

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет будівництва, транспорту та енергетики
Кафедра «Електротехнічні системи та енергетичний менеджмент»

“Допущено до захисту”
Зав. кафедрою ЕТС та ЕМ
к.т.н., професор
_____ П. Плешков
“ ____ ” _____ 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ

на тему:

**«Проектування енергопостачання вул. Героїв-
рятувальників м. Кропивницького з впровадженням
системи енергоменеджменту**

**Design of power supply for Heroiv-ryatuval'nykiv St.,
Kropyvnytskyi, with the implementation of an energy
management system »**

Виконав здобувач вищої освіти
IV курсу, групи ЕЕ-23мб
ОПП «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
_____ О. Поліщук
« ____ » _____ 2026 р.

Керівник роботи
доцент, канд. техн. наук
_____ О. Сіріков
« ____ » _____ 2026 р.

Рецензент _____

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет *будівництва, транспорту та енергетики*

Кафедра *електротехнічних систем та енергетичного менеджменту*

Рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

Галузь знань *14 «Електрична інженерія»*

Спеціальність

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-професійна програма

Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри ЕТС та ЕМ

_____ П. Плєшков

«_____» _____ 2026 р.

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА
ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

_____ *Поліщука Олега Сергійовича*

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи *Проектування енергопостачання вул. Героїв-рятувальників м. Кропивницького з впровадженням системи енергоменеджменту*
Design of power supply for Heroiv-ryatuval'nykiv St., Kropyvnytskyi, with the implementation of an energy management system

2. Керівник роботи *Сіріков Олександр Іванович, к.т.н., доцент*

(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту 01.06.2026 р.

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи *Мета: проектування енергопостачання вул. Героїв-рятувальників м. Кропивницького з впровадженням системи енергоменеджменту*

Завдання: 1. Вступ. Коротка характеристика об'єкту енергопостачання; 2. Розрахунок електричних навантажень; 3. Розрахунок теплових навантажень мікрорайону та побудова графіків теплового споживання; 4. Гідравлічний розрахунок теплової мережі та розрахунок теплової ізоляції; 5. Побудова графіків електричних навантажень для мікрорайону; 6. Побудова картограми електричних та теплових навантажень мікрорайону; 7. Вибір напруги і електричних схем зовнішнього електропостачання; 8. Режимы реактивної потужності системи електропостачання мікрорайону; 9. Розрахунок струмів коротких замикань, вибір високовольтного обладнання і мереж системи електропостачання; 10. Спеціальний розділ. Впровадження системи енергоменеджменту; 11. Висновки; 12. Література.

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
<i>Спеціальний розділ</i>	<i>доцент Н. Гарасьова</i>		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Вступ. Коротка характеристика об'єкту енергопостачання</i>	<i>14.04</i>	
2	<i>Розрахунок електричних навантажень</i>	<i>18.04</i>	
3	<i>Розрахунок теплових навантажень мікрорайону та побудова графіків теплового споживання</i>	<i>23.04</i>	
4	<i>Гідравлічний розрахунок теплової мережі та розрахунок теплової ізоляції</i>	<i>27.04</i>	
5	<i>Побудова графіків електричних навантажень для мікрорайону</i>	<i>30.04</i>	
6	<i>Побудова картограми електричних та теплових навантажень мікрорайону</i>	<i>04.05</i>	
7	<i>Вибір напруги і електричних схем зовнішнього електропостачання</i>	<i>08.05</i>	
8	<i>Режими реактивної потужності системи електропостачання мікрорайону</i>	<i>13.05</i>	
9	<i>Розрахунок струмів коротких замикань, вибір високовольтного обладнання і мереж системи електропостачання</i>	<i>18.05</i>	
10	<i>Спеціальний розділ. Впровадження системи енергоменеджменту</i>	<i>21.05</i>	
11	<i>Висновки. Література</i>	<i>28.05</i>	
12	<i>Оформлення розрахунково-пояснювальної записки та презентаційних матеріалів</i>	<i>01.06</i>	

Дата видачі завдання

«___» _____ 2026 р.

Підпис керівника

_____ Сіріков О.І.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 2026 р.

Підпис здобувача

_____ Поліщук О.С.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота: 85 с.; 13 рис.; 40 табл.; 6 джерел

Поліщук О.С. Проектування енергопостачання вул. Героїв-рятувальників м. Кропивницького з впровадженням системи енергоменеджменту, м. Кропивницького. – Рукопис.

Кваліфікаційна робота першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», ОПП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». – ЦНТУ, Кропивницький, 2026 рік.

В даній кваліфікаційній роботі спроектовано енергопостачання вул. Героїв-рятувальників м. Кропивницького з впровадженням системи енергоменеджменту.

В роботі виконаний розрахунок електричних навантажень споживачів вул. Героїв-рятувальників методом коефіцієнта участі в максимумі навантаження. Побудована картограма та графіки електричних навантажень. Проведені розрахунки компенсації реактивної потужності. На основі техніко-економічного розрахунку обрана схема електропостачання кабельними лініями 10 кВ зі спорудженням центрального розподільчого пристрою 10 кВ. Внутрішнє електропостачання здійснюється за магістральною схемою. На основі розрахунків струмів короткого замикання вибрано та перевірено високовольтне обладнання.

Проведено розрахунок теплових навантажень на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання споживачів вул. Героїв-рятувальників, побудовано річний графік споживання теплової енергії та графік за тривалістю. Виконаний гідравлічний розрахунок теплової мережі, на основі якого обрано діаметри трубопроводів. Проведено вибір теплової ізоляції трубопроводів.

В спеціальному розділі розглядалося питання впровадження системи енергетичного менеджменту. Розглянуто поняття, принципи та методи енергетичного менеджменту. Розглянуті завдання, функції і вимоги до забезпечення системи енергетичного менеджменту на підприємстві.

Ключові слова: електричне навантаження, теплове навантаження, компенсація реактивної потужності, система енергетичного менеджменту

ABSTRACT

Qualification work: 85 p.; 13 Fig.; 40 tables; 6 sources

Polishchuk O.S. Design of power supply for Heroiv-ryataval'nykiv St., Kropyvnytskyi, with the implementation of an energy management system. - Manuscript.

Qualification work of the first (bachelor's) level of higher education in specialty 141 "Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics", EPP "Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics". – Central National Technical University, Kropyvnytskyi, 2026.

In this qualification work, the power supply of Heroiv-Rataval'kiv Street in Kropyvnytskyi was designed with the implementation of an energy management system.

The work calculated the electrical loads of consumers of Heroiv-Rataval'kiv Street using the maximum load participation coefficient method. A cartogram and graphs of electrical loads were constructed. Calculations of reactive power compensation were performed. Based on the feasibility study, a 10 kV cable power supply scheme was selected with the construction of a 10 kV central switchgear. Internal power supply is carried out according to the main scheme. Based on short-circuit current calculations, high-voltage equipment was selected and checked.

The thermal loads for heating, ventilation and hot water supply of consumers of Heroiv-Rataval'kiv Street were calculated, an annual schedule of heat energy consumption and a schedule by duration were constructed. A hydraulic calculation of the heat network was performed, on the basis of which the diameters of the pipelines were selected. The choice of thermal insulation of the pipelines was made.

A special section considered the issue of implementing an energy management system. The concepts, principles and methods of energy management were considered. The tasks, functions and requirements for ensuring an energy management system at the enterprise were considered.

Key words: electrical load, thermal load, reactive power compensation, energy management system

ЗМІСТ

1. Вступ. Коротка характеристика об'єкту енергопостачання.....	7
2. Розрахунок електричних навантажень.....	9
2.1. Розрахунок електричних навантажень житлових та комунально-побутових будинків.....	9
2.2. Розрахунок освітлювальних навантажень мікрорайону	12
2.3. Розрахунок електричних навантажень в мережах вище 1000 В	14
2.4. Вибір кількості та потужності трансформаторів підстанцій	14
3. Розрахунок теплових навантажень мікрорайону та побудова графіків теплового споживання	19
3.1. Розрахунок теплового навантаження на опалення	19
3.2. Розрахунок теплових навантажень на вентиляцію	21
3.3. Розрахунок теплових навантажень на гаряче водопостачання	21
3.4. Розрахунок та побудова графіків теплового споживання мікрорайону	23
4. Гідравлічний розрахунок теплової мережі та розрахунок теплової ізоляції	31
4.1. Гідравлічний розрахунок теплової мережі	31
4.2. Розрахунок теплової ізоляції трубопроводів.....	31
5. Побудова графіків електричних навантажень для мікрорайону.....	41
6. Побудова картограми електричних та теплових навантажень мікрорайону	46
7. Вибір напруги і електричних схем зовнішнього електропостачання.....	54
8. Режим реактивної потужності системи електропостачання мікрорайону.....	57
8.1. Розрахунок балансу реактивної потужності та вибір компенсуючих пристроїв в високовольтних та низьковольтних мережах.....	57
8.2. Вибір кількості, потужності та місця розташування компенсуючих пристроїв мікрорайону	57
9. Розрахунок струмів коротких замикань, вибір високовольтного обладнання і мереж системи електропостачання	66
9.1. Розрахунок струмів короткого замикання.....	66
9.2. Вибір кабелів напругою 10 кВ для високовольтної мережі	70
9.3. Вибір електричних апаратів високої напруги	71
9.4. Вибір трансформаторів власних потреб	72
10. Спеціальний розділ. Впровадження системи енергоменеджменту	73
10.1. Поняття про енергетичний менеджмент.....	73
10.2. Принципи та методи енергетичного менеджменту.	75
10.3. Сутність, цілі, завдання енергоменеджменту.....	78
Висновки	84
Література	85

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Розроб.		Поліщук О.С.						
Перевір.		Сіріков О.І.						
Н. Контр.		Сіріков О.І.						
Затв.		Плешков П.Г.						
					Літ.			Аркуші
								Аркуші
					6			85
					ЦНТУ гр. ЕЕ-23мб			

Проектування енергопостачання
вул. Героїв-рятувальників
м. Кропивницького з впровадженням
системи енергоменеджменту

1. Вступ. Коротка характеристика об'єкту енергопостачання.

Стабільне та ефективне енергопостачання є однією з основних умов забезпечення комфортного проживання населення, функціонування об'єктів соціальної сфери та розвитку міської інфраструктури. Сучасні міста характеризуються значним рівнем споживання енергетичних ресурсів, насамперед електричної та теплової енергії, які використовуються для освітлення, роботи побутових і виробничих електроприладів, опалення, вентиляції, кондиціонування повітря та гарячого водопостачання. Тому питання проектування, модернізації та підвищення ефективності систем енергопостачання є важливим завданням сучасної енергетики.

Об'єктом дослідження в даній бакалаврській роботі є мікрорайон вулиці Героїв-рятувальників міста Кропивницький. Даний мікрорайон являє собою сформовану міську житлову забудову, до складу якої входять багатоквартирні житлові будинки, об'єкти громадського призначення, заклади торгівлі та побутового обслуговування, а також елементи комунальної інфраструктури. Для забезпечення нормальної життєдіяльності населення та функціонування всіх об'єктів необхідне безперебійне постачання електричної та теплової енергії.

Тривалість опалювального сезону становить у середньому 160–180 діб, що обумовлює значні потреби в тепловій енергії для опалення житлових і громадських будівель. Крім того, протягом року спостерігаються сезонні зміни електричних навантажень, пов'язані зі зміною тривалості світлового дня та режимів використання електроприладів.

Система енергопостачання мікрорайону включає електричні та теплові мережі, які забезпечують передачу енергії від джерел виробництва до кінцевих споживачів. Електропостачання району здійснюється через міські розподільчі мережі та трансформаторні підстанції, що забезпечують необхідний рівень напруги для живлення житлових, комунальних і громадських споживачів. Теплопостачання реалізується через централізовані або автономні джерела теплоти та систему теплових мереж, призначених для подачі теплоносія до будівель.

						Арк.
						7

Основними споживачами енергоресурсів у мікрорайоні є житлові будинки. Значну частку навантаження також формують заклади освіти, торговельні об'єкти, адміністративні будівлі та інші установи громадського призначення. Особливістю таких споживачів є нерівномірність добових і сезонних графіків споживання енергії. Максимальні теплові навантаження виникають у холодний період року під час роботи систем опалення та гарячого водопостачання, тоді як електричні навантаження залежать від часу доби, пори року та режимів експлуатації обладнання.

Важливим завданням під час проєктування систем енергопостачання є забезпечення необхідного рівня надійності та енергоефективності. Порушення режимів електро- або теплопостачання можуть призводити до значних матеріальних збитків, зниження рівня комфорту населення та погіршення умов експлуатації будівель. Саме тому під час розроблення систем енергозабезпечення необхідно виконувати розрахунки навантажень, визначати оптимальні параметри обладнання та оцінювати режими роботи мереж у різних умовах експлуатації.

Мікрорайон вулиці Героїв-рятувальників міста Кропивницький є складним об'єктом енергопостачання, функціонування якого залежить від надійної роботи систем електро- та теплопостачання. Дослідження характеристик енергоспоживання, визначення навантажень та аналіз ефективності систем енергозабезпечення є важливими етапами розроблення заходів щодо підвищення їх надійності, економічності та енергоефективності.

2. Розрахунок електричних навантажень

2.1. Розрахунок електричних навантажень житлових та комунально-побутових будинків

Розрахунок електричних навантажень житлових та комунально-побутових будинків проводиться за методикою з [1-3]. В якості прикладу розрахуємо електричне навантаження житлового будинку за адресою Героїв-рятувальників 4 к. 1.

Розрахункове активне та реактивне навантаження 0,4 кВ від квартир на вводі в будинок:

$$P_{p.kv} = P_{пит.kv} n_{kv} = 0,99 \cdot 72 = 71,3 \text{ кВт}, Q_{p.kv} = P_{p.kv} \operatorname{tg} \varphi_{kv} = 71,3 \cdot 0,29 = 20,7 \text{ квар.}$$

Розрахункове активне та реактивне навантаження для ліфтів:

$$P_{p.l} = k_{п.л} \sum_{i=1}^n n_{л.i} P_{л.i} = 0,8 \cdot 2 \cdot 7 = 11,2 \text{ кВт}, Q_{p.l} = P_{p.l} \operatorname{tg} \varphi_{л} = 11,2 \cdot 1,17 = 13,1 \text{ квар.}$$

Розрахункове активне та реактивне навантаження санітарно-побутових пристроїв (насосів):

$$P_{p.cnp} = k_{п.cnp} \sum_{i=1}^n n_{cnp.i} P_{cnp.i} = 1 \cdot 2 \cdot 9 = 18,0 \text{ кВт}, Q_{p.cnp} = P_{p.cnp} \operatorname{tg} \varphi_{cnp} = 18,0 \cdot 0,75 = 13,5 \text{ квар.}$$

Розрахункове активне навантаження на вводі будинку Героїв-рятувальників 4 к. 1:

$$P_{p.буд} = P_{p.kv} + k_{н.м} (P_{p.l} + P_{p.cnp}) = 71,3 + 0,9 \cdot (11,2 + 13,5) = 97,6 \text{ кВт},$$

та реактивне:

$$Q_{p.буд} = Q_{p.kv} + k_{н.м} (Q_{p.l} + Q_{p.cnp}) = 20,7 + 0,9 \cdot (13,1 + 13,5) = 44,6 \text{ квар},$$

при цьому повне навантаження складе:

$$S_{p.буд} = \sqrt{P_{p.буд}^2 + Q_{p.буд}^2} = \sqrt{97,6^2 + 44,6^2} = 107,3 \text{ кВА.}$$

Розрахунок електричних навантажень інших житлових будинків мікрорайону є подібним і наведено в табл. 2.1.

Розрахунок електричних навантажень закладів комунально-побутового призначення наведені в табл. 2.2.

						Арк.
						9

Таблиця 2.1. Розрахунок електричних навантажень житлових будинків до 1 кВт

№ з/п	Адреса будинку	Квартири					Ліфти						Санітарно-побутові пристрої						Розрах. навант.		
		К-сть	P_0 , кВт/кв	$P_{р.кв.}$, кВт	$tg\phi_{кв}$	$Q_{р.кв.}$, квар	К-сть	$P_{н.л.}$, кВт	$k_{пл.}$	$P_{р.л.}$, кВт	$tg\phi_{л.}$	$Q_{р.л.}$, квар	К-сть	$P_{н.спп.}$, кВт	$k_{п.спп.}$	$P_{р.спп.}$, кВт	$tg\phi_{спп.}$	$Q_{р.спп.}$, квар	$P_{р.}$, кВт	$Q_{р.}$, квар	$S_{р.}$, кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Героїв-рятувальників 4 к. 1	72	0,99	71,3	0,29	20,7	2	7	0,8	11,2	1,17	13,1	2	9	1	18,0	0,75	13,5	97,6	44,6	107,3
2	Героїв-рятувальників 4 к. 2	36	1,25	45,0	0,29	13,1	1	7	0,8	5,6	1,17	6,6	1	9	0,5	4,5	0,75	3,4	54,1	22,0	58,4
3	Героїв-рятувальників 4 к. 3	36	1,25	45,0	0,29	13,1	1	7	0,8	5,6	1,17	6,6	1	9	0,5	4,5	0,75	3,4	54,1	22,0	58,4
4	Героїв-рятувальників 4 к. 4	36	1,25	45,0	0,29	13,1	1	7	0,8	5,6	1,17	6,6	1	9	0,5	4,5	0,75	3,4	54,1	22,0	58,4
5	Героїв-рятувальників 4 к. 5	36	1,25	45,0	0,29	13,1	1	7	0,8	5,6	1,17	6,6	1	9	0,5	4,5	0,75	3,4	54,1	22,0	58,4
6	Героїв-рятувальників 6 к. 1	72	0,99	71,3	0,29	20,7	2	7	0,8	11,2	1,17	13,1	2	9	1	18,0	0,75	13,5	97,6	44,6	107,3
7	Героїв-рятувальників 6 к. 2	36	1,25	45,0	0,29	13,1	1	7	0,8	5,6	1,17	6,6	1	9	0,5	4,5	0,75	3,4	54,1	22,0	58,4
8	Героїв-рятувальників 6 к. 4	36	1,25	45,0	0,29	13,1	1	7	0,8	5,6	1,17	6,6	1	9	0,5	4,5	0,75	3,4	54,1	22,0	58,4
9	Героїв-рятувальників 6 к. 5	72	0,99	71,3	0,29	20,7	2	7	0,8	11,2	1,17	13,1	2	9	1	18,0	0,75	13,5	97,6	44,6	107,3
10	Героїв-рятувальників 8 к. 1	36	1,25	45,0	0,29	13,1	1	7	0,8	5,6	1,17	6,6	1	9	0,5	4,5	0,75	3,4	54,1	22,0	58,4
11	Героїв-рятувальників 8 к. 2	108	0,84	90,7	0,29	26,3	3	7	0,8	16,8	1,17	19,7	3	9	0,9	24,3	0,75	18,2	127,7	60,4	141,3
12	Героїв-рятувальників 8 к. 3	36	1,25	45,0	0,29	13,1	1	7	0,8	5,6	1,17	6,6	1	9	0,5	4,5	0,75	3,4	54,1	22,0	58,4
13	Героїв-рятувальників 10 к. 1	72	0,99	71,3	0,29	20,7	2	7	0,8	11,2	1,17	13,1	2	9	1	18,0	0,75	13,5	97,6	44,6	107,3
14	Героїв-рятувальників 10 к. 2	72	0,99	71,3	0,29	20,7	2	7	0,8	11,2	1,17	13,1	2	9	1	18,0	0,75	13,5	97,6	44,6	107,3
15	Героїв-рятувальників 10 к. 4	90	0,9	81,0	0,29	23,5	0	7	0	0	1,17	0,0	6	9	0,78	42,1	0,75	31,6	118,9	51,9	129,7
16	Героїв-рятувальників 10 к. 5	90	0,9	81,0	0,29	23,5	0	7	0	0	1,17	0,0	6	9	0,78	42,1	0,75	31,6	118,9	51,9	129,7
17	Героїв-рятувальників 12	90	0,9	81,0	0,29	23,5	0	7	0	0	1,17	0,0	6	9	0,78	42,1	0,75	31,6	118,9	51,9	129,7
18	Героїв-рятувальників 14 к. 1	90	0,9	81,0	0,29	23,5	0	7	0	0	1,17	0,0	6	9	0,78	42,1	0,75	31,6	118,9	51,9	129,7
19	Героїв-рятувальників 14 к. 2	90	0,9	81,0	0,29	23,5	0	7	0	0	1,17	0,0	6	9	0,78	42,1	0,75	31,6	118,9	51,9	129,7
20	Героїв-рятувальників 14 к. 3	90	0,9	81,0	0,29	23,5	0	7	0	0	1,17	0,0	6	9	0,78	42,1	0,75	31,6	118,9	51,9	129,7
21	Героїв-рятувальників 16 к. 1	60	1,05	63,0	0,29	18,3	0	7	0	0	1,17	0,0	4	9	0,85	30,6	0,75	23,0	90,5	38,9	98,6
22	Героїв-рятувальників 16 к. 2	108	0,84	90,7	0,29	26,3	3	7	0,8	16,8	1,17	19,7	3	9	0,9	24,3	0,75	18,2	127,7	60,4	141,3
23	Героїв-рятувальників 16 к. 3	72	0,99	71,3	0,29	20,7	2	7	0,8	11,2	1,17	13,1	2	9	1	18,0	0,75	13,5	97,6	44,6	107,3
24	Героїв-рятувальників 16 к. 4	40	1,2	48,0	0,29	13,9	0	7	0	0	1,17	0,0	2	9	1	18,0	0,75	13,5	64,2	26,1	69,3
25	Героїв-рятувальників 18 к. 1	60	1,05	63,0	0,29	18,3	0	7	0	0	1,17	0,0	4	9	0,85	30,6	0,75	23,0	90,5	38,9	98,6
26	Героїв-рятувальників 18 к. 2	60	1,05	63,0	0,29	18,3	0	7	0	0	1,17	0,0	4	9	0,85	30,6	0,75	23,0	90,5	38,9	98,6
27	Героїв-рятувальників 20 к. 1	90	0,9	81,0	0,29	23,5	0	7	0	0	1,17	0,0	6	9	0,78	42,1	0,75	31,6	118,9	51,9	129,7
35	Героїв-рятувальників 20 к. 2	60	1,05	63,0	0,29	18,3	0	7	0	0	1,17	0,0	4	9	0,85	30,6	0,75	23,0	90,5	38,9	98,6
29	Героїв-рятувальників 22/14	90	0,9	81,0	0,29	23,5	0	7	0	0	1,17	0,0	6	9	0,78	42,1	0,75	31,6	118,9	51,9	129,7
30	Героїв-рятувальників 7	108	0,84	90,7	0,29	26,3	3	7	0,8	16,8	1,17	19,7	3	9	0,9	24,3	0,75	18,2	127,7	60,4	141,3

Таблиця 2.2. Розрахунок електричних навантажень закладів культурно-побутового призначення до 1 кВ

№ з/п	Назва	Од. вим.	К-сть одиниць	М, кВт/од	tgj	P _p , кВт	Q _p , квар	S _p , кВА
8	Героїв-рятувальників 6 к. 3	кВт/м ²	600,0	0,045	0,75	27,0	20,3	33,8
22	Кіровоградський обласний кардіологічний диспансер	кВт/хворого	1000,0	0,1	0,43	100,0	43,0	108,9
23	Поліклініка МВС	кВт/хворого	200,0	0,1	0,43	20,0	8,6	21,8
33	Ресторан «Паштет на Тельнова»	кВт/місце	100,0	0,9	0,43	90,0	38,7	98,0
34	Максидом	кВт/м ²	1500,0	0,11	0,75	165,0	123,8	206,3
39	Ринок	кВт/м ²	840,0	0,14	0,75	117,6	88,2	147,0
40	Перукарня	кВт/роб.місц	10,0	1,3	0,43	13,0	5,6	14,2
41	Школа №19	кВт/учня	2000,0	0,14	0,43	280,0	120,4	304,8
42	Дитячий садочок	кВт/дитину	500,0	0,14	0,43	70,0	30,1	76,2
43	Магазин "Олена"	кВт/м ²	500,0	0,13	0,75	65,0	48,8	81,3
44	Крамниця низьких цін	кВт/м ²	225,0	0,13	0,75	29,3	21,9	36,6
45	АТС №55	кВт/номер	6000,0	0,02	0,75	120,0	90,0	150,0
46	Меблевий магазин, Файномаркет, Магазин "Юлія", Аптека	кВт/м ²	1080,0	0,13	0,75	140,4	105,3	175,5
58	Ресторан "Соренто", Нова Пошта, Магазин "Зодчій"	кВт/м ²	12500,0	0,05	0,75	625,0	468,8	781,3
59	Богдан Авто Кіровоград, Фітнес клуб "Драйв", Дукмаш центр	кВт/м ²	2125,0	0,11	0,75	233,8	175,3	292,2
	Всього					2069,0	1368,4	2480,6

2.2. Розрахунок освітлювальних навантажень мікрорайону

Розрахунок освітлювального навантаження мікрорайону вул. Героїв-рятувальників проведемо за методикою з [1-3]. Розрахунок освітлювальних навантажень здійснено в табличній формі - табл. 2.3.

Таблиця 2.3. Розрахунок освітлювальних навантажень

№ з/п	Назва	F , га (L , км)	P_0 , кВт/га (кВт/км)	$P_{\text{вст}}$, кВт	$K_{\text{п}}$	K_1	$\cos\varphi$	$\text{tg}\varphi$	$P_{\text{р}}$, кВт	$Q_{\text{р}}$, квар	$S_{\text{р}}$, кВА
1.	Освітлення вул. Героїв-рятувальників	2,000	40	80,00	0,90	1,12	0,50	1,73	80,64	139,67	161,28
2.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 1	0,520	8,2	4,26	0,90	1,12	0,50	1,73	4,30	7,44	8,60
3.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 2	0,370	8,2	3,03	0,90	1,12	0,50	1,73	3,06	5,30	6,12
4.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 3	0,610	8,2	5,00	0,90	1,12	0,50	1,73	5,04	8,73	10,08
5.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 4	0,940	8,2	7,71	0,90	1,12	0,50	1,73	7,77	13,46	15,54
6.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 5	0,370	8,2	3,03	0,90	1,12	0,50	1,73	3,06	5,30	6,12
7.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 6	0,560	8,2	4,59	0,90	1,12	0,50	1,73	4,63	8,02	9,26
8.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 7	0,370	8,2	3,03	0,90	1,12	0,50	1,73	3,06	5,30	6,12
	Всього								111,55	193,21	223,10

2.3. Розрахунок електричних навантажень в мережах вище 1000 В

Розрахунок електричного навантаження в високовольтих мережах здійснюємо за методикою [1-3]. Результати розрахунку представлені в табл. 2.4.

2.4. Вибір кількості та потужності трансформаторів підстанцій

Вибір потужності і кількості трансформаторів підстанцій для живлення мікрорайону проведемо за методикою з [5]. Наводимо приклад розрахунку та вибору трансформаторів для ТП-1. Коефіцієнт завантаження в нормальному режимі:

$$K_{\text{зн}} = \frac{S_{\text{ТП1}}}{n_{\text{ТП}} S_{\text{HT1}}} = \frac{649,73}{2 \cdot 400} = 0,81$$

де $S_{\text{ТП1}}$ – повна потужність підстанції, кВА; $n_{\text{ТП}}$ – кількість трансформаторів, шт;
 S_{HT1} – номінальна потужність трансформатора ТП1, кВА.

Коефіцієнт завантаження в аварійному режимі (без урахування компенсації):

$$K_{\text{за}} = \frac{S_{\text{ТП1}}}{S_{\text{HT1}}} = \frac{649,73}{400} = 1,62.$$

Розрахунки для інших ТП зводимо в табл. 2.5

Таблиця 2.4. Розрахунок електричних навантажень вище 1 кВ

№ з/п	Назва об'єкту	$K_{у.м}$	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА
1	2	3	4	5	6
ТП1					
1.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 1	1,00	4,30	7,44	8,60
2.	Героїв-рятувальників 4 к. 1	1,00	97,56	44,61	107,28
3.	Героїв-рятувальників 4 к. 2	1,00	54,09	21,98	58,39
4.	Героїв-рятувальників 4 к. 3	1,00	54,09	21,98	58,39
5.	Героїв-рятувальників 4 к. 4	1,00	54,09	21,98	58,39
6.	Героїв-рятувальників 4 к. 5	1,00	54,09	21,98	58,39
7.	Героїв-рятувальників 6 к. 1	1,00	97,56	44,61	107,28
8.	Героїв-рятувальників 6 к. 2	1,00	54,09	21,98	58,39
9.	Героїв-рятувальників 6 к. 4	1,00	54,09	21,98	58,39
10.	Героїв-рятувальників 6 к. 3	0,60	27,00	20,25	33,75
11.	Героїв-рятувальників 8 к. 3	1,00	54,09	21,98	58,39
Всього на шинах 0,4 кВ ТП1			594,25	262,71	649,73
К-сть трансформаторів: 2					
Номинальна потужність тр-рів: ТМ-400					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,81					
Втрати потужності в трансформаторах:			10,12	40,42	
Всього на шинах 10 кВ ТП1			604,37	303,13	676,13
ТП2					
1.	Героїв-рятувальників 6 к. 5	1,00	97,56	44,61	107,28
2.	Героїв-рятувальників 8 к. 1	1,00	54,09	21,98	58,39
3.	Героїв-рятувальників 8 к. 2	1,00	127,71	60,40	141,27
4.	Героїв-рятувальників 10 к. 1	1,00	97,56	44,61	107,28
5.	Героїв-рятувальників 10 к. 4	1,00	118,91	51,92	129,75
6.	Героїв-рятувальників 10 к. 5	1,00	118,91	51,92	129,75
Всього на шинах 0,4 кВ ТП2			614,74	275,46	673,63
К-сть трансформаторів: 2					
Номинальна потужність тр-рів: ТМ-400					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,84					
Втрати потужності в трансформаторах:			10,66	42,20	
Всього на шинах 10 кВ ТП2			625,40	317,66	701,45
ТП3					
1.	Героїв-рятувальників 10 к. 2	1,00	97,56	44,61	107,28
2.	Героїв-рятувальників 12	1,00	118,91	51,92	129,75
3.	Героїв-рятувальників 14 к. 1	1,00	118,91	51,92	129,75
4.	Героїв-рятувальників 14 к. 2	1,00	118,91	51,92	129,75
5.	Героїв-рятувальників 14 к. 3	1,00	118,91	51,92	129,75
6.	Кіровоградський обласний кардіологічний диспансер	0,60	100,00	43,00	108,85
7.	Поліклініка МВС	0,60	20,00	8,60	21,77
8.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 2	1,00	3,06	5,30	6,12
Всього на шинах 0,4 кВ ТП3			648,25	288,56	709,57
К-сть трансформаторів: 2					

Арк.

15

Продовження табл. 2.4.

1	2	3	4	5	6
Номінальна потужність тр-рів:	TM-400 ▼				
Коефіцієнт завантаження тр-ра:	0,89				
Втрати потужності в трансформаторах:			11,61	45,32	
Всього на шинах 10 кВ ТПЗ			659,86	333,87	739,52
ТП4					
1.	Героїв-рятувальників 16 к. 1	1,00	90,54	38,93	98,55
2.	Героїв-рятувальників 16 к. 2	1,00	127,71	60,40	141,27
3.	Героїв-рятувальників 16 к. 3	1,00	97,56	44,61	107,28
4.	Героїв-рятувальників 16 к. 4	1,00	64,20	26,07	69,29
5.	Героїв-рятувальників 18 к. 1	1,00	90,54	38,93	98,55
6.	Героїв-рятувальників 18 к. 2	1,00	90,54	38,93	98,55
7.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 3	1,00	5,04	8,73	10,08
Всього на шинах 0,4 кВ ТП4			566,13	256,59	621,57
К-сть трансформаторів:	2				
Номінальна потужність тр-рів:	TM-400 ▼				
Коефіцієнт завантаження тр-ра:	0,78				
Втрати потужності в трансформаторах:			9,59	38,70	
Всього на шинах 10 кВ ТП4			575,72	295,30	647,04
ТП5					
1.	Героїв-рятувальників 20 к. 1	1,00	118,91	51,92	129,75
2.	Героїв-рятувальників 20 к. 2	1,00	90,54	38,93	98,55
3.	Героїв-рятувальників 22/14	1,00	118,91	51,92	129,75
4.	Ресторан «Паштет на Тельнова»	0,70	90,00	38,70	97,97
5.	Максидом	0,80	165,00	123,75	206,25
Всього на шинах 0,4 кВ ТП5			523,36	268,86	588,38
К-сть трансформаторів:	2				
Номінальна потужність тр-рів:	TM-400 ▼				
Коефіцієнт завантаження тр-ра:	0,74				
Втрати потужності в трансформаторах:			8,92	36,51	
Всього на шинах 10 кВ ТП5			532,28	305,37	613,66
ТП6					
1.	Героїв-рятувальників 7	1,00	127,71	60,40	141,27
2.	Героїв-рятувальників 9 к. 1	1,00	161,82	75,12	178,41
3.	Героїв-рятувальників 9 к. 2	1,00	97,56	44,61	107,28
4.	Героїв-рятувальників 9 к. 3	1,00	74,07	31,54	80,51
5.	Ринок	0,80	117,60	88,20	147,00
6.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 4	1,00	7,77	13,46	15,54
Всього на шинах 0,4 кВ ТП6			563,01	295,69	635,94
К-сть трансформаторів:	2				
Номінальна потужність тр-рів:	TM-400 ▼				
Коефіцієнт завантаження тр-ра:	0,79				
Втрати потужності в трансформаторах:			9,77	39,27	
Всього на шинах 10 кВ ТП6			572,77	334,96	663,53

1	2	3	4	5	6
ТП7					
1.	Героїв-рятувальників 11 к. 1	1,00	178,20	77,76	194,43
2.	Героїв-рятувальників 11 к. 2	1,00	118,91	51,92	129,75
3.	Героїв-рятувальників 11 к. 3	1,00	90,54	38,93	98,55
4.	Героїв-рятувальників 11 к. 4	1,00	148,20	65,33	161,96
5.	Перукарня	0,70	13,00	5,59	14,15
6.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 5	1,00	3,06	5,30	6,12
7.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 6	1,00	4,63	8,02	9,26
Всього на шинях 0,4 кВ ТП7			568,31	262,68	626,08
К-сть трансформаторів: 2					
Номинальна потужність тр-рів: ТМ-400					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,78					
Втрати потужності в трансформаторах:			9,59	38,70	
Всього на шинях 10 кВ ТП7			577,90	301,39	651,77
ТП8					
1.	Школа №19	1,00	280,00	120,40	304,79
2.	Дитячий садочок	0,80	70,00	30,10	76,20
3.	Магазин "Олена"	0,80	65,00	48,75	81,25
4.	Меблевий магазин, Файномаркет, Магазин "Юлія", Аптека	0,80	140,40	105,30	175,50
Всього на шинях 0,4 кВ ТП8			500,32	267,72	567,45
К-сть трансформаторів: 2					
Номинальна потужність тр-рів: ТМ-400					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,71					
Втрати потужності в трансформаторах:			8,45	34,95	
Всього на шинях 10 кВ ТП8			508,77	302,67	591,99
ТП9					
1.	Героїв-рятувальників 26 к. 1	1,00	103,54	42,70	112,00
2.	Героїв-рятувальників 26 к. 2	1,00	148,20	65,33	161,96
3.	Героїв-рятувальників 28 к. 2	1,00	148,20	65,33	161,96
4.	Героїв-рятувальників 28 к. 3	1,00	148,20	65,33	161,96
5.	Крамниця низьких цін	0,80	29,25	21,94	36,56
6.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 7	1,00	3,06	5,30	6,12
Всього на шинях 0,4 кВ ТП9			574,60	261,54	631,32
К-сть трансформаторів: 2					
Номинальна потужність тр-рів: ТМ-400					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,79					
Втрати потужності в трансформаторах:			9,77	39,27	
Всього на шинях 10 кВ ТП9			584,36	300,81	657,24
ТП10					
1.	Героїв-рятувальників 28 к. 1	1,00	196,65	91,34	216,83
2.	Героїв-рятувальників 28 к. 4	1,00	148,20	65,33	161,96
3.	Героїв-рятувальників 28 к. 5	1,00	148,20	65,33	161,96
4.	Освітлення вул. Героїв-рятувальників	1,00	80,64	139,67	161,28

Продовження табл. 2.4.					
1	2	3	4	5	6
Всього на шинах 0,4 кВ ТП10			573,69	361,67	678,18
К-сть трансформаторів: 2					
Номінальна потужність тр-рів: ТМ-400					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,85					
Втрати потужності в трансформаторах:			10,85	42,81	
Всього на шинах 10 кВ ТП10			584,54	404,48	710,84
ТП11,12					
1.	АТС №55	1,00	120,00	90,00	150,00
2.	Героїв-рятувальників 30	0,40	148,20	65,33	161,96
3.	Ресторан "Соренто", Нова Пошта, Магазин "Зодчій"	1,00	625,00	468,75	781,25
4.	Богдан Авто Кіровоград, Фітнес клуб "Драйв", Дукмаш центр	0,80	233,75	175,31	292,19
Всього на шинах 0,4 кВ ТП11,12			991,28	725,13	1228,19
К-сть трансформаторів: 4					
Номінальна потужність тр-рів: ТМ-400					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,77					
Втрати потужності в трансформаторах:			18,84	76,29	
Всього на шинах 10 кВ ТП11,12			1010,12	801,42	1289,43
Всього на шинах 10 кВ по об'єкту		0,80	5468,88	3200,85	6336,72
Попереднє значення компенсації				-2380,52	
Всього з урахуванням попер. компенс.			5468,88	820,33	5530,06

Таблиця 2.5. Розрахунок навантаження трансформаторних підстанцій.

Номер ТП	Розрахункова потужність ТП, $S_{ТП}$, кВА	Потужність трансформатора, $S_{нт}$, кВА	Тип трансформатора	Коефіцієнт завантаження	
				В норм. режимі	В авар. режимі
1	649,73	2×400	ТМ400-10/0,4	0,81	1,62
2	673,63	2×400	ТМ400-10/0,4	0,84	1,68
3	709,57	2×400	ТМ400-10/0,4	0,89	1,77
4	621,57	2×400	ТМ400-10/0,4	0,78	1,55
5	588,38	2×400	ТМ400-10/0,4	0,74	1,47
6	635,94	2×400	ТМ400-10/0,4	0,79	1,59
7	626,08	2×400	ТМ400-10/0,4	0,78	1,57
8	567,45	2×400	ТМ400-10/0,4	0,71	1,42
9	631,32	2×400	ТМ400-10/0,4	0,79	1,58
10	678,18	2×400	ТМ400-10/0,4	0,85	1,70
11	614,10	2×400	ТМ400-10/0,4	0,77	1,54
12	614,10	2×400	ТМ400-10/0,4	0,77	1,54

3. Розрахунок теплових навантажень мікрорайону та побудова графіків теплового споживання

3.1. Розрахунок теплового навантаження на опалення

Розрахунок теплового навантаження на опалення проводимо згідно з [4]. Проведемо, в якості прикладу, розрахунок теплового навантаження на опалення для будівлі Героїв-рятувальників 4 к. 1. Вихідні дані: $t_{в.р.} = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$; $q_o = 0,32\text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C})$; $V_3 = 33000\text{ м}^3$. Теплове навантаження на опалення:

$$Q_o^p = (1 + \mu) q_o V_3 (t_{в.р.} - t_{п.о.}) = (1 + 0,25) \cdot 0,32 \cdot 33000 \cdot (16 - (-21)) = 411,84\text{ кВт}$$

Розрахунок теплового навантаження на опалення інших будівель мікрорайону проводиться аналогічно. Результати розрахунку наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1. Результати розрахунку теплових навантажень на опалення

№ з/п	Назва будівлі	V, тис.м ³	q _o , Вт/м ³ °C	t _{o.р.} , °C	Q _o ^p , кВт
1	2	3	4	5	6
1	Героїв-рятувальників 4 к. 1	33	0,32	18	411,84
2	Героїв-рятувальників 4 к. 2	33	0,32	18	411,84
3	Героїв-рятувальників 4 к. 3	33	0,32	18	411,84
4	Героїв-рятувальників 4 к. 4	33	0,32	18	411,84
5	Героїв-рятувальників 4 к. 5	33	0,32	18	411,84
6	Героїв-рятувальників 6 к. 1	33	0,32	18	411,84
7	Героїв-рятувальників 6 к. 2	33	0,32	18	411,84
8	Героїв-рятувальників 6 к. 4	33	0,32	18	411,84
9	Героїв-рятувальників 6 к. 5	33	0,32	18	411,84
10	Героїв-рятувальників 8 к. 1	33	0,32	18	411,84
11	Героїв-рятувальників 8 к. 2	33	0,32	18	411,84
12	Героїв-рятувальників 8 к. 3	33	0,32	18	411,84
13	Героїв-рятувальників 10 к. 1	33	0,32	18	411,84
14	Героїв-рятувальників 10 к. 2	33	0,32	18	411,84
15	Героїв-рятувальників 10 к. 4	13,86	0,39	18	210,81
16	Героїв-рятувальників 10 к. 5	13,86	0,39	18	210,81
17	Героїв-рятувальників 12	13,86	0,39	18	210,81
18	Героїв-рятувальників 14 к. 1	13,86	0,39	18	210,81

Продовження табл. 3.1.

1	2	3	4	5	6
19	Героїв-рятувальників 14 к. 2	13,86	0,39	18	210,81
20	Героїв-рятувальників 14 к. 3	13,86	0,39	18	210,81
21	Героїв-рятувальників 16 к. 1	13,86	0,39	18	210,81
22	Героїв-рятувальників 16 к. 2	33	0,32	18	411,84
23	Героїв-рятувальників 16 к. 3	33	0,32	18	411,84
24	Героїв-рятувальників 16 к. 4	18,48	0,37	18	266,67
25	Героїв-рятувальників 18 к. 1	13,86	0,39	18	210,81
26	Героїв-рятувальників 18 к. 2	13,86	0,39	18	210,81
27	Героїв-рятувальників 20 к. 1	13,86	0,39	18	210,81
28	Героїв-рятувальників 20 к. 2	13,86	0,39	18	210,81
29	Героїв-рятувальників 22/14	13,86	0,39	18	210,81
30	Героїв-рятувальників 7	33	0,32	18	411,84
31	Героїв-рятувальників 9 к. 1	33	0,32	18	411,84
32	Героїв-рятувальників 9 к. 2	33	0,32	18	411,84
33	Героїв-рятувальників 9 к. 3	13,86	0,39	18	210,81
34	Героїв-рятувальників 11 к. 1	13,86	0,39	18	210,81
35	Героїв-рятувальників 11 к. 2	13,86	0,39	18	210,81
36	Героїв-рятувальників 11 к. 3	13,86	0,39	18	210,81
37	Героїв-рятувальників 11 к. 4	13,86	0,39	18	210,81
38	Героїв-рятувальників 26 к. 1	18,48	0,37	18	266,67
39	Героїв-рятувальників 26 к. 2	13,86	0,39	18	210,81
40	Героїв-рятувальників 28 к. 1	33	0,32	18	411,84
41	Героїв-рятувальників 28 к. 2	13,86	0,39	18	210,81
42	Героїв-рятувальників 28 к. 3	13,86	0,39	18	210,81
43	Героїв-рятувальників 28 к. 4	13,86	0,39	18	210,81
44	Героїв-рятувальників 28 к. 5	13,86	0,39	18	210,81
45	Героїв-рятувальників 30	13,86	0,39	18	210,81
46	Героїв-рятувальників 6 к. 3	3,6	0,5	16	66,60
47	Кіровоградський обласний кардіологічний диспансер	28,8	0,35	20	413,28
48	Поліклініка МВС	16,2	0,35	20	232,47
49	Ресторан «Паштет на Тельнова»	0,3	0,41	16	4,55
50	Максидом	9	0,44	16	146,52
51	Ринок	3,36	0,5	16	62,16

Арк.

20

Продовження табл. 3.1.

1	2	3	4	5	6
52	Перукарня	0,9	0,5	20	18,45
53	Школа №19	27	0,38	20	420,66
54	Дитячий садочок	7,8	0,395	20	126,32
55	Магазин "Олена"	1,5	0,5	16	27,75
56	Крамниця низьких цін	0,675	0,5	16	12,49
57	АТС №55	22,5	0,37	16	308,03
58	Меблевий магазин, Файномаркет, Магазин "Юлія", Аптека	6,48	0,44	16	105,49
59	Ресторан "Соренто", Нова Пошта, Магазин "Зодчій"	75	0,37	16	1026,75
60	Богдан Авто Кіровоград, Фітнес клуб "Драйв", Дукмаш центр	12,75	0,37	16	174,55

3.2. Розрахунок теплових навантажень на вентиляцію

Виконаємо розрахунок теплових навантажень на вентиляцію для адміністративної будівлі Героїв-рятувальників 6 к. 3. Дані для розрахунку: $t_{в.р.} = 16^{\circ}\text{C}$; $q_v = 0,5 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C})$; $V_z = 3600 \text{ м}^3$. Теплове навантаження на вентиляцію, кВт:

$$Q_v^p = q_v V_z (t_{в.р.} - t_{р.в.}) = 0,5 \cdot 3600 \cdot (16 - (-9)) = 45 \text{ кВт}.$$

Результати розрахунку теплового навантаження на вентиляцію інших будівель приведено в табл. 3.2.

3.3. Розрахунок теплових навантажень на гаряче водопостачання

Розрахунок теплового навантаження на гаряче водопостачання будемо проводити згідно з [4]. В якості прикладу проведемо розрахунок для будинку за адресою Героїв-рятувальників 4 к. 1. Дані для розрахунку: $a = 120 \text{ м}^3/(\text{доба} \cdot \text{житель})$; $m = 216 \text{ жителів}$; $t_r = 65^{\circ}\text{C}$; $t_{х.з.} = 5^{\circ}\text{C}$; $t_{х.л.} = 15^{\circ}\text{C}$; $\beta = 0,8$; $\chi = 2$.

Таблиця 3.2. Результати розрахунку теплових навантажень на вентиляцію

№ з/п	Назва будівлі	V_z , тис.м ³	q_B , Вт/м ³ °C	$t_{B.p.}$, °C	Q_B^p , кВт
1	Героїв-рятувальників 6 к. 3	3,6	0,5	16	45,00
2	Кіровоградський обласний кардіологічний диспансер	28,8	0,35	20	292,32
3	Поліклініка МВС	16,2	0,35	20	164,43
4	Ресторан «Паштет на Тельнова»	0,3	0,41	16	3,08
5	Максидом	9	0,44	16	99,00
6	Ринок	3,36	0,5	16	42,00
7	Перукарня	0,9	0,5	20	13,05
8	Школа №19	27	0,38	20	297,54
9	Дитячий садочок	7,8	0,395	20	89,35
10	Магазин "Олена"	1,5	0,5	16	18,75
11	Крамниця низьких цін	0,675	0,5	16	8,44
12	АТС №55	22,5	0,37	16	208,13
13	Меблевий магазин, Файномаркет, Магазин "Юлія", Аптека	6,48	0,44	16	71,28
14	Ресторан "Соренто", Нова Пошта, Магазин "Зодчій"	75	0,37	16	693,75
15	Богдан Авто Кіровоград, Фітнес клуб "Драйв", Дукмаш центр	12,75	0,37	16	117,94

Середньогодинне навантаження на гаряче водопостачання для зимового періоду:

$$Q_{Г.З.}^{сер.т.} = \frac{amc_B(t_{Г.} - t_{Х.})}{n_c} = \frac{120 \cdot 216 \cdot 4190(55 - 5)}{24 \cdot 3600} = 75,42 \text{ кВт.}$$

Середня витрата теплоти на гаряче водопостачання для літнього періоду:

$$Q_{Г.Л.}^{сер.т.} = Q_{Г.З.}^{сер.т.} \frac{t_{Г.} - t_{Х.Л.}}{t_{Г.} - t_{Х.З.}} \beta = 75,42 \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 50,28 \text{ кВт.}$$

Розрахункове максимальне теплове навантаження гарячого водопостачання для зимового періоду:

$$Q_{Г.В.}^{max} = \chi Q_{Г.}^{сер.т.} = 2 \cdot 75,42 = 150,84 \text{ кВт.}$$

Розрахункове максимальне теплове навантаження гарячого водопостачання для літнього періоду, кВт:

$$Q_{\text{г.л.}}^{\text{max}} = \chi Q_{\text{г.л.}}^{\text{сер.т.}} = 2 \cdot 50,28 = 100,56 \text{ кВт.}$$

Розрахунок теплових навантажень на гаряче водопостачання інших будівель наведених в табл. 3.3. Загальне максимальне теплове навантаження по мікрорайону наведене в табл. 3.4.

3.4. Розрахунок та побудова графіків теплового споживання мікрорайону

Розрахунок та побудову графіків теплового споживання проводимо за методикою з [4]. Визначимо годинні витрати на опалення і вентиляцію за температури повітря зовні $t_3 = +8 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$Q_o = Q_o^p \left(\frac{t_{\text{в.р.}} - t_3}{t_{\text{в.р.}} - t_{\text{р.о.}}} \right) = 16764,84 \cdot \left(\frac{16 - 8}{16 + 21} \right) = 3625 \text{ кВт};$$

$$Q_v = Q_v^p \left(\frac{t_{\text{в.р.}} - t_3}{t_{\text{в.р.}} - t_{\text{р.в.}}} \right) = 2164,04 \cdot \left(\frac{16 - 8}{16 + 21} \right) = 468 \text{ кВт.}$$

Графіки споживання теплової енергії для мікрорайону за тривалістю наведені на рис. 3.1. Середньогодинне значення витрати теплоти в січні:

– на опалення

$$Q_o^{\text{січ}} = Q_o^p \left(\frac{t_{\text{в.р.}} - t_{\text{ср}}^{\text{січ}}}{t_{\text{в.р.}} - t_{\text{р.о.}}} \right) = 16764,84 \cdot \frac{16 + 5,9}{16 + 21} = 9923 \text{ кВт},$$

– на вентиляцію

$$Q_v^{\text{січ}} = Q_v^p \left(\frac{t_{\text{в.р.}} - t_{\text{ср}}^{\text{січ}}}{t_{\text{в.р.}} - t_{\text{р.в.}}} \right) = 658,88 \cdot \frac{16 + 5,9}{16 + 9} = 1895,7 \text{ кВт.}$$

Сумарна витрати теплоти на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання в січні для мікрорайону вул. Героїв-рятувальників:

$$Q_{\Sigma}^{\text{січ}} = Q_o^p + Q_v^p + Q_{\text{г.з.}}^{\text{max}} = 9923 + 1895,7 + 9249,72 = 21068 \text{ кВт.}$$

Таблиця 3.3. Результати розрахунку теплових навантажень на гаряче водопостачання

№ з/П	Назва будівлі	а, л/од.	т, од.	$Q_{\text{сер.т. Г.З.}}$ кВт	$Q_{\text{сер.т. Г.Л.}}$ кВт	$Q_{\text{max Г.З.}}$ кВт	$Q_{\text{max Г.Л.}}$ кВт
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Героїв-рятувальників 4 к. 1	120	216	75,42	50,28	150,84	100,56
2	Героїв-рятувальників 4 к. 2	120	108	37,71	25,14	75,42	50,28
3	Героїв-рятувальників 4 к. 3	120	108	37,71	25,14	75,42	50,28
4	Героїв-рятувальників 4 к. 4	120	108	37,71	25,14	75,42	50,28
5	Героїв-рятувальників 4 к. 5	120	108	37,71	25,14	75,42	50,28
6	Героїв-рятувальників 6 к. 1	120	216	75,42	50,28	150,84	100,56
7	Героїв-рятувальників 6 к. 2	120	108	37,71	25,14	75,42	50,28
8	Героїв-рятувальників 6 к. 4	120	108	37,71	25,14	75,42	50,28
9	Героїв-рятувальників 6 к. 5	120	216	75,42	50,28	150,84	100,56
10	Героїв-рятувальників 8 к. 1	120	108	37,71	25,14	75,42	50,28
11	Героїв-рятувальників 8 к. 2	120	324	113,13	75,42	226,26	150,84
12	Героїв-рятувальників 8 к. 3	120	108	37,71	25,14	75,42	50,28
13	Героїв-рятувальників 10 к. 1	120	216	75,42	50,28	150,84	100,56
14	Героїв-рятувальників 10 к. 2	120	216	75,42	50,28	150,84	100,56
15	Героїв-рятувальників 10 к. 4	120	270	94,28	62,85	188,55	125,70
16	Героїв-рятувальників 10 к. 5	120	270	94,28	62,85	188,55	125,70
17	Героїв-рятувальників 12	120	270	94,28	62,85	188,55	125,70
18	Героїв-рятувальників 14 к. 1	120	270	94,28	62,85	188,55	125,70
19	Героїв-рятувальників 14 к. 2	120	270	94,28	62,85	188,55	125,70
20	Героїв-рятувальників 14 к. 3	120	270	94,28	62,85	188,55	125,70
21	Героїв-рятувальників 16 к. 1	120	180	62,85	41,90	125,70	83,80
22	Героїв-рятувальників 16 к. 2	120	324	113,13	75,42	226,26	150,84
23	Героїв-рятувальників 16 к. 3	120	216	75,42	50,28	150,84	100,56
24	Героїв-рятувальників 16 к. 4	120	120	41,90	27,93	83,80	55,87
25	Героїв-рятувальників 18 к. 1	120	180	62,85	41,90	125,70	83,80

Продовження табл. 3.3.

1	2	3	4	5	6	7	8
26	Героїв-рятувальників 18 к. 2	120	180	62,85	41,90	125,70	83,80
27	Героїв-рятувальників 20 к. 1	120	270	94,28	62,85	188,55	125,70
28	Героїв-рятувальників 20 к. 2	120	180	62,85	41,90	125,70	83,80
29	Героїв-рятувальників 22/14	120	270	94,28	62,85	188,55	125,70
30	Героїв-рятувальників 7	120	324	113,13	75,42	226,26	150,84
31	Героїв-рятувальників 9 к. 1	120	432	150,84	100,56	301,68	201,12
32	Героїв-рятувальників 9 к. 2	120	216	75,42	50,28	150,84	100,56
33	Героїв-рятувальників 9 к. 3	120	135	47,14	31,43	94,28	62,85
34	Героїв-рятувальників 11 к. 1	120	450	157,13	104,75	314,25	209,50
35	Героїв-рятувальників 11 к. 2	120	270	94,28	62,85	188,55	125,70
36	Героїв-рятувальників 11 к. 3	120	180	62,85	41,90	125,70	83,80
37	Героїв-рятувальників 11 к. 4	120	360	125,70	83,80	251,40	167,60
38	Героїв-рятувальників 26 к. 1	120	240	83,80	55,87	167,60	111,73
39	Героїв-рятувальників 26 к. 2	120	360	125,70	83,80	251,40	167,60
40	Героїв-рятувальників 28 к. 1	120	540	188,55	125,70	377,10	251,40
41	Героїв-рятувальників 28 к. 2	120	360	125,70	83,80	251,40	167,60
42	Героїв-рятувальників 28 к. 3	120	360	125,70	83,80	251,40	167,60
43	Героїв-рятувальників 28 к. 4	120	360	125,70	83,80	251,40	167,60
44	Героїв-рятувальників 28 к. 5	120	360	125,70	83,80	251,40	167,60
45	Героїв-рятувальників 30	120	360	125,70	83,80	251,40	167,60
46	Героїв-рятувальників 6 к. 3	0	20	0,00	0,00	0,00	0,00
47	Кіровоградський обласний кардіологічний диспансер	150	1000	436,46	290,97	872,92	581,94
48	Поліклініка МВС	5	200	2,91	1,94	5,82	3,88
49	Ресторан «Паштет на Тельнова»	250	100	72,74	48,50	145,49	96,99
50	Максидом	0	20	0,00	0,00	0,00	0,00

Продовження табл. 3.3.

1	2	3	4	5	6	7	8
51	Ринок	0	30	0,00	0,00	0,00	0,00
52	Перукарня	50	13	1,89	1,26	3,78	2,52
53	Школа №19	7	2000	40,74	27,16	81,47	54,31
54	Дитячий садочок	25	500	36,37	24,25	72,74	48,50
55	Магазин "Олена"	0	10	0,00	0,00	0,00	0,00
56	Крамниця низьких цін	0	10	0,00	0,00	0,00	0,00
57	АТС №55	0	100	0,00	0,00	0,00	0,00
58	Меблевий магазин, Файномаркет, Магазин "Юлія", Аптека	0	60	0,00	0,00	0,00	0,00
59	Ресторан "Соренто", Нова Пошта, Магазин "Зодчій"	250	150	109,11	72,74	218,23	145,49
60	Богдан Авто Кіровоград, Фітнес клуб "Драйв", Дукмаш центр	250	60	43,65	29,10	87,29	58,19
	Всього					9249,72	6166,48

Таблиця 3.4. Загальне теплове навантаження.

№ з/п	Назва будівлі	Q _о , кВт	Q _в , кВт	Q _{гвп} , кВт	Q _{сум} , кВт
1	2	3	4	5	6
1	Героїв-рятувальників 4 к. 1	411,84	0,00	150,84	562,68
2	Героїв-рятувальників 4 к. 2	411,84	0,00	75,42	487,26
3	Героїв-рятувальників 4 к. 3	411,84	0,00	75,42	487,26
4	Героїв-рятувальників 4 к. 4	411,84	0,00	75,42	487,26
5	Героїв-рятувальників 4 к. 5	411,84	0,00	75,42	487,26
6	Героїв-рятувальників 6 к. 1	411,84	0,00	150,84	562,68
7	Героїв-рятувальників 6 к. 2	411,84	0,00	75,42	487,26
8	Героїв-рятувальників 6 к. 4	411,84	0,00	75,42	487,26
9	Героїв-рятувальників 6 к. 5	411,84	0,00	150,84	562,68
10	Героїв-рятувальників 8 к. 1	411,84	0,00	75,42	487,26
11	Героїв-рятувальників 8 к. 2	411,84	0,00	226,26	638,10
12	Героїв-рятувальників 8 к. 3	411,84	0,00	75,42	487,26
13	Героїв-рятувальників 10 к. 1	411,84	0,00	150,84	562,68
14	Героїв-рятувальників 10 к. 2	411,84	0,00	150,84	562,68
15	Героїв-рятувальників 10 к. 4	210,81	0,00	188,55	399,36
16	Героїв-рятувальників 10 к. 5	210,81	0,00	188,55	399,36
17	Героїв-рятувальників 12	210,81	0,00	188,55	399,36
18	Героїв-рятувальників 14 к. 1	210,81	0,00	188,55	399,36
19	Героїв-рятувальників 14 к. 2	210,81	0,00	188,55	399,36
20	Героїв-рятувальників 14 к. 3	210,81	0,00	188,55	399,36
21	Героїв-рятувальників 16 к. 1	210,81	0,00	125,70	336,51
22	Героїв-рятувальників 16 к. 2	411,84	0,00	226,26	638,10
23	Героїв-рятувальників 16 к. 3	411,84	0,00	150,84	562,68
24	Героїв-рятувальників 16 к. 4	266,67	0,00	83,80	350,47
25	Героїв-рятувальників 18 к. 1	210,81	0,00	125,70	336,51
26	Героїв-рятувальників 18 к. 2	210,81	0,00	125,70	336,51
27	Героїв-рятувальників 20 к. 1	210,81	0,00	188,55	399,36
28	Героїв-рятувальників 20 к. 2	210,81	0,00	125,70	336,51
29	Героїв-рятувальників 22/14	210,81	0,00	188,55	399,36
30	Героїв-рятувальників 7	411,84	0,00	226,26	638,10
31	Героїв-рятувальників 9 к. 1	411,84	0,00	301,68	713,52
32	Героїв-рятувальників 9 к. 2	411,84	0,00	150,84	562,68

Арк.

27

Продовження табл. 3.4.

1	2	3	4	5	6
33	Героїв-рятувальників 9 к. 3	210,81	0,00	94,28	305,09
34	Героїв-рятувальників 11 к. 1	210,81	0,00	314,25	525,06
35	Героїв-рятувальників 11 к. 2	210,81	0,00	188,55	399,36
36	Героїв-рятувальників 11 к. 3	210,81	0,00	125,70	336,51
37	Героїв-рятувальників 11 к. 4	210,81	0,00	251,40	462,21
38	Героїв-рятувальників 26 к. 1	266,67	0,00	167,60	434,27
39	Героїв-рятувальників 26 к. 2	210,81	0,00	251,40	462,21
40	Героїв-рятувальників 28 к. 1	411,84	0,00	377,10	788,94
41	Героїв-рятувальників 28 к. 2	210,81	0,00	251,40	462,21
42	Героїв-рятувальників 28 к. 3	210,81	0,00	251,40	462,21
43	Героїв-рятувальників 28 к. 4	210,81	0,00	251,40	462,21
44	Героїв-рятувальників 28 к. 5	210,81	0,00	251,40	462,21
45	Героїв-рятувальників 30	210,81	0,00	251,40	462,21
46	Героїв-рятувальників 6 к. 3	66,60	45,00	0,00	111,60
47	Кіровоградський обласний кардіологічний диспансер	413,28	292,32	872,92	1578,52
48	Поліклініка МВС	232,47	164,43	5,82	402,72
49	Ресторан «Паштет на Тельнова»	4,55	3,08	145,49	153,11
50	Максидом	146,52	99,00	0,00	245,52
51	Ринок	62,16	42,00	0,00	104,16
52	Перукарня	18,45	13,05	3,78	35,28
53	Школа №19	420,66	297,54	81,47	799,67
54	Дитячий садочок	126,32	89,35	72,74	288,41
55	Магазин "Олена"	27,75	18,75	0,00	46,50
56	Крамниця низьких цін	12,49	8,44	0,00	20,93
57	АТС №55	308,03	208,13	0,00	516,15
58	Меблевий магазин, Файномаркет, Магазин "Юлія", Аптека	105,49	71,28	0,00	176,77
59	Ресторан "Соренто", Нова Пошта, Магазин "Зодчій"	1026,75	693,75	218,23	1938,73
60	Богдан Авто Кіровоград, Фітнес клуб "Драйв", Дукмаш центр	174,55	117,94	87,29	379,78
	Всього	16764,84	2164,04	9249,72	28178,60

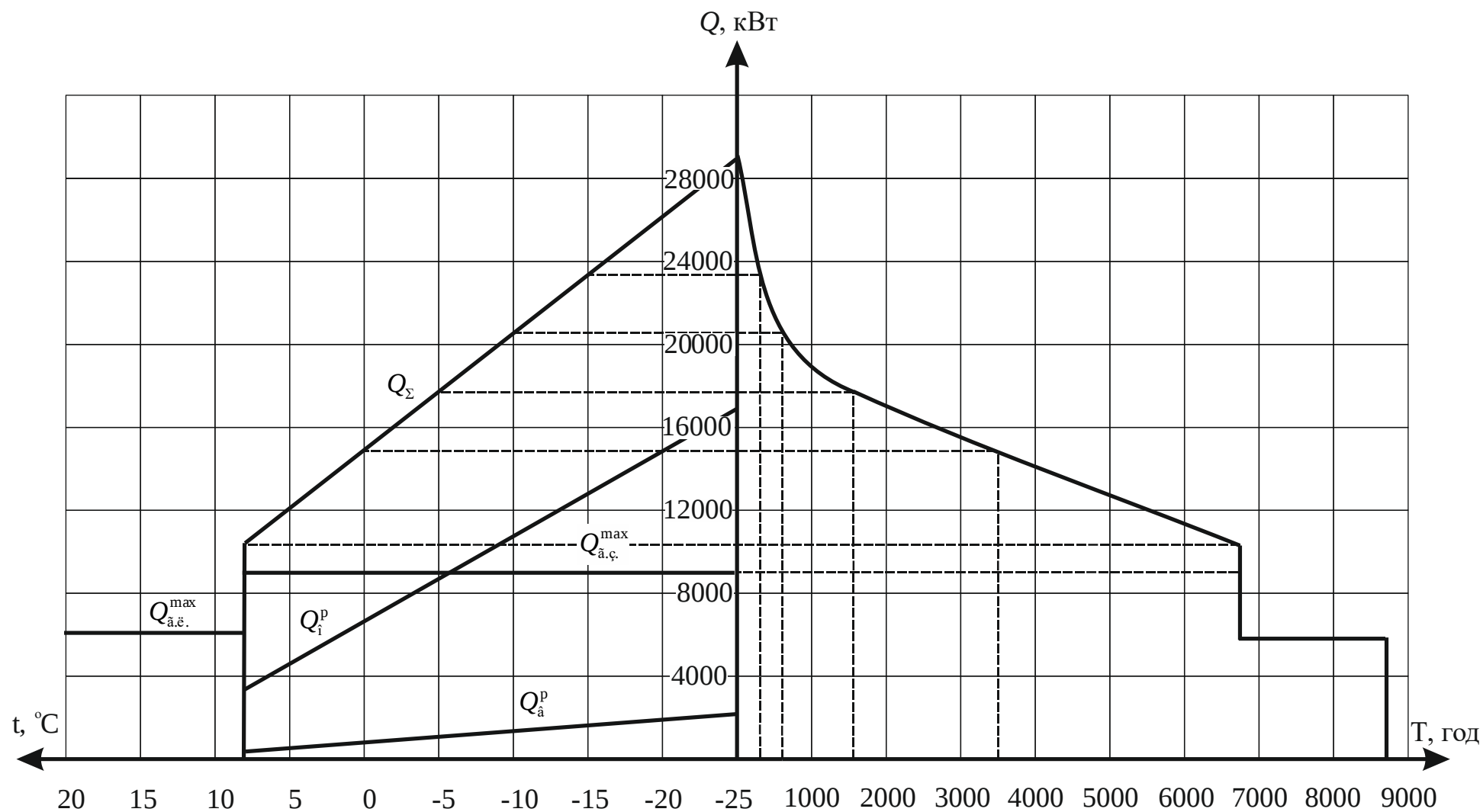


Рис. 3.1. Графіки споживання теплової енергії за тривалістю.

Таблиця 3.5. Середньогодинні витрати теплоти по місяцям року.

Q_o^p , КВТ	Q_B^p , КВТ	$Q_{Г.З.}$, КВТ	$Q_{Г.Л.}$, КВТ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16764,84	2164,04	9249,72	6166,48	21068	20691	18100	13837	6166	6166	6166	6166	6166	13837	17237	19773

Місяць	Теплове навантаження, кВт
1	21000
2	20500
3	18000
4	13500
5	6000
6	6000
7	6000
8	6000
9	6000
10	13500
11	17000
12	19500

Рис. 3.2. Річний графік споживання теплової енергії мікрорайону по місяцям.

4. Гідравлічний розрахунок теплової мережі та розрахунок теплової ізоляції

4.1. Гідравлічний розрахунок теплової мережі

Гідравлічний розрахунок проведемо згідно з [4], а в цьому розділі наводимо лише розрахункові таблиці.

В якості прикладу зробимо розрахунок витрат води для будинку Героїв-рятувальників 4 к. 1.

Витрата води на опалення, кг/с:

$$G_o^{\max} = \frac{Q_o^{\max}}{c(\tau_1 - \tau_2)} = \frac{411,84}{4,19(95 - 70)} = 3,93.$$

Витрата води на вентиляцію, кг/с:

$$G_B^{\max} = \frac{Q_B^{\max}}{c(\tau_1 - \tau_2)} = \frac{0}{4,19(95 - 70)} = 0.$$

Витрати води на гаряче водопостачання, кг/с:

$$G_{Г.В}^{\max} = \frac{Q_{Г.В}^{\max}}{c(\tau_1 - \tau_2)} = \frac{150,84}{4,19(65 - 15)} = 0,72.$$

Сумарна витрата води, кг/с:

$$G_{\Sigma} = G_o^{\max} + G_B^{\max} + G_{Г.В}^{\max} = 3,93 + 0 + 0,72 = 4,65.$$

Результати розрахунку витрати води інших будівель є аналогічними і наведені в табл. 4.1, а результати гідравлічного розрахунку всієї теплової мережі наведено в табл. 4.2.

4.2. Розрахунок теплової ізоляції трубопроводів

Застосуємо безканальний спосіб прокладання теплових мереж на глибині 80 см. Прийmemo відстань між осями труб - 40 см. При розрахунках прийmemo, що ґрунт середньої вологості ($\lambda_{із} = 0,033$ Вт/(м·°С); $\lambda_{не} = 0,43$ Вт/(м·°С)).

Розрахунок виконаний у табличному вигляді - табл. 4.3.

Розрахункова температура ґрунту $t_r = 2$ °С.

Таблиця 4.1. Результати розрахунку витрат води по споживачам

№ з/п	Назва будівлі	$G_o^{\max}$, кг/с	$G_B^{\max}$, кг/с	$G_{Г.В}^{\max}$, кг/с	G_{Σ} , кг/с
1	2	3	4	5	6
1	Героїв-рятувальників 4 к. 1	3,93	0,00	0,72	4,65
2	Героїв-рятувальників 4 к. 2	3,93	0,00	0,36	4,29
3	Героїв-рятувальників 4 к. 3	3,93	0,00	0,36	4,29
4	Героїв-рятувальників 4 к. 4	3,93	0,00	0,36	4,29
5	Героїв-рятувальників 4 к. 5	3,93	0,00	0,36	4,29
6	Героїв-рятувальників 6 к. 1	3,93	0,00	0,72	4,65
7	Героїв-рятувальників 6 к. 2	3,93	0,00	0,36	4,29
8	Героїв-рятувальників 6 к. 4	3,93	0,00	0,36	4,29
9	Героїв-рятувальників 6 к. 5	3,93	0,00	0,72	4,65
10	Героїв-рятувальників 8 к. 1	3,93	0,00	0,36	4,29
11	Героїв-рятувальників 8 к. 2	3,93	0,00	1,08	5,01
12	Героїв-рятувальників 8 к. 3	3,93	0,00	0,36	4,29
13	Героїв-рятувальників 10 к. 1	3,93	0,00	0,72	4,65
14	Героїв-рятувальників 10 к. 2	3,93	0,00	0,72	4,65
15	Героїв-рятувальників 10 к. 4	2,01	0,00	0,90	2,91
16	Героїв-рятувальників 10 к. 5	2,01	0,00	0,90	2,91
17	Героїв-рятувальників 12	2,01	0,00	0,90	2,91
18	Героїв-рятувальників 14 к. 1	2,01	0,00	0,90	2,91
19	Героїв-рятувальників 14 к. 2	2,01	0,00	0,90	2,91
20	Героїв-рятувальників 14 к. 3	2,01	0,00	0,90	2,91
21	Героїв-рятувальників 16 к. 1	2,01	0,00	0,60	2,61
22	Героїв-рятувальників 16 к. 2	3,93	0,00	1,08	5,01
23	Героїв-рятувальників 16 к. 3	3,93	0,00	0,72	4,65
24	Героїв-рятувальників 16 к. 4	2,55	0,00	0,40	2,95
25	Героїв-рятувальників 18 к. 1	2,01	0,00	0,60	2,61
26	Героїв-рятувальників 18 к. 2	2,01	0,00	0,60	2,61
27	Героїв-рятувальників 20 к. 1	2,01	0,00	0,90	2,91
28	Героїв-рятувальників 20 к. 2	2,01	0,00	0,60	2,61
29	Героїв-рятувальників 22/14	2,01	0,00	0,90	2,91
30	Героїв-рятувальників 7	3,93	0,00	1,08	5,01
31	Героїв-рятувальників 9 к. 1	3,93	0,00	1,44	5,37
32	Героїв-рятувальників 9 к. 2	3,93	0,00	0,72	4,65

Продовження табл. 4.1.

1	2	3	4	5	6
33	Героїв-рятувальників 9 к. 3	2,01	0,00	0,45	2,46
34	Героїв-рятувальників 11 к. 1	2,01	0,00	1,50	3,51
35	Героїв-рятувальників 11 к. 2	2,01	0,00	0,90	2,91
36	Героїв-рятувальників 11 к. 3	2,01	0,00	0,60	2,61
37	Героїв-рятувальників 11 к. 4	2,01	0,00	1,20	3,21
38	Героїв-рятувальників 26 к. 1	2,55	0,00	0,80	3,35
39	Героїв-рятувальників 26 к. 2	2,01	0,00	1,20	3,21
40	Героїв-рятувальників 28 к. 1	3,93	0,00	1,80	5,73
41	Героїв-рятувальників 28 к. 2	2,01	0,00	1,20	3,21
42	Героїв-рятувальників 28 к. 3	2,01	0,00	1,20	3,21
43	Героїв-рятувальників 28 к. 4	2,01	0,00	1,20	3,21
44	Героїв-рятувальників 28 к. 5	2,01	0,00	1,20	3,21
45	Героїв-рятувальників 30	2,01	0,00	1,20	3,21
46	Героїв-рятувальників 6 к. 3	0,64	0,43	0,00	1,07
47	Кіровоградський обласний кардіологічний диспансер	3,95	2,79	4,17	10,90
48	Поліклініка МВС	2,22	1,57	0,03	3,82
49	Ресторан «Паштет на Тельнова»	0,04	0,03	0,69	0,77
50	Максидом	1,40	0,95	0,00	2,34
51	Ринок	0,59	0,40	0,00	0,99
52	Перукарня	0,18	0,12	0,02	0,32
53	Школа №19	4,02	2,84	0,39	7,25
54	Дитячий садочок	1,21	0,85	0,35	2,41
55	Магазин "Олена"	0,26	0,18	0,00	0,44
56	Крамниця низьких цін	0,12	0,08	0,00	0,20
57	АТС №55	2,94	1,99	0,00	4,93
58	Меблевий магазин, Файномаркет, Магазин "Юлія", Аптека	1,01	0,68	0,00	1,69
59	Ресторан "Соренто", Нова Пошта, Магазин "Зодчій"	9,80	6,62	1,04	17,47
60	Богдан Авто Кіровоград, Фітнес клуб "Драйв", Дукмаш центр	1,67	1,13	0,42	3,21
	Всього	160,05	20,66	44,15	224,86

Арк.

33

Таблиця 4.2. Гідравлічний розрахунок теплової мережі

ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

Форма № 33 - РГ

№ ділянки за розрах.		Характеристика ділянки			Витратні данні ділянки										Втррати напору від джерела теплопостачання	Напір в кінці ділянки
№ розрахункова	№ попередньої	діаметр	довжина	Сума коеф. місцевих опорів	Витрата води	Швидкість води	Питомі втрати напору при K=0,5	Прийнята еквівалент. шероховат.	поправоч. коеф. до питомих втрат	Дійсне значення питомих втрат	Втррати напору на ділянці					
											лінійні	місцеві	всього	Всього по двом трубопро водам		
		мм	м		т/ч	м/с	мм/м	мм			м	м	м	м		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Мережеві насоси																
Водонагрівальна установка																90,0
Теплова мережа																
1	3	60	20		15,45		71,57	3	1,63	116,655	2,333	0,6999	3,033	6,066	63,27	26,73
2	3	60	30		15,45		71,57	3	1,63	116,655	3,500	1,0499	4,550	9,099	66,30	23,70
3	6	115	25		30,90		9,04	3	1,63	14,730	0,368	0,1105	0,479	0,957	57,20	32,80
4	6	60	13		16,75		84,08	3	1,63	137,047	1,782	0,5345	2,316	4,632	60,88	29,12
5	6	60	43		15,45		71,57	3	1,63	116,655	5,016	1,5048	6,521	13,042	69,29	20,71
6	8	115	25		63,10		37,68	3	1,63	61,418	1,535	0,4606	1,996	3,992	56,24	33,76
7	8	60	15		15,45		71,57	3	1,63	116,655	1,750	0,5249	2,275	4,550	56,80	33,20
8	10	115	23		78,55		58,39	3	1,63	95,178	2,189	0,6567	2,846	5,692	52,25	37,75
9	10	60	43		16,75		84,08	3	1,63	137,047	5,893	1,7679	7,661	15,322	61,88	28,12
10	13	230	18		95,29		2,21	3	1,63	3,600	0,065	0,0194	0,084	0,168	46,56	43,44
11	13	60	18		15,45		71,57	3	1,63	116,655	2,100	0,6299	2,730	5,459	51,85	38,15
12	13	60	53		15,45		71,57	3	1,63	116,655	6,183	1,8548	8,038	16,075	62,47	27,53
13	15	230	13		126,19		3,87	3	1,63	6,314	0,082	0,0246	0,107	0,213	46,39	43,61
14	15	60	13		3,84		4,41	3	1,63	7,189	0,093	0,0280	0,121	0,243	46,42	43,58
16	18	60	28		15,45		71,57	3	1,63	116,655	3,266	0,9799	4,246	8,492	59,84	30,16
17	18	60	18		8,37		21,02	3	1,63	34,262	0,617	0,1850	0,802	1,603	52,95	37,05
18	20	115	20		23,82		5,37	3	1,63	8,756	0,175	0,0525	0,228	0,455	51,35	38,65
19	20	60	20		8,37		21,02	3	1,63	34,262	0,685	0,2056	0,891	1,782	52,67	37,33

Продовження табл. 4.2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
20	22	115	50		32,20		9,81	3	1,63	15,992	0,800	0,2399	1,039	2,079	50,89	39,11
21	22	115	35		18,04		3,08	3	1,63	5,022	0,176	0,0527	0,228	0,457	49,27	40,73
22	24	115	15		50,24		23,89	3	1,63	38,936	0,584	0,1752	0,759	1,519	48,81	41,19
23	24	60	38		15,45		71,57	3	1,63	116,655	4,4329	1,3299	5,7628	11,5255	58,82	31,18
15	25	230	65		130,03		4,11	3	1,63	6,704	0,436	0,1307	0,566	1,133	46,18	43,82
24	25	115	13		65,69		40,84	3	1,63	66,567	0,865	0,2596	1,125	2,250	47,29	42,71
25	27	230	150		195,71		9,32	3	1,63	15,188	2,278	0,6834	2,962	5,923	45,04	44,96
26	27	60	25		16,75		84,08	3	1,63	137,047	3,426	1,0279	4,454	8,908	48,03	41,97
27	29	230	50		212,46		10,98	3	1,63	17,898	0,895	0,2685	1,163	2,327	39,12	50,88
28	29	60	25		16,75		84,08	3	1,63	137,047	3,426	1,0279	4,454	8,908	45,70	44,30
30	33	60	93		10,49		32,96	3	1,63	53,727	4,9966	1,4990	6,4956	12,9911	49,96	40,04
31	33	60	30		10,49		32,96	3	1,63	53,727	1,6118	0,4835	2,0953	4,1907	41,16	48,84
32	33	60	43		10,49		32,96	3	1,63	53,727	2,310	0,6931	3,003	6,007	42,97	47,03
34	36	115	88		39,25		14,58	3	1,63	23,767	2,091	0,6274	2,719	5,438	47,56	42,44
35	36	60	45		13,74		56,61	3	1,63	92,269	4,152	1,2456	5,398	10,795	52,92	37,08
29	37	230	43		229,21		12,78	3	1,63	20,830	0,896	0,2687	1,164	2,329	36,79	53,21
33	37	115	63		31,46		9,36	3	1,63	15,264	0,962	0,2885	1,250	2,500	36,97	53,03
36	37	115	68		52,99		26,58	3	1,63	43,320	2,946	0,8837	3,829	7,659	42,13	47,87
37	39	283	50		313,65		8,03	3	1,63	13,091	0,655	0,1964	0,851	1,702	34,47	55,53
38	39	60	78		10,49		32,96	3	1,63	53,727	4,191	1,2572	5,448	10,896	43,66	46,34
39	41	283	90		324,14		8,58	3	1,63	13,981	1,258	0,3775	1,636	3,272	32,76	57,24
40	41	60	38		10,49		32,96	3	1,63	53,727	2,042	0,6125	2,654	5,308	34,80	55,20
41	43	283	25		334,62		9,14	3	1,63	14,900	0,373	0,1118	0,484	0,969	29,49	60,51
42	43	60	85		10,49		32,96	3	1,63	53,727	4,5668	1,3700	5,937	11,874	40,40	49,60
44	47	60	68		10,60		33,72	3	1,63	54,960	3,737	1,1212	4,858	9,717	48,09	41,91
45	47	60	33		9,41		26,52	3	1,63	43,229	1,427	0,4280	1,855	3,709	42,08	47,92
46	47	60	25		16,75		84,08	3	1,63	137,047	3,426	1,0279	4,454	8,908	47,28	42,72
47	50	115	55		36,76		12,79	3	1,63	20,842	1,146	0,3439	1,490	2,980	38,37	51,63
48	50	115	25		18,04		3,08	3	1,63	5,022	0,126	0,0377	0,163	0,326	35,72	54,28
49	50	60	43		9,41		26,52	3	1,63	43,229	1,859	0,5576	2,416	4,833	40,23	49,77
50	52	115	68		64,20		39,01	3	1,63	63,591	4,324	1,2973	5,621	11,243	35,39	54,61
51	52	60	30		9,41		26,52	3	1,63	43,229	1,297	0,3891	1,686	3,372	27,52	62,48
43	53	283	238		345,11		9,72	3	1,63	15,849	3,772	1,1316	4,904	9,807	28,52	61,48

Продовження табл. 4.2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
52	53	115	25		73,61		51,28	3	1,63	83,587	2,090	0,6269	2,717	5,433	24,15	65,85
54	56	115	268		11,55		1,26	3	1,63	2,059	0,552	0,1655	0,717	1,435	63,77	26,23
55	56	60	38		11,57		40,10	3	1,63	65,365	2,484	0,7452	3,229	6,458	68,80	21,20
56	58	115	20		23,12		5,06	3	1,63	8,244	0,1649	0,0495	0,214	0,429	62,34	27,66
57	58	60	20		11,57		40,10	3	1,63	65,365	1,307	0,3922	1,699	3,399	65,31	24,69
58	60	115	55		34,68		11,38	3	1,63	18,557	1,021	0,3062	1,327	2,654	61,91	28,09
59	60	60	20		11,57		40,10	3	1,63	65,365	1,307	0,3922	1,699	3,399	62,65	27,35
60	63	115	50		46,25		20,24	3	1,63	32,996	1,650	0,4949	2,145	4,289	59,26	30,74
61	63	115	18		20,63		4,03	3	1,63	6,568	0,118	0,0355	0,154	0,307	55,27	34,73
62	63	60	20		11,57		40,10	3	1,63	65,365	1,307	0,3922	1,699	3,399	58,36	31,64
63	65	115	63		78,45		58,24	3	1,63	94,937	5,981	1,7943	7,775	15,551	54,97	35,03
64	65	60	20		11,57		40,10	3	1,63	65,365	1,307	0,3922	1,699	3,399	42,81	47,19
65	67	230	118		90,01		1,97	3	1,63	3,212	0,379	0,1137	0,493	0,986	39,41	50,59
66	67	60	20		12,04		43,50	3	1,63	70,899	1,418	0,4254	1,843	3,687	42,12	47,88
67	70	230	30		102,06		2,53	3	1,63	4,130	0,124	0,0372	0,161	0,322	38,43	51,57
68	70	60	20		0,72		0,16	3	1,63	0,253	0,005	0,0015	0,007	0,013	38,12	51,88
69	70	60	18		11,57		40,10	3	1,63	65,365	1,177	0,3530	1,530	3,059	41,17	48,83
70	72	230	35		114,34		3,18	3	1,63	5,184	0,181	0,0544	0,236	0,472	38,11	51,89
71	72	60	20		1,60		0,77	3	1,63	1,248	0,025	0,0075	0,032	0,065	37,70	52,30
73	75	60	23		9,41		26,52	3	1,63	43,229	0,994	0,2983	1,293	2,585	46,51	43,49
74	75	115	20		17,74		2,98	3	1,63	4,854	0,097	0,0291	0,126	0,252	44,18	45,82
76	78	60	23		11,57		40,10	3	1,63	65,365	1,503	0,4510	1,954	3,909	48,26	41,74
77	78	60	30		10,49		32,96	3	1,63	53,727	1,612	0,4835	2,095	4,191	48,54	41,46
75	79	115	35		27,14		6,97	3	1,63	11,367	0,398	0,1194	0,517	1,034	43,92	46,08
78	79	115	75		22,05		4,60	3	1,63	7,501	0,563	0,1688	0,731	1,463	44,35	45,65
79	82	115	43		49,19		22,90	3	1,63	37,335	1,605	0,4816	2,087	4,174	42,89	47,11
80	82	115	75		62,88		37,42	3	1,63	60,997	4,575	1,3724	5,947	11,894	50,61	39,39
81	82	115	25		18,72		3,32	3	1,63	5,407	0,135	0,0405	0,176	0,351	39,07	50,93
72	84	230	43		115,94		3,27	3	1,63	5,330	0,229	0,0688	0,298	0,596	37,64	52,36
82	84	230	95		130,79		4,16	3	1,63	6,783	0,644	0,1933	0,838	1,675	38,72	51,28
83	84	60	138		8,66		22,50	3	1,63	36,668	5,060	1,5181	6,578	13,157	50,20	39,80
85	88	60	95		8,87		23,56	3	1,63	38,407	3,649	1,0946	4,743	9,487	44,58	45,42
86	88	60	30		16,75		84,08	3	1,63	137,047	4,111	1,2334	5,345	10,690	45,79	44,21

Продовження табл. 4.2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
87	88	60	18		3,58		3,84	3	1,63	6,263	0,113	0,0338	0,147	0,293	35,39	54,61
88	90	115	50		29,19		8,06	3	1,63	13,146	0,657	0,1972	0,854	1,709	35,10	54,90
89	90	60	15		1,15		0,39	3	1,63	0,644	0,010	0,0029	0,013	0,025	33,41	56,59
84	92	230	90		255,39		15,87	3	1,63	25,862	2,328	0,6983	3,026	6,052	37,04	52,96
90	92	115	65		30,34		8,71	3	1,63	14,200	0,923	0,2769	1,200	2,400	33,39	56,61
91	92	115	15		26,08		6,44	3	1,63	10,495	0,157	0,0472	0,205	0,409	31,40	58,60
92	94	283	133		311,81		7,94	3	1,63	12,938	1,721	0,5162	2,237	4,474	30,99	59,01
93	94	115	55		19,34		3,54	3	1,63	5,769	0,317	0,0952	0,412	0,825	27,34	62,66
94	97	283	73		331,15		8,95	3	1,63	14,593	1,065	0,3196	1,385	2,770	26,51	63,49
95	97	115	93		18,04		3,08	3	1,63	5,022	0,467	0,1401	0,607	1,214	24,96	65,04
96	97	60	48		8,44		21,35	3	1,63	34,795	1,670	0,5011	2,171	4,342	28,09	61,91
97	99	283	120		357,63		10,44	3	1,63	17,020	2,042	0,6127	2,655	5,310	23,74	66,26
98	99	60	20		2,76		2,29	3	1,63	3,728	0,075	0,0224	0,097	0,194	18,63	71,37
99	101	283	48		360,39		10,60	3	1,63	17,284	0,830	0,2489	1,079	2,157	18,43	71,57
100	101	60	48		10,49		32,96	3	1,63	53,727	2,579	0,7737	3,353	6,705	22,98	67,02
101	103	283	30		370,88		11,23	3	1,63	18,304	0,549	0,1647	0,714	1,428	16,28	73,72
102	103	60	95		9,41		26,52	3	1,63	43,229	4,107	1,2320	5,339	10,677	25,53	64,47
103	105	283	18		380,28		11,81	3	1,63	19,244	0,346	0,1039	0,450	0,901	14,85	75,15
104	105	60	35		10,49		32,96	3	1,63	53,727	1,880	0,5641	2,445	4,889	18,84	71,16
53	106	283	103		418,71		14,31	3	1,63	23,330	2,403	0,7209	3,124	6,248	18,72	71,28
105	106	283	28		390,77		12,47	3	1,63	20,320	0,569	0,1707	0,740	1,479	13,95	76,05
106	107	283	55		809,48		53,50	3	1,63	87,197	4,796	1,4388	6,235	12,469	12,47	77,53

Таблиця 4.3. Розрахунок втрат в тепловій ізоляції.

№ п/п	Стандартний діаметр труби, мм	Розрахункова товщина пенополіуретану, мм	Товщина захисної поліетиленової оболонки, мм	Опір ізоляції, (м·°C)/Вт	Опір захисного шару, (м·°C)/Вт	Глибина залягання трубопроводу, мм	Опір ґрунту, (м·°C)/Вт	Сумарний опір трубопроводу, (м·°C)/Вт	Відстань між осями труб, мм	Додатковий термічний опір, (м·°C)/Вт	Температура в подавальному трубопроводі, °C	Температура в зворотньому трубопроводі, °C	Температура ґрунту, °C	Питомі втрати теплоти в подавальному трубопроводі, Вт/м	Питомі втрати теплоти в зворотньому трубопроводі, Вт/м	Сумарна довжина трубопроводу, м	Втрата теплоти в подавальному трубопроводі, Вт	Втрата теплоти в зворотньому трубопроводі, Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	20	301,9	137,5
2	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	30	452,8	206,2
3	115	33	3,5	2,187	0,014	800	0,265	2,467	400	0,133	60	30	2	23,0	10,1	25	574,3	252,9
4	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	13	196,2	89,4
5	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	43	649,0	295,6
6	115	33	3,5	2,187	0,014	800	0,265	2,467	400	0,133	60	30	2	23,0	10,1	25	574,3	252,9
7	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	15	226,4	103,1
8	115	33	3,5	2,187	0,014	800	0,265	2,467	400	0,133	60	30	2	23,0	10,1	23	528,3	232,7
9	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	43	649,0	295,6
10	230	33	3,5	1,217	0,009	800	0,220	1,445	400	0,133	60	30	2	38,7	15,8	18	696,3	284,8
11	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	18	271,7	123,7
12	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	53	800,0	364,3
13	230	33	3,5	1,217	0,009	800	0,220	1,445	400	0,133	60	30	2	38,7	15,8	13	502,8	205,7
14	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	13	196,2	89,4
15	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	28	422,6	192,5
16	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	18	271,7	123,7
17	115	33	3,5	2,187	0,014	800	0,265	2,467	400	0,133	60	30	2	23,0	10,1	20	459,4	202,3
18	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	20	301,9	137,5
19	115	33	3,5	2,187	0,014	800	0,265	2,467	400	0,133	60	30	2	23,0	10,1	50	1148,5	505,8
20	115	33	3,5	2,187	0,014	800	0,265	2,467	400	0,133	60	30	2	23,0	10,1	35	804,0	354,1
21	115	33	3,5	2,187	0,014	800	0,265	2,467	400	0,133	60	30	2	23,0	10,1	15	344,6	151,8
22	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	38	573,6	261,2
23	230	33	3,5	1,217	0,009	800	0,220	1,445	400	0,133	60	30	2	38,7	15,8	65	2514,2	1028,6
24	115	33	3,5	2,187	0,014	800	0,265	2,467	400	0,133	60	30	2	23,0	10,1	13	298,6	131,5
25	230	33	3,5	1,217	0,009	800	0,220	1,445	400	0,133	60	30	2	38,7	15,8	150	5802,1	2373,7
26	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	25	377,3	171,8
27	230	33	3,5	1,217	0,009	800	0,220	1,445	400	0,133	60	30	2	38,7	15,8	50	1934,0	791,2
28	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	25	377,3	171,8

														Продовження табл. 4.3.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
29	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	93	1403,7	639,3
30	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	30	452,8	206,2
31	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	43	649,0	295,6
32	115	33	3,5	2,187	0,014	800	0,265	2,467	400	0,133	60	30	2	23,0	10,1	88	2021,4	890,3
33	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	45	679,2	309,3
34	230	33	3,5	1,217	0,009	800	0,220	1,445	400	0,133	60	30	2	38,7	15,8	43	1663,3	680,5
35	115	33	3,5	2,187	0,014	800	0,265	2,467	400	0,133	60	30	2	23,0	10,1	63	1447,1	637,4
36	115	33	3,5	2,187	0,014	800	0,265	2,467	400	0,133	60	30	2	23,0	10,1	68	1562,0	687,9
37	283	42	3,5	1,254	0,007	800	0,200	1,460	400	0,133	60	30	2	38,3	15,7	50	1914,7	784,9
38	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	78	1177,3	536,1
39	283	42	3,5	1,254	0,007	800	0,200	1,460	400	0,133	60	30	2	38,3	15,7	90	3446,5	1412,8
40	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	38	573,6	261,2
41	283	42	3,5	1,254	0,007	800	0,200	1,460	400	0,133	60	30	2	38,3	15,7	25	957,4	392,4
42	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	85	1283,0	584,3
43	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	68	1026,4	467,4
44	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	33	498,1	226,8
45	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	25	377,3	171,8
46	115	33	3,5	2,187	0,014	800	0,265	2,467	400	0,133	60	30	2	23,0	10,1	55	1263,4	556,4
47	115	33	3,5	2,187	0,014	800	0,265	2,467	400	0,133	60	30	2	23,0	10,1	25	574,3	252,9
48	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	43	649,0	295,6
49	115	33	3,5	2,187	0,014	800	0,265	2,467	400	0,133	60	30	2	23,0	10,1	68	1562,0	687,9
50	60	31,5	3,5	3,462	0,020	800	0,300	3,782	400	0,133	60	30	2	15,1	6,9	30	452,8	206,2
51	283	42	3,5	1,254	0,007	800	0,200	1,460	400	0,133	60	30	2	38,3	15,7	238	9114,2	3736,0
52	115	33	3,5	2,187	0,014	800	0,265	2,467	400	0,133	60	30	2	23,0				

5. Побудова графіків електричних навантажень для мікрорайону.

Методика побудови графіків електричних навантажень застосована для мікрорайону вул. Героїв-рятувальників, що використана в цьому пункті наведена в [4 і 5]. Наводимо скріншоти з проведених розрахунків в програмі Mathcad.

1. Активне розрахункове навантаження:

$$P_{\max} := 5468.88 \text{ кВт}$$

2. Реактивне розрахункове навантаження:

$$Q_{\max} := 3200.85 \text{ квар}$$

$$T_{\text{лето_р}} := 105 \quad T_{\text{лето_в}} := 48$$

$$T_{\text{зима_р}} := 147 \quad T_{\text{зима_в}} := 65$$

$$T_{\Gamma} = 365$$

3. Задання графіка навантаження (в %) для кожної ступені графіка для активної потужності, 2 - для реактивної потужності):

Робочі дні

	1	2
1	25	30
2	22	30
3	22	32
4	22	36
5	22	32
6	23	30
7	27	32
8	45	35
9	50	40
10	42	30
11	43	31
12	43	32
13	45	30
14	45	32
15	42	30
16	40	30
17	45	31
18	73	50
19	85	80
20	100	100
21	100	100
22	80	80
23	60	60
24	20	...

Вихідні дні

	1	2
1	40	40
2	43	43
3	40	40
4	43	43
5	42	42
6	30	30
7	20	30
8	43	43
9	60	60
10	62	62
11	40	40
12	40	40
13	40	40
14	40	40
15	42	42
16	50	50
17	60	60
18	80	80
19	100	100
20	100	100
21	80	80
22	20	30
23	20	30
24	20	32

1. літні робочі дні
2. зимні робочі дні
3. літні вихідні дні
4. зимні вихідні дні

Power_4 =

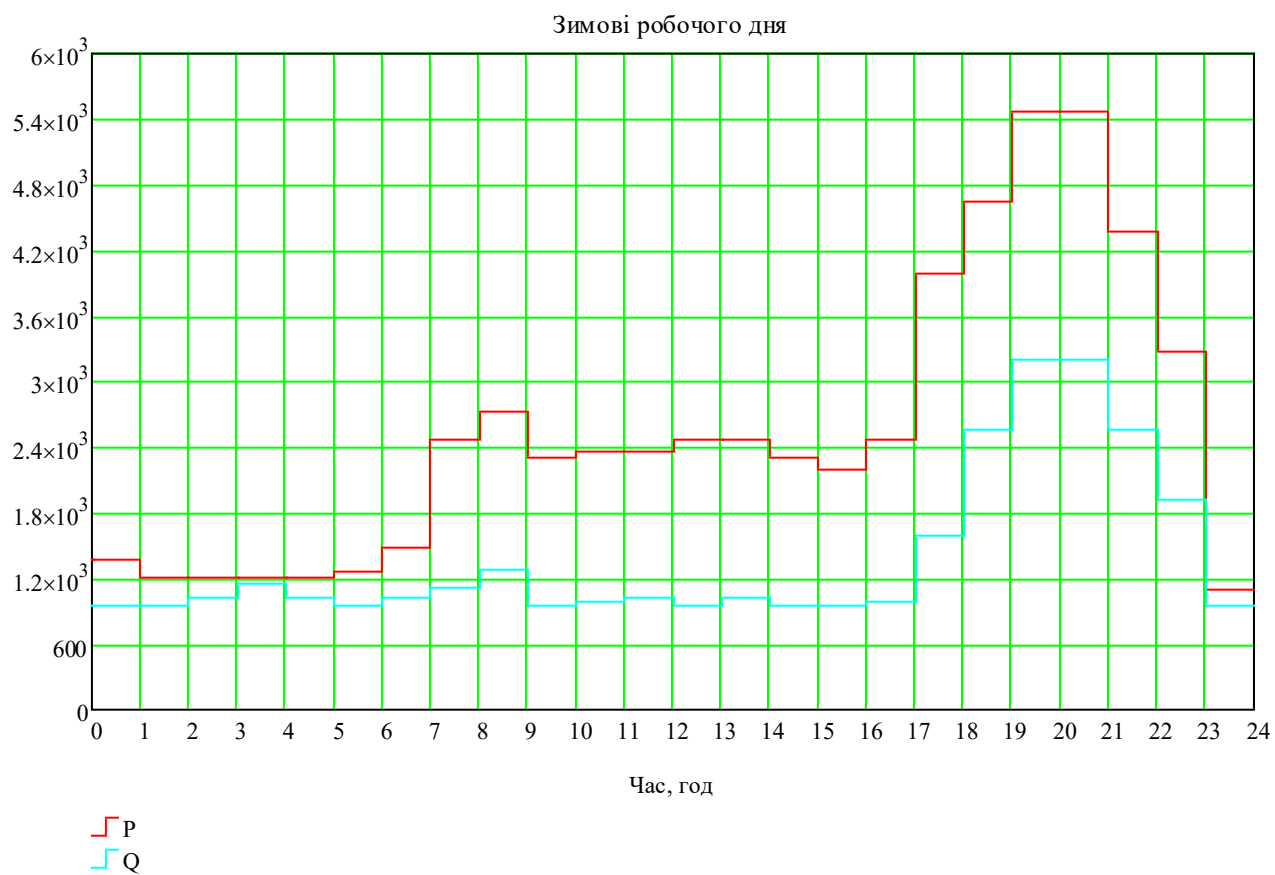
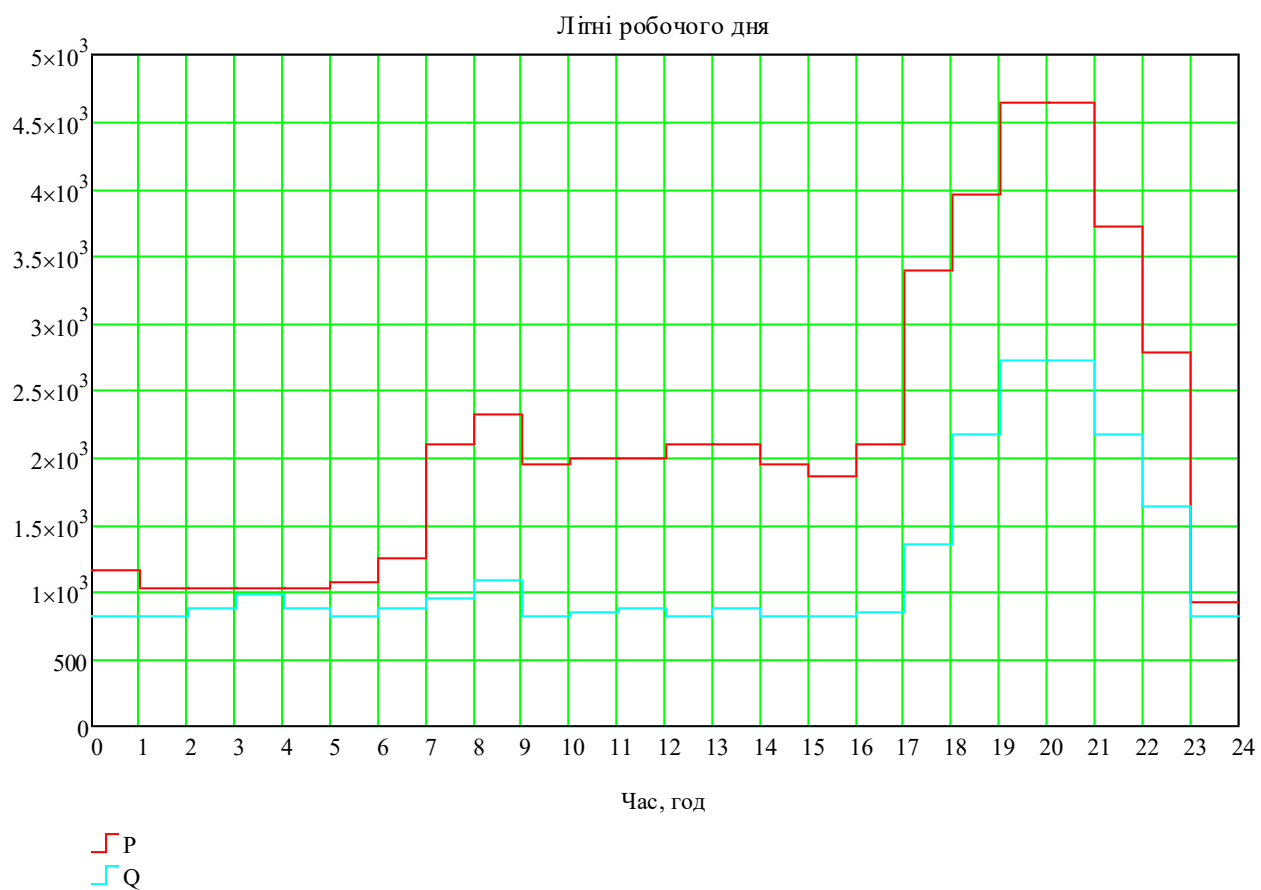
	1	2	3
1	1162	816	1420
2	1023	816	1308
3	1023	871	1343
4	1023	979	1416
5	1023	871	1343
6	1069	816	1345
7	1255	871	1528
8	2092	952	2298
9	2324	1088	2566
10	1952	816	2116
11	1999	843	2170
12	1999	871	2180
13	2092	816	2245
14	2092	871	2266
15	1952	816	2116
16	1859	816	2031
17	2092	843	2255
18	3393	1360	3656
19	3951	2177	4511
20	4649	2721	5386
21	4649	2721	5386
22	3719	2177	4309
23	2789	1632	3232
24	930	816	...

	1	2	3
1	1367	960	1671
2	1203	960	1539
3	1203	1024	1580
4	1203	1152	1666
5	1203	1024	1580
6	1258	960	1582
7	1477	1024	1797
8	2461	1120	2704
9	2734	1280	3019
10	2297	960	2490
11	2352	992	2552
12	2352	1024	2565
13	2461	960	2642
14	2461	1024	2666
15	2297	960	2490
16	2188	960	2389
17	2461	992	2654
18	3992	1600	4301
19	4649	2561	5307
20	5469	3201	6337
21	5469	3201	6337
22	4375	2561	5069
23	3281	1921	3802
24	1094	960	...

	1	2	3
1	1859	1088	2154
2	1999	1170	2316
3	1859	1088	2154
4	1999	1170	2316
5	1952	1143	2262
6	1395	816	1616
7	930	816	1237
8	1999	1170	2316
9	2789	1632	3232
10	2882	1687	3339
11	1859	1088	2154
12	1859	1088	2154
13	1859	1088	2154
14	1859	1088	2154
15	1952	1143	2262
16	2324	1360	2693
17	2789	1632	3232
18	3719	2177	4309
19	4649	2721	5386
20	4649	2721	5386
21	3719	2177	4309
22	930	816	1237
23	930	816	1237
24	930	871	...

	1	2	3
1	2188	1280	2535
2	2352	1376	2725
3	2188	1280	2535
4	2352	1376	2725
5	2297	1344	2661
6	1641	960	1901
7	1094	960	1455
8	2352	1376	2725
9	3281	1921	3802
10	3391	1985	3929
11	2188	1280	2535
12	2188	1280	2535
13	2188	1280	2535
14	2188	1280	2535
15	2297	1344	2661
16	2734	1600	3168
17	3281	1921	3802
18	4375	2561	5069
19	5469	3201	6337
20	5469	3201	6337
21	4375	2561	5069
22	1094	960	1455
23	1094	960	1455
24	1094	1024	...

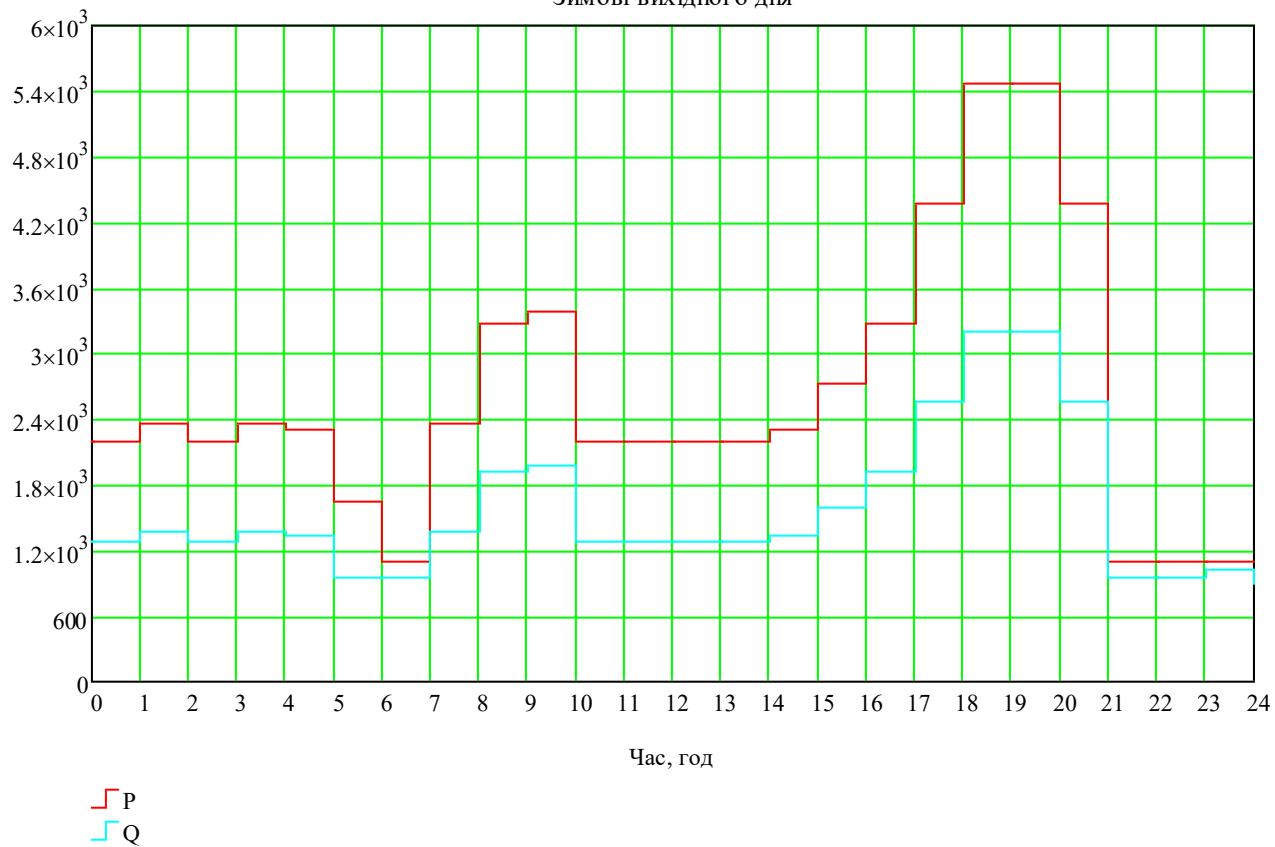
- 1 - активна потужність
2 - реактивна потужність
3 - повна потужність

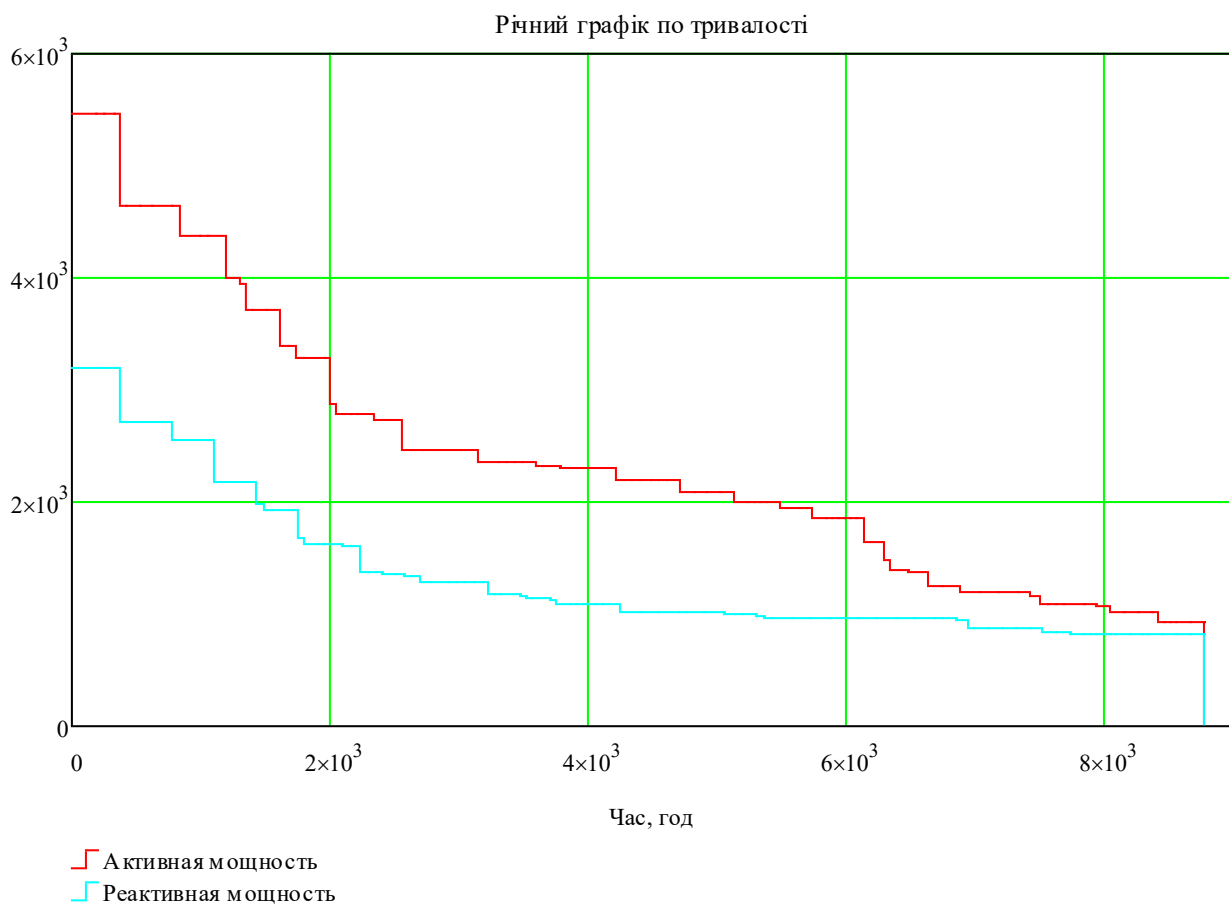


Літні вихідного дня



Зимові вихідного дня





Споживання активної енергії за літню вихідну добу; $\text{кВт}\cdot\text{год}$

$$W_{\text{лето_в}} = 53691$$

Споживання активної енергії за літню робочу добу; $\text{кВт}\cdot\text{год}$

$$W_{\text{лето_р}} = 52110$$

Споживання активної енергії за зимову вихідну добу; $\text{кВт}\cdot\text{год}$

$$W_{\text{зима_в}} = 63166$$

Споживання активної енергії за зимову робочу добу; $\text{кВт}\cdot\text{год}$

$$W_{\text{зима_р}} = 61306$$

Споживання реактивної енергії за літню вихідну добу; $\text{квар}\cdot\text{год}$

$$V_{\text{лето_в}} = 32567$$

Споживання реактивної енергії за літню робочу добу; $\text{квар}\cdot\text{год}$

$$V_{\text{лето_р}} = 28377$$

Споживання реактивної енергії за зимову вихідну добу; $\text{квар}\cdot\text{год}$

$$V_{\text{зима_в}} = 38314$$

Споживання реактивної енергії за зимову робочу добу; $\text{квар}\cdot\text{год}$

$$V_{\text{зима_р}} = 33385$$

Річне споживання активної енергії, $\text{кВт}\cdot\text{год}$

$$W_{\Gamma} = 21166493$$

Річне споживання реактивної енергії, $\text{квар}\cdot\text{год}$

$$V_{\Gamma} = 11940814$$

Кількість годин використання максимуму потужності, год:

$$T_{\text{max}} = 3835$$

Річний час максимальних втрат, год:

$$\tau = 2103$$

Арк.

45

6. Побудова картограми електричних та теплових навантажень мікрорайону

Розрахунок проводимо згідно з [4 і 5]. Розрахунок картограми електричних навантажень проведено в табл. 6.1, а теплових в табл. 6.2.

Таблиця 6.1. Розрахункові дані для побудови картограми та визначення умовного центру електричних навантажень										
№ з/п	Назва цеху	$P_{p, кв}$ ($P_{p, кл}$), кВт	$P_{p, сир}$ кВт	P_{Σ} , кВт	R , мм	α , град	X_i , м	Y_i , м	$P_{\Sigma} \cdot X_i$	$P_{\Sigma} \cdot Y_i$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТП1										
1.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 1	0,0	4,3	4,30	2	360,00	608	1950	2611,1	8381,3
2.	Герой-рятувальників 4 к. 1	71,3	26,3	97,56	8	96,97	608	1950	59267,7	190242,0
3.	Герой-рятувальників 4 к. 2	45,0	9,1	54,09	6	60,50	570	1953	30831,3	105610,7
4.	Герой-рятувальників 4 к. 3	45,0	9,1	54,09	6	60,50	550	1968	29749,5	106422,1
5.	Герой-рятувальників 4 к. 4	45,0	9,1	54,09	6	60,50	640	1933	34617,6	104528,9
6.	Герой-рятувальників 4 к. 5	45,0	9,1	54,09	6	60,50	638	1913	34482,4	103447,1
7.	Герой-рятувальників 6 к. 1	71,3	26,3	97,56	8	96,97	560	1888	54633,6	184144,5
8.	Герой-рятувальників 6 к. 2	45,0	9,1	54,09	6	60,50	530	1903	28667,7	102906,2
9.	Герой-рятувальників 6 к. 4	45,0	9,1	54,09	6	60,50	598	1885	32318,8	101959,7
10.	Герой-рятувальників 6 к. 3	0,0	27,0	27,00	4	360,00	500	1928	13500,0	52042,5
11.	Герой-рятувальників 8 к. 3	45,0	9,1	54,09	6	60,50	508	1848	27450,7	99931,3
	Всього по ТП1			605,05					348130,3	1159616,3
	$x = 575,38$ м; $y = 1916,57$ м									
ТП2										
1.	Герой-рятувальників 6 к. 5	71,28	26,28	97,56	8	96,97	615	1835	59999,4	179022,6
2.	Герой-рятувальників 8 к. 1	45,00	9,09	54,09	6	60,50	595	1810	32183,6	97902,9
3.	Герой-рятувальників 8 к. 2	90,72	36,99	127,71	9	104,27	563	1828	71836,9	233390,0
4.	Герой-рятувальників 10 к. 1	71,28	26,28	97,56	8	96,97	520	1768	50731,2	172437,3
5.	Герой-рятувальників 10 к. 4	81,00	37,91	118,91	9	114,77	585	1738	69561,2	206602,7
6.	Герой-рятувальників 10 к. 5	81,00	37,91	118,91	9	114,77	628	1755	74614,8	208683,5
	Всього по ТП2			614,74					358927,0	1098039,0

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	x = 583,87 м; y = 1786,2 м									
ТПЗ										
1.	Героїв-рятувальників 10 к. 2	71,28	26,28	97,56	8	96,97	530	1718	51706,8	167559,3
2.	Героїв-рятувальників 12	81,00	37,91	118,91	9	114,77	590	1645	70155,7	195603,7
3.	Героїв-рятувальників 14 к. 1	81,00	37,91	118,91	9	114,77	550	1555	65399,4	184901,9
4.	Героїв-рятувальників 14 к. 2	81,00	37,91	118,91	9	114,77	615	1600	73128,4	190252,8
5.	Героїв-рятувальників 14 к. 3	81,00	37,91	118,91	9	114,77	620	1520	73723,0	180740,2
6.	Кіровоградський обласний кардіологічний диспансер	0,00	100,00	100,00	8	360,00	330	1683	33000,0	168250,0
7.	Поліклініка МВС	0,00	20,00	20,00	4	360,00	423	1585	8450,0	31700,0
8.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 2	0,00	3,06	3,06	1	360,00	613	1563	1873,2	4778,6
	Всього по ТПЗ			696,3					377436,5	1123786,4
	x = 542,1 м; y = 1614,06 м									
ТП4										
1.	Героїв-рятувальників 16 к. 1	63,00	27,54	90,54	8	109,50	518	1313	46854,5	118833,8
2.	Героїв-рятувальників 16 к. 2	90,72	36,99	127,71	9	104,27	583	1293	74391,1	165065,2
3.	Героїв-рятувальників 16 к. 3	71,28	26,28	97,56	8	96,97	633	1253	61706,7	122193,9
4.	Героїв-рятувальників 16 к. 4	48,00	16,20	64,20	6	90,84	680	1213	43656,0	77842,5
5.	Героїв-рятувальників 18 к. 1	63,00	27,54	90,54	8	109,50	553	1198	50023,4	108421,7
6.	Героїв-рятувальників 18 к. 2	63,00	27,54	90,54	8	109,50	628	1190	56813,9	107742,6
7.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 3	0,00	5,04	5,04	2	360,00	568	1243	2861,3	6264,7
	Всього по ТП4			566,132					336306,8	706364,3
	x = 594,04 м; y = 1247,7 м									

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТП5										
1.	Героїв-рятувальників 20 к. 1	81,00	37,91	118,91	9	114,77	483	1160	57373,1	137933,3
2.	Героїв-рятувальників 20 к. 2	63,00	27,54	90,54	8	109,50	533	1113	48212,6	100725,8
3.	Героїв-рятувальників 22/14	81,00	37,91	118,91	9	114,77	475	1065	56481,3	126637,0
4.	Ресторан «Паштет на Тельнова»	0,00	90,00	90,00	8	360,00	438	1033	39375,0	92925,0
5.	Максидом	0,00	165,00	165,00	10	360,00	455	908	75075,0	149737,5
	Всього по ТП5			583,36					276517,0	607958,6
	x = 474,01 м; y = 1042,17 м									
ТП6										
1.	Героїв-рятувальників 7	90,72	36,99	127,71	9	104,27	285	918	36397,4	117173,9
2.	Героїв-рятувальників 9 к. 1	116,64	45,18	161,82	10	100,51	308	835	49759,7	135119,7
3.	Героїв-рятувальників 9 к. 2	71,28	26,28	97,56	8	96,97	250	778	24390,0	75852,9
4.	Героїв-рятувальників 9 к. 3	52,20	21,87	74,07	7	106,29	128	758	9443,9	56108,0
5.	Ринок	0,00	117,60	117,60	9	360,00	228	735	26754,0	86436,0
6.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 4	0,00	7,77	7,77	2	360,00	270	850	2097,8	6604,2
	Всього по ТП6			586,53					148842,73	477294,76
	x = 253,77 м; y = 813,76 м									
ТП7										
1.	Героїв-рятувальників 11 к. 1	121,50	56,70	178,20	11	114,55	240	658	42768,0	117166,5
2.	Героїв-рятувальників 11 к. 2	81,00	37,91	118,91	9	114,77	195	678	23187,1	80560,2
3.	Героїв-рятувальників 11 к. 3	63,00	27,54	90,54	8	109,50	150	583	13581,0	52739,6
4.	Героїв-рятувальників 11 к. 4	99,60	48,60	148,20	10	118,06	135	668	20007,0	98923,5
5.	Перукарня	0,00	13,00	13,00	3	360,00	298	758	3867,5	9847,5
6.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 5	0,00	3,06	3,06	1	360,00	235	688	718,7	2102,6

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 6	0,00	4,63	4,63	2	360,00	245	568	1134,0	2626,8
	Всього по ТП7			556,54					105263,29	363966,59
	x = 189,14 м; y = 653,99 м									
ТП8										
1.	Школа №19	0,00	280,00	280,00	13	360,00	370	690	103600,0	193200,0
2.	Дитячий садочок	0,00	70,00	70,00	7	360,00	460	568	32200,0	39725,0
3.	Магазин "Олена"	0,00	65,00	65,00	6	360,00	320	588	20800,0	38187,5
4.	Меблевий магазин, Файномаркет, Магазин "Юлія", Аптека	0,00	140,40	140,40	9	360,00	280	683	39312,0	95823,0
	Всього по ТП8			555,40					195912,0	366935,5
	x = 352,74 м; y = 660,67 м									
ТП9										
1.	Героїв-рятувальників 26 к. 1	76,00	27,54	103,54	8	95,75	368	480	38051,0	49699,2
2.	Героїв-рятувальників 26 к. 2	99,60	48,60	148,20	10	118,06	398	533	58909,5	78916,5
3.	Героїв-рятувальників 28 к. 2	99,60	48,60	148,20	10	118,06	450	363	66690,0	53722,5
4.	Героїв-рятувальників 28 к. 3	99,60	48,60	148,20	10	118,06	505	450	74841,0	66690,0
5.	Крамниця низьких цін	0,00	29,25	29,25	4	360,00	333	558	9725,6	16306,9
6.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 7	0,00	3,06	3,06	1	360,00	383	508	1169,8	1552,1
	Всього по ТП9			580,45					249386,86	266887,15
	x = 429,65 м; y = 459,79 м									
ТП10										
1.	Героїв-рятувальників 28 к. 1	142,20	54,45	196,65	11	99,68	450	363	88492,5	71285,6
2.	Героїв-рятувальників 28 к. 4	99,60	48,60	148,20	10	118,06	483	503	71506,5	74470,5
3.	Героїв-рятувальників 28 к. 5	99,60	48,60	148,20	10	118,06	550	350	81510,0	51870,0

Продовження таблиці 6.1										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4.	Освітлення вул. Героїв-рятувальників	0,00	80,64	80,64	7	360,00	-	-	0,0	0,0
	Всього по ТП10			573,69					241509,00	197626,13
	x = 420,97 м; y = 344,48 м									
ТП11,12										
1.	АТС №55	0,00	120,00	120,00	9	360,00	170	530	20400,0	63600,0
2.	Героїв-рятувальників 30	99,60	48,60	148,20	10	118,06	490	220	72618,0	32604,0
3.	Ресторан "Соренто", Нова Пошта, Магазин "Зодчій"	0,00	625,00	625,00	20	360,00	308	380	192187,5	237500,0
4.	Богдан Авто Кіровоград, Фітнес клуб "Драйв", Дукмаш центр	0,00	233,75	233,75	12	360,00	435	168	101681,3	39153,1
	Всього по ТП11,12			1126,95					386886,8	372857,1
	x = 343,3 м; y = 330,86 м									
	Всього по мікрорайону			7045,08					3025118,2	6741331,8
	Масштаб: 0,5 кВт/мм2.									
	Координати умовного центру електричних навантажень:									
	X = 3025118,17/7045,08 = 429,39 м									
	Y = 6741331,83/7045,08 = 956,89 м									

Таблиця 6.2. Розрахункові дані для побудови картограми та визначення умовного центру теплових навантажень

№ з/п	Назва об'єкту	Q_o^p кВт	Q_v^p кВт	$Q_{г.з.}^{max}$ кВт	Q_{Σ} кВт	R, мм	$\alpha_{в'}$ град	$\alpha_{гз'}$ град	X_i , м	Y_i , м	$Q_{\Sigma} \cdot X_i$	$Q_{\Sigma} \cdot Y_i$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Героїв-рятувальників 4 к. 1	411,8	0,0	150,8	562,7	5	0,0	96,5	608	1950	341828,1	1097226,0
2	Героїв-рятувальників 4 к. 2	411,8	0,0	75,4	487,3	5	0,0	55,7	570	1953	277738,2	951375,2
3	Героїв-рятувальників 4 к. 3	411,8	0,0	75,4	487,3	5	0,0	55,7	550	1968	267993,0	958684,1
4	Героїв-рятувальників 4 к. 4	411,8	0,0	75,4	487,3	5	0,0	55,7	640	1933	311846,4	941630,0
5	Героїв-рятувальників 4 к. 5	411,8	0,0	75,4	487,3	5	0,0	55,7	638	1913	310628,3	931884,8
6	Героїв-рятувальників 6 к. 1	411,8	0,0	150,8	562,7	5	0,0	96,5	560	1888	315100,8	1062058,5
7	Героїв-рятувальників 6 к. 2	411,8	0,0	75,4	487,3	5	0,0	55,7	530	1903	258247,8	927012,2
8	Героїв-рятувальників 6 к. 4	411,8	0,0	75,4	487,3	5	0,0	55,7	598	1885	291137,9	918485,1
9	Героїв-рятувальників 6 к. 5	411,8	0,0	150,8	562,7	5	0,0	96,5	615	1835	346048,2	1032517,8
10	Героїв-рятувальників 8 к. 1	411,8	0,0	75,4	487,3	5	0,0	55,7	595	1810	289919,7	881940,6
11	Героїв-рятувальників 8 к. 2	411,8	0,0	226,3	638,1	6	0,0	127,7	563	1828	358931,3	1166127,8
12	Героїв-рятувальників 8 к. 3	411,8	0,0	75,4	487,3	5	0,0	55,7	508	1848	247284,5	900212,9
13	Героїв-рятувальників 10 к. 1	411,8	0,0	150,8	562,7	5	0,0	96,5	520	1768	292593,6	994536,9
14	Героїв-рятувальників 10 к. 2	411,8	0,0	150,8	562,7	5	0,0	96,5	530	1718	298220,4	966402,9
15	Героїв-рятувальників 10 к. 4	210,8	0,0	188,6	399,4	5	0,0	170,0	585	1738	233626,0	693889,0
16	Героїв-рятувальників 10 к. 5	210,8	0,0	188,6	399,4	5	0,0	170,0	628	1755	250598,8	700877,9
17	Героїв-рятувальників 12	210,8	0,0	188,6	399,4	5	0,0	170,0	590	1645	235622,8	656948,2
18	Героїв-рятувальників 14 к. 1	210,8	0,0	188,6	399,4	5	0,0	170,0	550	1555	219648,3	621005,7
19	Героїв-рятувальників 14 к. 2	210,8	0,0	188,6	399,4	5	0,0	170,0	615	1600	245606,8	638977,0
20	Героїв-рятувальників 14 к. 3	210,8	0,0	188,6	399,4	5	0,0	170,0	620	1520	247603,6	607028,1
21	Героїв-рятувальників 16 к. 1	210,8	0,0	125,7	336,5	4	0,0	134,5	518	1313	174144,2	441670,2
22	Героїв-рятувальників 16 к. 2	411,8	0,0	226,3	638,1	6	0,0	127,7	583	1293	371693,3	824744,3
23	Героїв-рятувальників 16 к. 3	411,8	0,0	150,8	562,7	5	0,0	96,5	633	1253	355895,1	704756,7
24	Героїв-рятувальників 16 к. 4	266,7	0,0	83,8	350,5	4	0,0	86,1	680	1213	238317,2	424940,5
25	Героїв-рятувальників 18 к. 1	210,8	0,0	125,7	336,5	4	0,0	134,5	553	1198	185922,1	402971,4
26	Героїв-рятувальників 18 к. 2	210,8	0,0	125,7	336,5	4	0,0	134,5	628	1190	211160,4	400447,6
27	Героїв-рятувальників 20 к. 1	210,8	0,0	188,6	399,4	5	0,0	170,0	483	1160	192691,5	463258,3
28	Героїв-рятувальників 20 к. 2	210,8	0,0	125,7	336,5	4	0,0	134,5	533	1113	179191,9	374368,0

Продовження таблиці 6.2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
29	Героїв-рятувальників 22/14	210,8	0,0	188,6	399,4	5	0,0	170,0	475	1065	189696,3	425319,0
30	Героїв-рятувальників 7	411,8	0,0	226,3	638,1	6	0,0	127,7	285	918	181858,5	585456,8
31	Героїв-рятувальників 9 к. 1	411,8	0,0	301,7	713,5	6	0,0	152,2	308	835	219407,4	595789,2
32	Героїв-рятувальників 9 к. 2	411,8	0,0	150,8	562,7	5	0,0	96,5	250	778	140670,0	437483,7
33	Героїв-рятувальників 9 к. 3	210,8	0,0	94,3	305,1	4	0,0	111,2	128	758	38898,4	231102,3
34	Героїв-рятувальників 11 к. 1	210,8	0,0	314,3	525,1	5	0,0	215,5	240	658	126014,5	345227,3
35	Героїв-рятувальників 11 к. 2	210,8	0,0	188,6	399,4	5	0,0	170,0	195	678	77875,3	270566,8
36	Героїв-рятувальників 11 к. 3	210,8	0,0	125,7	336,5	4	0,0	134,5	150	583	50476,6	196017,4
37	Героїв-рятувальників 11 к. 4	210,8	0,0	251,4	462,2	5	0,0	195,8	135	668	62398,4	308525,6
38	Героїв-рятувальників 26 к. 1	266,7	0,0	167,6	434,3	5	0,0	138,9	368	480	159592,9	208447,9
39	Героїв-рятувальників 26 к. 2	210,8	0,0	251,4	462,2	5	0,0	195,8	423	533	195284,0	246127,1
40	Героїв-рятувальників 28 к. 1	411,8	0,0	377,1	788,9	6	0,0	172,1	450	363	355023,0	285990,8
41	Героїв-рятувальників 28 к. 2	210,8	0,0	251,4	462,2	5	0,0	195,8	483	503	223016,6	232260,8
42	Героїв-рятувальників 28 к. 3	210,8	0,0	251,4	462,2	5	0,0	195,8	505	450	233416,4	207994,8
43	Героїв-рятувальників 28 к. 4	210,8	0,0	251,4	462,2	5	0,0	195,8	528	400	243816,1	184884,2
44	Героїв-рятувальників 28 к. 5	210,8	0,0	251,4	462,2	5	0,0	195,8	550	350	254215,8	161773,7
45	Героїв-рятувальників 30	210,8	0,0	251,4	462,2	5	0,0	195,8	490	220	226483,2	101686,3
46	Героїв-рятувальників 6 к. 3	66,6	45,0	0,0	111,6	2	145,2	0,0	500	1928	55800,0	215109,0
47	Кіровоградський обласний кардіологічний диспансер	413,3	292,3	872,9	1578,5	9	66,7	199,1	330	1683	520910,5	2655854,3
48	Поліклініка МВС	232,5	164,4	5,8	402,7	5	147,0	5,2	423	1585	170149,0	638310,3
49	Ресторан «Паштет на Тельнова»	4,6	3,1	145,5	153,1	3	7,2	342,1	438	1033	66986,5	158088,3
50	Максидом	146,5	99,0	0,0	245,5	4	145,2	0,0	455	908	111711,6	222809,4
51	Ринок	62,2	42,0	0,0	104,2	2	145,2	0,0	228	735	23696,4	76557,6
52	Перукарня	18,5	13,1	3,8	35,3	1	133,2	38,6	298	758	10496,6	26726,6
53	Школа №19	420,7	297,5	81,5	799,7	7	133,9	36,7	370	690	295878,7	551773,8

7. Вибір напруги і електричних схем зовнішнього електропостачання.

Вибір способу зовнішнього електропостачання проведемо згідно з методикою [5]. Можливими варіантами електропостачання може здійснюватися:

- від п/ст енергосистеми «Кіровоградська» з трьома класами напруги: 150, 35 та 10 кВ;
- відпайкою від ЛЕП 35 кВ, що проходить по вул. Волкова.

Враховуючи невелику потужність варіант електропостачання напругою 150 кВ слід відкинути одразу. Тому слід розглядати два варіанти електропостачання напругою 10 і 35 кВ (рис 7.1).

Проведений розрахунок в цьому розділі не наводимо, а лише представляємо його результати.

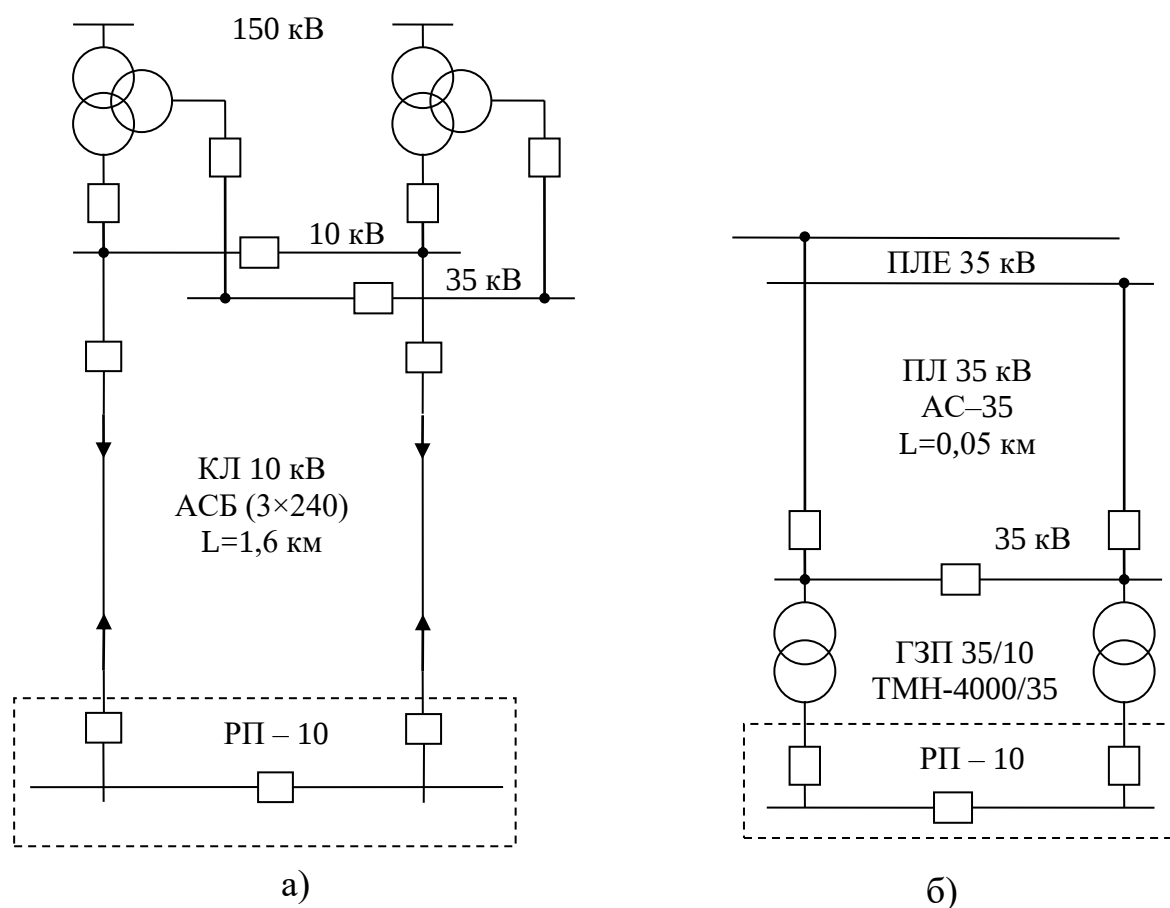


Рис. 7.1. Схеми зовнішнього електропостачання

Варіант 1. Електропостачання здійснюється кабельними лініями номінальною напругою 10 кВ (рис. 7.1.а).

Таблиця 7.3. Розрахунок капітальних вкладень для варіанту 35 кВ

№ вар.	Назва елемента схеми	Одиниця	Кількість	Вартість	Всього
2	ЛЕП 35 кВ на з/б опорах	км	0,05	62,64	3,132
	ВРП 35 кВ	шт.	1	95	95
	2 х ТМН-4000/35	шт.	2	800	1600
Всього					1698,132

Розрахунок поточних витрат для варіанту 35 кВ

Розрахунок поточних витрат для варіанту 35 кВ проведемо в табличному вигляді табл. 7.4.

Таблиця 7.4. Розрахунок поточних витрат для варіанту 35 кВ

№ вар	Назва елемента схеми	К _ж , тис.грн.	Р _{аж} , %	С _{аж} , тис.грн.	Р _{эж} , %	С _{эж} , тис.грн.	С _ж , тис.грн.
2	ЛЕП 35 кВ на з/б опорах	3,132	5	0,1566	5	0,1566	0,3132
	ВРП 35 кВ	95	15	14,25	5	4,75	19
	2 х ТМН-4000/35	1600	15	240	5	80	320
Всього							339,313

Вартість втрат електроенергії:

$$C_{\text{втр}} = \Delta W_{\Sigma} C_0 = 185345,44 \cdot 4,32 \cdot 0,001 = 800,7 \text{ тис. грн.}$$

Розрахунок загальних витрат по варіантам наведений в табл. 7.5.

Таблиця 7.5. Техніко-економічні показники варіантів зовнішнього електропостачання

Показники	Варіанти	
	1 (10 кВ)	2 (35 кВ)
Капітальні вкладення	268,48	1698,13
Поточні витрати	32,848	339,31
Вартість втрат електроенергії	242,8	800,7
Зведені витрати	307,87	1343,79

Отже, техніко-економічний розрахунок показав, що варіант зовнішнього електропостачання напругою 10 кВ має значно менші зведені витрати тому і приймається до застосування.

8. Режими реактивної потужності системи електропостачання мікрорайону

8.1. Розрахунок балансу реактивної потужності та вибір компенсуючих пристроїв в високовольтних та низьковольтних мережах

Обчислення балансу реактивної потужності здійснимо за методикою наведеною в [4 і 5]. Здійснений розрахунок в цьому розділі не наводимо, а лише наводимо його результати. Розрахунок балансу реактивної потужності по варіантам $N = N_0$, $N = N_0 + 1$, $N = N_0 + 2$ представлений в табл. 8.1.1.

Таблиця 8.1.1. Результати розрахунку балансу реактивної потужності для різних варіантів компенсації.

№ варіанту	Кількість тр-торів	Q_1 , кВАр	Q_{KH} , кВАр	Q_{KB} , кВАр
1	24	167,99	3358,61	-428,63
2	25	1967,19	1559,41	1370,57
3	26	2805,03	721,57	2208,41

8.2. Вибір кількості, потужності та місця розташування компенсуючих пристроїв мікрорайону

Розрахунок потужності, місця розташування компенсуючих пристроїв в електричній мережі мікрорайону проводимо за методикою з [5].

Відзначимо, що потужність КП наведена в табл. 8.2.1-8.2.3, з врахуванням кількості та номінальної потужності попередньо обраних батарей конденсаторів. Отже, весь наступний розрахунок буде проводитися на основі цього. Тому величина реактивної потужності, що генерується компенсуючими пристроями береться реальна або фактична, а не розрахункова.

		Таблиця 8.2.1. Вибір типу та потужності БК при кількості трансформаторів N = 24 шт.									
<i>№ КТП</i>	<i>К-сть т-рів</i>	<i>P_p, кВт</i>	<i>Q_p, кВАр</i>	<i>Q_{np}, кВАр</i>	<i>Q_{кп}, кВАр</i>	<i>Кількість та потужність БК, шт. ·кВАр</i>	<i>Сума Q_{БК}, кВАр</i>	<i>Q_{кп} - Q_{бк}, кВАр</i>	<i>K_з</i>	<i>S_p, кВА</i>	
1	2	594,248	262,714	0	262,714	2×КРМ-0,4-125	250	12,714	0,74	594,384	
2	2	614,736	275,458	0	275,458	2×КРМ-0,4-125	250	25,4576	0,77	615,263	
3	2	648,25	288,556	0	288,556	2×КРМ-0,4-125	250	38,5557	0,81	649,396	
4	2	566,132	256,594	0	256,594	2×КРМ-0,4-125	250	6,59427	0,71	566,17	
5	2	523,356	268,857	199,24	69,617	2×КРМ-0,4-50	100	-30,383	0,69	549,922	
6	2	563,01	295,693	0	295,693	2×КРМ-0,4-150	300	-4,3065	0,7	563,026	
7	2	568,307	262,684	0	262,684	2×КРМ-0,4-175	250	12,6838	0,71	568,449	
8	2	500,32	267,72	251,55	16,17	2×КРМ-0,4-20	40	-23,83	0,69	549,706	
9	2	574,598	261,544	0	261,544	2×КРМ-0,4-125	250	11,5439	0,72	574,714	
10	2	573,69	361,673	0	361,673	2×КРМ-0,4-175	350	11,673	0,72	573,809	
11	2	495,64	362,567	260,65	101,917	2×КРМ-0,4-50	100	1,9168	0,7	560,892	
12	2	495,64	362,567	260,65	101,917	2×КРМ-0,4-50	100	1,9168	0,7	560,892	
Сумарна потужність БК на стороні 0,4 кВ складає 2490 кВАр.											
Кількість та потужність БК на стороні 10 кВ: 2·250; сумарна потужність БК 10 кВ складає 500 кВАр.											

Таблиця 8.2.2. Вибір типу та потужності БК при кількості трансформаторів N = 25 шт.

К-сть т-рів	P_p , кВт	Q_p , кВАр	Q_{np} , кВАр	$Q_{кп}$, кВАр	Кількість та потужність БК, шт. · кВАр	Сума $Q_{БК}$, кВАр	$Q_{кп}$ - $Q_{бк}$, кВАр	K_z	S_p , кВА
2	594,248	262,714	0	262,714	2×КРМ-0,4-125	250	12,714	0,74	594,384
2	614,736	275,458	0	275,458	2×КРМ-0,4-125	250	25,4576	0,77	615,263
2	648,25	288,556	0	288,556	2×КРМ-0,4-125	250	38,5557	0,81	649,396
2	566,132	256,594	0	256,594	2×КРМ-0,4-125	250	6,59427	0,71	566,17
2	523,356	268,857	199,24	69,617	2×КРМ-0,4-50	100	-30,383	0,69	549,922
2	563,01	295,693	0	295,693	2×КРМ-0,4-150	300	-4,3065	0,7	563,026
2	568,307	262,684	0	262,684	2×КРМ-0,4-175	250	12,6838	0,71	568,449
2	500,32	267,72	251,55	16,17	2×КРМ-0,4-20	40	-23,83	0,69	549,706
2	574,598	261,544	0	261,544	2×КРМ-0,4-125	250	11,5439	0,72	574,714
3	573,69	361,673	613,58	0	-	0	0	0,57	678,18
2	495,64	362,567	260,65	101,917	2×КРМ-0,4-50	100	1,9168	0,7	560,892
2	495,64	362,567	260,65	101,917	2×КРМ-0,4-50	100	1,9168	0,7	560,892

Сумарна потужність БК на стороні 0,4 кВ складає 2140 кВАр.

Кількість та потужність БК на стороні 10 кВ: 2·350; сумарна потужність БК 10 кВ складає 700 кВАр.

Таблиця 8.2.3. Вибір типу та потужності БК при кількості трансформаторів N = 26 шт.

К-сть т-рів	P_p , кВт	Q_p , кВАр	Q_{np} , кВАр	$Q_{кп}$, кВАр	Кількість та потужність БК, шт. · кВАр	Сума $Q_{БК}$, кВАр	$Q_{кп}$ - $Q_{бк}$, кВАр	K_3	S_p , кВА
2	594,248	262,714	0	262,714	2×КРМ-0,4-125	250	12,714	0,74	594,384
2	614,736	275,458	0	275,458	2×КРМ-0,4-125	250	25,4576	0,77	615,263
2	648,25	288,556	0	288,556	2×КРМ-0,4-125	250	38,5557	0,81	649,396
2	566,132	256,594	0	256,594	2×КРМ-0,4-125	250	6,59427	0,71	566,17
2	523,356	268,857	199,24	69,617	2×КРМ-0,4-50	100	-30,383	0,69	549,922
3	563,01	295,693	623,39	0	-	0	0	0,53	635,936
2	568,307	262,684	0	262,684	2×КРМ-0,4-175	250	12,6838	0,71	568,449
2	500,32	267,72	251,55	16,17	2×КРМ-0,4-20	40	-23,83	0,69	549,706
2	574,598	261,544	0	261,544	2×КРМ-0,4-125	250	11,5439	0,72	574,714
3	573,69	361,673	613,58	0	-	0	0	0,57	678,18
2	495,64	362,567	260,65	101,917	2×КРМ-0,4-50	100	1,9168	0,7	560,892
2	495,64	362,567	260,65	101,917	2×КРМ-0,4-50	100	1,9168	0,7	560,892

Сумарна потужність БК на стороні 0,4 кВ складає 1840 кВАр.

Кількість та потужність БК на стороні 10 кВ: 4·300; сумарна потужність БК 10 кВ складає 1200 кВАр.

Результати розрахунку приведених витрат по різних варіантам компенсації реактивної потужності мікрорайону наведені в табл. 8.2.4.

Таблиця 8.2.4. Розрахункові витрати на компенсацію реактивної потужності по варіантам $1 - N = N_0$, $2 - N = N_0 + 1$, $3 - N = N_0 + 2$.

№ вар.	$Q_{кн},$ <i>кВАр</i>	$\Delta P_{кн},$ <i>кВт</i>	$Q_{кв},$ <i>кВАр</i>	$\Delta P_{кв},$ <i>кВт</i>	$N_{тр},$ <i>шт.</i>	$R_{екв},$ <i>Ом</i>	$S_{пр},$ <i>кВА</i>	$\Delta P_{тп},$ <i>кВт</i>	$K_{кн},$ <i>тис. грн.</i>	$K_{кв},$ <i>тис. грн.</i>	$K_{кп},$ <i>тис. грн.</i>	$З,$ <i>тис. грн.</i>
1	2490	11,2	500	1,5	24	0,14	6720	63,22	309,3	14,908	1839	417,7
2	2140	9,63	700	2,1	25	0,14	7000	68,6	268,3	26,09	1916,5	432,6
3	1840	8,28	1200	3,6	26	0,13	7280	68,9	235,31	44,725	1994	441,1

Згідно з проведеним розрахунком обираємо перший варіант компенсації реактивної потужності з кількістю трансформаторів що дорівнює $N_{тр} = 24$ шт. На основі обраного варіанту зроблений перерахунок електричного навантаження вище 1000 В з урахуванням компенсації реактивної потужності. Результати розрахунку представлені в табл. 8.2.5.

Таблиця 8.2.5. Розрахунок електричних навантажень вище 1 кВ (з БК)

№ з/п	Назва об'єкту	$K_{у.м}$	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА
1	2	3	4	5	6
ТП1					
1.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 1	1,00	4,30	7,44	8,60
2.	Героїв-рятувальників 4 к. 1	1,00	97,56	44,61	107,28
3.	Героїв-рятувальників 4 к. 2	1,00	54,09	21,98	58,39
4.	Героїв-рятувальників 4 к. 3	1,00	54,09	21,98	58,39
5.	Героїв-рятувальників 4 к. 4	1,00	54,09	21,98	58,39
6.	Героїв-рятувальників 4 к. 5	1,00	54,09	21,98	58,39
7.	Героїв-рятувальників 6 к. 1	1,00	97,56	44,61	107,28
8.	Героїв-рятувальників 6 к. 2	1,00	54,09	21,98	58,39
9.	Героїв-рятувальників 6 к. 4	1,00	54,09	21,98	58,39
10.	Героїв-рятувальників 6 к. 3	0,60	27,00	20,25	33,75
11.	Героїв-рятувальників 8 к. 3	1,00	54,09	21,98	58,39
БК 0,4 кВ				250,00	
Всього на шинах 0,4 кВ ТП1			594,25	12,71	594,38
К-сть трансформаторів: 2					
Номинальна потужність тр-рів: ТМ-400					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,74					
Втрати потужності в трансформаторах:			8,92	36,51	
Всього на шинах 10 кВ ТП1			603,17	49,23	605,18
ТП2					
1.	Героїв-рятувальників 6 к. 5	1,00	97,56	44,61	107,28
2.	Героїв-рятувальників 8 к. 1	1,00	54,09	21,98	58,39
3.	Героїв-рятувальників 8 к. 2	1,00	127,71	60,40	141,27
4.	Героїв-рятувальників 10 к. 1	1,00	97,56	44,61	107,28
5.	Героїв-рятувальників 10 к. 4	1,00	118,91	51,92	129,75
6.	Героїв-рятувальників 10 к. 5	1,00	118,91	51,92	129,75
БК 0,4 кВ				250,00	
Всього на шинах 0,4 кВ ТП2			614,74	25,46	615,26
К-сть трансформаторів: 2					
Номинальна потужність тр-рів: ТМ-400					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,77					
Втрати потужності в трансформаторах:			9,42	38,14	
Всього на шинах 10 кВ ТП2			624,16	63,60	627,39
ТП3					
1.	Героїв-рятувальників 10 к. 2	1,00	97,56	44,61	107,28
2.	Героїв-рятувальників 12	1,00	118,91	51,92	129,75
3.	Героїв-рятувальників 14 к. 1	1,00	118,91	51,92	129,75
4.	Героїв-рятувальників 14 к. 2	1,00	118,91	51,92	129,75
5.	Героїв-рятувальників 14 к. 3	1,00	118,91	51,92	129,75
6.	Кіровоградський обласний	0,60	100,00	43,00	108,85
7.	Поліклініка МВС	0,60	20,00	8,60	21,77
8.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 2	1,00	3,06	5,30	6,12

Арк.

Продовження табл. 8.2.5.

1	2	3	4	5	6
БК 0,4 кВ				250,00	
Всього на шинах 0,4 кВ ТПЗ			648,25	38,56	649,40
К-сть трансформаторів: 2					
Номинальна потужність тр-рів: ТМ-400					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,81					
Втрати потужності в трансформаторах:			10,12	40,42	
Всього на шинах 10 кВ ТПЗ			658,37	78,98	663,09
ТП4					
1.	Героїв-рятувальників 16 к. 1	1,00	90,54	38,93	98,55
2.	Героїв-рятувальників 16 к. 2	1,00	127,71	60,40	141,27
3.	Героїв-рятувальників 16 к. 3	1,00	97,56	44,61	107,28
4.	Героїв-рятувальників 16 к. 4	1,00	64,20	26,07	69,29
5.	Героїв-рятувальників 18 к. 1	1,00	90,54	38,93	98,55
6.	Героїв-рятувальників 18 к. 2	1,00	90,54	38,93	98,55
7.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 3	1,00	5,04	8,73	10,08
БК 0,4 кВ				250,00	
Всього на шинах 0,4 кВ ТП4			566,13	6,59	566,17
К-сть трансформаторів: 2					
Номинальна потужність тр-рів: ТМ-400					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,71					
Втрати потужності в трансформаторах:			8,45	34,95	
Всього на шинах 10 кВ ТП4			574,58	41,54	576,08
ТП5					
1.	Героїв-рятувальників 20 к. 1	1,00	118,91	51,92	129,75
2.	Героїв-рятувальників 20 к. 2	1,00	90,54	38,93	98,55
3.	Героїв-рятувальників 22/14	1,00	118,91	51,92	129,75
4.	Ресторан «Паштет на Тельнова»	0,70	90,00	38,70	97,97
5.	Максидом	0,80	165,00	123,75	206,25
БК 0,4 кВ				100,00	
Всього на шинах 0,4 кВ ТП5			523,36	168,86	549,92
К-сть трансформаторів: 2					
Номинальна потужність тр-рів: ТМ-400					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,69					
Втрати потужності в трансформаторах:			8,14	33,94	
Всього на шинах 10 кВ ТП5			531,49	202,80	568,87
ТП6					
1.	Героїв-рятувальників 7	1,00	127,71	60,40	141,27
2.	Героїв-рятувальників 9 к. 1	1,00	161,82	75,12	178,41
3.	Героїв-рятувальників 9 к. 2	1,00	97,56	44,61	107,28
4.	Героїв-рятувальників 9 к. 3	1,00	74,07	31,54	80,51
5.	Ринок	0,80	117,60	88,20	147,00
6.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 4	1,00	7,77	13,46	15,54
БК 0,4 кВ				300,00	

Арк.

63

Продовження табл. 8.2.5.

1	2	3	4	5	6
Всього на шинах 0,4 кВ ТП6			563,01	-4,31	563,03
К-сть трансформаторів: 2					
Номинальна потужність тр-рів: ТМ-400					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,7					
Втрати потужності в трансформаторах:			8,29	34,44	
Всього на шинах 10 кВ ТП6			571,30	30,13	572,09
ТП7					
1.	Героїв-рятувальників 11 к. 1	1,00	178,20	77,76	194,43
2.	Героїв-рятувальників 11 к. 2	1,00	118,91	51,92	129,75
3.	Героїв-рятувальників 11 к. 3	1,00	90,54	38,93	98,55
4.	Героїв-рятувальників 11 к. 4	1,00	148,20	65,33	161,96
5.	Перукарня	0,70	13,00	5,59	14,15
6.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 5	1,00	3,06	5,30	6,12
7.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 6	1,00	4,63	8,02	9,26
БК 0,4 кВ				250,00	
Всього на шинах 0,4 кВ ТП7			568,31	12,68	568,45
К-сть трансформаторів: 2					
Номинальна потужність тр-рів: ТМ-400					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,71					
Втрати потужності в трансформаторах:			8,45	34,95	
Всього на шинах 10 кВ ТП7			576,75	47,63	578,72
ТП8					
1.	Школа №19	1,00	280,00	120,40	304,79
2.	Дитячий садочок	0,80	70,00	30,10	76,20
3.	Магазин "Олена"	0,80	65,00	48,75	81,25
4.	Меблевий магазин, Файномаркет,	0,80	140,40	105,30	175,50
БК 0,4 кВ				40,00	
Всього на шинах 0,4 кВ ТП8			500,32	227,72	549,71
К-сть трансформаторів: 2					
Номинальна потужність тр-рів: ТМ-400					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,69					
Втрати потужності в трансформаторах:			8,14	33,94	
Всього на шинах 10 кВ ТП8			508,46	261,66	571,83
ТП9					
1.	Героїв-рятувальників 26 к. 1	1,00	103,54	42,70	112,00
2.	Героїв-рятувальників 26 к. 2	1,00	148,20	65,33	161,96
3.	Героїв-рятувальників 28 к. 2	1,00	148,20	65,33	161,96
4.	Героїв-рятувальників 28 к. 3	1,00	148,20	65,33	161,96
5.	Крамниця низьких цін	0,80	29,25	21,94	36,56
6.	Освітлення внутрішньокв. тер. № 7	1,00	3,06	5,30	6,12
БК 0,4 кВ				250,00	
Всього на шинах 0,4 кВ ТП9			574,60	11,54	574,71

Арк.

64

Продовження табл. 8.2.5.

1	2	3	4	5	6
К-сть трансформаторів: 2					
Номінальна потужність тр-рів: ТМ-400					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,72					
Втрати потужності в трансформаторах:			8,60	35,46	
Всього на шинах 10 кВ ТП9			583,20	47,01	585,09
ТП10					
1.	Героїв-рятувальників 28 к. 1	1,00	196,65	91,34	216,83
2.	Героїв-рятувальників 28 к. 4	1,00	148,20	65,33	161,96
3.	Героїв-рятувальників 28 к. 5	1,00	148,20	65,33	161,96
4.	Освітлення вул. Героїв-рятувальників	1,00	80,64	139,67	161,28
БК 0,4 кВ				350,00	
Всього на шинах 0,4 кВ ТП10			573,69	11,67	573,81
К-сть трансформаторів: 2					
Номінальна потужність тр-рів: ТМ-400					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,72					
Втрати потужності в трансформаторах:			8,60	35,46	
Всього на шинах 10 кВ ТП10			582,29	47,14	584,20
ТП11,12					
1.	АТС №55	1,00	120,00	90,00	150,00
2.	Героїв-рятувальників 30	0,40	148,20	65,33	161,96
3.	Ресторан "Соренто", Нова Пошта, Магазин "Зодчій"	1,00	625,00	468,75	781,25
4.	Богдан Авто Кіровоград, Фітнес клуб "Драйв", Дукмаш центр	0,80	233,75	175,31	292,19
БК 0,4 кВ				200,00	
Всього на шинах 0,4 кВ ТП11,12			991,28	525,13	1121,78
К-сть трансформаторів: 4					
Номінальна потужність тр-рів: ТМ-400					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,7					
Втрати потужності в трансформаторах:			16,58	68,88	
Всього на шинах 10 кВ ТП11,12			1007,86	594,01	1169,89
Всього на шинах 10 кВ по об'єкту		0,80	5457,30	1170,98	5581,52
БК 10 кВ				500,00	
Всього			5457,30	670,98	5498,40
			tgφ= 0,12		

Арк.

65

9. Розрахунок струмів коротких замикань, вибір високовольтного обладнання і мереж системи електропостачання

9.1. Розрахунок струмів короткого замикання

Для розрахунку струмів к.з. складаємо схему рис. 9.1 та схему заміщення рис. 9.2.

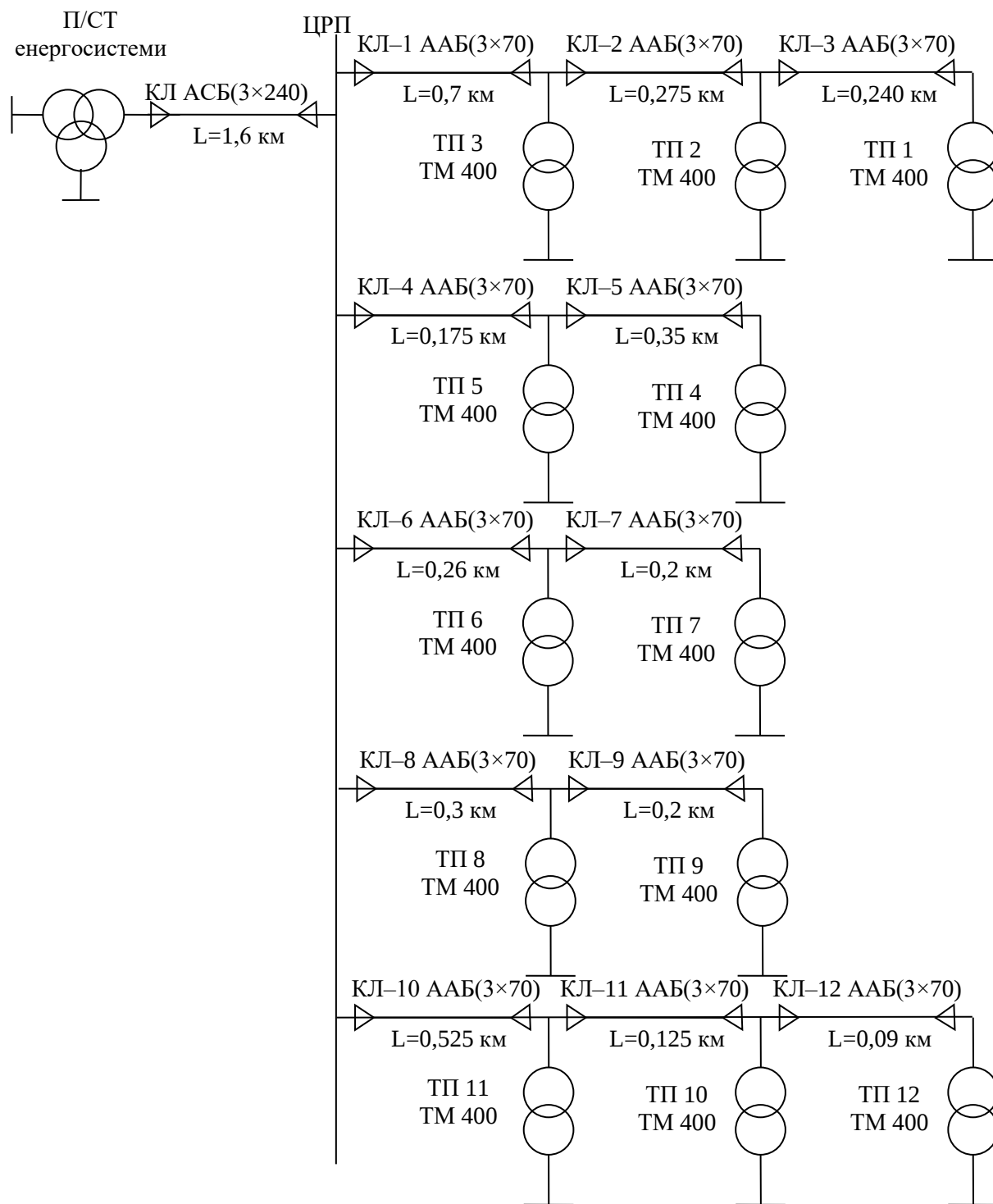


Рис. 9.1 Розрахункова схема ЦРП для розрахунку струмів к. з.

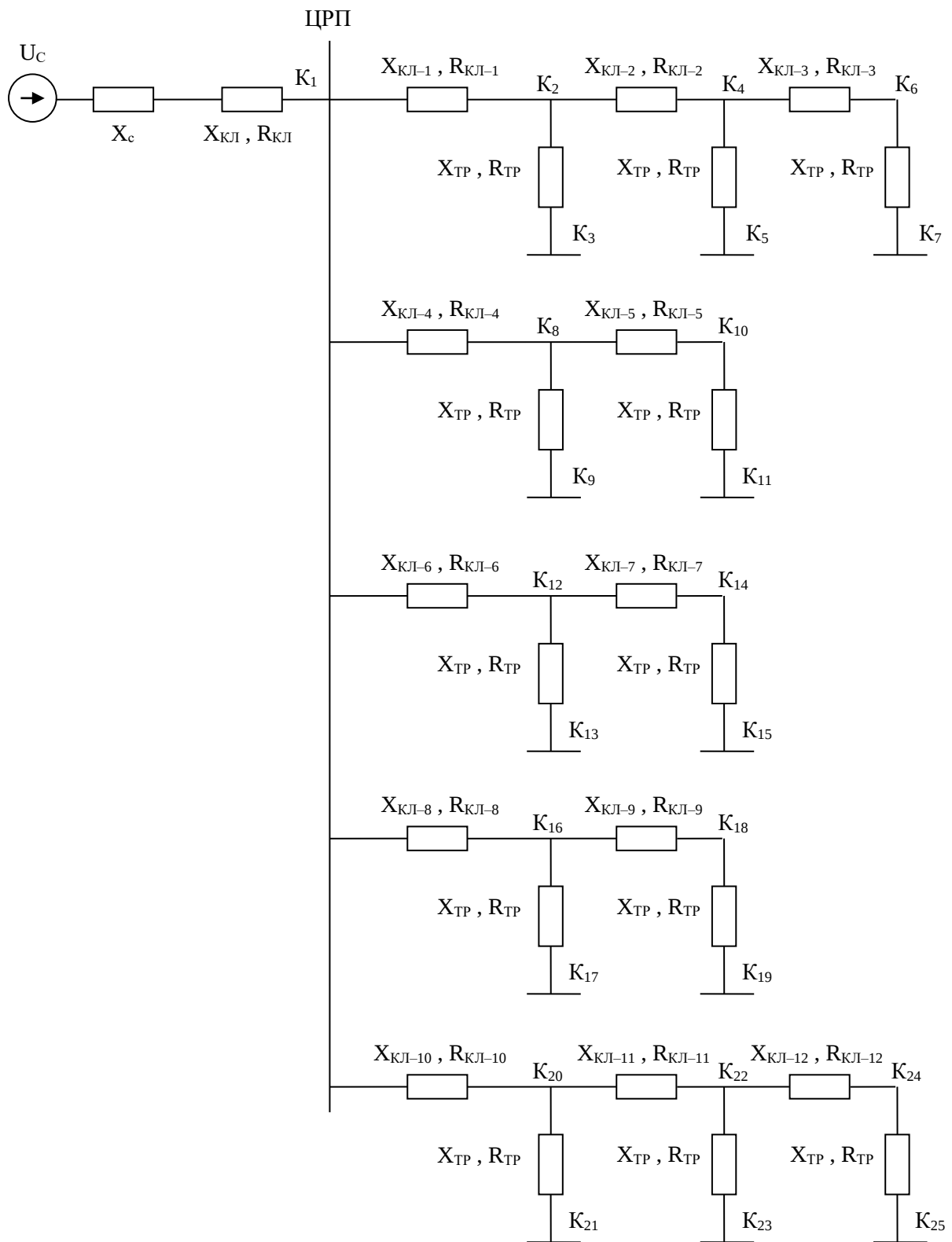


Рис. 9.2. Схема заміщення ЦРП для розрахунку струмів к. з.

Опоры елементів схеми заміщення (рис. 9.2):

– для тр-ра ТМ 400

Арк.

67

$$R = \frac{P_{\kappa 3} U_H^2}{S_H^2} = \frac{5,5 \cdot 10^2}{400^2} = 3,44 \text{ Ом};$$

$$Z = \frac{U_{\kappa} \% U_H^2}{S_H} = \frac{4,5 \cdot 10^2}{400} = 11,25 \text{ Ом};$$

$$X = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{11,25^2 - 3,44^2} = 10,7 \text{ Ом}$$

– для КЛ від енергосистеми до ЦРП

$$X = \frac{x_0 l}{n} = \frac{0,075 \cdot 1,6}{1} = 0,12 \text{ Ом};$$

$$R = \frac{r_0 l}{n} = \frac{0,129 \cdot 1,6}{1} = 0,206 \text{ Ом}.$$

– опір енергосистеми

$$x_c = \frac{U}{\sqrt{3} I''} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 10,8} = 0,561$$

– для КЛ-1 від ЦРП до ТП 3

$$X = x_0 l = 0,086 \cdot 0,7 = 0,06 \text{ Ом};$$

$$R = r_0 l = 0,443 \cdot 0,7 = 0,31 \text{ Ом}.$$

Обчислення опорів інших КЛ подібний результати розрахунку зведені в табл. 9.1.

Таблиця 9.1 Розрахунок опорів КЛ системи електропостачання мікрорайону.

№ КЛ	L, км	R, Ом	X, Ом	№ КЛ	L, км	R, Ом	X, Ом
КЛ1	0,7	0,310	0,060	КЛ7	0,2	0,089	0,017
КЛ2	0,275	0,122	0,024	КЛ8	0,3	0,133	0,026
КЛ3	0,24	0,106	0,021	КЛ9	0,2	0,089	0,017
КЛ4	0,175	0,078	0,015	КЛ10	0,525	0,233	0,045
КЛ5	0,35	0,155	0,030	КЛ11	0,125	0,055	0,011
КЛ6	0,26	0,115	0,022	КЛ12	0,09	0,040	0,008

Розрахуємо струм к.з. в т. К1.

Струм від системи:

$$I'' = \frac{U}{\sqrt{3} z_{\text{рез}}} = \frac{10,5}{\sqrt{3} \cdot 0,711} = 8,521 \text{ кА}$$

$$R_{екв} = R_{КЛ} = 0,206 \text{ Ом}; X_{екв} = X_{КЛ} + x_c = 0,12 + 0,561 = 0,681 \text{ Ом},$$

$$Z_{екв} = \sqrt{X_{екв}^2 + R_{екв}^2} = \sqrt{0,681^2 + 0,206^2} = 0,711 \text{ Ом}.$$

Ударний струм к. з. від системи

$$i_y = \sqrt{2} I'' (1 + e^{\frac{-0,01}{T_a}}) = \sqrt{2} \cdot 8,521 (1 + e^{\frac{-0,01}{0,011}}) = 16,711 \text{ кА}$$

$$T_a = \frac{X_{екв}}{\omega \cdot R_{екв}} = \frac{0,681}{314 \cdot 0,206} = 0,011 \text{ 1/с}$$

Розрахунки струмів короткого замкнення для інших точок подібні результати розрахунку зведені в табл. 9.2.

Таблица 9.2. Розрахунок струмів короткого замкнення.

№ т. к. з.	$X_{екв}$, Ом	$R_{екв}$, Ом	I''_{Σ} , кА	T_a , 1/с	$i_{y\Sigma}$, кА
1	0,681	0,206	8,521	0,011	16,711
2	0,741	0,516	6,714	0,0046	10,561
3	11,991	3,956	10,003	0,0096	22,998
4	0,765	0,638	5,796	0,0038	8,794
5	12,015	4,078	11,376	0,0094	21,629
6	0,786	0,744	5,335	0,0034	7,93
7	12,036	4,184	11,327	0,0091	21,397
8	0,696	0,284	8,064	0,0078	14,572
9	11,946	3,724	12,112	0,01	23,565
10	0,726	0,439	6,805	0,0053	11,065
11	11,976	3,879	11,466	0,0098	22,079
12	0,703	0,321	7,844	0,007	13,738
13	11,953	3,761	12,095	0,01	23,473
14	0,72	0,41	6,968	0,0056	11,503
15	11,97	3,85	11,479	0,0099	22,147
16	0,707	0,339	7,732	0,0066	13,36
17	11,957	3,779	12,086	0,01	23,428
18	0,724	0,428	6,865	0,0054	11,225
19	11,976	3,868	11,471	0,0099	22,105
20	0,726	0,439	7,145	0,0053	11,618
21	11,976	3,879	12,039	0,0098	23,183
22	0,737	0,494	6,507	0,0047	10,324
23	11,987	3,934	11,441	0,0097	21,953
24	0,745	0,534	6,299	0,0044	9,846
25	11,995	3,974	11,423	0,0096	21,862

9.2. Вибір кабелів напругою 10 кВ для високовольтної мережі

Виберемо кабель для лінії (КЛ-1) від ЦРП до ТП №3.

Площа поперечного перерізу кабелю:

$$F_e = \frac{I_p}{J_{ек}} = \frac{54,7}{1,2} = 46 \text{ мм}^2$$

$$\text{де } I_p = \frac{S_p}{n\sqrt{3}U_n} = \frac{1895,4}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 54,7 \text{ А}, T_{\max} = 3835 \text{ год} - J_{ек} = 1,2 \text{ А/мм}^2.$$

Приймається кабель ААБ (3×70) мм² з допустимим струмом $I_{\text{доп}} = 165 \text{ А}$.

Перевірка кабелю за допустимим струмовим навантаженням:

$$I_p \leq I_{\text{доп}} \quad 54,7 \text{ А} \leq 165 \text{ А}$$

$$I_{\text{доп}} = K_{\Pi} I'_{\text{доп}} \quad I_{\text{доп}} = 1,0 \cdot 165 = 165 \text{ А}$$

де K_{Π} – коефіцієнт прокладки.

Мінімальна площа поперечного перерізу кабелю за термічною стійкістю:

$$F_{\min} = \frac{1}{C} \sqrt{B_k} = \frac{1}{92} \sqrt{38,5 \cdot 10^6} = 67 \text{ мм}^2,$$

де C – термічний коефіцієнт; для алюмінієвих кабелів $C = 92 \text{ А} \cdot \text{с}^{1/2} / \text{мм}^2$;

B_k – тепловий імпульс:

$$B_k = I_{n.o.}^2 (t_{отк} + T_a) = 8,773^2 (0,5 + 0,0) = 38,5 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

Інші кабелі для електропостачання обираються аналогічно, розрахунки зводяться до табл. 9.3.

Таблиця 9.3. Вибір кабельних ліній 10 кВ.

№ КЛ	S _p , кВА	n	I _p , А	I _{p.ав} , А	F _{ек} , мм ²	Марка кабеля	I _{доп} , А	K _п	K _п I _{доп}	K _з	K _{ап}	K _п '	K _{ап} K _п 'I _{доп}	B _k , кА ² с	F _{мін} , мм ²
КЛ-1	1895,4	2	54,7	109,4	46	ААБ(3×70)	165	0,9	148,5	0,37	1	1,3	214,5	38,5	67
КЛ-2	1232,5	2	35,6	71,2	30	ААБ(3×70)	165	0,9	148,5	0,24	1	1,3	214,5	22,5	52
КЛ-3	605,2	2	17,5	34,9	15	ААБ(3×70)	165	0,9	148,5	0,12	1	1,3	214,5	16,8	45
КЛ-4	1132,7	2	32,7	65,4	27	ААБ(3×70)	165	0,9	148,5	0,22	1	1,3	214,5	38,5	67
КЛ-5	576,1	2	16,6	33,3	14	ААБ(3×70)	165	0,9	148,5	0,11	1	1,3	214,5	32,5	62
КЛ-6	1150,7	2	33,2	66,4	28	ААБ(3×70)	165	0,9	148,5	0,22	1	1,3	214,5	38,5	67
КЛ-7	578,7	2	16,7	33,4	14	ААБ(3×70)	165	0,9	148,5	0,11	1	1,3	214,5	30,8	60
КЛ-8	1134,5	2	32,7	65,5	27	ААБ(3×70)	165	0,9	148,5	0,22	1	1,3	214,5	38,5	67
КЛ-9	585,1	2	16,9	33,8	14	ААБ(3×70)	165	0,9	148,5	0,11	1	1,3	214,5	29,9	59
КЛ-10	1714,5	2	49,5	99,0	41	ААБ(3×70)	165	0,9	148,5	0,33	1	1,3	214,5	38,5	67
КЛ-11	1139,4	2	32,9	65,8	27	ААБ(3×70)	165	0,9	148,5	0,22	1	1,3	214,5	25,5	55
КЛ-12	584,9	2	16,9	33,8	14	ААБ(3×70)	165	0,9	148,5	0,11	1	1,3	214,5	21,2	50

9.3. Вибір електричних апаратів високої напруги

На вводі 10 кВ ЦРП встановлюємо вакуумні вимикачі ВР1-10-20/630. Вибір і перевірка запропонованого вимикача приведені в табл. 9.4. та 9.5.

Таблиця 9.4. Вибір вимикачів 10 кВ на вводах ЦРП.

Параметри мережі	Розрахункові формули	Параметри вимикача
10 кВ	$U_{уст} \leq U_{ном}$	10 кВ
317,38 А	$I_{роб\ форс} \leq I_{ном}$	630 А
8,521 кА	$I_K \leq I_{дин}$	52 кА
16,711 кА	$i_y \leq 1,8\sqrt{2}I_{дин}$	132 кА
8,521 кА	$I_{нт} \leq I_{ном\ відкл}$	20 кА
$\sqrt{2} \cdot 8,521 + 4,9 = 16,95\text{кА}$	$\sqrt{2}I_{ном\tau} + i_{ат} \leq \sqrt{2}I_{нвідкл}(1 + \beta_n)$	$\sqrt{2} \cdot 20 \cdot (1 + 0,5) = 42,426\text{кА}$
$B_K \leq I_K^2(t_{від} + t_{P3}) =$ $= 8,521^2(1,5 + 0,045) =$ $= 112\text{кА}^2\text{с}$	$B_K \leq I_{тер}^2 t_{тер}$	$I_{тер}^2 t_{тер} = 20^2 3 = 1200\text{кА}^2\text{с}$

$$i_{ат} = \sqrt{2}I''e^{-\frac{\tau}{T_a}} = \sqrt{2} \cdot 8,521e^{-\frac{0,01}{0,011}} = 4,9 \text{ кА}$$

Таблиця 9.5. Вибір вимикачів на лініях до ТП.

Параметри мережі	Розрахункові формули	Параметри вимикача
10 кВ	$U_{уст} \leq U_{ном}$	10 кВ
109,4 А	$I_{роб\ форс} \leq I_{ном}$	630 А
8,521 кА	$I_K \leq I_{дин}$	52 кА
16,711 кА	$i_y \leq 1,8\sqrt{2}I_{дин}$	132 кА
8,521 кА	$I_{нт} \leq I_{ном\ відкл}$	20 кА
$\sqrt{2} \cdot 8,521 + 4,9 = 16,95\text{кА}$	$\sqrt{2}I_{ном\tau} + i_{ат} \leq \sqrt{2}I_{нвідкл}(1 + \beta_n)$	$\sqrt{2} \cdot 20 \cdot (1 + 0,5) = 42,426\text{кА}$
$B_K \leq I_K^2(t_{від} + t_{P3}) =$ $= 8,521^2(0,5 + 0,045) =$ $= 39,6\text{кА}^2\text{с}$	$B_K \leq I_{тер}^2 t_{тер}$	$I_{тер}^2 t_{тер} = 20^2 3 = 1200\text{кА}^2\text{с}$

Вибір вимикачів навантаження.

Використаємо вимикач навантаження типу ВНП – 10. Дані по вибору та перевірці зведені в табл. 9.6.

Таблиця 9.6. Вибір вимикачів навантаження.

Параметри мережі	Розрахункові формули	Параметри вимикача
10 кВ	$U_{уст} \leq U_{ном}$	10 кВ
32,37 А	$I_{max} \leq I_{ном}$	400 А
32,37 А	$I_{max} \leq I_{відк.ном}$	400 А
8,064 кА	$I_{п.о.} \leq I_{пр.с.}$	10 кА
14,572 кА	$i_{уд} \leq i_{дин}$	25 кА
35,44 кА ² с	$B_k \leq I_{терм}^2 t_{терм}$	$10^2 \cdot 1 = 100 \text{ кА}^2\text{с}$

$$I_{max} = 1,4 \frac{S_{номТР}}{\sqrt{3}U_{ном}} = 1,4 \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 10} = 32,37 \text{ А}.$$

9.4. Вибір трансформаторів власних потреб

Таблиця 9.7. Навантаження власних потреб.

№ п/п	Споживач	Р, кВт	Q, квар
1	Обігрів комірок КРП 10 кВ.	20×1	0
2	Навантаження яке споживають оперативні кола	2	0
Всього		22	0

Розрахункова потужність споживачів власних потреб:

$$S_{розр} = K_C \sqrt{(P_{встр}^2 + Q_{встр}^2)} = 0,8 \sqrt{22^2 + 0^2} = 17,6 \text{ кВА}.$$

Потужність трансформатора:

$$S_{тр} \geq \frac{S_{розр}}{1,4} = \frac{17,6}{1,4} = 12,6 \text{ кВА}.$$

Обираємо трансформатор ТМ – 25/10. Коефіцієнт завантаження в нормальному режимі:

$$K_3 = \frac{S_{роз}}{nS_{ном}} = \frac{17,6}{2 \cdot 25} = 0,352.$$

10. Спеціальний розділ.

Впровадження системи енергоменеджменту

10.1. Поняття про енергетичний менеджмент.

В сучасній економічній та інженерній науці енергетичний менеджмент (енергоменеджмент) розглядається як комплексна, системна та функціональна підсистема управління організацією, що спрямована на забезпечення раціонального, екологічно безпечного та економічно ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР).

Термін походить від англійського «*energy management*». Його сутність полягає не просто у механічному скороченні обсягів споживання енергії, а в оптимізації енергетичних потоків підприємства чи установи задля досягнення максимальної продуктивності на кожен джоуль чи кіловат-годину витраченої енергії.

Для повного розкриття поняття доцільно проаналізувати його через призму трьох ключових підходів:

- *З технічної точки зору:* це впровадження приладів обліку, автоматизованих систем управління (АСУ ТП), модернізація котельного та вентиляційного обладнання, оптимізація технологічних процесів.
- *З економічної точки зору:* це інструмент зниження собівартості продукції, зменшення фінансових ризиків, пов'язаних із коливанням цін на енергоносії, та підвищення загальної конкурентоспроможності суб'єкта господарювання.
- *З управлінської точки зору:* це безперервний процес планування, організації, мотивації та контролю енергоспоживання, що базується на залученні всього персоналу – від вищого керівництва до лінійних працівників.

В міжнародній практиці фундаментальне визначення енергетичного менеджменту закріплене у стандарті ISO 50001:2018 «Energy management systems – Requirements with guidance for use». Відповідно до стандарту:

Система енергетичного менеджменту (СЕМ) – це сукупність взаємопов'язаних або взаємодіючих елементів організації, які використовуються

для розроблення та впровадження енергетичної політики, цілей, енергетичних завдань, а також процесів і процедур для досягнення цих цілей.

Розмежування базових категорій

В академічних колах часто виникає термінологічна плутанина між поняттями «енергозбереження», «підвищення енергоефективності» та «енергетичний менеджмент». Проте вони мають різне смислове навантаження, де енергоменеджмент виступає інтегруючою надбудовою (табл. 10.1).

Таблиця 10.1. Табличне порівняння базових категорій.

<i>Категорія</i>	<i>Сутність поняття</i>	<i>Характер дії</i>	<i>Приклад</i>
<i>Енергозбереження</i>	Організаційні або технічні дії, що ведуть до зменшення абсолютного споживання ПЕР.	Переважно кількісний, часто дискретний (разовий).	Вимкнення зайвого освітлення, зниження температури в приміщенні.
<i>Енергоефективність</i>	Співвідношення між отриманим ефектом (результатом) та витраченою на це енергією.	Якісний показник модернізації.	Заміна застарілого електродвигуна на новий із вищим коефіцієнтом корисної дії (ККД).
<i>Енергетичний менеджмент</i>	Системне управління, що забезпечує сталість процесів енергозбереження та енергоефективності.	Безперервний, стратегічний процес.	Моніторинг профілю навантаження, аудит, прогнозування витрат ПЕР за допомогою ІТ-рішень.

Концептуальна основа (Цикл PDCA)

Науковою базою енергетичного менеджменту є загальновизнана концепція безперервного вдосконалення – цикл Демінга (PDCA: Plan-Do-Check-Act), адаптована до енергетичних процесів:

1. *Plan (Планування)*: проведення первинного аналізу споживання, встановлення базового рівня енергоспоживання (енергетичного базису), визначення показників енергоефективності (EnPIs), розробка плану заходів.

2. *Do (Впровадження)*: реалізація запланованих заходів, навчання персоналу, інтеграція енергетичних критеріїв у закупівлі обладнання.

3. *Check (Перевірка)*: постійний моніторинг, вимірювання процесів та порівняння фактичних результатів із запланованими цілями.

4. *Act (Дія)*: вжиття заходів для постійного покращення енергетичної результативності, коригування енергетичної політики.

Таким чином, поняття про енергетичний менеджмент трансформувалося від простого нагляду за лічильниками до складної філософії сталого розвитку. Воно доводить, що енергія є не неминучою накладною витратою, а керованим ресурсом, ефективність використання якого прямо залежить від якості менеджменту організації.

10.2. Принципи та методи енергетичного менеджменту.

Ефективність функціонування системи енергетичного менеджменту (СЕМ) на будь-якому рівні – від окремого комунального закладу до великого промислового конгломерату – залежить від дотримання базових теоретичних принципів та правильного вибору практичних методів управління.

Ключові принципи енергетичного менеджменту

Принципи енергоменеджменту визначають філософію та правила, за якими організація будує свою взаємодію з енергетичними ресурсами. До основних із них належать:

- *Принцип першочерговості (лідерства) керівництва*: Побудова дієвої СЕМ неможлива без чіткої політичної волі та підтримки з боку вищого менеджменту. Керівництво має не просто задекларувати намір економити, а виділити ресурси (фінансові, людські, часові), призначити відповідального енергоменеджера та затвердити Енергетичну політику організації.

- *Принцип системності та комплексності:* Енергоспоживання розглядається не ізольовано (наприклад, окремо котельня чи окремо цех), а як єдина система взаємопов'язаних елементів. Управлінські рішення мають враховувати технічні, економічні, юридичні та людські фактори одночасно.
- *Принцип безперервності (постійного вдосконалення):* Енергетичний менеджмент – це не разова акція чи проєкт із фіксованою датою закінчення. Це циклічний процес, де досягнення однієї цілі стає базою для планування наступного, більш ефективного кроку (реалізація згаданого вище циклу PDCA).
- *Принцип приладового обліку та вимірюваності («Керувати можна лише тим, що можна виміряти»):* Будь-які аналітичні висновки чи інвестиційні рішення мають базуватися на точних, верифікованих даних, отриманих за допомогою комерційного та технічного обліку, а не на експертних припущеннях чи теоретичних розрахунках.
- *Принцип економічної доцільності:* Усі енергоефективні заходи оцінюються через призму фінансової окупності. Витрати на впровадження системи менеджменту чи модернізацію обладнання не повинні перевищувати прогнозований економічний ефект від економії ресурсів.
- *Принцип залученості та мотивації персоналу:* Енергоефективність залежить від поведінки кожного працівника. Принцип передбачає постійне навчання колективу, підвищення кваліфікації та створення систем стимулювання (як матеріальних, так і моральних) за ощадливе використання енергії.

Методи енергетичного менеджменту

Методи – це конкретні інструменти, способи та прийоми, за допомогою яких реалізуються принципи і досягаються цілі енергоменеджменту. Їх прийнято класифікувати на чотири основні групи (рис. 10.1).

- *Матеріальне стимулювання:* преміювання підрозділів або окремих працівників за рахунок частини коштів, заощаджених завдяки енергоефективності.
- *Залучення зовнішнього фінансування:* використання механізмів енергосервісних контрактів (ЕСКО-моделі), грантів або пільгових «зелених» кредитів.

4. Інформаційно-аналітичні методи:

- *Енергетичний моніторинг:* безперервний збір та аналіз даних про споживання ПЕР.
- *Бенчмаркінг (порівняльний аналіз):* зіставлення показників енергоефективності досліджуваного об'єкта з аналогічними найкращими світовими або галузевими практиками.
- *Математичне та комп'ютерне моделювання:* побудова базових ліній споживання (наприклад, залежності витрат газу на опалення від температури зовнішнього повітря) за допомогою методів регресійного аналізу.

Отже, ефективний енергетичний менеджмент є синергією чітких принципів та гнучкого комбінування методів. Тільки тоді, коли технічні інструменти (моніторинг, аудит) підкріплюються економічною мотивацією та організаційним порядком, підприємство отримує сталий, довгостроковий ефект зниження енергоємності.

10.3. Сутність, цілі, завдання енергоменеджменту.

Для успішного функціонування СЕМ необхідно чітко диференціювати її внутрішній зміст (сутність), очікувані фінальні результати (цілі) та конкретні кроки для їх досягнення (завдання). Без цього поділу енергоменеджмент ризикує перетворитися на пасивну фіксацію показників лічильників.

1. Сутність енергоменеджменту як управлінської категорії

Сутність енергетичного менеджменту полягає в *інтеграції енергетичних критеріїв у загальну систему управління організацією*. Це означає, що будь-яке

операційне або стратегічне рішення – від закупівлі офісного паперу чи сировини до будівництва нового цеху – аналізується через призму його енергоемності та впливу на загальний енергетичний баланс.

Сучасна наукова парадигма розглядає сутність енергоменеджменту через три фундаментальні виміри:

- *Енергія як товар, а не накладна витрата:* Традиційний підхід вважає витрати на світло чи тепло неминучими («скільки виставили в рахунку - стільки й платимо»). Енергоменеджмент трактує енергоносії як керований ресурс (такий самий, як сировина чи людська праця), обсягами та вартістю якого можна і треба маніпулювати.
- *Трансформація корпоративної культури:* Сутність полягає у зміні мислення персоналу. Енергоефективність стає елементом внутрішньої філософії організації, де марнотратне ставлення до ресурсів сприймається як прямий фінансовий збиток та екологічна безвідповідальність.
- *Інформаційна прозорість:* Енергоменеджмент «робить енергію видимою». Завдяки математичним моделям та моніторингу вища ланка керівництва чітко розуміє, куди саме йде кожен кіловат і де виникають приховані втрати.

2. Цілі енергетичного менеджменту

Цілі СЕМ завжди є дворівневими: вони поділяються на стратегічні (глобальні) та тактичні (локальні).

Стратегічні цілі (орієнтовані на довгострокову перспективу):

1. *Мінімізація фінансових витрат:* Зниження частки енергетичної складової в собівартості продукції або структурі витрат установи для підвищення її фінансової стійкості.
2. *Декарбонізація та екологічна безпека:* Зменшення «вуглецевого сліду» організації (викидів CO₂) шляхом скорочення споживання викопного палива та переходу на відновлювані джерела енергії (ВДЕ).

3. *Енергетична незалежність та безпека:* Оптимізація структури споживання для мінімізації ризиків від аварійних відключень, лімітів або різкого зростання тарифів на ринку.

Тактичні цілі (короткострокові, вимірювані показники):

- Досягнення конкретного відсотка економії (наприклад, знизити споживання природного газу на 15% за поточний опалювальний сезон).
- Сертифікація організації на відповідність міжнародному стандарту ISO 50001.
- Зменшення питомих витрат енергії на квадратний метр площі (для бюджетних установ) або на тонну продукції (для промисловості).

3. Завдання системи енергоменеджменту

Завдання – це безпосередній інструментарій та операційні кроки, які виконує енергоменеджер для досягнення поставлених цілей. На університетському рівні їх прийнято класифікувати за функціональними блоками управління (рис. 10.2).



Рис. 10.2. Завдання енергоменеджменту.

1. Інформаційно-аналітичні завдання:

- Створення бази даних енергоспоживання (історичні дані мінімум за 3 останні роки).
- Побудова енергетичного базису (відправної точки, з якою порівнюватимуть майбутню економію).

- Постійний розрахунок показників енергетичної результативності (EnPIs).

2. Організаційно-методичні завдання:

- Розробка та регулярне оновлення «Енергетичної політики» організації.
- Проведення внутрішніх аудитів та перевірок дотримання енергетичного регламенту.
- Впровадження системи моральних та матеріальних стимулів для працівників за ощадливість.

3. Техніко-економічні та інвестиційні завдання:

- Розробка Програми енергозбереження (переліку технічних заходів із розрахованими термінами окупності та обсягами інвестицій).
- Економічна оцінка та пріоритезація проектів (визначення, що вигідніше впровадити спочатку – модернізацію освітлення чи автоматизацію теплопункту).
- Контроль за якістю виконання монтажних та пусконаладжувальних робіт під час технічного переозброєння.

10.4. Системи енергетичного менеджменту.

Для того щоб управлінські рішення у сфері енергоефективності мали постійний, а не епізодичний характер, в організаціях створюється система енергетичного менеджменту (СЕМ).

1. Архітектура та елементи СЕМ

Відповідно до методології міжнародного стандарту *ISO 50001*, сучасна система енергетичного менеджменту складається з кількох взаємопов'язаних базових елементів:

1. *Енергетична політика*: Офіційний документ, затверджений вищим керівництвом, у якому задекларовано зобов'язання організації щодо покращення енергетичної результативності, забезпечення ресурсами та підтримки закупівлі енергоефективної продукції.

2. *Енергетичний аналіз (базис)*: Детальний зріз енергетичного стану організації, на основі якого визначаються зони значного використання енергії (SEUs – *Significant Energy Uses*), розраховуються питомі показники та будується базова лінія споживання, від якої ведеться відлік майбутньої економії.
3. *Показники енергетичної результативності (EnPIs – Energy Performance Indicators)*: Кількісні або якісні характеристики (наприклад, кВт·год/м² для будівель або м³ газу, тонну продукції для заводу), за якими оцінюється ефективність роботи системи.
4. *Організаційна структура*: Чіткий розподіл повноважень. Зазвичай створюється служба енергоменеджменту або призначається команда з енергоменеджменту, яка має прямий вихід на топ-менеджмент та координує роботу всіх підрозділів.

2. Етапи розгортання та функціонування СЕМ

Впровадження системи енергетичного менеджменту в організації є покроковим процесом, який умовно можна розділити на чотири ключові фази (рис. 10.3).

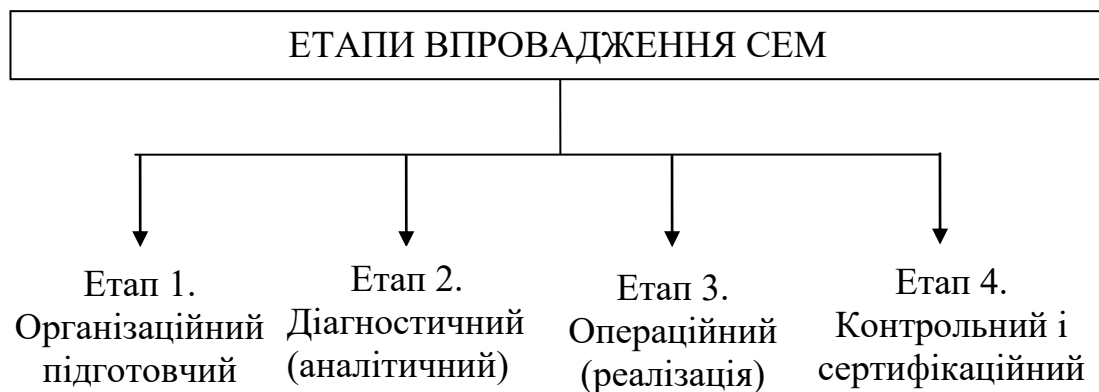


Рис. 10.3. Етапи впровадження СЕМ.

- *Етап 1. Організаційний*: Видається наказ по підприємству, формується команда, розподіляються бюджети, розробляється та публікується Енергетична політика. Персонал проходить первинний інструктаж.
- *Етап 2. Діагностичний*: Проводиться комплексний енергоаудит. Збираються історичні дані про споживання паливно-енергетичних ресурсів

за минулі періоди (2–3 роки). Будуються математичні моделі базового споживання.

- *Етап 3. Операційний:* Запускається система щоденного/щотижневого енергомоніторингу. Впроваджуються технічні заходи з Програми енергозбереження (від швидких безвитратних кроків до капітальних інвестиційних проєктів).
- *Етап 4. Контрольний:* Проводиться внутрішній аудит системи, аналізуються відхилення фактичних показників від планових. За потреби організація проходить зовнішній аудит для отримання сертифіката відповідності стандарту ISO 50001.

3. Цифровізація СЕМ (Енергомоніторинг)

В сучасних умовах повноцінна СЕМ не може існувати без ІТ-складової. Інструментом її автоматизації є комп'ютерні системи енергетичного менеджменту (АСЕМ) або програмні комплекси для моніторингу. Вони дозволяють:

- Збирати дані з "розумних лічильників" (smart meters) в режимі реального часу.
- Автоматично виявляти аномалії (наприклад, приховані витoki води вночі або перегрів приміщень у вихідні дні).
- Формувати автоматичні звіти для керівництва щодо фінансових та натуральних обсягів споживання ПЕР.

Система енергетичного менеджменту – це не просто набір інженерного обладнання чи програмного забезпечення. Це управлінська технологія, яка пов'язує документообіг, поведінку людей та роботу технічних систем в єдиний контур. Тільки перехід від окремих заходів до побудови СЕМ гарантує організації стаке зниження енергетичних витрат у довгостроковій перспективі.

Висновки

В даній випускній кваліфікаційній роботі спроектовано енергопостачання вул. Героїв-рятувальників м. Кропивницького з впровадженням системи енергоменеджменту.

В проекті виконаний розрахунок електричних навантажень споживачів вул. Героїв-рятувальників методом коефіцієнта участі в максимумі навантаження. Також побудована картограма та графіки електричних навантажень. Проведені розрахунки компенсації реактивної потужності. До встановлення прийняті батареї конденсаторів на 0,4 кВ загальною потужністю 2490 квар, та на 10 кВ – 500 квар.

На основі техніко-економічного розрахунку обрана схема електропостачання споживачів вул. Героїв-рятувальників кабельними лініями 10 кВ зі спорудженням центрального розподільчого пристрою. Внутрішнє електропостачання підстанцій здійснюється від ЦРП-10 кВ кабельними лініями за магістральною схемою, з використанням комірок з вакуумними вимикачами. На основі розрахунків струмів короткого замикання вибрано та перевірено високовольтне обладнання.

Також проведено розрахунок теплових навантажень на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання споживачів вул. Героїв-рятувальників, побудовано річний графік споживання теплової енергії та графік за тривалістю. Проведено гідравлічний розрахунок теплової мережі, на основі якого обрано діаметри трубопроводів. Проведено вибір теплової ізоляції трубопроводів.

В спеціальному розділі розглядалося питання впровадження системи енергетичного менеджменту. Розглянуто поняття, принципи та методи енергетичного менеджменту. Розглянуті завдання, функції і вимоги до забезпечення системи енергетичного менеджменту на підприємстві.

В ході виконання кваліфікаційної роботи максимально використані діючі нормативні документи та інструкції. Всі технічні рішення мають економічне обґрунтування. При розрахунках широко використовувались комп'ютерні програми.

Література

1. Харченко В.Ф. Електропостачання міст і промислових підприємств: Конспект лекцій для студентів 4 - 5 курсів денної і заочної форм навчання напряму підготовки 0906 „Електротехніка” (6.050701 „Електротехніка та електротехнології”) / В.Ф. Харченко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 168 с.

2. Методичні вказівки до виконання курсового проекту «Електропостачання району міста» з курсу «Електропостачання міст і промислових підприємств» (для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання та слухачів 2-ої вищої освіти спеціальності 7.05070103, 8.05070103 «Електротехнічні системи електроспоживання») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: В. Ф. Харченко, В. Г. Воропай, В. М. Гаряжа. – Х.: ХНАМГ, 2013. – 60 с.

3. Проектування електрообладнання об’єктів цивільного призначення : ДБН В.2.5-23:2010. – [Чинний від 2010-09-01]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 84 с. – (Державні будівельні норми України).

4. Енергетичний інжиніринг та менеджмент: в 3-х ч. Ч. 1. Проектування ефективних енергетичних систем / П.Г. Плешков, С.В. Серебренніков, О.І. Сіріков, І.В. Савеленко. – М-во освіти і науки України, Центральноукр. нац. техн. ун-т. – Кропивницький : ЦНТУ, 2018.– 156 с.

5. Електротехнічні системи електроспоживання / [Плешков П.Г., Зінзура В.В., Гарасьова Н.Ю., Котиш А.І., Величко Т.В., Плешков С.П.]; – М-во освіти і науки України, Центральноукр. нац. техн. ун-т. – Кропивницький : ЦНТУ, 2021.– 209 с.

6. Методичні вказівки загальні вимоги по оформленню та змісту кваліфікаційного проекту : для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спец. 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / [уклад. : П. Г. Плешков, Н. Ю. Гарасьова, О. І. Сіріков, А. І. Котиш] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. електротехн. систем та енергетичного менеджменту. - Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – 62 с.