



UNIVERSITETI I PRISHTINËS
“HASAN PRISHTINA”
FAKULTETI I INXHNIERISË MEKANIKE
 Rruga Agim Ramadani, Ndërtesa e Fakulteteve Teknike, 10 000 Prishtinë, Republika e Kosovës
 Tel: +383 38 552 126 ext. 101 * E-mail: fim@uni-pr.edu * www.fim.uni-pr.edu

Nr. Prot.: 1484
 Datë: 05/09/2023

RAPORT VLERËSIMI TË DORËSHKRIMIT TË PUNIMIT TË DIPLOMËS MASTER

FAKULTETI	Fakulteti i Inxhinierisë Mekanike
Departamenti/Programi	Termoenergjetikë dhe energji e ripërtëritshme
Titulli i punimit	Analiza e ndikimit të kapacitetit akumulues të ndërtesës në pajisjet e sistemeve NVKA
Kandidati	Arbër Osmanaj
Mentori	Prof. Dr. Rexhep Selimaj
Aprovimi i projekt propozimit në Këshillin e Fakultetit	Datë: 07.04.2023 Vendimi Nr.: 578
<p>Vlerësimi i dorëshkrimit.</p> <p>Në bazë të vendimit të Dekanit të Fakultetit, Nr.578 të datës 07.04.2023 është formuar komisioni me këtë përbërje:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Prof. As. Dr. Drenusha Krasniqi, <i>kryetar</i> 2. Prof. Dr. Rexhep Selimaj, <i>mentor</i> 3. Prof. As. Dr. Drilon Meha, <i>anëtar</i> <p>për vlerësimin e punimit Master me titull " <i>Analiza e ndikimit të kapacitetit akumulues të ndërtesës në pajisjet e sistemeve NVKA' (Analysis of the impact of the accumulative capacity of buildings on the HVAC systems)</i>, të kandidatit Bsc. Arbër Osmanaj.</p> <p>Pas kontrollimit të punimit të lartpërmendur Komisioni jep këtë:</p> <p style="text-align: center;">R A P O R T</p> <p>Punimi me titull "Analiza e ndikimit të kapacitetit akumulues të ndërtesës në pajisjet e sistemeve NVKA' (Analysis of the impact of the accumulative capacity of buildings on the HVAC systems) është hartuar në 6 kapituj dhe është ilustruar përmes 31 figurave, 27 tabelave dhe 74 formulave.</p> <p><i>Në kapitullin e parë</i> "Analiza e transmetimit të nxehtësisë dhe e kondensimit në shtresat e mureve" janë pasqyruar të dhënat rreth identifikimit dhe përshkrimit të transmetimit të nxehtësisë dhe të lagështisë nëpër mur duke përfshirë analizat për mundësinë e kondensimit të lagështisë dhe atë nëpër shtresat e murit për rastër kur muri është pa shtresë termoizoluese, me shtresë termoizoluese brenda, jashtë dhe me shtresë brenda dhe jashtë.</p> <p><i>Në kapitullin e dytë</i> "Analiza dhe ndikimi i akumulimit të nxehtësisë dhe i inercionit të nxehtësisë" janë analizuar burimet dhe materialet e akumulimit të nxehtësisë me përshkrimet</p>	

Formulari – F3

matematikore termike të akumulimit dhe të inercionit, për rastet kur muri është pa shtresë termoizoluese, me shtresë termoizoluese brenda, jashtë dhe me shtresë brenda dhe jashtë.

Në kapitullin e tretë "Analiza dhe projektimi i temperaturës së murit në funksion të temperaturës së brendshme" janë dhënë njohuri të përgjithshme dhe analiza për projektimin dhe modelimin e temperaturës së murit në funksion të temperaturës së brendshme.

Në kapitullin e katërt "Analiza dhe projektimi i sistemeve NVKA pa dhe me akumulim të nxehtësisë në mure" janë dhënë njohuri dhe analiza dinamike të fuqisë termike – kapacitetit termik të sistemit NVKA, analiza dinamike të temperaturës së brendshme të ndërtesës dhe analiza të kohës së kyçjes dhe të shkyçjes optimale të pajisjeve të NVKA.

Në kapitullin e pestë "Rast studimi – një shtëpi dykatëshe në Pejë" janë nxjerrë të dhënat për shtëpinë dykatëshe si - Koeficientet e transmetimit të nxehtësisë, Humbjet termike, Dimensionimi i gypave, kanaleve dhe i pajisjeve të NVKA, si dhe Analiza e ndikimit të kapacitetit akumulues të ndërtesës në pajisjet e sistemeve NVKA për rastet kur muri është pa shtresë termoizoluese, me shtresë termoizoluese brenda, jashtë dhe me shtresë brenda dhe jashtë.

Në kapitullin e gjashtë "Përfundimi dhe rekomandimet" janë dhënë përfundimet dhe rekomandimet e nevojshme me konstatimet përkatëse për ndikimin e akumulimit të nxehtësisë të mureve dhe të ajrit të ambientit në modelimin e balancave termike të ndërtesës, në përshkrimin dhe projektimin e transmetimit të nxehtësisë në mure dhe të akumulimit të nxehtësisë në ajër dhe në muret e ndërtesës, në projektimin e sistemit adekuat NVKA si dhe rekomandimet e metodave – mënyrave përkatësisht të përdorimit të sistemeve adekuate të kondicionimit të ajrit për ruajtjen e gjendjes së nxehtësisë përkatësisht të temperaturës brenda normave të dëshiruara standarde për hapësirat me destinime të caktuara.

PERFUNDIM

Në bazë të shqyrtimit të punimit Master, Komisioni për vlerësim konsideron se punimi është hartuar në nivel të duhur, e që është i shtjelluar përmes figurave, tabelave dhe formulave. Prandaj, Komisioni për vlerësimin e punimit Master, të kandidatit Bsc. Arbër Osmanaj, me titull "*Analiza e ndikimit të kapacitetit akumulues të ndërtesës në pajisjet e sistemeve NVKA' (Analysis of the impact of the accumulative capacity of buildings on the HVAC systems)*" konsideron se punimi i plotëson të gjitha kriteret për punim Master dhe propozon që të jepet në diskutim publik.

Prishtinë: 04/09/2023

Komisioni:

1. Prof. Prof. Dr. Rexhep Selimaj  - mentor

2. Prof. As. Dr. Drenusha Krasniqi  - anëtare

3. Prof. As. Dr. Drilon Meha  anëtar

P.S. Numri i faqeve shtohet sipas nevojës.

UNIVERSITETI I PRISHTINËS “HASAN PRISHTINA”
FAKULTETI I INXHINIERISË MEKANIKE
DEPARTAMENTI: TERMOENËRGJETIKË DHE ENERGJI E RIPËRTËRITSHME



PUNIM DIPLOME MASTER

Mentori:

Prof. Dr. Rexhep Selimaj

Kandidati:

Bsc. Arbër Osmanaj

Prishtinë, 2023

UNIVERSITETI I PRISHTINËS “HASAN PRISHTINA”
FAKULTETI I INXHINIERISË MEKANIKE
DEPARTAMENTI: TERMOENËRGJETIKË DHE ENERGJI E RIPËRTËRITSHME



PUNIM DIPLOME MASTER

**ANALIZA E NDIKIMIT TË KAPACITETIT AKUMULUES TË NDËRTESESË
NË PAJISJET E SISTEMEVE NVKA**

Mentori:

Prof. Dr. Rexhep Selimaj

Kandidati:

Bsc. Arbër Osmanaj

Prishtinë, 2023

**UNIVERSITY OF PRISHTINA “HASAN PRISHTINA”
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
DEPARTMENT OF THERMOTECHNICS AND RENEWABLE ENERGY**



MASTER'S THEISES

**ANALYSIS OF THE IMPACT OF THE ACCUMULATIVE CAPACITY OF
BUILDINGS ON THE HVAC SYSTEMS**

Supervisor:

Prof. Dr. Rexhep Selimaj

Candidate:

Bsc. Arbër Osmanaj

Prishtinë, 2023

Përmbajtja	
Nomenklatura.....	6
HYRJE.....	8
1. ANALIZA E TRANSMETIMIT TË NXEHTËSISË DHE E KONDENSIMIT NË SHTRESAT E MUREVE.....	10
1.1. Analiza e transmetimit të nxehtësisë dhe temperaturës në shtresat e murit.....	10
1.2. Analiza e transmetimit të lagështisë dhe e kondensimit në shtresat e murit.....	14
1.2.1. Muri pa shtresë termizoluese.....	18
1.2.2. Muri me shtresë termizoluese brenda.....	19
1.2.3. Muri me shtresë termizoluese jashtë.....	22
1.2.4. Muri me shtresë termizoluese brenda dhe jashtë.....	24
2. ANALIZA DHE NDIKIMI I AKUMULIMIT TË NXEHTËSISË DHE I INERCIONIT TË NXEHTËSISË.....	25
2.1. Akumulimi i nxehtësisë (energjisë termike).....	26
2.2. Analiza e akumulimit të nxehtësisë së murit pa dhe me shtresa termizoluese.....	28
2.2.1. Akumulimi i nxehtësisë te muri pa shtresë termizoluese.....	30
2.2.2. Akumulimi i nxehtësisë te muri me shtresë termizoluese brenda.....	31
2.2.3. Akumulimi i nxehtësisë te muri me shtresë termizoluese jashtë.....	32
2.2.4. Akumulimi i nxehtësisë te muri me shtresë termizoluese brenda dhe jashtë.....	35
2.3. Analiza e inercionit termik (efuziviteti termik) të mureve.....	35
3. ANALIZA DHE PROJEKTIMI I TEMPERATURËS SË MURIT NË FUNKSION TË TEMPERATURËS SË BRENDSHME.....	38
4. ANALIZA DHE PROJEKTIMI I SISTEMEVE NVKA PA DHE ME AKUMULIM TË NXEHTËSISË NË MURE.....	41
4.1. Fuqia termike – kapaciteti termik i sistemit NVKA.....	41
4.2. Temperatura e brendshme.....	45
4.3. Koha e kyçjes dhe e shkycjes se pajisjeve të NVKA.....	45
5. RAST STUDIMI – NJË SHTËPI DYKATËSHE NË PEJË.....	50

5.1. Koeficientet e transmetimit të nxehtësisë.....	51
5.2. Humbjet termike.....	53
5.3. Dimensionimi i gypave, kanaleve dhe i pajisjeve të NVKA.....	67
5.4. Analiza e ndikimit të kapacitetit akumulues të ndërtesës në pajisjet e sistemeve NVKA	69
5.4.1. Rasti – muri me shtresë termoizoluese jashtë	69
5.4.2. Rasti – muri pa shtresë termoizoluese	72
5.4.3. Rasti – muri me shtresë termoizoluese brenda	74
5.4.4. Rasti – muri me shtresë termoizoluese brenda dhe jashtë	77
6. PËRFUNDIMI DHE REKOMANDIMET.....	83
LITERATURA DHE REFERENCAT	86

PËRMBLEDHJA (ABSTRAKTI)

Qëllimet kryesore të sistemeve të ngrohjes, ventilimit dhe kondicionimit të ajrit (NVKA) janë të ndihmojë në ruajtjen e temperaturës së dëshiruar të ajrit të brendshëm për personat që zhvillojnë aktivitete aty. Për kursimin apo shpenzimin e energjisë luan rol edhe marrja parasysht e vendosjes së shtresës termo-izoluese të mureve. Meqë izolimi termik i mureve redukton humbjet apo fitimet e nxehtësisë së transmetuar, me këtë ulen edhe kërkesat për energji të sistemeve të ngrohjes dhe ftohjes. Megjithatë, duhet të theksohet se në projekte të sistemeve NVKA, gjatë llogaritjeve teorike e praktike, pothuajse asnjëherë nuk merret parasysht nxehtësia e akumuluar në ajrin e ambienteve të brendshme të ndërtesave e po ashtu edhe nxehtësia e akumuluar në muret e ndërtesës. Kjo sigurisht ndikon dukshëm në saktësinë e përzgjedhjes së kapaciteteve përkatësisht në dizajnin e sistemeve NVKA, dhe sot është një nga problemet që shfaqet dukshëm në praktikë. Andaj ky punim merr për bazë analizat, krahasimet dhe projektimin e sistemeve NVKA pa dhe me akumulim të nxehtësisë në ajër dhe në mure. Kështu, duke patur parasysht edhe normat, standardet dhe rekomandimet përkatëse termike për energjinë termike të ndërtesave, në punim do të merret për analizë, si rast studimor, një shtëpi dykatëshe në Pejë.

6. PËRFUNDIMI DHE REKOMANDIMET

Në kuadër të këtij punimi janë bërë analiza dhe studime nisur nga modelimi i balancave termike të ndërtesës, përshkrimi dhe projektimi i transmetimit të nxehtësisë në mure dhe të akumulimit të nxehtësisë në ajër dhe në muret e ndërtesës, projektimi i sistemit adekuat termik për kushtet pa dhe me përfilljen e akumulimit të nxehtësisë në përcaktimin, krahasimin dhe realizimin e kapacitetit termik të sistemit të ngrohjes për hapësirën ndërtesës. Po ashtu janë bërë analiza për kohën e arritjes dhe të ruajtjes së temperaturës së brendshme, analiza për kapacitetet e energjive termike që transferohen, infiltrohen apo akumulohen duke marrë parasysh këta faktorë dhe kushtet e jashtme klimatike dhe strukturën e mureve rrethuese.

Në kuadër të këtyre analizave dhe rezultateve të arritura, duke përfillur edhe standardet për materialet dhe energjitë, janë nxjerrë analiza dhe rekomandime të cilat ofrojnë një projekt me performancë krahasuese e përcaktuese sa i përket kapacitetit termik të sistemit NVKA, për përzgjedhjen e strukturave rrethuese të ndërtimit dhe për llojin e përdorimit të energjisë.

Kjo analizë, ky model dhe simulimet e përdorura kanë nxjerrë në pah rëndësinë e akumulimit të nxehtësisë dhe të inercionit termik të mureve dhe të rëndësinë e vendosjes së shtresës termizoluese si jashtë, brenda apo edhe jashtë dhe brenda murit. Mund të veçohen disa konkludime dhe rekomandime për shtresat e murit dhe të rëndësisë së vendosjes së tyre, si më poshtë.

Në ndërtesat moderne, është e rëndësishme të bëhet një planifikim i përshtatshëm i akumulimit të nxehtësisë dhe inercionit termik. Materialet me masë të madhe të shpërndarjes së nxehtësisë, si tulla, guri, beton, ose tulla të thella, kanë aftësi të lartë të akumulimit të nxehtësisë dhe inercionit termik.

Muret me inercion dhe akumulim të lartë – muret trasha. Një ndërtesë me mure të dendura, të trasha dhe me masë termike të madhe (si betoni i dendur) ka akumulim dhe inercion të lartë të nxehtësisë. Kjo do të thotë që muri do të akumulojë dhe ruaj nxehtësinë për një kohë të gjatë dhe do të ndihmojë në mbajtjen e temperaturës relativisht të qëndrueshme brenda ndërtesës.

Muret me inercion dhe akumulim të ulët – muret e holla. Një ndërtesë me mure të holla, të lehta dhe me masë termike të ulët (si pllaka guri të holla), ka akumulim dhe inercion të ulët të nxehtësisë. Kjo do të thotë që muri mund të ngrohet ose të ftohet shpejt, dhe pasohet me ndryshime të mëdha e të shpeshta të temperaturës.

Duke kombinuar *akumulimin e nxehtësisë me inercionin termik*, mund të krijohet një ambient

i këndshëm dhe i qëndrueshëm termik, ku me përdorimin e materialeve me masë të lartë të shpërndarjes së nxehtësisë dhe të strategjive të përshtatshme të izolimit mund të kontribuohet në reduktimin e nevojës për ngrohje dhe ftohje të shpeshta, ku temperaturat nuk ndryshojnë shpejt, dhe ndjesia e komfortit është më e mirë.

Muret pa izolim. Një ndërtesë, pa termoizolim të mureve mund të jetë e vështirë për tu ngrohur në dimër dhe e vështirë për tu ftohur në verë, dhe kjo çon në lëkundje të mëdha të temperaturës së brendshme e me këtë edhe në konsum energjie të lartë dhe në jocomfort për banorët ose përdoruesit e ndërtesës. Muret pa shtresë termoizoluese lehtë mund të përjetojnë edhe kondensimin meqë ajri i nxehtë me lagështi lehtë kontakton ndonjë sipërfaqe të ftohtë

Muret me izolim brenda. Shtresa termoizoluese e vendosur brenda murit mund të ndihmojë në reduktimin e kalimit të nxehtësisë nga jashtë në brendësi dhe anasjelltas. Nuk ka akumulim të nxehtësisë në mure ashtu që lëkundjet e temperaturës së brendshme të ambientit janë më të mëdha (sidomos me hapjen e dyerve gjatë punës) dhe ambienti i brendshëm shpejt ngrohet apo edhe shpejt bëhet i ftohtë. Megjithatë për mjediset me ngrohje të përkohshme, është mirë të ketë mure me izolim nga brenda meqë ajri i mjedisit ngrohet shumë shpejt (siç shihet në analizat e punimit, ngrohja përkatësisht temperatura e dëshiruar arrihet për disa minuta apo orë - në varësi të kapacitetit të sistemit NVKA).

Muri me shtresë termoizoluese jashtë. Përdorimi i shtresës termoizoluese jashtë bën që muri të akumulojë nxehtësinë, duke i bërë muret akumulues – ruajtës dhe burim të nxehtësisë dhe balancues sa i përket këmbimit të nxehtësisë ndërmjet murit dhe ajrit të ambientit. Kjo nënkupton edhe lëkundje të vogla të temperaturës së brendshme të ambientit kur ka shkyçje të sistemit të ngrohjes, duke krijuar një mjedis më komfort për banorët. Muri me shtresë termoizoluese të jashtme funksionon si një barrierë kundër kushteve atmosferike të ashpra si era, shiu dhe temperaturat ekstreme, e që redukton ndryshimet e temperaturës dhe të energjisë së murit e me këtë redukton edhe kostot e energjisë së sistemit NVKA për ngrohjen dhe ftohjen e ndërtesës. Me shtresë termoizoluese jashtë, mundësia e kondensimit të lagështisë në mur reduktohet. Kjo do të thotë që muri akumulon nxehtësi nga ambienti i brendshëm dhe nuk mund të jetë aq i ftohtë sa të ketë kondensim, duke minimizuar rrezikun e dëmtimeve të ndërtimit dhe problemet e ndërtesës nga lagështia. Megjithatë, sipas analizave dhe simulimeve të bëra, shihet që prej 10-20 % të nxehtësisë nga sistemi NVKA e marrin muret e ndërtesës dhe e akumulojnë atë derisa nuk arrihet temperaturë dhe gjendje e qëndrueshme e fluksit termik nëpër mure. Kështu që në varësi nga kapaciteti i sistemit NVKA, koha e arritjes së temperaturës së dëshiruar mund të zgjasë nga orë në ditë. Lehtë mund të konkludohet dhe të rekomandohet

se shtresa e jashtme është mirë të vendoset në mur në rastet kur ka nevojë për ngrohje afatgjate të ndërtesës.

Muri me shtresë termoizoluese brenda dhe jashtë. Muri me shtresë termoizoluese në të dy anët e murit, nënkupton barrierë të dyfishtë termike e që përmirëson efikasitetin termik, në arritjen më të shpejtë të temperaturës së dëshiruar në mjedis dhe ndihmon në ruajtjen e nxehtësisë e të temperaturës brenda ndërtesës. Kjo ndikon në reduktimin e humbjeve apo të fitimeve të nxehtësisë në të dy periudhat (dimër dhe verë). Te ky lloj muri mund të zvogëlohet rreziku i kondensimit midis shtresave të murit dhe izolimit, pasi shtresat termoizoluese në të dy anët ndihmojnë në mbajtjen e temperaturës më të lartë brenda murit. Kjo metodë aplikim ofron mbrojtje të mirë nga kushtet atmosferike dhe erozionet, duke pasur një shtresë termoizoluese në anën e jashtme të murit. Është mënyra me më shumë investime në shtresat e murit por e bën ndërtesën më fleksibile në aspektin termik dhe të kursimit të energjisë, duke e bërë ndërtesën me përdorim afatshkurtër apo afatgjatë, duke e arritur ngrohjen përkatësisht temperaturën e dëshiruar shumë shpejt në mjedis.

Kështu në bazë të analizave të përgjithshme të bëra në këtë punim mund të nxjerrim këto përfundime dhe rekomandime:

- Procedura e parashtrimit të problemit në aspektin e balancit termik dhe e zgjidhjes së modelit matematik ndihmon dhe mund të aplikohet edhe në mjediset në të cilat ndërtesa me shtresat e mureve mund të trajtohet edhe në mënyra tjera.
- Modeli i tillë për proceset e tilla termike stacionare është i thjeshtë sa i përket shtruarjes matematikore, por që ka rëndësi të madhe për analiza teorike e praktike në përcaktimin e fuqisë optimale termike të sistemit NVKA dhe të dinamikës së tij. Me këtë arrihet në përzgjedhjen adekuate të rregullimit automatik dhe në kursimin e energjisë termike.
- Me një analizë të tillë të temperaturës së brendshme të mjedisit, të fuqisë termike të sistemit NVKA, të shtresave të murit të ndërtesës, e të kohës optimale për kyçje e shkycje të sistemit NVKA, mund të kontribuohet edhe në ndërtesat tjera me destinime të ndryshme, si p.sh në industrinë prodhuese (ku përmirësohen kushtet punuese – njerëzit nuk i nënshtrohen ndryshimeve të mëdha të temperaturës së rrethinës), në mjediset të mbyllura ku arrihet komfort (në teatër, salla koncerti, shtëpia mallrave, salla sportive), arrihet produktivitet (në fabrika, laboratorë, hotele, në spitale, salla operacioneve etj.), arrihen procese më cilësore teknologjike (prodhimi i barnave dhe komponentët elektronike, sallat llogaritëse e të ngjashme), etj.

LITERATURA DHE REFERENCAT

- [1] Prof. dr. R. Selimaj, Projektimi në termoenergjetikë, FIM, Prishtinë, 2021.
- [2] Prof. dr. R. Selimaj, Sistemet e kondicionimit të ajrit, FIM, Prishtinë, 2021.
- [3] Prof. dr. R. Selimaj, Analiza e difuzionit jostacionar të lagështirës në muret e lokalit të modeluar, punim i doktoratës, UP “Hasan Prishtina”, 2006.
- [4] I. Demneri, A.Shtjefni, R. Karapici, Termoteknika, Tiranë, 2003.
- [5] H. Recknagel, Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik, München, 2009.
- [6] ASHRAE Handbook – Fundamentals, ASHRAE, 2017.
- [7] ASHRAE Handbook - HVAC Systems and Equipment, 2016.
- [8] Akad. F.Krasniqi, N. Sahiti Ngrohja dhe klimatizimi Përmbledhje detyrash Tekst Universitar, UP, Prishtinë, 1998.
- [9] Akad. F. Krasniqi, Ngrohja dhe klimatizimi II (Ventilimi dhe klimatizimi), FIM, Prishtinë, 2018.
- [10] L. Voshina, G. Simaku, Ngrohja, Ventilimi dhe klimatizimi i ndërtesave, Tiranë, 2004.
- [11] R. McDowall, Fundamentals of HVAC Systems, Atlanta, USA, 2007.
- [12] T. Kisilewicz, M. Fedorczak-Cisak, T. Barkanyi, Active thermal insulation as an element limiting heat loss through external walls, Cracow, Poland, 2019.
- [13] D. Kalús, V. Mucková, D. Koudelková, Energy, Economic and Environmental Assessment of Thermal Barrier Application in Building Envelope Structures, Bratislava, Slovakia, 2021.
- [14] N. Jannat, A. Hussien, B. Abdullah, A. Cotgrave, A Comparative Simulation Study of the Thermal Performances of the Building Envelope Wall Materials in the Tropics, Liverpool John Moores University, Liverpool, 2019.
- [15] T.Bauer, W. Steinmann, D. Laing, R. Tamme, Thermal energy storage materials and systems, Annual Review of Heat Transfer, Vol. 15, p.131-177.
- [16] <https://www.pdhonline.com/courses/m197/m197content.pdf>.
- [17] <https://www.a3rarchitettura.it/a3r-inerzia-termica-muri>.
- [18] https://passipedia.org/planning/thermal_protection/thermal_protection_works/thermal_protection_vs._thermal_storage.
- [19] <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/thermal-envelope>.