

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2023.1.1>

УДК 556.5 + 355.4

Хільчевський В.К.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ВОДНІ РЕСУРСИ КРАЇН ЄВРОПИ: ХАРАКТЕРИСТИКА НА ОСНОВІ БАЗИ ДАНИХ FAO-AQUASTAT

Мета даного дослідження – оцінити кількісний стан водних ресурсів 50 країн Європи на основі бази даних FAO-Aquastat за середньорічними показниками, виконати їхнє ранжування, оцінити зовнішню залежність водних ресурсів країн, виявити країни з водним дефіцитом. За індикатором водного стресу Фалькенмарк ($m^3/рік/людину$) країни Європи розташуються наступним чином: а) стан водних ресурсів стабільний ($>2500 m^3/рік$ на людину) – Ісландія, Норвегія, Росія, Хорватія, Фінляндія, Сербія, Латвія, Швеція, Грузія, Словенія, Ірландія, Румунія, Угорщина, Боснія і Герцеговина, Албанія, Естонія, Словаччина, Австрія, Литва, Португалія, Швейцарія, Греція, Білорусь, Люксембург, Казахстан, Нідерланди, Андорра, Україна, Азербайджан, Франція, Італія, Північна Македонія, Молдова, Болгарія, Вірменія, Туреччина; б) наявна водна вразливість ($1700-2500 m^3/рік$ на людину) – Іспанія, Велика Британія, Німеччина; в) наявний водний стрес ($< 1700 m^3/рік$ на людину) – Бельгія, Польща, Чехія, Данія; г) наявний водний дефіцит ($< 1000 m^3/рік$ на людину) – Кіпр; д) наявний абсолютний водний дефіцит ($< 500 m^3/рік$ на людину) – Мальта.

До країн Європи, формування водних ресурсів яких більше ніж на 50 % відбувається за їхніми межами, належать: Португалія, Латвія, Хорватія, Україна, Люксембург, Словаччина, Азербайджан, Румунія, Молдова, Нідерланди, Угорщина, Сербія. Діапазон K_z за переліком цих країн становить від 50,9 % (Португалія) до 94,8 % (Сербія). Посухи, які почастишали у зв'язку зі змінами клімату, посилюють сезонний водний дефіцит.

Ключові слова: водні ресурси, відновні водні ресурси, індекс експлуатації водних ресурсів плюс, Європа.

Вступ. Облік водних ресурсів та їхнього використання є одним з оптимальних інструментів для їхнього кількісного оцінювання, реалізації політики інформування про стан відновних водних ресурсів, ефективність використання та можливий водний дефіцит. Облік кількості води в Європі здійснюється Європейським агентством з довкілля (ЄАД) на основі концептуальної методології еколого-економічного обліку ООН. Це відбувається через засоби використання організованих баз даних, які оновлюються через повідомлення інформації, або змодельованими даними з держав-членів ЄС та європейських інститутів, Євростату, Об'єднаного дослідницького центру, Європейської бази даних з оцінювання клімату.

Гідрокліматичні оцінки для Європи [18] показують, що кількість опадів в літні місяці, особливо у південній Європі, знижується, а температура повітря - зростає. Так само довгострокові тенденції річкового стоку в сезонному масштабі показують зниження влітку та збільшення взимку. Стік річок протягом року також, за прогнозами, зменшиться у південній та південно-східній Європі та збільшиться у північній та північно-східній Європі. Площа снігового покриву у північній півкулі значно скоротилася за останні 90 років. При цьому більша частина цього скорочення відбулася, починаючи з 1980 р. Площа снігового покриву в північній півкулі зменшилася на 7% у середньому у березні та квітні та на 53% - у червні за період 1967-2012 рр. [7].

Всі ці зміни гідрокліматичних умов здійснюють вплив на відновні водні ресурси. У свою чергу, відновні ресурси прісної води на душу населення протягом 1962-2014 років, особливо в західній та південній Європі, знизилися приблизно на 24 %. Суттєвих змін у відновних водних ресурсах на душу населення для східних частин Європи за той самий період не відбулося. Це явище проявилось, швидше за все, через зміну клімату, з одного

боку, особливо для південної Європи, а також пов'язане зі зростанням чисельності населення в Європі. Аналогічна тенденція також спостерігається у глобальному масштабі.

Щоб зменшити наслідки зниження доступності води, особливо в літні місяці, по всій Європі застосовуються два основних види заходів: а) наповнення водосховищ для накопичення води на літні місяці; б) використання дедалі більше ресурсів підземних вод. Річкові та підземні води задовольняють 83% від загальної потреби Європи у воді. Крім того, використання опрісненої морської води та повторне використання зворотної води все частіше впроваджуються в країнах Середземномор'я. Перший вид заходів викликає суттєве відхилення від природного гідрологічного режиму річок (гідроморфологічні зміни та модифікації русла), другий - також здійснює довгостроковий вплив на якість та доступність води.

В цілому, водозабір у Європі суттєво скоротився - на 45 % порівняно з рівнем 1991 р. Наприклад, водозабір у 2014 р. скоротився приблизно на 7% порівняно з рівнем водозабору 2002 р. Це позитивні досягнення. Однак необхідне негайне введення заходів, особливо у південних та східних країнах Європи, щодо ефективного використання води [18].

Після водозабору вода використовується для різних цілей. Близько 78 % води, що забирається, пізніше повертається назад у навколишнє середовище, але 22% становить безповоротне водокористування. Проте, регіональні та сезонні відмінності у заборі та використанні води дуже мінливі. Наприклад, взимку лише 15 % загального водозабору є безповоротним, тоді як улітку цей показник збільшується до 29 %. Загалом сільськогосподарський сектор та домогосподарства збільшують використання води навесні та влітку [6].

Варто зазначити, що зі збільшенням кількості туристів малі середземноморські острови та деякі мегаполіси зіштовхуються із сезонним дефіцитом води - Канарські острови, Майорка, басейн р. Темза (Лондон) і т. д. Однак деякі країни вже досягли збалансованості між кількістю туристів і водокористуванням на душу населення (на основі господарської діяльності та сфери послуг). Мальта, Іспанія, Франція можуть бути прикладом у цій справі.

Аналіз виконаних раніше досліджень. Дослідження водних ресурсів країн Європейського Союзу відбувається під егідою Європейського агентства з довкілля (ЄАД) і публікуються у вигляді річних звітів [10, 11]. Є також окремі публікації, які стосуються різних аспектів використання водних ресурсів на континенті [5, 15-18]. Варто зазначити, що в україномовній науковій літературі публікації стосовно водних ресурсів Європи, практично, відсутні. Так, деякі відомості щодо водних ресурсів Європи можна зустріти в публікаціях [1, 14], які стосуються глобальних водних ресурсів світу; в публікації [3], в якій розглядаються водні ресурси України; в публікації [2], яка стосується гідрографії Європи.

Мета даного дослідження – оцінити кількісний стан водних ресурсів 50 країн Європи за середньорічними показниками, виконати їхнє ранжування, оцінити зовнішню залежність водних ресурсів країн, виявити країни з водним дефіцитом.

Матеріали та методи дослідження. Основне джерело інформації - дані по водних ресурсах Глобальної інформаційної системи Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO - Aquastat) за 2017-2019 рр. [4], використано також інформацію з офіційного сайту Європейського агентства з довкілля [7-12], Eurostat [13].

Виклад основного матеріалу

1. Загальні відновні водні ресурси

Річковий стік Європи становить близько 2900 км³ на рік (7 % світових водних ресурсів) та 3900,4 м³/рік на людину. Проте водні ресурси розподілено між країнами нерівномірно (табл. 1).

У 2019 р. загальні відновні водні ресурси на одну людину коливалися від 117,2 м³/рік/людину на Мальті та 661 м³/рік/людину на Кіпрі до 74081 м³/рік/людину у Норвегії та понад 500000 м³/рік/людину в Ісландії (див. табл. 1). Тому середнє значення для континенту має умовний сенс.

Таблиця 1. Ранжування країн Європи за показником загальних відновних водних ресурсів (м³/рік на 1 людину) на основі даних FAO Aquastat, 2019 р.

№	Країна*	м ³ /рік/людину	№	Країна	м ³ /рік/людину
1	Ісландія	507463	24	Люксембург	5998
2	Норвегія	74081	25	Казахстан	5844
3	Росія	31426	26	Нідерланди	5342
4	Хорватія	25185	27	Андорра	4101
5	Фінляндія	19917	28	Україна	3984
6	Сербія	18451	29	Азербайджан	3529
7	Латвія	17918	30	Франція	3247
8	Швеція	17556	31	Італія	3223
9	Грузія	16189	32	Північна Македонія	3072
10	Словенія	15322	33	Молдова	3029
11	Ірландія	10920	34	Болгарія	3006
12	Румунія	10773	35	Вірменія	2652
13	Угорщина	10697	36	Туреччина	2621
14	Боснія і Герцеговина	10693	37	Іспанія	2405
15	Албанія	10307	38	Велика Британія	2221
16	Естонія	9779	39	Німеччина	1875
17	Словацьчина	9196	40	Бельгія	1601
18	Австрія	8895	41	Польща	1585
19	Литва	8478	42	Чехія	1238
20	Португалія	7493	43	Данія	1046
21	Швейцарія	6312	44	Кіпр	661
22	Греція	6129	45	Мальта	117,2
23	Білорусь	6115			

Примітка. * - дані по 5 країнах (Ватикан, Ліхтенштейн, Монако, Сан-Марино, Чорногорія) у базі даних FAO Aquastat відсутні.

Якщо взяти за орієнтир порогові значення загальних відновних водних ресурсів за індикатором водного стресу Фалькенмарк (м³/рік/людину), то країни розташуються наступним чином:

а) *стан водних ресурсів стабільний* (> 2500 м³/рік на людину) – Ісландія, Норвегія, Росія, Хорватія, Фінляндія, Сербія, Латвія, Швеція, Грузія, Словенія, Ірландія, Румунія, Угорщина, Боснія і Герцеговина, Албанія, Естонія, Словацьчина, Австрія, Литва, Португалія, Швейцарія, Греція, Білорусь, Люксембург, Казахстан, Нідерланди, Андорра, Україна, Азербайджан, Франція, Італія, Північна Македонія, Молдова, Болгарія, Вірменія, Туреччина;

б) *наявна водна вразливість* (1700-2500 м³/рік на людину) – Іспанія, Велика Британія, Німеччина;

в) *наявний водний стрес* (< 1700 м³/рік на людину) – Бельгія, Польща, Чехія, Данія;

г) *наявний водний дефіцит* (< 1000 м³/рік на людину) – Кіпр;

д) *наявний абсолютний водний дефіцит* (< 500 м³/рік на людину) – Мальта.

В табл. 2 наведено дані про середньорічні обсяги загальних відновних водних ресурсів в країнах Європи в абсолютних значеннях – км³/рік. Ця таблиця має допоміжне значення для розрахунків отриманих в табл. 1.

Таблиця 2. Ранжування країн Європи за обсягом загальних відновних водних ресурсів (км³/рік) на основі даних FAO Aquastat, 2019 р.

№	Країна	км ³ /рік	№	Країна	км ³ /рік
1	Росія	4525	24	Білорусь	57,9
2	Норвегія	393	25	Швейцарія	53,5
3	Румунія	212	26	Ірландія	52
4	Туреччина	211,6	27	Словацьчина	50,1
5	Франція	211	28	Боснія і Герцеговина	37,5
6	Італія	191,3	29	Латвія	34,94

№	Країна	км ³ /рік	№	Країна	км ³ /рік
7	Україна	175,3	30	Азербайджан	34,7
8	Швеція	174	31	Словенія	31,9
9	Ісландія	170	32	Албанія	30,2
10	Сербія	162,2	33	Литва	24,5
11	Німеччина	154	34	Болгарія	21,3
12	Велика Британія	147	35	Бельгія	18,3
13	Іспанія	111,5	36	Чехія	13,2
14	Фінляндія	110	37	Естонія	12,8
15	Казахстан	108	38	Молдова	12,3
16	Хорватія	105,5	39	Вірменія	7,8
17	Угорщина	104	40	Північна Македонія	6,4
18	Нідерланди	91	41	Данія	6
19	Австрія	77,7	42	Люксембург	3,5
20	Португалія	77,4	43	Кіпр	0,78
21	Греція	68,4	44	Андорра	0,32
22	Грузія	63,3	45	Мальта	0,05
23	Польща	60,5			

Примітка. * - дані по 5 країнах (Ватикан, Ліхтенштейн, Монако, Сан-Марино, Чорногорія) у базі даних FAO Aquastat відсутні.

2. Внутрішні відновні водні ресурси

Внутрішні водні ресурси – це річковий стік та підземні води, що формуються лише на території країни (без транзитного стоку). У 2019 р. внутрішні відновні водні ресурси коливалися від 117,2 м³/рік/людину на Мальті та 399,9 м³/рік/людину в Молдові до 72008 м³/рік/людину у Норвегії та понад 500000 м³/рік/людину в Ісландії (табл. 3).

Таблиця 3. Ранжування країн Європи за показником внутрішніх відновних водних ресурсів (м³/рік на 1 людину) на основі даних FAO Aquastat, 2019 р.

№	Країна	м ³ /рік/людину	№	Країна	м ³ /рік/людину
1	Ісландія	507463	24	Болгарія	2964
2	Норвегія	72008	25	Туреччина	2811
3	Росія	29947	26	Північна Македонія	2592
4	Фінляндія	19374	27	Іспанія	2399
5	Швеція	17254	28	Словаччина	2313
6	Грузія	14859	29	Велика Британія	2191
7	Боснія і Герцеговина	10123	30	Вірменія	2341
8	Ірландія	10290	31	Румунія	2154
9	Естонія	9702	32	Люксембург	1714
10	Албанія	9181	33	Польща	1404
11	Хорватія	9000	34	Німеччина	1303
12	Словенія	8976	35	Україна	1264
13	Латвія	8687	36	Чехія	1238
14	Австрія	6297	37	Бельгія	1050
15	Литва	5349	38	Данія	1046
16	Греція	5197	39	Сербія	956,3
17	Швейцарія	4766	40	Азербайджан	825,7
18	Андорра	4101	41	Кіпр	661
19	Португалія	3679	42	Нідерланди	645,7
20	Білорусь	3591	43	Угорщина	617,2
21	Казахстан	3469	44	Молдова	399,9
22	Франція	3078	45	Мальта	117,2
23	Італія	3074			

При порогових значеннях внутрішніх відновних водних ресурсів за індикатором водного стресу Фалькенмарк (м³/рік/людину) країни розташуються наступним чином:

а) *стан водних ресурсів стабільний* (> 2500 м³/рік на людину) – Ісландія, Норвегія, Росія, Фінляндія, Швеція, Грузія, Боснія і Герцеговина, Ірландія, Естонія, Албанія, Хорватія, Словенія, Латвія, Австрія, Литва, Греція, Швейцарія, Андорра, Португалія, Білорусь, Казахстан, Франція, Італія, Болгарія, Туреччина, Північна Македонія;

б) *наявна водна вразливість* (1700-2500 м³/рік на людину) – Іспанія, Словаччина, Велика Британія, Вірменія, Румунія, Люксембург;

в) *наявний водний стрес* (< 1700 м³/рік на людину) – Польща, Німеччина, Україна, Чехія, Бельгія, Данія;

г) *наявний водний дефіцит* (< 1000 м³/рік на людину) – Сербія, Азербайджан, Кіпр, Нідерланди, Угорщина;

д) *наявний абсолютний водний дефіцит* (< 500 м³/рік на людину) – Молдова, Мальта.

В табл. 4 наведено дані про середньорічні обсяги внутрішніх відновних водних ресурсів в країнах Європи в абсолютних значеннях – км³/рік. Ця таблиця має допоміжне значення для розрахунків отриманих в табл. 3.

Таблиця 4. Ранжування країн Європи за обсягом внутрішніх відновних водних ресурсів (км³/рік) на основі даних FAO Aquastat, 2019 р.

№	Країна	км ³ /рік	№	Країна	км ³ /рік
1	Росія	4312	24	Білорусь	34
2	Норвегія	382	25	Албанія	26,9
3	Туреччина	227	26	Болгарія	21
4	Франція	200	27	Словенія	18,67
5	Італія	182,5	28	Латвія	16,94
6	Швеція	171	29	Литва	15,46
7	Ісландія	170	30	Чехія	13,15
8	Велика Британія	145	31	Естонія	12,71
9	Іспанія	111,2	32	Словаччина	12,6
10	Фінляндія	107	33	Бельгія	12
11	Німеччина	107	34	Нідерланди	11
12	Казахстан	64	35	Сербія	8,4
13	Грузія	58,13	36	Азербайджан	8,1
14	Греція	58	37	Вірменія	6,9
15	Україна	55,1	38	Угорщина	6
16	Австрія	55	39	Данія	6
17	Польща	53,6	40	Північна Македонія	5,4
18	Ірландія	49	41	Молдова	1,62
19	Румунія	42,38	42	Люксембург	1
20	Швейцарія	40,4	43	Кіпр	0,78
21	Португалія	38	44	Андорра	0,32
22	Хорватія	37,7	45	Мальта	0,05
23	Боснія і Герцеговина	35,5			

Примітка. * - дані по 5 країнах (Ватикан, Ліхтенштейн, Монако, Сан-Марино, Чорногорія) у базі даних FAO Aquastat відсутні.

3. Зовнішня залежність водних ресурсів по країнах

Багато річкових систем спільно використовуються двома чи більше країнами Європи. На ці загальні системи припадає 22 % водних ресурсів території Європейського Союзу. Така ситуація багато в чому зумовлена невеликою площею багатьох країн.

Наприклад, до басейну Дунаю причетні 19 країн. Басейн Рейну поділяють 7 країн. Більшість великих річок є транскордонними або є прикордонними водотоками (Дунай, Дніпро, Рейн, Рона, Маас, Одер, Драве, Тахо, Дору, Гвадіана, Еврос, Еско та ін.).

Деякі країни Європи, що мають досить високі показники загальних відновних водних ресурсів (> 2500 м³/рік на людину), значною мірою залежать від зовнішніх водних ресурсів. Їхні показники можуть виявитися нижче від порога в 1000 м³/рік/людину (наявний

водний дефіцит), якщо їм доведеться покладатися лише на свої внутрішні ресурси. Наприклад, Азербайджан, Молдова, Нідерланди, Сербія, Угорщина (див. табл. 1 і табл. 3).

Залежність водних ресурсів країни від транзитних водних ресурсів, що надходять з територій сусідніх країн, визначається коефіцієнтом зовнішньої залежності водних ресурсів - K_3 , %.

$$K_3 = W_{TP} / W_{ЗАГ} \quad (1)$$

де W_{TP} – об'єм водних ресурсів, що формується за межами країни; $W_{ЗАГ}$ – об'єм загальних водних ресурсів.

До країн Європи, формування водних ресурсів яких більше ніж на 50 % відбувається за їхніми межами, належать: Португалія, Латвія, Хорватія, Україна, Люксембург, Словаччина, Азербайджан, Румунія, Молдова, Нідерланди, Угорщина, Сербія (табл. 5). Діапазон K_3 за переліком цих країн становить від 50,9 % (Португалія) до 94,8 % (Сербія). Досить високий K_3 в Україні - 68,6 %.

Таблиця 5. Ранжування країн Європи за коефіцієнтом зовнішньої залежності відновних водних ресурсів (K_3 , %) на основі даних FAO Aquastat, 2019 р.

№	Країна	%	№	Країна	%
1	Ісландія	0	24	Греція	15,2
2	Данія	0	25	Північна Македонія	15,6
3	Кіпр	0	26	Швейцарія	24,49
4	Мальта	0	27	Австрія	29,2
5	Андорра	0	28	Німеччина	30,5
6	Іспанія	0,27	29	Бельгія	34,4
7	Чехія	0,4	30	Литва	36,9
8	Естонія	0,75	31	Казахстан	40,6
9	Велика Британія	1,4	32	Білорусь	41,3
10	Туреччина	1,52	33	Словенія	41,4
11	Швеція	1,7	34	Португалія	50,9
12	Фінляндія	2,7	35	Латвія	51,5
13	Норвегія	2,8	36	Хорватія	64,27
14	Болгарія	3,2	37	Україна	68,6
15	Італія	4,6	38	Люксембург	71,4
16	Росія	4,7	39	Словаччина	74,9
17	Франція	5,2	40	Азербайджан	76,6
18	Ірландія	5,8	41	Румунія	80
19	Грузія	8,2	42	Молдова	86,8
20	Боснія і Герцеговина	8,5	43	Нідерланди	87,9
21	Албанія	10,9	44	Угорщина	94,23
22	Польща	11,4	45	Сербія	94,8
23	Вірменія	11,7			

Примітка. * - дані по 5 країнах (Ватикан, Ліхтенштейн, Монако, Сан-Марино, Чорногорія) у базі даних FAO Aquastat відсутні.

4. Використання водних ресурсів. Водний дефіцит в Європі

Загальний забір води в країнах ЄС становить близько 353 км³/рік, що означає забір 10% загальних запасів прісної води. В Європі більшість води використовується з поверхневих водних об'єктів - 74 % загального водозабору припадає на річки та водосховища, а 24,5 % – на підземні води (табл. 6). Показники забору є найвищими у вегетаційний період.

Таблиця 6. Забір прісної води з різних водних об'єктів в ЄС, % (2019 р.)

№	Водні об'єкти	Забір води, %
1	Річки	61,9
2	Водосховища	12,1
3	Озера	1,5
4	Підземні води	24,5

Вода використовується у сільському господарстві (44 %), промисловості (40%) та на господарсько-побутові цілі (16 %) – табл. 7. Варто зазначити, що країни Південної Європи використовують більше води для сільського господарства - понад 2/3 від загального водозабору. Зрошення є найбільш значним видом використанням води у сільськогосподарському секторі цих країн.

Таблиця 7. Використання прісної води для різних цілей в ЄС, % (2019 р.)

№	Вид водокористування	Використано води , %
1	Сільське господарство	44
2	Промисловість	40
3	Господарсько-побутове	16

Індекс експлуатації водних ресурсів плюс (WEI+) – удосконалений метод оцінювання дефіциту водних ресурсів, який використовується Європейським агентством з довкіллям (ЄАД). Він використовується і для оцінювання результатів діяльності з виконання завдань цілі сталого розвитку (ЦСР) 6 «Чиста вода і належна санітарія». Індекс експлуатації водних ресурсів плюс (WEI+) є мірою загального використання прісної води у % від відновних ресурсів прісної води (підземних і поверхневих вод) в даний час і в даному місці [8] – табл. 8.

WEI+ кількісно визначає, скільки води забирається (*D*) і скільки води після використання повертається до навколишнього середовища (*S*). Різниця між водозабором та поверненням води (*D – S*) розглядається як використання води та ілюструє навантаження на відновні ресурси прісної води (*R*) через потребу у воді.

$$WEI+ = (D - S) / R. \quad (2)$$

Характеристика кількісних значень WEI+:

- а) WEI+ > 20 % - наявність водного дефіциту;
- б) WEI+ ≥ 40 % - наявність гострого водного дефіциту, тобто процес використання ресурсів прісної води в країні явно несталий.

Таблиця 8. Найгірші умови сезонного дефіциту води для європейських країн у 2019 р., що вимірюються індексом експлуатації води плюс (WEI+) [8]

№	Країна	Лімітуючий квартал	WEI+	№	Країна	Лімітуючий квартал	WEI+
1	Кіпр	3	99	19	Албанія	3	2,9
2	Мальта	1	74,9	20	Болгарія	1	2,5
3	Греція	3	70,2	21	Угорщина	4	2,0
4	Туреччина	3	68,7	22	Фінляндія	3	2,0
5	Португалія	3	66	23	Литва	3	1,6
6	Італія	3	57	24	Люксембург	3	1,5
7	Іспанія	3	47,2	25	Словаччина	3	1,2
8	Румунія	3	23,5	26	Ірландія	2	1,0
9	Чехія	3	19,5	27	Швейцарія	3	1,0
10	Польща	2	14,5	28	Словенія	2	0,6
11	Бельгія	3	13,2	29	Боснія і Герцеговина	3	0,5
12	Данія	3	12,6	30	Швеція	3	0,4
13	Естонія	3	10,3	31	Латвія	3	0,3
14	Північна Македонія	3	9	32	Хорватія	3	0,2
15	Нідерланди	3	6,3	33	Австрія	4	0,2
16	Сербія	4	5,3	34	Норвегія	3	0,1
17	Франція	2	4,3	35	Ісландія	2	0,0
18	Німеччина	3	2,9				

В 2019 р. Кіпр, Мальта, Греція, Португалія, Італія та Іспанія зіткнулися з найбільш серйозними умовами дефіциту води в ЄС у сезонному масштабі (сезонний $WEI+ > 40\%$) – див. табл. 8. Мальта відчуває постійний дефіцит води через свої природні гідрокліматичні умови. Румунія також стикається з проблемами нехватки води (сезонний $WEI+ > 20\%$). Серед європейських країн, які не входять в ЄС, але за якими наявні дані в ЄАД, Туреччина стикається з найбільш серйозними проблемами.

Регіони водного дефіциту. Дефіцит води виникає, коли водокористування дуже велике в порівнянні з обсягом доступної відновної прісної води. Наприклад, в 2019 р. протягом як мінімум одного сезону водний дефіцит торкнувся 29 % території Європейського Союзу та 38 % його населення.

Незважаючи на те, що забір води в ЄС скоротився на 15% у період з 2000 по 2019 рік, загального скорочення площі території, якої стосується водний дефіцит, не відбулося. Фактично з 2010 р. спостерігається погіршення ситуації, що робить малоймовірним скорочення дефіциту води до 2030 р. Необхідні додаткові зусилля для забезпечення сталого водокористування.

Водний дефіцит характерний для країн Південної Європи. Це особливо актуально влітку через підвищення водозабору у сільському господарстві, комунальному водопостачанні та туризмі. Через дуже інтенсивне зрошення Середні Апенніни та басейни річок По (Італія), Гвадіана (Португалія та Іспанія) та Сегура (Іспанія) відчувають гостру нестачу води протягом усього року. Середземноморські острови, такі як Балеарські, Крит та Сицилія, відчувають постійний і серйозний дефіцит води протягом усього року, при цьому сільське господарство та туризм чинять дуже сильний тиск на водні ресурси.

Проте дефіцит води не обмежується Південною Європою. В інших частинах Європи урбанізація у поєднанні з великим забором води для енергетичного та промислового секторів та сектору комунального водопостачання також може призвести до нестачі води. Вищий тиск на водні ресурси, ніж у середньому по регіону, можна спостерігати на значній території міст Копенгагена, Лондона і Стокгольма, а також у басейнах річок Луара, Маас, Одер і Везер.

Зміни клімату - посухи посилюють водний дефіцит. Зміни клімату, як очікується, призведуть до подальшого збільшення кількості, інтенсивності та впливу посух, що значно утруднює скорочення дефіциту води.

Посуха - природне явище, що виникає, коли кількість опадів є значно нижчою від звичайних зафіксованих рівнів, що спричиняє серйозне порушення гідрологічної рівноваги, яке несприятливо відображається на продуктивності земельних ресурсів.

Початок посухи зазвичай пов'язаний зі встановленням малорухливого високого антициклону. Велика кількість сонячного тепла і поступове зниження вологості повітря створюють підвищену випаровуваність (*атмосферна посуха*), внаслідок чого запаси ґрунтової вологи без поповнення їх дощами виснажуються (*ґрунтова посуха*). Поступово, з посиленням ґрунтової посухи, пересихають стави, річки, озера, джерела - починається *гідрологічна посуха*.

Посухи трапляються і там, де нестача води може не сприйматися як критична проблема (наприклад, посуха у Скандинавії влітку 2018 р., у басейні Ельби влітку 2015 р. та на деяких річках басейну Чорного моря у 2007 р.).

Аномальна літня спека 2022 р. в Європі - погодна аномалія в червні-липні 2022 р., що характеризувалася температурами вищими за середні, хвилями спеки, а також кількістю опадів нижче середнього, тобто посухою. Торкнулася Південної, Західної та Центральної Європи.

У річках Європи через рекордну посуху побачили так звані "голодні камені", на яких у колишні віки робили позначки критично низького рівня води. "Плач, коли бачиш мене", - це можна прочитати на висохлому камені на р. Ельба (рис. 1). Це повідомлення є попередженням з минулого: раніше дуже низький рівень річок був ознакою неврожаю та голоду. "Голодні камені" також були виявлені на сухих ділянках русла р. Рейн.

У червні на більшій частині території Європи температура становила +40 - +43 °С, було побито сотні щоденних та місячних температурних рекордів. Найвища температура була зареєстрована 14 липня 2022 р. в м. Аліжо (Португалія) і становила +47 °С. Аномальна спека призвела до лісових пожеж та тисяч смертей по всій Європі в цілому.

ISSN:2306-5680 **Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2023. № 1 (67)**

Хвиля спеки в червні була викликана взаємодією між високим тиском, що створює атмосферну стабільність, і штормом Алекс, а також повітряною масою, що прийшла з Північної Африки, яка потрапила на Піренейський півострів. Кліматологи пов'язали екстремальну спеку з впливом змін клімату, а експерти прогнозують, що внаслідок зміни клімату хвилі тепла в Європі відбуватимуться з частотою, що наростатиме.



Рис. 1. В результаті обміління оголено «голодний камінь» на р. Ельба/Лаба біля м. Дечін (Чехія), 2022 р.

В доповіді Об'єднаного дослідницького центру Єврокомісії зазначається, що у 2022 р. дві третини території європейського континенту зіткнулися із найсильнішою посухою за останні 500 років [17]. Особливо важка ситуація склалася в таких країнах як Італія, Іспанія, Португалія, Франція, Німеччина, Нідерланди, Бельгія, Люксембург, Румунія, Угорщина, Сербія, Україна, Молдова, Ірландія та Велика Британія. Це загалом 47% території континенту. Варто зазначити, що аномальна спека в Європі спостерігалася в 2003 р., 2018 р., 2019 р., 2022 р.

Висновки

1) За індикатором водного стресу Фалькенмарк ($\text{м}^3/\text{рік}/\text{людину}$) країни Європи розташуються наступним чином:

а) стан водних ресурсів стабільний ($> 2500 \text{ м}^3/\text{рік}$ на людину) – Ісландія, Норвегія, Росія, Хорватія, Фінляндія, Сербія, Латвія, Швеція, Грузія, Словенія, Ірландія, Румунія, Угорщина, Боснія і Герцеговина, Албанія, Естонія, Словаччина, Австрія, Литва, Португалія, Швейцарія, Греція, Білорусь, Люксембург, Казахстан, Нідерланди, Андорра, Україна, Азербайджан, Франція, Італія, Північна Македонія, Молдова, Болгарія, Вірменія, Туреччина;

б) наявна водна вразливість ($1700\text{-}2500 \text{ м}^3/\text{рік}$ на людину) – Іспанія, Велика Британія, Німеччина;

в) наявний водний стрес ($< 1700 \text{ м}^3/\text{рік}$ на людину) – Бельгія, Польща, Чехія, Данія;

г) наявний водний дефіцит ($< 1000 \text{ м}^3/\text{рік}$ на людину) – Кіпр;

д) наявний абсолютний водний дефіцит ($< 500 \text{ м}^3/\text{рік}$ на людину) – Мальта.

2) До країн Європи, формування водних ресурсів яких більше ніж на 50 % відбувається за їхніми межами, належать: Португалія, Латвія, Хорватія, Україна, Люксембург, Словаччина, Азербайджан, Румунія, Молдова, Нідерланди, Угорщина, Сербія. Діапазон K_3 за переліком цих країн становить від 50,9 % (Португалія) до 94,8 % (Сербія).

3) Загальний забір води в країнах ЄС становить близько $353 \text{ км}^3/\text{рік}$, що означає забір 10% загальних запасів прісної води. У Європі більшість води використовується з поверхневих водних об'єктів - 74 % загального водозбору припадає на річки та водосховища, а 24,5 % – на підземні води. Показники забору є найвищими у вегетаційний період. Вода використовується у сільському господарстві (44 %), промисловості (40 %) та на господарсько-побутові цілі (16 %).

4) Водний дефіцит характерний для країн Південної Європи. Це особливо актуально влітку через підвищення водозбору у сільському господарстві, комунальному водопостачанні та туризмі. Через дуже інтенсивне зрошення Середні Апенніни та басейни річок По (Італія), Гвадіана (Португалія та Іспанія) та Сегура (Іспанія) відчувають гостру нестачу води протягом усього року. Середземноморські острови, такі як Балеарські, Крит та Сицилія відчувають постійний і серйозний дефіцит води протягом усього року, при цьому сільське господарство та туризм чинять дуже сильний тиск.

5) Посухи, які почастишали у зв'язку зі змінами клімату, посилюють сезонний водний дефіцит. Аномальна спека в Європі відзначалася в 2003 р., 2018 р., 2019 р., 2022 р.

Список літератури

1. Хільчевський В.К. Глобальні водні ресурси: виклики XXI століття. Вісник Київського нац. університету імені Тараса Шевченка. Географія. 2020. 1/2 (76/77). С. 6-16.
2. Хільчевський В.К. Особливості гідрографії Європи: річки, озера, водосховища. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2022. № 4(66). С. 6-16.
3. Хільчевський В.К. Характеристика водних ресурсів України на основі бази даних глобальної інформаційної системи FAO Aquastat. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2021. № 1(59). С. 6-16.
4. Aquastat FAO's. URL: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/indexhtml?lang=en>
5. Casadei S., Peppoloni F., Pierleoni A. A New Approach to Calculate the Water Exploitation Index (WEI+). Water. 2020. 12(11). 3227; <https://doi.org/10.3390/w12113227>
6. EIT Food. Water scarcity in Europe: is the food system a cause or casualty? URL: <https://www.eitfood.eu/blog/water-scarcity-in-europe-is-the-food-system-a-cause-or-casualty>
7. European Environment Agency. Climate impacts on water resources. URL: <https://www.eea.europa.eu/archived/archived-content-water-topic/water-resources/climate-impacts-on-water-resources>
8. European Environment Agency. Water exploitation index plus. URL: <https://www.eea.europa.eu/ims/use-of-freshwater-resources-in-europe-1>
9. European Environment Agency. European water resources. Overview. URL: <https://www.eea.europa.eu/archived/archived-content-water-topic/water-resources>
10. European Environment Agency. Water resources across Europe — confronting water stress: an updated assessment. 2021. Report No 12. Copenhagen. 126 p.
11. European Environment Agency. Water resources in Europe in the context of vulnerability. Copenhagen, 2012. 92 p. DOI:10.2800/65298
12. European Environment Agency. Water stress is a major and growing concern in Europe. URL: <https://www.eea.europa.eu/highlights/water-stress-is-a-major>
13. Eurostat. Water statistics. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Water_statistics#Water_abstraction
14. Khilchevskiy V., Karamushka V. Global Water Resources: Distribution and Demand. In: Leal Filho W., Azul A.M., Brandli L., Lange Salvia A., Wall T. (eds) Clean Water and Sanitation. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals. Springer, 2022. P. 240-250.
15. Poore J., Nemecek T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. Science. 2018. Vol. 360. Is. 6392. P. 987-992.
16. Tockner K., Zarfl C., Robinson C. (Eds.). Rivers of Europe. 2nd Edition. Amsterdam; Elsevier. 2021. 942 p.
17. Toreti A., Bavera D., Acosta Navarro J., Cammalleri C., de Jager A., Di Ciollo C., Hrast Essenfelder A., Maetens W., Magni D., Masante D., Mazzeschi M., Niemeyer S., Spinoni J. Drought in Europe August 2022. Publications Office of the European Union. Luxembourg, 2022. doi:10.2760/264241, JRC130493.
18. Zal N., Bariamis G., Zachos A., Baltas E., Mimikou M. Use of Freshwater Resources in Europe 2002-2014. An assessment based on water quantity accounts. Ed. A. Künitzer. ETC/ICM. Report 1/2017, Magdeburg: European Topic Centre on inland, coastal and marine waters. 75 p.

References

1. Khilchevskiy V.K. Hlobalni vodni resursy: vyklyky 21 stolittia [Global water resources: challenges of the 21st century]. Visnyk Kyivskoho nats. universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Neohrafiia. 2020. 1/2 (76/77). S. 6-16.
2. Khilchevskiy V.K. Osoblyvosti hidrohrafii Yevropy: richky, ozera, vodoskhovyshcha [Features of the hydrography of Europe: rivers, lakes, reservoirs]. Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroeKolohiia. 2022. № 4(66). S. 6-16.
3. Khilchevskiy V.K. Kharakterystyka vodnykh resursiv Ukrainy na osnovi bazy danykh hlobalnoi informatsiinoi systemy FAO Aquastat [Characteristics of water resources of Ukraine based on the
ISSN:2306-5680 Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2023. № 1 (67)

database of the global information system FAO Aquastat]. Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia. 2021. № 1(59). S. 6-16.

4. Aquastat FAO's. URL: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en>
5. Casadei S., Peppoloni F., Pierleoni A. A New Approach to Calculate the Water Exploitation Index (WEI+). Water. 2020. 12(11). 3227; <https://doi.org/10.3390/w12113227>
6. EIT Food. Water scarcity in Europe: is the food system a cause or casualty? URL: <https://www.eitfood.eu/blog/water-scarcity-in-europe-is-the-food-system-a-cause-or-casualty>
7. European Environment Agency. Climate impacts on water resources. URL: <https://www.eea.europa.eu/archived/archived-content-water-topic/water-resources/climate-impacts-on-water-resources>
8. European Environment Agency. Water exploitation index plus. URL: <https://www.eea.europa.eu/ims/use-of-freshwater-resources-in-europe-1>
9. European Environment Agency. European water resources. Overview. URL: <https://www.eea.europa.eu/archived/archived-content-water-topic/water-resources>
10. European Environment Agency. Water resources across Europe — confronting water stress: an updated assessment. 2021. Report No 12. Copenhagen. 126 p.
11. European Environment Agency. Water resources in Europe in the context of vulnerability. Copenhagen, 2012. 92 p. DOI:10.2800/65298
12. European Environment Agency. Water stress is a major and growing concern in Europe. URL: <https://www.eea.europa.eu/highlights/water-stress-is-a-major>
13. Eurostat. Water statistics. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Water_statistics#Water_abstraction
14. Khilchevskiy V., Karamushka V. Global Water Resources: Distribution and Demand. In: Leal Filho W., Azul A.M., Brandli L., Lange Salvia A., Wall T. (eds) Clean Water and Sanitation. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals. Springer, 2022. P. 240-250.
15. Poore J., Nemecek T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. Science. 2018. Vol. 360. Is. 6392. P. 987-992.
16. Tockner K., Zarfl C., Robinson C. (Eds.). Rivers of Europe. 2nd Edition. Amsterdam; Elsevier. 2021. 942 p.
17. Toreti A., Bavera D., Acosta Navarro J., Cammalleri C., de Jager A., Di Ciollo C., Hrast Essenfelder A., Maetens W., Magni D., Masante D., Mazzeschi M., Niemeyer S., Spinoni J. Drought in Europe August 2022. Publications Office of the European Union. Luxembourg, 2022. doi:10.2760/264241, JRC130493.
18. Zal N., Bariamis G., Zachos A., Baltas E., Mimikou M. Use of Freshwater Resources in Europe 2002-2014. An assessment based on water quantity accounts. Ed. A. Künitzer. ETC/ICM. Report 1/2017, Magdeburg: European Topic Centre on inland, coastal and marine waters. 75 p.

Water resources of European countries: characteristics based on the FAO-Aquastat database

Khilchevskiy V.K.

The purpose of the study is to assess the quantitative state of water resources in 50 European countries based on the FAO-Aquastat database on average annual indicators, to rank them, to assess the external dependence of water resources of countries, to identify countries with water deficit. According to the Falkenmark water stress indicator (m³/year/person), European countries are ranked as follows: a) the state of water resources is stable (>2500 m³/year per person) - Iceland, Norway, Russia, Croatia, Finland, Serbia, Latvia, Sweden, Georgia, Slovenia, Ireland, Romania, Hungary, Bosnia and Herzegovina, Albania, Estonia, Slovakia, Austria, Lithuania, Portugal, Switzerland, Greece, Belarus, Luxembourg, Kazakhstan, Netherlands, Andorra, Ukraine, Azerbaijan, France, Italy, North Macedonia, Moldova, Bulgaria, Armenia, Turkey; b) existing water vulnerability (1700-2500 m³/year per person) - Spain, Great Britain, Germany; c) existing water stress (<1700 m³/year per person) – Belgium, Poland, Czech Republic, Denmark; d) existing water deficit (<1000 m³/year per person) – Cyprus; e) current absolute water deficit (< 500 m³/year per person) – Malta.

The countries of Europe, the formation of water resources of which is more than 50% outside their borders, include Portugal, Latvia, Croatia, Ukraine, Luxembourg, Slovakia, Azerbaijan, Romania, Moldova, the Netherlands, Hungary, Serbia. The range of KZ for the list of these countries is from 50.9% (Portugal) to 94.8% (Serbia).

The total water withdrawal in the EU is about 353 km³/year, which means that 10% of the total fresh water is withdrawn. In Europe, the majority of water is used from surface water bodies – 74% of total water withdrawals are from rivers and reservoirs, and 24.5% from groundwater. Water withdrawal rates are highest during the growing season. Water is used in agriculture (44%), industry (40%) and household purposes (16%).

Increased droughts due to climate change exacerbate seasonal water scarcity. Abnormal heat in Europe was observed in 2003, 2018, 2019, 2022.

Keywords: water resources, renewable water resources, water exploitation index plus., Europe.

Надійшла до редакції 09.02.2023