



ISO 9001
СЕРТИФІКОВАНО
ОС СМ АТЕСТАТ 80013

ПРАТ "АК "КИЇВВОДОКАНАЛ"

**Перспективи та досвід впровадження
діоксиду хлору в технології
знезараження питної води у Києві**

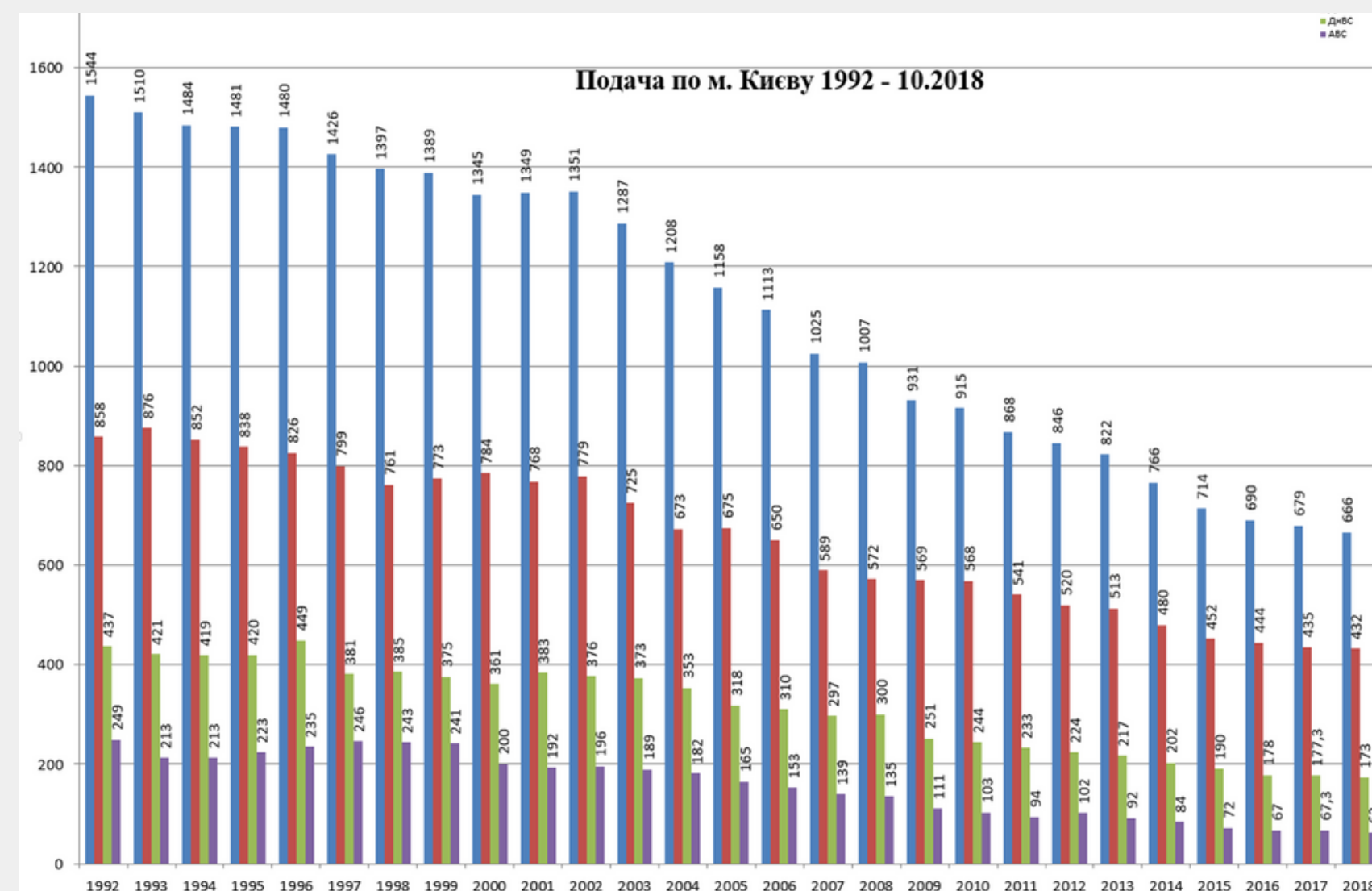
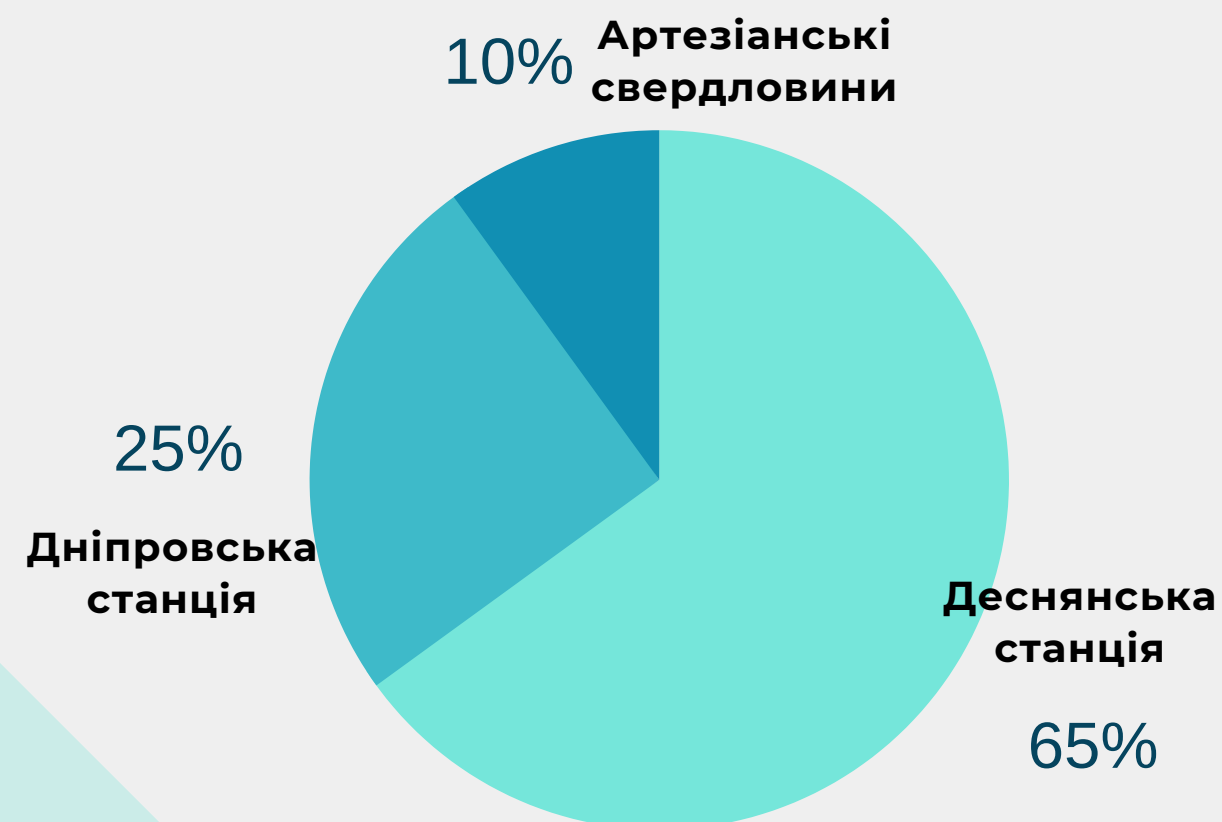
Загальна характеристика системи ПІТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ МІСТА КИЄВА

Проектна потужність систем водопостачання – **2,2 млн м3/добу**,

Фактична потужність – **670 тис. м3/добу**,

Протяжність водопровідних мереж – **4 268 км**.

Розподіл води за джерелами
водопостачання



Технологічна схема



01

НАСОСНА СТАНЦІЯ
І ПІДЙОМУ

Коагулянт, хлор, аміак

02

ГОРИЗОНТАЛЬНИЙ
ВІДСТІЙНИК

03

ШВИДКІ ФІЛЬТРИ

Хлор

04

РЕЗЕРВУАРИ
ЧИСТОЇ ВОДИ

05

НАСОСНА СТАНЦІЯ
II ПІДЙОМУ

Річні витрати реагентів за 2017 рік:

- коагулянт сірчаноокислий алюміній - 12 447 т;
оксихлорид алюмінію – 2 900 т;
- хлор – 650 т;
- аміачна вода – 306 т;
- флокулянт – 21 т.



Знезараження питної води в технологічних процесах водопідготовки



Питна вода, призначена для споживання людиною, відповідно до Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПін 2.2.7-171-10) повинна відповідати таким гігієнічним вимогам:



БУТИ БЕЗПЕЧНОЮ В ЕПІДЕМІЧНОМУ
ТА РАДІАЦІЙНОМУ ВІДНОШЕННІ

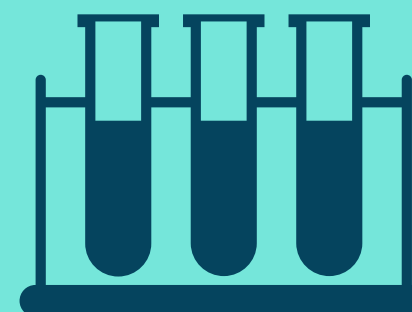


МАТИ СПРИЯТЛИВІ ОРГАНОЛЕПТИЧНІ
ВЛАСТИВОСТІ ТА НЕШКІДЛИВИЙ
ХІМІЧНИЙ СКЛАД

Існуючі методи знезараження питної води в Україні



90% питної води
знезаражується
рідким хлором.



10% води
знезаражується
за допомогою:

- гіпохлориту натрія
- діоксидом хлору
- змішаними
оксидантами
- та іншими
методами
знезараження.

Для знезараження питної води усіх підприємств
України потреба у рідкому хлорі складає:



- щомісячно - 800т,
- щорічно - близько 10 000т.

Характеристики джерел водопостачання

№ з/п	Показники	Якість води р. Дніпро	
		min	max
1	Температура, °С	0,1	27
2	Забарвленість, град.	23	130
3	Каламутність, мг/дм ³	0,6	7,3
4	Лужність, мг-екв/дм ³	1,45	4,25
5	Окислюваність перманганатна, мг/дм ³	5,9	21,8
6	Водневий показник	6,6	9,15
7	Залізо, мг/дм ³	0,1	1,34
8	Марганець, мг/дм ³	0,016	0,88
9	Колі-індекс, КУО/дм ³	<9	24 545
10	Мікробне число, КУО/см ³	0	13 000
11	Фітопланктон, кл/см ³	272	427 900

№ з/п	Показники	Якість води р. Десна	
		min	max
1	Температура, °С	0,2	28,0
2	Забарвленість, град.	16	66
3	Каламутність, мг/дм ³	1,1	25,7
4	Лужність, мг-екв/дм ³	2,45	5,0
5	Окислюваність перманганатна, мг/дм ³	3,6	13,6
6	Водневий показник	7,3	9,0
7	Залізо, мг/дм ³	0,15	1,40
8	Марганець, мг/дм ³	0,01	0,25
9	Колі-індекс, КУО/дм ³	<9	150 000
10	Мікробне число, КУО/см ³	5	1300
11	Фітопланктон, кл/см ³	5	134 915

ПРИЧИНИ ПОШУКУ АЛЬТЕРНАТИВНИХ МЕТОДІВ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ В ПРАТ «АК «КИЇВВОДОКАНАЛ»



**НЕБЕЗПЕКА
ТРАНСПОРТУВАННЯ,
ЗБЕРІГАННЯ ТА
ВИКОРИСТАННЯ ХЛОРУ**



**ПІДВИЩЕННЯ
ЕФЕКТИВНОСТІ
ЗНЕЗАРАЖЕННЯ
ПИТНОЇ ВОДИ**



**ВІДСУТНІСТЬ
КОНКУРЕНТІВ
У ЄДИНОГО
ВИРОБНИКА**

Відсутність надійних систем нейтралізації хлору в разі виникнення аварійної ситуації.

Транспортування газоподібного хлору трубопроводами до точок дозування

Можливість соціальних та екологічних наслідків державного рівня в разі масштабної аварії (радіус зони ураження більше 30 км)

Невідповідність санітарних захисних смуг вимогам нормативних документів (норматив R =1000 м; фактично R=300 м)

Часткова невідповідність технічного стану вимогам нормативних документів

ЕТАПИ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ ДІОКСИДОМ ХЛОРУ

01

Ознайомлення з технологією знезараження питної води діоксидом хлору, способами його отримання, конструкцією генераторів;

02

Вивчення досвіду застосування зазначеної технології виробниками питної води в Україні та Італії;

03

Проведення **лабораторних** випробувань ефективності знезараження питної води діоксидом хлору на Дніпровській та Деснянській станціях;

04

Проведення **промислових** випробувань знезараження питної води діоксидом хлору на очисних спорудах Дніпровської та Деснянської станцій;

05

Проектування, будівництво, промислова експлуатація.

Лабораторні випробування:

Терміни проведення випробувань:

Дніпровська водопровідна станція – 05.04.2017 - 14.07.2017 р.

Деснянська водопровідна станція – 27.02.2018 - 26.07.2018 р.

МЕТА МЕТА МЕТА МЕТА МЕТА МЕТА МЕТА

Побудова
характеристик
діоксидо-
поглинання

Визначення
оптимальних
доз на стадіях
первинного
та вторинного
зnezараження;

Відпрацювання
методик
визначення
залишкових
кількостей
діоксиду хлору,
хлоритів;

Перевірка
ефективності
зnezараження
питної води
діоксидом хлору
за хімічними
та бактеріоло-
гічними
показниками;

Визначення
оптимальних доз
хлориду заліза
для видалення
залишкових
концентрацій
хлоритів
в питній воді.

Висновки проведених лабораторних досліджень:

01

При знезараженні води доза діоксиду хлору була вдвічі менша, ніж при застосуванні рідкого хлору в умовах існуючих технологічних режимів;

01

Під час лабораторних досліджень залишкові концентрації діоксиду хлору та хлоритів не перевищували нормативних значень для питної води (а саме: діоксиду хлору 0,1 мг/дм³, хлориту 0,2 мг/дм³);

01

Підтверджена ефективність знезараження питної води (за показниками епідемічної безпеки якість питної води відповідала вимогам ДСанПіН 2.2.7-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»).



Промислові випробування

- 1 аналіз результатів лабораторних випробувань;
- 3 отримання дозвільних документів на проведення промислових випробувань;
- 5 розроблення заходів щодо порядку переходу на знезараження діоксидом хлору, плану додаткового контролю якості води при проведенні промислових випробувань;
- 7 виконання монтажу, проведення гідравлічних випробувань, проведення пусконаладжувальних робіт;

- 2 вивчення технології знезараження питної води діоксидом хлору та рекомендацій по проведенню промислових випробувань;
- 4 придбання необхідної кількості реагентів (соляної кислоти, хлориту натрію, хлориду заліза(II));
- 6 визначення місця розташування та дозування діоксиду хлору та хлориду заліза (II);
- 8 складання робочих інструкцій по обслуговуванню генераторів діоксиду хлору та вузлу приготування, інструкцій з охорони праці, проведення навчання персоналу.

Промислові випробування знезараження питної води діоксидом хлору на Дніпровській водопровідній станції:

- проводились в період з 20 жовтня 2017 р. по 4 листопада 2017 р.,
- проєктна потужність станції складає 600 тис.м3/добу,
- на період випробувань - 180-200 тис.м3/добу.

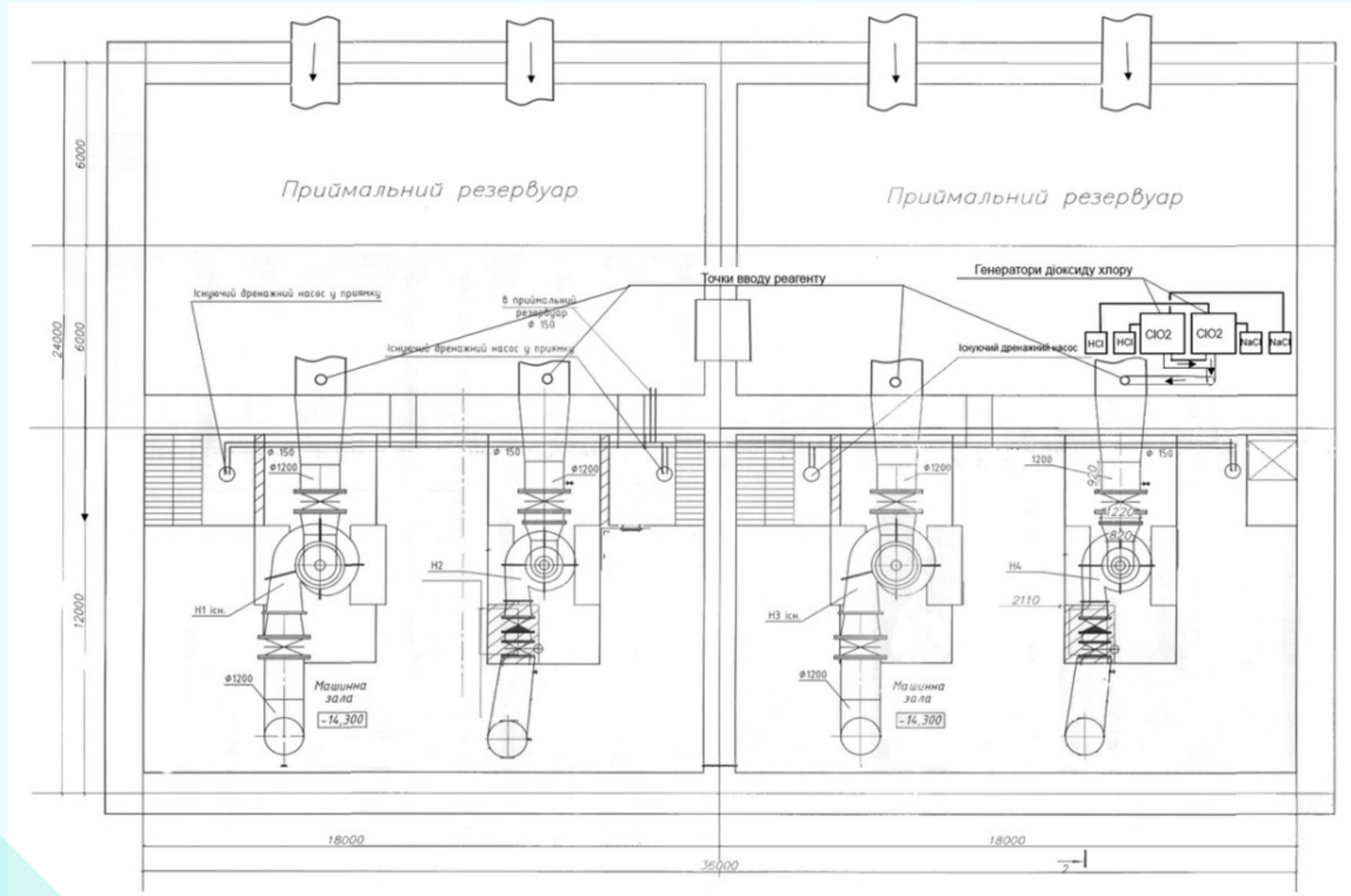


Організаційні та дозвільні документи:

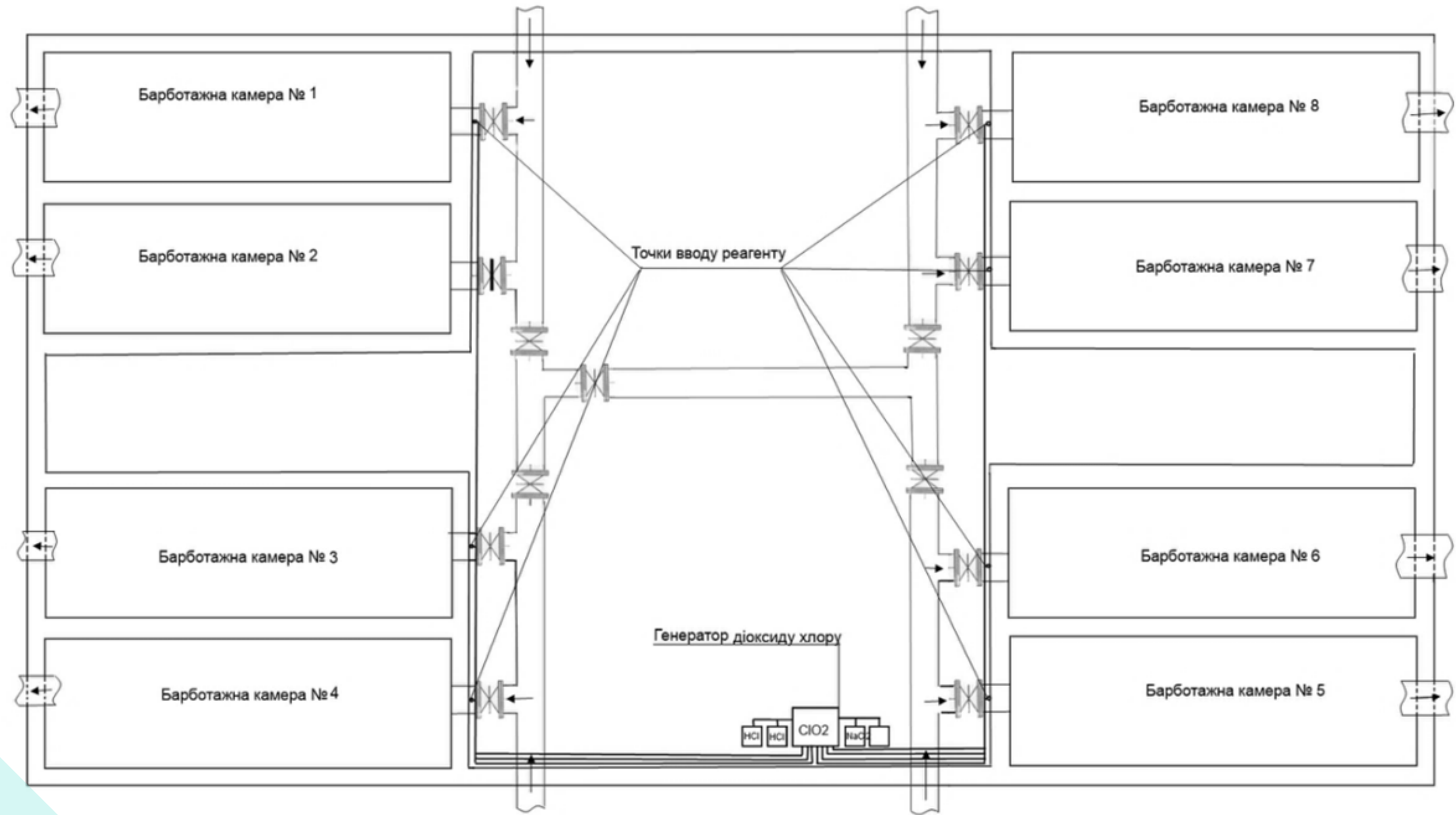


1. **Висновок Державної санітарно-епідеміологічної експертизи №602-123-20-2/32798 від 19.10.2017 на технологію підготовки питної води на очисних спорудах Дніпровської водопровідної станції м.Києва діоксидом хлору, отриманим за допомогою генератора T70G4000 виробництва DeNORA з використанням соляної кислоти та хлориту натрію марки BioGREEN acticlор виробництва Borman Italiana.**
2. **Висновок Державної санітарно-епідеміологічної експертизи №602-123-20-3/30654 від 29.09.2017 на генератор діоксиду хлору T70G4000.**
3. **Висновок Державної санітарно-епідеміологічної експертизи №602-123-20-3/30652 від 29.09.2017 на реагент BioGREEN acticlор (хлорит натрію – 20-31%).**
4. **Наказ ПрАТ “АК “Київводоканал” №381 від 02.10.2017 “Про проведення промислових випробувань діоксиду хлору на Дніпровській водопровідній станції”.**
5. **Наказ ДЕВГ №320/5/04-17 від 20.10.2017 “Про проведення промислових випробувань діоксиду хлору на Дніпровській водопровідній станції”.**
6. **План №65/36/07-17 підготовки та проведення промислових випробувань знезараження питної води діоксидом хлору на Дніпровській водопровідній станції ПрАТ “АК”Київводоканал”.**
7. **Заходи щодо порядку переходу на знезараження питної води діоксидом хлору при проведенні промислових випробувань на Дніпровській водопровідній станції.**
8. **План лабораторних та промислових випробувань знезараження питної води діоксидом хлору на Дніпровській та Деснянській водопровідних станціях.**
9. **Додатковий контроль якості води при проведенні промислових випробувань діоксиду хлору на Дніпровській водопровідній станції.**

Насосна станція першого підйому перший етап знезараження:



Цех озонування води УЕДнВС другий етап знезараження:



Якість води р. Дніпра під час проведення промислових випробувань на Дніпровській водопровідній станції з 20.10.2017р. по 04.11.2017 р.



Показники контролю	20.10	21.10	22.10	23.10	24.10	25.10	26.10	27.10	28.10	29.10	30.10	31.10	01.11	02.11	03.11	04.11
Температура, °C	11	11	11	10	10	10	10	10	10	10	9	9	9	7	7	7
Забарвленість, градус	48	48	48	46	46	46	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
Каламутність, мг/дм³	1,7	2,2	2,1	2,0	1,8	1,8	1,6	1,5	1,5	1,4	1,55	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4
Лужність, ммоль/дм³	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Окислюваність, мгО/дм³	11,1	11,2	11,4	11,2	11,3	11,2	11,0	10,8	10,6	10,6	10,5	10,3	10,3	10,4	10,4	10,4
pH, одиниці	8,15	8,15	8,10	8,10	8,10	8,10	8,10	8,2	8,2	8,15	8,2	8,15	8,2	8,2	8,25	8,25
Загальне залізо, мг/дм³	0,28	0,28	0,28	0,26	0,23	0,23	0,22	0,23	0,23	0,25	0,35	0,36	0,3	0,29	0,28	0,28
Марганець, мг/дм³	–	–	–	0,14	–	–	–	–	–	–	0,14	–	–	0,12	–	–
Колі-індекс, КУО/дм³	545 636	636 727	545 545	990 901	182	991	909 818	545	545	1182 1273	1000 1090	909 1000	363 454	363 454	2000	181
Мікробне число, КУО/см³	88 210	490 550	480 430	200 240	78 68	73 76	22 29	20 22	20 22	31 32	77 70	48 52	35 34	33 47	250 220	82 70
Фітопланктон, кл/см³	3702 6	–	–	3964 4	3627 8	3495 2	3253 8	2958 0	–	–	1870 0	1683 0	1581 0	1428 0	1370 2	–

Якість питної води під час проведення промислових випробувань на Дніпровській водопровідній станції з 20.10.2017 р. по 04.11.2017 р.

Показники контролю	20.10	21.10	22.10	23.10	24.10	25.10	26.10	27.10	28.10	29.10	30.10	31.10	01.11	02.11	03.11	04.11
Температура, °C	12	12	12	11	11	11	11	11	11	11	10	10	10	8	8	8
Забарвленість, градус	11	11	11	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Каламутність, мг/дм³	0,3	0,35	0,35	0,35	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Лужність, ммоль/дм³	2,0	1,95	1,85	1,8	1,8	1,8	1,8	1,85	1,9	1,85	1,95	1,85	1,95	1,90	1,95	1,90
Окислюваність, мгО/дм³	4,6	4,6	4,8	4,8	4,8	4,7	4,9	4,8	4,7	4,7	4,8	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
pH, одиниці	7,0	7,0	7,0	7,0	7,05	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Загальне залізо, мг/дм³	0,12	0,12	0,13	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Марганець, мг/дм³	–	–	–	0,10	–	–	–	–	–	–	0,06	–	–	0,05	–	–
Загальні коліформи, КУО/100см³	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.	Відс.
Мікробне число, КУО/см³	1 2	2 3	1 2	1 2	1	1 3	1 2	2 4	2 4	1 4	0	1	1	1 5	1	1 2
Фітопланктон, кл/см³	14	–	–	21 28	14 21	14 21	14 21	14	–	–	14 21	14	14	7 14	7	–
Діоксид хлору, мг/дм³	–	0,055 0,050	0,05 0,06 0,06 0,07	0,05 0,05 0,14 0,15 0,17	0,10 0,09 0,12 0,08 0,07	0,10 0,09 0,12 0,15 0,16	0,15 0,16 0,14 0,16 0,17	0,12 0,14 0,15 0,13 0,10	0,15 0,16 0,14 0,16 0,15	0,12 0,13 0,14 0,16 0,17	0,14 0,16 0,17 0,15 0,15	0,14 0,15 0,16 0,17 0,17	0,13 0,15 0,15 0,14 0,10 0,08	0,13 0,15 0,14 0,17 0,18 0,19	0,12 0,14 0,15 0,14 0,14 0,16	0,15 0,16 0,18 0,12 0,14 0,16
Хлорити, мг/дм³	–	–	0,17 0,19 0,19 0,19	0,16 0,18 0,16 0,18	0,18 0,19 0,16 0,17	0,14 0,16 0,17 0,18	0,19 0,18 0,17 0,18	0,18 0,19 0,19 0,17	0,16 0,14 0,18 0,20 0,17	0,15 0,14 0,13 0,16 0,17	0,17 0,19 0,17 0,18 0,19	0,18 0,16 0,17 0,19 0,18	0,19 0,18 0,17 0,18 0,19	0,17 0,18 0,19 0,18 0,17	0,17 0,16 0,18 0,17 0,16	0,15 0,18 0,19 0,16 0,14 0,15

Висновки:

01

Робота генераторів діоксиду хлору T70G4000 в період випробувань відповідала характеристикам, що приведені в технічній документації (Інструкції).

02

Доза первинної обробки 1,2-1,5 мг/дм³ забезпечує відсутність відхилень за мікробіологічними показниками і належний санітарний стан споруд. Доза вторинної обробки складала 0,3-0,45 мг/дм³ і забезпечила підвищення вмісту залишкової кількості діоксиду хлору відповідно до норм.

03

Якість питної води ДНВС в період випробувань відповідала вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 за фізико-хімічними та мікробіологічними показниками, в тому числі за вмістом діоксиду хлору 0,10-0,17 мг/дм³ та хлоритів менше 0,2 мг/дм³.

04

Застосування діоксиду хлору на ДНВС забезпечило надійне знезараження питної води на всіх етапах очистки, при подачі у водопровідні мережі та безпосередньо у водопровідних мережах міста.

Дорожня карта впровадження технології знезараження питної води діоксидом хлору на Дніпровській водопровідній станції:



01

Робота генераторів діоксиду хлору T70G4000 в період випробувань відповідала характеристикам, що приведені в технічній документації (Інструкції).

02

Експертиза проєкту – 2018р.;

03

Будівництво цеху по виробництву діоксиду хлору та відмова від використання хлору в технології водопідготовки – 2019-2020 рр.

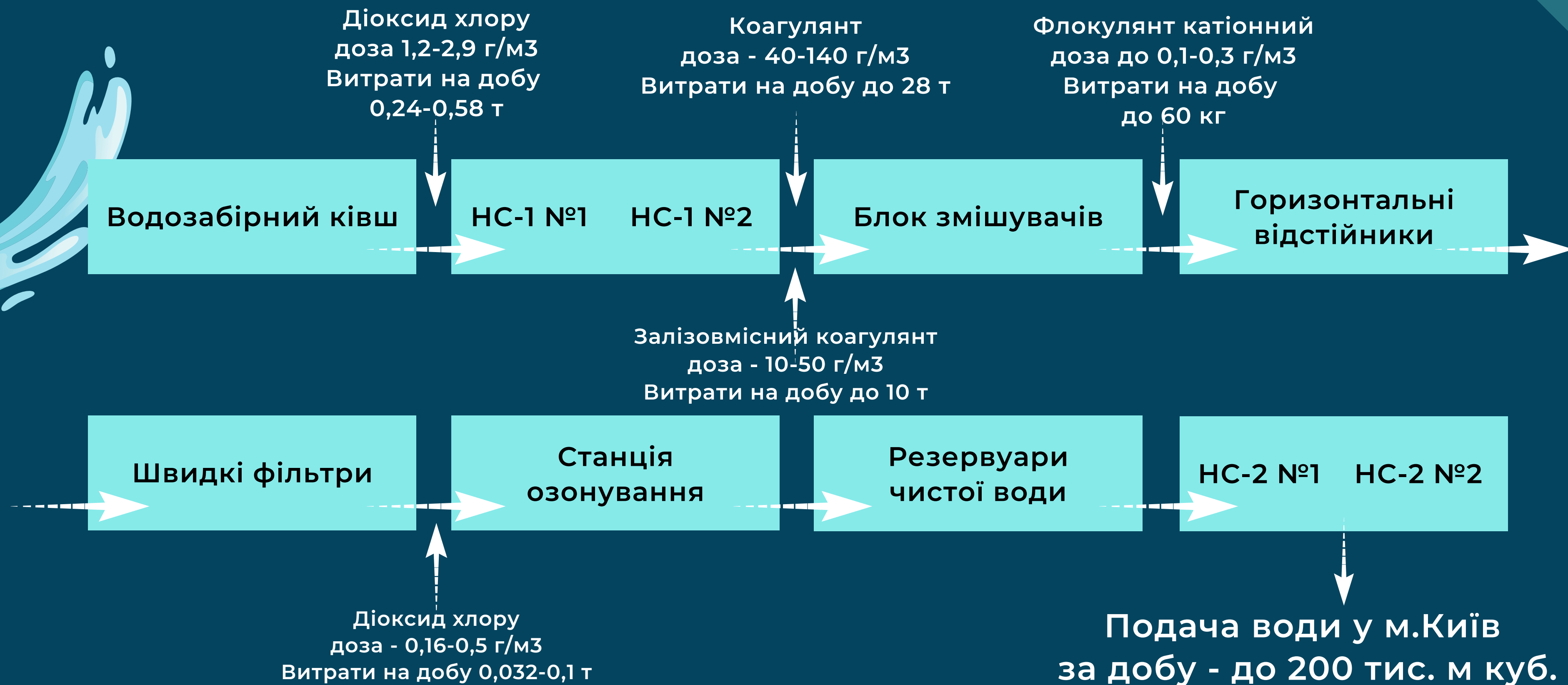
04

Введення об'єкту в тимчасову експлуатацію – липень 2020 р.

05

Дослідно-промислова експлуатація – липень 2020 – липень 2021 рр.

ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ДНІПРОВСЬКОЇ ВОДОПРОВІДНОЇ СТАНЦІЇ:



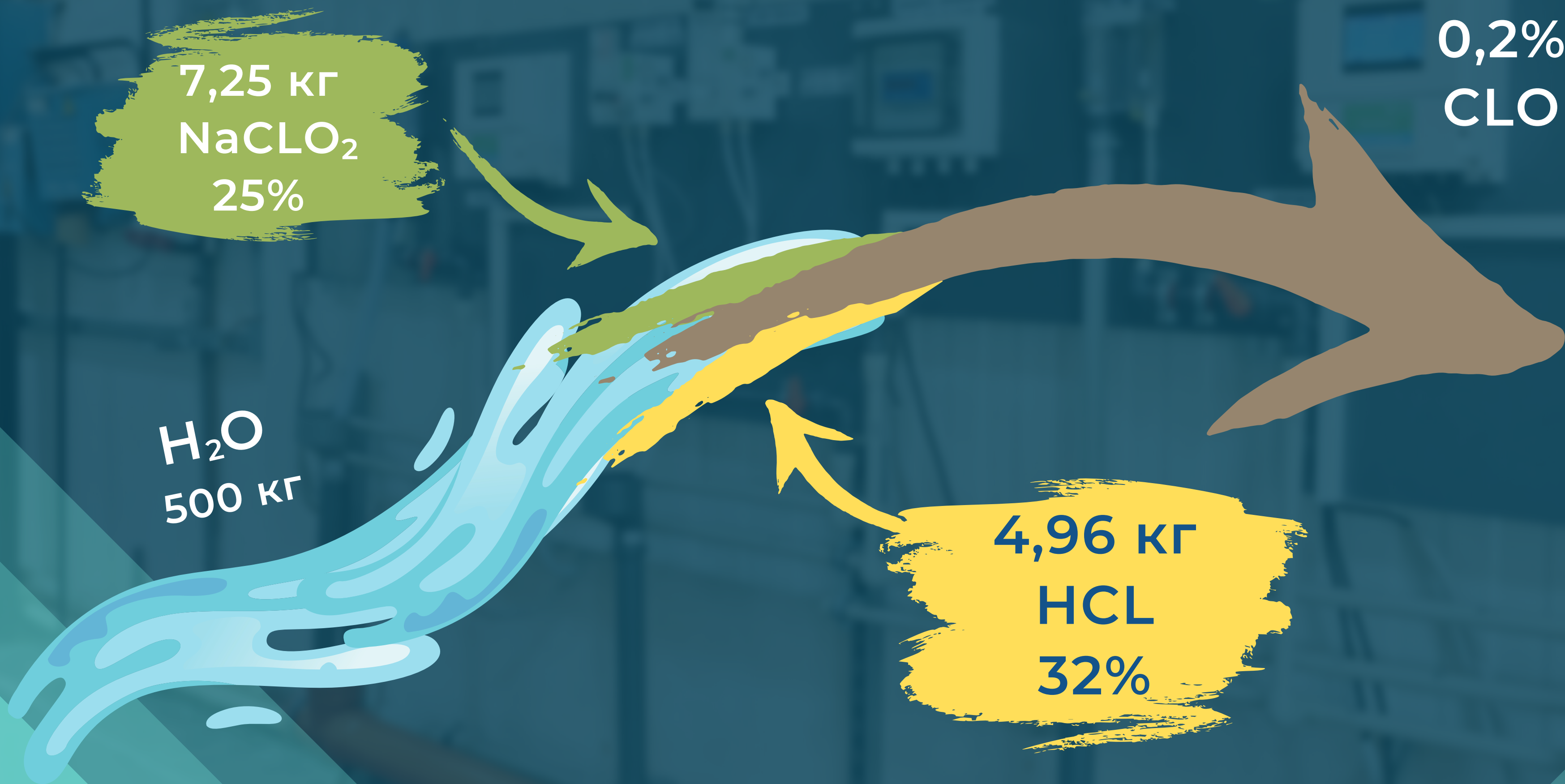
МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС ОТРИМАННЯ 1 КГ ДІОКСИДУ ХЛОРУ:

7,25 кг
 NaClO_2
25%

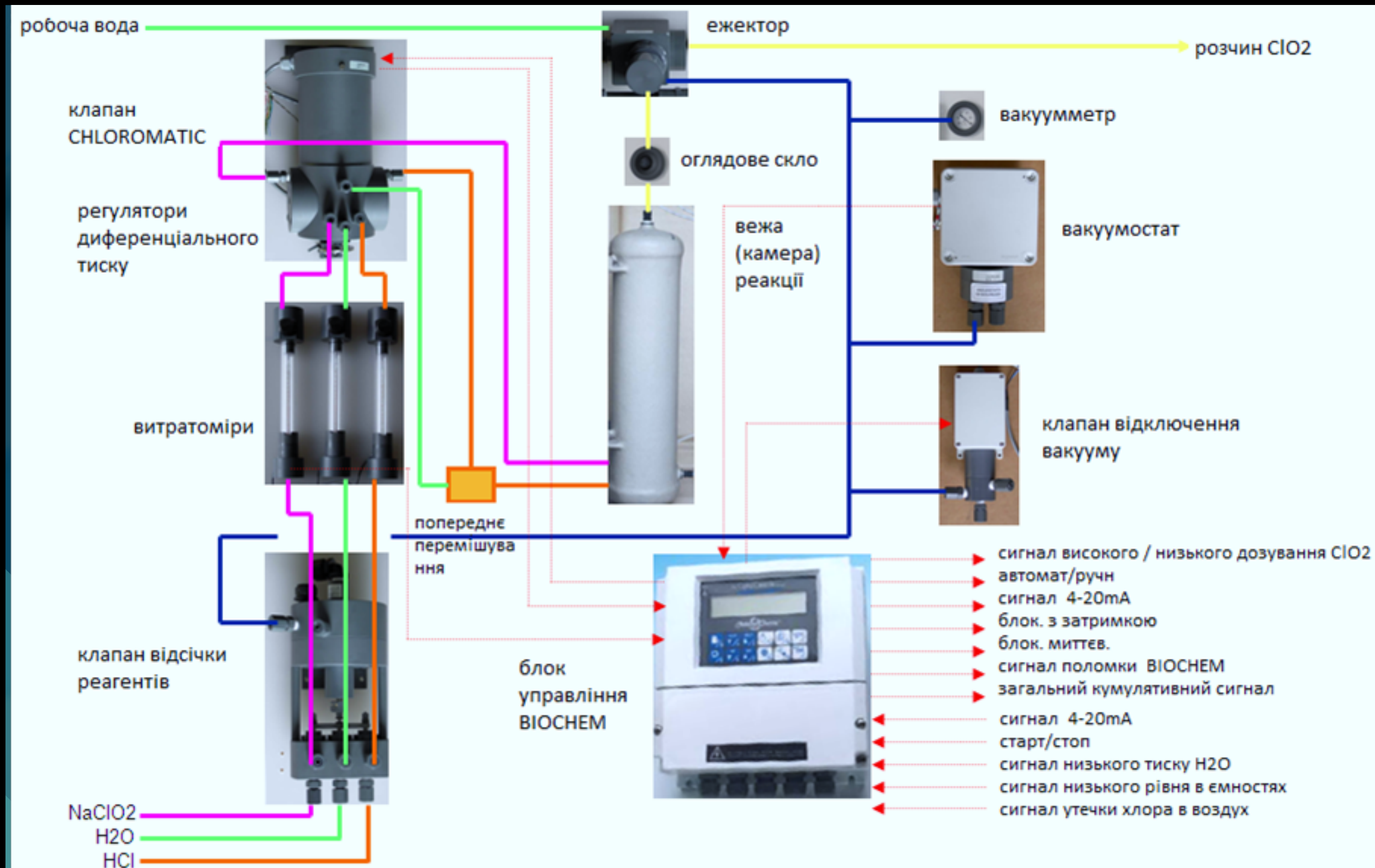
0,2%
 ClO_2

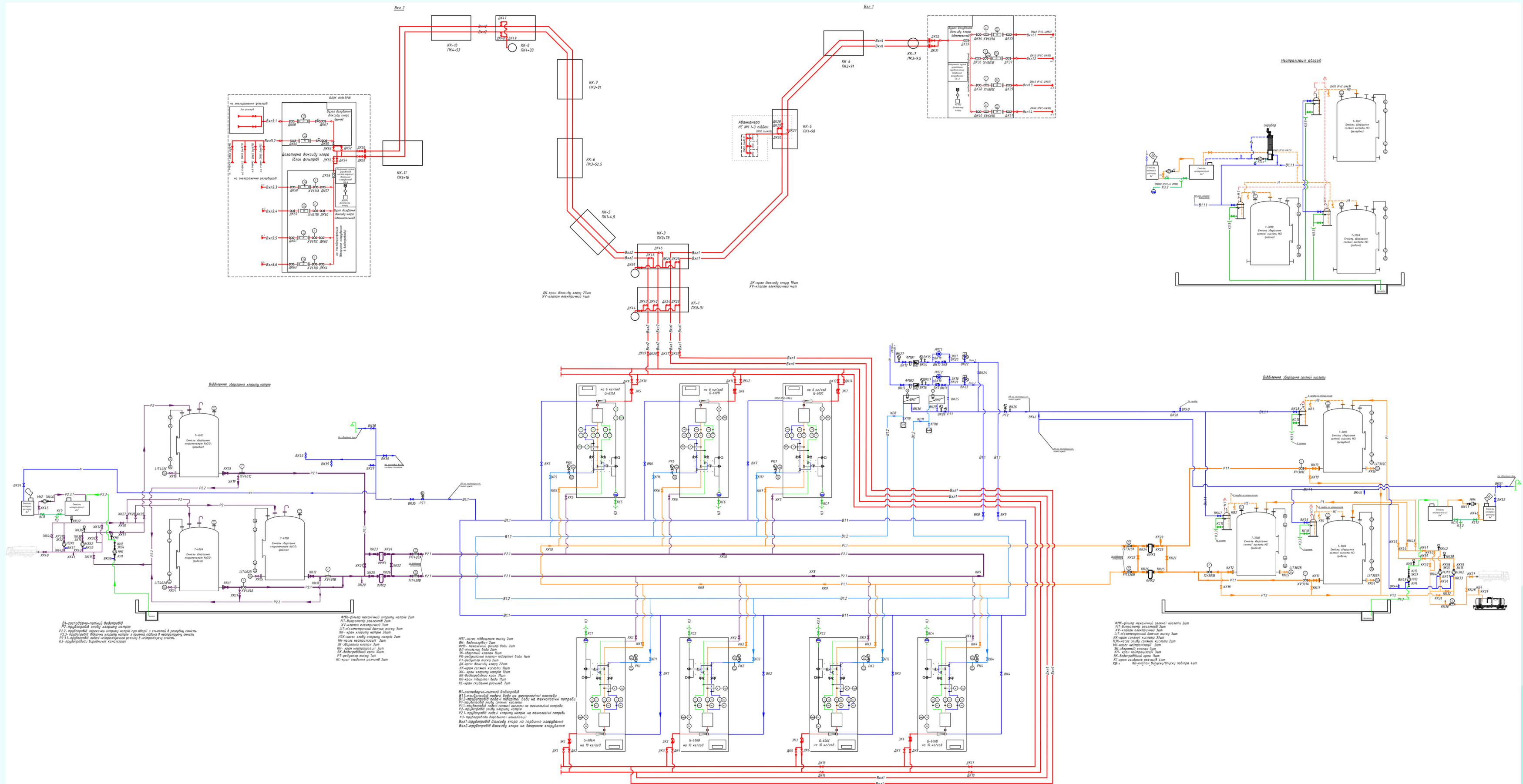
H_2O
500 кг

4,96 кг
 HCl
32%



ВИРОБНИЦТВО ДІОКСИДУ ХЛОРУ НА ГЕНЕРАТОРІ T70G4000 ВИРОБНИЦТВА DENORA:



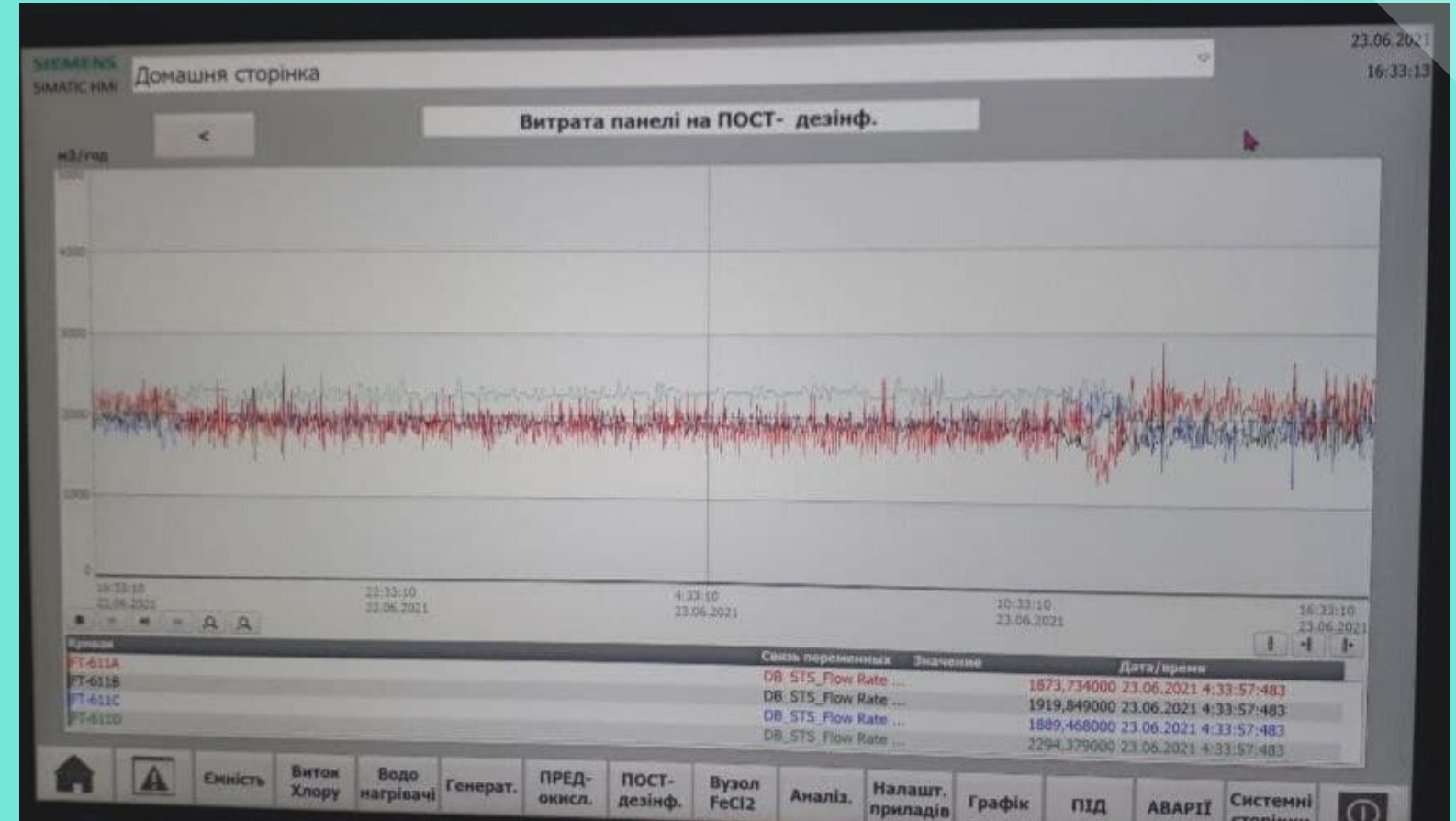






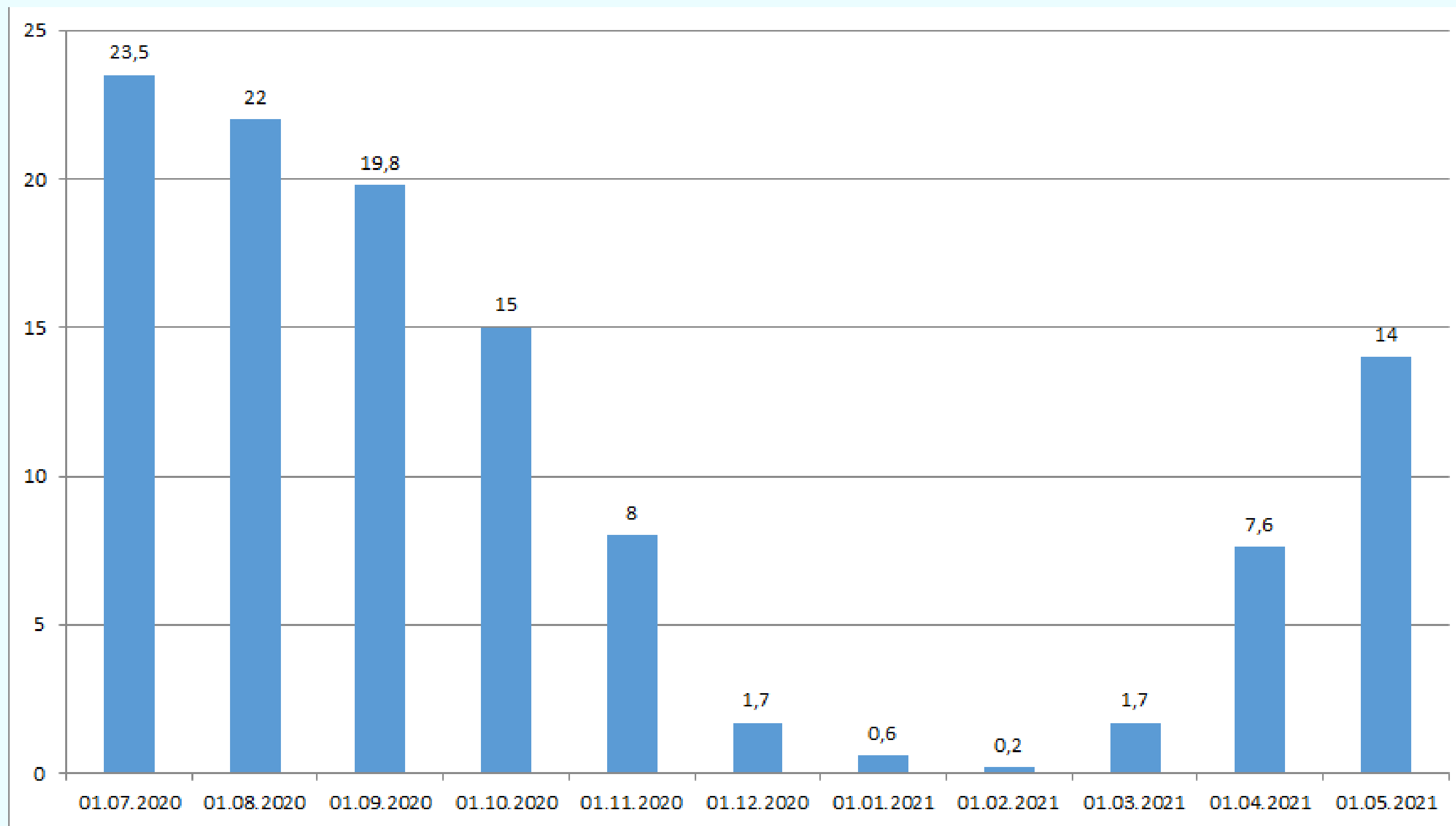




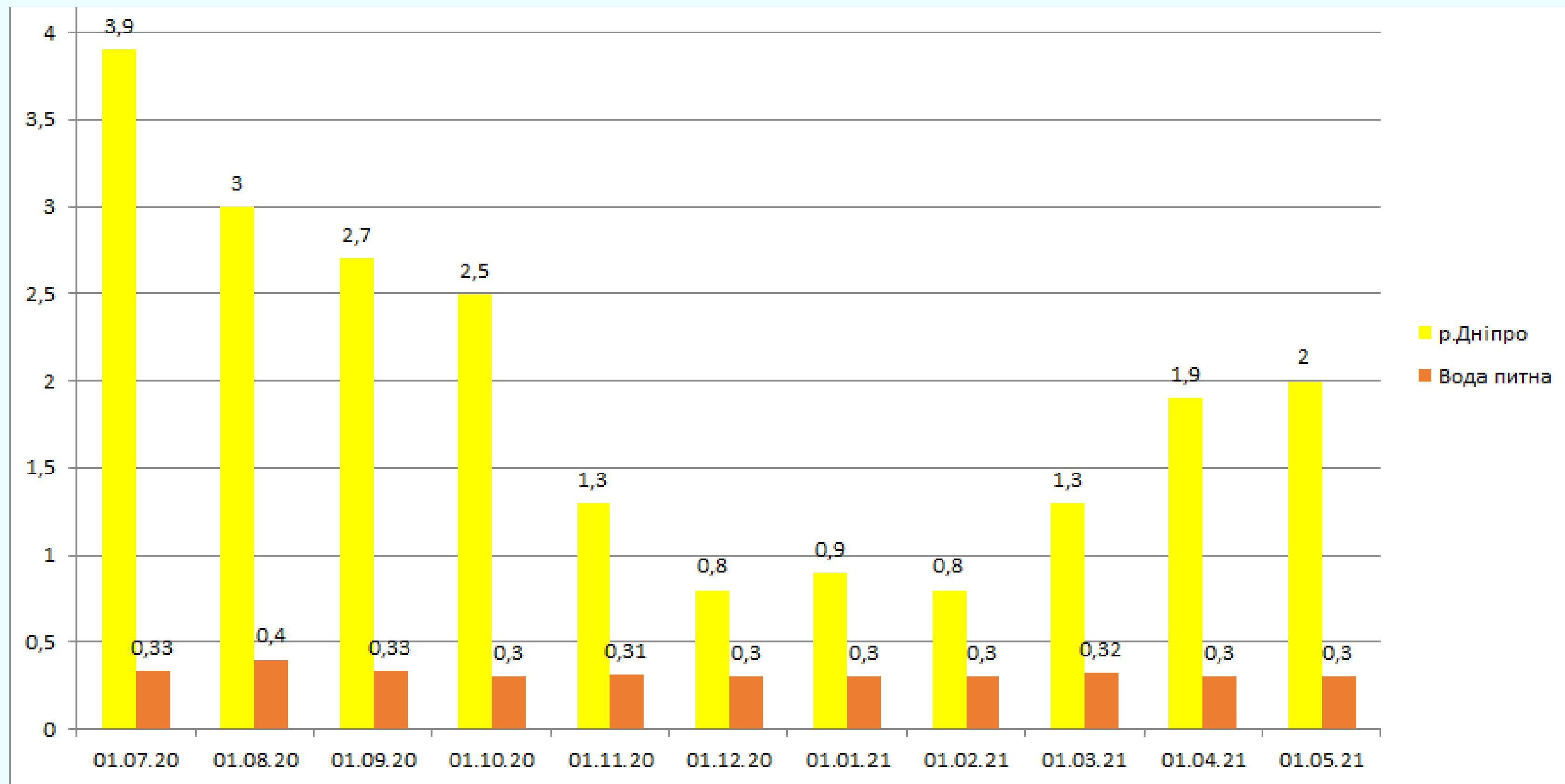




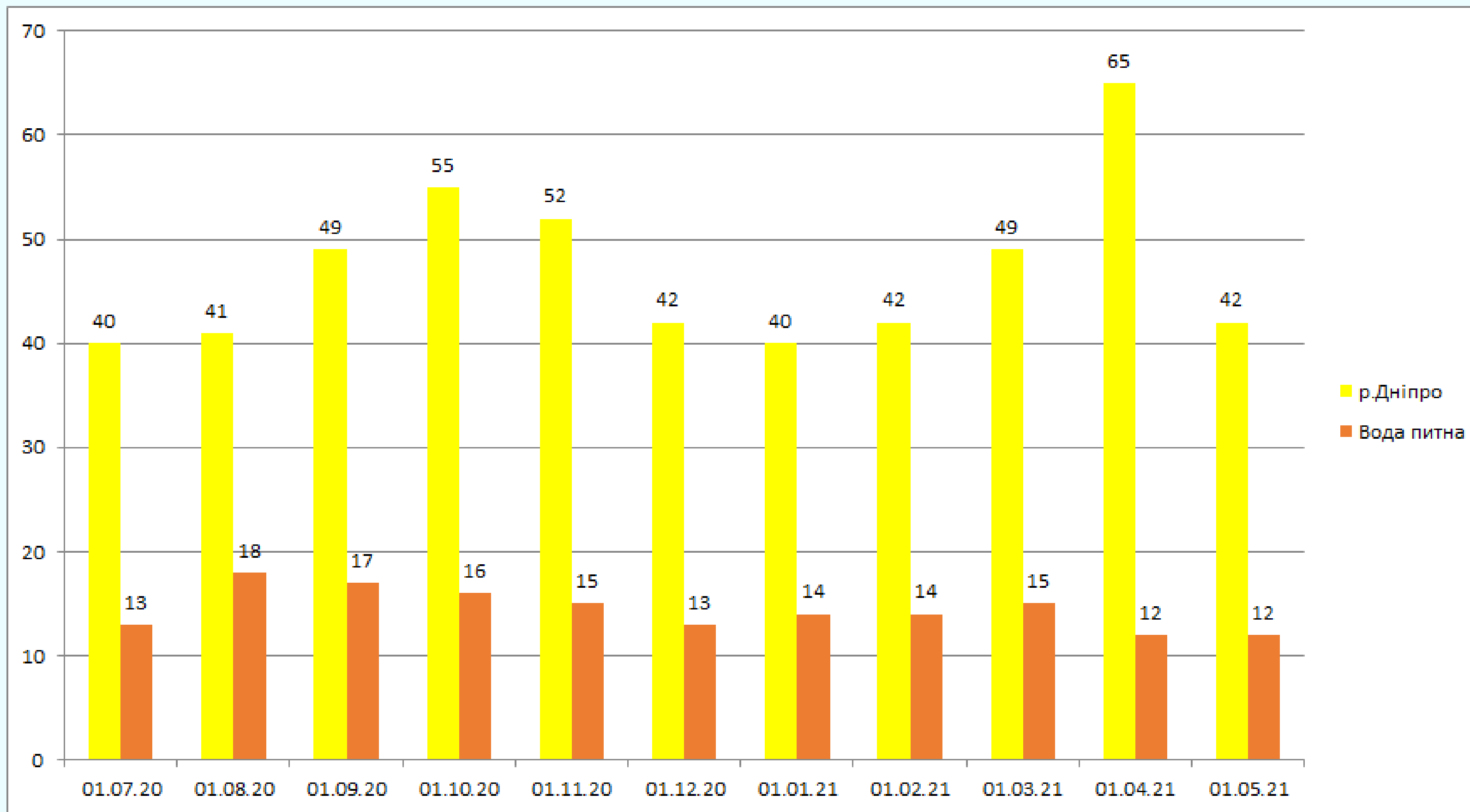
Температура води (град. С)



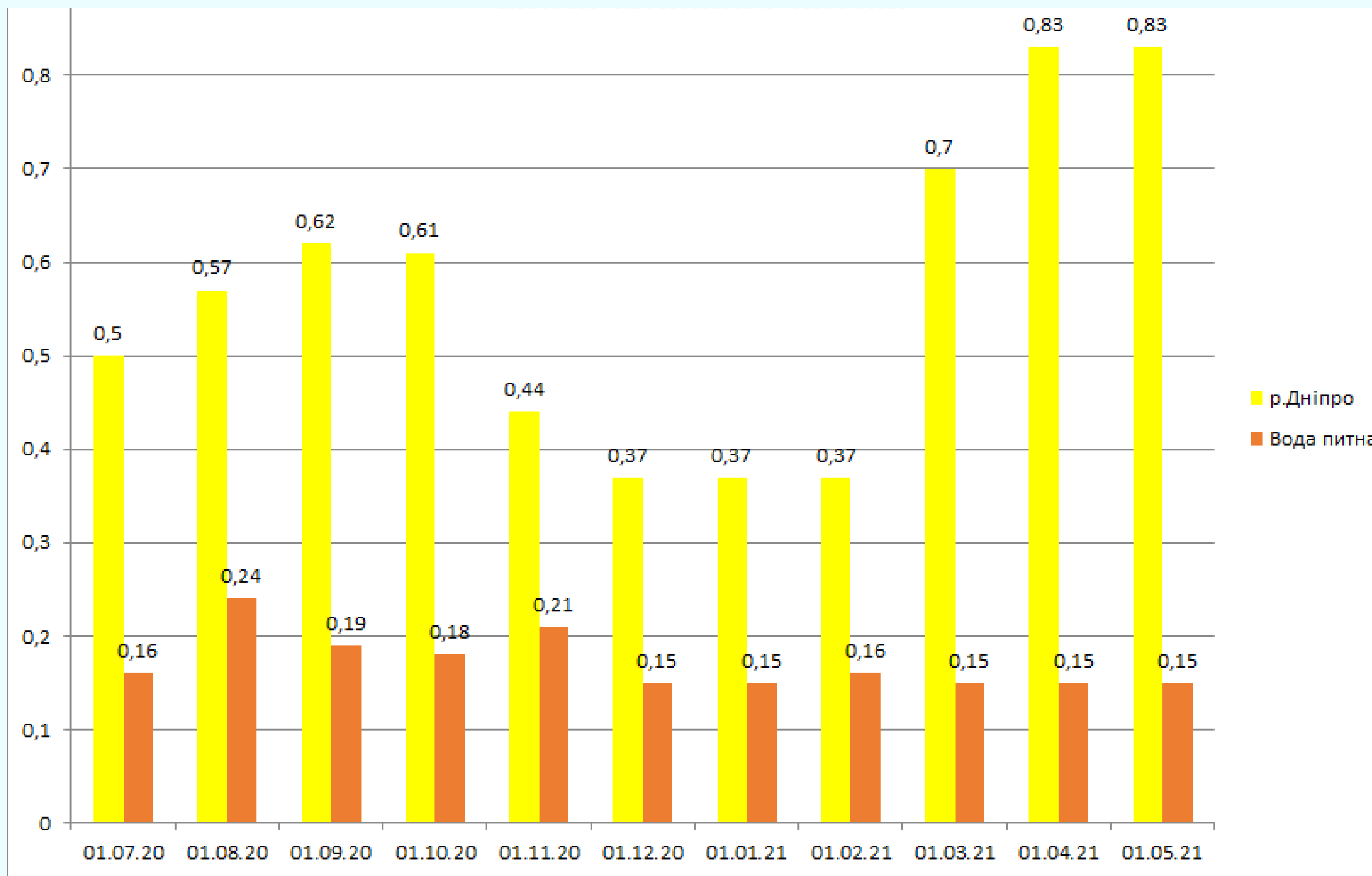
Каламутність (мг/дм куб.)



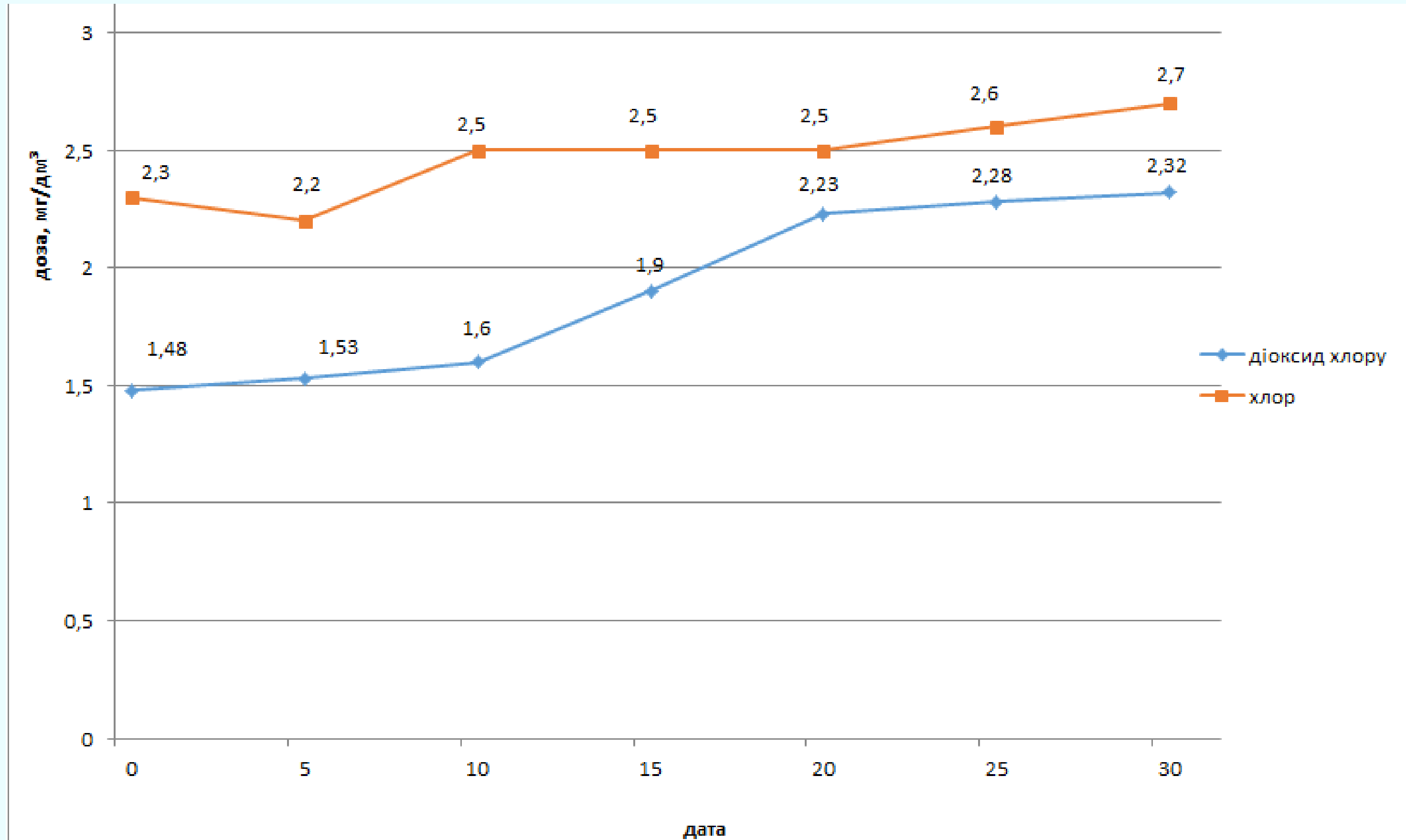
Забарвленість (град.)



Залізо загальне (мг/дм куб.)



Графік використовуваних доз діоксиду хлору та хлору в аналогічний період року:



ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ДІОКСИДУ ХЛОРУ:

- Ефективний метод знезараження з відсутністю хлорорганічних сполук та вторинних забруднень;
- Використання безпечного та стабільного розчину діоксиду хлору низької концентрації (до 0.2%) та дозування в систему без етапу зберігання робочого розчину на підприємстві;
- Пролонгований ефект післядії діоксиду хлору та боротьба з біозабрудненнями та біоплівкою в розподільчій водопровідній мережі;
- Покращення органолептичних властивостей питної води;
- При високому рівню диспетчеризації можливість віддаленого контролю та керування системою знезараження діоксидом хлору з візуалізацію всього технологічного циклу.

ОСОБЛИВОСТІ ВЕДЕННЯ ПРОЦЕСУ:

- **Необхідність забезпечення постійного та надійного електропостачання (найвища категорія електрозабезпечення та встановлення джерела безперебійного живлення);**
- **Необхідність забезпечення постійного тиску в визначному діапазоні роботи технологічного обладнання (необхідно передбачати редуктори тиску та насосна станція підвищення тиску);**
- **Жорсткий температурний режим в місці встановлення технологічного обладнання та відділені зберігання хлориту натрію (не нижче +12°C);**
- **Контроль температури води для приготування розчину діоксиду хлору (встановлення проточних водонагрівачів) та систему обігріву трубопроводів подачі діоксиду хлору при їх надземному прокладанні;**
- **Жорсткі вимоги ДСанПіНу щодо залишкових хлоритів, в порівнянні з Європейськими та Американськими нормами;**
- **Відсутність в Україні досконалого досвіду використання системи знезараження діоксиду хлору великої потужності.**

ВИСНОВКИ:

- **Приведення до відповідності з Міжнародними нормами значень залишкових хлоритів**
- **Впровадження подібних систем знезараження на інших станціях водоочистки України**
- **Проведення заходів щодо передачі досвіду між іноземними та вітчизняними колегами в сфері використання діоксиду хлору**

