

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
AL REPUBLICII MOLDOVA**

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

Admis la susținere

Șefă departament:

HLUSOV Viorica, conf. univ., dr.

” _____ ” _____ 2025

**Fezabilitatea implementării atmosferei controlate în
depozitele frigorifice din Republica Moldova**

Teză de master

Masterand: _____

**URSU Daniel,
gr. EM-23M**

Conducător: _____

**TÎRȘU Mihai
conf. univ., dr.**

Chișinău, 2025

ADNOTARE

Autor – URSU Daniel. **Titlul** – *Fezabilitatea implementării atmosferei controlate în depozitele frigorifice în Republica Moldova.*

Structura lucrării: lucrarea conține o introducere, cinci capitole, concluzii, bibliografie 6 link-uri utilizate, 77pagini, 18 figuri.

Cuvinte-cheie: Sustenabilitate, depozite frigorifice, industria alimentara, atmosfera controlată, eficiență energetică, automatizare, panouri solare, monitorizare și control automatizat.

Problematica studiului: Implementarea atmosferei controlate poate soluționa provocările legate de eficiență energetică, risipa alimentară și alinierea depozitelor frigorifice din Republica Moldova.

Obiectivele studiului: Integrarea atmosferei controlate în depozitele frigorifice.

Rezultate obținute: Implementarea atmosferei controlate în depozitele frigorifice din Republica Moldova s-a dovedit fezabilă, aducând beneficii economice prin reducerea pierderilor alimentare și scăderea costurilor operaționale. Tehnologia contribuie la prelungirea duratei de valabilitate a produselor, reducerea risipei alimentare și diminuarea impactului asupra mediului prin optimizarea consumului de energie și reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră.

ABSTRACT

Author – URSU Daniel. **Title** – *The Feasibility of Implementing Controlled Atmosphere in Refrigerated Warehouses in the Republic of Moldova.*

Thesis structure: The paper comprises an introduction, five chapters, conclusions, 6 links used, 18 figures, 77 pages.

Keywords: Sustainability, refrigerated warehouses, food industry, controlled atmosphere, energy efficiency, automation, solar panels, automated monitoring and control.

Study issues: The implementation of controlled atmosphere technology can address challenges related to energy efficiency, food waste, and aligning refrigerated warehouses in the Republic of Moldova.

The study's objectives: Integrating controlled atmosphere technology into refrigerated warehouses.

Result obtained: The implementation of controlled atmosphere technology in refrigerated warehouses in the Republic of Moldova has proven feasible, bringing economic benefits by reducing food losses and lowering operational costs. This technology helps extend the shelf life of perishable products, reduces food waste, and minimizes environmental impact by optimizing energy consumption and decreasing greenhouse gas emissions.

CUPRINS

Pag.

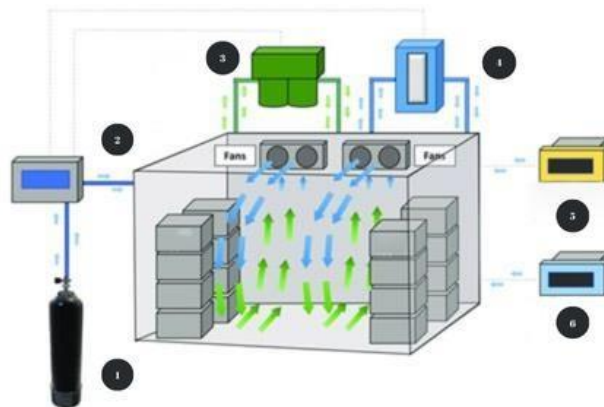
INTRODUCERE	9
1. CONTEXTUL SUSTENABILITĂȚII ÎN DEPOZITELE FRIGORIFICE	11
1.1. Importanța sustenabilității în industria alimentară	11
1.1.1. Rolul depozitelor frigorifice în menținerea calității produselor alimentare.....	11
1.1.2. Atmosfera controlată: definiție și principii de funcționare.....	14
1.1.3. Compoziția atmosferică modificată și efectele asupra produselor.....	16
1.1.4. Impactul utilizării atmosferei controlate asupra mediului și economiei.....	18
1.2. Impactul atmosferei controlate asupra eficienței energetice	20
1.2.1. Tehnologii de atmosferă controlată utilizate în depozite.....	20
1.2.2. Rolul senzorilor și al automatizării.....	23
1.2.3. Analiza consumului de energie în depozitele tradiționale versus cele cu atmosferă controlată.....	24
1.2.4. Impactul asupra emisiilor de carbon.....	25
1.3. Reducerea risipei alimentare prin utilizarea atmosferei controlate	26
1.3.1. Răspândirea risipei alimentare în lanțul de aprovizionare.....	26
1.3.2. Statisticile risipei alimentare la nivel global.....	30
1.3.3. Cauze principale ale risipei alimentare.....	31
2. IMPLEMENTAREA ATMOSFEREI CONTROLATE ÎN DEPOZITELE FRIGORIFICE	33
2.1. Metodologia de implementare a atmosferei controlate	33
2.1.1. Pași esențiali în proiectarea unui sistem cu atmosferă controlată.....	33
2.1.2. Specificațiile tehnice pentru diferite tipuri de produse alimentare.....	35
2.1.3. Integrarea standardelor de calitate și siguranță alimentară.....	36
2.2. Tehnologii inovatoare în atmosfera controlată	37
2.2.1. Tehnologii de absorbție și generare a gazelor pentru controlul atmosferei.....	39
2.2.2. Sistemele avansate de monitorizare și control automatizat.....	40
2.2.3. Soluții inteligente bazate pe inteligența artificială și IoT.....	42
2.3. Studii de caz și proiecte implementate	43
2.3.1. Generalități.....	43
2.3.2. Exemple internaționale de succes în utilizarea atmosferei controlate.....	44
2.3.3. Proiecte implementate în Republica Moldova și Europa de Est.....	47
3. IMPACTUL OPTIMIZĂRII SUSTENABILITĂȚII ÎN DEPOZITELE FRIGORIFICE	50
3.1. Efectele asupra eficienței energetice	50
3.1.1. Comparația dintre consumul de energie în depozitele tradiționale și cele moderne.....	50
3.1.2. Reducerea pierderilor de energie prin izolarea și optimizarea fluxurilor.....	55
3.1.3. Impactul surselor regenerabile integrate în depozite frigorifice.....	56
3.2. Evaluarea impactului economic și de mediu	57
3.2.1. Economii financiare generate de utilizarea atmosferei controlate.....	57
3.2.2. Crearea unui model sustenabil de depozit frigorific pentru viitor.....	60

4.	FEZABILITATEA ATMOSFEREI CONTROLATE.....	61
4.1.	Costurile inițiale pentru implementarea sistemului atmosferei controlate.....	61
4.1.1.	Costurile inițiale pentru implementarea unui sistem de atmosferă.....	61
4.1.2.	Întreținerea echipamentelor unui sistem de atmosferă.....	62
4.1.3.	Economiile generate de un sistem de atmosferă controlată.....	64
5.	ECOLOGIA ȘI ATMOSFERA CONTROLATĂ ÎN DEPOZITELE FRIGORIFICE.....	66
5.1.	Impactul asupra mediului și resurselor naturale.....	66
5.1.1.	Reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră prin tehnologiile de atmosferă controlată.....	66
5.1.2.	Conservarea resurselor naturale și a biodiversității prin optimizarea depozitării.....	68
5.1.3.	Reducerea deșeurilor alimentare și transformarea acestora în resurse utilizabile.....	68
5.2.	Energia regenerabilă și eficiența sistemelor de depozitare.....	69
5.2.1.	Integrarea panourilor solare, energiei eoliene și a sistemelor de stocare a energiei.....	69
5.2.2.	Reducerea consumului de energie prin tehnologii avansate și materiale sustenabile.....	71
5.2.3.	Optimizarea costurilor și alinierea la standardele internaționale de sustenabilitate.....	72
5.3.	Inovații ecologice și strategii pentru un impact minim.....	73
5.3.1.	Soluții ecologice pentru construcția și funcționarea depozitelor frigorifice.....	73
5.3.2.	Rolul inteligenței artificiale în monitorizarea ecologică și reducerea risipei.....	76
	CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI	77
	BIBLIOGRAFIE	78

INTRODUCERE

În contextul provocărilor globale legate de schimbările climatice, creșterea eficienței energetice și reducerea risipei alimentare reprezintă obiective fundamentale ale politicilor de sustenabilitate la nivel mondial. Sectorul alimentar, fiind unul dintre cei mai mari consumatori de energie și resurse naturale, se confruntă cu provocări majore în asigurarea sustenabilității pe termen lung. În acest cadru, depozitele frigorifice, care joacă un rol esențial în lanțul de aprovizionare, au devenit o componentă centrală a eforturilor de reducere a risipei alimentare și a consumului de energie.

Atmosfera controlată este o tehnologie inovatoare în depozitele frigorifice care reglează concentrațiile de gaze, cum ar fi oxigenul și dioxidul de carbon, pentru a încetini procesele de degradare a produselor alimentare. Această tehnologie permite prelungirea termenului de valabilitate a alimentelor perisabile, menținându-le calitatea și prospețimea pentru perioade mai lungi. În plus, prin optimizarea condițiilor de stocare, se reduc pierderile alimentare pe parcursul transportului și depozitării, contribuind astfel la diminuarea risipei în întregul lanț de aprovizionare.



- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1 – Butelii de azot; | 6 – Controler de temperatură; |
| 2 – Controler de gaz; | 7 – Controler de umiditate; |
| 3 – Scrubber de CO ₂ ; | |
| 4 – Ventilatoare; | |
| 5 – Scrubber cu etilenă; | |

Figura 1.1. Schema atmosferei controlate în camera frigorifică

Un aspect crucial al implementării atmosferei controlate este *impactul asupra eficienței energetice*. Depozitele frigorifice consumă cantități considerabile de energie pentru a menține temperaturile scăzute și condițiile necesare de atmosferă. Tehnologiile avansate de control al atmosferei permit nu doar menținerea unui mediu optim pentru conservarea alimentelor, ci și optimizarea consumului energetic prin ajustarea precisă a parametrilor climatici. Aceasta contribuie la reducerea emisiilor de

carbon și la scăderea costurilor operaționale, făcând ca depozitele frigorifice să devină mai sustenabile din punct de vedere energetic.

Lucrarea de față urmărește să evalueze modul în care tehnologiile de *atmosferă controlată* pot îmbunătăți performanța sustenabilă a depozitelor frigorifice, cu accent pe următoarele aspecte:

- *Rolul depozitelor frigorifice în lanțul de aprovizionare alimentară* : Depozitele frigorifice asigură păstrarea alimentelor perisabile în condiții optime, contribuind la reducerea risipei alimentare, un fenomen răspândit la nivel global. Studiile arată că un procent semnificativ din risipa alimentară provine din stocarea și transportul necorespunzător al produselor perisabile, ceea ce evidențiază necesitatea unor soluții eficiente, precum atmosfera controlată.
- *Avantajele utilizării atmosferei controlate*: Tehnologiile de atmosferă controlată nu doar că îmbunătățesc durata de păstrare a produselor, dar reduc și nevoia de refrigerare excesivă, contribuind astfel la economii de energie. Prin optimizarea parametrilor de atmosferă, se pot obține economii substanțiale de energie, ceea ce face ca depozitele frigorifice să fie mai sustenabile și mai puțin dependente de resurse energetice.
- *Impactul asupra emisiilor de carbon*: Unul dintre obiectivele cheie ale utilizării tehnologiilor de atmosferă controlată este reducerea amprentei de carbon asociate cu stocarea alimentelor. Prin reducerea consumului de energie și prin menținerea produselor alimentare pentru perioade mai lungi, se contribuie la o gestionare mai eficientă a resurselor și la diminuarea emisiilor de gaze cu efect de seră.
- *Standardele internaționale de sustenabilitate și reglementările aferente* : Pe măsură ce industriile din întreaga lume adoptă soluții mai sustenabile, depozitele frigorifice trebuie să îndeplinească cerințe stricte stabilite prin standardele internaționale de sustenabilitate. Aceste standarde vizează optimizarea consumului de energie, reducerea deșeurilor și asigurarea conformității cu reglementările de mediu.

Prezenta lucrare analizează și compară tehnologiile de atmosferă controlată cu metodele tradiționale de refrigerare, evaluând impactul acestora asupra eficienței energetice și a reducerii risipei alimentare. Totodată, sunt investigate bunele practici și soluțiile tehnologice moderne, cu scopul de a oferi recomandări concrete pentru optimizarea funcționării depozitelor frigorifice din perspectiva sustenabilității.

BIBLIOGRAFIE

1. FRIGOTHERM GROUP SRL *Proiectare / montaj / instalare / service si punere in functiune a echipamentelor frigorifice climatizare.*
Disponibil: https://frigothem.ro/produse/depozite-frigorifice-cu-atmosfera-controlata-pentru-depozitarea-fructelor-si-legumelor/?utm_source=chatgpt.com
2. *Import / comercializare a produselor specifice pentru domeniul comercial si industrial*
Disponibil: https://frigothem.ro/produse/depozite-frigorifice-cu-atmosfera-controlata-pentru-depozitarea-fructelor-si-legumelor/?utm_source=chatgpt.com
3. *MIDAL proiectează, execută, asigură service și mentenanță preventivă in și post-garanție pentru instalații complexe de frig industrial sau comercial, camere frigorifice de mici dimensiuni sau depozite logistice.* disponibil: https://midal.ro/depozit-frigorific-produse-alimentare-proaspete/depozite-si-camere-cu-atmosfera-controlata/?utm_source=chatgpt.com
4. *INTERFRIG GROUP soluții complete, optime și personalizate pentru market-uri și supermarket-uri, depozite frigorifice alimentare, depozite frigorifice cu atmosferă controlată, depozite frigorifice agricole pentru cartofi și ceapă, depozite frigorifice pentru rădăcinoase, abatoare și fabrici de procesare carne, lapte, pește, precum și pentru asigurarea confortului în restaurante și hoteluri, în showroom-uri și birouri.*
Disponibil: https://interfrig-group.ro/depozite-frigorifice/?utm_source=chatgpt.com
5. ISOLCELL Lideri mondiali în domeniul atmosferei generate, modificabile și controlabile
Disponibil: <https://www.isolcell.com/ru/>
6. BESSELING *Stocarea și protejarea.* Disponibil: <https://besseling-group.com/ru/>
7. VAN AMERONGEN este specializat în tehnologia CA/ULO/DCA pentru depozitarea fructelor și legumelor. Disponibil: <https://van-amerongen.com/ru>.