

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем і екології
Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

**АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:

**ІНЖЕНЕРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ ЗАВОДУ МЕДИЧНИХ ВИРОБІВ В
КИЇВСЬКІЙ ОБЛ. ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ**

Виконав студент групи зТВм-22

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: ОПП «Теплогазопостачання і вентиляція»

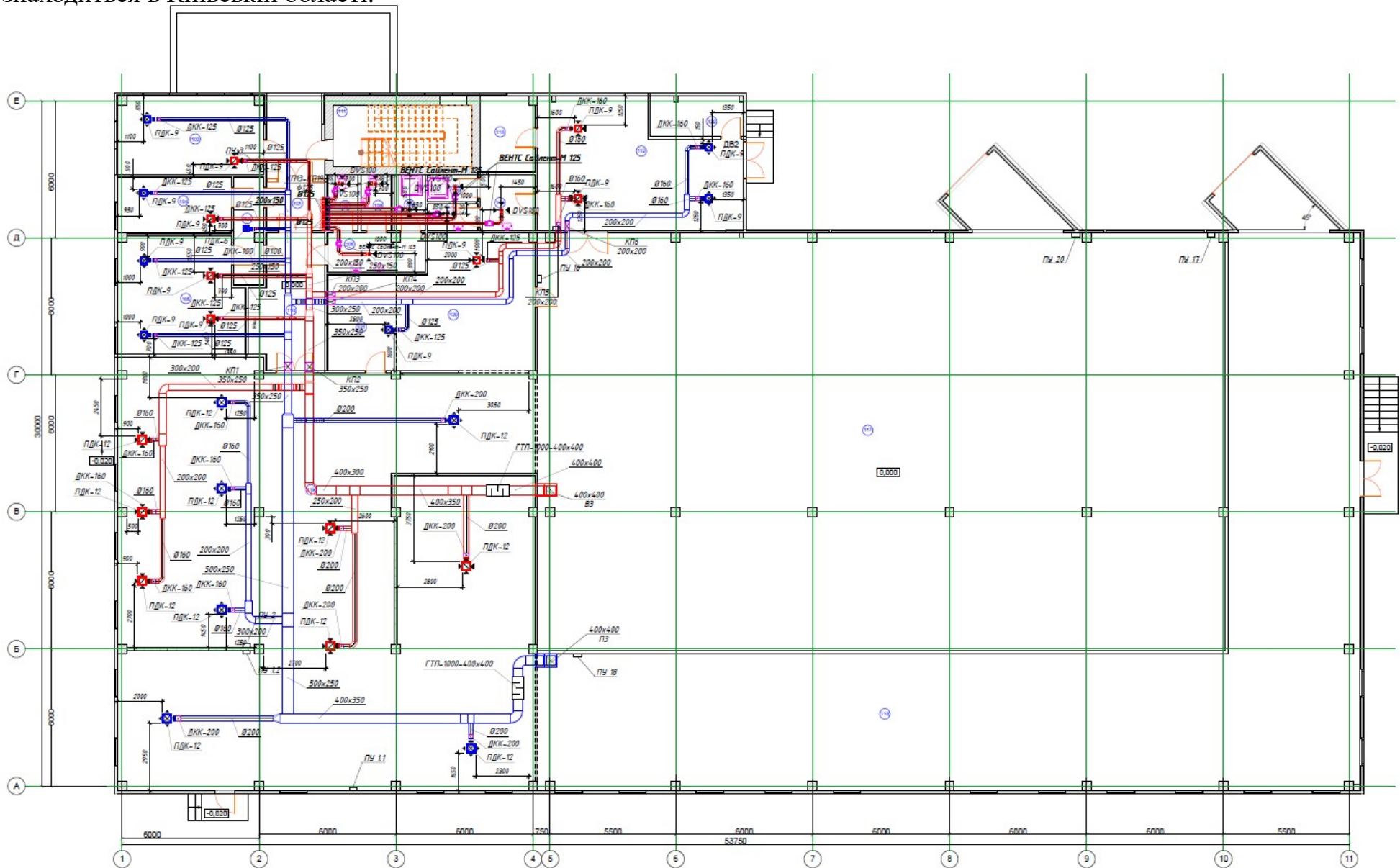
Шовківський Дмитро Олегович

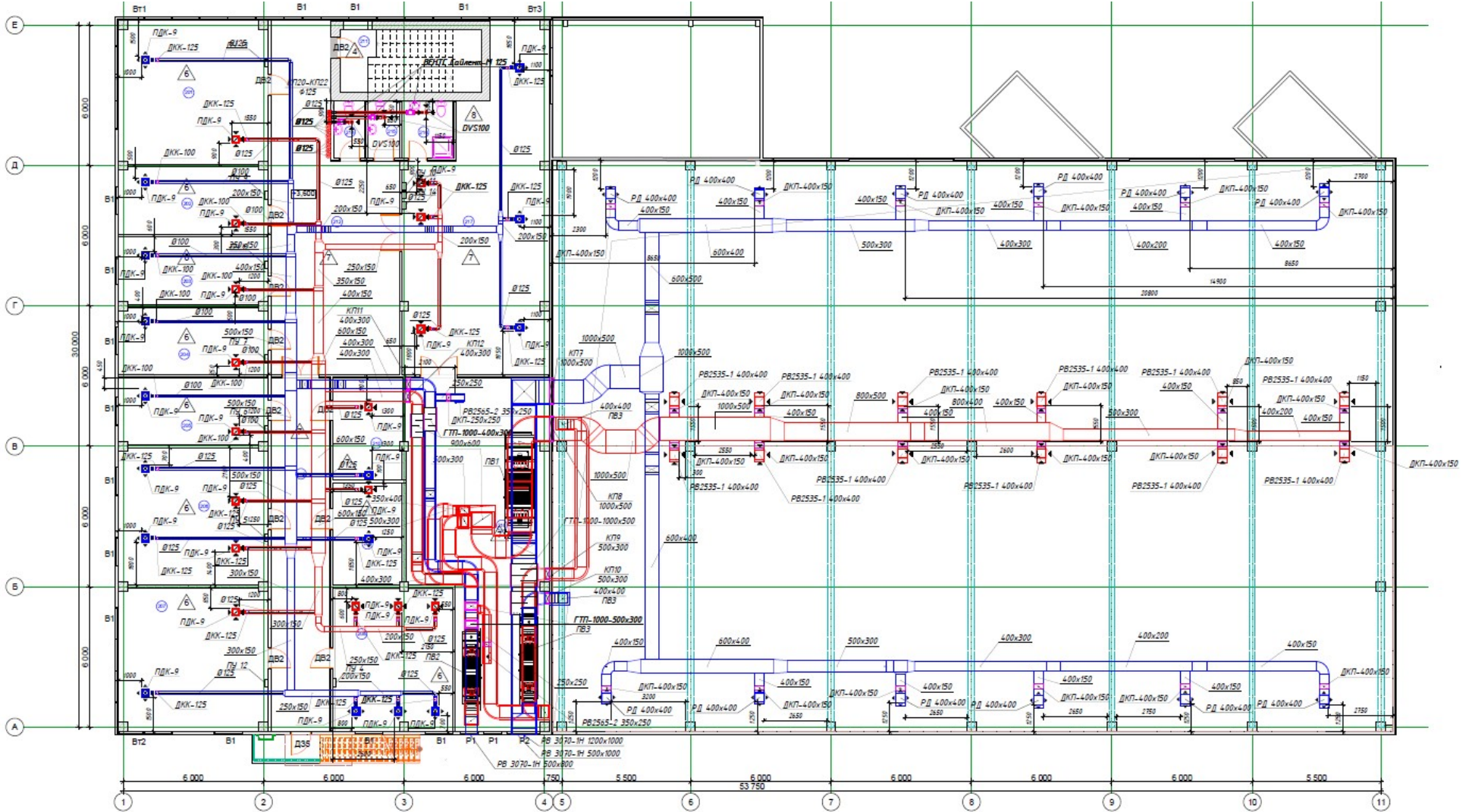
Керівник Любарець О.П.

канд.техн.наук, доцент

Київ 2023р.

Мета роботи – Пошук енергоефективних рішень інженерних систем для забезпечення мікроклімату приміщень будівель промислового призначення. Об'єктом аналізу та досліджень є 2-поверхова будівля заводу з виробництва медичних пластирів, що знаходиться в Київській області.





Характеристика вентиляційного обладнання

Лінійна чергова назва системи	Кількість систем	Найменування приміщення	Тип установки	Вентилятор				Електропривід		Побітонагрівач			Фільтр										
				Тип виконання	№	Середній діаметр	П, Па	Л, об/хв	Тип виконання	М, кВт	Тип	Кількість	Втрата тиску ΔР, кПа	Тип	№								
ПВ1	1	Складські приміщення	Vents AV09	400/3/50	-	-	6300	400	2030	-	4*2	2030	електричний	1	0	5	18	-	Б4	-	1	170	
ПВ2	1	АПК	Vents AV03	400/3/50	-	-	1830	350	3120	-	0,75*2	3120	водний	1	11,6	22	6,69	-	Б4	-	1	170	
ПВ3	1	Виробничі приміщення	Vents AV03	400/3/50	-	-	2200	350	3120	-	0,75*2	3120	водний	1	10,2	22,2	8,9	-	Б4	-	1	170	
В1-В10	10	Санвузол	Vents Сайлент-М 125	220/1/50	-	-	100	50	2310	-	0,029	2310	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Плани 1-го та 2-го поверхів з системами вентиляції.

Вентиляція

Вентиляція приміщень загальнообмінна припливно-витяжна з штучним спонуканням.

Приплив та витяжка повітря в приміщення виконані припливно-витяжними установками ф. Vents з очищенням повітря в фільтрі і догрівом повітря у зимовий період року повітрянагрівачем. Припливно-витяжна установка являє собою повністю готовий вентиляційний агрегат, що забезпечує фільтрацію, підігрів, подачу і видалення свіжого повітря в приміщення.

Корпус виготовлений зі сталі з алюмоцинковим покриттям. Всередині – тепло - і звукоізоляція з мінеральної вати товщиною 25 мм. Припливно-витяжна установка складається з: фільтра класу G4, електричного нагрівача, відцентрового вентилятора з загнутими назад лопатками і вбудованим термостатом захисту з автоматичним перезапуском. Автоматика входить в комплект до кожної установки.

Забір зовнішнього повітря виконаний через повітрязабірні ґрати, розташовану ззовні будівлі на 2 метри вище рівня землі.

В якості повітророзподільників використовуються стельові дифузори типу "ПДК" ф. Григоренко.

Повітроводи прокладені під стелею (1 поверх) та під підшивною стелею (2 поверх) та виконані з оцинкованої сталі по ГОСТ 14918-80.

Витяжки з санвузлів виконані вентиляторами Сайлент-М 125 ф. ВЕНТС з механічним спонуканням.

Заходи по захисту від шуму та вібрацій

Для погашення вібрацій передбачити гумові прокладки в місцях опирання повітропроводів та обладнання на підвіски та будівельні конструкції. Вентилятори з'єднуються з повітропроводами за допомогою гнучких вставок. Обертіві швидкості вентиляторів та швидкості руху повітря в повітропроводах прийняті у відповідності до вимог допустимого рівня звукового тиску. Припливно-витяжні системи обладнуються шумоглушниками.

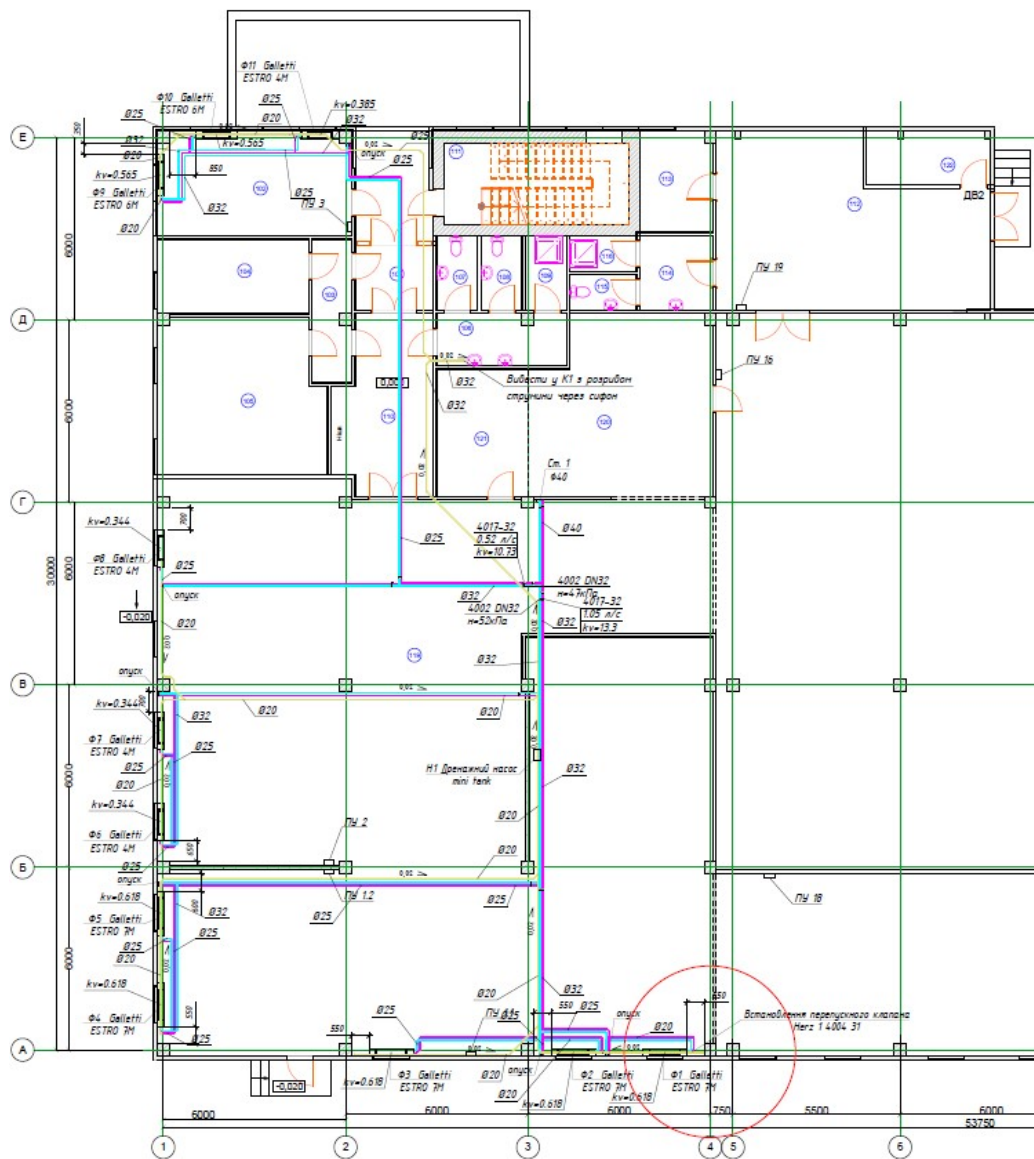
Протипожежні заходи

Вентиляційні системи заблоковані з системою оповіщення про пожежу і автоматично відключаються при спрацюванні пожежних оповіщувачів. Передбачено дистанційне відключення цих систем.

При виході з венткамери чи при переході через категорійні приміщення на повітропроводах встановлюються вогнезатримуючі клапани.

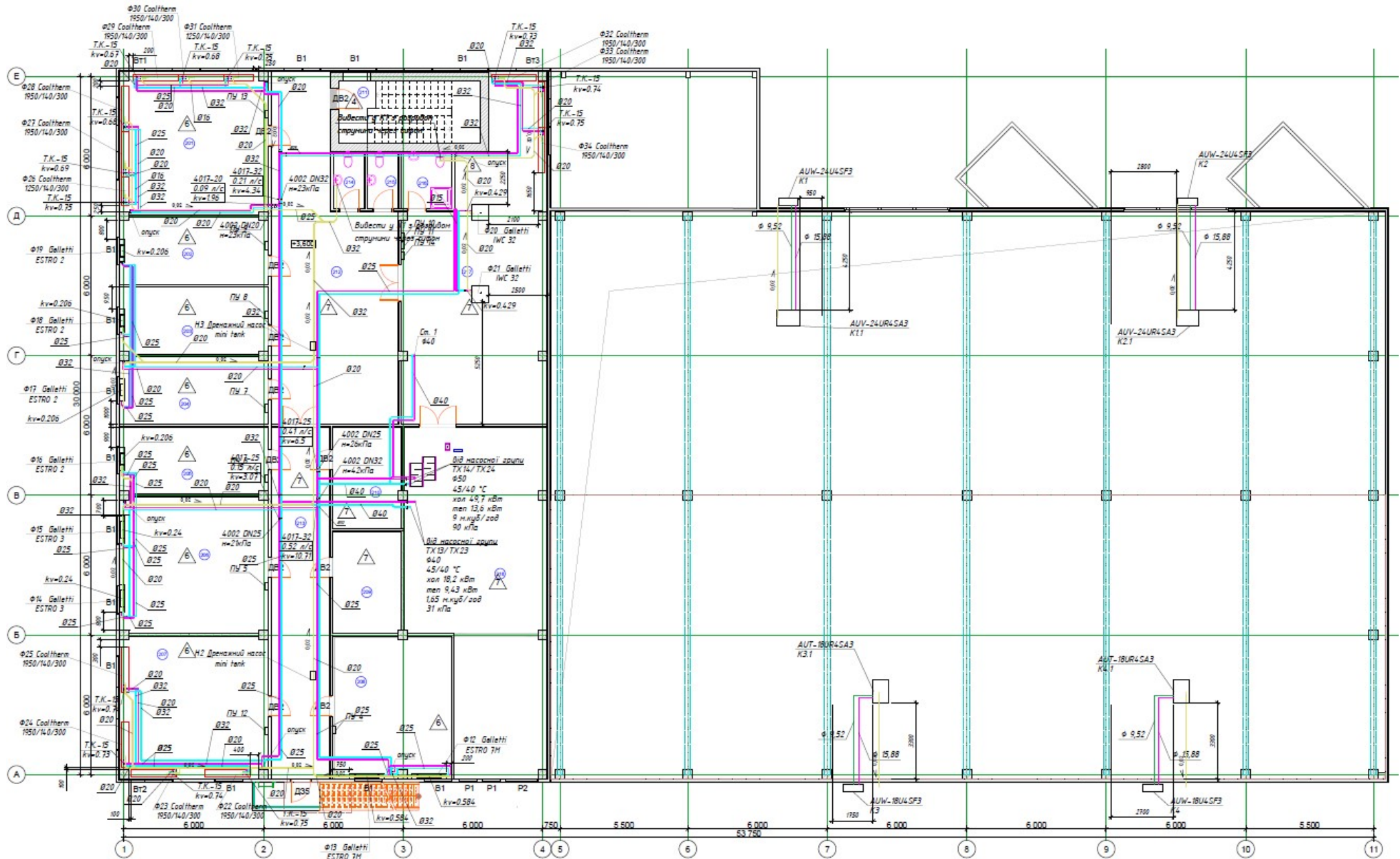
В місцях проходу повітропроводів та трубопроводів через будівельні конструкції передбачити заповнення отворів та зазорів негорючим матеріалом з товщиною, яка забезпечує нормовану межу вогнетривкості конструкцій.

Охолодження складських приміщень виконане спліт системами, які представлені компресорно конденсаційними блоками фірми "Hisense". Блоки К1, К2 використовуються для холодопостачання кондиціонерів складу готової продукції. Блок К3, К4 обслуговує кондиціонери складу сировини. Відведення дренажу виконати з уклоном 2 см/м в сторону викиду. Вивід конденсату виконати в каналізаційний стояк з розривом струменя через сухий сифон.



Експлікація приміщень на відм. 0,000

№ приміщ.	Найменування	Площа, м2	Кат. прим.
101	Коридор	5,42	
102	Гостьова кімната	21,70	
103	Тамбур	5,96	
104	Чоловчий гардероб	12,11	
105	Жіночий гардероб	27,45	
106	Коридор с.в. виробництва	7,07	
107	С.в. виробництва	3,24	
108	С.в. виробництва	3,23	
109	Душова виробництва	3,23	
110	Санпропускник	17,66	
111	Сходова клітка	16,21	
112	Гардероб працівників	44,94	
113	Електрощитова	7,89	
114	Коридор с.в. складу	5,78	
115	С.в. складу	2,51	
116	Душова складу	2,53	
117	Склад готової продукції	560,18	В
118	Склад сировини	333,28	В
119	Виробниче приміщення	333,59	В
120	Лабораторія виробництва	33,81	В
121	ОТК	12,51	В
122	Технічне приміщення	7,12	



Плани 1-го та 2-го поверхів з системами охолодження.

Опалення

Джерелом тепlopостачання прийнято теплові насоси. Параметри теплоносія - $T_1 - T_2 = 45 - 40 \text{ } ^\circ\text{C}$. Трубопроводи системи опалення: магістральні - сталеві водогазопровідні ГОСТ 3262-75, підводка - AquaRex.

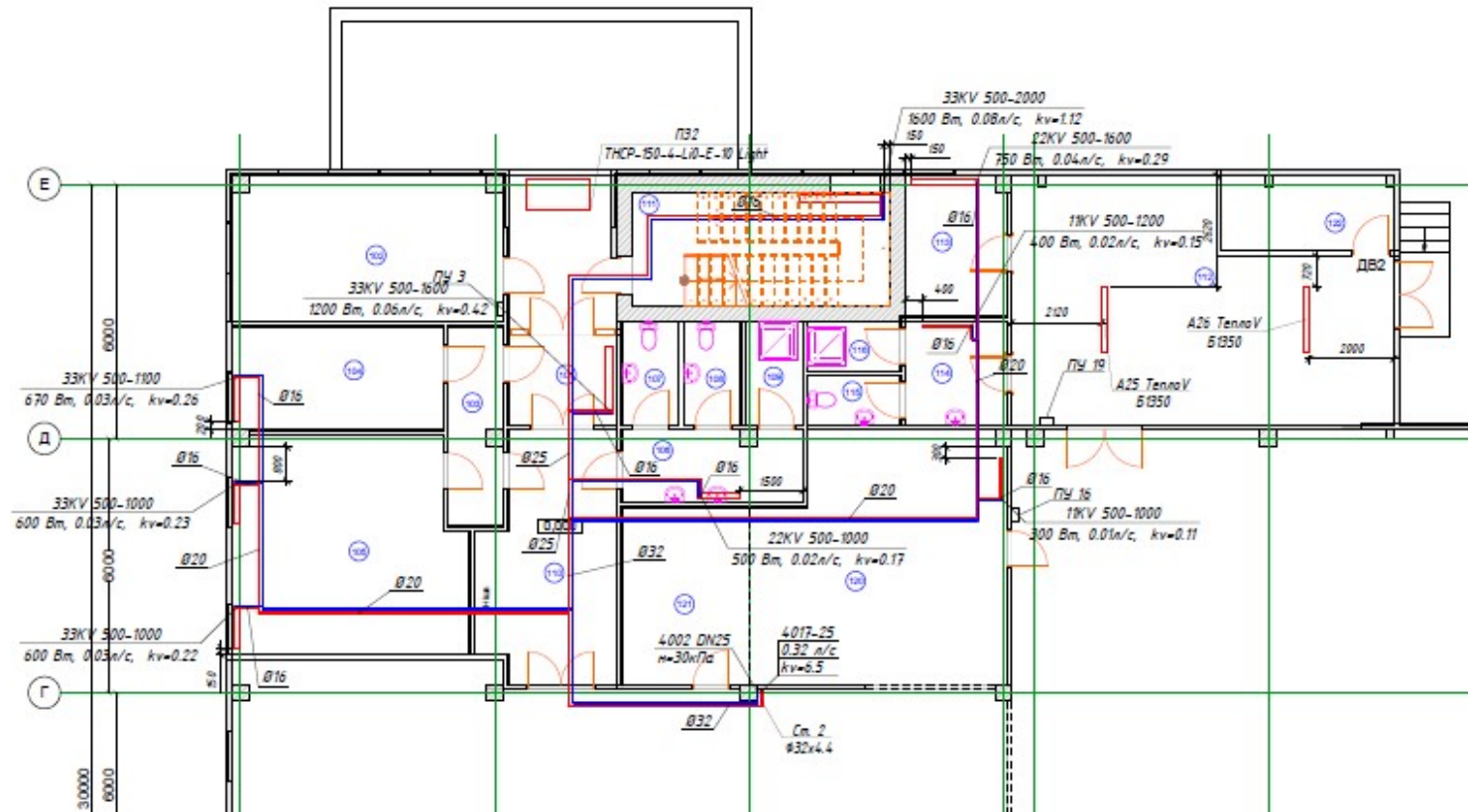
Розведення системи опалення - горизонтальне. Магістральні трубопроводи радіаторної системи опалення прокладені в конструкції підлоги в ізоляції із спіненого поліетилену

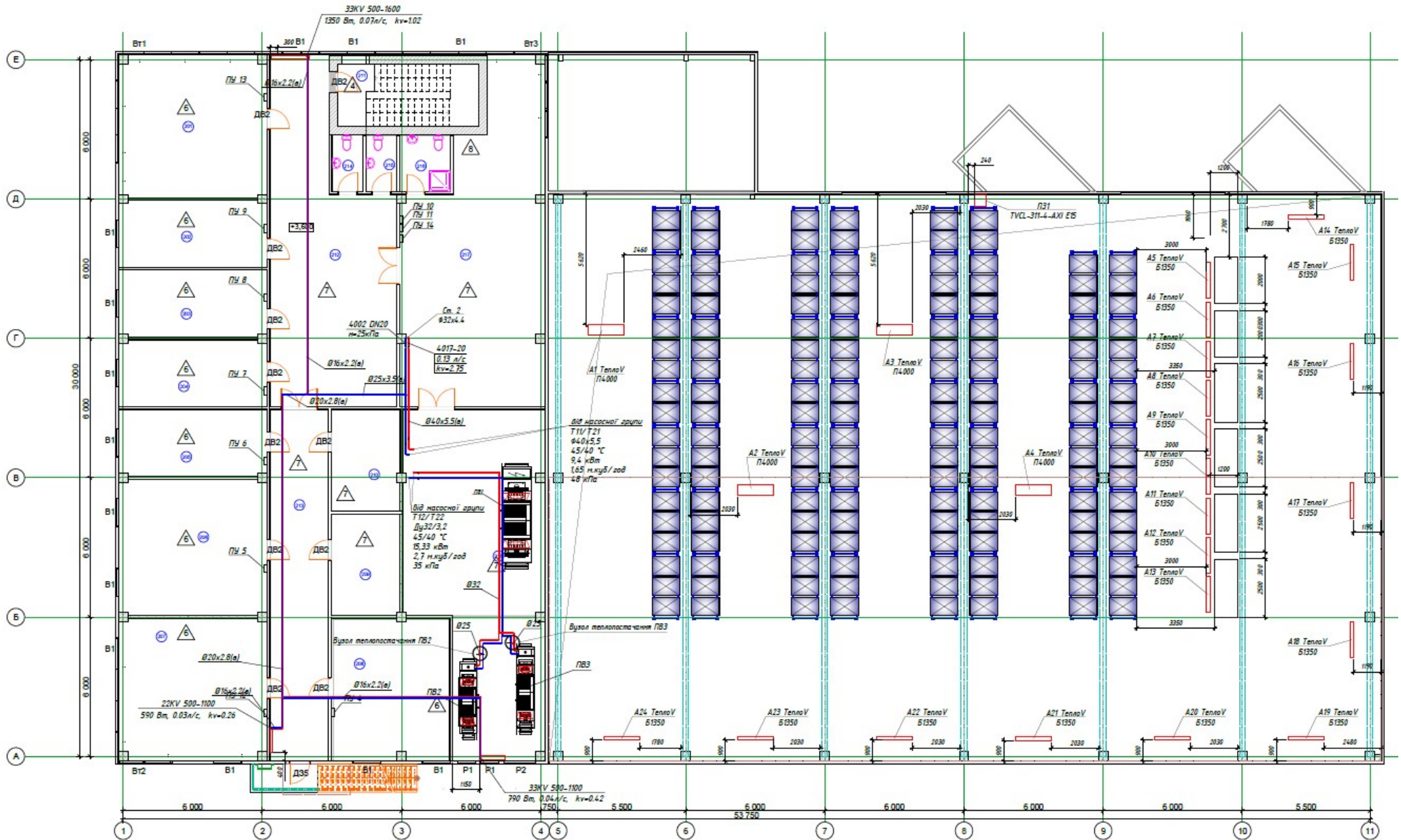
"Climaflex stabil" торгової марки «NMC». Магістральні трубопроводи системи фанкойлів та внутрішньопідлогових конвекторів прокласти в ізоляції K-FLEX ST під стелею на першому поверсті та за підшивною стелею на другому поверсті.

В якості опалювальних приладів для радіаторної системи опалення прийняті сталеві панельні радіатори типу "VK" ф. Galactic. Для кабінетів та складських та виробничих приміщень прийняті фанкойли ф. Galletti та внутрішньопідлогові конвектори ф. Cooltherm.

Для регулювання тепловіддачі у радіаторах встановлені термостатичні букси ф. Honeywell. Для регулювання тепловіддачі у фанкойлах встановлені моторизовані 2-х ходові клапани типу "VK" Galletti. Для регулювання внутрішньопідлогових конвекторів - термоелектричні сервоприводи Cooltherm. Видалення повітря з систем здійснюється через крани Маєвського які встановлені на радіаторах та у верхніх точках системи.

Для опалення складів та гардеробу працівників складу використовуються інфрачервоні обігрівачі ф. Terlov.

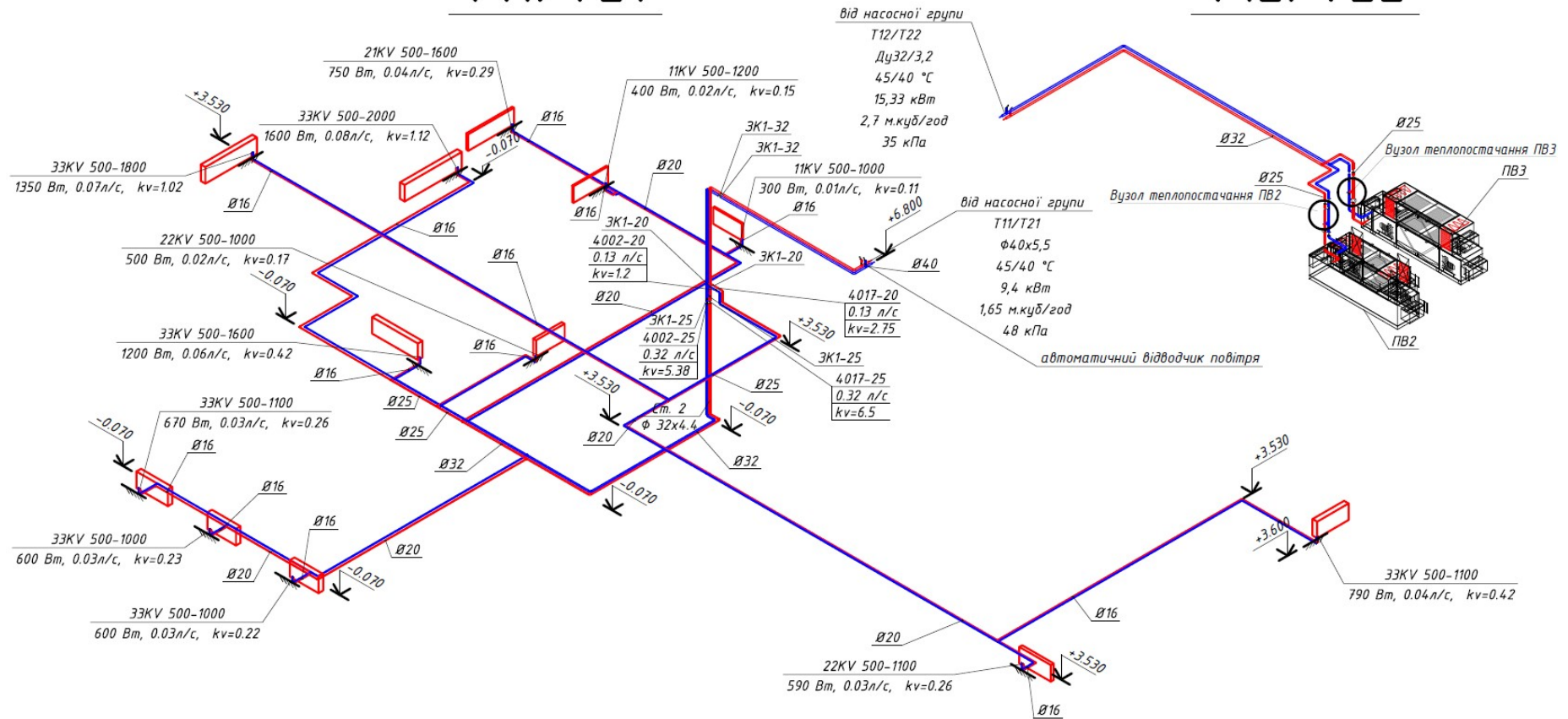




Плани 1-го та 2-го поверхів з системою опалення.

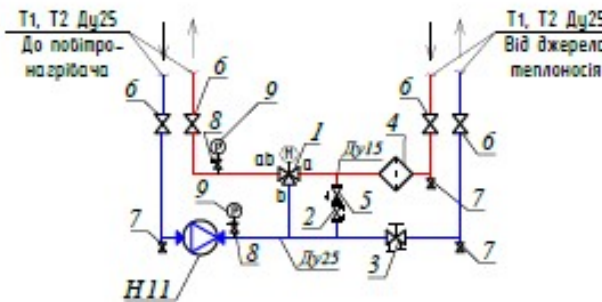
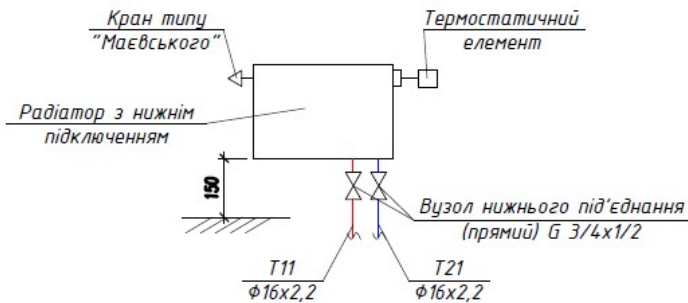
T11/T21

T12/T22



Вузол підключення панельного радіатора типу "Galactic 11KV 500-1200"

Вузол регулювання теплопостачання системи ПБ2



- H11 - Циркуляційний насос IHP Pumps GHN 25/60-180
- 1 - 3-х ходовий регулюючий клапан з приводом BELIMO DN 25
- 2 - Ручний балансувальний клапан DN 15 з вимрювальними ніпелями HERZ 1 4017 01
- 3 - Автоматичний комбінований балансувальний клапан DN 25 з вимрювальними ніпелями HERZ 1 4006 13
- 4 - Фільтр сітчастий DN25
- 5 - Клапан зворотній DN15
- 6 - Кульовий кран DN25
- 7 - Кульовий кран DN15
- 8 - Кульовий кран DN15 з спусником повітря
- 9 - Термоманометр аксіальний 80; 0..120°C; 0..4 бар Watts

Генерування тепла та холоду

Для теплопостачання та холодопостачання будівлі запроєктована теплогенераторна з установкою наступних джерел:

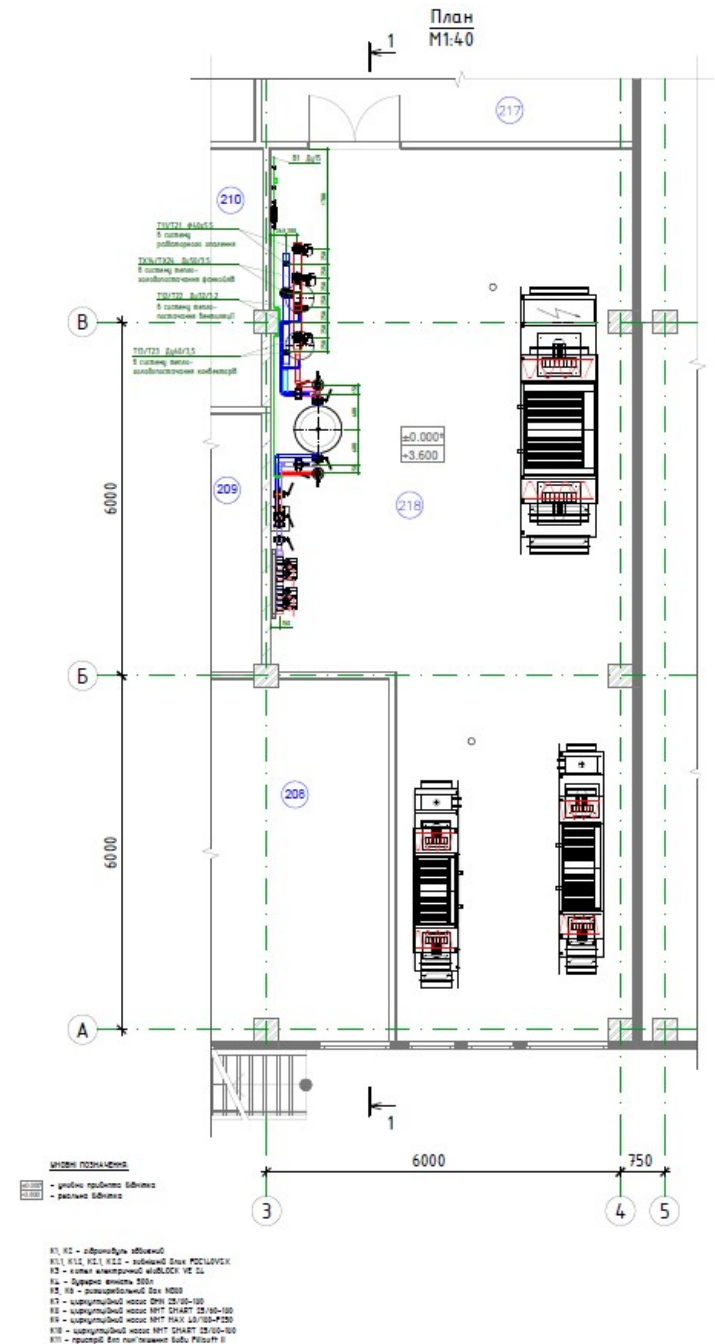
- чотирьох теплових насосів HeatGuard 140SX торгової марки «Mitsubishi Heavy» номінальною теплопродуктивністю кожного 16000 Вт та номінальною холодопродуктивністю кожного 14000 Вт;

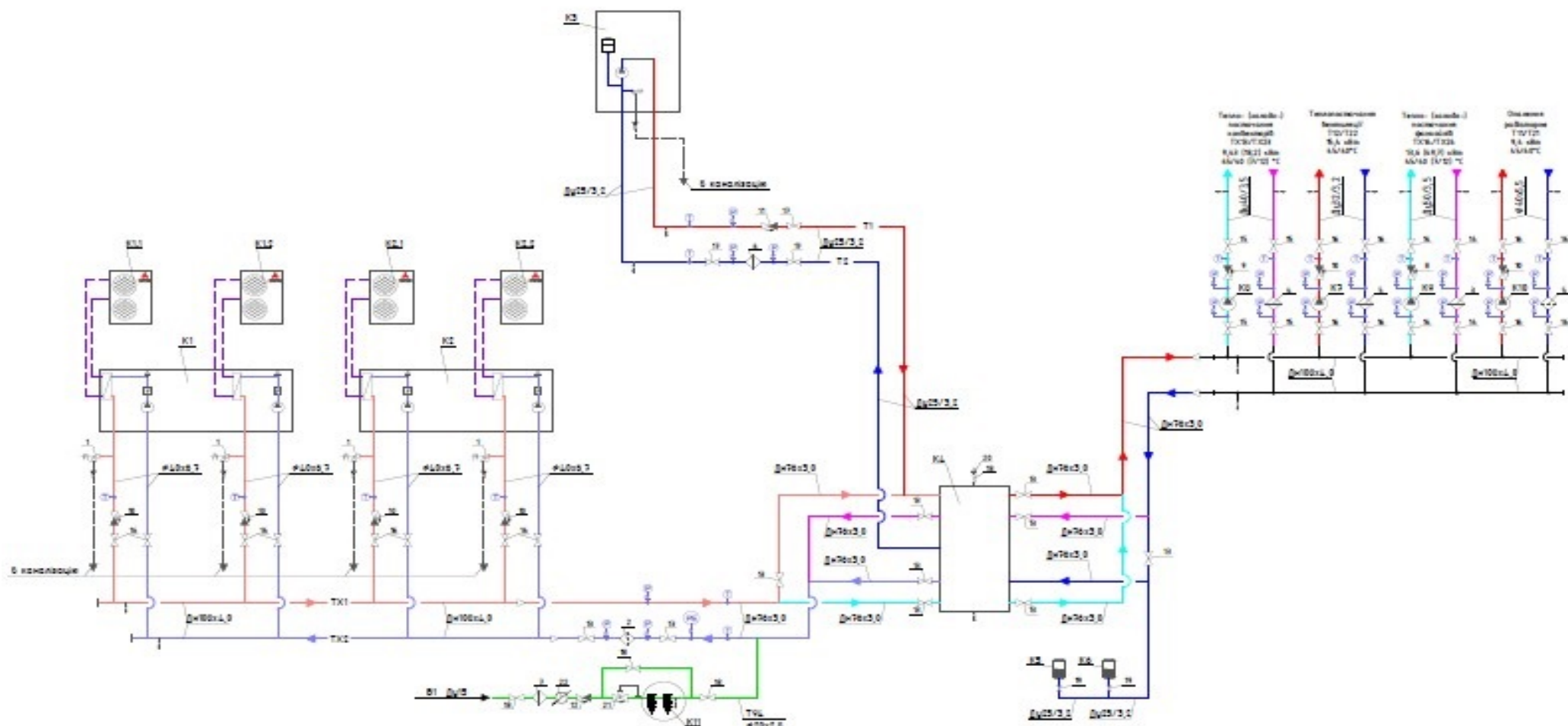
- одного настінного електричного котла eIoBLOCK VE 24 торгової марки «Vaillant» номінальною теплопродуктивністю 24000 Вт.

Контури теплогенераторів і споживачів розділені буферною ємністю об'ємом 500л. Циркуляція теплоносія у всіх контурах забезпечується окремими або вбудованими в конструкцію обладнання циркуляційними насосами.

До розподільчого колектора підключені такі контури:

- 1 контур - система радіаторного опалення;
- 2 контур - система теплопостачання вентиляції;
- 3 контур - система тепло- холодопостачання конвекторів;
- 4 контур - система тепло- холодопостачання фанкойлів.



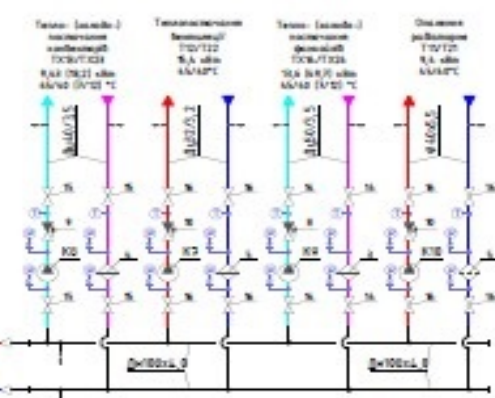


K1, K2 - абраныя з'яўненні
 K1), K12, K2), K22 - з'яўненні блоку ПОВІСЛІВІК
 K3 - катал электрычны «BLOCK VE 14
 K4 - Бурвера ёмнасць 50л
 K5, K6 - рэагавальны блок H200
 K7 - цыркуляцыйны насос DPM 13/100-100
 K8 - цыркуляцыйны насос NHT SMART 13/100-100
 K9 - цыркуляцыйны насос NHT MAX 13/100-120
 K10 - цыркуляцыйны насос NHT SMART 13/100-100
 K11 - прылад для павышэння ціску Pilsauff 8

1 - запобяжны клапан DN15x10 3.0 бар
 2 - фільтр сеткавы фракцыяў DN50
 3 - фільтр сеткавы фракцыяў DN50
 4 - фільтр сеткавы нудыёвы DN1/2"
 5 - фільтр сеткавы нудыёвы DN1/2"
 6 - фільтр сеткавы нудыёвы DN1/2"
 7 - фільтр сеткавы нудыёвы DN1/2"
 8 - зваротны клапан нівелізацыі DN50
 9 - зваротны клапан нудыёвы DN1/2"
 10 - зваротны клапан нудыёвы DN1/2"
 11 - зваротны клапан нудыёвы DN1/2"
 12 - зваротны клапан нудыёвы DN1/2"
 13 - засувка нівелізацыі DN50
 14 - засувка нівелізацыі DN50
 15 - кран нудыёвы DN1/2"
 16 - кран нудыёвы DN1/2"
 17 - кран нудыёвы DN1/2"
 18 - кран нудыёвы DN1/2"
 19 - кран нудыёвы DN1/2"
 20 - зваротны клапан з з'яўленні DN1/2"
 21 - п'яціп'яцілінейны клапан WPL-V102
 22 - лічылка баўу JS 1,6-02 Smart C-

Сімвалі пазначэння:

- Тэрмометр 0/100 °C
- Паскарэньне 0,1 бар
- Дзяржаць клапан
- Кран аб'ездны і/або кран аб'ездны
- Дзяржаць кран
- Напрамак руху сцэжэння



НАУКОВА ЧАСТИНА

Відповідно до пунктів 2 та 3 статті 2 ЗУ Про енергетичну ефективність будівель, промислові будівлі підлягають під дію цього закону, але на них «не поширюються мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель та не підлягають сертифікації енергетичної ефективності». Це пов'язано із значною будівельною різноманітністю промислових об'єктів та великим спектром мікрокліматичних вимог до приміщень, які в свою чергу залежать від технологічних процесів виробництва. Однак на думку багатьох енергоаудиторів для кількісної оцінки енергоефективності промислової будівлі доцільно було би розробляти Сертифікати енергоефективності без визначення класу енергоефективності будівлі при проведенні проектування нових підприємств та комплексній термомодернізації існуючих.

Використання існуючих державних методик із сертифікації будівель житлового та громадського призначення для промислових будівель дасть можливість оцінити енергоефективність проектних рішень, що приймаються проектувальником інженерних систем і у першому наближенні порівнювати промислові об'єкти між собою.

З цією метою в чинній роботі було використане комп'ютерне програмне забезпечення Audytor OZC 7.0 PRO європейської фірми Sankom Sp. Z o.o. (Польща) в якому застосовані нормативні методики Мінрегіону України.

Комп'ютерно-аналітичне моделювання річного енергоспоживання промисловою будівлею заводу медичних пластирів дозволило дослідити вплив прийнятих конструктивно-технологічних рішень інженерних систем на значення питомого річного енергоспоживання, та виявити рівень їх впливу.

На наведених нижче таблиці 3.1 та рисунках наведені результати техніко-енергетичного моделювання споживання теплової енергії інженерними системами заводу медичних пластирів при відповідно-прийнятих проектно-технічних рішеннях опалення, вентиляції та кондиціонування (охолодження).

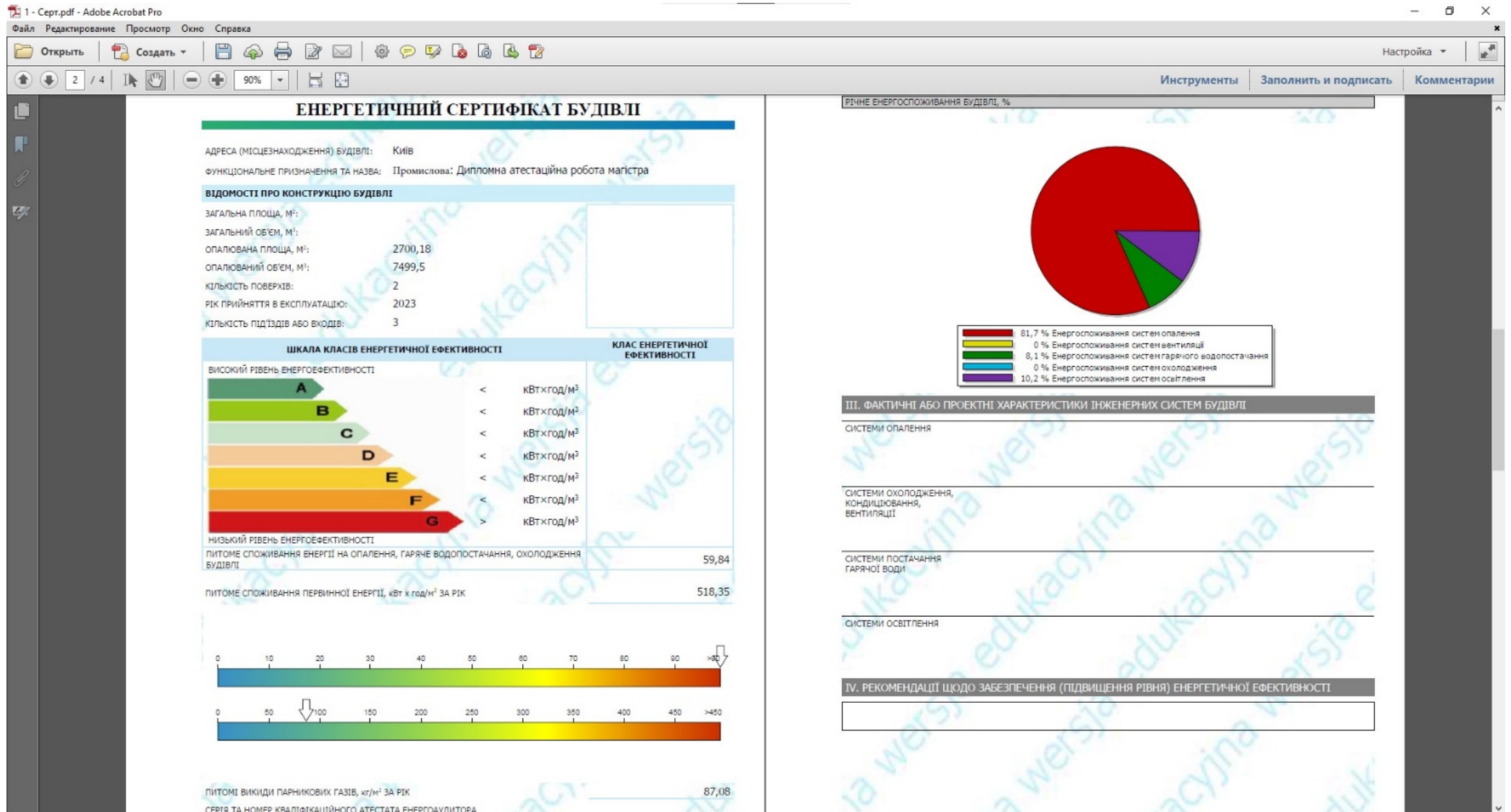


Рис.1а

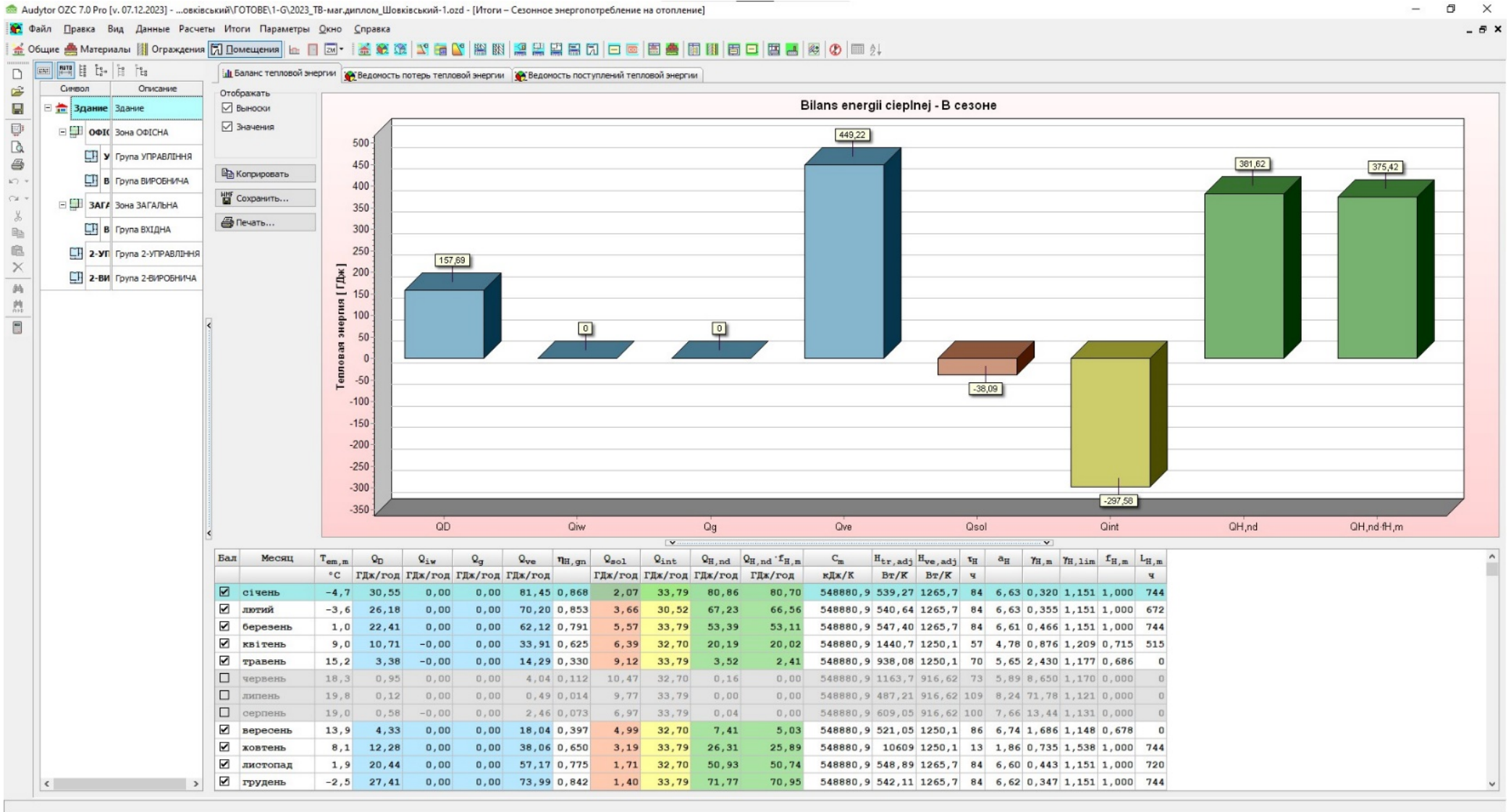


Рис.16

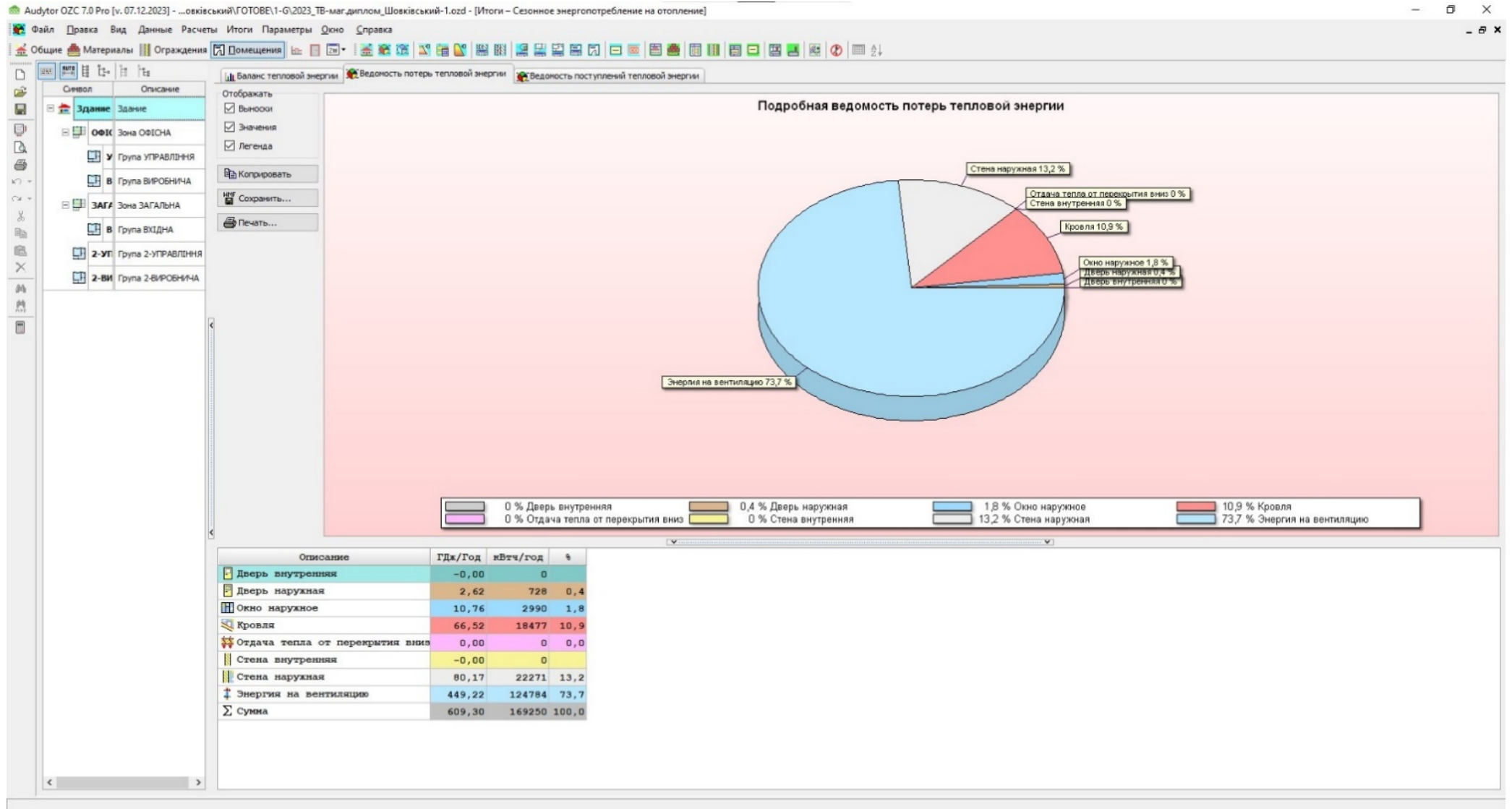


Рис.1в

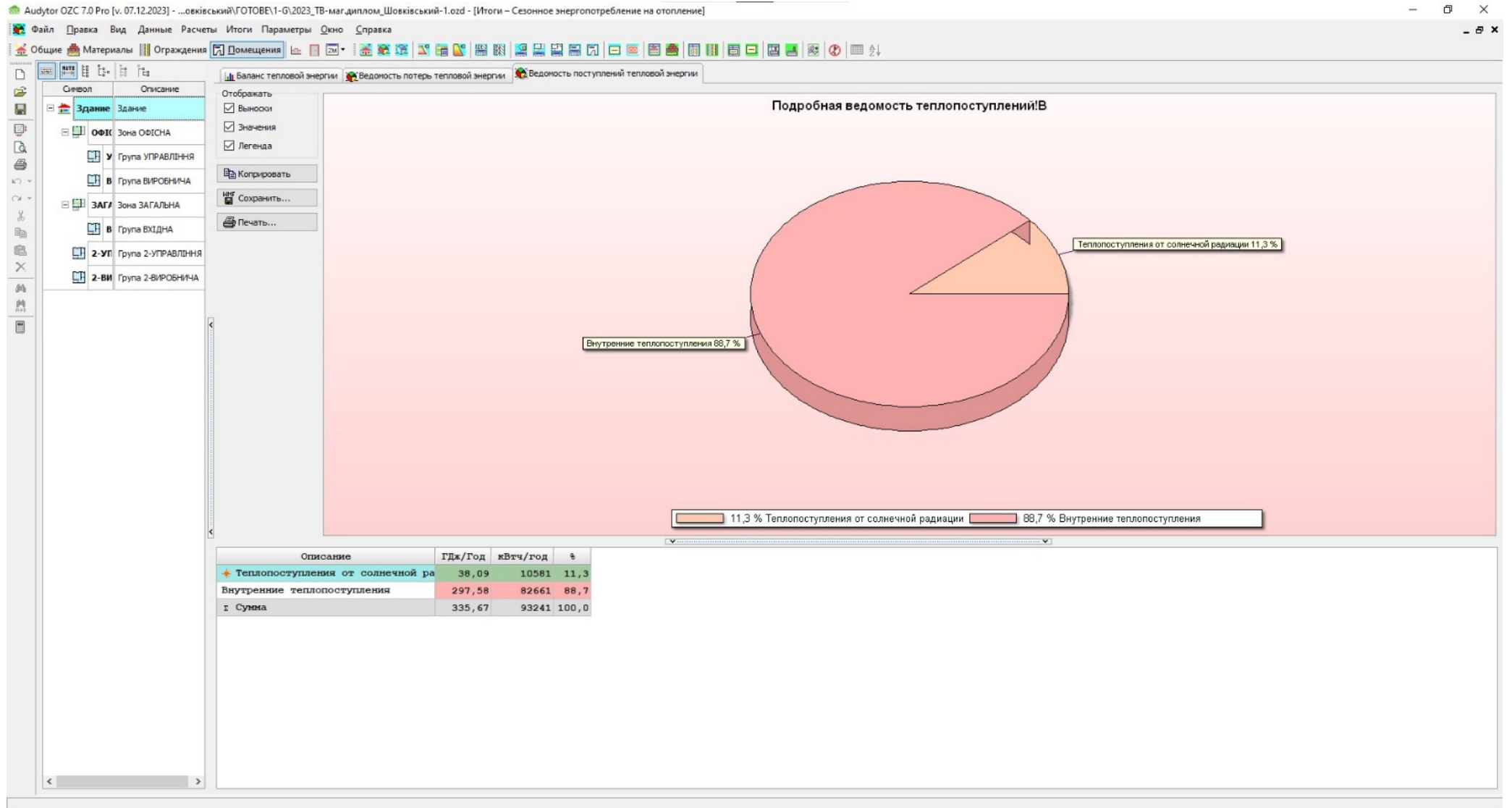


Рис.1г

Рис.1. СО - без нічного зменшення θ_{int} + В - природня + без охолодження.

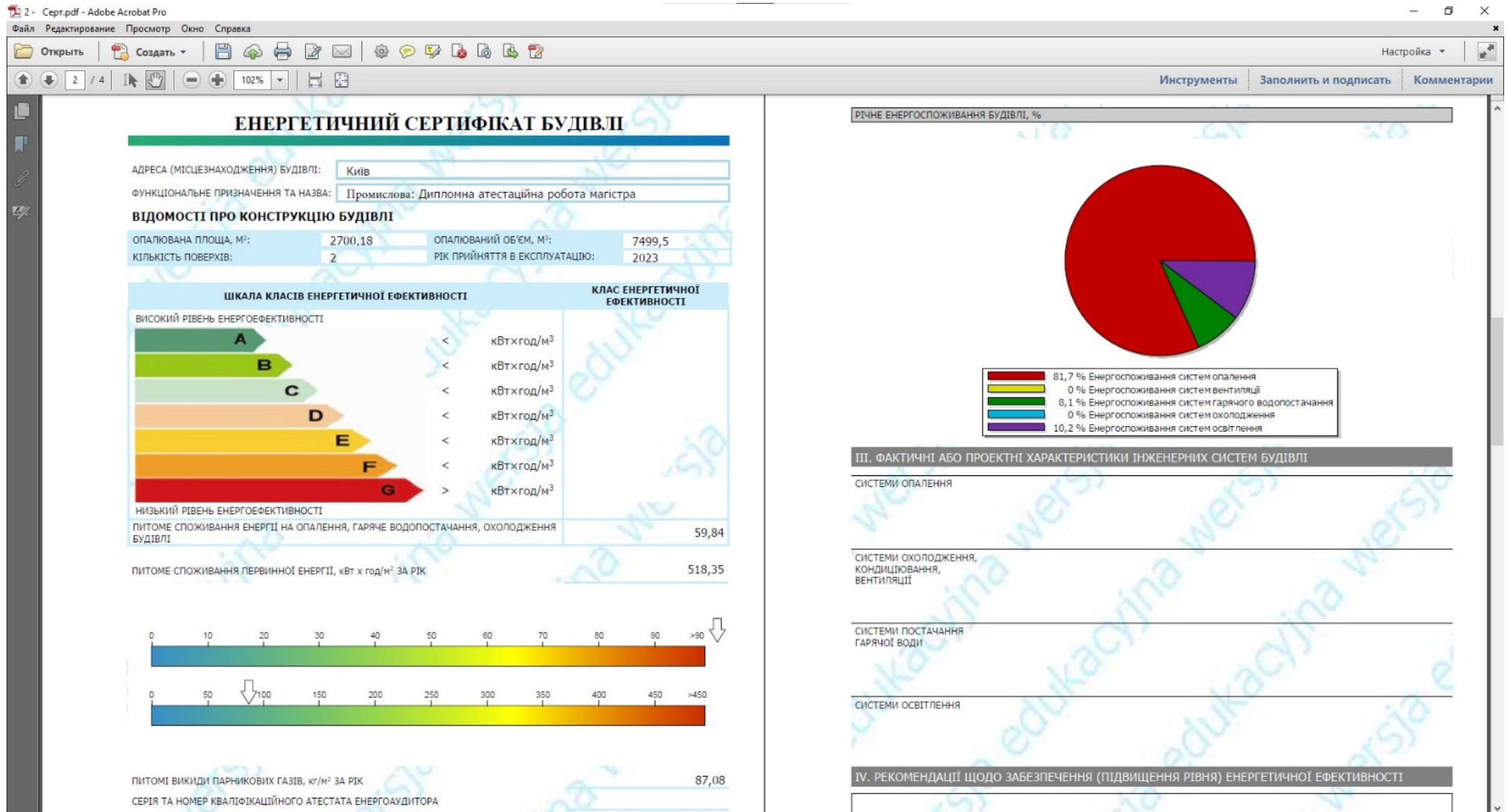


Рис.2а

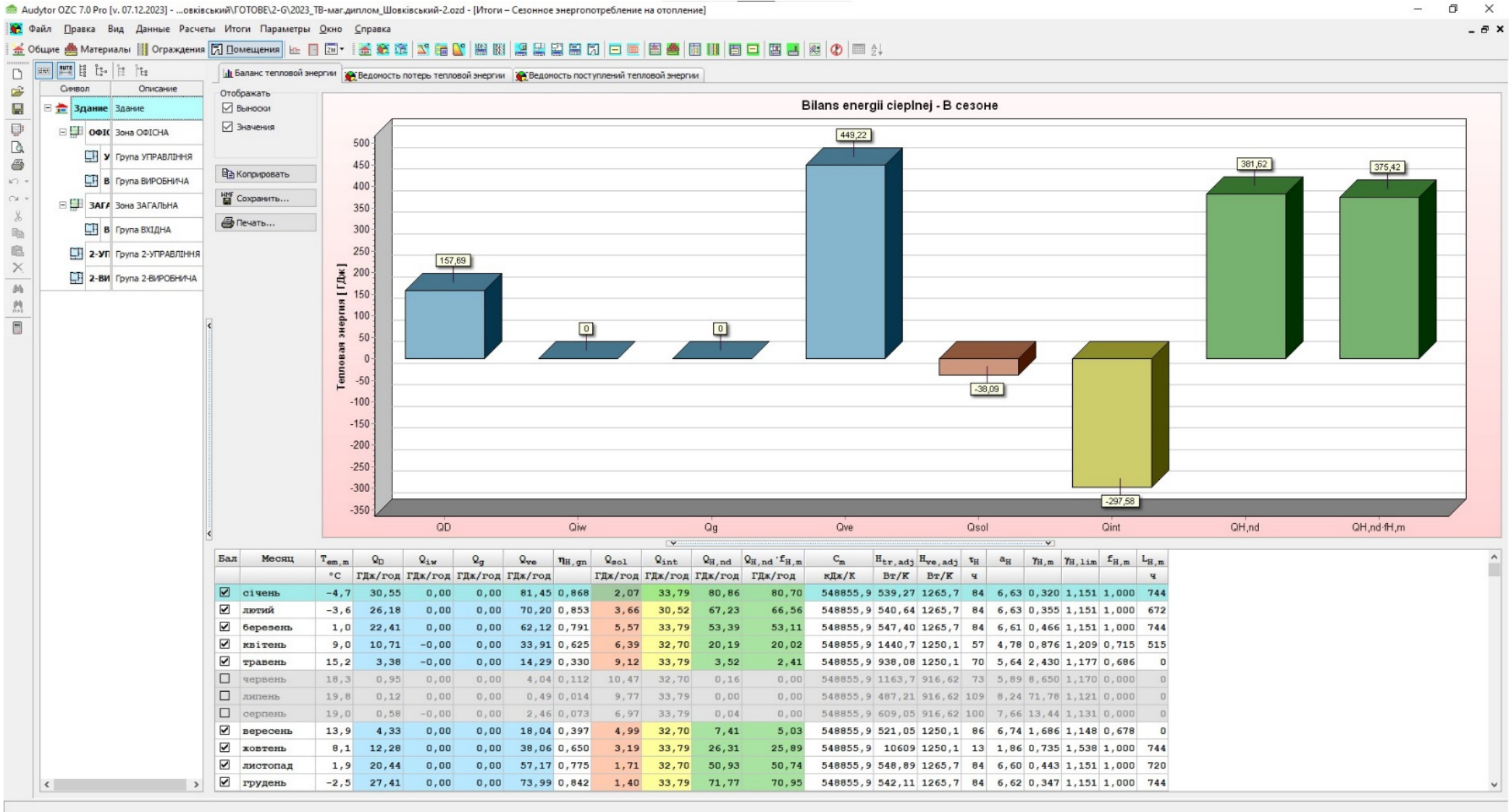


Рис.26
Рис.2. СО - нічне зменшення $\theta_{int} + V$ - природня + без кондиціювання.

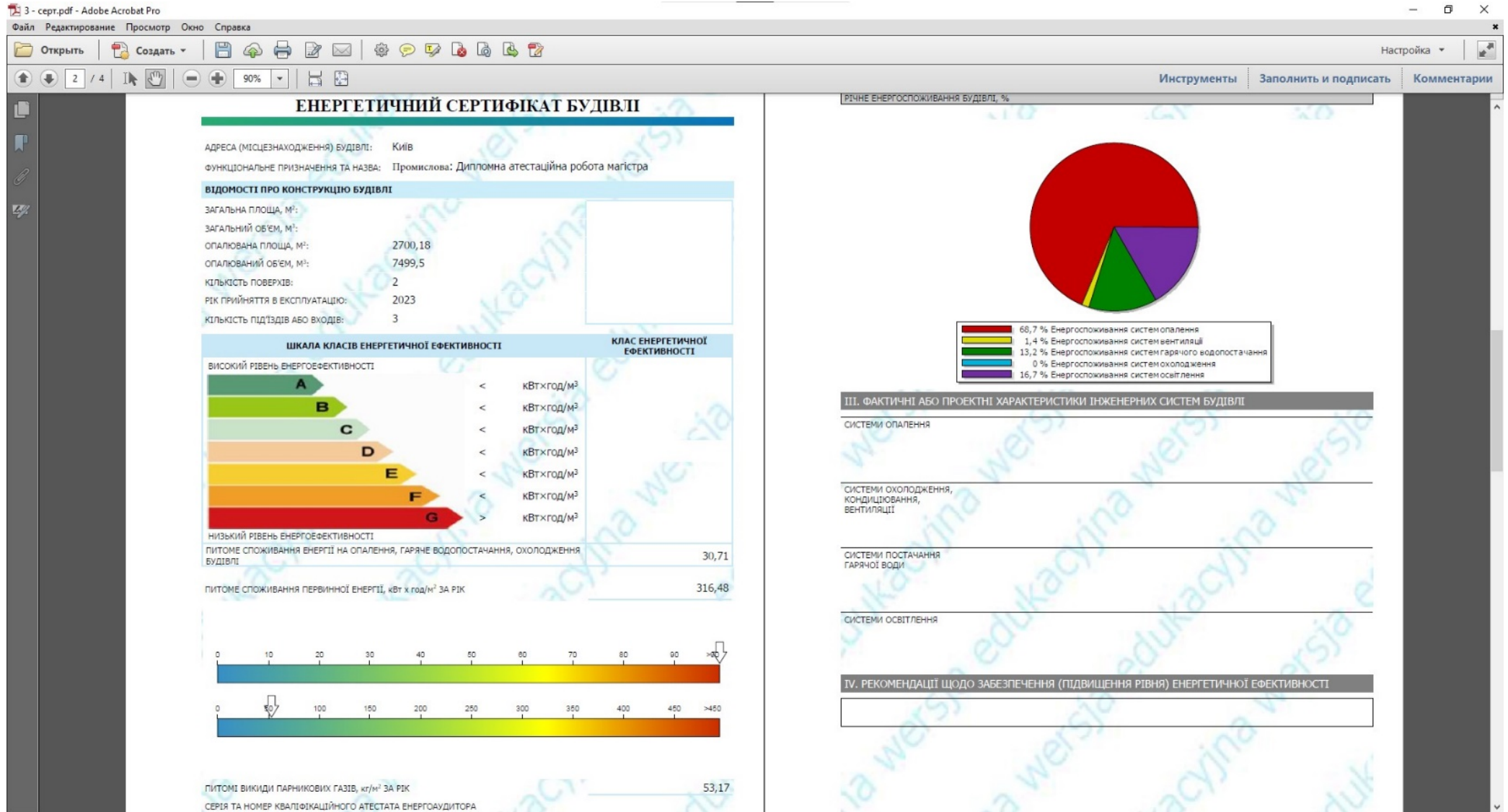


Рис.3а

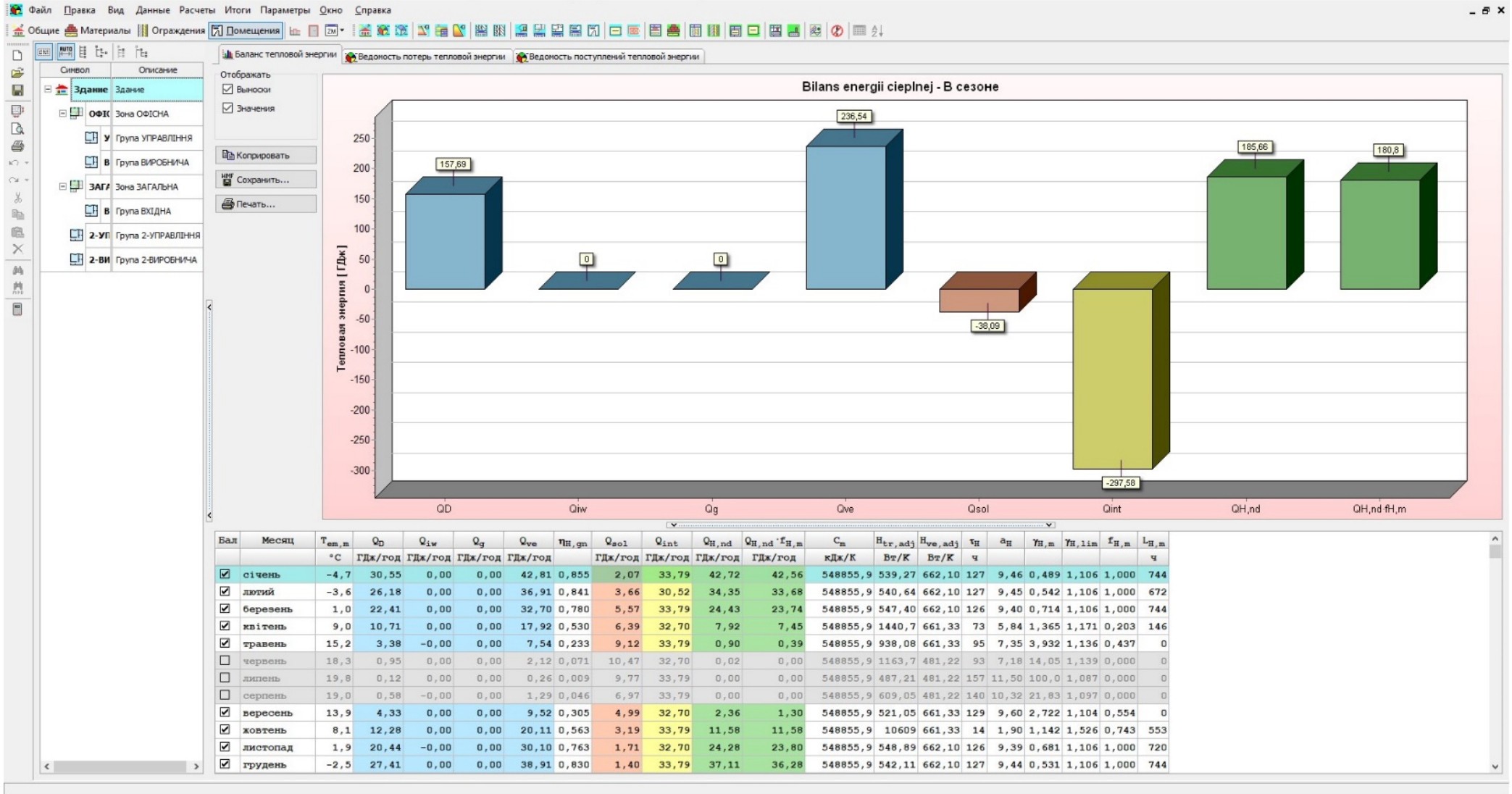


Рис.36

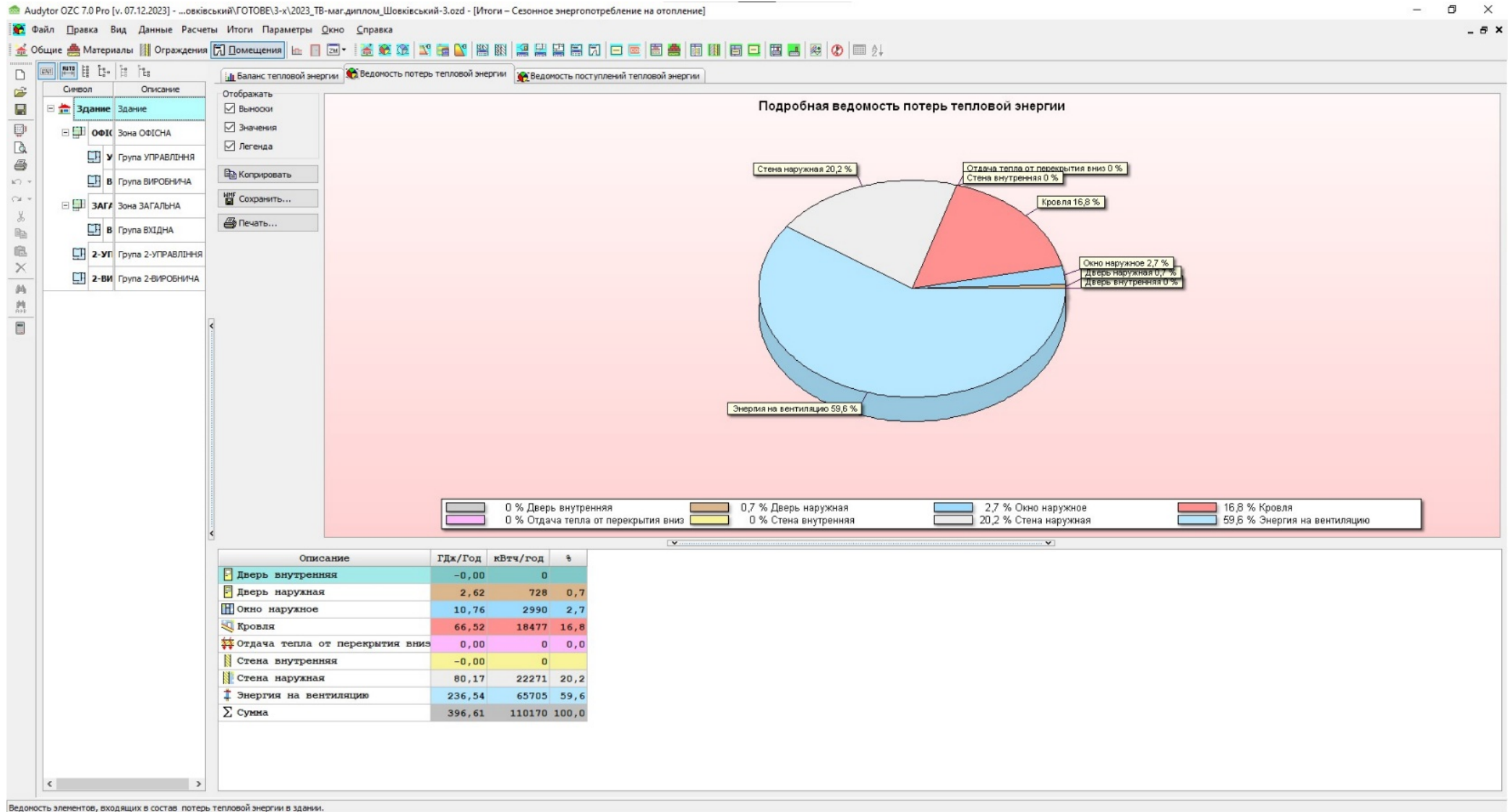


Рис.3в

Рис.3. СО - нічне зменшення θ_{int} + В – механічна з рекуператором + без кондиціювання.

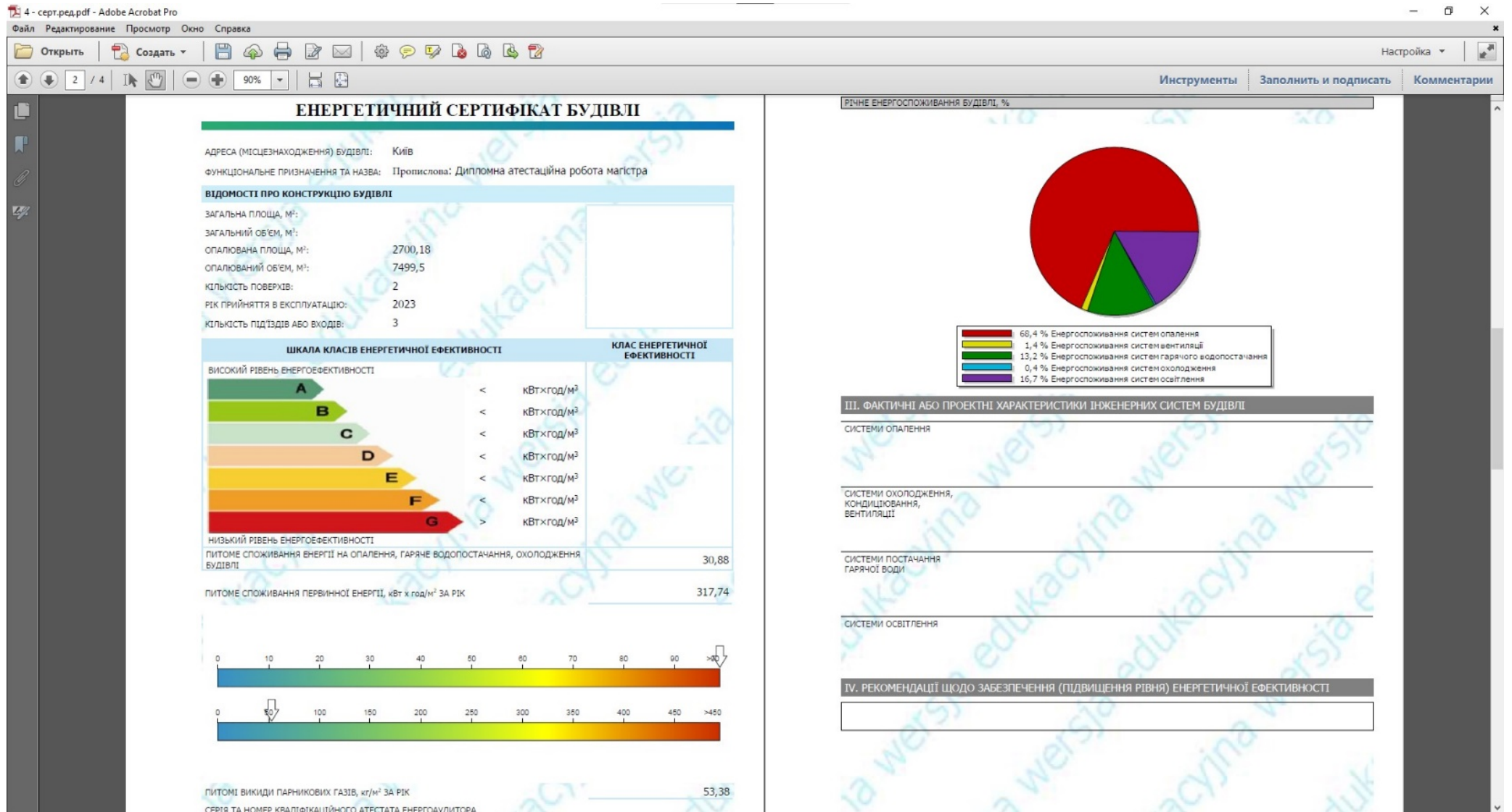


Рис.4а

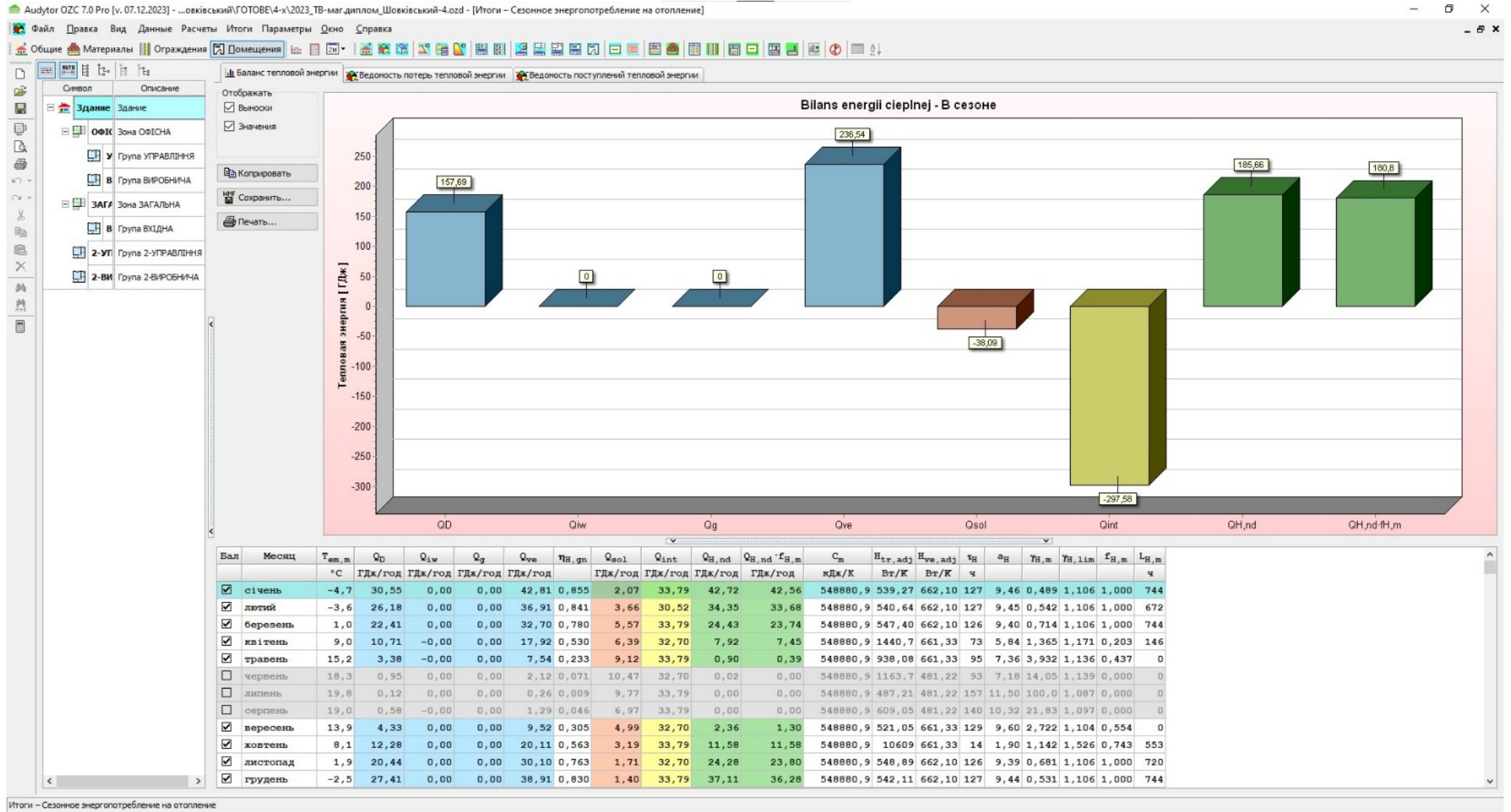


Рис.46

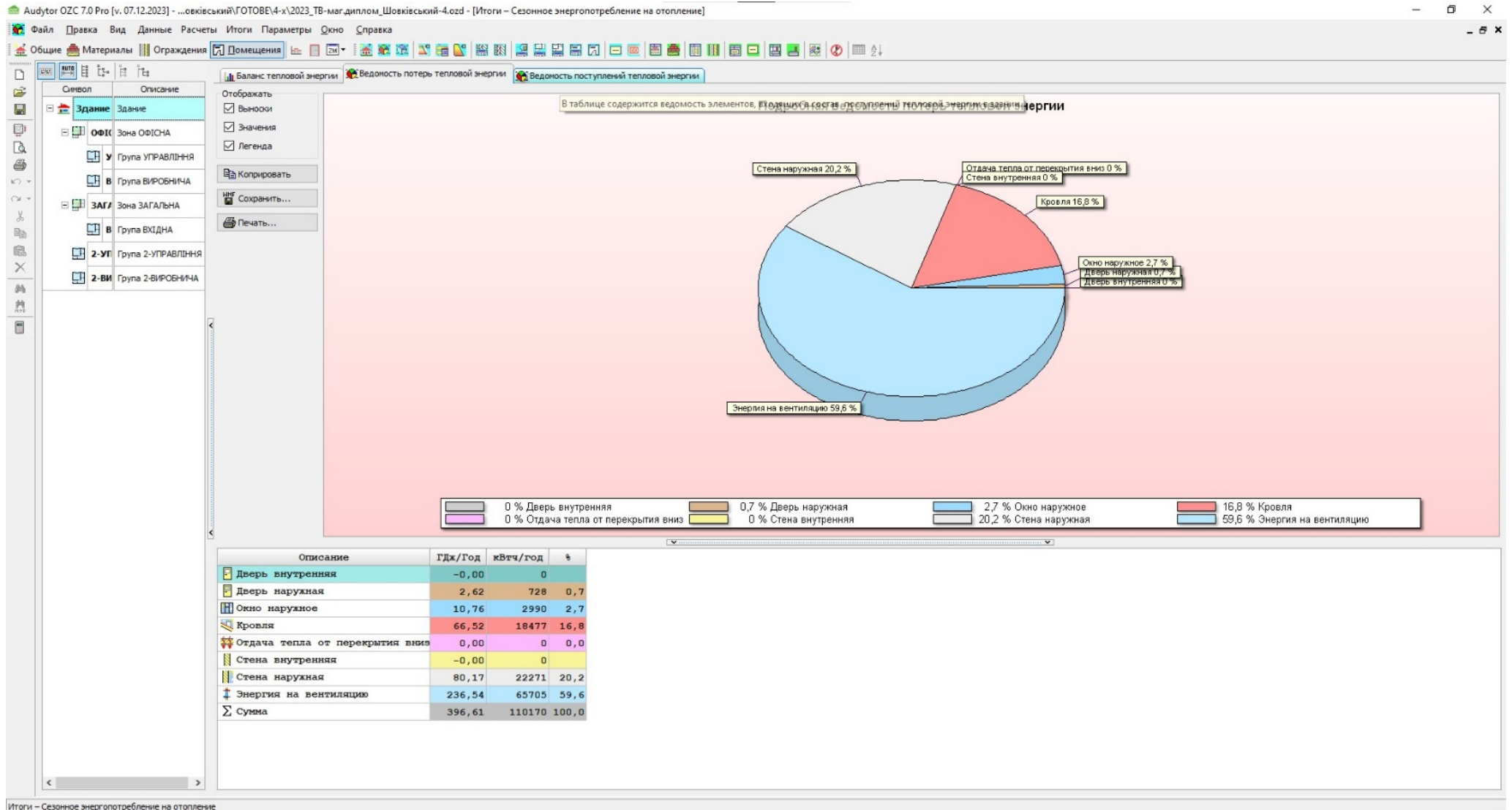


Рис.4в

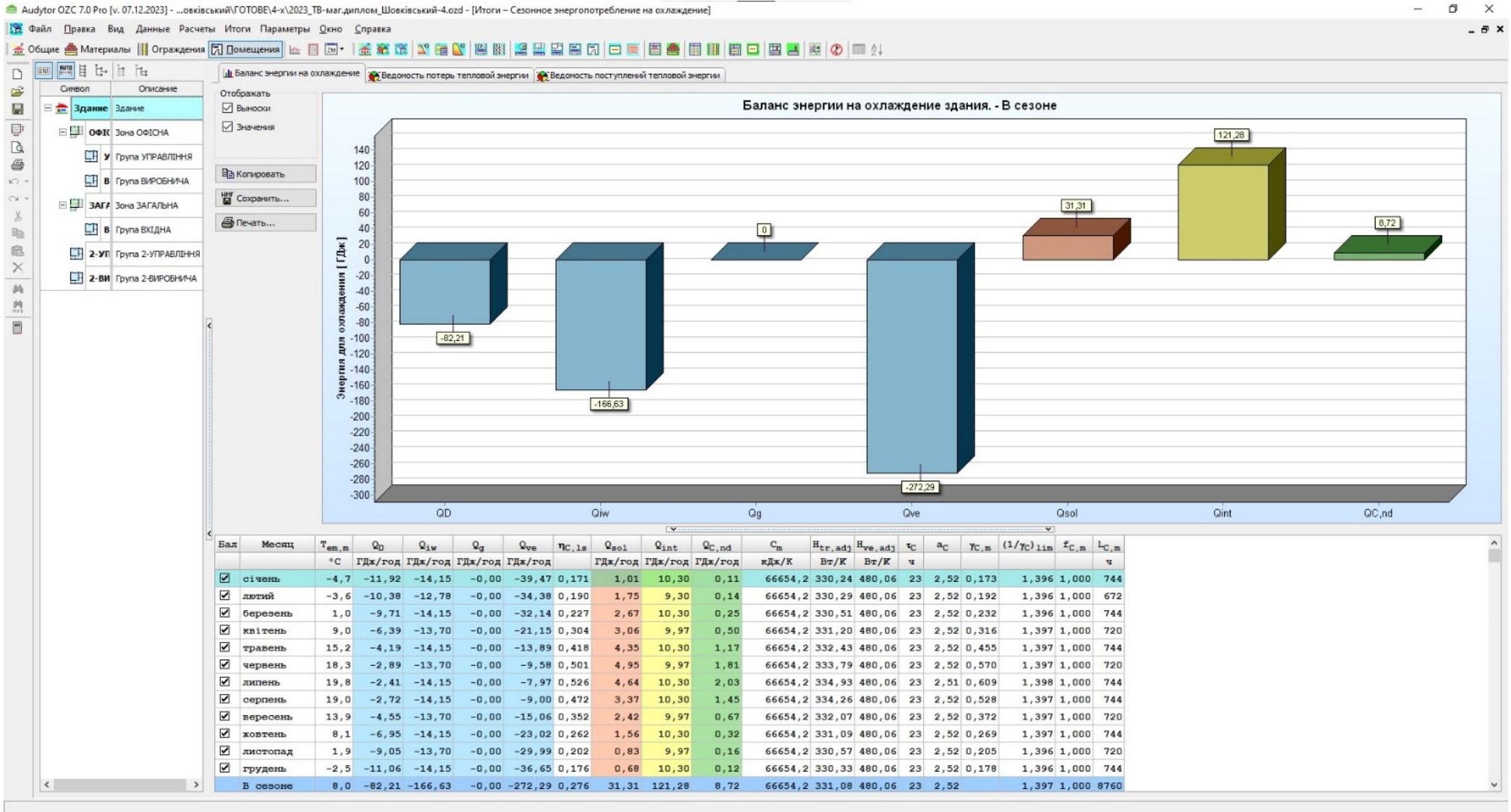


Рис.4г

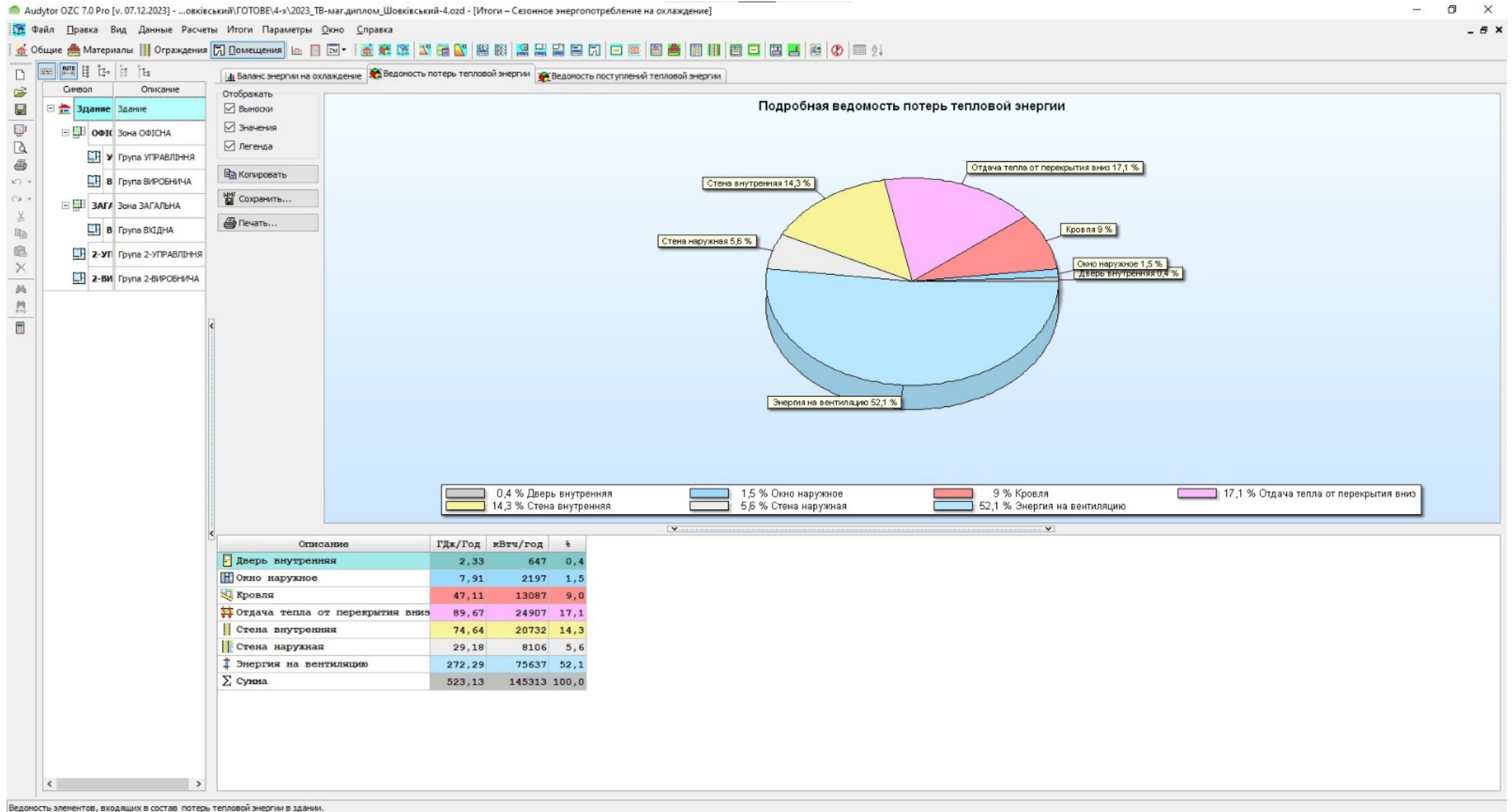


Рис.4д

Рис.4 : СО - нічне зменшення θ_{int} + В – механічна з рекуператором + кондиціонування.

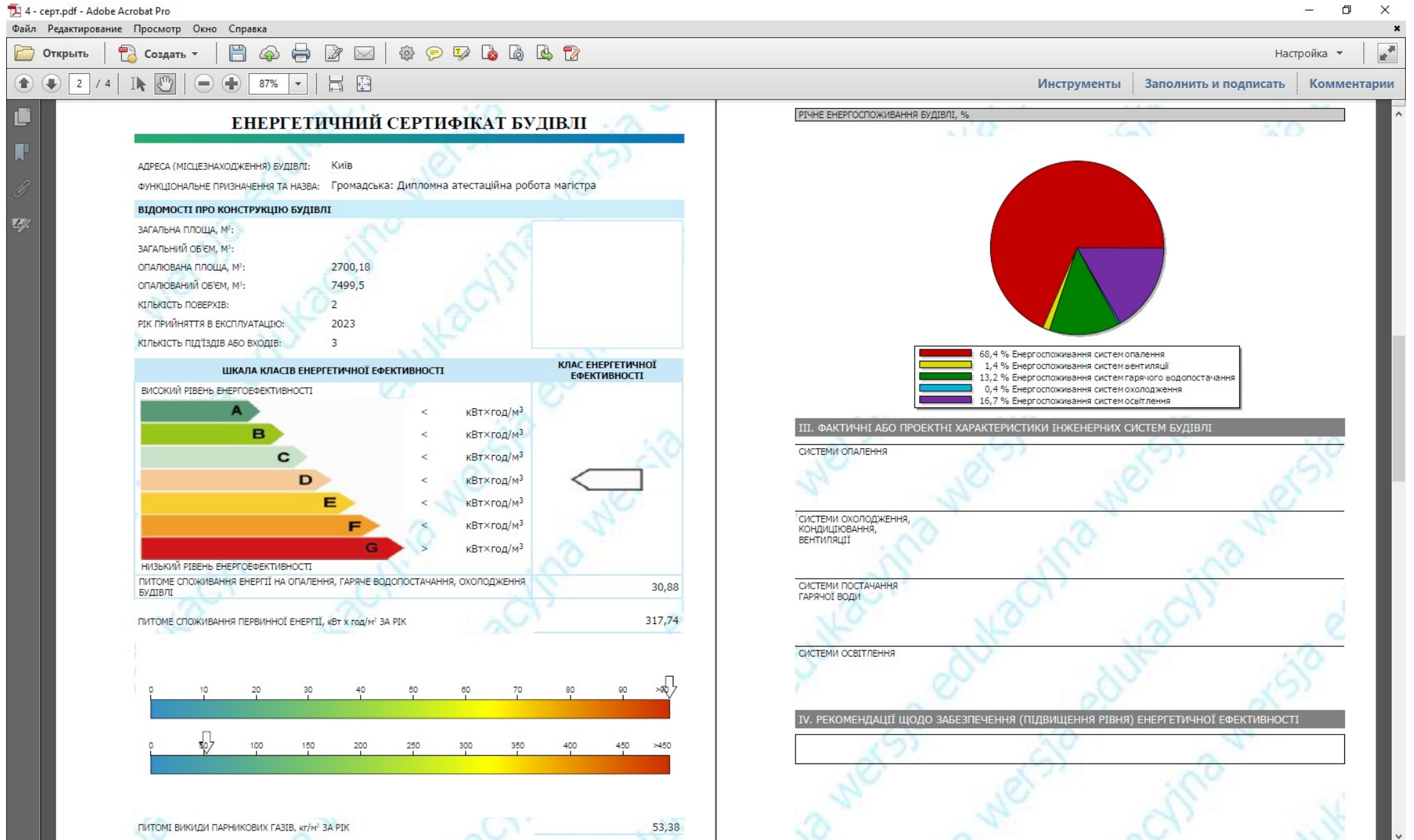


Рис.4 : Клас енергоефективності промислової будівлі за нормами громадської (СО - нічне зменшення θ_{int} + В – механічна з рекуператором + кондиціонування)

Результати енергетичного моделювання проектних рішень інженерних систем

№ рис. та умови моделювання	Аналіз результатів
Рис.1. СО - без нічного зменш. $\theta_{int} +$ В - природня + без охолодження	опалення – 81,7%; вентиляція - 0%; кондиціювання - 0%.
Рис.2. СО - нічне зменш. $\theta_{int} +$ В - природня + без охолодження.	опалення – 81,7%; вентиляція - 0%; кондиціювання - 0%.
Рис.3. СО - нічне зменш. $\theta_{int} +$ В – механічна з рекуп. + без охолодження	опалення – 68,7%; вентиляція – 1,4%; кондиціювання - 0%.
Рис.4. СО - нічне зменш. $\theta_{int} +$ В – механічна з рекуп. + без охолодження	опалення – 68,4%; вентиляція – 1,4%; кондиціювання – 0,4%.

ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

1. Розглянуті основні складові забезпечення енергоефективності промислових та офісних будівель та визначені основні напрямки їх підвищення. Проаналізовані можливі заходи з енергозбереження та утилізації теплової енергії на промислових підприємствах для підвищення енергоефективності систем опалення та вентиляції. Розглянута можливість застосування теплонасосних установок та теплоутилізаторів для забезпечення енергоефективності промислових будівель.

2. В розділі 2 Запропоновані схеми інженерних систем забезпечення мікроклімату для приміщень заводу з виробництва медичних пластирів. Виконані інженерні розрахунки для забезпечення теплового захисту будівлі, теплового балансу приміщень, систем опалення та вентиляції.

3. Аналітично досліджено вплив технічних рішень систем забезпечення мікроклімату з теплозабезпеченням їх роботи від теплового насосу на енергоефективність будівлі заводу з виробництва медичних пластирів.

4. Виконана оцінка впливу проектних рішень інженерних систем забезпечення мікроклімату на загальну енергоефективність об'єкту при розробці сертифікату енергоефективності будівлі заводу медичних пластирів.

5. Розглянуті основні функції системи автоматизації інженерних систем заводу медичних пластирів на підставі чого запропонована принципова схема автоматизації вентиляційних установок.

6. Розроблено локальний кошторис на будівельно-монтажні роботи в якому визначена кошторисна вартість будівельних робіт, кошторисна трудомісткість та заробітна плата на будівництво заводу медичних пластирів.

7. В роботі аналітично обґрунтовано застосування теплового насосу та рекуператора теплової енергії для забезпечення високої енергоефективності роботи систем опалення та вентиляції заводу медичних пластирів. Чинна робота виконана з врахуванням Закону України про енергоефективність будівель.

8. Отримані результати досліджень можуть бути використані для комплексної термомодернізації існуючих будівель промислового призначення та проектування і будівництва нових.