

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
AL REPUBLICII MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Energetică și Inginerie Electrică
Departamentul Energetică**

Admis la susținere

Șef departament:

HLUSOV Viorica, conf. univ., dr.

„_____” _____ 2024

**Proiectarea sistemului de trigenerare în baza energiei
solare pentru o instituție medicală**

Teză de master

Masterand:

Tudor BRAGOI,
gr. EE-22M

Conducător:

Mihai TÎRȘU,
conf. cercet., dr.

Chișinău, 2024

ADNOTARE

Autor – BRAGOI Tudor. **Titlul** – *Proiectarea sistemului de trigenerare în baza energiei solare pentru o instituție medicală.*

Structura lucrării: lucrarea conține o introducere, șapte capitole, concluzii, bibliografie din 14 titluri și 6 link-uri utilizate, 4 anexe, 51 pagini, 32 figuri, 13 tabele.

Cuvinte-cheie: energie solară, energie termică, trigenerare, sistem fotovoltaic hibrid, conversie a energiei, pompă de căldură.

Problematica studiului: proiectarea unui sistem de trigenerare în baza energiei solare pentru o instituție medicală.

Obiectivele studiului: îmbunătățirea unui sistem fotovoltaic, implementarea unui sistem de trigenerare, minimizarea consumului de energie, trecerea sistemului de încălzire de la gaze naturale la pompa de caldură.

Rezultate obținute: în urma studiului s-a demonstrat posibilitatea implementării unui sistem de trigenerare în baza energiei solare. Deasemenea, înlocuirea sistemului de încălzire, prin utilizarea pompei de caldură alimentată de la sistemul PVT.

ABSTRACT

Author – BRAGOI Tudor. **Title** – *Designing the trigeneration system based on solar energy for a medical institution.*

Thesis structure: The paper comprises an introduction, seven chapters, conclusions, 14 references and 6 links used, 4 annexes, 51 pages, 32 figures, 13 tables.

Keywords: solar energy, thermal energy, trigeneration, hybrid photovoltaic system, energy conversion, heat pump.

Study issues: designing a trigeneration system based on solar energy for a medical institution.

The study's objectives: improving a photovoltaic system, implementing a trigeneration system, minimizing energy consumption, switching the heating system from natural gas to a heat pump.

Result obtained: following the study, the possibility of implementing a trigeneration system based on solar energy was demonstrated. Also, the replacement of the heating system, by using the heat pump fed from the PVT system.

CUPRINS		Pag.
INTRODUCERE		9
1. SISTEME DE CONVERSIE A ENERGIEI SOLARE		10
1.1. Conversia energiei solare în energie electrică.....		11
1.2. Conversia energiei solare în energie termică.....		14
1.3. Sisteme hibride de conversie a energiei solare.....		18
2. ANALIZA CONSUMURILOR DE ENERGIE ȘI APĂ CALDĂ LA O INSTITUȚIE MEDICALĂ		22
2.1. Informații privind localizarea geografică a instituției medicale pentru care urmează să se proiecteze centrala PVT.....		22
2.2. Consumul de energie electrică și gaze naturale la instituția medicală.....		23
2.3. Consumul de apă caldă la instituția medicală		24
3. DIMENSIONAREA SISTEMULUI DE TRIGENERARE PENTRU INSTITUȚIA MEDICALĂ		26
3.1. Sistemul fotovoltaic autonom.....		26
4. PROIECTAREA SISTEMULUI DE TRIGENERARE PENTRU INSTITUȚIA MEDICALĂ		30
4.1. Proiectarea sistemului de energie electrică.....		31
4.2. Proiectarea sistemului de energie termică.....		34
5. ANALIZA TEHNICO-ECONOMICĂ		38
5.1. Informații generale și calculul investiției inițiale.....		38
5.2. Calculul cheltuielilor totalizate CTA.....		39
5.3. Calculul energiei produse de centrală.....		40
5.4. Rentabilitatea economică a proiectului.....		41
6. ANALIZA IMPACTULUI ASUPRA MEDIULUI		43
6.1. Aspecte cu privire la protecția mediului.....		43
6.2. Diminuarea emisiilor de CO ₂		43
6.3. Procedee moderne de reciclare a panourilor fotovoltaice.....		44
7. SECURITATEA MUNCII		46
7.1. Analiza locului și a condițiilor de muncă.....		46
7.2. Normele de securitate în procesul de montare și exploatare a panourilor fotovoltaice.....		46
7.3. Măsuri privind tehnica securității.....		47
CONCLUZII		50
BIBLIOGRAFIE		51
ANEXE		52
A1. Proiectarea sistemului fotovoltaic.....		52
A2. Raportul sistemului fotovoltaic.....		63
A3. Schema de principiu a instalației termice.....		71
A4. Fluxul de numerar pentru măsura de construcție a unei centrale fotovoltaice termice de 30kW..		72

INTRODUCERE

Sistemul energetic global se confruntă cu provocări complexe în fața cărora tehnologiile inovatoare devin tot mai esențiale. În acest context, sistemele de trigenerare, (integrând simultan producția de electricitate, căldură și răcire), reprezintă o mică evoluție. Cu accentul tot mai mare pus pe sustenabilitate și eficiență, sistemele fotovoltaice de trigenerare se profilează ca soluții captivante pentru a modela viitorul sistemului energetic global.

În ultimele decenii, tehnologiile solare au progresat semnificativ, transformând lumina solară într-o sursă viabilă de energie electrică. Cu toate acestea, în căutarea unei abordări mai cuprinzătoare, s-a dezvoltat conceptul de trigenerare fotovoltaică, extinzând beneficiile sistemelor fotovoltaice și către producerea simultană de căldură și răcire.

Trigenerarea fotovoltaică presupune integrarea sistemelor fotovoltaice cu tehnologii termice, permițând generarea concomitentă a electricității, căldurii și răcirii. Această abordare aduce beneficii semnificative în termeni de eficiență energetică și reducere a amprentei de carbon.

Instituțiile medicale, având la bază tehnologii complexe și nevoi ridicate de energie, se confruntă cu provocări unice în asigurarea unei surse constante și fiabile de electricitate, căldură și răcire. Eficiența energetică devine astfel crucială nu numai pentru reducerea costurilor operaționale, dar și pentru menținerea calității serviciilor medicale. Un sistem de trigenerare bine proiectat oferă oportunitatea de a satisface simultan multiple cerințe energetice, contribuind astfel la autonomie și durabilitate.

Această teză are drept scop să analizeze cerințele specifice ale unei instituții medicale și să proiecteze un sistem de trigenerare adaptat, luând în considerare variabilele tehnice, economice și de mediu. Prin investigarea detaliată a beneficiilor și provocărilor asociate, precum și prin evaluarea performanțelor sistemului propus în condiții reale, teza se propune să ofere perspective critice și soluții practice pentru proiectarea eficientă a sistemelor de trigenerare în cadrul instituțiilor medicale.

BIBLIOGRAFIE

1. ФЕДОРОВ А. А., СТАРКОВА Л. Е. *Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий*. М. Энергоатомиздат, 1987.
2. РОЖКОВА Л. Д., КОЗУЛИН В. С. *Электрооборудование станций и подстанций*. М.: Энергоатомиздат, 1987.
3. ФЕДОРОВА А. А., КАМЕНЕВА В. В. *Основы электроснабжения промышленных предприятий*. М.: Энергоатомиздат, 1984.
4. БЕЛЯЕВ А. В. *Выбор аппаратуры, защит и кабелей в сетях 0,4 кВ*. Л.: Энергоатомиздат, 1988.
5. STANCIU T., RUDEI I. *Protecția prin relee în sisteme electroenergetice*. Îndrumar metodic pentru lucrarea de curs. U.T.M. Chișinău, 2003.
6. КИСЕЛЕВ Ю. Я., КРАСНОЖОН Л. С. *Расчет токов короткого замыкания для релейной защиты и системой автоматики*. М.: Энергия.
7. STANCIU T., RUDEI I. *Protecția prin relee în sisteme electroenergetice*. Îndrumar metodic pentru lucrarea de curs. Chișinău, 2001
8. *Eficiența energetică*. Disponibil: <https://www.ovoenergy.com/guides/energy-guides/what-is-energy-efficiency.html>
9. *Măsurile de eficiență energetică*. Disponibil: <http://cleenet.org/index.php/en/online-courses/modul-2/126-energy-auditing-and-energy-efficiency-measures>
10. *Eficiența energetică*. Disponibil: <https://www.rff.org/publications/explainers/energy-efficiency-101/>
11. GOLOVANOV N, MOGOREANU N., *Eficiența Energetică. Mediul. Economia Modernă*. Editura AGIR București 2017
12. *Magazin de produse electrotehnice*. Disponibil: <https://volta.md/>
13. *Catalog aparate electrice*. Disponibil: <http://czt.uralregion.ru/catalog/izmer2/4.html>.
14. NE1-02:2019 „Norme de securitate la exploatarea instalațiilor electrice” nr. 394/2019 din 01.11.2019.

Lincuri

15. <https://geodata.gov.md/#/viewer/openlayers/40>
16. <https://www.pvsyst.com/>
17. <https://energetica.md/>
18. <https://www.clarke-energy.com/ro/trigeneration/>
19. <https://lionrecycle.ro/>
20. <https://photovoltaic-software.com/pv-softwares-calculators/online-free-photovoltaic->

[software/pygis](#)