

<https://doi.org/10.36719/2663-4619/107/56-64>

Sevinc Babayeva

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
texnika üzrə fəlsəfə doktoru
babayeva_sevinc64@mail.ru

Aydın Əliyev

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
texnika üzrə fəlsəfə doktoru
aydin.aliyev@asoiu.edu.az

İstilik təchizatında monovalent rejimli, torpaq mənbəli kollektor tipli istilik nasoslarının müxtəlif sxemlərinin müqayisəli analizi

Xülasə

Son zamanlar enerji böhranı, ətraf mühitin çirklənməsi kimi bir çox problemlər elektrik və istilik enerjisi istehsalında alternativ enerjidən istifadəni daha aktual etmişdir. Çünki alternativ enerji mənbələri ekoloji təmiz, əlçatan, tükənməzdir. Bir çox qabaqcıl və inkişaf etmiş ölkələrin əksəriyyəti obyektlərin istilik təchizatında, havalandırma və soyutma üçün istilik nasoslu təchizatı sistemlərindən istifadə edir.

Məqalədə Qarabağ iqtisadi zonasında torpaq mənbəli kollektor tipli istilik nasoslarının iş rejimlərinin effektivliyi tədqiq olunmuşdur. İstilik təchizatı sxemi və bu sxemə aid olan bütün xarakterik parametrlər GeoTSol modelləşmə proqramı vasitəsilə hesablanmışdır. GeoTSol modelləşmə proqramı istilik nasosu sistemlərinin planlaşdırılması və layihələndirilməsi üçün müasir simulyasiya proqramlarından biridir. Model kimi Xocəvənd şəhərində yerləşən fərdi yaşayış evi tədqiq edilmişdir. Kollektor tipli, monovalent rejimdə işləyən istilik nasosu sistemi fərdi yaşayış evinin isti su təchizatı və istiləşməsini təmin edir. Müqayisə üçün 4 növ kollektor tipli istilik nasos sisteminin sxemi təklif edilmişdir. Hər bir sxemə aid bütün istilik nasosu sistemi üçün kompüter simulyasiyası ilə mövsümi performans əmsalları, enerji istehlakı, itkilər, günəş payları, səmərəlilik və s. təyin edilərək, öz aralarında müqayisə edilmişdir. Ən effektiv rejimdə işləyən sxem müəyyən edilmişdir.

***Açar sözlər:** alternativ enerji, istilik təchizatı, GeoTSOL, torpaq mənbəli, kollektor tipli istilik nasosu, modelləşdirmə, simulyasiya*

Sevinj Babayeva

Azerbaijan State Oil and Industry University
Candidate of Technical Sciences
babayeva_sevinc64@mail.ru

Aydın Aliyev

Azerbaijan State Oil and Industry University
Candidate of Technical Sciences
kydyn.aliyev@asoiu.edu.az

Comparative Analysis of Different Schemes of Monovalent Mode Ground Source Collector Heat Pumps in Heat Supply

Abstract

Recently, many problems, such as the energy crisis and environmental pollution, have made the use of alternative energy in the production of electrical and thermal energy relevant. Because alternative energy sources are environmentally friendly, accessible and inexhaustible. In the most advanced and developed countries, heat pump systems are used for heating, ventilation and cooling of buildings.

The article examines the efficiency of operating modes of collector-type geothermal heat pumps in the Karabakh economic zone. The heat supply scheme and all characteristic parameters associated with this scheme were calculated using the GeoTSol modeling program. The GeoTSol simulation program is one of the modern simulation programs for planning and designing heat pump systems. As an example, a private residential building located in the city of Khojavend was studied. A monovalent collector-type heat pump system provides hot water supply and heating for a private home. For comparison, a diagram of 4 types of collector-type heat pump systems is proposed. Seasonal performance coefficients, energy consumption, losses, solar energy share, efficiency, etc. were calculated by computer simulation of the entire heat pump system for each cycle and compared with each other. A circuit operating in the most efficient mode has been determined.

Keywords: *alternative energy, heat supply, GeoTSol, ground source, collector heat pump, modeling, simulation*

Giriş

Enerjidən effektiv istifadə cəmiyyətin elmi-texniki və iqtisadi potensialının indikatorudur. Eyni zamanda bu faktor həmin cəmiyyətin inkişaf səviyyəsini təyin edir. Cəmiyyətin bu sahədə sürətli inkişafı üçün bərpa olunan enerji effektivli texnologiyaların tətbiqi labüddür. Bu, xüsusilə ən çox enerji tələb edən sahələrdən biri olan bina və qurğuların istilik və soyuqluq təchizatı sistemində aiddir. Bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə edən istilik və soyuqluq enerji texnologiyalarının ənənəvi enerji texnologiyalarından üstünlüyü yalnız enerjiyə çəkilən xərclərin deyil, həm də ekoloji təmiz və avtonom olmasıdır. Bunun nəticəsidir ki, dünyada son illərdə istilik nasoslarının tətbiqi ilə istilik və soyuqluq təchizatı geniş yayılmışdır. Bu sahədə aparılan tədqiqat işləri, ədəbiyyatların analizi istilik nasoslarının effektiv iş rejimlərinin araşdırılmasını labüd edir.

Tədqiqat

Müxtəlif mənbəli istilik nasosları istilik və soyuqluq təchizatında istifadə edilir. Bunlar hava, yerin üst qatının qrunt suları, su hövzələri və təbii su axınları, bina və qurğuların ventilyasiya tullantıları, kanalizasiya tullantıları, texnoloji proseslərdən atılan istiliklərdir (Matsevityy et al., 2009).

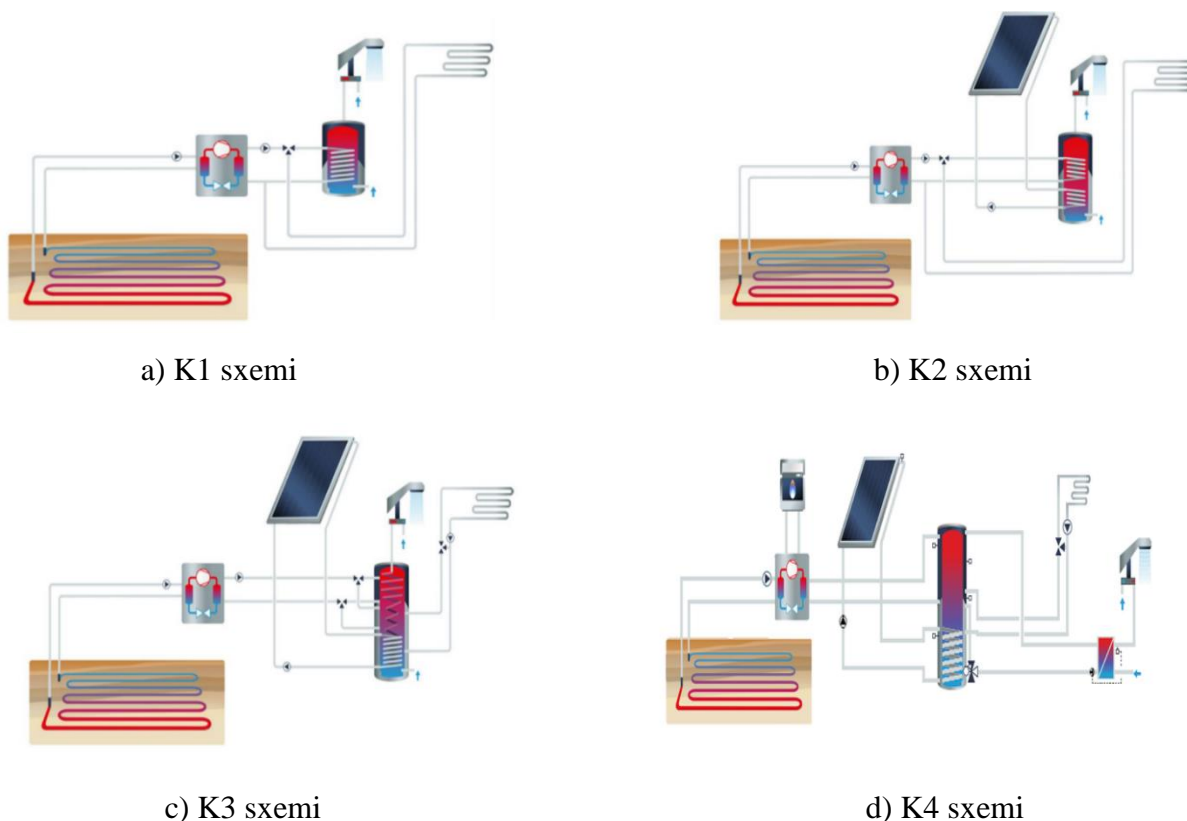
İsti su və istilik təchizatı üçün prinsipial sxemin seçilməsi

Hər hansı məkan üçün istilik və soyuqluq təchizatını təmin etmək üçün əvvəlcə istilik mənbəyi, sonra isə nasosun işləyəcəyi rejim və sxem təyin edilməlidir.

Tədqiq olunan istilik nasosu üçün torpaq istilik mənbəyi seçilmişdir. Belə ki, torpaq qeyri-məhdud istilik akkumulyatorudur. Onun istilik rejimi, əsasən, iki faktordan asılıdır. Bunlar günəş radiasiyası və yerin dərinliklərindən gələn radiogen istilik axınıdır. Bu cür sistemlərdən ABŞ, Kanada, İsveçrə, İsveç, Almaniya, Avstriyada geniş istifadə olunur. Bu sahədə dünya lideri İsveçrədir (Glass, 2010).

İstilik və soyuqluq təchizatını təmin etmək üçün həmin obyektin layihəsini icra edib, istilik nasosunun işinin effektivliyini dəyərləndirmək vacib amillərdəndir. Bunun üçün müxtəlif metodlar mövcuddur. Onlardan ən müasiri və dəqiq nəticələr verən simulyasiya proqramlarıdır. Bu proqramlar nəzəri biliklərə və riyazi modelləşməyə əsaslanır. İstilik nasoslarının tədqiqi və layihələndirilməsi üçün GeoTSol peşəkar proqramlardandır (GeoTSOL basic Version 1.0).

Tədqiqat obyektini kimi Qarabağ iqtisadi zonasının Xocəvənd rayonu seçilmişdir. Buna səbəb Azərbaycan Respublikasının dövlət strategiyasına uyğun olaraq, Qarabağ iqtisadi zonasını yaşıl enerji ilə təmin etməkdir (Babayeva, 2022).



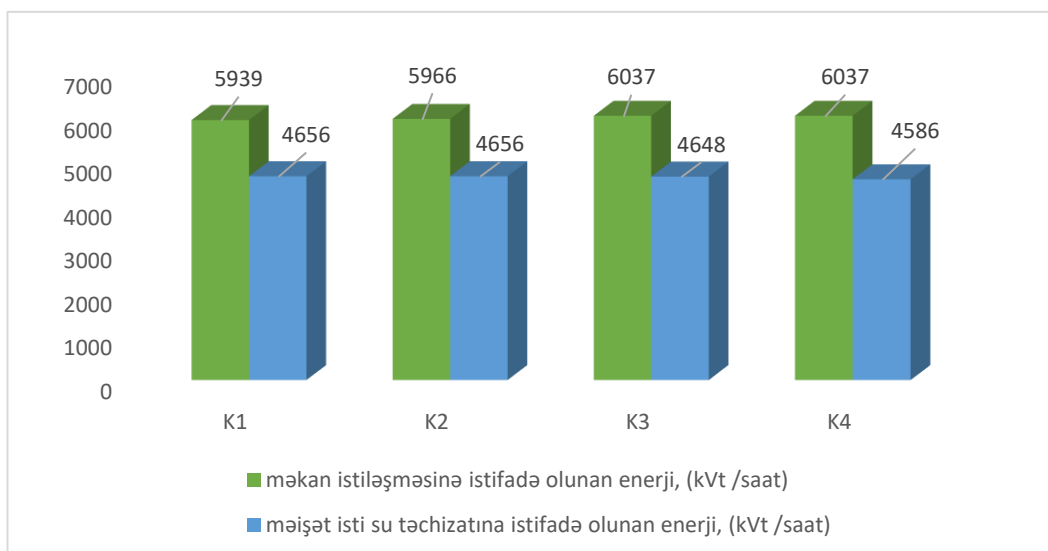
Şəkil 1. Kollektor tipli torpaq zondlu istilik nasoslarının istilik təchizatı sxemləri

Fərdi yaşayış evinin isti su və istilik təchizatında istilik nasoslarının işinin analizi üçün kompüter simulyasiyası ilə 4 növ sxem seçilmişdir. Bu sxemlər üzrə istilik təchizatında istilik nasoslarının işinin effektivliyi tədqiq olunmuşdur. Şəkil 1-də verilən sxemlər uyğun olaraq, a) istilik nasosu vasitəsilə isti su təchizatı və istilik təchizatı sistemi, (K1), b) isti su təchizatı günəş kollektoru, istilik təchizatı istilik nasoslu sistemi (K2), c) qarışıq çən və günəş istilik dəstəyi ilə istilik nasosu sistemi (K3), d) bufer çəni, günəş çəni və şirin su stansiyası olan bivalent rejimli istilik nasosu sistemi (K4)-dür.

Hesablama modelinin əsas elementləri və tədqiqat nəticələrinin təhlili

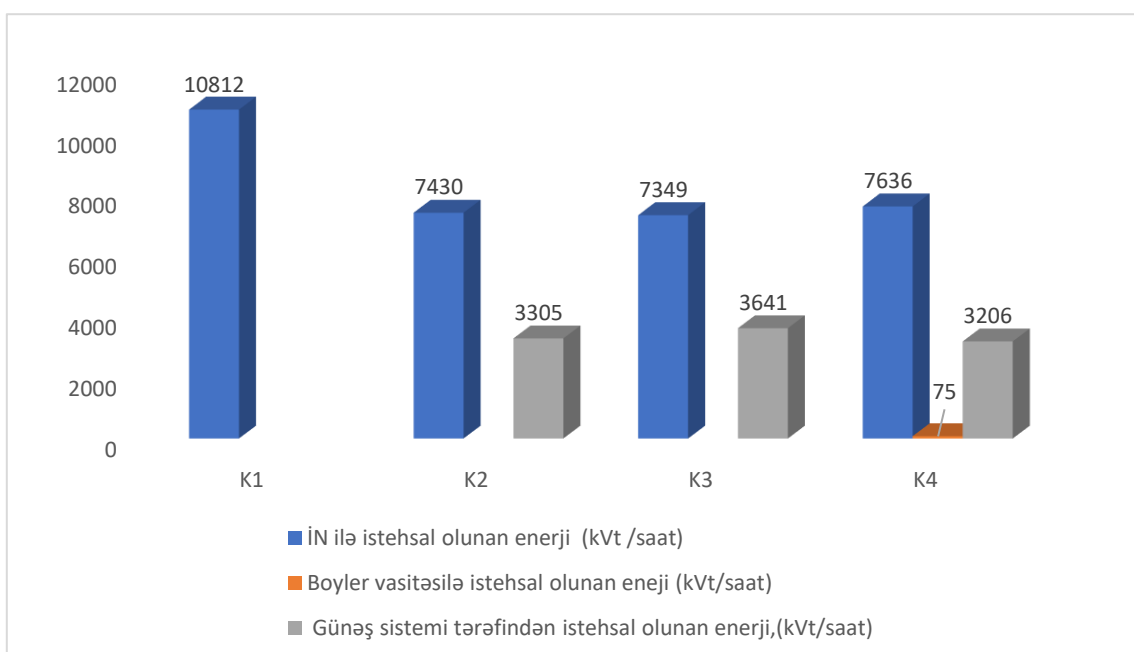
Hər bir sxemə aid sistemin işini xarakterizə edən bütün parametrlər Geo T Sol simulyasiya proqramı vasitəsilə hesablanmışdır. Bu proqram peşəkar proqram olub, dəqiqliyi ilə seçilir.

K1, K2, K3, K4 sistemləri üzrə məkan istiləşməsinə istifadə olunan enerji və məişət isti su təchizatına istifadə olunan enerji (kVt/saat) Şəkil 2-də göstərilmişdir. İstilik təchizatı sisteminin istilik mənbələri istilik nasosu, günəş kollektoru və boylerdir. Burada, K1 sxemimin istilik təchizatı mənbəyi yalnız istilik nasosu, K2 və K3 sxemlərində həm istilik nasosu, həm də günəş kollektoru, K4 sxemində isə istilik nasosu, günəş kollektoru və boylerdir. Hər bir mənbə tərəfindən uyğun sxem üçün istehsal olunan enerji dəyərləri Şəkil 3-də göstərilmişdir.



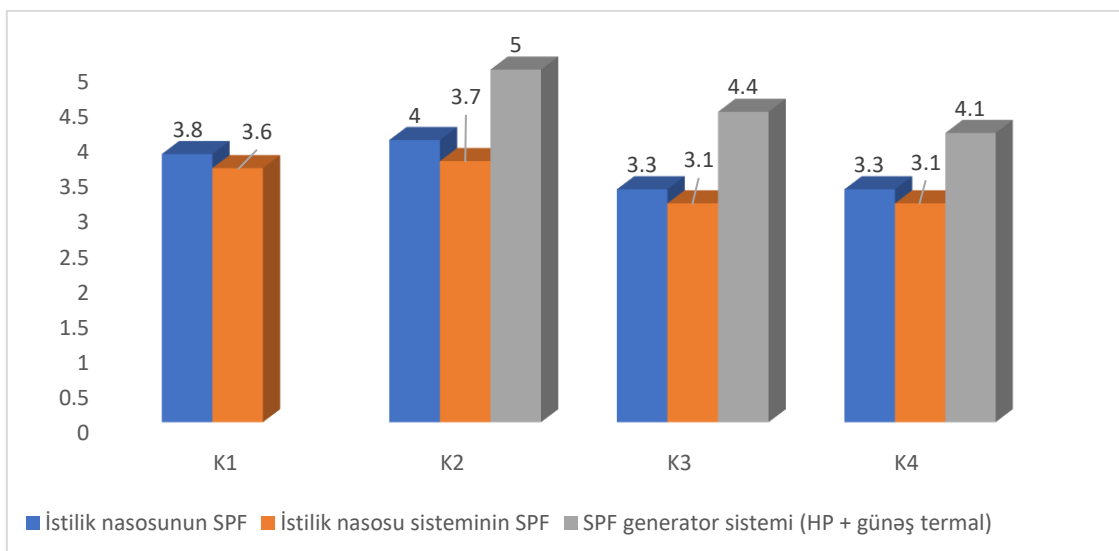
Şəkil 2. Məkan istiləşməsinə və məişət isti su təchizatına istifadə olunan enerji, (kVt /saat)

Şəkil 3-də göstərilən analizlərin nəticəsi olaraq, bu göstərici üzrə K2 sxemi fərqlənir. K3 sxemində günəş sistemi tərəfindən istehsal olunan enerjinin çox olmasına baxmayaraq, K3 sxemində çəndən itkilər çoxdur. Eyni zamanda istilik nasosu ilə istehsal olunan enerji K2 sxeminə nisbətən azdır.



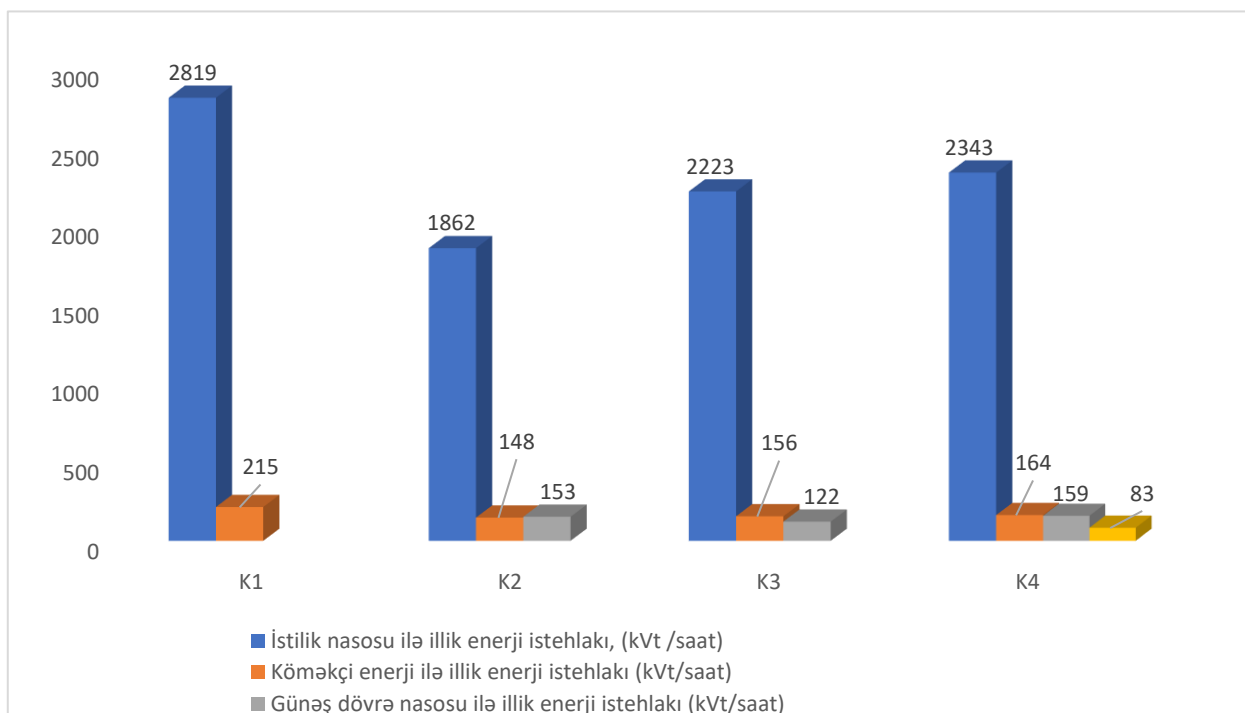
Şəkil 3. Müxtəlif mənbələrin istehsal etdikləri enerji dəyərləri (kVt/saat)

İstilik nasosunun işinin effektivliyini onun performans faktoru xarakterizə edir. Şəkil 4-də istilik nasosunun, istilik nasosu sisteminin, istilik nasosu ilə birləşən günəş termal sisteminin performans faktorunun kompüter simulyasiyasından alınan nəticələri göstərilmişdir.



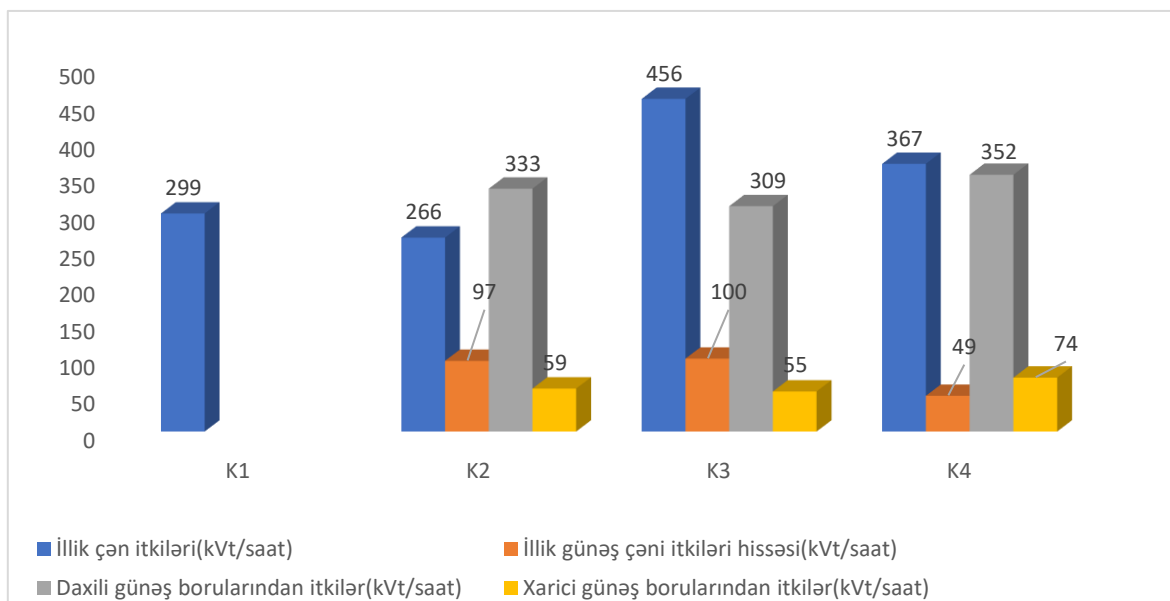
Şəkil 4. Perfomans faktoru dəyərləri

Perfomans dəyərlərinin sxemlər üzrə müqayisəsində Z2 üstünlük təşkil edir. Belə ki, istilik nasosunun, istilik nasosu sisteminin, istilik nasosu və günəş termal sistemlərin hesablanmış qiymətləri digərlərindən üstündür.



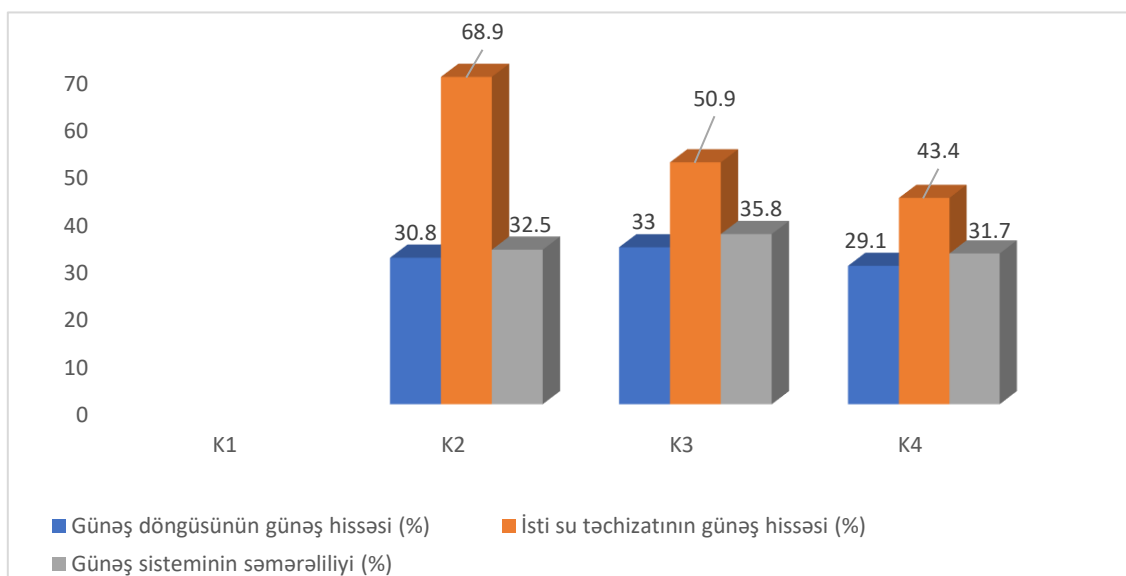
Şəkil 5. İstilik mənbələrinin illik enerji istehlakı

Hər bir sxemdə istilik mənbəyi elektrik enerjisi istehlak edir. Simulyasiya ilə uyğun olaraq, hər bir sxemdəki enerji mənbəyinin istehlak etdiyi enerji hesablanaraq müqayisə edilmişdir. Belə ki, bu parametrlər üzrə də Z2 sxemi fərqlənir. Uyğun sxemlərdəki enerji mənbələrinin ən az istehlak etdiyi illik enerji miqdarı burada ən minimal qiymətə malikdir.



Şəkil 6. Sistem itkiləri

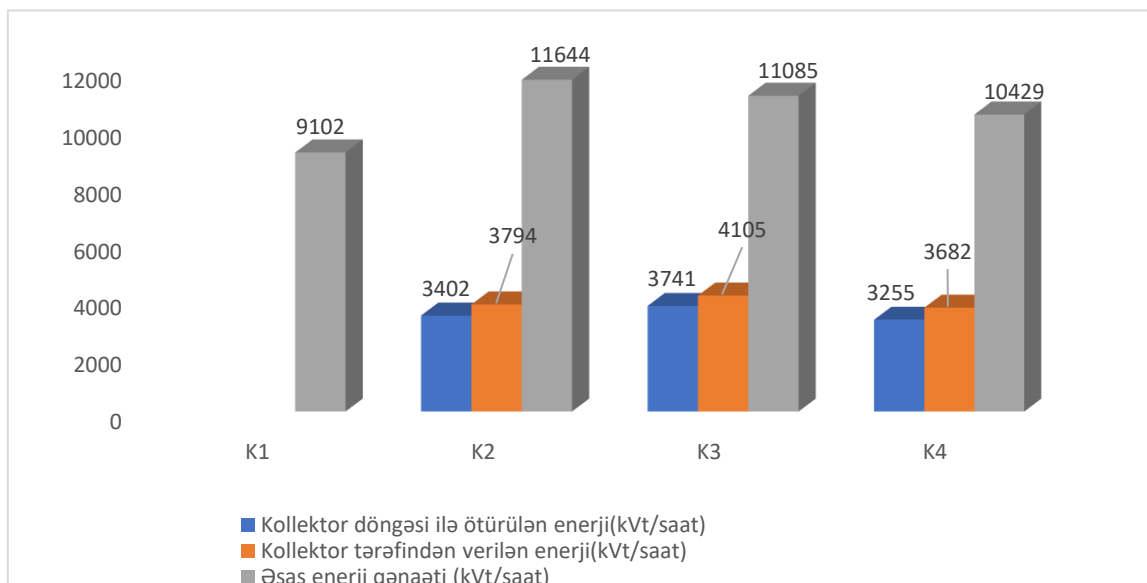
Şəkil 6-da sistem itkilərinin qiymətləri verilmişdir. Sistemin effektivliyini xarakterizə edən parametrlərdən biri də illik çən itkiləridir. Z2 sxemində illik çən itkiləri ən minimaldır.



Şəkil 7. Sistemin istilik təchizatının günəş hissəsinin payı

K2 sxemində istilik təchizatında günəş hissəsinin payı ən yüksək olub, 68,9 % təşkil edir. Bu sxemdə günəş sisteminin səmərəliliyi 32,5 %-dir.

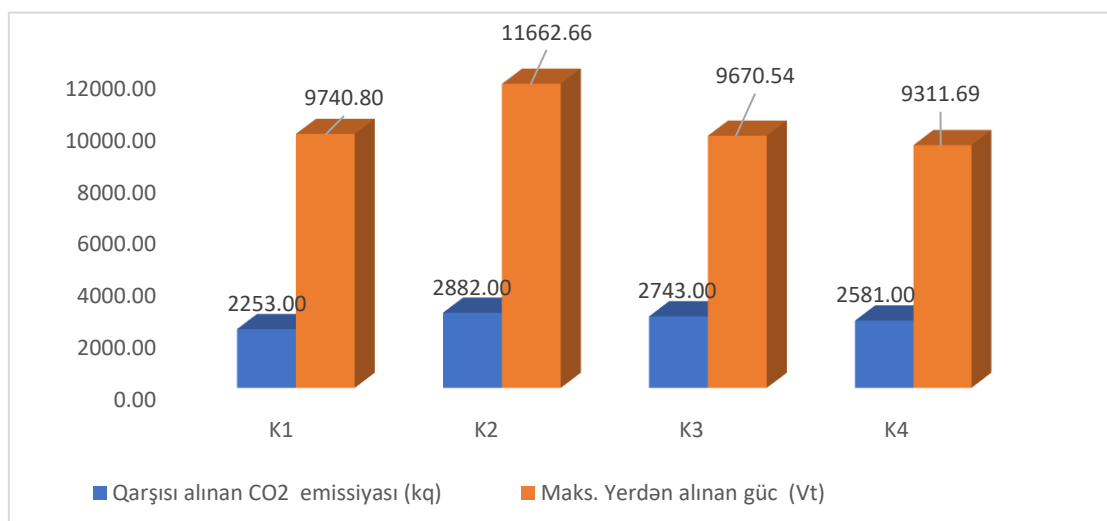
Hər bir sistemin enerji qənaəti onun səmərəliliyinə təsir edən əsas faktorlardandır. Şəkil 8-də kollektor tərəfindən və kollektor döngəsi vasitəsilə ötürülən enerji ilə yanaşı, sistemin əsas enerji qənaəti dəyərləri müqayisə olunmuşdur. Burada da ən münasib qiymətlər Z2 sxeminə məxsusdur. Belə ki, əsas enerji qənaəti 11644 kVt/saat təşkil edir.



Şəkil 8. Sistemlərdə əsas enerji qənaəti

Dünyada enerji istehsalından ətraf mühitə atılan CO₂ emissiyaları 2022-ci ildə yeni rekord çatmışdır. Bu sxemlərin tətbiqi ilə ətrafa atılan CO₂-nin miqdarı xeyli azaldılır. Bu pozisiyada da Z2 sxemi üstünlük təşkil edir (Şəkil 9).

Yerdən alınan maksimum güc istilik nasosunun bu sxem üzrə effektiv işləməsinə dəlalət edir. Yerdən alınan maksimum güc 11662,66 Vt-a bərabərdir.



Şəkil 9. Yerdən alınan maksimum güc və qarşısı alınan CO₂ emissiyaları

Qlobal istiləşmə hal-hazırda bəşəriyyətin faciəsinə çevrilmişdir. Buna səbəb atmosferin istilik balansının pozulmasıdır. Problemi yaradan isə ətraf mühitin çirklənməsinin artmasıdır. Elektrik və istilik enerjisinin alınması üçün yandırılan üzvi yanacaqlardan alınan tüstü qazları da ətraf mühiti çirkləndirən əsas faktorlardandır. Alternativ enerjiden, o cümlədən istilik nasoslarından istilik təchizatında istifadə enerji qənaətli olmaqla yanaşı, atmosfərə atılacaq külli miqdarda karbon emissiyasının qarşısını alacaq (Fincka et al., 2016; Informatsionno-metodicheskoye izdaniye, 2016). Simulyasiya metodu ilə aparılan tədqiqat işlərinin üstünlüyü nəticələrin sürətlə və dəqiq alınmasıdır. İstilik nasosları sistemləri ekologiyaya mənfi təsir göstərmirlər. Onların tətbiqi zaman üzvi yanacaqlar yandırılmır. İstilik nasoslarının işi zamanı ətrafa səs yayılmır. Onların istismarı zamanı əlavə xərclərə ehtiyac olmur. Belə ki, onların istismar müddəti uzundur. İstilik nasoslarının tətbiqi binanın istilik təchizatında və yayda soyudulması xərclərinin azalmasına səbəb olacaqdır. Qarabağ

İqtisadi zonasında istilik nasoslarından istifadəyə böyük tələbat olacaqdır. Belə ki, elektrik enerjisi və yanacaq qiymətlərinin artımı ilə olan proqnozlar və bu bölgədə tikiləcək fərdi evlərin çoxluğu bu qənaətə gəlməyə əsas verir (Babayeva, Əliyev, 2018; Məmmədova, Abasov, Babayeva, 2018; Babayeva, Səfərov, Hassel, 2019; Babayeva & Aliyeva, 2020; Babayeva & Babayev, 2020; Babayeva, 2020; Gasanov et al., 2020; Babayeva, 2021; Babayeva, Gadirova, & Safarov, 2021).

Nəticə

- ✓ Qarabağ bölgəsində fərdi yaşayış evlərinin tikintisinin sürətlənməsi həmin evlərin istilik təchizatının bərpa olunan enerji növləri ilə təmin olunması prioritet məsələlərdəndir.
- ✓ Xocəvənd şəhərində fərdi yaşayış evlərində istilik təchizatında torpaq mənbəli kollektor tipli istilik nasoslarından və günəş kollektorlarından istifadə məqsədəuyğundur.
- ✓ Müqayisə nəticəsində isti su təchizatı günəş kollektoru, istilik təchizatı istilik nasoslu sistemi (K2) ilə icra olunan istilik təchizatı sxeminin daha effektiv olduğu müəyyən edilmişdir.
- ✓ K2 istilik təchizatı sistemində əsas enerji qənaəti 11644 kVt/saat təşkil edir.
- ✓ K2 istilik təchizatı sxeminin tətbiqi ilə 2882 kq CO₂-nin atmosfərə atılmasının qarşısı alınmışdı.
- ✓ İstilik təchizatı sxeminə aid olan bütün avadanlıqların xarakteristik parametrləri hesablanmış və seçilmişdir.

Ədəbiyyat

1. Babayeva, S. Ş., Əliyev, P. E. (2018). İstilik nasoslarının səmərəliliyinin yüksəldilməsi yolları. *International conference on energy of futures challenges and opportunities*.
2. 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.
3. Babayeva, S. Ş. (2022, 24-25 fevral). Kəlbəcər şəhərində fərdi yaşayış binasının istilik təchizatı sistemində istilik nasoslarından istifadə perspektivləri. *“Postkonflikt vəziyyətlərində yenidənqurma və bərpa” II beynəlxalq elmi konfrans*.
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. (2020). Carlı geotermal suyunun tədqiqi və ondan istifadənin proqnozları. *Energetikanın problemləri elmi-texniki jurnal*, 4, 10-16.
6. Məmmədova, C. P., Abasov, Z. Y., Babayeva, S. Ş. (2018). Geotermal suların regenerativ enerjisindən istifadənin tədqiqi. *International conference on energy of futures challenges and opportunities*.
7. Babayeva, S. Sh. (2021). Determination of density dependence on temperature of geothermal waters of Jarlı Kurdamir region of Azerbaijan. *Energetikanın problemləri elmi-texniki jurnal*, 1, 103-108.
8. Babayeva, S., & Aliyeva, G. (2020, October). Thermophysical properties of geothermal waters of Azerbaijan. *9th Rostocker International Conference: “Technical thermodynamics: thermophysical properties and energy systems”*.
9. Babayeva, S., Gadirova, G., & Safarov, J. (2021, September 9-10). “Thermophysical and chemical properties of geothermal and mineral waters of Azerbaijan” THERMAM 2021. *10th Rostocker International Conference: “Technical Thermodynamics: Thermophysical Properties and Energy Systems”*.
10. Fincka, C., Lib, R., Kramera, R., & Zeilera, W. (2016). Quantifying demand flexibility of power-to-heat and thermal energy storage in the control of building heating systems. *Applied Energy*.
11. Gasanov, V. G., Mamedov, N. Ya., Aliyev, N. S., Zeynalova, A. B., Aliyeva, G. R., Babayeva, S. Sh., Gasanov, Yu. N., & Imanova, A. Y. (2020). Issledovaniye protsessov al'ternativnoy energii na osnove tekhnologicheskoy platformy teplovykh nasosov. *XV International scientific-technical conference on “Water transport problems”*.
12. Glass. (2010). *Analysis of building-integrated renewable energy systems in modern UK homes*.
13. GeoTSOL basic Version 1.0. Design and Simulation of Heat Pump Systems User Manual.

14. Matsevityy, Yu. M., Chirkin, N. B., Ostapchuk, V. N., Bogdanovich, L. S., Klepanda, A. S. (2009). Al'ternativnaya sistema teplosnabzheniya na baze teplovogo nasosa s gruntovym teploobmennikom. *Zhurnal «Novosti teplosnabzheniya»*, 1(101).
15. *Teplovyye nasosy v sovremennoy promyshlennosti i kommunal'noy infrastrukture*. Informatsionno-metodicheskoye izdaniye. (2016). Izdatel'stvo "Pero".

Daxil oldu: 17.07.2024

Baxışa göndərildi: 23.08.2024

Təsdiq edildi: 15.09.2024

Çap olundu: 20.10.2024