

TEXNİKA ELMLƏRİ TECHNICAL SCIENCES

DOI: <https://doi.org/10.36719/2663-4619/115/310-318>

Sevinc Babayeva

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
texnika üzrə fəlsəfə doktoru
<https://orcid.org/0000-0002-9334-5483>
babayeva_sevinc64@mail.ru

Günəl Hüseyn

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
magistrant
<https://orcid.org/0009-0001-8291-7976>
gunelhuseyn93@gmail.com

Kollektor tipli nasosların digər istilik sistemləri ilə müqayisəsi

Xülasə

Bu məqalədə fərdi yaşayış evləri üçün istilik təchizatı sistemlərinin seçimi zamanı ənənəvi istilik üsulları ilə istilik nasoslarının tətbiqi müqayisəli şəkildə təhlil olunur. Xüsusi diqqət kollektor tipli istilik nasoslarına yönəldilir, çünki bu qurğular yüksək enerji səmərəliliyi və ətraf mühitə minimal təsir göstərmə qabiliyyəti ilə seçilir. Məqalədə torpaq mənbəli kollektor tipli istilik nasoslarının iş prinsipi və texniki xüsusiyyətləri ətraflı təsvir olunur.

Həmçinin bu istilik sistemləri ənənəvi qaz qazanları ilə müqayisə edilir. Müqayisə istismar xərcləri və uzunmüddətli iqtisadi səmərəlilik aspektlərini əhatə edir. Nəticələr göstərir ki, kollektor tipli istilik nasosları yüksək ilkin investisiya tələb etsə də, uzun müddətdə enerji xərclərinə qənaət və ekoloji üstünlüklər təmin edir.

Bundan əlavə, məqalədə istilik sistemlərinin ətraf mühitə təsiri də təhlil edilir. Kollektor tipli istilik nasosları, aşağı karbon emissiyaları və bərpa olunan enerji mənbələrinin istifadəsi imkanlarına görə, ekoloji cəhətdən ən təmiz variant kimi təqdim olunur. Burada istilik sistemi seçimi zamanı texniki xüsusiyyətlər, iqtisadi faydalar və ekoloji meyarlara əsaslanan kompleks yanaşmanın vacibliyi vurğulanır.

Açar sözlər: kollektor tipli istilik nasosları, enerji səmərəliliyi, ekoloji təsir, istilik sistemləri, iqtisadi səmərəlilik

Sevinj Babayeva

Azerbaijan State Oil and Industry University
PhD in Technical Sciences
<https://orcid.org/0000-0002-9334-5483>
babayeva_sevinc64@mail.ru

Gunel Huseyn

Azerbaijan State Oil and Industry University
Master student
<https://orcid.org/0009-0001-8291-7976>
gunelhuseyn93@gmail.com

Comparison of Collector-Type Pumps with Other Heating Systems

Abstract

This article presents a comparative analysis of traditional heating methods and the application of heat pumps in the selection of heating supply systems for individual residential buildings. Special attention is given to collector-type heat pumps, which are distinguished by their high energy efficiency and minimal environmental impact. The article provides a detailed description of the operating principle and technical characteristics of ground-source collector-type heat pumps.

Furthermore, these heating systems are compared with conventional gas boilers, focusing on aspects such as operational costs and long-term economic efficiency. The results indicate that although collector-type heat pumps require higher initial investment, they offer significant savings in energy costs and ecological advantages over time.

In addition, the article analyzes the environmental impact of heating systems. Due to their low carbon emissions and potential to utilize renewable energy sources, collector-type heat pumps are presented as the most environmentally friendly option. The study emphasizes the importance of a comprehensive approach in choosing heating systems, taking into account technical specifications, economic benefits, and environmental criteria.

Keywords: *Collector-type heat pumps, energy efficiency, environmental impact, heating systems, economic efficiency*

Giriş

İstilik təchizatının qeyri-səmərəli fəaliyyəti enerji, material və maliyyə resurslarının artıq sərf olunmasına səbəb olur. İstilik enerjisinin paylanması zamanı baş verən itkilər yalnız iqtisadi deyil, ekoloji baxımdan da ciddi fəsadlara yol açır (Babayeva, Babayev, 2020).

Hazırkı dövrdə enerji daşıyıcılarının qiymətlərinin davamlı şəkildə artması şəraitində enerji ehtiyatlarından rəşional istifadə dövlət siyasətinin əsas və üstün istiqamətlərindən birinə çevrilmişdir. Bu baxımdan istilik təchizatı sistemlərinin təkmilləşdirilməsi, avtomatik idarəetmə ilə təmin olunması və enerji səmərəliliyinin yüksəldilməsi həm iqtisadi sabitliyin qorunması, həm də ətraf mühitin qorunması baxımından mühüm əhəmiyyət daşıyır (Babayeva, Səfərov, Hassel, 2019).

Dövlət strategiyası çərçivəsində enerji səmərəliliyini artırmaq məqsədilə qənaətcil texnologiyaların tətbiqi, enerji itkilərinin azaldılması və alternativ enerji mənbələrindən istifadə edilməsi istilik təchizatı sistemlərinin optimallaşdırılmasına yönəlmiş əsas istiqamətlərdən biridir. Bu tədbirlər kompleks yanaşma əsasında həm istismar xərclərinin azaldılmasına, həm də enerji təhlükəsizliyinin möhkəmləndirilməsinə xidmət edir (Məmmədova, Abasov, Babayeva, 2018).

Tədqiqat

Fərdi istilik məntəqələri (FİM) istilik qurğularının avtomatik fərdi tənzimlənməsi ilə yanaşı, binalarda istilik, isti su təchizatı və məişət məqsədli isti suyun dövrüyyəsində elektrik enerjisindən səmərəli istifadəni tam şəkildə təmin etməyə şərait yaradır. Bundan əlavə, bu sistem boru xətlərinin çəkilişi ilə bağlı istilik və su təchizatı sahəsində yaranan xərclərin azalmasına da mühüm şəkildə təsir göstərir. Belə yanaşma yalnız enerji səmərəliliyinin artırılmasına deyil, eyni zamanda istismar xərclərinin optimallaşdırılmasına xidmət edərək, yaşayış binalarının istilik təchizatının daha qənaətcil və müasir üsullarla idarə olunmasına imkan verir. Fərdi istilik məntəqələrinin (FİM) fəaliyyəti tamamilə avtonom rejimdə təşkil edilir: xarici hava şəraitinə əsasən, avadanlıqlar istilik daşıyıcısının temperaturunu əvvəlcədən hesablanmış parametrlərə uyğun şəkildə tənzimləyir və onu birbaşa binanın istilik sisteminə ötürür. Bu texnoloji yanaşma nəticəsində istehlakçılar həm uzun məsafəli magistral boru xətlərindən, həm də kvartal daxilindəki istilik şəbəkələrindən asılılıqdan azad olurlar (Babayeva, 2024).

Lakin istilik enerjisinin qorunması birbaşa olaraq istehlakçının davranışlarından, binanın texniki xüsusiyyətlərindən və tətbiq olunan istilik izolyasiya tədbirlərindən asılıdır. Bu kontekstdə enerji səmərəliliyinin artırılması məqsədilə binalarda istilik izolyasiyasının təkmilləşdirilməsi, müasir istilik

idarəetmə texnologiyalarının tətbiqi və fərdi istehlak üzərində nəzarətin effektivləşdirilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

1. Müasir fərdi istilik məntəqələri (FİM) aşağıdakı mühüm istiqamətlər üzrə qarşıya çıxan məsələlərin operativ və səmərəli şəkildə həllini mümkün edir (Implementing Large-Scale Installation Of Individual Heat Substations As Part Of Comprehensive District Heating Sector Reform):

2. İstilik enerjisinin tənzimlənməsi – İstilik təchizatının idarə olunması ənənəvi olaraq, qidalandırıcı xəttəki temperatur göstəricilərinə əsaslanmaq əvəzinə, geri döənə suyun temperaturuna uyğun şəkildə həyata keçirilir. Bu yanaşma konkret binanın istilik ehtiyaclarına uyğun daha dəqiq və çevik tənzimləməni təmin edir.

3. Məişət isti su dövriyyəsinin (MİSD) idarə edilməsi – Dövriyyədə olan suyun temperaturu normativ sənədlərdə nəzərdə tutulmuş səviyyəyə qədər endirilir ki, bu da istilik enerjisi itkilərinin və əlavə enerji sərfinin azalmasına səbəb olur.

4. Ticarət məqsədli ölçü avadanlıqlarının dəqiqliyinin yüksəldilməsi – FİM, istilik və suyun kommersiya hesablamalarında istifadə olunan ölçü cihazlarında baş verə biləcək qeyri-dəqiqliyi minimuma endirir və faktiki istehlak olunmuş istilik enerjisinin dəqiq uçotunun aparılmasına şərait yaradır.

5. İstilik mübadilə qurğularında çöküntü əmələ gəlməsi probleminin aradan qaldırılması – Su axınının və temperaturun tənzimlənməsinin səmərəli şəkildə aparılması nəticəsində istilik mübadilə qurğularında kalsium çöküntülərinin (tufa, miqyas) yaranma ehtimalı azalır. Bu isə istilik sisteminin istismar müddətinin uzanmasına və texniki xidmət xərclərinin azalmasına şərait yaradır.

Bu xüsusiyyətlər sayəsində müasir FİM-lər istilik enerjisinin idarə olunmasında daha effektiv və qənaətcil bir həll olaraq fəaliyyət göstərir.

Müasir FİM-lər, eyni tipli sistemlərlə müqayisədə əhəmiyyətli dərəcədə daha kiçik ölçülərə və aşağı qiymətə malikdir. Bu da onların istismarını daha səmərəli və iqtisadi cəhətdən əlverişli edir. Belə yanaşma şəhərlərin istilik təchizatı şəbəkələrinin yenilənməsinə və enerji səmərəliliyinin yüksəldilməsinə töhfə verərək, istilik itkilərini azaldır və istismar xərclərini minimuma endirir (Babayeva, 2022).

Tədqiqat metodologiyası

Azərbaycanın işğaldan azad edilmiş ərazilərində "ağıllı kənd" layihəsinin həyata keçirilməsi və Dağlıq Qarabağ və ətraf bölgələrdə "yaşıl enerji" potensialının iqtisadi cəlb ediliyi bu sahədə atılmış mühüm addımlardır.

Ağıllı kənd layihələrində infrastruktur, texniki, iqtisadi və sosial sahələrdə bəzi problemlər meydana gələ bilər. Bu problemlərin həlli üçün müxtəlif yanaşmalar mövcuddur. Onlardan ən çox istifadə ediləni simulyasiya metodudur (Babayeva, 2022).

Bir məkan üçün istilik sisteminin seçilməsi sadəcə texniki məsələ deyil, həm də əhəmiyyətli ekoloji və maliyyə baxımından mühüm qərardır. Seçimlər içərisində xüsusi diqqət çəkən alternativlərdən biri kollektor əsaslı istilik nasoslarıdır – bu cihazlar yüksək enerji qənaəti və ətraf mühitə az təsir etməklə həm isitmə, həm də soyutma funksiyalarını yerinə yetirmək qabiliyyətinə malikdirlər (Energy-Data.io).

Kollektor əsaslı istilik nasosları istilik istehsalı üçün enerjini torpaq kimi təbii resurslardan alır, bu da onları qazla işləyən qazanlar və elektrikli isitmə cihazları ilə müqayisədə daha qənaətcil bir seçimə çevirir. Bu texnologiya yalnız istismar xərclərini nəzərə cərpacaq dərəcədə azaltmaqla kifayətlənmir, eyni zamanda karbon emissiyalarının azalması vasitəsilə iqlim dəyişikliklərinə qarşı mübarizəyə əhəmiyyətli dərəcədə töhfə verir (Quaschnig).

Bu araşdırmanın əsas məqsədi Kəlbəcər şəhərində kollektor əsaslı istilik nasoslarının ənənəvi isitmə sistemləri ilə müqayisəli təhlilini aparmaq, onların texniki və ekoloji üstünlüklərini qiymətləndirməkdir. Tədqiqat çərçivəsində hər bir sistemin texnoloji sxemləri və ətraf mühitə təsiri dəyərləndirilmişdir. Nəticədə kollektor tipli istilik nasoslarının tətbiq imkanları və üstün cəhətləri barədə daha dolğun təsəvvür formalaşdırmaq məqsədi güdülmüşdür (Yuzbashyana, Polyvianchuk, Klemeš, Kapustenko, Klochok, Arsenyeva).

Kollektor əsaslı istilik nasosları elektrik enerjisindən istifadə etməklə istiliyi bir mühitdən digərinə daşıyan mühəndis qurğularıdır. Bu sistemlər xarici mühitdən – əsasən torpaq qatından –

istilik enerjisini toplayaraq, qış aylarında isitmə, yayda isə soyutma funksiyalarını yerinə yetirirlər. İstilik nasosunun işləmə mexanizmi aşağı təzyiq və temperatur şəraitində işçi mayenin buxarlanması, buxar halına keçmiş maye vasitəsilə ətrafdan istiliyin toplanması, daha sonra bu buxarın kompressor vasitəsilə sıxılaraq temperatur və təzyiqinin artırılması və nəhayət, alınan istiliyin istilik dəyişdirici vasitəsilə daxili mühitə ötürülməsi mərhələlərini əhatə edir.

Ənənəvi isitmə sistemləri sırasında qazla işləyən qazanlar və elektrikli qızdırıcı qurğular yer alır. Bu sistemlər yanacaq və ya elektrik enerjisini birbaşa istilik enerjisinə çevirərək daxili məkanlarda paylayırlar. Qaz qazanları, təbii qazın yanması nəticəsində yaranan enerjini istilik daşıyıcı mayeyə — adətən suya — ötürərək onun qızdırılmasını təmin edir. Qızdırılmış su istilik sistemində dövr edərək məkanı isitməklə funksiyasını yerinə yetirir. Elektrik əsaslı isidicilər isə elektrik cərəyanını xüsusi



müqavimət elementləri və digər istilik texnologiyaları vasitəsilə istilik enerjisinə çevirərək eyni məqsədə xidmət edir (Babayeva, 2024).

Şəkil.1. Fərdi evin istiləşməsi və isti su təchizatı üçün su qızdırıcı qazan sisteminin sxemi

Ənənəvi istilik sistemləri - qaz qazanları və elektrik qızdırıcıları - enerji mənbəyi kimi əsasən qaz və elektrik enerjisində əsaslanır. Bu sistemlərin üstün cəhətləri arasında ilkin quraşdırma xərclərinin nisbətən aşağı olması göstərilə də, uzunmüddətli istismarda yüksək enerji sərfiyyatı və ətraf mühitə mənfi təsirləri onların əsas çatışmazlıqlarıdır (Aalborg University, 2021).

İstilik enerjisi tələbinin dəqiq hesablanması üçün İstilik-dərəcə günləri (Heating Degree Days - HDD) metodundan istifadə olunmuşdur. İstilik dərəcə günlərini (Heating Degree Days – HDD) hesablamaq üçün beynəlxalq miqyasda istifadə edilən bir neçə onlayn kalkulyator mövcuddur. Bu alətlər, seçilmiş coğrafi ərazi və zaman aralığı üzrə HDD dəyərlərinin asanlıqla təyin edilməsinə şərait yaradır. Kəlbəcər rayonu üçün baza temperaturu 13,5°C qəbul edildikdə və hesablamalar (Implementing large-scale installation of individual heat substations as part of comprehensive district heating sector reform, 2023) -dən təqdim olunan “Daily Mean Temperature Method” üsulu ilə aparıldıqda, ümumi iqlim dərəcə günləri 1170,3 °C·gün olaraq müəyyən edilmişdir.

Cədvəl 1. HDD dəyərləri.

Tarix	HD D	Tarix	HD D	Tarix	HD D	Tarix	HD D	Tarix	HD D	Tarix	HD D
1.11.23	0	1.12.23	4.2	1.1.23	7.6	1.2.23	15.3	1.3.23	12.4	1.4.23	0.6
2.11.23	0	2.12.23	4	2.1.23	10.4	2.2.23	14.1	2.3.23	11.3	2.4.23	0
3.11.23	0	3.12.23	3	3.1.23	6.7	3.2.23	12.7	3.3.23	9.9	3.4.23	0.3
4.11.23	0	4.12.23	2.4	4.1.23	7.9	4.2.23	9.9	4.3.23	9	4.4.23	0
5.11.23	0.9	5.12.23	2.9	5.1.23	7.1	5.2.23	9.6	5.3.23	7.5	5.4.23	1.8

6.11.23	0	6.12.23	6	6.1.23	5.9	6.2.23	9.3	6.3.23	7	6.4.23	3.6
7.11.23	0	7.12.23	6.6	7.1.23	9.2	7.2.23	7.2	7.3.23	6.7	7.4.23	3.9
8.11.23	1.8	8.12.23	7.7	8.1.23	5	8.2.23	5.1	8.3.23	5.5	8.4.23	4.7
9.11.23	2.1	9.12.23	8.3	9.1.23	4.5	9.2.23	3	9.3.23	7.8	9.4.23	2.4
10.11.23	0.2	10.12.23	6.9	10.1.23	10	10.2.23	3.6	10.3.23	8.7	10.4.23	1
11.11.23	4.2	12.12.23	7.3	1.1.23	13.3	2.2.23	4.1	3.3.23	7.3	4.4.23	0.9
12.11.23	2.2	12.12.23	8.3	12.1.23	10.9	12.2.23	4.2	12.3.23	8.4	12.4.23	0
13.11.23	0	13.12.23	8	13.1.23	10.6	13.2.23	3.9	13.3.23	8.5	13.4.23	0.7
14.11.23	1.5	14.12.23	8.7	14.1.23	16.4	14.2.23	1.2	14.3.23	7.7	14.4.23	0
15.11.23	1	15.12.23	9.8	15.1.23	15.1	15.2.23	6.3	15.3.23	4.9	15.4.23	0.5
16.11.23	0.8	16.12.23	8.2	16.1.23	11.5	16.2.23	8.4	16.3.23	5.8	16.4.23	0
17.11.23	2.3	17.12.23	7.8	17.1.23	6.8	17.2.23	11.3	17.3.23	4.8	17.4.23	0
18.11.23	5.7	18.12.23	11.5	18.1.23	10.8	18.2.23	12.4	18.3.23	6.2	18.4.23	0
19.11.23	5.9	19.12.23	13.5	19.1.23	11	19.2.23	11.7	19.3.23	7.3	19.4.23	0
20.11.23	5.1	20.12.23	13.7	20.1.23	8.1	20.2.23	10	20.3.23	6.5	20.4.23	0
21.11.23	6.5	21.12.23	13.1	21.1.23	5	21.2.23	10.8	21.3.23	6.8	21.4.23	0
22.11.23	6.2	22.12.23	9.4	22.1.23	9.8	22.2.23	10.6	22.3.23	7	22.4.23	0
23.11.23	5.9	23.12.23	6.8	23.1.23	13.4	23.2.23	10.8	23.3.23	5.1	23.4.23	0
24.11.23	5.6	24.12.23	9.4	24.1.23	15.9	24.2.23	11.8	24.3.23	5.3	24.4.23	0
25.11.23	3.7	25.12.23	11	25.1.23	15.4	25.2.23	13.3	25.3.23	7.5	25.4.23	0
26.11.23	0.9	26.12.23	7.9	26.1.23	14.5	26.2.23	14.9	26.3.23	7.2	26.4.23	0
27.11.23	2.7	27.12.23	5.7	27.1.23	14.1	27.2.23	14.6	27.3.23	6.1	27.4.23	0
28.11.23	8.4	28.12.23	5.9	28.1.23	12.2	28.2.23	14.5	28.3.23	2.3	28.4.23	0
29.11.23	10.4	29.12.23	11.1	29.1.23	14.4	29.2.23	13.2	29.3.23	0.9	29.4.23	0
30.11.23	5.3	30.12.23	10.5	30.1.23	14.4	30.2.23		30.3.23	0	30.4.23	0
		31.12.23	8.6	31.1.24	15.3			31.3.24	0		
	89.3		248.2		333.2		277.8		201.4		20.4

Cədvəl 2. Evin istilik əmsalı [12]

Səth	Rüsumi – ümumi istilik müqaviməti, $m^2 \times ^\circ C/Vt$	A- Səthin sahəsi, m2	$U=1/R_{\text{ümumi}}$ Konstruksiyanın ümumi istilik keçiricilik əmsalıdır, $Vt/ m^2 \times ^\circ C$	$H=A \times U$ Evin istilik əmsalıdır, $Vt/^\circ C$
Divarlar (izolyasiya ilə birlikdə)	1,86	130	0,54	70
Döşəmə (izolyasiya ilə birlikdə)	2,92	132	0,34	45
Tavan (izolyasiya ilə birlikdə)	2,78	132	0,36	47
Pəncərə	0,03	9	35,7	321.3
Cəmi:				483.3

Cədvəl 3 – İstehsal olunan enerji/il.

Göstəricilər/Tip	Qazan
Məkan istiliyi	13 575 kVt
İsti su təchizatı	2710 kVt

Məlumdur ki, karbon qazı (CO₂) emissiyalarının həcmi istifadə edilən enerji daşıyıcısının növündən asılı olaraq dəyişir. Aşağıdakı cədvəldə Azərbaycanda tətbiq oluna biləcək müxtəlif enerji mənbələrindən istifadə edildikdə yaranan CO₂ emissiyalarının miqdarları əks olunmuşdur. [13]

Cədvəl 4. CO₂ emissiyalarının istifadə olunan enerji daşıyıcısına görə fərqi.

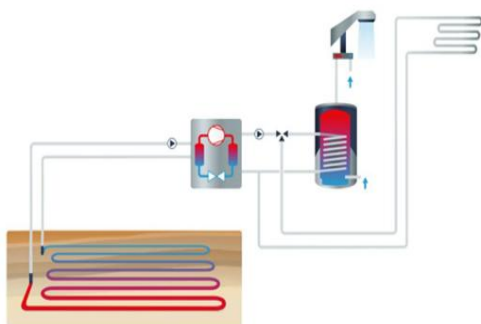
Enerji daşıyıcısı	İstehsal olunan hər kVt·saat enerjiyə görə atılan CO ₂ emissiyaları (təxmini), kq
Təbii qaz	0,202 CO ₂ /kVt saat
Mazut	0,27-0,30 CO ₂ /kVt saat
Kömür	0,34-0,40 CO ₂ /kVt saat

Aşağıda təqdim olunan cədvəldə məkanın isidilməsi və illik isti su tələbatının ödənilməsi üçün tələb olunan istilik enerjisi əsasında, qaz yanacağından istifadə edilməklə yaranan CO₂ emissiyalarının miqdarı göstərilmişdir. Əsas götürülən emissiya əmsalı 0,202 kq CO₂ / kVt·saat:

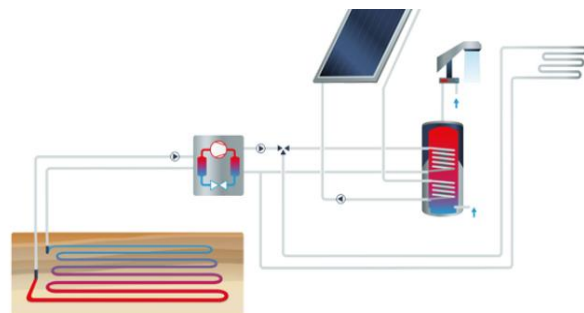
Cədvəl 5. İllik istehsal olunan enerji və atılan CO₂ emissiyaları.

İllik istilik enerjisi istehsalı (kVt·saat)	CO ₂ emissiya əmsalı (kq/kVt·saat)	Ümumi CO ₂ emissiyası (kq)	Ümumi CO ₂ emissiyası (ton)
16285	0,202	3289	3,3

Cədvəllərdəki nəticələrə əsasən, fərdi yaşayış evlərində istilik və isti su təminatı qazla işləyən su qızdırıcı qazanlar vasitəsilə həyata keçirildikdə, illik enerji istehlakı əhəmiyyətli dərəcədə artır və bununla paralel olaraq atmosfərə buraxılan karbon qazı (CO₂) emissiyalarının miqdarı da yüksək olur.



Şəkil 2K.



Şəkil 2GK.

Şəkillərdə kollektor tipli istilik nasoslarının sxemləri göstərilmişdir. Birinci sxemdə istilik mənbəyi təkə istilik nasosudur. İkinci sxemdə istilik nasosuna dəstək olmaq məqsədilə günəş kollektoru da quraşdırılmışdır. Bu sxemlərin hər birinin işini xarakterizə edən parametrlər Geo T Sol proqramında hesablanmışdır.

Cədvəl 6 - İstifadə olunan enerji/il.

Göstəricilər/Tip	K	GK
Məkan istiliyi	5722 kVt	5738 kVt
İsti su təchizatı	2723 kVt	2723 kVt

Burada yaşayış məkanının isidilməsi və isti su təminatı məqsədilə istifadə olunan enerji miqdarları K və GK göstəriciləri əsasında təhlil olunmuşdur. Təhlilin nəticələri göstərir ki, məkanın istilik tələbatında müəyyən qədər dəyişiklik müşahidə olunsada, isti su üçün enerji sərfiyyatında dəyərlər sabit qalmışdır.

Cədvəl 7 - İstehsal olunan enerji.

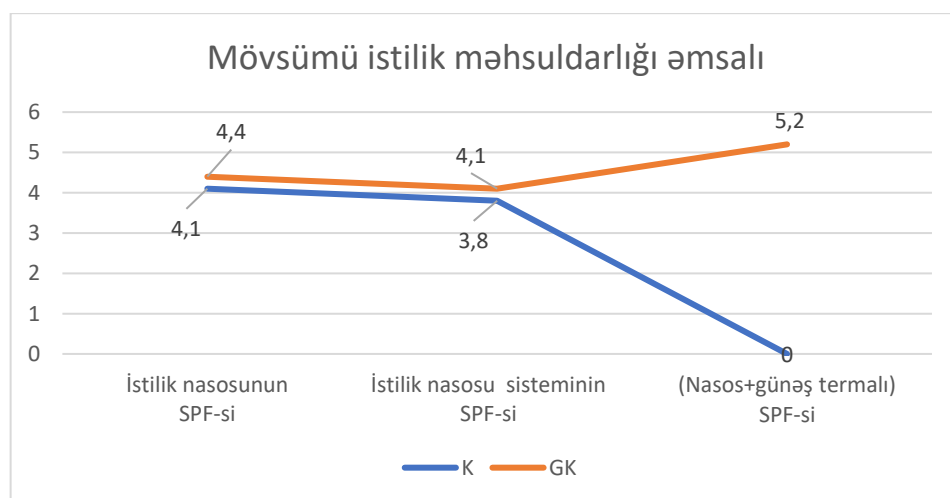
Göstəricilər/Tip	K	GK
İstilik nasosu ilə təmin edilən	8664 kVt	6252 kVt
Günəş sistemi tərəfindən təmin edilən	-	2364 kVt

Təhlil nəticələrinə əsasən, (K) sistemdə istilik enerjisi tam şəkildə istilik nasosu vasitəsilə təmin edilir və bu zaman illik enerji istehsalı 8664 kVt·saat təşkil edir. Alternativ olaraq, günəş enerjisi ilə dəstəklənmiş (GK) sistemdə ümumi istilik tələbatının bir hissəsi günəş kollektorları tərəfindən qarşılır. Beləliklə, istilik nasosu yalnız 6252 kVt·saat enerji istehsal edir, qalan 2364 kVt·saat isə günəş enerjisi ilə ödənilir. Bu yanaşma, enerji yükünün paylaşdırılması və karbon emissiyalarının azaldılması baxımından əhəmiyyətli üstünlük yaradır.

Cədvəl 8 - İllik itkilər.

Göstəricilər/Tip	K	GK
Çən itkiləri	285 kVt	326 kVt
Günəş çəninin itkiləri	-	123 kVt
Resirkulyasiya dövrəsi	-	-
Daxili günəş boru kəmərləri	-	327 kVt
Xarici günəş boru kəmərləri	-	65 kVt

Cədvəl 8-də müxtəlif sistemlərə aid illik enerji itkiləri göstərilir. Burada K və GK göstəriciləri üçün çən itkiləri, günəş çəni itkilərinin payı, həmçinin daxili və xarici günəş boru xətlərində baş verən enerji itkisi müqayisə olunur. Verilənlərə əsasən, K sistemində itkilər GK sistemindən xeyli azdır.



Şəkil.3. mövsümün istilik məhsuldarlığı əmsalı

Müqayisəsini təqdim edir. İstilik nasosunun SPF-si, istilik nasosu sisteminin SPF-si və günəş kollektoru ilə birlikdə quraşdırılmış istilik nasosu sisteminin (nasos + günəş termal) SPF-si K və GK göstəriciləri üzrə təsvir edilmişdir. Nəticələr göstərir ki, ən yüksək məhsuldarlıq əmsalı günəş kollektoru ilə birlikdə quraşdırılmış istilik nasosu sistemində müşahidə olunur, GK göstəricisi üçün bu dəyər maksimum həddə çatır.

Cədvəl 9 – İllik istehsal olunan enerji və atılan CO₂ emissiyaları- istilik nasosu ilə qazanın müqayisəsi.

Göstəricilər/Tip	Qazan	Kollektor tipli istilik nasosu	Günəş kollektorunun dəstəyi ilə kollektor tipli istilik nasosu
İstehsal olunan istilik enerjisi, kVt·saat	16 285	8664	8166
Atılan CO₂ emissiyaları, ton	3,3	0	0

Cədvəl 9-dan göründüyü kimi, mənzilin istilik və isti su təchizatı üçün ənənəvi istilik mənbəyi olan su qızdırıcı qazan sistemi tətbiq edildikdə, istilik nasosu sisteminə nisbətən illik enerji istehsalı və atılan CO₂ qazı emissiyaları daha yüksək olur. Lakin istilik nasosunda CO₂ emissiyaları sıfıra bərabərdir."

Nəticə

✓ Aparılan müqayisəli tədqiqatlar və təhlillər göstərir ki, Kəlbəcər ərazisində istilik nasosları və su qızdırıcı qazanın istifadəsi arasında ciddi fərqlər mövcuddur. Kollektor tipli istilik nasosları, daha yüksək enerji səmərəliliyi və ekoloji təmizliyi ilə üstünlük təşkil edir. Bu sistemlər, təbii enerji mənbəyi olan torpaqdan istifadə edərək, enerji istehlakını azaldır və ekoloji təsirləri minimuma endirir.

✓ Su qızdırıcı qazanın ənənəvi texnologiyası əsasən yanacaq və elektrik enerjisindən istifadə edir, bu da daha yüksək karbon emissiyalarına və təbii resursların tükənməsinə səbəb olur. Lakin istilik nasosları daha təmiz və dayanıqlı alternativlər təqdim edərək ətraf mühitin qorunmasına töhfə verir.

✓ İstilik nasoslarının ilkin quraşdırılma xərcləri su qızdırıcı qazanın sisteminə nisbətən yüksək olsa da, uzun müddət ərzində əməliyyat və istismar xərcləri daha aşağıdır. Bu da istifadəçilərə əhəmiyyətli maliyyə qənaəti təmin edir.

✓ Kəlbəcər kimi dağlıq və kənd təsərrüfatı sahələri olan bölgələrdə istilik nasosları daha əlverişlidir. Bu sistemlər, müvafiq infrastruktur və texnologiyalarla birləşdirildikdə, ərazidəki enerjiyə olan tələbatı daha dayanıqlı şəkildə qarşılayır.

✓ Mövcud infrastrukturun təkmilləşdirilməsi və ağıllı enerji idarəetmə sistemlərinin tətbiqi ilə istilik nasoslarının səmərəliliyi daha da artırıla bilər. Bu texnologiyanın inkişafı və genişləndirilməsi Kəlbəcərin enerji təhlükəsizliyini təmin etməkdə mühüm rol oynayacaqdır.

Ədəbiyyat

1. Aalborg University. (2021, December). *Thermal properties of building materials – Review and database* (Report No. 290).
2. Babayeva, S. (2024). The investigation of the efficient operating modes of various source heat pumps in the heating systems of individual residential houses in Kalbajar. *Reliability: Theory & Applications*. [HTML].
3. Babayeva, S. Ş. (2022). İstilik təchizatı sistemində monovalent rejimdə işləyən istilik nasoslarının işinin tədqiqi. *Energetikanın Problemləri elmi-texniki jurnal, (1)*, 25–31.

4. Babayeva, S. Ş., & Babayev, N. İ. (2020). Quba-Xaçmaz zonasının geotermal suları və istilik energetikasında onlardan istifadənin proqnozlaşdırılması. *Energetikanın Problemləri elmi-texniki jurnal*, (1).
5. Babayeva, S. Ş., Səfərov, C. T., & Hassel, E. P. (2019). Azərbaycanın Quba rayonunun geotermal sularının kimyəvi analizi. *Electro Scientific-Industrial Journal*, 9(2), 44–55.
6. Babayeva, S. Ş., Məmmədova, C. P., & Abasov, Z. Y. (2018). Geotermal suların regenerativ enerjisindən istifadənin tədqiqi. *International Conference on Energy of Futures Challenges and Opportunities*.
7. Babayeva, S. Ş. (2022). Kəlbəcər şəhərində fərdi evlərin istilik təchizatında torpaq mənbəli, kollektor tipli istilik nasoslarının işinin tədqiqi. *International Scientific and Technical Conference: Modern Problems and Development Outlooks of Power Engineering*, 320–326.
8. Energy-Data.io. (n.d.). Degree day calculator. <https://energy-data.io/energy-tools/degree-day-calculator-free/>
9. Quaschning, V. (n.d.). Specific carbon dioxide emissions of various fuels. https://www.volker-quaschning.de/index_e.php
10. Yuzbashyana, A., Polyvianchuk, A., Klemeš, J. J., Kapustenko, P., Klochok, E., & Arsenyeva, O. (n.d.). Individual heat substations integrated with heat pumps for district heating systems in Ukraine.
11. Implementing large-scale installation of individual heat substations as part of comprehensive district heating sector reform. (2023).

Daxil oldu: 11.01.2025

Qəbul edildi: 16.04.2025