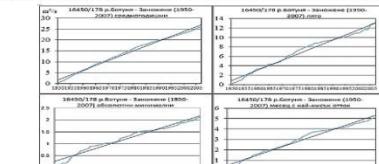
- При по-продължителни периоди на маловодие, водните запаси на системата могат да бъдат изтощени и да се достигне до хидролично засушаване. Засушаването е природно явление, което, за разлика от наводненията, не възниква внезапно, а по-скоро постепенно.
- Продължителността и обхвата на състоянието на засушаване са неизвестни, тъй като валежите са непредсказуеми по количество, продължителност и местоположение (Drought Guidebook).
- няма универсална дефиниция
- няма единствен индикатор/индекс за оценка на дълбочината и суровостта на сушата
- времевите граници са от седмици, месеци до години
- пространствените граници са по-големи в сравнение с други природни явления (например наводненията)
- въздействието са мащабни както върху природата, така и върху хората и икономиката
- последствията са директни, индиректни и кумулативни
- всичко това прави засушаването и недостига на вода трудни за оценка и анализ

## Хомогенност и цикличност

- Непараметричният тест за хомогенност на редицата на Уилкоксън показва, че тя не е еднородна. Това налага разделянето на целия период на два подпериода. Годишната, в която завършва първият и започва вторият подпериод зависи от точката на пречупване на кумулативните криви.
- За сравнение могат да се подберат и други подпериоди, зависещи от цикличността и наличието на различия по водност периоди – сухи, нормални или влажни.



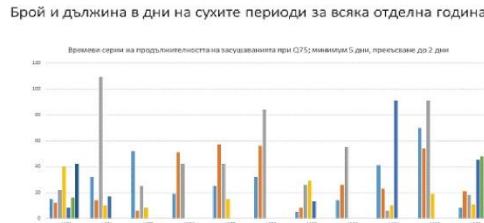
## Кумулативни криви на оттока за ХМС № 16450 Запознаване



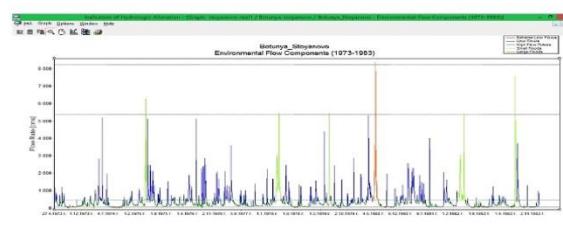
Модулен коефициент – отклонение спрямо нормата. Периодът 1973-1983 е избран за изследване с дневни водни количества взети от Хидроложките годишници на НИМХ. Този период е добре обезпечен с данни и има сравнително най-малки отклонения от нормата.



## Брой и дължина в дни на сухите периоди за всяка отделна година



## Компоненти на Екологичния отток IHA v.7



## Стойности и аранжирване на някои от индексите

Year	Abs. Min. 10 <sup>2</sup>	Averm.	Ann.	Au Days	All Days	Au Rank	Rank								
1973	0.012	0.032	0.048	0.164	22	185	7,2	1973	6	5	9	7	10	5	7
1974	0.005	0.005	0.042	0.134	36	182	3,2	1974	1	1	6	5	4	2	2
1975	0.008	0.008	0.009	0.207	23	91	7,7	1975	4	2	11	11	8	10	10
1976	0.014	0.014	0.053	0.146	37	112	7,3	1976	9	9	7	8	3	6	9
1977															