



## AZƏRBAYCAN ELM FONDU

**Azərbaycan Elm Fondunun  
2022-ci il üçün ƏSAS qrant müsabiqəsinin  
(AEF-MCG-2022-1(42)) qalibi olmuş  
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə aralıq  
(rüblük olaraq 6-cı mərhələ)**

### ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Yüksək ayırdetməli aerokosmik məlumatlar əsasında bərpa olunan enerji və ekologiya sahələrində innovativ həllərin işlənməsi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Məmmədov Fuad Faiq oğlu**

Layihənin nömrəsi: **AEF-MCG-2022-1(42)-12/02/1-M-02**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **10 aprel 2023-cü il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **24 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 may 2023-cü il - 01 may 2025-ci il**

*Layihənin VI mərhələ üzrə (rüb) məbləği:*

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

- Layihənin həyata keçirilməsi üzrə cari rübdə yerinə yetirilmiş **elmi işlər****

Son onilliklərdə külək, günəş işığı və bioqaz kimi dayanıqlı enerji ehtiyatları neft və qaz yandırmadan enerji əldə edildiyi üçün nəzərə alınır. Bərpa olunan enerji növlərindən biri də geotermal su anbarındakı temperaturdan asılı olaraq elektrik enerjisi istehsalı və ya birbaşa istifadə üçün istifadə oluna bilən geotermal enerjidir. İlk geotermal qurğu 1904-cü ildə İtaliyada Piero Conti tərəfindən icad edilmişdir. Sonra geotermal enerjiden istifadə inkişaf etməyə və təkmilləşdirməyə başladı. Beləliklə, son məlumatlara görə, 2015-2020-ci illər arasında dünya geotermal enerji tutumunda təxminən 27% artım olmuşdur.

Bundan əlavə, dünyada 20-dən çox ölkə elektrik enerjisi (163,7 TVt/saat) və digər tətbiqlər (163 TVt/saat) istehsalı üçün geotermal resurslardan istifadə edir.

Azərbaycanın əsas enerji ehtiyatları təkcə neft və qazla məhdudlaşmır. Qeyd etmək lazımdır ki, Azərbaycan böyük geotermal potensiala (termal su ehtiyatları və bulaqlar) malikdir.

Yerin istiliyini ehtiva edən geotermal enerji təmiz enerji mənbəyidir. Maqma ilə qızdırılan maye (su) yeraltından fərqli temperatur diapazonunda çıxarıla bilər. Digər enerji resursları ilə müqayisədə CO<sub>2</sub> emissiyalarının olmaması və ətraf mühitə az təsir göstərdiyi üçün geotermal enerji daha çox diqqət çəkir.

Səthin altındakı temperatur dərinləşdikcə artır və buna geotermal gradient deyilir. Geotermal gradientin dəyəri dünyada 25 °C ilə 30 °C arasında dəyişir, halbuki bu rəqəm dünyanın bəzi bölgələrində yüksək dəyərlər hesab edilə bilər. Geotermal rezervuarları temperaturlarına görə 3 əsas qrupa bölmək olar:

  1. Yüksək temperaturlu su anbarları (100 °C -dən yuxarı) - elektrik enerjisi istehsalı üçün istifadə olunur

2. Orta temperaturlu rezervuarlar ( $50^{\circ}\text{C}$  ilə  $100^{\circ}\text{C}$  arasında)- birbaşa tətbiqlər üçün istifadə olunur
3. Aşağı temperaturlu rezervuarlar ( $50^{\circ}\text{C}$  -dən aşağı)- birbaşa tətbiqlər üçün istifadə olunur.

### 1.1 Geotermal Enerjinin İstifadəsi

Geotermal enerji əsasən iki kateqoriya üçün istifadə olunur: elektrik enerjisi istehsalı və birbaşa tətbiqlər (rayon istilikləri, termal otellər, istixana, balneoloji istifadələr, kənd təsərrüfatı məqsədləri, istilik nasosları və s.). Statistikaya gəlincə, bilavasitə istifadə ən çox yayılmışdır və bu sahədə ciddi inkişaf son onilliklərdə müşahidə edilmişdir. Geotermal ehtiyatlardan istifadə üsulunun seçilməsi geotermal rezervuarın temperaturundan çox asılıdır. Beləliklə, birbaşa tətbiq üçün aşağı temperaturlu bir su anbarından istifadə etmək məqsədəuyğundur.

Geotermal enerjiden birbaşa istifadənin ümumi növləri kosmik isitmə (54%), üzgüçülük və üzgüçülük (30%), istixanalar (8%), sənaye (4%), balıq yetişdirilməsi (4%). Elektrik enerjisi yaratmaq üçün anbarın temperaturu  $100^{\circ}\text{C}$  -dən yüksək olmalıdır.

Son onilliklərdə geotermal mənbələrdən müxtəlif məqsədlər üçün enerji əldə etmək üçün istifadə olunur. Aşağıdakı qrafa 1995 və 2020-ci illər arasında dünyada altı əsas birbaşa istifadənin müqayisəsini göstərir. Beləliklə, geotermal enerjinin birbaşa istifadə üçün istifadəsində nəzərəcarpacaq artım müşahidə olunduğu göz qabağındadır. Bundan əlavə, qeyd etmək lazımdır ki, geotermal istilik nasosları digərləri ilə müqayisədə birbaşa istifadə üçün geotermal enerji istehsalında həlledici rol oynayır.

Dünya miqyasında istixana və örtülü yeraltı istilik üçün geotermal enerjiden istifadə quraşdırılmış gücdə 24%, illik enerji istifadəsində isə 23% artmışdır. Quraşdırılmış güc 2459 MVt və enerji istifadəsində 35,826 TJ/il təşkil edir. Ümumilikdə 32 ölkə geotermal istixanaların isitilməsi haqqında məlumat verir, illik enerji istifadəsinə görə aparıcı ölkələr (TJ/il) Türkiyə, Çin, Hollandiya, Rusiya və Macarıstandır ki, bu da dünyanın ümumi həcmnin təxminən 83%-ni təşkil edir. Əksər ölkələr istixana ilə örtülməmiş yerin istiləşməsi arasında fərq qoymur və yalnız bir neçəsi faktiki qızdırılan ərazini bildirdi. İstixanalarda yetişdirilən əsas məhsullar tərəvəz və çiçəklərdir; Bununla belə, banan (İslandiya) kimi meyvələrlə yanaşı, gölməçələrdə (ABŞ) ağac tingləri, kaktuslar və balıqlar da yetişdirilir. İslandiyada (tərəvəz) və Yunanıstanda (qulançar) geotermal istilik nasoslarından istifadə etməklə yerin qapalı istiləşməsi barədə məlumat verilmişdir. İşçi qüvvəsi bu sektorda əsas xərclərdən biri olduğundan, inkişaf etməkdə olan ölkələr daha inkişaf etmiş ölkələrlə müqayisədə rəqabət üstünlüyünə malikdirlər.

### 2. Azərbaycanca geotermal enerjinin potensialı

Azərbaycanın geotermal inkişafı üçün kifayət qədər potensialı var. Azərbaycanın əsas geotermal ehtiyatları termal su və bulaqlardır. Lənkəran, Xudat, Gəncə və Caarlı rayonlarında geotermal ehtiyatlardan istifadə imkanlarının olduğu araşdırılır. Xüsusilə Abşeron və Talış bölgəsində yüksək geotermal potensial müşahidə olunur. Yüksək mineral tərkibi həmin regionların geotermal suları üçün xarakterikdir.

Muxtarov öz tədqiqatında qeyd edib ki, "Carlı-3" quyusunda geotermal suyun temperaturu təxminən  $92^{\circ}\text{C}$ , səthdə mineralaşma 50 q/l təşkil edir. O, həmçinin qeyd edib ki, gücü 10 MVt olan quyuda sutkada 20000 m<sup>3</sup> debit ölçülür. Bundan əlavə, Naxçıvanda Darıdağ rayonunda 10 MVt gücə malik daha bir quyuyu var.

#### Termal sular və bulaqlar

Termal su anbarlarına Azərbaycanın dağlıq rayonlarında rast gəlmək olar. Bağırsağ və İstisu termal əraziləri məşhur geotermal bölgələrdən ikisidir. Belə ki, Bağırsağ və İstisu rayonlarında 100 m dərinlikdə havanın temperaturu müvafiq olaraq  $80^{\circ}\text{C}$  və  $70^{\circ}\text{C}$  təşkil edir. Bundan əlavə, digər termal sular Masallı, Lənkəran və Astara rayonlarında yerləşir.

Azərbaycan ərazisində bir sıra termal bulaqlar və sular mövcuddur. Onların bəziləri təxminən 80-90

dərəcə isti olanlar Kür çayı kənarında Mollakənd və Carlı rayonları arasında yerləşir. Bundan əlavə, Xəzəryanı Qubada 8 quyu var ki, onların suları 0,8-1,9 q/l mineral tərkibli və təqribən 20000 m<sup>3</sup>/gün debiti ilə səthə çıxır. Tədqiqatlara gəlincə, Xaçmaz və Yalama rayonlarında ilkin temperaturu 58 °C və 95 °C olan termal sular tədqiq edilib və gücləri müvafiq olaraq 1200 və 500 kVt təşkil edir.

Digər tərəfdən, neft yataqlarında çoxlu termal sular müşahidə oluna bilər. Belə ki, Abşeronda, Hövsanda, Bibi-Haybətdə, Güzdəkdə müvafiq olaraq 68 °C (2400 m dərinlikdə), 100 °C -dən yuxarı, 71 °C, 50-65 dərəcə istidir. Bundan əlavə, Bərdə rayonlarında qazılmış kəşfiyyat quyusunda suyun temperaturu sutkada 1500 m<sup>3</sup> olmaqla 45 °C -ə çata bilər.

Azərbaycan Respublikasının Gəncə və Kür-İori rayonlarının neft-qaz vilayətlərində aparılan hidrogeoloji ehtiyatlara münsibətdə müxtəlif temperatur və kimyəvi tərkibə malik termal sular tədqiq edilmişdir. Bu zonanın geoloji profilində Meza kaynozoyuna uyğun olan qumdaşı, gil, mergel və argillit müşahidə oluna bilər. Təcrübə üsulları həyata keçirilməklə Foraminifer, Maykop və Sarmat təbəqələrinin hidroloji sistemləri tədqiq edilmişdir. Suların sərfi 200-864 m<sup>3</sup>/gün, temperaturu 31-61 °C təşkil edir.

### 3. İstixanaların qızdırılmasında geotermal enerjinin tətbiqi

İstixanaların istiləşməsi geotermal enerjinin ən çox yayılmış birbaşa istifadələrindən biridir. İstixanalar 40 °C -dən 80 °C -ə qədər olan isti suyun temperaturundan birbaşa istifadə edə bilərlər. Tələb olunan isti suyun miqdarı seçilmiş məhsul üçün optimal böyümə temperaturundan, istixananın ölçüsündən və ərazidə gözlənilən ən aşağı xarici temperaturdan asılı olacaq. İstixanaların qızdırılması üçün istifadə olunan geotermal enerjinin əsas üstünlüyü onun ekoloji cəhətdən təmiz yanaşması və qalıq yanacaqlardan daha aşağı qiymətləridir. İstixanalar üçün geotermal enerjiden istifadənin əsas çatışmazlığı məhdud resurs sahələridir. Hər bir istixana tikintisi layihəsinə yeni geotermal quyunun qazılması daxildir ki, bu da layihənin rentabelliğini şübhə altına alan qazma xərclərinin yüksək olması səbəbindən çox risklidir. Səhvlərə yol verməmək üçün istixana tikintisi layihələri mövcud geotermal enerji mənbələri olan ərazilərdə planlaşdırılmalıdır. Keyfiyyətli tikinti və istilik sisteminə keyfiyyətli avadanlıqların quraşdırılması, şübhəsiz ki, yüksək səmərəliliyi təmin edəcəkdir ki, bu da ilk növbədə belə layihələrə başlamağın əsas məqsədidir.

Əksər geotermal tətbiqlərdə faktiki istilik avadanlığını geotermal mayedən ayırmaq üçün istilik dəyişdiricisi tələb olunur. Bunun səbəbi əksər geotermal mayələrlə əlaqəli miqyaslanma və korroziyadır. Ümumiyyətlə, istilik dəyişdiricisi iki dövrən edən döngə, geotermal döngə və təmiz döngə arasında yerləşdirilir. İstilik dəyişdiricisi iki dövrüyə dairəsi (geotermal dairə və təmiz su ilə dairə) arasında yerləşdirilir. Təmiz su ilə dairə, yalnız geotermal sudan enerji ötürülməsi üçün istifadə olunan ayrıca, qapalı bir sistemdir. İstilik dəyişdiricisinin istifadəsi nəticəsində istilik dəyişdiricinin növündən asılı olaraq aşağı düşür. Qeyri-kommersiya dəyişdiricisinin tikintisi tövsiyə edilmir, çünki tez-tez istixananın istilik sistemində nasazlığa səbəb olur.

Yivli borular ən çox poladdan və ya misdən hazırlanır, alüminiumdan və ya poladdan hazırlanmış sabit qabırğalar kvadrat, dairəvi və ya düzbucaqlı formada ola bilər. Borular bir, iki və ya üç sətirdə qoyula bilər. Bu yolla istilik tutumu suyun istiliyinə, çəkilmiş boruların xətlərinin sayına və hər metrə düşən qabırğaların sayına əsasən artırıla bilər. Boruların ümumi uzunluğu temperatur gradientinə bağlıdır. Tək borunun uzunluğu icazə verilən təzyiq düşməsi ilə məhdudlaşdırılacaqdır. Plastik və ya şüşə istixanaları qızdırmaq üçün lazım olan qabırğalı boruların uzunluğu daxil olan suyun temperaturu azaldıqda artır.

Bu materiallarla əlaqəli korroziya və genişlənmə problemləri səbəbindən qeyri-metal materialların son illərdə artan tətbiqi müşahidə edilmişdir. Bunlardan ən məşhuru polibutilendir. Bu material nisbətən yüksək temperaturalara (80 °C -ə qədər) davam edə bilər və asan quraşdırma üçün rulon şəklində mövcuddur. PVC boru kəmərləri yalnız sərt formada mövcuddur və temperaturla məhdudlaşır. Polietilen və oxşar materiallar çevik rulon şəklində mövcuddur, lakin (PVC kimi) temperaturun idarə edilməsi qabiliyyəti baxımından ümumiyyətlə məhduddur. Boruların diametri daha kiçikdir (25 mm), divar qalınlığı 4 mm-ə qədərdir. Onlar borular arasındakı məsafə nəzərə alınmaqla paralel xətlərdə birbaşa istixana döşəməsinə quraşdırılır. Borular bir-birinə çox yaxın qoyularsa, istilik sahəsinin

potensialının azalması səbəbindən istilik səmərəliliyi azalır.

#### 4. İcmal

Son illərdə istixanaların qızdırılmasında geotermal enerjiden istifadənin inkişafı diqqətəlayiqdir. İslanidiyada Hellisheidi geotermal zavodu davamlı isitmə təmin etməklə tərəvəz və çiçəklərin il boyu becərilməsinə asanlaşdırır, bu da mədən yanacaqları ilə müqayisədə kənd təsərrüfatı məhsulunun 30% artmasına və istilik xərclərinin 50% azalmasına səbəb olur. Bu, illik təxminən 20.000 MVt-saat enerjiyə qənaətlə nəticələnir. Eynilə, geotermal enerji Hollandiyada 400 hektardan çox istixanaları qızdıraraq, karbon emissiyalarını hər il təxminən 60.000 ton azaldır və enerji xərclərini 40% azaldır və hər il təqribən 50.000 MVt-saata qənaət edir. Türkiyə də əhəmiyyətli irəliləyişlər əldə edib, 200 hektardan çox istixanalar geotermal enerjiden istifadə etməklə qızdırılıb, məhsul məhsuldarlığını 20% artırıb və istilik xərclərini 45% azaldıb, bu da illik enerji qənaətində təxminən 15.000 MVt/saata bərabərdir.

İstixanalar adətən istilik üçün birbaşa istifadə olunan geotermal sistemlərdən və ya geotermal istilik nasoslarından istifadə edir. Birbaşa istifadə sistemləri istiliyi birbaşa istixana mühitinə ötürmək üçün geotermal mayeləri istilik dəyişdiriciləri vasitəsilə dövr edir ki, bu da xüsusilə aşağı və orta temperatur mənbələri üçün yüksək səmərəli və qənaətcildir. Məsələn, Yeni Zelandiyada birbaşa istifadə olunan geotermal sistemlər 85%-ə qədər istilik səmərəliliyi barədə məlumat verir ki, bu da enerji istifadəsinin 30% və ya hər il təxminən 10.000 MVt/saat azalması ilə nəticələnir. Geotermal istilik nasosları müxtəlif geotermal resurslara uyğunlaşa bilən istixanaları qızdırmaq və sərinləmək üçün yeraltı sabit temperaturdan istifadə edir. ABŞ-da aparılan bir araşdırma göstərdi ki, geotermal istilik nasosları hər il təxminən 25.000 MVt-saata qənaət etməklə istixanaların isitmə xərclərini 60%-ə qədər azalda bilər.

Qazma texnologiyasındakı yeniliklər və istilik dəyişdiricilərinin səmərəliliyi bu sistemlərin həyat qabiliyyətini və iqtisadi səmərəliliyini əhəmiyyətli dərəcədə artırmışdır. Süni geotermal su anbarları yaradan Təkmilləşdirilmiş Geotermal Sistemlər (EGS) təbii ehtiyatları olmayan ərazilərdə geotermal enerjiden istifadə potensialını genişləndirmişdir. EGS-də son nailiyyətlər istilik hasilatının səmərəliliyini 25% artırdı və qazma xərclərini 20% azaldı, bu da hər bir quraşdırma üçün hər il təxminən 15.000 MVt/saat istilik hasilatının artmasına səbəb oldu. Hollandiyada geotermal isitmə sistemlərinin inteqrasiyası məhsul məhsuldarlığının 20% artmasına və enerjiden istifadənin 30% azalmasına səbəb olub, nəticədə ildə təxminən 35.000 MVt/saat enerjiyə qənaət edilib.

Bunun bariz nümunəsi Hollandiyada 400 hektardan çox istixanalar üçün istifadə olunan geotermal istilik sistemidir. Bu layihə karbon emissiyalarını və enerji xərclərini əhəmiyyətli dərəcədə azaldıb, eyni zamanda bitkilər üçün sabit inkişaf mühitini təmin edib, orta istilik səmərəliliyinə 90% nail olub ki, bu da illik təxminən 50.000 MVt/saat enerji qənaətinə gətirib çıxarır.

Geotermal texnologiyasındakı son irəliləyişlər istixanaların qızdırılmasında geotermal enerjinin tətbiqini daha da artırdı. İstiqamətli qazma və hidravlik qırılma kimi qazma texnikasındakı yeniliklər geotermal resurslara çıxışı artırdı. Məsələn, istiqamətli qazma quyu məhsuldarlığını 35% yaxşılaşdırdı və qazma müddətini 25% azaldı, nəticədə hər quyu üçün hər il təxminən 10.000 MVt/saat istilik hasilatının artmasına səbəb oldu. Bundan əlavə, istilik dəyişdirici materialların və dizaynların təkmilləşdirilməsi istilik ötürmə proseslərinin daha səmərəli olmasına səbəb oldu, bəzi sistemlər 95%-ə qədər istilik ötürmə səmərəliliyinə nail oldu və illik 20.000 MVt-saat enerji qənaətinə səbəb oldu.

Əhəmiyyətli inkişaflardan biri geotermal enerjinin digər bərpa olunan enerji mənbələri ilə inteqrasiyasıdır. Enerji səmərəliliyini və etibarlılığını artırmaq üçün geotermal, günəş və külək enerjisini birləşdirən hibrid sistemlər tədqiq edilmişdir. Məsələn, İtaliyada istixanada geotermal və günəş fotovoltaiq panellərini birləşdirən hibrid sistem ənənəvi sistemlərlə müqayisədə enerji xərclərini 70%, karbon emissiyalarını isə 50% azaldıb, ildə təxminən 30.000 MVt-saata qənaət edib. Bundan əlavə, ağıllı idarəetmə sistemlərinin qəbulu geotermal isitmə sistemlərinin daha dəqiq və səmərəli idarə olunmasına imkan verib. Bu sistemlər istixana daxilində temperatur və rütubət səviyyələrini izləmək və tənzimləmək üçün sensorlar və avtomatlaşdırmadan istifadə edərək, enerji istehlakını minimuma endirməklə yanaşı optimal böyümə şəraitini təmin edir. Tədqiqatlar göstərir ki, ağıllı idarəetmə sistemləri enerji səmərəliliyini 30%-ə qədər artırmaqla, nəticədə illik təxminən 15.000 MVt-saat enerji

qənaəti və məhsul məhsuldarlığını 20% artırır.

Geotermal enerji və günəş enerjisindən istifadə edən istixana istilik sistemləri optimal böyümə şəraitini saxlamaq üçün davamlı həll təklif edir. Geotermal enerji yeraltından istilik çıxararaq sabit istilik mənbəyini təmin edir, fotovoltaiq panellər və ya günəş istilik kollektorları vasitəsilə istifadə edilən günəş enerjisi isə köməkçi sistemləri gücləndirməklə və ya istixananı birbaşa qızdırmaqla bunu tamamlayır. Bu enerji mənbələrinin hibrid sistemdə birləşməsi enerji səmərəliliyini artırır və əməliyyat xərclərini azaldır, həm ekoloji, həm də iqtisadi faydalar təklif edir.

İstixana enerji sistemləri ilə bağlı son tədqiqatlarda bərpa olunan enerji mənbələrinin inteqrasiyası səmərəliliyi artırmaq və əməliyyat xərclərini azaltmaq potensialına görə əhəmiyyətli diqqət qazanmışdır. Diqqətəlayiq bir araşdırma Misirdə həm istilik, həm də elektrik enerjisi tələblərinə cavab vermək üçün geotermal, günəş və külək enerjisindən istifadə edən istixananın dizaynını təqdim edir. Tədqiqat Süveyş körfəzindəki Ras Sedr bölgəsini geotermal ehtiyatlarına görə uyğun bir yer olaraq təyin edir. Müxtəlif geotermal isitmə üsulları müqayisə edilərək çılpaq boru sisteminin optimal temperatur diapazonunu 25-35°C saxlamaq üçün ən sərfəli olduğunu aşkara çıxardı. Əlavə olaraq, 0,5 kVt-lıq fotovoltaiq massivləri, 6 kVt-lıq külək turbinlərini və akkumulyator anbarını özündə birləşdirən təklif olunan hibrid enerji sistemi 0,114 ABŞ dolları/kVt/saat enerji dəyərinə nail olur. Bu tədqiqat istixana əməliyyatları üçün hibrid bərpa olunan enerji sistemindən istifadənin iqtisadi səmərəliliyini və səmərəliliyini nümayiş etdirir.

Bina enerji sistemlərində son nailiyyətlər ümumi səmərəliliyi artırmaq üçün hibrid günəş-geotermal istilik nasos sistemlərinin işini optimallaşdırmağa yönəlmişdir. Diqqətəlayiq bir araşdırma, soyuducu tutumu ilə faktiki soyutma tələbi arasında uyğunsuzluq səbəbindən tez-tez səmərəsizliyə səbəb olan ənənəvi əməliyyat strategiyalarının məhdudiyətlərinə toxunur. Tədqiqat, sistemin performansını binanın yük bölgüsü ilə uyğunlaşdıraraq, tam yükləmə dərəcələrində daha səmərəli işləməyə imkan verən yeni əməliyyat strategiyasını təqdim edir. TRNSYS simulyasiya alətindən istifadə edərək, tədqiqat bu yeni strategiyayı təsdiqlədi, yerin istilik balanssızlığında əhəmiyyətli bir azalma və sistemin performans əmsalında (COP) 3,7-dən 3,92-ə qədər yaxşılaşma tapdı. Bundan əlavə, yeni strategiya ümumi elektrik istehlakını 6,4% azaldı və yay aylarında elektrik enerjisindən istifadənin 24,1% azalmasına nail oldu. Qışda performans təkmilləşdirmələri daha az nəzərə çarpsa da, ümumi ÇNL yayda 11,1%, qışda 0,8% və hər il 5,9% artmışdır. Gələcək tədqiqatlar sistemin səmərəliliyini artırmaq üçün hava proqnozu və tələb tərəfində çeviklik vasitəsilə əlavə optimallaşdırmanı araşdıracaq.

## 5. Təklif olunan İstixana İstilik Sistemi

Xüsusilə müxtəlif iqlimi olan bölgələrdə ilboyu bitki böyüməsini dəstəkləyən sabit mühitin qorunması üçün istixanaların effektiv istiləşməsi çox vacibdir. Kənd təsərrüfatı sektoru daha davamlı enerji həlləri axtarıqca, geotermal enerji ənənəvi isitmə üsullarına uyğun alternativ olaraq ortaya çıxdı. Yerin təbii istilik enerjisindən istifadə etməklə, geotermal sistemlər qalıq yanacaqlardan istifadə etmədən istixana temperaturunu tənzimləmək üçün etibarlı və ekoloji cəhətdən təmiz bir yol təklif edir. Bu məqalə geotermal enerjini şəbəkədən kənar günəş enerjisi ilə birləşdirən, müasir kənd təsərrüfatı üçün səmərəli və davamlı həlli təmin edən geotermal istixana istilik sistemini təqdim edir. Aşağıdakı bölmələr optimal performans və ətraf mühitin davamlılığını təmin etmək üçün sistemin dizaynını, istismarını və qabaqcıl idarəetmə mexanizmlərinin inteqrasiyasını təfərrüatlandırır.

Bu geotermal istixana istilik sistemi istixana daxilində optimal böyümə şəraitini saxlamaq üçün bərpa olunan geotermal enerjiden istifadə etmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Sistem ardıcıl və səmərəli isitmə təmin etmək üçün tandemdə işləyən geotermal maye dövrəsini və şirin su dövrəsini effektiv şəkildə birləşdirir. Öz əməliyyatlarını idarə etmək üçün şəbəkədən kənar günəş enerjisindən istifadə etməklə sistem kənd təsərrüfatının istiləşməsinə davamlı və avtonom yaşama nümunəsi göstərir, xarici enerji mənbələrindən asılılığı minimuma endirir və karbon emissiyalarını azaldır. Bundan əlavə, istilik itkisinin qarşısını almaq və sistemin səmərəliliyini artırmaq üçün bütün xarici borular izolyasiya edilmişdir.

Sistem yeraltı geotermal mənbədən geotermal mayenin çıxarılması ilə başlayır. İstilik enerjisi ilə zəngin olan bu maye sistemin nüvəsi kimi çıxış edən möhkəm istilik dəyişdiricisinə (HE) yönəldilir. İstilik dəyişdiricisi geotermal mayenin içərisində qalmasını və ikinci dərəcəli şirin su dövrəsi ilə təmasa girməməsini təmin edən qapalı gəmi kimi dizayn edilmişdir.

İstilik dəyişdiricisinin içərisində geotermal maye davamlı olaraq dövr edir, istilik keçiriciliyi və konveksiya yolu ilə dəyişdirici daxilində yerləşən şirin su borularına ötürülür. Sistem geotermal mayenin sabit axını və temperaturunu saxlamaq, davamlı istilik ötürülməsini və sistemin səmərəliliyini təmin etmək üçün hazırlanmışdır. Geotermal maye öz istiliyini ötürdükdən sonra ya yenidən geotermal rezervuara vurulur, ya da sahəyə məxsus qaydalar və ekoloji mülahizələrdən asılı olaraq müvafiq şəkildə utilizasiya edilir.

İkinci dərəcəli şirin su dövrəsi geotermal maye tərəfindən təmin edilən istilik enerjisini udmaq və nəql etmək üçün diqqətlə hazırlanmış qapalı dövrə sistemi kimi fəaliyyət göstərir. Təzə su istilik dəyişdiricisinin içərisinə daxil edilmiş bir sıra borular vasitəsilə dövr edir və burada istilik enerjisini geotermal maye ilə qarışmadan udur. Bu qızdırılan su daha sonra istixanaya yönəldilir və burada yığılmış istiliyi ətrafdakı havaya və torpağa buraxır və effektiv şəkildə bitki inkişafı üçün ideal idarə olunan mikroiklim yaradır.

İstixanadan keçdikdən sonra, soyudulmuş şirin su, isti suyun davamlı tədarüku təmin edilərək yenidən qızdırmaq üçün yenidən istilik dəyişdiricisinə qaytarılır. Bu dövrənin qapalı dövrə xarakteri tək-cə suya qənaət etmir, həm də sistemin səmərəliliyini və dayanıqlığını artırır. İstilik itkisinin qarşısını almaq üçün həm geotermal maye, həm də şirin su dövrlərindəki bütün xarici borular izolyasiya edilir, sistemin istilik səmərəliliyini qoruyur və enerji istehlakını azaldır.

Həm geotermal mayenin, həm də şirin suyun dövriyyəsini gücləndirmək üçün sistem istilik sisteminin xüsusi enerji ehtiyaclarını ödəmək üçün hazırlanmış şəbəkədən-kənar günəş enerjisi sisteminə əsaslanır. Günəş sistemi hər birinin gücü 500 vatt olan üç nasos gücləndirir və nəticədə ümumi güc tələbatı 1,5 kVt təşkil edir. Bu nasoslar istixananın isitmə tələblərinə uyğun olaraq hazırkı hava şəraitindən asılı olaraq gündə təxminən 10 saat işləyir və ümumi gündəlik enerji sərfiyyatı 15 kVt/saat təşkil edir. Buna əsasən qeyd edək ki, geotermal istixana istilik sisteminin enerji tələbatını ödəmək üçün şəbəkədən-kənar günəş enerjisi sistemi 50 kVt/saat gücündə layihələndirilib.

Günəş enerjisi sistemi günəş işığının pik saatlarında əmələ gələn artıq enerjini saxlayan akkumulyatorla təchiz olunub. Bu, günəş işığının az olduğu dövrlərdə belə sistemin etibarlı enerji təchizatına malik olmasını, fasiləsiz işləməsini və istixana mühitinin qorunmasını təmin edir.

Sistemin idarəetmə paneli (CP) real vaxt temperatur məlumatlarına əsaslanaraq nasos əməliyyatlarının tənzimlənməsində mühüm rol oynayır. İntegrasiya edilmiş temperatur sensorları istixana və istilik dəyişdiricisində temperaturu davamlı olaraq izləyir. CP, istixana daxilində istənilən temperatur diapazonunu saxlamaq üçün nasosların işini avtomatik tənzimləyir. Məsələn, istixana temperaturu aşağı həddə yaxınlaşdıqda, CP daha çox qızdırılan şirin suyun dövriyyəsi üçün nasosun sürətini artırır və daxili temperaturu artırır. Əksinə, istixana çox isti olarsa, CP həddindən artıq istiləşmənin qarşısını almaq üçün nasosun fəaliyyətini azaldır və bununla da enerji istifadəsini optimallaşdırır və sabit böyümə mühitini saxlayır.

Temperatur nəzarətinə əlavə olaraq, CP, sistemin səmərəli və təhlükəsiz parametrlər daxilində işləməsini təmin edərək, axın sürətlərini və təzyiqlik səviyyələrini idarə edir. Təzyiqlik ötürücüləri (PT) həm geotermal, həm də şirin su dövrlərində əsas nöqtələrdə strateji olaraq yerləşdirilir. Bu sensorlar CP-yə real vaxt rejimində tənzimləmələr etməyə imkan verir, həm sistem performansını, həm də təhlükəsizliyi artırır.

Sistem etibarlı və təhlükəsiz əməliyyatı təmin etmək üçün bir çox təhlükəsizlik mexanizmlərini özündə birləşdirir. Təhlükəsiz işləmə həddini keçdikdə təzyiqlik avtomatik olaraq buraxmaq üçün nəzərdə tutulmuş təmiz su dövrəsində relyef klapan quraşdırılmışdır. Bu, sistem komponentlərinin potensial zədələnməsinin qarşısını alır və bütün sistemin uzunömürlüliyünü və möhkəmliyini təmin edir.

Geotermal istixana isitmə sistemi əsas olaraq ətraf mühitin davamlılığı ilə dizayn edilmişdir. Geotermal enerjiden və şəbəkədən kənar günəş enerjisindən istifadə etməklə sistem ətraf mühitə təsirini minimuma

	<p>endirərək, istixana qazı emissiyalarının azalmasına töhfə verir. Həm geotermal, həm də şirin su dövrlərinin qapalı dövrə xarakteri resurs səmərəliliyini təmin edərək sistemi həm iqtisadi, həm də ekoloji cəhətdən uzunmüddətli istismar üçün əlverişli edir. Dizayn çevikliyi müxtəlif coğrafi yerlərə və ətraf mühit şəraitinə uyğunlaşmağa imkan verir və onu müxtəlif iqlimlərdə istixanaların istiləşməsi üçün çox yönlü həll edir.</p>
2	<p>Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (cari rüb üçün, faizlə qiymətləndirməli)</p> <p>Layihə üzrə nəzərdə tutulmuş işlər 20-25% intervalında qiymətləndirilir. Ərazilərin bir çoxu tədqiq olunmuş, koordinatlar dəqiqləşdirilmişdir.</p>
3	<p>Hesabat dövründə alınmış <b>elmi nəticələr</b>, onların yenilik dərəcəsi</p> <p>Azərbaycan üzrə geotermal enerji potensialı məlumat bazası yenilənmiş və yeni üsullar işlənmişdir.</p>
4	<p>Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar</p> <p>Layihə üzrə nəzərdə tutulmuş elmi istiqamətlər üzrə aşağıdakı üsullardan istifadə edilmişdir. Aktinometrik üsul, Nomoqramma ilə təyin etmə üsulu, SCADA sistemindən istifadə.</p>
5	<p>Layihə üzrə elmi nəşrlər (məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materialları, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə) <i>(surətlərini əlavə etməli!)</i></p> <p>Layihə üzrə hazırlanmış 1 məqalə redaksiya tərəfindən qəbul edilmişdir. <b>AZƏRBAYCANIN BİOENERJİ POTENSİALININ MÜQAYİSƏLİ ANALİZİ</b> Məmmədov F.F., Cavadov N.H., Əliyev İ.M., Şıxkərimov N.N., Məmmədova Ü.F., Quliyeva S.N., Məmmədov N.Ş., Kazımova F.T., Abbasova N.Ə., Muxtarov Ə.N. AMAKA-nın Xəbərləri jurnalı (Çapa göndərilib)</p>
6	<p>İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər</p> <p>Layihə üzrə 1 ixtira hazırlanmaqdadır.</p>
7	<p>Layihə üzrə ezamiyyətlər</p> <p>Layihə üzrə daxili ezamiyyətlər bu rübdə rəhbər və bir neçə icraçı tərəfindən həyata keçirilmişdir.</p>
8	<p>Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak</p> <p>Layihə üzrə elmi ekspedisiyalar Milli Aerokosmik Agentliyinin Qusar, Lənkəran, Gəncə, Abşeron bölmələrində və digər ərazilərdə yerinə yetirilmişdir. Qeyd olunan ərazilərdə tam olaraq təbii iqlim faktorları tədqiq edilmiş və təcrübi-ölçü işləri aparılmışdır.</p>
9	<p>Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak</p> <p>Layihə üzrə rəhbər və icraçılar bir dəfə dəyirmi stolda iştirak etmişlər.</p>
10	<p>Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminarlar, konfranslar, dəyirmi masalar və s. çıxışlar)</p> <p>Layihə üzrə tədqiqatların bu payızda konfrans və konqresdə məruzə edilməsi nəzərdə tutulur.</p>
11	<p>Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar</p> <p>Layihə üzrə cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və material əldə olunması gözlənilir.</p>
12	<p>Yerli həmkarlarla əlaqələr</p> <p>Layihə üzrə AMEA, ADNSU, AzTU, EN, ETSN-də çalışan alim və mütəxəssislərlə əlaqələr yaradılmışdır.</p>
13	<p>Xarici həmkarlarla əlaqələr</p> <p>Layihə üzrə ABŞ, Almaniya və Türkiyədə çalışan alim və mütəxəssislərlə əlaqələr yaradılmışdır.</p>
14	<p>Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı</p> <p>Layihə üzrə mütəmadi olaraq hazırlanan elmi məruzələr və hesabatlar zamanı Milli Aerokosmik Agentlikdə çalışan gənc kadrlar bu prosesə yaxından cəlb olunur. Layihənin daxili auditoriyada müzakirəsi zamanı bakalavr, magistr və doktorantlar dəvət olunmuş və elmi diskussiyada iştirak etmişlər. Bundan əlavə Milli Aerokosmik Agentliyinin Qusar, Lənkəran, Gəncə, Abşeron bölmələrində çalışan əməkdaşlar da layihənin mövzusu ilə tanış olmuş və tədqiqat işlərinə cəlb olunmuşlar.</p>

15	Sərgilərdə iştirak Bu rübdə sərgidə iştirak olmamışdır
16	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi
	Layihə üzrə çalışan əməkdaşlar mütəmadi olaraq Azərbaycanda tətbiq olunan bərpa olunan enerji və ekoloji layihələrə cəlb olunmuşlar.
17	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s.
	Layihə üzrə toplanılacaq zəngin elmi-təcrübə məlumatlar bazası əsasında yeni internet resurs mərkəzinin yaradılması prosesi hal-hazırda işlənəkdədir.

Layihə rəhbərinin imzası \_\_\_\_\_ Məmmədov Fuad Faiq oğlu

Tarix \_\_\_\_\_

QEYD: bütün hallarda uyğun olan bəndlər doldurulmalıdır.