

**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII 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.

” _____ ” _____ 2019

**Stocarea energiei – element cheie în sistemele
de aprovizionare cu energie electrică și termică
din surse regenerabile**

Teză de master

Student:

Angela MORARENCU
gr. EM-17M

Conducător:

Valentin ARION
prof. univ., dr. hab.

Chișinău, 2019

ADNOTARE

Prezenta lucrare de master, reprezintă un studiu asupra sistemelor de stocare a energiei, ca un element cheie în sistemele de alimentare cu energie electrică și termică a consumatorilor din surse de energie regenerabilă, în scopul integrării acestora în rețeaua publică de alimentare cu energie.

Prin prizma integrării surselor de energie regenerabilă în sistemul de alimentare cu energie a consumatorilor, în primul capitol sunt expuse diferite aspecte ale politicii UE și naționale cu privire la promovarea proiectelor de obținere a energiilor verzi, în scopul minimizării impactului asupra mediului și emisiilor cu efect de seră, cât și cadrul legal național adoptat în acest sens.

În capitolul doi și trei sunt expuse metodele de stocare a energiei și unele opțiuni de alimentare cu energie din surse regenerabile a clădirilor multietajate și anume soluții pentru utilizarea energiei solare, estimarea necesarului de apă caldă menajeră pentru consumatori, principiile de dimensionare a instalațiilor de captare a energiei solare. Capitolul patru include, elemente de calcul economic privind implementarea soluțiilor propuse.

Lucrare este structurată în patru capitole, cu un volum total de 118 pagini, inclusiv tabele, scheme, figuri și formule de calcul.

ABSTRACT

This master thesis represents a study of energy storage systems, as a key element in electrical and thermal power supply of consumers from renewable sources, with the goal of integrating them in the public power supply network.

Via the scope of integrating the renewable energy sources in the public power supply network, the first chapter contains information about different EU and national policies promoting the green energy projects, with an eye to lowering the negative impact to the ecosystem.

The second and third chapter exhibits some options for powering multi-storey buildings from renewable sources, specifically solutions using solar energy, hot water usage appraisal and sizing of solar installations. The fourth chapter includes cost estimations for implementing those solutions.

The whole work is structured in four chapters, exposed on 118 pages, including tables, charts, figures and formulas

CUPRINS

Introducere	5
1. IMPORTANȚA PROMOVĂRII ENERGIEI DIN SURSE REGENERABILE	6
1.1. Implementarea surselor de energie regenerabilă – soluție importantă în combaterea fenomenului schimbării climei	6
1.1.1. Politicile Uniunii Europene în combaterea schimbării climei	7
1.1.2. Cadrul de acțiune al UE pentru 2030 privind schimbările de climă	9
1.1.3. Măsuri privind adaptarea și atenuarea schimbărilor de climă	10
1.1.4. Programe de sprijin a tehnologiilor noi cu emisii reduse	12
1.2. Promovarea SER în Republica Moldova în scopul reducerii importului și a emisiilor cu efect de seră	14
1.2.1. Cadrul legal și stadiul reformelor în sectoarele energiei naționale	17
1.2.2. Analiza potențialului SER în Republica Moldova	21
1.2.3. Obiective strategice și proiecte la nivel național privind SER	25
1.2.4. Eficiența energetică ca obiectiv de bază și de reducere a emisiilor cu efect de seră	27
1.3. Producerea energiei electrice și termice din SER	28
1.3.1. Sursele primare de energie și conversia ei în energie electrică, termică și mecanică	29
1.3.2. Tehnologii de obținere a energiei electrice din surse regenerabile	31
1.3.3. Energiile regenerabile și încălzirea clădirilor	37
1.3.4. Rolul stocării energiei în domeniul energiei regenerabile.....	40
1.4. Soluții complexe de implementare a SER în clădiri	43
1.4.1. Schema cu schimbător de căldură între bucla colectoare și bucla de încălzire	44
1.4.2. Schema de încălzire prin radiație pe pardoseală utilizând panourile solare	42
1.4.3. Schema cu rezervor de acumulare pentru încălzire cu două schimbătoare de căldură pentru apa caldă de consum	45
1.4.4. Schema cu rezervor pentru apă caldă de consum inclus în rezervorul de încălzire	46
2. STOCAREA ENERGIEI – ELEMENT CHEIE ÎN SISTEMELE DE APROVIZIONARE CU ENERGIE ELECTRICĂ ȘI TERMICĂ DIN SURSE REGENERABILE	47
2.1. Generalități privind sistemele de stocare a energiei	47
2.1.1. Depozitarea mecanică a energiei	48
2.1.2. Stocarea energiei prin pompaj hidro	48
2.1.3. Stocarea energiei în aer comprimat	48
2.1.4. Depozitarea energiei în volant	49
2.2. Metode de stocare a energiei	50
2.2.1. Depozitarea energiei potențiale gravitaționale cu mase solide	50
2.2.2. Depozitarea termică a energiei	50
2.2.3. Depozitarea electrochimică a energiei	51
2.2.4. Alte metode chimice de conversie a electricității	52
2.3. Metode electrice de stocarea a energiei	53
2.3.1. Condensatoarele ca element de stocare a energiei	53
2.3.2. Stocarea energiei în condensatori	53
2.3.3. Materiale magnetice superconductoare	54
2.3.4. Modul de încărcare și descărcare a energiei	54

2.4. Etapele de dezvoltare a diverselor sisteme de stocare	55
2.4.1. Timpul de restituire a energiei din sistemul de stocare	57
2.4.2. Costul unui sistem de stocare a energiei	58
2.4.3. Sistemele de stocare electrochimică dezvoltate în România	59
2.4.4. Aportul sistemelor de stocare a energiei în asigurarea fiabilă cu energie a consumatorilor	60
3. OPȚIUNI DE ALIMENTARE CU ENERGIE DIN SURSE REGENERABILE A CLĂDIRII MULTIETAJATE	61
3.1. Soluții pentru utilizarea energiei solare	61
3.1.1. Componentele instalațiilor solare termice	63
3.1.2. Clasificarea sistemelor solare termice	65
3.1.3. Încălzirea apei cu ajutorul energiei solare	67
3.1.4. Evaluarea energiei globale transferate la încălzirea apei	71
3.2. Transferul și stocarea energiei solare	73
3.2.1. Schimbătorul de căldură în sistemul colectoarelor solare	74
3.2.2. Comenzile circuitului primar în sistemul colectiv de alimentare cu apă caldă menajeră	75
3.2.3. Reglarea dispozitivului de comandă diferențial	76
3.2.4. Instalațiile cu încălzire auxiliară centralizată a clădirii	79
3.3. Procesul de proiectare a sistemului de alimentare cu apă caldă menajeră	80
3.3.1. Estimarea necesarului de apă caldă menajeră pentru consumatori	80
3.3.2. Studiul pentru schema de principiu a colectorului solar	81
3.3.3. Integrarea arhitecturală a instalațiilor solare	84
3.3.4. Principiile de dimensionare a instalației solare	86
3.4. Estimarea randamentului sistemului cu energie solară	88
3.4.1. Estimarea energiei furnizate instantaneu de colectorul de energie solară	88
3.4.2. Definierea ariei suprafeței colectorului	89
3.4.3. Interacțiunea între consum, producție și stocare a energiei solare	90
3.4.4. Interacțiunea dintre definiția sistemului și starea producției	90
4. ELEMENTE DE CALCUL ECONOMIC PRIVIND IMPLEMENTAREA SOLUȚIILOR PROPUSE	92
4.1. Utilajul necesar producerii energiei electrice pentru consumatorii clădirii studiate	92
4.1.1. Panourile fotovoltaice	94
4.1.2. Generatoarele eoliene	94
4.1.3. Baterii acumulatori pentru stocarea energiei electrice	97
4.1.4. Elemente privind implementarea în clădiri a pompelor de căldură	100
4.2. Modalitatea de încălzire a clădirii în perioada rece a anului	101
4.2.1. Estimarea necesarului de căldură pentru încălzire a clădirilor de locuit	103
4.2.2. Determinarea necesarului de căldură pentru prepararea apei calde menajere.....	104
4.2.3. Determinarea volumului vasului de acumulare	105
4.2.4. Dimensionarea sistemelor solare pentru apă caldă menajeră	106
4.3. Evaluarea proiectului ce urmează a fi implementat	108
4.3.1. Evaluarea tehnico-economică a utilizării energiei solare	109
4.3.2. Determinarea duratei de recuperare a investiției.....	109
4.3.3. Calculul cheltuielilor de actualizare	109
4.3.4. Finanțarea proiectelor de investiții	110

Concluzii	112
Bibliografie	114

3.	EVALUAREA POTENȚIALULUI DE COGENERARE DE ÎNALTĂ EFICIENȚĂ ÎN REPUBLICA MOLDOVA.....	42
3.1.	Promovarea cogenerării de înaltă eficiență.....	42
3.1.1.	Aspecte generale privind cogenerarea de înaltă eficiență.....	42
3.1.2.	Marii producători de instalații de cogenerare în UE.....	43
3.1.3.	Considerații privind costurile.....	47
3.2.	Schema de sprijin pentru promovarea cogenerării de înaltă eficiență.....	48
1.3.1.	Esența schemelor de sprijin.....	48
1.3.2.	Analiza stării de lucru privind schema de sprijin în statele membre UE.....	49
3.3.	Estimarea potențialului de cogenerare în Republica Moldova.....	50
3.3.1.	Metodologia de calcul a potențialului de cogenerare.....	50
3.3.2.	Estimarea potențialului tehnic de cogenerare.....	51
3.3.3.	Estimarea potențialului economic de cogenerare.....	52
4.	EVALUAREA PONDERII OPTIME A COGENERĂRII ÎN CONSUMUL TOTAL DE ENERGIE TERMICĂ.....	54
4.1.	Aspecte economice privind sistemele de cogenerare.....	54
4.1.1.	Aspecte economice generale.....	54
4.1.2.	Principii tehnico-economice de performanță a sistemelor de cogenerare.....	55
4.1.3.	Indicatorii principali de eficiență economică a investițiilor.....	56
4.2.	Eficiența tehnico-economică a sistemelor de cogenerare.....	58
4.2.1.	Structura producerii căldurii la nivelul sistemului de cogenerare.....	58
4.2.2.	Reducerea emisiilor poluante.....	59
4.2.3.	Economia de combustibil realizată în cogenerare.....	60
4.3.	Determinarea gradului optim de cogenerare pe sectoare de consum.....	61
4.3.1.	Descrierea și punerea problemei privind optimizarea în sectorul rezidențial.....	61
4.3.2.	Calculul cheltuielilor și veniturilor anuale nivelate pentru CET și CT.....	64
4.3.3.	Compararea opțiunilor analizate.....	66
4.3.4.	Estimarea analogică pentru sectorul noncasnic.....	67
	Concluzii.....	68
	Bibliografie.....	71

INTRODUCERE

În curînd, sistemul energetic mondial nu va mai fi așa cum îl cunoaștem de zeci de ani. Acesta trece într-o eră nouă, în care se vor schimba actorii, tehnologiile, serviciile, structura costului, finanțele, ce joacă rolul de bază în sistemul dat . Toate companiile și guvernele trebuie să fie pregătite pentru ceea ce urmează să vedem atît în prezent, cît și în viitorul apropiat.

Are loc constituirea unei situații energetice noi, în care, energia verde va deveni tot mai importantă și va înlocui treptat cărbunele și alți carburanți fosili. Totodată în dezvoltarea energiilor regenerabile, tehnologia poate avea și un rol parțial distructiv. De aceea, este important să fim atenți la tehnologie, încotro se îndreaptă, și nu trebuie de investit sume uriașe de bani în proiecte impresionante, care pot deveni supra estimate sau depășite în următorii 3-5 ani.

Concomitent, clima planetei suferă modificări esențiale. Temperatura medie globală este în creștere ca urmare a creșterii cantității de gaze cu efect de seră produse de activitățile umane. Aceste gaze permit pătrunderea energiei solare, dar împiedică eliberarea căldurii din atmosferă. Respectiv, este necesar să înțelegem politicile uniunii europene în combaterea schimbărilor climaterice în scopul creării lumii pe care o dorim cu clima care ne place.

Economia cu emisii scăzute de dioxid de carbon stimulează creșterea economică și creează locuri de muncă noi. În prezent generarea energiei din surse regenerabile este, relativ, competitivă din punct de vedere al costurilor cu energia electrică produsă din combustibili fosili, însă persistă provocări semnificative în ceea ce privește integrarea energiei regenerabile în rețelele și sistemele de energie existente, deoarece energiile din surse regenerabile nu se adaptează întotdeauna cu cererea.

O soluție pentru rezolvarea acestei provocări este stocarea energiei electrice generate, astfel încît aceasta să poată fi furnizată atunci când este necesară. Stocarea în baterii este o tehnologie cheie pentru a sprijini integrarea pe scară largă a energiei regenerabile în sistemele energetice și pentru a accelera tranziția de la combustibilii fosili la energia din surse regenerabile.

Prezenta lucrare este structurată în patru capitole și are ca scop, studierea diferitor metode și tehnologii de stocare a energiei în vederea determinării unor soluții și implementării acestora în sistemul de aprovizionare cu energie electrică și termică din surse regenerabile de energie.