

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ**  
**AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ**

*Əlyazması hüququnda*

**RZAZADƏ MƏHƏRRƏM ÇİNGİZ oğlu**  
**İSAYEV ORXAN SİYASƏT oğlu**  
**HÜSEYNOV AZƏR FUAD oğlu**  
**BAĞIRZADƏ CAVİD CANPOLAD oğlu**  
**MƏMMƏDLİ ABBAS FUAD oğlu**

**AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİNİN VI TƏDRİS KORPUSUNUN**  
**BƏRPA OLUNAN TEXNOLOGİYALAR ƏSASINDA ELEKTRİK**  
**TƏCHİZATININ EFFEKTİVLİYİNİN ARTIRILMASI**  
mövzusunda

## **MAGİSTR DİSSERTASIYASI**

*İxtisas:* **060608 – Elektroenergetika mühəndisliyi**

*İxtisaslaşma:* **Elektrik təchizatı (Dəmir yolu üzrə)**

*Elmi rəhbər:* **tex.e.d., professor Yusifbəyli Nurəli Adil oğlu**

**BAKİ – 2023**

## MÜNDƏRİCAT

<b>GİRİŞ.....</b>	<b>4</b>
<i>I titul vərəqi (RZAZADƏ MƏHƏRRƏM ÇİNGİZ oğlu)</i>	
<b>I FƏSİL. BƏRPA OLUNAN ENERJİ SAHƏSİNDƏ MÜASİR TRENDLƏR VƏ PROBLEMLƏR.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1</b> Avropa və Asiya ölkələrində bərpa olunan enerjiden istifadə.....	8
<b>1.2.</b> ABŞ və Latın Amerikasısı ölkələrində bərpa olunan enerjiden istifadə.....	15
<b>1.3.</b> Azərbaycanca bərpa olunun enerjiden istifadənin mövcud vəziyyəti və ondan istifadə imkanları.....	24
<i>II titul vərəqi (İSAYEV ORXAN SİYASƏT oğlu)</i>	
<b>II FƏSİL. AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİNİN ENERJİ TƏCHİZATI.....</b>	<b>37</b>
<b>2.1.</b> Azərbaycan Texniki Universitetinin enerji təchizatının mövcud vəziyyəti.....	37
<b>2.2.</b> AzTU-nun VI tədris korpusunun elektrik təchizatının hazırkı vəziyyəti və təmilləşdirilməsi məsələləri.....	39
<b>2.3.</b> VI tədris korpusunun enerji təchizatının effektivliyinin artırılması üçün tövsiyələrin işlənməsi.....	43
<i>III titul vərəqi (HÜSEYNOV AZƏR FUAD oğlu)</i>	
<b>III FƏSİL. AzTU-nun ENERJİ TƏCHİZATINDA GÜNƏŞ ENERJİSİNDƏN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ EFFEKTİVLİYİN ARTIRILMASI.....</b>	<b>53</b>
<b>3.1.</b> Günəş qurğularının xüsusiyyətləri.....	53
<b>3.2.</b> Günəş panellərinin gücünün və sayının seçilməsi.....	60
<b>3.3.</b> Günəş qurğularının korpusun elektrik şəbəkəsinə qoşulması və texniki-iqtisadi hesabatı.....	69

*IV titul vərəqi (BAĞIRZADƏ CAVID CANPOLAD oğlu)*

<b>IV FƏSİL. AzTU-nun ENERJİ TƏCHİZATINDA KÜLƏK ENERJISİNDƏN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ EFFEKTİVLİYİN ARTIRILMASI.....</b>	<b>76</b>
<b>4.1.</b> Külək qurğularının xüsusiyyətləri və quraşdırma imkanları.....	76
<b>4.2.</b> Külək turbinlərinin gücünün seçilməsi.....	88
<b>4.3.</b> Külək qurğularının korpusun elektrik şəbəkəsinə qoşulması.....	94

*V titul vərəqi (MƏMMƏDLİ ABBAS FUAD oğlu)*

<b>V FƏSİL. ENERJİ SƏMƏRƏLİLİYİ TƏDBİRLƏRİ VƏ İQTİSADI TƏHLİL.....</b>	<b>104</b>
<b>5.1.</b> VI tədris korpusunda enerji səmərəliliyinin artırılması üçün enerji auditinin aparılması.....	104
<b>5.2.</b> Enerjiyə qənaət üzrə tövsiyələrinin işlənməsi.....	106
<b>5.3.</b> İqtisadi təhlil.....	115
<b>NƏTİCƏ.....</b>	<b>121</b>
<b>İSTİNAD OLUNAN MƏNBƏLƏR.....</b>	<b>123</b>

## GİRİŞ

**Tədqiqat işinin aktuallığı.** Dünyada iqlim və ekoloji vəziyyətin pisləşməsi ilə ənənəvidən (neft, kömür, qaz) bərpa olunan enerji mənbələrinə (BEM) keçid problemi getdikcə aktuallaşır. Bir sıra ekspertlərin proqnozlarına görə, artıq yaşadığımız əsrdə karbohidrogen ehtiyatları əhəmiyyətli dərəcədə tükənəcək və Yer kürəsinin əhalisinin artması ilə enerji istehlakının səviyyəsi yalnız artacaq [1-3]. Buna görə də, bəşəriyyəti enerjiyə qənaət edən, ekoloji cəhətdən təmiz və tükənməz enerji resursları ilə təmin edilməsi məsələsi öz əhəmiyyətini daha da artırmışdır. Bərpa olunan (alternativ, “yaşıl”) enerjinin qlobal enerji balansında getdikcə payının artırılması mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Qlobal iqtisadiyyat üçün BEM-in yüksək əhəmiyyəti bir sıra amillərlə bağlıdır.

Bu amillər:

- BEM-dən istifadə dövlətlərə enerji xammalının idxalından daha müstəqil olmağa imkan verir və bu da öz növbəsində onların enerji təhlükəsizliyini artırır;
- Ənənəvi enerji resurslarından fərqli olaraq, BEM-də sabit qiymətlər var ki, bu da qlobal iqtisadi proseslərə müsbət təsir göstərir;
- Yeniliklər, enerjiyə qənaət edən texnologiyalar və böyük investisiyalar sayəsində bərpa olunan enerji mənbələri enerji səmərəliliyi və iqtisadi resursların aşağı qiyməti baxımından qalır yanacaqqlardan üstündür.

Dünyanın bir çox ölkələri bərpa olunan enerjinin inkişafı üçün proqramlar qəbul edib. Əgər 2010-cu ildə 75 belə ölkə var idisə, 2019-cu ildə onların sayı 143-yə çatıb. Bundan başqa, bir çox özəl korporasiyalar və hətta ənənəvi enerji bazarının iştirakçıları bərpa olunan enerji texnologiyalarının inkişafı və tətbiqində fəal iştirak edirlər [4]. Azərbaycanda BEM-in inkişafı ilə əlaqədar dövlət və özəl sektorda da bu enerjiden istifadə etmək üçün təşviqlər mövcuddur.

Bərpa olunan enerji, təbii mənbələrdən əldə edilən enerjidir və istehlak edildiyi enerjini tezliklə bərpa edə bilir. Bu cür daim doldurulan mənbələrə misal olaraq günəş işığı və küləkləri göstərmək olar. Bərpa olunan mənbələr böyük miqdarda enerji təmin

edə bilər və ətrafımızda mövcuddur. Bunun əksinə olaraq, qalıq yanacaqlar – kömür, neft və qaz – bərpa olunmayan qaynaqlardır və əmələ gəlməsi yüz milyonlarla il çəkir. Enerji yaratmaq üçün qalıq yanacaqların yandırılması karbon dioksid kimi zərərli istixana qazlarını buraxır.

Bərpa olunan mənbələrdən enerji əldə etmək, qalıq yanacaqların yandırılmasından daha az emissiya ilə əlaqələndirilir. Hazırda emissiyaların əsas hissəsini təşkil edən qalıq yanacaqlardan bərpa olunan enerji mənbələrinə keçid iqlim böhranının aradan qaldırılması üçün açaqdır. Bu gün bərpa olunan enerji mənbələri əksər ölkələrdə daha ucuz alternativdir və qalıq yanacaqlardan üç dəfə çox iş yeri yaradır. Dissertasiya işində biz günəş və külək enerjisindən istifadə etməklə enerji effektivliyinin artırılmasına baxırıq.

Günəş enerjisi bütün enerji resurslarının ən zənginidir və hətta buludlu havalarda belə istifadə edilə bilər. Günəş enerjisinin Yer tərəfindən tutulma sürəti bəşəriyyətin enerji istehlak etdiyi sürətdən təxminən 10.000 dəfə çoxdur. Günəş texnologiyaları müxtəlif tətbiqlər üçün istilik, soyutma, təbii işıq, elektrik və yanacaq təmin edə bilər. Bu texnologiyalar günəş radiasiyasını cəmləşdirən fotovoltaiq panellər və ya güzgülərdən istifadə edərək günəş işığını elektrik enerjisinə çevirməyə imkan verir. Bütün ölkələr günəş enerjisi ilə bərabər təmin edilməsə də, onların hər biri günəş enerjisi hesabına enerji balansına əhəmiyyətli töhfə verə bilər. Son onillikdə günəş panellərinin istehsalının dəyəri kəskin şəkildə aşağı düşüb və bu, onları nəinki sərfəli, hətta çox vaxt elektrik enerjisi istehsalının ən ucuz yoluna çevirib. Günəş panellərinin ömrü təxminən 30 ildir və istehsalında istifadə olunan materialın növündən asılı olaraq müxtəlif çaralarda mövcuddur.

Külək enerjisi quruda (quruda külək fermalarında) və ya dənizdə və ya şirin suda (dənizdə külək stansiyalarında) yerləşən böyük külək turbinlərindən istifadə edərək hərəkət edən havanın kinetik enerjisindən istifadə edir. Külək enerjisindən minilliklər boyu istifadə edilirdi, lakin son bir neçə il ərzində quruda və dənizdə külək enerjisi texnologiyaları daha hündür turbinlər və daha böyük fırlanan diametrlərlə elektrik enerjisi istehsalını maksimuma çatdırmaq üçün inkişaf etmişdir. Güclü küləklər dünyanın bir çox

bölgələrində baş verir, lakin bəzən ucqar ərazilər külək enerjisi yaratmaq üçün ən əlverişlidir. Dəniz külək enerjisi böyük potensiala malikdir.

**Tədqiqat işinin məqsədi.** Dissertasiya işinin məqsədi AzTU-nun VI tədris binasının külək və günəş enerjisindən istifadə etməklə enerji effektivliyinin araşdırılmasıdır.

**Tədqiqatın obyektı.** Azərbaycan Texniki Universitetinin VI tədris korpusudur.

**Elmi yenilik.** Aparılan tədqiqatda aşağıdakı nəticələr alınmışdır: AzTU-nun VI tədris korpusunun elektrik yükləri təhlil edilmiş, tədris korpusunda enerjiyə qənaət edən texnologiyalar, günəş və külək enerjisindən istifadə perspektivləri araşdırılmışdır. Günəş və külək enerjisindən istifadə edərək, tədris korpusunun enerji istehlakının azaldılması üçün hesabatlar aparılmış və elektrik təchizatının işi optimallaşdırılmışdır.

**Praktiki əhəmiyyəti.** Təklif edilən üsullar və vasitələr AzTU-nun tədris binalarında və digər ictimai və yaşayış binalarında istifadə edilə bilər.

**Dissertasiya işinin strukturu və həcmi.** Dissertasiya giriş, üç fəsil, nəticə və ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. İşin ümumi həcmi 121, əsas hissəsi 114 səhifədən ibarətdir. İşdə 26 adda ədəbiyyata və internet resurslarına istinad olunmuşdur. İşə 10 cədvəl və 38 şəkil daxil edilmişdir.

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ**  
**AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ**

*Əlyazması hüququnda*

**RZAZADƏ MƏHƏRRƏM ÇİNGİZ oğlu**

**BƏRPA OLUNAN ENERJİ SAHƏSİNDƏ MÜASİR TRENDLƏR VƏ**  
**PROBLEMLƏR**  
mövzusunda

**MAGİSTR DİSSERTASİYASI**

*İxtisas:* **060608 – Elektroenergetika mühəndisliyi**

*İxtisaslaşma:* **Elektrik təchizatı (Dəmir yolu üzrə)**

*Elmi rəhbər:* **tex.e.d., professor Yusifbəyli Nurəli Adil oğlu**

**BAKİ – 2023**

# I FƏSİL. BƏRPA OLUNAN ENERJİ SAHƏSİNDƏ MÜASİR TRENDLƏR VƏ PROBLEMLƏR

## 1.1. Avropa və Asiya ölkələrində bərpa olunan enerjiden istifadə

Bərpa olunan enerjinin inkişafında liderlərdən biri Avropa İttifaqıdır. Belə ki, 2019-cu ildə Aİ ölkələrində elektrik enerjisi istehsalında bərpa olunan enerji mənbələrinin payı 34,1% təşkil edib.

Məsələn, Çinin payı 26,5%, ABŞ-ın payı 17,5% olub. Aİ-nin enerji siyasəti sahəsində ən mühüm vəzifəsi enerji idxalından asılılığı azaltmaq, enerji səmərəliliyini artırmaq və ətraf mühitə zərərli təsirləri azaltmaqla regionun enerji təhlükəsizliyini təmin etməkdir [5; 6]. Bu məqsədlərin reallaşması bir çox cəhətdən Avropa ölkələrinin enerji istehlakını təmin etmək üçün kifayət qədər potensiala malik olan bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə sayəsində mümkündür. Buna görə də Avropa İttifaqı bərpa olunan enerjinin inkişafında və müxtəlif növ bərpa olunan enerjinin tətbiqində maraqlıdır.

Məqalənin məqsədi bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə sahəsində Avropa İttifaqının əsas vəzifələrini, onların dəstəklənməsi mexanizmlərini və gələcək inkişaf imkanlarını müəyyən etməkdir. İşin metodoloji əsasını sistemli yanaşma, eləcə də elmi biliyin tarixi, analitik və müqayisəli üsulları təşkil edir. Mənbə bazası Aİ-nin rəsmi sənədlərindən, Beynəlxalq Enerji Agentliyinin, Eurostatın və Beynəlxalq Bərpa Olunan Enerji Agentliyinin statistikasından ibarət idi.

### **Bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadənin normativ tənzimlənməsi**

Aİ-yə üzv dövlətlərin BEM-in inkişaf perspektivlərinə dair dialoqu 1996-cı ildə Avropa Komissiyasının “Gələcəyin enerjisi: Bərpa olunan enerji mənbələri” Yaşıl Kitabının nəşri ilə başlamışdır. Onun əsasında bərpa olunan enerjinin inkişafı üçün zəruri tədbirlərin siyahısını özündə əks etdirən Ağ Kağız yaradılmışdır [7]. Sənəddə qeyd olunurdu ki, “bərpa olunan enerji mənbələrindən istehsal olunan elektrik enerjisinin təşviqi enerji təchizatının davamlılığını və müxtəlifliyini, ətraf mühitin mühafizəsini və



sosial və iqtisadi inklüzivliyi təmin etmək üçün Birliyin prioritetidir”. Bu tədbirlərin həyata keçirilməsi Aİ-nin 22 milyon avro xərcləməyi planlaşdırdığı iki illik ALTENER II proqramı ilə dəstəklənməli idi.

2001-ci ilin sentyabrında 2010-cu ilə qədər BEM-in köməyi ilə Aİ-də istehsal olunan elektrik enerjisinin payını artırmaq məqsədi daşıyan “Bərpa olunan enerji mənbələrindən istehsal olunan elektrik enerjisinin daxili elektrik enerjisi bazarında təşviqi haqqında” 2001/77/EC sayılı ilk Direktiv nəşr olundu. Bundan əlavə, “bərpa olunan enerji mənbələrindən əldə edilən elektrik enerjisindən istifadənin artırılması Kioto Protokolunun müddəalarına riayət etmək üçün zəruri tədbirlər paketinin mühüm hissəsidir” sənəddə qeyd olunur.

2009-cu ildə Avropa Şurası və Avropa Parlamenti bərpa olunan mənbələrdən enerjinin istifadəsi ilə bağlı yeni direktiv (20/20/20 Plan adlanır) qəbul etdi. “Avropa Birliyinin əsas məqsədi 2020-ci ilə qədər enerji səmərəliliyini 20% artırmaqdır... bu məqsəd iqlim və enerji məqsədlərinə ən az xərclə nail olmaqda həlledici rol oynayacaq və Avropa İttifaqının iqtisadiyyatı üçün yeni imkanlar yaradacaq” . Bundan əlavə, sənəddə Avropa İttifaqının hər bir üzvü üçün 2020-ci ilə qədər bərpa olunan mənbələrdən enerji istehsalı üzrə fərdi hədəflər göstərilib. Məsələn, ən aşağı göstərici Malta Respublikası üçün müəyyən edilib - 10% ( 2005-ci ildə sıfıra bərabər idi), İsveç Krallığı üçün isə ən yüksək - 49% (2005-ci ildə 39,8%). Artıq 2012-ci ilə qədər Aİ-nin bəzi ölkələri - Bolqarıstan, Estoniya və İsveç nəzərdə tutulan rəqəmləri üstələyib.

2016-cı ilin noyabrında Avropa Komissiyası Aİ-nin yaşıl enerjiyə keçidi üçün tənzimləyici ilkin şərtləri özündə əks etdirən “Bütün avropalılar üçün təmiz enerji” proqramını təqdim etdi. Bu sənədin müddəalarından biri 2030-cu ilə qədər bərpa olunan enerjinin köməyi ilə enerji səmərəliliyi hədəfinin 30%-ə qədər artırılması idi və bu standartın Aİ daxilində məcburi olması nəzərdə tutulurdu. Avropa Komissiyasının hesablamalarına görə, bu, Aİ ölkələrinin ÜDM-ni 70 milyard avro artıracaq və əlavə 400 min iş yeri yaradacaq. Bununla belə, bir sıra ekspertlər vurğuladılar ki, Komissiyanın hesablamaları həddən artıq optimist ola bilər, çünki iş yerlərinin artırılması bərpa olunan

enerji mənbələrinin stimullaşdırılması üzrə milli tədbirlərin və ümumilikdə bərpa olunan enerji sahəsində milli siyasətin əlverişli xüsusiyyətlərindən asılıdır. belə yüksək standartların xarakteri mövcud iş yerlərinin ixtisarına səbəb ola bilərdi [15; 16]. Bundan əlavə, yuxarıda göstərilən göstəricinin 30%-ə çatdırılması üçün bərpa olunan enerji və enerji səmərəliliyi sahəsində ciddi nəzarət və tənzimləmə tələb olunurdu və Üzv Dövlətlər bu sahələrdə öz səlahiyyətlərini tam şəkildə Avropa İttifaqına ötürməyə hazır deyildilər. Buna görə də “Bütün avropalılar üçün təmiz enerji” paketinin yalnız bir hissəsi qəbul edilib, qalan hissəsi isə yenidən baxılmaq üçün göndərilib. 2017-ci il dekabrın 18-də bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadənin təşviqinə dair 2009-cu il Direktivi çərçivəsində Avropa Şurası bərpa olunan enerji sahəsində subsidiyaların artırılmasına, bu sahədə istehlakçıların hüquqlarının genişləndirilməsinə yönəlmiş yeni tədbirlər paketi qəbul etmişdir. Avropa İttifaqının 2030-cu il Strategiyası çərçivəsində son enerji istehlakında bərpa olunan enerjinin 27%-lik payına nail olmaq niyyəti təsdiqləndi ki, bu da ildə 380 milyard avro həcmində investisiya tələb edirdi. Bununla belə, artıq 2018-ci ilin noyabrında bərpa olunan enerjinin inkişafı və tətbiqində liderliyi saxlamaq istəyən Aİ 2030-cu ilə qədər son enerji istehlakında bərpa olunan enerjinin payını 27%-dən 32%-ə qədər artırmaq qərarına gəlib.

Tələb olunan hədəfin 2030-cu ilə qədər əldə olunmasını təmin etmək üçün Avropa Parlamenti bərpa olunan enerjinin gücləndirilməsinə yönəlmiş tədbirlərin siyahısını hazırlayıb:

1. BEM-ə dəstək sisteminin təkmilləşdirilməsi: o, iqtisadi cəhətdən səmərəli olmalı və BEM-in elektrik enerjisi bazarına inteqrasiyasını asanlaşdırmalıdır. Aİ-yə üzv dövlətlərin milli bərpa olunan enerjiyə dəstək sistemləri bir-birinə uyğunlaşdırılmalıdır.

2. İstehlakçılar tərəfindən bərpa olunan enerjiden istifadə üçün aydın və sabit normativ hüquqi bazanın yaradılması.

3. Nəqliyyat sektorunda BEM-dən istifadənin genişləndirilməsi. 2030-cu ilə qədər elektrikli nəqliyyat vasitələrinin Avropada bütün nəqliyyatın əhəmiyyətli bir hissəsini təşkil edəcəyi gözlənilir və bütün yanacağın 14%-i bioyanacaqdan gəlir.

4. Bioenerjidən istifadənin sabitliyinin artırılması. Tullantıların həddindən artıq yığılmasının qarşısını almaq və davamlı bioyanacaq istehsalı üçün aydın keyfiyyət meyarlarını hazırlamaq üçün səmərəli tullantıların utilizasiyası sisteminin yaradılması nəzərdə tutulur [15].

2019-cu ildə “Bütün avropalılar üçün təmiz enerji” paketinin ikinci hissəsi qəbul edildi. Bu, elektrik enerjisi sektorunda risklərə hazır olmaq, böhran vəziyyətlərində elektrik enerjisi təchizatının fasiləsizliyini və təhlükəsizliyini təmin etmək üçün qaydaları ehtiva edir. Sənəddə həmçinin rəqabəti artırmalı və istehlakçılar üçün qiymətləri aşağı salmalı olan tədbirlər də öz əksini tapmışdır ki, bu da öz növbəsində bərpa olunan enerji mənbələrindən elektrik enerjisi istehsalının həcmi dəyişməyə imkan verəcək: enerji idxalı azalarsa artır, tədarük təhlükəsi olmadıqda isə azalır. Beləliklə, paketin ikinci hissəsi Avropa İttifaqının enerji təhlükəsizliyinin gücləndirilməsinə yönəldilib və BOEM buna nail olmaqda əsas alət olub.

Elə həmin il Avropa Komissiyası Avropanı 2050-ci ilə qədər “iqlim-neytral qitə”yə çevirməyi hədəfləyən Avropa Yaşıl Sövdələşməni təqdim etdi. Bunun dekarbonizasiya (karbon dioksid emissiyalarının azaldılması və sonra tamamilə dayandırılması) və bərpa olunan enerji mənbələrinin geniş şəkildə tətbiqi yolu ilə həyata keçirilməsi nəzərdə tutulur. Bunun üçün yalnız yaxın on ildə 1 trilyon avro xərclənməsi nəzərdə tutulur. Lakin Aİ üzvlərinin heç də hamısı bu təklifi nikbinliklə qarşılamayıb: milli enerji balanslarında kömür payı yüksək olan Şərqi və Mərkəzi Avropa ölkələri bu cür radikal hərəkətlərə hazır olmadıqlarını bildiriblər. Məsələn, Polşa dekarbonizasiyadan imtina edir, çünki kömürün istehsal etdiyi enerjinin payı demək olar ki, 80%-dir. 2018-ci ildə hazırlanmış “Polşanın 2040-cı ilə qədər Enerji Siyasəti” təsdiq edir ki, daş kömür 2040-cı ilə qədər elektrik enerjisi istehsalının yeganə ən mühüm mənbəyi olaraq qalacaq, baxmayaraq ki, onun rolu azalacaq [17]. Bununla belə, Avropa Birliyi “şübhə edənləri” Avropa Yaşıl Sövdələşmənin məqsədlərinə çatmaq üçün ən çox səy göstərməli olacaq regionlara maliyyə inyeksiyalarının köməyi ilə inandırmaq üçün əlindən gələni edir. 2021-2027-ci illərdə olacağı gözlənilir. Belə regionlar üçün 100 milyard avro ayrılacaq [18].

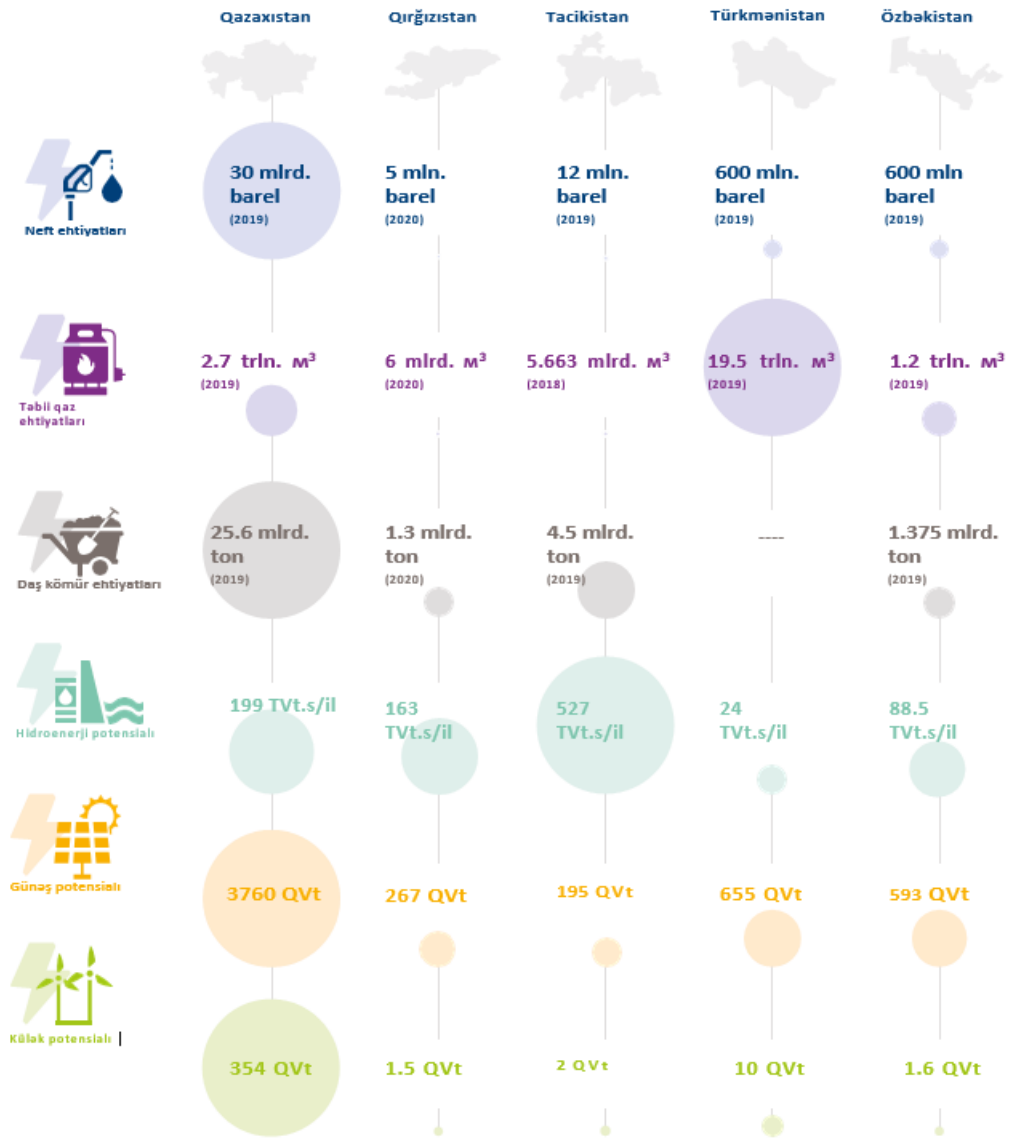
## **Bərpa Olunan Enerjinin İnkişafı: Pandemiyanın Təsiri**

COVID-19 pandemiyası bütün dünyada, xüsusən də Aİ ölkələrində elektrik enerjisinə tələbatın azalmasına səbəb olub, enerji istehlakı 4% azalıb. Bununla belə, pandemiya bərpa olunan enerjinin inkişafına mənfi təsir göstərməyib. Əksinə, 2020-ci ildə dünyada rekord qıran günəş və külək enerjisi gücləri istifadəyə verildi - cəmi 250 GVt-dan çox, bu, quraşdırılmış gücə görə Rusiya Federasiyasının enerji sistemi ilə müqayisə edilə bilər.

2021-ci ilin yanvar ayında Almaniyanın Agora Energiewende institutu və Britaniyanın Ember beyin mərkəzi birgə hesabat təqdim etdi, ona görə Avropa İttifaqı gözlənilməyindən daha sürətlə kömürdən uzaqlaşır və bərpa olunan enerjidən istifadə etməklə enerji istehsalı bütün zamanların ən yüksək həddə çatır. Belə ki, hesabatla görə, 2020-ci ildə BEM-in köməyi ilə istehsal olunan elektrik enerjisinin payı ilk dəfə olaraq kömürlə işləyən elektrik stansiyalarının köməyi ilə əldə edilən elektrik enerjisinin payını üstələyərək 38%, qalıq payı isə 38% təşkil edib. Yanacaq cəmi 37% olmuşdur. BEM-dən istifadə edən elektrik stansiyalarının istehsalı 11% artmış, neft məhsulları, təbii qaz və kömürlə işləyən elektrik stansiyaları 18% azalmış, kömür istehsalı isə 32% azalmışdır [23]. 20/20/20 Planının həyata keçirilməsinə gəldikdə, 2020-ci ildə Aİ ölkələri üzrə yekun enerji istehlakında ümumi göstərici 22,1% təşkil edib ki, bu da hədəfdən təxminən 2% çoxdur. Milli hədəflərə Fransadan başqa bütün ölkələrdə nail olunub (23% əvəzinə 19,1%). İlk üçlüyə İsveç (60,1%), Finlandiya (43,8%) və Latviya (42,1%) başçılıq edir, ən aşağı göstəricilər isə Belçika (13%), Lüksemburq (12%) və Maltada (11%) qeydə alınıb. ).

Mərkəzi Asiya böyük karbohidrogen ehtiyatlarına (neft, qaz və kömür) və günəş, külək və hidroenerjetikanın inkişafı üçün əhəmiyyətli potensiala malik dünyanın ən çox ehtiyatlarla zəngin regionlarından biridir. Qazaxıstan əhəmiyyətli neft və kömür ehtiyatlarına, günəş və külək enerjisi üçün əla potensiala malikdir, Özbəkistan və Türkmənistanda böyük təbii qaz ehtiyatları və günəş enerjisi üçün yaxşı perspektivlər var,

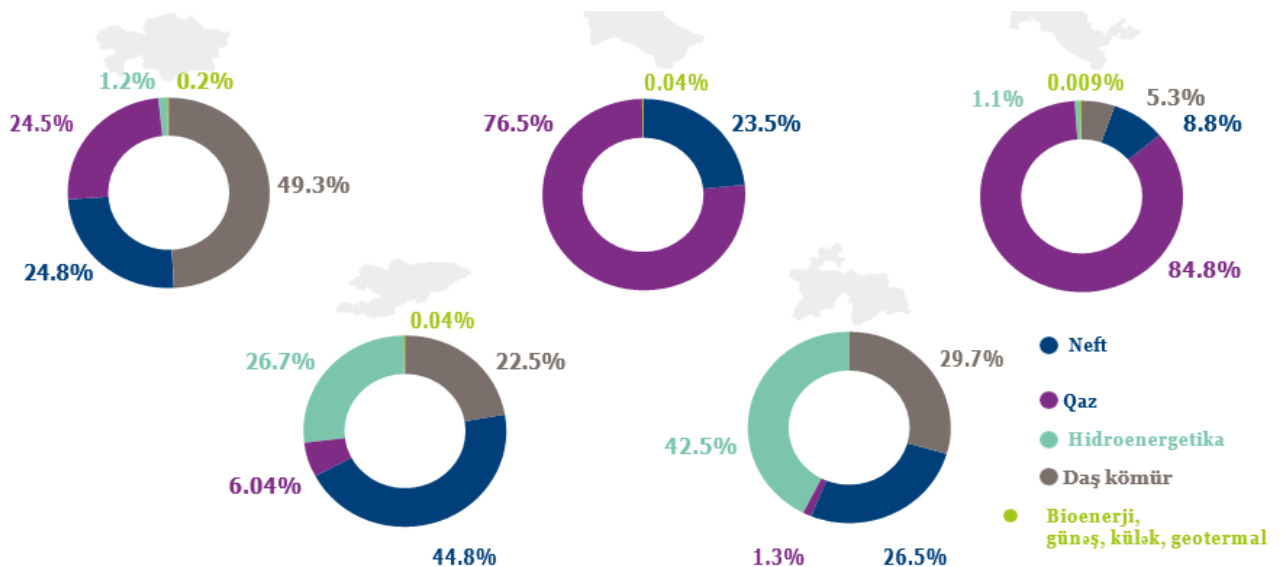
Tacikistan və Qırğızıstan isə dünyada hidroenergetika üçün ən yaxşı coğrafi şəraitə malikdir.



Şəkil 1.1. Mərkəzi Asiyada karbohidrogen ehtiyatları və bərpa olunan enerji potensialı.

Mərkəzi Asiyada coğrafi şərait dövlətlərarası əməkdaşlığa və resursların birləşdirilməsinə stimül yaratdı və sovet dövründə regionun beş respublikasını birləşdirən mürəkkəb enerji sistemi yaradıldı. Mühəndislər hər bir respublika üçün özünü təmin edən elektrik enerjisi istehsal sistemləri qurmaq əvəzinə, elektrik stansiyalarının tikintisində iqtisadi səmərəliliyə diqqət yetirdilər və daxili sərhədləri nəzərə almadan enerji sistemi

qurdular. Sistem elektrik enerjisi, yanacaq və su istehlakını sıx əlaqələndirirdi. Su anbarları dolduqda Tacikistan və Qırğızıstan aşağı axar ölkələrə su buraxır və eyni zamanda su elektrik enerjisi verirdilər. Quru dövrlərdə Qazaxıstan, Türkmənistan və Özbəkistan neft, təbii qaz və elektrik enerjisini istilik elektrik stansiyalarından yuxarı qonşularına tədarük edirdi. Bu sistem - Mərkəzi Asiyanın Birləşmiş Enerji Sistemi – bütün regionu kifayət qədər və etibarlı enerji təchizatı ilə təmin edirdi və Daşkənddəki (Özbəkistan) mərkəzi dispetçer mərkəzindən idarə olunurdu. Müstəqillikdən sonrakı region ölkələrinin enerji kompleksinin strukturu ölkələr arasında resursların bölüşdürülməsini əks etdirir, bütün beş ölkə istilik, elektrik enerjisi və nəqliyyat da daxil olmaqla əksər enerji təchizatı sektorları üçün əsas enerji mənbəyi kimi karbohidrogenlərdən istifadə edir, lakin eyni zamanda onların arasında əhəmiyyətli fərqlər var.



Şəkil 1.2. 2021-ci il üçün Mərkəzi Asiya ölkələrinin yanacaq-energetika balansının strukturu (faizlə).

Türkmənistan və Özbəkistan təbii qazdan, Qazaxıstan isə kömürdən çox asılıdır. Tacikistan və Qırğızıstan enerji tələbatının ən yüksək olduğu dövrlərdə su elektrik enerjisini əlavə etmək üçün kömür və neftdən istifadə edirlər. Günəş, külək, geotermal və bioyanacaq kimi bərpa olunan enerji mənbələri regionda minimal rol oynayır. Vahid enerji mənbəyinə həddən artıq asılılıq təkcə ilkin enerji resurslarına deyil, həm də

elektroenergetika sənayesinə, xüsusən də hidroenergetikanın üstünlük təşkil etdiyi Qırğızıstan Respublikası və Tacikistan Respublikasına aiddir. SSRİ dağıldıqdan sonra ölkələr bir-biri ilə elektrik enerjisi və yanacaq ticarətini dayandırdılar, lakin onların sistemləri özünü tam təmin edə bilmədi, nəticədə su və enerji resurslarından israfçılıqla istifadə olundu, elektrik enerjisinin tez-tez kəsilməsi və regionda enerji təhlükəsizliyinin azalması ilə nəticələndi. 2003-cü ildə Türkmənistanın çıxmasından sonra Mərkəzi Asiyanın vahid enerji sistemi zəiflədi və 2009-cu ildə Özbəkistanın çıxması ilə rəsmi olaraq fəaliyyətini dayandırdı<sup>10</sup>. 2010-cu illərin sonu və 2020-ci illərin əvvəllərində MA BES Türkmənistanın iştirakı olmadan qismən yenidən yaradılmışdır. O vaxtdan bəri Mərkəzi Asiya ölkələri enerji təhlükəsizliyinin əhəmiyyətli elementlərinin qurulmasında mühüm nailiyyətlər əldə ediblər. Region ölkələri emal güclərini artıraraq neft və neft məhsullarına olan tələbatını ödəmiş, istilik və elektrik enerjisinə artan tələbatı ödəmək üçün qazlaşdırmanı inkişaf etdirmiş, MA BES dağıldıqdan sonra daxili elektrik ötürücü şəbəkələrini genişləndirmişlər.

## **1.2. ABŞ və Latın Amerikası ölkələrində bərpa olunan enerjidən istifadə**

### *a) ABŞ-da bərpa olunan enerjidən istifadə*

Hazırda dünya ictimaiyyəti alternativ enerjinin inkişafına getdikcə daha çox diqqət yetirir və nəinki inkişaf etmiş, həm də inkişaf etməkdə olan ölkələr (məsələn, Çin, Hindistan, Braziliya) hazırda bərpa olunan enerji mənbələrini (BOEM) fəal şəkildə tətbiq edirlər. ABŞ “yaşıl” enerjinin istehsalı və istifadəsi üzrə liderlərdən biri olaraq qalır. Birləşmiş Ştatlar bərpa olunan enerji mənbələrinin tətbiqində qabaqcıldır. İlk külək elektrik stansiyaları 20-ci əsrin əvvəllərində ölkənin kənd təsərrüfatı rayonlarında yaradılmış, su elektrik stansiyaları isə 19-cu əsrin sonlarında meydana çıxmağa başlamışdır. 1954-cü ildə Amerikanın "Bell Laboratories" laboratoriyası praktikada elektrik cərəyanı əldə etmək üçün uyğun olan silikon günəş elementlərinin ilk nümunəsini

istehsal etdi. Dörd ildən sonra ölkə dünyada ilk dəfə olaraq günəş batareyaları (Avanqard-1) ilə təchiz edilmiş Yer peykini orbitə buraxdı. Bununla belə, bu cür texnologiyaların istehsalı çox baha idi və 1970-ci illərin enerji böhranına, OPEK-ə üzv ölkələr ABŞ da daxil olmaqla Qərbbə dəstək üçün neft embarqosu elan edənə qədər alternativ enerjiden istifadənin genişləndirilməsi perspektivli hesab edilmirdi.

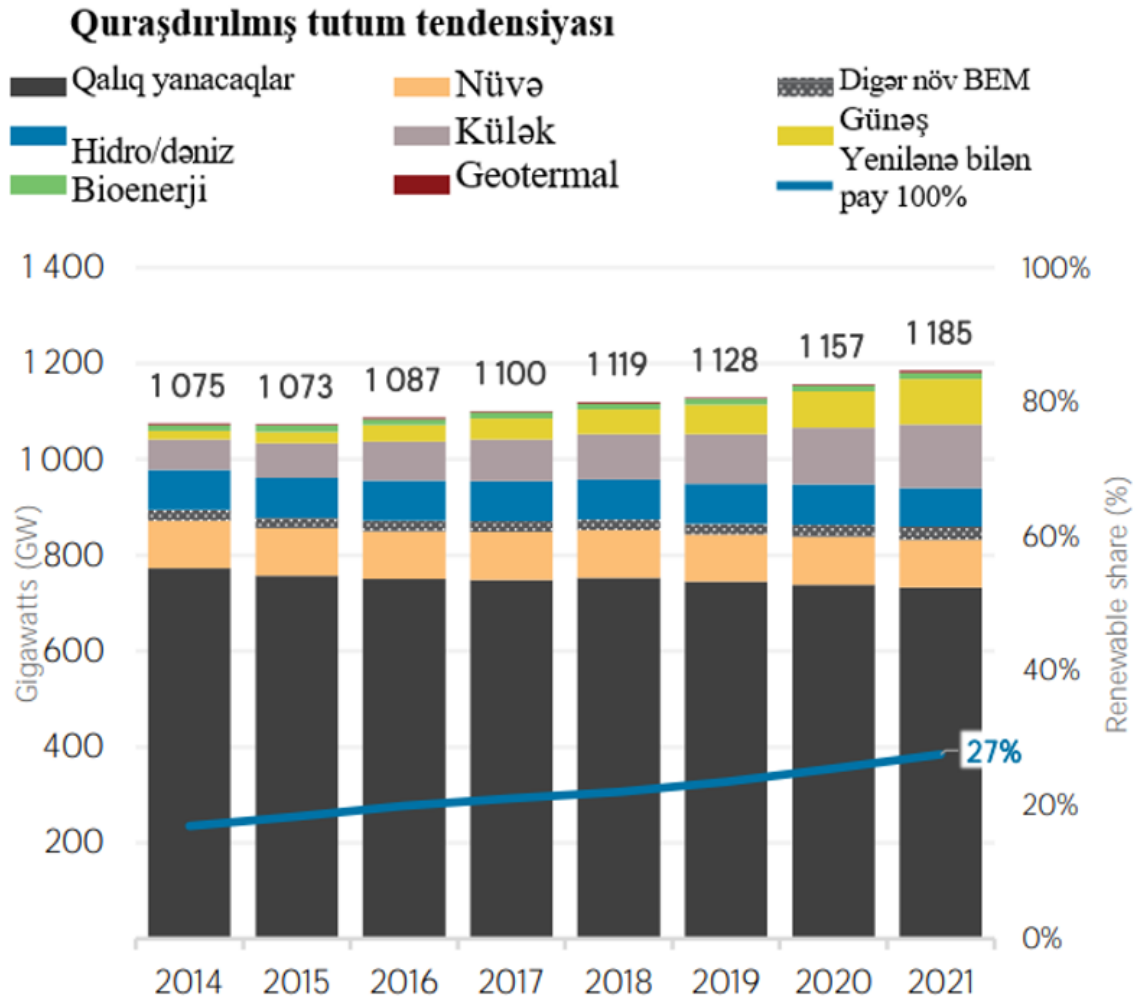
Eyni zamanda, günəş elektrik stansiyalarının quraşdırılmış gücünə görə, ABŞ hazırda Çin, Yaponiya və Almaniyadan geri qalır və külək elektrik stansiyalarının quraşdırılmış gücünə görə, yalnız Çin ölkəni qabaqlayır, lakin kifayət qədər böyük ehtiyatlara malikdir.

Bioyanacaq istehsalı baxımından ABŞ 36,936 min ton neft ekvivalenti göstəricisi ilə şəksiz liderdir. 2017-ci il üçün bu, dünyada istehsal olunan bütün bioyanacaqların 43,9%-ni təşkil edir. ABŞ-da BEM-in qalan hissəsi (geotermal enerji, alternativ su elektrik stansiyaları, məsələn, qabarma və dalğa elektrik stansiyaları) nisbətən yavaş sürətlə inkişaf edir. Beləliklə, 2006-cı ildən 2016-cı ilə qədər olan dövr üçün orta illik artım 1,2% təşkil edib, baxmayaraq ki, ABŞ mütləq göstəricilərə görə Aİ-dən sonra ikinci yerdədir (2017-ci ildə 191,3 TW\*saata qarşı 84,2 TW\*saat).

Florida ştatında tullantıların emalı nəticəsində əldə edilən enerji geniş yayılıb. Hillsborough County-də yerləşən Convanta yandırma zavodu bu elektrik enerjisi sənayesinin aktiv şəkildə inkişaf etməyə başladığı ilk yerlərdən biri idi. 20-ci əsrin sonunda bu cür enerji istehsalının ətraf mühit üçün təhlükəli olduğunu hesab edən ekoloqların kəskin etirazı səbəbindən tullantılardan enerji istehsalı daha az populyarlaşdı. Bununla belə, Təmiz Hava Aktı zəhərli maddələrin, xüsusən də civənin emissiyalarına nəzarəti artırmaq üçün dəyişdirildiyi üçün yandırma zavodları yeni sərt tələblərə cavab vermək üçün təmir edilmişdir. 2006-cı ildə Covanta zavodun genişləndirilməsinə icazə alıb [10, 64 s.]. Bundan əlavə, 2015-ci ildə Florida əhalisinin sayına görə ABŞ-da 3-cü yerdə idi. Bununla əlaqədar olaraq, azad ərazilər daha çox qiymətləndirilməyə başladığı üçün ştatda bərk məişət tullantılarının (BMT) atılması problemi yarandı. Bundan əlavə, qrunut sularının yüksək səviyyəsi çirklənmə riski səbəbindən BMT-nin poliqonlara



atılmasının qarşısını alır. Beləliklə, yandırma yolu ilə enerji istehsalı Florida üçün optimal həldir.



Şəkil 1.3. ABŞ-da BEM-dən istifadə gücünün dəyişməsi (MvT).

(Mənbə: [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Statistics/Statistical Profiles](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Statistics/Statistical_Profiles)).

Ətraf mühitin vəziyyətinin yaxşılaşdırılması çərçivəsində ABŞ-da elektromobillər geniş yayılıb. ABŞ müasir inkişaf mərhələsində bu nəqliyyat növünün yaradıcı ölkəsidir. Məhz burada 2003-cü ildə elektrik avtomobillərinin istehsalı üzrə ixtisaslaşmış dünyaca məşhur Tesla Motors şirkəti yaradılıb. Daxili yanma mühərrikləri olan avtomobil istehsalçıları (Jaguar, Nissan, Honda, Toyota, Volkswagen və s.) bu sahənin inkişafı üçün vəsait ayırmağa sövq etdi. 2017-ci ildə ABŞ-da 1,2 milyondan çox elektrik və hibrid avtomobil satılıb (2016-cı illə müqayisədə 58% artım), bu avtomobillərin yarısı

Kaliforniyada satılıb. Bu dövlət bu sənayenin güclənməsinə ən fəal dəstək verir. Bu gün ABŞ-da elektrikle işləyən avtomobillərin ümumi parkı 750.000 avtomobil təşkil edir ki, bu da Çindən sonra ikinci yerdədir. Son zamanlar ölkədə elektrik doldurma stansiyalarının sayı da kəskin şəkildə artıb, onların üçdə biri Kaliforniyada olmaqla 50.000-dən çox olub. Supercharger elektrik stansiyalarının ən geniş şəbəkəsi Teslaya məxsusdur.

Alternativ enerjinin istehsalının və istehlakının artması, eləcə də bərpa olunan enerji mənbələrinə kütləvi dəstək fonunda onların ətraf mühitə zərərsizliyi və bəşəriyyət üçün faydaları barədə mübahisələr getdikcə daha çox eşidilir. Söhbət təkcə bəzi ekosistemlərin məhvinə və növlərin yox olmasına səbəb olan su elektrik stansiyalarından deyil, həm də digər “yaşıl” enerji mənbələrindən gedir. Beləliklə, bioyanacaqdan istifadə geniş müzakirə olunur. Bir çox tədqiqatçıların fikrincə, odun və bitki xammalından (xüsusən də taxıl, şəkər qamışı, soya) yanacaq istehsalı ərzaq istehsalının azalmasına və nəticədə ərzaq böhranına səbəb ola bilər. Amerikalı ekspertlərin fikrincə, bioyanacaq istehsalı üçün əkin sahələrinin artırılması artıq ölkədə ərzaq xammalının qiymətinin artmasına səbəb olub. Bundan əlavə, enerji istehsalı üçün ağacdən istifadə meşələrin qırılmasının artmasına səbəb ola bilər ki, bu da ətraf mühitə mənfi təsir göstərir. 2016-cı ildə Aİ tərəfindən aparılan araşdırmadan sonra məlum oldu ki, palma və soya yağlarından enerji istehsal edərkən atmosfərə karbohidrogenlərdən istifadə etdikdən daha çox karbon qazı buraxılır [21]. Külək enerjisi ətraf mühit üçün tamamilə zərərsiz deyil. Belə ki, külək turbinlərinin işləməsi səbəbindən çoxlu sayda quş və yarası ölür. Əslində, külək stansiyalarının sahiblərinə ABŞ-ın milli simvolu olan keçəl qartallar da daxil olmaqla 1,5 milyona yaxın canlıyı öldürmək üçün illik pulsuz lisenziya verilir. Qeyd edək ki, ölkədə hətta bu quşların qəsdən öldürülməsinə görə cərimə və ictimai işlər şəklində cəza müəyyən edilib. Elektrikli avtomobillərin üstünlükləri də mübahisəlidir. Kifayət qədər yüksək qiymətə əlavə olaraq, bu nəqliyyat vasitələri ətraf mühitə qeyri-müəyyən təsir göstərir. Əlbəttə ki, maşının özü atmosfərə heç bir tullantı buraxmır, ancaq onu doldurmaq üçün bu gün ən çox neftdən deyil, kömürdən istifadə olunan əsas enerji mənbəyi lazımdır.

Beləliklə, bərpa olunan enerjinin bəzi üstünlüklərini nəzərə alaraq, ABŞ onların

inkişafı üçün stimullara malikdir. Alternativ enerjinin ölkənin dövlət enerji siyasətinin əsas məqsədi olmamasına və hakimiyyətin diqqətini əsasən böhranlı dövrlərdə cəlb etməsinə baxmayaraq, son vaxtlar bu sənaye xeyli genişləniib. Beləliklə, 2017-ci ildə bərpa olunan enerjinin payı ABŞ-da istehsal olunan ümumi enerjinin 17,7%-ni təşkil etmişdir [9]. Bu sənayeyə dəstəyin azalması ehtimalı olsa da, 2017-ci ildə bərpa olunan enerjiyə illik investisiyaların sayına görə ABŞ Çindən sonra ikinci yeri tutmuş, həmçinin biodizel və etanol istehsalına investisiyalarda lider olmuşdur [19, 25 səh.]. Bundan əlavə, RES-in dəyərinin aşağı salınması onların rəqabət qabiliyyətinin artmasına səbəb olmalıdır. Bu baxımdan biz ölkədə alternativ enerji istehsalının daha da artımını gözləməliyik, lakin ola bilsin ki, daha yavaş templə. Bloomberg New Energy Finance-ə görə, 2040-cı ilə qədər ABŞ-da alınan bütün enerjinin 44%-i alternativ olacaq.

*b) Latın Amerikasını ölkələrində bərpa olunan enerjiden istifadə.*

Bərpa olunan enerjiden istifadə ən qabaqcıl dövlətlər tərəfindən əsasən qalıq yanacaqların intensiv istifadəsindən irəli gələn qlobal ekoloji problemlərin yüngülləşdirilməsi vasitəsi kimi təşviq edilir. Bununla belə, regional səviyyədə digər daha aktual və qısamüddətli ehtiyaclar bərpa olunan enerjiden istifadə etməklə həll edilə bilər. Məsələn, idxal olunan nefti yerli mövcud bərpa olunan enerji ilə əvəz etmək, bu da qıt xarici valyutaya qənaət edir; və ya kənd elektrifikasiyası kimi köhnə və kritik ehtiyacların öhdəsindən gəlmək üçün sahəyə məxsus enerji resurslarının üstünlüyündən istifadə etmək. Lakin bərpa olunan enerjinin qəbulu həm də region ölkələri üçün yeni iş yerlərinin yaradılması, kiçik və orta sənayenin canlandırılması və yerli ekoloji problemlərin həlli kimi əlavə faydalar demək ola bilər. Bölgədə bərpa olunan mənbələrdən istifadə, həmçinin mövcud insan resurslarından səmərəli istifadə etmək, yerli müəssisəsini ümumi məqsədə uyğun işləmək və ayrı-ayrı dövlətlərin enerji infrastrukturunu genişləndirmək üçün yeni investisiyalar cəlb etmək imkanını təklif edir.

Tədqiq olunan regionda enerji təchizatı, dünyanın digər regionlarında olduğu kimi, əsasən neftdən asılıdır. Bununla belə, yalnız bəzi ölkələr, o cümlədən Meksika,

Venesuela, Kolumbiya və Braziliya öz iqtisadiyyatlarını dəstəkləmək üçün əhəmiyyətli neft ehtiyatlarına malikdir; qalanı idxaldan asılıdır. Hidroenergetika resursları əksər ölkələrdə mövcuddur. Braziliyanın və Mərkəzi Amerikanın əksər ölkələrinin nəhəng elektrik enerjisi istehsal gücü əsasən bu mənbədən asılıdır. Argentina, Boliviya və Peru kimi ölkələrdə təbii qaz boldur, lakin bu ölkələrin bəzilərində hələ də inkişaf etdirilməlidir. Bölgədəki çoxlu sayda ölkədə praktiki olaraq heç bir kommersioniya yanacağı yoxdur.

Adi enerji ilə bağlı yuxarıda təsvir edilən vəziyyətin əksinə olaraq, regionun bütün ölkələri bol bərpa olunan enerji mənbələrinə malikdir. Okeandan günəş, külək, biokütlə, kiçik hidro və digər enerji resursları ayrı-ayrı ölkələrin coğrafi mövqeyindən və morfologiyasından asılı olaraq regionda daha çox və ya daha kiçik miqdarda mövcuddur. Küləklərin gücü kommersioniya baxımından mövcud və rəqabətədavamlı texnologiyalar vasitəsilə mexaniki güc və elektrik enerjisi istehsal etmək üçün istifadə edilə bilər. Cənub-Şərqi Meksika və əksər Mərkəzi Amerika və Karib hövzəsi ölkələri güclü küləklərin təsiri altındadır, Cənubi Meksika və Mərkəzi Amerika da Meksika vəziyyətində Tehuantepecer [9] kimi tanınan güclü və demək olar ki, daimi termal küləklərə məruz qalır. Atlantik və Sakit okeanların suları arasındakı temperatur fərqi ilə. Küləkli yerlərə cənub yarımkürəsində də rast gəlmək olar. Həddindən artıq güclü küləklər külək generatorları üçün böyük təhlükə ola bildiyi halda, aşağı küləklərdən enerji istehsalı üçün səmərəli istifadə edilə bilməz. Bununla belə, düzgün xarakterizə edildikdə, külək etibarlı enerji mənbəyinə çevrilmişdir. LAR-da bir neçə ölkə (əsasən Braziliya və Argentina) layihə tərtibatçılarına rəhbərlik etmək üçün külək xəritələri hazırlamışdır. Bölgənin aşağı dəqiqlikli külək xəritəsi on il əvvəl Latın Amerikasını Enerji Təşkilatı (OLADE) tərəfindən hazırlanmışdır.

Günəş enerjisi daha bərabər paylanır, çünki bölgənin yaxşı hissələri ən yüksək günəş radiasiyasının Günəş qurşağı adlanan bölgəsində yerləşir. Beləliklə, əraziyə xas olan əlverişsiz mikroiqlimlər istisna olmaqla, günəş enerjisi proqnozlaşdırıla bilən və etibarlı resursdur, müxtəlif inkişaf mərhələlərində və kommersioniya imkanlarında bir neçə

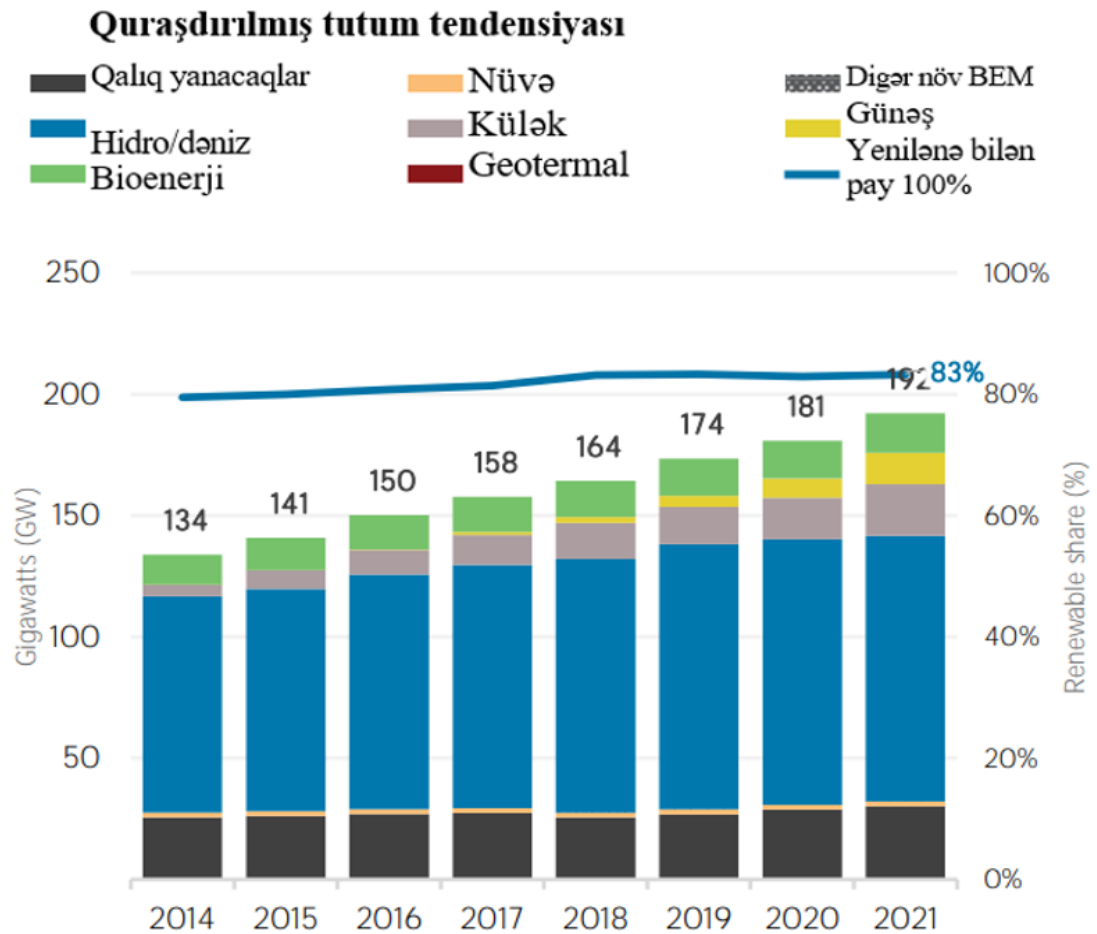
texnologiya vasitəsilə istilik və elektrik enerjisinə çevrilməyə həssasdır. Günəş şüalanması xəritələri Meksika, Kolumbiya, Braziliya, Argentina və bir neçə başqa ölkə üçün mövcuddur. Mövcud günəş radiasiyasının təbii nəticəsi olaraq, tədqiqat bölgəsinin əksəriyyətində fotosintetik aktivlik kifayət qədər yüksəkdir. Üstəlik, regionun bir çox ölkəsinin kənd təsərrüfatına əsaslanan iqtisadiyyatı var, belə ki, biokütlənin başqa bir formasını təşkil edən kənd təsərrüfatı tullantıları, meşə qalıqları və heyvan artımının digər qalıqları da boldur. Bu resursları qiymətləndirmək çətindir, ona görə də ümumi və təhlil edilmiş formada məlumat azdır.

Elektrik enerjisi istehsalı üçün bərpa olunan mənbələrdən istifadəni təşviq etmək və asanlaşdırmaq üçün hüquqi, tənzimləyici, institusional və maliyyələşdirmə sxemləri LAR-da inkişafın müxtəlif mərhələlərindədir. Regionun müxtəlif ölkələri arasında ortaq məxrəclər olsa da, bərpa olunan enerji siyasətlərinin inteqrasiyası müşahidə olunmur. Bu bölmənin məqsədi bərpa olunan enerjini inkişaf etdirmək üçün LAR-da yaranan müxtəlif hüquqi sxemləri tez bir zamanda nəzərdən keçirməkdir. Bərpa olunan enerji mənbələrinə xüsusi istinadla aşağıdakı təşəbbüslər müəyyən edilə bilər: Boliviya da Elektrik Qanunu; Braziliya da qanun 10.438; Kolumbiya da Qanun 143; Kosta Rika da Qanun 7200; Ekvadorda Elektrik Sektoru üçün Rejim Qanunu; Qvatemalada 93-96 sayılı fərman; Hondurasda Elektrik Alt Sektoru üçün Çərçivə Qanunu; Meksikada Enerji Sektoru Proqramı 2001-2006; Nikaraquada Elektrik Sənayesi Qanunu; Panamada 22 sayılı İcra Fərmanı; Paraqvay Respublikası üçün Elektrik Tənzimləyici Çərçivə; və Venesuelada Milli Elektrik Xidmətinin Üzvi Qanunu Layihəsi. Bu təşəbbüslərin əksəriyyəti bərpa olunan enerji mənbələrinə, əsasən, regionda əsas narahatlıq doğuran kənd yerlərinin elektricləşdirilməsi kontekstində aiddir.

**Boliviya.** Elektrik haqqında Qanunun 61-ci maddəsi dövlətin üzərinə özəl şirkətlər tərəfindən xidmət göstərə bilməyən kiçik qəsəbələrin və kənd yerlərinin elektricləşdirilməsi məsuliyyətini daşıyır. Bu Qanuna görə, bu məqsədlə maliyyə vəsaiti Milli İnkişaf Fondu vasitəsilə hökumət tərəfindən verilməlidir. Həmçinin müəyyən edilir ki, İcra hakimiyyəti enerji sektorunun inkişaf siyasətinin ümumi çərçivəsində alternativ

enerji mənbələrindən istifadəyə imkan verən enerji siyasəti və strategiyalarını təklif etməlidir.

**Braziliya.** 10.438 sayılı qanun elektrik enerjisinin təchizatı və fəvqəladə tarif sxemləri ilə bağlıdır. Bu Qanunla, Enerjinin İnkişafı Büdcəsi (CDE) ilə birlikdə Elektrik Enerjisinin Alternativ Mənbələri üçün Təşviq Proqramı (PROINFA) yaradılır və elektrik enerjisi ilə xidmət göstərən əhalinin universallığına dair mandatlar. Bu Qanun əvvəllər qəbul edilmiş bir sıra oxşar qanunlara həm milli, həm də əyalətlər üçün qəbul edilmişdir.



Şəkil 1.4. Braziliyada BEM-dən istifadə gücünün dəyişməsi (MvT).

(Mənbə: [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Statistics/Statistical Profiles](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Statistics/Statistical_Profiles)).

**Kolumbiya.** 143 sayılı Qanunun 40-cı maddəsi növbəti 20 il üçün bütün ölkə üzrə bərabər enerji təminatı səviyyəsinə nail olunmasını nəzərdə tutur. Kolumbiya Elektrik Enerjisi İnstitutuna şəbəkədən kənar Milli Enerji Planı hazırlamaq məsuliyyəti verilir. Bu İnstitut

eyni zamanda müvafiq alternativ enerji layihələrinin, açıq şəkildə kiçik su elektrik stansiyalarının qalıq yanacaq ilə işləyən generasiya qurğularının əvəzində icrasına cavabdehdir.

**Kosta Rika.** Qanun 7200, Kosta-Rika kapitalının 65%-dən çoxuna sahib olan özəl şirkətlərə və ya kənd elektrifikasişdırma kooperativlərinə məxsus məhdud gücü olan elektrik stansiyaları tərəfindən istehsal edilən avtonom və ya paralel istehsaldan bəhs edir. Bu şirkətlərə müxtəlif növ stimullar verilir, həmçinin elektrik enerjisi kiçik hidroelektrik və qeyri-ənənəvi enerji mənbələrindən istehsal olunduğu halda, Kosta Rika Elektrik İnstitutuna elektrik enerjisi satmaq hüququ verilir.

**Ekvador.** Elektrik Sektoru üçün Rejim Qanununun 5-ci maddəsi kənd yerlərinin elektrifikasişdırılması məsələlərinə, aztəminatlı sektorlar üçün güzəştli tariflərə, qeyri-ənənəvi enerji resurslarının inkişafı və istifadəsinə stimullara aiddir. Bu Qanunda Amazon regionunda və Qalapaqos adalarında bərpa olunan enerji ilə kənd yerlərinin elektrifikasişdırılması layihələri üçün layihələrin maliyyələşdirilməsi (37 və 62-ci maddələr) və prioritetlər haqqında müddəalar var.

**Qvatemala.** Ümumi Elektrik Qanunu kimi də tanınan 93-96 sayılı fərman dövlətə konsessiya ərazilərindən kənd yerlərinin elektrifikasişdırılması layihələrini tam və ya qismən maliyyələşdirmək üçün resurslar təqdim etmək səlahiyyəti verir. Qanun xüsusi olaraq bərpa olunan enerjilərə toxunmur, lakin praktikada bu cür layihələr şəbəkənin xidmət göstərmədiyi kənd yerlərində daha münasibdir.

**Honduras.** Elektrik enerjisi alt sektoru haqqında Çərçivə Qanununun 42-ci maddəsi sosial maraq doğuran layihələr üçün fond yaradır və elektrik paylayıcılarının təcrid olunmuş şəbəkədən kənar sistemlərlə elektrik enerjisi istehsal edə bilməsi üçün imkanlar verir. Qvatemala vəziyyətində olduğu kimi, Qanun xüsusi olaraq bərpa olunan enerjiyə müraciət etmir, lakin onun istifadəsini nəzərdə tutur.

**Nikaraqua.** “Elektrik sənayesi haqqında” Qanunun 6-cı maddəsi kənd yerlərində şəbəkədən kənar layihələrin maliyyələşdirilməsi üçün müddəaları müəyyən edir. Hökumətin kənd yerlərinin elektrifikasişdırılması planlarının hazırlanmasına, Milli Elektrik

Sənayesinin İnkişafı Milli Fondunun idarə edilməsinə, əsasən kənd yerlərinin elektrifikasiyası layihələrinin maliyyələşdirilməsinə, habelə elektrik enerjisinin artırılmasına imkan verən siyasət və strategiyaların həyata keçirilməsinə cavabdeh olan Milli Enerji Komissiyası vardır.

**Meksika.** Meksikanın Enerji Sektoru Proqramı 2001-2006 şəbəkəyə qoşulmuş bərpa olunan enerji layihələrinin həyata keçirilməsi üçün hədəfləri müəyyən edir və bu hədəflərə nail olmaq üçün strategiyaları müəyyən edir. Məcburi olmasa da, bərpa olunan enerji mənbələri ucqar kənd yerlərində şəbəkədən kənar layihələr üçün üstünlük verilən seçimdir.

**Panama.** 22 sayılı İcra Fərmanınının 5-ci Maddəsi, digər vəzifələrlə yanaşı, aşağıdakı vəzifələri də daşıyan Kəndlərin Elektrifikasiyası İdarəsini yaradır: Şəbəkə ilə xidmət göstərməyən və konsessiya ərazilərinə daxil olmayan prioritet kənd ərazilərinin müəyyən edilməsi; həmin sahələrə xidmət göstərmək üçün texnoloji variantların qiymətləndirilməsi; kənd yerlərinin elektrifikasiyası üçün yeni texnologiyaların tətbiqi variantlarının qiymətləndirilməsi; bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə imkanlarını müəyyən etmək üçün regional tədqiqatların aparılması.

**Venesuela.** Bu ölkədə Milli Elektrik Xidmətinin Üzvi Qanunu Layihəsində bərpa olunan mənbələr üçün heç bir müddə nəzərdə tutulmayıb. Bununla belə, xüsusi şəbəkədən kənar layihə bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə üçün yaxşı namizəddir.

### **1.3. Azərbaycanda bərpa olunan enerjiden istifadənin mövcud vəziyyəti və ondan istifadə imkanları**

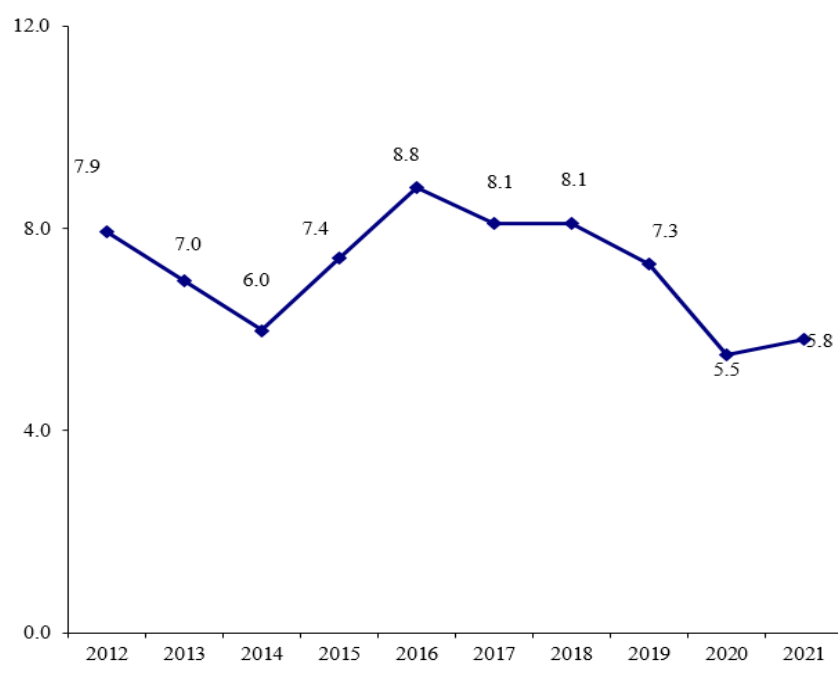
Tarixən bərpa olunan enerjiden istifadəyə dair ilk kompleks dövlət proqramı 2004-cü il oktyabrın 21-də qəbul edilib. Dövlət Proqramında aşağıdakılar əsas vəzifələr kimi müəyyən edilmişdir: 1) elektrik enerjisi istehsalında bərpa olunan enerji mənbələrinin potensialının müəyyən edilməsi; 2) bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə etməklə



ölkənin enerji ehtiyatlarından istifadənin səmərəliliyinin artırılması; 3) elektrik enerjisi istehsalının yeni sahələri hesabına əlavə iş yerlərinin yaradılması; 4) bərpa olunan enerji mənbələri hesabına mövcud enerji istehsal güclərinin artırılması və bununla da ölkədə enerji təhlükəsizliyinin daha yüksək səviyyədə təmin edilməsi.

Dövlət Proqramı 2004-cü ildə qəbul dilsə də, bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə imkanları və pilot zavodların yaradılması ilə bağlı müvafiq araşdırmaların başlanması daha əvvəlki dövrlərə təsadüf edir. Sonradan ölkə hökuməti bərpa olunan enerji üzrə dövlət institutlarının və normativ-hüquqi bazanın yaradılması istiqamətində addımlar atdı.

Son iki onillikdə hökuməti narahat edən ilk məsələlərdən biri ölkədə bərpa olunan enerji potensialının qiymətləndirilməsi idi ki, bu da ümumi potensial bərpa olunan enerji potensialının 26,940 MVt olduğunu göstərdi. (külək enerjisi - 3000 MVt; günəş - 23040 MVt; bioenerji - 380 MVt; dağ çaylarının enerjisi - 520 MVt). Bu potensial mövcud quraşdırılmış 7516 MVt elektrik enerjisi istehsal gücündən təxminən 3,6 dəfə çoxdur. 2020-ci ildə ölkədə 25,8 milyard kilovatsaat, onun 24,3 milyard kilovatsaatı istilik elektrik stansiyalarında istehsal edilib. Yerdə qalan 1,5 milyard kilovatsaat su elektrik stansiyaları və bərpa olunan enerji mənbələri hesabına istehsal edilib. Ümumilikdə, 2020-ci ildə bərpa olunan enerji mənbələri əsasında 343,5 milyon kilovatsaat, onun 46,9 min kilovatsaatı günəş stansiyalarında, 96,1 milyon kilovatsaat külək stansiyalarında istehsal edilib. Daha 200,6 milyon kilovatsaat bərk məişət tullantılarından istehsal edilib. Belə ki, 2020-ci ildə bərpa olunan enerji mənbələri əsasında istehsal olunan elektrik enerjisinin həcmi istehsal olunan ümumi elektrik enerjisinin 6 faizini təşkil edib.



Şəkil 1.5. BEM-dən alınan elektrik enerjisinin ümumi EE istehsalında xüsusi çəkisi (%-lə).

(Mənbə: AR Energetika Nazirliyi, Dövlər Statistika Komitəsi, Azərenerji ASC, Azərişiq ASC).

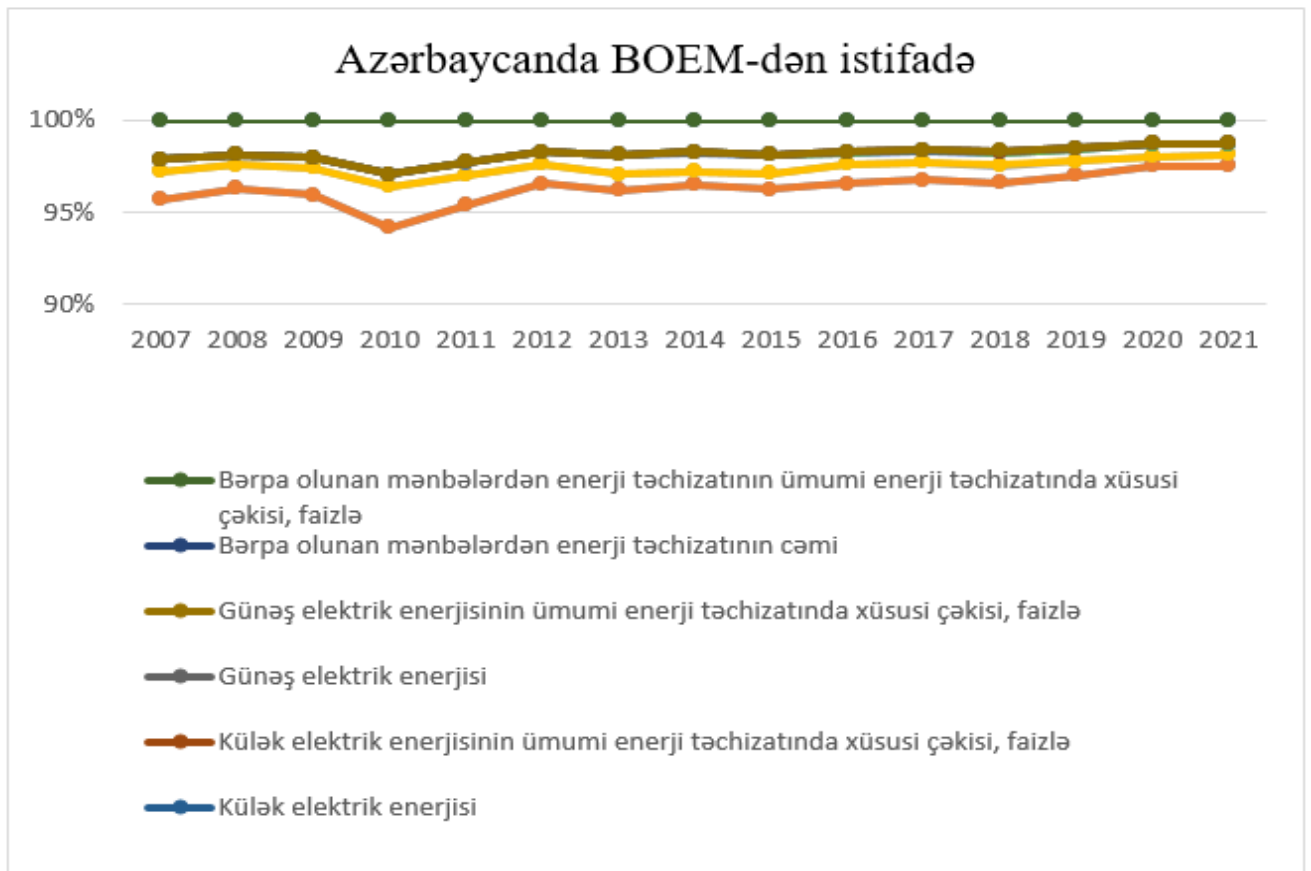
Bu gün enerji sektorunda siyasəti həyata keçirən əsas dövlət orqanları bunlardır: Energetika Nazirliyi; Energetika Nazirliyi yanında Enerji Tənzimləmə Agentliyi; Energetika Nazirliyi yanında Bərpa Olunan Enerji Mənbələri Agentliyi; Tarif Şurası; Naxçıvan Muxtar Respublikasının Enerji Xidməti.

Azərbaycanda elektrik enerjisinin istehsalı, ötürülməsi, bölüşdürülməsi və təchizatı aşağıdakı şirkətlər tərəfindən həyata keçirilir: “Azərenerji” ASC (elektrik enerjisinin istehsalı və ötürülməsi); “Azərişiq” ASC (elektrik enerjisinin bölüşdürülməsi və təchizatı); “Azəristiliktəchizat” ASC (mərkəzləşdirilmiş istilik enerjisi təchizatı); SOCAR (neft və qaz ehtiyatlarının hasilatı və təchizatı); “Azalternativenerji” MMC; Özəl kiçik su elektrik stansiyaları; Şəxsi külək stansiyaları; "Təmiz şəhər" ASC (məişət tullantılarından elektrik enerjisi istehsalı).

Son iki ildə ölkə Prezidenti bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə əsasında konkret pilot layihələrin həyata keçirilməsinə dair bir sıra qərarlar imzalayıb: 1) 240 MVt

gücündə külək elektrik stansiyasının tikintisi; 2) gücü 230 MVt olan günəş elektrik stansiyasının tikintisi. Bu layihələrin həyata keçirilməsini Azərbaycanın Energetika Nazirliyinin müvafiq müqavilələr bağladığı Səudiyyə Ərəbistanının ACWA Power və Birləşmiş Ərəb Əmirliklərinin Masdar şirkətləri həyata keçirəcək. Bu layihələrə gözlənilən investisiya təxminən yarım milyard ABŞ dolları həcmində qiymətləndirilir.

Hökumət beynəlxalq təşkilatlar, donorlar və digər ölkələrin hökumətləri ilə əməkdaşlığa böyük diqqət yetirir. Onların arasında: Dünya Bankı, Beynəlxalq Maliyyə Korporasiyası, Avropa Komissiyası, ABŞ Beynəlxalq İnkişaf Agentliyi, Avropa Yenidənqurma və İnkişaf Bankı, Asiya İnkişaf Bankı və s.



Şəkil 1.6. Azərbaycanda BEM-dən istifadə qrafiki (illər üzrə).

(Mənbə: AR Energetika Nazirliyi).

Energetika Nazirliyinin 2020-ci il üzrə hesabatına əsasən, 2030-cu ilədək BEM-in ümumi quraşdırılmış gücdə payının 30%-ə çatdırılması planlaşdırılır. Bu məqsədə nail olmaq üçün 2020-2022-ci illərdə 440 MVt, 2023-2025-ci illərdə 460 MVt, 2026-2030-cu

illərdə isə 600 MVt gücündə BEM əsasında elektrik stansiyalarının istifadəyə verilməsi nəzərdə tutulur. Elektrik stansiyaları yerli və xarici investisiyaların cəlb edilməsi ilə tikiləcək.

BEM-dən istifadə sahəsində mövcud vəziyyətin təhlili göstərdi ki, qarşıdakı illər üçün təxirəsalınmaz vəzifələr aşağıdakılardır: BEM-dən istifadəyə icazələrin verilməsi prosedurlarının təkmilləşdirilməsi və sadələşdirilməsi; BEM əsasında istehsal olunan elektrik enerjisinin alışı tariflərinin artırılması; bərpa olunan enerji sahəsində stimullaşdırıcı investisiya siyasətinin gücləndirilməsi; Şəbəkə Məcəlləsinin hazırlanması və tətbiqi; Sahibkarlığın İnkişafına Yardım Dövlət Fondu və Enerji Səmərəliliyi Fondu vasitəsilə güzəştli kreditlərin verilməsi; texniki mütəxəssislərin hazırlanması və ixtisasının artırılması.

Energetika Nazirliyinin məlumatına görə, ölkə bərpa olunan enerji sahəsində yüksək potensiala malikdir:

- külək enerjisi - 3000 MVt;
- günəş enerjisi - 23,040 MVt;
- bioenerji - 380 MVt;
- dağ çaylarının enerjisi - 520 MVt.

Beləliklə, ümumi potensial BEM gücü 26 940 MVt təşkil edir. Bu, hazırkı quraşdırılmış 7516 MVt elektrik enerjisi istehsal gücündən təxminən 3,6 dəfə çoxdur. Bərpa olunan enerjiyə əsaslanan elektrik stansiyalarının və su elektrik stansiyalarının ümumi gücü bu gün 1278 MVt-dır. (yəni ümumi gücün 17% -i). BEM -dən istifadə edən stansiyaların ümumi gücü 168,3 MVt və ya ölkənin bütün stansiyalarının ümumi gücünün 2,2%-ni təşkil edir. Ölkədə ümumi gücü 1 135 MVt olan 22 su elektrik stansiyası (onlardan 12-si kiçikdir) mövcuddur. 5 külək elektrik stansiyasının gücü - 66 MVt. 9 günəş stansiyasının (onlardan biri hibriddir) gücü 40 MVt-dır. Həmçinin 38 MVt gücündə 2 bioyanacaq stansiyası (onlardan biri hibrid) mövcuddur.

2020-ci ildə ölkədə 25,8 milyard kilovatsaat, onun 24,3 milyard kilovatsaatı istilik elektrik stansiyalarında istehsal edilib. Yerdə qalan 1,5 milyard kilovatsaat su elektrik

stansiyaları və bərpa olunan enerji mənbələri hesabına istehsal edilib. Ümumilikdə, 2020-ci ildə bərpa olunan enerji mənbələri əsasında 343,5 milyon kilovatsaat, onun 46,9 min kilovatsaatı günəş stansiyalarında, 96,1 milyon kilovatsaat külək elektrik stansiyalarında istehsal edilib. Daha 200,6 milyon kilovatsaat bərk məişət tullantılarından istehsal edilib. Belə ki, 2020-ci ildə BEM əsasında istehsal olunan elektrik enerjisinin həcmi istehsal olunan ümumi elektrik enerjisinin 6 faizini təşkil edib. Aşağıdakı rəqəm 2018-ci il üçün bütün növ elektrik stansiyalarının yerini göstərir (külək stansiyaları istisna olmaqla):



Şəkil 1.7. Azərbaycanda elektrik stansiyalarının yerləşdiyi ərazilər.

(Mənbə: <https://minenergy.gov.az/az/alternativ-ve-berpa-olunan-enerji/azerbaycanda-berpa-olunan-enerji-menbelerinden-istifade>

<https://minenergy.gov.az/az/alternativ-ve-berpa-olunan-enerji/azerbaycanda-berpa-olunan-enerji-menbelerinden-istifade>

Hökumət qərarlarının və dövlət orqanlarının fəaliyyətinin təhlili bərpa olunan enerji sahəsində dövlət siyasətinin aşağıdakı aspektlərini qeyd etməyə imkan verir:

- Məqsədlərin hazırlanması, uzunmüddətli planlaşdırma;
- İnstitusional islahatlar;

- Hüquqi bazanın formalaşdırılması;
- BOEM-in inkişafının stimullaşdırılması;
- İnvestisiyaların cəlb edilməsi;
- Donorlarla əməkdaşlıq;
- Beynəlxalq təşkilatlarda və proqramlarda iştirak;
- Tarif siyasəti;
- Standartların yaradılması;
- İşçilərin ixtisaslarının artırılması;
- Digər aspektlər.

2009-cu ildə Prezidentin 16 iyul tarixli Fərmanı ilə Sənaye və Energetika Nazirliyinin tabeliyində Alternativ və Bərpa Olunan Enerji Mənbələri üzrə Dövlət Agentliyi yaradıldı<sup>5</sup>. Həmin il Prezidentin 10 noyabr tarixli Fərmanı ilə bu Agentlik haqqında Əsasnamə təsdiq edilib. Lakin 2012-ci ildə Prezidentin 1 iyun tarixli Fərmanı ilə Agentlik ləğv edilib və onun əsasında Alternativ və Bərpa Olunan Enerji Mənbələri üzrə Dövlət Şirkəti yaradılıb.

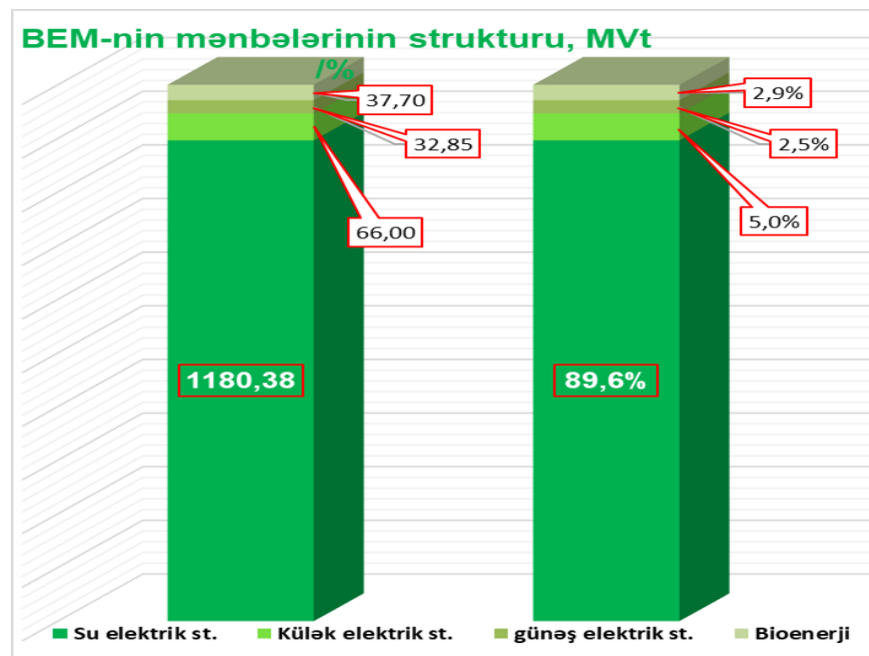
Bu institusional transformasiya bununla da bitmədi. Prezidentin 1 fevral 2013-cü il tarixli BEM sahəsində əlavə tədbirlər haqqında fərmanı ilə Alternativ və Bərpa Olunan Enerji Mənbələri üzrə Dövlət Agentliyi (heç bir nazirliyin tabeliyində olmadan) yenidən yaradılmış, bu Agentlik haqqında Əsasnamə, onun strukturu və nömrəsi təsdiq edilmişdir. Həmin fərmanla Alternativ və Bərpa Olunan Enerji Mənbələri üzrə Dövlət Şirkəti yeni yaradılmış Agentliyin yurisdiksiyasına verilən “Azalternativenerji” Məhdud Məsuliyyətli Cəmiyyətinə çevrilir. Fərmanda həmçinin “Azalternativenerji”-nin fəaliyyət istiqamətləri müəyyən edilib: bərpa olunan enerji mənbələrinin kəşfiyyatı, enerji istehsalı, nəqli, paylanması, qurğu və avadanlıqların layihələndirilməsi və s. Daha sonra Prezidentin 22 sentyabr 2020-ci il tarixli Fərmanı ilə Bərpa Olunan Enerji Mənbələri üzrə Dövlət Agentliyi haqqında yeni Əsasnamə təsdiq edilib<sup>8</sup>. Bu sənəddə Agentliyin BEM sahəsində 32 vəzifəsi sadalanır, onlardan ən mühümləri aşağıdakı kimi ümumiləşdirilir:

- BEM-in inkişafı üçün qanunvericilik bazasının, konsepsiya və proqramların formalaşdırılmasında iştirak. Bu proqramların həyata keçirilməsində iştirak;
- Layihələrin həyata keçirilməsi üçün təkliflərin hazırlanması;
- Dövlət orqanlarının və yerli özünüidarəetmə orqanlarının fəaliyyətinin əlaqələndirilməsi;
- Ölkənin beynəlxalq müqavilələr üzrə öhdəliklərinin yerinə yetirilməsini təmin etmək;
- Ölkənin regionları üzrə bərpa olunan enerji mənbələrinin potensialının və onlardan istifadə istiqamətlərinin müəyyən edilməsi;
- BEM üzrə məlumatların toplanması və emalı və elektron informasiya sisteminin yaradılması;
- BEM istehsalının və istehlakının proqnozlaşdırılması;
- Elmi tədqiqat, mühəndislik, axtarış və layihələndirmə işlərinin həyata keçirilməsi və dəstəklənməsi, texniki-iqtisadi əsaslandırmanın hazırlanması;
- BEM-dən istifadənin səmərəliliyinin təmin edilməsi;
- Tarif siyasətinin formalaşmasında və həyata keçirilməsində iştirak;
- BEM-dən istifadə zamanı ekoloji təhlükəsizliyin təmin edilməsi;
- İnnovativ layihələrin təşviqi və dəstəklənməsi;
- Qabaqcıl beynəlxalq təcrübənin tətbiqi;
- Investisiyaların təşviqi və cəlb edilməsi.

Hökumətin bərpa olunan enerji sahəsində siyasəti dövlət xidmətlərinin göstərilməsi üzrə 2016-cı il Strateji Yol Xəritəsində (Fəaliyyət Planı, 2.2. bənd) və Regionların 2019-2023-cü illərdə inkişafı Dövlət Proqramında da öz əksini tapıb. O, aşağıdakı tədbirlərin həyata keçirilməsini nəzərdə tutur:

- BEM əsasında elektrik stansiyalarının tikintisi;
- kənd yerlərində biokütlə potensialının müəyyən edilməsi və kənd təsərrüfatı müəssisələrinin biokütlədən istehsal olunan elektrik enerjisi və yanacaq təminatı üçün pilot layihələrin həyata keçirilməsi;
- BEM-dən istifadə əsasında suvarma layihələrinin həyata keçirilməsi;
- enerjinin istilik enerjisi ilə təmin edilməsi üçün bioyanacaq və günəş kollektorlarından istifadə üçün layihələrin dəstəklənməsi;
- kənd təsərrüfatı komplekslərinin bu müəssisələrin tullantılarından istehsal olunan enerji resursları ilə təmin edilməsi layihələrinin həvəsləndirilməsi.

Ölkə Prezidenti 2019-cu il dekabrın 5-də bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə üçün pilot layihələrin həyata keçirilməsi ilə bağlı tədbirlər haqqında qərar imzalayıb. Bu fərmanla energetika nazirinin sərəliyi ilə pilot layihələrin həyata keçirilməsi üçün hökumət komissiyası yaradılıb. Komissiyaya müvafiq torpaq iştirakçılarının seçilməsi, investora dövlət zəmanətlərinin verilməsi, xarici məsləhətçinin cəlb edilməsi, pilot layihələrin həyata keçirilməsi ilə bağlı tədbirlərin həyata keçirilməsi və digər tapşırıqlar verilib.



Şəkil 1.8. Azərbaycan enerji sistemində BEM-in enerji effektivliyi.



Hökumətin “yaşıl iqtisadiyyat” və təbii ki, bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə siyasəti ölkə Prezidentinin bu yaxınlarda imzaladığı “Azərbaycan 2030: sosial-iqtisadi inkişafın milli prioritetləri” qərarında öz əksini tapmışdır. Prioritetlər aşağıdakılardır:

1. Davamlı inkişaf edən rəqabətqabiliyyətli iqtisadiyyat;
2. İnküzivlik və sosial ədalət prinsiplərinə əsaslanan dinamik cəmiyyət;
3. Rəqabətli insan kapitalı və innovasiya mühiti;
4. İşğaldan azad edilmiş ərazilərə böyük qayıdış;
5. Təmiz ətraf mühit və yaşıl inkişaf ölkəsi.

Sənəddə beşinci prioritetə əsasən qeyd olunur ki, “Elm və texnoloji nailiyyətlər əsasında iqtisadiyyatın bütün sahələrində enerji istehlakında bərpa olunan enerji mənbələrinin xüsusi çəkisini artırmaqla iqlim dəyişikliyinə təsirləri azaldılmalıdır”.

Azərbaycanın işğaldan azad edilmiş rayonlarında bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə potensialının qiymətləndirilməsi istiqamətində də işlərə başlanılıb. Ümumi gücü 4000 MVt-dan çox olan 8 perspektivli ərazi artıq müəyyən edilib ki, burada günəş stansiyaları layihələri həyata keçiriləcək. Potensialı 500 MVt-dan çox olan ərazilərdə külək elektrik stansiyaları da tikiləcək.

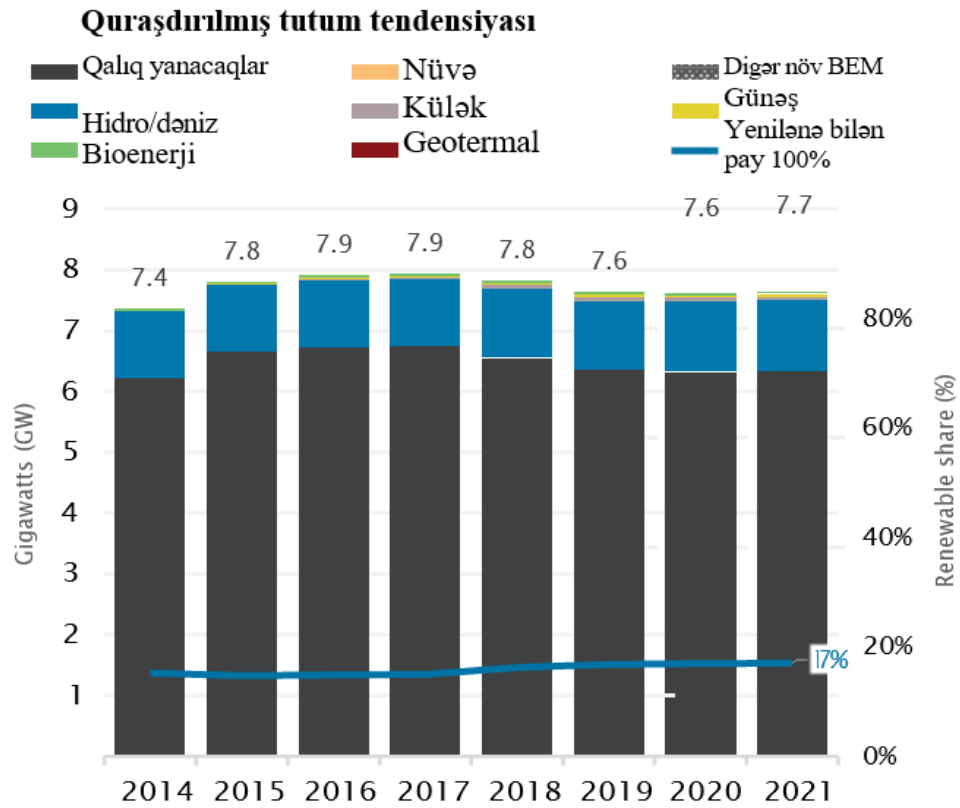
Hidrogen enerjisinin inkişafı sahəsində hökumət perspektivləri öyrənmək, həmçinin kadrların hazırlanması istiqamətində addımlar atır. Qeyd edək ki, 2016-cı ildən Azərbaycanda iqtisadiyyatın bir sıra sahələrinə, o cümlədən bərpa olunan enerjiden istifadəyə (gəlir/mənfəət vergilərinin 50% azaldılması, torpaq vergisindən, gömrük vergisindən azadolma) investisiyaların stimullaşdırılması mexanizmləri yaradılıb.

Aşağıdakı cədvəldə müxtəlif BEM layihələrinin həyata keçirilməsində iştirak etmiş və iştirak edən donorlar haqqında məlumat verilmişdir:

Cədvəl 1.1. BEM layihələrində iştirak etmiş və iştirak edən donorlar.

<b>Donor</b>	<b>Layihənin məqsədi</b>
EuC, EU4ENERGY, Секретариат ECh	Uzunmüddətli enerji strategiyasının hazırlanması
USAID	Enerji bazarı haqqında qanun layihəsinin hazırlanması (3-cü Enerji Paketinə uyğun olaraq). Layihə Milli Məclisdə müzakirə olunur
EBRD	Müstəqil tənzimləyicinin yaradılmasına və inkişafına və qanun layihəsinin hazırlanmasına köməklik. Müstəqil tənzimləyici yaradılıb, lakin qanun layihəsi hələ də müxtəlif dövlət qurumlarında təsdiqlənmə mərhələsindədir
EBRD	Bərpa olunan enerji layihələrinin həyata keçirilməsi üçün hərracların keçirilməsinin asanlaşdırılması (hərracların keçirilməsi qaydalarının işlənilib hazırlanması,
IFC	ixtisas tələbləri, təkliflərə dair tələblər).
EC, IEA	Xəzər dənizində külək elektrik stansiyasının yaradılması üzrə strateji yol xəritəsinin hazırlanması
ADB	Enerji statistikasını sisteminin təkmilləşdirilməsinə yardım
ADB	Böyükşor gölündə 100 kVt gücündə üzən günəş panellərinin pilot layihəsinin hazırlanmasına və həyata keçirilməsinə köməklik.
ADB	Enerji sektorunun maliyyə bərpası planının hazırlanması
ADB	Elektrik sənayesində özəl şirkətlər üçün iqlimin yaxşılaşdırılması üzrə təkliflərin hazırlanması

Hökumət bir sıra beynəlxalq təşkilatlar və konsaltinq şirkətləri ilə də əməkdaşlıq edir. Onların arasında Azərbaycanla bağlı xüsusi hesabat hazırlayan Beynəlxalq Bərpa Olunan Enerji Agentliyi (IRENA) da var.



Şəkil 1.9. Azərbaycanda BEM-dən istifadə gücünün dəyişməsi (MVt).

(Mənbə: [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Statistics/Statistical\\_Profiles/Eurasia/Azerbaijan\\_Eurasia\\_RE\\_SP.pdf?country=Azerbaijan&regionID=&countryID=7fae2aa9-9433-4a27-912a-0b1e25dbb44c](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Statistics/Statistical_Profiles/Eurasia/Azerbaijan_Eurasia_RE_SP.pdf?country=Azerbaijan&regionID=&countryID=7fae2aa9-9433-4a27-912a-0b1e25dbb44c))

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ**  
**AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ**

*Əlyazması hüququnda*

**İSAYEV ORXAN SİYASƏT oğlu**

**AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİNİN ENERJİ TƏCHİZATI**  
mövzusunda

**MAGİSTR DİSSERTASİYASI**

*İxtisas:* **060608 – Elektroenergetika mühəndisliyi**

*İxtisaslaşma:* **Elektrik təchizatı (Dəmir yolu üzrə)**

*Elmi rəhbər:* **tex.e.d., professor Yusifbəyli Nurəli Adil oğlu**

**BAKİ – 2023**

## II FƏSİL. AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİNİN ENERJİ TƏCHİZATI

### 2.1. Azərbaycan Texniki Universitetinin enerji təchizatının mövcud vəziyyəti

Azərbaycan Texniki Universiteti struktur olaraq 7 tədris binasından ibarətdir. Tədris binalarında mühazirə, seminar və laboratoriya otaqları, həmçinin emalatxanalar, xüsusiləşdirilmiş auditoriyalar və şöbələrə tabe olan laboratoriya otaqları mövcuddur. AzTU-nun beş tədris binası (I, II, III, IV və V binalar) 5 mərtəbədən, iki bina isə 6 mərtəbədən (VII korpus 7 mərtəbə) ibarətdir. Bütün binaların zirzəmiləri vardır, bəzi kafedraların xüsusiləşdirilmiş auditoriyaları və laboratoriyaları zirzəmilərdə yerləşir.

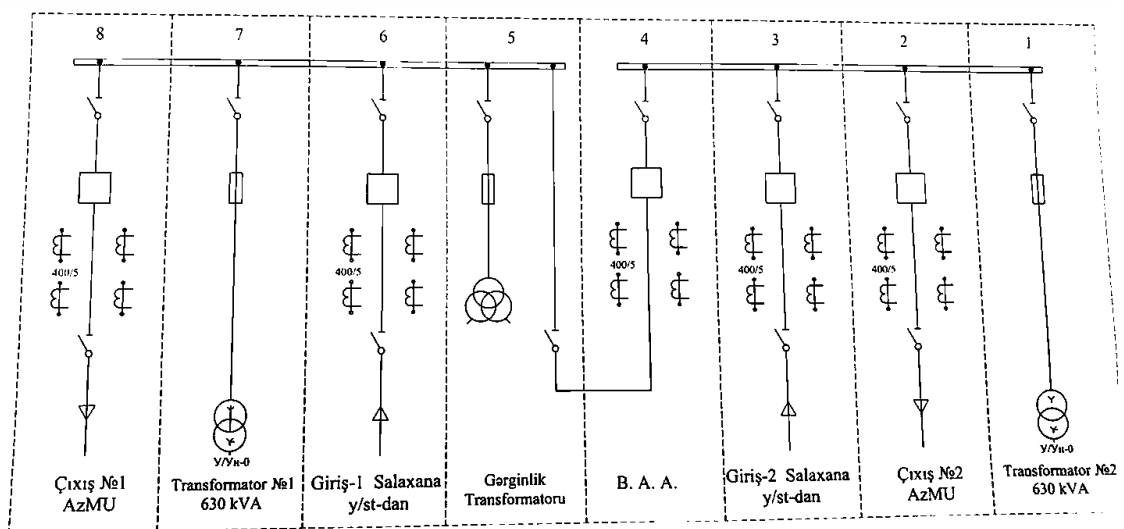
Univeristetin elektrik təchizatı 10/0,4 kV elektrik yarımstansiyasından təmin edilir. Yarımstansiya iki tərəfdən kabel elektrik veriliş xətləri ilə Salaxana yarımstansiyasından qidalandırılır. AzTU-nun elektrik yarımstansiyası iki bölməyə ayrılmışdır. Hər iki bölmədən bir xətt Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Univeristetini qidalandırır. Yarımstansiyada iki ədəd 630 kVA-lıq transformator quraşdırılmışdır. Bildiyimiz kimi, transformator gərginliyin qiymətini dəyişmək üçün elektrik avadanlığıdır. Transformaatorun giriş gərginliyi 10 kV, çıxış gərginliyi isə 0,4 kV-dur. Hər iki transformatorun birinci tərəf dolaqları ulduz, ikinci tərəf dolaqları isə ulduz-neytral (üç fazalı dörd məftilli sistem) birləşdirilmişdir. Yüksək gərginlik tərəfdə cərəyan və bir ədəd gərginlik transformatorları vardır.

Ölçmə cərəyanı və gərginlik transformatorları ilkin cərəyanları və gərginlikləri ölçmə vasitələrini, qoruyucu releləri və avtomatlaşdırma cihazlarını birləşdirmək üçün ən əlverişli olan dəyərlərə endirmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Ölçmə transformatorlarının istifadəsi işçilərin təhlükəsizliyini təmin edir, çünki yüksək və aşağı gərginlikli sxemlər ayrılır, həmçinin cihazların və relelərin dizaynını birləşdirməyə imkan verir. Dizaynına görə, bobinli cərəyan transformatorları, birdövrəli, tökmə izolyasiyalı çoxdövrəli var. TLM tipli transformator keçid qurğuları üçün nəzərdə tutulmuşdur və struktur olaraq

hüceyrənin əsas dövrəsinin konnektorlarından biri ilə birləşdirilmişdir. Belə cərəyan transformatorlarının elektrodinamik müqaviməti şin müqaviməti ilə müəyyən edilir.

Xarici keçid qurğuları üçün TFN tipli transformatorlar kağız-yağ izolyasiyası və TRN tipli kaskadlı çini qutuda istehsal olunur. Rele qorunması üçün xüsusi dizaynlar var. Quraşdırılmış cərəyan transformatorları 35 kV və daha yüksək gərginlikli yağ çənlərinin elektrik açarlarının və güc transformatorlarının çıxışlarında quraşdırılır. Onların xətası, müstəqil transformatorlardan daha böyükdür. Gərginlik transformatorunun ikinci dərəcəli yükü xarici ikincil dövrənin gücüdür. Nominal ikinci dərəcəli yük, səhvin bu dəqiqlik sinfinin transformatorları üçün müəyyən edilmiş icazə verilən həddən kənara çıxmadığı ən böyük yük kimi başa düşülür.

Xəttlər YG şinlərinə açarlar, ayırıcılar və qoruyucular vasitəsilə qoşulmuşdur. Elektrik açarı, işıqlandırmanı idarə edə biləcəyiniz elektrik avadanlıqlarının elementlərindən biridir. Açarlar naqillərə qoşulma üsulu ilə fərqlənir. Açarların xarici və ya daxili quraşdırma metodu var. Xarici (səth) açarın korpusu divar səthinə quraşdırılmışdır. Açıq naqilləri quraşdırarkən və ya daxili keçid quraşdırmaq mümkün olmadıqda istifadə olunur. Quraşdırılmış keçid mexanizmi divarın içərisinə yerləşdirilir və gizli elektrik naqillərinin mövcudluğunda istifadə olunur. Açarlar da mexanizmin idarə edilməsinin əsas növünə görə təsnif edilir.



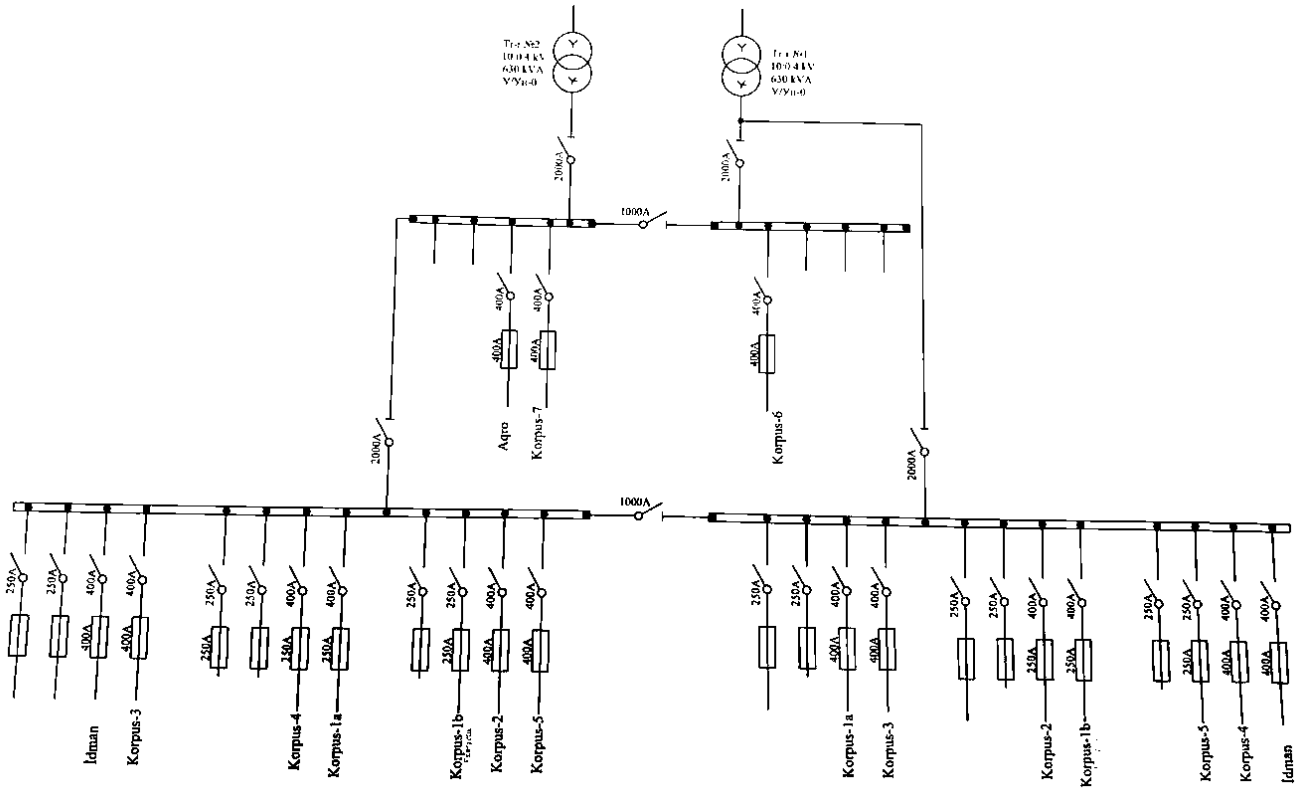
Şəkil 2.1. AzTU-nun 10/0,4 kV-luq elektrik yarımstansiyasının birxətli sxemi.

İnfraqırmızı hərəkət sensoru ilə təchiz edilmiş açarlar insanın varlığına və ya olmamasına cavab olaraq avtomatik olaraq işıqları yandırıb söndürə bilər. Belə açarların bəzi modelləri otaqdakı bir insanın görünüşünü bir ev heyvanından ayırmağa qadirdir. Belə açarları evlərin girişlərində və pilləkən qəfəslərində istifadə etmək çox rahatdır. Toxunma ilə idarə olunan açarların istifadəsi asan deyil, həm də elektrik şəbəkəsində qısaqapanma ehtimalının qarşısını alır, işıqlandırma mənbələrinin ömrünü artırır. Onlar bir əlin toxunuşu ilə aktivləşdirilir. Daxili yerlərdə müxtəlif dekorativ işıqlandırma elementlərini quraşdırarkən, dimmerlər istifadə olunur. Onlar yalnız işıqlandırmanı yandırıb söndürməyə imkan vermir, həm də onun parlaqlığını və rəngini idarə edir. Dimmerli açarlar üç növdə mövcuddur: közərmə lampaları, flüoresan və LED lampalar üçün. Sadalanan açar növlərinə əlavə olaraq, tez-tez istifadə edilməyən bir çox başqaları var. Müasir açarlar müxtəlif dizayn həllərini həyata keçirməyə imkan verir və istənilən daxili üslubla birləşdirilir. Onlar enerjini əhəmiyyətli dərəcədə qənaət etməyə və bir insanın həyatını daha rahat etməyə imkan verir.

Ayırıcılar cərəyansız və yaxud az cərəyanlı dövrəni açıb-qapamaq, gözlə görünən arakəsmə yaratmaq üçündür. Qoruyucular isə elektrik dövrəsini artıq yüklənmədən mühafizə etmək üçün olan kommutasiya aparatlarıdır. Yüksək və alçaq gərginlikli qoruyucular mövcuddur. İki bölməni əlaqələndirmək üçün bölmələr arası açar qoyulmuşdur.

## **2.2. AzTU-nun VI tədris korpusunun elektrik təchizatının hazırkı vəziyyəti və təkmilləşdirilməsi məsələləri**

Azərbaycan Texniki Universitetinin VI tədris korpusu 6 mərtəbədən ibarətdir. Bu korpusun enerji təchizatı AzTU-nun 0,4 kV-luq baş paylayıcı qurğusuna 400 A-lik qoruyucu və ayırıcı vasitəsilə qoşulmuşdur. Şəkil 2.2-də AzTU-nun baş paylayıcı qurğusunun sxemi göstərilmişdir. Burada transformatorlar, bölmə şinləri və korpusları qidalandıran kabellər və kommutasiya aparatları təsvir edilir.



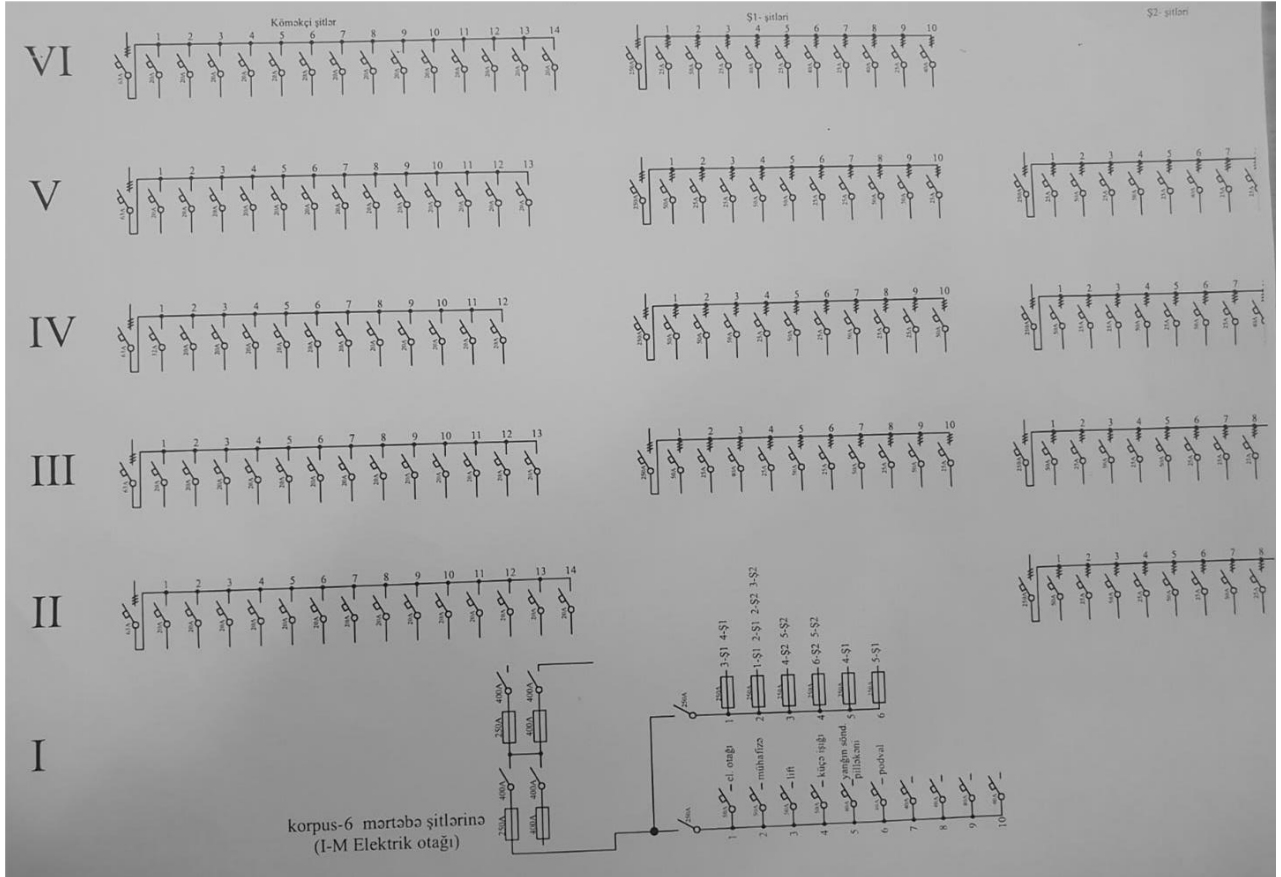
Şəkil 2.2. AzTU-nun 0,4 kV-luq baş paylayıcı qurğusunun sxemi.

Paylayıcı qurğular (PQ) torpaqlama sistemi olan şəbəkələrdə 380/220 V üç fazlı alternativ cərəyan 50-60 Hz tezliyi ilə elektrik enerjisini qəbul etmək, paylamaq və hesablamaq üçün nəzərdə tutulmuşdur. TN-C, TN-S, TN-C-S, ifrat yüklənmə və qısa qapanma zamanı xətləri mühafizə edir. PQ-0,4 kV, bir qayda olaraq, 0,4-10 kV-luq transformator yarımsansiyasında yerləşir və yarımsansiyanın aşağı gərginlikli komponentidir və cərəyanlara görə hesablanmış bütün növ əsas, ikinci və son aşağı gərginlikli paylayıcı lövhələrin qurulması üçün istifadə edilə bilər. 4000 A-a qədər və sənaye və ya inzibati binalar üçün nəzərdə tutulub. Kommutasiya qurğuları müxtəlif tipli və dizaynlı şkaflara əsaslanan birləşdirilmiş ardıcıl seriyasıdır. Müştərinin istəyi ilə şkaflar öz istehsalımızdan, eləcə də kommutator avadanlıqlarının aparıcı istehsalçıların qutularından hazırlana bilər. Qabığın qorunma dərəcəsi IP 54 səviyyəsinə çata bilər. Vahid dizayn həm yerli, həm də xarici istehsalçıların müxtəlif avadanlıqları ilə şkafları



tamamlamağa imkan verir. Beləliklə, istehlakçı heç bir şeylə məhdudlaşmır və istənilən marka cihaz seçə bilər: C, Siemens, ABB, Schneider Electric, Legrand.

Avadanlıq və konfigurasiya hər bir obyekt üçün fərdi olaraq seçildiyi üçün 0,4 kV-luq keçid qurğusunun yığılması fərdi layihələrə uyğun olaraq həyata keçirilir. Elektrik şitləri (panoları) mərtəbələr üzrə qurulur,



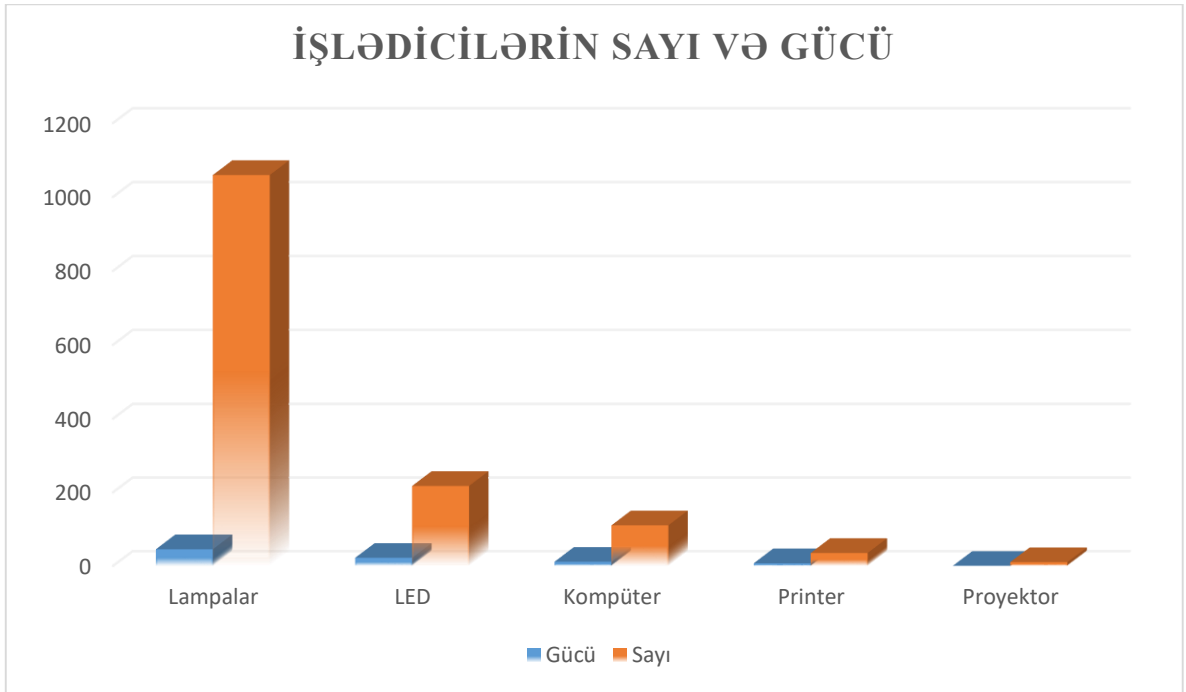
Şəkil 2.3. VI korpusun mərtəbə şitləri.

VI tədris korpusunun ümumi işıq lampaları, kompyuter və printerlərinin sayı, gücü aşağıdakı cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl 2.1. Elektrik işlədicilərinin sayı və gücü.

№	İşlədicilər	Sayı	Gücü, kVt
1.	İşıqlandırma lampaları (60x2)	672	28,2
2.	İşıqlandırma lampaları (40x4)	303	12,7

3.	İşıqlandırma lampaları (40x1)	84	3,5
4.	İşıqlandırma lampaları (led, közərmə)	217	21,7
5.	Kompüter	110	11
6.	Printerlər	35	7
7.	Proyektor	10	0,5



Şəkil 2.4. VI korpusun işlədicilərinin güc diaqramı.

Sorğu əmsalı metoduna görə müəssisənin hesabi yükünün hesablanması aşağıdakı ifadələr vasitəsilə aparılır. Hesabatlar aparıldıqdan sonra cədvəldə qeyd edilir.

$$P_{hes} = P_{qoy} \cdot k_s$$

$$Q_{hes} = P_{hes} \cdot tg\varphi$$

$$tg\varphi = \frac{\sqrt{1 - \cos^2\varphi}}{\cos\varphi}$$

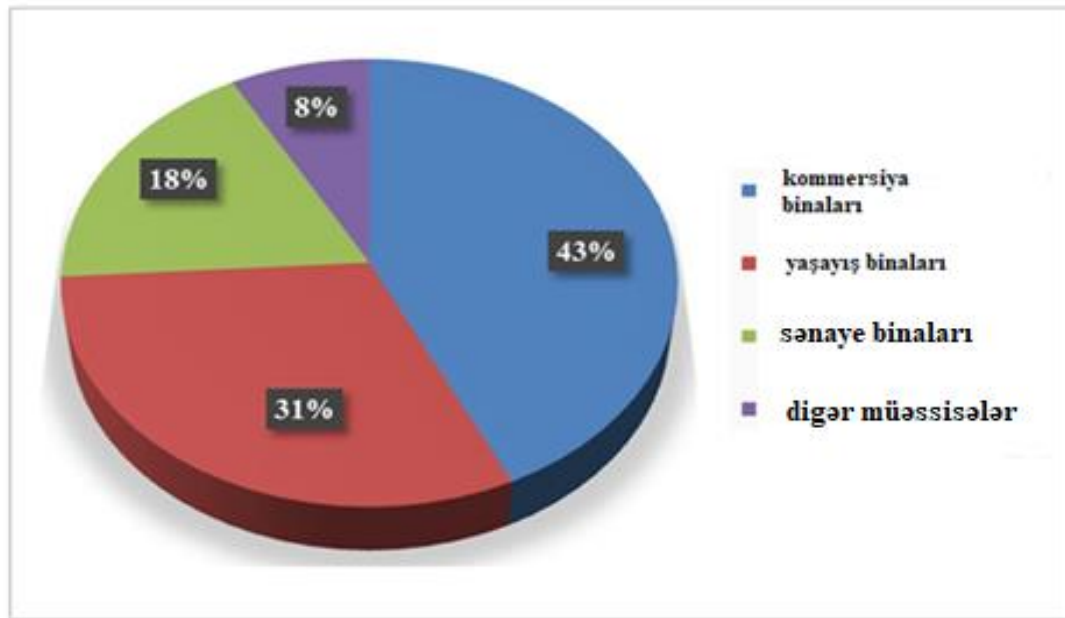
$$S_{hes} = \sqrt{P_{hes}^2 + Q_{hes}^2}$$

Cədvəl 2.2. İşlədiciləri güclərinin hesablanması.

<i>Nö</i>	<i>İşlədicilər</i>	<i>Gücü, kVt</i>	<i>k<sub>s</sub></i>	<i>cos φ</i>	<i>P<sub>hes</sub>, kVt</i>	<i>Q<sub>hes</sub>, kVAr</i>	<i>S<sub>hes</sub>, kVA</i>
1.	İşıqlandırma lampaları (60x2)	28,2	0,85	0,8	23,97	10,8	<b>26,3</b>
2.	İşıqlandırma lampaları (40x4)	12,7	0,85	0,8	<b>10,16</b>	<b>4,6</b>	<b>11,2</b>
3.	İşıqlandırma lampaları (led, közərmə)	<b>3,5</b>	0,85	0,8	<b>2,8</b>	<b>1,26</b>	<b>3,1</b>
4.	Kompüter	11	0,6	0,85	6.6	3	7,32
5.	Printerlər	7	0,5	0,8	3.5	2,63	4,38
6.	Proyektor	0,5	0,3	0,8	0.15	0,11	0,19
7.	Digər avadanlıqlar	20	0,6	0,85	12	5,47	13,19
	<b>Cəmi:</b>				<b>59,18</b>	<b>27,87</b>	<b>62,71</b>

### 2.3. VI tədris korpusunun enerji təchizatının effektivliyinin artırılması üçün tövsiyələrin işlənməsi

Müəssisə və müəssisələrin istehlakının orta strukturuna əsasən işıqlandırma sistemi ümumi elektrik enerjisi istehlakının orta hesabla 19-20%-ni təşkil edir [7]. Belə ki, məsələn, onlarda istehlak olunan elektrik enerjisinin ümumi həcmindən təxminən 30-40%-i inzibati binalara sərf olunur, ictimai binalarda isə belə ehtiyaclar üçün elektrik enerjisinin istehlakı yarıdan çoxdur [8]. Böyük müəssisələrdə elektrik enerjisi istehlakı 18-20% dəyərlərinə çatır [9].



Şəkil 2.5. Işıqlandırma sistemi üçün elektrik enerjisi xərclərinə dair orta statistik məlumatlar.

Müxtəlif sektorlarda işıqlandırma məqsədləri üçün istehlak edilən elektrik enerjisinin miqdarının təhlilinə əsasən, ictimai və inzibati binalar sektoru ən maraqlı və əhəmiyyətlidir. Hal-hazırda belə binalarda, bir qayda olaraq, işıqlandırma üçün istifadə olunan demək olar ki, bütün elektrik enerjisi kifayət qədər səmərəli xərclənmir - köhnəlmiş qənaətcil olmayan işıq mənbələrindən və lampalardan istifadə olunur, işıqlandırma sistemlərinin seçiminə, lampaların yerləşdirilməsinə, işıqlandırma sistemlərinin seçilməsinə lazımi diqqət yetirilmir. işıqlandırma qurğusunun (İQ) tənzimlənməsi və istismarı. Bundan əlavə, ictimai binalarda elektrik enerjisinə qənaət etmək üçün heç bir şəxsi maraq yoxdur: istifadəçilər iş gününün sonunda, eləcə də nadir hallarda istifadə olunan otaqlarda insanlar olmadıqda İQ-ni söndürməyi unuda bilərlər. Enerjiyə qənaət edən texnologiyaların istifadəsi enerji səmərəliliyinin əhəmiyyətli bir hissəsini saxlaya bilər.

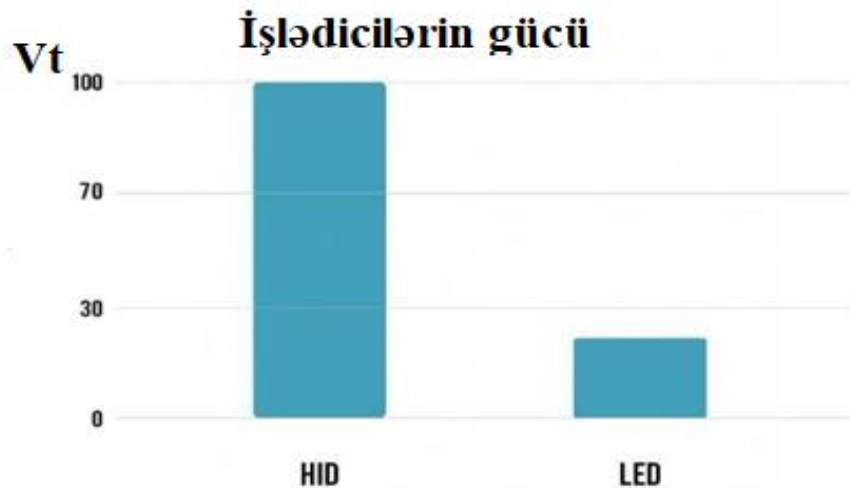
Hal-hazırda ictimai binaların ümumi idarə edilməsində aşağıdakı işıq mənbələri (bundan sonra - İM) istifadə edilə bilər: floresan lampalar (bundan sonra - FL); kompakt

floresan lampalar (bundan sonra KFL adlandırılacaq); LED İM-lər (bundan sonra LEDlər) [11].

İşıq mənbəyini təyin edərkən əsas amillər bunlardır: güc, işıq çıxışı və xidmət müddəti, rəngin göstərilməsi və qənaət də vacibdir. Cədvəl 1.1 işıq mənbələrinin əsas xüsusiyyətlərini göstərir.

Cədvəl 2.3. İşıq mənbələrinin əsas xüsusiyyətləri.

İşıq mənbələrinin növü	İşıqlanma dərəcəsi (lm/Vt)	Ömür müddəti	Orta güc, Vt
Közərmə lampaları	13,8	1000 saat	20-60
Flüorsen lampalar	83	10000-50000 saat	100
LED lampa	120	30000-50000 saat	30



Şəkil 2.6. Eyni işıq axını olan LED lampaları ilə qaz boşaltma lampalarının enerji istehlakının müqayisəsi

Hər hansı digər süni işıqlandırma mənbəyi kimi, LED lampaları da daha ətraflı nəzərdən keçirilməli olan çatışmazlıqlara malikdir. Nümunə olaraq, Volqa Federal Dairəsinin sənaye müəssisələrindən birində LED lampaları əsasında enerjiyə qənaət edən

işıqlandırma sisteminin tətbiqi üzrə tədbirlərin həyata keçirilməsinin qiymətləndirilməsini nəzərdən keçirək. Təqdim olunan hesablaşma DNaT tipli lampalara alternativ olaraq LED lampalardan istifadə edərkən elektrik enerjisi sərfiyyatının azaldılması hesabına xərclərə qənaəti göstərir. DNaT-250 lampalarının enerji istehlakı 250 Vt təşkil edir. LED lampasının enerji istehlakı 75 Vt təşkil edir.

LED lampalar işıq axınının 98%-ni təyinatı üzrə istifadə edir, DRL və DNAt lampaları olan lampa isə təxminən 60%-ni istifadə edir, çünki lampaları və istifadə olunan enerji təchizatı ilə belə lampalarda istifadə olunan reflektorlar işıq axınını orta hesabla 40% azaldır. Buna görə, lampasının DRL ilə ekvivalent dəyişdirilməsi və ümumi gücü 280-320W olan 12000Lm işıq axını üçün yalnız 100W və 12000Lm işıq axını olan bir LED tələb olunur.

İqtisadi təsir aşağıdakılarla əldə edilir:

- elektrik enerjisi istehlakının azaldılması;
- xidmət müddətinin artırılması;
- əməliyyat xərclərinin azaldılması (LED lampaları təhlükəsizdir və nasaz olduqdan sonra sadə şəkildə utilizasiyaya məruz qalır, floresan lampalar isə civə buxarını ehtiva edir və müəyyən xərclər tələb edən nasazlıq halında xüsusi utilizasiyaya məruz qalır).

Enerji qənaəti sahəsində ən perspektivli sahələrdən biri enerjiyə qənaət edən işıqlandırma sistemləridir

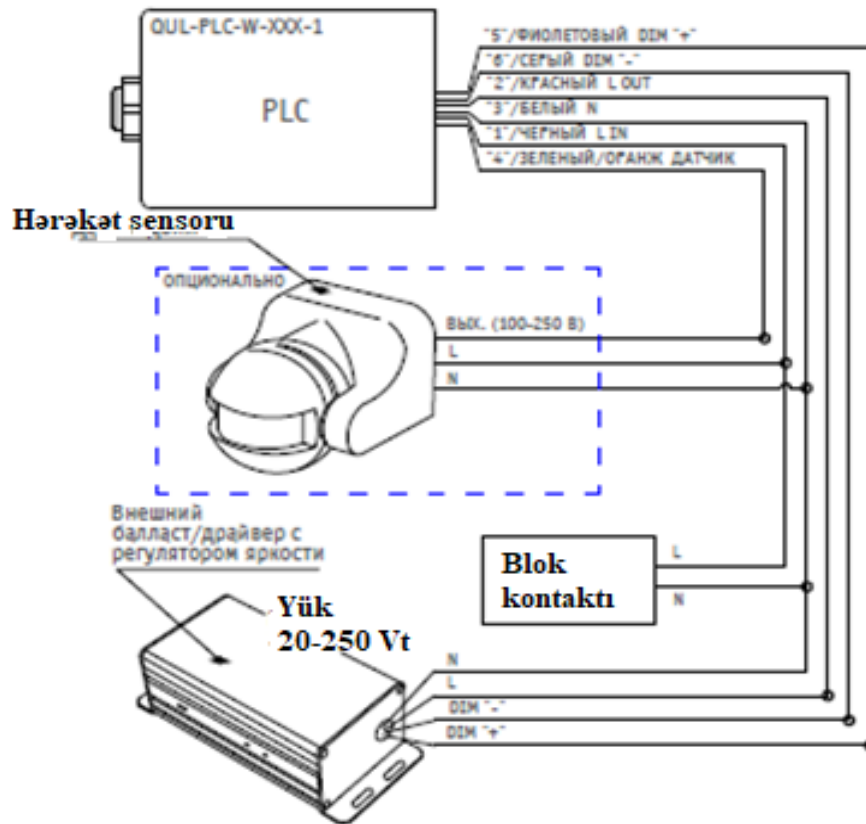
Ağıllı işıqlandırma idarəetmə sistemindən istifadə edən LED işıqlandırma qurğuları.

İntellektual işıqlandırma sistemlərinin istifadəsi tündləşdirmə qrafiklərinin istifadəsi, mərhələli şəkildə söndürülməsi, real vaxt rejimində işıqlandırma səviyyəsinə nəzarət, dinamik yandırma yolu ilə LED lampaları olan işıqlandırma sisteminin enerji səmərəliliyini 40-80%-ə qədər artırma bilər. sensor signalı və xəttəki problemlər haqqında təcili bildirişlər işıqlandırma sisteminin düzgün işləməsini saxlamaq və saxlamaq üçün xərcləri azaltmağa kömək edir.

Ağıllı işıqlandırma idarəetmə sistemi (Şəkil 2.7) aşağıdakı avadanlıqla

quraşdırılmışdır:

- İşıqlandırmaya nəzarət və diaqnostika modulu;
- PLC modulu;
- Hərəkət sensorları / işıq sensoru;
- LED işıqlar;
- Lazım gələrsə, avtomatlaşdırılmış iş yeri.



Şəkil 2.7. İntellektual işıqlandırma sistemin birxətli struktur sxemi.

LED işıqlandırma texnologiyası işıqlandırma texnologiyalarının ən mürəkkəbidir və eyni zamanda ən mürəkkəb enerji sistemi inteqrasiyası problemlərinə də malik ola bilər. LED işıqlandırma yalnız bir lampa ola bilməz. Bu, həm giriş gərginliyini istənilən səviyyəyə çatdırmaq üçün nəzərdə tutulmuş elektron idarəetmə dövrəsini, həm də işıq axını artırmaq və ya ağ rəng yaratmaq üçün bir və ya bir neçə LED-dən ibarət olan lampanı ehtiva edən işıqlandırma sistemidir (bax. bölmə 1.3).).

Bəzi hallarda elektron idarəetmə sxemləri LED lampasında qurulur, digər hallarda isə idarəetmə sxemi ayrıdır. LED işıqlandırmasının sadəcə bir lampadan daha çox olduğunu nəzərə alsaq, bu məqalədə "LED işıqlandırma sistemi" termini elektron sürücü və LED lampanın birləşməsini təsvir etmək üçün istifadə olunur.

Şəkil 2.8-də LED lampaları göstərir. LED lampaların mürəkkəb ola biləcəyini nümayiş etdirən daxili gərginlik tənzimləmə dövrəsini ehtiva edən lampanın fotosəkilini göstərir. Bu rəqəm lampanı təşkil edən sıra ilə birləşdirilmiş üç LED-i də göstərir.



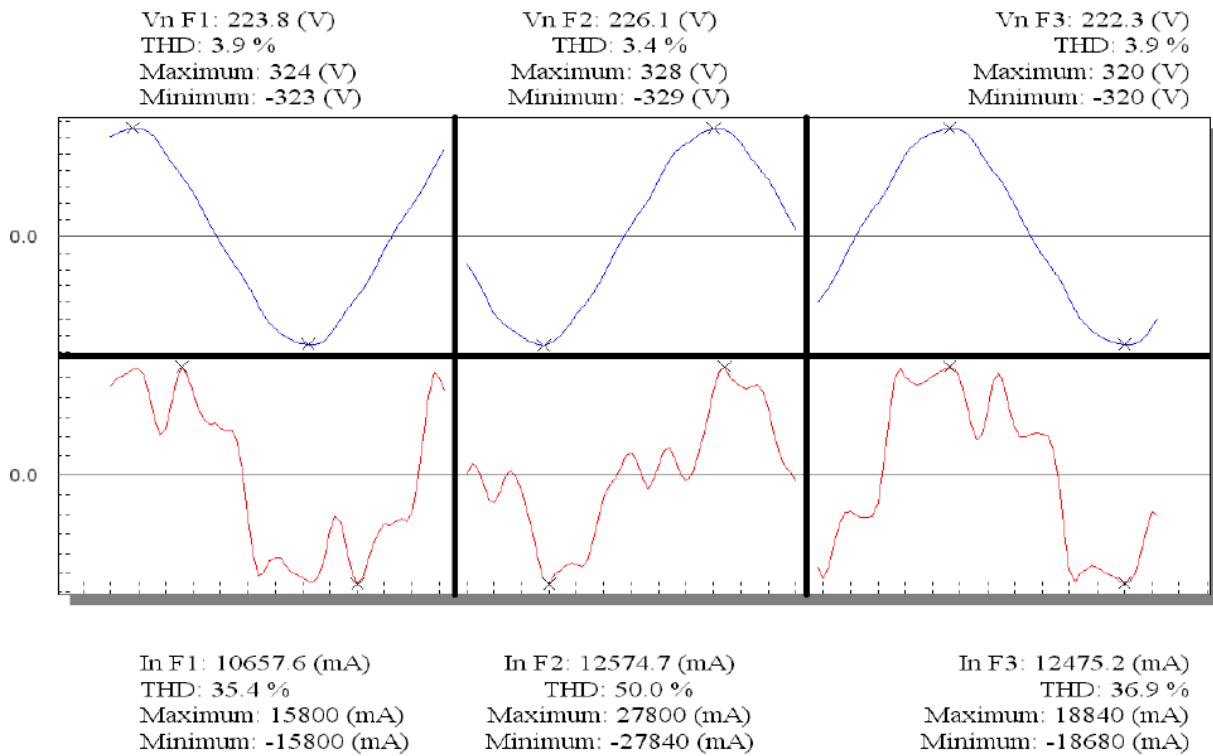
Şəkil 2.8. LED lampa.

LED lampaların elektrik enerjisinin keyfiyyətinə təsiri

Dizaynlarına əsasən, LED lampalar qeyri-xətti cərəyan-gərginlik xüsusiyyətlərinə malik yarımkeçirici güc çeviricilərinə aiddir (bundan sonra CVC). İş prinsipinə görə yarımkeçirici güc çeviriciləri cərəyan və gərginliyin harmonik komponentlərini təchizat şəbəkəsinə verirlər.

Belə bir yükün olması cərəyan və gərginlik əyrisinin formasının pozulmasına gətirib çıxarır, cərəyan və gərginlikdə yüksək səviyyədə harmonik komponentlərin olması (Şəkil 2.9).





Şəkil 2.9. Yarımkəçirici güc çeviricisi olan şəbəkədə gərginliyin və cərəyanın dalğa forması.

Konvertorun elektrik qurğularının istismarı zamanı yüksək səviyyəli sinusoidal təhrif, faza cərəyanlarının və gərginliklərin asimetriyası, gərginliyin nominal dəyərlərdən meyletməsi və işıqlandırma avadanlıqları da daxil olmaqla elektrik qəbuledicilərinin işinə təsir göstərir [5].

Toxunmaqla yanan mobil işıqlandırma cihazları rahat və istifadəsi asandır. Onlar yeni funksiyalar dəsti ilə təchiz olunub: barmağınızın bazaya yüngül toxunuşu ilə rahat arxa işıq rejimi seçə bilərsiniz. Həm iş, həm də istirahət üçün əlverişlidir.

Sensor lampaları tavana və ya bazaya toxunaraq işə salınır. Onlar xaricdə həssas lövhə, elektron idarəetmə və içərisində keçid bloku olan funksional bölmə ilə təchiz edilmişdir. Korpusun altında işığın intensivliyini idarə etmək üçün açar, sensor və dimmer var. Korpusa yüngül toxunuş sensoru düzəldir və onun signalı açarı və dimmeri işə salır. Modellərin əhəmiyyətli üstünlükləri var:

- uzun xidmət müddəti;
- parlaqlığın, temperaturun, parıltı rənginin tənzimlənməsi;

- dəbli müasir görünüş;
- yüngül çəki;
- münasib qiymət.

Bazasında əlavə işıqlandırma üçün LED-lərin quraşdırıldığı məhsullar var - onlar gecə işığı kimi yaxşı bir iş görürlər. İşıq sensorlarının üstünlükləri və mənfi cəhətləri tikinti prosesindən asılıdır, yəni. fotorezistor, fotodiod və ya fototransistor.

#### İşıq sensorunun üstünlükləri

İşıq sensorunun üstünlükləri aşağıdakılardır:

- ➔ Avtomatik işıqlandırma sistemi kimi işıqlandırma sistemi ilə inteqrasiya etmək asandır.
- ➔ Cib telefonlarında parlaqlıq səviyyəsinə avtomatik nəzarət və ətraf işığın intensivliyinə əsasən küçə işıqlarının avtomatik ON/OFF edilməsi ilə enerji istehlakı və ya enerjinin idarə edilməsi üçün istifadə olunur.
- ➔ LDR (yəni fotorezistor) əsaslı işıq sensorları müxtəlif forma və ölçülərdə mövcuddur.
- ➔ İşıq sensorlarının işləməsi üçün kiçik gərginlik və güc tələb olunur.
- ➔ Fotorezistorlar qiymət baxımından daha aşağıdır, iki istiqamətlidir və orta cavab müddəti təklif edir.
- ➔ Fotodiodlar sürətli cavab müddəti, aşağı qiymət və rəqəmsal çıxış təmin edir.
- ➔ Fototransistorlar çox sürətlidir və fotorezistorlarla müqayisədə dərhal çıxış təmin edir.
- ➔ Fototransistorlar fotodiodlarla müqayisədə yüksək cərəyan yaradır.

#### İşıq sensorunun çatışmazlıqları

İşıq sensorunun çatışmazlıqları aşağıdakılardır:

- ➔ LDR-lər yüksək cavab müddəti (təxminən 10 və ya 100 millisaniyə) ilə çox qeyri-dəqiqdir.
- ➔ Müqavimət fotorezistorda davamlı olaraq (analoq) dəyişir və təbiətə möhkəmdir.
- ➔ Fotodiodlar temperatura həssasdır və fotorezistorlardan fərqli olaraq bir istiqamətlidir.
- ➔ Fototransistorlar 1000 volt dan yuxarı gərginliyə tab gətirə bilməz.

➔ Fototransistorlar dalğalanmalara, sıçrayışlara və EM enerjisinə qarşı həssasdır.

### Enerji Effektiv İşıqlandırmaya Keçməyin Faydaları

Enerji səmərəli işıqlandırmaya keçmək qərarına gəldikdə, bir ölkənin atmalı olduğu ilk addım - milli miqyasda işıqlandırmaya nə qədər elektrik enerjisinin xərcləndiyini və bu keçid sayəsində mümkün qənaətin həcmi başa düşmək. Bu cür qiymətləndirmə bazar transformasiyasının faydalarını təhlil etmək üçün lazımı məlumatların mövcudluğunu təmin edir.

Buna görə də, ölkələrə kömək etmək üçün en.lighten təşəbbüsü 150 ölkə üçün Country Lighting Assessments hazırlayıb. Bu hesablamalar yaşayış, ticarət, sənaye və açıq sahələr daxil olmaqla, səmərəli işıqlandırmaya tam keçidin mümkün qənaət potensialını əks etdirir.

LED lampaların üstünlüyünü və enerjiyə qənaətini nəzərə alaraq bu tədris korpusunda quraşdırılması lazımdır. Bundan başqa ağıllı işıqlanma şəbəkəsini korpusun bir sıra hissələrinə quraşdırmaq mümkündür. Bu hissələr pilləkənlər, keçidlər və kolidorun bəzi hissələridir.

LED qurğularının sayının artması mövcud qeyri-sinusoidalığa əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir.

LED lampalarının sayının elektrik enerjisinin keyfiyyətinə təsirinin instrumental tədqiqatının nəticələrinin təhlilindən belə çıxır ki, quraşdırılmış LED lampalarının sayının artması ilə üçüncü və beşinci gərginlik dəyərləri harmoniklər azalır və üçüncü və beşinci harmoniklərin cari dəyərləri bir qədər yüksəlir, lakin bu, xüsusilə geniş işıqlandırma şəbəkələri üçün elektrik enerjisinin keyfiyyətinə mənfi təsir göstərir.

LED lampalarının təsirini azaltmaq üçün nəzərdə tutulan tədbirlərdən, məsələn:

- harmoniklərin boğulması üçün süzgəc qurğularının quraşdırılması;
- cərəyan və gərginliyin daha yüksək dərəcədə düzəldilməsi (12 impulsu rektifikator) olan LED lampaların quraşdırılması;
- enerjiyə qənaət edən işıqlandırma sistemlərinin təchizat şəbəkəsinin ayrıca shin sisteminə (ASU, TP və s.) ayrılması.

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ**  
**AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ**

*Əlyazması hüququnda*

**HÜSEYNOV AZƏR FUAD oğlu**

**AzTU-nun ENERJİ TƏCHİZATINDA GÜNƏŞ ENERJİSİNDƏN İSTİFADƏ**  
**ETMƏKLƏ EFFEKTİVLİYİN ARTIRILMASI**  
mövzusunda

**MAGİSTR DİSSERTASİYASI**

*İxtisas:* **060608 – Elektroenergetika mühəndisliyi**

*İxtisaslaşma:* **Elektrik təchizatı (Dəmir yolu üzrə)**

*Elmi rəhbər:* **tex.e.d., professor Yusifbəyli Nurəli Adil oğlu**

**BAKI – 2023**

### III FƏSİL. AzTU-nun ENERJİ TƏCHİZATINDA GÜNƏŞ ENERJISİNDƏN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ EFFEKTİVLİYİN ARTIRILMASI

#### 3.1. Günəş qurğularının xüsusiyyətləri

Məlumdur ki, bu gün enerjiyə qənaətin səmərəliliyini əhəmiyyətli dərəcədə artırma biləcək perspektivli sahələrdən biri də ölkənin enerji sistemində bərpa olunan enerji mənbələrinin (BEM) daxil edilməsidir [1–3].

Hazırda dünyada fotoelektrik çevrilmə üsulu digər bərpa olunan enerji mənbələri ilə müqayisədə elektrik enerjisi istehsalının prioritet istiqamətlərindən birinə çevrilmişdir. Günəş enerjisi sahəsində mono- və ya polikristal və ya amorf silikondan günəş batareyalarından (GB) istifadə edərək günəş radiasiyasını birbaşa elektrik enerjisinə çevirən günəş fotovoltaik stansiyaları (GFVS) ən perspektivli kimi tanınır.

Hazırda GFVS-nin istehsal etdiyi elektrik enerjisinin dəyəri ənənəvi mənbələrdən (atom, su və istilik elektrik stansiyaları) alınan elektrik enerjisinin maya dəyərindən yüksək olmasına baxmayaraq, onların perspektivləri göz qabağındadır. Bunu aşağıdakı faktlar sübut edir.

1. Günəş batareyaları günəş enerjisinin elektrik enerjisinə çevrilməsi zamanı ətraf mühiti çirkləndirmir, fauna və flora üçün riskli emissiya və tullantılar əmələ gətirmir, təbii ehtiyatları tükəndirmir və insan sağlamlığı üçün təhlükə yaratmır. Bundan əlavə, bu enerji istehsalı nə maye, nə qaz yanacaq tələb edir, nə də daşınması və ya yandırılmasına ehtiyac yoxdur. Əsas komponent olan silisium üçün GFVS-in xidmət müddəti 50 il və ya daha çox artırıla bilər. Bunu etmək üçün, sızdırmazlıq texnologiyasından polimer materialları istisna etmək lazımdır. Yeganə məhdudiyət onları daha səmərəli elementlərlə əvəz etmək ehtiyacı ola bilər. Müqayisə üçün qeyd edək ki, külək elektrik stansiyası (KES) adətən 15-20 il, dizel elektrik stansiyaları isə 5-10 il müddətinə nəzərdə tutulub. Alimlərin fikrincə, yaxın 10 ildə günəş panellərinin səmərəliliyi ən azı 35% olacaq. Günəş batareyalarının

dəyişdirilməsi halında, silikon təkrar istifadə edilə bilər və onun istifadə dövrlərinin sayına vaxt məhdudiyyəti yoxdur.

2. Alimlərin proqnozlarına görə, 2050-ci ilə qədər günəş panellərindən istifadə etməklə elektrik enerjisi istehsalı texnologiyaları təxminən 3000 GVt elektrik enerjisi istehsal etməyə imkan verəcək, lakin bunun üçün 40 min km<sup>2</sup>-dən çox günəş panelləri tələb olunacaq. Bu böyük ərazilər sadəcə inanılmaz görünə bilər (Kipr adasının ölçüsündən təxminən 10 dəfə böyükdür). Müvafiq olaraq, günəş panellərinin səmərəliliyinin artması ilə onların lazımi elektrik enerjisini istehsal etmək sahəsi əhəmiyyətli dərəcədə azalacaq. Artıq indiki dövrdə müqayisəli təhlil göstərir ki, mövcud GFVS və elektrik xətlərini götürsək, hər GWs günəş enerjisinin istehsalı üçün lazım olan boş torpaq hələ də eyni miqdarda istehsal və ötürülməsindən daha az tələb olunur.

3. Günəş batareyalarında (GB) istifadə edilən bir kiloqram silisium 30 il ərzində təxminən 300 MVt/saat elektrik enerjisi istehsal edir. Neftin yanma istiliyini 43,7 MC/kq nəzərə alaraq 300 MVt.saata bərabər silikonun neft ekvivalentini hesablasaq, onda 1 kq silisium üçün 25 ton neft alırıq. Mazutla işləyən istilik elektrik stansiyalarının səmərəliliyini 33% götürsək, 1 kq silisium istehsal olunan elektrik enerjisinə görə təxminən 75 ton neftə bərabərdir.

4. İstifadə müddətini başa vurmuş fotovoltaiik modulların təkrar emal edilməsi “yaşılların” bu tip elektrik enerjisi istehsalının zərərli olması ilə bağlı narahatlığını demək olar ki, tamamilə aradan qaldırır.

Bundan əlavə, günəş fotovoltaiik stansiyaları aşağıdakı üstünlüklərə malikdir.

1. Yanacaq tələb etmir. Əsas xərclər kapital qoyuluşlarıdır (avadanlığın alınması və tikinti-quraşdırma işləri üçün xərclər). Eyni zamanda, istismar xərcləri (avadanlığın işlək vəziyyətdə saxlanması) ənənəvi və digər növ elektrik enerjisi mənbələri ilə müqayisədə xeyli aşağıdır. 4-6 ildən sonra istehlakçı pulsuz elektrik enerjisi alır. Panellərin hündürlükdə və bir qayda olaraq, əsasən 70 ° bucaq altında yerləşməsi, qışda GB panellərində qarın yığılmamasına kömək edir.

2. Uzunmüddətli fasiləsiz iş. Günəş panelləri ən azı 25 il işləmək üçün nəzərdə tutulub. Bu müddət ərzində gücdə tədricən, lakin bir qədər azalma var. Növbəti 20 il ərzində GFVS ilkin layihə gücündən elektrik enerjisinin təxminən 80%-ni istehsal edəcək. Fasiləsiz (qəzasız) istismarın ümumi müddəti 45 ildən çoxdur. Bundan əlavə, konversiya, elektrik parametrlərinin sabitləşdirilməsi və fəvqəladə hallarda mühafizə prosesləri tam avtomatlaşdırılıb.

3. İşin etibarlılığı. GFVS-lərin əsas struktur elementlərinin (GB, çeviricilər, AB, nəzarətçilər) statik rejimlərdə işləməsi, yəni dinamik rejimlərdə işləyən cihazların olmaması səbəbindən yüksək etibarlılıq göstəriciləri var.

4. Sakit əməliyyat. Elektrik enerjisi günəş panelləri və enerji elektron cihazlarda hazırlanmış inverterlərin köməyi ilə günəş radiasiyasının birbaşa çevrilməsi ilə yaradıldığından, əməliyyat zamanı praktiki olaraq heç bir səs-küy yaranmır.

5. Yerləşməsi. Günəş radiasiyası yerin bütün səthində mövcuddur, yəni ölkəmizin demək olar ki, hər hansı bir bölgəsində günəş panelləri tərəfindən istehsal olunan elektrik enerjisini əldə etmək imkanı var. Fərq əsasən işıqlandırma saatlarının sayında olur, adətən ildə orta hesabla 2500-3000 saatdır. Relyefin, binanın, iqlim şəraitinin xüsusiyyətləri, ərazinin ölçüsü külək stansiyalarının yerləşdirilməsinə imkan verməyə bilər və GB üçün yalnız cənuba baxan kölgəsiz bir səth tələb olunur. Eyni zamanda, külək təsərrüfatları ilə müqayisədə, panellər damda yerləşdirilə biləcəyi üçün dirək quraşdırılması tələb olunmur.

Bununla belə, GFVS-in çatışmazlıqları da var, bunlardan başlıcası.

1. İşin günün vaxtından və hava şəraitindən asılılığı. Bununla belə, bu problem enerji saxlama cihazı kimi təkrar doldurulan batareyalardan (AB) istifadə etməklə həll edilir. Bu problemin həllinə həm də enerji təchizatı sisteminin bir hissəsi kimi bir neçə növ elektrik enerjisi mənbəyindən istifadə etməklə nail olmaq olar, məsələn, GFVS-dən əlavə, külək turbinləri, qaz porşen stansiyaları və s. Bu halda təkcə iqtisadi deyil göstəricilər yaxşılaşır, çünki 1 kVt/saat elektrik enerjisi üçün istehsal üçün AB dəyəri nəzərdən keçirilən enerji mənbələrindən çoxdur, lakin belə sistemlər elektrik enerjisinin məsul istehlakçıları (birinci kateqoriya) fasiləsiz enerji ilə təmin edə biləcəkdir.

2. Nadir elementlərin istifadəsi ilə bağlı GB-nin yüksək qiyməti. Bununla belə, texnologiyanın inkişaf dinamikası göstərir ki, son 12 il ərzində əsasında günəş panelləri yaradılan fotovoltaiq elementlərin dəyəri bir neçə dəfə azalıb, ənənəvi mənbələrdən istehsal olunan elektrik enerjisinin dəyəri isə 2018-ci ildən 8 dəfədən çox artıb.

3. Səthin tozdan dövrü təmizlənməsi ehtiyacı. Bununla belə, ümumiyyətlə, GFVS-in saxlanması üçün əməliyyat xərcləri ənənəvi və digər bərpa olunan enerji mənbələri ilə müqayisədə xeyli aşağıdır.

4. Artıq yaranan enerjinin itirilməsi. GFVS-dən elektrik enerjisi istehsal edən enerji təchizatı sistemi (ETS) hazırda istehlakçıların ehtiyac duyduğundan daha çox elektrik enerjisi istehsal etdikdə, bu artıqlıq xarici enerji sisteminə göndərilə bilər. GFVS hazırda muxtar enerji mənbələri kimi istifadə edildiyi üçün artıq elektrik enerjisi istifadə edilməlidir. Günəş panelləri tam doldurulduqda batareyadan ayrılır. GFVS-dən istifadənin səmərəliliyini artırmaq variantlarından biri, balast yükünə (cihaz qızdırıcıları, işıqlandırma yükü və s.) yönəldilmiş artıq enerjidir.

GFVES-in nəzərdən keçirilən çatışmazlıqlarına baxmayaraq, belə qənaətə gəlmək olar ki, fotokonversiya diffuz günəş işığında elektrik enerjisi istehsal etmək, müxtəlif gücə malik elektrik stansiyaları yaratmaq üçün effektiv bir yoldur. Bu cür sistemlər öz ehtiyacları üçün aşağı enerji istehlakı ilə xarakterizə olunur, asanlıqla avtomatlaşdırılır, işləmək üçün təhlükəsizdir, etibarlı və davamlıdır.

Onların strukturunda günəş elektrik stansiyalarının istismar və texniki xüsusiyyətlərini (İTX) əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırmaq üçün yeni element bazasından istifadə etmək lazımdır. GFVES-in etibarsız funksional elementlərindən biri avtonom çeviricilərdir (AI).

AI-nin bir hissəsi kimi fırlanan maqnit sahəsi olan bir fazalı üç fazlı transformatorların istifadəsi gərginliyin çevrilməsi və sabitləşdirmə dövrəsində elektrik enerjisi elektron cihazlarının sayını azaldacaq, idarəetmə və mühafizə sistemini sadələşdirəcək, azaldacaq, kommutasiya zamanı güc elektron cihazları tərəfindən yaradılan elektromaqnit müdaxiləsinin səviyyəsini və ümumiyyətlə AI günəş elektrik



stansiyalarının səmərəliliyini və etibarlılıq göstəricilərini artırır.

GFVS-in bir hissəsi kimi birləşdirilmiş güc keçid cihazları istifadə edildikdə yaxşı texniki effekt əldə edilir. Bu cür cihazlarda güc elektron cihazları və elektromexaniki kontaktlar var ki, bu da qövs qurğularını dizayndan çıxarmağa, kommutasiya qurğusunun etibarlılığını, xidmət müddətini, səmərəliliyini və sürətini artırmağa imkan verir [11].

GFVS-in qurulmasının modul prinsipi həm də əsas funksional elementlərin (günəş batareyaları, avtonom çeviricilər, akkumulyatorlar, kommutasiya cihazları, idarəetmə və mühafizə cihazları) işinin artıqlığı hesabına enerji təchizatı sisteminin etibarlılığını artıracaqdır. GFVS-in modul əsasda qurulmasının bu cür sistemlərin davamlılığını artırması, o cümlədən fəvqəladə hallarda texniki xidmət və nasazlıqların aradan qaldırılması üçün vaxtın əhəmiyyətli dərəcədə azaldılması və istehlakçıların tələblərindən asılı olaraq onun strukturunun dəyişdirilməsi vəzifəsini asanlaşdırması da vacibdir [12].

GFVS modul strukturlarının sintezi tapşırığına [14] daxil edilməlidir:

- istehlakçıların elektrik enerjisinin keyfiyyətinə və enerji təchizatında yol verilən fasilə müddətinə olan tələbləri nəzərə alınmaqla enerji təchizatı sisteminin strukturunun işlənilib hazırlanması;
- əsas funksional elementlərin sıradan çıxma ehtimalı və birinci nasazlığa qədər işləmə müddəti nəzərə alınmaqla onların artıqlıq səviyyəsinin müəyyən edilməsi.

Ümumiyyətlə, BOEM üçün günəş elektrik stansiyasının layihələndirilməsi zamanı aşağıdakı xüsusiyyətləri nəzərə almaq vacibdir:

- bərpa olunan enerjiden istifadə yalnız onlara inteqrasiya olunmuş yaşayışla effektivdir. Məsələn, günəş panelləri yalnız istehlakçıları elektrik enerjisi, günəş kollektorları - istilik enerjisi ilə təmin etmək üçün istifadə olunur. Kənd təsərrüfatı istehsalında heyvandarlıq və bitki tullantıları eyni zamanda metan, maye və bərk yanacaq, həmçinin gübrə istehsalı üçün xammal kimi xidmət edə bilər;
- enerji istehsalının tezliyi və gücün dəyişməsi RES-in növündən asılıdır;
- konkret BOEM-dən istifadənin iqtisadi məqsədəuyğunluğu iqlim şəraitindən, konkret regionun coğrafi xüsusiyyətlərindən, habelə sənaye, kənd təsərrüfatı

istehsalı, məişət ehtiyacları üçün elektrik və ya istilik enerjisinə olan tələbatdan asılı olaraq müəyyən edilməlidir.

GFVS-in uzun müddət xidmət müddətini təmin etmək üçün Təhlükəsizlik Qaydalarının işinin xüsusiyyətlərini bilmək lazımdır.

1. Qışda GB-nin performansını 1,5-2 dəfə azalır. Kontinental iqlimi olan ərazilərdə qışda günəşli günlərin çox olması günəş enerjisi sistemlərinin məhsuldarlığının azalmasını qismən kompensasiya edir. Bununla belə, enerji istehsal potensialı noyabr və dekabr aylarında minimaldır.

2. Enerjinin ikiqat çevrilməsi (əvvəldən günəş enerjisinin elektrik enerjisinə, sonra isə elektrik enerjisinin istiliyə çevrilməsi) hesabına istilik sistemlərində istifadə üçün nəzərdə tutulmuş günəş panellərinin səmərəliliyinin aşağı olması. Artıq məlumdur ki, günəş kollektorları isitmə və istilik üçün daha çox effekt verir. Günəş enerjisinin 20%-ni təşkil edir və eyni ərazidəki günəş kollektoru günəş enerjisinin təxminən 90%-ni istiliyə çevirir. Eyni zamanda, günəş kollektoru eyni ərazidəki günəş panellərindən 1,5-2 dəfə ucuzdur.

3. Günəş panellərinin nisbətən yüksək qiyməti onları yalnız enerji sərfiyyatı optimallaşdırıldıqda sərfəli edir. Bunun üçün müasir enerjiyə qənaət edən texnologiyadan, LED işıqlandırmadan və s. istifadə etmək lazımdır. Digər tərəfdən müasir texnologiyalardan istifadə həyatı daha rahat edir.

3. Təbii ki, daha çox günəş işığı olan yerdə GB səmərəliliyi daha yüksək olacaq. Sahildə yüksək mövsümi buludlu və ya dumanlı yerlərdə daha az təsirli ola bilər. Bu zaman günəş radiasiyasının intensivliyi ilə bağlı araşdırma aparmaq lazımdır ki, onun nəticələrinə əsasən tədqiq olunan regionda günəş panelləri tərəfindən nə qədər elektrik enerjisi istehsal oluna biləcəyi və GFVS-in quraşdırılmasının məqsədəuyğun olub-olmadığı aydınlaşacaq.

4. İqtisadi nöqteyi-nəzərdən hazırda GFVS-nin sahibi üçün elektrik enerjisini gündüzlər enerji sistemə satmaq, gecələr isə (gecə tarifləri aşağı olduğundan) enerji şirkətdən almaq sərfəlidir. Amma qanunvericilik bazası ilə bağlı həll olunmamış problemlər var.

5. Hazırda mərkəzləşdirilmiş elektrik təchizatı şəbəkələrinin olmadığı yerlərdə GFVS-dən istifadə etmək məqsədəuyğundur. Gecə və ya parlaq günəş işığı olmayan dövrlərdə

elektrik enerjisini təmin etmək üçün AB və ya digər ehtiyat elektrik mənbəyi lazımdır.

Bundan əlavə, əsas yükü (ışığılandırma, televizor, soyuducu, elektrik çaydanı və s.) gücləndirmək üçün aşağı güclü GFVS (3 kVt-a qədər) istifadə etmək lazımdır. GFVS-in quraşdırılması və ya quraşdırılmaması məsələsində bir neçə amil həlledicidir. Elektrik enerjisi istehsal etmək üçün günəş elektrik stansiyalarının quraşdırılması xüsusilə faydalı olan istehlakçı qrupları var.

GFVS quraşdırmanın əsas üstünlükləri.

1. Əgər istehlakçılar ümumi elektrik şəbəkəsinə qoşulmayıbsa və ya enerji sistemindən uzaqda olması və ya yaxınlıqdakı elektrik şəbəkələrinin gücünün olmaması səbəbindən qoşulma baha başa gəlsə, o zaman bu halda muxtar GFVES-nin quraşdırılması quraşdırmanın əsaslı xərclərinin elektrik xətlərinin və transformator yarımstansiyasının dəyəri daxil olmaqla, ümumi şəbəkəyə qoşulma dəyərində bərabər və ya ondan aşağı olacağı faktı üstünlük təşkil edir.

2. İstehlakçılar mövcud elektrik şəbəkələrinə qoşulduqda, lakin elektrik enerjisinin haqqını yüksək tariflərlə ödədikdə. Bir kilovat-saat üçün daha yüksək qiymətlə, GFVS-in quraşdırılması daha tez ödəyəcəkdir. Mövcud elektrik şəbəkəsinə qoşulması olan istehlakçıların üstünlüyü ondan ibarətdir ki, onlar elektrik enerjisinin ehtiyat mənbəyi kimi, GFVS isə günəş radiasiyasının mövcudluğu zamanı əsas mənbə kimi istifadə oluna bilər. Bu halda, batareyanın tutumunu aradan qaldırmaq və ya minimuma endirmək və bununla da günəş stansiyasının özünü ödəmə müddətini azaltmaq mümkündür.

3. Mövcud elektrik şəbəkələrinə qoşulmuş elektrik enerjisi istehlakçıları aşağı keyfiyyətli elektrik enerjisi alırlarsa (gərginliyin, cərəyan tezliyinin dövrü kənara çıxması və dəyişməsi). Bu vəziyyətdə əsas fayda kapital qoyuluşları deyil, elektrik enerjisinin keyfiyyəti, o cümlədən onun parametrlərinin sabitliyi olacaqdır.

Beləliklə, GFVES-in quraşdırılması və istismarının nəzərdən keçirilən xüsusiyyətləri mərkəzləşdirilmiş enerji sistemlərindən uzaqda olan istehlakçıların enerji təchizatı perspektivlərini ortaya qoyur.

### 3.2. Günəş panellərinin gücünün və sayının seçilməsi

Yer səthinə çatan günəş radiasiyasının termal axını böyükdür. Bu, dünyada bütün növ yanacaq-enerji ehtiyatlarının istehlakından 5000 dəfə çoxdur. Günəş böyük miqdarda enerji yayır - saniyədə təxminən  $1,1 \cdot 10^{20}$  kVt/saat. Bununla belə, Günəşdən çıxan enerjinin istifadə olunan hissəsi hələ də çox kiçikdir [2].

Günəş radiasiyası elektromaqnit dalğaları axını şəklində Yerə gələn günəş radiasiyasının enerjisidir. Günəş öz ətrafına güclü elektromaqnit şüaları yayır. Onun yalnız iki milyardda biri Yer atmosferinin yuxarı təbəqələrinə daxil olur, lakin bu, dəqiqədə çox böyük miqdarda kaloridir. Enerji axınının heç də hamısı Yer səthinə çatmır - onun böyük hissəsi planet tərəfindən kosmosa atılır. Yer planetin canlı maddəsinə zərər verən şüaların hücumunu əks etdirir. Günəş şüaları Yerə gedərkən atmosferi dolduran su buxarı, karbon qazı molekulları və havada asılı qalmış toz hissəcikləri şəklində maneələrlə qarşılaşır. Atmosfer "süzgəci" şüaların əhəmiyyətli bir hissəsini udur, onları səpələyir, əks etdirir. Buludların əks etdirmə qabiliyyəti xüsusilə yüksəkdir. Nəticədə, yer səthi ozon ekranı ilə ötürülən radiasiyanın yalnız  $2/3$  hissəsini birbaşa qəbul edir. Ancaq hətta bu hissədən də müxtəlif səthlərin əks olunma qabiliyyətinə uyğun olaraq çox şey əks olunur. Dəqiqədə  $1 \text{ sm}^2$ -ə 100.000 kaloridən bir qədər çox Yer kürəsinin bütün səthinə daxil olur. Bu radiasiya bitki örtüyü, torpaq, dənizlərin və okeanların səthi tərəfindən udulur. Atmosferin təbəqələrinin qızdırılmasına, hava və su kütlələrinin hərəkətinə və Yer kürəsində bütün müxtəlif növ həyat formalarının yaradılmasına sərf olunan istiliyə çevrilir. Günəş radiasiyası yer səthinə müxtəlif yollarla çatır: birbaşa radiasiya: buludlarla örtülmürsə, birbaşa Günəşdən gələn şüalanma; diffuz radiasiya: günəş şüalarını səpələyən göydən və ya buludlardan radiasiya; termal: radiasiya Sxem 1 Əlavə 2-də göstəriləyi kimi radiasiyaya məruz qalma nəticəsində qızdırılan atmosferdən gəlir. Birbaşa və diffuz şüalanma yalnız gün ərzində gəlir. Onlar birlikdə ümumi radiasiyanı təşkil edirlər. Səthdən əks olunduqdan sonra qalan günəş radiasiyası udulmuş adlanır [3].

Günəş elektrik stansiyası günəş radiasiyasını elektrik enerjisinə çevirən

mühəndislik strukturudur. Günəş radiyasının çevrilməsi yolları müxtəlifdir və elektrik stansiyasının dizaynından asılıdır.

Müxtəlif tutumlu və çıxış parametrlili fotovoltaiik modullardan (fotobatareyalar) istifadə edən günəş elektrik stansiyasının bir növü fotovoltaiik adlanır.

Günəş paneli fotoelektrik çeviricilərin (fotosellər) - günəş enerjisini (foton enerjisini) birbaşa elektrik cərəyanına çevirən yarımkeçirici cihazların birləşməsidir. Bu cihazların fəaliyyəti fotoelektron emissiyaya əsaslanır.

Günəş panellərinin bir neçə növü var: monokristal, polikristal və nazik təbəqə günəş panelləri. Ən populyarları polikristal silikona əsaslanan batareyalardır. Belə batareyaların strukturu günəş işığını elektrik enerjisinə çevirən çoxlu silikon hüceyrələrdən ibarətdir.

Hal-hazırda, onlar demək olar ki, qeyri-məhdud miqdarda mövcud olan kvarts qumundan əldə edilən bir material olan silisiumdan hazırlanır [6]:

- səmərəliliyi (bundan sonra - səmərəliliyi) 15-20% olan bir kristal silisiumdan;
- səmərəliliyi 13-18% olan polikristal silisiumdan;
- səmərəliliyi 5-8% olan amorf silikondan.

Yuxarıda göstərilənlərin hamısından polikristal silikon fotovoltaiik elementlər ən təmizdir və bu gün istehsal olunan elektrik enerjisinin hər vattına görə ən ucuz qiymətə təmin edir. Buna görə də biz polikristal silikon elementi seçəcəyik.

Modelin tam dövrə diaqramının qurulması

Hər hansı bir günəş enerjisi təchizatı sisteminin əsas komponentləri: günəş paneli, nəzarətçi, batareya, çevirici.

1. Günəş paneli. Bu, günəş işığını elektron axımına çevirən vahid bütövlükdə birləşdirilən elementlər kompleksidir. Onların əsas xüsusiyyəti yüksək gərginlikli cərəyan yarada bilməmələridir. Sistemin ayrıca elementi 0,5 - 0,55 V cərəyan yaratmağa qadirdir. Müvafiq olaraq, bir günəş batareyası 18 - 21 V cərəyan yaratmağa qadirdir ki, bu da 12 voltluq batareyanı doldurmaq üçün kifayətdir.

Hər hansı bir günəş elementinin işləmə prinsipi belədir: p-n qovşağı ilə kristal

meydana gətirən bəzi elementlərin çirkləri olan silikon fotovoltaiq elementin əsas materialı kimi xidmət edir. Beləliklə, müxtəlif keçiriciliyə malik iki təbəqə yaranır. Bu təbəqələrin sərhədində potensial maneə yaranır ki, bu da yarımkeçirici boyunca elektrik cərəyanı daşıyıcılarının hərəkətinə mane olur.

Günəş radiasiyası bir fotoselə dəydikdə, fotonların udulması səbəbindən, mənfi və müsbət yük cütləri yaranır, potensial maneəni azaldır, bu da daşıyıcıların yarımkeçirici vasitəsilə sərbəst hərəkətinə səbəb olur, bunun sayəsində elektromotor qüvvəsi var. elektrik cərəyanının mənbəyi olan induksiya olunur.

İşıq axınının artması ilə fotoelektromotor qüvvə də artır, buna görə də elektrik cərəyanı da artır.

2. Batareyalar. Bir batareya uzun müddət kifayət etmir, buna görə də sistemdə onlarla belə cihaz ola bilər. Batareyaların sayı istehlak olunan elektrik enerjisinin gücü ilə müəyyən edilir. Gələcəkdə sistemə lazımi sayda günəş panelləri əlavə etməklə batareyaların sayını artırmaq olar.

3. Günəş enerjisi ilə doldurulma tənzimləyicisi. Bu cihaz batareyanın normal doldurulmasını təmin etmək üçün lazımdır. Onun əsas məqsədi batareyanın təkrar doldurulmasının və tam boşalmasının qarşısını almaqdır.

4. İnverter. Cərəyanı çevirmək üçün lazım olan cihaz. Batareyalar aşağı gərginlikli cərəyan təmin edir və çevirici onu funksionallıq üçün tələb olunan yüksək gərginlikli cərəyanə çevirir - çıxış gücü (220 V). Nəticədə "Günəş Enerjisi Təchizatı Sistemi" modelinin diaqramını alırıq (Şəkil 3.1).

### 3. Modelləşdirmə və dizayn mərhələsi

Dizayn işlənməsi, montaj və modelin tənzimlənməsi

"Günəş enerjisi ilə təchizat sistemi" modelinin iş prinsipi.

Aydın günəşli havada bina günəş panellərindən enerji alır. Günəş panellərinin işləmə prinsipi, yuxarıda təsvir edildiyi kimi, daxili fotoelektrik effekt fenomeninə əsaslanır. Yarımkeçiricilərdə işığın təsiri altında nizamlı şəkildə hərəkət etməyə başlayan elektrik sahələrinin təsiri altında sərbəst yük daşıyıcıları əmələ gəlir. Bu birbaşa

cərəyandır. Və bu cərəyan məişət istehlakı üçün istifadə olunur, müvafiq olaraq, elektrik sayğacı bu anda işləmir, çünki ümumi şəhər şəbəkəsindən enerji istehlakı dayanır. Cərəyan yaratmaq üçün kifayət qədər işıqlandırma olmadıqda, ümumi şəbəkədən istehlak bərpa edilir.

Avtonom rejimdə avtonom şəbəkənin bir enerji mənbəyindən digərinə keçidi şəbəkə çeviricisi tərəfindən həyata keçirilir. Onun əsas məqsədi sabit cərəyanın eyni xüsusiyyətlərə (tezlik və işləmə gərginliyinə) malik alternativ cərəyana çevrilməsidir.

Günəş enerjisi təchizatı sisteminin stasionar quraşdırılmasına əlavə olaraq, insanların həyatını təmin etmək üçün zəruri olan kommunikasiyalardan uzaq olan şəraitə görə insanlar üçün rahatlıq və təhlükəsizlik səviyyəsini təmin edə bilən mobil sistemlərdən də istifadə olunur

"Günəş enerjisi təchizatı sistemi" modelinin texniki xüsusiyyətləri:

Model "Günəş Enerjisi Təchizatı Sistemi" elektrik təchizatı üçün 220 V gərginlik və 50 Hz AC tezliyi üçün nəzərdə tutulmuş cihazlardan istifadə edir. Çıxışda günəş paneli aşağıdakı xüsusiyyətlərə malikdir:

Çıxış gərginliyi təxminən 37-40 V Çıxış cərəyanı – 8,1 A-a qədər

Çıxış gücü 1 panel təxminən 300 Vt

Nəticədə, tədris ili üçün orta hesabla tədris korpusunun işıqlandırılması üçün 620 saat elektrik enerjisi sərf olunur ki, bu da güc:

$$W = 1500 \cdot 59,18 = 88,8 \text{ kVt} \cdot s$$

Sonra, bölgəmizə xas olan günəş radiasiyasının illik miqdarını müəyyənləyirik (Bakı şəhərini götürək). Cədvəl 1-ə (Əlavə 4) əsasən, Minskdə tədris ili ərzində (sentyabrdan iyul ayına qədər) ən yaxşı insolasiya səviyyəsi may və iyun aylarında, ən pisi isə dekabrda olacaqdır.

Cədvəl 3.2-ə əsasən, dekabr ayında işıqlandırma üçün elektrik enerjisi sərfi 5 saatdır, gündəlik istehlakı hesablayaq:

$$W = 5 \cdot 88,8 = 444 \text{ kVt} \cdot s$$

Dekabr ayında gündəlik istehlakımız 1080 saatdır. Batareyanın boşaldılması üçün

itkiləri nəzərə alırıq, itki dəyərini 20% alırıq.

$$W = 1080 \cdot 444 = 479520 \text{ kVt} \cdot \text{s}$$

Cədvəl 3.1-ə əsasən, iyun ayında elektrik enerjisi işıqlandırma üçün istehlak edilmir, lakin hamısı batareyalarda toplanır və digər istehlakçılar üçün istifadə olunur.

Günəş Enerjisi Təchizatı Sistemi modeli  $P_w=550 \text{ Vt}$  gücünə malikdir.

Formula uyğun olaraq yayda və qışda belə bir modellə gündə nə qədər elektrik enerjisi istehsal oluna biləcəyini müəyyən edək:

$$W = k \cdot P_w \cdot \frac{E}{1000}$$

burada,  $1000 \text{ Vt/m}^2$  panellərin sınaqdan keçirildiyi günəş radiasiyasının intensivliyidir;

$k$  - 0,5 və 0,7 - müvafiq olaraq yay və qış dövrləri üçün düzəliş əmsalları;

$E=4.95 \text{ kVt*s/m}^2$  və  $E=0.57 \text{ kVt*s/m}^2$  Bakı şəhəri üçün Cədvəl 3.1 Əlavə 4-dən götürülmüş aylıq günəş izolyasiya səviyyəsinin dəyərləridir.

Qış vaxtı üçün (dekabr):

$$W = 0,7 \cdot 550 \cdot 0,57 = 219,45 \text{ kVt} \cdot \text{s}$$

Yay vaxtı (iyun):

$$W = 0,5 \cdot 550 \cdot 4,95 = 1361,25 \text{ kVt} \cdot \text{s}$$

Sonra, qış vaxtı üçün alınan gündəlik istehlakı panelin maksimum gücünə bölürük və dəyərləri yuvarlaqlaşdırırıq:

$$N = \frac{479520}{219,45} = 2185, \quad \text{ə.d.} = 2185$$

$$N = \frac{479520}{1361,25} = 353, \quad \text{ə.d.} = 353$$

Belə çıxır ki, yayda 5 saatlıq iş zamanı verilən yükü elektrik enerjisi ilə təmin etmək üçün bizim modelin 353 panelinə, qışda isə 2185 belə panelə ehtiyac olacaq, qışda bu panellər tədris korpusunun elektrik enerjisini tam təmin edə bilməyəcək.

Bu panellərin yerləşdirilməsi üçün tələb olunan sahə

$$0,67 \frac{\text{m}^2}{\text{dənə}} \cdot 2185 = 1463,95 \text{ m}^2$$



AzTU-nun VI korpusunun işə damında bu panelləri quraşdırmaq üçün, 400 m<sup>2</sup> sahə vardır. Ona görə də, 550 Vt günəş panellərinin yerləşdirilməsi üçün sayı müəyyən edək. SIM550-24-10BB-PERC markalı panelin birinin tutduğu sahə 2,58 m<sup>2</sup>-dir. Beləliklə, korpusun damında ümumi olaraq, 155 ədəd panel yerləşdirmək mümkün olar. Ümumi sahəni və çıxıntıları nəzərə alarsaq, bu sayı 150 ədəd götürürük. 150 ədəd gücü 550 Vt olan günəş panelinin il ərzindəki istehsal etdiyi enerjini hesablayaq:

$$W = 82,5 \cdot 1500 = 123750 \text{ kVt} \cdot \text{s}$$

Effektivlik, %-lə:

$$\eta = \frac{123750}{479520} \cdot 100\% = 26 \%$$

Biz təxmini hesablama apardıq, amma hər halda onun mahiyyəti belədir. Praktikada, konkret vəziyyətdən asılı olaraq, panellərin meyl bucağını və panellərin fırlanmasını nəzərə almaq lazımdır ki, bu da panellər tərəfindən günəş enerjisindən maksimum istifadə etməyə imkan verir və müvafiq olaraq düzəliş tətbiq edir.

550 Vt-lıq 1 ədəd günəş panelinin qiyməti 950 AZN-dir. 150 panelin qiyməti **150 · 950 = 142500 AZN**-dir. İl ərzində 123750 kVts enerji sərfiyyatına minimum 9900 AZN edir. Beləliklə, biz günəş stansiyasına sərf edilən xərci 14 ilə qaytarmaq olar. Bu günəş panellərinə verilən 10 il zəmanət müddətini və 30 il orta ömür müddətini nəzərə alarsaq GES-nin quraşdırılması effektiv nəticə verəcəkdir.

SilaSolar 550W 9BB PERC (İki Güclü) günəş batareyası ən son PERC texnologiyasından istifadə edilməklə istehsal edilən tək silikon kristaldan kəsilmiş monokristal silikon hüceyrələrdən (10 şin) ibarətdir. PERC texnologiyası ilə istehsal olunan elementlərin səmərəliliyi 24%-ə çatır. Modulun səmərəliliyinin artırılması günəş massivinin gücünü saxlamaqla onun ölçüsünün azalmasına gətirib çıxarır ki, bu da daşınma və quraşdırma xərclərini azaldır. İstehsal prosesində dünya miqyasında reputasiyaya və günəş enerjisi sahəsində çoxillik təcrübəyə malik istehsalçıların birinci dərəcəli A keyfiyyət kateqoriyasına aid yalnız ən yüksək keyfiyyətli materiallardan və komponentlərdən istifadə edilir ki, bu da ən əlverişsiz hava şəraitində belə artan

performansa zəmanət verir. İstehsal prosesi tam avtomatlaşdırılmışdır, lehimləmə avtomatik olaraq həyata keçirilir ki, bu da qüsurların yaranma ehtimalını aradan qaldırır və davamlı olaraq əla məhsul keyfiyyətinə zəmanət verir.

Two Power seriyasının SilaSolar modullarının texnoloji üstünlüyü:

Modulun kölgələnməsinin mənfi təsirlərindən qorunma məlum faktdır ki, hətta standart günəş modulunun kiçik bir hissəsi kölgələndikdə belə, onun məhsuldarlığı kəskin şəkildə aşağı düşür və seriyalı əlaqədə olan bütün günəş modullarını çəkərək sıfıra enir. zəncir. Kölgələmə qar, yaxınlıqdakı ağaclar və ya dam konstruksiyaları (baca, pilləkənlər və s.) səbəb ola bilər. Yeni nəsil SilaSolar Two Power modullarında bu çatışmazlıq yoxdur. Günəş modulunun yarısı kölgədə olsa belə, modulun ikinci hissəsi maksimum enerji yaradaraq 100% işləyəcək.

Ən son 10BB (10-bar) texnologiyası köhnə iki və üç bar texnologiyaları ilə müqayisədə bir sıra üstünlükləri təmin edir:

Keçirici şinlərdə ardıcıl müqaviməti və cərəyanı azaldır, bu da günəş modulunda elementin yerli həddindən artıq istiləşməsi ehtimalının azalmasına səbəb olur. Sızma cərəyanını azaldır, buludlu havada performans xeyli yaxşılaşdırır

Yeni dizayn şinlər üzərində gərginliyi azaldır ki, bu da istismar zamanı nasazlıqların (mikroçatlar, lehimləmə qüsurları, lokal qızma) ehtimalını əhəmiyyətli dərəcədə azaldır, bütün istismar müddəti ərzində daha yüksək etibarlılıq və yüksək performans təmin edir. Günəş batareyasının səmərəliliyini 1%-ə qədər artırır

Buludlu hava da daxil olmaqla günəş panellərindən tam gücü çıxarmaq üçün SilaSolar 550W PERC 10BB (İki Güc) günəş panellərini MPPT enerji tənzimləyiciləri ilə birlikdə istifadə etmək tövsiyə olunur. Beləliklə, enerji istehsalı üçün günəş modulundan istifadə 15-30% daha səmərəli olacaq.

Cədvəl 3.1. SilaSolar 550W 9BB PERC markalı günəş panelinin texniki xüsusiyyətləri.

<b>Ümumi parametrləri</b>	
Model	SIM550-24-10BB-PERC (Two Power)
Tip	Monokristal PERC (İki Güc)
Gücü	550 Vatt

Elementlərin sayı və ölçüləri	144 əd. ( 12x12 )
Yüksüz gərginliyi	50,1 V
İşçi gərginliyi	42,1 V
Qısaqapanma cərəyanı	14,01 A
İşçi cərəyanı	13,16 A
Maksimal gərginlik, V	1500
Modulun effektivliyi, %	21,31
Günəş elementi	10BB PERC Half-cells
<b>İstismar müddəti</b>	
İstismar müddəti	30 ilə qədər
12 il ərzində güc azalması	10%-ə qədər
30 ildən çox güc itkisi	20%-ə qədər
Zəmanət	<b>10 il</b>
<b>Digər xüsusiyyətlər:</b>	
Çərçivə materialı	Anodlaşdırılmış alüminium ərintisi
Ön şüşə	Teksturalı, temperlənmiş zərbəyə davamlıdır
Sınıf	A
Diodların sayı, ədəd	3
MC4 konnektorları ilə 0,35 m naqillər	Var
külək yükü	2400 Pa ( 244 kq kvadratmetrəsi )
Qar yükü	5400 Pa ( 550 kq kvadratmetri )
dolu müqaviməti	Max diametri 25 mm, maks. sürət 83 km/s
Sertifikatlar	TUV:IEC 61215 Edition II / IEC 61730 I and II
<b>Temperatur rejimləri</b>	
İşçi temperatur	-40°C-dən +85°C-dək
<b>Qabarit ölçüləri</b>	
Uzunluq	2279 mm
Eni	1134 mm
Hündürlüyü	35 mm
Ümumi sahə	2,58 m <sup>2</sup>
Çəkisi	28,4 kq

Bu model "Günəş Enerjisi Təchizatı Sistemi"nin üstünlükləri bunlardır:

1. Ekoloji təmizlik və sağlamlıq üçün mütləq təhlükəsizlik.
2. Dizaynda sadəlik və texniki xidmətdə iddiasızlıq.
3. Bundan əlavə, stansiyanın fəaliyyəti üçün tükənməz enerji mənbəyi şübhəsiz

üstünlük hesab edilməlidir. Yuxarıda təsvir edildiyi kimi, alimlərin hesablamaları Günəşin təxminən 5 milyard il ərzində şüalanacağını göstərir.

4. Günəş panellərində sistemin davamlılığı və etibarlılığı onunla izah olunur ki, bu panellər praktiki olaraq köhnəlmir və nadir hallarda sıradan çıxır, çünki onların tərkibində hərəkət edən hissələr yoxdur. Günəş panelləri ən azı 26 il xidmət edir (bəzi mənbələr panellərin yarım əsrlik ömrünü göstərir), bu yalnız hesablamalarla deyil, uzun illər istifadə ilə təsdiqlənir.

5. Digər vacib bir artı, sistemin gücünü dövrdə panellərin sayını artırmaq və ya azaltmaqla dəyişdirilə bilər.

6. Günəş enerjisi ilə təchizat sistemindən elektrik enerjisi sahibinə tamamilə pulsuz gedir (hazır stansiyanın alınmasına və ya sistemin yığılıb quraşdırılmasına sərf olunan birdəfəlik məbləğ nəzərə alınmadan).

7. Bağlantı çox vaxt tələb etmir.

8. Belə bir sistem ənənəvi enerji təchizatı ilə paralel işləyirsə, o, fasiləsiz enerji təchizatı kimi çıxış edə bilər və bu da günəş enerjisi təchizatı sisteminin xeyrinə müəyyən bir artıdır.

Model "Günəş Enerjisi Təchizatı Sistemi" əsas çatışmazlığı var - aşağı səmərəlilik, yalnız 20%.

Tədqiqatın nəticələrinə əsasən, aşağıdakı nəticələrə gəlmək olar: "Günəş Enerjisi Təchizatı Sistemi" sxemi məişət ehtiyacları üçün elektrik enerjisinin əldə edilməsi və istehlakı üçün ekoloji cəhətdən təmiz, iqtisadi cəhətdən səmərəli üsuldur. Stasionar sistemlər günəş radiasiyasından elektrik enerjisi istehsal edən və onu batareyalarda saxlayan panellər sayəsində şəhər elektrik xətlərindən alınan elektrik enerjisini tamamilə və ya qismən əvəz edə bilər.

Mobil avtonom günəş enerjisi təchizatı sistemləri istənilən işıqlandırma qurğularının və istənilən elektrik avadanlığının işini təmin edə bilər, o cümlədən:

- nasoslar;
- radiostansiyalar;

- yanğından mühafizə sistemləri;
- mobil telefonlar;
- noutbuklar, fərdi kompüterlər;
- naviqatorlar.

Beləliklə, bərpa olunan enerji mənbəyinin - günəşin çevrilməsinə əsaslanan "Günəş Enerjisi Təchizatı Sistemi" modeli elektrik enerjisinin istehsalı üçün istifadə oluna bilər. Yaranan elektrik enerjisi planetin bərpa olunmayan resurslarını əsaslı şəkildə qənaət etməyə və qorumağa imkan verir.

### **3.3. Günəş qurğularının korpusun elektrik şəbəkəsinə qoşulması və texniki-iqtisadi hesabı**

Günəş enerjisini faydalı elektrik enerjisinə çevirmək üçün günəş panelləri daim təkmilləşdirilir. İlk şərtlərdən və vəzifədən asılı olaraq günəş enerjisi təchizatı sistemlərinin yaradılması üçün müxtəlif variantlar mövcuddur. Bərpa olunan enerji mənbələri üzrə müasir tədqiqatlar daha yüksək effektivliyə malik (xarici və daxili kvant səmərəliliyi baxımından) günəş panellərinin yaradılmasına yönəlib. Məsələn, yarımkeçirici kristallara əsaslanan, ölçüləri bir neçə nanometrdən çox olmayan günəş paneli kvant nöqtələri adlanır, çünki kiçik həcmdə kvant nöqtələri yük daşıyıcılarını məhdudlaşdırır və artıq enerji toplaya bilər, əks halda. bu enerji sadəcə olaraq istilik şəklində itəcəkdi. Bununla belə, bu gün günəş radiyasını çevirərək elektrik enerjisi əldə etməyin ən səmərəli yollarından biri polikristal silikon əsaslı günəş panelləridir.

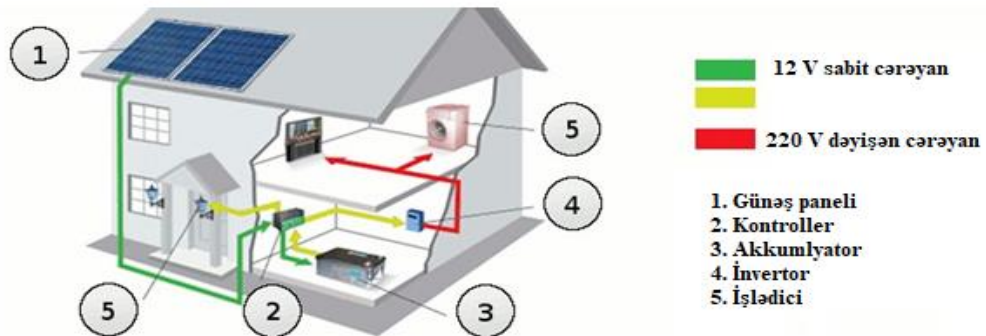
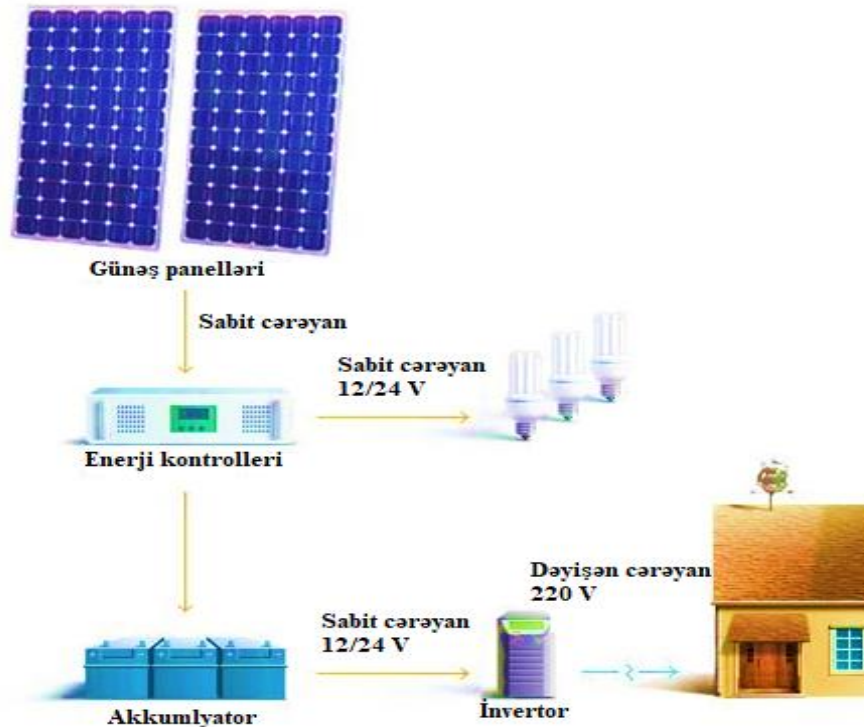
Günəş enerjisi təchizatı sisteminin praktik tətbiqi:

- fərdi evlər, öz ehtiyacları;
- təhsil müəssisələri, idman qurğuları;
- az məskunlaşan yaşayış məntəqələri;
- səyyar elektrik enerjisi istehlakçıları (səyyar xəstəxanalar, elmi ekspedisiyalar, axtarış-xilasetmə hissələrinin mobil kompleksləri, sahədə yerləşən hərbi

hissələr, sərhəd zastavaları və s.);

- nəqliyyat.

Perspektivli inkişaf, gündüzlər alınan günəş enerjisi istehsal yollarının maya dəyərini azaldılması və bu enerjinin axşam və gecə istehlakı üçün qənaət edilməsi və günəş enerjisinin yer üzünə ən çox daxil olduğu yayda enerjinin yığılmasıdır. İlin digər vaxtlarına nisbətən aktivlik.

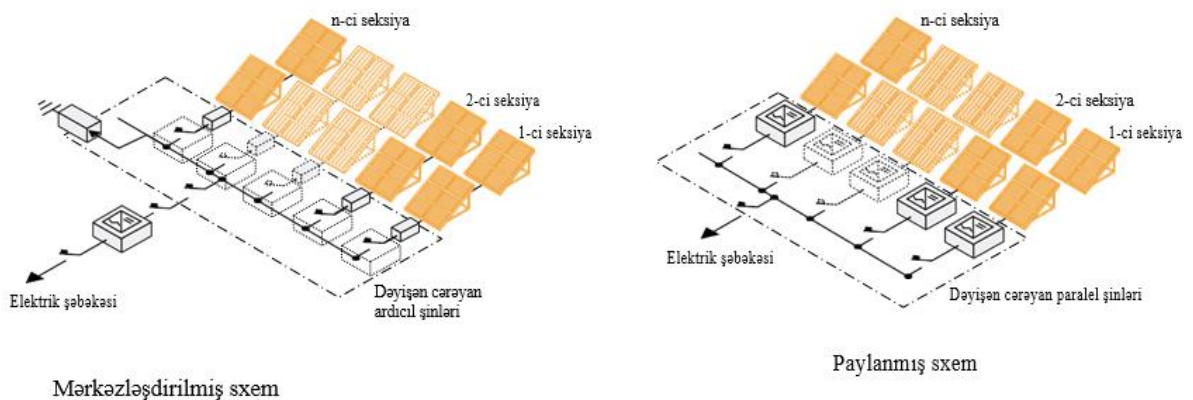


Şəkil 3.1. "Günəş enerjisi təchizatı sistemi" modeli.

Günəş modullarının və bölmələrinin spesifik xüsusiyyətləri (məsələn: fotovoltaiik elementi qaralmaqdan başqa hər hansı bir şəkildə söndürə bilməmək, qısaqapanma cərəyanlarının (SC) nominal dəyərlərə yaxın olması, DC gərginlik diapazonu 300-600 C) yüksək DC gərginliklərində qısa qapanmanı poza bilən qoruyucu və kommutasiya cihazları seçərkən diqqəti artırmağı tələb edir.

IEC 60364 (Maddə 712) (Serial GOST R 50571 "Aşağı gərginlikli elektrik qurğuları") ilə müəyyən edilmiş müddəalara uyğun olaraq, kabel tutumu istənilən nöqtədə nominal cərəyandan 1,25 dəfə az olduqda, həddindən artıq cərəyandan qorunma təmin edilməlidir. Bu o deməkdir ki, əksər kiçik qurğularda və ya bir neçə çevirici quraşdırarkən, ən azı DC21 istifadə kateqoriyasına malik olan açar ayırıcının quraşdırılması kifayətdir. Sistemin digər hissələrini söndürmədən bu bölməni yoxlamaq və ya saxlamaq imkanı əldə etmək üçün günəş modullarının hər bir bölməsində bir ayırıcı qurğu quraşdırmaq tövsiyə olunur.

Fotovoltaiik sistemdə bölmələri ardıcıl və paralel birləşdirmək üçün müxtəlif üsullardan istifadə olunur.



Şəkil 3.2. Günəş panellərinin korpusun elektrik şəbəkəsinə birləşdirilməsi variantları.

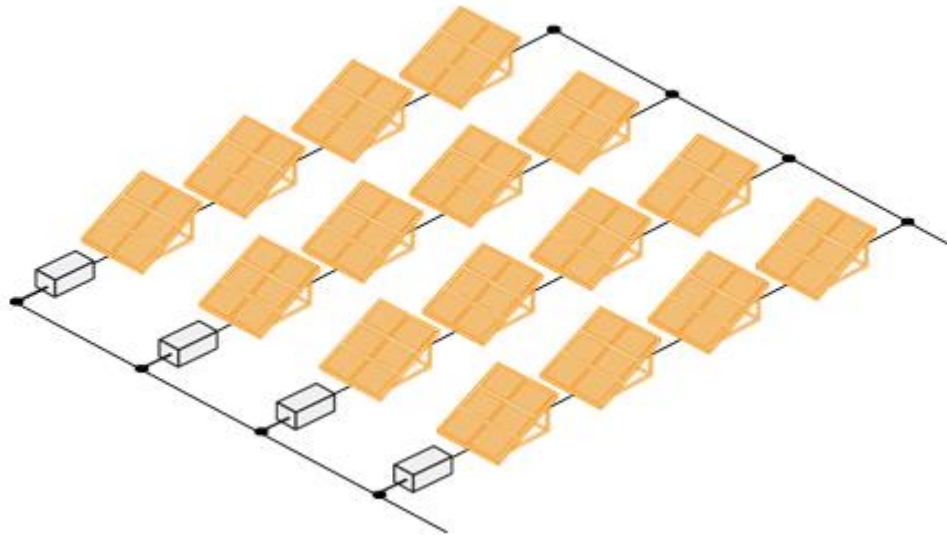
### Qoruyucularla şəbəkəyə birləşmə

Fotovoltaiik modulların hissələrini qorumaq üçün dizaynerlər ən çox qoruyuculardan istifadə edirlər, çünki diodlardan fərqli olaraq qısaqapanma zamanı dövrəni ayırırlar. Bununla belə, bu qoruyucuların istifadəsi asan olsa da, onların qoruyucu

ölçüsünü seçərkən çox diqqətli olmaq lazımdır, çünki aşağıdakı əsas tələblər nəzərə alınmalıdır:

- söndürmə xarakteristikası fotovoltaik sxemlərin mühafizəsi tələblərinə uyğun olmalıdır;
- onların reytingi ən azı 1,25 IS cərəyanına uyğun olmalıdır və modulu qorumaq üçün istehsalçı tərəfindən göstərilən dəyərdən çox olmamalıdır. Başqa cür göstərilməyibsə, cari dəyər 2.0 IS və ya daha az olmalıdır;
- onlar ən pis iş şəraitində dövrənin enerjisini daşımağa qadir olan xüsusi qoruyucu ayırıcılarda quraşdırılmalıdır.

Kiçik bir qoruyucu ölçüsü və aşağı qiyməti ilə bu həll modullarda əks cərəyanın meydana gəlməsinə tamamilə mane olmur, çünki qoruyucular ISC cərəyanının ən azı iki-üç qatını idarə edə bilməlidir (bu adətən bazardakı əksər modullar üçün belədir).



Şəkil 3.3. Fotovoltaik modulların bölmələrinin paralel qoşulması üçün qoruyucularla mühafizə.

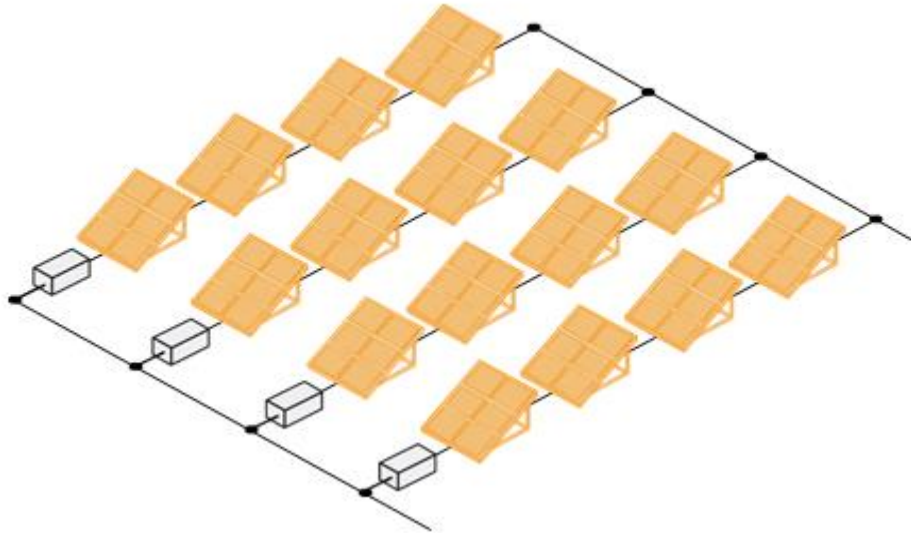
Üstünlüklər: quraşdırma asanlığı; aşağı qiymət; qısa qapanma. Çatışmazlıqlar: qısa qapanmadan sonra dəyişdirmə ehtiyacı.

Avtomatik elektrik açarları

Termomaqnit buraxılışı olan elektrik açarlarının istifadəsi fotovoltaik modulların hissələrini qorumaq üçün ən yaxşı texniki həlldir. ABB fotovoltaik sistemlərdə istifadə üçün xüsusi miniatür açarları işləyib hazırlayıb ki, onlar hətta ikiqat nasazlıq halında DC



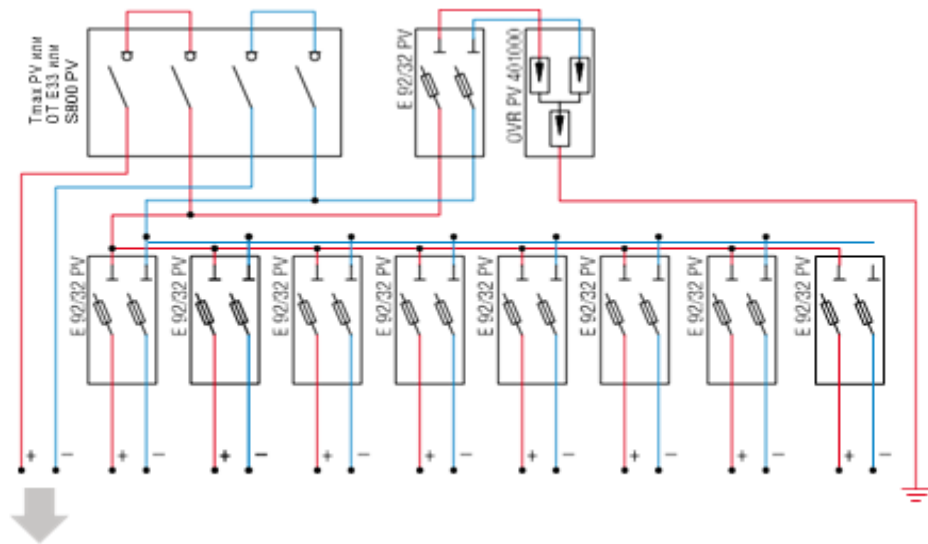
qövsünü etibarlı şəkildə söndürə bilirlər. Onlar yüksək sistem əlçatanlığı, təhlükəsiz söndürmə və asan və təhlükəsiz yenidən işə salmağı təmin edir. Bundan əlavə, qoruma və ayırma funksiyaları geniş çeşidli aksesuarlarla (köməkçi və siqnal kontaktları, manevr səfərləri və aşağı gərginlik röleləri) təchiz oluna bilən bir cihaz tərəfindən həyata keçirilir.



Şəkil 3.4. Fotovoltaik modulların bölmələrinin paralel qoşulması avtomatik açarlarla mühafizə.

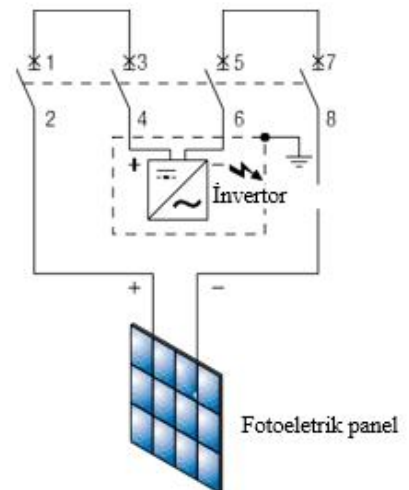
Üstünlüklər: Bir sadə cihaz qoruma və izolyasiya funksiyalarını təmin edir. Xətadan sonra sürətli yenidən işə salınması səbəbindən yüksək sistem əlçatanlığı.

Günəş modulu bölmələrinin paylayıcı panellərində qəza zamanı və ya daha tez-tez texniki xidmət tələb olunduqda günəş enerjisi mənbəyini ayıran DC21 kateqoriyalı açar-ayırıcı quraşdırmaq da mümkündür. Bu cihaz alt sistem bölmələrinin kommutator panellərində quraşdırılıbsa, inverterin yük tərəfində bir dəfə ayırma ilə müqayisədə daha aşağı cərəyanlar istifadə edilə bilər, baxmayaraq ki, müxtəlif bölmələri seçici şəkildə söndürmək də mümkündür. Təftiş və təmir işlərinin təhlükəsiz aparılması üçün hər bir ayrı bölmədə ayırıcı qurğuların quraşdırılması tövsiyə olunur.



Şəkil 3.5. Açar ayırıcı da daxil olmaqla, fotovoltayk modulların 8 bölməsi üçün paylayıcı lövhə diaqramı.

Avtomatik açarların S280 UC xətti daxili qövs qapaqlarında daimi maqnitlərlə təchiz olunmuşdur ki, bu da  $I_{kos}= 4,5$  kA cərəyanda 484 V DC-ə qədər elektrik qövsünü söndürməyə imkan verir. Bununla belə, bu komponentlərin istifadəsi elektrik açarlarının qütbləşməsinə tələb edir, buna görə də onlar müəyyən bir istiqamətdə enerji verilməlidir. Yaxınlıqda bir sıra günəş kollektorlarının və çeviricinin əlaqə diaqramı var.



Şəkil 3.6. Günəş panellərinin açar vasitəsilə korpusun şəbəkəsinə qoşulması.

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ**  
**AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ**

*Əlyazması hüququnda*

**BAĞIRZADƏ CAVİD CANPOLAD oğlu**

**AzTU-nun ENERJİ TƏCHİZATINDA KÜLƏK ENERJİSİNDƏN İSTİFADƏ**  
**ETMƏKLƏ EFFEKTİVLİYİN ARTIRILMASI**  
mövzusunda

**MAGİSTR DİSSERTASİYASI**

*İxtisas:* 060608 – Elektroenergetika mühəndisliyi

*İxtisaslaşma:* Elektrik təchizatı (Dəmir yolu üzrə)

*Elmi rəhbər:* tex.e.d., professor Yusifbəyli Nurəli Adil oğlu

**BAKI – 2023**

## **IV FƏSİL. AzTU-nun ENERJİ TƏCHİZATINDA KÜLƏK ENERJISİNDƏN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ EFFEKTİVLİYİN ARTIRILMASI**

### **4.1. Külək energetikasının xüsusiyyətləri və quraşdırma imkanları**

Külək energetikası – külək enerjisindən istifadə üzrə ixtisaslaşan enerji sahəsidir. Külək enerjisi günəşin fəaliyyətinin nəticəsi olduğu üçün bərpa olunan enerji kimi təsnif edilir.

Bizə keçmiş sənaye dövründən ətraf mühitin çirklənməsi və qlobal istiləşmənin real təhlükəsi ilə bağlı həll olunmamış problemləri miras qoymuşuq. XXI əsr xalqların enerji təhlükəsizliyinə yeni yanaşmaları diktə edir, istifadəsi ətraf mühitə mənfi təsir göstərməyən yeni ekoloji cəhətdən təmiz texnologiyalar tətbiq edir. Məhz bərpa olunan enerji Azərbaycanın milli enerji təhlükəsizliyinin və enerji müstəqilliyinin təmin edilməsi məsələsini həll edə biləcək. İnsanlar getdikcə etibarlı, təhlükəsiz və ekoloji cəhətdən təmiz alternativ enerji mənbələrindən istifadə etmək barədə düşünürlər. Məsələn, küləklərin enerjisi.

Külək enerjisinin üstünlükləri:

- aşağı qiymət - külək enerjisi nüvə, kömür və qaz enerjisi ilə rəqabət apara bilər;
- tükənməz enerji mənbəyi olan və qeyri-məhdud miqdarda mövcud olan yanacaq komponentinin sıfır dəyəri;
- ekoloji cəhətdən məqbul enerji - enerji istehsalı karbon qazının emissiyası ilə müşayiət olunmur;
- külək enerjisinin qalıq yanacaq qiymətlərinin qeyri-sabitliyi ilə bağlı riskləri yoxdur;
- təchizatın etibarlılığı – külək enerjisi enerji resurslarının idxalından asılılığın qarşısını almağa imkan verir;

- modul dizayn, sürətli quraşdırma;
- həcm baxımından enerji təchizatı ənənəvi istehsal üsulları ilə uyğunlaşır;
- külək enerjisi külək təsərrüfatlarının yaxınlığında kənd təsərrüfatı və sənaye fəaliyyətlərinə mane olmur.

Dünyada külək enerjisi ehtiyatlarını qiymətləndirmək üçün bir neçə araşdırma aparılıb və ən ətraflı Avropa üçün. Bu tədqiqatlar külək ehtiyatlarının böyük olduğunu və demək olar ki, bütün region və ölkələrdə bərabər paylandığını təsdiqləyir. Külək gücünün qeyri-kafi olması çətin ki, dünyada külək enerjisinin inkişafı üçün maneə ola bilər. Ayrı-ayrı ölkələr və regionlar üçün aparılan resurs təhlilləri çox vaxt qlobal sorğuların göstərdiyindən daha yüksək potensialı göstərir.

Külək enerjisi tez-tez "partlayış" və buna görə də etibarsız enerji mənbəyi kimi xarakterizə olunur. Əslində, külək turbinlərinin dayandırılması (söndürülməsi) və işə salınması xaotik deyil. Onların gücü hər hansı digər enerji sistemində olduğu kimi dəyişkəndir. Həm istehlakda, həm də istehsalda enerji axınlarına bir sıra proqnozlaşdırıla bilən və gözlənilməz amillər təsir edir. Məsələn, havanın dəyişməsi insanları isitmə və işıqlandırmanı açıb-söndürməyə məcbur edir. Digər tərəfdən, elektrik təchizatı sistemində böyük elektrik stansiyası qəza və ya planlaşdırılmış fasilə nəticəsində şəbəkədən ayrıldıqda bu, dərhal baş verir və yüzlərlə meqavatlıq şəbəkədə dərhal itkilərə səbəb olur. Külək enerjisi belə gözlənilməz uğursuzluqlar vermir. Yüzlərlə və minlərlə generator (bir neçə böyük elektrik stansiyası) sayəsində dalğalanmalar daha yumşaq qəbul edilir və bu dalğalanmaları proqnozlaşdırmaq və idarə etmək asanlaşır. Küləyin müəyyən bir yerdə dayandırılmasının ümumi təsiri əhəmiyyətsizdir, çünki külək həmişə bir yerdədir).

Külək enerjisi həmişə enerji sisteminin ehtiyatlarına təsir göstərəcək, onun böyüklüyü enerji sisteminin ölçüsündən, istehsal növündən, dalğalanmalardan, tələbatın idarə edilməsindən və digər sistemlərlə inteqrasiya dərəcəsindən asılı olacaq. Eyni zamanda, böyük enerji sistemləri generasiya mənbələrinin müxtəlifliyindən istifadə edə bilər. Bu cür sistemlər həmişə dəqiq proqnozlaşdırıla bilməyən yük dəyişiklikləri və stansiyaların bağlanması üçün çevik mexanizmlərə malikdir.

Analitiklərin proqnozlarına görə, yaxın illərdə ölkəmizdə külək energetikası digər bərpa olunan enerji növləri ilə müqayisədə daha sürətlə inkişaf edəcək və külək stansiyalarının ümumi gücü günəş stansiyalarının tutumunu 10 dəfə üstələyəcək. Mütəxəssislərin fikrincə, bu onunla bağlıdır ki, fotovoltaiq modullarla müqayisədə eyni gücə malik olan külək turbinləri daha kiçik ərazi tutur və xeyli ucuz başa gəlir.

Proqnozlara görə [5], ilkin enerjinin dünya istehlakı 2030-cu ilə qədər ildə təxminən 1,6% artacaq ki, bu da istehlakın ümumi artımını 36% verəcəkdir. Əhalinin artım dinamikasını və enerji istehlakını müqayisə etdikdə, enerji istehlakının artımının daha yüksək olacağını görmək olar, yəni yerin sakinləri həyati ehtiyaclarını ödəmək üçün getdikcə daha çox enerjiyə ehtiyac duyacaqlar.

Günəş enerjisinin törəməsi olan külək enerjisi Yer səthinin qeyri-bərabər istiləşməsi nəticəsində əmələ gəlir. Yer hər saatda 100.000.000.000.000 kVt/saat günəş enerjisi alır. Günəş enerjisinin təxminən 1-2%-i külək enerjisinə çevrilir. Bu rəqəm Yerdəki bütün bitkilərin biokütləyə çevirdiyi enerjinin miqdarından 50-100 dəfə çoxdur. Bir neçə minilliklər ərzində bəşəriyyət külək enerjisindən istifadə edir. Külək gəmilərin yelkənlərini şişirdir, yel dəyirmanlarını işə məcbur edirdi. Küləyin kinetik enerjisi həmişə Yer kürəsinin demək olar ki, bütün guşələrində mövcud olmuşdur və belə də qalır. Külək enerjisi ekoloji baxımdan da cəlbedicidir: ondan istifadə zamanı atmosfərə emissiyalar və təhlükəli radioaktiv tullantılar atılmır.

Əsas enerji mənbəyi kimi külək heç bir xərc tələb etmir. Bundan əlavə, bu enerji mənbəyi mərkəzləşdirilməmiş şəkildə istifadə edilə bilər. Məsələn, neft və ya təbii qazın yanması nəticəsində yaranan elektrik enerjisinin istehsalı və ötürülməsi kimi infrastrukturların yaradılmasına ehtiyac yoxdur. Enerji mənbəyi kimi külək, məsələn, Günəşdən daha az proqnozlaşdırıla bilər, lakin müəyyən vaxtlarda küləyin olması gün ərzində müşahidə olunur. Külək ehtiyatlarına Yerın relyefi və 100 metrə qədər hündürlükdə yerləşən maneələrin olması təsir göstərir. Ona görə də külək günəş enerjisindən daha çox yerli şəraitdən asılıdır. Məsələn, dağlıq ərazidə iki sahə eyni günəş potensialına malik ola bilər, lakin onların külək potensialının, ilk növbədə, topoqrafiya və

küləyin axını istiqamətlərindəki fərqlərə görə fərqli olması tamamilə mümkündür. Külək tərəfindən istehsal olunan enerjinin miqdarının havanın sıxlığından, fırlanma zamanı külək turbininin qanadlarının əhatə etdiyi sahədən, həmçinin küləyin sürətindən asılı olduğunu da xatırlamaq lazımdır.

Küləyin sürəti külək turbininin elektrik enerjisinə çevirə biləcəyi enerjinin miqdarına təsir edən ən mühüm amildir. Küləyin yüksək sürəti keçən hava kütlələrinin həcmi artırır. Buna görə də küləyin sürətinin artması ilə külək elektrik stansiyasının istehsal etdiyi elektrik enerjisinin miqdarı da artır. Külək enerjisi küləyin sürəti ilə mütənasib olaraq dəyişir. Beləliklə, məsələn, küləyin sürəti iki dəfə artarsa, rotorun aldığı kinetik enerji səkkiz dəfə artır. Aşağıdakı cədvəl standart şərtlərdə (quru hava, sıxlıq  $1,225 \text{ kq/m}^3$ , dəniz səviyyəsindən yuxarı atmosfer təzyiqi 760 mm c.s.) külək enerjisinin dəyərlərini göstərir.

Cədvəl 4.1. Külək enerjisinin dəyərləri.

<i>m/san</i>	<i>Vt/m<sup>2</sup></i>
1	1
3	17
5	77
9	477
11	815
15	2067
18	3572
21	5672
23	7452

Külək axını, yolda bıçaqları çevirərək, enerjisini külək təkərinə verir. Aerodinamik itkilərin olması səbəbindən külək təkəri külək axınının gücünün yalnız bir hissəsini istifadə edir. Eyni zamanda, ani küləyin sürətinin davamlı dəyişməsi nəticəsində külək axınının enerjisi və nəticədə külək təkərinin inkişaf etdirdiyi güc əhəmiyyətli dərəcədə

dəyişir. Təbii külək şəraiti daim dəyişir, küləyin sürəti də dəyişir. Külək generatorunun konstruksiyası 3 - 30 m/san diapazonunda küləyin sürəti ilə işləmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Daha yüksək küləyin sürəti külək dəyirmanını məhv edə bilər, buna görə də böyük külək turbinləri əyləclərlə təchiz edilmişdir. Kiçik külək dəyirmanları hətta 3 m/s-dən az küləyin sürətində də işləyə bilər.

Yerin səthi, onun üzərində yerləşən bitki örtüyü və tikililər küləyin sürətinin azalmasına təsir edən əsas amildir. Bu fenomen qeyri-bərabər ərazinin təsiri kimi təsvir olunur. Yer səthindən uzaqlaşdıqca relyef qeyri-bərabərliyinin təsiri də azalır, laminar hava axını isə artır. Atmosferin aşağı təbəqələrində küləyin sürətinə Yer səthi ilə sürtünmə çox böyük təsir göstərir. Külək enerjisi üçün bu o deməkdir ki, ərazi nə qədər qeyri-bərabər olsa, küləyin sürəti bir o qədər aşağı olacaq. Meşələr və böyük şəhərlər səbəbindən küləyin sürəti əsasən yavaşlayır, böyük su obyektləri və ya məsələn, hava limanı əraziləri küləyə demək olar ki, yavaşlatıcı təsir göstərmir. Binalar, meşələr və digər maneələr nəinki küləyin sürətini ləngidir, həm də turbulent cərəyanlar yaradır.

Artıq qeyd edildiyi kimi, küləyin sürətinə ən az su boşluqları təsir edir. Bir külək dəyirmanı quraşdırmaq üçün müəyyən bir ərazinin uyğunluğunun qiymətləndirilməsi, yəni. onun külək potensialı, mütəxəssislər qeyri-bərabər ərazinin təsnifatından istifadə edirlər. Ərazi pürüzlülüynün daha yüksək dərəcəsi səthdə daha çox maneə və müvafiq olaraq küləyin sürətinə daha çox yavaşladıcı təsir deməkdir.

Sənayedə külək kəsmə kimi bir şey də var. Bu, yerin səthinə yaxınlaşan burulğan cərəyanlarının sürətinin azaldılması prosesini təsvir edir. Külək turbininin layihələndirilməsi zamanı küləyin kəsilməsi də nəzərə alınmalıdır. Beləliklə, bir külək turbininin böyük bir rotor diametri varsa, lakin onun qülləsinin hündürlüyü əhəmiyyətsizdirsə, nəticədə yuxarı vəziyyətdə yerləşən bıçağın ucuna təsir edən külək maksimum sürətə sahib olacaq və hərəkət edən külək axını altındakı bıçağın ucunda minimal olacaq, bu da külək dəyirmanının məhvinə səbəb ola bilər.

Külək enerjisi qurğuları adətən yer səthindən 50-70 m-ə qədər hündürlükdə, daha az tez-tez 100-150 m-ə qədər yüksəklikdə küləkdən istifadə edir, buna görə də bu təbəqədə



hava axınlarının hərəkət xüsusiyyətləri ən böyükdür. Küləyin enerji dəyərini təyin edən ən mühüm xüsusiyyət onun sürətidir. Bir sıra meteoroloji amillərə görə (atmosferin pozulması, günəşin aktivliyinin dəyişməsi, Yerə verilən istilik enerjisinin miqdarı və digər səbəblər), həmçinin relyef şəraitinin təsiri ilə küləyin fasiləsiz davam etməsi verilmiş sahə, onun sürəti və istiqaməti təsadüfi qanuna görə dəyişir. Buna görə bir külək turbininin müxtəlif zaman dövrlərində istehsal edə biləcəyi gücü çox aşağı bir ehtimalla proqnozlaşdırmaq olar. Eyni zamanda, il və ya mövsüm ərzində orta küləyin sürəti və sürətlərin tezlik paylanması bir qədər dəyişdiyindən, xüsusilə uzun müddət ərzində vahidin ümumi məhsuldarlığı yüksək etibarlılıq səviyyəsi ilə hesablanıla bilər.

Bir külək elektrik stansiyasının etibarlılığı və davamlılığı üçün ən vacib olan zonada məhdudlaşdıran küləyin sürətinin dəyərləridir. Quraşdırmanın vahidlərinin və strukturlarının dizaynında qəbul edilmiş dizayn standartlarını möhkəmliyə, tənzimləyicilərin parametrlərinə və bıçaqların aerodinamik xüsusiyyətlərinə görə müəyyənləşdirirlər.

Əhəmiyyətli bir xüsusiyyət şaquli külək profilidir, yəni səth qatında hündürlüklə onun sürəti dəyişir. Yer səthinin küləyin sürətinə və istiqamətinə təsiri hündürlük artdıqca azalır. Buna görə də sürət adətən artır və axının şaxtallığı və sürətlənməsi azalır. Yayda sürət qradiyenti, bir qayda olaraq, şaquli temperatur fərqi nisbətən kiçik olduğu qışdan daha kiçik olur.

Hündürlüyə görə küləyin sürətinə dair müşahidə məlumatları əsasında bəzi tədqiqatçılar hündürlüyə görə küləyin sürətini təyin etmək üçün ümumiləşdirici düsturlar əldə etmişlər. Bunlardan 5 m və daha yüksək hündürlük üçün ən sadə asılılıq aşağıdakı ifadəyə malikdir:

$$V = V_0 \left( \frac{h}{h_0} \right)^{\frac{1}{5}},$$

burada:  $V_0$  və  $h_0$  yerin yaxınlığında ölçülən müvafiq olaraq sürət və hündürlükdür;  $V$  hündürlüyü  $h$  üçün müəyyən edilmiş sürətdir.

Yerin səthindəki müxtəlif maneələr hava axınlarının sürətinə və istiqamətinə böyük

təsir göstərir. Hava axınının bir hissəsi maneələrin ətrafından keçərkən düzxətli hərəkətdən nizamsız, burulğana çevrilir. Maneələrin kənarları ətrafında birbaşa axan hava reaktivləri onlardan qoparaq hava axını istiqamətində daşınan burulğanlara çevrilir. Daşınanların yerində yeni burulğanlar əmələ gəlir və s. Maneənin üzlərində meydana gələn bu burulğan əmələ gəlməsi onun çox arxada getdikcə sönür və maneənin hündürlüyündən təqribən on beş dəfə məsafədə tamamilə dayanır. Nəticədə, evin damından keçərkən hava axınının sürəti əhəmiyyətli dərəcədə artır və maneənin arxasında təkcə maneənin özünün səviyyəsində deyil, hətta bir qədər yüksək hündürlükdə də azalır.

Maneələrin küləyin sürətinə təsiri yer səthindən hündürlük artdıqca azalır və müəyyən hündürlükdə demək olar ki, yox olur. Aşağı təbəqələrin küləkləri ərazini izləyir. Bu vəziyyətdə rast gəlinən pozuntular külək turbinlərinin işləməsi üçün əlverişsiz olan burulğanlara səbəb olur. Küləyin həm sürəti, həm də istiqamətində qeyri-sabitliyi yerdən təxminən 80 m hündürlüyə qədər uzanır.

$v$  sürəti ilə hərəkət edən və kütləsi  $m$  olan hər hansı bir cismin küləyin axınının kinetik enerjisi bərabərdir:

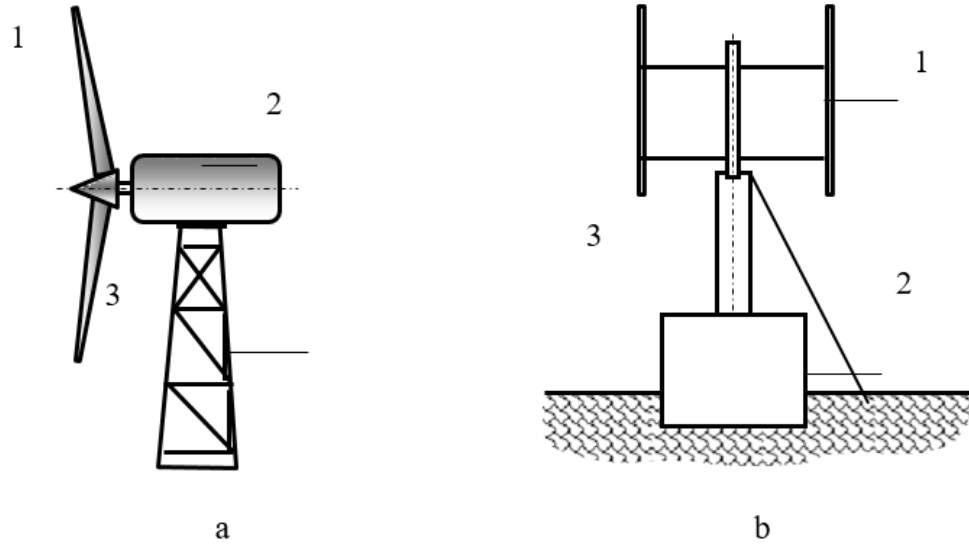
$$A = \frac{mV^2}{2} t.$$

Praktiki maraq doğuran sual budur: müasir texniki vasitələrdən istifadə etmək üçün ümumiyyətlə nə qədər külək enerjisi mümkündür? Küləyin sürətinin vaxt və hündürlükdə dəyişkənliyi, külək elektrik stansiyalarının və stansiyalarının istismar qruplarında təcrübənin olmaması praktiki istifadə üçün mümkün olan külək enerjisinin miqdarını dəqiq müəyyən etməyə imkan vermir. Külək elektrik stansiyalarının istifadə etdiyi külək enerjisinin təxmini nəzəri hesablanması külək turbinlərinin quru səthində paylanmasına əsasən aparıla bilər və illik enerji hasilatını müəyyən etmək üçün külək elektrik stansiyasının xüsusiyyətlərini bilmək lazımdır. Cədvəl 4.2, 1 kv.km-ə yerləşdirilə bilən külək turbin generatorlarının quraşdırılmış gücünün dəyərləri haqqında hesablanmış məlumatları təqdim edir (km yer səthi və orta illik külək sürətinin müxtəlif dəyərləri üçün yaratdığı enerjinin dəyərləri).

Cədvəl 4.2. 1 kv.km-ə yerləşdirilə bilən külək turbin generatorun quraşdırılmış gücü.

<b>Orta illik küləyin sürəti (m/s)</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Külək turbinləri ilə işləyən generatorların quraşdırılmış gücü 1 kv. km, kVt	297	435	618	790	1100	1480	1880	2 400
İllik enerji hasilatı 1 kv. km, min kVt/saat,	445	680	1060	1 550	2 220	3040	3950	5 120

Ümumi halda külək elektrik stansiyası (KES) külək enerjisini digər enerji növlərinə (elektrik, mexaniki, istilik və s.) çevirmək üçün nəzərdə tutulmuş bir-biri ilə əlaqəli avadanlıq və qurğular kompleksidir. Elektrik enerjisinin istehsalı, ötürülməsi, bölüşdürülməsi və çevrilməsi baxımından aydın üstünlüklərini nəzərə alaraq, külək elektrik stansiyaları üstünlük təşkil edən inkişaf və paylama aldı. Müasir külək elektrik stansiyaları (xarici ədəbiyyatda onlara külək turbinləri deyilir) hərəkət edən hava kütlələrinin (külək axını) kinetik enerjisini verilmiş keyfiyyətlə elektrik enerjisinə çevirmək üçün mürəkkəb avtomatlaşdırılmış elektromexaniki sistemdir. Külək turbinlərindən istifadə üzrə dünya təcrübəsi göstərmişdir ki, struktur olaraq o, külək turbinindən 1, maşın otağından 2, dayaqdan 3 ibarət olmalıdır (şək. 4.1).



Şəkil 4.1. Külək elektrik stansiyasının ümumi görünüşü:

a – üfüqi rotorla; b – şaquli rotorla.

Külək turbinləri külək axınının enerjisini birbaşa mexaniki enerjiyə çevirir, daha sonra müxtəlif mexanizmləri və maşınları (məsələn, nasosları) idarə etmək üçün istifadə olunur və ya elektrik enerjisinə çevrilir. Külək turbinlərinin elektrik generatoru üçün sürücü kimi istifadə olunan külək turbinləri iki əsas növə bölünür:

- külək turbininin fırlanma bucaq sürətinin vektorunun və külək axınının sürət vektorunun ox komponentinin kollinearlığı ilə xarakterizə olunan üfüqi-oxlu (HO) (şəkl. 4.1-a.);
- külək turbininin fırlanma bucaq sürəti vektorunun ortoqonallığı və külək axınının sürət vektorunun eksenel komponenti ilə xarakterizə olunan şaquli-oxlu (VO) (şəkil 4.1-b).

Xarici fərqlərinə baxmayaraq, şaquli və üfüqi fırlanma oxları olan yel dəyirmanları oxşar sistemlərdir. Küləyin kinetik enerjisi, hava axınlarının külək dəyirmanının bıçaqları ilə qarşılıqlı təsiri nəticəsində əldə edilir, ötürücü sistem vasitəsilə elektrik generatoruna ötürülür. Transmissiya sayəsində generator müxtəlif külək sürətlərində səmərəli işləyə bilər. Yaranan elektrik enerjisi şəbəkəni qidalandırmaq yolu ilə birbaşa istifadə edilə bilər və ya sonradan istifadə üçün akkumulyatorlarda saxlanıla bilər.

Külək turbinləri aşağıdakı meyarlara görə təsnif edilir: yaradılan enerjinin növü, güc səviyyəsi, təyinatı, tətbiq sahələri, külək təkərinin sabit və ya dəyişən sürəti ilə işləmə, idarəetmə üsulları, külək enerjisinin istehlakçıya ötürülməsi sisteminin növü.

İstehsal olunan enerji növündən asılı olaraq külək turbinləri külək-elektrik və külək-mexaniki bölünür. Elektrik külək turbinləri, öz növbəsində, elektrik enerjisini birbaşa və ya alternativ cərəyan yaradan külək turbinlərinə bölünür. Mexanik külək turbinləri işləyən maşınları idarə etmək üçün istifadə olunur.

Güc səviyyəsinə görə külək turbinləri dörd qrupa bölünür: çox aşağı güc, 5 kVt-dan az; aşağı güc, 5 ilə 100 kVt arasında; orta güc, 100-dən 1000 kVt-a qədər; yüksək güc, 1 MVt-dan çox. Hər bir qrupun külək turbinləri bir-birindən ilk növbədə konstruksiyasına, bünövrənin növünə, küləkdə külək turbininin quraşdırılması üsuluna, idarəetmə sisteminə, külək enerjisini ötürmə sisteminə, quraşdırma metoduna və texniki xidmət üsuluna görə fərqlənir.

Məqsədindən asılı olaraq DC elektrik külək turbinləri küləklə doldurulan, istehlakçıya zəmanətli enerji təchizatı və təminatlı enerji təchizatına bölünür. AC elektrik külək turbinləri muxtar, hibrid, müqayisə edilə bilən bir güc sistemi ilə paralel işləyən (məsələn, dizel qurğusu ilə), güclü enerji sistemi ilə paralel işləyən şəbəkəyə bölünür.

Məqsədlərinə görə mexaniki külək turbinləri su nasoslarını idarə etmək üçün külək nasoslarına və sənaye və məişət mexanizmləri ilə işləmək üçün külək elektrik stansiyalarına bölünür.

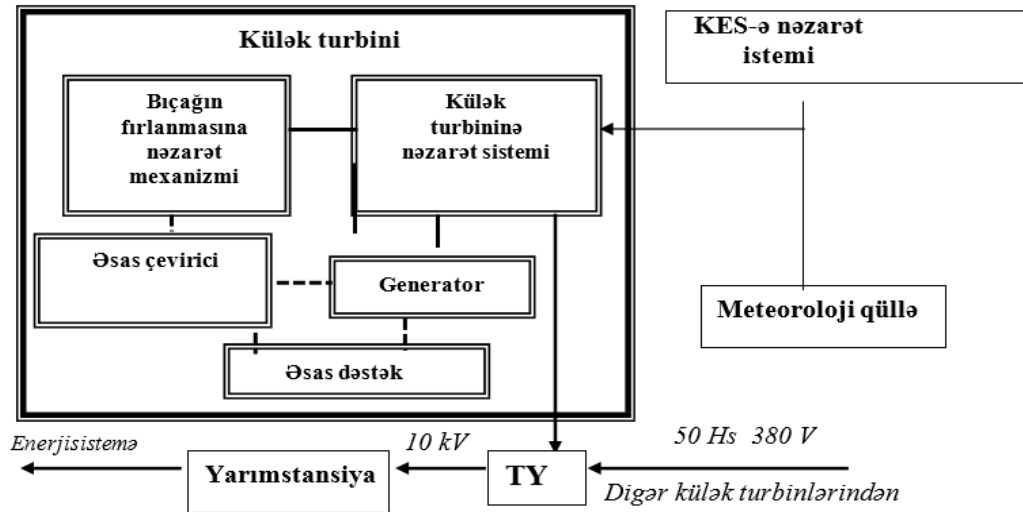
Külək turbinlərinin tətbiq sahələrinə görə təsnifatı onların təyinatı ilə müəyyən edilir. Külək turbinini hesablayarkən və layihələndirərkən və onun nominal parametrlərini seçərkən yükün növünü (elektrik generatoru, su nasosu və s.), külək enerjisinin istehlakçıya ötürülməsi sisteminin növünü, enerji növünü nəzərə almaq lazımdır. istehsal və saxlama sistemi.

Bir qayda olaraq, külək turbinləri aşağıdakı funksional hissələrdən ibarətdir:

- ilkin çevirici;

- elektrik generatoru;
- çevirmə cihazı;
- külək turbinlərinin idarəetmə sistemləri.

Tipik yüksək tutumlu külək turbininə əsaslanan KES-in funksional diaqramı Şəkil 4.2. göstərilmişdir.



Şəkil 4.2. KES-in funksional diaqramı.

Külək turbinləri həm böyük, həm də kiçik bir sıra müxtəlif xüsusiyyətlərə görə təsnif edilir. Təsnifatın əsas xüsusiyyətlərindən biri külək turbininin rotorunun fırlanma bucaq sürətinin vektorunun sərbəst atmosfer axınında küləyin sürətinin vektoruna nisbətən istiqamətləndirilməsidir. Bu əsasda külək turbinləri kollinear və ortoqonala bölünür.

Külək turbininə kollinear deyilir, bunun üçün külək sürətinin vektorları və külək turbininin rotorunun fırlanma bucaq sürəti paralel və ya antiparaleldir. Bu üfüqi oxlu külək turbinidir. Ümumi vəziyyətdə ortoqonal, külək sürətinin vektorlarının və külək turbininin rotorunun fırlanma bucaq sürətinin perpendikulyar olduğu bir külək turbinini adlanır. Onların birləşməsi üçün iki xüsusi variant var:

- külək turbininin rotorunun fırlanma bucaq sürətinin fırlanma vektoru yer səthinə perpendikulyardır; belə bir külək turbinini şaquli külək turbinidir, bəzən fırlanan və ya karusel adlanır;

- külək turbininin rotorunun fırlanma bucaq sürətinin fırlanma vektoru yer səthinə paraleldir; belə bir külək turbininə bəzən karusel külək turbini deyilir.

Külək sürətinin vektorları ilə külək turbininin rotorunun fırlanma bucaq sürəti arasındakı bucağın kəskin ( $0$  ilə  $90^\circ$  arasında) olduğu bir külək turbini mümkündür. Belə bir külək turbinini oblique-axial adlandırmaq olar. Bu sxemin həyata keçirilməsinə bir nümunə vidalı külək turbinidir.

Başqa bir əsas xüsusiyyətə görə, külək turbininin qanad sisteminin üzərinə düşən hava axını ilə güc aerodinamik qarşılıqlı təsir prinsipinə görə külək turbinləri iki növə bölünə bilər:

- qanad sisteminin hərəkəti zamanı qanad sisteminin işçi elementlərində (bək pərdələr, fırlanan silindrlər) yaranan və fırlanma momenti yaradan qaldırıcı qüvvədən istifadə edən külək turbinləri;

- qanad sisteminin hərəkəti zamanı qanad sisteminin müxtəlif elementlərində (qanad qanadları və ya hər hansı digər səthlərdə) yaranan aerodinamik qüvvələr fərqi, bu səthlərin külək istiqamətində və əksinə hərəkəti anlarında istifadə edən külək turbinləri. küləyin istiqaməti, yəni - bıçaq sisteminin elementlərində meydana gələn aerodinamik sürüklənmə fərqi.

Nəzəri cəhətdən mümkün və praktiki olaraq həyata keçirilən külək turbinləri sxemlərinin müxtəlifliyinə baxmayaraq, müasir külək turbinləri, güc səviyyəsindən asılı olmayaraq, ya pərvanəli üfüqi-oxlu külək turbinləri, ya da ortoqonal şaquli-oxlu külək turbinləridir (qanadlarda qaldırıcı qüvvədən istifadə etməklə), çünki bu iki külək turbinlərinin növləri ən yüksək texniki-iqtisadi göstəricilərə malikdir.

Üfüqi külək turbinləri şaquli külək turbinləri ilə müqayisədə aşağıdakı üstünlüklərə malikdir:

- bıçaqların quraşdırılması bucağını dəyişdirərək köməkçi sürücü olmadan müstəqil işə salma imkanı;

- külək enerjisindən istifadə əmsalının daha böyük dəyəri;

- sürət  $X$  əmsalının daha böyük dəyəri və nəticədə elektromexaniki avadanlıqların

çəki və ölçü göstəricilərini azaltmağa imkan verən külək turbininin daha böyük fırlanma tezliyi;

- fırlanma anının bucaq ötürülməsinə ehtiyacın aradan qaldırılması.

#### **4.2. Külək turbinlərinin gücünün seçilməsi**

Külək turbinini müəyyən mənada məişət məhsulu hesab etmək olar, çünki onun quraşdırılması və istismarı üçün icazə tələb olunmur. Bu, külək enerjisi mənbələrinin mühüm üstünlüyüdür. Çünki, külək turbinləri xüsusi inzibati icazələr olmadan quraşdırıla və istismar edilə bilər, sonra onların köməyi ilə demək olar ki, pulsuz elektrik enerjisi əldə edə bilərsiniz. Külək generatorunun yanacağa ehtiyacı yoxdur, ətraf mühiti çirkləndirmir və həddindən artıq səs-küy yaratmır.

Külək turbinləri elektrik xətlərindən uzaqda yerləşən istehlakçıların əsas və ya ehtiyat enerji təchizatı üçün, eləcə də pula qənaət məqsədilə daim artan tariflərlə əlaqədar istifadə oluna bilər. Əslində, KEQ-ları yalnız elektrik enerjisinin istehsalı və yığılması üçün avadanlıqları deyil, həm də elektrik enerjisinin keyfiyyətinin standart göstəriciləri ilə gərginlik əldə etməyə imkan verən cihazları birləşdirir.

Məsələn, bir külək turbininin bir hissəsi kimi bir akkumulyator batareyası (batareya) var. Sabit cərəyanla doldurulur. Külək turbininin bir hissəsi olan elektrik generatoru dəyişən cərəyanla enerji istehsal edir. Buna görə, külək turbininin bir hissəsi olaraq AC gərginlik sistemini DC gərginlik sisteminə çevirən bir cihaz var. Bu düzələndiricidir. Sabit cərəyandan dəyişən cərəyana (50 Hz, 220/380 V) çevrilmə eyni zamanda külək turbininin tərkib hissəsi olan bir çeviricidən istifadə etməklə həyata keçirilir. Külək generatorundan enerji alan elektrik qəbulediciləri təchizatı gərginliyinin keyfiyyətinə həssas olduqda, külək turbinlərinin bir hissəsi kimi çeviricilərin istifadəsi məcburidir.

Böyük elektrik istehlakçıları enerji ilə təmin etmək üçün külək turbinləri dizel və ya benzin generatoru, günəş panelləri, eləcə də mərkəzi enerji təchizatı şəbəkəsi olan



kompleksin bir hissəsi kimi istifadə edilə bilər. Sistemə daxil olan dizel və ya benzin generatoru, günəş panelləri batareyaları (bundan sonra akkumulyatorlar) doldurmaq və uzun müddət sakitlik zamanı lazımi elektrik enerjisini yaratmaq üçün ehtiyat mənbələr kimi istifadə olunur. Beləliklə, müstəqil zəmanətli enerji təchizatının etibarlı və qənaətli sistemi yaradılır.

Külək elektrik stansiyasının parametrləri istehsal olunacaq elektrik enerjisinin miqdarından və külək turbininin quraşdırılması nəzərdə tutulan yerin külək enerjisi potensialından asılıdır.

Ərazinin külək potensialı orta illik küləyin sürətinin dəyəri ilə xarakterizə olunur.

Bir külək dəyirmanı tərəfindən yaradıla bilən elektrik enerjisinin miqdarı küləyin süpürdüüyü bıçaqların səthindən asılıdır. Bu sahə külək təkərinin diametri (və ya radiusu) ilə müəyyən edilir [3, s.15]. Küləyin sürəti ilə külək generatorunun yaratdığı elektrik enerjisi arasındakı əlaqə düsturla əks olunur:

$$P_{el} = \xi \cdot 0,5 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot \rho \cdot V_{or}^3 \cdot \eta, \quad (4.1)$$

burada,  $\xi$  – külək enerjisindən istifadə əmsalı;

$R$  – külək təkərinin radiusudur, m,

$\rho$  – hava sıxlığı (normal şəraitdə),  $\rho = 1,2041 \frac{kg}{m^3}$ ;

$V_{or}$  – orta illik küləyin sürəti, m/san;

$\eta$  – elektromexaniki enerji çeviricisinin səmərəliliyi ( $\eta = 0,7 - 0,9$ ).

Xüsusi bir külək turbin modelinin seçilməli olduğu meyarları müəyyən edək.

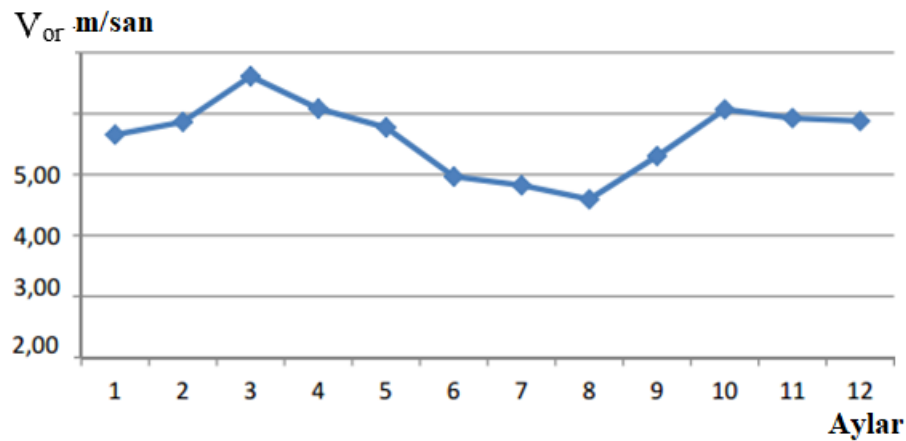
Birinci meyar quraşdırma yerində orta illik küləyin sürətidir.

İkinci meyar istehsal olunan elektrik enerjisinin miqdarıdır.

Üçüncüsü, müxtəlif modellər üçün 2 ilə 4 m / s arasında dəyişən başlanğıc küləyin sürətinin dəyəridir.

Dördüncüsü, adətən 8 - 15 m / s olan nominal küləyin sürətidir.

Küləyin orta illik sürəti Bofort şkalası və külək turbininin quraşdırılması üçün nəzərdə tutulmuş sahədə il ərzində küləyin görünən təsirini müşahidə etməklə əldə edilmiş məlumatlardan istifadə etməklə (şək. 4.3) müəyyən edilir.



Şəkil 4.3. Aylar üzrə orta küləyin sürəti.

Bofort şkalası və meteoroloji müşahidələrə görə küləyin orta illik sürəti

$$v_{or} = 6 \frac{m}{san} \quad (4.2)$$

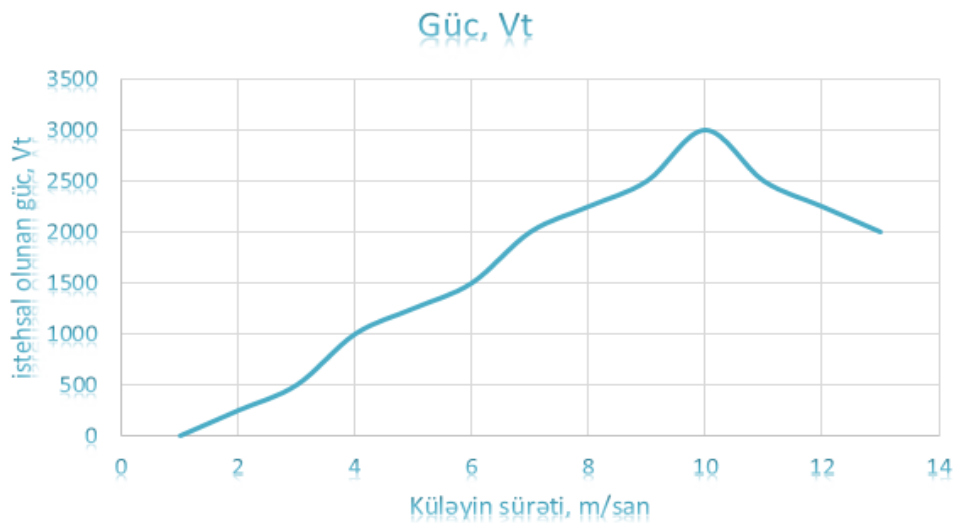
Külək generatorunu seçmək üçün külək turbininin imkanlarını aydın şəkildə əks etdirən və istehsal olunan elektrik enerjisinin küləyin sürətindən asılılığını ifadə edən güc xarakteristikasından istifadə edə bilərik. Bu xarakteristika adətən eksperimental olaraq götürülür və külək turbinlərinin texniki təsvirində verilir.

İstehsalçıların veb-saytlarında təqdim olunan məlumatların təhlili əsasında biz ilk növbədə tədris korpusu üçün dəyişən enerji təchizatı üçün *ST-3000* tipli külək turbinini seçirik. Şəkil 3.3 bu külək turbininin güc xarakteristikasını göstərir.

*ST-3000* külək generatoru 3 kVt nominal gücü ilə xarakterizə olunur. 1 m/s ilkin küləyin sürəti ilə işləyir. Orta illik küləyin sürəti 9 m/s olduqda, istehsal olunan enerji təxminən 3000 Vt təşkil edir. Korpusun damında ən çoxu 2 ədəd bu cür KQ quraşdırmaq mümkündür. İki ədəd KQ-su maksimum güclə saatda 6 kVt\*saat enerji istehsal edər.

Cədvəl 4.3. 3000 Vt şaquli oxlu külək turbininin texniki xüsusiyyətləri.

Model	ST-3000
Nominal güc	3000 Vt
Maksimal güc	3200 Vt
Nominal gərginlik	12 V / 24 V / 48 V
Başlama zamanı küləyin sürəti	1,0 m/san
Küləyin nominal sürəti	9,0 m/san
Küləyin maksimal sürətinə dözümlülük	45 m/s
Təkər diametri	0,9 m
Bıçaq materialı	Alüminium ərintisi
Bıçaq nömrəsi	10
Generator	Generator Maglev
İdarəetmə sistemi	Elektromaqnit
Sürətə nəzarət	Avtomatik yayılma
İşləmə temperaturu	-80 – +80°C



Şəkil 4.4. 3000 Vt şaquli oxlu külək turbininin güc xarakteristikası.

VAWTS külək turbinləri patentləşdirilmiş maqnit materialının, həmçinin mis, təyyarə dərəcəli alüminium və paslanmayan poladdan ibarət xüsusi ərintilərin istifadəsi

sayəsində dünyanın ən qabaqcıllarından biridir. Bu külək turbinləri rəqib modellərdən daha çox güc yarada bilər. Külək enerjisindən istifadə dərəcəsi yüksəkdir, generatorun səmərəliliyi 80%-dən çoxdur. Qanad valı və quyruğu poladdan, dirək quyruğu manqan poladdan hazırlanıb. Yüksək keyfiyyətli materialların istifadəsi etibarlılıq və davamlılığı təmin edir. Sistemin sabit işləməsi. ST-3000 və daha yüksək modellərdə aşağıdakı funksiyaları həyata keçirən Siemens PLC ağıllı idarəetmə sistemindən istifadə etmək iqtisadi cəhətdən əsaslandırılmışdır: özünümüdafiə, optimal küləyin istiqamətinin avtomatik axtarışı, monitorinq və s. külək generatorunun valının əyilməsi, sürət qutusunun hamar idarə edilməsini təmin edir, bu da öz növbəsində bütün sistemin etibarlılığını və xidmət müddətini artırır.

Əlavə avadanlıq əsas paketə daxil edilmir, çünki eyni külək turbin modelində fərqli külək şəraiti və elektrik yükləri üçün fərqli gücdə olan çeviriciləri və fərqli sayda batareyaları quraşdırmaq mümkündür. Əlavə avadanlıq hər bir obyekt üçün ayrıca seçilir.

“Batareyalar – küləksiz saatlarda istifadə üçün elektrik enerjisi saxlayır. Onlar həmçinin generatorun çıxış gərginliyini bərabərləşdirir və sabitləşdirirlər. Batareya sayəsində siz güclü küləklərdə belə fasiləsiz dayanıqlı gərginlik əldə edə bilərsiniz” [15]. Sakit havalarda elektrik qəbulediciləri akkumulyatorlardan qidalanırlar.

Külək turbinlərinin sabit və etibarlı işləməsinə müxtəlif növ akkumulyator qurğuları da zəmanət verir. Onların arasında qeyd olunur:

Ən sadə akkumulyator növlərindən olan avtomobil starter akkumulyatorları. Onlar xidmət edilmiş və möhürlənmiş bölünür. 100-ə qədər boşalma dövrünə tab gətirə bilən birinci tip akkumulyator elektrolit səviyyəsinin müntəzəm yoxlanılmasını və İEEE tələblərinə cavab verən distillə edilmiş su ilə illik doldurulmasını təmin edir. Möhürlənmiş qurğular 200 boşalma dövrünə tab gətirə bilən texniki xidmət tələb olunmayan akkumulyator növüdür. Resurs tükəndikdən sonra onlar utilizasiyaya məruz qalırlar.

Gel batareyaları elektrik enerjisinin kimyəvi mənbələrinin texniki xidmət tələb olunmayan növüdür. Onlar turşu elektrolitinin tərkibində xüsusi silika gel qatılaşdırıcının olması və həddindən artıq yüklənmələrə həssaslığın artması ilə fərqlənirlər. Plitələr adi

şamplama və ya "yapışdırılmış" texnologiyadan istifadə etməklə istehsal olunur. Son gərginliyin aşağı dəyəri, digər batareyə növləri ilə müqayisədə, 350 dəfə dəyişən az sayda boşalma dövrünü təmin edir.

Batareyalara və akkumulyatorlara əlavə olaraq, külək turbininə aşağıdakı qurğular daxil ola bilər.

Müxtəlif sistemlərin bir hissəsi kimi istifadə edildikdə, generatordan çıxışda 220/380V gərginlik səviyyəsini almağa imkan verən bir gərginlik stabilizatoru (genişlənmiş giriş gərginliyi diapazonu ilə).

Bu cihaz, adətən, qəbuledicilər üçün sabit gərginliyin vacib olduğu sistemlərdə əvvəllər istifadə olunurdu. Bu cihazların əsas üstünlüyü külək təkərinin yalnız üç inqilabı ilə asinxron generatorun həyəcanlanmasıdır. Artıq belə bir aşağı sürətlə batareyanın sabit doldurulması üçün kifayət edən bir cərəyan yaranır.

“ATS - ehtiyat enerji mənbəyinin avtomatik daxil edilməsi. Əsas enerji kəsildikdə avtomatik olaraq 0,5 saniyə ərzində çoxsaylı enerji təchizatı arasında keçid edir. Külək generatorunu, elektrik şəbəkəsini, dizel generatorunu və digər enerji mənbələrini vahid avtomatlaşdırılmış sistemdə birləşdirməyə imkan verir. ATS bir obyektin şəbəkəsinin iki müxtəlif enerji mənbəyindən eyni vaxtda işləməsinə imkan vermir” [20].

Düzləndirici - sonradan batareyaya və ya çeviriciyə ötürmək üçün alternatorun çıxış gərginliyini düzəltmək (yel dəyirmanı tərəfindən yaradılan gərginliyin keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq üçün) üçündür.

İnverter – düzləndiricinin və ya batareyanın birbaşa cərəyanını alternativ cərəyanə çevirir. Dülğərlik sexinin elektrik avadanlıqları dəyişən cərəyanla işləyir. Buna görə bir çeviricinin olması bir şərtidir.

İnverterlər müxtəlif növlərdə olur. Dülğərlik sexinin yükündən bəri  
- üç fazlı, sonra çıxışı 3 fazlı bir gərginlik sistemi olan bir çeviriciyə ehtiyacınız var.

Hal-hazırda, izolyasiya edilmiş qapılı bipolyar tranzistorların (IGBT tranzistorları) keçid açarları kimi işlədiyi ən çox istifadə edilən müstəqil gərginlik çeviriciləri.

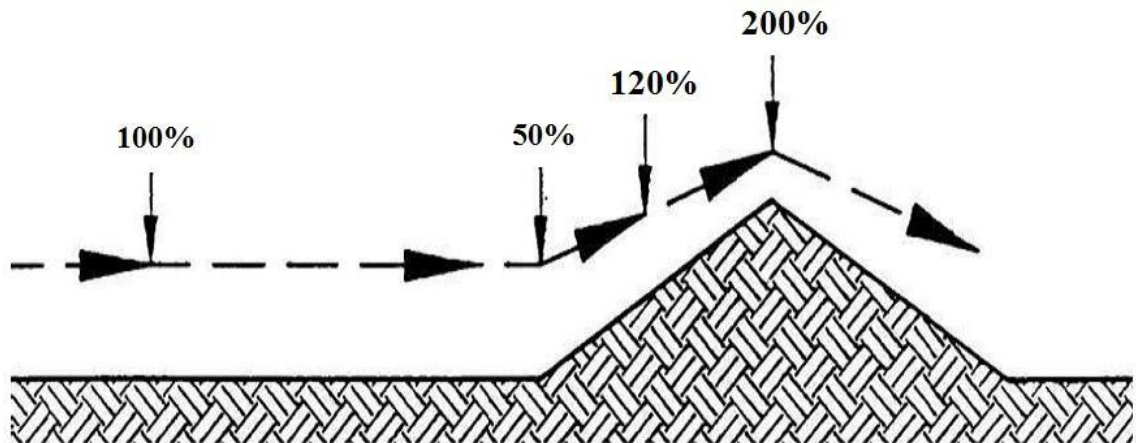
İdarəetmə sistemi vasitəsi ilə elektron açarların hər biri vaxtaşırı idarə olunmayan düzləndiricinin çıxışında mövcud olan sabit gərginliyə qoşulur. Başqa sözlə, PWM modulyasiyasından istifadə edərək, birinci harmonik şəbəkə gərginliyi ilə eyni amplituda və tezliyə malik olan üç fazlı AC gərginliyi yaradılır.

Fikrimizcə, külək turbininə burada nəzərdə tutulan tipli inverter daxil edilməlidir.

### 4.3. Külək qurğularının korpusun elektrik şəbəkəsinə qoşulması

Mümkün olan ən yüksək küləyin sürətini əldə etmək üçün külək generatorunu təpələrdə, təbii və süni maneələrdən mümkün qədər uzaqda quraşdırmaq tövsiyə olunur. Külək dəyirmanlarının yerləşdirilməsi üçün ərazidən asılı olmayaraq, yerin səthinə nə qədər yaxın quraşdırılırsa, küləyin sürəti bir o qədər aşağı olur. Şəkil 4.4 vizual olaraq göstərir ki, hündürlükdə küləyin axınının sürəti yerin səthindən qat-qat çoxdur.

Bu, yer səthində sürtünmə qüvvəsinin və yer səthində maneələrin olmasının nəticəsidir. Bu maneələr səbəbindən hər hansı bir külək turbininin səmərəliliyini azaldan turbuləntliklər yaranır. Buna görə də, küləklər üçün mümkün qədər az müdaxilənin olduğu bir yerə külək dəyirmanı yerləşdirmək daha yaxşıdır. Yəni ən yaxşısı külək turbinini təpənin üstündə yerləşdirməkdir [30].



Şəkil 4.5. Külək axınının sıxlığı, %.

Bizim vəziyyətimizdə tədris korpusunun damında külək turbinlərinin

quraşdırılması nəzərdə tutulur.

Külək enerjisi küləyin sürətinin kub funksiyasıdır. Buna görə də, küləyin sürətindəki cüzi dəyişikliklər belə, enerji istehsalında əhəmiyyətli dəyişikliklərə səbəb ola bilər. Küləyin sürətinin iki dəfə artması enerji çıxışını bir neçə dəfə artırır. Aydın ki, küləkdəki cüzi dəyişikliklərin külək dəyirmanının istifadəsinin səmərəliliyini əhəmiyyətli dərəcədə dəyişdirə biləcəyinə çox diqqət yetirilməlidir.

Yerə quraşdırarkən, külək turbininin yerləşdiyi yerdəki torpağın xüsusiyyətləri də nəzərə alınır. Boş qumlu torpaq, heterojen torpaqlar və hava şəraitindən asılı olaraq asanlıqla dəyişən torpaqlar, yığınlar kimi təməlin möhkəmləndirilməsi üçün tədbirlər görülmədikdə, külək turbininin quraşdırılması üçün uyğun deyildir. Külək generatorunun işləməsi zamanı nəzərəçarpancaq vibrasiya və dəstək elementlərinin olması vacibdir. Quraşdırma yerini seçərkən, külək turbini ilə əlavə elektrik avadanlığı arasındakı məsafəni nəzərə almaq lazımdır. Bu məsafə nə qədər qısa olarsa, kabel uzunluğu da bir o qədər qısa olar. Nəticədə ötürmə zamanı daha az enerji itkisi olacaq. Bu məsafə böyükdürsə, ötürmə üçün böyük kəsikli kabeldən istifadə etmək daha yaxşıdır [30]. Külək turbininin quraşdırılması iş zamanı bütün lazımı təhlükəsizlik tələblərinə riayət etməklə xüsusi təlim keçmiş işçilər tərəfindən aparılmalıdır. Quraşdırma işləri quru havada aparılmalı, küləyin sürəti 2 m/san-dən artıq olmamalıdır. Küləyin sürəti 2 m/san-dən çox olduqda bütün işlər dayandırılmalıdır.

Külək turbinini quraşdırarkən onu istehlakçılara düzgün birləşdirmək çox vacibdir. Sistemin əlavə avadanlıqlarından asılı olaraq əlaqə sxemləri üçün bir neçə variant var. Külək turbinlərinin minimum dəsti aşağıdakı komponentlərdən ibarətdir:

- Külək generatoru.
- Kontroller.
- Batareya.
- İnvertor.
- Kabellər və qoruyucular.

Külək generatoru - batareyaları doldurmaq üçün istifadə olunur, generator dəyişən

cərəyan yaradır. Generatorun gərginliyi və cərəyanı generatorun gücündən və küləyin gücündən asılıdır. Generatorun yerləşdiyi mastın hündürlüyü də mühüm rol oynayır, mast nə qədər yüksəkdirsə, hava axını daha sabitdir və külək generatorunun yüngül küləklərdə işləməsi ehtimalı daha yüksəkdir.

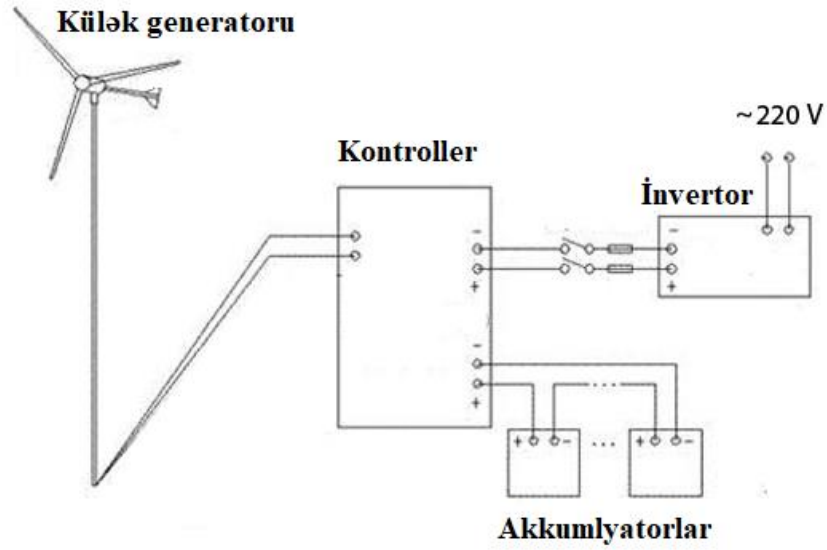
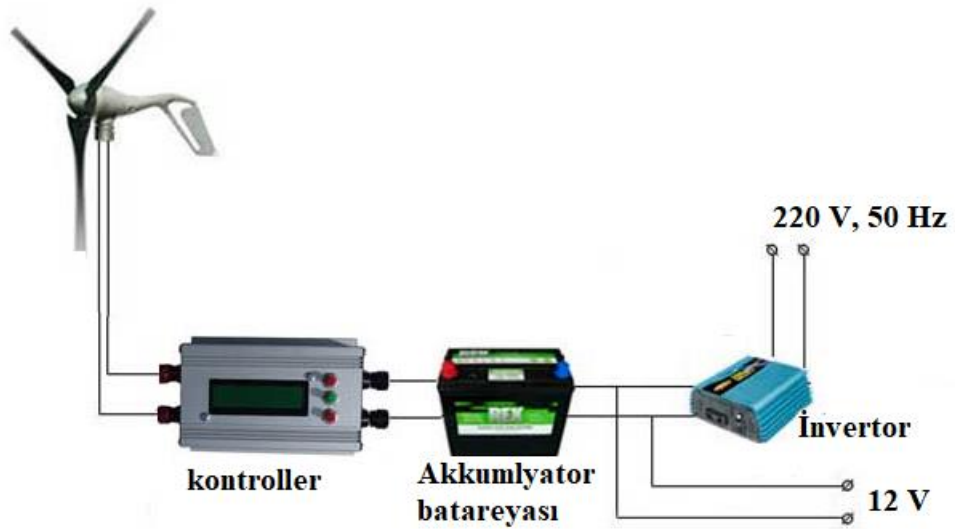
- İnvortor – dəyişən cərəyanı batareyaları doldurmaq üçün lazım olan sabit cərəyana çevirir.
- Batareyalar - enerji saxlama cihazları kimi xidmət edir, enerji istehlakı batareyalardan gəlir.
- İnveter DC-dən AC çeviricisidir. İnveterin girişi 12 V və ya 24 V-luq batareyalardan sabit cərəyan alır, çıxış isə əksər məişət elektrik cihazları tərəfindən istehlak edilən 220 V-dur. Öz növbəsində, çeviricilər bir neçə növdür:
- Dəyişdirilmiş sinus dalğası - aşağı keyfiyyətli çıxış gərginliyi, gərginlik keyfiyyətinə həssas olmayan istehlakçılar üçün istifadə olunur (işıq lampaları, televizorlar, qızdırıcılar, enerji cihazları).
- Saf sinus dalğası - elektrik mühərrikləri və dəqiq avadanlıq da daxil olmaqla bütün istehlakçılar üçün uyğun olan yüksək keyfiyyətli çıxış gərginliyi.
- Üç fazlı - birbaşa cərəyanı alternativ üç fazlı 380 V-a çevirir.
- Şəbəkə - ictimai şəbəkəyə elektrik enerjisi çıxarmaq üçün güclü külək stansiyalarında istifadə olunur.

Bu, külək təsərrüfatının işləməsi üçün lazım olan əsas avadanlıqdır, əlavə avadanlıqlar arasında avtomatik enerji təchizatı açarını (ATS) qeyd etmək olar. ATS - keçid, istehlakçılar üçün enerji mənbəyini avtomatik rejimdə dəyişdirməyə imkan verir. Elektrik enerjisinin əsas mənbəyi söndürüldükdə, bu halda külək turbini istehlakçıları təcili generatora və ya məişət elektrik təchizatına keçir.

*Külək turbininin ümumi naqıl diaqramı.*

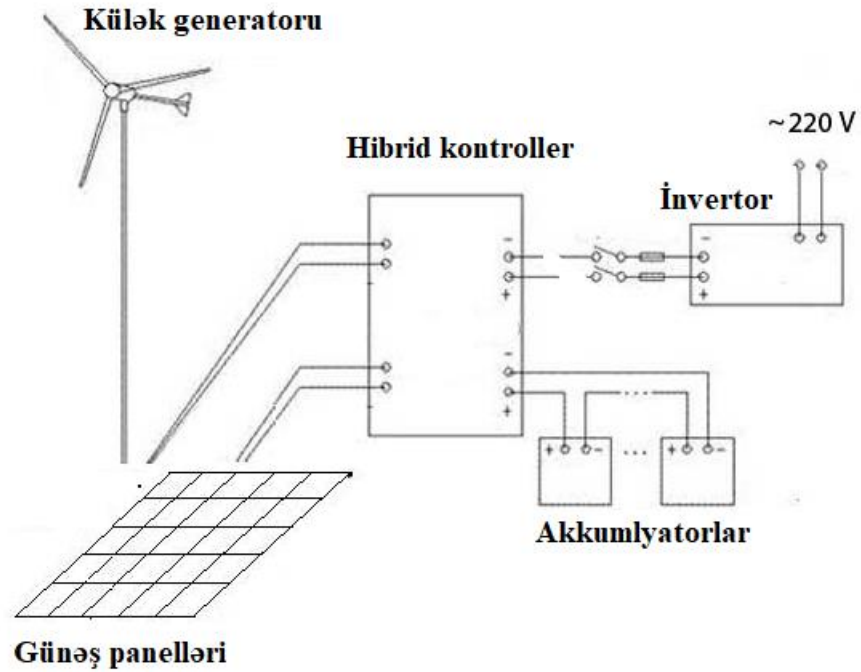
Şəkil sistem komponentlərinin necə bağlandığını sxematik şəkildə göstərir.





Şəkil 4.6. Bir fazalı külək generatorunun naqıl diaqramı.

Bu halda, enerji istehlakçıları tamamilə külək dəyirmanının işindən və batareyaların tutumundan asılıdır. Bu halda, günəş paneli əlavə olaraq sistemə qoşulur ki, bu da quraşdırmanın işini artırır.

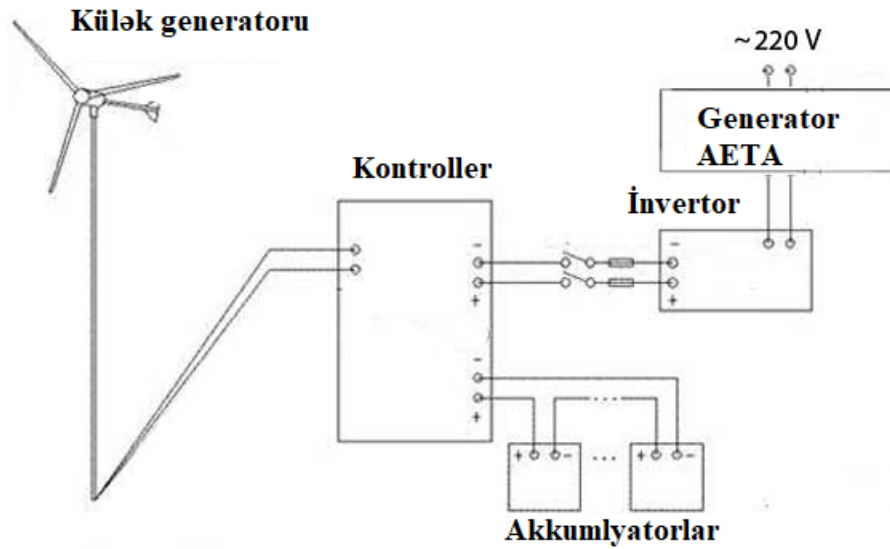


Şəkil 4.7. Günəş paneli ilə hibrid qoşulma sistemi.

Birinci variantdan fərqli olaraq, sistem külək generatorunun işindən tamamilə asılı deyil və batareyalar da günəş panelindən doldurulur.

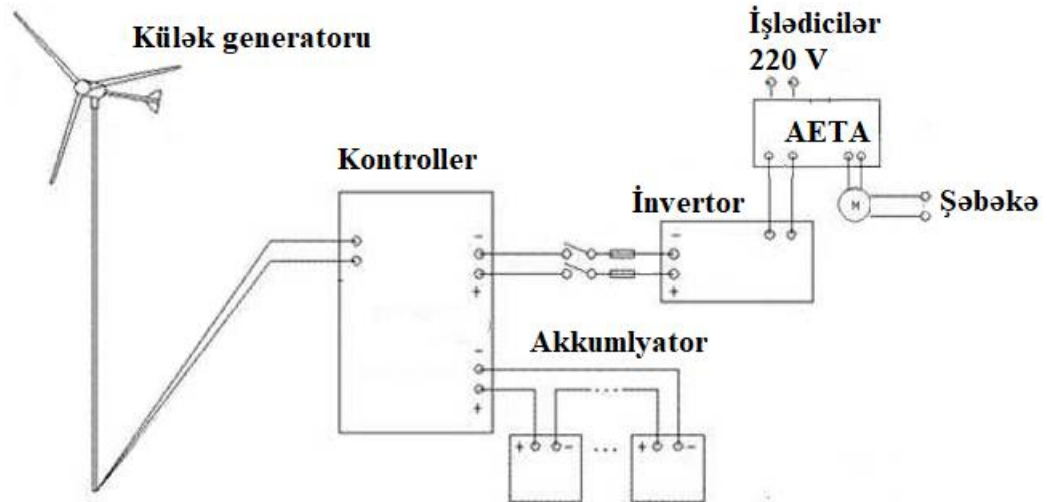
Ehtiyat generatoru olan bir külək generatorunun naqıl diaqramı.

Ehtiyat benzin (dizel) generatoru ilə əlaqə seçimi, bu halda, batareyanın doldurulması azaldıqda, AETA (avtomatik enerji təchizatı açarı) ehtiyat generatoru işə salır.



Şəkil 4.8. Şəbəkədən ehtiyat gücə malik külək generatorunun əlaqə diaqramı.

Sistemin növbəti versiyası şəbəkəyə qoşulub. Bu zaman külək olmadıqda və generator işləmə sürətinə çata bilmədikdə, AETA istehlakçıları şəbəkəyə çevirir. Şəbəkədə elektrik enerjisinin kəsilməsi zamanı AETA istehlakçıları qurğunun akkumulyatorlarından enerjiyə çevirir.



Şəkil 4.9. Külək olmadıqda işlədicilərin şəbəkəyə qoşulma sxemi.

#### a) Külək turbinlərinin quraşdırılması üçün ümumi təhlükəsizlik qaydaları

“Külək turbininin istismarı prosesi diqqətli və məsuliyyətli münasibət tələb edir. Onun tərkibinə daxil olan qurğular düzgün istifadə edilmədikdə və ya ağır hava şəraitində

artan təhlükə mənbəyi ola bilər” [43].

- Avadanlıqlara müntəzəm texniki qulluq göstərin.
- Külək turbinini özünüz təmir etməyə və ya xidmət göstərməyə çalışmayın. Bu iş peşəkar kadrlar tərəfindən aparılmalıdır.
- Qəbul zamanı avadanlığın əsas komponentlərinin vəziyyətini yoxlayın.
- Müvafiq göstərişlər olmadan heç kimə külək turbinini idarə etməsinə icazə verməyin.
- Sistemin vəziyyətindən asılı olmayaraq uşaqları külək turbininin komponentlərindən uzaq tutun.
- İşə başlamazdan əvvəl külək generatorunu diqqətlə yoxlamaq, bıçaqların, mastın və bütün flanş birləşmələrinin etibarlı şəkildə bağlandığından əmin olmaq lazımdır.
- Külək generatorunun istismarı zamanı naqillərə və işləyən turbinə toxunmağa icazə verilmir.
- Külək generatorunun işə salınması qoşulmadan həyata keçirilməlidir.
- Gözlənilən yükün gücü sistemə qoşulan çeviricinin gücündən çox olmamalıdır.

### **b) Elektrik təhlükəsizliyi**

Külək generatoru həddindən artıq cərəyanla əlaqəli elektrik təhlükələrindən qorunmaq üçün nəzərdə tutulmuş mürəkkəb elektron cihazlarla təchiz edilmişdir. Bu və hər hansı digər elektrik cihazlarını birləşdirərkən, elektrik cərəyanının axınının insanlar üçün yaratdığı risklərin olduğunu unutmayın. Elektrik sistemlərində istilik əmələ gəlməsi çox vaxt kiçik naqillər və ya zəif əlaqələr vasitəsilə ifrat cərəyanın nəticəsidir. Bataryalar təhlükəli miqdarda cərəyan verə bilər. Bataryadan gələn naqillərdə qısaqapanma baş verərsə, yanğın baş verə bilər. Bu riski aradan qaldırmaq üçün akkumulyatora qoşulmuş sxemlərdə müvafiq nominallı qoruyucu və ya elektrik açarları quraşdırmaq lazımdır [19, 30].

- Çılpaq elektrik naqillərinə və ya ayrılmış bağlayıcılara toxunmayın.

- Əlləriniz və ya ayaqlarınız nəmdirsə, külək turbininin komponentlərinə toxunmayın.
- Külək turbininin komponentlərinin (külək turbini və mast istisna olmaqla) maye və yağıntıya məruz qalmasına icazə verməyin və onları yağ döşəməyə qoymayın.
- Elektrik naqillərinin və bağlayıcıların yaxşı vəziyyətdə olduğundan əmin olun.
- Qüsurlu vəziyyətdə olan avadanlıqdan istifadə etməyin: bu qəza və elektrik cərəyanı ilə nəticələnə bilər.
- Külək turbinini yerli elektrik şəbəkəsi kimi hər hansı digər elektrik enerjisi mənbəyinə qoşmayın. Başqa bir mənbənin ehtiyat bağlantısı təmin edildiyi hallarda, avadanlıqların istismar xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla, ixtisaslı işçilər tərəfindən həyata keçirilməlidir.
- Obyektin paylayıcı şəbəkələrinə qoşulma külək turbininin quraşdırılması zamanı elektrik qurğularının quraşdırılması qaydalarına və qaydalarına ciddi şəkildə uyğun olaraq ixtisaslı işçilər tərəfindən həyata keçirilməlidir.
- Hər hansı yanan və partlayıcı maddələri (benzin, yağ və s.) külək turbininin komponentlərindən uzaq saxlayın.
- Partlayıcı mühitdə külək turbininin komponentlərinin istismarı qadağandır, çünki onun elektrik hissələrində qılgıncılar yarana bilər.
- Generator ona qoşulduqda batareyaları əlavə avadanlıqdan ayırmaq qadağandır, bu, avadanlıqların sıradan çıxmasına səbəb olacaqdır.

### **c) Mexanik təhlükəsizlik**

- Dönən bıçaqlar böyük təhlükədir.
- Külək generatorunun rotor qanadları çox davamlı materialdan hazırlanır.
- Fırlanmanın xarici diametri boyunca bıçaqların hərəkət sürəti artıq ola bilər. Bu sürətlə bıçaqlar ciddi zədələrə səbəb ola bilər. Heç bir halda turbin insanın hərəkət edən rotor qanadları ilə təmasda ola biləcəyi yerlərdə quraşdırılmamalıdır” [40]
- Turbini elə quraşdırmaq mümkün deyil ki, kimsə qanadların yolunda ola bilsin.
- Külək turbini işləyərkən külək çarxını dayandırmaq qadağandır, çox təhlükəlidir.
- Külək generatorunda bütün təmir işlərini yalnız külək təkəri tamamilə dayandıqda və sakit

havada aparmaq lazımdır.

**d) Əməliyyat təhlükəsizliyi**

- Quraşdırma və istismar zamanı aşağıdakı təhlükəsizlik tələblərinə əməl edin:
- Küləksiz bir gündə işləyin.
- Quraşdırma yer səviyyəsində aparılmalıdır.
- Bütün quraşdırma prosesi zamanı batareyaları ayırmaq lazımdır.
- Daimi olaraq (ildə bir dəfə) dayaq strukturlarını, bıçaqları və elektrik sistemlərini yoxlayın.
- Rotor bıçaqları çox güclüdür, lakin sərt bir cisimlə təmasda olsalar, qıra bilirlər.
- Təhlükəsiz işləməyi təmin etmək üçün turbin üçün yer seçərkən sağlam düşüncədən istifadə edin.
- Yeni turbinlər ən yüksək səmərəliliyə çatana qədər qısa bir fasilə müddəti tələb edir.

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ**  
**AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ**

*Əlyazması hüququnda*

**MƏMMƏDLİ ABBAS FUAD oğlu**

**ENERJİ SƏMƏRƏLİLİYİ TƏDBİRLƏRİ VƏ İQTİSADİ TƏHLİL**  
mövzusunda

**MAGİSTR DİSSERTASİYASI**

*İxtisas:* **060608 – Elektroenergetika mühəndisliyi**

*İxtisaslaşma:* **Elektrik təchizatı (Dəmir yolu üzrə)**

*Elmi rəhbər:* **tex.e.d., professor Yusifbəyli Nurəli Adil oğlu**

**BAKİ – 2023**

## V FƏSİL. ENERJİ SƏMƏRƏLİLİYİ TƏDBİRLƏRİ VƏ İQTİSADI TƏHLİL

### 5.1. VI tədris korpusunda enerji səmərəliliyinin artırılması üçün enerji auditinin aparılması

Enerji səmərəliliyinin artırılması miqyasına görə neft və qaz hasilatı ilə müqayisə edilə bilən gizli resursdur və enerji auditləri səmərəsiz enerji xərclərini müəyyən etmək üçün əsas vasitədir.

Bu gün yaşayış binasının idarə edilməsini enerjiyə qənaət edən texnologiyalardan - beynəlxalq keyfiyyət standartlarına cavab verən müasir istilik izolyasiya edən tikinti materiallarından istifadə etmədən, enerji resurslarının (istilik sistemləri) qeydiyyatı və tənzimlənməsi üçün cihazların istifadəsi olmadan təsəvvür etmək mümkün deyil (su və qaz təchizatı, köhnəlmiş boru kəmərləri sistemlərinin müasirləri ilə əvəz edilməsi, enerjiyə qənaət edən avadanlıqların quraşdırılması).

İctimai və yaşayış binalarının, o cümlədən çox səviyyəli strukturların, yaşayış binalarının enerji auditi tələb olunur. Xüsusilə, bu, obyektin istismara verilməsi mərhələsində olan və ya təmir mərhələsində olan binalara aiddir. Axı, yalnız yaşayış binasının enerji auditinin ekspertizası müəyyən bir obyektin enerji və istilik enerji resurslarından istifadənin səmərəliliyini tam qiymətləndirə bilər.

Yaşayış və ictimai binaların və tikililərin enerji auditi enerji istehlakı, enerji və istilik və enerji resurslarından istifadənin optimallaşdırılması üçün əlavə struktura dair yüksək keyfiyyətli ekspert məlumatlarının əldə edilməsinə yönəlmiş tədbirlər kompleksidir. Yoxlamanın nəticəsi elektrik və istilik ehtiyatlarının ən səmərəli istehlakını təmin etmək üçün enerji təchizatı bölmələri, boru kəmərləri və istilik boru kəmərləri və havalandırılan fasadların quraşdırılması üçün dizayn həlləri daxil olmaqla hazırlanmış hədəf strategiyadır.

#### **Yoxlamanın mərhələləri**

Auditin mərhələləri ISO 9001 beynəlxalq sertifikatlaşdırma sistemində təsdiqlənir və



sertifikatlaşdırılır.

- 1) Obyektin çöl tədqiqi, ölçmələr və müxtəlif şəraitdə məlumatların toplanması. Qışda yaşayış binası üçün istilik görüntüləmə aparılır ki, bu da istilik izolyasiya materialının pozulmasının mənbələrini müəyyən etməyə və istilik sızmalarını müəyyən etməyə imkan verir.
- 2) Tikinti konstruksiyalarının keyfiyyətinin, bina və ya tikilinin tikintisində istifadə olunan materialların növlərinin və xassələrinin müəyyən edilməsi.
- 3) Alınan nəticələrin təhlili, enerji izolatlarının və enerji paylama qrafiklərinin qurulması.
- 4) Obyektin istilik-enerji balansının tərtibi və təhlili.
- 5) Enerji şəbəkələrinin boşaldılması üçün ətraflı addım-addım planla binanın enerji səmərəliliyinin artırılması üçün uzunmüddətli proqramın hazırlanması.
- 6) Enerjiden səmərəli istifadə üçün həyata keçirilən tədbirlərin səmərəliliyinin ətraflı təhlili ilə yuxarıda göstərilən maddələrin hər biri üzrə hesabatın formalaşdırılması.

Enerji auditinin nəticəsi enerji istehlakının azaldılması üçün tövsiyələr, eləcə də bina üçün enerji pasportu olan ətraflı hesabatdır. Enerji pasportunda enerji auditi zamanı əldə edilmiş nəticələr, enerji səmərəliliyi məlumatları, binanın enerji səmərəliliyi sinfi, eləcə də istehlak edilmiş resursların təxmini və s. göstərilir.

### **Qabaqcıl intellektual enerji auditı texnologiyaları.**

Bir müddət əvvəl ölkəmizdə çimdik analizinə əsaslanan istilik proseslərinin inteqrasiyası metodunu tətbiq etməyə başladılar. Bu yüksək səmərəli metodun bir sıra sənaye sahələrində tətbiqi istilik və kütləvi ötürmə şəbəkələrinin layihələndirilməsində və yenidən qurulmasında unikal nəticələr verir.

Əksəriyyəti ötən əsrin 60-70-ci illərində istifadəyə verilmiş mövcud neft emalı və neft-kimya müəssisələri üçün çimdik texnologiyasından istifadə enerji istehlakının və müvafiq olaraq, onlar üçün maliyyə ödənişlərinin 30-a qədər azalmasına nail olmağa

imkan verir. -50%, bəzi hallarda isə fərdi quraşdırmalar üçün 70% -ə qədər.

Eyni zamanda, çimdik analizi metodundan istifadə edərək hazırlanmış yenidənqurma layihələrinin geri qaytarılma müddəti iki ildən çox deyil,

Çimdik üsulu proses axını sisteminin termodinamik təhlilinə əsaslanır və iqtisadi optimallaşdırma üçün layihənin ümumi illik dəyərinin istilik mübadiləsi avadanlığında ən aşağı temperatur fərqindən qeyri-monotonik asılılığından istifadə edir.

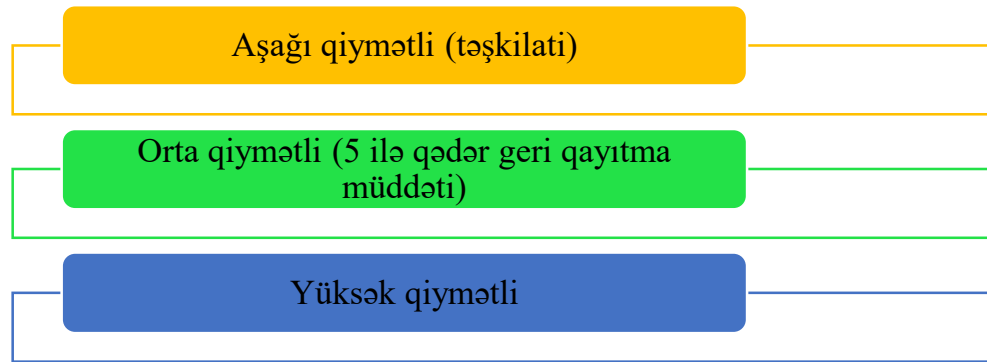
Çimdik metodunun istifadəsi nəzərdən keçirilən enerji texnologiyası sistemi çərçivəsində istilik bərpasından maksimum istifadə etməklə, həm enerji verən, həm də enerjini çıxaran xarici enerji daşıyıcılarının istifadəsini minimuma endirməklə əhəmiyyətli maliyyə qənaətinə nail olmağa imkan verir.

Eyni zamanda, bu üsul istilik mübadiləsi səthini və istilik mübadiləsi aqreqlarının sayını minimuma endirməyə, şəbəkədə təzyiq düşməsini və elektrik stansiyalarının yerləşdirilməsini optimallaşdırmağa, tullantı sularının və karbon qazı emissiyalarının miqdarını minimuma endirməyə imkan verir. Mövcud istehsal müəssisələrinin modernləşdirilməsi vəziyyətində, çimdik texnologiyaları artıq quraşdırılmış avadanlıqdan maksimum istifadə etməyə imkan verir, lakin yeni işləyən şəbəkələrdə, bu, yenidənqurma üçün investisiyaları azaldır.

Bundan əlavə, çimdik təhlili metodlarından istifadə edərək, son layihənin təmin etməli olduğu müəyyən bir geri ödəmə müddəti üçün yuxarıda göstərilən bütün amillər və kapital qoyuluşları arasında xərc kompromissini 1 müəyyən etmək mümkündür.

## **5.2. Enerjiyə qənaət üzrə tövsiyələrinin işlənməsi**

Enerjiyə qənaət və enerji səmərəliliyi üzrə tədbirlər kompleksi olduqca müxtəlifdir və onları müxtəlif qruplara bölmək olar. Xərclərə görə, onlar aşağı qiymətli (təşkilati), orta qiymətli (5 ilə qədər geri qaytarılma müddəti ilə) və yüksək qiymətə təsnif edilə bilər (Şəkil 5.1). Bu təsnifat bir sıra metodik vəsaitlərdə və əsasnamələrdə istifadə olunur.



Şəkil 5.1. Xərclərə görə enerjiyə qənaət tədbirləri.

Funksionallıq baxımından enerjiyə qənaət tədbirləri aşağıdakı kimi təsnif edilə bilər:

- "passiv" - işıqlandırma, istilik, ventilyasiya, kondisionerin mühəndis sistemlərinin tələb olunan layihə gücünü azaltmağa imkan verən tədbirlər;
- "aktiv" - istilik, elektrik və ya su istehlakını tənzimləməklə istismar zamanı enerji resurslarının istehlakını azaldan tədbirlər;
- tullantılardan, ikinci dərəcəli, bərpa olunan enerji resurslarından istifadə etməklə enerjiyə qənaətin təmin edilməsi üçün əlavə texniki tədbirlər;
- enerji və resurs qənaətini stimullaşdırmaq üçün təşkilati, informasiya və qeyri-texniki tədbirlər.

Eyni zamanda, müxtəlif obyektlər üçün enerjiyə qənaət tədbirləri kompleksinə onların istiqamətində ən müxtəlif tədbirlər daxil ola bilər: təşkilati tədbirlər (qaydaların, standartların, qaydaların tətbiqi, obyektin iş qrafikinə dəyişdirilməsi və s.) , texniki tədbirlər (binanın yenidən qurulması, əlavə avadanlıqların quraşdırılması, tullantı istilikdən istifadə və s.), müxtəlif həvəsləndirici tədbirlər və mexanizmlər (həvəsləndirici elementlər, təbliğat və s.).

Tullantılardan, ikinci, bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə etməklə enerjiyə qənaəti təmin edən aşağıdakı əlavə tədbirlər qrupuna daxildir:

- İstilik və ventilyasiya, isti su təchizatı məqsədləri üçün binalardan (rekuperatorlardan) ikinci dərəcəli istiliyin istifadəsi.
- Mövcud istilik daşıyıcı potensialından (qrunt istiliyi, çirkab sular, işlənmiş hava)

istifadənin səmərəliliyini artırmaq üçün istilik nasoslarının istifadəsi.

- Bioqaz istehsalı üçün kanalizasiya, bərk məişət tullantılarının (MSW) istifadəsi və ya istilik və elektrik enerjisi istehsalı ilə tullantıların yanğından zərərsizləşdirilməsi.
- Binanın elektrik enerjisində olan tələbatının bir hissəsinin ödənilməsi üçün külək enerjisindən istifadə edilməsi.
- Binaların istilik, elektrik və soyuq ehtiyaclarının bir hissəsini ödəmək üçün kifayət qədər günəş radiasiyasının olduğu bölgələrdə günəş kollektorlarının və günəş batareyalarının istifadəsi.

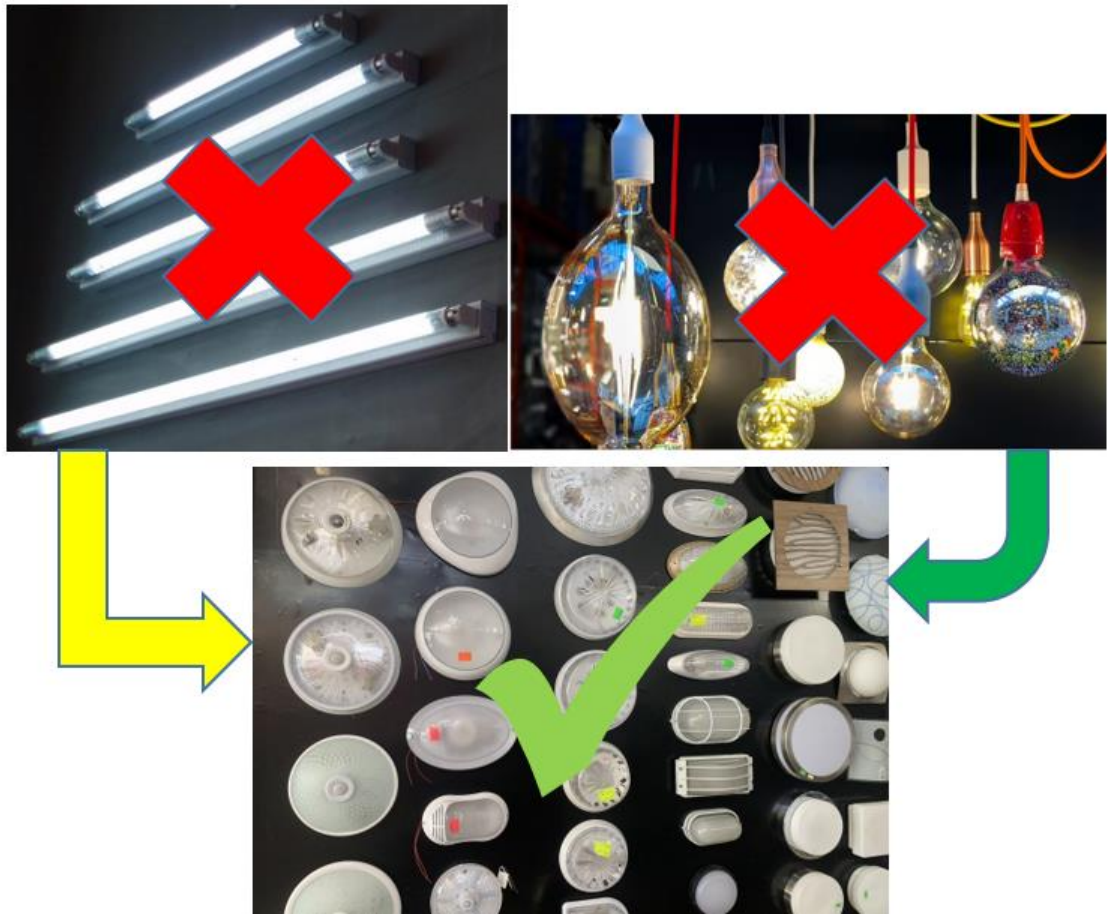
Son zamanlar bu təkrar emal cihaz və sistemlərinin, bərpa olunan enerji resurslarından istifadə edən avadanlıqların müxtəlif tipli və profilli büdcə obyektlərində quraşdırılması ölkənin müxtəlif regionlarında kifayət qədər adi təcrübəyə çevrilib. Birinci qruplarda olduğu kimi, bu tədbirlərin istifadəsi enerji resurslarına qənaət etməklə yanaşı, əlavə təsirlərə (tullantıların, ikinci dərəcəli resursların və s.) səbəb olur. Texniki və iqtisadi təsirlərdən əlavə, bu cür cihazların uğurlu işləməsi çox vaxt təhsil məqsədlərinin həyata keçirilməsinə kömək edən mühüm amildir.

Üçüncü qrupun tədbirləri və fəaliyyətləri (o cümlədən təşkilati tədbirlər) daxildir:

- Təşkilatın iş qaydasının təkmilləşdirilməsi və işıqlandırma, havalandırma və su təchizatı sistemlərinin işinin optimallaşdırılması.
- Enerjidən istifadə sistemlərinin və ayrı-ayrı elektrik stansiyalarının istismarı və texniki xidməti qaydalarına riayət edilməsi, işıqlandırmanın, ventilyasiyanın, istilik pərdələrinin yandırılıb-söndürülməsi qrafiklərinin tətbiqi.
- Büdcə müəssisələrində enerji daşıyıcılarının qiymətinə nəzarət və enerjiyə qənaət tədbirlərinin həyata keçirilməsi üçün məsul şəxslərin təyin edilməsi. Enerjiyə qənaət üçün məsul şəxslərin ixtisaslarının artırılması.
- İşıqlandırmanın lazımi zonaların işə salınmasının mərkəzsizləşdirilməsi. On-off sistemlərinin monitorinqi üçün məsul şəxslərin təyin edilməsi.
- Enerjiyə və resurslara qənaət edən həyat tərzinin fəal şəkildə təbliği, resursların qeyri-məhsuldar itkilərinin azaldılması.

- Lampaların istismarı üzrə işlərin təşkili, onların təmizlənməsi, pəncərə çərçivələrinin vaxtında təmiri, pəncərələrin yapışdırılması, hamamların təmiri və s.
- Enerjiyə qənaət məsələləri ilə bağlı tələbələr və işçilərlə izahat işinin aparılması.
- Dövri enerji auditlərinin aparılması, enerji pasportlarının tərtib edilməsi və yenilənməsi, enerji sərfiyyatının davamlı monitorinqi.
- Təbliğat işi, suya, enerji resurslarına qənaət etmək, işıqı söndürmək, pəncərələri, giriş qapılarını bağlamaq zərurəti haqqında lövhələr.
- Enerji resurslarının səmərəsiz istehlakına (istifadəsinə) görə inzibati məsuliyyət tədbirlərinin eyni vaxtda tətbiqi ilə yanacaq, elektrik və istilik enerjisi, su itkilərinin azaldılması üçün işçilərin həvəsləndirilməsi sisteminin tətbiqi.
- Enerji sərfiyyatının səmərəliliyini yoxlamaq üçün vaxtaşırı “reydlər”in keçirilməsi.
- Ən yüksək enerjiyə qənaət göstəricilərinə nail olmuş təşkilatların təmsalında işləyən büdcə təşkilatlarının müəyyən kateqoriyaları üçün enerjiyə qənaət məsələləri üzrə texniki biliklərin artırılması.

Bu siyahıdan göründüyü kimi, bu qrupun tədbirlərinin uğurla həyata keçirilməsi resursların istifadəsi üçün məsuliyyətin artırılmasına, onların itkilərinin azaldılmasına kömək edir ki, bu da qənaətcil və resursa qənaət edən həyat tərzi mədəniyyəti ilə müsbət əlaqələndirilir. Yuxarıda əks olunan büdcə obyektləri üçün tipik enerjiyə qənaət tədbirlərinin müxtəlifliyinə baxmayaraq, ən optimal tədbirlərin birbaşa seçimi asan məsələ deyil. Problem ondadır ki, enerjiyə qənaət üçün ehtiyatların (potensialların) qiymətləndirilməsi, tədbirlərin seçilməsi və təsirlərin hesablanması mənaca tam ekvivalent deyil, bir-biri ilə əlaqəli prosedurlardır. İdeal olaraq, həm ən böyük enerji itkilərini müəyyən etmək, həm də onların həyata keçirilməsindən maksimum effekti nəzərə almaq əsasında əsas tədbirləri seçmək lazımdır. Bunlardan birinə nümunə olaraq lüminessent lampaları əvəz edilməsini göstərə bilərik (Şəkil 5.2).



Şəkil 5.2. Lüminessent və közərmə lampaların LED lampa ilə əvəz edilməsi.

Enerjiyə qənaət və enerji səmərəliliyinin artırılması üzrə əsas tədbirlər obyekt haqqında mövcud məlumat və məlumat toplusu, resurs istehlakı, istifadə rejimləri, müstəqil dəyişənlər və statik amillər haqqında məlumat, oxşar daşınmaz əmlakla bağlı həyata keçirilən digər tədbirlər haqqında məlumat əsasında seçilə bilər. Qeyd etmək lazımdır ki, praktiki olaraq yalnız texniki (energetik) təsir məqbul dəqiqliklə müəyyən edilə bilər, qalanları ya onun əsasında, ya da digər üsul və üsullarla müəyyən edilir. Bu baxımdan, səmərəliliyin hər hansı hesablanması tədbirlərin həyata keçirilməsindən enerji təsirlərinin dəqiq müəyyən edilməsi ilə başlayır.

#### *Enerjiyə qənaət tədbirlərinin seçilməsi üçün ilkin şərtlərin təhlili*

Bu mərhələdə obyektin (binanın) ilkin vəziyyəti enerjiyə qənaət və enerji səmərəliliyinin artırılması üzrə tədbirlər kompleksinin ilkin seçilməsi nöqtəyi-nəzərindən

təhlil edilir. Enerji qənaətinin dəqiq hesablanması əsas çətinliklər adekvat ilkin məlumatların və gələcək layihənin enerji istehlakının dəqiq göstəricilərinin olması ehtiyacdır. Bunlar müxtəlif növ metodoloji çətinliklərdir və heç bir universal üsulla aradan qaldırıla bilməz. Buna görə də, tədbirlər həyata keçirilməzdən əvvəl (iqlimdən, obyektin və onun mühəndis sistemlərindən, binaların növündən və s.) enerji istehlakına dair ilkin məlumatlarda təhriflərin xüsusiyyətlərini başa düşmək üçün istifadə etmək məqsədəuyğundur. Müxtəlif məlumat mənbələri aşağıdakılardır:

- son bir neçə ildə su, istilik, elektrik enerjisi üçün ölçmə cihazlarının oxunuşları;
- oxşar obyektlər üzrə statistik məlumat bazaları (monitorinq sistemləri, layihələr, resurs sərfiyyatı normaları);
- enerji auditinin nəticələri və büdcə obyektinin enerji pasportu (enerji bəyannaməsi).

Bir binanın istiləşməsi üçün istilik enerjisinin xüsusi istehlakından əsas xərc amilini dərhal müəyyən etmək çətin olduğundan, hasarların istilik müqavimətini müəyyən bir iqlim üçün tələb olunan göstəricilərlə müqayisə etmək və ya sadələşdirilmiş sxem tərtib etmək lazımdır. Vahid dövlət standartları ilə müəyyən edilmiş standartlara əlavə olaraq, regional, bələdiyyə istehlak standartları, binaların enerji səmərəliliyi siniflərinə uyğun standartlar təsdiq edilə bilər.

Enerji resurslarından istifadənin səmərəliliyinə dair əsas məlumatlar (enerji istehlak edən avadanlığın texniki vəziyyəti, iş şəraiti və iş rejimləri ilə müəyyən edilir) enerji bəyannaməsinin müvafiq bölməsində əks etdirilə bilər. Lazımi tədbirlər toplusunu seçdikdən sonra (alınan təsirlərin daha dəqiq qiymətləndirilməsi üçün) əvvəllər qeyd olunan ümumi qruplara və istiqamətlərə uyğun olaraq müəyyən edilməlidir:

- binaların avadanlığının, elementlərinin, mühəndis sistemlərinin modernləşdirilməsi (dəyişdirilməsi) (bu, enerji resurslarının məhsuldar olmayan itkilərinin azalmasına gətirib çıxarır);
- müxtəlif tullantıların, ikinci dərəcəli və əlavə məhsul enerji ehtiyatlarının istifadəsi (bu həm də xarici enerji resurslarından istifadənin azalmasına səbəb olur);
- enerji resurslarına ehtiyacı azaltmaq üçün qeyri-texniki yollar, tələbatın idarə edilməsi,

enerjinin təşviqi və resurs qənaəti.

- Enerjiyə qənaət tədbirlərinin həyata keçirilməsindən enerji effektlərinin hesablanması bir neçə üsulla həyata keçirilə bilər:
- digər obyektlərdə oxşar layihələrin və fəaliyyətlərin həyata keçirilməsindən əldə edilən təsirlərə dair məlumatlardan istifadə etməklə;
- balans metodlarından, xüsusi göstəricilərdən və digər fiziki nümunələrdən istifadə etməklə;
- ölçmə üsullarına görə.

Birinci üsul geniş tətbiq üçün əlçatandır, ikincisi əsasən layihənin hesablanması və zəruri tədbirlərin seçilməsi üzrə mütəxəssislər tərəfindən istifadə olunur, üçüncüsü enerjiyə qənaətin dəqiq hesablanmasının əsas parametr olduğu enerji xidməti şirkətlərinə və əlaqəli müqavilələrə daha çox tətbiq edilir. Perspektivli enerjiyə qənaət layihələri üçün performans parametrlərinin dəqiq seçimi adətən çətindir, çünki zəif quraşdırma, tamamlayıcı (əlavə) tədbirlərin olmaması və optimal olmayan iş rejimləri səbəbindən hesablanmış göstəricilərin azaldılması riskləri həmişə mövcuddur. Buna görə də, gələcək hesablanmış səmərəliliyin şərti göstəricisi kimi real iş şəraitində həyata keçirilən layihələrin və fəaliyyətlərin orta göstəricilərini seçmək tövsiyə olunur. Bu məlumatlar aşağıdakı Cədvəl 5.1-də göstərilmişdir. Eyni zamanda, zəmanətli effekt əldə etmək üçün verilmiş səmərəlilik artımı diapazonlarından orta, ən mühafizəkar dəyərləri seçmək tövsiyə olunur. Tamamlayıcı (əlavə) tədbirlərin həyata keçirilməsinə inamın olmadığı şəraitdə, faktiki əldə edilmiş enerjiyə qənaət diapazonunun aşağı həddinin daha da konservativ dəyərindən istifadə etmək tövsiyə olunur.

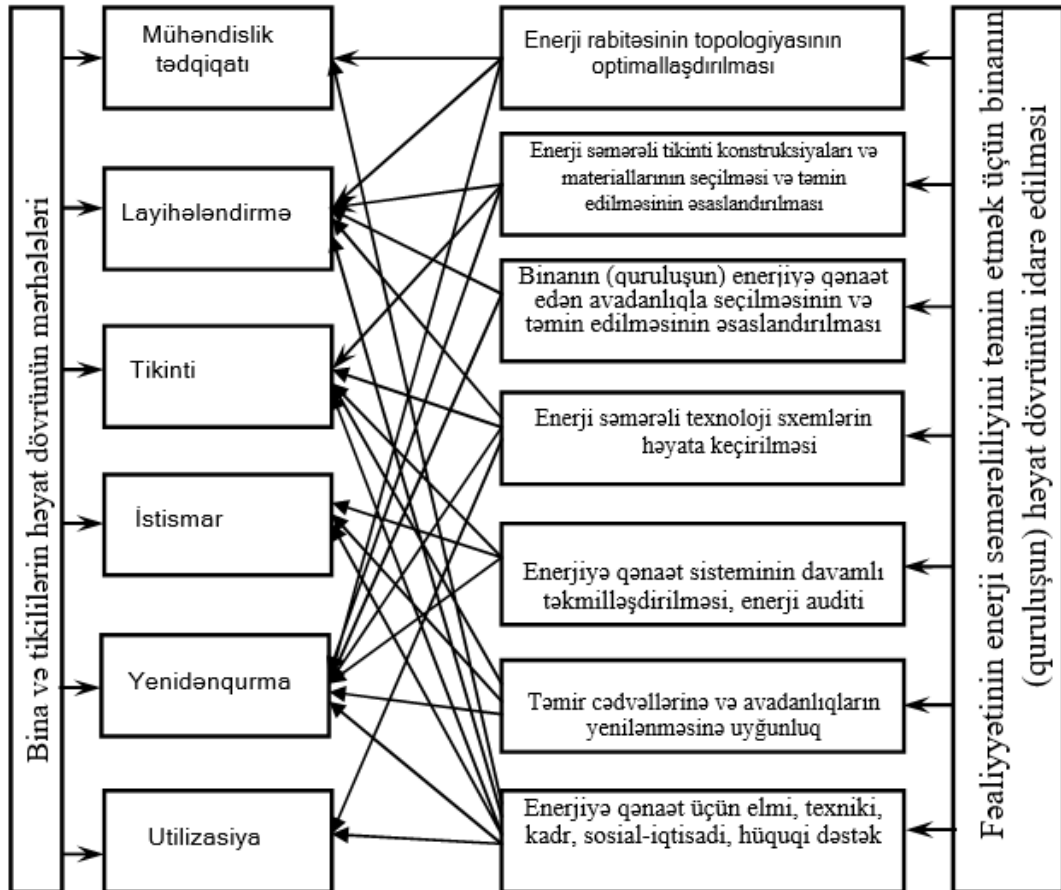


Cədvəl 5.1. Binaların işıqlandırma və enerji təchizatı sistemlərində enerjiyə qənaət tədbirlərinin parametrləri.

<b>№</b>	<b>Tədbirin adı</b>	<b>Mümkün resurslara qənaət diapazonu, %</b>
1	Közərmə lampalarının flüoresan, LED lampalarla əvəz edilməsi	istehlak olunan elektrik enerjisinin 55 - 70% -ə qədər
2	Floresan lampaların daha yüksək keyfiyyətli fosforlu eyni tipli lampalarla dəyişdirilməsi (enerji səmərəliliyi sinfi A, A +)	istehlak olunan elektrik enerjisinin 25% -ə qədər
3	Qaz boşaltma lampaları üçün enerjiyə qənaət edən balastların istifadəsi	İstehlak olunan elektrik enerjisinin 15 - 20%-i
4	Bir neçə açar quraşdırmaq və işıqlandırma sahəsini zonalara bölmək və ya işıq axınının səviyyəsinin bölmə tənzimlənməsi ilə işıqlandırma sisteminin optimallaşdırılması ("qarartma")	10 - 15% elektrik enerjisi istehlak olunur
5	İşçi heyəti olmadıqda işıqlandırmanı söndürmək üçün hərəkət sensorlarının quraşdırılması	Sensorlar quraşdırılmazdan əvvəl işıqlandırma rejimindən asılı olaraq istehlak olunan elektrik enerjisinin 10 - 60%-i
6	Divarlar, mebel əşyaları üçün optimal rənglərin seçilməsi	İstehlak olunan elektrik enerjisinin 8 - 15% -i
7	Pəncərələrin təmiz saxlanması	İstehlak olunan elektrik enerjisinin 6 - 11%-i

Ətraf mühitin mənfi təsirlərinə tab gətirmək qabiliyyəti, eləcə də enerjiyə qənaət və enerji səmərəliliyi üçün ətraf mühitin xüsusiyyətlərindən maksimum istifadə etmək qabiliyyəti qoyulan (xüsusiyyətləri) bina və tikililərin müxtəlif xüsusiyyətləri ilə təmin edilir. Buna görə də, biz bina və tikililərin fəaliyyətinin yüksək enerji səmərəliliyinin təmin edilməsini onların həyat dövrünün idarə edilməsi prosesinin məqsədlərindən biri hesab edəcəyik. Həyat dövrünün hər bir mərhələsində nəzarət tədbirləri vasitəsilə Şəkil 5.3-də göstərilən fəaliyyətin enerji səmərəliliyinin artırılmasına yönəlmiş müəyyən tədbirlər həyata keçirilir (başqa sözlə, enerjiyə qənaət tədbirləri). Birlikdə götürüldükdə, bu

fəaliyyətlər, fikrimizcə, bina və tikililərin həyat dövrünün ən əvvəlində formalaşmalı və təkrar emal mərhələsinin sonuna qədər həyat tsiklində mövcud olan bütöv bir enerji qənaət sistemini təmsil edir. Eyni zamanda, hesab edirik ki, enerjiyə qənaət ayrı bir proses kimi bina və tikililərin həyat dövrünün bir hissəsi kimi qəbul edilməməlidir.



Şəkil 5.3. Bina və tikililərin həyat dövrünün idarə olunması prosesində enerjiyə qənaət tədbirlərinin həyata keçirilməsi strukturu.

Əlbəttə ki, həyat dövrünün idarə edilməsi prosesində həyata keçirilməsi məqsədəuyğun olan enerjiyə qənaət tədbirlərinin tərkibi Şəkil x-də göstəriləndən daha böyük və daha müxtəlifdir. Təsvir edilən sxemin məqsədi bina və tikililərin enerjiyə qənaətli fəaliyyətinin təmin edilməsi aspektində onların həyat dövrünün idarə edilməsinə konseptual yanaşmanın konturlarını göstərməkdir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, həyat dövrünün əvvəlkindən növbəti mərhələsinə ardıcıl keçid sxemi, fikrimizcə, bina və

tikililərin həyat dövrünün modeli kimi qəbul edilə bilər. İstənilən model az və ya çox dərəcədə simulyasiya obyektinin özündən fərqlənir. Bu sənədlərin hazırlanması mühəndislik tədqiqatlarından əldə edilən məlumatları tələb edir. Eyni zamanda, layihə və iş sənədlərinin hazırlanmasının növbəti mərhələsində mühəndis tədqiqatları üçün əlavə məlumatlar tələb oluna bilər, məsələn, hidrogeoloji, meteoroloji və ya digər, məsələn, topologiyanın optimallaşdırılması zərurəti ilə əlaqədar. enerjiyə qənaət və ya digər səbəblərə görə enerji rabitəsi. Bundan əlavə, layihələndirmə mərhələsi mürəkkəb (unikal) bina və ya tikililərin tikinti mərhələsinin başlanğıcı ilə bitmir. Bu obyektlərin tikintisi zamanı layihəçilər memarlıq nəzarətini həyata keçirirlər. Bina və tikililərin istismarı dövründə onların istismarı üçün layihələndirmə və informasiya təminatının aparılması məqsədəuyğundur. Mövcud tikinti layihələrinin genişləndirilməsi və yenidən qurulmasını həyata keçirmək üçün yenidən layihələndirmə və iş sənədlərinə ehtiyac var.

Tikinti obyektlərinin həyat dövrünün müxtəlif mərhələlərində enerjiyə qənaət idarəçiliyinə bir nümunə olaraq, Hesab edirik ki, binaların enerji səmərəliliyinin idarə edilməsi sisteminin nəticələrinə və səmərəliliyinə "h" təyinatını təyin edən normativ bazadakı dəyişikliklər təsir edə bilər. Bu dəyişikliklərin görünüşünü müəyyən edən qərarlar, təcrübənin göstərdiyi kimi, həmişə enerjiyə qənaət idarəetmə məqsədləri üçün ən uyğun hesab edilə bilməz.

### **5.3. İqtisadi təhlil**

İqtisadi nəticə əldə etmək üçün səmərəliliyin artırılması tədbirlərinə kapital qoyuluşu investisiya adlanır. Investisiyaya dair qərarların qəbulu proseduru müvafiq meyarlara ən yaxşı cavab verən variantın qiymətləndirilməsini və seçilməsini nəzərdə tutur. Bunun üçün layihənin və ya bir neçə alternativ layihənin həyata keçirilməsinin mümkün variantları öyrənilir, gələcək dövrlərdə gözlənilən xərclər və qənaətlər, müxtəlif növ təsirlər qiymətləndirilir, müxtəlif texniki-iqtisadi göstəricilər hesablanır və nəticələr

təhlil edilir.

Planlaşdırılan fəaliyyətlərin maliyyə təsirinin ilkin qiymətləndirilməsi aşağıdakılar üçün vacibdir:

- 1) fəaliyyətin maliyyə mümkünlüyünün qiymətləndirilməsi;
- 2) maliyyələşmə mənbələri haqqında qərarlar;
- 3) eyni tipli alternativ tədbirlərin iqtisadi nəticələrinin müqayisəsi;
- 4) müxtəlif nöqtəyi-nəzərdən ən effektiv həll yolunun seçilməsi (investisiyaların gəlirliliyi, xərclərin minimuma endirilməsi, onların dövrlər üzrə bölüşdürülməsi, gəlir dərəcələri və s.);
- 5) texniki-iqtisadi əsaslandırmanın hazırlanması, o cümlədən büdcədən maliyyələşmə, habelə potensial investorlar üçün;
- 6) iqtisadi monitorinq (yeni yaranmış şəraitdən asılı olaraq tədbirlərin həyata keçirilməsi prosesində dəyişikliklər barədə iqtisadi cəhətdən əsaslandırılmış qərarlar).

Enerjiyə qənaət tədbirlərinin maliyyə və iqtisadi səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi bir neçə əsas prinsipə əsaslanır.

- 1) Hadisənin və ya texniki həllin (quraşdırılmış avadanlıq, təmir edilmiş sahə) təhlili və hesablanması layihələndirmə və tədqiqat işlərinə investisiya qoyuluşunun başlanğıcından avadanlıqların utilizasiyasına qədər bütün həyat dövrü ərzində həyata keçirilir.
- 2) Təhlil hesablaşma dövrünün hesablamaların aparıldığı mərhələlərə bölünməsi ilə həyata keçirilir, o cümlədən cari xərclər və alınan gəlirlər (qazanılmış qənaət). Varsayılan olaraq, rahatlıq üçün mərhələlər bir ilə qədər davam edir. Bir neçə hadisəni müqayisə edərkən onlar üçün eyni başlanğıc nöqtəsi seçilir.
- 3) Layihənin hər mərhələsində pul vəsaitlərinin hərəkətinin (real pul hərəkətlərinin) simulyasiyası həyata keçirilir. Həyat dövrünün hər bir mərhələsində həyata

keçirilən hadisə və ya texniki həll gəlirin (qazanılan qənaət və ya qarşısının alınması) və pul xərclərinin bir hissəsi kimi pul vəsaitlərinin hərəkətini yaradır. Bütövlükdə hadisənin pul vəsaitlərinin hərəkətini hesablamaq üçün həyat dövrünün hər bir mərhələsində pul vəsaitlərinin hərəkətinin həcmi (gəlirlərin, xərclərin və onların fərqi bir hissəsi kimi) bilmək lazımdır (cədvəl 13).

- 4) Müxtəlif variantların düzgün müqayisəsi üçün onlar müqayisəli şəraitdə verilir.
- 5) Xüsusilə uzun müddətlər (bir neçə il) üçün təhlil apararkən, eləcə də zamanla pulun dəyərinin dəyişməsi baxımından bu amil nəzərə alınmalıdır. Eyni miqdar bugünkü dövrdə və 5 və ya 10 ildən sonra fərqli alıcılıq qabiliyyətinə malikdir. Zaman amili nəzərə alınmaqla pulu vahid şərtlərə gətirmək üçün endirimdən istifadə olunur.
- 6) Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, kəmiyyət təsirlərinin hesablanması ilə yanaşı, ekspert keyfiyyət effektlərini (mikroiqlimin yaxşılaşdırılması, rahatlığın artırılması və s.) nəzərə almaq lazımdır.
- 7) İqtisadi qiymətləndirmə bir neçə mərhələdə həyata keçirilə bilər. Layihənin şərtləri və xüsusiyyətləri aydınlaşdıqca hesablamaların dərinliyi və təfərrüatı artır.

Səmərəliliyin qiymətləndirilməsi mərhələlərlə həyata keçirilə bilər:

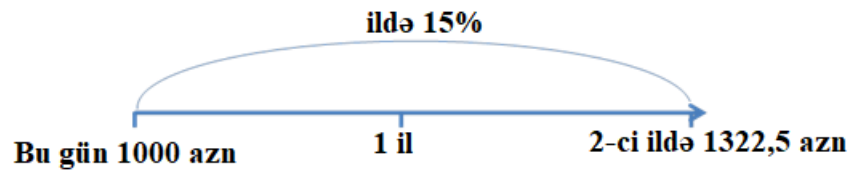
- investisiyaların əsaslandırılmasının hazırlanması;
- fəaliyyətlərin texniki-iqtisadi əsaslandırılmasının (texniki-iqtisadi əsaslandırılmasının) hazırlanması;
- mümkün düzəlişlər üçün tədbirlərin həyata keçirilməsinə nəzarət edərəkən.

Cədvəl 5.2. Enerjiyə qənaət tədbirlərinin effektivliyinin maliyyə-iqtisadi qiymətləndirilməsi üçün göstəricilər.

№	Qiymətləndirmə göstəriciləri	Xüsusiyyətlər və məqsəd
1.	Geri ödəmə müddəti (güzəştli * Td)	Layihənin ilkin xərclərinin onun həyata keçirilməsindən əldə edilən ümumi nəticələr (qənaət) hesabına ödənilmə müddət
2.	Ümumi güzəştli xərclər (xidmət müddəti, həyat dövrü üçün xərclər) ÜGX	Onlar sizə geri ödəmə müddətindən sonra pul vəsaitlərinin hərəkətini görməyə imkan verir, təkcə ilkin investisiyanı deyil, həyat boyu xərclərin bütün məbləğini nəzərə alır.
3.	Xalis cari dəyər XCD (NPV, Xalis İndiki Dəyər)	Ən çox istifadə olunan göstərici. Həyat dövrü məsrəflərindən fərqli olaraq, o, təkcə bütün həyat dövrü ərzində məsrəfləri deyil, həm də fəaliyyətlərin həyata keçirilməsinin təsirini (əldə edilmiş qənaət) nəzərə alır. Gələcək dövrlərdə diskont dərəcəsini, xərcləri və gəlirləri nəzərə alaraq, XCD layihənin müəyyən bir dövrdə hansı pul vəsaitlərinin hərəkətini qazanacağını göstərir.
4.	İnvestisiyaların gəlirliliyi (mənfəətliliyi) (mənfəət indeksi ID)	Gəlirlilik İndeksi (PI) investisiya vahidinə düşən gəliri əks etdirən xüsusi bir göstəricidir. Gəlirlilik indeksi nə qədər yüksək olarsa, layihə bir o qədər uğurlu olar; gəlirlilik indeksi birdən az olduqda layihə rədd edilir.
5.	DGD - daxili gəlir dərəcəsi	Daxili gəlir dərəcəsi (DGD) diskontlaşdırılmış pul vəsaitlərinin daxilolmalarının cəminin hesablaşma dövrü üçün diskontlaşdırılmış pul vəsaitlərinin xaricələrinin dəyərinə bərabər olduğu diskont dərəcəsinə ədədi olaraq bərabərdir, yəni XCD=0. Göstərici gəlir və xərclərin müxtəlifliyini, qiymət artımlarını, vergi ödənişlərini və s. nəzərə alınmaqla layihənin rentabelliğini xarakterizə edir.

Eyni miqdarda pul müxtəlif dövrlərdə fərqli dəyərə malikdir. Bu, inflyasiya, bank depoziti üzrə artım ehtimalı və ya alternativ kommersiya layihəsinə sərmayə qoyarkən baş verir. Bu gün pulun dəyəri gələcəkdə eyni məbləğin dəyərindən daha böyükdür. Zaman amili nəzərə alınmaqla investisiya layihəsinin maliyyə və iqtisadi səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi üsulları zamanla yayılan xərclərin və gəlirlərin zamanın əsas nöqtəsinə, məsələn, layihənin başlama tarixinə çatdırılmasını nəzərdə tutur. Çoxdəfəlik ödənişlərin əsas dövrə çatdırılması proseduru diskontlaşdırma, nəticədə əldə olunan dəyər

isə diskontlaşdırılmış dəyər adlanır. Diskontlaşdırma mürəkkəb faiz prinsipinə əsasən məbləğin məlum artımının əksi olan prosesdir.



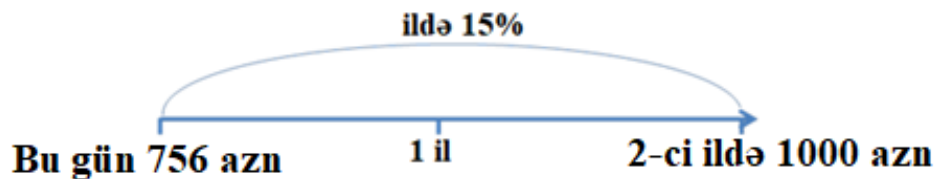
Şəkil 5.4. Gələcək dövrdə məbləğin hesablanmasına nümunə (mürəkkəb faiz)

Bir il ərzində məbləğ  $1000 * 1,15 = 1150$  azn olacaq. İki il ərzində məbləğ  $1150 * 1,15 = 1322,5$  azn olacaq. Formula belə görünəcək:

$$Qiymət = 1000 * (1 + r)^n$$

burada,  $r$  – illik artım tempi,  $n$  – dövrdəki illərin sayıdır.

Gələcək dövrdəki məbləğ məlum olduqda və onu cari dövrə çatdırmaq lazım olduqda, diskontlaşdırma (geri ödəmə) istifadə olunur (əks düstur).



Şəkil 5.5. Bugünkü dövrdə məbləğin hesablanması nümunəsi (endirim)

Bu vəziyyətdə formula aşağıdakı kimi olacaq:

$$k = \frac{1000}{(1 + 0,15)^2} = 756$$

Beləliklə, endirim faktorunun düsturu belədir:

$$k = \frac{1000}{(1 + r)^n}$$

burada,  $r$  – illik faizlə uçot dərəcəsidir (uçot dərəcəsi).

$n$  – dövrdəki illərin sayı.

Layihənin perspektivlərinin texniki-iqtisadi qiymətləndirilməsinin nəticəsi hesablamalarda istifadə olunan uçot dərəcəsinin dəyərindən çox asılıdır. Uçot dərəcəsinin dəyəri, bir tərəfdən, kapitalın qiyməti ilə, digər tərəfdən, inflyasiya (zamanla pulun dəyərini dəyişməsi) ilə müəyyən edilir, investisiyadan arzu olunan gəliri göstərə bilər, qiymətləndirir. İqtisadi vəziyyətin riskləri, əmək haqqı fondu, əmək haqqı fondu, material, avadanlıq və s. üçün xərclərin artım dinamikasını nəzərə alır. İnvestisiya layihəsinin iqtisadi səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi kommersiya investordan mümkün maliyyə cəlbi nəzərə alınmaqla aparılırsa, kapitalın faktiki qiymətini (tələb olunan vəsait məbləği üçün mövcud kredit üzrə faiz) götürmək lazımdır. Səhm kapitalının qiyməti inflyasiyanın məbləğinə, borc kapitalı - bank faizinə, nizamnamə kapitalı - dividendlərin məbləğinə bərabər götürülə bilər. Əgər layihə bir neçə maliyyələşdirmə mənbəyindən maliyyələşdirilirsə, onda iqtisadi səmərəliliyin hesablanması uçot dərəcəsinin orta çəkili dəyərindən istifadə edilir.

$$r_{or} = \sum_{i=1}^n r_i \cdot \alpha$$

burada,  $r$  –  $i$ -ci kapitalın qiyməti,  $\alpha$  – bu kapitalın ümumi investisiyadakı payıdır.

Bu bölmədə enerjiyə qənaət tədbirlərinin (EQT) effektivliyinin iqtisadi göstəricilərinin ətraflı təsviri verilmişdir ki, onların hesablanması çətin texniki-iqtisadi vəzifədir. Bundan əlavə, həm öz vəsaitlərindən, həm də cəlb edilmiş investisiyalardan ən səmərəli istifadə üçün qarşıya qoyulan məqsədlərdən asılı olaraq onların tətbiqinin sərhədləri verilmişdir. Daha əvvəl göstərildiyi kimi, bütün iqtisadi göstəricilərin hesablanması üçün həlledici amil texniki tədbirlərə uyğun gələn illik enerji və ya enerjiyə qənaət effektinin ölçüsüdür. Qeyd etmək lazımdır ki, tədbirlərin həyata keçirilməsindən texniki-iqtisadi təsirləri hesablayarkən investor şirkətin qəbul etdiyi strategiyaya əsaslanaraq istənilən iqtisadi göstəricilər toplusunu rəhbər tuta bilər.



## NƏTİCƏ

Dissertasiya işində aşağıdakı praktiki nəticələr alınmışdır:

1. Bərpa olunan enerji sahəsində dünya təcrübəsi araşdırılmışdır. Bu araşdırma bizə praktiki tətbiqləri və dünya ölkələrində əldə olunan nəticələrin effektivliyini qiymətləndirməyə imkan verir. Azərbaycan əlverişli iqtisadi və coğrafi mövqedə yerləşməsinə baxmayaraq, bu sahədə uğurları kifayət qədər deyil. BOEM-dən istifadə sahəsində Avropa, Asiya, ABŞ, Latın Amerikasını və Azərbaycan kimi ölkələrin təcrübələri diqqətlə nəzərdən keçirilmişdir. Bu ölkələrin BOEM sahəsində əldə etdikləri nəticələri əsas istiqamətimizə daxil edərək, daha böyük uğurlar qazana bilərik. Azərbaycanda BOEM potensialı araşdırma şəklində verilmiş, dövlət və özəl sektorda bundan istifadə imkanları müəyyən edilmişdir.
2. Dissertasiya işinin əsas məqsədi AzTU-nun tədris korpusunun enerji effektivliyinin artırılması olduğuna görə, universitetin enerji təchizatının mövcud vəziyyəti araşdırılmış, elektrik yükləri müəyyən edilmiş və enerji yoxlamaları aparılmışdır. Yoxlamaların nəticələri ümumiləşdirilmiş və effektivliyinin artırılması üçün tövsiyə və planlar işlənmişdir. Belə qənaətə gəlmişik ki, effektivliyin artırılması üçün enerjiyə qənaət avadanlığı və cihazları istifadə edilsin, lampalar qənaətliləri ilə əvəz olunsun. VI tədris korpusunun damında dəyişikliklər edilərək, orada günəş və külək qurğularının quraşdırılması üçün imkanlar yaradılsın. Mövcud sahəni nəzərə alaraq, korpusun əsasən işıqlandırma, elektron cihazları və kiçik güclü qurğuların bu alternativ enerji ilə qidalandırılaraq effektiv nəticə əldə oluna bilər. Böyük güclü cihazlar isə ayrı kabellər vasitəsilə şəbəkəyə qoşulsun.
3. Korpusun damına yerləşdirilməsi üçün günəş qurğuları araşdırılmışdır. Ən əlverişli tədbir kimi fotovoltaiq günəş panellərindən istifadə etmək tövsiyə edilir. Çünki, bu sistem hər asan quraşdırılır, həm də xidməti ucuz başa gəlir. Ümumi hesablamalarla, korpusun damına 200 ədəd 300 Vt gücündə günəş panelinin quraşdırılması mümkündür ki, bu da ildə 19 % enerjiyə qənaət edəcəkdir. Biz günəş panellərinə sərf edilən xərci 8 ilə qaytara

bilərik. Seçdiyimiz günəş panellərinə zavod tərəfindən verilən 5 il zəmanət müddətini və onların 30 il orta ömür müddətini nəzərə alanda GES-nın qurulması effektiv nəticə verəcəkdir.

4. Bakının külək enerjisi ehtiyatını nəzərə alaraq, tədris korpusunun damında külək qurğularının quraşdırılması üçün araşdırma aparılıb. Külək qurğularının xüsusiyyətləri öyrənilmişdir. Korpusun damında yerləşdirmək şərti ilə, iki ədəd 2,5 kVt gücündə şaquli oxlu külək turbinin quraşdırılması tövsiyyə edilir. Bu kifayət qədər böyük gücdür, çünki, korpusun memarlıq dizaynını pozmamalıdır.

5. AzTU-nun tədris korpusunda enerji auditinin aparılması üçün standart planlar hazırlanmışdır. Enerji auditini aparmaq enerjiyə qənaətin və səmərəli istifadənin öyrənilməsi üçün vacib məsələdir. Enerjiyə qənaət üçün tövsiyələr işlənilmişdir. Sonda isə, investisiyaların cəlb edilməsi və geri qaytarma müddətinin hesablanması üçün iqtisadi təhlil aparılmasına tövsiyələr verilmişdir.

## İSTİFADƏ OLUNAN MƏNBƏLƏR

1. N.A. YUSİFBƏYLİ H.B. QULİYEV ELEKTRİK SİSTEMLƏRİNİN AVTOMATİKASI. Bakı – 2017.
2. Yusifbəyli N.A. Elektroenergetika sistemlərinin yeni fəaliyyəti və inkişafı şəraitində dispetçer idarəçiliyi məsələlərinin əsasları. Bakı, “ELM” nəşriyyatı, 2004.
3. Abdullayev K.M., Lətifov Y.İ, Abdullayeva G.K. Enerji ehtiyatları, elektrik enerji istehsalı və ətraf mühit. Bakı “Zaman”, 2005.
4. Cəlilov M.F. «Alternativ regenerativ enerjilər». Enerji menecmenti (binalarda) magistr ixtisaslaşması üçün, Bakı: AzMİU, 2008, 608 s.
5. Мусаев Рамиз Муса оглы, Юсифбейли Нурали Адиль оглы, Менеджмент энергосбережения в промышленных предприятиях. – Баку: «ЭЛМ» 2005, -179 с.
6. Altomonte, H., Correa, N., Rivas, D., Stumpo, G., (2011), “La dinámica del consumo energético industrial en América Latina y sus implicancias para un desarrollo sostenible”, Revista CEPAL 105.
7. IRENA (2015g), “Quality Infrastructure for Renewable Energy Technologies: Guidelines for Policy Makers”, IRENA, Abu Dhabi. [www.irena.org/DocumentDownloads/.../IRENA\\_QI\\_1\\_PM\\_Guide\\_2015.pdf](http://www.irena.org/DocumentDownloads/.../IRENA_QI_1_PM_Guide_2015.pdf).
8. Григораш О. В. Возобновляемые источники электроэнергии: состояние и перспективы / О. В. Григораш, Ю. Г. Пугачев, Д. В. Военцов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 8. – С. 24 – 25.
9. Адаптивная ресурсосберегающая технология производства яиц: монография / В.И. Фисинин, А.Ш. Кавтарашвили, И.А. Егоров, В.С. Лукашенко .....В.С. Буяров, О.Н. Сахно и др.; под общ. ред. В.И. Фисинина и А.Ш. Кавтарашвили. – Сергиев Посад, 2016. – 351 с.
10. Фисинин, В.И. Светильники на основе светодиодов – будущее в освещении птицеводческих помещений / В.И. Фисинин, А.Ш. Кавтарашвили, Е.Н. Новоторов // Птицеводство. – 2010. – № 2. – С. 27–29.

11. Гвоздев С.М., Панфилов Д.И. Энергоэффективное электрическое освещение, под ред. Л.П. Варфоломеева. - М.: Издательский дом МЭИ, 2013. 288с.
12. Справочник «Светодиодное освещение» © 2010 Philips Solid-State Lighting Solutions, Inc.
13. Котов В.К. Влияние энергоэффективных систем освещения на показатели качества электрической энергии и мероприятия по повышению энергоэффективности данных систем. V Всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов, аспирантов «Энергоэффективность и энергобезопасность производственных процессов (ЭЭПП-2019)// Электронный сборник. Тольятти 2019. 2019. с 96-98. [Электронный ресурс]-<https://elibrary.ru/item.asp?id=41483097>.
14. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов. Под редакцией О.Л. Данилова, П.А. Костюченко, Москва 2006.
15. Типовые мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности систем энергоснабжения и энергопотребления в бюджетных учреждениях. Методические рекомендации. – Екатеринбург, ГБУ «ИнЭС», 2012.
16. Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы»  
<http://www.ecosys.com.ua/inform/escojournal.html>
17. BP Statistical Review 2018: The United States energy market in 2017 [Electronic resource] URL: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energyeconomics/statistical-review-of-world-energy/country-and-regionalinsights/united-states.html> (Application date: 01.12.201.
18. IRENA «Renewable Power Generation Costs in 2017. Key findings and executive summary»
19. Motyka M., Slaughter A., Amon C. Global renewable energy trends // Deloitte Insights. September 13, 2018. URL:  
<https://www2.deloitte.com/insights/us/en/industry/power-and-utilities/globalrenewable-energy-trends> (Application date: 28.11.2018).

20. RenEn [Электронный ресурс] : новостная компания – Электрон. дан. – Москва – URL: <http://renew.ru/how-does-america-change-to-electric-cars/> (Дата обращения: 28.11.2018)
21. RT [Электронный ресурс] : новостной портал – Электрон. дан. – Москва – URL: <https://russian.rt.com/science/article/445815-vozobnovliaemyeistochniki-energii> (Дата обращения: 28.11.2018).
22. [https://www.stat.gov.az/source/balance\\_fuel/](https://www.stat.gov.az/source/balance_fuel/)
23. <http://www.azerenerji.gov.az/>
24. <https://www.irena.org/Energy-Transition/Outlook/Renewable-energy-roadmaps>
25. [http://www.znaytovar.ru/gost/2/SP\\_311072004\\_Arxitekturnoplani.html](http://www.znaytovar.ru/gost/2/SP_311072004_Arxitekturnoplani.html)
26. <https://minenergy.gov.az/>