

ВАРНЕНСКИ СВОБОДЕН УНИВЕРСИТЕТ
“ЧЕРНОРИЗЕЦ ХРАБЪР”
АРХИТЕКТУРЕН ФАКУЛТЕТ
Катедра „Строителство на сгради и съоръжения”

ЙОЗНУР СЕВМЕ

**АНАЛИЗ НА БЕЗОПАСНИТЕ УСЛОВИЯ НА МЕРКИТЕ
ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ В УНИВЕРСИТЕТИ**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд за присъждане на образователна и
научна степен „доктор”

Докторска програма:
„Техника на безопасността на труда и противопожарна техника”

Научен ръководител

доц. д-р инж. Милена Кичекова

Варна
2024

ВАРНЕНСКИ СВОБОДЕН УНИВЕРСИТЕТ
“ЧЕРНОРИЗЕЦ ХРАБЪР”
АРХИТЕКТУРЕН ФАКУЛТЕТ
Катедра „Строителство на сгради и съоръжения”

ЙОЗНУР СЕВМЕ

**АНАЛИЗ НА БЕЗОПАСНИТЕ УСЛОВИЯ НА МЕРКИТЕ
ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ В УНИВЕРСИТЕТИ**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд за присъждане на образователна и
научна степен „доктор”

Докторска програма:
„Техника на безопасността на труда и противопожарна техника”

Научен ръководител

доц. д-р инж. Милена Кичекова

Рецензенти

проф. д-р инж. Иван Евстатиев

проф. д-р инж. Стефан Терзиев

Варна
2024

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита пред научно жури от катедра „Строителство на сгради и съоръжения“ при Варненски свободен университет „Черноризец Храбър“ на заседание на катедрен съвет, проведено на 29 ноември 2023 г.

Дисертационният труд е с обем от 126 страници и се състои от увод, 3 глави и заключение, 28 фигури, 7 таблици, списък на публикациите по дисертационния труд и три приложения. Списъкът на литературните източници се състои от 96 заглавия на български, турски, английски и френски език. Авторът на дисертационния труд е докторант на самостоятелна подготовка в катедра „Строителство на сгради и съоръжения“ към Архитектурен факултет на ВСУ „Черноризец Храбър“.

Защитата на дисертационния труд пред научно жури ще се състои на 14 февруари 2024 г. от 10:00 ч. в Заседателната зала на Ректората на ВСУ „Черноризец Храбър“ на заседание на научното жури. Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в канцеларията на катедра „Строителство на сгради и съоръжения“ при Архитектурен факултет, стая А-226 при секретаря на катедрата

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

I.1. АКТУАЛНОСТ НА ПРОБЛЕМА

Турция е страна, зависима от външни енергийни суровини.

Към 1 юли 2021 г. вносът на първични енергийни източници нараства до 70 %, от които 99 % природен газ, 92 % суров петрол, 78 % въглища [1,2,3]. Един от инструментите за намаляване на тази зависимост е повсеместно въвеждане на енергийно ефективни мерки, особено в сградите на университетите и другите висши учебни заведения, които са големи консуматори на енергия. Спешното, бързо и донякъде принудително въвеждане на мерки за енергийна ефективност в университети води до възникване на рискови фактори за здравето на студентите, преподавателите и персонала. Анализът на безопасните условия при прилагане на мерките за енергийна ефективност е важно условие за превенцията на рисковите фактори.

Актуалността на темата на дисертационния труд се заключава в необходимостта от намаляването на риска от професионални заболявания и здравословни проблеми чрез оптимизиране на методите за контрол и управление на безопасните условия при проектирането и въвеждането на мерките за енергийна ефективност в университетите.

I.2. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ДИСЕРТАЦИОННАТА РАБОТА

Цел на докторската теза е изследване, анализиране и оптимизиране условията за безопасност на енергоефективните мерки.

Задачите на изследването, чрез които ще се реализира целта са следните:

1. Анализ на мерките за енергийна ефективност в университети.

2. Идентифициране на рисковите фактори при прилагане на мерки за енергийна ефективност.
3. Прилагане на мерки за превенция на риска.
4. Оптимизиране на проектирането и управлението на условията за безопасност на енергийно спестяващи мерки в университети.

Обект на научното изследване е прилагането на енергоспестяващи мерки в два университета в Турция - Istanbul Aydin Universitesi и Balikesir Üniversitesi.

Предмет: Условия на безопасност на мерките за енергийна ефективност в университети.

Ограничения на обхвата на изследването:

Изследването обхваща специфичните условия за безопасност при прилагането на мерки за енергийна ефективност само в университети, без да разглежда всички енергоспестяващи мерки.

1.3. МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Предвид специфичната характеристика на предмета на изследване се използват предимно възможностите на метода на сравнителния анализ, метода на взаимосвързаното изучаване на отделни процеси и количествени методи (анкетно проучване). За обработка и анализ на данните са използвани статистически модел SPSS 17.0, а за обработка на текстова и графична информация Microsoft Office – Excell и Word.

II. ОБЕМ И СТРУКТУРА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Дисертационният труд е с обем от 126 страници и се състои от увод, 3 глави и заключение, 28 фигури, 7 таблици, списък на публикациите по дисертационния труд и три приложения.

Списъкът на литературните източници се състои от 96 заглавия на български, турски, английски и френски език.

III. КРАТКО ИЗЛОЖЕНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

УВОД

Във увода е изтъкнато, че енергийният сектор на Турция се базира на вноса на суровини. Природният газ е от решаващо значение както за турските енергийни пазари, така и за икономиката като цяло. Дялът на втечнения природен газ (LNG) се е увеличил от 22 % през 2018 г. до 31 % през 2021 година. На фиг. У1 е показан вносът на природен газ в проценти.



Фигура У1. Внос на природен газ през 2021 г. [2]

Турция се присъедини към Парижското споразумение за климата, изискващо от страните, които го ратифицират да ограничат увеличаването на глобално затопляне до 1,5 °C и сведат характеристиките на парникови газове до нула през 2050 г. За да се даде приоритет на преминаването на енергийния сектор от базиран на изкопаемите енергийни източници (въглища, природен газ, нефт) до без емисионна енергетика и да се намалят свързаните с производството на електрическа и топлинна енергия емисии

на CO₂ (декарбонизация на енергетиката), е необходимо предприемането на спешни действия за внедряване на енергоспестяващи мерки. С нарастването на броя на университетите и студентите, рязко се увеличава и разхода на електрическа и топлинна енергия за осветление, отопление и климатизация на сградите в университетските кампуси. Затова в кратки срокове са приложени бързи енергоефективни решения и мерки, без да се спазват условията за безопасност. Вследствие лошото проектиране на подходящи конфигурации на осветлението се засилват здравословните проблеми, свързани със зрението на студентите и преподавателите. Преминването към системи за последователно осветление в определени тъмни зони (преход светло-тъмно) увеличава риска от възникване на отрицателните стресови фактори и психическа умора. Неорганизираните течове от климатични инсталации водят до увеличаване на влагата по околните стени, а липсата на контрол за работата на отоплителни инсталации до топлинен стрес, липсата на звукоизолация – до неприятен шум от отоплителни и вентилационни инсталации. Всички тези фактори стават причина за възникване на цял набор от здравословни проблеми.

1 ГЛАВА. МЕРКИ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ В УНИВЕРСИТЕТИ И ИДЕНТИФИЦИРАНЕ НА РИСКОВИТЕ ФАКТОРИ ПРИ ПРИЛАГАНЕТО ИМ

1.1. Необходимост от въвеждане на енергоспестяващи мерки в сградите на университетите

В първа глава на дисертационния труд е подчертана необходимостта от въвеждане на мерки за енергийна ефективност в университетите. Съгласно проведените изследвания по изменение на климата през 2014 г. сградите в света са отговорни за 32% от глобалното потребление на енергия и 19% от емисиите на парникови

газове [5]. Направен е детайлен анализ на потреблението на енергия в сградите на университетите на ЕС (Франция), в Китай и Турция.

Потреблението на енергия в повече от 30% от френските университети попада под термина „енергийни сита“ или неефективно използване на енергийните източници, от които близо 7% консумират повече от 230 MWh/m² за година [6].

В университетските сгради в Китай потреблението на енергия представлява 31% от консумацията във всички обществени сгради, като 84,1% от цялостното потребление на енергия от университетите се отнася за сградите [9].

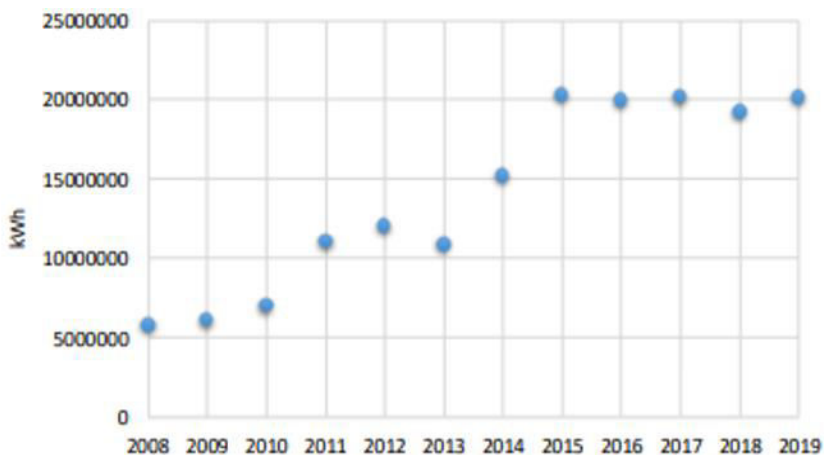
Увеличаването на броя на университетите в Турция води до строителство на значителен сграден фонд. Поради големия брой сгради и съответно броя на студенти, преподаватели и обслужващ персонал, потреблението на енергия в университетските кампуси се увеличава значително. В табл. 1.1 е показана динамиката на нарастване на университетите.

Таблица 1.1. Брой на ВУЗ в Турция през периода 1984-2018 г. [12]

Период, г.	Държавни университети	Частни университети	Висши професионални училища	Общо
1984	27	1	-	28
1994	53	3	-	56
2004	53	24	-	77
2011	103	62	6	171
2012	103	65	8	176
2013	104	71	8	183
2014	104	72	8	184
2015	109	76	8	193
2016	129	72	5	206
2017	129	72	5	206
2018	129	72	5	206

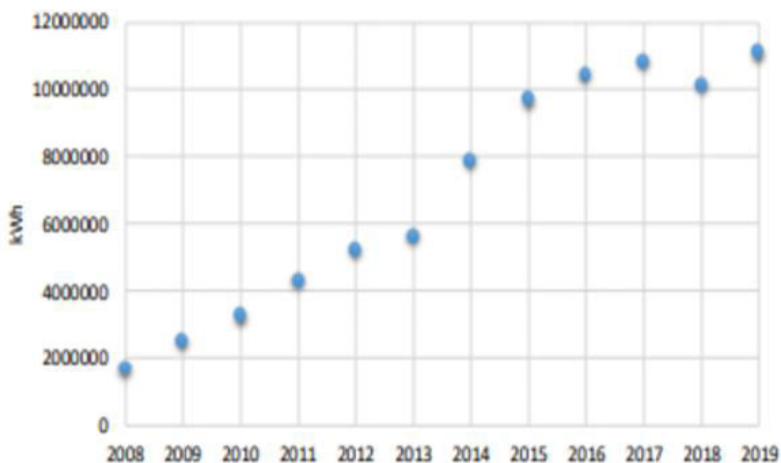
Общото потребление на природен газ на сградите в

кампусите на университетите по години е показано на фиг. 1.2. Графиката показва, че потреблението на природен газ се е увеличило значително.



Фигура 1.2. Общо годишно потребление на природен газ по години (1 m^3 природен газ = 10,64 kWh) [13]

Стойностите на общата годишна консумация на електроенергия са показани на фиг. 1.3. Наблюдава се устойчива тенденция, показваща, че общото годишно потребление на електроенергия нараства стабилно със среден темп на растеж от 23,62%. Основната причина за това е увеличаването на броя на сградите, значително подобрените физически условия на обучение и увеличаването на броя на студентите. Консумацията на електроенергия представлява сумата от енергията за отопление, климатизация и осветление. Следователно общата консумирана електроенергия не може да има непосредствена връзка с промени в температурите на въздуха през посочения период 2008-2019 г.



Фигура 1.3. Общо годишно потребление на електроенергия за периода 2008-2019 г. [13]

Посочените данни показват стабилна тенденция към увеличаване на потреблението на енергия в университетите, което е причина за своевременното въвеждане на мерки за енергийна ефективност.

1.2. Специфични условия за безопасност и рискови фактори при въвеждане на мерки за енергийна ефективност в университети

Бързото въвеждане на мерките за енергийна ефективност и икономията на средства за това в много случаи водят до нарушаване на специфичните условия за безопасност и възникване на рискови фактори за студентите, преподавателите и персонала на университетите.

1.2.1. Рискови фактори при въвеждане на енергоспестяващи мерки за осветление

Основните рискови фактори при замяна на конвенционалното осветление с LED осветление са следните:

- чувствителност към висока температура;
- чувствителност към промяна на напрежението;
- риск от светодиоди, излъчващи синя светлина;
- риск от мигновено действие.

1.2.2. Рискови фактори при саниране на сградите в университетите

Посочено е, че санираните сгради обикновено са значително по-херметични и по-топлоизолирани. Следователно могат да възникнат проблеми с влажността, натрупване на замърсители и прегряване. Инсталирането на системи за отопление и вентилация и рисковите фактори и проблеми, които могат да възникнат от това (замърсяване на канали, филтри, поддръжка, шум) също могат да компрометират мерките за енергийна ефективност. Въпреки че връзките са трудни за установяване, доказателствата показват, че някои модификации на системите за изолация, вентилация и отопление увеличават риска от здравословни проблеми, особено за дихателните пътища, кожата и очите.

Наложените бързи темпове на изпълнение на строителни изолации на университетските сгради в Турция водят до промени на физическото състояние на конструкцията и могат да причинят увреждане на строителните материали на стените (например чрез мухъл, сухо или мокро гниене), което впоследствие да повлияе на безопасността и здравето на студенти, преподаватели и персонал, като се отразява неблагоприятно на качеството на въздуха в помещенията. Некачествено изпълнена детайлна изолация на външните стени на университетска сграда води до възникване на риск от влага.

1.3. Специфични условия за безопасност при производство на енергия от възобновяеми енергийни източници

1.3.1.Рискови фактори при производство на електрическа енергия от фотоволтаични модули

Работещите на монтажа, експлоатацията и ремонта на фотоволтаични модули са подложени на следните рискови фактори:

- опасен избор на местоположение;

Ако панелите се монтират в близост до море, следва да се спазва минимално разстояние от 500 m до бреговата линия, вследствие възможността от заслепяване на хора. Мястото на инсталиране на фотоволтаични модули не може да бъде в близост до 500 m от подземни или наземни газопроводи. Панелите следва да бъдат монтирани в среда, в която да е гарантирано, че работната температура няма да надвиши или да падне под диапазона – 40 °С до + 85 °С.

- риск от опасно изходно електрическо напрежение;

Фотоволтаични панели отговарят на изискванията на клас на приложение А, тоест опасно напрежение (IEC 61730: повече от 120 VDC) и системи с опасна изходна мощност, където по принцип може да се очаква неограничена достъпност [31]. Контактът с електрическата верига на фотоволтаична система под напрежение, изложена на светлина, може да доведе до смъртоносен токов удар.

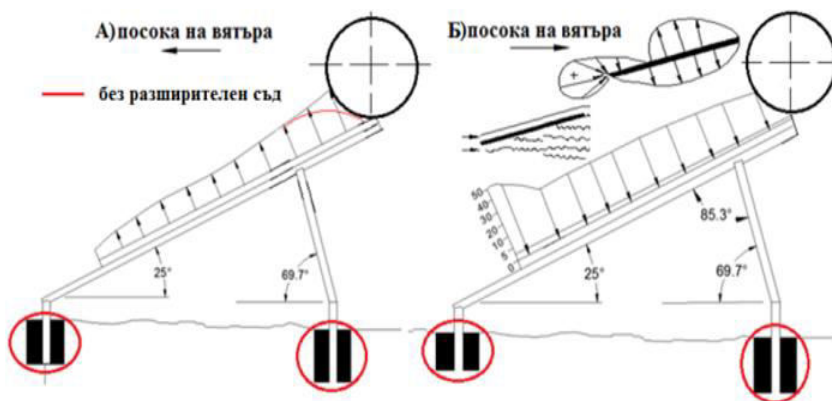
- риск от възникване на пожар;

Съгласно изискванията за пожарна безопасност в Турция фотоволтаичните модули отговарят на клас на пожарозащита С, съгласно IEC 61730-2 [32,33]. По правило може да се приеме, че рискът от пожар може да се оцени като нисък във всеки случай върху покриви, направени от строителни материали от клас А, т.е. негорими, съгласно DIN EN 13501, при условие, че модулите са монтирани правилно.

1.3.2. Рискови фактори при производство на топла вода от соларни колектори

- риск при работа на височина;
- риск от въздействие на вятър, собствена тежест, сняг;

Соларните колектори са подложени на статични и динамични натоварвания под въздействие на вятър, собствена тежест, сняг и др. Основен фактор е натоварването под въздействие на вятъра. Въздушният поток създава два вида сили на натоварване: сили, насочени по нормалата към повърхността и сили на триене на външния слой от вискозитета на въздуха, когато той влиза в контакт с повърхността на соларния колектор – фиг. 1.7.



Фигура 1.7. Ветрово натоварване на конструкцията на соларен панел [36]

Ветровото натоварване се определя от израза [36]:

$$\int \frac{1}{2} d(V^2) + \int g dz + \int \frac{dp}{\rho} = const \quad (1.1)$$

където: V – скорост на вятъра;

- g – земно ускорение;

- z – надморска височина;

- p – статично налягане;

- ρ – масова плътност.

➤ риск от изгаряне и респираторно поглъщане на токсини при пожар;

Посочено е, че при монтиране на покрива на университетска сграда, повърхностите на соларните колектори се покриват с материал, тъй като на ярка слънчева светлина могат да достигнат температури $150\text{ }^{\circ}\text{C} \div 350\text{ }^{\circ}\text{C}$ и да предизвикат изгаряния, а допирът до нагорещения метал може да причини шок и загуба на опора върху покрива. В случай на пожар, който непосредствено е обхванал соларните инсталации се отделят токсични продукти, тъй като при изработването на соларните модули се използват различни строителни материали - силиций, тежки метали, смола, етилен-винил-ацетат, силикон, гликол и други композитни материали и пластмаси.

➤ риск, произтичащ от наличието на бактерията „легионела“;

Един от рисковите фактори при използването на соларни модули за топла вода е развитието на бактерия „*Legionella pneumophila*“. Тяхното развитие се подпомага от лошото качество на водата в соларните системи, неправилната им експлоатация и недостатъчен санитарен надзор на устройствата, които са част от тези системи. Най-често срещаните източници на замърсяване са битовата гореща вода и климатичните системи. Бактерията причинява нетипична пневмония и висока температура, която може да бъде придружена от силно главоболие, втрисане и затруднено дишане. Бактерията се разпространява в температурен диапазон от $20\text{ }^{\circ}\text{C} \div 50\text{ }^{\circ}\text{C}$, но оптималната температура за нейното развитие е $38\text{ }^{\circ}\text{C}$.

1.3.3. Рискови фактори при получаване на енергия от ветроенергийни генератори

Основните рискови фактори, произтичащи от наличието на ветроенергийни генератори са следните:

➤ експозиция на шум;

Общите нива на шум на открито при експлоатация на

ветроенергийни генератори варират от 24 dB до 54 dB дори на разстояние до 8 km от мястото на разположение на вятърната турбина. Инфразвукът има честота под 20 Hz, докато нискочестотният звук е между 20 Hz и 200 Hz. Симптоми, докладвани от лица, изложени на действието на вятърни турбини, включват нарушение на съня, главоболие, шум в ушите и налягане, замаяност, световъртеж, гадене, замъгляване на зрението, тахикардия, раздразнителност, проблеми с концентрацията и паметта и епизоди на паника, свързани с усещания за вътрешни пулсации или треперене.

➤ „синдром на вятърна турбина“;

Живеещите дълго време на разстояние до 1,2 km от инсталирани ветроенергийни генератори са подложени на въздействието на електромагнитни вълни и нискочестотни звуци, стробоскопичен ефект от светлини и движещи се сенки от лопатките на вятърната турбина. Повтарящото се трептене на слънчева светлина и сенки оказва влияние на системата на вестибуларния апарат и живеещите получават симптоми на световъртеж, гадене и нарушаване на съня или дори гърчове при хора, склонни към епилепсия.

➤ риск от механични повреди и пожар на ветроенергийните модули;

Зоната на тази опасност включва кръг с радиус 10 пъти по-голям от диаметъра на лопатките на ветроенергийния модул. При отказ на механичните и електрически спирачки и силни пориви на вятър е възможно откъсване на лопатка или част от нея.

➤ ландшафтни ефекти;

Разнообразието и качеството на ландшафта е последователно свързано с качеството на живот. Хората се стараят да живеят в близост до природата и зелените площи. Ключов аспект на въздействие върху психичното здраве на хората е визуалното възприемане на ветроенергийните паркове, което се определя от

броя им, размер и степен на интеграция в местната среда. Възниква ноцебо ефект, чрез който може да се предизвика негативно чувство и негативни очаквания към ветроенергийните генератори.

1.3.4.Условия за безопасност и рискови фактори при рециклиране на дъждовни води в университетите

➤ Микроклимат. В станциите за рециклиране на дъждовна и отпадна вода в университетите климата се характеризира със значителни различия на параметрите на работната среда: температура, влажност.

➤ Шум и вибрации. На работното място в машинна зала на въздуховдувна (компресорна) станция е установена експозиция на шум, превишаващ горна гранична стойност на експозиция 85 dB. Възможна е експозиция на вибрации, предаващи се на цялото тяло в компресорните станции, подаващи въздух за аерация.

➤ Потенциално опасни химични вещества. Работещите са изложени на действието на продукти от разпадането на органичната материя – H_2S - сероводород; NH_3 – амоняк, CO_2 - въглероден диоксид; индол, тежки метали. При третичната обработка операторите са изложени на експозиция на флокуланти и коагуланти.

➤ Прах. При недостатъчно почистване чрез влажен способ е възможно вторично разпрашаване от паднали на пода обработвани утайки, съдържащи биологични агенти.

➤ Биологични агенти. Работещите са в контакт с бактерии, вируси от различни рискови групи. Проучването [44] показва, че системите за рециклиране намаляват органичното замърсяване във водата и концентрацията на бактерии, но не премахват напълно детергентите, останали от почистващите материали. В Методологията за количествена оценка на микробния риск (QMRA) [45] при регенерация на отпадни и дъждовни води е изтъкната възможността от наличието на микроби в пречистената

вода.

➤ Опасност от взрив на метан в метантанкове. Метантанковете представляват затворено взривоопасно пространство в които утайката угнива, в резултат на което се получават продукти с висока концентрация на метан, амоняк, въглероден оксид.

➤ Задушаване с хлор. В хлораторното помещение съществува възможност за неизправност на съоръжението или вентилацията, в резултат на което многократно се повишава концентрацията на хлор.

1.3.5. Рискови фактори при получаване на енергия от геотермални източници

Съществуват определени рискови фактори, произтичащи от използването на геотермални ресурси, могат да засегнат човешкото здраве, както следва:

➤ промени в нивото на шума, местния климат и ландшафта;

➤ замърсяване на водата: геотермалните полета с гореща вода отделят големи количества течности, които съдържат флуорид, бор, арсен и малки количества други тежки метали. Сулфид, бор, амоняк и живак също могат да навлязат в местните води от геотермални парни кондензати.

➤ замърсяване на въздуха: емисиите на въглероден диоксид CO_2 и сероводород H_2S от геотермални електроцентрали в някои екстремни случаи могат да се доближат до емисиите от аналогични по размер централи, работещи с въглища. Живакът от геотермалната пара също е вероятно да доведе до повишаване на местните нива във въздуха с повече от 1 ppm.

1.4. Рискови фактори при въвеждане на енергоефективно отопление, вентилация и климатизация.

Подчертано е, че съоръженията изпълняват своите предназначения в условията на непрекъсната поддръжка на техническото им състояние. При тези дейности работниците са

изложени на действието на различни рискови фактори. Независимо дали обхватът на задачата на аварийните екипи е малък или голям, той може да се отрази съществено върху безопасността :

- в процеса по поддръжка може да настъпи злополука/нараняване ;
- лошото качество на поддръжката на работното място може да създаде проблеми, свързани с безопасността;
- липсата на поддръжка на работното място може да намали живота на оборудването и да доведе до злополуки.

Изводи от първа глава

1.Изтъкната е необходимостта от въвеждане на енергоспестяващи мерки в сградите на университетите, като е посочена тенденцията на непрекъснато нарастване на броя на университетите, количеството на студенти, увеличаването на разходите за електрическа енергия, газ и вода.

2.Направен е детайлен анализ на прилагането на мерки за енергийна ефективност в университети: замяна на конвенционалното осветление с енергоспестяващи осветителни прибори, саниране на сградите в кампусите на университета, преминаването към използване на възобновяеми източници на електрическа и топлинна енергия–фотоволтаични централи, соларни паркове, ветроенергийни генератори, геотермална енергия, рециклиране на дъждовни и отпадъчни води.

3.Идентифицирани са рисковите фактори при прилагането на мерките за енергийна ефективност в сгради. Констатирано е, че бързото въвеждане на мерки за енергийна ефективност са причина за възникване на рискови фактори.

2 ГЛАВА. ПРЕВЕНЦИЯ НА РИСКОВИТЕ ФАКТОРИ ПРИ ПРИЛАГАНЕ НА МЕРКИ ЗА ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ

2.1. Превантивни действия при прилагане на енергоспестяващи мерки в университети

Във втора глава на дисертационния труд е подчертано, че прилагането на мерки за енергийна ефективност в университети е недопустимо без осигуряване на безопасността и защитата на студентите, преподавателите и персонала от въздействието на неблагоприятни и опасни природни, технически и биологични фактори.

Основата за вземане на решения и планиране на мерки за подобряване на безопасността на лицата в образователната институция се явява системата за управление и превенция на риска, която използва експертни аналитични методи за количествено определяне и приоритизиране на заплахите за здравето при прилагане на енергоспестяващи мерки в университетите. Количественият подход позволява да се трансформират тези заплахи в рискове и да се направи оценка на тези рискове. Количественият анализ на риска създава основата за разработване на методи и техники за управление на риска – правни, организационни, икономически, технически.

За защита на студенти, преподаватели и персонал в университетите срещу действието на неблагоприятни и опасни фактори от различно естество се създават комплексни системи за сигурност. Функционирането на системите за сигурност се осъществява при възникване и въздействие на вероятностни фактори, предимно човешки грешки, например - заразяването с бактерията Легионела става директно чрез консумацията на замърсена вода; избухването на пожар, поради неспазване на мерките за пожарна безопасност; изгарянето при докосване на

неработещи соларни панели – от незнание на процеса на производството на топлинна енергия от тях.

Анализът на риска позволява да се определят конкретните заплахи, свързани с обекта както и мерките за противодействието им.

Превенцията на риска при прилагане на мерки за енергийна ефективност започва с процес на оценяване на рисковете.

Превенцията на риска представлява систематично проучване на всички аспекти на извършваната работа по внедряването на енергоспестяващи мерки, за да се има предвид:

- по какъв начин могат да възникнат рисковите фактори;
- дали опасностите могат да бъдат премахнати и, ако това не е възможно, какви превантивни или защитни мерки са въведени или трябва да бъдат въведени за контролиране на риска.

Превенцията на риска при прилагане на енергоефективни мерки в университети се изготвя в писмен вид и включва:

- етапи за извършване на оценка на риска преди въвеждане на мерките за енергийна ефективност;
- оценка на опасностите при извършване на всеки процес с цел определяне нивото на риска;
- определяне на превантивни и защитни мерки в съответствие с етапите на извършване на енергоспестяващите мерки;
- предприемане на действия по време на прилагането на мерките за енергийна ефективност;
- мониторинг и преглед на предвидените действия по превенцията на рисковите фактори;
- документиране на превантивните мерки.

На фиг. 2.2 е представен анализ на резултатите след превантивните и коригиращи действия в съответствие с етапите на извършване на процесите на енергийна ефективност в зависимост от степента на риска.

Класификация на риска	Коригиращи действия и срокове
16—25 Висок	СПИРАНЕ на дейността, докато бъдат предприети мерки и нивото на риска бъде понижено (За справка да се ползват допълнителни специализирани ресурси)
10—15 Значителен	Премахване на опасностите в рамките на една седмица. Междувременно се предприемат временни мерки
7—9 Умерен	Премахване на опасностите в рамките на един месец
4—6 Минимален	Премахване на опасностите в рамките на една година
1—3 Нискожен	Продължава прилагането на настоящите защитни и превантивни мерки — извършвайте периодичен преглед

Фигура 2.2. Коригиращи действия в зависимост от степента на риска [47]

2.2. Превенция на рисковите фактори при LED осветление

При замяна на конвенционалното осветление с енергоефективно LED осветление следва да бъдат прилагани следните превантивни действия:

- при чувствителност към висока температура;

По-високите температури сериозно увреждат светодиода. Затова, е необходима добра система, която да отвежда топлината, получена при самата работа на мощните светодиоди.

- при чувствителност към промяна на напрежението;

Колебанията в напрежението на енергопреносната мрежа води до „пробиване“ на електронните компоненти, целящи да защитят светодиода и той изгаря. Необходимо е прилагането на стабилизатор на напрежението в електрозахранването на осветлението;

- при риск от светодиоди, излъчващи синя светлина;

Полупроводниците на базата на галиев нитрид GaN- обикновено се използват като материали за сини светодиоди. Особено опасно е

излъчването на синя светлина от светодиоди с използване на полупроводници на базата на цинков селенид ZnSe, което е забранено през декември 1993 г. Задължително за университетите се явява правилото за използване на светодиоди с бяла и дневна светлина.

➤ при риск от мигновено действие (включване) на LED осветителни тела;

LED светлините могат да се включват от 40 до 220 милисекунди по-бързо от крушките с нажежаема жичка. В резултат на това LED лампите излъчват светлина почти моментално, което води до заслепяване и възникването на визуален дискомфорт. Прилагането на система за включване с автоматичен регулируем потенциометър намалява риска от мигновено действие на LED светлините.

2.3. Превенция на риск от наличие на влага

Изтъкнато е, че балансирането на необходимата влажност в сградите на университета се осъществява чрез комбинация от защита с изолационни материали, отопление и вентилация. Влажността се характеризира с количеството водна пара във въздуха и зависи от температурните разлики между външната среда и определено помещение в университета.

Изключително важен фактор се явява управлението на качеството на въздуха в сградите на университетите в съответствие с хигиенните норми за влажност със система за пречистване и увлажняване на въздуха.

Изследванията [20÷23] препоръчват относителната влажност на въздуха в обществените сгради, болници, университети, офиси да се поддържа в границите на 40-60% RH. Основните причини за поддържане на това ниво на относителна влажност са следните:

➤ увеличава се ефективността на дихателната имунна система; При влажност на въздуха между 0 и 40% RH - защитните сили на

дихателната имунна система са нарушени, което позволява вирусите да заразяват лесно.

➤ намалява се времето, през което вируса "витае".

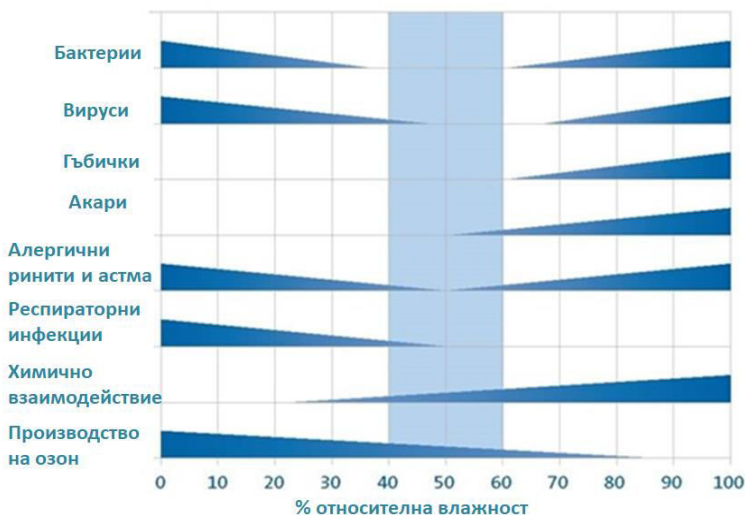
При влажност на въздуха между 40 ÷ 60% RH, капчиците във въздуха, съдържащи вируси, задържат влагата, и благодарение на това са по-тежки и падат надолу, така опасността от преминаването на вирусите в дихателната система драстично намалява.

➤ намалява се времето на "оцеляване" на вируса.

При влажност на въздуха между 0 ÷ 40% RH, капчиците във въздуха, съдържащи вируси, изсъхват, което позволява на вируса да оцелее по-дълго. При влажност на въздуха между 40 и 60% RH - капчиците във въздуха, задържат влагата, което позволява физикохимичната реакция да деактивира вируса.

На фиг. 2.3 е показано нивото на оптимална относителна влажност на въздуха в сградите на университетите.

Оптимални диапазони на относителна влажност за здравето



Фигура 2.3. Нива на оптимална относителна влажност на въздуха [21]

2.4. Превенция на риск при производство на електрическа енергия от фотоволтаици и вятърни турбини и топлинна енергия от соларни панели

2.4.1. Превенция на рискови фактори при фотоволтаици и ветроенергийни модули

Превенцията на основните рискови фактори при производство на електрическа енергия от възобновяеми енергийни източници включва следните превантивни дейности:

➤ Панелите следва да се експлоатират в съответствие с допустимото системно напрежение. Соларните модули генерират постоянно напрежение, когато са изложени на слънчева светлина. Всеки контакт на работещи с постоянно напрежение 30 VDC или повече може да бъде фатален;

➤ Само оторизирано и обучено лице, получило необходимите сертификати следва да има достъп до модулите. Всеки, който ще извършва работа върху или около фотоволтаичната инсталация следва да притежава квалификационна група по електробезопасност в съответствие с извършваната работа;

➤ Всички модулни рамки и монтажни стелажи следва да бъдат правилно заземени. Заземяването на панелите следва да се извършва само към предвидените за целта места на профила на рамката посредством кабел за заземяване, който се свързва електрически проводимо с рамката;

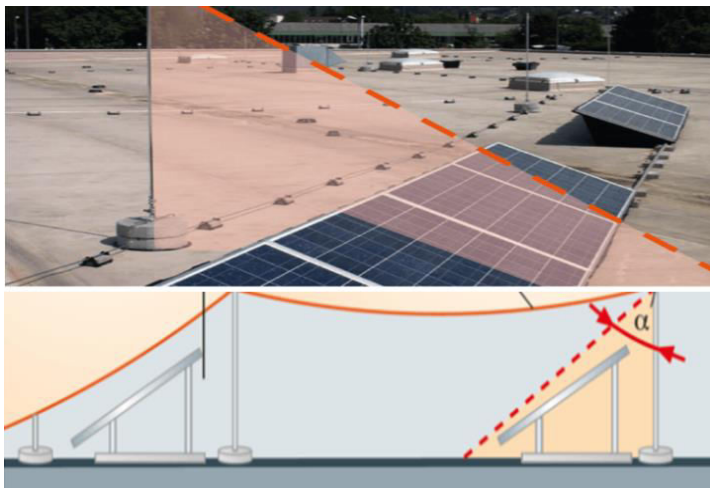
➤ Задължително е използването на съответните ЛПС (лични предпазни средства). По време на работните процеси следва непрекъснато да се носят защитни очила, ръкавици и предпазни обувки.

➤ Забранено е потапянето на фотоволтаични панели във вода;

➤ Забранено е концентрирането на слънчева светлина върху фотоволтаичния панел чрез огледала, лещи или други устройства;

➤ Мълниезащита. Заземяването на панелите следва да се

осъществява в съответствие със IEC 62305-2 (EN 62305-2). Заземяването следва да се извършва само към предвидените за целта места на профила на рамката посредством кабел за заземяване, който се свързва електрически-проводимо с рамката – фиг. 2.4.



Фигура 2.4. Определяне на защитения обем на фотоволтаичните панели по метода на защитния ъгъл [34]

2.4.2. Превенция на рискови фактори при соларни системи

Бактериите Легионела, които се намират в соларните системи, могат да бъдат унищожени чрез използване на слените технически решения:

- Температурата на използваемата вода бъде над 55°C ;
- Водата следва периодично се загрява до $70\text{-}80^{\circ}\text{C}$, за да се извърши термична дезинфекция;
- Да се използва рециркуляционна система за битова гореща вода.
- Да се отстранят неправилни извършени или непълни топлоизолации и да се заменят с нови, с подходяща дебелина, ниска

топлопроводимост, която не пропуска влага и няма нарушена структура;

2.5. Превенция на рисковите фактори при рециклиране на дъждовни и отпадни води

Вдишването на значително количество метан близо до биореакторите и танковете за съхранение на метан може да доведе до отравяне и симптоми на задушаване, дори и до смърт. Особено опасно е, ако метанът не е очистен от сероводород (H_2S), тъй като дори минимални концентрации на сероводород са изключително опасни.

В затворени помещения с ниска надморска височина в университетите (лаборатории, подземни складове), задушаването може да е следствие от изместване на въздуха от метана. Поради тази причина в затворените помещения следва да се осигури задоволителна вентилация като предпазна мярка. Също така, следва да се използват подходящи предпазни средства (датчици за наличие на газ, противогази) по време на работа в потенциално взривоопасни места.

2.6. Превенция на рискови фактори при използване на геотермална енергия

Превантивните действия срещу рисковите фактори при използване на геотермална енергия включват:

- инсталиране на сензори за наличие на сероводород, бензен, живак и радон;
- непрекъснат мониторинг на емисиите на геотермалните централи;
- организирането на станции за обработка и намаляване на концентрацията на тези газове преди изхвърлянето им в атмосферата.

2.7. Превенция на рискови фактори при въвеждане на енергоефективно отопление, вентилация и климатизация

Превантивните действия включват:

- Инсталиране на оборудване за оползотворяване топлината от охладители:
- Реорганизиране на въздушния поток за подобряване разпределението на въздуха;
- Балансиране на системата за въздухоразпределение;
- Заменяне на вентилаторите с енергоефективни вентилатори;
- Монтиране на оптимизирана система за контрол;

Превенцията на рисковите фактори в климатична инсталация включва: почистване на филтри; почистване на топлообменници; намиране и отстраняване на течове; замерване работното налягане на фреона; дозареждане с фреон по предписаните норми.

Изводи от втора глава

1. Направен е анализ на превенцията на рискови фактори при прилагане на мерки за енергийна ефективност в университети.
2. Детайлно е проучена система за оценка на риска при въвеждането на енергоспестяващи мерки.
3. Предложени са технически мерки за превенция на възникването на рискови фактори.
4. Посочени са превантивни и коригиращи действия при енергоефективно производство на електрическа и топлинна енергия.
5. Конкретизирана е превенцията на риска при системи за рециклиране на дъждовни и отпадъчни води в университети.

3 ГЛАВА. ПЛАНИРАНЕ И ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНСКИ МЕРКИ ЗА БЕЗОПАСНОСТ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ

3.1. Планиране на мерките за енергийна ефективност

Подчертано е, че бързото и до голяма степен принудително въвеждане на мерки за енергийна ефективност в университети в Турция в редица случаи води до възникване на рискови фактори. За да се избегне риска при прилагане на енергоспестяващи мерки е необходимо предпроектно проучване и планиране.

Планиране внедряването на енергоефективно осветление

Изтъкнато е, че за проектиране на енергоспестяващо осветление в университетите се разглеждат основно два метода: Simple Method и Detailed Method [50,51]. Показателите на енергийната ефективност на осветлението, съгласно тези методи са следните :

- енергийни индикатори LENI (Lighting Energy Numeric Indicator);
- ергономични индикатори ELI (Ergonomic Lighting Indicator);
- показатели за управление на осветлението (категории класове).

Енергийният индикатор LENI се определя от израза [51,52] :

$$\text{LENI} = (W_1 + W_p)/A \quad (3.1)$$

където:
$$W_1 = \sum \{(P_N F_C) \cdot [t_D F_O F_D + t_N F_O]\} \quad (3.2)$$

$$W_p = \sum \{P_{PC}[t_y - (t_D + t_N)] + (P_{EM} \cdot T_{EM})\} \quad (3.3)$$

- W_1 - консумирана енергия (kWh), необходима за осветление за

- определен период, включваща всички осветителни прибори;
- W_p - консумирана енергия (kWh), използвана за заряд на акумулатори за аварийни светлини;
 - P_N - инсталирана мощност (W) на осветителните прибори за дадена зона;
 - F_C - коефициент за използване на инсталираната мощност P_N ;
 - t_D - време за дневно използване на осветителните прибори;
 - F_o - фактор, зависещ от присъствието на хора;
 - F_D - фактор, зависещ от наличието на естествено осветление;
 - t_N – време за работа на осветителните прибори в тъмната част на денонощието;
 - P_{PC} - загуби на мощност (W) в „дежурен” режим;
 - P_{EM} - инсталирана мощност (W) за евакуационно и аварийно осветление;
 - t_y - време в часове за една година, $t_y = 8760 \text{ h}$;
 - t_{EM} - време за заряд на аварийни и евакуационни осветителни прибори;
 - “А“ - повърхност на осветяваната зона.

Ергономичният индикатор ELI окачествява възприемането на околната среда по критерии за визуалност, перспектива, комфорт, жизнена среда и индивидуалност. Всеки един критерий се оценява по скала от 5 единици: от 1 (лошо) до 5 (прекрасно).

Другият метод Detailed Method използва британския стандарт BSI BS EN 15193:2007 „Енергийни характеристики на сгради – Енергийни изисквания за осветление“ [53]. Изчисленията на W_l - консумирана енергия (kWh), необходима за осветление за определен период, включваща всички осветителни прибори са подобни на тези от Simple Method, като най-голямата разлика се получава от препоръчителните референтни стойности на LENI по британския стандарт – Приложение № 2 [53]. От Приложение № 2 се приемат референтните стойности за офиси (канцеларии), лекционни зали за обучение и общежития (тип хотел) за университетите.

Управление на енергийно ефективно осветление

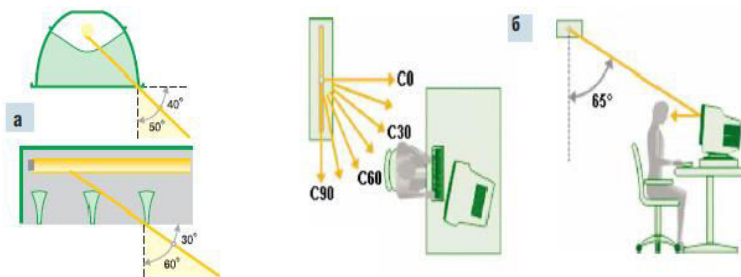
Управлението и контролът на осветление позволяват оптимизиране на разхода на електроенергия, посредством управление по различни параметри: час, ден или дата на включване на осветлението; определена от потребителя ограничена продължителност на осветлението; осветление при движение или присъствие на хора; ниво на осветеност; степен на естествена слънчева светлина и други.

Управлението на осветлението съдържа следните поднива:

- Управление на осветлението в коридори и стълбища;
- Многофункционално управление на осветлението;
- Управление с цифров адресируем интерфейс за осветление.

Управление на мерките за енергийна ефективност в компютърни зали

Посочено е, че един от проблемите в процеса на проектиране на енергоефективно осветление в компютърни зали е заслепяване, вследствие появата на отразен блясък върху екраните на мониторите. Проблемът допълнително се усложнява от технологичните несъвършенства на екрана. На фиг. 3.1а е показан критичният ъгъл, при който се избягва отразената светлина от дисплея (вляво), както и защитният ъгъл и ъгълът на заслепяване - фиг. 3.1б (за точков и за линеен светлинен източник - вдясно).



Фигура 3.1. Критичен ъгъл, защитен ъгъл и ъгъл на заслепяване [57]

Оценката на заслепяването от осветителни тела се базира на показателя на заслепяване UGR (Unified Glare Raiding) [56].

Показателят на заслепяване се определя от израза [56] :

$$UGR = 8 \lg \left[\frac{0,25}{L_b} \sum_{i=1}^n \frac{L_i^2}{P_i^2} \omega_i \right] \quad (3.4)$$

където:

- $8 \lg$ – това значение гарантира, че стойността на показателя на заслепяване UGR винаги ще бъде в диапазона от 5 (много ниски отблясъци) до 40 (високи отблясъци);

- L_b - интензитет на светлината на основата. Когато интензитетът на светлината на основата L_b нараства, тогава показателят на заслепяване UGR пада;

- $\sum_{i=1}^n$ - всички следващи стойности на интензитета за всички осветителни тела се сумират;

- L_i - интензитетът на светлината на едно осветително тяло. Намалването на интензитетът на светлината на едно осветително тяло води до намаляване и на показателят на заслепяване UGR;

- P_i - индекс на долна позиция. Това е мярка за ъгловото разстояние (хоризонтално и вертикално) от центъра на зрителната линия до осветителното тяло;

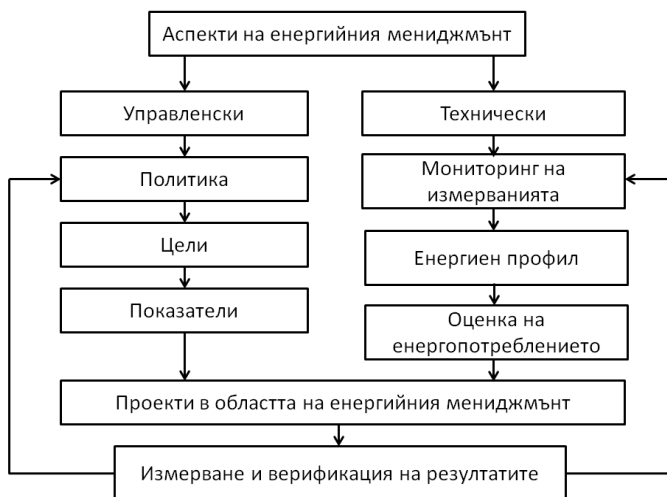
- ω_i - това е плътният ъгъл на осветителното тяло, който се вижда от зрителя. За да се намали тази стойност, осветителното тяло следва да бъде позиционирано на по-голямо разстояние от монитора.

3.2. Управление на безопасността на мерките за енергийна ефективност

Модел на система за енергиен мениджмънт в университети

За управление на мерките за енергийна ефективност във висшите учебни заведения следва да се въведе система за енергиен мениджмънт. Авторката на дисертационния труд изследва прилагането на международния стандарт ISO 50001 Energy management за управление на енергията в университети и предлага **Модел на система за енергиен мениджмънт**, който е априориан в Istanbul Aydin Universitesi.

Разработен е алгоритъм, чрез който със съвкупност от указания е зададена последователността на изпълнение на основните функционални действия. По вид алгоритъмът е разклонен и цикличен. За визуализация алгоритъма е съставена Блок-схема. При съставянето ѝ са спазени изискванията за представяне на еднотипни по вид елементарни действия със съответни графични изображения - блокове. Последователността от действия, съгласно посочената на фиг. 3.5 блок-схема съчетава управленски и технически аспекти на енергийния мениджмънт.



Фигура 3.5. Блок-схема на алгоритъма за енергиен мениджмънт в университети

Моделът за енергиен мениджмънт в университети включва следната организационна структура:

- Създаване на общ университетски Отдел за енергийна ефективност;
- Създаване на Екип за управление на енергията към всеки факултет;
- Създаване на „Офис за награди за пестене на електроенергия“

Едно от основните направления в предложения алгоритъм на енергиен мениджмънт се явява политиката на осъзнаване и култура на потребление на енергия от студентите в университетите (енергийна грамотност), която има решаващо значение за икономии на електроенергия.

Анкетно проучване за нивото на енергийна грамотност на студенти

За изследване на енергийната грамотност сред студентите авторката на дисертационния труд прави анкетно проучване сред студенти от технически, социални, спортни и педагогически университети. Методологията на провеждане на анкетното проучване включва:

- Модел на изследването;

Изследва се нивото на енергийна грамотност на студентите с различни променливи. В това изследване е използван моделът на релационен скрининг. При релационния (табличен) модел:

- данните се съхраняват в таблици;
- между отделните таблици се създават релации (връзки)

Целта на модела на релационен скрининг (релационно сканиране) е да се определи наличието на ковариация между променливите и степента на тези връзки.

- Презентативна извадка

Проучването е проведено в периода месец март – месец май

2021 г. сред целева група респонденти, включваща студенти, обучаващи се в образователни университети в Турция, бакалавърска и педагогическа степен. Състои се от 378 студенти (127 момчета, 251 момичета) от втори и трети курс, които продължават обучението си. Разпределението по специалности на анкетираните, които съставляват извадката, според техните области на образование е показано в табл.3.2.

Таблица 3.2. Разпределение на презентативната извадка по специалности

Специалности	Количество студенти, бр.	Количество студенти, %
Природни науки	115	30,4
Педагогика	54	14,3
Социални науки	50	13,2
Математика	43	11,4
Физическо възпитание	36	9,5
История	34	9,1
Турски език и литература	26	6,9
Физика	20	5,2
Общо	378	100

За постигане на целта на проучването – ниво на енергийна грамотност сред студентите е приет количествен подход за събиране на информация чрез анкета-въпросник. Основните предимства на анкетната форма, като инструмент за събиране на данни са, че е лесно приложим и гарантира анонимността на участниците, което е важно за студентите от Турция по социални и религиозни съображения. При проучванията за ниво на енергийна грамотност в повечето страни от ЕС се използват анкетни форми, което дава възможност за сравняване на получените резултати на университетско ниво в Турция с тези на нивата на водещи университети в световен мащаб. За целите на дисертационния труд е разработен въпросник – Приложение № 3. За определяне на

надежността на въпросника се използва метода на разполовяването на въпросника (split-half-method) [69]. Определят се резултатите от отговорите на всички участници за всяка половина от въпросника поотделно. Изчислява се коефициент на корелация, който е валиден за едната половина от въпросника. Валидността на коефициента може да се разшири върху целия въпросник с помощта на формулата на Спирмън-Браун (Spearman Brown) [70]:

$$r = 2 \frac{r_{12}}{1+r_{12}} \quad (3.5)$$

където:

- r – корелационен коефициент на Спирмън-Браун;
- r_{12} – корелационен коефициент между резултатите от двете половини на въпросника.

След направените изчисления е установено, че коефициента на надеждност на Спирмън-Браун е 0,76. Това показва, че надеждността на въпросника е на добро ниво [71].

➤ **Количествен анализ на резултатите от анкетното проучване;**

- По отношение на обучение за по-добра енергийна грамотност; Значителен процент от анкетираните студенти (72 %) изявяват своето положително отношение за повишаване на знанията и образованието по енергийна грамотност. Тревожен е фактът, че 28 % не обръщат внимание на своето ниво на знания, взимайки предвид, че студентите се явяват носители на най-напредничави идеи в образованието.
- Голям процент от анкетираните (82 %) са запознати с методите за енергоспестяване, като по-голямата част от тях предполагат, че повечето информация по този въпрос ще доведе до по-големи резултати.
- Тревожен е фактът, че близо половината от анкетираните студенти (около 57 %) се надяват, че новите технологии за производство на енергия ще решат енергийните проблеми и не е необходимо

спестяването на енергия.

- Значителна част от анкетиранияте студенти са на мнение, че личните усилия, които полагат няма да допринесат за решаването на енергийните проблеми и начинът, по който те потребяват електроенергия не допринася за енергоспестяването в страната.
- Положителен е фактът, че 80 % от студентите смятат да се даде по-голям приоритет върху изграждането на ВЕИ, въпреки, че разходите за изграждането им са по-високи трябва да се търсят начини за ползване на ресурсите им.

Изводи от трета глава

1. Посочено е, че за да се избегне риска при прилагане на енергоспестяващи мерки е необходимо тяхното предпроектно проучване и планиране.
2. Направен е детайлен анализ на съвременните методи за планиране на енергоефективно осветление в университети : Simple Method и Detailed Method.
3. Предложено е управление на мерките за енергийна ефективност в компютърни зали на университети.
4. Направено е проучване за съвременните насоки за енерго-ефективни технически решения на осветлението в университети.
5. Извършено е планиране на енергоефективно саниране на сгради в университети .
6. Предложен е авторски Модел на система за енергиен мениджмънт в университети.
7. Направено е Анкетно проучване за нивото на енергийна грамотност на студентите, като елемент от Модела на системата за енергиен мениджмънт.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключението е изтъкнат стремежа на университетите в Турция към постигане на въглеродна неутралност, а възобновяемата енергия играе важна роля за постигането на тази цел.

Възобновяемата енергия предлага допълнителна икономическа полза, тъй като е по-евтина от традиционните енергийни източници. Тези икономии на разходи на енергия за университетите могат да се използват за прилагането и безопасността на мерки за енергийна ефективност. Една от възможностите е в инвестирането за производство на възобновяема енергия, като слънчеви панели, ветроенергийни модули или геотермални системи. Тези технологии могат да осигурят надежден източник на чиста енергия и да намалят количеството енергия, необходимо от външни източници.

Най-непосредствената финансова полза от инвестирането във възобновяема енергия е намаляването на разходите. Възобновяемите енергийни източници като цяло са по-рентабилни от традиционните енергийни източници. Това е така, защото възобновяемите източници не изискват същите разходи, свързани с добива на традиционните енергийни източници, като въглища, газ и нефт. Това означава, че университетите могат да спестят пари от сметките си за енергия и да използват спестяванията за други проекти. Освен това университетите могат да се възползват от държавните стимули, като федералния данъчен кредит за инвестиции в енергия от възобновяеми източници, за да намалят допълнително разходите си.

Университетите могат да работят с местни компании за електроснабдяване за получаване на енергия от възобновяеми източници. Много електроснабдителни дружества предлагат опции за снабдяване с енергия от ВЕИ на университетите [74].

ПРИНОСИ С НАУЧНО-ПРИЛОЖЕН И ПРИЛОЖЕН ХАРАКТЕР

Приноси с научно-приложен характер

1. Разработен е Модел на система за енергиен мениджмънт в университети.
2. Структуриран е алгоритъм, включващ управленски и технически аспекти на енергийния мениджмънт.

Приноси с приложен характер

1. Направен е детайлен анализ на мерките за енергийна ефективност в университети.
2. Идентифицирани са рисковете, възникващи при прилагане на енергоспестяващи мерки.
3. Посочени са превантивни дейности за отстраняване или намаляване нивото на риска.
4. Предложени са планови и организационно-управленски мерки за превенция на рисковите фактори.
5. Разработен е ефективен инструмент (анкетно проучване) за определяне на нивото на енергийна грамотност на студенти.

АПРОБАЦИЯ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Дисертационният труд е апробиран на международни научни конференции и електронни издания.

Представени са три публикации по темата на дисертацията, две от които в съавторство. Те отразяват отделни моменти от дисертацията, като по този начин са апробирани съществени части от нея.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИЯТА

1. Йознур Севме, Милена Кичекова, Димитър Димитров. Безопасност при автоматизирано управление на процесите за енергийна ефективност. *X Юбилейна международна научна конференция DСВ 2018 „Проектиране и строителство на сгради и съоръжения“, 20-22 септември 2018 г, Варна, с. 298-304. ISSN: 2603-4255*

2. Йознур Севме. Модел на система за енергиен мениджмънт в университети.
e-Journal VFU, бр. 20, 2023, с. 528-532. ISSN 1313-7514

3. Йознур Севме, Али Чакър. Анкетно проучване за нивото на енергийна грамотност на студентите.
e-Journal VFU, бр. 20, 2023, с. 522-527. ISSN 1313-7514