

УДК 504.45.058; 504.4.054; 504.064

КП 87.19.03

№ держреєстрації 0119U103483

Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ УКРАЇНИ  
НДУ «Український науковий центр екології моря»  
(УкрНЦЕМ)  
65009, м.Одеса, вул. Французький бульвар, 89;  
тел.(0482) 431262, факс (0572) 431263, e-mail: accem@te.net.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор УкрНЦЕМ  
канд. геогр. наук,  
старш. наук. співроб.  
\_\_\_\_\_ Коморін В.М.  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 року

ЗВІТ  
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

Оцінка та діагноз екологічного стану довкілля Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України у 2019 р.

ОЦІНКА ГІДРОХІМІЧНОГО РЕЖИМУ ТА ХАРАКТЕРИСТИК ЗАБРУДНЕННЯ  
МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА УКРАЇНИ НЕБЕЗПЕЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ.

ТОМ 2

Науковий керівник НДР  
Заступник директора – начальник морського  
інформаційно-аналітичного центру, к.геогр.н.

В.В. Український

2019

Рукопис закінчено 28 грудня 2019 р.

Результати цієї роботи розглянуто Вченою Радою УкрНЦЕМ, протокол від 23 січня 2020 р. № 1

## СПИСОК АВТОРІВ

Відповідальний виконавець, начальник відділу аналітичних досліджень та організації моніторингу (ВАДтаОМ)	_____	Ю.М. Деньга
	"__" _____ 2019	
Завідувач лабораторії хіміко- аналітичних досліджень (ЛХАД) ВАДтаОМ	_____	Ю.В. Олейнік
	"__" _____ 2019	
Завідувач сектором баз даних моніторингу Причорноморських країн відділу інформаційного забезпечення наукових досліджень	_____	О.В. М'яснікова
	"__" _____ 2019	

Технічні виконавці: В.І. Балакін, В.О. Білозер, В.Ю. Волков, І.В. Вострикова, Т.П. Вострикова, В.П. Горяєв, О.Є. Домрачев, Г.Г. Золотарьов, М.Г. Золотарьов, В.А. Колосов, М.О. Літвінова, О.О. Остапов, В.В. Писаренко

## РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 51 с., рис. 12, табл. 13, джерел 3

ЧОРНЕ МОРЕ В МЕЖАХ ВИКЛЮЧНОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ, ЗАБРУДНЮЮЧІ РЕЧОВИНИ, МОРСЬКА ВОДА, ДОННІ ВІДКЛАДЕННЯ, БІОТА, БАЗОВА ОЦІНКА.

Оцінка та діагноз екологічного стану довкілля Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України у 2019 р. (Оцінка характеристик забруднення морського середовища України небезпечними речовинами. Том 2).

Об'єкт дослідження – морські води і екосистема Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України.

Мета НДР – оцінка екологічного стану морського середовища Чорного моря в межах виключної морської економічної зони України в 2019 році та порівняння екологічного стану з базовою оцінкою (добрий екологічний стан) за період з 2012 по 2017 роки, відповідно до імплементації Директив ЄС (2008/56/ЄС) і (2008/105/ЄС) згідно з Угодою про асоціацію між Україною та Європейським Союзом.

Методи дослідження – в НДР використовувалися традиційні методи аналітичного узагальнення даних та статистичного аналізу, на підставі екологічних спостережень виконаних Українським науковим центром екології моря в 2019 році.

Результати дослідження – на підставі аналізу даних досліджень вод Чорного моря була дана оцінка екологічного стану відповідно дескриптору D8, D9 за гранично допустимими концентраціями відповідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS), за відсутності сполуки в директиві екологічний стан оцінювався за гранично допустимими концентраціями відповідно українського законодавства (ГДК), або екологічних нормативів (ЕН). Виконана оцінка за дескриптором D8, D9 стану морського довкілля Чорного моря в межах виключної економічної зони України.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ .....	5
1 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН МОРСЬКОЇ ВОДИ ЗА ВМІСТОМ	
ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН .....	7
1.1 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом токсичних металів .....	10
1.2 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом хлорорганічних пестицидів .....	13
1.3 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом поліхлорованих біфенілів .....	15
1.4 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом поліароматичних вуглеводнів .....	17
2 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ ПО РАЙОНАМ ЗА	
ВМІСТОМ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН .....	23
2.1. Токсичні метали в донних відкладеннях .....	24
2.2. Хлорорганічні пестициди в донних відкладеннях .....	25
2.3 Поліхлоровані біфеніли в донних відкладеннях .....	28
2.4 Поліароматичні вуглеводні в донних відкладеннях .....	29
3 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН БІОЛОГІЧНИХ ОБ’ЄКТІВ ЗА ВМІСТОМ	
ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН .....	37
3.1 Коефіцієнт забруднення біологічних об’єктів, оцінка стану забруднення .....	38
ВИСНОВКИ (ПОРІВНЯННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ДОСЛІДЖУВАНИХ РАЙОНІВ ПЗЧМ В 2019 РОЦІ З БАЗОВОЮ ОЦІНКОЮ) .....	42
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ .....	51

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМИНІВ

ГДК – гранично допустимі концентрації;

ДДД – діхлордіфенілдіхлоретан;

ДДЕ – діхлордіфенілдіхлоретілен;

ДДТ – п,п-діхлордіфенілтрихлоретан;

ЕН – екологічний норматив;

ПАВ – поліциклічні ароматичні вуглеводні;

ПХБ – полі хлоровані біфеніли;

ПЗЧМ – північно західна частина моря;

УкрНЦЕМ – Український науковий центр екології моря;

ХОП – хлорорганічні пестициди;

ТМ – токсичні метали;

Кз – коефіцієнт забруднення;

Al – алюміній;

Ag-1254 – стандартна суміш індивідуальних ПХБ з ПХБ-16 по ПХБ-65;

Ag-1260 – стандартна суміш індивідуальних ПХБ з ПХБ-28 по ПХБ-73;

As – миш'як;

BaA/228 – геохімічний маркер: співвідношення концентрації

бензо(а)антрацену до суми концентрацій сполук з молекулярною масою 228;

Cd – кадмій;

Co – кобальт;

Cr – хром;

Cu – мідь;

MAC-EQS – гранично допустима концентрація - екологічний стандарт якості відповідно директиві ЄС 2013/39/EU (maximum allowable concentration – ecological quality standard);

Fe – залізо;

Fl/(Fl+Py) – геохімічний маркер: співвідношення концентрації флуорантена до суми концентрацій флуорантену та пірену;

Ph/An – відношення фенатрену до антрацену;

(Py+Flu)/(Chr+Ph) – відношення суми пірену та флуорантену до суми хризену та фенантрени;

(An/178) – відношення антрацену до суми сполук з молекулярною масою 178;

Flu/(Flu+Py) – відношення флуорантену до суми флуорантену та пірену;

Hg – ртуть;

WFD – Водна рамкова директива 2000/60/ЄС (Water Framework Directive)

Mn – марганець;

Ni – нікель;

Pb – свинець;

Zn – цинк;

$\alpha$ -HCH –  $\alpha$  гексахлорциклогексан;

$\beta$ -HCH –  $\beta$  гексахлорциклогексан;

$\Sigma$  ДДТ – сума п,п-діхлордіфенілтрихлоретану та його метаболітів;

$\Sigma$  циклодієнових – сума алдріну, ділдріну та ендріну;

$\Sigma$  HCH – сума ліндану та його ізомерів;

$\Sigma$  ПАВ – сума концентрацій поліароматичних вуглеводнів;

B(a)P<sub>eq</sub> – бензо(а)піреновий еквівалент;

## 1 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН МОРСЬКОЇ ВОДИ ЗА ВМІСТОМ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

Стан морської води в 2019 році оцінювався за такими забруднюючими речовинами як: токсичні метали (ТМ), хлорорганічні пестициди (ХОП), поліхлоровані біфеніли (ПХБ) та поліароматичні вуглеводні (ПАВ).

Для оцінки використовувався коефіцієнт забруднення (Кз).

Кз відображає концентрацію всіх забруднюючих речовин одного типу в окремий проміжок часу в заданому районі. Цей коефіцієнт розраховується як сума відношень концентрації кожної забруднюючої сполуки до її гранично допустимої концентрації відповідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS), або гранично допустимої концентрації відповідно українського законодавства (ГДК), або екологічного нормативу (ЕН) віднесеної до кількості вимірювань проведених в заданий проміжок часу. Точність відображення стану району, за допомогою коефіцієнту, залежить від кількості станцій моніторингу в досліджуваному районі та кількості спостережень за проміжок часу, який оцінюється.

Екологічний стан морської води за допомогою Кз оцінюється:

- Дуже добрий коли Кз менше 0,5;
- Добрий коли Кз від 0,5 до 1,0;
- Задовільний коли Кз від 1,0 до 2,5;
- Поганий коли Кз від 2,5 до 5,0;
- Дуже поганий коли Кз більше 5,0.



Північно західна частина Чорного моря (ПЗЧМ) оцінюється по районах розподілу відкритої частини моря на західну та східну і прибережну зони моря південного Криму визначених в [1] та по водних масивах визначених районів «Перехідних вод» та «Прибережних вод» відповідно до Водної рамкової директиви 2000/60/ЄС (WFD) [2] (рис. 1.1).

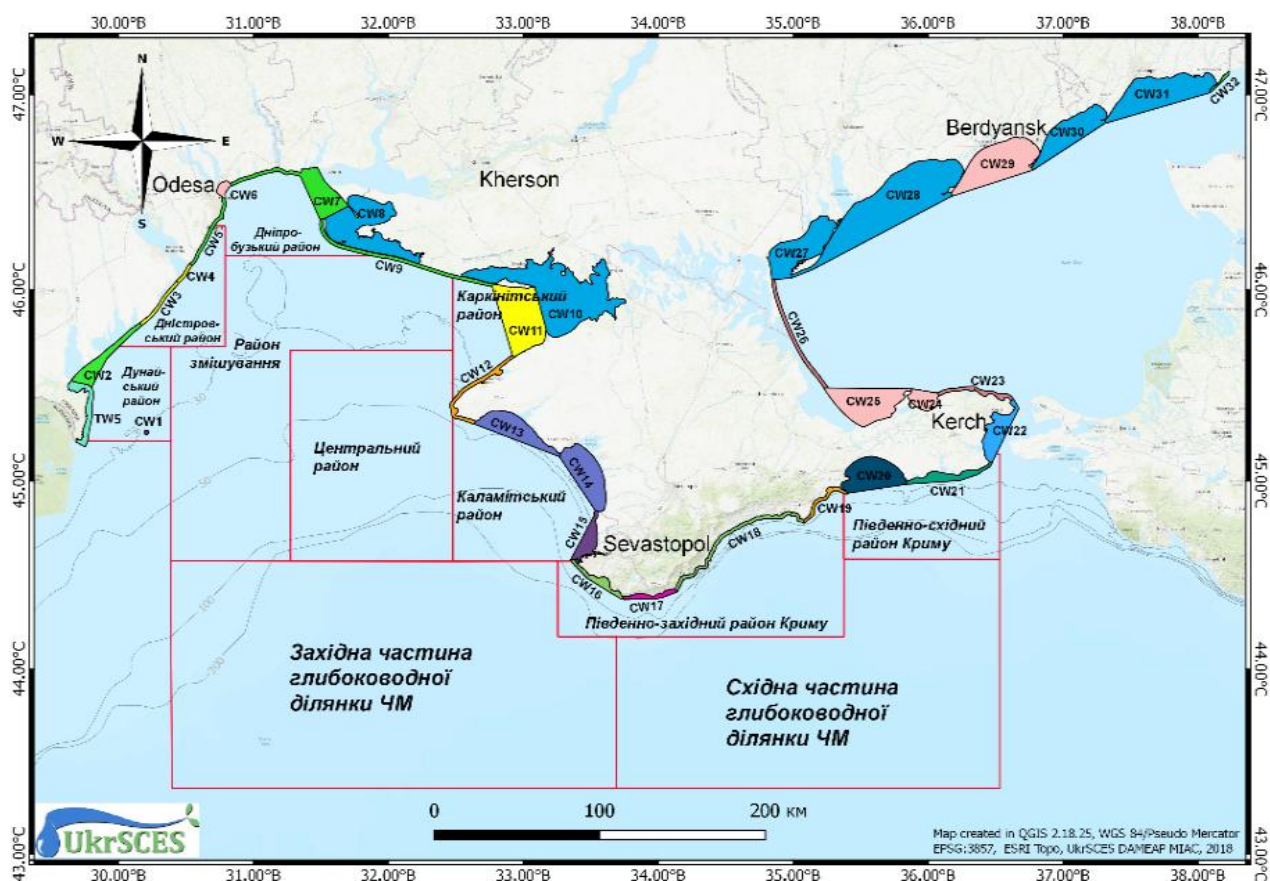


Рисунок 1.1 – Карта районів морського середовища ПЗЧМ

В таблиці 1.1 наведені координати станцій.

Таблиця 1.1 – Координати станцій на яких проводився відбір проб у 2019 році

Умовне позначення станції	Довгота, °	Широта, °
Дунайський р-н		
Ст. 6	29.86167	45.35310
Ст. 10-8	29.86833	45.32368
Ст. 10-9	29.87258	45.32467
Ст. 10-15	29.87162	45.32162
Ст. 10-22	29.87555	45.31928
Ст. 17	29.84073	45.25612
Ст. 18	29.81617	45.27273
Ст. 6	29.86250	45.35250
Ст. 10-8	29.86785	45.32428
Ст. 10-9	29.87247	45.32608
Ст. 10-15	29.87195	45.32213
Ст. 10-22	29.87563	45.31890
Ст. 17	29.84622	45.26363
Ст. 18	29.81585	45.27350
Ст. 1a	30.25180	45.33863



## Продовження таблиці 1.1

Умовне позначення станції	Довгота, °	Широта, °
Дніпровський р-н		
2а	31.00205	46.33333
Ст. 1	31.10547	46.35965
Зона змішування		
Ст. 2	31.2350	45.2159
Ст.16	31.0000	45.8325
Ст.17	31.2506	45.6667
Західна частина ЧМ		
Ст.3	31.3041	44.2162
Ст. 4	31.5632	44.1216
Ст. 5	31.8195	43.3998
Ст6	32.8732	43.4183
Східна частина ЧМ		
Ст. 7	34.7733	43.3697
Ст. 8	36.0586	43.5384
CW1		
Ст. 15	30.21056	45.25333
TW5		
Ст. 7	29.76500	45.33917
Ст. 7-1	29.77453	45.33575
Ст. 7-2	29.78667	45.32898
Ст. 8	29.79955	45.32252
Ст. 19	29.78600	45.29167
Ст. 7	29.76417	45.33750
Ст. 7-1	29.77417	45.33583
Ст. 7-2	29.78667	45.32833
Ст. 8	29.79867	45.32300
Ст. 19	29.79010	45.29167
Д 8	29.80033	45.32282
Д 19	29.78560	45.29142
Ст. 14	29.77389	45.29861
CW2		
Ст. 13	29.784	45.603
CW3		
Ст. 12	30.253	45.873
CW4		
Затока	30.4722	46.0769
Затока	30.5139	46.0846
Ст. 11	30.4703	46.0636
CW5		
Пляж «Аркадія»	30.7683	46.4275
Сан. Чкаловський	30.7719	46.4436
411 батарея	30.7303	46.3675
Мис М. Фонтан	30.7722	46.4386
Пляж «Аркадія»	30.7683	46.4275
Пляж «Дельфін»	30.7692	46.4517

## Продовження таблиці 1.1

Умовне позначення станції	Довгота, °	Широта, °
CW5		
СБО порту та м. Чорноморськ	30.6347	46.1981
СБО «Південна»	30.7548	46.3493
CW6		
Пляж «Лузанівка» 1	30,7694	46,5531
Пляж «Лузанівка» 2	30,7585	46,5488
Порт Одеса	30,7492	46,4942
CW7		
Коблево	31.174	46.628
порт Південний	31.029	46.602
Ст. 3	31.6121	46.4592
Ст. 20	31.461	46.611
CW8		
За	31.8255	46.4835
Ст. 19	31.724	46.393
CW9		
Ст. 18	31.667	46.222

### 1.1 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом токсичних металів

В таблиці 1.2 та на рисунку 1.2 наведені значення Кз для ртуті (Hg), кадмію (Cd), свинцю (Pb), нікелю (Ni) та середній Кз для ТМ в поверхневому та придонному шарах води за даними 2019 року по районах. Оцінка екологічного стану проводилась згідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS).

Таблиця 1.2 – Кз ТМ морської води по районах у 2019 році

Район		Кз ТМ	Кз Hg	Кз Cd	Кз Pb	Кз Ni
CW1 (о. Зміїний)	поверхня	0.1	0.214	0.136	0.053	0.016
CW1 (о. Зміїний)	дно	0.04	0	0.073	0.074	0
CW2	поверхня	0.19	0.657	0	0.109	0
CW2	дно	0.25	0.829	0.067	0.119	0
CW3	поверхня	0.09	0.136	0.17	0.058	0
CW3	дно	0.33	0.536	0.65	0.125	0
CW4	поверхня	0.13	0.171	0.229	0.113	0.022
CW4	дно	0.05	0	0.05	0.131	0
CW5	поверхня	0.11	0.122	0.196	0.105	0
CW5	дно	1.16	4.286	0.289	0.057	0
CW6	поверхня	0.41	1.243	0.157	0.25	0

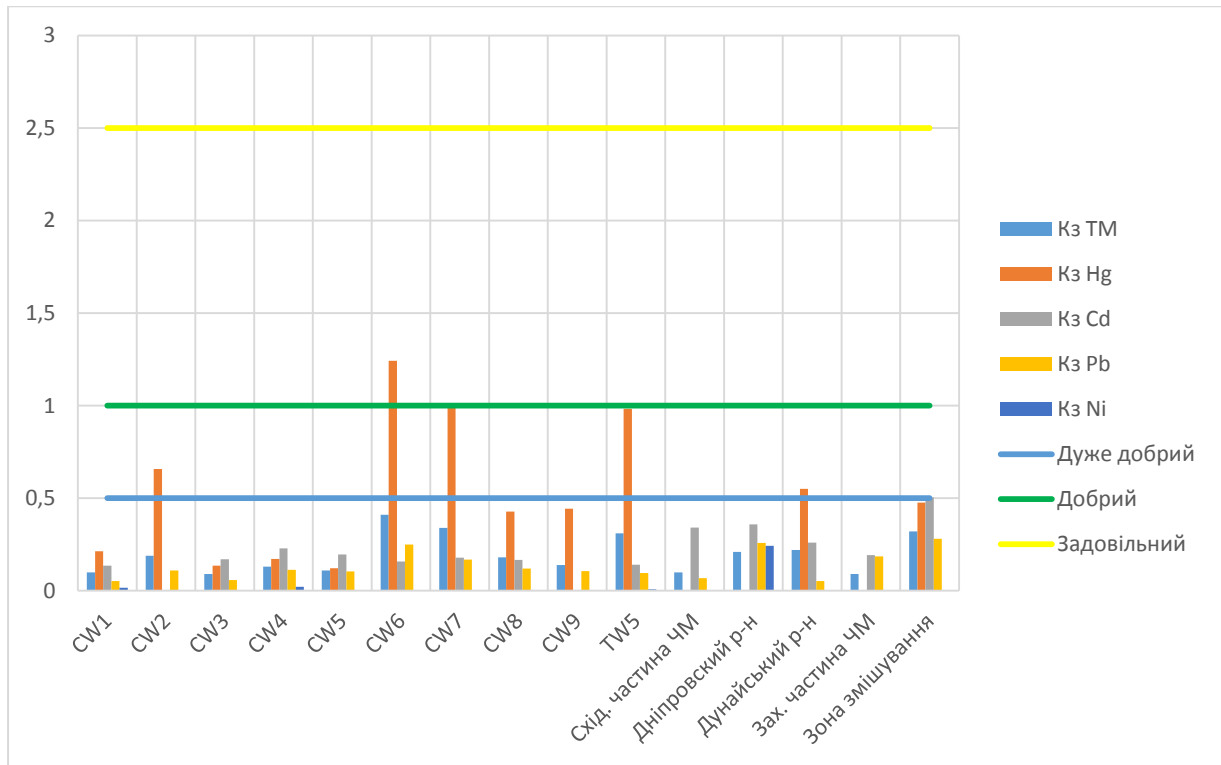
Продовження таблиці 1.2

Район		Кз ТМ	Кз Hg	Кз Cd	Кз Pb	Кз Ni
CW6	дно					
CW7	поверхня	0.34	0.996	0.179	0.168	0
CW7	дно	0.19	0.421	0.082	0.271	0
CW8	поверхня	0.18	0.429	0.166	0.119	0
CW8	дно	0.39	0.2	1.224	0.127	0
CW9	поверхня	0.14	0.443	0	0.106	0
CW9	дно	0.25	0.643	0.187	0.174	0
TW5	поверхня	0.31	0.983	0.142	0.096	0.008
TW5	дно	0.49	1.664	0.167	0.111	0.006
Східна частина ЧМ	поверхня	0.1	0	0.342	0.068	0
Східна частина ЧМ	дно					
Дніпровський р-н	поверхня	0.21	0	0.358	0.258	0.243
Дніпровський р-н	дно					
Дунайський р-н	поверхня	0.22	0.55	0.261	0.052	0
Дунайський р-н	дно	0.22	0.632	0.225	0.028	0.002
Західна частина ЧМ	поверхня	0.09	0	0.194	0.186	0
Західна частина ЧМ	дно					
Зона змішування	поверхня	0.32	0.476	0.504	0.281	0
Зона змішування	дно	0.31	0.729	0.275	0.236	0

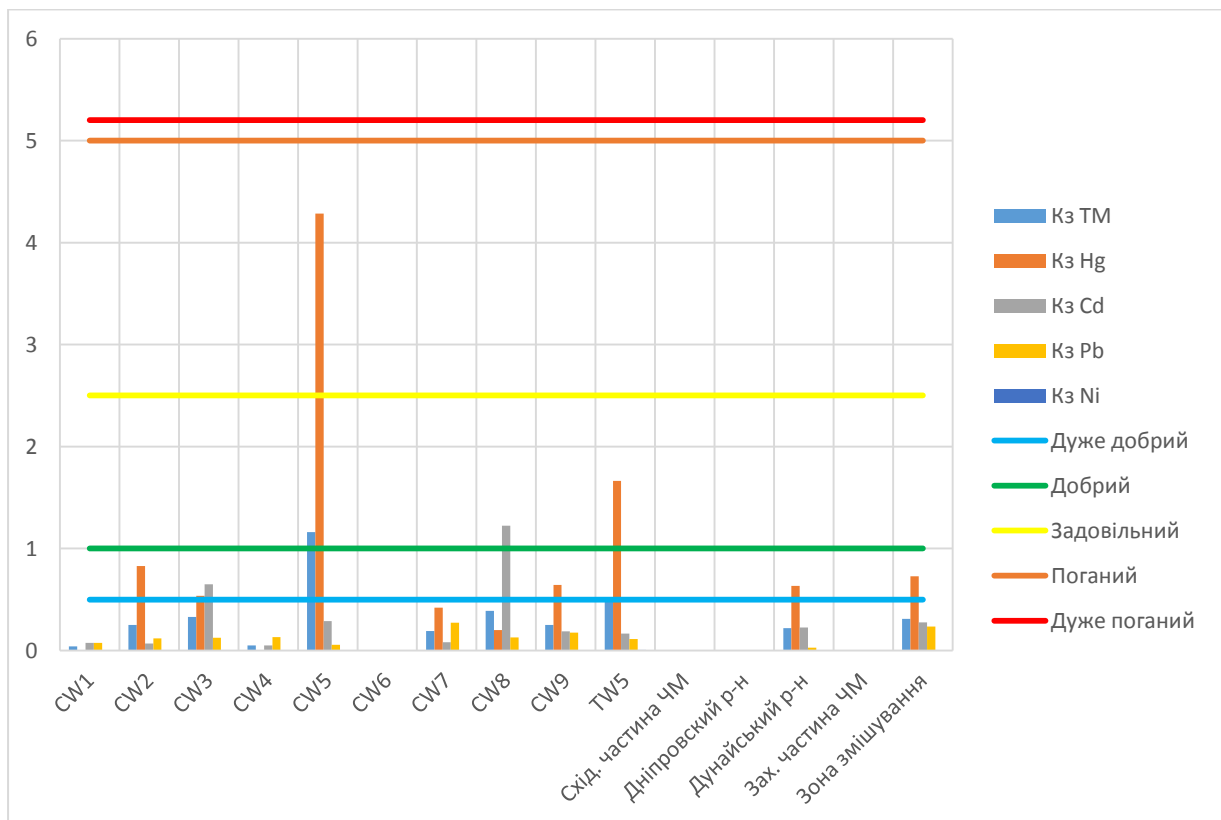
Із таблиці 1.2 та рисунку 1.2 видно:

- в 2019 році Кз ТМ в районі CW5 в придонному шарі води відповідає задовільному екологічному стану, на це вплинула висока концентрації ртуті в цьому районі - Кз Hg відповідає поганому екологічному стану.

- по іншим районам Кз ТМ відповідають дуже доброму та доброму екологічному стану, але теж зафіксовані підвищені концентрації металів: Кз Hg в поверхневому шарі води району CW6 та придонному шарі води району TW5 відповідає задовільному екологічному стану, Кз Cd в придонному шарі води району CW8 відповідає задовільному екологічному стану.



а)



б)

а – Кз ТМ поверхневий шар води

б – Кз ТМ придонний шар води

Рисунок 1.2 – Кз ТМ морської води по районах у 2019 році

## 1.2 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом хлорорганічних пестицидів

В таблиці 1.3 та на рисунку 1.3 наведений середній Кз для ХОП та Кз для окремих ХОП в поверхневому та придонному шарах води за даними 2019 року по районах. Оцінка екологічного стану проводилась згідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS).

Таблиця 1.3 – Кз ХОП поверхневого та придонного шарів морської води в 2019 році

Район		Кз ХОП	Кз ДДТ <sup>1</sup>	Кз ΣДДТ <sup>2</sup>	Кз ΣНСН <sup>3</sup>	Кз ГХБ <sup>4</sup>	Кз гептахлором	Кз Σ циклодієнових <sup>5</sup>
CW1 (о. Зміїний)	поверхня	0.23	0.927	0.371	0.099	0	0	0
CW1 (о. Зміїний)	дно	459.4	1.496	0.599	0.261	0	2753	0
CW2	поверхня	0.47	1.876	0.755	0.212	0	0	0
CW2	дно	0.08	0.326	0.13	0	0	0	0
CW3	поверхня	0.19	0.8	0.32	0.039	0	0	0
CW3	дно	48.63	3.289	1.374	0.093	0	287	0.012
CW4	поверхня	0.68	2.678	1.072	0.354	0	0	0
CW4	дно	0.19	0.712	0.285	0.154	0	0	0
CW5	поверхня	0.18	0.684	0.275	0.109	0	0	0
CW5	дно	32.47	0.413	0.165	0.094	0	194	0
CW6	поверхня	0.12	0.458	0.184	0.103	0	0	0
CW6	дно							
CW7	поверхня	0.2	0.754	0.302	0.139	0	0	0
CW7	дно	0.17	0.651	0.26	0.099	0	0	0
CW8	поверхня	0.51	2.051	0.82	0.205	0	0	0
CW8	дно	1.67	6.855	2.742	0.437	0	0	0
CW9	поверхня	0.24	0.916	0.366	0.154	0	0	0
CW9	дно	0.2	0.763	0.305	0.159	0	0	0
TW5	поверхня	37.76	0.552	0.221	0.043	0	225	0
TW5	дно	25.84	0.678	0.271	0.148	0	153	0
Східна частина ЧМ	поверхня	0.27	0.995	0.398	0.207	0	0	0
Східна частина ЧМ	дно							
Дніпровський р-н	поверхня	0.64	2.603	1.041	0.182	0	0	0
Дніпровський р-н	дно	0.21	0.812	0.325	0.117	0	0	0
Дунайський р-н	поверхня	30.7	0.464	0.185	0.084	0.003	183	0.257
Дунайський р-н	дно	48.76	0.414	0.17	0.101	0	291	0.046

Продовження таблиці 1.3

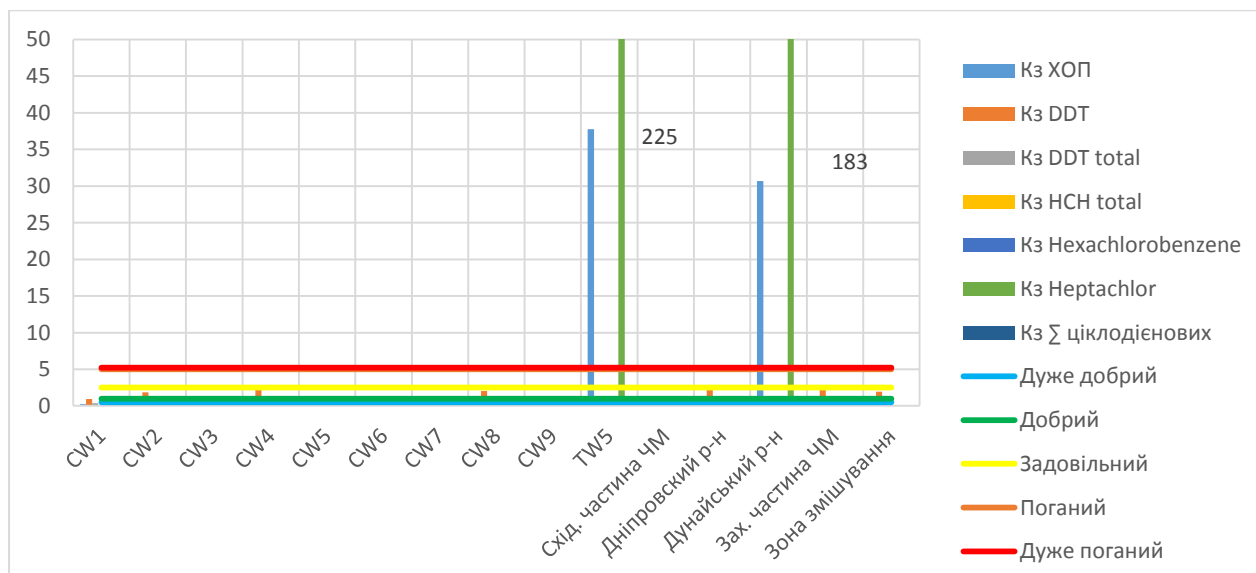
Район		Кз ХОП	Кз ДДТ <sup>1</sup>	Кз ΣДДТ <sup>2</sup>	Кз ΣНСН <sup>3</sup>	Кз ГХБ <sup>4</sup>	Кз гептахлором	Кз Σ циклодієнових <sup>5</sup>
Західна частина ЧМ	Поверхня	0.67	2.713	1.091	0.221	0	0	0
Західна частина ЧМ	дно	0.13	0.535	0.214	0.009	0	0	0
Зона змішування	поверхня	0.48	1.96	0.788	0.128	0	0	0
Зона змішування	дно	0.49	1.953	0.782	0.202	0	0	0
1 – п,п-діхлордіфенілтрихлоретан			5 – сума алдріну, ділдріну та ендріну					
2 – сума ДДТ та його метаболітів								
3 – сума ліндану та його ізомерів								
4 – гексахлорбензол								

Як видно із таблиці 1.3 та рисунку 1.3:

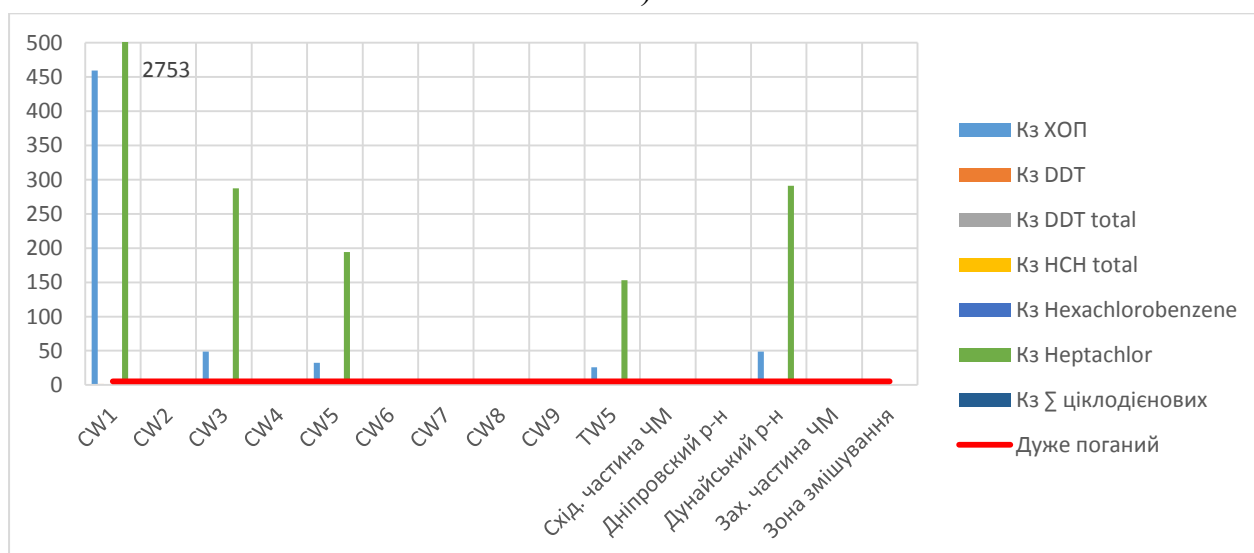
- в 2019 році Кз гептахлором в придонному шарі води в районах CW1, CW3, CW5 та в поверхневому і придонному шарі води в районах TW5, Дунайський р-н відповідає дуже поганому екологічному стану, що відобразилось на загальному стані морської води по забрудненню ХОП в цих районах - Кз ХОП відповідає дуже поганому стану.

- Також зафіксовані підвищенні концентрації ДДТ та його метаболітів. Кз ДДТ в поверхневому шарі води в районах CW2, CW4, CW8, Дніпровський р-н, західна частина ЧМ, зона змішування відповідає задовільному та поганому екологічному стану, в придонному шарі води в районах CW1, CW3, CW8, зона змішування відповідає задовільному, поганому та дуже поганому екологічному стану. Це відобразилось в придонному шарі води району CW8 на Кз ХОП, який знаходиться на рівні задовільного екологічного стану.

- Кз іншими ХОП має значення дуже доброго екологічного стану.



а)



б)

а – Кз ХОП поверхневий шар води

б – Кз ХОП придонний шар води

Рисунок 1.3 – Кз ХОП морської води по районах в 2019 році

### 1.3 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом поліхлорованих біфенілів

В таблиці 1.4 та на рисунку 1.4 наведені Кз ПХБ поверхневого та придонного шарів морської води по районам у 2019 році.

Оскільки в директиві ЄС 2013/39 не має обмежень по концентраціям ПХБ не діоксинового ряду, оцінка забруднення ПХБ морської води

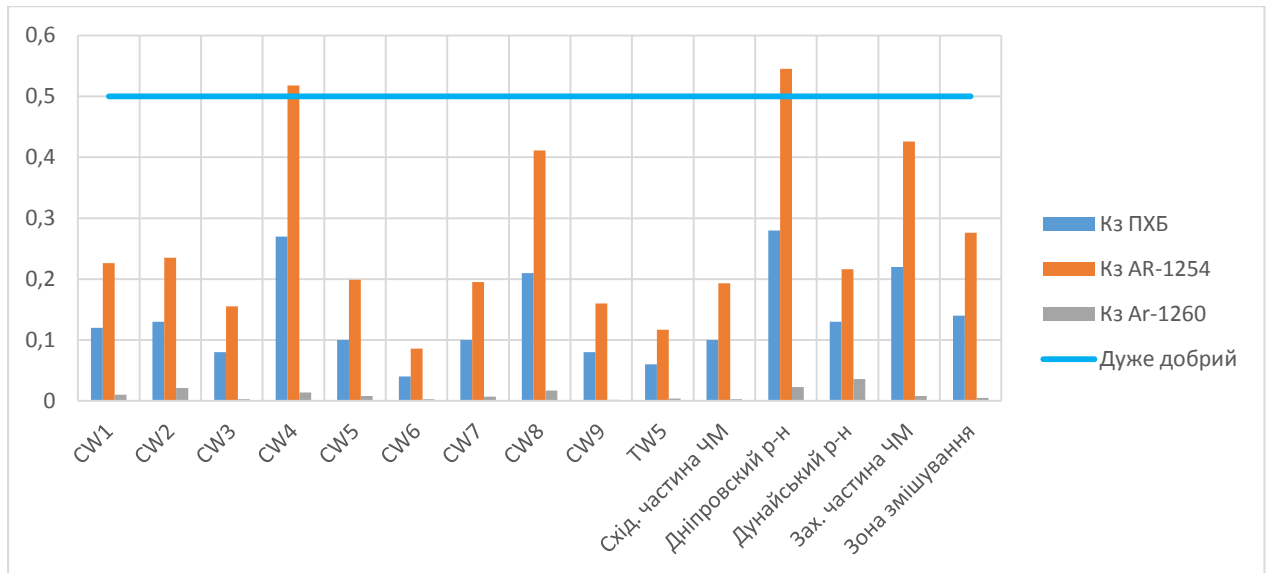
проводилась відносно ЕН для груп індивідуальних ПХБ від ПХБ-16 до ПХБ-65 (Ar-1254) та від ПХБ-28 до ПХБ-73 (Ar-1260).

Таблиця 1.4 – Кз ПХБ поверхневого та придонного шару морської води в 2019 році

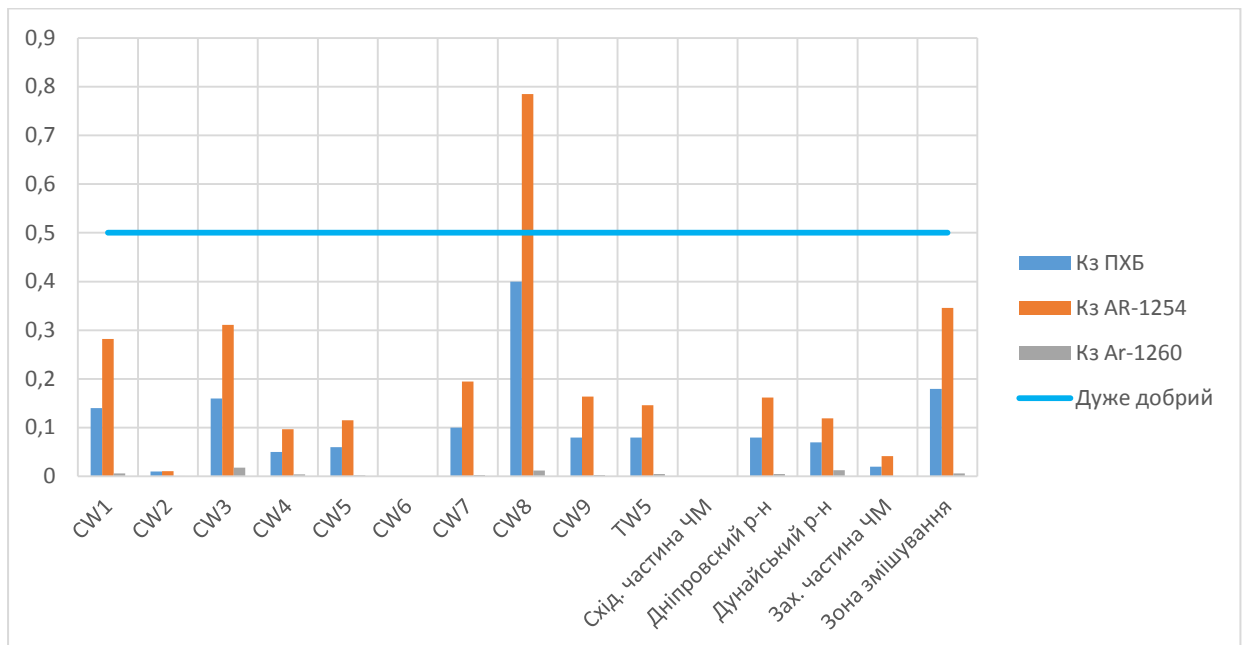
Район		Кз ПХБ	Кз Ar -1254	Кз Ar-1260
CW1 (о. Зміїний)	поверхня	0.12	0.226	0.01
CW1 (о. Зміїний)	дно	0.14	0.282	0.006
CW2	поверхня	0.13	0.235	0.021
CW2	дно	0.01	0.011	0.001
CW3	поверхня	0.08	0.155	0.003
CW3	дно	0.16	0.311	0.018
CW4	поверхня	0.27	0.518	0.014
CW4	дно	0.05	0.097	0.004
CW5	поверхня	0.1	0.199	0.008
CW5	дно	0.06	0.115	0.002
CW6	поверхня	0.04	0.086	0.003
CW6	дно			
CW7	поверхня	0.1	0.195	0.007
CW7	дно	0.1	0.195	0.003
CW8	поверхня	0.21	0.411	0.017
CW8	дно	0.4	0.785	0.012
CW9	поверхня	0.08	0.16	0.002
CW9	дно	0.08	0.164	0.003
TW5	поверхня	0.06	0.117	0.004
TW5	дно	0.08	0.146	0.005
Східна частина ЧМ	поверхня	0.1	0.193	0.003
Східна частина ЧМ	дно			
Дніпровський р-н	поверхня	0.28	0.545	0.023
Дніпровський р-н	дно	0.08	0.162	0.005
Дунайський р-н	поверхня	0.13	0.216	0.036
Дунайський р-н	дно	0.07	0.119	0.013
Західна частина ЧМ	поверхня	0.22	0.426	0.008
Західна частина ЧМ	дно	0.02	0.042	0.001
Зона змішування	поверхня	0.14	0.276	0.005
Зона змішування	дно	0.18	0.346	0.006

Як видно із таблиці 1.4 та рисунку 1.4 Кз ПХБ у 2019 році по всіх районах в придонному та поверхневому шарі води відповідають дуже доброму екологічному стану.





а)



б)

а – Кз ПХБ поверхневий шар води

б – Кз ПХБ придонний шар води

Рисунок 1.4 – Кз ПХБ морської води по районам в 2019 році

#### 1.4 Екологічна оцінка стану морської води по районах за вмістом поліароматичних вуглеводнів

В таблиці 1.5 та на рисунку 1.5 наведені Кз ПАВ поверхневого та

придонного шарів морської води по районах в 2019 році. Кз розраховувався відносно MAC-EQS.

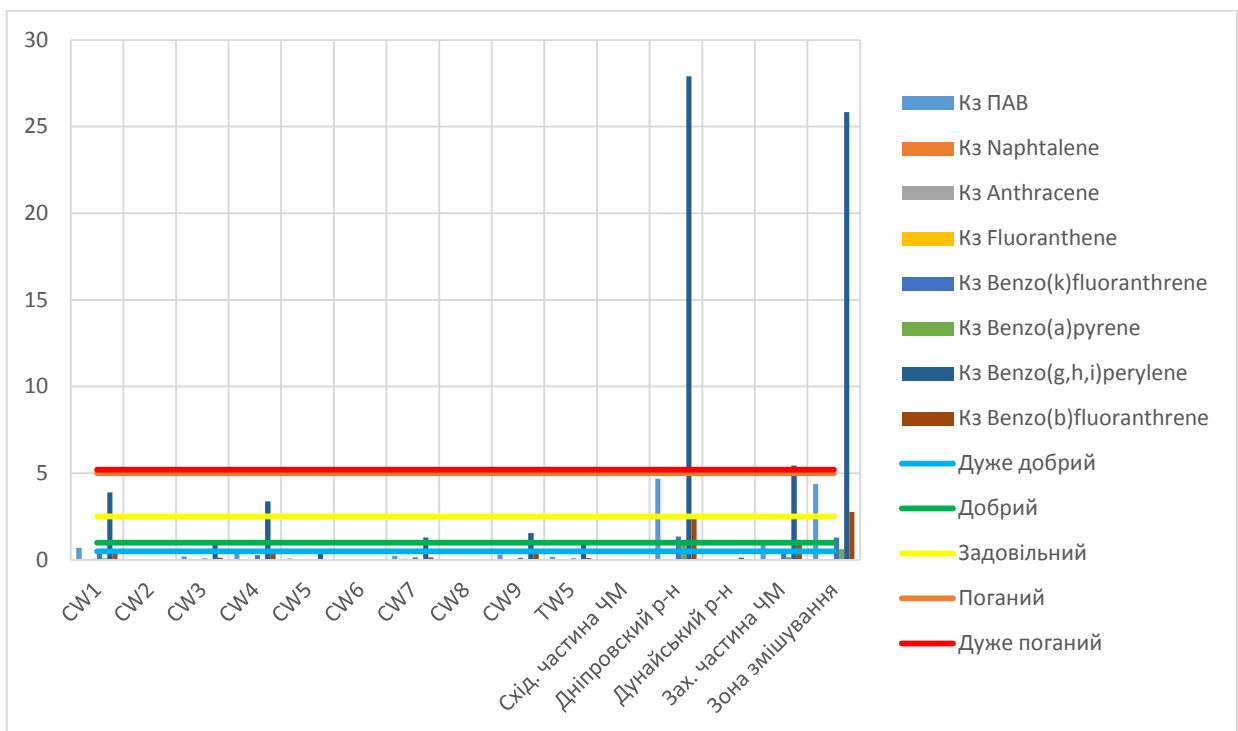
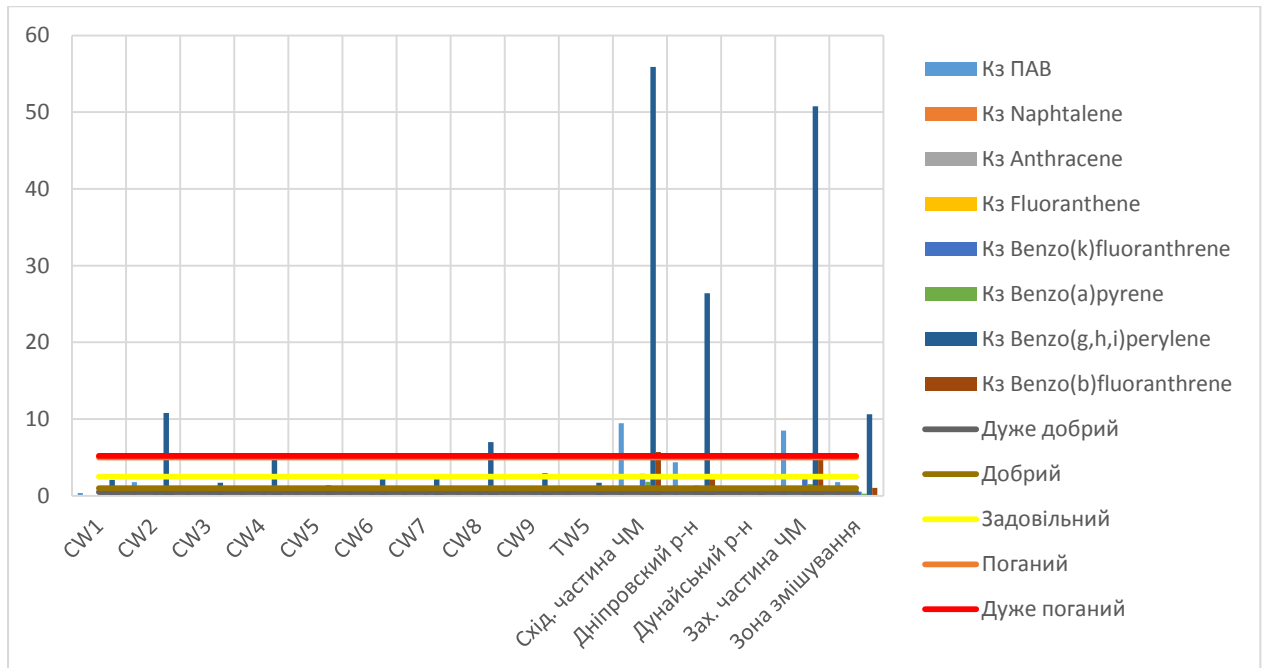
Загальні показники забрудненості морської води ПАВ знаходяться на низькому рівні та відповідають дуже доброму та доброму екологічному стану, крім районів CW2 та CW8, де в поверхневому шарі води Кз ПАВ відповідає задовільному екологічному стану.

Але слід відмітити, що концентрації окремих ПАВ були на високому рівні майже по всім районам спостережень:

- Кз бензо(g,h,i)періленом відповідало задовільному, поганому та дуже поганому екологічному стану по всім районам, крім CW2, CW5, CW8 в придонному шарі води та в Дунайському районі в поверхневому та придонному шарах води;
- Кз бензо(к)флуорантеном відповідало задовільному та поганому стану по районах: східна частина ЧМ, західна частина ЧМ в поверхневому шарі води, Дніпровський р-н в поверхневому та придонному шарах води, зона змішування в придонному шарі води;
- Кз бензо(а)піреном відповідало задовільному екологічному стану по районах: східна частина ЧМ та західна частина ЧМ в поверхневому шарі води;
- Кз бензо(b)флуорантеном відповідало задовільному, поганому та дуже поганому екологічному стану по районах CW2, східна частина ЧМ та західна частина ЧМ в поверхневому шарі води; Дніпровський р-н та зона змішування в поверхневому та придонному шарах води.

Таблиця 1.5 – Кз ПАВ поверхневого та придонного шарів морської води у 2019 році

Район		Кз ПАВ	Кз нафталіном	Кз антраценом	Кз флуорантеном	Кз бензо(к)флуорантеном	Кз бензо(а)піреном	Кз бензо(г,н,і)періленом	Кз бензо(б)флуорантеном
CW1	поверхня	0.36	0	0.001	0.03	0.156	0.052	2.073	0.214
CW1	дно	0.69	0	0.007	0.071	0.399	0.08	3.89	0.381
CW2	поверхня	1.8	0	0	0.032	0.579	0.171	10.78	1.065
CW2	дно	0	0	0	0	0	0	0	0
CW3	поверхня	0.28	0	0	0.012	0.168	0.009	1.72	0.059
CW3	дно	0.2	0	0.003	0.007	0.085	0.012	1.14	0.132
CW4	поверхня	0.96	0	0	0.024	0.489	0.091	5.323	0.774
CW4	дно	0.58	0	0.001	0.023	0.268	0	3.366	0.429
CW5	поверхня	0.26	0	0.009	0.094	0.143	0.031	1.375	0.148
CW5	дно	0.09	0	0	0.004	0.041	0	0.524	0.048
CW6	поверхня	0.42	0	0.014	0.072	0.252	0	2.423	0.207
CW6	дно								
CW7	поверхня	0.5	0	0.008	0.048	0.319	0.002	2.79	0.302
CW7	дно	0.24	0	0.071	0.023	0.144	0.015	1.287	0.148
CW8	поверхня	1.12	0	0	0	0.361	0	7	0.507
CW8	дно	0	0	0	0	0	0	0	0
CW9	поверхня	0.49	0	0	0.014	0.161	0.031	2.951	0.261
CW9	дно	0.3	0	0.003	0.012	0.129	0.041	1.549	0.347
TW5	поверхня	0.3	0	0.036	0.019	0.131	0.022	1.687	0.173
TW5	дно	0.18	0	0.005	0.019	0.084	0.024	1.013	0.111
Східна частина ЧМ	поверхня	9.47	0	0.005	0.043	2.865	1.823	55.89	5.696
Східна частина ЧМ	дно								
Дніпровський р-н	поверхня	4.38	0	0	0.016	1.34	0.738	26.415	2.145
Дніпровський р-н	дно	4.68	0	0.007	0.03	1.346	0.871	27.902	2.629
Дунайський р-н	поверхня	0.14	0	0.282	0.027	0.048	0.004	0.605	0.039
Дунайський р-н	дно	0.03	0	0.028	0.016	0.027	0.007	0.123	0.016
Західна частина ЧМ	поверхня	8.52	0	0.04	0.044	2.524	1.543	50.753	4.721
Західна частина ЧМ	дно	1.02	0	0.006	0.003	0.612	0.165	5.451	0.929
Зона змішування	поверхня	1.78	0	0.004	0.023	0.519	0.277	10.626	1.043
Зона змішування	дно	4.37	0	0.025	0.033	1.295	0.63	25.837	2.758



а – поверхневий шар води

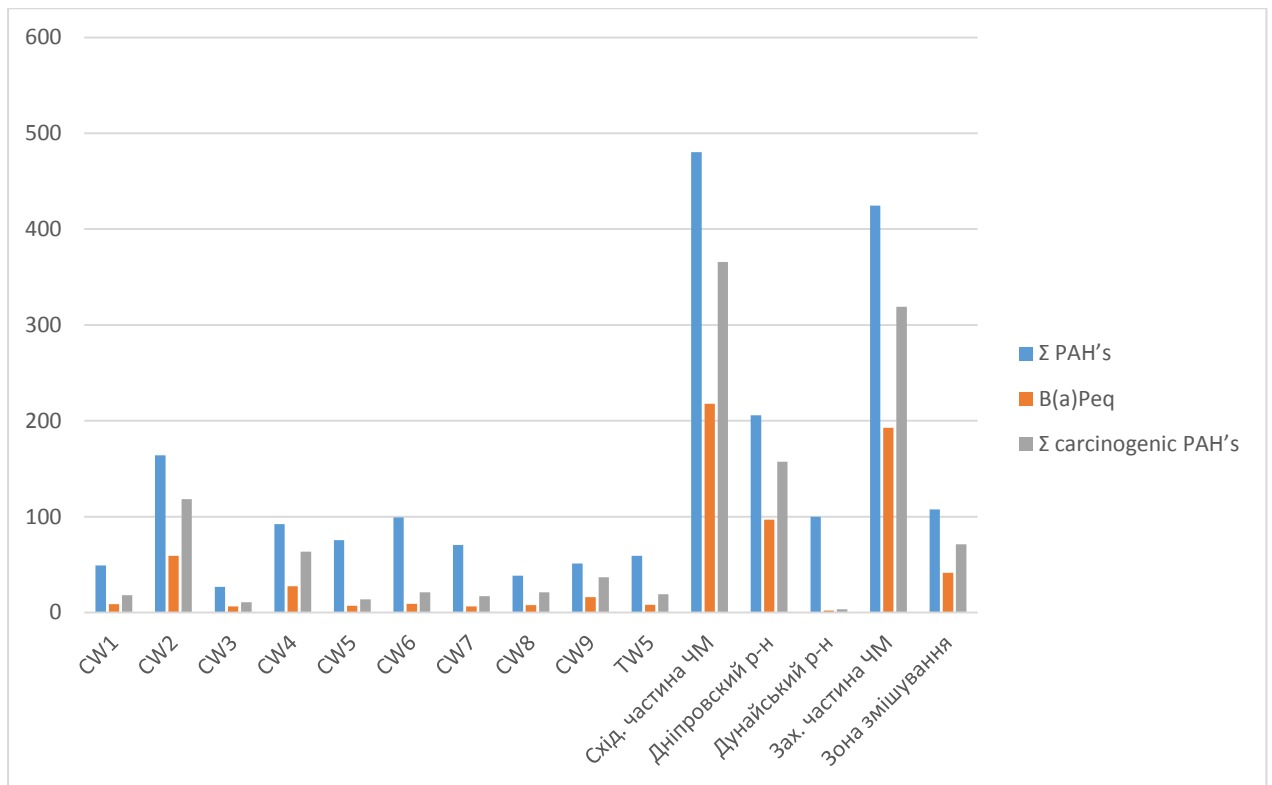
б – придонний шар води

Рисунок 1.5 – Кз ПАВ морської води по районах в 2019 році

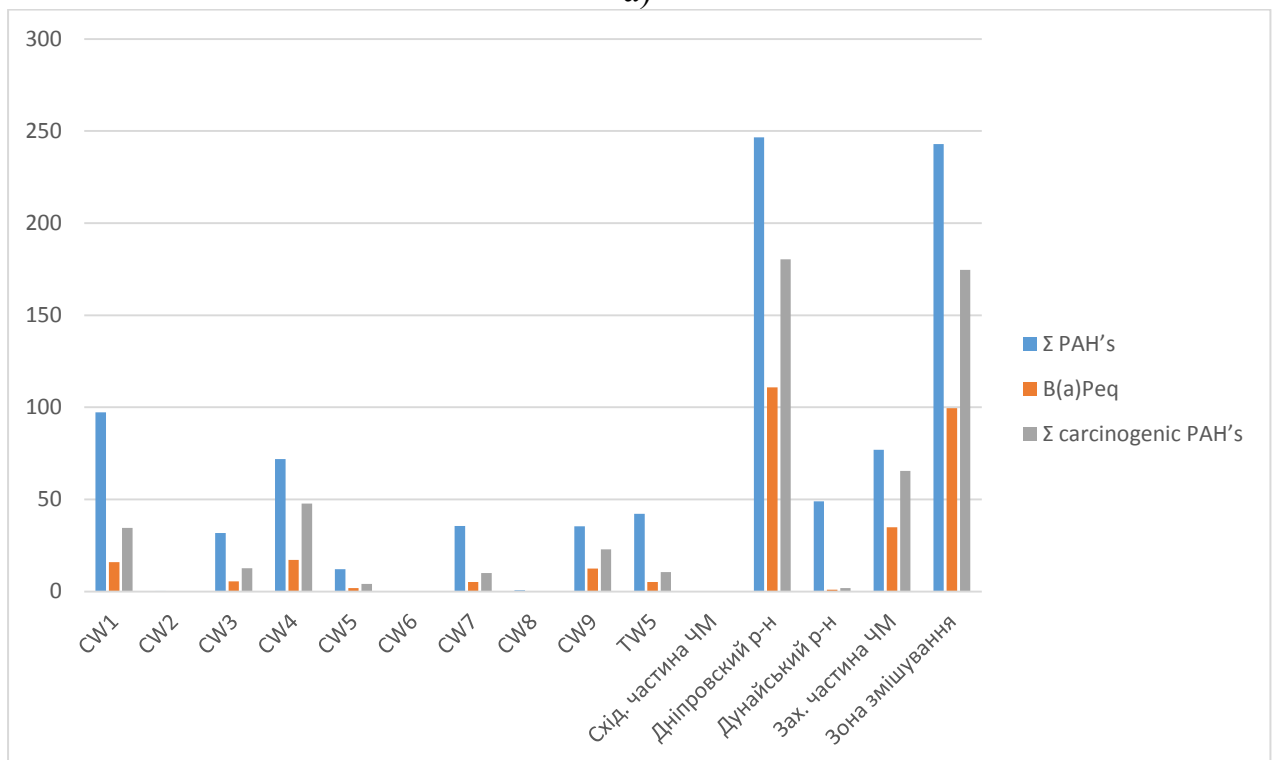
Таблиця 1.6 – Сума ПАВ, бензо(а)піреновий еквівалент та сума канцерогенних ПАВ в поверхневому та придонному шарах морської води у 2019 році

Район	Σ ПАВ	B(a)P <sub>eq</sub>	Σ sarc ПАВ	Σ ПАВ	B(a)P <sub>eq</sub>	Σ sarc ПАВ
	поверхневий шар води			придонний шар води		
CW1	49.18	8.81	18.14	97.23	15.95	34.63
CW2	164.1	58.99	118.2	0.27	0.0003	0
CW3	26.82	6.29	10.76	31.73	5.61	12.65
CW4	92.02	27.41	63.36	71.87	17.19	47.77
CW5	75.56	6.99	13.78	12.07	1.89	4.21
CW6	99.06	8.96	20.89			
CW7	70.47	6.43	17.01	35.61	5.13	10.09
CW8	38.27	7.53	20.87	0.7	0.01	0.19
CW9	51.16	15.86	36.79	35.35	12.45	22.93
TW5	58.95	8.12	18.97	42.18	5.13	10.59
Східна частина ЧМ	480.3	217.8	365.8			
Дніпровський р-н	205.6	96.72	157.2	246.5	110.9	180.3
Дунайський р-н	99.95	1.99	3.2	48.97	0.96	1.91
Західна частина ЧМ	424.6	192.6	318.9	76.99	34.89	65.52
Зона змішування	107.4	41.55	71.14	242.9	99.61	174.6

В таблиці 1.6 та на рисунку 1.6 наведені середні значення суми ПАВ ( $\Sigma$  ПАВ), бензо(а)піренового еквіваленту (B(a)P<sub>eq</sub>) та суми канцерогенних ПАВ ( $\Sigma$  sarc ПАВ) в поверхневому та придонному шарах морської води по районах у 2019 році. Показники  $\Sigma$  ПАВ, B(a)P<sub>eq</sub> та суми канцерогенних ПАВ по всім районам знаходяться на значному рівні. Забрудненість морської води ПАВ порівняно з базовою оцінкою зростає.



а)



б)

а – поверхневий шар води

б – придонний шар води

Рисунок 1.6 – Середні значення  $\Sigma$  ПАВ, B(a)P та  $\Sigma$  carc ПАВ в поверхневому та придонному шарах морської води по районах у 2019 році

## 2 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ ПО РАЙОНАМ ЗА ВМІСТОМ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

Стан донних відкладень оцінювався за такими забруднюючими речовинами як: токсичні метали (ТМ), хлорорганічні пестициди (ХОП), сума фенолів та поліароматичні вуглеводні (ПАВ). В процесі оцінки розглядався 2019 рік.

Для оцінки використовувались коефіцієнт забруднення (Кз).

Кз відображає концентрацію всіх забруднюючих речовин одного типу в окремий проміжок часу в донних відкладеннях заданого району чи водного масиву. Цей коефіцієнт винаходиться як сума відношень концентрації кожної забруднюючої сполуки до її гранично допустимої концентрації відповідно українського законодавства (ГДК), або екологічного нормативу (ЕН), що віднесена до кількості вимірювань проведених в заданий проміжок часу. Точність відображення стану об'єкту за допомогою коефіцієнту залежить від кількості проаналізованих проб в досліджуваному районі та кількості спостережень за проміжок часу, який оцінюється..

Екологічний стан донних відкладень за допомогою Кз оцінюється:

для ТМ

- Дуже добрий коли Кз менше 0,5;
- Добрий коли Кз від 0,5 до 1,0;
- Задовільний коли Кз від 1,0 до 1,25;
- Поганий коли Кз від 1,25 до 2,5;
- Дуже поганий коли Кз більше 2,5



для органічних сполук

- Дуже добрий коли Кз менше 0,2;
- Добрий коли Кз від 0,2 до 1,0;
- Задовільний коли Кз від 1,0 до 5,0;
- Поганий коли Кз від 5,0 до 25;
- Дуже поганий коли Кз більше 25



## 2.1. Токсичні метали в донних відкладеннях

В таблиці 2.1 та на рисунку 2.1 наведені Кз ТМ в донних відкладеннях по районах в 2019 році. Для токсичних металів Кз розраховувався у відношенні до ЕН.

Таблиця 2.1 – Кз ТМ в донних відкладеннях по районах в 2019 році

Район	Кз ТМ	Кз Zn	Кз Co	Кз As	Кз Cu	Кз Cd	Кз Pb	Кз Ni	Кз Cr	Кз Hg
CW1 (о. Зміїний)	0.29	0.34	0.11	0.23	0.44	0.24	0.23	0.48	0.10	0.45
CW2	0.11	0.13	0.03	0.11	0.05	0.17	0.10	0.02	0.23	0.11
CW3	0.04	0.03	0.06	0.14	0.01	0.09	0.05	0.01	0.00	0.00
CW4	0.24	0.23	0.31	0.19	0.26	0.35	0.10	0.20	0.25	0.29
CW5	0.46	0.51	0.34	0.25	0.73	0.29	0.21	0.63	0.50	0.68
CW7	0.22	0.27	0.19	0.17	0.14	0.24	0.09	0.14	0.18	0.60
CW8	0.40	0.40	0.23	0.30	0.44	0.40	0.19	0.92	0.37	0.33
CW9	0.14	0.07	0.01	0.15	0.01	0.15	0.08	0.01	0.20	0.60
TW5	0.75	1.46	0.54	0.29	0.93	0.42	0.28	1.40	0.90	0.57
Дніпровський р-н	0.45	0.44	0.39	0.38	0.54	0.20	0.19	1.22	0.39	0.34
Дунайський р-н	0.50	0.56	0.46	0.29	0.60	0.26	0.26	1.04	0.59	0.43
Західна частина ЧМ	0.84	0.63	1.00	0.38	1.57	1.05	0.21	1.96	0.28	0.48
Зона змішування	0.42	0.34	0.30	0.24	0.87	0.26	0.18	1.05	0.23	0.29
Східна частина ЧМ	0.97	0.52	1.17	0.34	1.67	1.01	0.15	1.89	0.31	1.68

Як видно із таблиці 2.1 та рисунку 2.1 Кз ТМ по всім районам відповідають дуже доброму та доброму екологічному стану, але спостерігалися і підвищені концентрації окремих металів:

- в водному масиві TW5 Кз Zn та Кз Ni відповідає поганому екологічному стану;
- в Дніпровському (Дніпро - Бузькому) районі середній Кз Ni відповідає задовільному екологічному стану;
- в Дунайському районі середній Кз Ni відповідає задовільному екологічному стану;
- в західній частині ЧМ Кз Cu та Кз Ni відповідають поганому екологічному стану, Кз Cd відповідає задовільному екологічному стану;



- в районі змішування середній Кз Ni відповідає задовільному екологічному стану;

- в східній частині ЧМ Кз Cu, Кз Ni та Кз Hg відповідають поганому екологічному стану, Кз Co та Кз Cd відповідають задовільному екологічному стану.

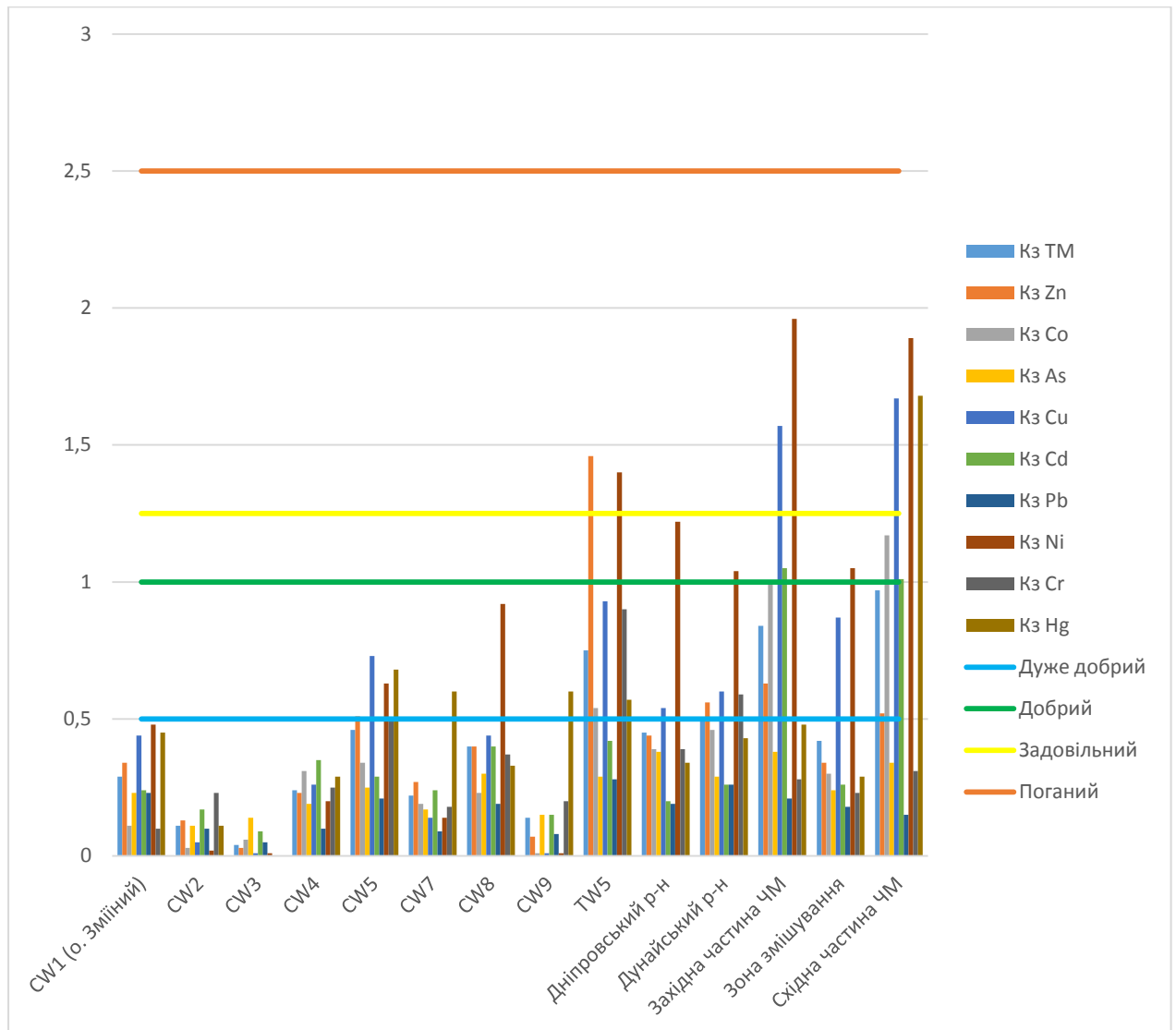


Рисунок 2.1 – Кз ТМ донних відкладень по районах в 2019 році

## 2.2. Хлорорганічні пестициди в донних відкладеннях

В таблиці 2.2 наведені Кз ХОП в донних відкладеннях по районах в 2019 році. Для ХОП Кз розраховувався як відношення до ЕН.

Таблиця 2.2 – Кз ХОП в донних відкладеннях по районах в 2019 році

Район	Кз ХОП	Кз $\Sigma$ ДТ	Кз $\alpha$ -НСН	Кз $\beta$ -НСН	Кз Лінданом	Кз $\Sigma$ НСН	Кз гексахлорбензолом	Кз гептахлором	Кз алдріном	Кз дільдріном
CW1 (о. Зміїний)	8.61	10.2	0.03	4.96	59.93	1.61	0.00	0.69	0.07	0.00
CW2	0.15	0.54	0.00	0.00	0.80	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
CW3	0.18	1.00	0.00	0.00	0.63	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
CW4	2.23	2.00	0.00	0.00	4.10	0.03	0.00	0.00	0.11	13.79
CW5										
CW7	2.69	19.09	0.00	0.00	4.98	0.05	0.00	0.00	0.06	0.00
CW8	1.11	3.48	0.00	3.50	0.00	0.70	1.30	0.90	0.11	0.00
CW9	0.08	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00
TW5	1.46	6.66	0.00	0.43	4.71	0.14	0.00	0.73	0.03	0.43
Дніпровський р-н	0.80	1.36	0.00	3.31	0.19	0.66	1.52	0.00	0.05	0.15
Дунайський р-н	2.45	9.39	0.03	0.36	11.13	0.2	0.16	0.59	0.00	0.15
Західна частина ЧМ	3.28	6.95	0.60	8.80	7.15	2.13	1.96	1.86	0.08	0.00
Зона змішування	2.00	4.70	0.00	3.87	7.60	0.85	0.00	0.90	0.06	0.00
Східна частина ЧМ	2.09	2.76	0.00	4.40	7.96	0.96	0.00	2.71	0.00	0.00

Як видно із таблиці 2.2 та рисунку 2.2:

- в водному масиві CW1 Кз ХОП відповідає поганому екологічному стану, підвищене забруднення  $\Sigma$ ДТ,  $\beta$ -НСН, лінданом та  $\Sigma$ НСН. Кз  $\Sigma$ ДТ відповідає поганому екологічному стану, Кз  $\beta$ -НСН та Кз  $\Sigma$ НСН відповідає задовільному екологічному стану, Кз ліндану знаходиться на рівні дуже поганого екологічного стану;

- в водних масивах CW2, CW3, CW9 Кз ХОП відповідає дуже доброму екологічному стану;

- в водному масиві CW4 Кз ХОП відповідає задовільному екологічному стану, зафіксовано підвищене забруднення ДТ, лінданом та дільдріном (Кз  $\Sigma$ ДТ та Кз лінданом відповідає задовільному екологічному стану, Кз дільдріном відповідає поганому екологічному стану) ;

- в водному масиві CW5 дослідження донних відкладень на вміст ХОП не проводились;

- в водному масиві CW7 Кз ХОП відповідає задовільному екологічному стану, підвищений рівень забруднення  $\Sigma$ ДДТ, лінданом (Кз  $\Sigma$ ДДТ відповідає поганому екологічному стану, Кз ліндану відповідає задовільному екологічному стану) ;

- в водному масиві TW5 Кз ХОП відповідає задовільному екологічному стану, підвищений рівень забруднення  $\Sigma$ ДДТ та лінданом (Кз  $\Sigma$ ДДТ відповідає поганому екологічному стану та Кз ліндану відповідає задовільному екологічному стану) ;

- в Дніпровському (Дніпро - Бузькому) районі Кз ХОП відповідає доброму екологічному стану, але зафіксовано підвищений рівень забруднення  $\Sigma$ ДДТ,  $\beta$ -НСН та гексахлорбензолом (Кз  $\Sigma$ ДДТ, Кз  $\beta$ -НСН та Кз гексахлорбензолом відповідає задовільному екологічному стану) ;

- в Дунайському районі Кз ХОП відповідає задовільному екологічному стану, зафіксовано підвищений рівень забруднення  $\Sigma$ ДДТ та лінданом (Кз  $\Sigma$ ДДТ та Кз лінданом відповідає поганому екологічному стану) ;

- в західній частині ЧМ Кз ХОП відповідає задовільному екологічному стану, зафіксоване підвищене забруднення  $\Sigma$ ДДТ,  $\beta$ -НСН, лінданом,  $\Sigma$ НСН, гексахлорбензолом, гептахлором (Кз  $\Sigma$ ДДТ, Кз  $\beta$ -НСН, Кз лінданом відповідає поганому екологічному стану, Кз  $\Sigma$ НСН, Кз гексахлорбензолом, Кз гептахлором відповідають задовільному екологічному стану) ;

- в районі змішування та східній частині ЧМ Кз ХОП відповідає задовільному екологічному стану, зафіксовано підвищене забруднення  $\Sigma$ ДДТ,  $\beta$ -НСН, лінданом та гептахлором в східній частині ЧМ (Кз  $\Sigma$ ДДТ та Кз  $\beta$ -НСН відповідає задовільному екологічному стану, Кз лінданом - поганому, Кз гептахлором відповідає задовільному екологічному стану).

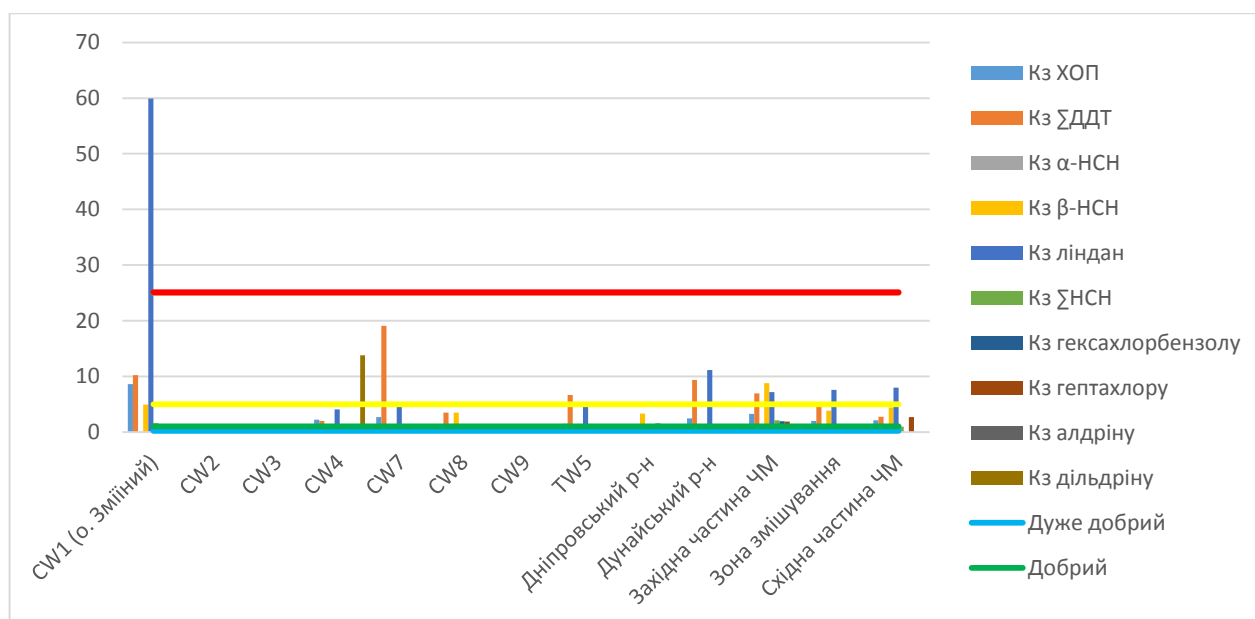


Рисунок 2.2 – Кз ХОП донних відкладень по районах в 2019 році

### 2.3 Поліхлоровані біфеніли в донних відкладеннях

В таблиці 2.3 та на рисунку 2.3 наведені Кз ПХБ в донних відкладеннях по районах в 2019 році. Для ПХБ Кз розраховувався у відношенні до ЕН.

Таблиця 2.3 – Кз ПХБ донних відкладень по районам в 2019 році

Район	Кз ПХБ	Кз Ar-1254	Кз Ar-1260
CW1 (о. Зміїний)	1.77	3.43	0.11
CW2	0.13	0.24	0.01
CW3	0.09	0.16	0.01
CW4	1.63	3.22	0.03
CW5			
CW7	2.03	3.96	0.09
CW8	0.33	0.65	0.01
CW9	0.09	0.17	0.01
TW5	0.93	1.73	0.13
Дніпровський р-н	0.66	1.28	0.04
Дунайський р-н	0.94	1.77	0.11
Західна частина ЧМ	0.47	0.82	0.12
Зона змішування	0.49	0.94	0.03
Східна частина ЧМ	1.60	3.07	0.12

Як видно із таблиці 2.3 та рисунку 2.3:

- в водних масивах CW1, CW4, CW7, східній частині ЧМ Кз ПХБ відповідає задовільному екологічному стану, підвищений рівень забруднення Ar-1254 (Кз Ar-1254 відповідає задовільному екологічному стану);
- в водних масивах CW2, CW3, CW9 Кз ПХБ відповідає дуже доброму екологічному стану;
- в водному масиві CW5 дослідження на вміст ПХБ не проводились.
- в інших районах Кз ПХБ відповідає доброму екологічному стану.

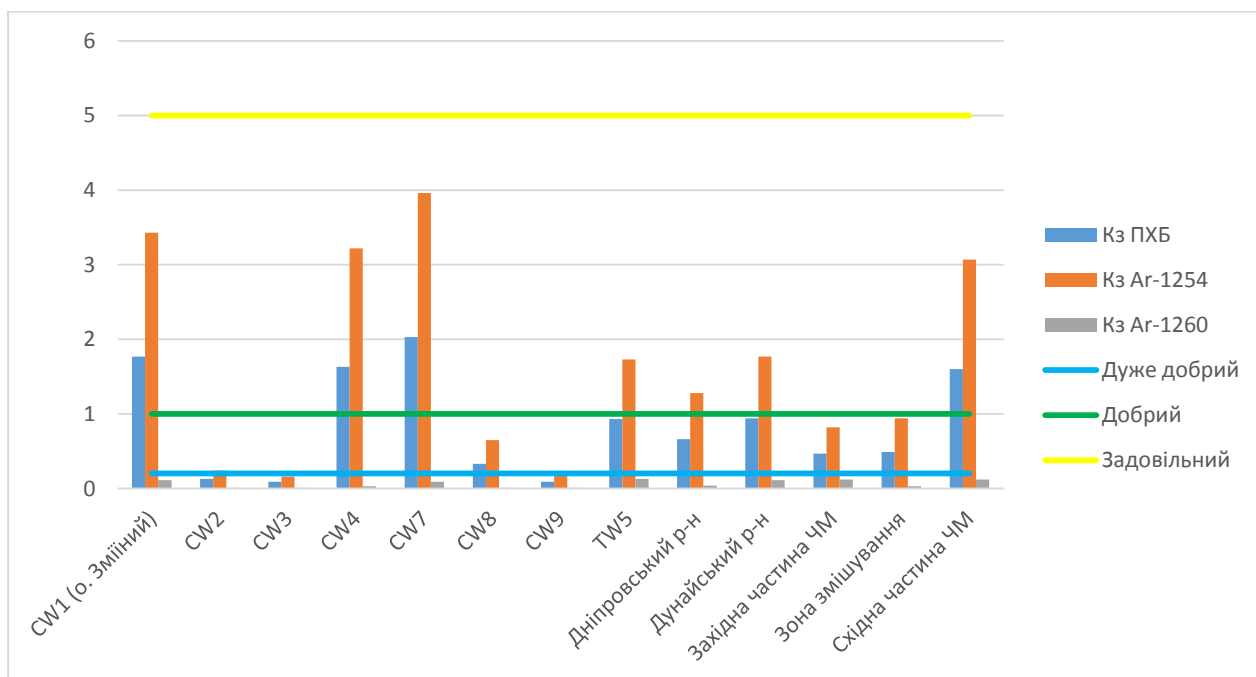


Рисунок 2.3 – Кз ПХБ донних відкладень по районах в 2019 році

#### 2.4 Поліароматичні вуглеводні в донних відкладеннях

В таблиці 2.4 наведені середні значення  $\Sigma$  ПАВ,  $B(a)P_{eq}$ , суми канцерогенних ПАВ та геохімічних маркерів які розраховані по середнім значенням концентрацій ПАВ для донних відкладень по районах в 2019 р.

Геохімічні маркери, такі як відношення фенантрени до антрацену (Ph/An), відношення суми пірену та флуорантену до суми хризену та фенантрени ((Py+Flu)/(Chr+Ph)), відношення антрацену до суми сполук з

молекулярною масою 178 (An/178), відношення флуорантену до пірену (Flu/Py), відношення флуорантену до суми флуорантену та пірену (Flu/(Flu+Py)), відношення бензо(а)антрацену до суми сполук з молекулярною масою 228 (BaA/228). В таблиці 2.5 наведена оцінка характеру забруднень ПАВ та ймовірних джерел надходження забруднень за геохімічними маркерами по районах в 2019 р. [3].

Із таблиці 2.4 видно, що сума канцерогенних ПАВ перевищує В(a)Pec і це характеризує присутність сполук, що не надають високий токсичний вплив на біологічні об'єкти, але можуть накопичуватись в них.

Як видно із таблиці 2.5:

- по середнім даним концентрації ПАВ в донних відкладеннях водних масивів та районів переважають забруднення які надходять в результаті горіння (мусору, рослин (трави), нафтопродуктів, тощо). Але в водних тілах CW1, CW2, Дніпровський (Дніпро - Бузький) район, східна частина ЧМ характер забруднень донних відкладень змішаний, де присутні забруднення, що надходять без участі процесів горіння;

- по забрудненості донних відкладень Дніпровський район та східна частина ЧМ характеризується як забруднені;

- водний масив CW8 та зона змішування як дуже забруднені, інші водні масиви та райони характеризуються як мало забруднені (дивись таблицю 2.5).

Таблиця 2.4 – Середні концентрації ПАВ та геохімічні маркери донних відкладень в 2019 році

Район	$\Sigma$ ПАВ	B(a)P <sub>eq</sub>	Сума канцерогенних ПАВ	Ph/An	(Py+Flu)/(Chr+Ph)	An/178	Flu/Py	Flu/Flu+Py	BaA/228
CW1 (о. Зміїний)	246.8	31.8	59.5	12.6	1.18	0.08	1.10	0.52	0.49
CW2	247.9	46.8	86.9	14.0	0.73	0.07	1.19	0.54	0.50
CW3	58.9	7.5	20.1	0.6	0.67	0.64	1.27	0.56	0.58
CW4	82.8	10.6	28.9	3.1	0.56	0.48	1.73	0.62	0.68
CW7	118.4	13.5	29.6	5.3	0.77	0.15	1.39	0.58	0.48
CW8	526.6	71.1	166.5	8.8	1.00	0.11	1.26	0.55	0.43
CW9	68.2	10.5	25.6	0.9	0.61	0.54	1.22	0.55	0.54
TW5	113.3	21.8	41.9	5.0	1.20	0.33	1.01	0.50	0.51
Дніпровський р-н	451.2	65.0	133.7	12.0	0.54	0.10	1.10	0.52	0.48
Дунайський р-н	76.4	13.4	29.4	5.4	1.22	0.30	1.06	0.51	0.49
Західна частина ЧМ	169.7	34.8	70.3		0.83	0.05	1.32	0.57	0.44
Зона змішування	526.8	110.8	223.9	6.3	1.24	0.14	1.18	0.54	0.51
Східна частина ЧМ	283.3	44.5	91.5	54.7	0.49	0.07	1.18	0.54	0.42

Таблиця 2.5 – Оцінка характеру забруднень ПАВ та ймовірних джерел надходження забруднень в 2019 році

Район	Оцінка Ph/An (вірогідність 66,7%)	Оцінка (Py+Flu)/(Chr+Ph) (вірогідність 70,8%)	Оцінка An/178 (вірогідність 50%)	Оцінка Flu/Py (вірогідність 50%)	Оцінка Flu/Flu+Py (вірогідність 79,2%)	Оцінка BaA/228 (вірогідність 66,7%)	Класифікація проб за забрудненістю
CW1 (о. Зміїний)	петрогені ПАВ	пірогені ПАВ	ПАВ від лігніт, викиди дизельного палива та мазуту	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот)	пірогені ПАВ	мало забруднені
CW2	петрогені ПАВ	пірогені ПАВ	ПАВ від лігніт, викиди дизельного палива та мазуту	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот)	пірогені ПАВ	мало забруднені
CW3	пірогені ПАВ	пірогені ПАВ	ПАВ від дизельного масла, сланцевого масла, вугля та деякі зразків сирої нафти	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот)	пірогені ПАВ	мало забруднені
CW4	пірогені ПАВ	пірогені ПАВ	ПАВ від дизельного масла, сланцевого масла, вугля та деякі зразків сирої нафти	петрогені >1,4 ПАВ	пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот)	пірогені ПАВ	мало забруднені
CW7	пірогені ПАВ	пірогені ПАВ	ПАВ від дизельного масла, сланцевого масла, вугля та деякі зразків сирої нафти	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот)	пірогені ПАВ	мало забруднені
CW8	пірогені ПАВ	пірогені ПАВ	ПАВ від дизельного масла, сланцевого масла, вугля та деякі зразків сирої нафти	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот)	пірогені ПАВ	дуже забруднені



## Продовження таблиці 2.5

Район	Оцінка Ph/An (вірогідність 66,7%)	Оцінка (Py+Flu)/(Chr+Ph) (вірогідність 70,8%)	Оцінка An/178 (вірогідність 50%)	Оцінка Flu/Py (вірогідність 50%)	Оцінка Flu/Flu+Py (вірогідність 79,2%)	Оцінка BaA/228 (вірогідність 66,7%)	Класифікація проб за забрудненістю
CW9	пірогені ПАВ	пірогені ПАВ	ПАВ від дизельного масла, сланцевого масла, вугля та деякі зразків сирої нафти	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот)	пірогені ПАВ	мало забруднені
TW5	пірогені ПАВ	пірогені ПАВ	ПАВ від дизельного масла, сланцевого масла, вугля та деякі зразків сирої нафти	спалювання вугілля	петрогені ПАВ (більшість НП та продуктів їх горіння)	пірогені ПАВ	мало забруднені
Дніпровський р-н	петрогені ПАВ	пірогені ПАВ	ПАВ від дизельного масла, сланцевого масла, вугля та деякі зразків сирої нафти	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот)	пірогені ПАВ	забруднені
Дунайський р-н	пірогені ПАВ	пірогені ПАВ	ПАВ від дизельного масла, сланцевого масла, вугля та деякі зразків сирої нафти	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот)	пірогені ПАВ	мало забруднені
Західна частина ЧМ		пірогені ПАВ	ПАВ від лігніт, викиди дизельного палива та мазуту	петрогені >1,4 ПАВ	пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот)	пірогені ПАВ	мало забруднені
Зона змішування	пірогені ПАВ	пірогені ПАВ	ПАВ від дизельного масла, сланцевого масла, вугля та деякі зразків сирої нафти	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот)	пірогені ПАВ	дуже забруднені
Східна частина ЧМ	петрогені ПАВ	петрогені ПАВ	ПАВ від лігніт, викиди дизельного палива та мазуту	спалювання вугілля	пірогені ПАВ (горіння керосину та трави, більшості вугілля та деревини; креозот)	пірогені ПАВ	забруднені

В таблиці 2.6 та на рисунку 2.4 наведені Кз ПАВ в донних відкладеннях по районах в 2019 році. Для ПАВ Кз розраховувався у відношенні до ЕН.

Таблиця 2.6 – Кз ПАВ в донних відкладеннях по районах в 2019 році

Район	Кз ПАВ	Кз Нафталін	Кз Фенантрен	Кз Антрацен	Кз Флуорантен	Кз Бензо (а) антрацен	Кз Хрizen	Кз Бензо (к) флуорантен	Кз Бензо (а) пірен	Кз Індено (1,2,3cd) пірен	Кз Бензо (g,h,i) перілен
CW1 (о. Зміїний)	0.73	0.34	1.97	0.23	1.69	0.43	0.48	0.26	0.38	0.49	0.47
CW2	0.83	0.15	1.46	0.09	2.09	0.68	0.68	0.41	0.46	0.69	0.54
CW3	0.19	0.22	0.19	0.30	0.25	0.12	0.09	0.10	0.07	0.31	0.09
CW4	0.25	0.37	0.18	0.53	0.17	0.15	0.08	0.36	0.08	0.41	0.11
CW5											
CW7	0.69	4.34	0.38	0.06	0.68	0.23	0.27	0.36	0.08	0.43	0.26
CW8	1.79	2.80	2.44	0.36	3.86	1.09	1.42	0.84	0.80	2.07	1.12
CW9	0.21	0.29	0.22	0.23	0.25	0.10	0.08	0.11	0.08	0.34	0.18
TW5	0.38	0.20	0.42	0.17	0.78	0.31	0.32	0.22	0.21	0.35	0.32
Дніпровський р-н	1.39	0.68	2.63	0.36	3.25	1.03	1.25	0.57	0.91	1.15	0.89
Дунайський р-н	0.25	0.24	0.23	0.14	0.51	0.19	0.21	0.14	0.13	0.31	0.21
Західна частина ЧМ	0.59	0.37	0.83	0.05	1.00	0.32	0.35	0.33	0.31	0.92	0.61
Зона змішування	2.00	3.68	1.34	0.19	3.50	1.43	1.10	1.03	1.20	2.25	1.81
Східна частина ЧМ	0.91	1.04	1.60	0.14	1.67	0.43	0.54	0.46	0.42	1.23	0.75

Як видно із таблиці 2.6 забруднення ПАВ в донних відкладеннях:

- в водних масивах CW1 та CW2 Кз ПАВ відповідає доброму екологічному стану, але зафіксовано підвищене забруднення фенантеном та флуорантеном (Кз фенантеном та флуорантеном відповідає задовільному екологічному стану);

- в водних масивах CW3 та CW9 Кз ПАВ відповідає дуже доброму екологічному стану;

- в водних масивах CW4, TW5, Дунайському районі, західній частині ЧМ Кз ПАВ за 2017 рік відповідає доброму екологічному стану;

- в водних масивах CW5 та CW6 дослідження донних відкладень на вміст ПАВ не проводились;

- в водному масиві CW7 Кз ПАВ відповідає доброму екологічному стану, але зафіксоване підвищене забруднення нафталіном (Кз нафталіном відповідає задовільному екологічному стану);

- в водному масиві CW8 Кз ПАВ відповідає задовільному екологічному стану, зафіксовано підвищене забруднення нафталіном, фенантреном, флуорантеном, бензо(а)антраценом, хрізенном, індено(1,2,3cd)піреном, бензо(g,h,i)періленом (Кз цими сполуками відповідає задовільному екологічному стану);

- в Дніпровському (Дніпро - Бузькому) районі Кз ПАВ відповідає задовільному екологічному стану, підвищене забруднення фенантреном, флуорантеном, бензо(а)антраценом, хрізенном, індено(1,2,3cd)піреном (Кз цими сполуками відповідає задовільному екологічному стану);

- в зоні змішування Кз ПАВ відповідає задовільному екологічному стану, зафіксовано підвищене забруднення нафталіном, фенантреном, флуорантеном, бензо(а)антраценом, хрізенном, бензо(к)флуорантеном, бензо(а)піреном, індено(1,2,3cd)піреном, бензо(g,h,i)періленом (Кз цими сполуками відповідає задовільному екологічному стану);

- в східній частині ЧМ Кз ПАВ відповідає доброму екологічному стану, але зафіксовано підвищене забруднення нафталіном, фенантреном, флуорантеном, індено(1,2,3cd)піреном (Кз цими сполуками відповідає задовільному екологічному стану).

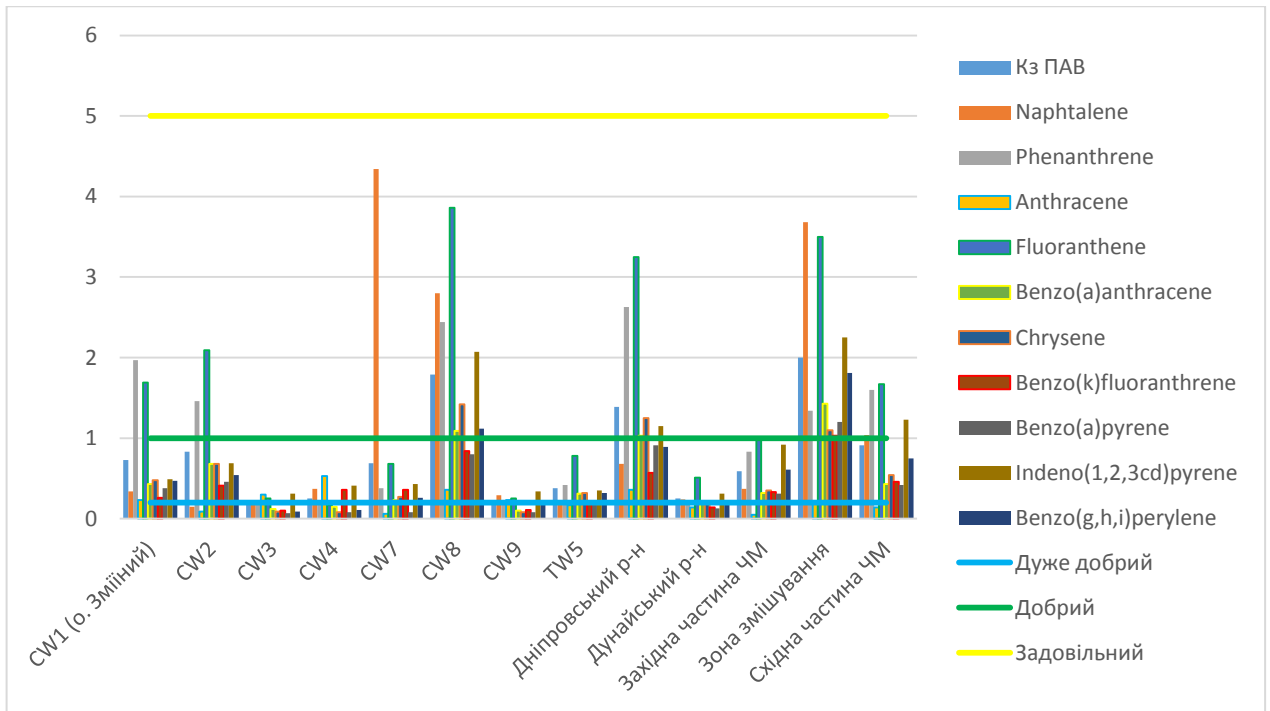


Рисунок 2.4 – Кз ПАВ донних відкладень по районах в 2019 році

### 3 ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ВМІСТОМ ЗАБРЮДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

Стан біологічних об'єктів в 2019 році оцінювався за такими забруднюючими речовинами як: токсичні метали (ТМ), хлорорганічні пестициди (ХОП) та поліароматичні вуглеводні (ПАВ).

Для оцінки використовувались коефіцієнти забруднення (Кз).

Кз відображає концентрацію всіх забруднюючих речовин одного типу в окремий проміжок часу в біологічному об'єкті. Цей коефіцієнт розраховується як сума відношень концентрації кожної забруднюючої сполуки до її гранично допустимої концентрації, відповідно директиві ЄС 2013/39/EU (MAC-EQS), або гранично допустимої концентрації, відповідно українського законодавства (ГДК), або екологічного нормативу (ЕН), що віднесена до кількості вимірювань проведених в заданий проміжок часу.

Екологічний стан біологічних об'єктів за допомогою Кз оцінюється:

для ТМ:

Дуже добрий коли

Кз менше 0,5;

Добрий коли

Кз від 0,5 до 1,0;

Задовільний коли

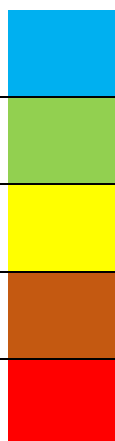
Кз від 1,0 до 1,25;

Поганий коли

Кз від 1,25 до 2,5;

Дуже поганий коли

Кз більше 2,5



для органічних сполук:

Дуже добрий коли

Кз менше 0,2;

Добрий коли

Кз від 0,2 до 1,0;

Задовільний коли

Кз від 1,0 до 5,0;

Поганий коли

Кз від 5,0 до 25;

Дуже поганий коли

Кз більше 25

### 3.1 Коефіцієнт забруднення біологічних об'єктів, оцінка стану забруднення

В таблиці 3.1 наведені Кз ТМ, ХОП, ПАВ в біологічних об'єктах, виловлених в різних водних масивах та районах Чорного моря за даними 2019 року.

Кз забруднюючих речовин розраховувались відносно МАС-EQS.

Таблиця 3.1 – Кз ТМ, ХОП, ПАВ в біологічних об'єктах за 2019 рік

Назва біологічного об'єкту	Район	Кз Hg	Кз ХОП	Кз гексахлорбензолу	Кз гептахлору	Кз ПАВ	Кз Флуорангену	Кз B(a)Pec
бичок	CW1	1.35	0	0	0	1.76	0.22	3.29
бичок	CW5		6522	0.62	13044	1.9	0.72	3.07
мідія	CW1	0.3						
мідія	CW5		665	0.20	1331	7.85	0.99	14.7
мідія	CW6	0.65						
мідія	CW7	0.39				12.22	2.04	22.39
рапана	CW1	2.05	2402	0.48	4805			
рапана	CW5		0	0	0	1.0	0.07	1.92

Як видно з таблиці 3.1 середні рівні забрудненості молюсків виловлених:

- в водному масиві CW1 знаходяться в поганому стані, Кз ТМ (ртуттю) –погано, Кз ХОП – дуже погано (Кз гептахлором відповідає дуже поганому рівню), Кз ПАВ – погано (Кз B(a)Pec відповідає поганому рівню). В цілому показники забрудненості молюсків залишились на рівні базової оцінки;

- в водному масиві CW5 знаходяться в дуже поганому стані, Кз ХОП – дуже погано (Кз гептахлором відповідає дуже поганому рівню), Кз ПАВ – погано (Кз B(a)Pec відповідає поганому рівню);

- в водному масиві CW6 моллюски знаходяться в доброму стані;

- в водному масиві CW7 знаходяться в поганому стані, Кз ТМ (ртуттю) – покращився до дуже доброго стану, Кз ПАВ – покращився з дуже поганого до поганого, (Кз B(a)Pec) відповідає поганому рівню).

Забрудненість риби (дивись таблицю 3.1), виловленої в водному масиві:

- CW1 знаходиться в поганому стані, Кз ТМ (ртуттю) –погано, Кз ХОП – покращився до дуже доброго стану, Кз ПАВ – задовільно (Кз B(a)Pec відповідає задовільному рівню);

- CW5 знаходиться в дуже поганому стані, Кз ХОП – дуже погано (високій рівень забрудненості гептахлором Кз гептахлором - дуже погано), Кз ПАВ – задовільно (Кз B(a)Pec відповідає задовільному рівню).

На рисунках 3.1 та 3.2 відображені середні ступені забрудненості ТМ, ХОП, ПАВ біологічних об'єктів виловлених в різних районах та водних масивах ПЗЧМ.

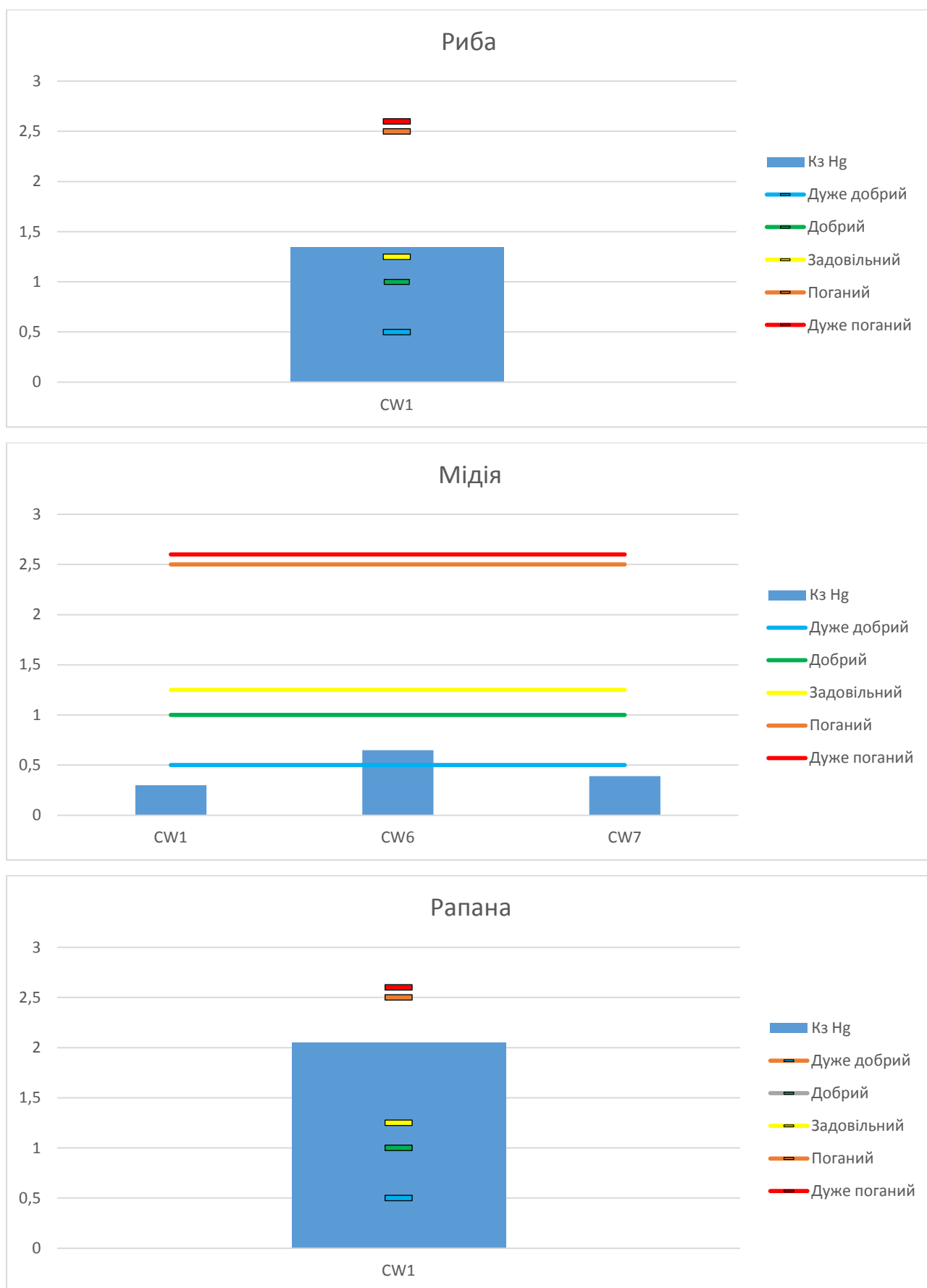


Рисунок 3.1 – Середні Кз ТМ риби, мідії та рапана по районах ПЗЧМ



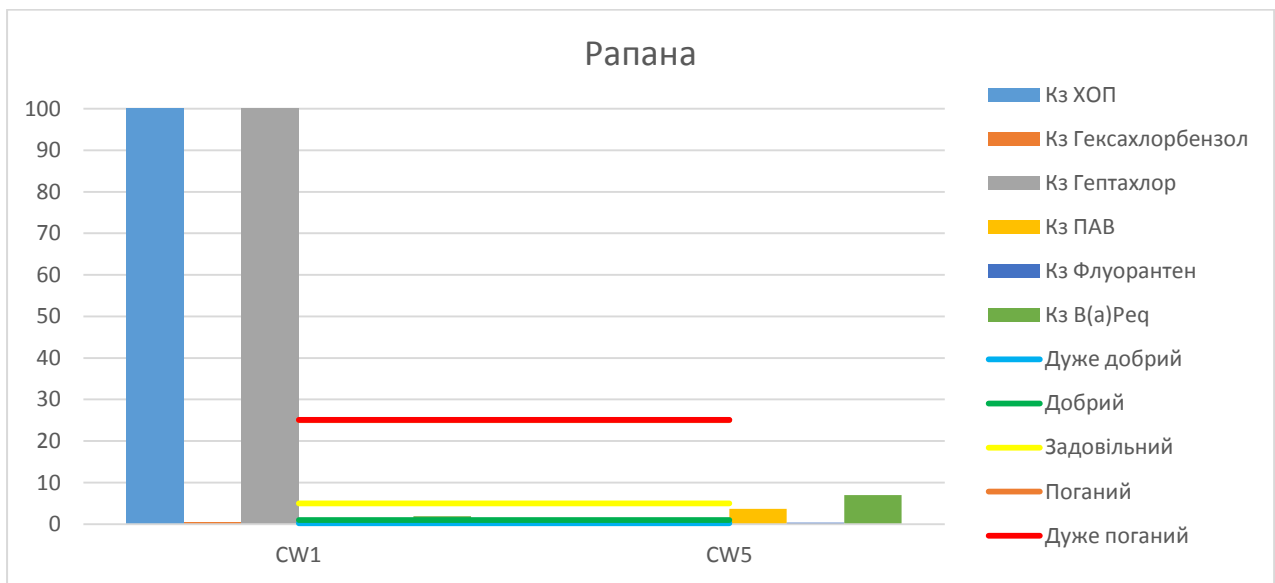
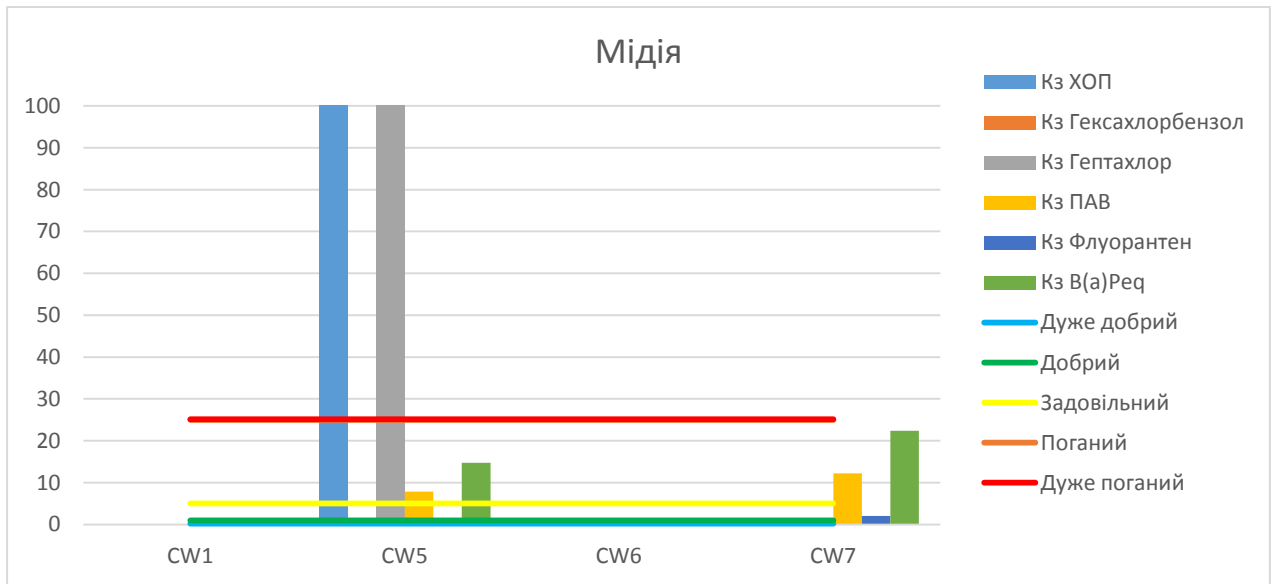
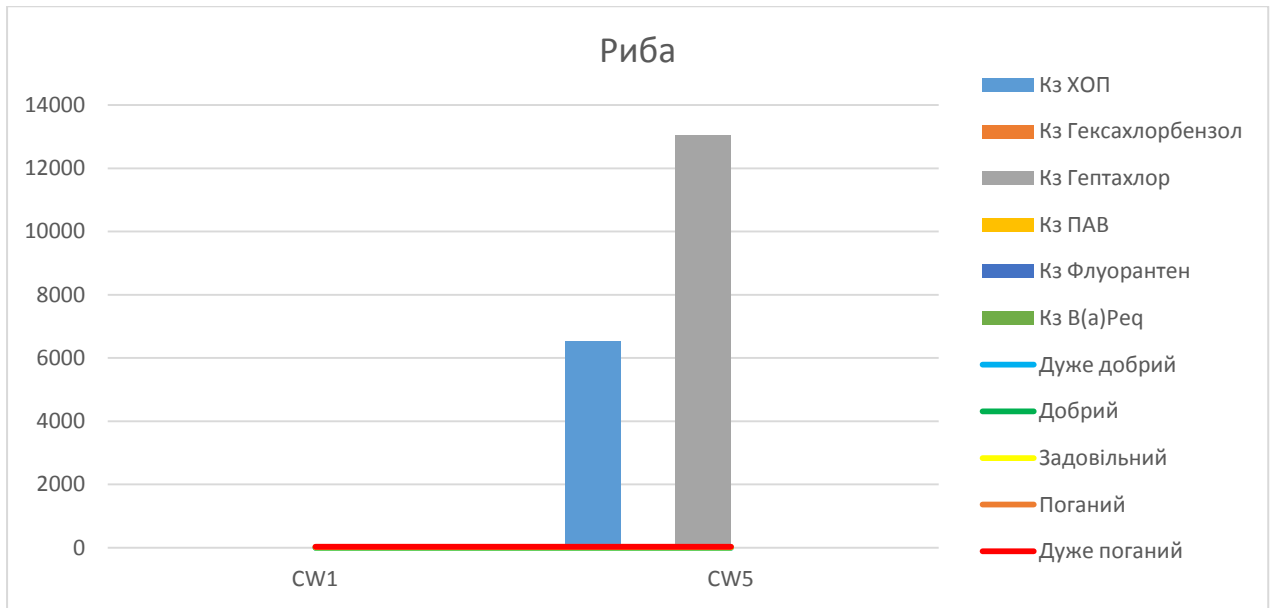


Рисунок 3.2 – Середні Кз ХОП та Кз ПАВ риби, мідії, рапана по районах ПЗЧМ

## ВИСНОВКИ (ПОРІВНЯННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ДОСЛІДЖУВАНИХ РАЙОНІВ ПЗЧМ В 2019 РОЦІ З БАЗОВОЮ ОЦІНКОЮ)

1 Водний масив CW1, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має дуже добрий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан поліпшився;

- придонний шар води має дуже поганий екологічний стан і у порівнянні з базовою оцінкою він не змінився. Забруднення гептахлором порівняно з базовою оцінкою зросло - Кз дорівнює 2753, в базовій оцінці Кз гептахлором дорівнювало 16.84, забруднення Ar-1260 знизилось до рівня дуже добре;

- донні відкладення мають поганий екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан погіршився. Забруднення зросло, Кз  $\Sigma$ ДДТ дорівнює 10.2, Кз  $\beta$ -НСН дорівнює 4.96, Кз лінданом дорівнює 59.93, Кз  $\Sigma$ НСН дорівнює 1.61, відповідно в базовій оцінці Кз дорівнювали 1.88, 3.59, 2.22, 0.76.

2 Водний масив TW5, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має дуже поганий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «добрий», тобто екологічний стан погіршився. Вдмічається високе забруднення гептахлором, Кз гептахлором дорівнює 225, в базовій оцінці 5.17, також спостерігалось підвищене забруднення бензо(g,h,i)періленом, Кз яким дорівнює 1.687;

- придонний шар води має дуже поганий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «дуже добрий», тобто екологічний стан погіршився. Високе забруднення гептахлором, Кз дорівнює 153, в базовій оцінці Кз гептахлору дорівнювало 0.77, також спостерігалось підвищене забруднення бензо(g,h,i)періленом - Кз яким дорівнює 1.013 та ртуттю - Кз якої дорівнює

1.664;

- донні відкладення мають задовільний екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан не змінився. Але зросло забруднення Zn, Кз яким змінювалося від 0.58 до 1.46,  $\Sigma$ ДДТ, Кз яким змінювалося від 2.83 до 6.66, лінданом, Кз яким змінювалося від 2.32 до 4.71, Ar-1254, Кз яким змінювалося від 0.9 до 1.73. Забруднення Ar-1260 знизилось до рівня дуже доброго екологічного стану.

3 Дунайський район, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має дуже поганий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан погіршився, Відмічається високе забруднення гептахлором, Кз яким дорівнює 30.7, а в базовій оцінці Кз гептахлором дорівнювало 12.2;

- придонний шар води має теж дуже поганий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан погіршився, Високе забруднення гептахлором, Кз яким дорівнює 48.76, а в базовій оцінці Кз гептахлором дорівнювало 10.4;

- донні відкладення мають задовільний екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «добрий», тобто екологічний стан погіршився. Зросло забруднення  $\Sigma$ ДДТ, Кз яким змінювалося від 0.91 до 9.39, лінданом, Кз – від 3.82 до 11.13, Ar-1254, Кз від 0.71 до 1.77.

4 Водний масив CW2, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має задовільний екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «дуже поганий», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення гептахлором знизилось до рівня «дуже добре» але зросло забруднення ДДТ, Кз яким дорівнює 1.876, а в базовій оцінці Кз ДДТ дорівнювало 0.16, також зросло забруднення бензо(g,h,i)пері леном, Кз яким дорівнює 10.78 та бензо(b)флуорантенном, Кз яким дорівнює 1.065;

- придонний шар води має дуже добрий екологічний стан порівняно з

базовою оцінкою «дуже поганий», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення ртуттю, гептахлором, ДДТ, Ar-1254 знизились до рівня «доброго» та «дуже доброго» екологічного стану;

- донні відкладення мають дуже добрий екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення  $\Sigma$ ДДТ,  $\beta$ -НСН, лінданом, Ar-1254, Ar-1260 знизилось до доброго екологічного стану.

#### 5 Водний масив CW3, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має дуже добрий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «дуже поганий», тобто екологічний стан поліпшився, знизилось забруднення гептахлором до рівня «дуже добре»;

- придонний шар води має дуже поганий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою стан не змінився, але показники забруднення ХОП зросли, в 2019 році Кз гептахлором 287, Кз ДДТ 3.289, Кз  $\Sigma$ ДДТ 1.072, в базовій оцінці Кз гептахлором 25.7, Кз ДДТ 0.19, Кз  $\Sigma$ ДДТ 0.13;

- донні відкладення мають дуже добрий екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «добрий», тобто екологічний стан поліпшився.

#### 6 Водний масив CW4, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має добрий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «дуже поганий», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення гептахлором,  $\Sigma$ циклодієнових та AR-1254 значно знизилось до рівня «дуже добре». Забруднення ДДТ та бензо(g,h,i)періленом збільшилось в 2019 році, Кз ДДТ дорівнює 2.678, Кз бензо(g,h,i)періленом 5.323, в базовій оцінці 1.29 та 0.00, відповідно, але це не вплинуло на загальну оцінку. Забруднення  $\Sigma$ ДДТ залишилось на тому же рівні, Кз  $\Sigma$ ДДТ в 2019 році становить 1.072, в базовій оцінці - 1.09;

- придонний шар води має добрий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «дуже поганий», тобто екологічний стан поліпшився.

Забруднення гептахлором значно знизилось до рівня «дуже добре». Забруднення бензо(g,h,i)періленом збільшилось в 2019 році Кз бензо(g,h,i)періленом становить 3.366, в базовій оцінці 0.00, але це не вплинуло на загальну оцінку;

- донні відкладення мають задовільний екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан не змінився. Показники забрудненості по окремим сполукам залишились на рівні базової оцінки.

7 Водний масив CW5, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має дуже добрий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення гептахлором знизилось до рівня «дуже добре»;

- придонний шар води має дуже поганий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «добрий», тобто екологічний стан погіршився. Забруднення гептахлором зросло Кз гептахлору в 2019 році дорівнює 194, в базовій оцінці Кз гептахлором 7.36, також зросло забруднення ртуттю, Кз Hg в 2019 році дорівнює 4.286, в базовій оцінці - 0.00;

- донні відкладення мають добрий екологічний стан але досліджувались тільки ТМ.

8 Дністровський район в 2019 році не досліджувався.

9 Водний масив CW6, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має дуже добрий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «поганий», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення гептахлором значно знизилось до рівня дуже добре. Забруднення ртуттю та бензо(g,h,i)періленом зросло, але не вплинуло на загальну екологічну оцінку (в 2019 році: Кз Hg дорівнює 1.243, Кз бензо(g,h,i)періленом дорівнює 2.423, в базовій оцінці: 0.29 та 0.00,

відповідно);

- придонний шар води в 2019 році не досліджувався;
- донні відкладення в 2019 році не досліджувались.

10 Водний масив CW7, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має дуже добрий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення гептахлором знизилось до рівня дуже доброго екологічного стану. Присутнє підвищене забруднення бензо(g,h,i)періленом Кз бензо(g,h,i)періленом дорівнює 2.79, в базовій оцінці - 0.02, але на загальну оцінку це не вплинуло;

- придонний шар води має дуже добрий екологічний стан, але присутнє підвищене забруднення бензо(g,h,i)періленом Кз бензо(g,h,i)періленом дорівнює 1.287. В базовій оцінці придонний шар для цього району не розглядався;

- донні відкладення мають задовільний екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «поганий», тобто екологічний стан поліпшився. Знизилось забруднення  $\beta$ -НСН, Кз яким змінювалося від 3.84 до 0.00, лінданом, Кз - від 19.3 до 4.98, Аг-1254, Кз - від 9.94 до 3.96. Зросло забруднення  $\Sigma$ ДДТ, Кз - від 9.51 до 19.09.

11 Водний масив CW8, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має задовільний екологічний стан, підвищене забруднення бензо(g,h,i)пері леном, Кз бензо(g,h,i)періленом дорівнює 7.0;

- придонний шар води має задовільний екологічний стан, присутнє підвищене забруднення ДДТ та  $\Sigma$ ДДТ, Кз ДДТ дорівнює 6.855, Кз  $\Sigma$ ДДТ дорівнює 2.742;

- донні відкладення мають задовільний екологічний стан. присутнє підвищене забруднення  $\Sigma$ ДДТ, Кз яким дорівнює 3.48,  $\beta$ -НСН, Кз яким дорівнює 3.50, гексахлорбензолом, Кз яким дорівнює 1.30, нафталіном, Кз

яким дорівнює 2.80, фенатреном, Кз яким дорівнює 2.44, флуорантеном, Кз яким дорівнює 3.86, бензо(а)антраценом, Кз яким дорівнює 1.09, хрізенном, Кз яким дорівнює 1.42, індено(1,2,3)піреном, Кз яким дорівнює 2.07 та бензо(g,h,i)періленом, Кз яким дорівнює 1.12.

В базовій оцінці водний масив CW8 не розглядався.

12 Водний масив CW9, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має дуже добрий екологічний стан порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення гептахлором знизилось до рівня дуже доброго екологічного стану, але спостерігались підвищене забруднення бензо(g,h,i)періленом, Кз бензо(g,h,i)періленом дорівнює 2.951;

- придонний шар води має дуже добрий екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «поганий», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення гептахлором знизилось до рівня дуже доброго екологічного стану, але спостерігались підвищене забруднення бензо(g,h,i)періленом, Кз яким дорівнює 1.549;

- донні відкладення мають дуже добрий екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «поганий», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення  $\Sigma$ ДДТ, лінданом, Ar-1260 знизилось до рівня доброго та дуже доброго екологічного стану.

13 Дніпровський (Дніпро –Бузький), район загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має поганий екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «дуже поганий», тобто екологічний стан трохи поліпшився. Забруднення гептахлором знизилось до рівня дуже доброго екологічного стану але зросло забруднення ДДТ,  $\Sigma$ ДДТ, бензо(к)флуорантеном, бензо(g,h,i)періленом та бензо(b)флуорантеном. В 2019 році Кз дорівнюють: ДДТ - 2.603,  $\Sigma$ ДДТ - 1.041, бензо(к)флуорантеном - 1.34, бензо(g,h,i)періленом - 26.415, бензо(b)флуорантеном - 2.145, в базовій оцінці

0.53, 0.24, 0.00, 0.10, 0.00, відповідно;

- придонний шар води має поганий екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «дуже добрий», тобто екологічний стан погіршився. Зросло забруднення бензо(к)флуорантеном, бензо(g,h,i)періленом та бензо(b)флуорантеном. В 2019 році Кз дорівнюють: бензо(к)флуорантеном - 1.346, бензо(g,h,i)періленом - 27.902, бензо(b)флуорантеном - 2.629, в базовій оцінці 0.00, 0.00, 0.00, відповідно;

- донні відкладення мають задовільний екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «добрий», тобто екологічний стан погіршився. Зросло забруднення  $\beta$ -НСН, Кз яким змінювався від 0.12 до 3.31, гексахлорбензолом, Кз – від 0.87 до 1.52, Ar-1254, Кз - від 0.61 до 1.28, фенатреном, Кз - від 0.05 до 2.63, флуорантеном, Кз - від 0.65 до 3.25, бензо(а)антраценом, Кз - від 0.2 до 1.03, хризеном, Кз - від 0.37 до 1.25, індено(1,2,3)піреном, Кз - від 0.73 до 1.15.

Забруднення Ni та  $\Sigma$ ДДТ залишилось на тому же рівні, забруднення лінданом знизилось до рівня дуже доброго екологічного стану.

14 Район змішування, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має задовільний екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «поганий», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення гептахлором знизилось до рівня дуже доброго екологічного стану, але зросло забруднення ДДТ, бензо(g,h,i)періленом та бензо(b)флуорантеном. В 2019 році Кз дорівнюють: ДДТ - 1.96, бензо(g,h,i)періленом - 10.626, бензо(b)флуорантеном - 1.043, в базовій оцінці 0.11, 0.20, 0.02, відповідно;

- придонний шар води має поганий екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «дуже поганий», тобто екологічний стан поліпшився. Забруднення гептахлором знизилось до рівня дуже доброго екологічного стану, але зросло забруднення ДДТ, бензо(к)флуорантеном, бензо(g,h,i)періленом та бензо(b)флуорантеном. В 2019 році Кз дорівнюють:



ДДТ - 1.953, бензо(к)флуорантеном - 1.295, бензо(g,h,i)періленом - 25.837, бензо(b)флуорантеном - 2.758, в базовій оцінці 0.05, 0.00, 0.02, 0.01, відповідно;

- донні відкладення мають задовільний екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «задовільний», тобто екологічний стан не змінився. Але зросло забруднення  $\Sigma$ ДДТ, Кз яким змінювався від 1.17 до 4.70,  $\beta$ -НСН, Кз - від 0.83 до 3.87, лінданом, Кз - від 5.25 до 7.60, нафталіном, Кз - від 0.72 до 3.68, фенатреном, Кз - від 0.06 до 1.34, флуорантеном, Кз - від 0.46 до 3.50, бензо(а)антраценом, Кз - від 0.16 до 1.43, хрізеном, Кз - від 0.26 до 1.10, бензо(к)флуорантеном Кз з 0.19 до 1.03, бензо(а)піреном Кз з 0.13 до 1.20, індено(1,2,3)піреном, Кз від 0.49 до 2.25, бензо(g,h,i)періленом, Кз від 0.27 до 1.81. Забруднення гексахлорбензолом зменшилось до рівня дуже доброго екологічного стану.

15 Центральний район в 2019 році не розглядався.

16 Східна глибоководна частина, оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має дуже поганий екологічний стан. Високе забруднення бензо(к)флуорантеном, бензо(а)піреном, бензо(g,h,i)періленом та бензо(b)флуорантеном. В 2019 році Кз дорівнюють: бензо(к)флуорантеном - 2.865, бензо(а)піреном - 1.823, бензо(g,h,i)періленом - 55.89, бензо(b)флуорантеном - 5.696;

- донні відкладення мають задовільний екологічний стан. Підвищене забруднення  $\Sigma$ ДДТ, Кз - 2.76,  $\beta$ -НСН, Кз - 4.40, лінданом, Кз - 7.96, гептахлором, Кз - 2.71, Ar-1254, Кз - 3.07.

В базовій оцінці район східна глибоководна частина не розглядався.

17 Західна глибоководна частина, загальна оцінка в 2019 році:

- поверхневий шар води має дуже поганий екологічний стан, порівняно з базовою оцінкою «поганий», тобто екологічний стан погіршився.

Забруднення гептахлором та Ar-1254 знизилось до рівня дуже доброго екологічного стану, але зросло забруднення ДДТ,  $\Sigma$ ДДТ, бензо(к)флуорантеном, бензо(а)піреном, бензо(g,h,i)періленом та бензо(b)флуорантеном, що вплинуло на загальну оцінку екологічного стану. В 2019 році Кз дорівнюють: ДДТ - 2.713,  $\Sigma$ ДДТ - 1.091, бензо(к)флуорантеном - 2.524, бензо(а)піреном - 1.543, бензо(g,h,i)періленом - 50.753, бензо(b)флуорантеном - 4.721, в базовій оцінці 2.18, 1.39, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, відповідно;

- придонний шар води має задовільний екологічний стан, підвищене забруднення бензо(g,h,i)періленом, Кз бензо(g,h,i)періленом - 5.451. В базовій оцінці не розглядався придонний шар води району західна глибоководна частина;

- донні відкладення мають задовільний екологічний стан. Підвищене забруднення Cd, Кз - 1.05, Ni, Кз - 1.96,  $\Sigma$ ДДТ, Кз - 6.95,  $\beta$ -НСН, Кз - 8.80, лінданом, Кз - 7.15,  $\Sigma$ НСН, Кз - 2.13, гексахлорбензолом, Кз - 1.96, гептахлором, Кз -1.86.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1 Гідрологічні та гідрохімічні показники стану північно-західного шельфу Чорного моря: довідковий посібник [Текст] / І.Г. Орлова, М.Ю. Павленко, В.В. Український [та ін.]; відповід. ред. І.Д. Лоева. – К.: КНТ, 2008. – 616 С.

2 Iarochevitch Alexei Proposal. For Delineation of Transitional and Coastal Water Bodies in the Ukrainian and Georgian part of the Black Sea and related maps (Draft). [Text] / Developed by: Alexei Iarochevitch/ This report has been produced with the assistance of the European Union. May 2017. – 28 p.

3 Хаустов А.П. Полициклические ароматические углеводороды как геохимические маркеры нефтяного загрязнения окружающей среды / А.П. Хаустов, М.М. Редина // Экология. –2014. – №2. – С. 92 – 96.