

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некомерческое акционерное общество «Казакский национальный исследовательский
технический университет имени К.И. Сатбаева»

Магистрант специальности 7М07113 – «Электротехника и энергетика»

Маталипова Үміт

магистерская диссертация

РЕЦЕНЗИЯ

Тема магистерской диссертации: «Автономная комбинированная система
энергоснабжение маломощных потребителей с использованием энергии ветра»

Магистерская диссертация магистранта Маталипова Үміт на тему «Автономная комбинированная система энергоснабжение маломощных потребителей с использованием энергии ветра» посвящена проблемам повышения энергетической эффективности и использованию возобновляемых источников энергии. Тема является актуальным и значимым исследованием. Диссертация хорошо структурирована и содержит все необходимые разделы для полного описания работы.

Цели и задачи работы определены четко и ясно. Магистрант правильно выделил основные задачи, которые включают анализ теплопередачи в теплице, определение мощности фотоэлектрических панелей и ветряных турбин, расчет тепловой и охлаждающей нагрузки теплицы, а также сравнение экономических и экологических показателей предложенных сценариев. Эти задачи структурируют работу и целенаправленное исследование.

Магистрант также обосновал актуальность и новизну своего исследования. Новизна исследования состоит в внедрении новых методов повышения энергетической независимости теплиц и обеспечения их экономической эффективности за счет использование ВИЭ.

Методология работы обоснована и всесторонне рассмотрена. Анализ теплопередачи, расчет мощности фотоэлектрических панелей и ветряных турбин, а также экономический и экологический анализ систем энергоснабжения выполнены с использованием программного обеспечения TRNSYS и MATLAB. Эти методы позволяют получать точные и достоверные результаты, что повышает научную ценность работы.

Полученные результаты четко и аргументированно представлены. Обсуждение результатов соответствует целям и задачам работы, научная обоснованность которых обеспечена на высоком уровне.

ОЦЕНКА РАБОТЫ

Как преподаватель, я оцениваю магистерскую диссертацию магистранта Маталипова Үміт на тему «Автономная комбинированная система энергоснабжение маломощных потребителей с использованием энергии ветра» положительно. Диссертация демонстрирует понимание предметной области и содержит четкие и конкретные цели и задачи. В целом, магистерская диссертация представляет собой качественное исследование, которое является важным вкладом в область использования возобновляемых источников энергии. Она демонстрирует глубокое понимание теоретических аспектов и практических навыков.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент

Алматинский университет энергетика и связи им. Г. Даукеева

кафедры «Электрических станций и электроэнергетических систем»

Утешкалиева Л.Ш. Утешкалиева Л.Ш.

«19» июня 2024ж

Қолтаңбаны растаймын
Подпись заверяю

Солтанғазин

Қызметі ағы-жөні
«19» 06 2024ж

Персоналды басқару жөніндегі бөлім
Отдел по управлению персоналом

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некомерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И. Сатбаева»

Магистрант специальности 7М07113 – «Электротехника и энергетика»

Маталипова Уміт
магистерская диссертация

ОТЗЫВ

Тема магистерской диссертации: «Автономная комбинированная система
энергоснабжение маломощных потребителей с использованием энергии ветра»

В качестве научного руководителя магистерской диссертации магистранта Маталиповой Умит, я высоко оцениваю его работу и достигнутые им результаты.

Магистрант явно определил цели и задачи своей диссертации, что свидетельствует о его ясном видении и структурированном подходе к исследованию. Тема магистерской диссертации Маталиповой Умит является крайне актуальной в контексте современного развития энергетической отрасли и экологических вызовов. Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для обеспечения энергоснабжения маломощных потребителей в теплицах представляет собой важное направление для повышения энергетической независимости и устойчивости сельскохозяйственных объектов. Особенно это актуально для Казахстана, где климатические условия требуют значительных затрат на обогрев и охлаждение теплиц.

В работе также ясно выявлена новизна и актуальность исследования. Задачи исследования четко сформулированы и охватывают все аспекты, необходимые для достижения поставленной цели, включая анализ теплопередачи, определение мощности ВИЭ, расчет тепловых и охлаждающих нагрузок, а также экономическую и экологическую оценку предложенных сценариев. Научная новизна работы заключается в разработке методики комплексного использования ВИЭ в системах энергоснабжения маломощных потребителей, а также в алгоритмах оптимизации выбора вариантов ВИЭ в условиях неполной исходной информации. Исследование предлагает новые подходы к интеграции различных источников возобновляемой энергии для обеспечения энергетической независимости и повышения эффективности теплиц.

Выводы работы логично вытекают из проведенных исследований и подтверждают поставленные цели и задачи. Рекомендации автора по использованию ВИЭ для энергоснабжения теплиц имеют практическую значимость и могут быть применены в сельском хозяйстве для повышения энергетической эффективности и устойчивости.

В целом, магистерская диссертация магистранта Маталиповой Умит на тему «Автономная комбинированная система энергоснабжения для маломощных потребителей с использованием энергии ветра и солнца» представляет собой высококачественное научное исследование, актуальное и значимое для развития энергетики и сельского хозяйства. Работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к магистерским диссертациям, и заслуживает высокой оценки. (95 балла)

Научный руководитель

Д.т.н., профессор

 Бекбаев А.Б.

«__» июнь 2024 г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Маталипова Үміт Мұратқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Магистерская диссертация

Название работы: ЖЕЛ ЭНЕРГИЯСЫН ПАЙДАЛАНАТЫН ҚУАТЫ АЗ ТҰТЫНУШЫЛАРДЫ
ЭНЕРГИЯМЕН ЖАБДЫҚТАУДЫҢ ДЕРБЕС АРАЛАС ЖҮЙЕСІ

Научный руководитель: Амангельды Бекбаев

Коэффициент Подобия 1: 4.2

Коэффициент Подобия 2: 1.7

Микропробелы: 4

Знаки из других алфавитов: 37

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

Дата 18.06.2024г

проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Маталипова Үміт Мұратқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Магистерская диссертация

Название работы: ЖЕЛ ЭНЕРГИЯСЫН ПАЙДАЛАНАТЫН ҚУАТЫ АЗ ТҮТЫНУШЫЛАРДЫ
ЭНЕРГИЯМЕН ЖАБДЫҚТАУДЫҢ ДЕРБЕС АРАЛАС ЖҮЙЕСІ

Научный руководитель: Амангельды Бекбаев

Коэффициент Подобия 1: 4.2

Коэффициент Подобия 2: 1.7

Микропробелы: 4

Знаки из других алфавитов: 37

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата 24.06.2024

Заведующий кафедрой Энергетики

Сарсеинбаев Е.А.



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ә. Бүркітбаев атындағы Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

Маталипова Үміт Мұратқызы

Жел энергиясын пайдаланатын қуаты аз тұтынушыларды энергиямен жабдықтаудың
дербес аралас жүйесі

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

7М07113 – Электротехника және энергетика

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ә. Бүркітбаев атындағы Энергетика және машина жасау институты

ӘОЖ 620.9

Қолжазба құқығында

Маталипова Үміт Мұратқызы

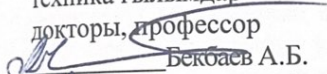
Магистр академиялық дәрежесін алу үшін
МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Диссертация тақырыбы

Дайындау бағыты

Жел энергиясын пайдаланатын қуаты аз тұтынушыларды
энергиямен жабдықтаудың дербес аралас жүйесі
7М07113 – Электротехника және энергетика

Ғылыми жетекшісі
техника ғылымдар
докторы, профессор


Бекбаев А.Б.

«11» 06 2024 ж.

Рецензент

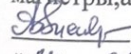
Ғ. Дәукеев атындағы АЭЖБУ-
ның «Электр энергетика»
кафедрасының техника
ғылымдарының кандидаты,
қауымдастырылған профессор-
оқытушы


Утешкалиева Л.Ш.

«19» 06 2024 ж.

Норма бақылаушы

техника ғылымдарының
магистры, аға оқытушы


Бердібеков Ә.О.

«21» 06 2024 ж.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

НАО «КазННТУ им.К.И.Сатпаева»
Институт энергетика
и машиностроения

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі
PhD, қауымдастырылған
профессор,


Сәрсенбаев Е.А.

«24» 06 2024 ж.

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

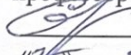
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ә. Бүркітбаев атындағы Энергетика және машина жасау институты
Энергетика кафедрасы

7M07113 – Электротехника және энергетика

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі
PhD, қауымдастырылған
профессор

 Сәрсенбаев Е.А.
«27» 01 2023 ж.

**Магистрлік диссертацияны орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

магистрант Маталипова Үміт Мұратқызы

Диссертация тақырыбы: «Жел энергиясын пайдаланатын қуаты аз тұтынушыларды энергиямен жабдықтаудың дербес аралас жүйесі»

№ 408-п бұйрықпен бекітілген «23» қараша 2022 ж.

Аяқталған диссертация тапсыру уақыты «27» 06 2024 ж.

Магистрлік диссертацияның бастапқы деректері: Қызылорда облысындағы Махамбет шаруашылық жылыжай ғимаратын күн мен жел энергиясы негізіндегі гибриді энергиямен жабдықтау жүйесі.

Магистрлік диссертацияда әзірленуге жататын мәселелердің тізбесі:

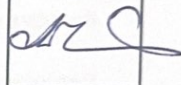
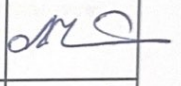
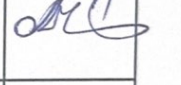
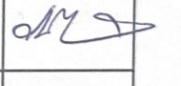
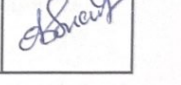
- 1) Жылыжайды жаңғыртылатын энергия көздері арқылы энергиямен жабдықтау;
- 2) Жүйенің өтелу мерзімі мен экономикалық тиімділігі;
- 3) Жүйені 5 түрлі сценарий бойынша тиімділігін зерттеу.

Магистрлік диссертация дайындау

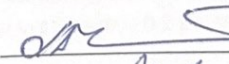
КЕСТЕСІ

| Бөлімдердің атауы, әзірленетін сұрақтар тізімі | Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімі | Ескертулер |
|--|--------------------------------|------------|
| Жылыжайдың жылу өткізгіштігін талдау | 12.04.2023 | Жоқ |
| Таңдалған орынға арналған фотоэлектрлік және жел турбиналарының қуатын анықтау. Жылыту мен салқындату жүктемесін анықтау. | 26.12.2024 | Жоқ |
| Экономикалық және экологиялық көрсеткіштерін салыстыру. | 26.04.2024 | Жоқ |
| Экономикалық және экологиялық талдау | 24.05.2024 | Жоқ |

Аяқталған магистрлік диссертация үшін, оған қатысты бөлімдердегі диссертация кеңесшілері мен норма бақылаушысының қойған қолдары

| Бөлім | Консультанттар, аты-жөні (ғылыми дәрежесі) | Қол қойылған күні | Қолы |
|--------------------------------------|--|-------------------|---|
| Әдебиетке шолу | Бекбаев А.Б. техника ғылымдар докторы, профессор | 18.06.24 |  |
| Математикалық есептеулер | Бекбаев А.Б. техника ғылымдар докторы, профессор | 18.06.24 |  |
| Жүйені жобалау және талдау | Бекбаев А.Б. техника ғылымдар докторы, профессор | 18.06.24 |  |
| Экономикалық және экологиялық талдау | Бекбаев А.Б. техника ғылымдар докторы, профессор | 18.06.24 |  |
| Норма бақылаушы | Бердібеков Ә.О. техника ғылымдар магистры, аға оқытушы | 21.06.2024 |  |

Ғылыми жетекші

 А.Б. Бекбаев

Тапсырманы орындауға магистрант
қабылдады

 Y.M. Маталипова

Күні

«25» 07 2023 ж.

БЕЛГІЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

Осы диссертацияда мынадай белгілер мен қысқартулар пайдаланылды:

| | |
|--------|---|
| ЖЭК | – жаңғыртылатын энергия көзі |
| PV | – фотовольтикалық панель |
| WT | – Жел турбины |
| HP | – геотермальды жылу сорғысы |
| TRNSYS | – Transys system бағдарлама |
| ТҚ | – таза ағымдағы құны |
| ЭҚ | – энергияның деңгейленген құны |
| ҚЕАКН | – қабылданатын ең аз кірістілік нормасы |
| ІКН | – ішкі кірістілік нормасы |

КІРІСПЕ

Ауыл шаруашылығы саласы суару мен тыңайтқышқа, көкөністер мен жемістерді кептіруге, жылыжайларды жылытуға, салқындатуға және найзағайға және өсімдіктерге қолайлы ортаны қамтамасыз етуге көп энергия жұмсайды. Жылыту және салқындату жүйелері жылыжайларда энергияны көп тұтынатын процестер болып табылады.

Жылыту көбінесе қазба отындарын жағу немесе электр жылытқыштарын пайдалану арқылы қамтамасыз етіледі, олар қазба отынынан алынатын CO_2 шамадан тыс шығарындыларынан және төмен энергия тиімділігінен зардап шегеді. Сондықтан жаңғыртылатын энергия көздерін қосу және оны тиімді пайдалану агроөнеркәсіптік кешеннің жасыл, тиімді және бәсекеге қабілетті салалары үшін өте маңызды.

Ауыл шаруашылығы қоршаған ортамен тікелей байланысты болғандықтан, осы саладағы көптеген энергетикалық қосымшалар, әдетте, экологиялық таза және таза жаңғыртылатын және тұрақты көздерге ауысады. Тұрақты ауылшаруашылық жүйесі-бұл жаңғыртылатын ресурстарды тиімді пайдаланатын жүйе. Қазба отындары сияқты шектеулі ресурстарға сүйенетін жүйені шексіз қолдау мүмкін емес. Күн, жел, геотермалдық, биологиялық немесе гидроэлектростанциялар сияқты жаңғыртылатын энергия көздерін тұрақты жүйеде пайдалануға болады.

Күн энергиясы көптеген ауылшаруашылық жұмыстарына мүмкіндік береді. Заманауи, жақсы жобаланған, күтімі оңай күн жүйелері белгілі бір жерде және уақытта қажетті энергияны қамтамасыз ете алады. Бұл бүкіл әлемде сыналған және экономикалық тұрғыдан тиімді және сенімді екендігі расталған технологиялар және олар қазірдің өзінде бүкіл әлемде ауылшаруашылық өндірісін арттыруда. Күн коллекторлары жылыту қолданбаларында пайдаланылғанымен, көптеген зерттеушілер әдетте фотоэлектрлік панельдерді жылыжайларда электр энергиясын жеткізуші ретінде пайдаланды, нәтижесінде әртүрлі қуаттар пайда болды. Екінші жағынан, ауыл шаруашылығында жаңғыртылатын энергияның басқа көздері мен жел энергиясын да пайдалануға болады. Шағын жел турбиналары тікелей пайдалануға немесе батареяларда сақтауға болатын электр энергиясын өндіре алады. Бұл құрылғылар тұрақты жел жеткілікті болатын аймақтарда өте сенімді. Фермалар мен фермалардағы көптеген қуат қажеттіліктері үшін жүйелер өте үнемді және сенімді болуы мүмкін. Алайда, энергияны көп мөлшерде тұтынатын жылыту және салқындату процестеріне қатысты электр энергиясын өндіруден басқа, қосымша энергия көздері қажет болды. Сондықтан, бір энергия көздерін пайдаланудың орнына, соңғы уақытта бірнеше энергия көздерін пайдаланатын біріктірілген жүйелер қажет.

Жел-күн гибридік жүйе көптеген артықшылықтарға ие. Бір артықшылық - сенімділік, күн энергиясы мен жел энергиясын өндіру

ресурстары бірге қолданылғанда, жүйенің энергиялық қызметінің сенімділігі артады және жақсарады. Бұл бір түрі энергия жоқ кезде қызмет көрсету үшін басқа түрі қол жетімді болады дегенді білдіреді. Басқа артықшылықтарға тұрақтылық және техникалық қызмет көрсетудің төмен талаптары жатады, бұл жөндеу немесе жоспарлы қызмет көрсету кезінде тоқтау уақытын қысқартады. Бұдан басқа, олар жергілікті және тегін болғандықтан, жаңғыртылатын энергия көздері ластаушы заттардың шығарындыларын азайтуға ықпал етеді.

Өзектілігі. Экология үшін күрес, экономикалық дамудың энергия тиімділігін арттыруға деген ұмтылыс әлемде жасыл энергетика құру, төмен көміртекті экономикаға көшу бойынша күш-жігерді жандандыруға ықпал етті. Баламалы энергетика қазіргі уақытта көптеген елдерде, негізінен Еуропаның дамыған елдерінде және Америка және энергетика әлемінде маңызды орын алады, адамның экономикалық қызметінің өнеркәсіптік экологияға әсерін шектеу қажет. Жаңғыртылатын көздерді пайдаланудың негізгі факторы энергия (ЖЭК) республикада энергетиканың қоршаған ортаға теріс әсерін азайту қажеттілігі болып табылады. Елімізде өндірілген 85% электр энергиясы экологиялық және экономикалық пайдасы бар отынды жағу арқылы алынады. Өндіру үшін ЖЭК пайдалану және электр энергиясын желілік энергия жүйелеріне жеткізу Қазақстанның энергия тапшылығы бар аудандарында экономикалық тиімді болып табылады, демек, жаңғыртылатын энергетика республиканың шалғай өңірлерін дамытудың негізгі факторына айналуы мүмкін. ЖЭК қазір Қазақстан энергетикалық кешенді дамыту векторларының бірі болып табылады. Бұған мемлекет пен бизнес құрылымдарының оларды енгізу процесіне көбірек көңіл бөлуі дәлел бола алады. ЖЭК-тің жекелеген түрлерін игерудің ауқымдылығы мен мүмкіндігі ресурстардың болуына және технологиялардың бейімделу дәрежесіне, өндірушілердің өздері үшін де, тұтынушылар үшін де жоғары болмауы керек жартылай энергияның өзіндік құнына байланысты. Бұл сала стратегиялық, ал нарықтық баға механизмі мен арасындағы тепе-теңдік маңызды мемлекеттің реттеуші қатысуымен жүзеге асырылады. Технологиялық және экономикалық тұрғыдан тиімді ЖЭК енгізу жөніндегі жобаларды іске асырудағы инновациялық тәсілде су, жел, күн энергиясын бірлесіп пайдалану болып табылады, бұл қаржылық шығындар мен ғылыми зерттеулерді қажет етеді. ҚР-да Ресейде және ТМД-да ЖЭК-ті біріктіріп пайдалану үшін табиғи жағдайлар бар.

ЖЭК пайдалану және дамыту - экологиялық аспектісі бар. Әлем елінің дәстүрлі және жаңғыртылатын энергетикасы ретінде дамуға байланысты экологиялық проблемалар топырақ эрозиясын өз бетінше жеңе алмайды парниктік газдар шығарындыларымен, шөлейттенумен, озон қабатының бұзылуымен, флора түрлерінің жойылуымен және энергетикалық баламаның болмауы жаһандық ауқымда теріс әсер етеді: дәстүрлі энергия тасымалдаушылардың тез сарқылуы және экологиялық талаптарды қатандату

дәстүрлі өндіруші қуаттарды салуға және т. б. үлестік капитал салымдарының қымбаттауына әкеп соғады.

Диссертацияның негізгі мақсаты - таңдалған объектінің энергиясын қамтамасыз ету үшін жел-күн гибридік жүйесін жобалау және өнімділігін бағалау. Жылыжайды энергиямен қамтамасыз етудің тиімді жүйесін құру үшін жаңғыртылатын энергия көздерін (күн және жел энергиясы) және жылу сорғыларын пайдалану арқылы жылыжайдың энергетикалық тәуелсіздігін арттыру және экономикалық тиімділігін қамтамасыз ету.

Энергетикалық тәуелсіздік: Жаңғыртылатын энергия көздерін пайдалану арқылы жылыжайдың энергетикалық тәуелсіздігін арттыру.

Экономикалық тиімділік: Операциялық шығындарды азайту және қосымша табыс алу мүмкіндігі.

Экологиялық тұрақтылық: Қалпына келетін энергия көздерін пайдалану арқылы парниктік газдардың шығарылуын азайту.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы.

Қорғауға ұсынылатын есептік-теориялық зерттеулердің нәтижелері, әлеуметтік объектілерді энергиямен жабдықтау тиімділігін арттыру үшін жаңғыртылатын энергия көздерін қолдану саласындағы жұмысын қорытындылау болып табылады.

Алынған нәтижелердің ғылыми жаңалығы:

- қуаты аз тұтынушыларды электрмен жабдықтау жүйесінде ЖЭК кешенді қолдану тиімділігін бағалау әдістемесін әзірлеу;

- қуаты аз тұтынушыларды электрмен жабдықтауға ЖЭК тартудың тиімді нұсқаларын таңдау процесінің алгоритмдерін, оның ішінде толық емес бастапқы жағдайда көптеген рұқсат етілген шешімдерді алу алгоритмін әзірлеу көптеген қолайлы шешімдерге жататын нұсқаларды оңтайландыру үшін пайдалылық теориясын қолдану туралы ақпарат және әдістеме;

- жаңғыртылатын энергия көздерін қолдану арқылы жылыжайдың тұрақты және экономикалық тиімді энергиямен қамтамасыз ету жүйесін құруда. Бұл зерттеу әртүрлі сценарийлерді салыстыра отырып, ең тиімді шешімді анықтауға мүмкіндік береді. Зерттеудің нәтижелері тек жылыжайларға ғана емес, сонымен қатар басқа да өнеркәсіптік және ауыл шаруашылық объектілеріне де қолданыла алады.

Жарияланымдар. International Satbayev conference 2023 «Ғылым және технологиялар идеядан өндіріске ендіруге дейін» Халықаралық конференцияның еңбектері журналында және де Journal of Energy, Mechanical Engineering and Transport журналына жарияланды. (Б-қосымша)

1 Қазақстандағы электр энергетикасының қазіргі жай күйін талдау

1.1 Жаңғыртылатын энергетиканы дамытудың қазіргі тенденциялары

Қазіргі уақытта энергия үнемдеу проблемасы бірінші орында тұр, өйткені өнеркәсіп пен технология үнемі үнемі алға жылжып келеді және бұл электр энергиясын тұтынудың едәуір өсуіне, кәсіпорын шығындарының өсуіне және кәсіпорын шығаратын өнімнің өзіндік құнының өсуіне әкеп соғады. Барған сайын бәсекелі ортада кәсіпорындар электр энергиясын тұтынуды азайту және жекелеген салалардың энергия тиімділігін арттыру жолдарын іздеуге міндетті.

Энергия үнемдеу мәселелерінің мемлекеттік құзырлылыққа қатысты маңыздылығын құқықтық база дәлелдеп отыр. Жылжыту стратегиясында Республикамыздың «Қазақстан-2050» бағдарламасы, «жасыл экономикаға» көшу және жаңа индустриялық революция мәселесі қарастырылуда.

Дамудың үшінші кезеңіндегі маңызы бар жаңа өнеркәсіптік төңкеріс жаңғыртылатын және баламалы энергия көздерін кеңінен пайдалануға байланысты қоғамның стратегиялық дамуы болып табылады. Қазіргі маңыздылық жағдайында жел ағынын түрлендіру және жұмыс істеп тұрған құрылымдардың рентабельділігін арттыру үшін инженерлік жүйелердің жаңа түрлерін әзірлеу қажеттілігі туындайды.

Биылғы жыл басынан бері еліміздегі ЖЭК объектілері 4 миллиард 910 миллион кВт/сағат қуат өндірген. Осылайша, 2022 жылғы ұқсас мерзімге қарағанда 2023 жылғы 9 айда ЖЭК өндірген электр энергиясының көлемі бірден 25% артты[1].

Бір ғажабы, мұндағы электр қуатының ең үлкен үлесі – жел энергетикасының еншісіне тиді. Желді құрықтап, оның арынын тоққа трансформациялаған Қазақстан ағымдағы жылдың үш тоқсанында ғана 2 млрд 575 млн кВт/сағат энергия өндірді.

Ең аз қуат үлесі биологиялық электр станцияларына (БиоЭС немесе қидан қуат өндіретін станцияларға) тиесілі – 2,25 млн кВт/сағат. Күн электр станциялары биыл 1 млрд 571,9 млн кВт/с, шағын гидроэлектр станциялары – 760,9 млн кВт/сағат энергия жасады.

Энергетика министрлігі қазіргі уақытта жаңғыратын қуат көздері нысандарының жалпы қуаты 2 млрд 715,8МВтты құрайтынын жеткізді. Соның ішіндегі көшбасшысы әрі ең перспективтісінің бірі – жел электр станциялары, жалпы қуаты – 1246,6МВт. Одан кейін күн электр станциялары келеді – 1 млрд 197,83МВт. Шағын ГЭС-тер – 269,6МВт, биоэлектр станцияларының қуаты – 1,77МВт қана.

Энергияның жекелеген тұтынушыларының көпшілігіне аз мөлшерде қуат қажет (жүздеген ватттан ондаған киловаттқа дейін), ал олардың көбі үшін

электр стансасының бағасы маңызды және негізгі фактор болып табылмайды; Аса маңызды көрсеткіштер сенімділік, ұзақ мерзімді ресурс, ағымдағы пайдалану шығындарының төмендігі болып табылады. Бұл талаптарды жаңғыртылатын энергия көздерін пайдалана отырып жұмыс істейтін автономды қондырғылар, мысалы, жел электр станциялары қанағаттандырады.

Бұл жұмыс жел генераторларын тұрғын үйлерде де, сондай-ақ өндірістік ауқымда да энергиямен жабдықтау жүйесінің энергия тиімділігі үшін пайдаланудан сапалық және нақты көрсеткіштерді анықтауға және энергиямен жабдықтаудың негізгі жүйесінен әлеуетті қауіптерді азайтуға бағытталған.

Осылайша, жел генераторын пайдалана отырып, тұрғын үйлерді электрмен жабдықтау туралы осы тақырыпты ескере отырып, ол зерттеуде өзінің өзектілігі мен мағынасын жоғалтады деп айтуға болады, бірақ сол арқылы осы тақырыпты өнеркәсіпте қолдану және зерттеу, атап айтқанда, осы технологияны тікелей Қазақстан Республикасының шаруашылық өнеркәсібінде қарастыру сияқты жаңа мақсат береді. Қазақстанның аумағы 2,7 млн. км² құрайды, бұл аумақта шамамен 17,4 миллион адам тұрады, оның 47% - ы ауылдық тұрғындар[2].

Қысы қатал және жазы ыстық елдің континентальды климаты қыста жылытуды қажет етеді, температура елдің солтүстігінде -20°C және одан төмен, ал оңтүстігінде -5°C дейін төмендейді, ал жазда орташа температура 28,4°C құрайды. Мұндай климаттық жағдайлар жыл бойына электр және жылу энергиясын тұтынуды көрсетеді.

Энергияны тұтыну қатал қысы бар күрделі континентальды климаттың әсерін көрсетеді, бұл үй-жайларды жылытуды, сондай-ақ ыстық жазғы кондиционерді қажет етеді, бұл қуат көздеріне сұранысты арттырады. Қазақстан экономикасы өзінің табиғи ресурстар (әсіресе мұнай, газ және уран), ауыр өнеркәсіп (қара және түсті металдар) және ауыл шаруашылығы. Мұнай және тау-кен өнеркәсіп 2014 жылы ЖІӨ-нің 33% және экспорттың 82% құрады. Ел дамыған сайын ЖІӨ 1999 жылы 16,9 миллиард АҚШ долларынан өсті, 2018 жылы 224,4 миллиард АҚШ доллары [3], ал қолайлы экономикалық орта және жан басына шаққандағы кірістің жылдам өсуі кедейліктің 2001 жылы кедейлік шегінен төмен өмір сүретін жалпы халықтың 47% -дан 2017 жылы 2% - ға дейін күрт төмендеуіне ықпал етті. Алайда, көптеген дамушы елдер сияқты, соңғы онжылдықтағы қарқынды экономикалық өсу қыста электр энергиясын тұтынудың және электр энергиясының жетіспеушілігінің күрт өсуіне әкелді, бұл кезде электр жүктемелеріне сұраныс аймақтық экономикалық дамуға теріс әсер еткен тұтынуды шектеуді талап етті.

Бастапқы энергияны тұтыну 1999 жылы 26,92 млрд.кВт. сағ-тан 2017 жылы 97,6 млрд. кВт. сағ-қа дейін өсті. Жалпы орнатылған қуат 19,8 ГВт құрайды, ал қол жетімді қуат шамамен 15 ГВт құрайды, бұл негізінен ескірген жабдық пен техникалық қызмет көрсетудің болмауына байланысты.

Қазақстанның электр энергиясының шамамен 13%- Ертіс өзенінің бойындағы гидроэлектростанциялар, ал 87% - жылу электр станциялары (75% - көмір электр станциялары және 12% - газ зауыттары) өндіреді.

Жел, күн энергиясы, шағын гидроэнергетика және биоэнергия сияқты жаңғыртылатын көздер қазіргі уақытта Қазақстанның энергетикалық теңгерімінің 1%-дан азын құрайды, алайда жаңғыртылатын энергия өндіруде айтарлықтай әлеует бар және үкімет күтуде, жаңғыртылатын энергия өндірісінің жалпы үлесі 2023 жылға қарай 1040 МВт жаңғыртылатын энергиядан 2030 жылға қарай 11%-ға дейін өседі[2]. Барлық электр энергиясының 80% - өнеркәсіптік солтүстікте электр станциялары өндіреді, көмір шахталарының жанында орналасқан, алайда бүкіл ел бойынша электр беру желілері тиімсіз, ал беру және тарату шығындары өндірілген энергияның шамамен 15% құрайды, дегенмен нақты мән жоғары болуы мүмкін.

Электр энергиясын беру және тарату жүйесі үш желіге бөлінген, солтүстігінде Ресеймен байланысқан, ал оңтүстігінде Орталық Азияның бірыңғай энергетикалық жүйесімен байланысқан. 2030 жылға қарай электр энергиясына сұраныстың өсуі 120-180ТВт/сағ жетеді деп күтілуде. Қазақстанның қарқынды экономикалық өсуін және осыған байланысты электр энергиясына сұраныстың өсуін ескере отырып, 2025 жылға қолданыстағы энергетикалық нысандар қарай айтарлықтай жаңғырту қажет.

Сондай-ақ маңызды энергия тиімділігін арттыру: жақында жүргізілген зерттеу электр және жылу жүйелерінің тиімділігін арттыру тұрғын үй және коммерциялық электр энергиясы мен жылуды тұтынудың үштен біріне жуығын азайтуы мүмкін екенін көрсетті

Қазіргі уақытта өнеркәсіп секторы электр энергиясын тұтынудың жалпы көлемінің шамамен 70% құрайды, тұрғын үй секторы 10%, коммерциялық және қызмет көрсету секторы 9%, көлік 6% және ауыл шаруашылығы 2% құрайды.

Қазақстандық энергетикалық сектор 2011 жылы 275 млн тонна CO₂ өндірді, оның 80%-ы жылу және электр энергиясын өндіруден энергетикалық секторға тиімділігінің төмендігіне, қартаюға және желілік активтерге байланысты келеді. Шығарындыларды азайту және өсіп келе жатқан сұранысты қанағаттандыру мақсатында электр энергиясы әр түрлі жаңғыртылатын ресурстарға негізделген орталықтандырылмаған, тиімді және экологиялық таза энергиямен жабдықтау жүйесіне шұғыл қажет. Жаңғыртылатын энергия көздері тұрақты дамуға қол жеткізудің маңызды тетігі, ал Қазақстанда бай ресурстар (күн радиациясы, жел энергиясы) бар, гидроэнергетика, биомасса және органикалық қалдықтар мен қалдықтар), бұл ресурстарды жеткілікті пайдалану мыналарды қамтуы мүмкін энергия жүйесінің барлық шығындарының маңызды бөлігі. Жаңғыртылатын энергия сонымен қатар парниктік газдар шығарындыларын айтарлықтай азайтуға, ауаның жергілікті ластануына ықпал етеді және ландшафт пен физикалық,

географиялық және табиғи ортаға әсерін азайтады. Қазақстанда мұнай, газ, көмір және уранның едәуір қоры бар. Бұл ресурстар бүкіл ел бойынша біркелкі бөлінбеген және оларды өндіру, тасымалдау және пайдалану жабдықтау желісін, қоршаған ортаны және аймақтық геосаясатты ұйымдастыру үшін қиын болды.

ЖЭК-ті қолдана отырып, автономды электр желілерін қолдану дамуды қиындататын және тежейтін көптеген мәселелерге тап болады. Бұл мәселелерді топтарға бөлуге болады.

ЖЭК-ті қолдана отырып, автономды энергия жүйелерінің техникалық-экономикалық сипаттамаларына байланысты мәселені қарастырып, зерттеу керек және оның пайда болу себептері мен оны жою әдістерін түсінуге тырысу керек. ЖЭК қолданатын дербес энергия жүйесі бірнеше агрегаттардан тұрады. Негізінен жел генераторының кешені қолданылады және күн батареясы, бірақ кейбір жағдайларда күн батареясы немесе жел генераторы дизельдік генератормен бірге қолданылады. Негізгі мәселе күн батареялары мен жел генераторынан алынатын электр энергиясының құны дәстүрлі энергия көздерінен алынатын электр энергиясы құнынан бірнеше есе жоғары фактор болып саналады. Бұл күн радиациясының төмен тығыздығына және төмен тиімділікке байланысты. Сонымен қатар, түнде күн радиациясының болмауына байланысты кіретін электр энергиясын жинақтау қажеттілігі туындайды, бұл жалпы жабдықтың түпкілікті құнына айтарлықтай әсер етеді.

Жел генераторын пайдалану кезінде бірқатар маңызды кемшіліктерді жою қажет: желдің екпінімен үдеу, айналу жиілігі және динамикалық шамадан тыс жүктемелер рұқсат етілген мәндерден едәуір асып түседі. Бұл кемшіліктерді жою үшін бірнеше бар тәсілдері: жұмыс органдарының конструкциясын жетілдіру, механикалық бөліктің инерциялылығын арттыру, түрлендіргіш агрегаттың сенімділігін арттыру, ЖЭК жұмысын сипаттайтын негізгі параметрлерді автоматты бақылау және түрлендіргіш агрегаттың негізгі элементтерін жел жылдамдығы мен инвертор жүктемесінің өзгеруіне сәйкес ауыстыру процестерін автоматтандыру. Жұмыс органдарының конструкциясын жетілдіру жел турбиналарының аэродинамикалық тиімділігін жақсартуға, желдің ауытқуларына төзімділікті арттыруға мүмкіндік береді. Механикалық бөліктің инерциялылығын арттыру жел турбинының тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Түрлендіргіш агрегаттың сенімділігі жел турбинының жалпы өнімділігі мен ұзақ мерзімділігін арттырады.

1.2 Ауыл шаруашылығы және жылыжай шаруашылығындағы жаңғыртылатын энергия көздерінің рөлі

Ауыл шаруашылығы қоршаған ортамен тікелей байланысты болғандықтан, сектордағы көптеген энергетикалық қосымшалар экологиялық таза және таза болып табылатын жаңғыртылатын және тұрақты көздерге

ауысады. Тұрақты ауылшаруашылық жүйесі-жаңғыртылатын ресурстарды тиімді пайдаланатын жүйе. Қазба отындары сияқты шектеулі ресурстарға тәуелді жүйені шексіз қолдану мүмкін емес. Тұрақты жүйеде күн, жел, геотермалдық, биологиялық немесе су электр энергиясы сияқты жаңғыртылатын энергия көздерін пайдалануға болады.

Күн энергиясы ауылшаруашылық жұмыстарының көптеген түрлеріне мүмкіндік береді. Заманауи, жақсы жобаланған, күтімі оңай күн жүйелері белгілі бір жерде және уақытта қажетті энергияны жеткізе алады. Бұл бүкіл әлемде үнемді және сенімді деп сыналған және расталған технологиялар және олар қазірдің өзінде бүкіл әлемде ауылшаруашылық өндірісін ұлғайтуда. Күн коллекторлары жылыту жүйелерінде қолданылғанымен, фотоэлектрлік панельдерді көптеген зерттеушілер жылыжайларда электр қуатын жеткізушілер ретінде пайдалануға бейім болды, нәтижесінде әртүрлі қуаттар пайда болды. Екінші жағынан, басқа жаңғыртылатын энергия көздері көздер және жел энергиясы ауыл шаруашылығында да пайдаланылуы мүмкін. Шағын жел турбиналары тікелей пайдалануға немесе батареяларда сақтауға болатын электр қуатын өндіре алады. Бұл құрылғылар жеткілікті тұрақты жел бар аймақтарда өте сенімді. Шаруа қожалықтары мен фермалардағы электр энергиясының көптеген қажеттіліктері үшін жүйелер өте үнемді және сенімді болуы мүмкін. Алайда, электр энергиясын өндіруден басқа, көп мөлшерде энергияны тұтынатын жылыту және салқындату процестеріне қатысты қосымша энергия көздері қажет болды. Осылайша, жеке энергия көздерін пайдаланудың орнына, жақында бірнеше энергия көздерін пайдаланатын аралас жүйелер қажет болды.

1.3 ЖЭК қолданудың бүгінгі күйі

Ауылшаруашылық жылыжайларында аралас энергетикалық жүйелерді пайдалану бойынша зерттеулер, әдетте, күн және геотермалдық жүйелерді жобалауға, салуға және динамикалық модельдеуге бағытталған және олардың көпшілігі Африка мен Жерорта теңізі аймақтары үшін жүргізілген. Авани және Тунистің солтүстігіндегі энергетикалық орталығында TRNSYS бағдарламалық жасақтамасын қолдана отырып, жердегі көлденең жылу алмастырғышпен және әйнек жылыжаймен байланысты жалпақ пластиналы күн коллекторымен біріктірілген жылу сорғысы жүйесінің сандық моделін бағалады және байланысын модельдеді. Бұл зерттеудің мақсаты-күн коллекторының ыстық суын жерге сақтау, топырақты жылыту және түнде пайдалану, сондай-ақ жылу сорғысының COP есептеу және оның күн коллекторымен байланысын анықтау. Тегерандағы жылыжайлардың жылу жүктемесіне деген қажеттілігін қанағаттандыру үшін күн коллекторлары мен геотермиялық жылу сорғыларының аралас жүйелерімен зерттелген. Олар 10

кВт жылу сорғысы жүйесін және 3 күн коллекторын пайдаланып, 14,45 кВт жылу жүктемесінің максималды қажеттілігін қанағаттандырды және жалпы пайдалану шығындарын 27 200 ақш долларын құрады[3]. Ыылдырым мен Билир жаңғыртылатын энергия жүйесін жылыжайдың жалпы энергия қажеттілігіне бағалады. 150м² жылыжайды жылытуға, салқындатуға және жарықтандыруға жыл сайынғы энергия қажеттілігі есептелді. Жерге қосылған жылу сорғысына көмектесу және жарықтандыру үшін жеткілікті электр энергиясын өндіру үшін желіге қосылған 66 күн фотоэлектрлік панелі таңдалды.

Жыл сайынғы фотоэлектрлік электр энергиясын өндіру 21510,4 кВт/сағ деп есептелді және жазғы жұмыс айларында фотоэлектрлік электр энергиясын өндіру парниктік газдар шығарындыларына сұраныстың 33,2-67,2%-ы жаба алатыны байқалды[4]. Геотермалдық және жердегі көздерден басқа, Хоссейни-Фашами және т.б. жаңғыртылатын энергия көздері жоқ жүйенің 3 түрлі сценарийін зерттеді, жылыжайлар үшін PV және PV/t осы 3 жүйенің энергия өндірісін есептеу және өмірлік циклді бағалауды оңтайландыру үшін[5]. Олардың ішіндегі ең дұрыс жүйе PV бар сценарий ретінде таңдалды. Басқа аралас эксперименттік жүйені Түркияның Элазиг қаласында Esen және YukseI компаниясы биогаз, күн және жер энергиясымен жылыжайды жылытуды зерттеу үшін құрды және нәтижесінде биогаз бен жердегі жылу сорғысын бірге пайдалану жылыжайды жылыту сияқты сәтті болды[6]. Осы біріктірілген қолданбалардан басқа, Ozgener Эге Университетінің Күн Энергиясы Институтында және күн энергиясымен жұмыс істейтін геотермалдық жылу сорғысында дербес салынған шағын жел турбинасы (1,5кВт) жүйесі ретінде модельденген 48,51 м2 жылыжайды жылыту кезінде жел энергиясын пайдалануды зерттеді. Зерттеуге сәйкес, теориялық тұрғыдан шағын жел турбиналары жүйелері модельденген жүйенің (3568 кВт/сағ) жалпы жылдық электр энергиясын тұтынуының 3,13% қамтамасыз ете алады. Зерттеу нәтижелеріне сәйкес, геотермиялық жылу сорғылары жүйелерімен және шағын жел турбиналары жүйесімен біріктірілген модельденген пассивті күн алдын ала қыздыру әдістері ауыл шаруашылығында қолданылатын кәдімгі ғарыштық жылыту/салқындату жүйелеріне қарағанда жақсырақ болуы мүмкін [7]. Алайда, кейбір кішігірім жел турбиналарын қолдану жұмыстары жүргізілгенімен, әсіресе қуаттылығы жоғары жел турбиналарын қолдану ауыл шаруашылығы саласында әлі де кең таралған емес.

Жаңғыртылатын энергия көздерін пайдалану жүйелерін біріктіру үшін кәдеге жаратудың болмауынан басқа, жылыжайларды жылыту және салқындату процестерін дамытуға ашық термиялық және динамикалық модельдеу де бар. Сондықтан кейбір зерттеушілер осы тақырып бойынша өз зерттеулерін жүргізді. TRNSYS бағдарламалық жасақтамасын қолдана отырып, энергия тиімділігін модельдеуде және басқару схемасын оңтайландыруда пайдалану үшін қоршаған ортадағы парниктік ауа

жағдайларын болжайтын алгоритм жасалды. Салыстырмалы ылғалдылық, температура, CO₂ концентрациясы және күн радиациясы бағаланатын климаттық факторлар болып табылады. Алгоритм екі режимде жұмыс істейді: біріншісі жылыжайды модельдейді, ал екіншісі белгілі бір белгіленген нүктелерді ұстап тұру үшін жылыту, салқындату, ылғалдандыру немесе сусыздандыру және CO₂ айдау жылдамдығын бағалайды[8]. Қоршаған ортаны бақылауды бағалау үшін TRNSYS бағдарламалық жасақтамасын қолданатын модельді Шығыс Азияның жергілікті жағдайларын ескере отырып қызанақ жылыжайын модельдеді. Олар желдетуді модельдеуге арналған компоненттерді таңдап, өзгертті және үй ішіндегі ауа температурасы мен ылғалдылығын болжау үшін қажетті жылу балансын есептеді. Жазғы қызанақ өндірісі үшін тұманды салқындату модулі және булану транспирациясы модулі енгізілді. Модельді сынау үшін тұманды салқындату жүйесі бар тәжірибелік жылыжай пайдаланылды. Күн радиациясының, сыртқы ауа температурасының және салыстырмалы ылғалдылықтың орташа сағаттық мәндеріне сүйене отырып, булану модулі вегетативті бетінен булануды бағалады. Нәтижелер ішкі ауа температурасының имитацияланған шығысы байқалған мәндерге айтарлықтай жақын екенін көрсетті. Нәтижесінде, өсімдіктерді дамытудың динамикалық моделі модельдеу моделімен байланысты болған кезде, жылыжайда климатты басқаруды модельдеуге болатындығы айтылды[9]. Ахамед және басқалар. Қытай стиліндегі күн жылыжайларын жылытуға қосымша қажеттіліктерді бағалау үшін уақытқа тәуелді жылытуды модельдеу моделі" CSGHEAT " әзірленді. Олар әдеттегі дифференциалды жылу балансының теңдеулерін шешу арқылы ішкі температураны қолдана отырып, еден мен солтүстік қабырғаның беткі температурасын анықтады. Модельді басқа модельдерге қарағанда пайдалану салыстырмалы түрде қарапайым, өйткені ол күн радиациясы сияқты өлшенетін деректерді енгізуді қажет етпейді. Модель жылыжайдағы әрбір жылу көзін қысқа немесе ұзақ мерзімді модельдеуге мүмкіндік береді. Сондықтан бұл кез келген жерде Қытай стиліндегі күн жылыжайларын энергияны үнемдейтін жобалауға көмектесетін пайдалы құрал[10]. Парниктік микроорталарды модельдеу үшін өтпелі жүйені модельдеу құралын қолданатын көп аралықты жылыжай құрылысының энергетикалық модельдеу моделін зерттеді. Ұсынылған модель жылыжайдың жылдық және максималды жылыту жүктемелеріне жылытуды орнату нүктесін басқарудың, табиғи желдетудің және әртүрлі жылу экрандарының әсерін бағалау үшін пайдаланылды. Мароккодағы жылыжайдың жылу тәртібіне және жылыту және салқындату энергиясына деген сұранысына әсер ететін буланудың жылыжайдың жылу тәртібіне әсерін де қарастырды. Жылыжайдың әзірленген жылу моделі TRNSYS бағдарламалық жасақтамасының көмегімен модельденеді. Модель буланудың кіші моделі арқылы жылыжайдың жылу және су балансына жылу мен ылғалдылықтың жоғарылауын қосу арқылы

жылыжайда өсімдіктердің болуын ескереді. Негізгі нәтижелердің бірі жабынның қалыңдығы артқан сайын жылытуға сұраныс азайып, салқындатуға сұраныс айтарлықтай өскені болды[11].

Әдебиеттерді зерттеу көрсеткендей, жылу беру, табиғи желдету немесе жылыту және салқындату есептеулері жылыжайлар үшін, әсіресе шағын аумақтары бар жылыжайлар үшін және ауылшаруашылық алқаптары үшін жүргізіледі[12,13,14]. Модельдердің көпшілігі trnsys бағдарламалық жасақтамасы арқылы жасалған, ал зерттеулерде сирек қолданылатын басқа бағдарламалық жасақтама Energyplan және MATLAB болды. Бұл зерттеулердің кейбірін эксперименталды түрде жүргізу жоспарланған болатын, ал кейбіреулері негізінен күн және жер үсті жылыту жүйелері модельдеуге негізделген. Сонымен қатар, зерттеулердің аз бөлігі биомасса қосымшаларын немесе жылыжайларға арналған шағын жел турбиналарын пайдаланатындардан тұрды.

Бұл диссертация Қызылорда облысының ауылшаруашылық ауданында орналасқан коммерциялық шаруашылықтың суару жүктемесін қанағаттандыру үшін фотоэлектрлік панельдерді, жел турбиналарын және су сорғыларын қоса алғанда, жаңғыртылатын энергия жүйелерін модельдеуге бағытталған.

Энергетикалық жүйені дамытудың бес түрлі сценарийі қарастырылды:

- 1) фотоэлектрлік панель - жылу сорғысы;
- 2) фотоэлектрлік панель - жел турбинасы - жылу сорғысы;
- 3) жел турбинасы - фотоэлектрлік панель - жылу сорғысы;
- 4) жел турбинасы - жылу сорғысы;
- 5) тек жылу сорғысы.

Барлық сценарийлерде жүктеме мен генерация арасындағы сәйкессіздік желімен қамтылды. Екінші және үшінші сценарийлер бір-бірінен фотоэлектрлік панельдер мен жел диірмендерінің санымен ерекшеленеді.

Жылыжай дизайны жылыжай өлшемдеріне негізделген SketchUp және TRNSYS бағдарламалық құралының көмегімен жасалды. Күн радиациясын есептеу ауа-райы деректері мен жылыжай параметрлеріне сәйкес жүргізілді, ал жылыжай жүйесі MATLAB бағдарламалық жасақтамасымен модельденді. Жобаланған жылыжайды жылыту мен салқындатудың жылдық қажеттілігі, сондай-ақ фотоэлектрлік панельдер мен жел турбиналары арқылы электр энергиясын өндіру сағаттық негізде есептелді.

Жылу және салқындату жүктемелері сәйкесінше 5922015 кВт/сағ және 11014446 кВт/сағ құрады. Резервтелген кеңістік үшін жаңғыртылатын энергияның максималды шығысы салқындату жүктемесін жабу үшін жеткіліксіз болғандықтан, салқындату процесі алынып тасталады. Экономикалық және экологиялық талдаулар жүргізілді. 5271 фотоэлектрлік панель мен 20 жылу сорғысын қамтитын бірінші сценарий ең жақсы сценарий деп танылды.

Зерттеу әдістері. Бұл жұмыс Махамбет ауылшаруашылық аймағындағы ірі коммерциялық жылыжайдың жылыту қажеттілігін қанағаттандыру үшін фотоэлектрлік панельдерді, жел турбиналарын және ауа көзі жылу сорғыларын біріктіретін жаңғыртылатын энергия жүйесін кеңінен модельдеуге бағытталған. Парниктік газдар шығарындыларына деген қажеттілікті қанағаттандыру үшін фотоэлектрлік және жел турбиналарының комбинациясын пайдалану әдебиеттерде сирек қарастырылған. Сонымен қатар, әдебиеттік зерттеулердің ешқайсысында күн радиациясы, қоршаған ортаның температурасы мен ылғалдылығы сияқты факторларды ескере отырып, үлкен әйнек жылыжайдың (шамамен 25000м²) жылу өткізгіштігінің егжей-тегжейлі талдауы қамтылмаған. Осыған байланысты қазіргі зерттеу тиісті әдебиеттерге айтарлықтай үлес қосады.

Диссертациялық жұмыстың жалпы мақсаты-жылыжайдың жылу жүктемесін қанағаттандыру үшін жаңғыртылатын энергия жүйелерін жобалау және олардың техникалық, экономикалық және экологиялық көрсеткіштерін бағалау. Осы мақсатта жалғыз жылу сорғысы жүйесімен салыстырғанда жаңғыртылатын энергияның төрт түрлі жүйесі қарастырылып, талданды.

Диссертациялық жұмыстың нақты мақсаттары:

- үлкен жылыжайдың жылу өткізгіштігінің егжей-тегжейлі талдауын әзірлеу;
- көрсетілген орын үшін фотоэлектрлік және жел турбиналарының қуатын анықтау;
- жылыжайдың жылыту жүктемесі мен салқындату жүктемесін анықтау;
- ұсынылған сценарийлердің экономикалық және экологиялық көрсеткіштерін салыстыру.

2 Жүйенің сипаттамасын зерттеу

2.1 Орналасқан жері

Бұл диссертацияда жел турбинасы да, фотоэлектрлік модульдер де Қызылорда облысындағы Махамбет ауылшаруашылық индустриалды аймағында жылыжайдың энергия қажеттілігін қанағаттандыру үшін бірге және жеке-жеке бар. Махамбеттегі бұл (ауыл шаруашылығына негізделген арнайы ұйымдастырылған өнеркәсіптік аймақ) 52 жылыжайдан тұрады. Қазақстан Республикасының Ауыл шаруашылығы және орман шаруашылығы министрлігі дайындаған мамандандырылған ұйымдасқан өнеркәсіптік аймақ туралы Ережеге сәйкес, учаскелердің көлеміне қатысты ең төменгі 25000м²шегі бар. Жабық жылыжайдың төменгі шекарасы 20000м² ретінде анықталған. Жылыжай себу алаңын күн шуақты күндер саны бойынша бағалау кезінде әйнек жабыны бар жылыжайлар ұсынылады, әсіресе өсірілетін дақылдарға қажет, жарық әйнек жабыны бар жылыжайлардың ең жоғары деңгейімен қамтамасыз етіледі. Дегенмен, әйнек жылыжайдың орнына максималды жарық өткізгіштігі бар пластикалық жабын материалдарын пайдалану қарастырылған, өйткені бұл аймағы 2-ші дәрежелі жер сілкінісі аймағы болып табылады. Осылайша, Махамбет аймағында жасалған жылыжайдың үлгілі моделінің сипаттамаларына әдетте полиэтилен парағы бар готикалық арка төбесі, поликарбонат парақтары бар бүйір қабырғалары және интерьерге арналған ыстық мырышталған болат құрылыс материалы кіреді.

2019 жылы қала маңындағы Махамбет ауылында ауданы 2,2га "Қазагромир" ЖШС заманауи өнеркәсіптік жылыжайы пайдалануға берілді. Облыс орталығында қазір 330 мың адам тұрады, сондықтан халықты жыл бойы жаңа піскен көкөністермен қамтамасыз ету мәселесі өзекті болып қала береді.

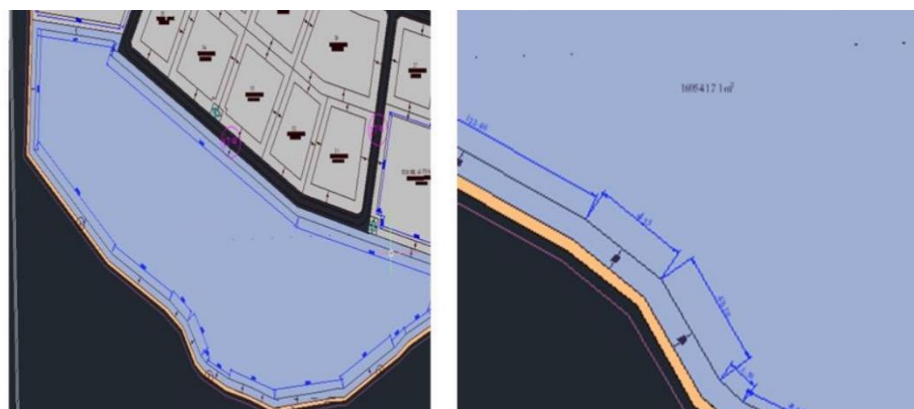
Бұл диссертация 2.1-суретте көрсетілген Махамбет ауылшаруашылық жылыжайының мамандандырылған ұйымдастырылған өндірістік аймағында орналасқан алғашқы жылыжай қабылданды, өйткені ол Солтүстікпен 0° бұрыш жасайды.



2.1-сурет-Махамбет ауданындағы жылыжайдың жалпы схемасы

Жылыжайда сәйкесінше 2.2-суретте және 2.3-суретте көрсетілген фотоэлектрлік панельдер мен жел турбиналарын салу үшін арнайы орындарды сақтап қалды. Күн электр станциялары мен жел үшін жер көлемі 169 541,71 м² екі бөлек аймақ бар.

Турбиналар 29893,63 м² және 28939,46 м² құрайды. Фотоэлектрлік панельдер мен жел генераторларының саны 4-ші сценарийді қоспағанда, барлық қарастырылған сценарийлер үшін тиісті жер учаскелері негізінде анықталды, мұнда 3 жел генераторын орнату ұсынылады, тіпті егер ЖЭК үшін іргелес аумақ 2 ЖЭК орнатуға мүмкіндік берсе де.



2.2-сурет-Фотоэлектрлік панельдердің құрылыс аймағы



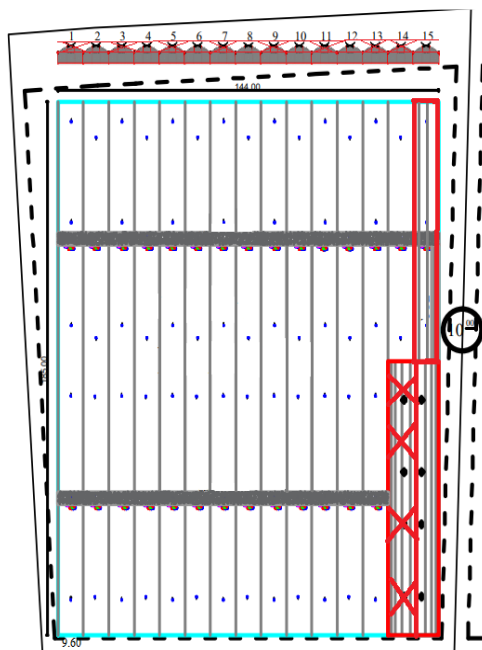
2.3-сурет-Жел турбиналарын салу саласы

2.2 Жылыжайдың іргетасы және құрылысы

Бұл жұмыста таңдалған жылыжай бұрыннан бар жылыжайға ұқсас өлшемдерге ие, алайда айырмашылық ретінде зерттелген жылыжай тегіс шатырлы әйнек жылыжай болып саналады. Қақпақ материалы пластиктен гөрі әйнек ретінде таңдалды, өйткені әйнектің қызмет ету мерзімі ұзақ және пластмассамен салыстырғанда жарық өткізгіштігі жақсы. Панельдер арасындағы әйнек шеңберлер ауаның енуіне мүмкіндік береді, ал су өткізбейтін акрил, полиэтилен және поликарбонат құрылымы бар қаңылтыр үйлер шамадан тыс ылғалдылыққа және дұрыс реттелмеген жағдайда өсімдіктерге қажетсіз су тамшыларына әкелуі мүмкін. Жылыжайдың шатырының пішіні тегіс шатыр ретінде таңдалды, өйткені тегіс жылыжай төбесінің конструкциялары сирек болса да, олардың артықшылықтары бар. Тегіс жылыжай шатырының басты артықшылығы -оның төмен құны. Фермалар болмағандықтан, құрылымдық, материалдық және монтаждау шығындарын үнемдеуге болады. Шатырдың тартылатын және жиналмалы конструкциялары сыртқы ауа райы жағдайлары қолайлы болған кезде өте пайдалы болуы мүмкін. Массачусетс Амхерст Университетінің мәліметі бойынша, шатырды ашу мүмкіндігі жарықтың қарқындылығын арттырады және өсімдіктердің дамуы мен гүлденуін бақылауға көмектеседі. Бұл конструкциялар сонымен қатар желдеткіштерді пайдаланып қымбат салқындату қажеттілігін жою арқылы электр энергиясына ақша үнемдейді. Аризонадағы ауылшаруашылық тәжірибе станциясы жүргізген зерттеу

жылыжайдың тегіс, тартылатын шатырлары желдету және қажет болған жағдайда қосымша жарықтандыру сияқты маңызды артықшылықтар беретінін көрсетті.

2.4-суреттен көрініп тұрғандай, қазірдің өзінде бар жылыжай қайта жасақталып, көрсетілді. Жылыжайда өндірістік қосалқы құрылыстарға арналған 15 учаске (туннель) бар. 14-ші және 15-ші туннельдердің жартысы қосалқы құрылыс учаскесі үшін, ал қалғаны өндіріс алаңы үшін пайдаланылады. Жылу беруді талдауды жеңілдету үшін 14-ші және 15-ші туннельдердің жартысы бір тұтас туннель ретінде қарастырылды және жылыжайдың дизайны өндірістік алаңның 14 туннелі мен қосалқы құрылыс алаңының 1 туннелі үшін жасалды.



2.4-сурет-Жылыжай объектісінің планы

Зерттелген жылыжайдың техникалық сипаттамалары 1-кестеде көрсетілген. Қабырғалардағы әйнектің мөлшері жылу беруді есептеуге айтарлықтай әсер ететіндіктен, әйнектің ауданы үлкен болуы керек. Сондықтан, осы зерттеуде әйнек ауданы қабырға аумағының 95%-ы ретінде қабылданды.

Кесте 1 – Зерттелетін жылыжайдың техникалық сипаттамалары

| Өсіру | Қызанақ |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Қақпақ материалы | екі қабатты әйнекті терезе әйнегі |
| Құрылыс материалы | ыстық мырышталған болат, бетон |
| Жылыжай жабық арена | 26,640 м ² |
| Өндірістік алаңы | 24,816 м ² |
| Қосымша Құрылыс алаңы | 1,824 м ² |
| Солтүстік Қабырғаның ауданы | 720 м ² |
| Оңтүстік Қабырғаның ауданы | 720 м ² |
| Батыс Қабырғаның ауданы | 925 м ² |
| Шығыс Қабырғаның ауданы | 925 м ² |
| Ұзындығы | 185 м |
| Өндіріс Ені | 134.40 м |
| Қосалқы Гимараттың Ені | 9.60 м |
| Биіктігі | 5 м |
| Жердің Қалыңдығы | 0.022 м |
| Әйнек Қабырғасының қалыңдығы | 0.004 м |
| Әйнек сыртқы қабырғасының қалыңдығы | 0.004 м |
| Әйнек шатырдың Қалыңдығы | 0.004 м |

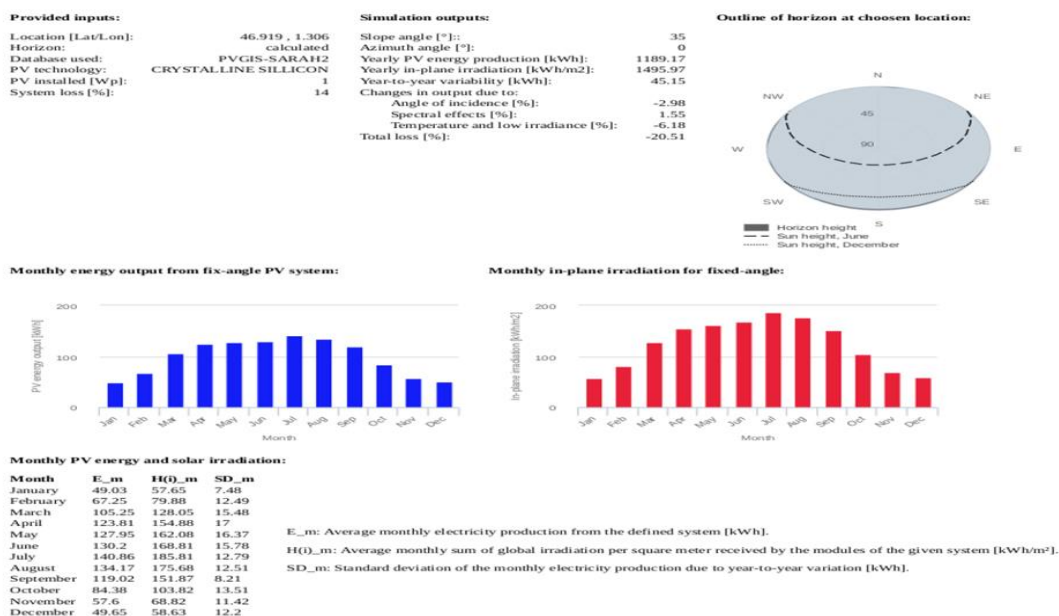
2.3 Климаттық деректерді талдау

Махамбет қаласының метеорологиялық мәліметтеріне сәйкес, аудан бойынша ең суық ай – қаңтар, ал ең ыстық ай-шілде. Орташа жылдық температура 19,9°С. Бүгінгі күнге дейінгі бақылау кезеңінде ең төменгі температура қаңтарда 8,6°С, ал ең жоғары температура шілдеде 41,8°С болды. Махамбет аймағы жылы және қоңыржай климатқа ие.

Жылыжай жобасын есептеу кезінде жел жүктемесі жел бағытына қарама-қарсы беттік қысым және басқа беттердегі сору күші ретінде әрекет етеді. Бұл күштің мөлшері желдің жылдамдығына, желге қарсы бетінің мөлшеріне және бұл беттің тік немесе көлбеу болуына байланысты. Жылыжайды есептеудің басқа маңызды сәттері желдету және кондиционерлеу болып табылады, саңылаулар жеткілікті және жылыжай бетінде жақсы таралуы керек олар жақсы жабылуы керек және жылу шығыны минималды деңгейде сақталуы керек.

Бұл зерттеу үшін Махамбеттегі ауа-райы туралы 8760 сағаттық деректерді PVGIS ұсынған. 2.5-суретте көрсетілгендей, PVGIS 2014 және 2020 жылдар арасындағы сағаттық ауа райы деректеріне қатысты әдеттегі метеорологиялық жылды (ТМУ) жасады. Бұл ауа-райы деректерінде ауа

температурасы, салыстырмалы ылғалдылық, көлденең жазықтықтағы ғаламдық сәулелену, жазықтықтағы радиациялық/тікелей сәулелену, әрдайым қалыпты күн сәулелері, көлденең жазықтықтағы шашыраңқы сәулелену, жер бетіндегі атмосфералық қысым, желдің жалпы жылдамдығы және желдің бағыты бар. Бұл параметрлер радиациялық оқиғаларды есептеу үшін пайдаланылды.



2.5-сурет - Pvgis-тен Махамбеттегі ауа-райы туралы мәліметтер (PVGIS 2022)

Жылыжай құрылымының құрамдас бөліктерінің жылу өткізгіштік коэффициенттері жылу беруді есептеу үшін TRNSYS бағдарламалық жасақтамасының көмегімен анықталды және 2-кестеде келтірілген. Радиациялық және жылу алмасудың егжей-тегжейлі есептеулері және тағы басқалары "әдістеме" бөлімінде түсіндірілді.

Кесте-2-Жылыжай құрылымы компоненттерінің жылу беру коэффициенттері

| Құрылымы | Жылу беру өткізгіштігі |
|-----------------------|----------------------------|
| Терезе U-мәні | 2.36 Вт/м ² °C |
| Шатырдың U-мәні | 2.36 Вт/м ² °C |
| Жер U-мәні | адам |
| Қараушы | 2.907 Вт/м ² °C |
| Ішкі ұңғыманың U-мәні | 2.36 Вт/м ² °C |

2.4 Жылу сорғысын пайдалану

Бұл диссертацияда ауа-ауа жылу сорғысын пайдалану туралы шешім қабылданды. Алайда, нарықта жоғары өнімді ауа жылу сорғылары жетіспейді. Осыған қарамастан, егжей-тегжейлі іздеу кезінде жобаланатын жүйе үшін шамамен 250 кВт ауа жылу сорғысы табылды және таңдалды [16]. 6-суретте көрсетілген таңдалған жылу сорғысы multi V5ARUM900LTE5 деп аталады және LG маркасымен жасалған [17].



6-сурет - LG Multi V5ARUM900LTE5 жылу сорғысы
(LG Electronics 2020)

Таңдалған жылу сорғысының техникалық сипаттамалары оның деректер кестесінен 3-Кестеде келтірілген. Зерттелген жылыжай шамамен 25 күн болғандықтан, әдістеме бөлімінде келтірілген жылу шығыны мен энергия шығынын есептеуге сәйкес, осы жылыжай жүйесі үшін 20 жылу сорғысын пайдалану туралы шешім қабылданды.

Әдістеме бөлімінде ұсынылған PV есептеулері 1 PV панелі үшін орындалды. Кейінірек нәтижелер жылу сорғысының жалпы электр

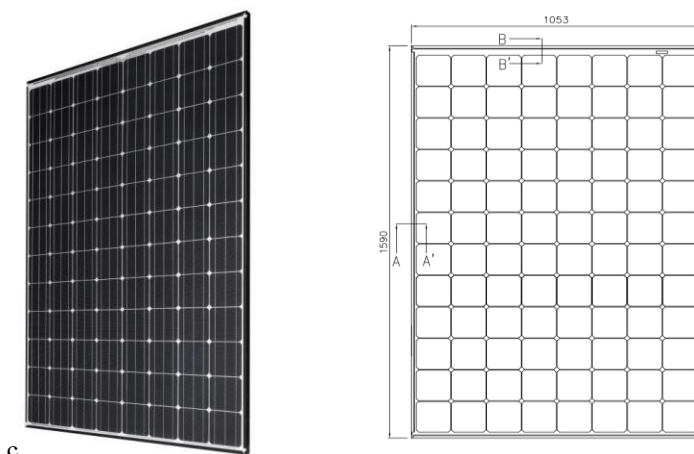
энергиясын тұтынуына сәйкес көбірек фотоэлектрлік панельдер үшін қайта есептелді және сценарийлер жасалды. 1-ші сценарий үшін 5271, 2-ші сценарий үшін 2648 және 3-ші сценарий үшін 26 фотоэлектрлік панельдер қолданылды.

Кесте-3-Жылу сорғысының техникалық сипаттамалары

| Модель Атауы | ARUM900LTE5 |
|--|-------------|
| Салқындату Сыйымдылығы (Номиналды) | 252 кВт |
| Жылыту Қуаты (Номиналды) | 252 кВт |
| Өнімділік коэффициенті (COP) (Номиналды) | 4.36 |
| Хладагент Атауы | R410A |

2.5 Фотоэлектрлік панельдің сипаттамаларын зерттеу

Бұл бөлімде фотоэлектрлік жүйенің техникалық сипаттамалары түсіндірілді. Panasonic hit n330 модулі таңдалды, оны бөлетін аймаққа көлденең орналастыру туралы шешім қабылданды. Panasonic N330 2.7-суретте көрсетілген монокристалды кремний элементтеріне ие және 4-кестедегі техникалық сипаттамалардан көрініп тұрғандай 19,7% тиімділікке ие[18].



2.7-сурет-Panasonic HIT N330 ФОТОЭЛЕКТРЛІК модулі

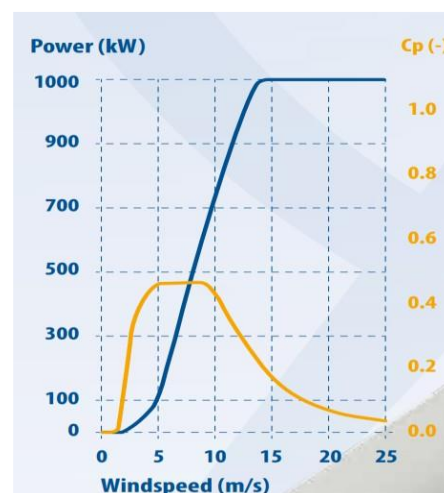
Кесте-4-PV модулінің техникалық сипаттамалары

| | |
|------------------------------------|------------------------|
| Максималды қуаты | 330 Вт |
| Фотоэлектрлік модульдің Тиімділігі | 19.7 % |
| Температура коэффициенті | -0.258 %/°C |
| Анықтамалық температура | 25 °C |
| Анықтамалық ғаламдық Сәулелену | 1000 Вт/м ² |
| Фотоэлектрлік модульдің Ауданы | 1.67 м ² |
| Фотоэлектрлік модулінің Салмағы | 19 кг |

2.6 Жел турбины сапасын зерттеу

Зерттелетін жылыжай үлкен аумаққа ие болғандықтан және оны тұтыну жоғары болғандықтан, жүйе үшін қолайлы 1 МВт жел қондырғысы табылды. Жел турбины ретінде EWT dw61 жел турбины таңдалды.

"Әдістеме" бөлімінде ЖЭК-тен электр энергиясын өндіру 2.8-суретте келтірілген қуат қисығына қатысты және 5-кестеге сәйкес 1 ЖЭК үшін жүргізілді[19]. Нәтижелер кейінірек әртүрлі сценарийлер үшін қайта топтастырылды. 2-сценарий үшін 1 жел турбины, ал 3-ші және 4-ші сценарийлер үшін сәйкесінше 2 және 3 жел турбиналары қолданылды.



2.8-сурет-EWT DW 61 1 МВт жел турбины және қуат қисығы

Кесте-5-EWT DW 61 1 МВт жел турбинасының техникалық сипаттамалары

| | |
|-----------------------------|--------------|
| Ротордың Диаметрі | 61 м |
| Ротор Жылдамдығы Айнымалы | 8-29 айн/мин |
| Номиналды Қуат Шығысы | 1000 кВт |
| Хабтың Биіктігі | 69 м |
| Желдің жылдамдығы | 3 м/с |
| Желдің номиналды Жылдамдығы | 14 м/с |
| Желдің жылдамдығы | 25 м/с |

Сценарийлердің соңғы формасы 6-кестеде келтірілген. Келесі бөлімдерде зерттелетін жылыжайдың жылыту және салқындату энергиясына қажеттілігі, жылу сорғыларын тұтыну, фотоэлектрлік және жел турбиналарынан электр энергиясын өндіру, сақтау және желі шешімдері және экономикалық және экологиялық талдау есептері қарастырылды.

Кесте-6-Зерттелетін жылыжайға арналған жылыту және жаңғыртылатын энергия жүйесінің сценарийлері

| Зерттеу | Жүйе | Жылу сорғы саны | Күн панель саны | Жел турбина саны |
|---------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 1 | Жылу сорғы + күн панелі | 20 | 5271 | - |
| 2 | Жылу сорғы + күн панелі + жел турбина | 20 | 2648 | 1 |
| 3 | Жылу сорғы + күн панелі + жел турбина | 20 | 26 | 2 |
| 4 | Жылу сорғы + жел турбина | 20 | - | 3 |
| 5 | Жылу сорғы | 20 | - | - |

3 Әдістеме мен құрылғылар

3.1 Бағдарламалық қамтамасыз ету

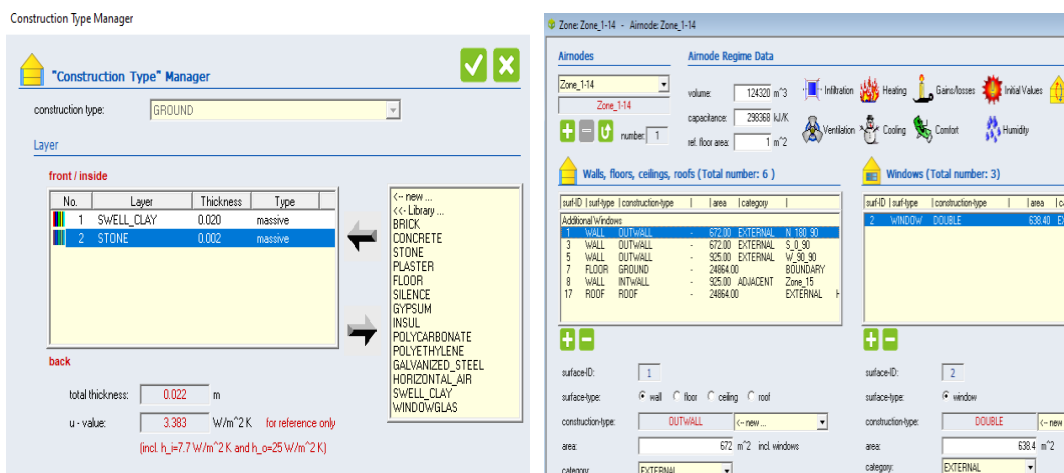
Бұл бөлімде модельдеу құралдары (SketchUp, TRNSYS және MATLAB), математикалық анықтамалықтар және таңдалған жылыжайдың егжей-тегжейлі жылу беру моделі, PV жел жылу сорғысы жүйесін модельдеу және жүйенің экономикалық және экологиялық талдауы үшін қолданылатын жалпы әдістеме берілген.

Жылыжайдың пішіні, сыртқы дизайны, материалдары мен әйнектері SketchUp және TRNSYS бағдарламалық жасақтамасымен жасалған. TRNSYS бағдарламалық құралының жылыжай жобасына және PVGIS (PVGIS 2022) ұсынған күн радиациясы, қоршаған орта температурасы және Махамбет ауа райы деректеріне сәйкес жылыжайға кіру температурасының мәндері және уақыт бойынша температураның өзгеруі matlab бағдарламалық құралымен жасалған. Жылу сорғыларын сағаттық, айлық және жылдық пайдалану және тұтыну, фотоэлектрлік панельдер мен жел генераторларынан электр энергиясын өндіру matlab бағдарламалық жасақтамасының көмегімен жүзеге асырылды. Жылыжайдың барлық осы аспектілері біріктіріліп, тиімді энергия басқару және қолайлы микроклиматты қамтамасыз ету мақсатында мұқият жоспарланды және модельденді.

3.2 TRNSYS бағдарлама кешенінде жобаның жалпы электр сұлбасы

Құрылыста қолданылатын жылыжай мен материалдардың өлшемдері TRNSYS бағдарламалық жасақтамасында анықталды, бұл жүйенің барлық термодинамикалық және энергетикалық сипаттамаларын нақты есептеуге мүмкіндік берді, ал жылыжайдың 3D дизайны SketchUp бағдарламалық жасақтамасында жасалып, құрылымдық талдау, визуализация, сондай-ақ құрылыс процесін жеңілдету және тиімділігін арттыру үшін пайдаланылды.

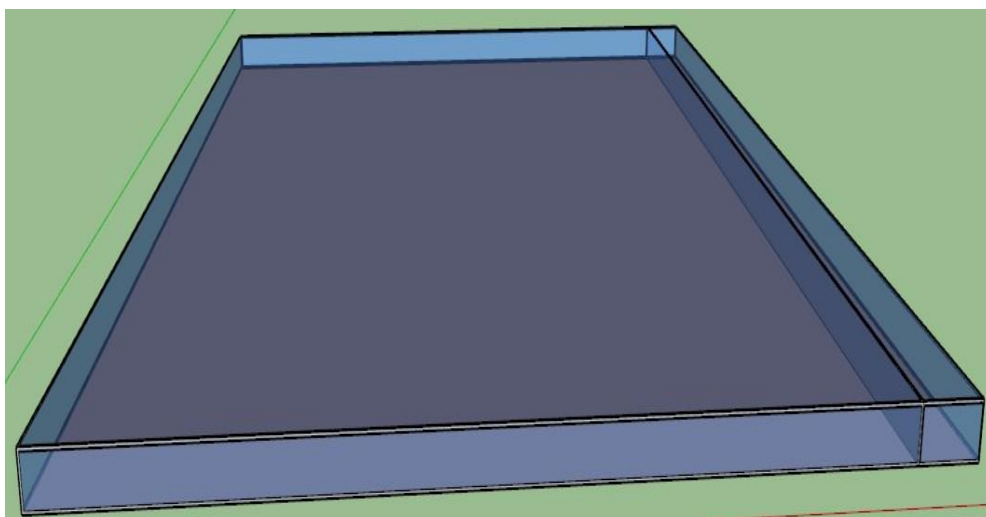
Жылыжай қабырғаларының өлшемдері мен құрылыста қолданылатын материалдар TRNSYS бағдарламалық жасақтамасының көмегімен таңдалды және 3.1-суретте көрсетілген, бұл құрылымның тиімділігін қамтамасыз ету үшін маңызды параметрлерді анықтауға мүмкіндік берді.



3.1-сурет-TRNSYS-тегі құрылыс кітапханасы және құрылыс аймақтары

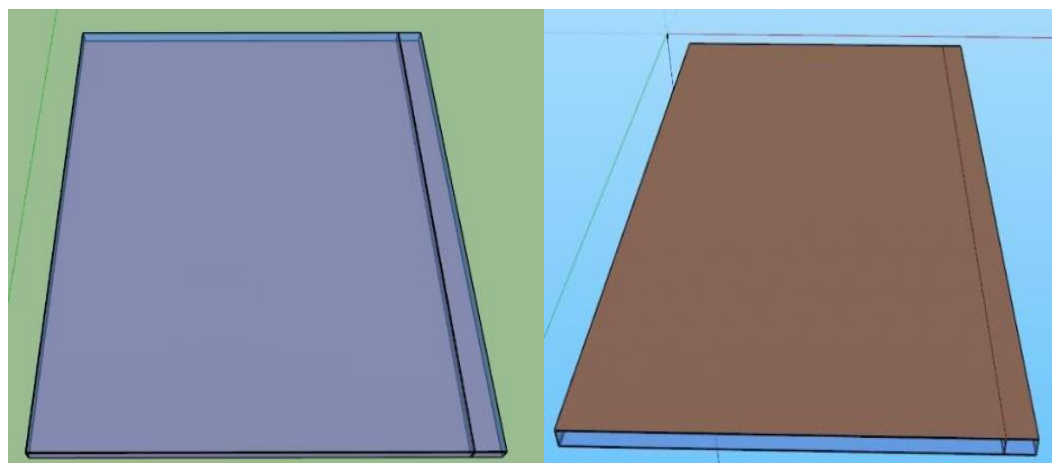
Алдыңғы және сол жақ бұрыштан эскиздегі жалпақ әйнек шатырға арналған таңдалған жылыжайдың 3D-дизайны 3.2- суретте көрсетілген. Жылыжайдың сол жақ қабырғасы да екі қабатты шыны панельдерден тұрады. Бұл панельдер күн сәулесін тиімді пайдаланып, жылыжай ішіндегі микроклиматты тұрақты етеді.

Шыны панельдер жылыжайдың ұзын жағы бойымен орналасқан, олар ішкі кеңістікті жақсы жарықтандыруды қамтамасыз етеді. Жоғары жағында жалпақ әйнек шатыр орналасқан. Шатыр толық мөлдір, бұл күн сәулесінің тікелей түсуіне мүмкіндік береді, әрі жаңбыр суының еркін ағып кетуін қамтамасыз етеді. Шатырдың жиегі арнайы материалдармен қапталған, бұл оның ұзақ уақыт бойы қызмет етуін қамтамасыз етеді.

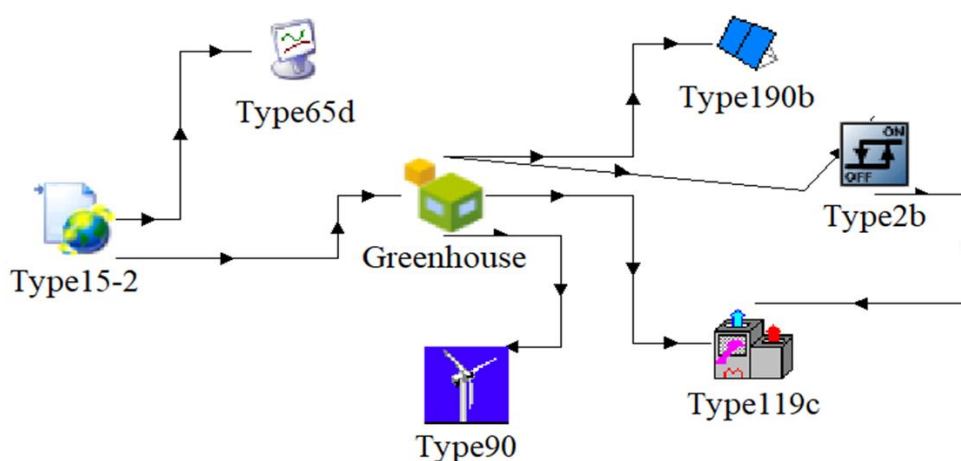


3.2-сурет- SketchUp бағдарламасында жалпақ әйнек шатырға арналған таңдалған жылыжайдың 3D дизайны (алдыңғы көрініс)

Үстіңгі және астыңғы көріністегі эскиздегі жалпақ әйнек шатырға арналған таңдалған жылыжайдың 3D-дизайны 3.3-суретте көрсетілген.



3.3-сурет-SketchUp бағдарламасында жалпақ әйнек шатырға арналған таңдалған жылыжайдың 3D дизайны (үстіңгі және астыңғы көрініс)



3.4-сурет-TRNSYS бағдарламасында жел мен күн гибриді жүйесі

3.4-суретте TRNSYS негізінде жасалған жылыжай, күн панельдері, жел турбины және жылу сорғысын қамтитын жүйе көрсетілген. Жүйеде жылыжайдың климатын тиімді басқару үшін күн панельдері (Type190b), жел турбины (Type90), деректерді көрсету (Type65-d) және метеорологиялық деректерді енгізу (Type15-2) және жүйені басқару логикасы (Type2b) қолданылады. Күн панельдері мен жел турбинынан өндірілген энергия жылыжайдың энергия қажеттіліктерін өтейді.

3.3 MATLAB программасын қолдану

Әр түрлі бағыттағы қабырғаларға байланысты күн радиациясы, жылыжай ішіндегі температураның өзгеруі, жылыжайды жылыту және салқындату қажеттілігі, ауа жылу сорғысының қуаты, жылу сорғысының электр энергиясын тұтынуы және фотоэлектрлік панельдер мен жел турбиналарынан электр энергиясын өндіру MATLAB бағдарламалық жасақтамасының көмегімен есептелді. (Есептеу нәтижелерінің жолы А-қосымшасында келтіріледі.)

3.4 Техникалық талдау

Бұл осы жұмыста қолданылған кезең-кезеңімен ұсынылды.
Көлбеу бұрышы δ -деп,

$$\delta = 23.45 \sin\left(360 \frac{284+n}{365}\right) \quad (3.1)$$

n- жыл ішіндегі күн саны;

ω - сағат бұрышы

$$\omega = (tk - 12\text{сағ}) * 15^\circ/\text{сағ} \quad (3.2)$$

tk -күн уақыты (сағ), мұнда күн уақыты - 1-ден 24-ке дейінгі тәулік сағаты.

Зенит бұрышы θz

$$\cos \theta z = \cos \varphi \cos \delta \cos \omega + \sin \varphi \sin \delta \quad (3.3)$$

Күн биіктігінің бұрышы α_k

$$\sin \alpha_k = \cos \varphi \cos \delta \cos \omega + \sin \varphi \sin \delta \quad (3.4)$$

φ - ендік ($39,07^\circ$)

Күн азимутының бұрышы γ ,

$$\sin \gamma = \frac{\cos \delta \sin \omega}{\cos \alpha_k} \quad (3.5)$$

Түсу бұрышы θ

$$\cos \theta = \sin \delta \sin \varphi \cos \beta - \sin \delta \cos \varphi \sin \beta \cos \gamma + \cos \delta \cos \varphi \cos \omega + \cos \delta \cos \varphi \sin \beta \cos \gamma \cos \omega + \cos \delta \sin \beta \sin \gamma \sin \omega \quad (3.6)$$

β -Бетінің көлбеуі ($\beta = 90^\circ$ вертикальді)

Сәулелік сәулелену R_b , көлбеу бетіндегі сәулелік сәулеленудің көлденең бетіндегі сәулелік сәулеленуге қатынасы,

$$R_b = \frac{\cos \theta}{\cos \theta_z} \quad (3.7)$$

Көлбеу беттің сағаттық радиациялық түсуі

$$I_R = (I_s - I_d)R_b + I_d \left(\frac{1 + \cos \beta}{2} \right) + I_s \rho_g \left(\frac{1 - \cos \beta}{2} \right) \quad (3.8)$$

мұндағы ρ_g - Жердегі шағылысу коэффициенті (0,2 ретінде алынды);

I_s - ғаламдық сәулелену ($\text{Вт}/\text{м}^2$);

I_d - диффузиялық Сәулелену ($\text{Вт}/\text{м}^2$).

Абсолютті ылғалдылық коэффициенті W , $\text{г}/\text{м}^3$,

$$W = \frac{6.112 * e^{\left[\frac{17.67 * T}{T + 243.5} \right]} * rh * 2.1674}{273.15 + T} \quad (3.9)$$

rh -салыстырмалы ылғалдылық,

Бұл жылыжайдағы жылу жоғалтудың жалпы мәні (Q_T) конвекция (Q_{con}), сәулелену (Q_{rad}) және инфильтрация нәтижесінде пайда болатын жылу беру мәні (Q_{inf}) арқылы жылыжайдан жылу беру мәнінің қосындысына тең... инфильтрация.

$$Q_T = Q_{con} + Q_{rad} + Q_{inf} \quad (3.10)$$

Конвекция арқылы қыздыру және жылу шығынын анықтау,

$$Q_{con} = U * A * \Delta T \quad (3.11)$$

мұндағы U - әрбір материалдың жылу беру коэффициенті ($\text{Вт}/\text{м}^2\text{°C}$);

A - жылыжай жамылғысының ауданы (қабырға, жер, терезе және т.б.) (м^2);

ΔT - қоршаған орта мен жылыжай ішіндегі температура айырмашылығы ($^\circ\text{C}$).

Радиация арқылы жылу және жылу шығынын анықтау,

$$Q_{rad} = A * I_t * \tau \quad (3.12)$$

τ - Терезе стандартты күн өткізгіштігі және атмосфераны сіңіру ($0,86 \times 0,28$).

Әрбір бағыт үшін радиациялық оқиғалар-және аудандар-жылыжай беттерінің (қабырғалар, шатырлар және т.б.) осы бағытқа бет бұру негізге алынды.

Инфильтрация арқылы қыздыру және жылу шығынын анықтау,

$$Q_{inf} = \rho_{air}VN * [C_{pair}\Delta T + h_{fq}(W_i + W_o)] \quad (3.13)$$

мұндағы ρ_{air} - ауаның тығыздығы (1,225 кг/м³);

V - жылыжай көлемі (м³);

N - инфильтрация жылдамдығы ($2,8 * 10^{-4}c^{-1}$);

C_{pair} - ішкі ауаның меншікті жылуы (1,006 кДЖ/кг°С);

h_{fq} - жылыжайдың ішкі температурасында судың булануының жасырын жылуы (2450 кДЖ/кг 20°С температурада су мен будың энтальпия мәндерін бірдей температурада немесе тікелей кесте мен график мәндерінен алуға болады);

W_i - жылыжайдың ішкі ауасының ылғалдылық коэффициенті (кгводы/кг воздуха);

W_o - сыртқы ауаның ылғалдылық коэффициенті (кг_{су}/кг_{ауа}).

Алдыңғы кадамдарда келтірілген барлық жылу мәндері (Q) кВт-қа айналдырылды және барлық жылу мәндері (Q), қуат мәндері (P) және жұмыс мәндері (W) кВт-та алға есептеулерде қолданылды.

3.5 Жылу сорғысының жұмысы

Күн радиациясынан туындайтын парниктік әсерді ескере отырып, егер орташа тәуліктік температура 18°С - 22°С аралығында болса, жылыжайды жылыту мен салқындатудың қажеті жоқ екендігі анықталды, бұл қызанақ үшін қолайлы температура диапазоны. Осы диапазонға сүйене отырып, жылу сорғысының қуаты анықталды. Жылу сорғысы температура рұқсат етілген диапазоннан тыс болған кезде сағат сайын қосу/өшіру үшін жасалған. Бастапқы және берілген температура 20°С-қа тең болды. Жылыжайдың ішкі температурасы (T_{gh}) 18 °С-тан төмен болған кезде қыздыру процесі іске қосылады, жылыжайдың ішкі температурасы 22 °С-тан жоғары болған кезде салқындату процесі іске қосылады.

Жылыту және салқындату процестері толық қуатта жұмыс істеуі керек еді. Жылыту (Q_{hph}) және салқындату (Q_{hpc}) жылу сорғысының қуат жүктемесі келесідей есептелді:

$$T_{gh} < 18^{\circ}C;$$

$$T_{gh} = \int_{t=ti}^{t=tf} \left(\frac{Q_{con} + Q_{rad} + Q_{inf} + Q_{hph}}{V \rho_{air} C_{pair}} \right) dt \quad (3.14)$$

$$ti = 0, tf = 8760$$

$$T_{gh} > 22^{\circ}\text{C};$$

$$T_{gh} = \int_{t=ti}^{t=tf} \left(\frac{Q_{con} + Q_{rad} + Q_{inf} - Q_{hpc}}{V \rho_{air} C_{p,air}} \right) dt \quad (3.15)$$

Жылу сорғысының қуаты жылыжайдың энергия қажеттілігіне байланысты 5000кВт ретінде анықталды. Таңдалған жылу сорғысының қуаты шамамен 250 кВт (LG Electronics 2020) болғандықтан, бұл жылыжайда 20 жылу сорғысы қолданылған.

Жылу сорғысы жұмыс істейді (компрессор жұмыс істейді),

$$W_{hpcomp} = \int_{t=ti}^{t=tf} \frac{(Q_{hpc} + Q_{hph})}{COP_{hp}} dt \quad (3.16)$$

COP_{hp} - таңдалған жылу сорғысының өнімділік коэффициенті (техникалық сипаттамадан 4,36 алынды)

Жобаланған жылыжайды бір жыл бойы жылыту мен салқындатудың сағаттық қажеттілігін есептеп, жоғары салқындату жүктемесіне байланысты қолайлы жылу сорғысын таңдағаннан кейін, салқындату процесі есепке алынбайды деп шешілді. Мұның себептері "нәтижелер және талқылау" бөлімінде айтылды. Осылайша, жылу сорғысын тұтыну жылытуды қажет ететін 7 ай (Қазан-сәуір) аралығында ескерілді.

3.6 Фотоэлектрлік панель арқылы электр энергиясын өндіру

Фотоэлектрлік панельдерді таңдау үшін жобаланған жылыжайдың фотоэлектрлік жүйесінде пайдалану үшін Panasonic n330 фотоэлектрлік модулі таңдалды (Panasonic 2018).

Жасуша температурасы,

$$T_c = T_a + k * I_h \quad (3.17)$$

мұндағы, T_a - әр сағат үшін қоршаған орта температурасы, ал k - 0,2 деп қабылданған желдету коэффициенті. P_{vgis} -тен көлденең I_h жазықтығындағы ($\text{Вт}/\text{м}^2$) сағаттық ғаламдық радиация мәндері қолданылды[20].

Сағаттық фотоэлектрлік тиімділік η_i , сағ

$$\eta_i = \eta_{mp,ref} * \left(1 - \mu_{mp}(T_c - T_{ref}) + \delta \ln \left(\frac{I_h}{G_{ref}} \right) \right) \quad (3.18)$$

мұндағы $\eta_{mp,ref}$ - фотоэлектрлік панельдердің тиімділігі (19,7% (Panasonic 2018));

μ_{mp} - қуат нүктесінің максималды тиімділігінің температура коэффициенті (25 °C үшін 0,00258 ретінде қабылданды);

δ - күн радиациясының коэффициенті (0,052 ретінде қабылданды);

T_{ref} - анықтамалық температура (25 °C) (Panasonic 2018);

G_{ref} - анықтамалық ғаламдық сәулелену (1000 Вт/м²) (Panasonic 2018).

Сағаттық фотоэлектрлік электр энергиясын өндіру E_i ,

$$E_i = \eta_i * \eta_{pv} * A_{pv} * I_h \quad (3.19)$$

η_{pv} - фотоэлектрлік панельдер саны;

A_{pv} - фотоэлектрлік панельдің ауданы (1,67м² Panasonic n330 фотоэлектрлік модулінің техникалық сипаттамасынан алынған (Panasonic 2018)).

3.7 Жел турбины арқылы электр энергиясын өндіру

Бұл бөлімде жел энергиясын есептеу үшін теңдеулер қолданылды. Жел турбины таңдау үшін жобаланған жылыжай үшін жел турбины жүйесінде пайдалану үшін EW DW 61 1 МВт таңдалды (EWT 2018).

Қол жетімді жел қуаты,

$$P_w = \frac{1}{2} \rho_{air} A_s U_w^3 \quad (3.20)$$

мұндағы ρ_{air} - ауа тығыздығы (1,225 кг/м³);

A_s - ротордың өту ауданы (м²);

U_w - ауа жылдамдығы(м/с).

Желдің жылдамдығы профилінің негізгі моделінің қуат заңының көрінісі,

$$U_{(z)} = U_{(z_r)} \left(\frac{z}{z_r} \right)^a \quad (3.21)$$

мұндағы $U_{(z)}$ z биіктігіндегі желдің жылдамдығын, $U_{(z_r)}$ z_r биіктігіндегі желдің анықтамалық жылдамдығын, ал a — дәрежелік қуат нормасын білдіреді. Тақырып бойынша алғашқы зерттеулер белгілі бір жағдайларда $a=1/7$ екенін көрсетті, бұл жел профильдері мен жалпақ тақталар арқылы өтетін ағын арасындағы байланысты көрсетеді. PVGIS (PVGIS 2022) желінің жылдамдығы туралы деректер 10 м-ге тең, сондықтан жоғарыда келтірілген корреляция арқылы турбина хабының таңдалған биіктігі 69 м болғандықтан, жел жылдамдығының шамамен мәні 69 м биіктікте есептелді.

Қолда бар жел қуатына $P_w(u)$, қуат коэффициентіне P_w және жетек пойызының тиімділігіне C_p негізделген турбинаның қуат қисығы η ,

$$P_w(u) = \frac{1}{2} \rho_{air} A_s C_p \eta U_w^3 \quad (3.22)$$

ЖЭУ-дан электр энергиясын өндіру 2.8-суретте көрсетілген қуат қисығына қатысты 1 ЖЭУ-де жүргізілді.

2.8-суреттегі қуат корреляциясы мен қуат қисығы желдің жылдамдығы 3-тен 14 м/с-қа дейін, 1000 кВт электр энергиясын өндіру желдің жылдамдығы 14-тен 25 м/с-қа дейін ескерілді.

Жылыжайдағы сағаттық электр тұтыну мөлшері, негізінен, жылу сорғысының жұмысына байланысты өзгеріп отырды. Тұтыну мен генерация арасындағы сәйкессіздік келесі түрде анықталды:

Әр сағатта өндірілген электр қуаты мен тұтынылған электр қуаты арасындағы айырмашылық анықталды. Бұл сәйкессіздік генерация артық немесе тапшылығы ретінде тіркелді. 12 ай ішінде фотоэлектрлік панельдер мен жел турбиналары арқылы сағаттық электр қуатын өндіруді есептегеннен кейін жүктеме мен генерация арасындағы сәйкессіздік анықталды, сонымен қатар желіге қосылу және энергияны сақтау опциялары бағаланды. Бұл бөлімде сақтау жүйесі үшін артық электр энергиясын өндіру көлеміне сәйкес аккумулятордың сыйымдылығын есептеу түсіндірілді.

5271 фотоэлектрлік панельден тұратын 1-ші сценарий ең оңтайлы болып табылғандықтан, осы сценарийге қатысты сақтау есептеулері жүргізілді. Аккумулятордың қажетті сыйымдылық мәнін анықтау үшін жылыту процесі үшін жылу сорғысының сағаттық электр шығыны және бір жыл ішінде фотоэлектрлік панельдерден жалпы электр энергиясын өндіру салыстырылды және тұтыну мен өндіріс арасындағы максималды жиынтық айырмашылық есептелді. Максималды жинақталған энергия айырмашылығы 1648302 кВт/сағ екені анықталды. Байланысты энергияны сақтау қажеттілігіне және қол жетімді ауқымды батарея опцияларына сүйене отырып, қажетті батареялардың саны есептелді. Батареялардың бағасын ескере отырып, батареялармен энергияны сақтау экономикалық тұрғыдан мүмкін еместігі анықталды. Сондықтан аккумуляторлар арқылы энергияны сақтау ағымдағы зерттеуге енгізілмеген және барлық сценарийлер бойынша жүйе энергияның сәйкес келмеуін болдырмау үшін желіге қосылған деп бағаланған. Энергияны сақтаудың мүмкін болатын нұсқалары үшін үлкен энергия сақтау сыйымдылығы (мысалы, 1000 МВт) және төмен бағасы бар батареяларды іске асыру қажет.

4 Экономикалық талдау

Инвестициялардың экономикалық талдауын түсіндіру кезінде көптеген параметрлерді ескеру қажет. Бұл талдау 2022 жылға арналған бағаларды қолдана отырып, 25 жылдық нақты зерттеуді қолданды. Фотоэлектрлік панельдер мен жел турбиналарының қызмет ету мерзімі 25 жыл болғандықтан осы зерттеудің қаржылық талдауы осы уақыт аралығында жүргізіледі.

Қазақстанда корпоративтік салық біртіндеп компанияның жалпы жылдық жалпы табысына қолданылады. Қазақстандағы жалпы корпоративтік салық 20% құрайды, сондықтан бұл зерттеу осы мәнді пайдаланды.

ҚЕАКН (Қабылданатын ең аз кірістік норма): жобаға инвестиция салу арқылы инвестор ең төменгі кірістілік мөлшерлемесін алуға ниетті. Басқаша айтқанда, бұл инвестициялау шығындарын жабу үшін қажет ең төменгі пайда мөлшерлемесі. ҚЕАКН сонымен қатар инвестициялар ұсына алатын тәуекелдің жоғары деңгейін есепке алу үшін үлкен коэффициент ретінде пайдаланылуы мүмкін. Нәтижесінде, 5% ҚЕАКН мәні есептеулерде парниктік энергия қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін фотоэлектрлік жүйелер мен жел турбиналарын пайдаланудың қайтарымы жоғары инвестиция екенін көрсету үшін пайдаланылады.

Айналым капиталы: Айналым капиталы дегеніміз-тауарлық-материалдық құндылықтар мен сауда дебиторлық берешегі сияқты активтер, олар өндіріс орны сияқты негізгі құралдарға инвестицияларды жүзеге асырғаннан кейін инвестициялардың күнделікті жұмысын бастауы үшін қажет. Айналым капиталын алу үшін жылдық шығындар операциялық кірістілік коэффициентіне бөлінді. Егер жылыжайлар үшін қызмет айналымының уақыты 2 айға тең болса, онда зерттеудегі қызмет айналымының коэффициенті 6-ға тең болады, өйткені ол жылдағы айлардың санын қызмет айналымы кезеңіне бөлу арқылы есептеледі. Екі саладағы айналым капиталы қаржылық талдауда сол жылғы жылдық шығыстарды 6-ға бөлу арқылы бағаланды. 25 жылдық қаржылық зерттеу айналым капиталының орташа мөлшерін пайдаланды.

Негізгі капитал: негізгі капиталға салынған инвестициялар барлық негізгі ғимараттарды салуға, сондай-ақ жүйеге қажетті барлық машиналар мен жабдықтарды сатып алуға және орнатуға қажетті капиталды білдіреді. Негізгі капиталға инвестицияларды жалпы инвестициядан айналым капиталы сияқты қосымша шығындарды шегеру арқылы есептеуге болады.

Амортизациялық аударымдар:

Амортизация — бұл кәсіпорындар пайдалану үшін сатып алынған активтердің тозуы немесе ескіруі сияқты сценарийлерде көрсетілуі мүмкін шығыстардың үлесі. Жабдықтың әр бірлігінің амортизациясының үлесі әр түрлі болуы мүмкін. Алайда, бұл зерттеуде жүйенің амортизациясының үлесі жалпы және 25 жылдық кезеңде алынды.

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+i)^t} - C_0 \quad (3.23)$$

Мұндағы C_t - T кезеңіндегі таза ақша ағыны;
 c_0 - жалпы бастапқы инвестициялық шығындар;
 i - Қажетті кірістілік немесе дисконттау мөлшерлемесі;
 t - уақыт кезеңдерінің саны.

$$0 = NPV = \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+IRR)^t} - c_0 \quad (3.24)$$

ЭҚ (Энергияның Нивелирленген Құны): белгілі бір жүйе үшін электр энергиясын өндіру құны энергияның нивелирленген құны ретінде белгілі. Бұл бастапқы инвестицияларды, пайдалану және техникалық қызмет көрсетуді, күрделі шығындарды және т.б. қоса алғанда, бүкіл қызмет ету мерзімі ішінде энергия өндіру процесінің құнын экономикалық талдау.

$$LCOE = \frac{\text{NPV of total costs over lifetime}}{\text{NPV of electrical Energy Produced over Lifetime}} \quad (3.25)$$

Болжамдар:

MS Excel жоғарыда сипатталған параметрлерді ескере отырып, 2022 жылғы бағамен 25 жылдық кезеңдегі жүйелердің кірістері мен шығындарын талдау үшін пайдаланылды. Ақша ағынын бағалау және шығындарды талдау үшін қажет басқа мәндер үшін кейбір болжамдар жасалды.

Электр энергиясын сатып алу бағасы мен электр энергиясын сату бағасы сәйкесінше кВт/сағ үшін 24 тг және кВт/сағ үшін 3,9 тг мөлшерінде. Артық және тапшы электр энергиясының өндірістік қажеттіліктері ай сайынғы өтемақы негізінде есептелді, содан кейін электр энергиясын сатып алу-сату бағалары жылдық кезеңдерге есептелді және электр энергиясының жылдық шығындары немесе кірістері ретінде ұсынылды. 2022 жылмен салыстыру үшін одан әрі есептеулер 2022 жылға қарағанда электр энергиясын сатып алу-сатудың тиімді мәндері болып табылатын 2020 жылғы мәндерді алды. Осылайша, электр энергиясын сатып алу бағасы кВт/сағ үшін 23 тг құрады, ал электр энергиясын сату бағасы кВт/сағ үшін 2,8 тг құрады.

1 туннельге 2500 қызанақ көшетін сыйдыра алатындықтан, бұл зерттеуде жылыжай өндірісінде шамамен 62000 қызанақ көшеттерін пайдалануға болды. Әдеби зерттеулер аясында жылыжайда өсірілген қызанақ көшеттері орта есеппен 10-20 кг қызанақ бере алатындығы анықталды, бірақ сонымен бірге оңтайлы жағдайда көшеттерден ең көбі 55 кг қызанақ алуға болатындығы анықталды. Осы себепті, жылыжайда жылыту жүйесі болмаса (базалық жағдайда), қызанақтың бір көшеті 10 кг бере алады деп қабылданды. Екінші жағынан, бұл зерттеуде қызанақ үшін оңтайлы жағдайларға жақын жүйені қамтамасыз ететін жылу жүйесі болатындықтан, бір қызанақ көшеті 55 кг бере алады деп қабылданды. Сондықтан экономикалық есептеулер қосымша жарналар үшін 45 кг айырмашылықты ескере отырып жасалды.

Қызанақ өндірісі 6 айда (наурыз-тамыз) қабылданды, сондықтан осы айларда қызанақтың сату бағасы алынды. Қызанақтың сату бағасы айдан айға дейін өзгеруі мүмкін болғандықтан, бағалар шамамен 170 тг мен 250 тг аралығында алынды. Бұл бағалар нарықтағы маусымдық сұраныс пен ұсыныстың өзгеруіне байланысты ауытқиды. Наурыз айында қызанақтың сату бағасы салыстырмалы түрде төмен болуы мүмкін, өйткені бұл кезеңде әдетте жаңа өнімдер нарыққа шығарылады және сұраныс әлі жоғары деңгейге жетпеген. Сәуірден бастап, қызанақ өндірісінің көлемі артып, сұраныс өсуіне байланысты бағалар біртіндеп көтеріледі. Маусым мен шілде айларында қызанақтың сату бағасы ең жоғары деңгейге жетуі мүмкін, өйткені бұл кезеңде сұраныс өте жоғары, әсіресе, жазғы демалыс маусымында. Тамыз айында, өнім көлемі артып, нарықтағы қызанақ саны көбейген кезде, бағалар біршама төмендеуі мүмкін. Осы айлардағы бағаларға әсер ететін тағы бір фактор - нарықтағы бәсекелестік деңгейі мен ауа райының өзгеруі. Ауа райы жағдайлары өнім көлеміне және сапасына тікелей әсер етеді, сондықтан қолайсыз ауа райы жағдайында бағалар көтерілуі мүмкін.

Нарықтағы басқа фермерлер мен өндірушілердің де бағаларға әсері бар, өйткені олар өз өнімдерін нарыққа шығарып, бәсекелестікті күшейтеді. Мұндай жағдайларда, бағалар тұрақсыз болып, айдан айға өзгеруі мүмкін.

250 кВт ауа жылу сорғысын орнату құны жылу сорғысы үшін 6500 АҚШ доллары мөлшерінде анықталды және зерттелетін жылыжайларға 20 жылу сорғысы қажет болғандықтан, жылу сорғысын орнатудың жалпы құны 130000 АҚШ долларын құрады. Сонымен қатар, жыл сайынғы пайдалану және техникалық қызмет көрсету құны жылу сорғысы үшін 75 АҚШ доллары және 20 жылу сорғысы үшін 1500 АҚШ доллары болды.

Бір Panasonic 330 Вт фотоэлектрлік панелінің бағасы шамамен около 340-341 (шамамен 1,033/Вт). Инвертор, кабельдер, трансформаторлар және т.б. сияқты басқа орнату жабдықтарының бағасы, ал 330 Ватт бір фотоэлектрлік қондырғының қалған шығындары (жұмыс күші және көлік) шамамен 212 долларды құрайды. 1-ші сценарийде 5271, 2-ші сценарийде 2648, ал 3-ші сценарийде 26 фотоэлектрлік панель қолданылғандықтан, бағалар осы сценарийлерді ескере отырып түзетілді. Фотоэлектрлік панельді пайдалану мен техникалық қызмет көрсетудің тұрақты шығындары мәліметтері бойынша 212 АҚШ доллары /кВт. Осылайша, бұл зерттеуде пайдалану және техникалық қызмет көрсету құны фотоэлектрлік панель үшін 7 АҚШ доллары көлемінде қабылданды.

Бір 1 МВт EWT dw61 жел турбинасын орнату бағасы шамамен болды 1512097 доллар, сол турбинаны пайдалану және техникалық қызмет көрсету құны шамамен 54435 долларды құрады.

Ақша ағындарын бағалау кезінде жоғарыда көрсетілген болжамдар ескерілді, ал бес сценарий бойынша бастапқы инвестициялар мен жылдық шығындар 7-кестеде келтірілген. Экономикалық тиімділікті бағалау үшін келесі көрсеткіштер қолданылды:

- Өтелу мерзімі (бастапқы инвестициялардың қайтарым мерзімі, жылдық шығындарды есепке алу арқылы);

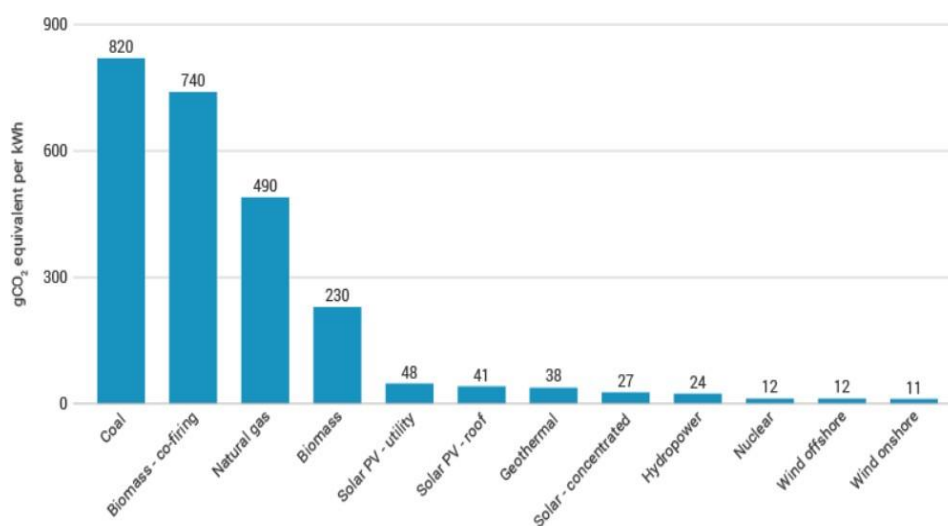
- Ішкі пайда нормасы (инвестициялардың кірістілігін бағалау үшін);
- Таза ағымдық құн (жобаның ұзақ мерзімді экономикалық тиімділігін бағалау үшін).

Кесте-7-Барлық сценарийлердің шығындарының қысқаша мазмұны

| Сценария | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|------------|------------|-------------|-------------|-----------|
| Орнату Құны, тг | 58572020 | 58572020 | 58572020 | 58572020 | 58572020 |
| Күн панелі жүйесін орнату құны, тг | 1312587659 | 659469086 | 6475150 | - | - |
| Жел турбинасын Орнату құны, тг | - | 681281352 | 1362562703 | 2043844055 | - |
| Айналым Капиталы, тг | 51597034 | 52054964 | 52510978 | 47994247 | 65835653 |
| Жалпы Бастапқы Инвестициялар, тг | 1422756709 | 1451377422 | 1480120852 | 2150410322 | 124407673 |
| Электр Энергиясының Жылдық Құны, тг | 292282287 | 278776584 | \$588733.51 | \$474331.43 | 394338089 |
| ТҚК Құны, тг | 675831 | 675831 | 675831 | 675831 | 675831 |
| Күн панелі Жүйесінің ТҚК Құны, тг | 16624091 | 8350117 | 82001 | - | - |
| Жел турбинасының ТҚК Құны, тг | - | 24525907 | 49051814 | 73577721 | - |
| Жалпы Жылдық Құны, тг | 309582209 | 312329791 | 315065884 | 287965475 | 395013920 |

5 Экологиялық талдау

Әлемдегі адамдардың күн және жел энергетикалық жүйелерін қалауының бірнеше себептері бар және ең жақсы тәсілдердің бірі - салауатты ортаға үлес қосу. Сонымен қатар, күн және жел энергетикалық жүйелері жұмыс істеуі үшін суды қажет етпейтіндіктен, олар су ресурстарын тұтынуға ықпал етпейді. Сонымен қатар, қазба отындарынан айырмашылығы, ол атмосфераға көмірқышқыл газы, метан және азот оксиді сияқты көптеген ластанушы заттарды шығармайды және ауаның ластануын немесе денсаулыққа зиян келтірмейді. Фотоэлектрлік панельдер мен жел генераторларын орнату нәтижесінде рұқсат етілмейтін көмірден, табиғи газдан және басқа энергия көздерінен көмірқышқыл газы шығарындыларының есептеулері келтірілген(5.1-сурет).



5.1-сурет- Орташа өмірлік циклдегі CO₂ эквивалентті шығарындылары (Дүниежүзілік Ядролық Қауымдастық 2022)

2022 жылы электр энергиясын өндірудегі ресурстардың үлесі төмендегідей тіркелді (Қазақстан Республикасының Энергетика және табиғи ресурстар министрлігі 2022 ж.)[21]:

- Көмір: 34,6%;
- Табиғи газ: 22,2%;
- Гидроэнергетика: 20,6%;
- Жел: 10,8%;
- Күн энергиясы: 4,7%;
- Геотермалдық энергия: 3,3%;
- Басқа көздер: 3,7%.

Жаңғыртылатын энергия көздерінен шығатын CO₂ шығарындыларын есептеу кезінде сценарийлер күн панелі және жел турбиналарынан алынған электр энергиясын өндіру көлеміне сәйкес күн панелі және жел турбиналары

шығарындыларының өмірлік циклі кезінде CO₂ орташа эквивалентін көбейту арқылы есептелді. Содан кейін, егер электр энергиясының мөлшері қажет болса жылу тұтыну сценарийлерде жаңғыртылатын энергия жүйелерімен емес, желімен қамтылатын болады CO₂ шығарындылары желіден келетін электр энергиясын электр энергиясын өндірудегі ресурстардың үлесіне көбейту арқылы есептелді. Ақырында, үнемдеуді табу үшін, егер электр энергиясы жаңғыртылатын энергия жүйесі арқылы өндірілсе, CO₂ шығарындылары, егер электр энергиясы желіден жеткізілсе, CO₂ шығарындыларын шегеру арқылы табылды.

5.1 Нәтижелер және талқылау

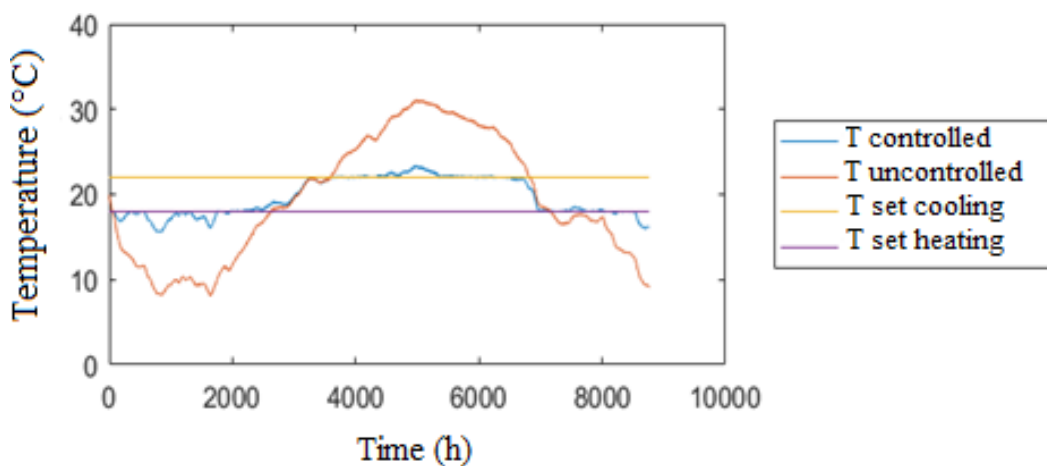
Бұл бөлім бес сценарий бойынша барлық техникалық, экономикалық және экологиялық есептеулердің нәтижелерін ұсынады және талқылайды. Matlab бағдарламалық жасақтамасымен жасалған техникалық талдау matlab бөліміндегі есептеулер мен әдістерді қарастыру арқылы сипатталды. Excel көмегімен жүргізілген экономикалық және экологиялық талдаулар "экономикалық талдау" бөліміндегі болжамдар мен болжамдарды және сәйкесінше "экологиялық талдау" бөлімдеріндегі коэффициенттер мен процентильдерді ескере отырып қаралды.

Әдістеме бөлімінде айтылғандай, сыртқы қабырға өлшемдерінен материалдың қалыңдығына дейін кернеу мәндеріне дейін зерттелетін жылыжайдың сыртқы орнату сипаттамалары алдымен TRNSYS бағдарламалық құралы мен matlab бағдарламалық құралының көмегімен анықталды. осыдан кейін matlab бағдарламалық жасақтамасында жылыжайдың жылыту және салқындату қажеттіліктерін есептеу үшін PVGIS-тен жүктелген климаттық деректерінде matlab бағдарламалық жасақтамасында анықталды және сәйкесінше әдістеме бөлімінде көрсетілген радиациялық есептеулер жүргізілді. осы бөлімде сипатталған барлық есептеулер экономикалық және экологиялық салдарға дейін matlab бағдарламалық жасақтамасымен орындалды.

Жылыжайдың сыртындағы жылу шығыны мен шығынын есептеу, яғни конвекция мен сәулелену, жылу беру және ылғалдылыққа байланысты инфильтрация жылыжайдың әр бетіне түсетін Күн радиациясының мәндерін, шағылысу және өткізу коэффициенттерін ескере отырып жүргізілді. Осылайша, белгіленген температура 20°C ретінде анықталған жылыжай ішіндегі температура сыртқы температура мәндерін қосу және жылу шығынын арттыру арқылы жылыжай ішіндегі бастапқы температура мен сағаттық температура мәндері ретінде қабылданды. Жылыжай ішіндегі температураны 18°C-22°C аралығында ұстауға тырысу үшін бөлме температурасының жаңа мәндері есептелді, жылу сорғысының қуат мәні анықталды, ол осы температура диапазонында жылыту және салқындату үшін қанша энергия қажет екеніне сәйкес келуі мүмкін. Осы есептеулерге сәйкес жалпы жылу жүктемесі 5922015 кВт/сағ, ал жалпы салқындату жүктемесі бір жыл ішінде

11014446 кВт/сағ болды. Орташа жылу жүктемесі және орташа салқындату жүктемесі сәйкесінше 1419,8 және 3408,9 кВт құрады. Сонымен қатар, жылыжайдың бір шаршы метріне орташа жылу жүктемесі 53,66 Вт/м², ал жылыжайдың бір шаршы метріне орташа салқындату жүктемесі 128,83 Вт/м² болды. Салқындату жүктемесі жылу жүктемесінен жоғары болғандықтан, жылу сорғысының қуатын анықтау үшін орташа салқындату жүктемесі қолданылды. Сондықтан жылу сорғысының қуаты 5000 кВт деп анықталды. Жылыжайды жылыту және салқындату үшін жылу сорғысының жалпы электр энергиясын тұтынуы бір жыл ішінде 5583716 кВт/сағ құрайды. Жылу сорғысының жалпы электр энергиясын тұтынуын анықтау үшін талдауларға салқындату жүктемесін қосу фотоэлектрлік және жел турбиналарын максималды орнату үшін "жүйе сипаттамасы" бөлімінде көрсетілген резервтелген учаскемен салыстырғанда өте жоғары болды, салқындату процесі талдаудан алынып тасталды. Сондықтан жылыжайдың жылу жүктемесі негізге алынды және барлық талдаулар осы жүктемеге тәуелді электр энергиясын тұтыну мәнін пайдаланды, ол 3038991 кВт/сағ құрады.

Жылыжай ішіндегі сағаттық температура, ол сыртқы температураға және жылу сорғысы болмаған кездегі сәулелену мәндеріне, сондай-ақ жылу сорғысының қатысуымен сақталатын температура диапазоны болып табылатын 18°C-22°C шегіне және жылыжай ішіндегі температураның жаңа мәндеріне байланысты. жақындау үшін жылытылады және салқындатылады жылу сорғысының қатысуымен осы температуралық мәндерге 5.2-суретте көрсетілген.

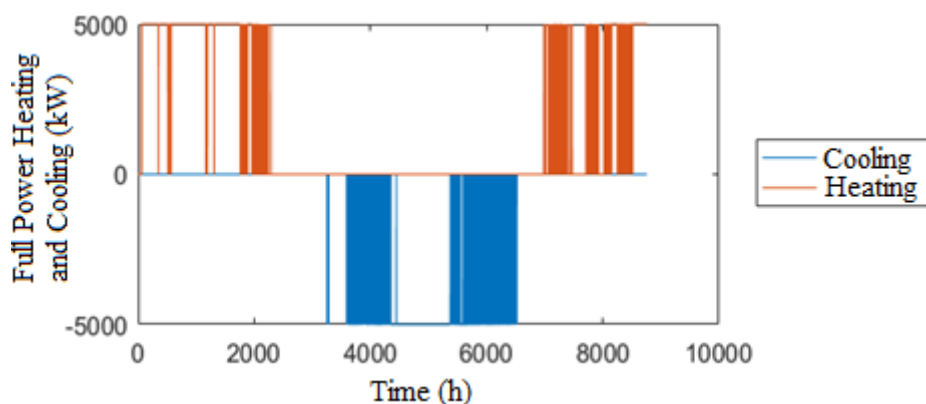


5.2-сурет-Жылыжайдағы температураның сағаттық өзгеруі

Осы есептеулерге сәйкес, жылу сорғысы болмаған кезде жылыжай ішіндегі температураның сағаттық мәндері 18°C-22°C шегіне жеткенде, жылыжай ішіндегі жылыту және салқындату үшін жылу сорғысының қажетті қуаты 5000 кВт деп анықталды. Нарықтағы ауа жылу сорғылары зерттелгеннен кейін, LG маркалы 252 кВт жоғары қуатты жылу сорғысы таңдалды, ол жүйенің сипаттамасында да айтылды. Тиісінше, жылыжайды жылыту және салқындату жүктемесін қанағаттандыру үшін қажет жылу

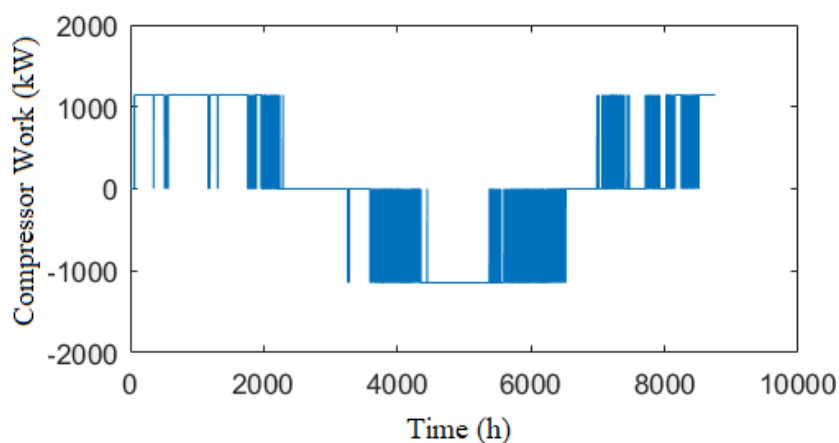
сорғыларының саны (шамамен 25000м^2) 20-ға тең болды.

5.3-суретте бір жыл ішінде 5.2-суретте көрсетілген температураға сәйкес жылыжайды сағат сайын жылыту және салқындату кезінде жылу сорғысының толық қуатының қажетті мәндері көрсетілген.



5.3-сурет- Бір жыл ішінде жылу сорғыларымен сағаттық жылыту және салқындату

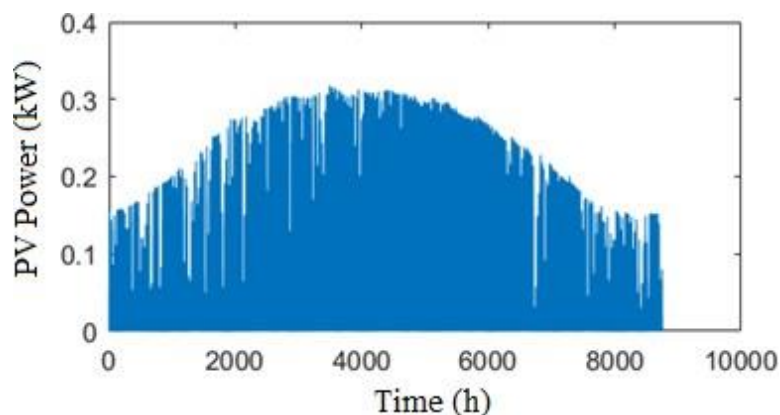
5000кВт жылу сорғысы көп электр энергиясын тұтынса да, жылу сорғысының электр энергиясын тұтынатын жабдығы болып табылатын компрессордың сағаттық электр энергиясына қажеттілігі бір жыл ішінде есептеліп, 5.4-суретте келтірілген. Жылытуға арналған жылу сорғысының тиімділігі бойынша 5000кВт жылу сорғысының қуат шығыны (компрессордың жұмысы) 1146,789кВт деп есептелді, егер ол әрқашан толық қуатта жұмыс істесе.



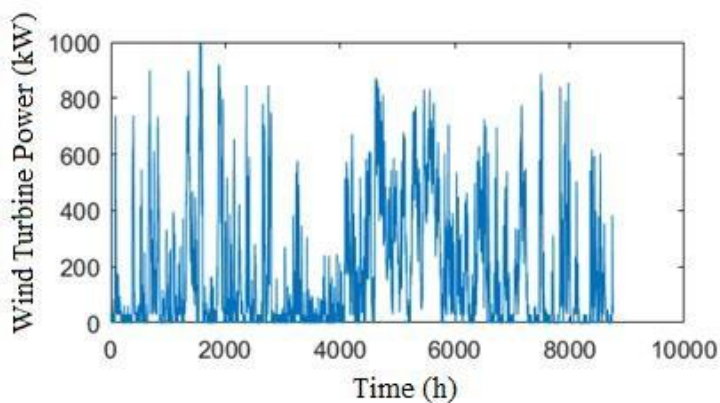
5.4-сурет- Жылу сорғыларының компрессорлық сағаттық жұмысы

Бір жыл ішінде жылыжайды жылытуға арналған электр энергиясының жалпы шығыны 3038991кВт/сағ. бұл энергияны қанағаттандыру үшін Panasonic 330Вт күн панелі және 1 МВт EWT жел турбинасы таңдалды, олар тұтыну мөлшерін қанағаттандыру үшін әртүрлі сценарийлерде пайдаланылды. Бір жыл ішінде 330 Вт күн панельдері мен 1МВт жел турбиналары арқылы электр энергиясын өндірудің сағаттық мәні әдістемеді келтірілген

формулалар бойынша есептелді және сәйкесінше 5.5-суретте және 5.6-суретте көрсетілген.



5.5-сурет- 330Вт фотоэлектрлік панельден сағаттық электр энергиясын өндіру



5.6-сурет- 1 МВт жел турбинасынан сағаттық электр энергиясын өндіру

8-кестеде бес түрлі сценарий және осы сценарийлерде жылыжайды жылыту үшін жылу сорғысы қажет электр энергиясын тұтыну мәніне сәйкес келетін қанша күн панельдері мен жел турбиналары қолданылатыны көрсетілген.

8-кесте- Барлық сценарийлерде жыл сайынғы электр энергиясын тұтыну және өндіру

| Сценарий | Жүйе | Жылу сорғысына н электр энергиясын тұтыну (кВт) | Күн панелінен электр энергиясын тұтыну (кВт) | Жел турбинасын ан электр энергиясын тұтыну (кВт) | Жалпы Электр Энергиясын Өндіру (кВт) |
|----------|--------------------------|---|--|--|--------------------------------------|
| 1 | 20 HP 5271 PV | 3038991 | 3039468.077 | - | 3039468.077 |
| 2 | 20 HP 2648 PV 1 WT | | 1526942.035 | 1512119.942 | 3039061.977 |
| 3 | 20 HP 26 PV 2 WT | | 14992.633 | 3024239.884 | 3039232.517 |
| 4 | 20 HP 3 WT | | - | 4536359.826 | 4536359.826 |
| 5 | 20 HP | | - | - | - |

9-кестеде барлық бес сценарий бойынша жиынтық бастапқы инвестициялар, жылдық шығындар және салық салуға байланысты жылдық кірістер көрсетілген. 9-кестеден көріп отырғаныңыздай жылдық электр қуатын өндіру басқа сценарийлерге қарағанда жоғары, өйткені 4-ші сценарийде 3 жел турбинасы қолданылған, сондықтан жылдық табыс басқа сценарийлерге қарағанда жоғары. Алайда, жел турбиналарын орнату шығындары жоғары болғандықтан және 4-ші сценарийде жел генераторлары жиі қолданылатындықтан, жалпы бастапқы құны басқа сценарийлерге қарағанда әлдеқайда жоғары болды. Екінші жағынан, 9-кестеден жел турбиналары мен күн панельдерін бірге қолданатын сценарий 1-ші сценарий екінші жылдық кіріске ие, егер жел генераторын орнату құны төмендетілсе, ең жақсы сценарий болуы мүмкін деген қорытынды жасауға болады.

Кесте-9-Барлық сценарийлердің жалпы жылдық құны және жылдық кірісі

| Сценарий | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| Жалпы бастапқы инвестициялар | \$3157793.98 | \$3221317.36 | \$3285113.11 | \$4772813.74 | \$276121.56 |
| Жыл сайынғы электр энергиясын сатып алу | \$648717.55 | \$618741.78 | \$588,733.51 | \$474331.43 | \$875229.36 |
| ТҚК жылдық жалпы құны | \$38397 | \$74471 | \$110552 | \$164805 | \$1500 |
| Негізгі капиталға инвестициялар | \$3043274.09 | \$3105781.90 | \$3168565.53 | \$4,666291 | \$130000 |
| Айналым Капиталы | \$114519.09 | \$115535.46 | \$116547.58 | \$106522.74 | \$146121.56 |
| Амортизацияның жылдық құны | \$121730.99 | \$124231.27 | \$126742.62 | \$186651.64 | \$5199.99 |
| Жыл сайынғы электр энергиясын сату | \$38300.47 | \$38994.71 | \$33696.83 | \$51865.64 | - |
| Жыл сайынғы қызанақ сатылымы | \$950000 | \$950000 | \$950000 | \$950000 | \$950000 |
| Кірістер | \$988300.47 | \$985994.71 | \$983696.83 | \$1001865.63 | \$950000 |
| Салық салынатын табыс | \$179454.93 | \$168550.65 | \$157668.69 | \$176077.57 | \$68070.64 |
| Салық төлемі | \$35890.98 | \$33710.13 | \$31533.74 | \$35215.51 | \$13614.13 |
| Салықтан кейінгі жылдық табыс | \$265294.94 | \$259071.79 | \$252877.58 | \$327513.69 | \$59656.51 |

10-кестеге қарасақ, 4-ші сценарийдің ІКН ҚЕАКН мәнінен төмен болғандықтан және 4-ші сценарийдің ТҚ теріс болғандықтан, 4-ші сценарий мүмкін емес және қолайсыз болды. Екінші жағынан, 1-ші және 5-ші сценарийлердің бұзылу кезеңдері басқа сценарийлерге қарағанда аз, яғни бұл сценарийлердің инвестициялық балансы басқаларға қарағанда ертерек жылдарда оң болады. Нәтижесінде, 1-ші және 5-ші сценарийлерді

салыстырған кезде, 1-ші сценарий 5-ші және басқа сценарийлерге қарағанда жақсы, өйткені ол ең жоғары ТҚ, жиынтық кірістің жоғары мәні және жақсы үзіліс кезеңіне ие.

Кесте-10-Таза келтірілген құнды салыстыру

| Сценарий | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|------------|------------|------------|------------|-----------|
| ҚЕАКН 5% | | | | | |
| ІКН | 7% | 6.21 % | 5.74 % | 4.60% | 21.34% |
| Жалпы Бастапқы Инвестициялар (\$) | 3157793.98 | 3221317.36 | 3285113.11 | 4772813.74 | 276121.56 |
| Инвестициялар | Қолайлы | Қолайлы | Қолайлы | Қолайсыз | Қолайлы |
| ТҚ (ҚЕАКН) (\$) | 547440.40 | 395908.19 | 244521.62 | -188310.34 | 521523.94 |
| Шығынсыздық Кезеңі | 19жыл | 20 жыл | 22 жыл | - | 6 жыл |

ЭҚ мәндері 11-кестеде келтірілген, онда 1-сценарийдің ЭҚ мәні ең төмен екендігі көрсетілген. Төмен ЭҚ жақсы нәрсе, өйткені ЭҚ мәні электр энергиясын өндіретін жүйелердің шығындарының электр энергиясын өндіру көлеміне қатынасы болып табылады. 1-ші сценарийдің төмен ЭҚ мәні 1-ші сценарийді де қолайлы етеді, өйткені шығындар аз және электр энергиясын өндіру көлемі жоғары.

Кесте-11-Электр энергиясының нивелирленген құнын салыстыру

| Сценарий | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---|
| Өндірістің ТҚ(кВт/сағ) | 42838094.59 | 42832371.04 | 42834774.62 | 63935203.92 | - |
| Шығындардың ТҚ (\$) | 3433299.16 | 4004231.13 | 4575538.37 | 6837902.62 | - |
| ЭҚ (\$/кВт/сағ) | 0.080146 | 0.093486 | 0.106818 | 0.106950 | - |

1-ші сценарий жоғарыдағы кестелердегі сценарийлерді салыстыру бойынша ең оңтайлы шарттарға ие екендігі анықталғандықтан, одан әрі бағалауда осы сценарийдің кейбір параметрлері өзгертіліп, ағымдағы 2022 жылғы жағдай мен өзгертілген параметрленген күйлер салыстырылды. Бұл параметрлер 2020 жылғы электр энергиясын сату және сатып алу құнын пайдалану және қызанақ көшеттері өндіретін өнім көлеміне байланысты

сатылымның өзгеруіне байланысты өзгеріс ретінде қабылданады. 2021 жылы электр энергиясын сатып алу-сату бағаларында айтарлықтай өзгерістер болмағандықтан, 2020 жылғы мәндер өзгерістерге тексерілді. Сонымен қатар, егер қазіргі сценарийде әдетте 55 кг өнім беретін қызанақ көшеті 45 кг өнім берсе, сценарий зерттелді.

12-кестеде көрсетілгендей, 2020 жылы үкіметке электр энергиясын сату бағасы 2022 жылғы бағадан жоғары болғандықтан, жүйенің ТҚ деңгейі жоғарылап, шығынсыздық кезеңі 19 жылдан 17-ге дейін төмендеді.

Кесте-12-2020 және 2022 жылдардағы электр энергиясын сату бағасына сәйкес 1-ші сценарийді салыстыру

| Сценария | 1 (2022) | 1 (2020) |
|---|-----------|-----------|
| Жыл сайынғы электр энергиясын сату (\$) | 38300.47 | 65336.10 |
| ТҚ (ҚЕАКН)(\$) | 547440.40 | 852271.32 |
| Шығынсыздық кезеңі | 19 жыл | 17 жыл |

13-кестеден көріп отырғанымыздай, 2020 жылы мемлекеттен электр энергиясын сатып алу бағасы 2022 жылға қарағанда айтарлықтай арзан болғандықтан, 2020 жылы ТҚ айтарлықтай өсті және шығынсыздық кезеңі 5-ші жылға дейін қысқарды.

Кесте-13-2020 және 2022 жылдардағы электр энергиясын сатып алу бағасына сәйкес 1-ші сценарийді салыстыру

| Сценария | 1 (2022) | 1 (2020) |
|--|-----------|------------|
| Жыл сайынғы электр энергиясын сатып алу (\$) | 648717.55 | 70953.48 |
| ТҚ (ҚЕАКН) (\$) | 547440.40 | 7197407.36 |
| Шығынсыздық кезеңі | 19 жыл | 5 жыл |

14-кестеде 12-кестеде және 13-кестеде өзгертілген екі параметр де қолданылды, яғни 2020 жылы электр энергиясын сатып алу-сату бағасын бір уақытта есепке алу кезінде. ТҚ жеткілікті жоғары екендігі байқалды, ал шығынсыздық кезеңі 5-ші жылы болды. Бұл дегеніміз, егер жүйе бүгін 2020 жылы электр энергиясының бағасымен салынған болса, бұл өте тиімді жүйе болар еді.

Кесте-14- 2020 және 2022 жылдардағы электр энергиясының бағасына сәйкес 1-ші сценарийді салыстыру

| Сценария | 1 (2022) | 1 (2020) |
|--|-----------|------------|
| Жыл сайынғы электр энергиясын сатып алу (\$) | 648717.55 | 70953.48 |
| Жыл сайынғы электр энергиясын сату (\$) | 38300.47 | 65336.10 |
| ТҚ (ҚЕАКН) (\$) | 547440.40 | 7502238.27 |
| Шығынсыздық кезеңі | 19 жыл | 5 жыл |

15-кестеде қызанақ көшеттерінен алынған өнімге қатысты қызанақ түсімі бағаланды. Егер көшеттер 55 кг орнына 45 кг қызанақ берсе, жүйе 15-кестеден көрініп тұрғандай экономикалық шығынға ұшырайды. Ол бұл жүйе электр энергиясынан пайда көріп қана қоймай, сонымен қатар жүйенің пайдасында қызанақ өндіруде маңызды рөл атқаратынын көрсетті.

Кесте-15- Қызанақ өндірісі бойынша 1-ші сценарийді салыстыру

| Сценарий | 1 (55 кг) | 1 (45 кг) |
|--------------------------|-----------|-------------|
| Жылдық қызанақ сату (\$) | 950000 | 738889 |
| ТҚ (ҚЕАКН) (\$) | 547440.40 | -1832870.24 |
| Шығынсыздық кезеңі | 19 жыл | - |

Жоғарыда келтірілген әртүрлі параметрлердің өзгеруі нәтижесінде айнымалылардың ТҚ-ге әсерін зерттеу және салыстыру кезінде ТҚ айтарлықтай өскені байқалды, әсіресе электр энергиясын сатып алу бағасы төмендеген жағдайда. Осы айнымалылардан басқа, жүйенің кірістілігіне қатты әсер ететін тағы бір айнымалы жүйеге алғашқы инвестициялар болып табылады. Бұл сценарийлер үшін бастапқы инвестицияны арттыратын шамаларды фотоэлектрлік панельдердің бағасы немесе жел турбиналарын орнату құны ретінде қарастыруға болатындықтан, олардың өзгеруінің әсері зерттелді. Тек фотоэлектрлік панельдер қолданылатын 1-ші сценарий ең тиімді сценарий болғандықтан, оны салыстыру жүргізілді. Сонымен қатар, осы сценарийдегі бастапқы инвестицияларға ең көп әсер ететін мән фотоэлектрлік панельдің бағасы болғандықтан, бұл параметр өзгертіліп, оның ТҚ-ге әсері зерттелді және оның ТҚ-ге сезімталдығы зерттелді.

Сезімталдықты талдау-бұл жобаның таза ағымдағы құнын құрайтын негізгі айнымалылардың өзгеруіне байланысты ТҚ өзгеру дәрежесін өлшейтін тәуекелдерді талдау тәсілі. Сонымен қатар, сезімталдықты талдау осы тұрғыда жобаның тиімділігіне ықтимал қауіптерді анықтау және бағалау үшін қолданылатын әдіс болып табылады. Тәуекел мөлшерін анықтаудың орнына

ол факторлардың ТҚ-ге әсерін сандық бағалау үшін де қолданылады. Басқа айнымалыларды тұрақты ұстау кезінде ескерілетін негізгі айнымалының ең ықтимал мәнімен байланысты әртүрлі болжамдарға негізделген инвестициялардағы өзгерістердің әсері зерттеледі. Содан кейін техника қалған айнымалылар үшін қайталанатын. Негізгі айнымалыдан төмен және жоғары айнымалылар әртүрлі жылдамдықпен өзгерген кезде, басқа айнымалылар тұрақты болғанша жаңа ТҚ есептеледі.

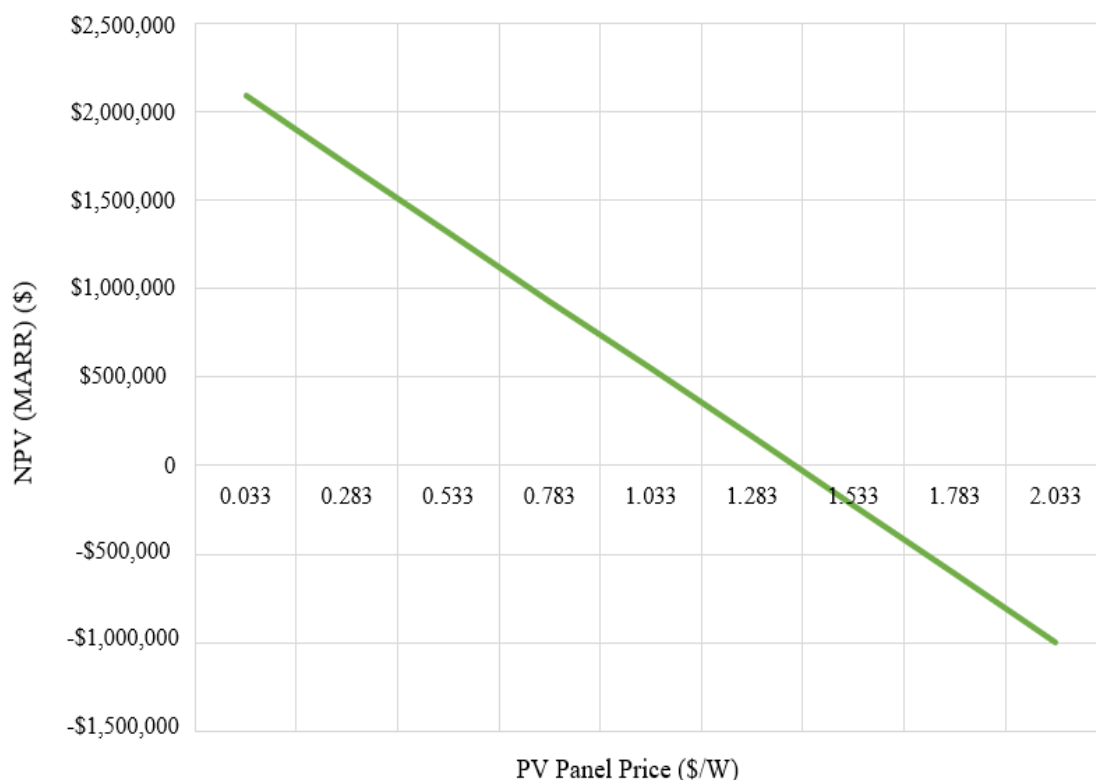
Бұрын айтылғандай, сценарийлерде қолданылатын фотоэлектрлік панельдердің бағасы осы зерттеуде 1,033 (\$/Вт) болды. 16-кестеде ватт фотоэлектрлік панельдердің долларлық бағасы өзгертіліп, ТҚ-ге әсері қарастырылды.

16-кестеден көріп отырғанымыздай, фотоэлектрлік панельдердің бағасы төмендеген кезде ТҚ айтарлықтай өседі, бұл сценарийлерде фотоэлектрлік панельдерді жабдықтау және орнату шығындары, сондай-ақ жел турбиналарының құны төмендеген жағдайда қарастырылған сценарийлер айтарлықтай пайда әкелетінін көрсетеді.

Кесте-16-ТҚ-нің фотоэлектрлік панелінің бағасына сезімталдығы

| Күн панелі прайс (\$/Вт) | ТҚ (ҚЕАКН) (\$) |
|--------------------------|-----------------|
| 0.033 | 2089852.35 |
| 0.283 | 1704025.71 |
| 0.533 | 1318199.07 |
| 0.783 | 932372.43 |
| 1.033 | 547440.40 |
| 1.283 | 160719.15 |
| 1.533 | -225107.49 |
| 1.783 | -610934.13 |
| 2.033 | -996760.77 |

5.7-суретте ТҚ сезімталдығын және фотоэлектрлік панельдің бағасын талдау графигі салынған. Тік ТҚ қисығы және үлкен ТҚ өзгерісі жобаның рентабельділігі осы айнымалыға сезімтал екенін білдіреді. Егер сіз 5.7-суретке қарасаңыз, фотоэлектрлік панельдердің бағасын сәл түзету жобаның кірістілігінде айтарлықтай өзгерістерге әкелді. Нәтижесінде 1,533 (\$/Вт) тәуекел факторы бар және инвестиция өзінің экономикалық тартымдылығын жоғалта бастайды деп болжанған.



5.7-сурет- ТҚ және фотоэлектрлік панельдерінің бағасының сезімталдығын талдау

4.10-кестеде жаңғыртылатын энергия жүйесі мен желінің өмірлік циклі кезінде CO₂ шығарындылары көрсетілген. Сонымен қатар, 4.10-кестеде сценарийлерде жаңғыртылатын энергия жүйелерін пайдалану негізінде қанша тонна CO₂ шығарындыларының алдын алуға болатындығы көрсетілген.

CO₂ шығарындыларының ең үлкен алдын алу 4-ші сценарийде 2064,73т үнемдеуімен атап өтілді, өйткені бұл сценарийде электр энергиясын өндіру ең жоғары болды. Сонымен қатар, 4.10-кестеден көріп отырғанымыздай, басқа жел турбиналарын пайдалану сценарийлерінде CO₂ үнемдеу де жоғары, өйткені жел турбиналарының өмірлік циклі кезінде CO₂-ге тең орташа CO₂ шығарындылары фотоэлектрлік қондырғыларға қарағанда төмен. Өмірлік цикл кезінде фотоэлектрлік панельдердің CO₂ эквивалентінің орташа шығарындылары жоғары болғандықтан, CO₂ шығарындыларының алдын алу басқа сценарийлермен салыстырғанда сәл аз болды. Осылайша, 1-ші сценарий CO₂-ді 1270,96 тоннаға үнемдеді, өйткені 5-ші сценарий электр қуатын өндірмейтін жалғыз сценарий болғандықтан, CO₂ шығарындыларының төмендеуі байқалмады.

Кесте-4.10-СО₂ шығарындылары және үнемдеу

| Сценарий | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|-----------------|------------|------------|-------------|------------|
| ЖЭК СО ₂ шығарындылары (г) | 14589446 7.7 | 89926537.1 | 33986285.1 | 49899958.1 | - |
| Электр желісінен СО ₂ шығарындылары (г) | | | | | |
| Көмір | 862357,88 3 | 862242664 | 862291050 | 1287056010 | 862222,526 |
| Табиғи газ | 499323,81 6 | 499257102 | 499285,118 | 745233192.2 | 499245,441 |
| Гидро-энергия | 15027130 | 15025122.4 | 15025965.6 | 22427762.98 | 15024771.5 |
| Жел | 3610888.1 | 3610405.63 | 3610608.23 | 5389195.47 | 3610321.31 |
| Күн | 6857039.9 | 6856123.82 | 6856508.56 | 10234027.77 | 6855963.69 |
| Геотермаль-ды | 3811492.9 | 3810983.72 | 3811197.58 | 5688595.22 | 3810894.71 |
| Тағы басқалар | 25865873 | 25862417.4 | 25863868.7 | 38604422.12 | 25861813.4 |
| Жалпы шығарындылар | 14168541 | 141666482 | 1416744,31 | 2114633206 | 141663173 |
| Үнемдеу | 1270.96 | 1326.74 | 1382.76 | 2064.73 | - |

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл зерттеуде Махамбет ауылшаруашылық аймағындағы шамамен 25000м² коммерциялық жылыжайдың ішкі температурасы және оның жылыту және салқындату қажеттіліктері сыртқы материалдарға, материалдардың жылу өткізгіштік коэффициентіне, ауа райы деректеріне және күн радиациясына байланысты сағаттық негізде есептелді. Содан кейін энергия қажеттілігін қанағаттандыру үшін қажетті жылу сорғысының қуаты анықталды және осы жылу сорғысының электр жүктемесі есептелді. Кейіннен жылу сорғысының осы электр жүктемесін қанағаттандыру үшін фотоэлектрлік панельдер мен жел турбиналарының саны көрсетілген жердегі фотоэлектрлік және жел турбиналарының Шығыс қуатына негізделген 4 түрлі сценарийге есептелді. Салыстыру ретінде жаңғыртылатын энергия көздері жоқ электр желісіне қосылған жүйе де қарастырылды. Өртүрлі сценарийлердегі жүйелердің экономикалық және экологиялық көрсеткіштері талданды және соған сәйкес ең жақсы сценарий анықталды. Сондай-ақ, жылыжайларды болашақта жаңғыртылатын энергия көздеріне енгізудің ең жақсы сценарийін жақсарту бойынша ұсыныстар айтылды.

Зерттеудің инновациялық аспектілері-үлкен, тегіс төбесі бар және шамамен 25000м² әйнек жылыжайдың егжей-тегжейлі жылу алмасуын, сондай-ақ жүйелердің, фотоэлектрлік панельдердің, жел турбиналарының және қуатты ауа энергиясы бар жылу сорғыларының егжей-тегжейлі техникалық, экономикалық және экологиялық талдауын және TRNSYS, SketchUp және MATLAB сияқты бағдарламалық жасақтаманы пайдалану.

Жылыжайдың жылыту және салқындату қажеттілігі зерттелетін жылыжайда жылудың түсуіне және жоғалуына әкелетін барлық процестерді ескере отырып анықталды (конвекциялық және радиациялық жылу беру, ылғалдылыққа байланысты инфильтрация, жылыжайдың әр бетіндегі күн радиациясы, шағылысу және өткізу). Осылайша, белгіленген температура 20°C ретінде анықталған жылыжай ішіндегі температура бастапқы температура ретінде қабылданды, ал жылыжайдағы ішкі температураның сағаттық мәндері сыртқы температура мен жылу шығынының өсуі туралы деректерді қосу арқылы есептелді. Жылыжайдың ішкі температурасын 18°C пен 22°C аралығында ұстауға тырысу үшін жылу сорғысының қуаты жылу сорғысы осы температура диапазонында қажетті жылыту мен салқындатуды қамтамасыз ете алатындай етіп таңдалды. Жылыту және салқындату үшін жылу сорғысының қажетті қуаты жылыжайдың ішкі жағы 5000кВт деп анықталды. Осындай қуаттылықтағы жылу сорғысын алу үшін әр сценарийде әрқайсысы 250 кВт болатын 20 жылу сорғысы қолданылды. Резервтелген жер учаскесі мен орналасқан жері үшін фотоэлектрлік және жел турбиналарынан электр энергиясын өндірумен салыстырғанда салқындату қажеттілігі жоғары болғандықтан, зерттеуден жылыжай салқындату алынып тасталды, яғни тек жылыжайды жылыту қарастырылды.

Жылу сорғыларын тұтынуды қанағаттандыру үшін электр энергиясын өндіру есептеулері 330 Вт фотоэлектрлік панельде және 1МВт жел

турбинасында орындалды және олар әртүрлі сценарийлерге сәйкес әртүрлі мөлшерде пайдаланылды. 1-ші сценарий тек 5271 фотоэлектрлік панельден және 20 жылу сорғысынан тұрды, 2-ші сценарий 2648 фотоэлектрлік панельден, 1 жел турбинасынан және 20 жылу сорғысынан, 3-ші сценарий 26 фотоэлектрлік панельден, 2 жел турбинасынан және 20 жылу сорғысынан, 4-ші сценарий 3-тен жел турбиналары мен 20 жылу сорғылары тұрды, сайып келгенде, 5-ші сценарий тек 20 жылу сорғысынан тұрды. Бұл жүйелердің барлығы желіге жинақтау жүйесінсіз қосылды және ай сайынғы өтемақы электр энергиясын тұтыну көлеміне қарай жүргізілді.

Жылыжайды бір жыл бойы жылытуға қажетті жылу сорғысы жүйесіндегі электр энергиясының жалпы шығыны 3038991кВт/сағ құрады. Сандық нәтижелер бойынша 1-сценарийде электр энергиясының жалпы өндірісі 3039468,077кВт/сағ, 2-сценарийде – 3039061,977кВт/сағ, 3-сценарийде – 3039232,517кВт/сағ, 4-сценарийде – 4536359,826кВт/сағ құрады.

Жаңғыртылатын энергия жүйелері бар сценарийлердің ішінде 1-ші сценарийде электр энергиясын өндірудің жоғары көлемі және 19-шы жылы болған экономикалық шығынсыздық нүктесі оның басқаларға қарағанда жақсы екенін көрсетті. Сонымен қатар, 1-ші сценарий максималды ТҚ \$547440,40 және ең төменгі ЭҚ 0,080146 екендігі белгілі болды \$ / кВт/сағ бес сценарий бойынша ең жақсы сценарий деп танылды.

1-сценарий ең оңтайлы деп анықталғандықтан, бұл сценарийдің кейбір параметрлері 2020 жылы электр энергиясын сатып алу-сату бағасын, қызанақ өндірісінің көлемін және фотоэлектрлік панельдердің бағасын бағалау үшін өзгертілді. Сонымен қатар, 2022 жылғы ағымдағы жағдай мен осы өзгертілген параметрленген күйлерді салыстыру жүргізілді. Салыстырудан кейін 1-ші сценарийдің ТҚ жоғарылауының параметрлерін өзгерту және шығынсыздық нүктесін төмендету арқылы келесі бақылаулар жасалды:

- 2022 және 2020 жылдардағы электр энергиясын сатып алу бағаларын салыстыру кезінде ТҚ мәні 2022 жылы электр энергиясын сатып алу бағасы шамамен 88,8% төмендеген кезде шамамен 13,14 есе өскені байқалды. Сондай-ақ, шығынсыздықтың күрт төмендеуі байқалды.

- 2022 және 2020 жылдардағы электр энергиясының сату бағаларын салыстыру кезінде 2022 жылы электр энергиясын сату бағасының өсуімен ТҚ мәні шамамен 55,6% - ға, электр энергиясын сату бағасының шамамен 70,5% - ға өскені байқалды. Сонымен қатар, шығынсыздық нүктесінің аздап төмендеуі байқалды.

- Электр энергиясын сатып алу бағасын төмендету және электр энергиясын сату бағасын бір уақытта көтеру арқылы ТҚ айтарлықтай өсті және шығынсыздық нүктесі күрт төмендеді.

- Бір өсімдікке 55 кг-нан аз қызанақ өндірілген жағдайда, ТҚ жүйенің қызмет ету мерзімі ішінде теріс болады.

Фотоэлектрлік панельдер бағасының өзгеруі жүйенің бастапқы құнына әсер ететіндіктен, фотоэлектрлік панельдер бағасының төмендеуі ТҚ-нің күрт өсуіне әкелді.

Фотоэлектрлік панельдердің бағасы 1,533 (\$/Вт) және одан жоғары деңгейге көтерілгенде, инвестицияларда тәуекел факторы бар екендігі байқалды және олар экономикалық тартымдылығын жоғалта бастады.

Барлық тұжырымдардан алынған негізгі тұжырымдар-жаңғыртылатын энергия жүйелері 2022 жылы электр энергиясын сатып алу бағасы өте жоғары және электр энергиясын сату бағасы өте төмен болса да, ірі коммерциялық жылыжайларда жылыту операцияларынан пайда таба алады. Дегенмен, оң инвестицияларға оралу үшін тым көп жылдар қажет тепе-теңдік. Осы себепті, бұл жүйелерді тиімдірек ету және бұзылу нүктелерін азайту үшін келесі ұсыныстар жасалады:

Егер Үкімет электр энергиясын сатып алу бағасын алдыңғы жылдардағыдай қол жетімді етсе және жаңғыртылатын көздерден электр энергиясын сату бағасын көтерсе, жылыжайларға жаңғыртылатын энергия көздеріне инвестиция салу тиімдірек болады.

Жел турбиналары мен күн панельдерінің бағасы әлі де салыстырмалы түрде жоғары болғандықтан, бұл бағаларды төмендету үшін, мысалы, отандық өндірісті ілгерілету үшін зерттеулер мен әзірлемелер жүргізуге болады.

Қызанақ өндірісі жылыжайдың кірісіне айтарлықтай әсер ететіндіктен, бір өсімдікке шаққандағы өнімділік пен өнімділікті арттыру бойынша зерттеулер жүргізуге болады.

Ақырында, бұл зерттеуді басында айтылған басқа зерттеулерден ерекшелендіретін ерекшеліктерден басқа, оның әдебиетке қосқан қосымша үлесі келесідей болады: Қазақстан Республикасының қоршаған орта, урбанизация және климаттың өзгеруі министрлігі дайындаған қаулысының өзгеруімен (қоршаған ортаны қорғау министрлігі Қазақстан Республикасының Қоршаған орта, урбанизация және климаттың өзгеруі), энергияның белгілі бір бөлігін қамтамасыз ететін near Zero Energy Buildings тұжырымдамасына көшу, жаңғыртылатын энергия көздерінен пайдаланылатын энергия біртіндеп міндетті болып табылады. Тиісінше, 2023 жылғы қаңтардан бастап учаскедегі жалпы құрылыс алаңы 5000м² астам барлық ғимараттар өз энергиясының фотоэлектрлік панельдер, жел турбиналары және жылу сорғылары сияқты жаңғыртылатын энергия көздерінен кемінде 5% -дық қамтамасыз етуге міндетті болады.

Екінші жағынан, егер жылыжай периметрі бойынша бетон қабырғасында қалың және биік тіректері бар, габельді төбесі бар, яғни құны жоғары жылыжай болса, олар аймақтарға бөлу туралы Заңға және заңның 5-тармағында көрсетілген анықтамаға сәйкес құрылымдарға сілтеме жасайды, олар Заңның 20 - тармағында көрсетілгендей анықталады. Бұл ғимарат болады деген болжам бар. Осы себепті, осы зерттеудегі ауқымды жылыжай ғимарат болып саналатындықтан, бұл диссертация жаңғыртылатын энергия жүйелері мен ғимараттарға арналған жылу сорғыларын пайдалану қажеттілігі туралы Заңға сәйкес әдебиетте жаңашыл зерттеу ретінде өз орнын алады.

Болашақта оны келесі тақырыптар бойынша оқуға болады:

Бұл зерттеуде жыл бойына бір жылыжайды жылытудың орташа қажеттілігі 14198кВт болған кезде, 50 жылыжайдан тұратын барлық

қондырғыны 70990кВт сызықтық түрде есептеуге болады. Дегенмен, болашақта бүкіл зауыт үшін егжей-тегжейлі есептеулер жүргізілуі керек.

Жылыжай алаңының шаршы метріне орташа жылу жүктемесі формула бойынша есептелді

Қызанақ өсіру үшін оңтайлы жағдайларды сақтау үшін 5366 Вт/м². Сондықтан бұл зерттеу көкөніс тұқымдарының басқа түрлеріне жүргізілуі мүмкін, сонымен қатар осы зерттеумен салыстыруға болады.

Бұл зерттеуде ауа жылу сорғысы қолданылғандықтан, геотермалдық жылу сорғысы үшін де солай жасауға болады. Геотермалдық жылу сорғысының құны нарықтардағы ауа жылу сорғысына қарағанда жоғары болады, бірақ COP мәні жоғары болғандықтан, ол жылу қуатын оңай қанағаттандыра алады, сондықтан егжей-тегжейлі техникалық және экономикалық талдау мен салыстыру қажет.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 <https://inbusiness.kz/kz/news/kazakstan-europaga-endi-zheldin-kuatyn-zhoneltdi>
- 2 <https://primeminister.kz/news/kazakstan-2030-zhylga-karay-energiya-tengerimindegi-zhanartylatyn-energiya-kozderinin-ulesin-15-ga-deyin-arttyrudy-zhosparlap-otyr-alikhan-smayylov-24599>
- 3 Mehrpooya, Mehdi, Hoofar Hemmatabady, and Mohammad H. Ahmadi. 2015. "Optimization of Performance of Combined Solar Collector-Geothermal Heat Pump Systems to Supply Thermal Load Needed for Heating Greenhouses." *Energy Conversion and Management* 97: 382–92. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2015.03.073>.
- 4 Yildirim, Nurdan, and Levent Bilir. 2017. "Evaluation of a Hybrid System for a Nearly Zero Energy Greenhouse." *Energy Conversion and Management* 148 (September): 1278–90. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2017.06.068>.
- 5 Hosseini-Fashami, Fatemeh, Ali Motevali, Ashkan Nabavi-Pelesaraei, Seyyed Jafar Hashemi, and Kwok wing Chau. 2019. "Energy-Life Cycle Assessment on Applying Solar Technologies for Greenhouse Strawberry Production." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 116 (August): 109411. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109411>.
- 6 Esen, Mehmet, and Tahsin Yuksel. 2013. "Experimental Evaluation of Using Various Renewable Energy Sources for Heating a Greenhouse." *Energy and Buildings* 340–51. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.06.018>.
- 7 Ozgener, Onder. 2010. "Use of Solar Assisted Geothermal Heat Pump and Small Wind Turbine Systems for Heating Agricultural and Residential Buildings." *Energy* (1): 262–68. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2009.09.018>.
- 8 Dalamagkidis, K, G Saridakis, and D Kolokotsa. 2005. "Development of Simulation Algorithms for Control Scheme Optimization in Greenhouses," no. January 2005: 1–7.
- 9 Ishigami, Y., E. Goto, M. Watanabe, T. Takahashi, and L. Okushima. 2014. "Development of a Simulation Model to Evaluate Environmental Controls in Tomato Greenhouse." *Acta Horticulturae* 1037: 93–98. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1037.7>.
- 10 Ahamed, Md Shamim, Huiqing Guo, and Karen Tanino. 2018. "Development of a Thermal Model for Simulation of Supplemental Heating Requirements in Chinese Style Solar Greenhouses." *Computers and Electronics in Agriculture* 150 (May): 235–44. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.04.025>.
- 11 Choab, Noureddine, Amine Allouhi, Anas El Maakoul, Tarik Kousksou, Said Saadeddine, and Abdelmajid Jamil. 2021. "Effect of Greenhouse Design Parameters on the Heating and Cooling Requirement of Greenhouses in Moroccan Climatic Conditions." *IEEE Access* 9: 2986–3003. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3047851>.
- 12 Blanchet, Carolina Alvarez C., Antonio M. Pantaleo, and Koen H. van Dam. 2019. "A Process Systems Engineering Approach to Designing a Solar/Biomass Hybrid Energy System for Dairy Farms in Argentina." *Computer*

Aided Chemical Engineering 46: 1609–14. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818634-3.50269-1>.

13 Barakat, Shima, Haitham Ibrahim, and Adel A. Elbaset. 2020. “Multi-Objective Optimization of Grid-Connected PV-Wind Hybrid System Considering Reliability, Cost, and Environmental Aspects.” *Sustainable Cities and Society* 60 (December 2019): 102178. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102178>.

14 Shahbazi, Reza, Shahriar Kouravand, and Reza Hassan-Beygi. 2019. “Analysis of Wind Turbine Usage in Greenhouses: Wind Resource Assessment, Distributed Generation of Electricity and Environmental Protection.” *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects* 00 (00): 1–21. <https://doi.org/10.1080/15567036.2019.1677810>.

15 Calise, Francesco, Francesco Liberato Cappiello, Massimo Dentice d’Accadia, and Maria Vicidomini. 2020. “Dynamic Modelling and Thermo-economic Analysis of Micro Wind Turbines and Building Integrated Photovoltaic Panels.” *Renewable Energy* 160: 633–52. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.06.075>.

16 Alibaba. 2022. “250kw Air Source Heat Pump.” 2022. <https://www.alibaba.com/product>

17 <https://search.app/c5dgoNVV9e87AzwY8>

18 Style: Black Frame 330W Power Output 19.7% Panel Efficiency High Efficiency Performance at High Temperatures Water Drainage Frame Light Capturing Technology Источник: Solerus Energy <https://search.app/62aoxEgKSAARxEqF7>

19 <https://search.app/zjJA1ZTEoi8G6qm19>

20 Skoplaki, E., and J. A. Palyvos. 2009. “On the Temperature Dependence of Photovoltaic Module Electrical Performance: A Review of Efficiency/Power Correlations.” *Solar Energy* 83 (5): 614–24. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2008.10.008>.

21 World Nuclear Association. 2022. “Carbon Dioxide Emissions From Electricity.” 2022. <https://www.world-nuclear.org/information-library/energy-and-the-environment/carbon-dioxide-emissions-from-electricity.aspx>

22 ҚазҰТЗУ СТ-09-2023. Оқу жұмыстары. Мәтіндік және графикалық материалдардың құрылымына, әзірленуіне, рәсімделуі мен мазмұнына қойылатын жалпы талаптар. Алматы: ҚазҰТЗУ, 2023.

Қосымша А

matlab коды

КОДЫ

```
clc;
```

```
clear all;
```

```
close all;
```

```
% Greenhouse%
```

```
% Greenhouse weather cond.%
```

```
TA=xlsread('Ta');% Air temperature(degree celcius)%
```

```
GH=xlsread('G_h');% Global irraddiance on the horizontal plane (W/m2)%
```

```
GBN=xlsread('Gb_n');% Beam/direct irraddiance on a plane always normal to  
sunrays
```

```
(W/m2)%
```

```
GDH=xlsread('Gd_h');% Diffuse irraddiance on the horizontal plane (W/m2)%
```

```
IR=xlsread('IR_h');% Surface infrared(thermal) irraddiance on a horizon
```

```
RH=xlsread('Rh');% Relative humidity(%)%
```

```
WD=xlsread('Wd');% 10m wind direction (0=N,90=E) degree%
```

```
Ws=xlsread('Ws');% 10m total wind speed(m/s)%
```

```
SP=xlsread('Sp');% Surface air pressure(Pa)%
```

```
%Greenhouse area%
```

```
GA= 26640; %m^2%
```

```
%production area%
```

```
PA= 24816; %m^2%
```

```
%outbuilding area%
```

```
OA= 1824; %m^2%
```

```
%roof
```

```
R=26640; %m^2%
```

```
%roof window area
```

```
RA= 26640*0.95;
```


%Ceiling height is 5m

H= 5; %m%

% Gas volume of the green house

V=H*GA;

%Length%

L= 185; %m%

%Width is 144m (production+outbuilding)%

W_p= 134.4; %m%

W_o= 9.60; %m%

%Outwall contains galvanized steel, concrete and glass%

%Production side Outwall area North and South%

WA1_NS= 672; %m² +48=720 %95 --> 684

window1_NS= 638.40; %m²

WA1_WE= 925; %m²

window1_W= 878.75; %m²

%Outbuilding side Outwall area North and South%

WA2_NS= 48; %m²

window2_NS= 45.60; %m²

WA2_WE= 925; %m²

window2_WE= 878.75; %m²

Total_WA=(window1_NS*2)+(window2_WE*2)+RA; %total window area

%wall areas

WN=720;

WS=720;

WW=925; %46.25 m² outwall

WE=925;

Uw= 2.36;%W/m²K window u-value 4-5mm

Ug= 3.383; %W/m²K ground u-value

Xg= 0.022; %m ground thickness

```

Uow= 2.907; %W/m^2K outwall u-value 4x
Xow= 0.004; %m outwall thickness
Uiw= 2.36; %W/m^2K intwall u-value 1x
Xiw= 0.004; %m intwall thickness
Ur= 2.36; %W/m^2K roof window u-value
Xr= 0.004; %m roof thickness
U_A=(GA*Ug)+((Uow*(46.25*2))+((Uw*(878.75*2)))+(Uow*(36*2))+((Uw*(68
4*2))
)+(Uiw*925)+(Ur*GA);
U_A_hour=U_A*3600;
rho_air = 1.225 ; % kg/m3
Cp_air = 1.006; %kj/kgK
Beta= 90;%slope of the surface vertical
groundref = 0.2;
phi=39.07; %latitude
%VERTICAL
for n=1:365
dec(n)=23.45*(sind(360*((284+n)/365))); %solar declination
for j=1:24
i=(((n-1)*24)+j);
omega(i)=(j-12)*15; %hour angle
sin_a= (sind(phi)*sind(dec(n)))+(cosd(phi)*cosd(dec(n))*cosd(omega(i)));
a= asind(sin_a);%solar altitude
KK(n,j)=a;
sin_z= (cosd(dec(n))*sind(omega(i)))/cosd(a);
z= asind(sin_z);%solar azimuth
% z=z*pi/180;
MM(n,j)=z;
if z==0

```

```

R_bs(i)= ((sind(phi)*sind(dec(n))*cosd(Beta))-
(cosd(phi)*sind(dec(n))*sind(Beta)*cosd(z))+(cosd(phi)*cosd(dec(n))*cosd(omeg
a(i))*
cosd(Beta))+(sind(phi)*cosd(dec(n))*cosd(omega(i))*sind(Beta)*cosd(z))+(cosd(d
ec(n)
)*sind(omega(i))*sind(Beta)*sind(z)))/((cosd(phi)*cosd(dec(n))*cosd(omega(i)))+
(sind
(phi)*sind(dec(n))));

```

65

```

I_Ts(i)= ((GH(i)-GDH(i))*R_bs(i)) +
(GDH(i)*((1+cosd(Beta))/2))+(GH(i)*groundref*((1-cosd(Beta))/2));

```

```

R_bn(i)= ((sind(phi)*sind(dec(n))*cosd(Beta))-
(cosd(phi)*sind(dec(n))*sind(Beta)*cosd(z))+(cosd(phi)*cosd(dec(n))*cosd(omeg
a(i))*
cosd(Beta))+(sind(phi)*cosd(dec(n))*cosd(omega(i))*sind(Beta)*cosd(z))+(cosd(d
ec(n)
)*sind(omega(i))*sind(Beta)*sind(z)))/((cosd(phi)*cosd(dec(n))*cosd(omega(i)))+
(sind
(phi)*sind(dec(n))));

```

```

I_Tn(i)= ((GH(i)-GDH(i))*R_bn(i)) +
(GDH(i)*((1+cosd(Beta))/2))+(GH(i)*groundref*((1-cosd(Beta))/2));

```

```
I_Tw(i)=0;
```

```
I_Te(i)=0;
```

```
R_be(i)=0;
```

```
R_bw(i)=0;
```

```
elseif z>0 && z<=90 %west
```

```

R_bw(i)= ((sind(phi)*sind(dec(n))*cosd(Beta))-
(cosd(phi)*sind(dec(n))*sind(Beta)*cosd(z))+(cosd(phi)*cosd(dec(n))*cosd(omeg
a(i))*
cosd(Beta))+(sind(phi)*cosd(dec(n))*cosd(omega(i))*sind(Beta)*cosd(z))+(cosd(d
ec(n)

```

```

)*sind(omega(i))*sind(Beta)*sind(z))/((cosd(phi)*cosd(dec(n))*cosd(omega(i)))+(sind(phi)*sind(dec(n))));
I_Tw(i)= ((GH(i)-GDH(i))*R_bw(i) +
(GDH(i)*((1+cosd(Beta))/2))+(GH(i)*groundref*((1-cosd(Beta))/2)));
R_be(i)=0;
elseif z<0 %east
R_be(i)= ((sind(phi)*sind(dec(n))*cosd(Beta))-
(cosd(phi)*sind(dec(n))*sind(Beta)*cosd(z)))+(cosd(phi)*cosd(dec(n))*cosd(omega(i))*
cosd(Beta)))+(sind(phi)*cosd(dec(n))*cosd(omega(i))*sind(Beta)*cosd(z)))+(cosd(dec(n))
)*sind(omega(i))*sind(Beta)*sind(z))/((cosd(phi)*cosd(dec(n))*cosd(omega(i)))+(sind(phi)*sind(dec(n))));
I_Te(i)= ((GH(i)-GDH(i))*R_be(i) +
(GDH(i)*((1+cosd(Beta))/2))+(GH(i)*groundref*((1-cosd(Beta))/2)));
R_bw(i)=0;
R_be(1926)=0;
I_Te(1926)=0;
else
I_Ts(i)=0;
I_Tn(i)=0;
I_Tw(i)=0;
I_Te(i)=0;
end
end
end
tau=0.86*0.2; % std solar transmittance window& atmosphere absorption
N_i=2.8*10e-4; % infiltration rate for good maintenance

```

```

T_cont=20; %initial greenhouse temperature with heat pump
T_unc=20; %initial greenhouse temperature without heat pump
hfg=2450; % kj/kg heat of evaporation at 20 degree celcius used as fixed value for
the
following calculation
Q_HP=5000; %selected HP kW (ct demand avg 3000kW),
COP_rated= 4.36;
p=0.02;
eff_mpref= 0.197;
T_ref= 25;
G_ref= 1000;
n_pv=1;
A_pv=1.67;
Rotor_d=61/2; %m
A_wt=(Rotor_d^2)*pi %m2
m=0; n=0;

%%%%%%%%%% ITERATION
STARTS%%%%%%%%%
for k=1:8760 % hours
Wi(k,1)=((6.112*exp((17.67*T_cont)/(243.5+T_cont))*RH(k,1)*2.1674)/(273.15+
T_c
ont))*1e-3/rho_air; %indoor absolute humadity at HP case
Wo(k,1)=((6.112*exp((17.67*TA(k,1))/(243.5+TA(k,1)))*RH(k,1)*2.1674)/(273.1
5+T
A(k,1)))*1e-3/rho_air; %outdoor absolute humadity at HP case
Wi_unc(k,1)=((6.112*exp((17.67*T_unc)/(243.5+T_unc))*RH(k,1)*2.1674)/(273.
15+T
_unc))*1e-3/rho_air; %indoor absolute humadity at without HP
Wo_unc(k,1)=((6.112*exp((17.67*TA(k,1))/(243.5+TA(k,1)))*RH(k,1)*2.1674)/(
273.1

```

```

5+TA(k,1))) * 1e-3 / rho_air; % outdoor absolute humidity at without HP
% instant heat flows
Q_d(k) = (U_A * (TA(k) - T_cont)) * 1e-3; % heat transfer by lost or gain from
environment (convection) with HP
Q_flow(k) = (V * N_i) * rho_air * Cp_air * (TA(k) - T_cont) + hfg * (Wi(k,1) - Wo(k,1));
% forced convection due to air circulation with HP
Q_r(k) = (((RA * GH(k)) + (WN * I_Tn(k)) + (WS * I_Ts(k)) + (WW * I_Tw(k)) + (WE * I_T
e(k)
)) * tau * 1e-3; % radiation
Q_d_unc(k) = (U_A * (-T_unc + TA(k))) * 1e-3; % heat transfer by lost or gain from
environment (convection) without HP
Q_flow_unc(k) = (V * N_i) * rho_air * Cp_air * (TA(k) - T_unc) + hfg * (Wi_unc(k,1) -
Wo_unc(k,1)); % forced convection due to air circulation without HP
% Mathematical filter in order to avoid nan-values
R_nan = isnan(Q_r(k));
if R_nan == 1
Q_r(k) = 0;
else
Q_r(k) = Q_r(k);
end
if Q_r(k) < 0
Q_r(k) = 0;
else
Q_r(k) = Q_r(k);
end
% HP on/off control because it is not continuous but 1h discrete data base mode
% on/off control is set as: when greenhouse temperature < 18C full power
% heating, when greenhouse temperature > 22C full power cooling
% 18 < T_cont < 22 HP is off

```

```

if T_cont<18
T_cont=T_cont+(Q_d(k)+Q_flow(k)+Q_r(k)+Q_HP)/(V*rho_air*Cp_air);
%Greenhouse temperature monitoring by heating
Q_ht(k)=Q_HP; % Heating full power
Q_ct(k)=0;
elseif T_cont>22
T_cont=T_cont+(Q_d(k)+Q_flow(k)+Q_r(k)-Q_HP)/(V*rho_air*Cp_air);
%Greenhouse temperature monitoring by cooling
Q_ct(k)=-Q_HP; % Cooling full power
Q_ht(k)=0;
else
T_cont=T_cont+(Q_d(k)+Q_flow(k)+Q_r(k))/(V*rho_air*Cp_air); %Greenhouse
temperature monitoring 18<T_cont<22
Q_ct(k)=0;
Q_ht(k)=0;
end
W_compcal(k)=(Q_ht(k)+Q_ct(k))/COP_rated;
W_compcal_h(k)=Q_ht(k)/COP_rated;
%PV ELECTRICITY GENERATION
T_c(k)= TA(k)+(p*GH(k)); %horizontal radiation
if GH(k)<10
eff_h(k)=0;
else
eff_h(k)= eff_mpref*((1-(0.00258*(T_c(k)-
T_ref)))+(0.052*log((GH(k)/G_ref))));
end
elec_gen(k)= (eff_h(k)*n_pv*A_pv*GH(k))*1e-3;
%WIND TURBINE ELECTRICITY GENERATION
U(k)=((69/10)^0.143)*Ws(k); %hellman corelation u1/u2=(z1/z2)^n n=1/7 (0.143)

```

```

if U(k)<3 && U(k)>25
    P_w(k)=0;
elseif U(k)>3 && U(k)<14
    P_w(k)=(0.1075*U(k)^4)-(4.7129*U(k)^3)+(71.051*U(k)^2)-
    (329.81*U(k))+498.98;
elseif U(k)>14 && U(k)<25
    P_w(k)= 1000;
end

%Energy demand demonstration
if T_unc<18
    m=m+1;
    Q_ht_demand(k)=abs(Q_d_unc(k))+abs(Q_flow_unc(k))-abs(Q_r(k));
    Q_ct_demand(k)=0;
elseif T_unc>22
    n=n+1;
    Q_ct_demand(k)=abs(Q_d_unc(k))+abs(Q_flow_unc(k))+abs(Q_r(k));
    Q_ht_demand(k)=0;
end

T_unc=T_unc+(Q_d_unc(k)+Q_flow_unc(k)+Q_r(k))/(V*rho_air*Cp_air);

%Greenhouse temperature monitoring without HP
T_green(k)=T_cont;
T_green_unc(k)=T_unc;
T_set_c(k)=22;
T_set_h(k)=18;
end

Q_ht_demand_avg=(sum(Q_ht_demand)/m)
Q_ct_demand_avg=(sum(Q_ct_demand)/n)
Q_ht_demand_sum=sum(Q_ht_demand)
Q_ct_demand_sum=sum(Q_ct_demand)

```



```

%RESULTS DISPLAY
subplot(3,3,1)
plot([1:8760],Q_ct) %HP cooling
hold on
plot([1:8760],Q_ht) %HP heating
xlabel('Time,h'),ylabel('Heat pump work,kW')
legend('HP cooling','HP heating')
subplot(3,3,2)
plot([1:8760],T_green)
hold on
plot([1:8760],T_green_unc)
hold on
plot([1:8760],T_set_c)
hold on
plot([1:8760],T_set_h)
xlabel('Time,h'),ylabel('Temperature,C')
legend('T green controlled','T green uncontrolled','T set c','T set h')
subplot(3,3,3)
plot([1:8760],W_compcal)
xlabel('Time,h'),ylabel('Compressor work,kW')
hold on
subplot(3,3,4)
plot([1:8760],elec_gen)
xlabel('Time,h'),ylabel('PV electricity generation,kW')
hold on
subplot(3,3,5)
plot([1:8760],GH)
xlabel('Time,h'),ylabel('Horizontal raditation,W/m2')
hold on

```

```
subplot(3,3,6)
plot([1:8760],P_w)
xlabel('Time,h'),ylabel('Wind turbine electricity generation,kW')
hold on
end
```

<https://doi.org/10.51301/ISC.2023.v3.50>

Ү. М. Маталипова*, А.Б. Бекбаев
Satbayev University, Алматы, Қазақстан
*e-mail: umkamuratovna@mail.ru

СЫРДАРИЯ ӨЗЕНІНДЕГІ КҮРІШ ЖҮЙЕЛЕРІНЕ КҮН ЖӘНЕ ЖЕЛ РЕСУРСТАРЫН ПАЙДАЛАНУ ТИІМДІЛІГІ

Аңдатпа. Құрғақ маусымда фермерлер егіндерін суаруы су тапшылығына байланысты суды ұнғымалардан алуға мәжбүр. Суды ауылшаруашылық жерлеріне тарту, суару, бұл фермерлердің ауылшаруашылық өнімдерін өндіруінде тиімді емес. Өйткені олардың ауыл шаруашылығы электр энергиясының көзінен алыс орналасуы мүмкін. Ауылдық аймақтар қалады электрлендірілмеген және электр қуатын беру олардың орналасу және экономика мәселелеріне байланысты қиын. Тарату желілерін орнату және техникалық қызмет көрсету шығындары шалғай аудандар үшін айтарлықтай жоғары және электр желісінің ұзындығын ұлғайту электрмен жабдықтаудағы шығындар болады. Көптеген шалғай және электрлендірілмеген учаскелерде электрмен жабдықтау желілерін кеңейту жоғары инвестициялар, ұзақ жұмыс уақыты, кернеудің нашар реттелуі және электр қуатының жиі үзілуі, төмен жүктеме коэффициенті сияқты бірқатар мәселелермен байланысты. Осы мәселені шешу үшін гибриді электр жүйесін электр энергиясының қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін қолданылады. Бұл жүйе үнемді, қоршаған ортаны ластамайды және ауылдық жерлерге өте пайдалы. Күн және жел ресурстарын пайдалану арқылы су сорғыларының технологиясы осы кедергілерді жеңу үшін баламалы энергияның шамасы ретінде пайдаланылады. Бұл күн мен жел ресурстарын есептеу үшін жүргізілді, тек күн мен жел энергиясын пайдалану арқылы аккумуляторлық қуат көзімен қоректенетін су сорғысының көмегімен су ағынын арттыру арқылы гибриді жүйеміздің тиімділігі қарастырылады.

Негізгі сөздер: суармалы ауыл шаруашылығы, су сорғысы, күн энергия, жел энергиясы, күріш.

Кіріспе. Сырдария өзенінің бассейні төрт мемлекеттің аумағында орналасқан: Қырғыз Республикасы, Тәжікстан, Өзбекстан және Қазақстан Республикалары (1-сурет). Сырдария өзені мен оның салаларының су ресурстарын бірлесіп пайдалану белгілі бір қиындық тудырады. Оның төменгі ағысындағы Қазақстан Республикасы аумағының сумен қамтамасыз етілуі белгілі бір дәрежеде өзен ағысы бойынша жоғары орналасқан мемлекеттердің су саясатына, өңірлік өзара іс-қимылдың келісілуіне және су бөлу қағидаттары бойынша тараптардың ұстанымдарына байланысты болады. Сырдария өзені бассейнінің қазақстандық бөлігінде 3,6 млн. астам адам тұрады. адам (Оңтүстік Қазақстан облысы – 2,8 млн.адам, Қызылорда облысы – 777,1 мың адам). Осы салалардағы ауыл шаруашылығы халықты жұмыспен қамтудың негізгі саласы болып табылады.

Сырдария өзенінің бассейнінде ирригациялық-мелиоративтік құрылыс. Суармалы жерлер 1913 жылы 1073 мың гектардан (Қазақстан Республикасының шекарасына дейін) қазіргі уақытта 3500 мың гектарға дейін өсті.

Сырдария өзенінің жоғарғы ағысы гидроэнергетикалық мақсатта пайдаланылады. Жалпы алғанда, 25 салыстырмалы түрде ірі аудандық және Жиынтық белгіленген қуаты 776,7 мың кВт болатын бірнеше ондаған шағын ГЭС салынды.

Сырдария өзенінің бассейнінде (Қазақстан аймағы) 1476 су тұтынушы бар. Оның 970-сі Оңтүстік Қазақстан облысында, 506-сы Қызылорда облысында орналасқан.

Сырдария өзенінің су ресурстары табиғи режимде 95% қамтамасыз етілген кезде $26,1 \text{ км}^3$, ал реттеу кезінде $-35,2 \text{ км}^3$ және жер асты суларының көлемін ескере отырып $-2,5 \text{ км}^3$ құрайды, оларды ауыл шаруашылығы өндірісі үшін пайдалануға болады, көлемі $37,7 \text{ км}^3$ [1]. Су шығыны мен шығынын есептемегенде ағынның жалпы көлемі $34,6 \text{ км}^3$ көлемінде болжанады.



1-сурет. Сырдария өзенінің қамту аймағы



2-сурет. Қызылорда аймағындағы магистральдық арналардың орналасу сызбасы [3].

Сырдария өзенінің төменгі ағысындағы Су ресурстарының негізгі тұтынушылары: Кіші Арал, суармалы егіншілік, Атыраудың шаруашылық-экологиялық жүйелері, өзен жағасындағы көл жүйелері және жайылмалы шабындық жерлер болып табылады.

Сырдария өзенінің төменгі ағысындағы су тұтынушылардың құрамы мен қуаты былайша сипатталады:

- Кіші Арал (3,0 мың км²);

- 300 мың га алқапта суармалы егіншілік, оның ішінде Оңтүстік Қазақстан облысында 75 мың га және Қызылорда облысында 225 мың га;

- көлдерді, суланған жайылымдарды, жайылмалы шабындық және өсімдік алқаптарын қамтитын Шардарадан Қазалыға дейінгі шаруашылық-экологиялық жүйелер (250 мың га) [2];

- көл-шабындық, балық шаруашылығы, сулы-батпақты және тоғайлы жерлері бар Сырдария өзенінің атырауы (250-300 мың га).

Шаруашылық тұтырудан басқа есептеулерде Сырдария өзенінің арнасы, Шардара су қоймасы, Үлкен Аралға бос төгінділер және т. б. бойынша су шығынын ескеру қажет.

1-кесте. Суды тұтыну құрылымы [2]

| | |
|---------------------------------|-----|
| Коммуналды шаруашылық | 4% |
| Ауыл шаруашылық сумен жабдықтау | 2% |
| Өнеркәсіп | 3% |
| Балық шаруашылығы | 2% |
| Суару | 88% |
| Басқалар | 1% |

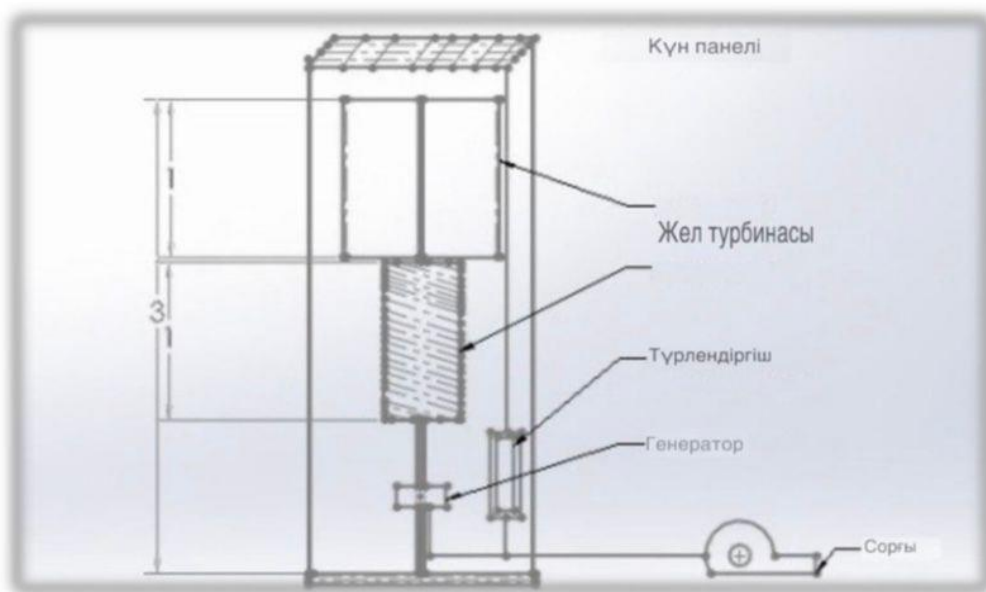
Күріш шаруашылығы күрделі және қиын сала, бірақ онсыз елдің азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету мүмкін емес. Арал өңірінде күріш өндіру бізге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, Қызылорда облысы-бұл елдің күріш белдеуі, ол басқа жерде қайта құрылмайды және бұл тек экологиялық проблемалы, бірақ ерекше климаттық аймақта ғана емес, сонымен қатар Қызылорда облысының тұрғындарына - тұқым қуалайтын – күріш өсірушілерге - өз ауқымы бойынша алып кешен салуға жұмсалған орасан зор қаржылық ресурстарға ғана қатысты емес.

Күн-жел гибриді энергетикалық жүйесі. Ауыл шаруашылығына арналған гибриді жел-күн жүйесі күріш аудандарда тамаша балама көзі бола алады. Күн мен жел энергиясын өндіру экологиялық таза. Олар сондай-ақ бірін-бірі толықтырады. Жарқын күн сәулесі кезінде күн энергиясы қолданылады. Батареяларды зарядтау үшін, түнде пайдалану үшін жеткілікті қуат қорын құру, ал жел турбина күн энергиясын өндіру минималды болған кезде муссон кезінде энергияның көп бөлігін өндіреді.

Фотоэлектрлік энергия жүйесі - бұл күн энергиясын электр энергиясына түрлендіретін жүйе күн панелі, содан кейін батареяларды контроллер арқылы зарядтайды, содан кейін тұтынушыға инвертор арқылы қуат береді. Жүйенің артықшылығы-жоғары сенімділік, техникалық қызмет көрсетудің төмен құны, кемшілігі-жоғары шығындар.

Жел энергиясы жүйесі-бұл жел энергиясын электр энергиясына түрлендіретін жүйе жел турбинасы генераторы, содан кейін контроллермен батареяларды зарядтайды, содан кейін тұтынушыларға инвертордың көмегімен электр қуатын береді. Жел энергетикасы жүйесінің артықшылығы-жоғары энергия өндірісі, техникалық қызмет көрсетудің төмен құны, кемшілігі- отандық шағын жел генераторларының сенімділігі шешілмеген.

Сонымен қатар, жел энергиясы жүйесі мен фотоэлектрлік жүйенің жалпы кемшілігі- белгісіздік, энергия өндірісі мен жүктемені тұтыну арасындағы теңгерімсіздікке әкелетін ресурстар және екеуі де оларға электр қуатын тұрақтандыру үшін батареялар қажет.



3- сурет. тік осьті екі сатылы жел турбинасы және күн панелі бар гибриді жүйе[4].

3 - суретте айнымалы ток генераторы және заряд контроллері, фотоэлектрлік күн панелі бар жел турбинасынан тұратын екі сатылы гибриді жел турбинасы көрсетілген. Жоғарыда аталған бөліктердің сипаттамасы келесідей:

- Екі сатылы тік осьті жел турбинасы;
- айнымалы ток генераторы;
- сорғы;
- тұрақты ток түрлендіргіш;
- фотоэлектрлік күн панелі;

Күн энергиясы мен жел энергиясы арасындағы қосымша ретінде жел-фотоэлектрлік гибриді энергия жүйе ресурстар тұрғысынан автономды жел энергетикасы жүйесі мен фотоэлектрлік энергетикалық жүйенің кейбір кемшіліктерін жеңе алады. Сонымен қатар, қайта зарядталатын батарея мен инверторды ортақ пайдалануға болады, сондықтан гибриді жел-фотоэлектрлік қуат жүйесі шығындарды азайтып, оларды қолайлы ете алады. Жел-фотоэлектрлік гибриді электр жүйесі жүктемеге байланысты ұтымды конфигурациялануы мүмкін және электрмен жабдықтаудың сенімділігін қамтамасыз ететін энергетикалық жүйе. Жұмыс жағдайлары мен жүктеме сипатына қарамастан, гибриді жел-фотоэлектрлік жүйе пайдаланушылардың қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін оңтайлы дизайн болып табылады. Желді фотоэлектрлік гибриді қуат жүйесі-ен ұтымды автономды қуат жүйесі деп айтуға болады.

Қорытынды. Жаңартылатын энергия көздеріне негізделген гибриді жүйелерді қолдану ауылдық жерлерде және шалғайдағы объектілерде орталықтандырылмаған электрмен жабдықтау үшін, сондай-ақ артық электр энергиясын жинақтауды қамтамасыз ету, маусымдық және ауа-райына тәуелді жаңартылатын энергия көздерін пайдалану кезінде ең жоғары жүктемелерді алып тастау үшін перспективалы шешім болып табылады. Қызылорданың бірнеше жерінде күн радиациясының қарқындылығы мен желдің жылдамдығы өте күшті көздер болып табылады. Бір жыл ішінде жиналған мәліметтерге сәйкес желдің максималды жылдамдығы 5,8 м/с, ал желдің минималды жылдамдығы 3,4 м/с болды. Сырдария өзенінің төменгі ағысында күріш егу өндірісі бірқатар себептерге байланысты азайды, олардың бастысы өзен суының жетіспеушілігі және оның сапасының нашарлауы болып табылады. Осы себепті суармалы жерлерде жыл сайын 60 мың гектардан астам жер пайдаланылмайды және

ондаған мың гектар мелиорациялық дайындалған жерлер суарылмай қалады, бұл күріш өнімділігінің төмендеуіне әкеледі. Таза энергия алу үшін баламалы немесе жаңартылатын энергия көздерін пайдалануға сұраныс артып келеді және ауылшаруашылық суын айдау қажеттіліктері үшін арзан электр энергиясы болып табылады. Бұл жүйе жаңбырлатқыштар сияқты заманауи және жоғары дәлдіктегі суару жүйелері үшін пайдалы, сонымен қатар суды аз тұтынуды қажет ететін шағын көлемді егіншілік жағдайында тамшылатып суару жүйелері үшін пайдалы болуы мүмкін. Бұл әдіс әсіресе судың қол жетімділігі төмен және желдің жылдамдығы жақсы аймақтар үшін қолайлы.

ӘДЕБИЕТТЕР / REFERENCES

- [1]. Материалы Арало-Сырдаринской бассейн новый инспекции. – Кызылорда, 2010-2017гг. – 120 с.
- [2]. Умирзаков С.И., Байманов Ж. Н. Рисовые оросительные системы Кызылординской области: современное состояние и перспективы их развития. – Кызылорда: Атамекен, 2017. – С. 25-28.
- [3]. Бурлибаева Д.М. Гидроэкологические основы вододеления транзитного (поверхностного) стока трансграничных рек Казахстана: дисс. ... док. философии (PhD). - Алматы, 2016. – С. 50
- [4]. г. Виллеке, 1987, г. Грасси, фотоэлектрлік өндіріс, D. Reidel Publishing Co., Голландия.
- [5]. Жел электр энергиясын өндірудің техникалық қысқаша мазмұны: алынған www.windpower.org

У. М. Маталипова*, А.Б. Бекбаев
Satbayev University, Алматы, Казахстан
*e-mail: umkamuratovna@mail.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ И ВЕТРОВЫХ РЕСУРСОВ НА РИСОВЫХ СИСТЕМАХ РЕКИ СЫРДАРЬИ

Аннотация. В засушливый сезон фермеры вынуждены извлекать воду из колодцев из-за нехватки воды для орошения своих культур. Привлечение воды на сельхозугодья, орошение, что не выгодно фермерам в производстве сельхозпродукции. Потому что их сельское хозяйство может располагаться вдали от источника электроэнергии. Сельские районы остаются неэлектрифицированными и передача электроэнергии затруднена из-за проблем с их расположением и экономикой. Затраты на установку и обслуживание распределительных сетей значительно выше для отдаленных районов и увеличение длины линии электропередачи будет расходом на электроснабжение. Расширение сетей электроснабжения на многих удаленных и не электрифицированных участках высокие инвестиции, длительное время работы, плохая регулировка напряжения и частые перебои в подаче электроэнергии связаны с рядом проблем, таких как низкий коэффициент нагрузки. Чтобы решить эту проблему, гибридная электрическая система используется для удовлетворения потребностей в электроэнергии. Эта система экономична, не загрязняет окружающую среду и очень полезен для сельской местности. Используя солнечные и ветровые ресурсы, технология водяных насосов используется в качестве альтернативы энергии для преодоления этих препятствий. Это было сделано для расчета солнечных и ветровых ресурсов, только с использованием солнечной и ветровой энергии будет рассмотрена эффективность нашей гибридной системы за счет увеличения потока воды с помощью водяного насоса, который питается от аккумуляторного источника питания.

Ключевые слова: орошаемое сельское хозяйство, водяной насос, солнечная энергия, энергия ветра, рис.

U. M. Matalipova*, A. B. Bekbayev
Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
*e-mail: umkamuratovna@mail.ru

EFFICIENCY OF USE OF SOLAR AND WIND RESOURCES ON RICE SYSTEMS OF THE SYRDARYA RIVER

Abstract. During the dry season, farmers are forced to extract water from wells due to lack of water to irrigate their crops. Attracting water to farmland, irrigation, which is not beneficial to farmers in the production

of agricultural products. Because their agriculture can be located away from the source of electricity. Rural areas remain unelectrified and transmission of electricity is difficult due to problems with their location and economy. The costs of installation and maintenance of distribution networks are much higher for remote areas and an increase in the length of the transmission line will be an expense for electricity supply. Expansion of power supply networks in many remote and non-electrified areas high investments, long operating time, poor voltage regulation and frequent power outages are associated with a number of problems, such as low load factor. To solve this problem, a hybrid electrical system is used to meet the electricity needs. This system is economical, does not pollute the environment and is very useful for rural areas. Using solar and wind resources, water pump technology is being used as an alternative to energy to overcome these obstacles. This was done to calculate solar and wind resources, only with the use of solar and wind energy will the efficiency of our hybrid system be considered by increasing the flow of water using a water pump that is powered by a battery power source.

Keywords: irrigated agriculture, water pump, solar energy, wind energy, fig.

Настоящим подтверждаю, что статья авторов U. Matalipova, A. Bekbaev «**A water pump powered by hybrid solar and wind energy**» принята для опубликования в № 2(1) 2023 года.

Ответственный секретарь редколлегии

Шаленов Е.О.

e.shalenov@satbayev.university