

CONTRIBUȚII PRIVIND REABILITAREA FAȚADELOR CLĂDIRILOR ISTORICE ÎN LUMINA STANDARDELOR DE CONFORT

Teză destinată obținerii
titlului științific de doctor inginer
la
Universitatea "Politehnica" din Timișoara
în domeniul Științe Ingineresti
de către

Arh. Leontiu Flaviu-Cristian

Conducător științific:
Referenți științifici:

prof.univ.dr.ing Bob Corneliu
prof.univ.dr. Kopenetz Ludovic
prof.univ.dr.ing. Szabó Bálint György
prof.univ.dr.arh. Gheorghiu Teodor
Octavian

Ziua susținerii tezei: **12 Mai 2016**

CONTRIBUȚII PRIVIND REABILITAREA FAȚADELOR CLĂDIRILOR ISTORICE ÎN LUMINA STANDARDELOR DE CONFORT

Teză destinată obținerii
titlului științific de doctor inginer
la
Universitatea "Politehnica" din Timișoara
în domeniul Științe Ingineresti
de către

Arh. Leontiu Flaviu-Cristian

Conducător științific: prof.univ.dr.ing Bob Corneliu
Referenți științifici: prof.univ.dr. Kopenetz Ludovic
prof.univ.dr.ing. Szabó Bálint György
prof.univ.dr.arh. Gheorghiu Teodor
Octavian

Ziua susținerii tezei: **12 Mai 2016**

Seriile Teze de doctorat ale UPT sunt:

- | | |
|------------------------|---|
| 1. Automatică | 7. Inginerie Electronică și Telecomunicații |
| 2. Chimie | 8. Inginerie Industrială |
| 3. Energetică | 9. Inginerie Mecanică |
| 4. Ingineria Chimică | 10. Știința Calculatoarelor |
| 5. Inginerie Civilă | 11. Știința și Ingineria Materialelor |
| 6. Inginerie Electrică | |

Universitatea „Politehnica” din Timișoara a inițiat seriile de mai sus în scopul diseminării expertizei, cunoștințelor și rezultatelor cercetărilor întreprinse în cadrul școlii doctorale a universității. Seriile conțin, potrivit H.B.Ex.S Nr. 14 / 14.07.2006, tezele de doctorat susținute în universitate începând cu 1 octombrie 2006.

Copyright © Editura Politehnica – Timișoara, 2006

Această publicație este supusă prevederilor legii dreptului de autor. Multiplicarea acestei publicații, în mod integral sau în parte, traducerea, tipărirea, reutilizarea ilustrațiilor, expunerea, radiodifuzarea, reproducerea pe microfilme sau în orice altă formă este permisă numai cu respectarea prevederilor Legii române a dreptului de autor în vigoare și permisiunea pentru utilizare obținută în scris din partea Universității „Politehnica” din Timișoara. Toate încălcările acestor drepturi vor fi penalizate potrivit Legii române a drepturilor de autor.

România, 300159 Timișoara, Bd. Republicii 9,
tel. 0256 403823, fax. 0256 403221
e-mail: editura@edipol.upt.ro

Cuvânt înainte

Teza de doctorat a fost elaborată pe parcursul activității mele în cadrul Departamentului CCIA al Universității „Politehnica” din Timișoara.

Mulțumiri deosebite se cuvin conducătorului de doctorat prof.dr.ing. Bob Corneliu care m-a îndrumat și m-a ajutat pe tot parcursul stagiului doctoral. De asemenea îi mulțumesc domnului prof. Dr. Ing. Stoian Valeriu pentru tot suportul arătat pe parcursul acestui stagiou. Doresc să mulțumesc în mod deosebit familiei mele, soției mele Djordjeta și fiicei mele Agnes, pentru răbdare, ajutor puternic și suport emoțional pe parcursul acestui stagiou doctoral. Doresc să le mulțumesc părinților mei, Leontiu Constantin și Leontiu Iuliana, pentru contribuția lor în formarea caracterului meu și pentru tot suportul acordat în decursul anilor mei de studenție. Mulțumesc de asemenea mătușilor mele Lidia Stănescu pentru tot sprijinul, Daraban Cornelia, Borceanu Dorina și Leontiu Dana pentru ajutorul dat în timpul anilor de școală și liceu. Le mulțumesc și unchilor mei Barbura Florentin, Constantin Ioan și Leontiu Gelu pentru modelul și încurajările primite. Nu pot lipsi din lista aceasta comunitățile din care am făcut și fac parte: Ekklesia din Viena, ACS și Vox Domini din Timișoara.

Mulțumesc colectivului Institutului de Arhitectură din Viena și echipei Leontiu Architekten e.U., Magistratului 63 din Viena, Prof. Dr. Ing. Manfred Steiner din cadrul Ministerului austriac al Învățământului, Economiei și Cercetării, Oficiului de patentare austriac, Camerei Arhitecților din Viena, Camerei de Comerț din Viena, Ordinului Arhitecților din Norvegia pentru cooperare ireproșabilă și suport în decursul cercetării mele.

Consider că în climatul actual al incoerenței stabilității economice la nivel european, găsirea unor soluții care vizează conservarea energiei și folosirea surselor alternative reprezintă o prioritate la nivel continental. Dacă acest concept se suprapune și cu un alt concept de conservare al patrimoniului construit, proporția impactului pozitiv al acestui concept se dublează. Aceasta a fost pentru mine ca și arhitect cea mai mare provocare: a găsi un concept aplicabil care să răspundă la aceste două mari provocări. Consecințele pozitive care decurg din aplicarea unui concept corect de conservare și reabilitare higrotermică a fațadelor clădirilor istorice au implicații multiple în toate aspectele societății urbane în care acestea se aplică. Prima care este sesizabilă se referă la estetica și conservarea aspectului specific istoric, a doua se referă la confortul interior, iar cea de a treia se referă la conservarea energiei și implicit reducerea costurilor pentru utilizarea clădirii. Nu în ultimul rând, aplicând soluțiile de reabilitare structurală a clădirilor istorice prezentate în aceasta teză se obține și o mai bună utilizare a clădirii și mărirea spațiului utilizabil interior.

Timișoara, februarie 2016

Arh. Leontiu Flaviu-Cristian

Dedic toată cercetarea tezei fiicei mele Leontiuc Agnes-Mikalah.
El întinde miazănoaptea asupra golului, și spânzură pământul pe nimic.
(Iov.26:7 cca. 2500 î. Hr.)

Leontiuc, Flaviu Cristian

**CONTRIBUȚII PRIVIND REABILITAREA FAȚADELOR CLĂDIRILOR
ISTORICE ÎN LUMINA STANDARDELOR DE CONFORT**

Teze de doctorat ale UPT, Seria , Nr. , Editura Politehnica, 200Z,
182 pagini, 67 figuri, 23 tabele.

Cuvinte cheie:

reabilitare higrotermică, restaurare, fațade, clădiri istorice,
recompartimentare, consolidare, materiale, ÖNORM

Rezumat

Prezenta teză este structurată pe opt capitole. Obiectivul principal constă în găsirea unor soluții inovative cu privire la reabilitarea higrotermică și structurală a clădirilor istorice în lumina standardului de confort, realizând un studiu al metodelor actuale de reabilitare higrotermică și structurală a clădirilor istorice prin observarea valorilor măsurilor caracteristice.

Primul capitol este o sinteză asupra conceptelor de reabilitare și protecție prin restaurare și anastiloză a clădirilor istorice. În acest capitol am redat importanța clădirilor istorice din arealele orașelor europene și am subliniat de asemenea importanța clădirilor istorice cu valoare de monument. Tot în acest capitol este realizată o sinteză a istoriei măsurilor de reabilitare și restaurare asupra clădirilor istorice, realizând un studiu asupra doctrinelor de restaurare, conservare și reabilitare, fiind amintite și descrise și documentele internaționale care reglementează conceptele de restaurare, principiile de restaurare, reabilitare și conservare a clădirilor istorice, tipologia intervențiilor asupra clădirilor istorice și definirea cadrului de operare a intervențiilor asupra clădirilor istorice.

Al doilea capitol sintetizează cauzele care produc inconfort higrotermic în clădirile istorice. În acest capitol am tratat criteriile pentru îndeplinirea condițiilor de confort higrotermic pentru clădirile istorice, cauze ale apariției umidității în elementele de construcție ale clădirilor istorice precum și certificarea termică și energetică a clădirilor istorice. În ultimul paragraf al acestui capitol destinat certificării energetice aferente clădirilor istorice am tratat câteva aspecte importante dintre care: importanța proiectării unor măsuri de reabilitare, reglementări și cadrul legal pentru certificarea termică și energetică a clădirilor istorice, parametrii de performanță caracteristici fațadelor clădirilor istorice, mărimi și coeficienți utilizați în cadrul expertizei și auditului higrotermic asupra clădirilor istorice, criterii de performanță în proiectarea reabilitării higrotermice a clădirilor istorice, expertizarea higrotermică a clădirilor istorice cuprinzând definirea expertizei higrotermice a unei clădiri istorice, certificatul energetic al unei clădiri istorice și realizarea expertizei energetice a unei clădiri istorice.

Capitolul trei cuprinde două părți. Prima conține descrierea factorilor necesari pentru îndeplinirea condițiilor de confort interior în clădirile istorice. Au fost redată noțiunile generale pentru fizica construcțiilor în clădirile istorice, pierderile de aer într-o clădire istorică, evaluarea necesității pentru etanșare, coeficientul global de transfer termic. A doua parte din acest capitol conține tipologia tipurilor de structuri ale fațadelor clădirilor istorice, tipuri de lianți folosiți la zidăriile fațadelor clădirilor istorice, acțiunea intemperțiilor, straturilor vegetale, ale apelor subterane asupra zidăriilor și diferite cauze care produc degradări asupra zidăriilor clădirilor istorice.

Capitolul patru cuprinde măsurători ale caracteristicilor higrotermice ale zidăriilor fațadelor clădirilor istorice cuprinzând tehnici și aparate utilizate, măsurători pentru zidării din blocuri de piatră, cărămidă și zidării mixte atât la nivelul subsolului, parterului cât și în dreptul etajelor.

Capitolul cinci este dedicat restaurării și reabilitării prin intervenții structurale asupra fațadelor clădirilor istorice. În prima parte a acestui capitol am descris aspectele generale și materialele folosite pentru reabilitarea structurilor și fațadelor clădirilor istorice. În partea a doua sunt cuprinse aspectele ce țin de intervenția de consolidare structurală a fundațiilor clădirilor istorice, soluții de consolidare structurală a infrastructurii clădirilor istorice și soluții de consolidare a zidăriilor istorice.

Capitolul șase cuprinde o descriere a reabilitărilor funcționale ale clădirilor istorice prin consolidări structurale și extinderi. În prima parte a acestui capitol am cuprins o clasificare a tipurilor de reabilitări funcționale, iar în partea a doua am cuprins două secțiuni mari – prima: reabilitări funcționale specifice prin recompartimentare interioară cu păstrarea nivelelor existente și cu modificarea acestora, iar cea de a doua reabilitări funcționale specifice prin extinderi și anexe. În acest capitol am prezentat un studiu de caz, acesta fiind un proiect de reabilitare funcțională pe care l-am realizat în timpul stagiului doctoral în Viena.

În capitolul șapte am analizat soluțiile și contribuțiile pentru reabilitarea higrotermică a clădirilor istorice. În prima parte am prezentat tipuri de materiale folosite pentru reabilitarea higrotermică, iar în partea a doua am prezentat soluții de reabilitare higrotermică atât prin izolare exterioară cât și prin izolare interioară, prezentând contribuții constând în stratificații noi în termoizolare atât la nivel de izolare interioară cât și exterioară.

În capitolul opt sunt prezentate concluziile printre care analiza unei reabilitări realizate de autorul tezei asupra unei clădiri istorice în care este prezentat studiu comparativ al eficienței energetice pentru o clădire istorică înainte de reabilitarea termică cât și după reabilitarea termică, iar în partea a doua abordarea sustenabilității diferită și comparată a metodelor de izolare termică prezentate, aplicate pe un model virtual cu aceleași caracteristici ca și cele ale clădirii prezentate.

CUPRINS:

Capitolul 1. DEFINIREA CONCEPTELOR DE REABILITARE ȘI PROTECȚIE A CLĂDIRILOR ISTORICE	14
1.1. Importanța clădirilor din arealele istorice construite înainte de a doua jumătate a sec. XX	15
1.2 Importanța clădirilor de monument	16
1.3 Scurtă istorie a măsurilor de protecție ale unui monument istoric	17
1.4 Doctrină de restaurare, conservare și reabilitare a fațadelor clădirilor istorice	
1.4.1. Documente care reglementează conceptele de	25!!
1.4.2. Principii de restaurare, reabilitare și conservare a clădirilor istorice	30
1.4.3. Tipologia intervențiilor asupra clădirilor istorice	31
1.4.3.1 Expertiza și realizarea studiului istoric	31
1.4.3.2 Expertiza și realizarea studiului arhitectural	32
1.4.4 Definierea cadrului de operare a intervențiilor asupra clădirilor istorice	34
Capitolul 2. CAUZELE CARE PRODUC INCONFORT HIGROTHERMIC ÎN CLĂDIRILE ISTORICE	
2.1 Stabilirea criteriilor de confort higrotermic pentru clădirile istorice ...	35
2.1.1 Confortul termic interior	36
2.1.2 Temperatura interioară pentru o clădire istorică.....	37
2.1.3 Umiditatea aerului interior într-o clădire istorică.....	38
2.2 Cauze ale apariției umidității în elementele de construcție ale clădirilor istorice	39
2.3. Certificarea termică și energetică a clădirilor istorice	
2.3.1 Importanța proiectării unor măsuri de reabilitare	39
2.3.2 Reglementări și cadrul legal pentru certificarea termică și energetică a clădirilor istorice	40
2.3.3 Parametrii de performanță caracteristici fațadelor clădirilor istorice	42
2.3.4 Mărimi și coeficienți utilizați în cadrul expertizei și auditului higrotermic asupra clădirilor istorice	43
2.3.5. Criterii de performanță în proiectarea reabilitării higrotermice a clădirilor istorice	44
2.3.6. Expertizarea higrotermică a clădirilor istorice	
2.3.6.1. Definierea expertizei higrotermice a unei clădiri istorice	45
2.3.6.2. Certificatul energetic al unei clădiri istorice	45
2.3.6.3. Realizarea expertizei energetice a unei clădiri istorice	46
Capitolul 3. CONDIȚII ȘI NOȚIUNI NECESARE PENTRU REALIZAREA CONFORTULUI INTERIOR ÎN CLĂDIRILE ISTORICE	
3.1. Noțiuni generale	51

3.1.1	Conceptul de transfer de aer	51
3.1.2	Noțiuni utilizate	52
3.2	Pierderile de aer într-o clădire istorică	53
3.3	Evaluarea necesității pentru etanșare	54
3.4	Determinarea coeficientului global de transfer termic și a conductivității termice	
3.4.1	Definire	56
3.4.2	Noțiuni utilizate și determinarea coeficientului global de transfer termic și a conductivității termice	57
3.5.	Tipuri de structuri de zidărie întâlnite în fațadele clădirilor istorice	58
3.6.	Tipuri de lianți folosiți în zidăriile fațadelor clădirilor istorice	
3.6.1	Lianți folosiți în antichitate	61
3.6.2	Dezvoltarea lianților în Evul Mediu	62
3.6.3	Dezvoltarea lianților în perioada gotică și până în cea barocă	63
3.6.4	Dezvoltarea lianților în perioada neo-clasică și modernă	64
3.6.5.	Cauzele degradărilor structurilor fațadelor clădirilor istorice	65
3.7.6.	Clasificarea cauzelor provocatoare de degradări asupra clădirilor istorice	65
3.6.7.	Acțiunea și dezvoltarea straturilor vegetale	66
3.7.	Acțiunea intemperțiilor și a agenților proveniți din atmosferă și a factorilor biologici	66
3.8.	Acțiunea terenului și a apelor subterane	68
3.9.	Cauze provenite din greșeli de calcul structural sau execuție deficitară	69
3.10.	Cauze provenite din greșeli de execuție deficitară a lucrărilor de reabilitare din raționamente estetice	
3.10.1	Cauze provenite din greșeli de execuție deficitară a lucrărilor de reabilitare din raționamente estetice asupra fortificațiilor din Transilvania	70
3.10.2	Cauze provenite din greșeli de execuție deficitară a lucrărilor de reabilitare din raționamente estetice asupra arhitecturii europene	71
3.10.3	Cauze provenite din greșeli de execuție deficitară a lucrărilor de reabilitare din raționamente funcționale ce au determinat recompartimentări	72
3.11.	Efectele evoluției perceptuale și a unității de stil	72

Capitolul 4 MĂSURĂTORI ALE CARACTERISTICILOR HIGROTERMICE ALE ZIDĂRIILOR FAȚADELOR CLĂDIRILOR ISTORICE

4.1	Tehnici și aparate utilizate	75
4.2	Măsurători pentru zidării din blocuri de piatră	77
4.2.1	Zidării din blocuri de piatră situate la subsol	77
4.2.2	Zidării din blocuri de piatră situate la nivelele parterului și etajelor	80
4.3	Măsurători pentru zidării din cărămidă	84
4.3.1	Zidării din cărămidă situate la subsol	84
4.3.2	Zidării din cărămidă situate la nivelele parterului și etajelor	86
4.4	Măsurători pentru zidării mixte din blocuri de piatră și cărămidă	88
4.4.1	Zidării mixte din blocuri de piatră și cărămidă situate la subsol	98

4.4.2 Zidării mixte din blocuri de piatră și cărămidă situate la nivelele parterului și etajelor	90
4.5 Măsurători pentru zidării mixte din blocuri de argilă	92

Capitolul 5. RESTAURARE ȘI REABILITARE PRIN INTERVENȚII STRUCTURALE ASPURA FAȚADELOR CLĂDIRILOR ISTORICE- ETAPE, TIPURI DE ORGANIZARE ȘI STUDII DE CAZ

5.1 Aspecte generale în vederea intervențiilor structurale asupra clădirilor istorice	96
5.2 Materiale folosite pentru reabilitarea structurilor	96
5.2.1 Clasificarea și caracteristicile materialelor polimerice compozite ...	97
5.2.1.1 Clasificarea materialelor compozite polimerice în funcție de fibrele pentru armarea compozitelor	97
5.2.1.2 Clasificarea materialelor compozite polimerice în funcție de matrice	98
5.2.2 Clasificarea materialelor compozite polimerice în funcție de tipul de reabilitare structurală	99
5.3 Intervenția de consolidare structurală a fundațiilor clădirilor istorice	100
5.3.1 Aspecte generale	100
5.3.2 Degradările specifice ale fundațiilor	100
5.4 Soluții de consolidare structurală a infrastructurii clădirilor istorice	103
5.4.1 Soluții pentru consolidarea terenului de fundare de sub clădirile istorice	103
5.4.2 Particularități ale procedeeleor de consolidare a terenului de sub clădirile istorice	103
5.4.3 Soluții de consolidare a fundațiilor clădirilor istorice	104
5.4.3.1 Consolidarea structurală a fundațiilor din piatră și din cărămidă	105
5.4.3.2 Consolidarea structurală a fundațiilor din beton armat	106
5.4.3.3 Consolidarea structurală a fundațiilor clădirilor istorice realizate pe piloți	106
5.5 Soluții de consolidare a zidărilor clădirilor istorice	107
5.5.1 Tipuri de avarii ale structurilor din zidărie	108
5.5.2 Tipuri de consolidări ale structurilor din zidărie	108
5.5.2.1 Pregătirea reabilitării structurii de zidărie a unei clădiri istorice	109
5.5.2.2 Reabilitarea pereților de zidărie ai clădirilor istorice dislocați	109
5.5.2.3 Utilizarea betonului în reabilitarea structurală a zidărilor clădirilor istorice	109
5.5.2.4 Utilizarea elementelor din metal în reabilitarea structurală a zidărilor clădirilor istorice	111
5.5.2.5 Utilizarea materialelor compozite cu fibre CPAF	111

CAP. 6. REABILITĂRI FUNCȚIONALE SPECIFICE ALE CLĂDIRILOR ISTORICE PRIN CONSOLIDĂRI STRUCTURALE ȘI EXTINDERI 113

6.1	Tipuri de rehabilitări funcționale	113
6.2.1	Reabilitări funcționale specifice prin recompartimentare interioară	114
6.2.1.1	Reabilitări funcționale specifice prin recompartimentare interioară cu păstrarea nivelelor existente	114
6.2.1.2	Modificări funcționale prin recompartimentarea interioară fără afectarea elementelor de structură	114
6.2.1.3	Modificări funcționale prin recompartimentarea interioară cu afectarea elementelor de structură	117
6.2.1.4	Modificări funcționale prin modificarea unor încăperi ale căror destinație și funcțiune sunt schimbate	117
6.2.2	Reabilitări funcționale specifice prin recompartimentare interioară cu modificarea nivelelor existente	119
6.2.2.1	Realizarea unor nivele suplimentare în zonele în care înălțimea interioară permite recompartimentarea pe verticală Mansardarea acoperișului prin nealterarea volumetriei obținându-se mai multe nivele la nivelul mansardei	119
6.3	Subzidirea clădirii obținându-se un nivel suplimentar	121
6.4	Reabilitări funcționale specifice prin extinderi și anexe	121
6.4.1	Reabilitări funcționale specifice prin recompartimentare interioară cu păstrarea volumetriei clădirii istorice	121
6.4.1.1	Realizarea unor anexe pentru garaje și spații tehnice fără afectarea volumetriei, fără operațiunea de alipire față de clădirea existentă	121
6.4.1.2	Realizarea ascensoarelor mecanizate pe exteriorul clădirii prin alipire și anexare realizate din sticlă	122
6.4.2	Reabilitări funcționale specifice prin recompartimentare interioară cu alterarea volumetriei clădirii istorice existente	123
6.4.2.1	Realizarea unor ganguri și căi de acces prin substrația din volumul clădirii	123
6.4.2.2	Realizarea unor anexe alipite de clădire care deservește funcțiuni complementare altele decât cele cu destinație tehnică sau depozitare	123
6.4.2.3	Supraetajarea clădirii istorice	124
6.4.2.4	Mansardarea clădirii prin alterarea volumetriei existente	124
6.5	Studiu de caz	125

Capitolul 7. ADOPTAREA UNEI SOLUȚII DE REABILITARE HIGROTHERMICĂ

7.1	Cadru definitoriu	131
-----	-------------------------	-----

7.2	Tipuri de intervenții de reabilitare higrotermică asupra fațadelor clădirilor istorice	132
7.3	Tipuri de materiale folosite pentru reabilitarea higrotermică pentru fațadele clădirilor istorice	132
7.4	Soluții de reabilitare higrotermică a fațadelor	135
7.4.1	Soluții de reabilitare higrotermică a fațadelor clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator la exterior	135
7.4.1.1	Studii de caz pentru reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator la exterior	136
7.4.1.2	Aspecte generale ce privesc reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator la exterior	136
7.4.1.3	Soluții specifice pentru reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator la exterior	137
7.4.1.4	Contribuții privind reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator la exterior.....	141
7.4.2	Soluții de reabilitare higrotermică a fațadelor clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator la interior	156
7.4.2.1	Studii de caz pentru reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator la interior	156
7.4.2.2	Aspecte generale ce privesc reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator la interior	157
7.4.2.3	Soluții specifice pentru reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator la interior	158
7.4.2.4	Soluții pentru realizarea termoizolației amplasate la interior în zona golurilor.....	161
7.4.2.5	Contribuții privind reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator la interior.....	167
7.5	Soluții de reabilitare higrotermică a fațadelor clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator pe ambele suprafețe.....	167
7.5.1	Studii de caz pentru reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator pe ambele suprafețe	167
7.5.2	Aspecte generale ce privesc reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator pe ambele suprafețe	167
7.5.3	Soluții specifice pentru reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator pe ambele suprafețe	168
7.5.4	Contribuții privind reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator pe ambele suprafețe	169
Cap.8 CONCLUZII		171
8.1	Studiul comparativ al eficienței energetice pentru o clădire istorică înainte de reabilitarea termică cât și după reabilitarea termică	171
8.2	Abordarea sustenabilității pentru diferite tipuri de termoizolare ..	176
8.3	Contribuții personale	179
8.4	Activitate	180
Bibliografie		183
Anexe		190

1.1 Index de figuri

Fig.1 – Exemplu de mucegai activ în zidăria de cărămidă a unei clădiri istorice situate în districtul 14 al orașului Viena.

Fig.2 - Exemplu de mucegai activ dezvoltat pe fondul unei umidități relative ridicate

Fig 3 - Determinarea consumului de energie primară și a degajărilor de CO₂ .

Fig 4 – Pierderile de aer într-o clădire istorică

Fig.5 - Schimbul global de căldură are loc între două fluide, desenat Arh.

Leontiu Flaviu Cristian

Fig.6 - Dreapta Set Sonde Termometre cu pirometre electrice și sonde detașabile model BOSCH și Termograf utilizat – Marca TESTO

Fig.7 - Stânga Termometru cu sonde detașabile utilizat Model TESTO 635 și set Sonde Termometre cu pirometre electrice model TESTO 177 M

Fig.8 - Imgaine termică Fronton Biserica Districtic Otakring, Viena, obținută cu Termograful utilizat – Marca TESTO

Fig.9 - Imgaine termică Fronton Cladire istorică Districtic Döbling, Viena, obținută cu Termograful utilizat – Autorul tezei realizând o scanare

Fig.10 – Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de bazalt

Fig.11 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de bazalt marmorat de 60 cm

Fig.12 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de argilă de 60 cm

Fig.13 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri din piatră, grosime 50 cm

Fig.14 - Determinări pentru zidărie realizată din cărămidă la etaj, grosime 40 cm

Fig.15 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de piatră și cărămidă la subsol, grosime 60 cm

Fig.16 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de piatră și cărămidă la etaj

Fig.17 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de argilă la parter, grosime: 50 cm

Fig.18 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de argilă și var, realizată la parter, grosime: 60 cm

Fig.19 - Clădire istorică în orașul Murzzuschlag asupra căreia autorul tezei a realizat un proiect de recompartimentare interioară și o amenajare a spațiului publicitar al fațadei parterului, luată în evidență de municipalitatea din Murzzuschlag – Plan, fațadă, plan de situație

Fig.20 - Model modular de balustradă cu specific istoric - autor Dipl. Ing. Arh. Leontiu Flaviu Cristian, patentat în cadrul Autorității pentru patentare din Viena (Patentamt) – nr. brevet 489/2014, dubla proiecție și încadrarea într-o fațadă

Fig.21 - Model modular de vitrină rabatabilă pentru fațadele clădirilor istorice - autor Dipl. Ing. Arh. Leontiu Flaviu Cristian, patentat în cadrul Autorității pentru patentare din Viena (Patentamt), axonometrie, perspectivă și proiecție orizontală

- Fig.22 - Planul de situație cu amplasarea clădirii asupra căreia s-a realizat intervenția conform cap. 7. Proiectant: Dipl. Ing. Arh. Leontiu Flaviu Cristian
- Fig.23 - Secțiune caracteristică prin clădirea asupra căreia s-a realizat intervenția cap. 7. Proiectant: Dipl. Ing. Arh. Leontiu Flaviu Cristian
- Fig.24 - Plan nivel mansardă I
- Fig.25 - Plan nivel mansardă II – casa scării asigură accesul către o terasă descoperită la ultimul nivel
- Fig.26 - Măsurări ale apei din capilaritatea zidurilor
- Fig.27 - Demontarea acoperișului
- Fig.28 - Montarea vatei minerale
- Fig.29 Variația de temperatură și variația energetică la nivelul cornișei
- Fig.30 Secțiune caracteristică la nivelul cornișei – intervenție de reabilitare termică fără strat aerat
- Fig.31 - Variația de temperatură și energetică la nivelul cornișei pentru o soluție de reabilitare cu strat aerat
- Fig.32 - Secțiune caracteristică la nivelul demisolului – intervenție de reabilitare termică fără strat aerat
- Fig.33 – Secțiune caracteristica cu evidențierea variației de energie și temperatură la nivelul subsolului – studiu de caz clădire reabilitată în Maria Ellend, Landul Austria Inferioară
- Fig.34 - Variația temperaturii și calculul coeficienților R și U_w pe un segment de zidărie cu grosimea de 50 cm, utilizând folia de difuziune tangențială și pachetul termoizolator ca parte a contribuției actualei teze
- Fig.35 - Variația temperaturii și calculul coeficienților R și U_w pe un segment de zidărie cu grosimea de 40 cm, utilizând pachetul termoizolator EPS ca parte a contribuției actualei teze
- Fig.36 – Variația de temperatură la nivelul cornișei și secțiunile reprezentative pentru cornișă – studiu de caz clădire reabilitată în Maria Ellend, Landul Austria Inferioară
- Fig.37 - Termogramă la nivelul cornișei – studiu de caz clădire reabilitată în districtul XII, Viena – reabilitare cu strat aerat
- Fig.38 – Secțiune cu detaliu la nivelul cornișei – studiu de caz clădire reabilitată în districtul XII, Viena – reabilitare cu strat aerat
- Fig.39 - Amplasarea termoizolației la nivelul ancadramantelor din cadrul cornișei – studiu de caz clădire reabilitată în districtul XII, Viena
- Fig.40 - Amplasarea termoizolației la nivelul susolului – studiu de caz clădire reabilitată în districtul XII, Viena
- Fig.41 - Termograma la nivelul subsolului – studiu de caz clădire reabilitată în districtul XII, Viena
- Fig.42 – Detaliu cu evidențierea termoizolării în zona golurilor
- Fig.43 - a,b,c - Replicarea din material sintetic a ancadramentelor fațadei – clădire barocă, districtul XIV Viena, proiect Dipl. Ing. Arh. Leontiu Flaviu Cristian

- Fig.44 - Replicarea din material sintetic a ancadramentelor fațadei și termoizolarea fațadei – clădire barocă, districtul XIV Viena, proiect Dipl. Ing. Arh. Leontiuc Flaviu Cristian
- Fig.45 – Determinări caracteristice pentru un perete termoizolat fără strat aerat
- Fig.46 – Determinări caracteristice pentru un perete termoizolat la exterior cu strat aerat
- Fig.47 - Amplasarea termoizolației la nivelul susolului – studiu de caz clădire reabilitată în districtul XII, Viena
- Fig.48 - Termograma la nivelul subsolului – studiu de caz clădire reabilitată în districtul XII, Viena
- Fig.49 - Planul de situație și fațada principală a clădirii asupra căreia s-a realizat unul din studiile de caz din actuala teză, clădire situată în localitatea Maria Ellend, Landul Austria Inferioară
- Fig.50 – a,b - Exemplu de amplasare a pachetului termoizolator la interior – secțiunile ilustrează nerezolvarea umidității din zidul exterior provenită din intemperii și ape de suprafață la nivelul solului.
- Fig.51– a,b - Exemplu de amplasare a pachetului termoizolator la interior în zona intersecției zidului exterior cu un perete de compartimentare
- Fig.52– a,b - Exemplu de amplasare a pachetului termoizolator la interior în zona intersecției zidului exterior cu un planșeu a – de lemn, b – beton armat
- Fig.53 – Detaliu de cornișă pentru o clădire termoizolată la interior
- Fig.54 – Termogramă cu variația de energie și temperatura la nivelul demisolului pentru o clădire termoizolată la interior
- Fig.55 – Detaliu de izolare în zona golurilor pentru o clădire termoizolată la interior
- Fig.56 – Detaliu axonometric pentru un perete termoizolat la interior
- Fig.57 - Variația temperaturii, umiditatea relativă și montarea termoizolației
- Fig.58 - Variația temperaturii pentru un perete termoizolat la interior cu strat ventilat
- Fig.59 - a,b – Variația temperaturii și detaliu pentru un perete termoizolat pe ambele suprafețe
- Fig.60 – Variația temperaturii și detaliu pentru un perete termoizolat pe ambele suprafețe, folosind un strat ventilat
- Fig.61 – Reprezentare conceptuală a clădirii studiate – fotografie, plan, secțiune
- Fig.62 – Diagrama consumului distribuit de energie
- Fig.63 - Încadrare clasă energetică conform Certificatului Energetic al clădirii existente
- Fig.64 - Diagrama bilanțului lunar al consumului energetic al clădirii in stare inițială
- Fig.65 - Diagrama pierderilor de energie ale clădirii reabilitate
- Fig.66 - Diagrama bilanțului lunar al clădirii reabilitate
- Fig.67 - Încadrare clasă energetică conform certificatului energetic al clădirii reabilitate

1.2 Index de tabele

Tabelul 1 – Noțiuni de calcul al ratei de ventilare necesare

Tabelul 2 - Noțiuni utilizate și determinarea coeficientului global de transfer termic și a conductivității termice

Tabelul 3 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de bazalt

Tabelul 4 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de bazalt marmorat de 60 cm

Tabelul 5 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de argilă, grosime de 60 cm

Tabelul 6 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri din piatră, grosime 60 cm

Tabelul 7 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri din piatră, grosime 50 cm

Tabelul 8 - Determinări pentru zidărie realizată din cărămidă la subsol, grosime 60 cm

Tabelul 9 - Determinări pentru zidărie realizată din cărămidă la etaj, grosime 40 cm

Tabelul 10 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de piatră și cărămidă la subsol, grosime 60 cm

Tabelul 11 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de piatră și cărămidă la etaj

Tabelul 12 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de argilă la parter, grosime: 50 cm

Tabelul 13 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de argilă și var, realizată la parter, grosime: 60 cm

Tabelul 14 - Tipuri de materiale folosite pentru reabilitarea higrotermică pentru fațadele clădirilor istorice conform normativelor austriece și germane

Tabelul 15 - Clasificarea materialelor pentru termoizolație conform normativelor austriece și germane

Tabelul 16 - Determinări caracteristice pentru un perete termoizolat la exterior fără strat aerat

Tabelul 17 - Determinări caracteristice pentru un perete termoizolat la exterior cu strat aerat

Tabelul 18 - Determinări caracteristice pentru un perete termoizolat la interior

Tabelul 19 - Determinări caracteristice pentru un perete termoizolat la interior cu strat ventilat

Tabelul 20 - Determinări caracteristice pentru un perete termoizolat pe ambele suprafețe

Tabelul 21 - Consumul energetic lunar al clădirii în stare inițială

Tabelul 21 - Consumul energetic lunar al clădirii în stare reabilitată

Tabelul 22 - Consumul energetic anual al clădirii în stare inițială

Tabelul 23 - Consumul energetic anual al clădirii în stare reabilitată

1. DEFINIREA CONCEPTELOR DE REABILITARE ȘI PROTECȚIE A CLĂDIRILOR ISTORICE

Reabilitarea clădirilor din centrele istorice europene reprezintă unul dintre cele mai preocupante subiecte pentru cercetare pe termen scurt și lung în vederea creării unor sisteme eficiente din punct de vedere economic și al îmbunătățirii nivelului de viață. În ultimii 20 de ani cercetările din domeniul reabilitării clădirilor istorice și preocupările țărilor dezvoltate s-au îndreptat înspre conceptul de adaptare al clădirilor pentru condiții noi de utilizare, având ca și obiectiv modelul ideal al locuințelor pasive [15].

Realizarea unor politici coerente în obținerea unei dezvoltări urbane durabile precum și adaptarea patrimoniului construit la cerințe noi de consum energetic necesar întreținerii, au îndreptat atenția legiuitorilor și proiectanților către domeniul reabilitării clădirilor istorice sau din areale istorice, reabilitare realizată în lumina standardelor de confort. Noile proiecte și studii de fezabilitate realizate în vederea obținerii unor planuri urbanistice de dezvoltare au în vedere folosirea spațiilor potențiale conținute de clădirile situate în arealele istorice ale marilor orașe, spații obținute prin recompartimentarea clădirilor istorice care nu aparțin patrimoniului istoric, de exemplu spațiul potențial de la nivelul acoperișului, prin reabilitarea termică obținându-se posibilitatea utilizării a unor spații care nu se puteau utiliza datorită lipsei de confort termic. Ultimele reglementări urbanistice europene au în vedere posibilitatea realizării unor studii de impact pentru a putea formula o nouă paradigmă a conceptului de conservare și restaurare a centrelor istorice [42].

Conferințele științifice anuale europene organizate pe tema restaurării patrimoniului arhitectural, congresele de arhitectură și inginerie, expozițiile și simpoziioanele internaționale anuale și bianuale de arhitectură și inginerie cum sunt Bienala de arhitectura de la Veneția, eveniment organizat o dată la doi ani de municipalitatea orașului Veneția, Evenimentele anuale "Teaching Conservation/Restoration - Tendencies and Emerging Problems" organizate de Universitatea Tehnică de la Genoa (Italia), Wärmehbrücken in der Bestandssanierung organizate de municipalitatea orașului Viena, pe lângă multe alte evenimente, analizează și subliniază importanța reabilitării clădirilor istorice în lumina standardelor de confort.

Pe plan local, în România există un efort cu rezultate deosebite în realizarea unor evenimente și conferințe din circuit internațional organizate de Universitatea Politehnica din Timișoara, Universitatea Tehnică din Cluj, Universitatea din Oradea, precum și Universitatea din București și Universitatea de Arhitectură "Ion Mincu" din București, rezultate care au fost surprinse în volume îngrijite și editate de Prof. Dr. Ing. Corneliu Bob dintre care amintesc "IASS Working Group Historical Structures", "Structural Analysis of Historical Constructions", "Studies on Historical Heritage", lucrări care dovedesc o preocupare intensă asupra domeniului reabilitării clădirilor istorice în lumina standardelor de confort, evidențiind metode noi de reabilitare, aspecte istorice arhitecturale, metode și tehnici de investigare și

determinare a defectelor și problemelor structurale apărute la clădirile istorice [17]

1.1. Importanța clădirilor din arealele istorice construite înainte de a doua jumătate a sec. XX

Arealele istorice din marile orașe Europene reprezintă un procent considerabil al zonelor urbane de locuit ce adăpostesc atât funcțiuni de locuire cât și funcțiuni complementare clădirilor de locuit. Dintre acestea putem enumera: spații comerciale destinate magazinelor, agențiilor imobiliare, restaurante și spații pentru deservire culinară; spații destinate birourilor; spații destinate funcțiunilor de adăpostire temporară gen hoteluri, hosteluri, moteluri; spații destinate serviciilor administrative și clădirilor de învățământ; clădiri istorice cu caracter cultural sau spații destinate acestui gen de funcțiune cum sunt: muzee, biserici, centre de întâlnire, organizații culturale. Toate aceste categorii de funcțiuni sunt adăpostite în clădiri istorice și clădiri aflate în arealele istorice din marile orașe Europene. Din acest motiv construcțiile aflate în arealele istorice, pe lângă valoarea pe care o au ca și elemente culturale de referință, reprezintă o categorie aparte de o importanță ridicată în domeniul construcțiilor [3].

O bună parte din aceste clădiri sunt parte a patrimoniului construit având nivele diferite corespunzătoare unei calități istorice, calitate care poate fi determinată prin răspunsul tuturor cerințelor funcționale de care a fost capabilă această clădire, raportat la cerințele funcționale ale timpului în care a fost construită și cerințelor pentru care a fost proiectată[25].

O clădire existentă devine istorică, conform definiției adoptate în cadrul întâlnirii de la Instambul din anul 2001, întâlnirea grupului WG17 al IASS, odată cu tranziția plenar-culturală a societății, clădirea fiind specifică înglobând arhetipuri din epoca și cultura anterioară. Aceste clădiri reprezintă mărturia evoluției tehnologiei de construire, a unui mod de gândire funcțional specific unei epoci, precum și a evoluției stilului arhitectural.

Dezvoltarea marilor orașe s-a realizat în jurul arealelor istorice, care la rândul lor au reprezentat întotdeauna atât un punct de atracție turistică, cât și elementul de referință a localității respective [4].

O parte din aceste clădiri au un regim diferit de funcționare și sunt catalogate într-o categorie aparte, spre deosebire de clădirile considerate istorice pe care definiția de la Instambul le clasifică într-un mod general, și ne vom referi în acest fel la clădirile care au statutul de monument istoric. Arealele istorice ale marilor orașe sunt realizate, în foarte multe cazuri, respectând aliniamentul stradal pe care aceste zone l-au avut încă de la începutul existenței localității respective. Un astfel de exemplu îl constituie tramele orașelor Barcelona, Zadar, Como, Koln, Regensburg care respectă o tramă stradală rectangulară romană. Clădirile care s-au construit au respectat regimul de înălțime, aliniamentul ca și front stradal, păstrând astfel, timp de secole, specificul localității respective. Asocierea de clădiri istorice a dat naștere la arhetipurile urbanistice, care la rândul lor, au constituit elemente de referință în evoluția stilurilor arhitecturale și a dezvoltării teoriilor ce stau la baza

studiilor urbanistice. Clădirile istorice sunt astfel reperele locale care contribuie în mod semnificativ la dezvoltarea orașelor, conservarea unor poli turistici locali și de asemenea reprezintă un fond locativ construit [1].

1.2. Importanța clădirilor de monument

Clădirile de monument istoric sunt clădiri cu semnificație istorică și culturală accentuată fiind considerate semnificative pentru o anumită cultură. Incluziunea unei clădiri în cadrul categoriei de monument istoric este stabilită de organisme internaționale acreditate cum sunt: Icomos (Consiliul internațional pentru monumente și situri istorice) care reprezintă în același timp autoritatea internațională în acest domeniu, alături de Instituția Unesco. În cadrul acestui consiliu, ICOMOS, activează mai multe țări, printre care și România. Pe teritoriul țării noastre există mai multe clădiri recunoscute ca având valoare de monument istoric de către aceste instituții, precum și areale cu valoare de monument istoric (Cetatea Sighișoara) [47].

Pe plan internațional există reglementări privind încadrarea unei clădiri sau a unei părți dintr-o clădire în categoria monumentelor istorice, dintre care cea mai importantă reglementare pe plan European o reprezintă Carta de la Veneția [44]. În România există Legea 422 din 18.07.2001. Clădirile cu valoare de monument istoric în cele mai multe cazuri sunt parte din Patrimoniul Național Cultural, și sunt protejate prin lege. Cel mai important aspect al măsurilor de protejare a monumentelor istorice îl constituie faptul că aceste măsuri de protejare sunt realizări considerate de interes public. Orice intervenție asupra monumentelor istorice, conform tuturor legilor care reglementează protecția monumentelor istorice din Uniunea Europeană, pot constitui cauze de utilitate publică, indiferent de natura proprietarului. Pentru a putea face o distincție între clădirile monumentale și alte edificii cu valoare de monument, vom apela la art. 3 și art. 4 din Legea 422 republicată, articole care definesc noțiunile de monumente, ansamblu și situri. Cadrul legislativ face astfel distincția între cele trei categorii, respectiv:

- monumentul este definit ca fiind construcția sau partea exterioară de construcție care constituie o mărturie cultural-istorică semnificativă din punct de vedere arhitectural, istoric, artistic, etnografic, religios, social, științific sau tehnic [10]. În această categorie, deși acest aliniat legislativ nu detaliază, sunt amintite mai multe categorii de monumente, existând o distincție între monumentul-clădire și monumentul-element artistic, spre exemplu elementele de mobilare interioară și exterioară, lucrări artistice comemorative sau funerare, lucrări artistice de semnificație publică. Atunci când elementele mai sus amintite se găsesc în cadrul clădirilor sau în cadrul arealurilor clădirilor, ele fac parte integrantă a valorii de patrimoniu atribuit acestor clădiri [11].

- ansamblul reprezintă un grup coerent din punct de vedere cultural, istoric, arhitectural, urbanistic ori muzeistic de construcții urbane sau rurale, care împreună cu terenul aferent formează o unitate delimitată topografic ce constituie o mărturie cultural-istorică semnificativă din punct de vedere arhitectural, urbanistic, istoric,

artistic, etnografic, religios, social, științific sau tehnic.¹ Cadrul legislativ în acest paragraf definește noțiunea de ansamblu care are valoare de patrimoniu istoric [39].

-situl este terenul delimitat topografic cuprinzând creații umane în cadrul natural care sunt mărturiile cultural-istorice semnificative din punct de vedere arhitectural, urbanistic, arheologic, istoric, artistic, etnografic, religios, social, științific, tehnic sau al peisajului cultural.

În țara noastră există un organism național care reglementează calitatea de monument istoric aferent unei clădiri, și aceasta este Comisia Națională a Monumentelor Istorice. Este important să realizăm astfel o distincție între monumentele istorice arhitecturale și celelalte tipuri de realizări monumentale cu valoare artistică. În anul 1931 a avut loc primul congres internațional al oamenilor de știință, congres care a avut scopul de a realiza o bază în reglementarea protecției patrimoniului construit. Astfel a luat naștere Carta de la Atena, document care a stat la baza funcționării forului internațional Unesco (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation). Pe plan național în România a apărut în anul 1888 Legea monumentelor istorice. În anul 1892 se înființează Comisia de Restaurări și Renovări a Monumentelor istorice. Prima jumătate a secolului XX este o perioadă înfloritoare pentru domeniul restaurării monumentelor arhitecturale din România, în urma inițiativelor regelui Carol I. În aceasta perioadă apare și decretul regal cu privire la protecția patrimoniului construit. Aceasta perioadă este remarcabilă pentru arhitectura românească, în mod special pentru domeniul restaurărilor, fiind perioada în care s-au realizat primele inventarieri și catalogări ale monumentelor istorice. Au fost realizate peste 5.000 de operații de restaurare și inventariere ale monumentelor istorice [40].

1.3. Scurta istorie a măsurilor de protecție a unui monument istoric

Până în sec. XIX atitudinea societății față de clădirile monumentale, în mod special cele din Antichitate au fost bazate pe alte considerente, putând fi distinse atitudini diferite în diferitele perioadele istorice [38].

- Antichitatea Romană

În perioada antichității romane clădirile monumentale variau ca stil, ele fiind rămășițele antichității vechi ale diferitelor regiuni în care Imperiul Roman se întindea. Imperiul Roman de Răsărit cunoaște cea mai mare diversitate la capitolul clădiri monumentale istorice. Cele mai vechi erau siturile Asiro-babiloniene, templele egiptene precum și ansamblele religioase eleniste. Mărturiile recente istorice pentru antichitatea romană le constituie clădirile și conceptele lăsate în urmă de Alexandru Macedon. Există o mărturie literară lăsată de împăratul Ovidiu : „natura se reînnoiește în mod constant – a crea noul din vechi este de aceea propriu omului“. Ca și măsuri de protecție a monumentelor istorice în antichitatea

¹ Legea 422 art.3, aliniat b

romană putem remarca preocuparea împăraților Augustus și Adrian pentru păstrarea monumentelor antichității grecești. Horațiu a realizat astfel lucrarea intitulată „Exemplaria Graeca”. Un alt element de reglementare a protecției monumentelor istorice în contextul roman l-a constituit Edictul împăratului Maiorianus, care pretindea protejarea edificiilor din respect față de „structura magnifică a vechilor clădiri”[37].

- **Evul mediu timpuriu**

Împăratul roman Teodoric care domnește între anii 471-526 este preocupat de păstrarea măreției Romei și apărarea operelor de artă clasice grecești și romane. Acesta îl numește pe Cassiodorus în funcția de custode al monumentelor romane (curator statuarum), însărcinat cu protejarea statuilor Romei [26].

Pe lângă acestea remarcăm și mărturia lui Teodoric către Sabinus și a lui Teodoric către Argolius, care redau instrucțiuni în vederea restaurării unor clădiri istorice și ziduri de cetate afectate de intemperii. Tot în această perioadă a Evului Mediu timpuriu se remarcă o preocupare față de întreținerea vestigiilor, a lui Papa Gregoriu cel Mare (590-604). Ca și eveniment exemplu al reabilitării și restaurării prin reconversia funcțiunii, remarcăm transformarea Panteonului în biserica Sf. Maria Martira, în anul 608. Carol cel Mare îl numește pe Eginhard în funcția de superintendent al construcțiilor publice[3].

- **Evul Mediu**

În anul 1162 Senatul Romei declară Columna lui Traian ca fiind „obiect protejat”, deoarece Columna lui Marc Aureliu și cea a lui Traian în jurul anului 1119 au fost concesionate pentru a fi folosite ca puncte de belvedere pentru pelerini; s-a constatat nevoia reglementării unor măsuri de protecție pentru aceste edificii. Un eveniment deosebit de important pentru reabilitarea fațadelor unei clădiri istorice îl constituie restaurarea palatului carolingian de la Aachen, restaurare realizată la inițiativa lui Frederich Barbarossa, în sec. XIII [9].

- **Renașterea**

În anul 1337 Petrarca este primul arhitect care realizează lucrări științifice în vederea conservării mărturiilor trecutului. Este prima voce care condamnă distrugerea clădirilor vechi romane. Prima cercetare asupra clădirilor vechi monumentale în perioada Renașterii a fost realizată de Giovanni Dondi in anul 1375. In anul 1466 Flavio Biondo realizează o lucrare de descriere a Romei „Roma instaurata”. Leon Battista Alberti este arhitectul care pledează pentru „corectarea greșelilor mentale realizând manuale de restaurare și realizare a lucrurilor noi „în contrast cu cele vechi”. Alături de Batista Alberti se remarcă Brunelleschi, San Francesco Rimini, Andrea Palladio, Michelangelo și Rafael, care vor pleda pentru „conservarea exemplului anticilor”[45].

Din doctrinele de restaurare și reabilitare ale Renașterii putem distinge ideea recunoașterii valorii creației pentru monumentele vechi prin cercetare, descriere, relevee ca mărturie istorică, lucrări de interpretare artistică și teoretică a acestora. Demolarea bazilicii paleo-crestine Sf. Petru din anul 1506 de către Papa Iulius II a

constituit un moment-reper pentru doctrina de conservare și restaurare a monumentelor vechi. Ca și inițiative de protecție între anul 1452 și 1462 apar primele reglementări care amendează demolarea și degradarea edificiilor vechi din Roma. Între anul 1624 și 1685 toate statele europene aveau o bază legală reglementată de protecție a mărturiilor arheologice. Primul stat care introduce o astfel de lege a fost Regatul Suediei, care în 1666 introduce Legea de Protecție a Antichităților [34].

- **Secolul XVII: perioada barocă până în perioada neo-clasică**

În această perioadă, datorită dezvoltărilor pe fond în alte domenii, de exemplu inventarea tiparului, revoluțiile industriale, tranziția ideologică în societatea europeană, apar fenomene noi care contribuie la dezvoltarea doctrinei reabilitării și restaurării clădirilor istorice. Fațadele clădirilor istorice sunt deja repere pentru marile orașe. Au fost realizate tablouri și replici ale acestora de către pictori faimoși ilustrând piețe publice din marile orașe, obiecte de suvenir- replici ale fațadelor clădirilor istorice, replicarea fațadelor clădirilor istorice pe obiectele ceramice comercializate în statele europene. În aceasta perioadă apar tururile turistice ghidate prin orașele străine precum și a ghidurilor editate în limbile străine [8]. Debutul sec. XVII cunoaște apariția modei colecțiilor de suveniruri, care la acel moment reprezenta de fapt alăturarea unui vestigiu artistic antic cu piese noi. Astfel valoarea culturală nu a mai fost monopolizată de vestigiul antic. Unul din cei mai importanți ani în domeniul restaurării europene îl constituie descoperirea orașului Herculaneum, descoperire realizată în anul 1738. În România există un oraș fondat pe termele romane, care amintește de Herculaneum din provincia romana Campania și anume *Ad Aquas Herculi Sacras* – Băile Herculane. Poziția localității din România cât și specificul exotic pe care l-a avut la un moment dat au determinat dezvoltarea industrială de mai târziu a acestei zone, astăzi ea fiind una din cele mai importante măturii a unei dezvoltări arhitecturale săsești. Suprapusă cu termele romane, iar în sec. XIX completată cu clădiri cu valoare de patrimoniu, în diferite stiluri de la cel Neo-clasic la Art-Nouveau, Eclectic sau Arts und Craft, pentru România Băile Herculane prezintă o resursă inepuizabilă de cercetare în domeniul restaurării și reabilitării fondului istoric construit [36].

La 10 după descoperirea orașului Herculaneum, respectiv în anul 1748, istoria reabilitării și restaurării fațadelor clădirilor istorice cunoaște un nou punct de cotitură, respectiv descoperirea orașului Pompei. Aceasta descoperire a determinat reorientarea multor sculptori, artiști și arhitecți în vederea aprofundării unui nou domeniu și anume cel al conservării ruinelor orașelor antice [29].

În a doua jumătate a sec. XVII sunt redactate o suită de manuale de restaurare, conservare și lexicoane cu privire la metodele de restaurare a clădirilor istorice. Curentul care cuprindea apariția materialelor reglementatoare, devenite un pic mai târziu lexicoane, se numea Enciclopedismul. Sfârșitul sec. XVII cunoaște o suită de perioade și procese în domeniul conservării monumentelor istorice. Revoluția Franceză din anul 1789 are două consecințe majore:

- prima, deosebit de nefavorabilă conservării patrimoniului construit, și anume distrugerea tuturor monumentelor care aminteau de existența feudalismului și

totodată interzicerea oricărui lucru capabil să aducă o mărturie despre secolele trecute;

- a doua consecință a Revoluției Franceze a constituit naționalizarea tuturor bunurilor nobiliare, regale și clericale.

Câțiva ani mai târziu oamenii de cultură din Franța conștientizează efectele devastatoare ale Revoluției asupra fondului istoric construit și astfel urmează o suită de inițiative de formare a unor organisme de gestiune a patrimoniului. Aceste tentative vor cunoaște riposte și desființări repetate, în cele din urmă reușind să se constituie o formă stabilă a acestui comitet. Fiecărei clădiri istorice i se întocmea un referat în care era precizată valoarea cognitivă, valoarea educativă în mod explicit, valoarea estetică și în cele din urmă valoarea economică. Clădirile medievale au fost clădiri abandonate de la orice program de reabilitare și întreținere, și foarte multe dintre ele au fost distruse [28].

- **Sec. XIX**

Apariția primelor doctrine de protecție a patrimoniului construit

Acest secol a debutat prin puternice reflexii ale Revoluției Franceze. Oamenii de cultură din statele europene s-au adunat într-un consiliu special la Viena pentru a discuta realizarea unui act care să concluzioneze necesitatea unui program de conservare a monumentelor.

Primul amendament al întâlnirii de la Viena a fost definirea succesului unui program de conservare, care era definit ca fiind rezultatul existenței unei instituții specializate sau structuri formate din conservatori profesioniști.

Al doilea aspect l-a constituit nevoia realizării unui inventar complex al tuturor monumentelor. Arhitectul Friederich Schinkel a completat, ca o nota doctrinară, prin sublinierea necesității conservării părților vechi, păstrarea materialului original și minimizarea intervențiilor. Astfel, în anul 1818 este emis un decret la Darmstadt, de către Ducele de Hessa, privind realizarea unui inventar complex al construcțiilor istorice din Ducatul Hessa.

Prima consecință a acestui decret a constituit-o chiar înființarea Colegiului de grad înalt al construcțiilor, care avea responsabilitatea de a aviza intervențiile efectuate asupra imobilelor cu importanță istorică. În anul 1820 apar primele servicii descentralizate în orașele Statului Papal, printre care amintim Decretul Cardinalului Pava, care prevedea inventarierea, conservarea și administrarea clădirilor istorice. În anul 1826 este emis Decretul lui Ludovic I al Bavariei care interzicea distrugerea fortificațiilor medievale. Friederich Schinkel a realizat un program de conservare a monumentelor aplicat în Prusia, program care a reușit să împace inițiativele conservatorilor cu ultimele reflexii ale Revoluției Franceze, împărtășite în Europa. Schinkel afirma că monumentele, chiar și cele medievale, aparțin publicului, deci conservarea și restaurarea lor este un act de interes public și național.

Primele restaurări metodice apar însă la Roma. Acestea au fost realizate de Raffael Stern, în anul 1803, prin asanarea vecinătăților Arcului lui Constantin și expunerea pavimentului antic. Raffael Stern împreună cu Giuseppe Valadier vor realiza între anii 1806 și 1820 restaurarea fațadei și a părții estice a Colosseum-ului. În anul 1829 Giuseppe Valadier va restaura Arcul lui Titus printr-o completare stilizată a

parților lipsă. În Grecia Leo van Clenze va realiza în anul 1834 restaurarea Acropolei Atenei reducând intervențiile la minimum, utilizând materialul original fără însă a realiza o reconstrucție completă și o completare a elementelor lipsă. Între anii 1835 și 1826 va realiza anastiloza Templului Athenei Niche [52].

În Franța se remarcă arhitectul Eugen Viollet le Duc, care în anul 1848 introduce un concept nou în materia domeniului restaurării. Acesta face o reabilitare a Catedralei St. Madelaine-Vezelay în care a înlăturat deficiențe de construcție și a realizat reparații ulterioare prin consolidare. De asemenea, din punct de vedere arhitectural, acesta a eliminat părțile gotice și le-a înlocuit cu propuneri romanice. Viollet le Duc afirma că orice porțiune îndepărtată trebuie înlocuită cu materiale mai bune, mai puternice, și într-o manieră fără greșală, astfel ca restaurarea clădirii să îi confere acesteia o speranță de viață mai mare decât cea care tocmai s-a scurs². Viollet le Duc va realiza în anul 1843 o restaurare a Catedralei Notre Dame de Paris respectiv a fațadei acesteia prin înlocuirea ferestrelor din sec. XIII cu unele de tipul secolului XII. A doua operațiune care a aplicat-o acestei restaurări a constituit-o amplasarea de statui luate de la Bordeaux respectiv fațada sudică a transeptului. A mai fost îndepărtată decorația clasicistă și anume fleșa de pe fațadele catedralei [12].

Un alt arhitect francez din aceasta perioada a fost Constant Dufeux care a demolat fațada renașcentistă a bisericii Sf. Laurențiu din Paris înlocuind-o cu o fațada în stil gotic. În Anglia arhitectul Sir George Gilbert Scott a avut o activitate între anii 1818-1878 realizând câteva lucrări de importanță națională, dintre care amintim:

-catedrala Chichester asupra căreia s-a efectuat un amplu proces de cercetare și reconstituirea turnului central;

-un alt proiect important al lui Scott a fost restaurarea West Minister Abby, unde au fost folosite centuri metalice și de contravântuire în arce. Tot la acest proiect arhitectul George Scott a proiectat și coordonat reconstruirea transeptului de nord folosind stilul și rapoartele clădirii existente [13].

Primele doctrine de restaurare a patrimoniului construit

La 30 de ani după Revoluția Franceză, respectiv anul 1815 cunoscut pentru restaurarea Monarhiei franceze, forul cultural francez cunoaște o manifestare a interesului pentru averile naționalizate din timpul Revoluției Franceze. Evenimentul marcant în Franța post-revoluționar îl constituie restaurarea unor monumente istorice în anul 1819 din bugetul Ministerului de Interne. În anul 1830 Ministrul Internelor va realiza un raport pentru Casa Regală care solicita înființarea unei structuri pentru protecția monumentelor. Astfel ia loc nașterea funcției de Inspector General al Monumentelor, în Franța. Rolul acestuia a fost să întocmească un raport detaliat al situațiilor clădirilor istorice precum și măsurile necesare reabilitării și restaurării acestora, acolo unde era cazul. Aceasta funcție a fost deținută de oameni importanți de cultură, însă cel mai remarcant mandat a fost cel al lui Eugen Emmanuel Viollet le Duc [22]. Arhitectul le Duc, prin principiile pe care le-a aplicat, va fundamenta doctrina de restaurare „Doctrina intervenționistă a unității de stil”. Fiind un discipol al lui Pierre Merimee în prima parte a activității sale, Viollet le Duc

² Eugen Viollet le Duc- Dictionnaire raisonne de l'architecture francaise d Xie au XVIIIE siecle

va promova principiul „ primo non nocere” (întâi să nu strici). Acest principiu afirmă faptul că un restaurator trebuie să își asume limitele capacității profesionale și tehnologice corelate cu informațiile pe care le deține. Doctrina de restaurare a lui Merimee susținea o definiție a restaurării, și anume că prin restaurare înțelegem conservarea a ceea ce exista și reproducerea a ceea ce a existat. Viollet le Duc este arhitectul care introduce în practica restaurărilor inovații științifice, linii moderne, analiza completă și critică a construcției precum și redefinirea conceptului întreg de restaurare.³

Un alt personaj care se remarcă în dezvoltarea doctrinelor de restaurare în Franța este Victor Hugo, datorită căruia în anul 1887 apare Legea Monumentelor[23]. Aceasta lege afirmă ca indiferent de natura proprietarului unui imobil (persoană privată sau imobil naționalizat), în funcție de valoarea istorică, întreținerea și conservarea imobilelor cu valoare de monument istoric este de interes național.

În Anglia războaiele napoleoniene au implicații directe asupra percepției spectrului cultural. După o perioadă de o sută de ani spațiul european a devenit unul unitar, imperial și accesibil. Ideologia Revoluției Franceze a avut implicații și asupra programelor guvernărilor locale în mod special asupra lucrărilor de interes public. Fațadele clădirilor istorice încep să fie asimilate, atât în Franța cât și în Anglia, ca fiind elemente cu caracter public. John Ruskin a realizat o lucrare „The 7 lamps of Architecture” în anul 1848, lucrare care pledează pentru sublinierea importanței conservării și restaurării elementelor de arhitectură. John Ruskin pune bazele doctrinei numite „Doctrina antiintervenționistă”. J. Ruskin împreună cu W. Morris vor realiza un compendiu al patrimoniului național istoric, în care, pentru prima dată, au inclus și construcțiile modeste din zonele sărace rezidențiale. Conform doctrinei sale antiintervenționiste, monumentul poate fi consolidat, întreținut, dar într-o manieră invizibilă.

Doctrina restaurării științifice

La începutul sec.XX se remarcă un arhitect care reușește să aducă o nouă interpretare a domeniului restaurării plasând restaurarea monumentelor istorice în cadrul disciplinelor științifice. Acesta se numește Camillo Boito, care pledează pentru păstrarea aspectului pitoresc istoric al clădirilor vechi, precum și un concept nou opus ideologiei stilistice a lui Viollet le Duc, și anume păstrarea intervențiilor realizate asupra momentului în decursul timpului. Camillo Boito considera ca aceste intervenții sunt mărturii istorice importante ale clădirii și contribuie la înțelegerea mai profundă a trecutului său. Este primul arhitect care realizează o demarcație foarte accentuată între domeniul conservării și restaurării. Camillo Boito a realizat de asemenea și liniile de complementaritate dintre operațiile domeniului de conservare și cele din domeniul restaurării. El propune trei tipuri de restaurare care vor rămâne temelia doctrinei științifice de restaurare, și anume:

- „Restauro archeologico” este tipul de restaurare aplicabil clădirilor aparținând perioadelor antice (spre exemplu clădirile Romei antice, Acropola Atenei), acest tip de restaurare fiind o continuare de fapt a investigațiilor arheologice. Operațiunea

³ *

realizată de arhitectul restaurator o constituie definirea unei distincții între nou și vechi, precum și anastiloza.⁴

- „Restauo pittorico” este procesul de restaurare realizat dintr-un număr minim de intervenții și completări aplicabil doar construcțiilor Evului Mediu.

- „Restauo architettonico” este restaurarea realizată prin operațiuni mai vizibile ca și completări necesare și înlocuirea părților lipsă pe care Camillo Boito o recomandă pentru construcțiile aparținând perioadei Renascentiste și ulterioare.

Noua doctrina științifică a restaurării propune câteva linii principale. În primul rând acest curent a considerat că în dezvoltarea orașelor și a centrelor urbane este imperios necesar a se acorda cea mai mare importanță conservării, întreținerii și restaurării clădirilor și monumentelor istorice. Un al doilea aspect îl constituie importanța conservării formei inițiale pe care clădirea istorică a avut-o, fiind introduse o serie de criterii reglementatoare care să îngreuească inițiativele de reconstituire sau completare. Spre exemplu în cadrul construcțiilor antice operațiuni sunt respinse fiind indicate doar operațiunile de anastiloză. Doctrina restaurării științifice conține amendamente cu privire și la regimul de înălțime al vecinătăților, care nu trebuie să fie diferit decât clădirile istorice, ele devenind elementul de maximă importanță al orașului. Tot în reglementările vecinătăților se prevăd și indicații cu privire la structură, care ar trebui să respecte rapoartele clădirilor istorice învecinate, dimensiunile golurilor, care ar trebui să preia ritmul dat de golurile clădirilor istorice vecine, iar înălțimea la cornișa este indicat să fie aceeași cu înălțimea cornișei clădirilor vecine.

Alois Riegl propune o definiție a noțiunii de monument istoric distinct de monumentul ca obiect semnificativ. Acesta afirmă că clădirile de tip monument istoric și-au câștigat identitatea de monument fără ca aceasta să fi fost impregnată la momentul conceperii lor. Din acest motiv, consideră Riegl, cu referire în mod special la fațadele clădirilor istorice, valorile monumentului arhitectural istoric pot fi cuantificate în următoarele capitole:

1. Valoarea mărturiei – determinată de vechime, valoare istorică și marturia unor influențe internaționale;

2. Valoarea actuală- dată de valoarea artistică, ca și obiect arhitectural, precum și valoarea de utilizare, ca bun imobil. Noua doctrină a restaurării științifice identifică un conflict între cerințele de dezvoltare urbană și necesitatea conservării monumentelor istorice. Acest conflict, pe planul construcțiilor, va afecta în mod direct domeniul reabilitării și restaurării fațadelor clădirilor istorice. Foarte multe autorități europene, spre exemplu în perioadele interbelice, au preferat operațiunile înrudite cu anastiloza în detrimentul refacerii ancadramentelor fațadelor afectate după războaie, operațiuni considerate prea costisitoare. Influența reabilitării, conservării și restaurării clădirilor istorice este cuantificată având influențe în toate aspectele vieții, cu o arie de interes și competență care implică istorici, critici de artă, arhitecți, ingineri, arheologi, medici, oameni politici și scriitori.

⁴ Conform Dicționarului Explicativ al limbii române, anastiloza reprezintă procesul de reconstituire al unui obiect distrus parțial, sau al unui relict

Scurt istoric al metodologiei științifice a restaurării

În anul 1904 are loc Congresul internațional al arhitecților ținut la Madrid. Acest eveniment a avut o implicație deosebită în istoria reabilitării deoarece, în cadrul acestui eveniment s-a realizat o clasificare a definirii monumentelor. Astfel s-a realizat distincția între:

- Monumentele vii – sunt monumentele care continuă să servească scopurilor pentru care au fost realizate
- Monumentele moarte – sunt clădirile care nu mai servesc nici unui scop, iar destinația lor a devenit inutilă [31].

- Primul aspect important reglementat în domeniul restaurărilor, în urma acestui congres, l-a constituit faptul că acest domeniu profesional trebuie astfel reglementat

încât profesarea lui să fie realizată doar de profesioniștii în domeniu, respectiv arhitecții diplomați, autorizați, sub supravegherea Direcțiilor de monumente, controale estetice și arheologice ale statului în care se realizează operațiunea. Acești profesioniști urmau să decidă tipul de intervenție aplicabil pentru restaurarea clădirilor istorice, în funcție de valorile monumentale pe care acestea le aveau. Spre exemplu ruinele cetăților sunt considerate monumente moarte, iar operațiunea care se poate realiza este cea de consolidare, anastiloză sau conservare. Clădirile istorice care deservesc activități trebuie restaurate. Congresul a recomandat ca această restaurare să fie realizată într-o așa manieră, încât să fie păstrată unitatea de stil, elementele noi realizate în alt stil decât cel original putând fi înlăturate dacă afectează „echilibrul estetic general” al clădirii. În această perioadă se remarcă restauratorul Paul Clemen, care este autorul conceptului de conservare creativă. Acesta afirma că „îmbrăcămintea poate să fie schimbată, poate fi ornamentată din nou, atâta timp cât ideea este păstrată”. Impactul internațional pe care Congresul de la Madrid și curentul de conservare creativă l-a avut a fost că, în majoritatea statelor europene s-au constituit asociații și organisme naționale care vizau conservarea patrimoniului istoric construit [33]. În anul 1931 are loc cel mai important eveniment considerat de către istorici și restauratori în domeniul restaurării respectiv Conferința de la Atena, conferința realizată cu prilejul organizării de cooperare intelectuală a Societății Națiunilor. Acest eveniment a avut loc ca urmare a recepției lucrărilor de anastiloză de la Acropola Atenei, șantier de restaurare condus de inginerul Nicolaos Balanos. Conferința de la Atena din anul 1931 pune bazele principiilor moderne de conservare a clădirilor istorice [27]. Din recomandările concluzionate în urma acestei conferințe putem aminti câteva linii reglementatoare:

- Îngrijirea monumentului istoric arhitectural în permanență are ca rezultat evitarea procesului de restaurare. Dacă degradările sunt atât de grave încât restaurarea este plinară, este recomandabil ca să se păstreze influența tuturor perioadelor istorice și stilistice pe care clădirea le prezintă. Cele mai multe elemente care mărturisesc o perioadă istorică de timp sunt regăsite în fațadele clădirilor istorice.
- Este recomandabil ca să se utilizeze tehnici moderne de consolidare precum și implicarea profesioniștilor în domeniu, spre exemplu restauratori, cercetători științifici, experți chimiști, biologi specializați în conservare.

- Completări folosind anastiloza.
 - Instituirea unui organism internațional cu privire la protecția monumentelor.
- Rezultatul cel mai marcant al acestei conferințe de la Atena s-a văzut în anul 1933 în cadrul Congresului Internațional de arhitectură modernă, ocazie cu care a fost expusă bine cunoscuta Carta de la Atena. Acest document a constituit un pact internațional pentru reglementarea domeniilor de conservare, reabilitare și restaurare. În acest capitol nu vom dezvolta liniile Cartei de la Atena, deoarece în cap. II este realizat un studiu al acestui document. Ceea ce putem remarca, ca și evoluție, este faptul că acest document a promovat o concepție statistică asupra conservării patrimoniului. Au fost două idei importante și anume evaluarea monumentelor ca și valoare în vederea deciderii efectelor păstrării lor, iar a doua idee nouă introdusă de Carta de la Atena a constituit-o identificarea unor arhetipuri arhitecturale în cadrul monumentelor istorice [32].

1.2. Doctrine de restaurare, conservare și reabilitare a fațadelor clădirilor istorice

1.4.1. Documente care reglementează conceptele de conservare, reabilitare și restaurare

Primul document care reglementează felul în care trebuie realizată restaurarea și conservarea unui monument arhitectural istoric îl constituie Carta de la Atena, emisă în anul 1933 în cadrul Congresului internațional de arhitectură modernă. Acest document înglobează toate recomandările dezbătute în cadrul Conferinței de la Atena ținută în anul 1931, cu ocazia întâlnirii Organizației de cooperare intelectuală a societății națiunilor. Din punct de vedere a concepției asupra conservării patrimoniului, acest document conține două amendamente, pe care le cităm:

- „Trecutul nu poate supraviețui în totalitate, trebuie deci ales cu o deosebită atenție ceea ce trebuie păstrat”.
- „Dacă avem de a face cu o serie mare de obiecte similare, unele pot fi păstrate, altele pot fi demolate”.

O bună parte a concluziilor Cartei de la Atena s-a bazat pe experiențele dobândite din urma celui mai semnificativ șantier de restaurare de atunci, la nivel internațional, și anume Acropola Atenei. Acest șantier a durat aproape o sută de ani, început în anul 1834 de Leo von Klenze. În cadrul acestui șantier s-au realizat măsuri de conservare a Parthenonului (1896), anastiloza colonadei nordice a Parthenonului (1922), Erechtheonul și Propylee (1902-1917). Cel mai important element nou în acest șantier l-a constituit introducerea unor elemente de fier (crampoane, centuri și pene) precum și elemente de beton armat. Inserțiile masive în cadrul acestui șantier au avut efecte dezastruoase asupra monumentului, fiind realizate și completări masive cu cărămidă. În urma acestor experiențe, experții au

avut încă o dată o confirmare a abordării corespunzătoare asupra unor monumete moarte [42].

Carta de la Atena realizează pentru prima dată o reglementare a principiilor de conciliere dintre necesitatea dezvoltării urbane și conservarea monumentelor istorice. Aceasta afirmă că „dacă existența în continuare a unor obiecte semnificative ale unei epoci trecute se dovedește împotriva intereselor orașului, trebuie căutată o soluție de reconciliere”. În unele cazuri, afirmă Carta de la Atena „trebuie păstrată partea memorială, suportul material al valorii memoriale sau istorice, restul poate fi alterat”.

O altă idee remarcantă a Cartei de la Atena influențată în mod direct de noile tendințe în materie de urbanism afirmă că „Cultul valorilor trecutului nu trece peste criteriile justiției sociale”. Carta de la Atena a pledat pentru asanarea construcțiilor dărăpănate sau lipsite de importanță din jurul monumentelor istorice, și folosirea zonei drept spațiu verde [43].

Al doilea document cu importanță sporită în conturarea doctrinelor moderne de restaurare îl constituie „Carta del restauro italiano” emis în anul 1931 și elaborat de Consiliul superior pentru antichități și arte italian. Noua dogmă în doctrina restaurării din acest document definea restaurarea ca fiind o operațiune complexă ce nu trebuie să excludă nici unul din multiplele criterii sau perioade ale existenței monumentului. Acel document acordă o importanță ridicată îngrijirii continue și consolidării monumentelor preluând toate amendamentele Cartei de la Atena cu privire la intervențiile necesare. Acesta pleda pentru folosirea tuturor tehnicilor moderne în ceea ce privește consolidarea, precum și realizarea unui concept armonios în ceea ce presupune găsirea unei utilizări corespunzătoare a clădirilor cu valoare de monument. Restaurarea, din perspectiva italiană de atunci, este amplificată ca și nevoie și rațiune de sentimentele populației, memoria și nostalgia care o prezintă spiritul orașului, precum și de nevoia de utilizare a monumentului respectiv [46].

O consecință directă a acestui document o constituie însăși înființarea Institutului central de restaurare în anul 1939 sub conducerea lui Cesare Brandi. Cesare Brandi a realizat o definiție a principiilor restaurării care constituie o bază de pornire a abordării științifice a conceptului de reabilitare și restaurare aplicat în cercetarea acestei teze. Primele două idei principale emise de Brandi definesc cadrul competenței reabilitării și restaurării. Astfel, restaurarea cu caracter conservator se rezumă doar la opera și materia de artă. Reabilitarea însă, este elementul central capabil să amplifice potențialul clădirii fără a afecta aspectul ei istoric. Pentru Cesare Brandi continuitatea existenței monumentelor istorice ca și monumente vii, este procedeul care asigură conservarea clădirii ca ansamblu în timp. Reabilitarea și utilizarea unei clădiri istorice ca și fapte prezente, amplifică valoarea istorică prin completarea utilității în timp a clădirii.

Opera de artă , în perspectiva Cartei de restaurare italiană, este un concept integral, care are o valoare în totalitate a elementelor constituente, indiferent dacă

acestea sunt fragmentate sau indivizate. Un exemplu de operă de artă cu elemente disipate îl constituiau rămășițele Zidului de apărare al cetății Roma, din care s-au păstrat câteva fragmente disipate în tot orașul.

Analogia, ca și proces de restaurare al operei de artă, din punctul de vedere al Cartei italiene de restaurare, este un domeniu extrem de limitat la mărturia redată cât mai clar și precis a stării autentice a clădirii sau a fațadei. Un astfel de exemplu de restaurare prin analogie, respectând principiile Cartei italiene aplicate prin anastiloză și reconstrucție, sunt centrele istorice ale orașelor germană Leipzig și Dresda. Orașul Leipzig a fost aproape în totalitate distrus și demolat în timpul celui de al doilea Război mondial. Clădirile istorice au fost reconstruite și realizate din nou în aceeași formă folosind aceleași materiale de construire la care s-au adus îmbunătățiri asupra tehnicii de construire, folosindu-se alte sisteme de rezistență.

Conform Cartei de restaurare italiene operațiunile de restaurare a fațadelor clădirilor istorice trebuie realizate în primul rând în perspectiva unei intervenții reversibile, fiind urmărite cu atenție, documentate și descrise toate operațiunile realizate.

Cel de al treilea principiu doctrinar al Cartei de la Roma se referă la integrarea clădirii istorice restaurate. Clădirea restaurată, conform acestui amendament, trebuie să fie recongniscibilă și reperabilă. Operațiunile de restaurare și reabilitare nu trebuie să elimine sau să atenuzeze elementele fațadelor sau părți ale construcției care fac clădirea reperabilă.

Un alt principiu care prevede integrarea clădirii restaurate îl constituie posibilitatea ca orice intervenție ulterioară să fie posibilă.

Carta de la Roma a mai prevăzut și importanța restaurării ruinelor istorice, precum și aspecte ce privesc restaurarea monumentelor de artă. Ne vom rezuma doar la acele aspecte relevante pentru prezentul studiu, care vizează direct principiile de reabilitare și restaurare ale fațadelor istorice, asupra cărora prezenta lucrare contribuie cu dimensiunea standardului de confort.

Al treilea document de importanță capitală în definirea doctrinelor de reabilitare, conservare și restaurare este Carta de la Veneția a conservării și restaurării a monumentelor istorice, emis în anul 1964. Orasul Veneția, pe bună dreptate, a fost considerat de arhitecții ultimelor două secole ca fiind capitala culturală a conservării și restaurării clădirilor istorice. În sine, acest oraș este o expoziție de opere de artă și clădiri monumentale conservate și restaurate. Orasul Veneția reprezintă o cronologie vie, istorică, conținând clădiri cu vechime, unele din secolul V, și cele mai multe din perioada Renașterii. Orașul nu are zone noi și datorită valorii sale monumentale, arhitecții din întreaga lume au fost preocupați de păstrarea și conservarea sa. Congresele internaționale ale arhitecților și tehnicienilor monumentelor istorice s-au ținut la Veneția. Unul din marile proiecte internaționale, care a fost abordat în ultimele șapte decade îl constituie însăși conservarea lagunei venețiene în contextul schimbărilor climatice, a fenomenelor geologice care au

contribuit la creșterea nivelului apei și a probabilității tot mai mari ca laguna să fie inundată [61].

În luna mai din 1964 are loc al doilea Congres internațional al arhitecților și tehnicienilor monumentelor istorice ținut la Veneția. Este evenimentul în cadrul căruia a fost adoptat Documentul Cartei de la Veneția a conservării și restaurării monumentelor istorice. Acest document atrage atenția asupra importanței unui monument istoric arhitectural și subliniază valoarea sa ca și patrimoniu comun. Este inițiativa care încearcă să reglementeze un cadru juridic internațional capabil să responsabilizeze fiecare țară în procesul de conservare a propriei tradiții și culturi.

Definițiile importante ale Cartei de la Veneția redefinesc conceptul de monument istoric arhitectural și conservarea și restaurarea monumentelor istorice. Astfel monumentul istoric se referă atât la opera arhitecturală precum și la ansamblul rural sau urban în care se găsește acest monument. Spre exemplu, în România în zona Banatului, putem distinge casele șvabilor având o tipologie aparte, construite în secolul XVIII, atât ca și clădiri cât și dispunerea urbanistică vizând aliniamentul stradal, configurații și tipologii urbane. Satul Charlotenburg este în sine un monument unic de arhitectură rurală, istorică, fiind singurul sat din România cu o dispunere în jurul unui inel circular central al parcelelor. Monumentul istoric ca și în acest caz, constituie o mărturie istorică a gândirii și planificării unei perioade istorice, și este în același timp și un obiect de artă cu semnificație culturală.

Una din personalitățile citate și amintite în cadrul Congresului de arhitectură de la Veneția a fost Șerban Cantacuziono. Acesta a afirmat că „orice program de restaurare și conservare trebuie să aibă în scris un program de întreținere care să asigure nevoia de conservare”. Conform Cartei de la Veneția conservarea și restaurarea monumentelor istorice sunt condiționate de aplicarea tuturor progreselor științifice, a inovațiilor tehnice, care ajută în vederea protejării patrimoniului arhitectural. Articolul 3 din Carta de la Veneția definește scopul conservării și restaurării clădirilor de monument ca fiind acela de a proteja valoarea de operă și păstrarea mărturie istorice. Articolele 4,5,6,7 și 8 pun bazele doctrinei conservării despre care Carta de la Veneția enumeră câteva principii de abordare:

-conservarea clădirilor istorice cu valoare de monument este asigurată în primul rând de o permanentă întreținere;

-conservarea clădirilor cu valoare de monument și a clădirilor istorice în general este asigurată și de utilizarea clădirii în scopuri compatibile cu conformarea ei spațială;

-clădirea istorică cu valoare de monument este o mărturie istorică care are conexiuni ca și valoare și cu amplasamentul pe care ea a fost construit. Această idee face referire și la posibilitatea strămutării în întregime a unui monument istoric, care are justificare doar în cazul unor proiecte de interes național sau cu o însemnătate deosebită. Acest articol din Carta de la Veneția reprezintă piatra de temelie a conservării și păstrării clădirilor istorice în antiteză cu multe premise ale inițiativelor imobiliare sau proiectelor de dezvoltare energetică sau de altă natură.

Un exemplu a consecințelor dezastruoase rezultate din neaplicarea acestui amendament al Cartei de la Venetia îl constituie, în țara noastră, distrugerea uneia dintre cele mai valoroase și semnificative mărturii istorice pe care România a avut-o vreodată, și anume inundarea insulei Ada Kaleh, ca urmare a construirii barajului Porțile de Fier. Acest sit a conținut clădiri istorice cu o importanță inegalabilă, fiind la un moment dat al doilea pol turistic național. Singura localitate cu dezvoltare urbanistică de factură bizantino-maură realizată de artiști și arhitecți turci, moscheea de pe insulă și zidurile cetății de apărare, toate au constituit un ansamblu care ar fi trebuit, cel puțin, strămutat în totalitate.

Carta de la Venetia definește procesul de restaurare ca fiind o operațiune specializată, realizată cu scopul de a conserva, dar în același timp și de a scoate în evidență toate valorile clădirii istorice, bazându-se pe datele obținute din mărturiile și documentele autentice, precum și pe principiul utilizării materialelor originale. Studiul arheologic și expertiza isotircă a clădirii sunt documentațiile care în mod obligatoriu fac parte din studiul argumentativ al procedurii de restaurare a unei clădiri istorice. Carta de la Venetia aduce o inovație asupra procedurii de restaurare, ca și contribuție umană, reglementând atribuțiile și nivelul de competență, care nu pot fi atribuite unei singure persoane, ci unor colective de specialiști. Carta de la Venetia subliniază faptul că procesul de restaurare și reabilitare a clădirilor istorice trebuie să țină cont de contribuția tuturor perioadelor istorice care și-au pus amprenta asupra clădirii istorice respective. Ca și doctrină de restaurare Carta de la Venetia elimină premiza necesității realizării unei unități de stil, premiză introdusă în a doua jumătate a sec. XIX de către specialistul Violet Le Duc. Toate recomandările Unesco sunt reglementări la care Carta de la Venetia face referire cu privire la descoperirea unor vestigii arheologice sau posibilitatea ca în timpul șantierului de restaurare să fie descoperite situri cu valoare arheologică.

La 40 de ani după apariția și emiterea Cartei de la Venetia apar trei documente care completează Carta de la Venetia și anume:

- Carta orașelor istorice, emisă în anul 1986 la Toledo și revizuită un an mai târziu, respectiv anul 1987 la Washington, documente care completează Carta de la Venetia cu recomandări și reglementări în ceea ce privește partea de urbanism și planificare urbană, respectând tramele inițiale și zonele de protecție istorică.
- Carta grădinilor istorice, document emis la Florența în anul 1982, document care este realizat în spiritul Cartei de la Venetia, făcând foarte multe referințe la acel document, însă cu aplicare în domeniul conservării spațiilor verzi, ca și parcurile realizate în perioade istorice (ex. Grădina de la Schönbrunn, Parcul de la Versailles, parcurile realizate de arhitectul Gaudi, etc).
- Carta protecției și gestiunii patrimoniului arheologic, document emis în anul 1990. Acesta reglementează conservarea unui sit arheologic, fiind o completare a recomandărilor Unesco.

În ultimele două decade ale sec. XX respectiv anii `90 apar alte documente care reglementează domeniul conservării patrimoniului, spre exemplu Carta protecției și gestiunii patrimoniului subacvatic (1996) și Carta patrimoniului vernacular, apărută în anul 1999. Acest document are o însemnătate pentru premisele prezentului studiu, deoarece el definește peisajul cultural, astfel că construcțiile realizate într-o zonă cu un anumit specific, conform acestui document, ar trebui să respecte caracterul local. Carta patrimoniului vernacular pledează pentru păstrarea coerenței stilului arhitectural, al folosirii arhetipurilor locale, precum și utilizarea tehnicilor tradiționale de construcție locale [60].

În anul 1999 sunt emise două documente, și anume Carta internațională a turismului cultural și Principiile conservării structurilor istorice de lemn. Acest document reglementează modalitatea intervențiilor asupra structurilor de lemn, despre care putem reține:

- Din punct de vedere al intervenției asupra structurii istorice de lemn documentul pledează pentru operațiuni reversibile care să nu afecteze conservarea și care să folosească mijloace tradiționale.
- Produsele înlocuite trebuie să fie din același material, ca esență și fibră, cu cele înlocuite, folosind aceeași tehnologie de punere în operă. Acest document nu exclude posibilitatea utilizării unor materiale noi, spre exemplu rășini epoxidice, cu respectarea condiției de a nu afecta proprietățile fizico-chimice ale părților istorice [53].

1.4.2. Principii de restaurare, reabilitare și conservare a clădirilor istorice

În cadrul studiilor care privesc restaurarea ca o știință care se îmbunătățește și completează datorită evoluției tehnice și a posibilităților de găsire a noi modalități de evaluare a stadiilor în care se află o clădire istorică, s-au putut identifica câteva principii pe care le vom enumera:

- Principiul autenticității. Acest principiu promovează folosirea pe cât posibil a tehnicilor și materialelor utilizate în cadrul construcției istorice. Din punct de vedere al execuției, pe lângă folosirea tehnicilor tradiționale, acest concept recomandă folosirea unor tehnici și inovații contemporane, având o condiție- ca acestea să aibă aplicație probată în restaurarea altor edificii. În cazul folosirii lor, trebuie atent evaluate efectele care pot degenera și deasemenea utilizate toate informațiile științifice de care se poate dispune la momentul respectiv.
- Principiul marcării intervenției. Acest principiu pledează pentru marcarea orcarui tip de intervenție, fie că acesta constă în înlocuirea pieselor de ornament, fie că este vorba de elemente structurale, fără însă a afecta unitatea de stil.
- Principiul prudenței „*primo non nocere*”. Acesta pledează pentru o cercetare amănunțită urmată de două faze de verificare.
- Principiul acțiunii minime necesare. Acest principiu pledează pentru intervenții minime în ceea ce privește înlocuirea materialelor, folosirea

tehnici utilizate în intervenție care afectează cel mai puțin clădirea și finisajul acesteia, precum și utilizarea intervenției care conservă materialele originale, înlocuirea materialelor fiind posibilă, după acest principiu, doar dacă ele se afla într-o stare de degradare care nu permite conservarea sau restaurarea lor. Cateva exemple ale acestui principiu sunt repararea zidăriei prin rostuire, completarea părților de acoperiș lipsă sau a tencuiei.

- Principiul reversibilității intervenției. Pledează pentru folosirea unui concept în ceea ce privește restaurarea sau consolidarea unei clădiri istorice, care în eventualitatea apariției în timp a unei tehnici mai bune, poate fi înlocuit [56].

1.4.3. Tipologia intervențiilor asupra clădirilor istorice

În orice tip de intervenție care vizează afectarea clădirilor istorice este necesară realizarea unei etape de cercetare amănunțită a clădirii. Toate documentele la care am făcut referire în acest capitol, care au constituit baza doctrinei de restaurare, baza pe care se fundamentează și contribuția acestei teze, pledează pentru realizarea unei etape preliminare amănunțite de cercetare. Pe lângă intervenții de reabilitare, restaurare și conservare, mai există lucrări care afectează clădirile istorice, în mod special fațadele clădirilor istorice. Dintre acestea amintim:

- Intervenții care presupun demolarea și asanarea unei părți din construcție.
- Necesitatea realizării unor lucrări care să elimine sau să ascundă părți ale clădirii care constituie o mărturie a evoluției sale istorice.
- Lucrări care presupun afectarea elementelor decorative ale fațadelor.

Pe lângă aceste lucrări în cadrul unei intervenții de reabilitare, asupra clădirii istorice pot fi realizate intervenții ce vizează îmbunătățirea standardului de confort sau o utilizare mai optimă a clădirii, lucrări constând în repararea părților structurale, introducerea unui alt tip de instalații electrice, introducerea unui sistem de instalații de climatizare, introducerea unei instalații de prevenire a incendiilor. În acest capitol vom enumera și detalia fazele constituente ale cercetării istorice [67].

1.4.3.1 Expertiza și realizarea studiului istoric

Necesitatea realizării a unui cadru constituit din argumente palpabile pe care să se poată fundamenta deciziile referitoare la tipul de intervenție abordat, constituie scopul unei documentații istorice, care este parte constituantă a unei expertize complete efectuate asupra unei clădiri istorice. Un studiu istoric este întocmit cu scopul de a face de cunoscut etapele prin care clădirea a trecut, autorul conceptului, arhitectii, constructorii, evenimentele speciale realizate în cadrul ei, precum și o evaluare a situației aflate în prezent din punct de vedere al stabilirii valorii monumentale și ca obiect de arhitectură. Acest studiu conține o etapă a unei

investigații științifice amănunțite, precum și o etapă de sintetizare a datelor obținute.

Investigația și etapa de cercetare vor face apel la toate sursele posibile care pot aduce lumină în vederea întocmirii unei cronologii complete a realizării acestei construcții.

Prima etapă a unui studiu istoric complex îl constituie stabilirea surselor de documentare. Dintre sursele folosite, pe lângă documentele istorice existente, tratatele de istorie ale arhitecturii sau descrieri ale clădirii și zonei, o expertiză completă istorică face apel și la literatura de epocă, studiul biografiei existente și date culese din alte mărturii cum ar fi reproduceri grafice întâlnite în tablouri, obiecte de suvenir vechi sau alte elemente decorative care pot vorbi despre istoria unei clădiri. Cercetările iconografice au o valoare deosebită în vederea încadrării lor ca și sursă de documentare, deoarece ele constituie o mărturie a percepției unei clădiri de către autorul respectivei gravuri. Dintre cercetările iconografice putem aminti ștampe, gravuri, fotografiile de epocă, alte genuri de reproduceri grafice [68].

Documentația tehnică are în vedere și cercetarea planurilor și documentelor de sistematizare și urbanism din evoluția localității unde se realizează studiul clădirii respective. În acest proces se va face apel la planuri realizate în etape diferite pentru a determina evoluția frontului stradal, aducând lumină asupra etapelor de dezvoltare a zonelor respective. Documentele din domeniul funciar completează această documentație tehnică cu date referitoare la proprietarii clădirii, a suprafețelor măsurate la un anumit interval de timp, precum și a raportului dintre suprafața construită a clădirii și suprafața terenului aferent acesteia. Această parte a documentației trebuie să facă apel și la planurile existente în cadrul instituțiilor care au eliberat avize de construire, autorizațiile de construire în sine precum și releveele de arhitectură existente asupra edificiilor existente.

A doua componentă a unui studiu istoric care se completează și după ce intervenția propriu-zisă a început, o constituie etapa cercetării arheologice [54]. Etapa cercetării arheologice poate să aducă informații despre datarea exactă a perioadelor de construire, să înlesnească distincția între etapele de construire determinate atât prin recunoașterea materialelor diferite specifice unei perioade de timp și a tehnicii de prelucrare a acestora, cât și prin procedeele științifice de determinare a vechimii materialelor folosite. Un aspect important pe care studiul arheologic, ca și parte constituantă a expertizei istorice îl poate aduce, îl constituie posibilitatea evidențierii existenței altor clădiri mai vechi pe același sit [55].

1.4.3.2 Expertiza și realizarea studiului arhitectural

Cea de a treia parte constituantă a unui studiu de expertizare istorică cu o însemnătate deosebită asupra evoluției fațadelor clădirilor istorice reprezintă faza de cercetare istorică arhitecturală. Această fază va face apel la metode de observare și interpretare a datelor relevante precum și analiza științifică realizată de specialiști din domeniul științifice. Studiul expertizei de arhitectură completează expertiza arheologică aducând o clarificare și mai mare asupra etapelor de realizare a

construcției, a tipurilor de intervenție efectuate până la momentul expertizei, a elementelor care au valoare de patrimoniu precum și a elementelor care conferă atât specificul clădirii cât și subliniază liniile de definire a clădirii.

Expertiza arhitecturală poate aduce o clarificare asupra motivului folosirii unei tehnici de construire, a structurii utilizate și a materialelor alese. Ea poate să facă o distincție între un stadiu inițial al construcției și modificările ulterioare raportate chiar și la elementele de detaliu. Un exemplu bun este și distincția dintre decorația inițială și decorația ulterioară [70].

Ca și procedură de observare directă, expertiza arhitecturală aduce lumină asupra diferitelor perioade de construcție prin identificarea și reperarea unor diferențe de materialitate, textură, întreruperile zidăriei și diferențele de grosime ale acesteia, alăturarea a doua tipuri de structuri diferite, diferențe de aliniament, diferențe asupra tehnicilor folosite, diferențe ca și abordare stilistică. Ca și reperare a operațiunilor ulterioare, expertiza arhitecturală reperează în primul rând încăperi cu forme neregulare în plan, deschideri care sunt blocate, rezolvări structurale atipice, ca de exemplu grinzi sprijinite într-un alt mod decât cele caracteristice clădirii și a tehnicii folosite în perioada când clădirea a fost realizată, modificări realizate la nivelul zidăriei și a structurii de lemn, etc.

Ca și analiză a fațadelor clădirilor istorice putem identifica modificările care s-au realizat în primul rând asupra zidăriei prin: folosirea materialelor de construcție diferite, prezența în zidărie a unor arce sau urme de bolți care indică faptul că au existat anumite goluri, folosirea unor tipuri de rosturi diferite și plinte discontinue. Golurile noi în fațadă pot fi reperate prin analiza montanților și a legaturii acestora cu zidăria. De obicei dispunerea golurilor a fost realizată în conformitate cu planimetria clădirii. Dacă reperăm o diferență de ritm determinantă de alternanța plin-gol, este posibil să beneficiem de o indicare a unei eventuale adăugiri sau modificări. Golurile care au fost realizate într-o etapă ulterioară prezintă și ancadramente diferite. Dispunerea golurilor în fațadă evidentiază și dispunerea planimetrică interioară a clădirii. Un șir de goluri ascendente într-o fațadă poate constitui indicarea faptului că a existat o scară în dreptul acestui șir [71].

Expertiza arhitecturală conține etapa de relevu care presupune o investigare realizată prin cercetare în sit directă, fiind necesar un număr minim de persoane care realizează operațiunile de măsurare. Tehnologia de astăzi permite realizarea unui relevu automatizat prin procedee de radioscopie și fascicol laser, obținându-se un model vectorial tridimensional al clădirii, precum și evidențierea exactă a stării elementelor structurale – tasări, fisuri, aliniamentul rosturilor, conformația ancadramentelor, planimetria șarpantei. Este o metodă care reduce puternic timpul alocat relevului, datele fiind precise, existând posibilitatea realizării unui număr mare de piese desenate raportat la un timp scurt de realizare a relevului.

O altă metodă utilizată în relevu este relevul manual care, la rândul său, este o investigație științifică ce presupune măsurarea tuturor golurilor, a laturilor clădirii, a compartimentării ei, etc. Este o metodă care necesită mai mult timp, presupunând

etapa de investigare prin măsurarea și colectarea datelor, precum și introducerea acestora și interpretarea lor într-un sistem de proiectare. La aceste metode de relevu se poate adăuga fotografia care contribuie la conturarea și clarificarea unor aspecte ce țin de anumite detalii. Prin restituție perspectivă fotografia poate asigura imaginea exactă a unui ancadrament și furnizarea datelor necesare realizării proiecției respectivului detaliu. Aplicațiile fotografiei în domeniul releveelor, folosind tehnicile care derivă din domeniul restituției perspectivei, sunt:

-fotogrametria – procedeu care este realizat folosind dispozitive stereoscopice de fotografiat, având o precizie milimetrică pentru releveele clădirilor;

-fotografia rectificată – care este un procedeu un pic mai sofisticat, însă care oferă o imagine la scara 1:1 a proiecțiilor deduse din fotografie a fațadelor clădirii.

Expertiza tehnică de arhitectură cât și studiul arheologic, în unele cazuri, pot face apel la investigații științifice cum ar fi carotajul, sondajul de material care reprezintă o prelevare a unor mostre din diferite părți ale construcției în scopul aflării profunzimii zidărilor, a posibilelor infiltrații sau a prezenței altor materiale constituente în zidărie. Prelevarea unor părți mai mari de material are scopul de a releva proprietățile fizico-chimice pe care materialele de construcție le prezintă în momentul realizării expertizei.

Alte procedee folosite în procesul de expertizare tehnică a arhitecturii sunt investigațiile interne. Aceste procedee sunt procedee științifice care se realizează cu instrumente specializate de măsurare dintre care amintim:

- Detectarea diferențelor de omogenitate din structură folosind măsurarea frecvențelor ultrasunetelor;
- Procedeu termografiei care este realizat cu ajutorul unor instrumente de măsurare a radiației infraroșii a materialelor, procedeu extrem de important în realizarea unui audit energetic al respectivei clădiri;
- Permeabilitatea zidărilor clădirilor istorice este realizată atât la nivelul suprafeței interioare a zidăriei cât și la nivelul zidăriei exterioare. La nivelul exterior permeabilitatea externă va releva porozitatea reprezentând cantitatea de apă absorbită la un anumit interval de timp. Permeabilitatea internă se va masura cu ajutorul unui foraj vertical arătând nivelul permisiv al posibilității de realizare pentru injectarea zidărilor;
- Endoscopia zidăriei realizată cu ajutorul unor camere foto sau video de dimensiuni foarte reduse;
- Măsuratori cu privire la tensiunile și împingerile interioare din zidărie;
- Măsurarea umidității prin umidimetrie, pirometrie și termografie.

1.4.4 Definirea cadrului de operare al intervențiilor asupra clădirilor istorice

Considerentele care determină alegerea realizării unei operațiuni de intervenție asupra unei clădiri istorice corelate cu datele obținute din expertizele istorice, arheologice și arhitecturale, pot să ne asigure cadrul limitativ al tipului de intervenție pe care o putem realiza.

Cea mai puternică intervenție o constituie asanarea și reconstruirea unui imobil istoric. Templul Philae din Egipt a fost darâmat și reconstruit pe un alt amplasament. Astfel, reconstrucția se poate realiza în primul rând printr-o strămutare. În România biserica Mihai Voda a fost mutată într-un alt sit. Tot un tip de reconstrucție o constituie și realizarea unor clădiri noi folosind aceeași amprenta la sol, același amplasament, același regim de înălțime dar realizarea clădirii este făcută cu o altă compartimentare și într-un stil modern. Totuși, păstrarea înălțimii la cornișă, a conformației spațiale precum și a anumitor elemente caracteristice, contribuie la perpetuarea specificului urban.

Al doilea tip de intervenție îl constituie reabilitarea clădirii istorice. În capitolul I au fost definite aceste concepte și operațiuni care pot fi aplicate clădirilor istorice iar reabilitarea clădirii istorice asigură păstrarea unui stadiu a valorii de monument în cadrul categoriei monumentelor vii. Această reabilitare poate presupune reconformarea spațială interioară, introducerea unor instalații noi în clădire, introducerea unor intervenții în scopul îmbunătățirii standardului de confort. Reabilitarea poate să aibă ca efect modificarea volumetriei ca și ansamblu, sau poate fi realizată fără a afecta volumetria clădirii. În orașul Viena cele mai multe clădiri din arealele istorice au fost reabilitate, iar volumetria de la acoperiș, în foarte multe cazuri, a fost modificată din mai multe considerente.

Al treilea tip de intervenție îl constituie intervenția de restaurare. Aceasta poate fi realizată sub mai multe forme, cel mai simplu respectând principiul intervenției minime, fiind cel folosit în restaurarea Templului zeiței Athena de pe Acropola Atenei, unde procedeul de restaurare a fost anastiloza. Tot în cadrul complexului religios de pe Acropola Atenei a fost folosit un alt procedeu al restaurării și anume reîntregirea logiei cariatidelor din Erechtheion. Arhitectul Mihai Anghel a realizat o intervenție asupra Bisericii Evanghelice din Sebeș, asanând anexele folosind principiul unei restaurări de eliberare. În cadrul Bisericii din Densus, cea mai veche biserică din România realizată din materiale de construcție provenite de la o cetate Dacă, arhitectul Chefineux a reconstituit învelitoarea originală de piatră a bisericii. Arhitectul Emil Costescu a refăcut turlele Diaconiconului și Proscomidiei a bisericii Mihai Voda folosind un procedeu de reîntregire stilistică [39].

Un alt tip de intervenție este conservarea. Limitele care le deducem din efectuarea studiilor asupra acestui procedeu se rezumă la identificarea și eliminarea acțiunilor care determină distrugerea, precum și realizarea unor reparații cu scopul de a preveni evoluția degradărilor. În toate aceste intervenții se vor respecta recomandările documentelor amintite în acest capitol, respectând principiul întreținerii continue și a prevenirii deteriorării [73].

În cadrul operațiunilor de consolidare respectând liniile directe ale Cartelor internaționale cu privire la restaurare și conservare, cadrul limitează intervențiile la necesitatea folosirii tehnicilor tradiționale, acolo unde este vorba de clădiri cu valoare de monument, valoare care se răsfrânge și asupra structurii, folosirea tehnicilor moderne fiind permisă în condiția neafectării percepției ansamblului clădirii și a valorii sale de monument [2].

O a treia categorie a măsurilor de consolidare o constituie și măsurile temporare de consolidare. Cadrul legislativ național și internațional reglementează intervențiile posibile asupra unei clădiri istorice, iar documentele legale aplicabile și pe teritoriul României sunt următoarele:

- Convenția ONU-Unesco referitoare la protecția patrimoniului cultural în eventualitatea unui conflict armat, document semnat la Haga în anul 1954;
- Convenția ONU-Unesco referitoare la mijloacele de prevenire și interzicere a transferului, importului și exportului de bunuri culturale, convenție adoptată în anul 1970, document care definește patrimoniul național al statelor;
- Convenția referitoare la patrimoniul cultural și natural mondial adoptată în anul 1972;
- Convenția referitoare la protecția patrimoniului arhitectural european, Convenție adoptată în anul 1985 la Granada;
- Convenția referitoare la protecția patrimoniului arheologic adoptată la Valetta în anul 1992;
- Convenția europeană a peisajului adoptată la Florența în anul 2000;
- Recomandarea Unesco cu privire la principiile internaționale aplicabile cercetărilor arheologice adoptată în anul 1956;
- Recomandarea Unesco cu referire la salvagardarea frumuseții și caracterul peisajelor și siturilor, recomandare adoptată în anul 1962;
- Recomandarea Unesco cu privire la protejarea bunurilor culturale periclitate de lucrări publice sau private, recomandare adoptată în anul 1968;
- Recomandarea Unesco cu privire la protecția națională a patrimoniului cultural și natural emisă în anul 1972;
- Recomandarea Unesco privind protejarea și rolul contemporan al zonei istorice, emisă în anul 1976;
- Articolul 41 din Constituția României care reglementează proprietatea, exproprierea, interesul general și exercitarea dreptului de proprietate;
- Amendamentele conținute în Codul Penal cu privire la distrugerea de bunuri culturale, distrugere și acte ce aduc pierderi pentru patrimoniul cultural național, distrugerea monumentelor, afectarea monumentelor prin fapte de natura penală, etc;
- Legea 422:2001 privind protejarea monumentelor istorice;
- Ordonanța Guvernului cu privire la protejarea patrimoniului arheologic și declararea unor situri arheologice ca zone de interes național (OG 43-2000 aprobată prin Legea 378 din 2001);

- Ordonanța Guvernului privind măsuri de protecție a monumentelor istorice care fac parte din patrimoniul mondial (OG 47-2000 aprobată prin Legea 564 din 2001);
- Legea 33 -1995 privind exproprierea pe cauză de utilitate publică;
- Legea 5-2000 privind aprobarea planului de amenajare a teritoriului național;
- Legea 350-2001 privind amenajarea teritoriului și urbanismului;
- Legea 453 din 2001 privind autorizarea executării lucrărilor de construcție;
- Ordinul Ministerului Culturii 2032-1999 modificat prin Ordinul Ministrului Culturii și Cultelor nr 2081 din 2001 privind înființarea Comisiei de Atestare în domeniul monumentelor istorice și aprobarea normelor și criteriilor de atestare a experților în domeniul protejării monumentelor istorice, a specialiștilor în domeniul conservării și a specialiștilor în domeniul restaurării monumentelor istorice.

2 CERTIFICARE ENERGETICĂ ȘI CONFORT HIGROTHERMIC ÎN CLĂDIRILE ISTORICE

Pe lângă degradările provenite din deformațiile structurale ale unei clădiri istorice corelate cu un grad avansat de oboseală a materialelor utilizate în cadrul clădirilor istorice care fac imposibilă utilizarea clădirii în orice fel de parametrii, neîncadrarea anvelopei clădirii în limitele care să asigure rezistențe termice specifice, este o sursă a inconfortului higrotermic [35].

2.1 Stabilirea criteriilor de confort higrotermic pentru clădirile istorice

Una din condițiile pe care o clădire trebuie să o îndeplinească este aceea de a asigura un nivel optim de confort, nivel caracterizat de niște valori ale temperaturii interioare și ale umidității aerului interior. Un alt aspect important pentru clădirile istorice îl constituie și încadrarea unei cantități de noxe în parametrii corespunzători din punct de vedere al confortului interior. Foarte multe clădiri vechi nu au un sistem corespunzător de eliminare a noxelor provenite de la sistemele de încălzire sau de la alte surse poluante. Clădirile istorice mai conțin o sursă importantă de disconfort mai prezentă decât în cazul altor construcții. Este vorba de rezultatul în timp lung a formării în urma umezelii de mușgaiuri active. Datorită lipsei reventilării corespunzătoare a spațiului interior corelat cu neaplicarea unor soluții optime de izolare termică sau împotriva apei, a umezelii, de-a lungul anilor s-au format zone sensibile în jurul punților termice, care constituie surse de mirosuri neplăcute, precum și degradări semnificative la nivelul structurii [41].



Fig. 1 – Exemplu de mușgai activ în zidăria de cărămidă a unei clădiri istorice situate în districtul 14 al orașului Viena.

2.2 Confortul termic interior

Confortul termic interior al unei clădiri istorice poate fi satisfăcut prin rata de înnoire a aerului interior variabilă în funcție de destinația încăperilor și a incintei. Prin această înnoire a aerului, se vor atinge valori prestabilite pentru temperatura interioară, umiditatea și conținutul de noxe interior. Modul de ventilare al incintei este calculat în funcție de numărul de ocupanți ai incintei.

Conceptul de reabilitare și restaurare al fațadelor clădirilor istorice presupune o ventilare corespunzătoare a spațiului interior pentru a se asigura valori corespunzătoare ale umidității și temperaturii interioare în vederea unui transfer termic corespunzător. Rata de înnoire a aerului este determinată deci de următorii factori:

- Suprafața interioară și volumul de aer necesar
- Numărul de ocupanți și valoarea admisibilă a conținutului de acid carbonic (între 1% și 1,5%)
- Temperatura degajărilor de căldură
- Cantitățile de vapori din incintă

Valoarea prestabilită în urma măsurărilor și reglementărilor tehnice internaționale arată că producția orară de acid carbonic poate fi calculată după relația $p = 20 \text{ l}$. Ventilația orară corespunzătoare unei persoane este

$$v^m = 34 - 40 \text{ m}^3.$$

Pentru un spațiu public cu un grad de ocupare continuă, ventilația orară necesară persoanelor se va calcula după relația

$$V^m = p/1-0,4 = p/0,6$$

În care 0,4 – reprezintă conținutul de CO_2 al aerului exterior (l/m^3), p – producția orară de acid carbonic.

Confortul termic este caracterizat de acești parametri – umiditate, temperatură interioară precum și nivel de noxe, existând câteva observații experimentale cu privire la comportamentul corpului uman în diferite situații și valori ale acestor parametri. Astfel există următoarele relații:

- Dacă temperatura interioară este mai ridicată, corpul uman pierde mai puțină căldură prin radiație și convecție – apare fenomenul de transpirație. (coeficienții t_i și v_i determină valoarea pierderii de căldură ai corpului uman prin convecție)
- Dacă temperatura interioară este mai joasă, corpul uman pierde căldură prin radiație și convecție (coeficientul t_{mni} determină pierderile de căldură prin radiație)
- Pe timp de iarnă confortul termic într-o clădire istorică va fi asigurat de instalații capabile să asigure
 - Încălzirea corespunzătoare
 - Reglarea conținutului de umiditate în parametrii optimi
 - Ventilație

- Purificarea aerului.
- Pe timp de vară, confortul termic într-o clădire istorică va fi asigurat de instalații capabile să asigure
 - Răcire
 - Dezumidificare
 - Ventilație
 - Purificarea aerului.

Schimbul de căldură dintre corpul uman și ambient asigură determinarea senzației de confort diferită de senzația de cald sau de frig, acest schimb de căldură realizându-se prin convecție, radiație, evaporare și respirație. Parametrii caracteristici pentru determinarea confortului termic sunt:

- Temperatura interioară t_i
- Umiditatea relativă a aerului ϕ_i
- Viteza aerului v_i
- Temperatura medie a suprafețelor interioare ale pereților exteriori ai clădirii t_{mni} [82].

2.1.2 Temperatura interioară t_i pentru o clădire istorică

Temperatura interioară optimă a unei clădiri este determinată în funcție de destinația spațiilor interioare. Această temperatură variază ca și valoarea în funcție de utilitatea pe care spațiul o are. În funcție de aceste destinații, există și grade diferite ale umidității aerului din ele, astfel că valoarea temperaturii optime interioare este corelată și cu nivelul umidității aerului interior. Pentru spații cu destinația de dormitoare spre exemplu, temperatura interioară optimă este de 22 ° C.

În funcție de cerințele pe care clădirea istorică trebuie să le îndeplinească ca și funcțiune, se pot stabili valorile caracteristice parametrilor microclimatului interior. Schimbul de căldură dintre corpul uman și ambient asigură determinarea senzației de confort diferită de senzația de cald sau de frig, acest schimb de căldură realizându-se prin convecție, radiație, evaporare și respirație.

Temperatura optimă interioară pentru o clădire istorică se încadrează în valorile generale predeterminate corespunzătoare parametrilor în funcție de anotimpuri. Astfel distingem:

- **Pentru anotimpul rece – iarna și intra-sezoane**

- Temperatura medie exterioară $t_e < + 20^\circ\text{C}$
- Temperatura de calcul pentru instalațiile interioare $t_i = (+ 20^\circ\text{C} , + 22^\circ\text{C})$

- **Pentru anotimpul verii** temperatura medie exterioară t_e și temperatura medie interioară t_i se vor calcula cu respectarea celor două condiții:

- $t_e - t_i \leq 6 \dots 8 \text{ }^\circ\text{C}$
- $t_i = (t_e + 20) / 2 \text{ }^\circ\text{C}$

Există situația în care dacă spațiul interior conține elemente de valoare patrimonială, care necesită o anumită temperatură de păstrare (de exemplu frescele sau tablourile în ulei), în acest caz temperatura de referință interioară va fi temperatura necesară

păstrării respectivelor elemente cu valoare de patrimoniu. În astfel de situații funcțiunea clădirii este afectată, de obicei sunt funcțiuni ca muzeu, sau spații publice în vederea conservării părților din construcție cu valoare de patrimoniu [14].

2.1.3 Umiditatea aerului interior într-o clădire istorică.

Corpul uman se află într-un proces continuu de schimb de vapori prin respirație. Din acest motiv, corpul uman este sensibil la valori diferite a umidităților relative în spații cu destinații specifice pentru care se vor prevedea valori pentru umiditatea relativă

- φ_{\min} - valoarea minimă (limita inferioară) corespunzătoare umidității relative cuprinsă între 30-35%. Dacă umiditatea relativă interioară va avea valori apropiate cu aceste limite, senzația resimțită este aceea de uscăciune. În spații în care gradul de umezeală crește semnificativ (subsoluri din piatră neizolate corespunzător cu valoare monumentală asupra cărora o intervenție de izolare ar fi imposibilă din rațiuni ce țin de conservarea obiectului respectiv) există posibilitatea ca să se realizeze instalații de dezumidificare. Unele părți cu valoare de patrimoniu necesită menținerea unui nivel de umiditate apropiat de limita inferioară a umidității relative. Aceste spații creează senzația de disconfort. Funcțiunea prevăzută după o eventuală reconversie ar trebui să fie una cu un grad redus de utilizare.
- φ_{\max} - valoarea superioară a umidității relative se stabilește în funcție de cei doi parametri corelați cu intensitatea folosirii spațiului respectiv:
 - temperatura interioară a aerului din incintă t_i .
 - viteza de deplasare a aerului v_i .

Dacă valoarea acestei limite se încadrează între 60-75%, senzația resimțită de corpul uman va fi de zăpușeală. Valoarea necorespunzătoare a umidității relative corelată cu o valoare mică a temperaturii interioare are ca și consecință favorizarea apariției condensului, temperatura de rouă acompaniind intensificarea fenomenului pe



suprafața interioară a zidăriei [56].

Fig. 2 Exemplu de mucegai activ dezvoltat pe fondul unei umidități relative ridicate

2.2 Cauze ale apariției umidității în elementele de construcție ale clădirilor istorice

Principalele cauze ale apariției umidității în elementele de structură ale clădirilor istorice – pereți, planșee, fundații sunt următoarele:

- inexistența sau deteriorarea unei izolații corelată cu variația nivelului pânzei freatice
- creșterea umidității solului corelată cu nivelul ridicat al precipitațiilor din zona respectivă
- condensare interioară datorită impermeabilității sistemului constructiv la circulația vaporilor de apă corelat cu lipsa unui sistem adecvat de aerisire respectiv ventilație
- Lipsa unor termoizolații specifice între spații cu grade diferite de umiditate interioară sau față de exterior
- Defecțiuni ale rețelelor de alimentare cu apă sau ale sistemelor de construcție existând infiltrații.
- Acțiunile apelor de suprafață cu presiune asupra planșeelor și a zidurilor clădirilor istorice [86].

2.3. Certificarea termică și energetică a clădirilor istorice

2.3.1 Importanța proiectării unor măsuri de reabilitare higrotermică a clădirilor istorice

Clădirile istorice în orașele europene reprezintă o însemnată parte a patrimoniului construit, iar aducerea lor la un nivel de exploatare corespunzător cu cerințele actuale asigură conservarea clădirii. Reabilitarea unei clădiri în lumina standardului de confort înseamnă adoptarea unor soluții tehnice care vor asigura îndeplinirea unor criterii de performanță și a unor exigențe corelate cu destinația clădirii. Etapa de proiectare aferentă unei intervenții de reabilitare higrotermică urmărește adoptarea măsurilor necesare și găsirea unor soluții care, puse în operă, să asigure clădirii istorice calități noi care să afecteze pozitiv durata de exploatare a clădirii istorice. Proiectarea higrotermică a unei intervenții de reabilitare higrotermică efectuate asupra unei clădiri istorice, va ține cont și de relația clădire-mediul ambiant fiind focalizată pe schimbul de energie termică și masa de vapori și de aer cedate, primite și necesare clădirii. Expertizarea tehnică a clădirii istorice corelată cu parametrii necesari proiectării higrotermice constituie baza științifică pe care se fundamentează adoptarea soluției tehnice în reabilitarea higrotermică a clădirii istorice.

Măsurile de intervenție și reabilitarea higrotermică a unei clădiri istorice se bazează pe principiile generale de proiectare higrotermică care presupun cunoașterea tuturor parametrilor, atât ai ambianței interioare cât și ambianței exterioare care influențează asigurarea confortului căldurii, cât și a unor metode exacte de expertizare și evaluare a clădirii. Determinarea necesarului unui consum optim de

energie capabil să asigure confortul interior constituie fundamentarea obiectivului energetic ca și definirea a reperului ce trebuie îndeplinit prin intervențiile de reabilitare. Acest lucru este realizat prin cunoașterea unor valori predeterminate reprezentând consumul optim de energie al unei clădiri cu o anumită destinație precum și caracteristicile anvelopei clădirii. Consumul de energie al unei clădiri se realizează prin consumul necesar efectuat de instalațiile de încălzire și climatizare raportat la nivelul de conservare a acestei de către elementele de compartimentare ale clădirii.

Colaborarea dintre toate disciplinele de proiectare asigură stabilirea unor valori optime a consumului de energie necesar clădirii istorice după intervenția de reabilitare, valori de investiție, etape de amortizare a investiției raportate la economia de energie rezultată în urma măsurilor de reabilitare adoptate. Reabilitarea higrotermică a unei clădiri istorice poate fi efectuată chiar dacă există foarte multe linii restrictive menite să asigure conservarea valorii istorice a clădirii, iar prezenta lucrare își propune să aducă o contribuție și în interpretarea documentelor internaționale care vizează protecția patrimoniului [105]. Acest capitol va trata certificarea higrotermică a unei clădiri istorice precum și o contribuție științifică în cadrul acestei evaluări fundamentată pe câteva studii de caz a unor clădiri și complexe de clădiri istorice din orașul Viena.

2.3.2 Reglementări și cadrul legal pentru certificarea termică și energetică a clădirilor istorice

Pe lângă măsurile și legile amintite în capitolul II cu privire la cadrul legal pentru protecția și conservarea clădirilor istorice, certificarea termică și energetică a clădirilor istorice se va realiza și în conformitate cu reglementările aflate în vigoare cu privire la auditul energetic și termic pentru clădirile existente. Astfel există Legea 372/2005, lege privind performanța energetică a clădirilor, act legislativ care se referă atât la clădirile noi cât și la clădirile existente. Prima etapă care vizează obținerea datelor cu privire la consumul energetic al unei clădiri istorice, îl constituie auditul energetic al clădirii care este, la rândul său, o expertiză tehnică care completează etapa de expertizare tehnică generală a unei clădiri istorice. Expertizarea energetică a clădirii se realizează cu instrumente speciale de măsură vizând capacitățile de transfer termic ale anvelopei clădirii, starea instalațiilor și tipul de instalații pe care clădirea le are, sumarizând necesarul de energie pentru asigurarea confortului termic al clădirii. Conform legislației europene care se aplică în toate statele spațiului economic european, în domeniul certificării de performanță energetică există un cadru reglementativ de redactare a datelor obținute din expertiza higrotermică. Toate datele cu privire la starea clădirii, coeficienți de transfer termic, bilanț energetic, performanță energetică a clădirii, sunt sumarizate și redactate în cadrul unui certificat și anume Certificatul de performanță energetică a clădirii (CPE). Acest certificat are un conținut destul de asemănător pentru toate statele spațiului economic european indicând categoria de performanță energetică în care este încadrată clădirea. Nivelul superior de încadrare al performanței energetice corespunde unei clădiri pasive din punct de vedere al consumului de energie. Acest concept al casei pasive precum și procedeele de încadrare al unei clădiri istorice din punct de vedere al performanței energetice, vor fi abordate în acest capitol.

În acest paragraf vom aminti și defini parametri climatici ca prima parte a noțiunilor definitorii atât pentru caracterizarea performanțelor higrotehnice ale unei clădiri, cât și pentru cuantificarea unui bilanț energetic al clădirii. Astfel, din punct de vedere al mărimilor și parametrilor climatici distingem:

- Temperatura. Este o mărime de stare care este definită ca fiind paramentru care indica gradul de încălzire sau de răcire al unui mediu material. Din punct de vedere al reglementării, al proiectării higrotermice, distingem temperatura mediului interior notată cu T_i (exprimată în °C sau K), temperatura mediului exterior notată cu T_e , temperatura mediului interior neîncălzit notată cu T_u . Toate aceste mărimi au valori prestabilite în funcție de destinația clădirilor pe care la găsim în STAS 1907/2-97.
- Regimul termic este paramentru care indică felul în care variază temperaturile mediului interior și cea a mediului exterior. Regimul termic este de două feluri- regim termic staționar sau permanent, care este definit de premiza faptului că temperaturile mediilor interior și exterior nu variază în timp, și regimul termic nestaționar sau variabil, care pornește de la fundamentarea științifică a variației de temperaturi. În cadrul proiectării măsurilor de reabilitare higrotermică a clădirilor istorice, foarte multe operațiuni de proiectare vor folosi metoda simplificată a regimului termic staționar, introducând coeficienți de corecție pentru corespondența soluției în regimul nestaționar. Expertiza tehnică a unei clădiri istorice trebuie să se realizeze determinând valori reale ale variațiilor temperaturii celor două medii pentru identificarea precisă a variației de temperatură, în mod special a mediului interior. Pentru a simplifica procedura de calcul suprafețele unui mediu material sunt considerate suprafețe de pornire în calcul, iar cele care au aceeași valoare a temperaturii poartă denumirea de suprafețe izoterme. În prezentul studiu sunt expuse mai multe diagrame obținute prin măsurarea coeficienților și a rezistențelor termice a mai multor tipuri de zidării din clădiri istorice, iar aceste diagrame conțin și linii care unesc puncte cu aceeași valoare a temperaturii. Aceste linii se numesc linii izoterme. Forma de energie care se propagă între cele două medii cu temperaturi diferite, se numește căldura. Și în proiectarea măsurilor de reabilitare a clădirilor istorice, performanța energetică se bazează pe principiul universal, acela de echilibru termic.
- Caracteristicile regimului staționar. Regimul staționar conține câțiva parametri pe baza cărora putem să determinăm schimburile și transferul de căldură între cele două medii. Acești parametri sunt:

- o Fluxul termic reprezentând cantitatea de căldură aferentă unei unități de timp dat de relația

$$\Phi = Q/t \quad (\text{J/s sau W})$$

Cantitatea de căldură, care este valoarea de energie cedată și primită între două suprafețe cu temperaturi diferite T_1 , T_2 aferente suprafeței A exprimată în m^2 având o grosime d exprimată în metri liniari și conductivitatea termică λ exprimată în W/mk aferentă timpului t exprimat în secunde.

$$Q = \frac{\lambda \times A (T_1 - T_2) t}{d} \quad (\text{J sau Ws})$$

Densitatea fluxului termic prin mărimea care definește fluxul schimbat raportat la unitatea de suprafață Φ/A (V/m^2) [99].

2.3.3 Parametrii de performanță caracteristici fațadelor clădirilor istorice

Realizarea unui audit energetic asupra unei clădiri istorice va avea în vedere caracteristicile indicilor de performanță energetică și a parametrilor elementelor de compartimentare interior-exterior. Astfel, parametrul de bază la care ne referim este rezistența termică, care este definită ca fiind o mărime prin care se masoară opoziția unui mediu la propagarea căldurii. Raportându-ne la o clădire istorică, întâlnim toate cele trei modalități de transfer de căldură, și anume convecție, radiație și conducție termică. Conducția termică este o mărime caracteristică mediilor solide, radiația și convecția termică fiind pentru mediile fluide. Rezistența termică totală este dată de relația $R = R_{si} + R_s + R_{se}$ măsurată în $\text{m}^2 \text{K/W}$. În această relație:

- R_{si} reprezintă rezistența termică a elementului de construcție față de mediul interior fiind măsurată la suprafața interioară a zidăriei sau a elementului de compartimentare fiind definită de relația $R_{si} = 1/\Omega_i$ ($\text{m}^2\text{K/W}$)
- R_{se} reprezintă rezistența elementului de construcție la schimbul de căldură dintre mediul exterior și suprafața exterioară a lui și este dată de relația $R_{se} = 1/\Omega_e$
Valorile coeficienților Ω_i , Ω_e sunt valori prestabilite în standardele și normativele de lucru în funcție de zona climatică, materiale și normative naționale.
- R_s reprezentând rezistența termică a elementului de construcție la schimbul de căldură prin conducție. Această mărime se va clacula în funcție de stratificația zidăriei sau a elementului de construcție căruia dorim să îi determinăm acest coeficient. Pentru elementele de construcție realizate dintr-un singur strat (zidărie de lemn, blocuri de piatră netencuite) vom folosi relația $R_s = d/\lambda$ ($\text{m}^2\text{K/W}$).
Elementele de construcție multistratificate sunt calculate cu relația $R_s = \sum(d_k/\lambda_k)$ ($\text{m}^2\text{K/W}$).
- Un alt coeficient derivat din rezistența termică este transmitanța termică sau coeficientul de transfer termic dat de relația $U = 1/R$ exprimat în $\text{W/m}^2\text{K}$, și coeficientul de cuplaj termic care reprezintă fluxul termic propagat prin suprafața A a unui element de construcție de rezistență termică R , dat de relația $L = A/R$ măsurat în W/K .

Auditul energetic al unei clădiri istorice include ca și coeficienți ai regimului staționar și coeficientul liniar de transfer termic, precum și coeficientul punctual de transfer termic. La aceștia se mai adaugă câțiva coeficienți ai regimului nestaționar cum sunt:

- Coeficientul de asimilare termică al unui material care reprezintă necesarul de căldură pentru a mări valoarea temperaturii a unui strat gros
- Coeficientul de asimilare termică a unei suprafețe care reprezintă cantitatea de căldură necesară pentru a mări temperatura unei suprafețe și este dată de relația $S_j = A_q / A_{ts}$ măsurat în W/m^2K reprezentând raportul dintre amplitudinea densității fluxului de căldură pentru o suprafața de $1m^2$ și amplitudinea de oscilație a temperaturii suprafeței [82].
- Difuzivitatea termică a unui material
- Viteza de propagare a căldurii în material
- Lungimea de undă a oscilației unde de temperatură în material
- Grosimea stratului unor oscilații bruște
- Intervalul de timp $t_x = x/v$ care reprezintă timpul în care unda de temperatură parcurge adâncimea x dintr-un material
- Indicele inerției termice
- Coeficientul de amortizare a amplitudinii oscilației temperaturii
- Coeficientul de defasaj
- Indicele de masivitate termică

2.3.4 Mărimi și coeficienți utilizați în cadrul expertizei și auditului higrotermic asupra clădirilor istorice

În cadrul expertizei higrotermice efectuate asupra unei clădiri istorice o importanță deosebită o constituie determinarea metodei de calcul a difuziei vaporilor de apă prin elementele de construcție. Prima fază a acestui calcul se va realiza în regim staționar. Exemplul alăturat în diagrama inclusă arată difuzia vaporilor de apă printr-o secțiune a unei zidării din cărămida plină a unei clădiri istorice din orasul Viena construită la începutul sec. XVIII. Prima diagramă (A) reprezintă calculul difuziei vaporilor de apă prin elementele de construcție în regim staționar unidirecțional, ținând cont de gradientul de presiune cauzat de mediul mai cald având o umiditate ridicată și un flux cu plan reprezentând fluxul de vapori și fluxul de aer către mediul mai rece, capabil a reține un volum mai mic de vapori de apă. Diagrama B conține termografia respectivei porțiuni de zidărie.

Un alt aspect important în auditul energetic al clădirilor istorice îl constituie identificarea mărimilor și coeficienților care prezintă caracteristicile aerului celor două medii. Astfel distingem următoarele mărimi:

- Umiditate absolută (masa vaporilor de apă conținuți la un moment dat la o anumită temperatură într-un metru cub de aer)
- Umiditatea de saturație reprezentând masa maximă de vapori de apă pe care o poate reține un metru cub de aer la o anumită temperatură
- Umiditatea relativă reprezentând un raport dintre masa vaporilor de apă dintr-o cantitate de aer raportată la limita de saturație
- Presiunea parțială a vaporilor de apă
- Presiunea de saturație a vaporilor de apă

- Temperatura de condens reprezentând temperatura la care un volum de aer ar trebui să ajungă pentru a atinge nivelul de saturație [90].

Din punct de vedere al proiectării higrotermice într-un regim staționar putem realiza calculul rezistenței la permeabilitatea de vapori a unui element de construcție, fie monostratificat sau fie cu mai multe straturi. Datorită faptului că majoritatea clădirilor istorice au suferit degradări această mărime raportată la materialele de construcție constituite în clădirea istorică poate fi determinată dacă se adaugă un coeficient prestabilit calculat în funcție de tipul materialului, vechime precum și rezistențele obținute din expertizele și sondările tehnice realizate în clădiri.

O altă mărime necesară auditului energetic o constituie determinarea cantității de vapori care străbate un element al anvelopei clădirii dat de relația $Q_v = (A(P_1 - P_2)t)/R_v$ în care A reprezintă suprafața elementului de fațadă, R rezistența elementului de fațadă la permeabilitatea la vapori, P_1 , P_2 reprezintă caracteristicile presiunilor celor două ambianțe exterior respectiv interior, în intervalul de timp t. Pe lângă această mărime în calcul se mai folosesc determinarea fluxului de vapori și densitatea fluxului de vapori. Toate unitățile de măsură din proiectarea higrotermică sunt unități de măsură din sistemul internațional SI, folosindu-se transformările de natură energetică din sistemul internațional.

2.3.5. Criterii de performanță în proiectarea reabilitării higrotermice a clădirilor istorice

Prin proiectarea și adoptarea unei soluții de reabilitare termică a unei clădiri istorice, în mod special a intervențiilor la fațadele clădirilor istorice, se urmăresc:

- În primul rând conservarea clădirii prin limitarea fenomenului de condens
- Reducerea factorilor generatori de noxe rezultați din exploatarea clădirii
- Reducerea consumului de energie necesar încălzirii și asigurării confortului interior al clădirii
- Îmbunătățirea calității aerului
- Asigurarea confortului termic interior al clădirii necesar tipului de exploatare și funcțiunii propuse ce urmează a fi în clădirea istorică respectivă.

Îndeplinirea acestor cerințe se poate realiza prin luarea în considerare a tuturor factorilor descriși și mărimilor descrise de expertiza termică și higrotermică a clădirii, a inovațiilor tehnologice și a aportului tuturor specialiștilor implicați în acest proces începând cu arhitectul, restauratorul, inginerul constructor, supraveghetorul de șantier și a executantului.

Primul factor care influențează atingerea obiectivelor propuse prin intervenția de reabilitare îl constituie chiar arhitectura clădirii. Aceasta ne va arăta mai mulți subfactori care contribuie la atingerea criteriilor de performanță și posibilitatea îmbunătățirii lor. În primul rând felul în care o clădire istorică este amplasată, ce fel de vecinătăți are și cât din suprafața ei este expusă la însorire directă, conformația volumetrică a clădirii fiind reprezentată de forma clădirii, înălțimea la cornișă, tipul de acoperiș pe care aceasta îl are, conformația interioară spațială, toate aceste

caracteristici influențează atingerea criteriilor de performanță. Raportul plin-gol din fațadă, dispunerea casei scării și a spațiilor neîncălzite, a gangurilor și a zonelor de trecere neîncălzite sau a pasajelor libere, constituie deasemenea un important factor în atingerea criteriului de performanță și sunt determinanți în alegerea soluției optime de reabilitare [62].

2.3.6. Expertizarea higrotermică a clădirilor istorice

2.3.6.1. Definirea expertizei higrotermice a unei clădiri istorice

Expertiza energetică și termică a unei clădiri istorice îl constituie procesul de cercetare și apoi redactarea concluziilor capabile să expună toate caracteristicile clădirii, ale instalației sale cu privire la izolarea și conservarea termoenergetică a sa. Prin auditul energetic se pot prevedea comportamentele clădirii în cazul uor intervenții, iar auditul energetic este necesar pentru a putea decide o soluție pentru reabilitarea higrotermică a unei clădiri istorice. Prin această expertiză și prin realizarea unui audit energetic se dorește determinarea nivelului de eficiență energetică a clădirii.

În procesul de expertizare termică se are în vedere un sistem de referință pentru comparare, acesta fiind reprezentat de o clădire de referință eficientă termic, a cărei particularități sunt detaliate în normativul NP 049-2000. Clădirea care urmează a fi comparată cu clădirea eficientă, respectiv clădirea la care ne referim (clădirea expertizată fiind clădire de referință) este o clădire reală, având toate particularitățile energetice aduse la nivelul maxim de eficiență energetică. Un astfel de exemplu îl constituie conceptul casei pasive. Astfel, clădirea de referință prezintă modelul care are caracteristicile cele mai apropiate de clădirea expertizată, referindu-se atât la alcătuire constructivă, conformație geometrică cât și utilizarea energiei termice; iar clădirea eficientă termic este o clădire cu care comparăm clădirea expertizată, clădirea eficientă termic având aceleași caracteristici geometrice, conformație spațială, sistem constructiv, însă o utilizare eficientă a energiei termice. Caracteristicile acestei clădiri aduc la lumina consumul optim de energie raportat la utilizarea ei, conformație spațială și cost [63].

2.3.6.2. Certificatul energetic al unei clădiri istorice

Realizarea expertizei tehnice, termice și energetice a unei clădiri istorice precum și parcurgerea unei etape de audit energetic al clădirii istorice scoate în evidență caracteristicile termoenergetice ale clădirii precum și a instalațiilor de încălzire. Cantitățile și indicii de consum energetic raportați la diferite perioade de timp cu calcule și valori defalcate ale consumului de energie necesar asigurării confortului termic precum și a apei menajere, nivel de însorire, sunt evidențiate și redactate în documentul numit Certificatul energetic al clădirii. Acest Certificat se realizează după același normativ european care se aplica tuturor clădirilor, cu specificația că în cazul intervențiilor de reabilitare a clădirilor istorice, atunci când se realizează o intervenție de reabilitare termică, Certificatul energetic va scoate în evidență diferența indicilor de performanță energetică, respectiv anterior intervenției și cel de după efectuarea

intervenției. Acest Certificat va ține cont și de alte aspecte, spre exemplu în normativul austriac al clădirilor în procedul de calcul sunt introduși coeficienți de expertizare care sunt calculați în funcție de vechimea clădirii, a nivelului de degradare, precum și existența unei clădiri eficiente energetic ca model specific pentru clădirile istorice (ÖIB Richtlinien) [104].

Certificatul energetic evidențiază încadrarea clădirii într-o scară de categorii având categorii notate cu litere de la A-J, și subcategorii între acestea notate cu +, ++ . Încadrarea clădirii în una din aceste categorii se realizează în urma calculului unui punctaj corespunzător fiecărei categorii, iar Certificatul energetic arată încadrarea clădirii în categoria respectivă. În calculul punctajului se vor folosi coeficienți pentru nivelul consumului specific de energie, coeficienți pentru prepararea apei calde și menajere, toate valorile de consum care ne vor ajuta să ajungem la unul din punctele importante pe care Certificatul energetic le scoate în evidență, și anume „Indicele necesar de căldură pentru încălzire aferent construcției”. Acest Indice se masoară în kWh/m² an. Normativele europene NP 048 și 049/2000 redau modul de redactare a acestui Certificat și toate aspectele reglementatoare a realizării auditului pentru redactarea Certificatului energetic.

2.3.6.3. Realizarea expertizei energetice a unei clădiri istorice

Expertiza energetică a unei clădiri istorice va evidenția caracteristicile energetice ale clădirii istorice prin măsurarea nivelului de eficiență energetică, nivel de conservare a energiei termice, rezistenței termice ale materialelor de construcție din clădire, precum și starea instalațiilor de încălzire și de asigurare a apei menajere.

Primul obiectiv pe care expertiza energetică îl are în vedere îl constituie investigarea caracteristicilor clădirii. Această etapă este o completare și o revizuire, totodată, a expertizei tehnice și a datelor clădirii istorice. Se au în vedere cinci aspecte distincte care trebuiesc notate și verificate:

- Datele de identificare a clădirii – proiectant, executant, an de construcție, nivel de protecție istorică, valoare monumentală, proprietar, destinație, adresa, număr topografic, date conținute în Extrasul de Carte Funciară;
- Caracteristici legate de sit – zona climatică, respectiv parametrii climatici aferenți, orientare față de soare, puncte cardinale, vânt dominant, nivele de umbră cauzate de vecinătăți, clădiri vecine, timpane, etc;
- Aspecte desprinse din expertiza de arhitectură a clădirii – relevu cu situația existentă a clădirii conținând planurile tuturor nivelelor, secțiuni, fațade, detalii de arhitectură, tablou de tâmplărie, planuri de structură și planurile de instalații. Relevu folosit în această etapă trebuie să fie corespunzător cu situația existentă reflectând toate detaliile necesare- dimensiuni de goluri, grosimi de stâlpi, grosimi de grinzi, grosimile zidurilor, bolților, planșelor,

alcătuirea acoperișului, a cupolelor acolo unde este cazul, sau a lanternourilor. Tot un element important al expertizei de arhitectură îl constituie studiul degradărilor și al deformărilor pe care clădirea le-a suferit. În acest capitol ar trebui să fie incluse toate fisurile, nivele de umezeală rezultate din infiltrații sau inundări, degradări provocate de incendii, aspecte care trebuie descrise în raportul de expertiză de arhitectură. Atunci când aceste aspecte lipsesc este necesar ca documentația aferentă redactării Certificatului energetic să fie completată cu actualizările relevului, măsurători și sondaje efectuate la fața locului („in situ”) cu instrumente specializate în așa fel încât tehnologia și modalitatea de prelevare să nu altereze materialul prelevat. Raportul de expertiză, astfel, va conține datele interpretate de instituțiile sau laboratoarele care vor arăta caracteristicile materialelor prelevate, precum și bultetin de analize actualizate [103].

Al doilea aspect important evidențiat de expertizarea energetică îl constituie procesul de determinare a consumului specific anual de energie necesar încălzirii clădirii, precum și a performanțelor energetice deduse din proprietățile materialelor de construcție. Această evaluare se realizează în trei etape:

- Încadrarea în reglementări tehnice. În această etapă se verifică dacă construcția respectă anumite prevederi tehnice corelate cu funcțiunea pe care trebuia să o deservească, dacă intervenția pe care se propune a se urma are ca și rezultat asigurarea unor condiții în conformitate cu exploatarea ei precum și identificarea unor defecte la nivelul fațadei capabile să puna în pericol exploatarea clădirii.
- Determinările experimentale efectuate în laborator pe baza probelor prelevate din clădirea istorică. Aceste probe pot fi, în unele cazuri, și realizate prin măsuratori care să nu necesite prelevare de mostre. Rezultatul cercetărilor asupra probelor prelevate por evidenția următoarele caracteristici:
 - o Rezistența la compresiune a materialelor
 - o Degradări plastice și procese chimice apărute în cadrul materialelor
 - o Densitatea materialelor
 - o Umiditatea materialelor
 - o Prezența unor microorganisme sau a paraziților în cadrul materialelor poroase

În cazul în care se va realiza o expertizare a clădirii istorice, în care nu sunt necesare prelevări de mostre, cu ajutorul instrumentelor speciale, se pot determina următoarele caracteristici:

- o Gradul de permeabilitate a materialelor de construcție la aer și nivelul de capilaritate a elementelor de construcție. Metodele folosite pentru acest procedeu de expertizare sunt metoda diluției gazului trasor, metoda depresurizării și a presurizării
- o Umiditatea materialelor elementelor de construcție. Aceasta proprietate se poate măsura cu ajutorul umidometrelor electronice.
- o Performanțe energetice de izolare termică, rezistivitate termică a anvelopei clădirii determinate prin termografie, prin infraroșu sau prin termofluxometrie [65].

- Folosind normativile aflate în vigoare se va determina calculul performanțelor energetice și a consumului anual de căldură necesar încălzirii clădirii istorice. Pe lângă normativile NP 048-2000 și 049-2000 se vor folosi și normativile C107/0,1,2,3,5-1997, Ghidul optimizării nivelului de protecție termică la clădirile de locuit (GP058-2000, Ghidul pentru efectuarea expertizelor energetice și termice a clădirilor de locuit GT036-2002). Etapa de calcul a consumului de energie necesar încălzirii clădirii istorice are în vedere caracteristicile geometrice ale clădirii ce urmează să fie supusă auditului. Este necesar a se calcula și a se determina suprafețele anvelopei clădirii raportate la volumul de aer al clădirii interioare realizându-se o distincție între suprafețele spațiilor de locuit și suprafețele și volumele aferente utilităților publice: casa scării, camere de pubele, goluri pentru instalații, lift, logii, balcoane, verande. Casa scării și golul liftului se vor cuprinde în spațiul încălzit însă în raport cu funcțiunea clădirii se va folosi o metodologie de calcul necesar încălzirii acestora, care cuprinde sau nu cuprinde repartiții de valori ale acestor spații, spre exemplu la clădirile istorice cu destinație de locuințe colective spațiile de folosință comună nu se cuantifică ca și consum energetic în realizarea Certificatului energetic aferent unui apartament.

O etapă distinctă de calcul și determinarea eficienței energetice ca parte constituantă a auditului energetic efectuat asupra clădirii istorice, îl constiuie determinarea rezistențelor termice unidirecționale corectate la nivelul fațadei și la nivelul clădirii. Procedeu de calcul al acestor rezistențe determinate de natură și grosimile straturilor constituente în elementele constructive, conductivitățile termice, alcătuirii constructive precum și tipul de tâmplărie existentă sunt reglementate în normativile NP040, NP048 și NP060. Rezistențele termice corectate pe arii caracteristice, ca de exemplu planșee peste subsoluri neîncălzite, planșee pe sol, elemente ale subsolurilor încălzite, elemente vitrate, sunt prevăzute deasemenea în normativile mai sus amintite.

Alte rezistențe termice corectate sunt:

- o Rezistențele termice corectate medii ponderate în funcție de tipul de element al anvelopei. Acest coeficient notat cu R_m se calculează în funcție de rezistențele termice corectate pe ariile pe care se referă A_j al unui element al fațadei, cum ar fi:
 - Bosaje realizate din materiale distincte, ca de exemplu materiale turnate sau piatră cioplită;
 - Ancadramente pentru goluri realizate din ipsos sau material lemnos sau piatră;
 - Bazoreliefuri, triglife și profile caracteristice cornișei;
 - Caracteristicile tâmplăriei și ancadramentelor conținute de tâmplărie;

Rezistența termică corectată medie ponderată se calculează după formula:

$$R_m = \frac{\sum A_j}{\sum (A_j / R_j)} \quad (\text{m}^2\text{K/W})$$

- o Rezistența termică corectată medie pe anvelopa clădirii;
- o Număr de schimburi de aer/oră;
- o Coeficientul global volumic de pierderi de căldură;
- o Număr anual de grade / zile calcul;

- Coeficientul de corecție C care are valori prestabilite în GP 058-2000 , NP 048-2000
- Aporturile de căldură din surse interne Q_i
- Aportul de căldură din radiația solară Q_s . Acest coeficient are valori prestabilite în normativul GP 058-2000
- Calculul consumului de energie necesară încălzirii clădirii. Acest indice se înscrie în Certificatul energetic arătând necesarul de căldură pentru încălzirea construcției și fiind un indice de performanță.

Toate aceste rezistențe și toți acești coeficienți amintiți mai sus reprezintă coeficienți în funcție de care clădirea se poate înscrie într-o grilă de categorii. În funcție de consumul specific anual de căldură necesar încălzirii și în funcție de valorile coeficienților mai sus amintite, valori înscrise în normativele NP 049, clădirea istorică se poate înscrie în grila de performanța a Certificatului Energetic. Aprecierea pe grila de categorie se realizează prin compararea acestor valori cu caracteristicile clădirii de referință. Modalitatea în care vom defini clădirea de referință respectă metodologia cuprinsă în NP 048-2000, NP 049-2000, NP 060-2002 și C107/1-1997, metodologii care conțin modalitatea de apreciere și comparare a unei clădiri existente cu clădirea de referință, cu specificarea că, clădirea noastră de referință este o clădire istorică cu elemente noi care amplifică rezistențele mai sus enumerate. Clădirea de referință pe care am definit-o este o clădire virtuală cu valori prestabilite în normativul NP049-2000 având aceeași formă geometrică, volum, suprafața cu cea a clădirii reale, suprafețele elementelor de construcție transparente (ferestre, uși), distribuiri ale suprafețelor vitrate.

Calculul performanțelor termo-energetice ale acestor clădiri de referințe se vor realiza cu ajutorul tuturor coeficienților enumerați și amintiți în normativele tehnice rezultând valori pentru rezistențele termice medii corectate pe anvelopa clădirii, coeficientul volumic al pierderilor de căldură și aportul de căldura solară. Astfel putem să încadrăm clădirea istorică expertizată în categoria performanței termoenergetice. Valorile astfel obținute ne ajută să realizăm și diferența dintre clădirea expertizată și valoarea cea mai apropiată clădirii de referință.

A doua comparație o constituie comparația cu mai sus amintita clădire eficientă energetic. Și această clădire prezintă valori termice medii corectate pe anvelopa clădirii, coeficient volumic de pierderi de căldură, pe lângă acestea, coeficientul $C^{(e)}$, coeficient care reflectă performanțele sistemului de încălzire, performanță caracterizată de parametrii cu valori prestabilite. Astfel vom putea deduce o diferență a consumului de căldura necesar încălzirii clădirii expertizate raportat la consumul de căldură necesar încălzirii clădirii eficiente din punct de vedere energetic. Ultima etapă a expertizei energetice a clădirii o constituie realizarea Certificatului energetic care se întocmește conform modelului și prescripțiilor din normativul NP 049-2000. Prevederile din acest normativ de redactare se completează cu directivele europene aflate în vigoare cu referire la redactarea Certificatului energetic realizându-se și o anexa a acestuia cuprinzând bilanțul anual al consumului de energie estimat și detalieri lunare ale acestuia [64].

Certificatul de performanță energetică amintit mai sus, conform Legii 372/2005, se realizează conform capitolului VI și VII având un termen de valabilitate de zece ani de la data emiterii, iar redactarea lui, conform Legii, este întocmită doar de auditori autorizați de stat. Actele normative cu referire la capitolele performanței energetice aplicabile în România sunt

- Normativ privind igiena compoziției aerului în spații cu diverse destinații în funcție de activitățile desfășurate NP 008-1997
- Normativ pentru calculul termo-tehnic al elementelor de construcție ale clădirilor , indicativ C107/2005
- Normative privind realizarea sticlei pentru construcții cu referire la caracteristici luminoase și vitrare solară, transmitanță termică și metode de calcul: SR EN 410/2003, SR EN 673/2000, SR EN 673/2002, SR EN 673/2004
- Standardele de performanță a clădirilor reglementând performanța termică, calculul necesar de încălzire și factorii de luat în considerare.

SR EN ISO 832/2002, SR EN ISO 832/2002/AC/2002/AC/2003, SR ISO 6240/1998, SR ISO 6241/1998, SR EN ISO 6946/1998

- Standardul de calitate privind performanța termică a clădirilor cu referire la părți și elemente de construcție evidențiind metoda de calcul pentru rezistența termică și transmitanță termică SR EN ISO 6946:1998/A1:2004
- Standardul de performanță privind mărimile fizice și definițiile lor pentru performanțele izolațiilor termice

3. CONDIȚII ȘI NOȚIUNI NECESARE PENTRU REALIZAREA CONFORTULUI INTERIOR ÎN CLĂDIRILE ISTORICE ȘI CAUZE ALE DEGRADĂRII STRUCTURALE ALE ACESTORA

3.1. Noțiuni generale

În acest capitol voi expune noțiunile și baza teoretică definitivă care definesc condițiile pentru realizarea confortului interior în clădirile istorice.

3.1.1 Conceptul de transfer de aer

În procesul de reabilitare higrotermică a clădirilor istorice, abordarea condițiilor de realizare a confortului interior este diferită față de reabilitarea clădirilor existente realizate după metode moderne de construcție. Ca și condiție universală, etanșarea la transferul de aer constituie o condiție și o cerință esențială ca influență a confortului ambiental. Detaliile și modalitățile de atașare sunt prezentate în prezentul studiu la nivel de studiu al soluțiilor existente precum și prezentarea și tratarea unor contribuții în acest domeniu ca și componente ale proceselor de reabilitare structurală și higrotermică a clădirilor istorice.

Clădirile istorice sunt expuse la schimb și transfer de aer care pătrunde prin toate golurile, prin perimetrul ferestrelor și ușilor, fisuri, orificile sau străpungerile de la nivelul fațadei. Din acest motiv calitatea finisajului exterior al unei clădiri istorice are o importanță deosebită din punct de vedere al etanșezării clădirii la transferul de aer. Fisurile la nivelul fațadei pot apărea în următoarele cazuri:

- Oboseala materialului la nivelul tencuiei
- Defecte structurale cauzate de tasarea fundațiilor sau deplasarea unor părți din zidărie
- Colmatarea unor porțiuni de material din jurul golurilor – geamuri, uși, goluri pentru uz tehnic (cabluri, elemente de prindere a balustradelor, a jgheburilor, ancadramente istorice etc).

Elementele care influențează deplasarea aerului sunt:

- Presiunea interioară a aerului, presiunea atmosferică
- Deplasarea mecanizată a aerului în interior provocată de instalațiile de aer condiționat, ventilare, încălzire
- Ascensiunea aerului

Aerul se deplasează sub influența celor trei elemente, prin aceste fisuri și în funcție de direcția de deplasare putem caracteriza fenomenul:

- Infiltrație – când aerul se deplasează de la exterior spre interior
- Exfiltrație – când aerul se deplasează de la interior spre exterior

3.1.2 Noțiuni utilizate

Clădirile istorice conțin spații care necesită o ventilație cu o frecvență în foarte multe cazuri mai mare decât clădirile noi. Vom utiliza un coeficient amintit de normativele SR EN și în acest caz ne vom referi la Coeficientul de pierderi termice notat cu **Hv**, care apare în mod special în cazul aerisirii definit ca fiind rezultatul produsului dintre:

- capacitatea termică volumică $\rho a \cdot c_a$ ($1200 \text{ J/m}^3\text{K} = 0,34 \text{ Wh/m}^3\text{K}$)
- debitul mediu volumic de aer - V_v (m^3)
- numărul de schimburi de aer pe oră (h-1), o constantă a căror valori sunt prezentate în normativul SR EN ISO 13790 din 2004, tabelul MC001-2006. Valoarea suplimentară în funcție de natura rosturilor, a tipurilor de geamuri – starea în care geamurile clădirii se regăsesc în documentul STAS 1907 – 1/97.

$$Hv = \rho a \times c_a \times n_a \times V_v$$

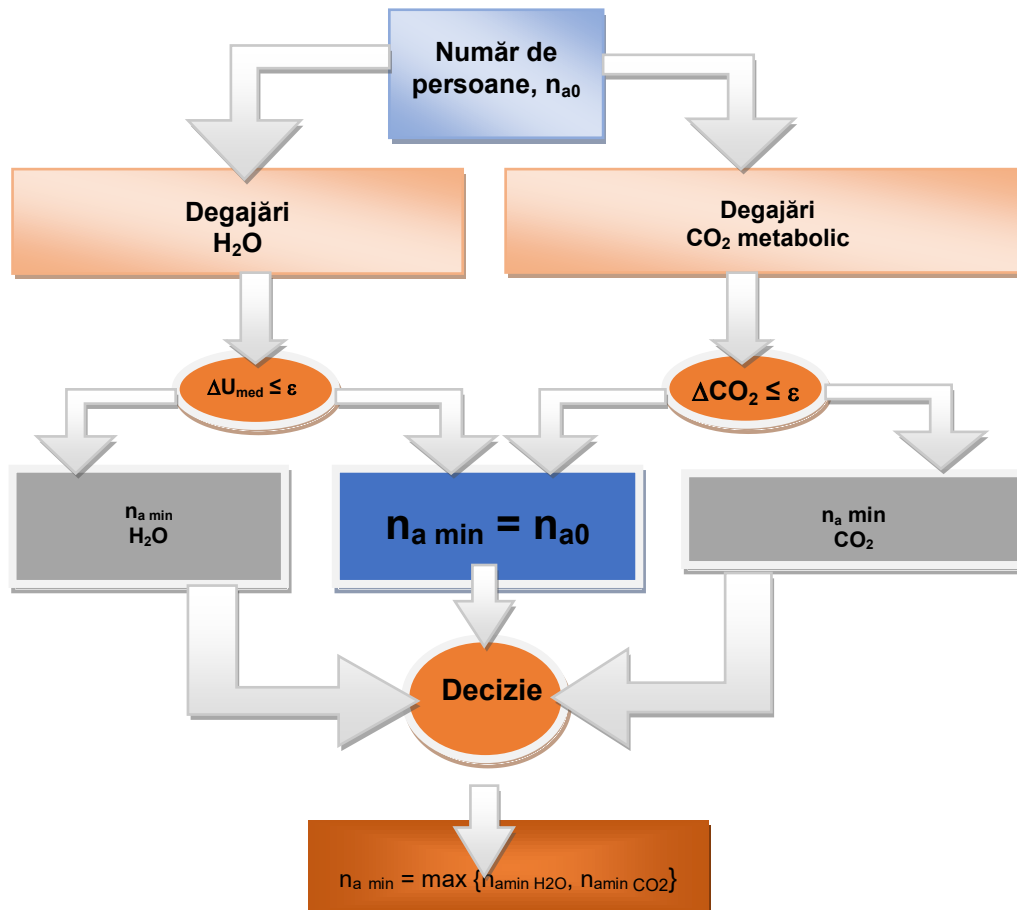


Fig 3 Determinarea consumului de energie primară și degajărilor de CO₂ [83].

Condiții de menținere a confortului fiziologic:

C1 - valoarea concentrației de CO2 (document recomandat NP 008-97) să fie 1600 mg/m³ (cca. 0,05%).

C2 – Valoarea concentrației vaporilor de apă să nu depășească valorile (conform NP 008-97):

- 15.400 mg/m³, în regim de vară, pentru conținutul de vapori de apă în aer.
- 9.450 mg/m³ în regim de iarnă, pentru conținutul de vapori de apă în aer.

Rata de ventilare necesară, exprimată prin numărul necesar de schimburi de aer între interior și exterior:

$$C_{ex} + C_0 \exp(-n_a t) + \frac{N_{pers} \cdot g}{n_a \cdot V_a \rho_a} [1 - \exp(-n_a t)] = C_{max}$$

$$n_a = \frac{N_{pers} \cdot g}{(C_L - C_{ex}) V_a \rho_a} \text{ [h}^{-1}\text{]}$$

Notiune	Explicații
C0	concentrația de noxe minimă ca urmare a ventilării naturale a incintei
Cex	concentrația de noxe caracteristică mediului exterior natural
Cmax	concentrația maximă de noxe din spațiu ocupat, la momentul - tf
CL	concentrația de noxe maxim admisă în spațiul ocupat
Npers	numărul de persoane din incintă
G	debitul de noxe degajat de o persoană
Va	volumul de aer din incintă exprimat în m ³
na	rata de ventilare, în h ⁻¹
tf	timpul la care se încheie activitatea din spațiul ocupat, în s
Pa	densitatea aerului, în kg/m ²

Tabel 1 – Noțiuni de calcul al ratei de ventilare necesare

3.2 Pierderile de aer într-o cladire istorică

Pierderile de aer într-o clădire istorică reprezintă un capitol care include foarte mulți factori care influențează nivelul de pierdere. Cel mai important criteriu de clasificare îl constituie vechimea clădirii corelată cu sistemul constructiv. Clădirile mai vechi având elemente de compartimentare cu grade de porozitate ridicată și care prezintă stări de degradare mai avansate sunt clădiri care au pierderi de aer mai mari.

Elementelor de compartimentare în funcție de materialele din care sunt alcătuite (pereți, planșee, scări interioare) le corespund valori diferite de pierderi de aer având limite cuprinse între 10% și 70% la care se pot adăuga între 15% și 20% valori procentuale corespunzătoare pierderilor de aer pentru porți, uși, ferestre respectiv 5% o valoare medie corespunzătoare coșurilor de fum, sobe, cămine, șeminee. Având în vedere punctele nevralgice ale pierderilor de aer corespunzătoare unei clădiri istorice putem distinge:

- Accese către nivelul acoperișului, lucarne, elemente de aerisire
- Decorațiunile din jurul golurilor, pervaze și umplutură
- Coșuri de fum, hornuri și ghene de aerisire interioare
- Uși și ferestre
- Aplice la nivelul tavanului, tavanele dedublate
- Intersecția elementelor de compartimentare – pereți interiori și exteriori, planșee, scări interioare
- Prinderi corpuri de iluminat, prinderi de încadrăminte interioare
- Conducte de instalații, întrerupătoare și doze
- Uși și ferestre
- Rosturi la centuri, grinzi de lemn, intersecții cu planșee, etc [63].

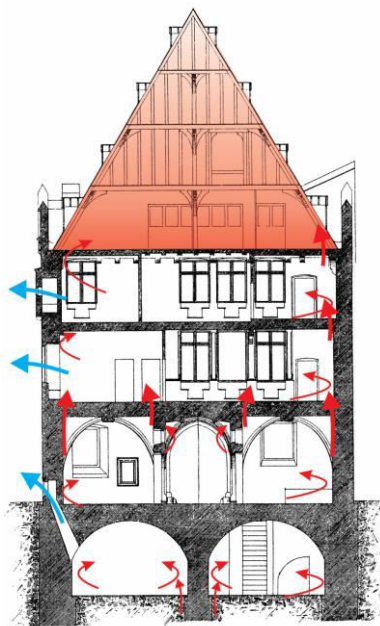


Fig 4 – Pierderile de aer într-o clădire istorică – secțiunea caracteristică de pe fond, din arhiva de stat Dresda, Germania

3.3 Evaluarea necesității pentru etanșare

Procesul evaluării necesității pentru etanșare reprezintă o etapă fundamentală în orice operațiune de reabilitare a unei clădiri istorice din perspectiva cerințelor standadelor de confort. Primul pas îl reprezintă o analiză concomitent cu studiul expertizei de arhitectură a tuturor posibilelor surse de pierderi și infiltrații de aer. În funcție de natura sursei, se poate alege soluția tehnică pentru etanșeizare sau

eliminarea sursei de infiltrație. Printre zonele cele mai expuse la fenomenul pierderilor de aer putem aminti următoarele categorii care ar trebui să constituie obiective obligatorii în efectuarea analizei pentru determinarea pierderilor de aer:

1. Defecte structurale – fisuri și crăpături la nivelul pereților, planșeelor, scărilor.
2. Îmbinările elementelor de compartimentare
3. Îmbinarea structurii șarpantelor (spre exemplu cele gotice) cu pereți timpan
4. Goluri la nivelul pereților exteriori

Un punct nevralgic din perspectiva pierderilor de aer, aspect amintit mai sus însă cu o importanță deosebită în cadrul clădirilor istorice îl constituie planșeul. Planșeul ultimului nivel în cele mai multe cazuri este elementul cu cele mai multe puncte de infiltrații de aer. Aceste zone se regăsesc în jurul elementelor ce penetrează structura planșeului cum ar fi:

- Coloane de instalații (electrice, încălzire) precum și elemente de instalații
- Coșuri de fum
- Goluri pentru scări rabatante în pod
- Trape de acces

Măsurile de etanșare a unei clădiri istorice sunt parte a procedurii de reabilitare în lumina standardului de confort, fiind în același timp un aspect necesar pentru armonizarea utilizării clădirii cu standardele de confort aflate în vigoare. De asemenea etanșarea clădirii constituie un aspect reglementat de Legea 10/1995, normativele europene ÖIB Richtlinie, ÖNorm, etc. Etanșarea asigură o mai bună realizare a confortului interior, eliminând infiltrațiile și exfiltrațiile de aer, diminuând valoarea sarcinii termice suplimentare necesare încălzirii clădirii istorice respective. Etanșarea unei clădiri istorice nu se poate realiza fără a asigura un sistem de ventilație intern paralel cu aerisirea și ventilația naturală.

Nerealizarea unui astfel de sistem are ca și primă consecință apariția mușcăiurilor active ca urmare a ridicării gradului de umiditate interioară. Efectele secundare vizează întreaga clădire – finisaje deteriorate, pierderea capacităților și proprietăților fizice ale materialelor, degradarea rapidă a elementelor structurale de lemn, etc.

Neprevăderea unui sistem de aerisire cu flux continuu, acționat electric, în reglementările austriece, declassază categoria de încadrare a clădirii în clasa de calitate a certificatelor energetice [66].

3.4 Determinarea coeficientului global de transfer termic și a conductivității termice

3.4.1 Definire

Coeficientul global de transfer termic k (Notat în actuala teză cu U_{wert} așa cum îl notează standardele – german, elvețian și austriac - ÖNORM) și a conductivității termice echivalente λ_e sunt noțiunile principale pentru subiectul abordat de actuala teză cu privire la reabilitarea termică în lumina standardului de confort.

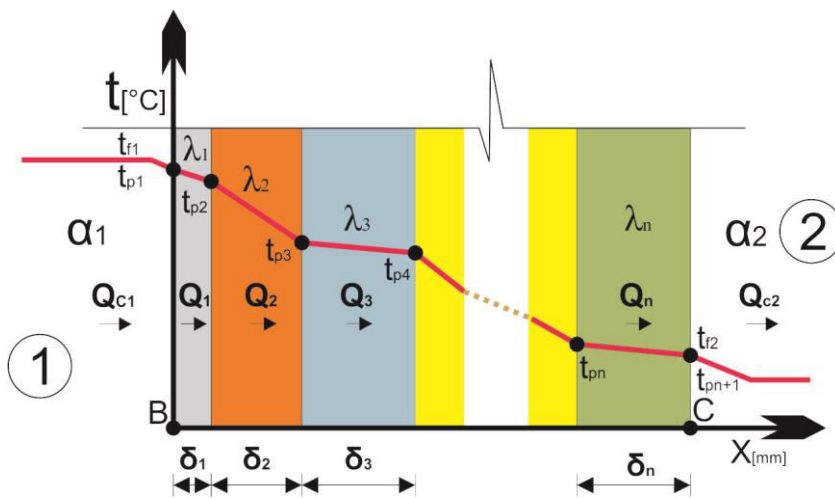


Fig. 5 - Schimbul global de căldură are loc între doua fluide, desenat Arh. Leontiu Flaviu Cristian

Schimbul global de căldură are loc între doua fluide – fluidul 1 și fluidul 2, despărțite printr-un perete având:

- grosimea totală $\delta = \delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_n$,
- compusă din n straturi [61].

Schimbul global de căldură este realizat din succesiunea transferului termic prin:

- **convecție și radiație** între fluidul 1 de temperatura $t_{f1} > t_{f2}$ și suprafața B a peretelui de temperatura t_{p1}
- **conducția termică prin peretele neomogen** (format din straturile de grosime $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$ având conductivitățile termice $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$),
- **convecție și radiație de la suprafața C a peretelui** de temperatura t_{pn+1} la fluidul 2, având temperatura $t_{f2} < t_{pn+1}$.

3.4.2 Noțiuni utilizate și determinarea coeficientului global de transfer termic și a conductivității termice

Denumirea noțiunii	Relația de exprimare, formula de calcul	Explicații, relații utilizate
Densitatea fluxului de căldură - q	$q = Q/A \quad [W/m^2]$	Fluxul termic (cantitatea de căldură transmisă în unitatea de timp) pe unitatea de suprafață. A – aria suprafeței de schimb de căldură, [m ²].
Coeficientul de transfer termic de suprafața α	$\alpha = \alpha_{conv} + \alpha_{rad} \quad [W / (m^2 \cdot K)]$	α_{conv} - coeficientul de convecție termică, în W / (m ² K)
Transferul de căldură dintre fluidul 1 și suprafața B	$Q_{c1} = \alpha_1 A (t_{f1} - t_{p1}) \quad [W]$	α_1 - coeficientul de transfer termic de suprafața de la fluidul I la perete, în W / (m ² K) $t_{f1} - t_{p1} = Q_{c1} / \alpha_1 A \quad [^\circ C]$
Fluxul de căldură transmis prin primul strat al peretelui	$Q_1 = \lambda_1 / \delta_1 \quad [W]$	λ_1 este conductivitatea termică a primului strat, în W / (m · K) $t_{p1} - t_{p2} = (\delta_1 / \lambda_1 A) Q_1 \quad [^\circ C]$ – Diferența de temperatură pe stratul de grosime δ_1 a peretelui $t_{p2} - t_{p3} = (\delta_2 / \lambda_2 A) Q_1$ $t_{pn} - t_{pn+1} = (\delta_n / \lambda_n A) Q_n$ $t_{pn+1} - t_{f2} = Q_{c2} / \alpha_2 A$
Coeficientul global de transfer termic - k (U _{wert})	$U_{wert} = K = 1 / (\alpha_1 + \sum(\delta_i / \lambda_i) + 1 / \alpha_2)$ Se exprimă în [W/(m ² K)]	$Q = A(t_{f1} - t_{f2}) 1 / [1 / (\alpha_1 + \sum(\delta_i / \lambda_i) + 1 / \alpha_2)] = k A (t_{f1} - t_{f2}) - [W]$
conductivitatea termică echivalentă a peretelui	$\lambda_e = \delta / \sum(\delta_i / \lambda_i)$ [W/(m.K)]	$t_{p1} - t_{pn+1} = Q / A \sum(\delta_i / \lambda_i)$ $Q = A(t_{p1} - t_{pn+1}) 1 / \sum(\delta_i / \lambda_i) = (\lambda_e / \delta) A(t_{p1} - t_{pn+1}) \quad [W]$ δ – grosimea peretelui exprimată în m.

[80]

Tabel 2 - Noțiuni utilizate și determinarea coeficientului global de transfer termic și al conductivității termice

3.5. Tipuri de structuri de zidărie întâlnite în fațadele clădirilor istorice

Clădirile istorice din marile orașe europene, și în mod special cele din România au pereți exteriori de rezistență cu o alcătuire masivă, respectiv asize din piatră sau cărămidă. În partea nordică a continentului există un număr predominant de clădiri conservate cu valoare de monument istoric, având o structură din material lemnos. În materialul prezentei lucrări sunt redată concluzii, rezultate științifice precum și contribuții științifice ce vizează clădirile istorice cu o structură a fațadei masivă realizată fie din piatră, fie din cărămidă sau alte materiale ceramice [51].

3.5.1. Clasificarea tipurilor de structuri din fațadele istorice

Clădirile istorice pot fi clasificate în primul rând după perioada istorică în care acestea s-au realizat. Prezenta lucrare conține o trecere istorică prin principalele etape de realizare a arhitecturii monumentale și civile. Fiecare perioadă istorică este identificată în expertizele istorice și prin felul de realizare a structurilor, a materialelor de construcție, a dimensiunilor bolcurilor de piatră, a dispunerii pietrelor și cărămizilor în zidărie, etc. Astfel putem identifica:

- Structuri de zidărie realizate în antichitate
 - o Zidării monumentale realizate din piatră respectând diferite tehnici în funcție de ordinele de arhitectură mesopotamiene, egiptene, grecești sau romane
 - o Lucrări de zidărie în zonele de locuire realizate din cărămidă arsă sau chirpici
 - o Structuri de zidărie ansamble a unor structuri megalitice realizate din piatră
 - o Structuri de zidărie romane caracteristice secolului I d. Hr. preluate de arhitectura bizantină
 - o Structuri orientale specifice arhitecturii chinezești antice timpurii
 - o Structuri de zidărie utilizate în realizarea templelor budiste timpurii
- Structuri medievale
 - o Structuri de zidării bizantine
 - o Structuri de zidării premogule [78].
 - o Structuri de zidărie utilizate în perioada romanică [77].
 - o Structuri de zidărie gotice [48].
- Structuri de zidărie renaștentiste
 - o Zidării folosite în perioada Renașterii în Italia
 - o Zidării folosite în perioada Renașterii în Austria
 - o Zidării folosite în perioada Renașterii în Țările Nordice
 - o Zidării folosite în perioada Renașterii în Anglia
 - o Zidării folosite în perioada Renașterii Peninsula Iberică

- Zidării folosite în perioada Renașterii în Imperiul Mogul și Orientul Îndepărtat
- Structuri de zidărie utilizate în perioada barocă
 - Structuri de zidărie utilizate de Vignola, Bernini și Boromini
 - Structuri de zidărie franceze baroce
 - Structuri de zidărie vieneze
 - Structuri boemiene
 - Structuri de zidărie iberice
 - Tipuri de zidărie utilizate în stilul Rococo
- Structuri de zidărie neoclasiciste
- Structuri de zidărie caracteristice secolului XIX
- Structuri de zidărie moderne

Structurile de zidărie pot fi clasificate și în funcție de rolul ansamblului constituent ca parte a unei clădiri din care acestea pot face parte. Astfel pentru clădirile istorice distingem:

- Zidării folosite pentru realizarea fundațiilor clădirilor istorice
- Zidării și structuri de zidării specifice pentru realizarea pereților și a boltirilor pentru subsolurile clădirilor istorice
- Structuri de zidărie pentru realizarea pereților cu rol de diafragmă în cadrul structurilor clădirilor istorice
- Structuri de zidărie pentru realizarea pereților cu rol de compartimentare în cadrul structurilor clădirilor istorice
- Structuri de zidărie pentru realizarea boltirilor de la parter și etaje în cadrul structurilor clădirilor istorice
- Structuri de zidărie pentru realizarea cupolelor, a lanternourilor și a unor luminatoare în cadrul structurilor clădirilor istorice
- Structuri de zidărie pentru realizarea pereților cu rol de diafragmă în cadrul structurilor clădirilor istorice [80].

Lucrările de zidărie din clădirile istorice pot fi clasificate și în funcție de materialele din care sunt realizate. Astfel distingem:

- Zidării realizate din blocuri de piatră fără lianți
- Zidării realizate din blocuri de piatră cu lianți
- Zidării mixte din piatră și din cărămidă
- Zidării din cărămidă
- Zidării realizate din argilă și lemn
- Zidării realizate din argilă și piatră
- Zidării realizate din lemn
- Zidării realizate din cărămidă și lemn
- Zidării mixte realizate din cărămidă și beton

În funcție de tipul de țesere a blocurilor constituente ale zidăriei, materiale, dar mai ales evoluție istorică, în paragrafele următoare vom analiza tipurile de zidărie precum și o introspecție istorică a modului de realizare, considerente, importanță și influență ca valoare monumentală.

3.5.2 Zidării folosite în perioada antică

Clădirile istorice din marile orașe europene au fost realizate cele mai multe pe trame stradale medievale. Totuși foarte multe din orașele istorice europene au fost fondate în antichitate. Există foarte multe clădiri istorice care au fost realizate pe fundații și elevații a unor clădiri antice. Iscușința meșterilor antici în a fasona și a realiza ziduri din piatră a fost demonstrată de durabilitatea construcțiilor realizate de aceștia și înglobarea structurilor antice în ansamblul catdralelor bizantine sau gotice a accentuat importanța și durabilitatea acestor tipuri de structuri. Din punct de vedere al structurilor folosite în antichitate putem distinge următoarele categorii de zidării:

- Zidării realizate din blocuri de piatră după formatul dezvoltării "Terramare"
- Zidării realizate din blocuri de piatră după formatul dezvoltării "Villanova"
- Zidării realizate din blocuri de piatră după formatul etrusc
- Zidării realizate din blocuri de piatră după formatul egiptean
- Zidării realizate din blocuri de piatră cu forme paralelipipedice
- Zidării realizate din blocuri de piatră cu forme neregulate
- Zidării realizate din blocuri de piatră cu suprafețe cioplite, fațetate
- Zidării realizate din blocuri de piatră cu fețe în basorelief

Materialele de construcție au fost diversificate odată cu evoluția uneltelor din metal. Acestea au influențat puternic tehnicile de prelucrare a materialelor de construcție. În cadrul muzeului egiptean de la Cairo există o reconstituire a casei circulare din epoca bronzului, locuință realizată în jurul perioadei 1800-1500 î. Hr. Tot o reconstituire a acestei descoperiri o putem găsi în cadrul muzeului de la Roeschitz în Austria. Mormântul regelui Persan Cyrus realizat în anul 530 î. Hr. (Pasargadae, Iran) este un exemplu al tehnicii antice timpurii de fasonare a blocurilor de piatră și realizarea a mai multor blocuri de piatră identice ca și dimensiuni și cu suprafețe plane .

3.5.3 Zidării antice realizate din blocuri de piatră

Cele mai vechi mărturii arheologice care constituie exemple de lucrări de zidărie antică sunt mărturiile orașelor antice sumeriene și mesopotamiene. Regiunea "Cornului de aur" sau a "Semilunei fertile" constituie teritoriul în care se regăsesc cele mai multe mărturii arheologice și relicve arhitecturale ale modului de construire caracteristic antichității timpurii. Semiluna fertilă este un teritoriu antic denumit de istorici astfel datorită faptului că aceste regiuni au fost primele regiuni de expansiune ale societății în care s-au dezvoltat orașe și au apărut primele forme de arhitectură rectangulară. Regiunea aceasta fertilă antică se întindea de la teritoriul actualului Egipt, respectiv delta Nilului, cuprindea teritoriul Palestinei și Israelului de astăzi, Asiria, și toate teritoriile Imperiului Babilonian de mai târziu. Relicvele și clădirile de cult sau mortuare de la Ierihon alături de orașele mesopotamiene Ur și Uruk constituie o evidență a felului de realizare a zidăriei antice timpurii.

Primul mod de realizare a zidăriei îl putem deduce din mărturia zidului de apărare al Ierihonului. Orașul Ierihon aflat în teritoriul actualei Palestine este considerat cel mai vechi oraș din lume. Un vestigiu cu o importanță deosebită ca și mărturie a modalităților de realizare a zidăriilor din perioada antichității timpurii îl constituie zidul de apărare al orașului și o parte dintr-un turn circular din zidul de apărare. Conform mărturiilor de pe tăblițele ceramice, în secolul IX î. Hr. Ierihonul avea cca 3000 de locuitori.

Una din tehnicile dominante ale realizării zidăriei din blocuri de piatră a fost tehnica folosirii pietrei brute cioplite și îmbinate fără lianți. În această tehnică întâlnită în orașele antice grecești, blocurile de piatră au fost finisate și îmbinate cu piese metalice sau cu plumb topit și turnat prin canale determinate de formele cioplite în piatră. Blocurile din piatră brută au fost folosite atât în imperiul macedoneean cât și în construcțiile romane. Apeductul din Segovia construit în anul 100 î.Hr. este o mărturie a unei tehnici de construcție de zidărie din blocuri de piatră brute. Această construcție realizată din blocuri de piatră fără mortar sub forma unei rețele de arce și coloane din zidărie de piatră conținând un canal apeduct, se întinde pe o lungime de 30 km. Colosseumul este o altă mărturie a tehnicii de folosire a blocurilor de marmură care a dăinuit până în ziua de astăzi.

3.6. Tipuri de lianți folosiți în zidăriile fațadelor clădirilor istorice

3.6.1 Lianți folosiți în antichitate

Istoria evoluției lianților este parte constituantă a evoluției zidăriilor și ea a fost influențată puternic de dezvoltarea materialelor ceramice sau a blocurilor din cadrul zidăriilor fiind un răspuns al cerințelor determinate de natura materialului ca și cerința de legătura, lipire, rezistență, precum și punere în operă. Istoria tehnicii lipirii debutează cu punerea în opera a două tipuri de materiale – blocurile solide și materialul de umplere. Unii istorici conchid că descoperirea liantului ca și inovatie este de fapt primul material care determină nașterea civilizației. Structurile premergătoare zidăriilor sunt ansamblurile megalitice precum și câteva construcții de cult fără elementul de legătură, însă acolo unde au fost descoperite cele mai vechi vestigii ale civilizației, structurile prezentau primele forme de liant.

În cazul descoperirilor construcției circulare de la Ierihon (aprox. 8000 î.Hr.), liantul folosit a fost lutul. Al doilea material care apare în istoria antică utilizat în ridicarea zidărilor datând între anii 2150-2000 î.Hr., precum și a fortărețelor Babiloniene și Asiriene în cadrul palatului lui Asurbanipal II a fost bitumul. Un element foarte vechi identificat în cele mai vechi structuri, inclusiv în cele de la Ierihon, este varul nears. În zona semi-lunei fertile și în mod special a zonei guvernate de strămoșii fenicienilor, acest material a fost folosit în realizarea unor edificii importante iar asupra utilizării sale fac referiri mărturii istorice precum și scrieri sacre, cum ar fi scrierile biblice. Fortărețele iudaice ridicate de împărații David și Solomon au fost realizate dintr-un var măcinat cu adaos de praf de cărămidă. Fenicienii contemporani cu aceștia, așa cum și scrierea biblică o evidențiază, au fost cunoscători ai realizării a unui mortar rezistent la apă, acesta fiind realizat

deasemenea pe bază de var. Un alt material întâlnit în Antichitate îl constituie ipsosul, acesta fiind întâlnit în realizarea marilor edificii religioase și civile egiptene precum și în cadrul unor clădiri din o zona mai îndepărtată de Egipt, Babilon. Mortarele ferniciene au cunoscut în următoarele secole, după expansiunea Asiro-Babiloneană și Persană, o dezvoltare care a determinat revoluționarea tehnicii de zidire în zona semi-lunei fertile.

Tehnica boltirii, spre exemplu, a fost influențată de dezvoltarea mortarelor feniciene pe bază de cenușă vulcanică. Aceasta inovație va influența întreg nordul Mediteranei ca și tehnica de construire, astfel că etruscii și elenii o vor prelua ca și fundament al tehnicii de zidire grecești și romane. Calcarul alb preluat de la fenicieni, amestecat mai târziu cu praful de marmură, i-a determinat pe greci să realizeze o tehnică revoluționară de zidire numită *emplecton*. Această tehnică prezentată în paragraful referitor la evoluția zidărilor a fost dezvoltată datorită evoluției mortarului pe bază de var, cunoscut de greci. În zona romană trecerea la construcții masive de la construcții de lemn a fost realizată prin preluarea tehnicilor grecești. Romanii au inovat și au perfecționat mai departe tehnica grecească prin introducerea *prafului de puzzolana*, care își are denumirea din vechea localitate napolitană Pozzoli. Adăugat la materialul clasic, se obține un liant hidraulic. Tehnicile romane au permis realizarea unor multitudini de asize, iar revoluția acestui liant a determinat mai târziu realizarea cupolelor și a construcțiilor bazate pe tehnica de boltire destinate apeductelor, care la rândul lor se bazează pe blocurile ceramice și pe liantul de legatură cunoscut și sub denumirea de *betonul roman*.

Tehnica romană de construire a fost perfecționată în perioada bizantină, perioadă în care lianții pe bază de var hidraulic au fost dezvoltați și folosiți, iar dezvoltarea lor a permis realizarea unor edificii de excepție cum sunt bisericile bizantine și cupolele cu diametre mari.

3.6.2 Dezvoltarea lianților în Evul Mediu

Clădirile în stilul romanic dezvoltat la începutul Evului Mediu, desprins din stilul bizantin, au preluat o parte din tehnicile de zidire romanice, exploatănd extinderea pe verticală. Lianții folosiți în perioada romanică, și mai târziu perfecționați în perioada goticului, au fost realizați pe baza varului cu adaos de praf de cărămidă sau de tuf vulcanic sfărâmat, evoluția stilului ducând la folosirea unui strat tot mai subțire de mortar. În cadrul construcțiilor civile care aveau o înălțime mai mică decât cele destinate catedralelor și clădirilor administrative, au fost folosite mortare de legatură pe bază de argilă, amestecuri de ipsos, nisip și praf de cărămidă sau tuf vulcanic. Mortarul pe bază de var în amestec cu praf obținut din tuf vulcanic a constituit principalul liant folosit în continentul european până în perioada barocă.

3.6.3 Dezvoltarea lianților în perioada gotică și până în cea barocă

Odată cu înlocuirea acoperișurilor de lemn a structurilor de acoperire bizantine cu altele realizate din piatră, s-a realizat o tranziție către extinderea clădirilor pe verticală. Desprinderea de stilul bizantin și tranziția către cel romanic a influențat

abordarea finisajelor exterioare redescoperindu-se potențialul arhitectural al mozaicelor, ca și materiale de acoperire. Dezvoltarea lianților pe bază de var hidraulic trebuia să răspundă unor cerințe noi, iar în perioada carolingiană care a determinat stilul carolingian și romanicul timpuriu din Germania (anii 790-1030 în. Hr.), argila este tot mai puțin utilizată, fiind înlocuită cu amestecurile de var și nisip.

În Spania și în Italia arhitectura maura a influențat stilul romanic; romanicul carolingian răspunde și se adaptează pe cerințele funcționale ale bisericilor și programelor de mănăstiri. Centrele religioase și administrative europene ale acestei perioade au fost mănăstirile, iar în realizarea acestora au fost folosite ultimele tehnologii. În Aachen în Germania în anul 800, Carol cel Mare a construit un palat care replica palatul San Giovanni din Roma, folosind de data aceasta mortare pe baza de amestec din praf de cărămidă și nisip. Biserica Sf. Vitus a abatiei benedictine Germana din Corvey realizată cu cinci nivele, a fost realizată cu structuri de zidărie conținând mortare pe bază de amestec din var și praf de cărămidă.

În perioada gotică sistemul de construcție s-a schimbat prin modificarea sistemului de bolți, introducându-se arcele butante. Noile cerințe de stil și funcționare au determinat constructorii englezi și francezi în cercetarea și realizarea unor lianți care să asigure o aderență între blocurile constituente ale zidăriei, permițând mărirea raportului de aditivi, realizarea unor forme geometrice din zidărie și a arcelor butante cu proprietăți fizico-mecanice mult îmbunătățite. Cetățile fortificate realizate în sec. XII-XV, au folosit o tehnologie a punerii în operă a lucrărilor de zidărie folosind lianți pe bază de praf din piatră sau rocă vulcanică. Dezvoltarea orașului Veneția ca și capitală a comerțului mediteranean, a scos în evidență importanța lianților pe bază de var hidraulic, necesitatea realizării unui liant rezistent la acțiunea apei de suprafață a constituit noua provocare pentru constructorii goticului flamboiant. Palatul Dogilor cât și clădirile cu elemente gotică îmbinate cu elemente bizantine au devenit repere și clădiri de referință pentru constructorii orașelor mediteranene și europene. Tencuielile pe bază de var cunosc și ele în această perioadă o evoluție folosindu-se o multitudine de materiale noi de construcție în componența acestora. Goticul flamboiant accentuează prelucrarea blocurilor și finisarea blocurilor cu standarde de exigență foarte ridicate din punct de vedere al finisajului, utilizându-se foarte puțin mortar.

Perioada Renașterii debutează cu o serie de inovații aduse de Michelangelo Buonaroti în acest domeniu, bazele stilului renascentist fiind puse de arhitecții florentini Filippo Brunelleschi, Leon Battista Alberti și Doante Bramante. În perioada renascentistă sunt redescoperite formele platonice și rapoartele grecești existând cunoștințele structurale dobândite în perioada gotică care au permis realizarea unor clădiri cu alt regim de înălțime, și cu zidării cu alta structură. În perioada renascentistă orașul Veneția își continua ascensiunea, fiind ocupat în această perioadă tot arealul construit existent și astăzi în laguna venețiană. Arhitecții Jacopo Sansovino și Vincenzo Scamozzi au realizat majoritatea edificiilor care au devenit reperele arhitecturale ale Veneției, dintre care amintim Biblioteca Marciana, Loggette di San Marco, Palazzo Cornaro della ca'Grande, iar Scamozzi realizează Biserica San Giorgio Maggiore, Procuratie nuove, precum și multe alte lucrări în Vicenza. Acești doi arhitecți alături de Andreea Palladio au pus bazele unui nou capitol în realizarea construcțiilor în mediu umed folosind o tehnică specială de realizare a zidăriei în condițiile unor ape de suprafață și teren mlăștinos.

În perioadele următoare ale Renașterii și ale stilului Baroc, lianții au fost pe bază de nisip, var hidraulic, tuf și argilă, existând evoluții ale compozițiilor mortarelor folosite în tencuieli, care au permis arhitecților stilului Baroc și Rococo să folosească o serie de decorații din fațada realizate din ipsos, mortar și piatra sculptată.

3.6.4 Dezvoltarea lianților în perioada neo-clasică și modernă

Lianții pe bază de var hidraulic au reprezentat în continuare lianții principali folosiți în realizarea construcțiilor neo-clasice. Arhitectura lui Andreea Palladio din perioada renascentistă a fost reactualizată determinând stilul neo-clasic paladianist în Europa și în America. Folosirea lianților în strat subțire între blocurile de piatră ale coloanelor precum și lianții pe bază de praf de ceramică amestecați cu tuf și nisip, constituenți ai zidărilor clădirilor monumentale cu stâlpi și coloane ale lui Carl Firedrich Schinkel, au constituit lianții de bază folosiți în această perioadă. Perioada Neo-clasica a început printr-o suprapunere cu perioadele Baroc și Rococo, caracterizându-se prin accentuarea formelor raționalizate. Acest stil devine stilul național german în perioada 1750-1850, iar datorită faptului că acest stil devine notoriu și în Italia, arhitecții francezi școliți în Italia vor contribui la expansiunea acestui stil și în Franța. Edificiile guvernamentale americane realizate de Thomas Jefferson și Benjamin Henry au fost realizate în stilul Neo-clasic. Neoclasicismul a fost un stil îmbrățișat și în Rusia datorită faptului că, pentru Ecaternia cea Mare Neoclasicismul a reprezentat o alternativă la extravaganta stilurilor Baroc și Rococo. Orașul Sankt-Petersburg are foarte multe clădiri realizate în acest stil. Piața Palatului din Sankt-Petersbug este strajuită de clădiri realizate în stilul Neoclasic.

O etapă ulterioară a stilului Neo-clasic care survine Neoclasicismului grecesc îl constituie stilul Neogotic. Arhitectura sec. XIX pe ansamblu a debutat ca și stil prin istoricismul care făcea apel la orientările stilurilor mai vechi. Ea a influențat tehnica de construcție și implicit folosirea lianților.

În această perioadă, care este caracterizată prin încurajarea inovativă, inginerul John Smeaton va folosi un mortar pe bază de var și tras. În perioada Neoistoricismului, care debutează și cu apariția Neogoticului, una din provocările arhitecților Gottfried Semper și William Atkinson a constituit perfecționarea lianților pentru obținerea unui mortar hidraulic cu proprietăți ridicate. Sir Charls Barry a proiectat Palatul Parlamentului din Londra bazându-se și pe cercetările lui Parker, care a realizat un liant pe bază de calcar, componente din argilă și tuf vulcanic, obținând o formulă de ciment.

La începutul sec. XIX o astfel de tentativă a lui James Frost a unui liant cu aderență rapidă a fost folosită în realizarea unei construcții făcute din blocuri de ciment. Introducerea unor materiale noi obținute prin ardere și măcinare fină a determinat apariția unor cimenturi cu proprietăți mult superioare ca și aderență și timp de uscare. Un pas important în realizarea cimentului îl constituie obținerea așa-numitului ciment „portland”, care a fost obținut prin arderea calcarului și argilei la temperaturi înalte și introducerea clincherului măcinat fin.

În perioada modernă evoluția lianților s-a bazat pe acest pas, lianții fiind perfecționați datorită adaosurilor de materiale noi cum ar fi diferite formule ale carbonului sau cenușa obținută din materiale arse diferite, siliciu sau fibre metalice sau de sticlă. Datorită evoluției lianților a fost realizat un material nou- betonul

armat. Conținutul actualei teze își propune limitarea la studiul zidărilor și structurilor din piatră.

3.6.5. Cauzele degradărilor structurilor fațadelor clădirilor istorice

Cauzele cele mai întâlnite care contribuie la degradarea materialelor din structurile fațadelor clădirilor istorice sunt factorii naturali și accidentele de utilizare, de execuție sau intemperii cu o valoare de cataclism. Acțiunea umană poate deveni și ea distructivă dacă intervențiile realizate sunt realizate dintr-un raționament care nu avantajează aspectele conservării valorii de monument sau valorii istorice. Procesele de cercetare a cauzelor degradărilor fațadelor clădirilor istorice a determinat o mai bună cunoaștere a procesului de degradare, putând fi astfel întreprinse măsuri de prevenire, consolidare, refacere sau îndepărtare a factorilor distructivi. Intervențiile realizate în cadrul procesului de restaurare au ca și obiectiv în primul rând eliminarea sau îndepărtarea cauzelor care au provocat degradările asupra părților de construcție ale clădirii istorice respective.

3.6.6. Clasificarea cauzelor provocatoare de degradări asupra clădirilor istorice

Putem realiza o clasificare a acestor cauze în funcție de natura cauzei, durata în timp și efectele produse de acestea. Astfel distingem:

- Cauze naturale
 - Acțiunea și dezvoltarea straturilor vegetale
 - Intemperii și agenți proveniți din atmosferă
 - Variația temperaturii
 - Microorganismele, factorii biologici, ciuperci, licheni, insecte
 - Factorii naturali deosebiți – cutremure, uragane, inundații, descărcări electrice
- Cauze care au la origine activitatea umană
 - Defecte de proiectare
 - Defecte de execuție
 - Distrugerea unor părți din clădirile istorice din diverse considerente

3.6.7. Acțiunea și dezvoltarea straturilor vegetale

Datorită acțiunii continue a forței exercitate de atracția gravitațională, se produce efectul tasării materialelor constituente în asizele zidărilor fațadelor clădirilor istorice. Acest proces este un proces continuu, realizând o reducere și modificare a proporțiilor construcției. Concomitent cu acest proces, pe clădirile istorice datorită acțiunii vântului și acțiunii insectelor și animalelor, în zonele umede se formează

stratul vegetal care contribuie semnificativ la deformările proporțiilor clădirii respective. Zonele învecinate, tasările terenului de fundare, acțiunile apelor de suprafață, lipsa drenajelor, toate acestea pot contribui de asemenea la formarea unor vegetații care concomitent cu acțiunea factorilor în sine au ca și consecință deformarea structurală a clădirii producând tasări, fisuri și penetrarea asizelor cu rădăcini și forme vegetale.

3.7. Acțiunea intemperiilor și a agenților proveniți din atmosferă și a factorilor biologici

În acest paragraf vom analiza efectele fizico-chimice realizate de factorii contributori naturali în procesul de degradare al fațadelor clădirilor istorice.

Primul aspect remarcant al contribuției factorilor naturali îl constituie aspectul fizico-chimic al proceselor de eroziune și coroziune la nivelul materialelor de construcție din asizele pereților fațadelor clădirilor istorice. Eroziunea la nivelul materialelor de construcție consta într-o degradare mecanică care produce dislocarea materialelor constituente la nivel macro. Procesul de degradare la nivelul microparticulelor cu o acțiune progresivă este cel al coroziunii. În cele mai multe cazuri atât coroziunea cât și eroziunea conlucrează în procesul de degradare al materialelor de construcție.

Al doilea aspect al acțiunii factorilor naturali îl constituie acțiunea intemperiilor și al factorului climatic care acționează la nivelul fațadelor clădirilor istorice prin precipitații și umiditatea din atmosferă. Succesiunea îngheț-dezgheț a apelor aflate în capilaritatea materialelor atât la nivelul tencuielilor cât și la cel al materialelor constituente ale zidăriei. Migrația vaporilor de apă și a apei din capilaritate transportând diferite săruri din lianți sau proveniți din precipitații, produce diferite procese chimice în compoziția materialelor constituente. După evaporarea apei se produce fenomenul de cristalizare care amplifică volumul inițial al elementelor de construcție putând determina exfolierea și eflorescența straturilor exterioare. Acest proces are o evoluție continuă și amplificată după o perioadă de timp când materialele au trecut de punctele de rezistență la gradul de entropie. În cazul în care clădirea istorică de află într-o zonă poluată, fenomenele amintite mai sus au o evoluție mult mai rapidă fiind amplificate de contribuția agenților chimici proveniți din atmosferă [49].

Un alt factor natural îl constituie acțiunea vântului care determină migrația vaporilor de apă, eroziunea eoliană precum și antrenarea particulelor de siliciu sau a altor materiale biologice și chimice care determină dezvoltarea straturilor vegetale, schimburi chimice care în contact cu apa au ca și rezultat nașterea unor agenți corozivi.

Ascensiunea apelor prin capilaritatea materialelor constituente reprezintă un alt factor natural de degradare care poate constitui un mediu de dezvoltare bacterian pentru tencuielile și zidăriile constituente ale clădirilor istorice. Bacteriile sunt alături de reacțiile chimice care rezultă din ascensiunea capilară a apei, un puternic factor de degradare. Acțiunea apei și a mediului bacterian asupra anumitor roci determină apariția pe suprafețele exterioare ale rocilor a exfolierii și a sulfatului de calciu cristalizat de culoare albă. Aceste degradări afectează proprietățile materialelor de construcție.

Dezvoltarea stratului vegetal compus din specii de mușchi și licheni are ca și consecință pe lângă dislocarea unor părți din zidărie și tencuială, și apariția acizilor care acționează asupra profunzimii materialelor. Ca și în cazul arbuștilor, dislocarea este urmată de o reacție chimică. Structurile elastice din lemn ale zidărilor unor clădiri istorice pot fi atacate de insectele consumatoare de celuloză. În galeriile provocate de acțiunea insectelor și a bacteriilor apa poate pătrunde ușor iar ciclul îngheț dezgheț amplifică degradarea materialelor.

Din studiul comparativ efectuat asupra unor clădiri aflate pe teritoriul României, Austriei și al Italiei am putut observa faptul că există un comportament și rezistență diferită al clădirilor renascentiste din secolul al XVII – lea. Clădirile care au fost construite cu aceeași tehnică au avut o rezistență a fațadelor diferită în România, în primul rând datorită climatului care a favorizat dezvoltarea unui alt fel de mediu bacteriologic la nivelul fațadelor prin agenții atmosferici ca și apele meteorice, zăpada. Modificările temperaturii au avut efecte asupra suprafețelor superioare ale zidărilor, elementelor crenelurilor precum și asupra zidurilor de incintă care nu au un strat protectiv fiind realizate din piatră decorativă sau cărămidă. Apele din precipitații în orașele care conțin dezvoltări industriale, au în compoziția lor compuși chimici care au efecte distructive asupra fațadelor clădirilor istorice. Un exemplu îl constituie deformarea ornamentelor de pe fațade care în timp își pierd liniile datorită fenomenelor de dezagregare. Elementele realizate din piatră sunt cele mai sensibile la acest gen de acțiune, pierzându-se conturul ornamentelor prin exfoliere și detașare ca urmare a fisurilor progresive. Clădirile realizate în stil romanic, gotic și neogotic au pe fațade foarte multe elemente sculptate din piatră fiind cele mai expuse la degradare.

Mediul bacterian dezvoltat acționează puternic asupra structurilor de lemn întâlnite atât în cadrul clădirilor istorice de lemn cât și a structurilor elastice constituite ale zidărilor clădirilor baroce, neoclasică, eclectică. Clădirile istorice din lemn (spre exemplu bisericuțele realizate din lemn în Ardeal) care au dezvoltat un mediu bacterian au o ușoară aplecare spre nord, fapt datorat umezelii din partea umbroasă care persistă pe suprafețele lemnoase, producând deformații pe direcțiile fibrelor lemnoase. Procesul de putrezire a părților lemnoase poate viza toate elementele construcției – învelitoare (dacă aceasta este realizată din șindrilă lemnoasă), șarpanta, stâlpii, grinzile, și în cele din urmă straturile interioare.

3.8. Acțiunea terenului și a apelor subterane

Realizarea subsolurilor clădirilor vechi în zone cu ape freatice aflate la suprafață, a constituit de asemenea un motiv pentru avansarea degradării clădirilor istorice. Fluctuația nivelului freatic a putut fi determinată cu o precizie mai exactă în partea a doua a secolului XX datorită noilor tehnologii de sondare, a datelor obținute în urma unor monitorizări pe termen mediu precum și a unor descoperiri importante în domeniul geologiei. Realizarea subsolurilor în clădirile istorice nu a fost făcută conform unor cerințe adecvate pentru o durabilitate așa de mare, astfel că acestea, în absența unor tehnologii de realizare a hidroizolațiilor verticale nu au fost bine izolate. Apele freatice cu un caracter acid pronunțat au erodat și deteriorat și planșeele subsolurilor clădirilor istorice. Foarte multe clădiri din regiunea Veneto din

Italia au fost expuse la nivele ridicate ale apelor freatice caracteristice lagunei venețiene. Un model de intervenție asupra subsolurilor acestor clădiri l-a constituit ridicarea nivelului de călcare și recentrarea contravânturilor și a arcelor butante. Realizarea clădirilor istorice într-o manieră care a ignorat amplitudinea maximă a intensității manifestării fenomenelor naturale a determinat o realizare mai puțin rezistentă la aceste fenomene. În afara cutremurelor, fenomene manifestate cu o frecvență destul de ridicată și care au avut un efect de distrugere mecanică, sunt intemperii cu valoare de cataclism – uragane, fulgerele globulare, furtuni violente sau temperaturi foarte ridicate care au determinat în unele cazuri aprinderea șarpantei.

Mișcările telurice au fost un alt factor care a stat la originea degradării clădirilor istorice, acestea nefiind realizate în conform cu modul în care ar fi trebuit gândit un sistem constructiv într-un mediu cu seismicitate ridicată. Clădirile care nu au fost realizate cu un sistem mixt sau elastic constructiv au avut avarieri grave, cutremurele producând în structurile de zidărie momente de inerție puternice. Un exemplu de rezistență necorespunzătoare îl constituie turla de pe bisericile din România, dintre care unele și-au pierdut turla în urma unor cutremure puternice. Exemplele cele mai grăitoare asupra acestui tip de efecte sunt următoarele biserici:

- Partea superioară a Bisericii Golia din Iași prăbușită la cutremurul din anul 1738 – eveniment consemnat în detaliu de cronicarul Nicolae Muste în capitolul III al letopiseturii.
- Biserica Mănăstirii de la Văcărești – turnul a cedat la cutremurul din 1830
- Biserica Mihai Vodă (București) – turnul a cedat la cutremurul din 1830
- Turnul clopotniță al Bisericii Sf. Gheorghe Nou (București) – cedat la cutremurul din 1830
- Turnul prăbușit cu ocazia cutremurului din 1940 al Bisericii Sfântul Gheorghe Cel Nou (București)

Inundațiile sunt alte cauze naturale care pot produce avarieri asupra structurii de rezistență, inundând subsolurile, spălând pământul de sub fundații sau alte dați îngropând o parte a clădirii sub aluviunii care în urma împingerilor pot ceda. În cazul clădirilor care au o structură de lemn predominantă cu multe contravânturi și care nu au încastrări sau adâncimi mari de fundare, la inundații, acestea pot fi demolate de o viitură puternică sau smulse și purtate de ape [48].

3.9. Cauze provenite din greșeli de calcul structural sau execuție deficitară

Nerespectarea prevederilor tehnice sau a detaliilor de execuție sunt cauzele principale ale apariției primelor defecte structurale. Trebuie însă amintit că, chiar dacă prescripțiile tehnice au fost respectate, cunoștințele înaintașilor noștri cu privire la calculul structural, comportare geodezică, comportarea materialelor, aceste cunoștințe erau deosebit de limitate. Realizarea unei clădiri masive pe un teren mlăștinos sau mai puțin apt de fundare a constituit o provocare chiar și pentru cei mai pricepuți meșteri ai renașterii. Prima greșală practică în cadrul realizării construcțiilor vechi a constituit-o nerepartizarea sarcinilor ca și concept static unitar asupra terenului. Efectele acestei premise au condus la tasarea unor părți de teren și producerea unor fisuri atât în pereții interiori cât și asupra pereților fațadelor

clădirilor istorice. Campanila din Pisa s-a înclinat în timp datorită unor greșeli de concept care vizau atât soluția structurală adoptată cât și necunoașterea faptului că terenul necesita un nivel mai adânc de fundare.

Un alt exemplu al deficiențelor de calcul îl constituie prăbușirea cupolei Bisericii bizantine Sfânta Sofia din Constantinopol, prăbușire datorată deficiențelor sistemului constructiv. În decursul istoriei au mai fost astfel de evenimente. Cupola Domnului Sf Petru din Roma a fost făcută după proiectul lui Michelangelo după ce propunerea realizată de arhitectul Bramante a fost respinsă deoarece era o construcție ce determina împingeri prea puternice pentru pereții de susținere.

Activitatea apelor subterane a fost un factor care a determinat uneori schimbarea consistenței terenului de sub fundații. Alunecarea și împingerea terenului a reprezentat un motiv pentru surparea zidurilor și uneori prăbușirea întregii clădiri. Inundarea subsolurilor cu ape de suprafață provenite din terenurile inundate sau migrația apelor de suprafață, pătrunse în subsoluri datorită neexistenței unor hidroizolații exterioare zidurilor de subsol sau planșeelor subsolurilor clădirilor istorice, este rezultatul direct al factorilor mai sus amintiți.

Calculul nedimensionat corespunzător, datorită lipsei de metodologie cu un suport științific, adoptat de meșterii feudali și renașteriști, a determinat constructorii să realizeze soluții care au fost nedimensionate corespunzător în raport cu împingerile provenite din greutatea proprie ale zidurilor și planșeelor. Infiltrarea apelor provenite din fisurile învelitorii sau a sistemelor necorespunzătoare de colectare și scurgere a apelor au determinat îmbibarea zidărilor și a zgurilor dintre elementele planșeelor de lemn. Efectele putrezirii lemnului și a scurgerii lianților din mortarele asizelor au condus la fisurarea pereților și a bolților, a prăbușirii planșeelor putrezite, a prăbușirii unor părți din acoperiș, etc. Neacoperirea pereților cu un finisaj corespunzător a determinat ca pereții care compartimentau spațiile cu umiditate ridicată să fie îmbibați datorită condensării apei provenite din umiditatea interioară și pătrunsă prin capilaritate. Unele terme romane păstrate până în ziua de astăzi au avut un strat cu scop decorativ de marmură și plăci ceramice smălțuite. Acestea au izolat elementele de piatră și zidăriile din cărămidă față de umiditatea ridicată provenită de la aceste spații [41].

3.10. Cauze provenite din greșeli de execuție deficitară a lucrărilor de reabilitare din raționamente estetice

Nerespectarea prevederilor acompaniată de nerespectarea proiectului tehnic constituie fundamentul unui proces de degradare necontrolată a clădirii. Clădirile istorice au suferit transformări și procese care nu întotdeauna au respectat normativele tehnice precum și îndeplinirea unor criterii și exigențe minime de calitate, durabilitate și structură. Istoria arhitecturii abundă în exemple de intervenții necorelate cu nivelul de rezistență a clădirilor pe care s-au realizat.

3.10.1 Cauze provenite din greșeli de execuție deficitară a lucrărilor de reabilitare din raționamente estetice asupra fortificațiilor din Transilvania

Un exemplu potrivit îl constituie flambajul stâlpilor de piatră ai Bisericii fortificate evanghelice din Prejmer. Această biserică a fost realizată în secolul al XIII-lea, iar acestei construcții i s-a aplicat o intervenție de supraînălțare care prin secolul al XV-lea a provocat flambajul stâlpilor precum și zdrobirea arcelor de legătură.

Un exemplu al unei clădiri realizate în stilul bizantin asupra căreia s-a intervenit mai târziu în perioada gotică, prin înlocuirea șarpantei de lemn cu sistemul de acoperire tipic perioadei gotice și romanice cu bolți, este cazul bisericii din Cricău. Când a fost realizată această înlocuire a sistemului de acoperire, cunoștințele despre comportamentul acestui tip de ziduri nu erau bine fundamentate. Biserica din Cricău, construită în secolul XIII și reabilitată în secolul XV, a fost supusă unui astfel de tratament, prin înlocuirea șarpantei cu un sistem de bolți gotice care au creat însă împingeri laterale descoperite abia în secolul XIX după dărâmarea colateralelor.

Pe teritoriul Transilvaniei există foarte multe fortificații asupra cărora s-au realizat operații de reabilitare din considerente stilistice. În secolul al XI-lea apărarea est europeană era asigurată de secuii grăniceri din zonă, care au populat satele săsești formate în acest spațiu tampon între marile Imperii. Aceste localități s-au dezvoltat mai puternic atunci când regele Geza al II-lea a realizat o politică de dezvoltare a localităților de coloniști secui germani în scopul realizării unei linii de apărare a Ungariei împotriva expansiunii otomane. Localitățile de grăniceri au fost populate atât de secui cât și de sași. Prezența cavalerilor teutoni la începutul secolului al XIII-lea a determinat promovarea unui statut special pentru populația germană din partea regelui Ungariei. Aceste populații de etnie germană au construit cetăți fortificate, realizând ziduri de apărare în jurul orașelor, satelor, târgurilor, precum și fortificarea bisericilor, care au rămas ca mărturie până astăzi.

În localitățile mai mici au fost realizate așa cum aminteam mai sus fortificații în jurul bisericilor. Acestea le-au fost create spații anexate, ziduri și turnuri de apărare cu scopul de a adăposti populația din localitate în caz de război, iar pe timp de pace, aceste spații erau folosite cu scop de depozitare. Un exemplu elocvent îl constituie faptul că în multe sate din Transilvania turnurile sunt date fie după numele breslelor care foloseau spațiul, fie după destinația depozitării cum ar fi "Turnul Slăninilor".

Din punct de vedere al localizării, clădirile bisericilor din Transilvania reprezentau reperul instituțional al localității, centrul localității dezvoltându-se în jurul acestor biserici sau a fortificațiilor lor. Din acest motiv unele fortificații, biserici și elemente ale acestora au devenit într-un interval scurt de timp arhetipuri și clădiri model. Turnul cu ceas din Sighișoara a constituit un model care a fost replicat în alte turnuri de biserici transilvănene.

Fortificarea bisericilor transilvănene a început în secolul al XIII-lea și au reprezentat operele defensive împotriva invaziilor otomane. Ultima invazie și ascensiune militară otomană în Transilvania a avut loc spre sfârșitul secolului XVIII, respectiv în anul 1788. Bisericile fortificate din Transilvania se împart în diferite categorii:

- Biserici fortificate cu elemente de apărare care conțin în cadrul structurilor lor elemente de apărare (mortiere, drumuri de strajă, ziduri fortificate).
- Biserici fără elemente de arhitectură militară – înconjurate cu ziduri defensive înalte și groase (Ex. Prejmer, Codleam Hărman, Biertan).
- Biserici integrate în fortificații.

Aspectul important relevant pentru studiul prezent îl constituie faptul că cele mai multe biserici au suferit modificări fiind fortificate în etape ulterioare construirii lor, fortificări realizate până în secolul al XVI-lea, iar unele modificări au trăsături puternice de stil cum sunt spre exemplu elementele arhitecturale decorative baroce aplicate pe elementele realizate ulterior unor biserici medievale gotice cum sunt Șaeș, Sânzieni, Richiș [40].

3.10.2 Cauze provenite din greșeli de execuție deficitară a lucrărilor de reabilitare din raționamente estetice asupra arhitecturii europene

Un exemplu potrivit îl constituie flambajul și împingerile laterale ale bisericii din Cricău care a suferit o înlocuire a rețelei de bolți existente cu rețele de bolți gotice. De asemenea tot un exemplu din cadrul acestei biserici îl constituie și eliminarea colateralelor din rațiuni estetice întreprinsă în secolul al XIX-lea, fapt care a dus la apariția unor fisuri în rețeaua de bolți [73].

Un capitol al lucrărilor de reabilitare aplicate clădirilor istorice îl reprezintă procesul de înlocuire al învelitorilor de lemn și al șarpantei. Bisericile din Moldova ridicate sub domnia lui Ștefan cel Mare conțin astfel de învelitori și au fost supuse unor astfel de procedee de reabilitare. Datorită faptului că refacerea șarpantelor și a învelitorilor peste turla nu a fost replicată exact, aspectul plastic și arhitectural al clădirii au fost schimbate.

Din punct de vedere al clasificării cauzelor provenite din greșeli de execuție deficitară a lucrărilor de reabilitare din raționamente estetice asupra clădirilor istorice din spațiul european, putem distinge:

- Eliminarea contraforțelor laterale și a navelor laterale, înlocuite cu alte forme structurale necorespunzătoare.
- Realizarea de goluri și arcade necorespunzătoare și incompatibile cu structura de rezistență a clădirii
- Înlocuirea sistemelor de acoperire cu altele care suprasolicitează structura determinând flambaj, împingeri laterale, fisuri ale zidurilor, etc [72].

3.10.3 Cauze provenite din greșeli de execuție deficitară a lucrărilor de reabilitare din raționamente funcționale ce au determinat recompartimentări

Nerespectarea prevederilor și a prescripțiilor tehnice din raționamente funcționale au constituit premisele apariției unor defecte structurale. Amplasarea unor ziduri de rezistență decalate pe diferite nivele, divizarea spațiilor în plan orizontal, extinderea de corpuri noi care au determinat tasări ale terenului, lărgirea ferestrelor cu deschideri mici prin spargerea golurilor sensibile sunt câteva din operațiunile care au fost realizate asupra clădirilor istorice de-a lungul timpului din raționamente funcționale. Un exemplu îl constituie modificările aduse gropniței și naosul bisericii mănăstirii Neamțului, având elemente arhitecturale realizate în stil gotic, modificări la nivelul golurilor prin spargerea golurilor vechi. Paramentul ceramic a fost astfel distrus, iar noile goluri nu au mai respectat stilul și proporțiile stilului gotic.

Introducerea unor spații utilitare cum ar fi grupuri sanitare și băi acolo unde acestea nu au fost prevăzute, au necesitat de multe ori realizarea unor pereți despărțitori care au determinat încărcări suplimentare asupra structurii determinând la rândul lor fisuri. Grupurile sanitare și băile realizate ulterior într-o clădire istorică au presupus străpungeri și lucrări de extracție și adiție la nivelul zidărilor pentru realizarea golurilor verticale necesare conductelor pentru evacuarea apelor uzate și fecaloide.

3.11 Efectele evoluției perceptuale și a unității de stil

O cauză care a determinat evoluția de mai târziu a doctrinelor conceptului de restaurare a constituit-o percepția esteticului și relația semiotică semnificativă - semnificativă de-a lungul istoriei. În decursul multor ani, valoarea de monument a unei clădiri vechi nu era conștientizată. Clădirile vechi și ruinele acestora erau întrebuințate ca sursă de materiale de construcție indiferent de aspectul lor arhitectural. Alterarea monumentului arhitectural a fost realizată și prin completarea clădirilor cu alte corpuri fără a avea o unitate de stil, completare a conformației spațiale sau soluții tehnice care să nu producă tasări ale clădirilor vechi. În acest paragraf vom aborda această cauză ca și evoluție istorică de-a lungul timpului.

În primul rând, în antichitate nu exista conștientizarea moștenirii unui patrimoniu construit. Sunt dar câteva inițiative romane și grecești abordate în cadrul capitolului I din prezenta lucrare care abordează clădirile vechi ca niște elemente fascinante. Ebraicul Haroi Eh din Tora, care înseamnă Dumnezeu care restaurează, nu a avut un corespondent în limba latină. Este și motivul pentru care în secolul XVIII, Violet le Duc semnaleză lipsa acestui termen. Până în perioada feudală, vestigiile arhitecturale rezultate din ruinele vechilor orașe romane depopulate au fost folosite ca sursă de materiale finisate, precum marmura, mozaicul, elemente smălțuite, elemente de construcție - tamburi de coloane, cărămizi, obiecte sculpturale sau blocuri de piatră. Unele din ruinele romane au fost acoperite cu pământ, procedeu folosit și mai târziu ca de exemplu la refacerea cetății Timișoara peste bastionul turcesc îngropat. Au existat puține exemple din perioada feudală în care

cosnstructorii au păstrat din raționamente care vizau valoarea de patrimoniu, clădirile vechi antice.

Propagarea creștinismului antic a determinat în primă fază o desprindere față de afinitatea spre ornare a clădirilor, fapt desprins din filozofia simplă a primilor creștini, care de obicei aveau o viață modestă. Primele ornări ale spațiilor de cult paleo – creștine apar după ce creștinismul va deveni statutar și protejat prin legea romană. Circul lui Nero a fost principala sursă a materialelor de construcție din care a fost rerealizată bazilica Sfântului Petru din Roma. Celelalte monumente de arhitectură au fost de asemenea folosite ca surse de materiale de construcție pentru aceste noi edificii de cult. Perioada dinastiilor merovingiene și carolingiene au cunoscut de asemenea această practică a folosirii construcțiilor vechi antice ca resursă de materiale de construcție.

În perioada gotică arhitectura a găsit un limbaj distinct față de arhetipurile antice dezvoltând structuralismul care a permis realizarea unor edificii mult mai înalte cu elemente mai subțiri decât cele din antichitate. Acest aspect este desprins din reflectarea și ideologia perioadelor istorice corespunzătoare stilului gotic. Spre deosebire de arhitectii feudali, arhitectii gotici vor căuta alte surse pentru materialele de construcție, cele provenite din clădirile antice fiind corespunzătoare pentru cerințele evului mediu. Unii arhitecți gotici au înglobat ruinele antice în cadrul noilor catedrale, ca de exemplu edificii romane sau bazilici mai vechi mistuite de incendii. O intervenție asupra unor clădiri vechi practică în perioada stilului gotic flamboiant constă în împodobirea cu dantelărie de piatră a fațadelor. Veneția este plină de astfel de exemple, unul din ele este chiar Domul San Marco.

Stilul renescentist apare ca o revenire la proporțiile grecești, fiind o perioadă în care clădirile antice vor începe să își redobândească valoarea de monumente. Arhitectii renescentiști vor prelua proporțiile și stilul lui Andreea Paladio aplicând fațadelor realizate deja în stil gotic, ornamente și elemente renescentiste. Intervențiile practicate de arhitectii renescentiști au constat în introducerea unor motive grecești provenite din arhitectura antică grecească. Michelangelo a proiectat clădirea senatului folosind Tabulariumul roman de pe colina Capitoliumului ca și substructuri [74].

Arhitectii Renașterii târzii și Barocului timpuriu, Gian Lorenzo Bernini sau Domenico Fontana și Francesco Borromoni, au realizat reabilitări asupra unor clădiri renescentiste. Spre exemplu Bazilica Sfântului Petru, împodobirea Parthenonului de la Roma, realizarea baldachinului de sub cupola catedralei Sfântul Petru. Intervențiile și procedeele de reabilitare a unei fațade în perioada barocă sunt recognoscibile datorită ornării excesive a fațadelor, procedeu arhitectural specific intervențiilor iteliene ale acestei perioade. Trecerea de la perioada renescentistă la perioada barocului timpuriu determină în Europa o succesiune a stilurilor arhitecturale. Deținem mărturia unor intervenții asupra fațadelor clădirilor renescentiste, intervenții realizate în perioada barocă. Un exemplu al intervențiilor caracteristice secolului XIV din Transilvania care apar ca și rezultat al reformei religioase, sunt inserțiile și substrațiile din Biserica Evanghelică din Sebeș. Refacerea unei părți din interiorul bisericii în stilul gotic constituie și astăzi o mărturie a măiestriei meșterilor și sculptorilor transilvăneni. Construirea zidurilor de incintă din secolul IV din teritoriile române s-a realizat și cu prețul asanării unor localități vechi. Biserica din Densuș – cea mai veche biserică de pe teritoriul României a fost realizată din blocuri de piatră provenite de la ruinele cetății dacice Ulpia Traiana. Dărâmarea completă a

bisericii Mitropoliei Curții de Argeș din ordinul lui Neagoe Basarab și refacerea acesteia cu Mănăstirea Episcopală a Argeșului constituie un alt exemplu care a fost o înlocuire și succesiune de stil arhitectural. Alte exemple sunt înglobările clădirilor de biserică în fortificațiile construite ulterior sau în cadrul complexelor castelelor construite mai târziu. Este cazul complexului de la Bonțida (terminat în anul 1650), a cărei incinte fortificate au fost completate inițial cu niște corpuri în stil baroc, la începutul secolului XVIII, și au fost ulterior refăcute în stil clasicist. Mai apoi, la mijlocul secolului XIX, castelul este completat cu niște corpuri realizate în stil neogotic.

O contribuție istorică mai puțin fericită o reprezintă un curent de la sfârșitul sc. XIX, care consta în atașarea la silueta edificiilor de cult a unor turnulețe oarbe rezultate din suprapunerea unor concepte ideologice artistice. Efectele asupra construcțiilor nu s-au rezumat doar la valoarea monumentală și artistică ci și la degradarea capacităților portante și statice ale pereților fațadelor respectivelor clădiri istorice. Datorită acestor afinități și orientări multe monumente istorice au fost afectate pierzându-se aspectul original. Mănăstirea de la Tismana, Biserica Curtea Veche au fost refăcute fără a se păstra aspectul inițial. Chiar dacă în decursul etapelor de realizarea a unui monument de arhitectură nu s-a ținut cont de păstrarea unei unități stilistice, fiecare perioadă istorică a avut propriile sale contribuții, și etapele istorice și-au pus amprenta asupra realizării obiectivului în sine. Carta de la Veneția abordează valorificarea tuturor contribuțiilor a diferitelor etape istorice asupra unei clădiri. Intervențiile care nu au respectat valoarea monumentală au avut ca și consecință modificarea dramatică a respectivei clădiri încălcând principiile reabilitării, conservării și restaurării care pledează pentru intervenții minime care să nu afecteze recognoscibilitatea monumentului în sine.

Ca și o concluzie asupra studiului cauzelor care determină degradarea clădirilor istorice putem distinge două categorii cu aceeași însemnătate și pondere – acțiunile naturale ale mediului, și acțiunile umane, care din diferite considerente afectează valoarea monumentală a clădirilor istorice [75].

4 DETERMINĂRI ALE CARACTERISTICILOR HIGROTERMICE ALE ZIDĂRIILOR FAȚADELOR CLĂDIRILOR ISTORICE

Determinările caracteristicilor higrotermice ale zidărilor fațadelor clădirilor istorice, au constat în măsurarea temperaturilor suprafețelor pereților, sondare în interiorul zidăriei, precum și realizarea de termografii pentru secțiunile de zidării sondate. Clădirile asupra cărora s-au realizat determinările respective se află în raza orașelor Timișoara și Viena.

4.1 Tehnici și aparate utilizate

Termografia reprezintă determinarea și reprezentarea grafică a densităților radiațiilor infraroșii corespunzătoare unei suprafețe, precum și a distribuției temperaturii corespunzătoare suprafeței respective. Aparatul care se utilizează în determinarea termografiei se numește *termograf*. Acesta produce o imagine cu distribuția temperaturii radiante aparente pe o suprafață radiantă numită *imagine termică*. Transpunerea imaginii termice pe un suport de date determină termograma [58].

În cadrul imaginii termice sunt reprezentări și a izotermelor (linii, puncte, suprafețe cu aceeași valoare a densității radiației infraroșii). Simbolurile utilizate în prezentele Determinări sunt:

- R - puterea radiației emise pe unitatea de suprafață [W/m²];
- μ - submultiplu al unității pentru lungime, $\mu = 10^{-6}$ m;
- h - constanta lui Planck, $h = 6,626196 \cdot 10^{-34}$ J·s;
- k - constanta lui Boltzmann, $k = 1,380622 \cdot 10^{-23}$ J/K;
- T - temperatura absolută [C,K] [65].

Documentele de referință și normativele SR EN sunt următoarele:

- [1] SR EN ISO 13187/2000 - *Performanța termică a clădirilor. Detecția calitativă a neregularităților termice în anvelopa clădirilor. Metoda termografică*
- [2] EN ISO 7345/1995 - *Thermal insulation. Physical quantities and definitions.* (Izolare termică. Mărimi fizice și definiții).
- [3] SR EN ISO 10077/1 - *Performanța termică a ferestrelor, ușilor și obloanelor - Calculul transmitanței termice. Partea I: Metoda simplificată.*
- [4] SR EN ISO 6946 - *Părți și elemente de construcție - Rezistența termică și transmitanța termică - Metodă de calcul.*
- [5] SR EN 12524 - *Materiale și produse pentru construcții - Proprietăți higrotermice - Valori de proiectare tabelate;*
- [6] SR EN ISO 9288 - *Izolație termică. Transfer de căldură prin radiație. Mărimi fizice și definiții.*
- [7] SR EN 22726 - *Ambianțe termice. Aparat și metode de măsurare a mărimilor fizice.*

- [8] NP 048-2000 - Normativ pentru expertizarea termică și energetică a clădirilor existente și a instalațiilor de încălzire și preparare a apei calde de consum aferente acestora, B.C. nr. 4/2001.
- [9] NP 049-2000 - Normativ pentru elaborarea și acordarea Certificatului energetic al clădirilor existente, B.C nr. 5/2001.
- [10] NP 047-2000 - Normativ pentru realizarea auditului energetic al clădirilor existente și a instalațiilor de încălzire și preparare a apei calde de consum aferente acestora, B.C. nr. 5/2001.

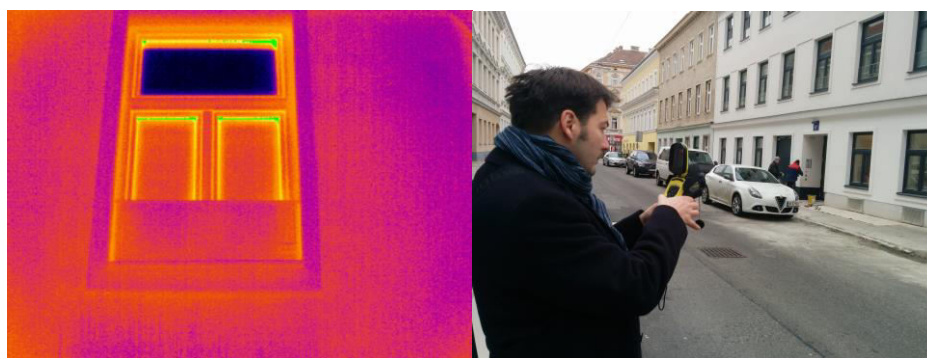


Fig 9 - Imagine termică Fronton Cladire istorica Districtic Döbling, Viena obținută cu Termograful utilizat – Autorul tezei realizând o scanare

4.2 Determinări pentru zidării din blocuri de piatră

Una din clădirile istorice asupra căreia s-au realizat determinările este Biserica din orașul Moedling, Landul Niederoestereich din Austria precum și asupra clădirilor centrale din comuna Perchtoldsdorf, Landul Niederoesterreich. Ambele biserici studiate reprezintă nucleele unor cetăți fortificate în evul mediu fiind realizate din blocuri de piatră în stilul gotic.

4.2.1 Zidării din blocuri de piatră situate la subsol

Primul tip de zidărie de clădire istorică din blocuri de piatră asupra căruia am realizat Determinările a fost o zidărie realizată din blocuri de bazalt.

Grosimea stratului	Denumirea materialului	Λ [W/m K]	R [m ² K /W]	Temperatura [°C]		Masă [kg/m ²]	Umiditate [%]
				min	max		
	Aerul spațiului interior		0,130	12,10	20,00		
2 cm	Tencuială pe bază de ciment	1,40	0,014	11,30	12,10	40,0	0,00
60 cm	Zidărie realizată din blocuri de	3,50	0,171	0,90	11,30	1710,0	0,00

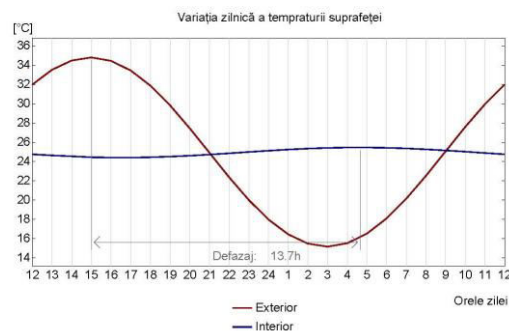
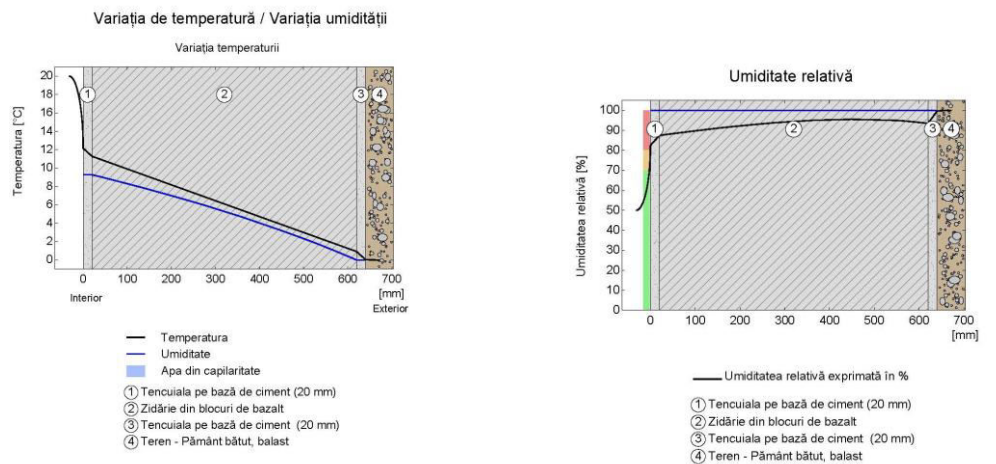
	bazalt						
2 cm	Tencuială pe bază de ciment	1,40	0,014	0,10	0,90	40,0	0,00
	Caracteristicile terenului	0,00	0,00	0,00	0,10		
64 cm	Pachet complet		0,331			1790,0	

Λ – Conductivitate termică [W/mK]

R – Rezistență termică

Zid exterior, U = 3,02 W/m²K		
U = 3,02 W/m²K Izolare termică	Nivel foarte bun pentru protecție împotriva umidității din condens	Tau – 18,60 Izolare față de încălzirea exterioară
Temperatură interioară: 20°C / 50%	Umiditate din condens: 0.00 kg/m²	Amplitudinea Temperaturii Atenuate – 18,60
Temperatură exterioară: 0°C / 100%	Permeabilitate ascensională în capilaritate: 6,20 m	Defazaj termic 13,7 h

Tabel 3 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de bazalt



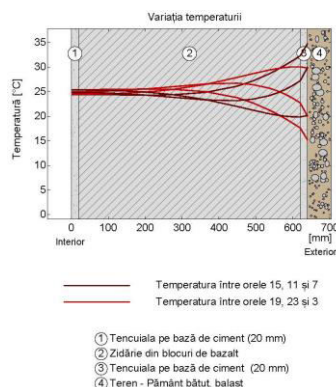


Fig 10 – Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de bazalt

Al doilea tip de zidărie de clădire istorică din blocuri de piatră asupra căruia am realizat Determinări a fost o zidărie realizată din blocuri de piatră.

Grosimea stratului	Denumirea materialului	Λ [W/m K]	R [m ² K /W]	Temperatura [°C] min max		Masă [kg/m ²]
	Aerul spațiului interior		0,130	12,10	20,00	
2 cm	Tencuială pe bază de ciment	1,40	0,014	11,30	12,10	40,0
60 cm	Zidărie realizată din blocuri de bazalt	3,50	0,171	0,90	11,30	1710,0
2 cm	Tencuială pe bază de ciment	1,40	0,014	0,10	0,90	40,0
	Caracteristicile terenului	0,00	0,00	0,00	0,10	
64 cm	Pachet complet		0,331			1790,0

 Λ – Conductivitate termică [W/mK]**R – Rezistență termică**

Zid exterior, U = 2,38 W/m²K		
U = 3,02 W/m²K Izolare termică	Nivel foarte bun pentru protecție împotriva umidității din condens	Tau – 18,60 Izolare față de încălzirea exterioară
Temperatură interioară: 20°C / 50%	Umiditate din condens: 0.00 kg/m ²	Amplitudinea Temperaturii Atenuate – 18,60
Temperatură exterioară: 0°C / 100%	Permeabilitate ascensională în capilaritate: 6,20 m	Defazaj termic 13,7 h

Tabel 4 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de bazalt marmorat de 60 cm

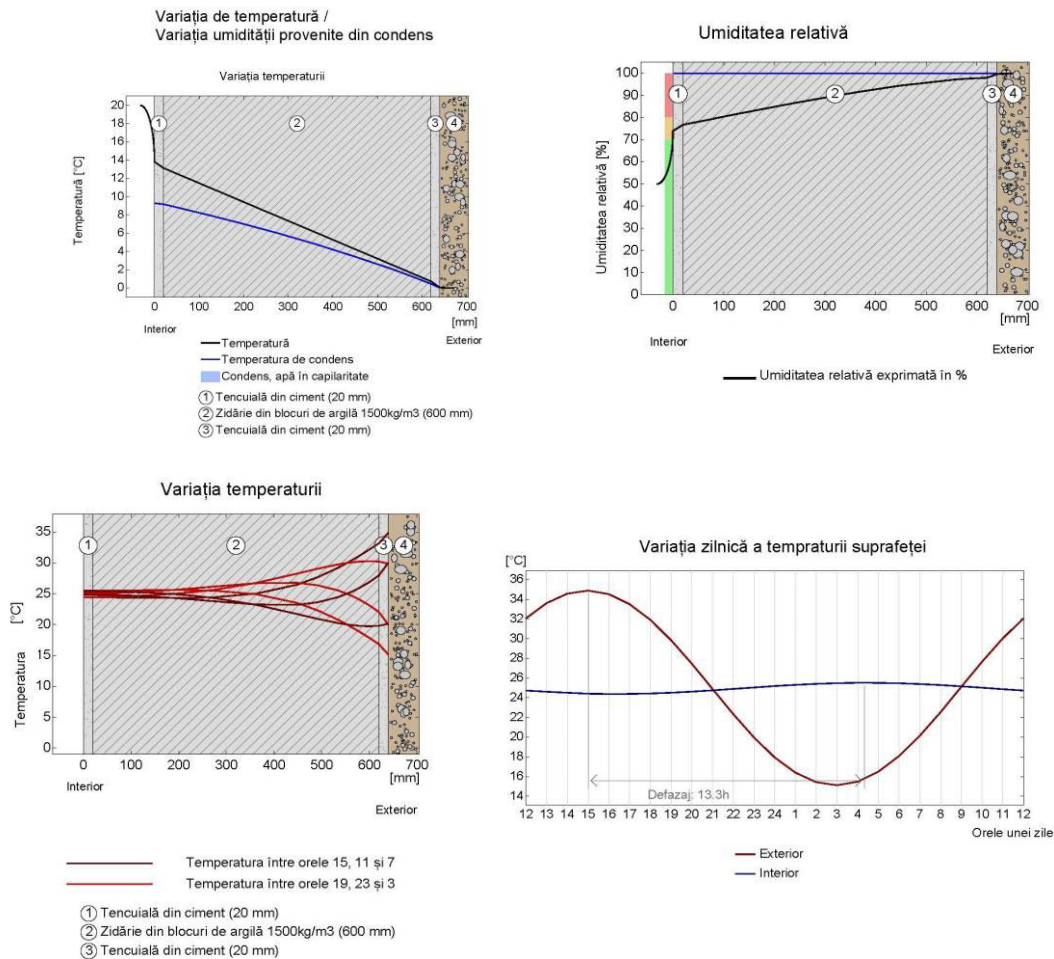


Fig. 11 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de bazalt marmorat de 60 cm




4.2.2 Zidării din blocuri de piatră situate la nivelele parterului și etajelor

Primul tip de zidărie de clădire istorică din blocuri de piatră asupra căruia am realizat Determinări a fost o zidărie realizată din blocuri de argilă.

Λ – Conductivitate termică [W/mK]

R – Rezistență termică

Zid exterior, U=2,70 W/m ² K		
U = 2,70 W/m²K Izolare termică	Umiditate 238 g/m²	Tau - 18.6 Izolare față de încălzirea exterioară

 0 5	 0 1 238 g/m ² (0,6 %)	
Temperatură interioară: 20°C / 50%	Umiditate din condens: 0.24 kg/m ²	Amplitudinea Temperaturii Atenuate - 18,60
Temperatură exterioară: -10°C / 80%	Timp de uscare - 11 zile	Defazaj termic -13,5 h

Tabel 5 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de argilă, grosime de 60 cm

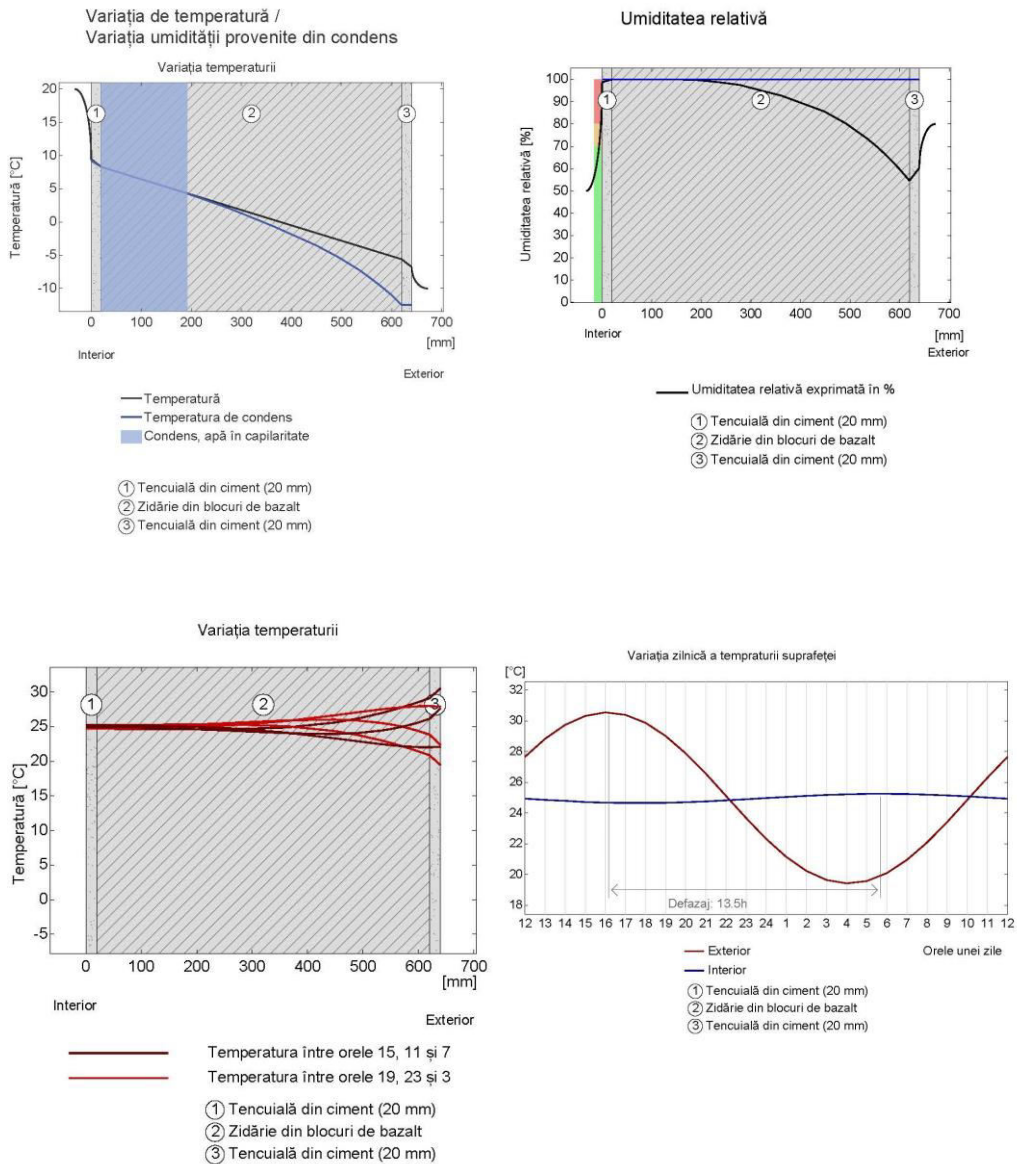


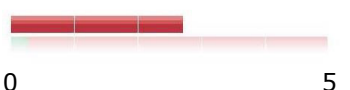


Fig. 12 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de argilă, grosime: 60 cm

Al doilea tip de zidărie de clădire istorică din blocuri de piatră asupra căruia am realizat Determinări a fost o zidărie realizată din blocuri de piatră. Au fost realizate determinări asupra a două tipuri de ziduri de piatră.

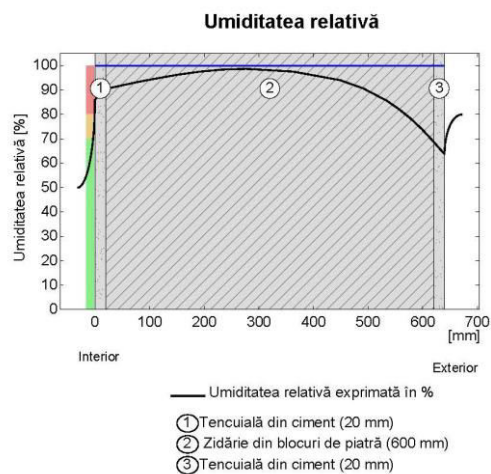
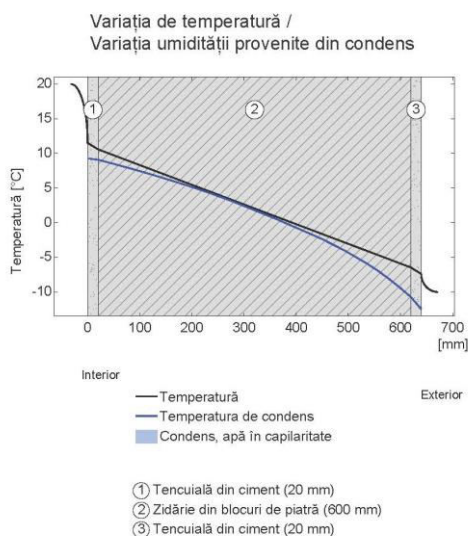
- Grosimea zidăriei de 60 cm

Grosimea stratului	Denumirea materialului	Λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatura [°C] min max		Masă [kg/m ²]	Umiditate [%]
	Aerul spațiului interior		0,130	11,50	20,00		
2 cm	Tencuială pe bază de ciment	1,40	0,014	10,60	11,50	40,0	0,00
60 cm	Zidărie realizată din blocuri de piatră	2,30	0,261	-6,50	10,60	1560,0	0,00
2 cm	Tencuială pe bază de ciment	1,40	0,014	-7,40	-6,50	40,0	0,00
	Aerul exterior		0,040	-10,00	-7,40		
64 cm	Pachet complet		0,459			1640,0	

 Λ – Conductivitate termică [W/mK]**R – Rezistență termică**

Zid exterior, $U=2,18 \text{ W/m}^2\text{K}$		
U = 2,18 W/m²K Izolare termică	Umiditate 0,00 g/m²	Tau – 17,3 Izolare față de încălzirea exterioră
		
Temperatură interioară: 20°C / 50%	Umiditate din condens: 0 kg/m ²	Amplitudinea Temperaturii Atenuate – 17,30
Temperatură exterioră: -10°C / 80%	Coefficient SDW – 19,00 m	Defazaj termic -13,5 h

Tabel 6 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri din piatră, grosime 60 cm



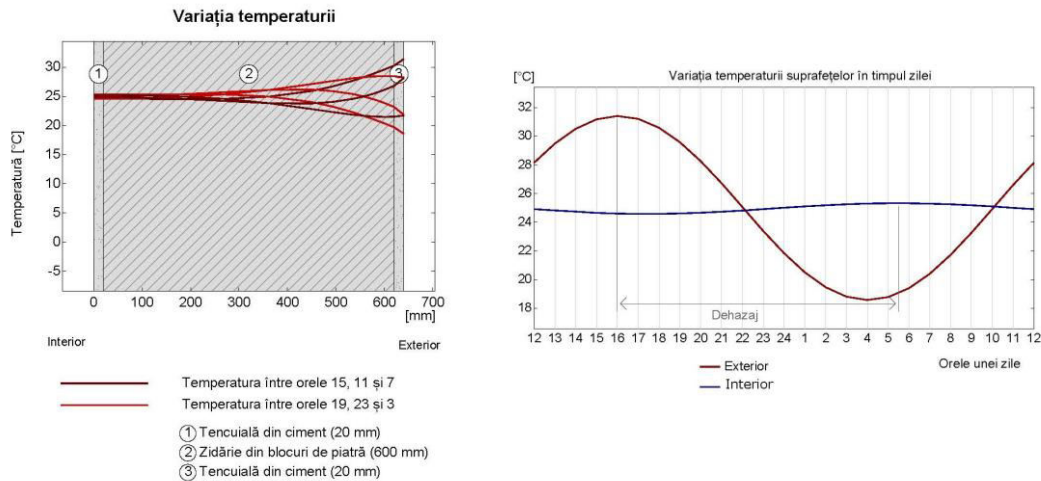


Fig 12 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri din piatră, grosime 60 cm

- Grosimea zidăriei de 50 cm. La nivelul zidăriei există o zonă de condens interioară în care apa apare în capilaritate, însă în cantități foarte mici.

Grosimea stratului	Denumirea materialului	Λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatura [°C]		Masă [kg/m ²]	Umiditate [%]
				min	max		
	Aerul spațiului interior		0,130	10,60	20,00		
2 cm	Tencuială pe bază de ciment	1,40	0,014	9,60	10,60	40,0	0,00
50 cm	Zidărie realizată din blocuri de piatră	2,30	0,217	-6,10	9,60	1300,0	0,00
2 cm	Tencuială pe bază de ciment	1,40	0,014	-7,10	-6,10	40,0	0,00
	Aerul exterior		0,040	-10,00	-7,10		
54 cm	Pachet complet		0,416			1380,0	

Λ - Conductivitate termică [W/mK]

R - Rezistență termică

Zid exterior, U=2,40 W/m ² K		
U = 2,40 W/m ² K Izolare termică	Umiditate 4,8 g/m ²	Tau - 10,00 Izolare față de încălzirea exterioră
0 5	0 1 4,8 g/m ²	

Temperatură interioară: 20°C / 50%	Umiditate din condens: 0,004 kg/m ²	Amplitudinea Temperaturii Atenuate – 18,60
Temperatură exterioară: -10°C / 80%	Coficient SDW: 16,00 m Timp de uscare: 2 zile	Defazaj termic -13,5 h

Tabel 7 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri din piatră, grosime 50 cm

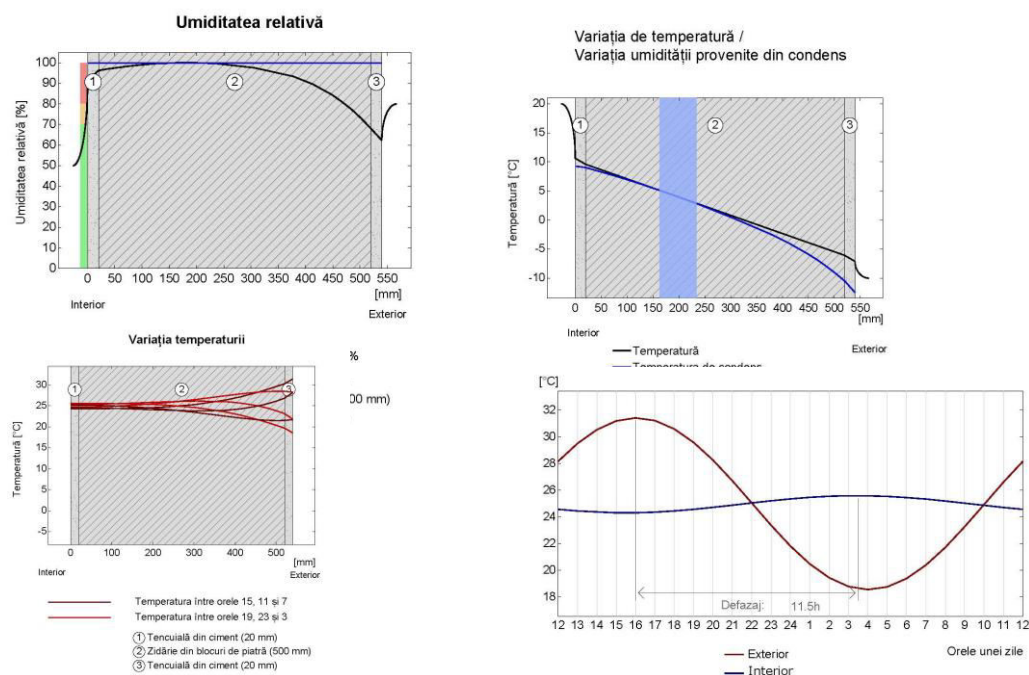


Fig 13 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri din piatră, grosime 50 cm

4.3 Determinări pentru zidării din cărămidă

Cele mai vechi structuri ale clădirilor etajate care au avut o durabilitate remarcabilă în timp au fost cele realizate din asize de cărămidă.

4.3.1 Zidării din cărămidă situate la subsol

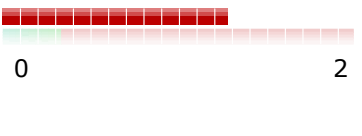

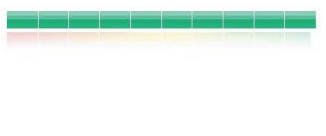
În cadrul Institutului de Arhitectură din Viena utilizând instrumentele de măsură și programele specializate, au fost realizate Determinări și simulări electronice asupra unor pereți din zidărie de cărămidă a unor clădiri cu subsol, având următoarele caracteristici:

Grosimea	Denumirea	Λ	R	Temperatura [°C]	Masă	Umidita
----------	-----------	-----------	---	------------------	------	---------

stratului	materialului	[W/mK]	[m ² K/W]	min	max	[kg/m ²]	te [%]
	Aerul spațiului interior		0,130	16,70	20,00		
2 cm	Tencuială pe bază de ciment	1,40	0,014	16,30	16,70	40,0	0,00
60 cm	Zidărie realizată din blocuri de cărămidă (echivalentă 2000 kg/m ³ DIN 105)	0,96	0,625	0,40	16,30	1200,0	0,00
2 cm	Tencuială pe bază de ciment	1,40	0,014	0,00	0,00	40,0	0,30
	Caracteristicile terenului		0,000	0,00	0,00		
54 cm	Pachet complet		0,785			1280,0	

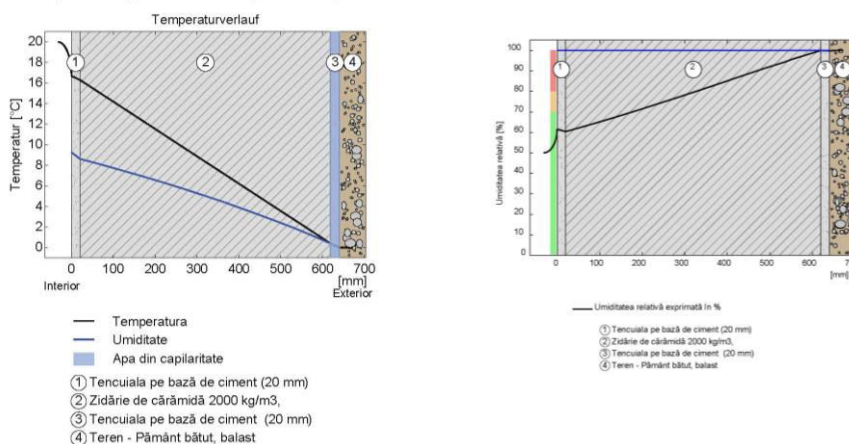
Λ – Conductivitate termică [W/mK]

R – Rezistență termică

Zid exterior, U=1,27 W/m ² K		
U = 1,27 W/m²K Izolare termică	Umiditate 132 g/m²	Tau -135,10 Izolare față de încălzirea exterioară
		
Temperatură interioară: 20°C / 50%	Umiditate din condens: 0,13 kg/m ²	Amplitudinea Temperaturii Atenuate - 135,10
Temperatură exterioară: 0°C / 100%	Coefficient SDW: 4,00 m Timp de uscare: 11 zile	Defazaj termic - 20,7 h

Tabel 8 - Determinări pentru zidărie realizată din cărămidă la subsol, grosime 60 cm

Variația de temperatură / Variația umidității



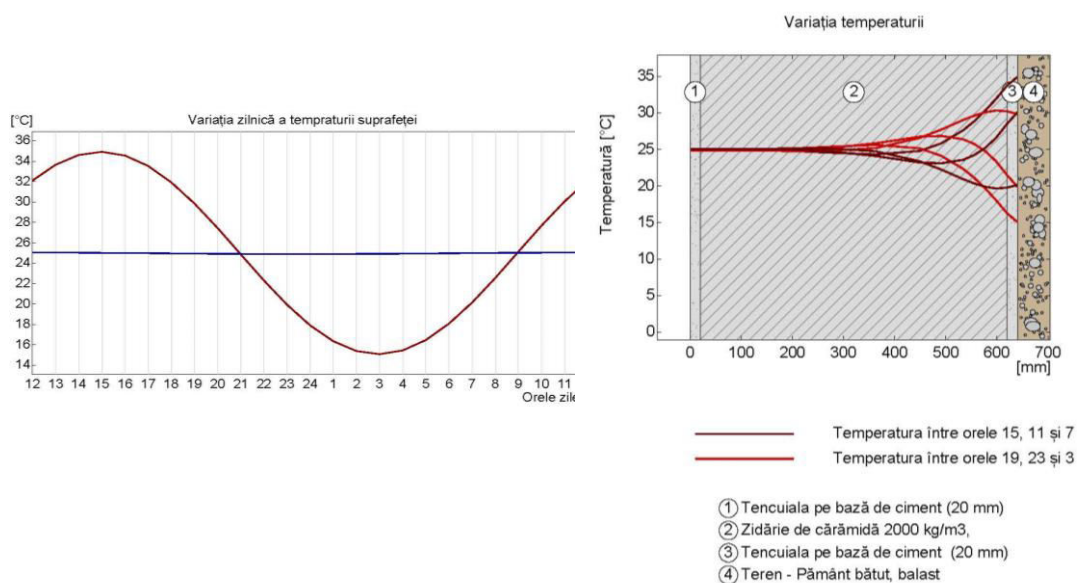


Fig 14 - Determinări pentru zidărie realizată din cărămidă la subsol, grosime 60 cm




4.3.2 Zidării din cărămidă situate la nivelele parterului și etajelor

Grosimea stratului	Denumirea materialului	Λ [W/m K]	R [m ² K/W]	Temperatura [°C]		Masă [kg/m ²]	Umiditate [%]
				min	max		
	Aerul spațiului interior		0,130	13,70	20,00		
2 cm	Tencuială pe bază de ciment	1,40	0,014	13,00	13,70	40,0	0,00
40 cm	Zidărie realizată din blocuri de cărămidă (echivalentă 2000 kg/m ³ DIN 105)	0,96	0,417	-7,40	13,00	800,0	0,00
2 cm	Tencuială pe bază de ciment	1,40	0,014	-8,00	-7,40	40,0	0,30
	Exterior		0,040	-10,00	-8,00		
54 cm	Pachet complet		0,615			880,0	

 Λ - Conductivitate termică [W/mK]

R - Rezistență termică

Zid exterior, U=1,63 W/m ² K		
U = 1,63 W/m ² K	Umiditate	Tau -22,0

Izolare termică	193 g/m²	Izolare față de încălzirea exterioră
	 193,00 g/m ²	
Temperatură interioară: 20°C / 50%	Umiditate din condens: 0,19 kg/m ² (0,3%)	Amplitudinea Temperaturii Atenuate – 22,0
Temperatură exterioră: -10°C / 100%	Coeficient SDW: 3,00 m Timp de uscare: 15 zile	Defazaj termic – 14,3 h

Tabel 9 - Determinări pentru zidărie realizată din cărămidă la etaj, grosime 40 cm

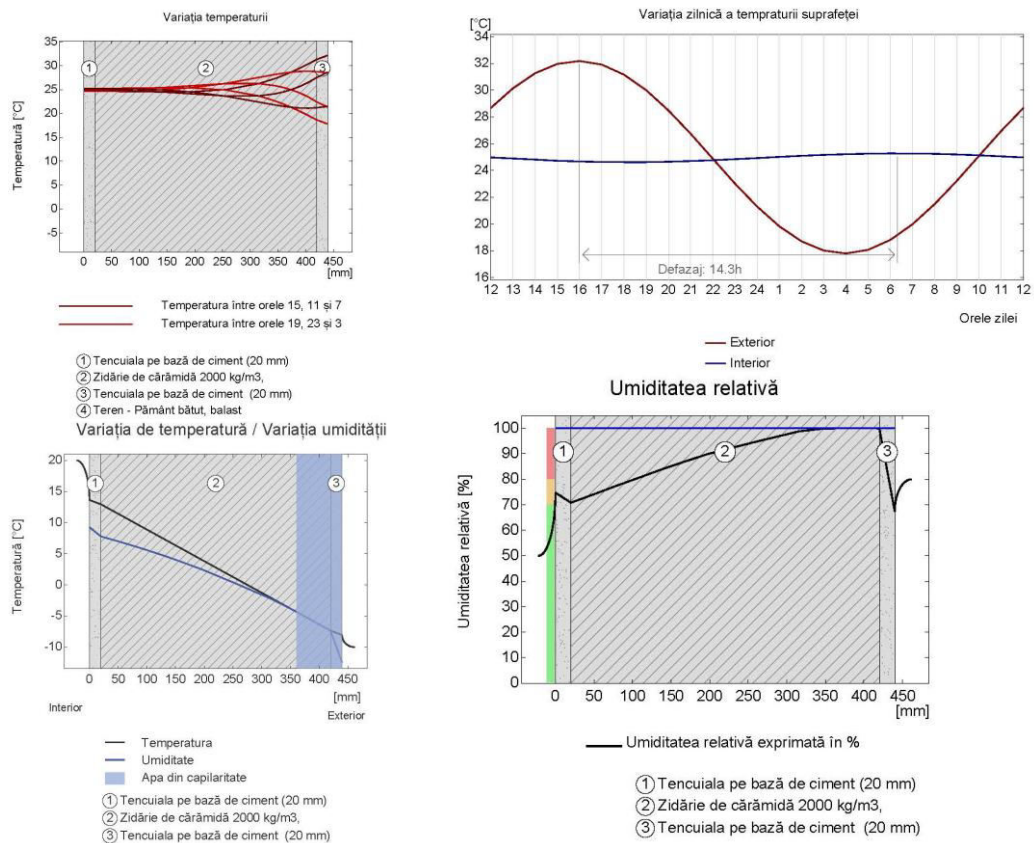


Fig 14 - Determinări pentru zidărie realizată din cărămidă la etaj, grosime 40 cm

4.4 Determinări pentru zidării mixte din blocuri de piatră și cărămidă




Două clădiri studiate au prezentat zidării mixte cu asize alternative realizate din piatră și cărămidă.

4.4.1 Zidării mixte din blocuri de piatră și cărămidă situate la subsol

Grosimea stratului	Denumirea materialului	Λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatura [°C]		Masă [kg/m ²]	Umiditate [%]
				min	max		
	Aerul spațiului interior		0,130	15,70	20,00		
2 cm	Tencuială pe bază de ciment și calc	1,00	0,020	15,00	15,70	36,0	0,00
60 cm	Zidărie realizată din blocuri de piatră și cărămidă	1,40	0,429	0,70	15,20	1200,0	0,00
2 cm	Tencuială pe bază de ciment și calc	1,00	0,020	0,00	0,70	36,0	0,00
	Caracteristicile terenului		0,000	0,00	0,00		
54 cm	Pachet complet		0,600			1272,0	

Λ – Conductivitate termică [W/mK]

R – Rezistență termică

Zid exterior, U=1,67 W/m ² K		
U = 1,67 W/m²K Izolare termică	Nivel foarte bun pentru protecție împotriva umidității din condens	Tau – 54,3 Izolare față de încălzirea exterioară
 0 2	 0 1 0,00 g/m ²	
Temperatură interioară: 20°C / 50%	Umiditate din condens: 0.00 kg/m ²	Amplitudinea Temperaturii Atenuate – 54,30
Temperatură exterioară: 0°C / 100%	Coeficient sd-Wert: 25,00 m	Defazaj termic -17,7 h

Tabel 10 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de piatră și cărămidă la subsol, grosime 60 cm

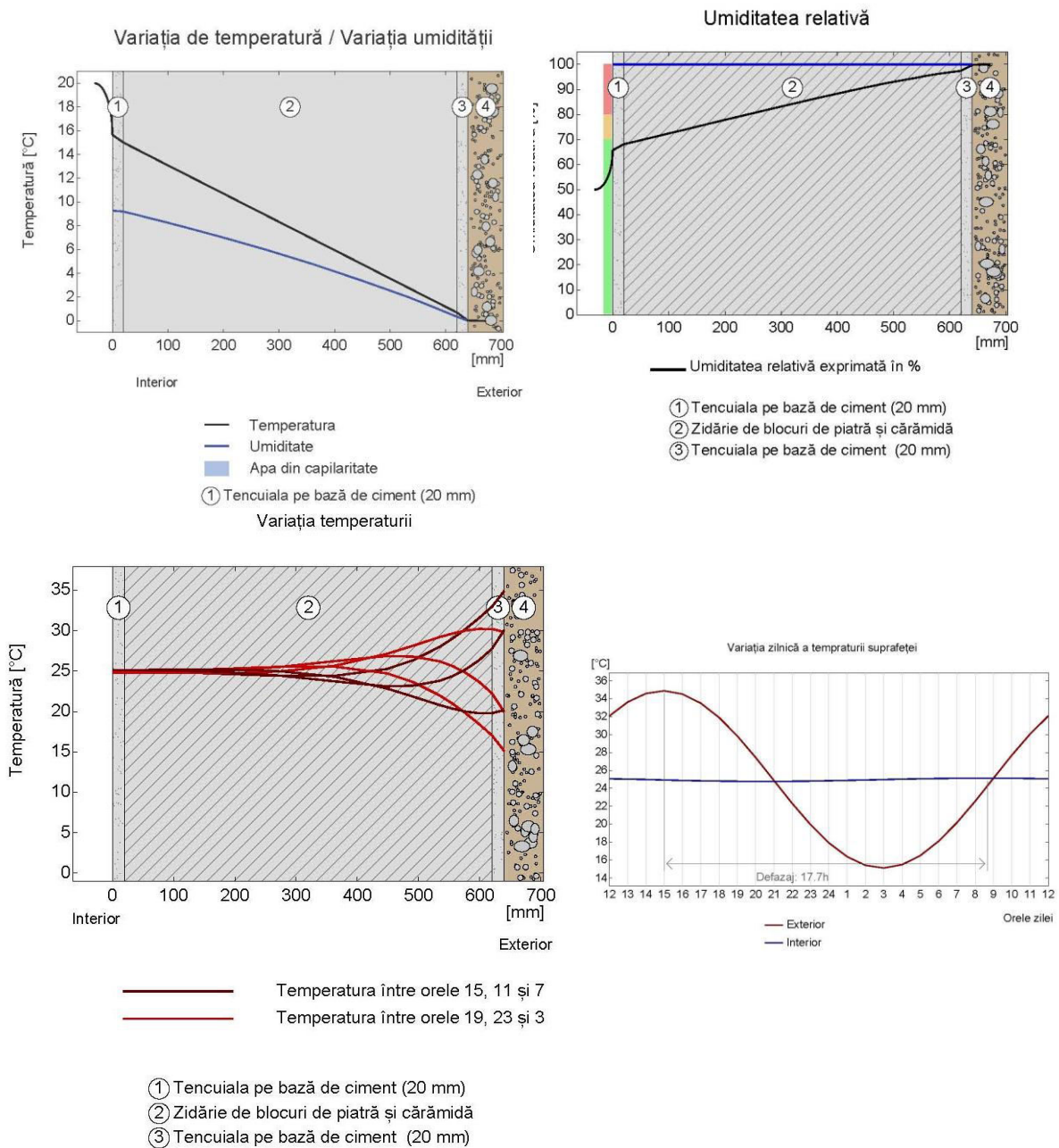


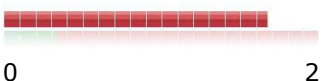

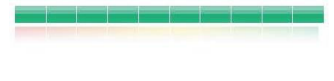
Fig 15 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de piatră și cărămidă la subsol, grosime 60 cm

4.4.2 Zidării mixte din blocuri de piatră și cărămidă situate la nivelele parterului și etajelor

Grosimea stratului	Denumirea materialului	Λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatura [°C]		Masă [kg/m ²]	Umiditate [%]
				min	max		
	Aerul spațiului interior		0,130	15,70	20,00		
2 cm	Tencuială pe bază de ciment și calc	1,00	0,020	15,00	15,70	36,0	0,00
60 cm	Zidărie realizată din blocuri de piatră și cărămidă	1,40	0,429	0,70	15,20	1200,0	0,00
2 cm	Tencuială pe bază de ciment și calc	1,00	0,020	0,00	0,70	36,0	0,00
	Aerul exterior		0,040	-10,00	-8,10		
54 cm	Pachet complet		0,639			1272,0	

Λ – Conductivitate termică [W/mK]

R – Rezistență termică

Zid exterior, $U=1,57 \text{ W/m}^2\text{K}$		
U = 1,57 W/m²K Izolare termică	Nivel foarte bun pentru protecție împotriva umidității din condens	Tau – 54,3 Izolare față de încălzirea exterioară
		
0 2	0 1 0,00 g/m ²	
Temperatură interioară: 20°C / 50%	Umiditate din condens: 0.00 kg/m ²	Amplitudinea Temperaturii Atenuate – 54,30
Temperatură exterioară: -10°C / 80%	Coeficient sd-Wert: 25,00 m	Defazaj termic -17,7 h

Tabel 11 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de piatră și cărămidă la etaj

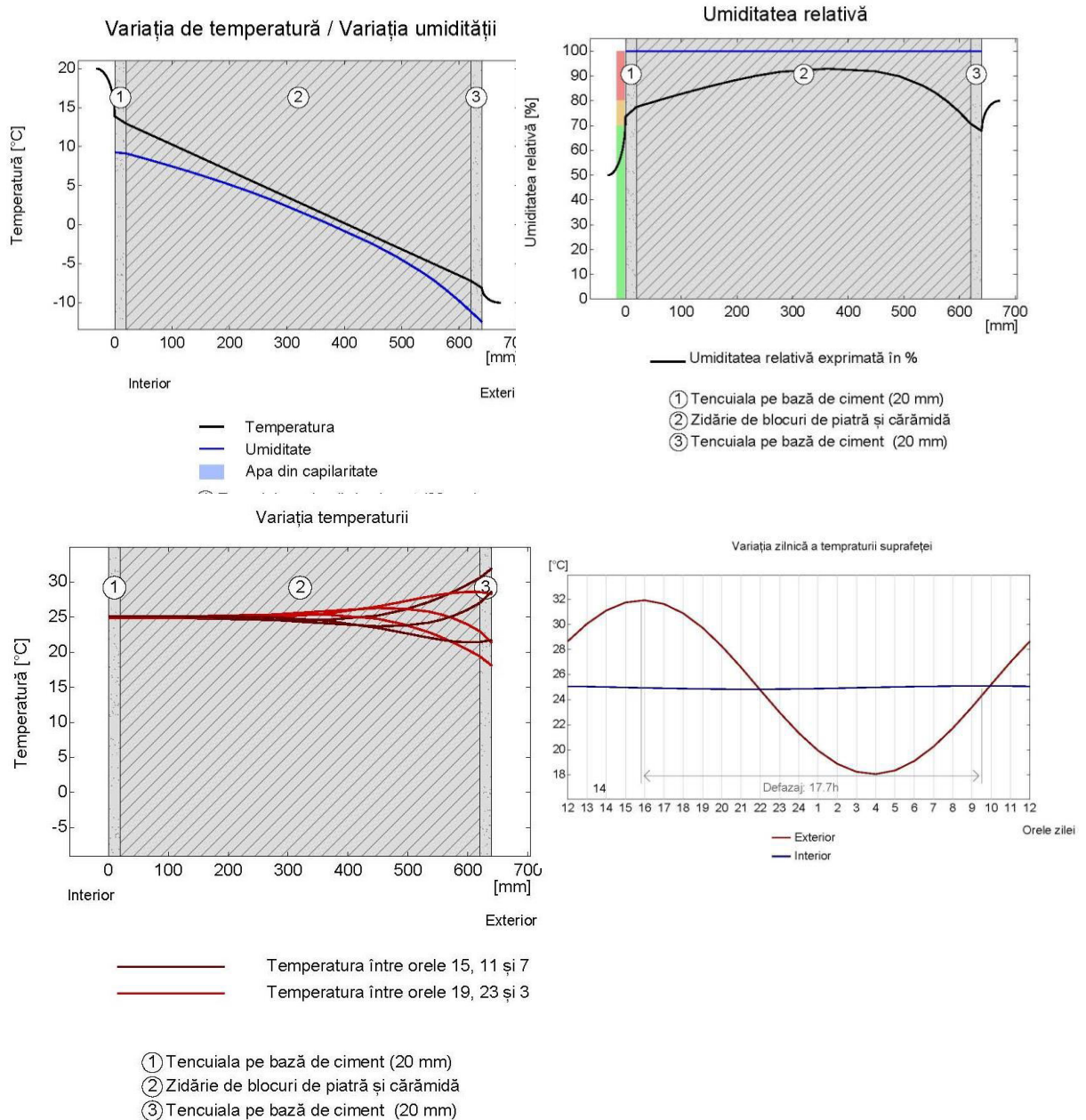


Fig 16 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de piatră și cărămidă la etaj

4.5 Determinări pentru zidării mixte din blocuri de argilă

Determinările efectuate au fost realizate pe două tipuri de zidării din clădiri istorice, realizate din blocuri de argilă.




În primul caz, tencuiala exterioară a clădirii istorice expertizate a fost realizată pe bază de argilă și var. În acest paragraf sunt redată rezultatele Determinărilor efectuate precum și diagramele de calcul termic aferente rezultatelor respective.

Grosimea stratului	Denumirea materialului	Λ [W/m K]	R [m ² K /W]	Temperatura [°C]		Masă [kg/m ²]	Umiditate [%]
				min	max		
	Aerul spațiului interior		0,130	16,00	20,00		
2 cm	Tencuială pe bază de argilă și var	0,70	0,029	15,20	16,00	24,0	0,00
50 cm	Zidărie realizată din blocuri de argilă	0,66	0,758	-8,00	15,20	750,0	0,00
2 cm	Tencuială pe bază de argilă și var	0,80	0,025	-8,80	-8,00	34,0	0,00
	Aerul exterior		0,040	-10,00	-8,80		
54 cm	Pachet complet		0,981			808,0	

Λ – Conductivitate termică [W/mK]

R – Rezistență termică

Tabel 12 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de argilă la parter, grosime: 50 cm

Zid exterior, $U=1,02 \text{ W/m}^2\text{K}$		
U = 1,02 W/m²K Izolare termică	Nivel foarte bun pentru protecție împotriva umidității din condens	Tau - 66.2 Izolare față de încălzirea exterioară
		
0 2	0 1 0,00 g/m ²	
Temperatură interioară: 20°C / 50%	Umiditate din condens: 0.00 kg/m ²	Amplitudinea Temperaturii Atenuate - 66,20
Temperatură exterioară: -10°C / 80%	Permeabilitate ascensională în capilaritate: 6,20 m	Defazaj termic -18,3 h

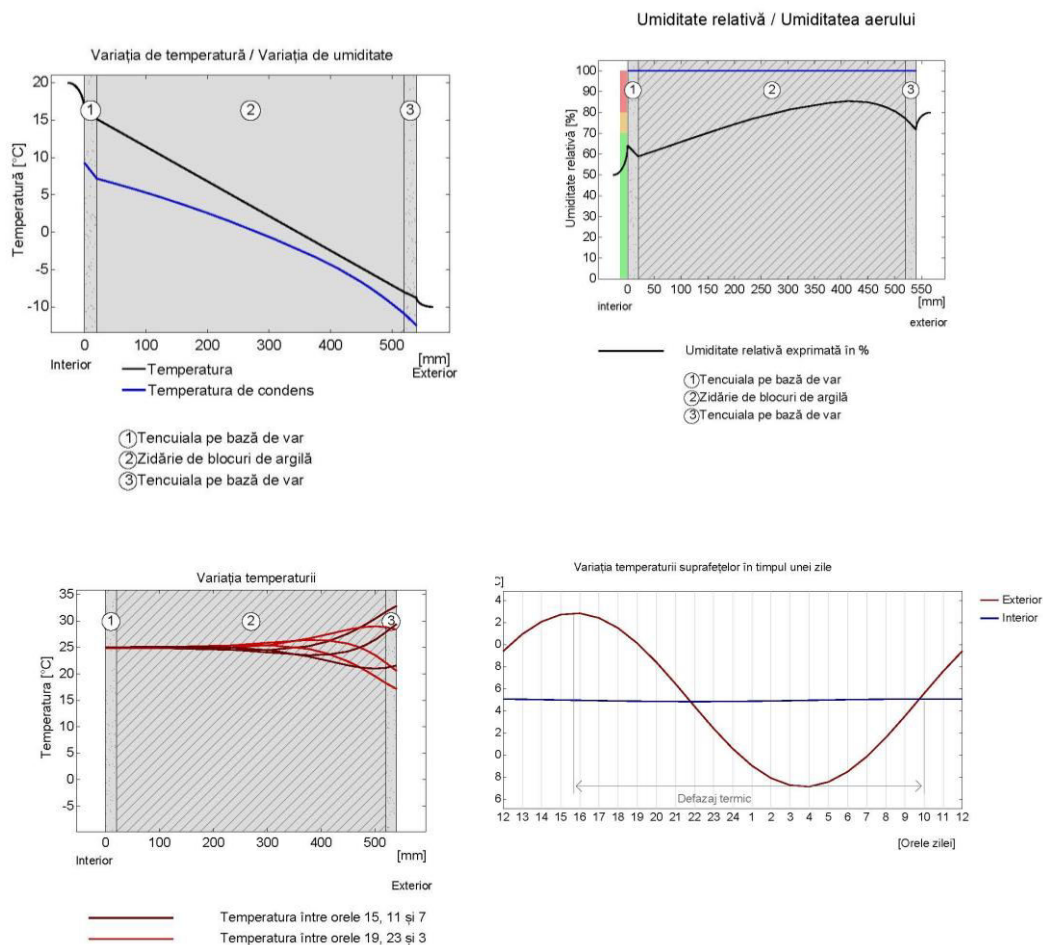


Fig 17 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de argilă la parter, grosime: 50 cm

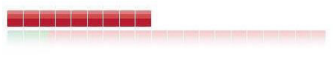


În primul caz, tencuiala exterioară a clădirii istorice expertizate a fost realizată pe bază de ciment. În acest paragraf sunt redată rezultatele Determinărilor efectuate precum și diagramele de calcul termic aferente rezultatelor respective. În acest caz, a fost detectată prezența apei în capilaritate produsă în urma condensului între stratul tencuiei externe și zidărie.

Grosime a stratului	Denumirea materialului	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Temperatura [°C] max	min	Masă [kg/m ²]	Umiditate [%]	Timp de uscare exprimat în zile
	Aerul spațiului interior		0,130	16,00	20,00			
2 cm	Tencuială pe bază de ciment	1,40	0,014	15,20	16,50	40,0	0,00	12

60 cm	Zidărie realizată din blocuri de argilă	0,66	0,90 9	-8,00	16,1 0	900, 0	0,00	
2 cm	Tencuială pe bază de ciment	1,40	0,01 4	-8,80	- 8,50	40,0	0,20	9
	Aerul exterior		0,04 0	- 10,00	- 8,90			
64 cm	Pachet complet		1,10 8			980, 0		12

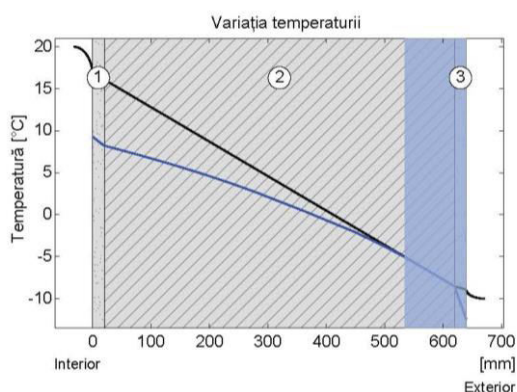
Λ – Conductivitate termică [W/mK]

R – Rezistență termică

Zid exterior, $U=0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$		
U = 0,90 W/m²K Coeficientul de transfer termic	Nivel foarte bun pentru protecție împotriva umidității din condens	Tau – 175,40 Izolare față de încălzirea exterioară
		
Temperatură interioară: 20°C / 50%	Umiditate din condens: 0.14 kg/m ² Timp de uscare – 14 Zile	Amplitudinea Temperaturii Atenuate – 175,40
Temperatură exterioară: -10°C / 80%	Permeabilitate ascensională în capilaritate: 4,00 m	Defazaj termic -21,7 h

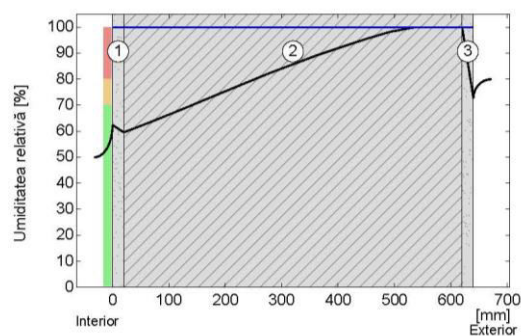
Tabel 13 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de argilă și var, realizată la parter, grosime: 60 cm

Variația de temperatură /
Variația umidității provenite din condens



- Temperatură
- Temperatura de condens
- Condens, apă în capilaritate
- ① Tencuială din ciment (20 mm)
- ② Zidărie din blocuri de argilă 1500kg/m³ (600 mm)
- ③ Tencuială din ciment (20 mm)

Umiditatea relativă



— Umiditatea relativă exprimată în %

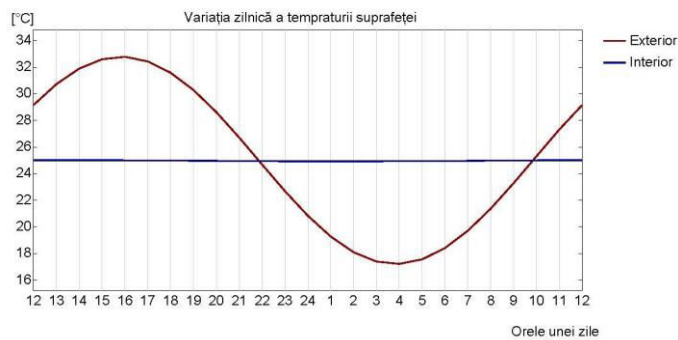
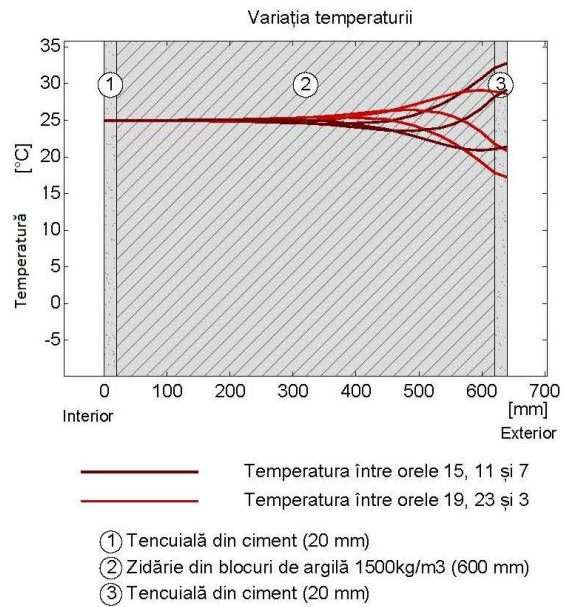


Fig 18 - Determinări pentru zidărie realizată din blocuri de argilă și var, realizată la parter, grosime: 60 cm

5. RESTAURARE SI REABILITARE PRIN INTERVENȚII STRUCTURALE ASPURA FAȚADELOR CLĂDIRILOR ISTORICE - ETAPE, TIPURI DE ORGANIZARE ȘI STUDII DE CAZ

5.1 Aspecte generale în vederea intervențiilor structurale asupra clădirilor istorice

Rolul unei intervenții structurale asupra unei clădiri istorice îl constituie obținerea unei sporiri a capacității portante a zidăriei și a întregii structuri și îndepărtarea acțiunilor care determină degradări prin tasări, deformații structurale sau materiale degradate. Intervențiile structurale asupra unei clădiri istorice sau monumentale se bazează atât pe normativele tehnice, disciplinele de proiectare, cât și pe documentele legislative și liniile principale doctrinare cu privire la conservarea, restaurarea și reabilitarea clădirilor istorice. Implicarea în operațiuni asupra structurii de rezistență a clădirii istorice presupune o cunoaștere avansată a sistemelor constructive ale clădirii respective, precum și cunoștințe temeinice aplicate în domeniul mecanicii structurilor. Din punct de vedere al tipului de operațiune volumetrică, intervențiile structurale asupra clădirilor istorice pot fi de două tipuri:

- Operațiuni de substrație - este categoria de intervenție prin care se elimină părți din construcție care determină degradări, încărcări suprasolicitante sau reprezintă aditii care alterează valoarea monumentului istoric.
- Intervenții de consolidare - constituie intervențiile asupra structurii prin care se urmărește fie aducerea capacității portante a structurii la nivelul de portanță inițial sau eliminarea factorilor de degradare prezenți în structura și remedierea defectelor apărute în structură [44].

În acest capitol nu vom include intervențiile de reabilitare higrotermică deoarece acestea sunt tratate pe larg în capitolul XIX.

5.2 Materiale folosite pentru reabilitarea structurilor

Progresul tehnologic a adus la apariția unor materiale noi pe bază de polimeri utilizate în intervențiile structurale asupra clădirilor existente. Utilizarea unor materiale compozite care sunt materiale obținute prin asocierea mai multor compuși chimici, și care au proprietăți mecanice corespunzătoare cu cerințele intervenției de reabilitare, sunt în deplină armonie cu documentele internaționale cu privire la restaurare, reabilitare și conservarea clădirilor istorice. Cele mai utilizate materiale polimerice compozite în procesul de reabilitare și consolidare a structurilor de rezistență sunt materialele compozite polimerice armate cu fibre. În general materialele compozite sunt alcătuite dintr-o parte discontinuă cu rol de armatura care este înglobată într-o masă continuă ce poartă denumirea de matrice. Disponerea

fibrelor respective în matrice precum și materialele folosite determină proprietățile fizico-mecanice ale materialului obținut.

În general direcția de expunere a fibrelor în eșantion sau în suprafața materialului obținut influențează proprietățile materialului respectiv rezistența la solicitări. Există armări cu fibre longitudinale și transversale pentru cea de a doua direcție, și există fibre dispersate pe mai multe direcții influențând rigiditatea materialului, conductivitatea termică și dilatarea termică. Amplasamentul fibrelor și repartizarea acestora se poate realiza în așa fel încât să obținem proprietățile dorite. Materialele noi obținute, compozite, sunt rezistente la agenții corozivi și agresivi, iar compoziția lor face posibilă degradarea progresivă, fiind evitată cedarea instantanee. Compozitele polimerice se pot degrada și în urma acțiunii radiațiilor ultraviolete și a temperaturilor foarte ridicate, iar în funcție de tipul fibrelor așezate în matrice se pot realiza diferite valori ale rezistenței la întindere, influențând modulul de elasticitate a materialului [48].

5.2.1 Clasificarea și caracteristicile materialelor polimerice compozite

În acest paragraf vom analiza tipurile de material compozit în funcție de constituentele acestea. Astfel distingem:

5.2.1.1 Clasificarea materialelor compozite polimerice în funcție de fibrele pentru armarea compozitelor

Caracteristicile mecanice ale materialelor sunt influențate de orientarea, dispunerea și natura fibrelor care sunt elementele principale de rezistență a materialului. Fibrele folosite în armarea compozitelor polimerice au rezistențe și moduli de elasticitate mari pentru a asigura o durabilitate corespunzătoare. Aceasta rezistență și valoare a modulului de elasticitate este influențată de secțiunea transversală a fibrei, cele mai multe fibre având o secțiune transversală circulară. După natura materialului din care sunt alcătuite fibrele distingem:

- Fibrele din sticlă

Materialele polimerice armate cu fibră de sticlă sunt cele mai des întâlnite materiale din cadrul materialelor compozite polimerice utilizate în lucrările de reabilitare structurală, având rezistența mecanică convenabilă. Dintre materialele polimerice cu fibră, cele realizate din fibră de sticlă au costuri mai reduse. În cadrul lucrărilor de reabilitare aceste materiale nu se recomandă a fi folosite în cazul unor intervenții în locuri cu umiditate ridicată, deoarece aderența fibrei la matrice este afectată în prezenta apei. Pentru îmbunătățirea aderenței dintre matrice și fibră se folosesc agenți de cuplare pentru tratarea suprafețelor fibrelor. Acest material este nerecomandabil a se folosi acolo unde există solicitări la întinderi puternice, deoarece el are modulul de elasticitate mic. Intervențiile realizate cu materiale compozite armate cu fibră de sticlă în cadrul lucrărilor de restaurare și reabilitare ale clădirilor istorice se vor folosi acolo unde nu există apă de suprafață și umiditate ridicată, cum

ar fi intervenții la nivelul subsolurilor, a elementelor expuse la umiditate sau elemente care sunt în componența unor pereți sau planșee care despart spații cu grade de umiditate diferite.

Compozitele polimerice armate cu fibre de sticlă au proprietăți mecanice moderate având fracțiunea volumetrică de fibra $V_f=0,65$ pentru materiale armate unidirecțional, și un modul de elasticitate $E=45$ GPa .

- **Fibre din carbon și din grafit**

Materialele polimerice compozite care au în componența lor fibre pe bază de carbon, au proprietăți și moduli de elasticitate ridicate. Fibrele pe bază de carbon au comportamente cu diferențe remarcabile față de cele din sticlă, fiind compatibile cu o gamă largă de materiale din alcătuirea matricei. Deoarece au caracteristici mecanice foarte bune și modulul de elasticitate de asemenea este mai ridicat decât cel al fibrelor de sticlă, aceste materiale pot fi folosite acolo unde intervenția de restaurare și consolidare structurală a clădirii istorice necesită o rezistență a materialului mai ridicată la alungire. Fibrele de carbon și de grafit au de asemenea o rezistență mult mai bună decât fibrele de sticlă la acțiunea umidității și a agenților proveniți din mediul exterior. Spre deosebire de fibrele de sticlă, fibrele de carbon au costuri mult mai ridicate. Acesta este principalul dezavantaj al folosirii acestui tip de material.

- **Fibre organice cu lanțuri moleculare aliniată și rigidizate prin punți de hidrogen**

Aceste fibre se mai numesc fibre aramidice, iar în componența moleculară rigidizarea lanțurilor moleculare prin punți de hidrogen este realizată cu ajutorul inelelor aromatice și legate. Aceste materiale au o rezistență foarte bună la alungire și se comporta foarte bine la temperaturi ridicate. Dintre materialele aramidice cele mai folosite pentru fibre, amintim: Kevlar 29, Kevlar 129, Kevlar 49, Kevlar 149, Kevlar 69 și Kevlar 100. Aceste materiale au de asemenea o rezistență foarte ridicată la acțiunea acizilor și a solvenților, însă pot fi totuși diluate și degradate la acțiunea unor tipuri de acizi și baze alcaline [57], [69].

5.2.1.2 Clasificarea materialelor compozite polimerice în funcție de matrice

Tipul de matrice influențează proprietățile materialului compozit, deoarece ea reprezintă elementul compact care înglobează fibrele. Tipul de material al matricei trebuie să fie ales într-o deplină compatibilitate cu tipul fibrei. Caracteristicile fibrei care ne determină să alegem materialul folosit în matrice sunt densitatea, rezistența la întindere, modulul de elasticitate, alungirea la rupere, coeficientul de dilatare termică liniară și coeficientul lui Poisson. Toate aceste caracteristici reprezintă valori ale coeficienților ce definesc proprietățile fizico-mecanice ale unor fibre care vor arma compozitul cu matricea polimerică. Matricele polimerice sunt materiale care au costuri rezonabile și proprietăți fizico-mecanice satisfăcătoare. În funcție de comportamentul acestor materiale la rezistență și comportarea la temperaturi ridicate, putem distinge:

- Matrici polimerice termoplastice. Aceste materiale au proprietatea că topirea și solidificarea, în cazul lor, sunt procese reversibile, iar materialul poate fi refolosit;
- Materiale polimerice termorigide. Sunt materialele care în prezența unor temperaturi ridicate nu se înmoaie, la temperaturi foarte ridicate se pot descompune, iar principala lor caracteristică este că își păstrează forma inițială. Materialele pe bază de matrici termorigide utilizate în procesele de reabilitare sau intervenții structurale ale clădirilor istorice și ale clădirilor existente se pot clasifica după următoarele categorii:
 - o Rășini poliesterice – aceste tipuri de rășini devin după solidificare copolimeri ai stirenului și ai poliestereului nesaturat. Ele au vâscozitate redusă și un timp de maturare mic.
 - o Rășini vinilesterice – sunt rășinile obținute dintr-o combinație a unei rășini epoxidice și un acid carboxilic nesaturat. Sunt materiale flexibile și au o rezistență ridicată la forța tăietoare. Au vâscozitate și viteză de maturare comparabile cu cele ale rășinilor poliesterice. Densitatea acestor materiale este cuprinsă între 1150-1350 kg/m³. Modulul de elasticitate la tracțiune este cuprins între 3-3,5 GPa.
 - o Rășinile epoxidice sunt materiale care conțin un număr de grupări epoxi. Sunt materiale care se procesează relativ ușor și au proprietăți mecanice și chimice foarte bune. Spre exemplu densitatea rășinilor epoxidice este cuprinsă între 1200-1300 kg/m³. Modulul de elasticitate la tracțiune are valori cuprinse între 2,75-4,10 GPa.

5.2.2 Clasificarea materialelor compozite polimerice în funcție de tipul de reabilitare structurală

Ca și produse ale materialelor compozite distingem:

- Platbande cu fibre unidirecționale
- Țesături bidirecționale neimpregnate
- Platbande preimpregnate unidirecționale în stare neîntărită
- Fascicole din fibre unidirecționale din fibre neimpregnate (cel mai utilizat material pentru cămășuirea elementelor din materiale tradiționale)
- Fascicole din fibre unidirecționale preimpregnate pentru înfășurare
- Platbande prefabricate și întărite pentru consolidarea elementelor fisurate

Cele mai utilizate operațiuni în reabilitarea și restaurarea structurilor clădirilor istorice sunt consolidările cu platbande. Consolidările cu platbande din compozite moderne polimerice ridică nivelul de rezistență al elementelor la acțiunea agenților termici asigurând astfel o mai ușoară întreținere și implicit conservarea elementului consolidat. Compozitele moderne polimerice sunt bune izolatoare electrice neconductive termic și având greutate proprie redusă. Aceste proprietăți corelate cu faptul că pot fi produse în lungimi mari asigură o montare și manipulare ușoară, valorile costurilor fiind influențate, obținându-se o sumă redusă în comparație cu soluțiile tradiționale [71].

5.3 Factori determinanți pentru intervenția de consolidare structurală a fundațiilor clădirilor istorice

5.3.1 Aspecte generale

Așa cum am abordat în cap.III privind cauzele care determină degradarea clădirilor istorice, în cadrul operațiunilor de consolidare structurală a fundațiilor clădirilor istorice, trebuie luați în considerare toți factorii și cauzele care pot determina degradările structurale ale fundațiilor clădirii istorice respective. Expertiza tehnică ca parte a expertizei de arhitectură corelată cu datele provenite din studiul geotehnic, oferă informații esențiale în alegerea tipului de intervenție structurală asupra fundației cu privire la:

- Tipul și stratificarea terenului de fundare
- Nivelul și agresivitatea apelor freatice
- Structura, funcțiunea clădirii
- Importanța istorică a structurii respective
- Starea actuala a fundațiilor

Toate aspectele conținute în cap. IV cu privire la cauzele de degradare a clădirilor istorice constituie spectrul de investigare a degradărilor care constituie motivul intervenției structurale. Principalele operațiuni de consolidare a infrastructurii unei clădiri istorice sunt:

- Extinderea fundației existente
- Introducerea de piloți forajați sau micropiloți (exemplu operațiunea realizată la consolidarea fundației Catedralei Mitropolitane din Timișoara)
- Consolidarea terenului de fundare prin injectare
- Consolidarea terenului adiacent prin plantații sau alte procedee

Realizarea operațiunilor de consolidare structurală pot avea efecte asupra clădirilor vecine. Expertiza tehnică trebuie să conțină toate aspectele care pot determina realizarea unui scenariu cu privire la comportamentul vecinătăților în cazul respectivei operațiuni.

5.3.2 Degradările specifice ale fundațiilor

Fațadele clădirilor istorice pot fi degradate prin apariția unor fisuri puternice datorate defectelor infrastructurii clădirii istorice respective. Degradările de la nivelul fundației afectează întreaga structură a clădirii și, din acest motiv, abordarea acestui capitol este semnificativă pentru procesul de reabilitare și restaurare a unei clădiri istorice în lumina standardului de confort. Vom aborda în continuare tipurile de degradări specifice ale fundațiilor clădirilor istorice în funcție de materialele din care au fost realizate:

Fundații realizate cu infrastructura de lemn – una din tehnicile cele mai întâlnite în realizarea construcțiilor din perioada barocă și până în perioada neoclasică în

zonele mlăștinoase a constituit-o realizarea unor fundații cu o infrastructură din piloți de lemn. Aceste radieră și piloții de lemn au fost tehnici foarte utile în găsirea unei soluții de realizare a unei clădiri pe un teren umed. Dezavantajul acestui tip de soluții constă în faptul că nivelul inițial al apei subterane nu a rămas constant. Expunerea succesivă la umiditate, mediu uscat, a determinat putrezirea unor părți a acestor infrastructuri de lemn și apariția ciupercilor și paraziților în masa lemnoasă. Acțiunea ciupercilor, paraziților și insectelor, precum și putrezirea materialului lemnos, determină afectarea rezistenței și comportării statice a fundației realizată pe aceasta infrastructură.

Fundații realizate din piatră – fundațiile realizate din piatră sunt fundații care s-au comportat foarte bine la acțiunea apelor subterane minerale, majoritatea rocilor având o rezistență foarte ridicată la acțiunea agenților chimici proveniți din apele subterane și la acțiunea îngheț-dezgheț. Această rezistență la acțiunea chimică și la acțiunea îngheț-dezgheț este direct influențată de mineralele conținute în rocile din care au fost realizate fundațiile de piatră, minerale care pot reacționa cu sărurile provenite din apa freatică sau apele de suprafață. Gresia, calcarul, marmura sau mineralele feroase au rezistențe mai mici la acțiunea eroziunilor, iar ca și urmare a infiltrațiilor sărurilor minerale în rosturile fundațiilor, apare acel fenomen de exfoliere, iar ca urmare a acțiunii îngheț-dezgheț apar fisuri care afectează proprietățile fizico-mecanice ale minereului. Există fundații realizate din piatră și cărămidă care au fost realizate cu un liant din var sau argilă, aceste tipuri de fundații având un grad de absorbție mult mai ridicat de apă. Dacă clădirea istorică are zidărie de piatră și cărămidă la nivelul elevației și a pereților de subsol și pe pelicula exterioară sau interioară a zidăriei a fost realizat un strat de protecție din mortar, apa pătrunsă în rosturile acestei zidării va avea o ascensiune mai puternică în întreaga zidărie prin acest strat protector. Sărurile provenite din aceste ape se cristalizează, apa acționează ca un solvent asupra mineralelor din rocile componente, iar pe lângă exfolierea tencuielii și a straturilor de mortar, efectul cel mai important îl constituie modificarea proprietății portante a zidăriei respective.

Fundații și zidării de subsol realizate din cărămidă – asemenea fundațiilor realizate din piatră și a zidărilor de subsol realizate din piatră, fundațiile realizate din cărămidă și pereții de subsol realizați din cărămidă sunt supuși aceluiași acțiuni și factori agresivi care determină degradările acestor elemente de infrastructură ale unei clădiri istorice. Cele mai multe clădiri istorice din orașele de vest din România au fost realizate cu subsoluri cu zidărie din cărămidă. Aceste lucrări de zidărie conțin și alt gen de elemente de structură cum ar fi arcele și bolțile realizate din cărămidă, stâlpii și pilaștrii încastrați realizați din cărămidă, acțiunea acestor agenți afectând toate aceste elemente constructive. Fundațiile de cărămidă și pereții de subsol realizați din cărămidă sunt elemente de infrastructură mult mai sensibile la acțiunea umidității naturale a terenului datorită porozității blocurilor de cărămidă. Ciclul îngheț-dezgheț precum și caracteristicile zonei climatice sunt factori care produc degradări prin exfolieri, fisuri ale acestor elemente de structură în absența unei lucrări de hidroizolație.

Materialele și tehnicile eficiente necesare pentru realizarea unei hidroizolații și termoizolații pentru subsol, fără a necesita drenaje și lucrări pe arii extinse, sunt inovații ale ultimului secol. Din acest motiv, majoritatea clădirilor istorice au degradări la nivelul fundației, și la nivelul zidărilor din pereții subsolurilor. Degradările cele mai întâlnite sunt legate de acțiunea umidității care afectează toate cele trei categorii amintite mai sus, influențând umiditatea interioară și afectând utilizarea clădirii datorită apariției mușcăturilor și a degradărilor structurilor în sine. Al doilea factor care contribuie la degradarea infrastructurilor clădirilor istorice îl constituie acțiunea apei subterane. Acțiunea apei subterane este diferită față de umiditatea naturală a terenului, acțiune care variază ca activitate și prezență, determinând tasări ale clădirii prin transportarea unor minerale din terenul de fundare, măcinarea unor elemente din fundație și pierderea capacității portante a stratului de suport pentru fundație. Modificarea presiunii apei în porii terenului de fundare determină de-asemenea tasarea clădirii. Modificarea nivelului apei subterane este influențată în cele mai multe cazuri de acțiunile umane cum sunt lucrările de infrastructură care presupun drenaje, epuizmente, lucrări ce determină infiltrarea apelor provenite din precipitații, lucrări de artă subterane, plantații de arbori sau eliminarea plantației existente de arbori. Toate aceste operațiuni constituie factori care amplifică indirect degradarea clădirii istorice dacă nu sunt luate măsuri de protecție a clădirii față de consecințele care derivă din acțiunea acestor fapte. Tasările suplimentare produse la clădirea istorică afectează atât fundația, structura subsolului cât și un decalaj pe toate nivelele, clădirea fiind afectată în întregime.

Al treilea factor care produce degradarea tuturor categoriilor de fundații și zidării de subsol îl constituie capacitatea portantă a terenului în sine. Foarte multe clădiri istorice au fost realizate pe terenuri care aveau capacitatea portantă mai scăzută decât capacitatea necesară pentru realizarea clădirii respective. Studiile geotehnice precise sunt de-asemenea inovații ale ultimelor două secole iar în absența unor sondaje și tehnologii de sondare capabile să indice natura terenului și capacitatea portantă a sa, constructorii clădirilor istorice au avut la dispoziție un spectru limitat de cunoștințe în acest domeniu, iar în foarte multe cazuri, tasările clădirilor au fost produse de compactarea terenului care nu avea o capacitate portantă ridicată, degradările de la infrastructură fiind propagate la nivelul etajelor superioare. Tot în domeniul terenului, tasările fundațiilor clădirilor istorice și a infrastructurii au fost realizate și datorită unei stratificații neuniforme a terenului de subfundare.

Acțiunile umane care au determinat degradarea infrastructurii clădirilor istorice, pe lângă cele amintite mai sus, sunt cele cu referire la utilizarea clădirii, precum și operațiuni în vecinătatea clădirii prin completarea clădirii cu corpuri noi sau demolarea unor clădiri vecine sau a unor zone din clădirea istorică respectivă. Construcția de nivele noi sau încărcarea necorespunzătoare cu sarcini suplimentare, au determinat împingeri și presiuni neuniforme pe talpa fundației. De asemenea, prin demolarea unei părți din construcție sau a unei clădiri învecinate, s-a produs o decompresie a terenului de fundare, și o pierdere a împingerilor laterale. Acești

factori au constituit de asemenea premise pentru producerea unor tasări la nivelul infrastructurilor clădirilor istorice [80].

5.4 Soluții de consolidare structurală a infrastructurii clădirilor istorice

5.4.1 Soluții pentru consolidarea terenului de fundare de sub clădirile istorice

Consolidarea terenului de fundare, care nu corespunde capacității portante determinând tasarea clădirii istorice, este o operațiune care se realizează în situațiile în care adoptarea unei soluții de consolidare a fundațiilor nu este eficientă. Prin aplicarea consolidării terenului de fundare se dorește obținerea unei mai bune capacități portante a terenului precum și a tuturor proprietăților mecanice și a proprietăților care asigură stabilizarea terenului și impermeabilizarea terenului care constituie terenul de fundare al clădirii istorice respective. Consolidarea terenului de fundare se realizează prin proceduri speciale de injectare care reprezintă introducerea unei substanțe care mărește rezistența terenului și impermeabilizarea lui. Terenurile care necesită acest procedeu sunt care conțin pământuri cu un grad redus al coeziunii sau au un grad pronunțat al permeabilității datorita crăpăturilor sau porozității accentuate. Cele mai folosite procedee de injectare sunt argilizarea, cimentarea, silicataria și impermeabilizarea cu bitum. Injectarea se realizează cu ajutorul unor dispozitive numite injectoare, iar punctele de injectare se aleg în funcție de amplitudinea zonei injectate, dispunerea acestora fiind reglementate de normativele tehnice.

5.4.2 Particularități ale procedeeleor de consolidare a terenului de sub clădirile istorice

În acest paragraf dorim să abordăm particularitățile procedeeleor de injectare cu substanțe care măresc rezistența la compresiune sau impermeabilizează terenul.

- Consolidarea terenului de sub clădirile istorice prin cimentare – acest procedeu constă în injectarea cu ajutorul unor dispozitive de injectare sub presiune, a unui mortar special realizat din lapte de ciment cu scopul de a crește capacitatea portantă a terenului și de a mări gradul de impermeabilitate a lui. În foarte multe cazuri se va folosi o substanță pentru accelerarea prizei cum este clorura de calciu. Foarte multe clădiri istorice au fost realizate în zone din apropierea băilor termale sau în zone în care apele de suprafață au un caracter acid pronunțat. Salinitatea împiedică aplicarea acestei soluții făcând imposibilă întărirea laptelui de ciment. În astfel de zone se recomandă aplicarea altor soluții care să nu fie sensibile la nivel ridicat de salinitate.

- Consolidarea terenului de fundare prin injectarea cu silicați – substanța injectată cu ajutorul dispozitivelor de injectare sub presiune, în cele mai multe cazuri care folosesc silicați, îl constituie silicatul de sodiu la care se mai adaugă un reactant

electrolit producându-se un gel de siliciu. Cele două substanțe sunt introduse în mod succesiv care, reacționând una cu cealaltă, formează un liant pentru particulele terenului, obținându-se un teren coeziv. Acest procedeu nu este recomandat în cazul terenurilor bogate în carbonat sau sulfat de calciu, deoarece silicatul de sodiu reacționează cu substanțele conținute în terenul respectiv, de asemenea acest procedeu de injectare nu este recomandat în terenuri din vecinătatea sistemelor carstice, a terenurilor cu apă de suprafață cu un caracter acid, pământurilor care conțin urme de produse petroliere sau uleiuri și rășini, și nici în zone în care exista bolovănișuri ale căror galerii sunt umplute cu material de granulație mică.

- Consolidarea terenurilor prin injectarea cu argilă – materialul injectat în acest procedeu îl constituie o suspensie realizată din pastă de argilă care pătrunde în porozitatea terenului și îi crește nivelul de impermeabilitate. Este un procedeu care se aplică în cazul existenței cavernelor sau a crăpăturilor mari. Acest procedeu poate fi folosit în foarte multe cazuri de consolidare a terenurilor clădirilor istorice realizate în zone cu ape acide sau agresive. Injectarea cu argilă este un procedeu care poate să aibă mai multe conținuturi, argilele fiind de mai multe feluri, ele putând reacționa și cu un electrolit. Cu ajutorul pompelor de mortar suspensiile de argilă se pot introduce și în terenuri nisipoase.

- Consolidarea terenului prin injectarea cu bitum – acest procedeu se poate realiza fie prin injectarea unei emulsii de bitum numită procedeu de injectare la rece, fie prin injectarea sub presiune a bitumului topit, la temperatura de 200°C. În ambele cazuri terenul de sub fundare devine un teren impermeabil, realizându-se o perdea impermeabilă de bitum capabilă să protejeze clădirea de curenții de apă de suprafață și de umiditatea terenului. Ambele procedee pot fi aplicate concomitent sau independent, reducând astfel potențialul acțiunii apelor cu caracter acid.

- Pe lângă procedeele amintite mai sus, mai există procedee electrofizice folosindu-se proprietățile de mișcare a apei prin porii pământului, aplicabile la terenuri cu granulație foarte fină. În terenul de fundare se introduc anoz și catod, iar sub influența curentului electric fluidele sunt dispersate în teren sau conduse către pompe de colectare.

- Consolidarea terenului de fundare prin ridicarea nivelului de ape subterane – acest procedeu este folosit acolo unde există fundații de lemn bine conservate, sau terenuri la care există un nivel diferit de tensiune interioară față de cel inițial. Infiltrarea apei în terenul de fundație trebuie realizată controlat, și asta se realizează prin crearea unui sistem de alimentare cu apă cu ajutorul unor tuburi piezometrice și a puțurilor de infiltrare a apei. Opusul acestui procedeu este cel al coborârii nivelului de ape subterane care se realizează prin procedee de drenare a apei, fiind o procedură necesară acolo unde minereul constituent în blocurile de fundație reacționează cu sărurile constituente în apele de suprafață.

5.4.3 Soluții de consolidare a fundațiilor clădirilor istorice

În afara de operațiunile de consolidare a infrastructurii unei clădiri istorice prin consolidarea terenului de fundare, operațiune clasificată și descrisă în paragraful anterior, infrastructura unei clădiri istorice se reabilitează prin consolidarea și

izolarea ei. În acest paragraf vom analiza consolidarea structurală a fundațiilor clădirilor istorice. În funcție de materialele din care sunt alcătuite fundațiile clădirilor istorice și a tehnologiilor lor, putem clasifica:

- Fundații continue sub ziduri și radiere realizate din piatră și din cărămidă
- Fundații realizate din beton armat (pentru clădiri istorice recente, realizate la începutul sec. XX)
- Fundații realizate pe piloți de lemn

5.4.3.1 Consolidarea structurală a fundațiilor din piatră și din cărămidă

Așa cum am menționat în cap. VI al prezentului studiu, materialele principale de realizare a fundațiilor clădirilor istorice au fost lucrările de zidărie din piatră și cărămidă îngropate. Pentru ca reabilitarea structurală a fundațiilor clădirilor istorice din piatră și cărămidă precum și din celelalte categorii să fie eficientă, sunt necesare realizarea tuturor măsurilor de izolație și eliminare a cauzelor care produc degradarea. Aceste măsuri de reabilitare higrotermică sunt descrise în cap. XIX. procedeele de reabilitare structurală a unei fundații din piatră sau cărămidă a unei clădiri istorice sunt următoarele:

- Procedeele de subzidire, care constă în realizarea unei fundații rigide sub fundația existentă. Aceasta procedură de reabilitare structurală este executată în cele mai multe cazuri din beton armat cu armături dispuse transversal și longitudinal. Subzidirea se realizează în segmente izolate și alternate cu lungimi de maxim 100-120 cm. În unele cazuri în care nivelul apelor de suprafață intersectează corpul fundației de pot folosi subzidiri cu descărcare pe piloți din beton armat, sau pe pilaștri din beton armat.
- Consolidare realizată pe una din fețele fundației sau în câmp izolat. Această procedură de consolidare presupune realizarea unei cămășuieli din beton armat, ce se fixează de corpul fundației existente, pe una sau pe ambele fețe ale acestei fundații. Această procedură poate fi completată și printr-o operațiune de injectare cu rășini, mortare și lapte de ciment în fisurile dezgolate, iar fixarea de fundația existentă se realizează prin introducerea unor profile sau scoabe în orificii realizate prin forare. Aproape în toate cazurile această operațiune impune și aplicarea unui strat de polistiren extrudat sau a panourilor compozite de drenaj realizându-se măsuri de etanșeizare împotriva ascensiunii apei prin capilaritate în vederea protecției anticorozive pentru armăturile introduse. Fixarea armăturilor se realizează împreună cu o operațiune de injectare a unei rășini sau a unui mortar.
- Consolidarea structurală a fundațiilor de piatră sau cărămidă prin realizarea unor fundații adiacente din beton armat. Această procedură presupune realizarea unor corpuri de fundații noi, lipite de fundațiile existente, conectate prin armături care, fie străpung fundația existentă pe toată lățimea ei, și în acest caz conectorul care străpunge fundația existentă realizează un bloc comun între fundația existentă și cele două laturi adiacente noi, fie se realizează prin dispunerea unor conectori încastrați în ambele părți ale fundației. În toate cazurile de reabilitare structurală se

poate folosi un procedeu auxiliar de injectare a fundațiilor cu rășini sau mortar de ciment în fisurile existente ale materialului fundației. Acest procedeu asigură fundației o mai bună rezistență la ciclul îngheț-dezghet, conferindu-i totodată proprietăți îmbunătățite fizico-mecanice.

-

5.4.3.2 Consolidarea structurală a fundațiilor din beton armat

Clădirile istorice recente, ca de exemplu clădirile aparținând stilului Bauhaus construite la începutul sec. XX, au fost printre primele clădiri care au avut fundații din beton armat. Aceste fundații au fost expuse atât la factori de degradare care privesc natura terenului de fundare, cât și la factori proveniți din activitățile umane cum ar fi creșterea încărcării provenite din mansardare sau alte încărcări, și defectele de execuție. Cele mai multe clădiri istorice cu fundații de beton armat au fundații continue sub ziduri și sub stâlpi. Acestea funcționează ca o rețea de grinzi îngropate, iar cel mai folosit procedeu de reabilitare a fundațiilor din beton armat îl constituie cel al realizării unor fundații adiacente din beton armat, care în cazul fundațiilor izolate se realizează printr-un inel perimetral la baza fundației. Unul din procedeele de consolidare a fundațiilor din beton armat de sub clădirile istorice îl constituie introducerea unui radier general, realizat din beton armat, care încastrează rețeaua existentă de grinzi de fundare.

5.4.3.3 Consolidarea structurală a fundațiilor clădirilor istorice realizate pe piloți

Așa cum aminteam în acest capitol, foarte multe din clădirile istorice realizate în terenuri mlăștinoase sau în albia unor râuri, au fost realizate pe piloți de lemn. Variația nivelului apelor de suprafața a determinat, în foarte multe cazuri, degradarea prin putrezire a acestor piloți. Există numeroase exemple a realizării fundațiilor clădirilor istorice pe piloți de lemn fără a fi fost consemnat exact amplasamentul și tipul pilotului folosit. Operațiunea de consolidare a fundațiilor de piloți se realizează în două posibilități:

- Prin înlocuirea totală a piloților
- Prin consolidarea piloților existenți cu segmente metalice sau din beton armat

Operațiunea de consolidare a fundațiilor clădirilor istorice pe piloți, prin înlocuirea totală a piloților face posibilă și reamplasarea acestora, alegerea unui alt tip de material pentru piloți, schimbarea adâncimii de fundare a piloților. Piloții noi introduși pot fi de următoarele tipuri :

- Piloți metalici, realizați din profile circulare metalice, care se introduc prin batere ușoară. Golul interior se umple cu beton, după ce aceștia sunt introduși în pământ prin batere. Suprafața exterioară a pilotului este tratată cu o rășină epoxidică.

5 Restaurare și reabilitare prin intervenții structurale asupra fațadelor clădirilor istorice –

etape, tipuri de organizare și studii de caz
107

- Megapiloții metalici sunt realizați din profile metalice cu secțiune pătrată, având o rezistență la înconvoiere sporită, iar la capătul pilotului, prin canalul interior al său, se introduce beton sub presiune.
- Piloți de tip Lindo, realizați dintr-un tub metalic introdus în teren prin care se injectează beton. Acest tip de pilot se folosește acolo unde terenul este compus din roci dure.
- Piloții din beton armat sunt realizați din beton armat și pot fi introduși în teren prin batere ușoară sau presiune, iar în miezul secțiunii există înglobat un profil metalic de regulă cilindric de tip țeava, care permite verificarea presiunii aerului, sau a apei de suprafață.

Consolidarea structurală a fundațiilor clădirilor istorice realizate pe piloți prin consolidarea piloților este o operațiune destul de dificilă presupunând decopertarea unei părți semnificative a terenului din jurul fundației, precum și a planșeului interior care sprijină pe acest pilot. Această operațiune presupune măsuri de consolidare temporară a clădirii pe timpul realizării acestui tip de consolidare. Prin această operațiune se dorește a se obține consolidarea piloților degradați existenți fie prin înlocuirea segmentelor putrezite, acolo unde este cazul, fie prin cămășuirea piloților existenți sau introducerea unor elemente de susținere. Înlocuirea părților degradate se realizează prin introducerea unor segmente noi din metal sau beton armat, care se înglobează în pilotul existent prin elemente metalice de prindere. În cele mai multe cazuri, aceste elemente sunt filetante și se incastrează în părțile existente ale pilotului nedegradat prin înfiletare presurizată. Un procedeu întâlnit în reabilitarea structurală a fundațiilor realizate pe piloți de lemn îl constituie introducerea unei plăci intermediare din beton armat care sprijină pe porțiunile nedegradate ale piloților de lemn existenți, conectată cu fundația existentă de piatră sau de cărămidă, prin intermediul unor pilaștrii din beton armat.

5.5 Soluții de consolidare a zidărilor clădirilor istorice

Reabilitarea zidărilor clădirilor istorice din punct de vedere structural este influențată ca și alegere a tipului de soluție de mai mulți factori. În primul rând voi aminti factorii definitorii ai zidăriei care rezultă din expertiza de arhitectură și expertiza tehnică asupra clădirii. Dintre acești factori amintesc:

- Perioada în care a fost realizată construcția determinând durata exploatării ei și datării ei
- Tipul de material folosit a blocurilor constituente (zidărie de piatră, zidărie de cărămidă, zidărie din blocuri de ciment, zidărie din blocuri de argilă) și după natura liantului folosit între blocurile din zidărie (zidărie uscată, zidărie cu mortar pe bază de argilă sau pe bază de var sau ciment). Tipul sistemului folosit (cu elemente sau fără elemente structurale)
- Tipul și natura terenului precum și tipul de fundații
- Defecte și degradări ale materialelor, aspecte care sunt relevate de expertiza tehnică a clădirii
- Nivelul de umiditate și degradări ale materialelor prin fenomenul de condens

A doua categorie de factori care contribuie la alegerea unei soluții de reabilitare și consolidare structurală a zidărilor clădirilor istorice îl constituie factorii proveniți din contribuții exterioare ca și mediul exterior, ambient, exploatare:

- Acțiunea seismică este un factor deosebit de important datorită faptului că aceasta afectează atât structura zidăriei istorice, cât și capacitatea de exploatare pe viitor;
- Acțiunea terenului de fundare ca și degradări provenite din infiltrații ale apelor;
- Exploatarea necorespunzătoare a clădirii prin supraîncărcare depășind capacitatea portantă a zidăriei sau a fundațiilor, sau a terenului de fundație;
- Realizarea clădirilor noi în vecinătatea clădirilor istorice determinând degradări ale terenului de fundare;

În alegerea soluției de reabilitare, consolidare structurală a zidăriei clădirii istorice guvernează criteriile de operare care vizează:

- eliminarea tuturor factorilor care produc degradarea
- principiul structural al transmiterii încărcărilor către terenul de fundare precum și păstrarea sistemului structural și îmbunătățirea sa
- aducerea sistemului structural vertical la un nivel de conlucrare unitară

5.5.1 Tipuri de avarii ale structurilor din zidărie

În acest paragraf voi face o enumerare și o prezentare a tipurilor de avarii caracteristice apărute în zidăriile clădirilor istorice ca urmare a factorilor mai sus amintiți. Dintre avariile caracteristice amintim:

- Dislocări, fisuri și degradări apărute în urma schimbărilor caracteristicilor terenului de fundare
- Fisuri și crăpături apărute ca urmare a depășirii capacității portante a structurii clădirii. Aceste fisuri apar pe direcțiile diagonale, zidăria fiind supusă la întinderi pe direcții orizontale. Tot ca urmare a acțiunilor orizontale zidăria poate să capete un defect datorită cedării provenite din încovoiere ducând la fisurarea straturilor și asizelor de la bază. Foarte multe clădiri asupra cărora s-a intervenit în perioada barocă prin supraîncărcarea nivelelor cu alte structuri, care au dus și au determinat împingeri orizontale, prezintă acest tip de defecte la nivelul bazelor zidăriilor. Crăpăturile de la nivelul intersecțiilor spaletelor pot apărea și datorită unor legături necorespunzătoare între ele, acest gen de defecte fiind întâlnit în zidăriile clădirilor istorice de la etajele superioare, unde există intersecții cu structura elastică a planșelor de lemn.
- Fisuri și degradări apărute în urma intervențiilor de realizare a unor goluri sau străpungerea zidăriei în urma spaletelor, sau dislocări apărute în intersecția zidăriei cu elemente care transmit concentrare de încărcări.
- Decuplări și dislocări ale elementelor de rezistență de zidărie apărute în urma acțiunii seismice.

5.5.2 Tipuri de consolidări ale structurilor din zidărie

În realizarea operațiunii de consolidare a zidăriei pot fi întâlnite mai multe procedee de consolidare a sistemului structural corelate cu toți factorii care influențează starea zidăriei, tip structural, teren de fundare, etc.

5.5.2.1 Pregătirea reabilitării structurii de zidărie a unei clădiri istorice

Din punct de vedere al pregătirii unei lucrări de reabilitare a structurii de zidărie a unei fațade de clădire istorică, ca și principiile generale trebuie urmate și avute în vedere câteva etape distincte:

- Izolarea corespunzătoare a șantierului de reabilitare a structurii prin îngrădire conform normativelor aflate în vigoare
- Instalarea unor schele cu structură portantă care să nu afecteze zidăria și capacitatea portantă a acesteia
- Montarea unor pânze de protecție pentru șantierul de reabilitare
- Derularea șantierului de reabilitare a zidăriei

Ca și execuție a reabilitării lucrărilor de zidărie de cărămidă o etapă a reabilitării zidăriei o constă pregătirea zidăriei pentru operațiunea de reabilitare. Aceasta pregătire a zidăriei consta în patru etape:

- Înlăturarea manuală a tencuiei existente
- Adâncirea rosturilor cu 15-20 mm
- Frecarea cu peria de sârmă a zidăriei în scopul îndepărtării materialelor neaderente până la nivelul porilor din zidărie
- Îndepărtarea particulelor și al prafului cu ajutorul suflantei

5.5.2.2 Reabilitarea pereților de zidărie ai clădirilor istorice dislocați

Conform principiilor amintite în primele două capitole ale prezentei teze, reabilitarea unei clădiri istorice abordează în primul rând ideea folosirii aceluiași tip de material. Acolo unde structura permite și acest tip de reabilitare nu va duce la reparația fisurilor, se va folosi refacerea cu același tip de elemente utilizate în zidăria existentă. Această refacere survine în urma unei demontări a zonelor afectate.

Într-o clădire istorică folosirea unui alt tip de material în cadrul reabilitării structurilor de zidărie poate avea ca și efect deprecierea aspectului arhitectural și a valorii istorice, iar din punct de vedere static, datorită rezistențelor mecanice diferite apar concentrări de tensiuni ce pot afecta zidăria în ansamblu.

5.5.2.3 Utilizarea betonului în reabilitarea structurală a zidărilor clădirilor istorice

În cazul defectelor apărute la nivelul zidărilor realizate din piatră, retușarea zidăriei prin refacerea asizelor din piatră poate fi uneori dificilă sau imposibil de realizat. Una din aplicațiile folosirii betonului în operațiunea de reabilitare a zidărilor o constă betonarea parțială care se realizează prin îndepărtarea cărămizilor sau a pietrelor degradate în dreptul fisurilor, curățarea de lianți și de praf, și în final turnarea betonului, etapa realizată succesiv cu udarea pietrelor sau cărămizilor din zona de lângă pentru a nu fi absorbită apa din beton.

O alta aplicație a utilizării betonului în operațiunea de reabilitare a structurii de zidărie din cadrul clădirilor istorice o constituie injectarea și matarea fisurilor și crăpăturilor apărute în aceste structuri. Aceasta injectare se realizează în fisuri cu diferite tipuri de dezvoltare și înaintare a crăpăturii, existând procedee tehnologice de realizare a injectării cu următoarele tipuri de materiale:

- Injectare realizată cu lapte de ciment (utilizată pentru fisuri mai mari și neregulate)
- Injectarea realizată pe bază de lapte de ciment sau mortar fluid, în cazul fisurilor mai mici
- Injectarea realizată pe bază de rășini epoxidice, în cazul fisurilor fine

În toate cazurile mai sus amintite trebuie aplicate câteva procedee, cum ar fi:

- Pregătirea fisurii pentru procedeul de injectare prin suflarea de aer sub presiune și spălarea fisurii cu jet de apă
- Montarea dispozitivelor de injectare care se introduc la o adâncime de aprox. 5 cm. cu distanțe variind până la max. 1 m. de-a lungul fisurii asupra căreia se va realiza procedeul de injectare
- Matarea suprafețelor din zonele fisurii prin aplicarea unui strat de mortar de ciment
- Injectarea liantului la o presiune corelată cu natura zidăriei, injectare realizată de jos în sus dacă fisura este verticală
- După ce materialul injectat s-a uscat, se extrag dispozitivele utilizate în injectare

În cazul structurilor de zidărie a clădirilor istorice puternic avariate care au suferit degradări care au influențat capacitatea portantă, aplicația utilizării betonului și a cimentului constă în procedeul de cămășuire a pereților. Aceasta operațiune poate fi realizată pe una sau pe ambele fețe ale pereților structurali ai clădirilor istorice cu material pe baza de mortar de ciment sau beton armat cu plase sudate și armătură de bare din oțel. Pentru o transmitere corespunzătoare structurală, operațiunea de cămășuire a pereților se realizează începând cu nivelul fundațiilor, acolo unde este cazul, continuând cu pereții subsolului, iar apoi cu pereții nivelelor superioare. Ca și la celelalte operațiuni de reabilitare, și în cazul cămășuirii suprafața zidăriei trebuie pregătită prin curățirea corespunzătoare prin adâncirea rosturilor sau suflarea cu aer,

frecarea cu peria de sârmă până la deschiderea porilor din zidărie. Montarea armăturilor precum și felul în care acestea sunt prinse cu scoabe trebuie să asigure o buna aderență și o conlucrare a cămășuielii pe ansamblu cu zidăria existentă. În imaginea atașată este prezentată amplasarea scoabelor în zidăria existentă. Grosimea unei cămășuieli cu mortar este de max. 4 cm, iar în cazul cămășuielii de beton este de max. 10 cm, fiind corelată în execuție cu capacitatea portantă ce trebuie asigurată și felul în care ea este pusă în operă.

O altă aplicație a betonului în reabilitarea structurală a zidăriei clădirilor istorice o constituie procedeul brodării golurilor care poate fi realizată în cadrul unei operațiuni de cămășuire sau înrămarea efectivă a golului cu o ramă din beton armat sau profile metalice. Multe din clădirile istorice au zidării cu grosimi mari, astfel că această operațiune de bordare este recomandată să se realizeze separat la interior și la exterior, iar în cazul utilizării profilelor metalice este recomandată folosirea unor ancore din oțel cu lungimi cuprinse între 60-80 cm dispuse pe conturul bordării.

În cazul defectelor apărute în zonele de colt acolo unde există intersecții de plane, de obicei apar fisuri așa cum aminteam în paragraful anterior, iar repararea zidăriei în acele locuri necesită introducerea unor legături suplimentare. Aceste legături pot fi realizate prin amplasarea unor plase armate căptușite cu mortar de ciment sau cu beton, fixate prin scoabe, procedeul fiind foarte asemănător cu procedeul cămășuielii. Suprapunerea plaselor armate aferente celor două planuri de intersecție trebuie să se suprapună pe o distanță de minim 20 cm.

Cea mai importantă utilizare a betonului armat în cazul reabilitării zidăriilor clădirilor istorice o constituie realizarea unei rețele de rezistență din beton armat prin amplasarea unor centuri și stâlpi din beton armat. Aceasta operațiune este o operațiune care necesită decuparea parțială a zidăriei și extragerea unor părți din zidărie fiind necesară realizarea unor lucrări de susținere provizorii a zidăriei. Acest procedeu este realizat pentru a reface sau a îmbunătăți capacitatea portantă a zidăriei clădirii istorice.

5.5.2.4 Utilizarea elementelor din metal în reabilitarea structurală a zidăriilor clădirilor istorice

O primă aplicare a folosirii elementelor din metal o constituie coaserea fisurilor cu ajutorul unor scoabe din oțel. Acest procedeu este aplicat în cazul unor fisuri izolate, fiind fixate scoabele din oțel de o parte și de alta a fisurii, perpendicular pe deschiderea fisurii fiind folosite scoabe din oțel cu secțiune rotundă fixate în mortarul de ciment. Există și cazul folosirii unor scoabe din oțel sub forma unei platbande [102].

În cazul intersecției dintre pereții de zidărie o mai bună stabilitate o dă amplasarea unor elemente de tip tirant realizate din oțel cu diferite secțiuni. La capătul tiranților fixarea se realizează cu ajutorul unor profile sau platbande metalice pentru distribuirea tensiunilor pe o suprafață extinsă a peretelui [18], [19].

5.5.2.5 Utilizarea materialelor compozite cu fibre CPAF

Soluțiile amintite în paragrafele anterioare nu pot fi aplicate în toate cazurile procedurilor de reabilitare a clădirilor istorice, deoarece în multe cazuri, cum ar fi cămășuile grele, acestea sporesc greutatea proprie adăugând încărcări permanente suplimentare determinând un răspuns al structurii și mărirind astfel încărcarea de calcul seismică.

Un material inovator eficient pentru realizarea reabilitării zidăriei din blocuri de cărămidă sau de piatră o constituie folosirea acestor materiale CPAF (compozit polimeric armat cu fibră) pe baza de fibre fie de sticlă, carbon sau aramidice, care se dovedește a fi mai eficient datorită manoperei mai ușoare precum și a greutății proprii reduse.

Câteva din concluziile programelor de cercetare care vizau reabilitarea zidărilor prin acoperirea cu fâșii de fibră de sticlă impregnată cu rășina epoxidică au determinat și felul în care trebuie amplasate fâșiile compozite în funcție de încovoierea peretelui de cărămidă. Tot o aplicație a materialelor CPAF o constituie realizarea unor tiranți din fibre sau fâșii de CPAF care în cazul zidărilor sunt utilizați pentru a crește capacitatea pereților la încovoiere, forfecare precum și pentru confinarea zidăriei. Fâșiile realizate din CPAF și tiranții realizați din CPAF sunt materiale care pot fi folosite în intervenții structurale mai puțin vizibile, constituind de asemenea soluții reversibile. Acestea pot fi înlăturate fără a afecta zidăria dacă performanțele aduse de aceste inovații nu sunt satisfăcătoare. Acestea oferă soluții rapide și simple având avantajul principal al unei greutăți proprii reduse.

6. REABILITĂRI FUNCȚIONALE SPECIFICE ALE CLĂDIRILOR ISTORICE PRIN CONSOLIDĂRI STRUCTURALE ȘI EXTINDERI

6.1 Tipuri de rehabilitări funcționale

Reabilitările funcționale specifice ale clădirilor istorice de pot clasifica după mai multe criterii. Primul criteriu abordat în realizarea unei clasificări este legat de conceptul spațial. În funcție de acesta putem distinge:

- Rehabilitări funcționale specifice prin compartimentare interioară:
 - o Cu păstrarea nivelelor existente
 - Modificări funcționale prin recompartimentarea interioară cu neafectarea elementelor de structură
 - Modificări funcționale prin recompartimentarea interioară cu afectarea elementelor de structură
 - Modificări funcționale prin modificarea unor încăperi a căror destinație și funcțiune sunt schimbate
 - o Cu modificarea nivelelor existente
 - Realizarea unor nivele suplimentare în zonele în care înălțimea interioară permite recompartimentarea pe verticală
 - Mansardarea acoperișului prin nealterarea volumetriei obținând-se mai multe nivele la nivelul mansardei
 - Subzidirea clădirii obținând-se un nivel suplimentar
- Rehabilitări funcționale specifice prin extinderi și anexe:
 - o Cu păstrarea volumetriei clădirii istorice
 - Realizarea unor anexe pentru garaje și spații tehnice fără afectarea volumetriei, fără operațiunea de alipire față de clădirea existentă
 - Realizarea lifturilor și ascensoarelor mecanizate pe exteriorul clădirii prin alipire și anexare realizate din sticlă.
 - o Cu alterarea volumetriei clădirii istorice existente
 - Realizarea unor ganguri și căi de acces prin substrația din volumul clădirii
 - Realizarea unor anexe alipite de clădire
 - Supraetajarea clădirii

În toate cazurile mai sus amintite demersul de realizare a operațiunii de reabilitare funcțională are ca punct de pornire al întregului concept datele provenite din expertiza de arhitectură incluzând expertiza tehnico-structurală a clădirii.

6.2 Reabilitări funcționale specifice prin recompartmentare interioară

Acest gen de reabilitări sunt realizate pentru a putea oferi o utilitate adecvată clădirilor istorice cu cerința de funcționalitate pe care acestea ar trebui să o asigure. Recompartmentarea interioară presupune intervenții structurale la nivelul zidărilor portante interioare, a stâlpilor, grinzilor, arcelor și bolților precum și penetrări ale planșeurilor ce asigură compartimentarea pe verticală. Din punct de vedere al compartimentării spațiilor pe verticală, clasificarea tipurilor de reabilitare interioară se poate clasifica în cele două categorii pe care le vom aborda în acest capitol. Aceste categorii sunt determinate de tipul de abordare asupra numărului de nivele pe care o clădire istorică îl are. În foarte multe cazuri înălțimea liberă a unui nivel dintr-o clădire istorică este mare, permițând o reconversie a conformării spațiului interior prin realizarea unui volum suplimentar rezultat în urma împărțirii nivelului pe verticală.

6.2.1 Reabilitări funcționale specifice prin recompartmentare interioară cu păstrarea nivelelor existente

Reabilitarea funcțională privind păstrarea nivelelor existente asupra unei clădiri istorice constituie varianta optimă, având în vedere considerentele care se referă la păstrarea specificului clădirii istorice.

6.2.2.1 Modificări funcționale prin recompartmentarea interioară fără afectarea elementelor de structură

Unul din criteriile de alegere a acestei limitări în procesul de reabilitare diferit de considerentele ce vizează conservarea clădirii istorice, îl constituie costul redus în condițiile în care planșeele nu prezintă degradări semnificative sau arii care pot fi incompatibile cu încărcările provenite specifice noii funcțiuni. Acest gen de recompartmentări este posibil de asemenea în condițiile realizării unor soluții corespunzătoare de izolare higrotermică între spațiile cu temperaturi diferite și grade de umiditate interioară diferite. Modificările funcționale prin recompartmentare interioară cu neafectarea elementelor de structură în cadrul unei clădiri istorice includ următoarele categorii de lucrări de construcții:

- Realizarea unor pereți despărțitori din materiale ușoare cu caracter provizoriu cum sunt pereții despărțitori cu structură interioară metalică (Aluminium) și plăci exterioare din ghips – carton (GKP).
- Realizarea unor pereți despărțitori cu elemente de izolare specială – suprafețe din plumb, folosite pentru izolarea spațiilor cu destinație medicală sau investigații ce presupun dispozitive cu emisie de fascicul cu radiații. Această categorie de lucrări de construcție este folosită în cazul în care în clădirea are destinația activităților din domeniul medical – spital, policlinică, cabinete, laboratoare de prelevare de probe, etc

- Realizarea unor pereți despărțitori din material lemnos, plăci PFL sau PAL fără a afecta sau încărca excesiv planșeul



Fig 19 - Clădire istorică în orașul Murzzuschlag asupra căreia autorul tezei a realizat un proiect de recompartimentare interioară și o amenajare a spațiului publicitar al fațadei parterului, luată în evidență de municipalitatea din Murzzuschlag – Plan, fațadă, plan de situație

- Realizarea unor lucrări de siguranță – înlocuirea balustradelor metalice sau prevederea acestora acolo unde nu există dar datorită normativelor este necesară prevederea lor. Exemplul de mai jos reprezintă o balustradă modulară realizată din elemente identice metalice. Condiția pentru realizarea unei astfel de intervenții o constituie și compatibilitatea dintre stilul arhitectural al clădirii pe de o parte și aspectul finit al elementelor ce urmează a fi inserate. Această balustradă poate fi prelungită prin atașarea unor astfel de elemente. Profilul din colț este același element ca și cel din modulul panoului. Exemplul de mai jos a fost patentat de autorul prezentei teze în cadrul instituției Patentamt (Autoritatea pentru Patentare Viena, Republica Austria).

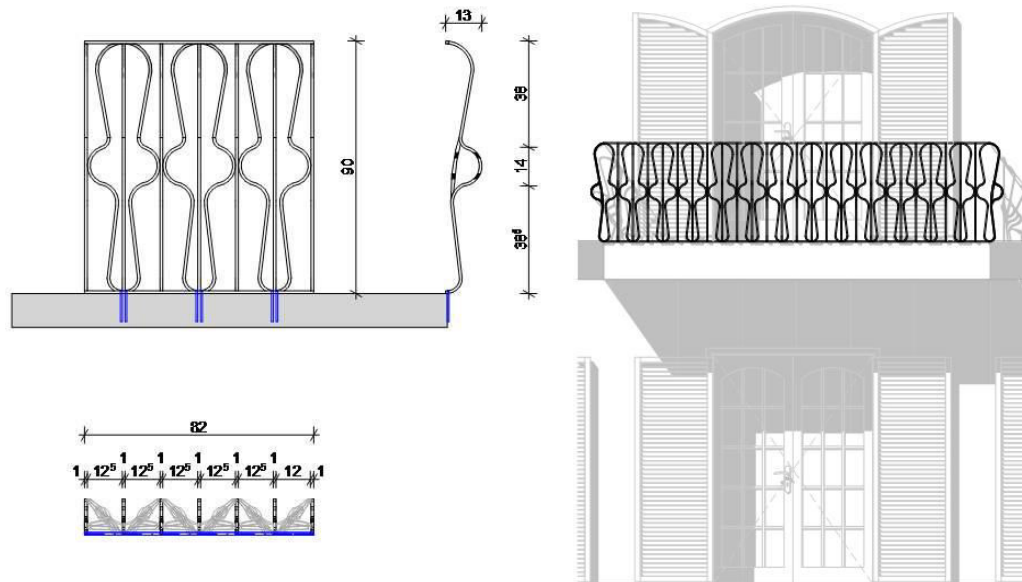


Fig 20 - Model modular de balustradă cu specific istoric - autor Dipl. Ing. Arh. Leontiu Flaviu Cristian, patentat în cadrul Autorității pentru patentare din Viena (Patentamt) – nr. brevet 489/2014, dubla proiecție și încadrarea într-o fațadă

- Realizarea unor rampe de acces pentru persoanele cu handicap locomotor în locurile cu diferențe de nivel.

Un exemplu de elemente de susținere al copertinelor în operațiunile de reabilitare și restaurare al clădirilor istorice a fost de asemenea patentat de autorul prezentei teze în cadrul Patentamt Berlin (Autoritatea pentru patentare Berlin, Rep. Germana).

- Reabilitarea elementelor de tâmplărie precum și a decorațiunilor din jurul golurilor sau a decorațiilor aplicate pe fațadele clădirilor istorice. Exemplul redat reprezintă reabilitarea modulară a unei vitrine din lemn a unei clădiri istorice realizată de autorul prezentei teze. Exemplul de mai jos a fost patentat de autorul prezentei teze în cadrul instituției Patentamt (Autoritatea pentru Patentare Viena, Republica Austria). În acest exemplu a fost tratată fațada modular conform structurii existente, operându-se o schimbare asupra structurii lemnoase a vitrinei și a elementelor de tâmplărie. Vitrinele obținute reprezintă un sistem nou, oscilobatant care se pot rabate devenind pult sau elemente cu rol de copertină.

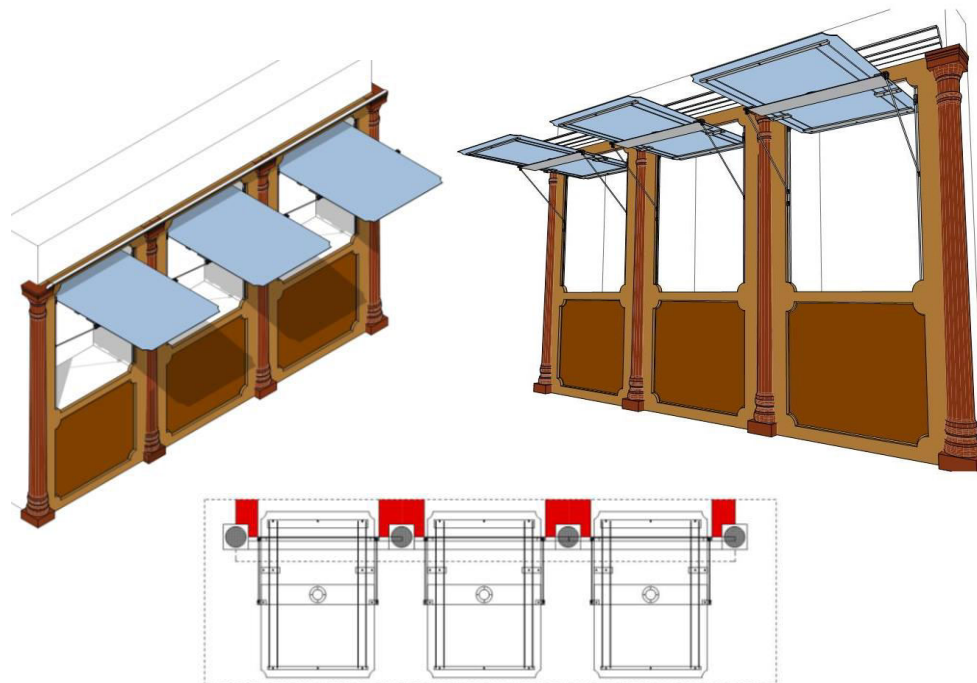


Fig 21 - Model modular de vitrină rabatabilă pentru fațadele clădirilor istorice - autor Dipl. Ing. Arh. Leontiu Flaviu Cristian, patentat în cadrul Autorității pentru patentare din Viena (Patentamt), axonometrie, perspectivă și proiecție orizontală

6.2.2.2 Modificări funcționale prin reconfigurarea interioară cu afectarea elementelor de structură

În cele mai frecvente cazuri de reabilitare a unei clădiri istorice asupra căreia trebuie realizate intervenții structurale din categoria celor amintite în capitolul 7 a prezentei teze, reabilitarea structurală reprezintă costuri ridicate iar suprapunerea cu un proces de reabilitare funcțională reprezintă în cele mai multe cazuri un argument în favoarea alegerii unei astfel de investiții.

Reabilitarea funcțională suprapusă cu schimbarea destinației clădirii ca și funcțiune pe care aceasta o deservește sau aducerea clădirii la standardul actual de funcționare pentru clădirile istorice reprezintă în cele mai multe cazuri reconversii spațiale. O clasificare propusă a intervențiilor de reconversie spațială prin nealterarea volumetriei este următoarea:

- Realizarea unor spații tehnice noi – operațiuni de reconversie spațială ce poate presupune:
 - Lucrări de termoizolare atât la nivelul pereților cât și la nivelul planșeelor

- Lucrări de înlocuire a zidăriei
 - Lucrări de înlocuire a planșelor
 - Realizarea hornurilor pentru evacuarea noxelor
 - Lucrări de înlocuire a instalațiilor pentru încălzire
- Realizarea unor căi noi de acces către nivelele superioare – această operațiune de reconversie spațială presupune afectarea elementelor de susținere, și în cele mai multe cazuri decuparea planșeului în scopul realizării golurilor necesare pentru noile căi de acces. În cazul reconversiei clădirii sau a adaptării clădirii istorice la standardele actuale de exploatare, este nevoie de ajustarea scărilor și uneori realizarea ascensoarelor către nivelele superioare. Din această categorie a lucrărilor de realizare a căilor de acces către nivelele superioare sau subsolul clădirii, putem aminti:
- Realizarea scărilor cu diferite gabarite pentru accese la nivelele superioare
 - Realizarea scărilor de evacuare
 - Realizarea ascensoarelor pentru persoane
 - Realizarea ascensoarelor pentru marfă
 - Lucrări de realizare a scaunelor rulante pentru persoanele cu handicap locomotor
 - Lucrări de realizare a rampelor pentru persoanele cu handicap locomotor.

Această categorie de lucrări, la rândul ei, presupune intervenții structurale. Spre exemplu realizarea ascensoarelor cu propulsie mecanică poate constitui o sursă de vibrații sau oscilații mecanice. Din acest considerent în cadrul acestui tip de intervenții se realizează la nivelul studiului și al expertizei tehnice structurale simularea și depistarea locurilor adecvate din punct de vedere al intervențiilor structurale posibile în cadrul ansamblului clădirii istorice.

- Mansardarea acoperișului prin nealterarea volumetriei. Această operațiune de reabilitare asupra unei clădiri istorice presupune în foarte multe cazuri următoarele categorii de lucrări:
- Consolidarea structurii de rezistență
 - Realizarea unei structuri de rezistență suplimentară
 - Realizarea căilor de acces corespunzătoare către nivelele mansardei – Case ale scărilor, ascensoare, scaune rulante pentru persoanele cu handicap locomotor, etc.
 - Înlocuirea șarpantei în cazul în care se îndeplinesc cerințele:
 - Structura șarpantei nu reprezintă un monument sau obiect cu valoare de monument istoric
 - Structura prezintă defecte, degradări
 - Structura șarpantei este incompatibilă cu posibilitatea utilizării spațiului sau a mansardării acestuia.
 - Lucrări de izolare higrotermică
 - Refacerea planșeului de la ultimul nivel – lucrări de decopertare, încastrare, etc.

6.2.2 Reabilitări funcționale specifice prin recompartimentare interioară cu modificarea nivelelor existente

Realizarea unor nivele suplimentare în zonele în care înălțimea interioară permite recompartimentarea pe verticală

Clădirile istorice din patrimoniul european sau aflate în arealele istorice ale marilor orașe europene realizate până în prima jumătate a secolului XX, prezintă în marea majoritate a cazurilor o conformație spațială constituită din spații cu înălțime liberă mare, mai mare de 4,00 m. În aceste cazuri prin operațiunea de reabilitare sau reconversie funcțională a spațiilor de la nivelul parterului s-a recurs la subîmpărțirea spațiului pe verticală obținându-se două nivele mai reduse ca și înălțime. Formula de calcul a nivelelor posibile obținute prin recompartimentare pe verticală este aceasta:

$$H_{lib} / (H_{libn} + H_{pl}) > 2, \quad H_{libn} > (H_{lib} - H_{pl})/2$$

În care

H_{lib} = înălțimea liberă a nivelului propus spre recompartimentare
 H_{libn} = înălțimea liberă a nivelelor rezultate după compartimentare
 H_{pl} = grosimea planșeului cuprinzând inclusiv pardoseaua

Dacă această operațiune se realizează la nivelele superioare, ea poate implica următoarele categorii de lucrări:

- Lucrări de consolidare a pereților portanți
- Lucrări de refacere a planșeelor
- Lucrări de încastrare a unor structuri noi elastice
- Lucrări de recompartimentare prin zidării ușoare
- Lucrări de termoizolare

Un exemplu de realizare a unei astfel de recompartimentări pe verticală îl constituie cafenelele vieneze construite la începutul secolului XX. Compartimentarea spațiului existent pe verticală a fost realizată folosindu-se materiale ușoare – structuri realizate din lemn. Aceste spații reabilitate în prima jumătate a secolului XX, la ora actuală reprezintă obiecte de patrimoniu considerate repere și obiecte de referință ale spațiului urban vienez.

6.2.3 Mansardarea acoperișului prin nealterarea volumetriei obținându-se mai multe nivele la nivelul mansardei

Spațiul de la nivelul acoperișului într-o clădire istorică poate fi reabilitat și amenajat folosindu-se operațiunea de recompartimentare spațială atât în planul orizontal, cât și la nivelul planului vertical. Acest procedeu se poate realiza fiind influențat și condiționat de următorii factori:

- Sarcinile provenite din noile încărcări ar trebui să nu depășească valorile maxime obținute din datele de expertizare tehnică a clădirii.
- Structura șarpantei de la nivelul acoperișului trebuie să nu constituie în sine un obiect protejat de lege cu valoare patrimonială.
- Spațiul interior al acoperișului trebuie să se poată subdiviza optim pe verticală ținând cont de grosimile de planșeu, termoizolații interioare, grinzi, etc.

Păstrând volumetria și folosindu-se recompartimentarea spațială se pot distinge următoarele subcategorii de mansardări:

- Mansardarea spațiului de la nivelul acoperișului prin păstrarea structurii existente a șarpantei. Această operațiune de mansardare este posibilă dacă încărcările provenite în urma mansardării sunt suportate fără deformări care depășesc valorile maxime admisibile, atât de către structura șarpantei cât și de către structura clădirii
- Mansardarea spațiului de la nivelul acoperișului prin păstrarea unei părți din structura șarpantei și consolidarea structurii de rezistență a clădirii
- Mansardarea spațiului de la nivelul acoperișului prin consolidarea structurii șarpantei și consolidarea structurii de rezistență a clădirii
- Mansardarea spațiului de la nivelul acoperișului prin păstrarea unei părți din structura șarpantei și realizarea unei structuri de rezistență suplimentare a clădirii – subzidiri, subfundări, cadre din grinzi și stâlpi din beton armat sau grinzi metalice
- Mansardarea spațiului de la nivelul acoperișului prin înlocuirea totală a șarpantei respectând volumetria inițială, și realizarea unei structuri de rezistență suplimentare a clădirii – subzidiri, subfundări, cadre din grinzi și stâlpi din beton armat sau grinzi metalice

Toate categoriile mai sus amintite pot fi realizate concomitent cu operațiuni de reabilitare prin extindere sau modificare a structurii de rezistență dintre care amintim următoarele categorii de lucrări (prezentate mai detaliat în paragrafele următoare):

- Realizarea căilor de acces interioare – case ale scărilor, scări de acces, ascensoare cu propulsie mecanică sau cu sisteme pe bază de aer comprimat
- Realizarea căilor de acces exterioare – case ale scărilor, scări de acces, ascensoare cu propulsie mecanică sau cu sisteme pe bază de aer comprimat cu următoarele categorii de structuri (stabilite de către proiectant în urma unei expertize tehnice):
 - o Structură de rezistență metalică cu pereți cortină, fundații din beton armat
 - o Structură de rezistență realizată din diafragme din beton armat, fundații din beton armat
 - o Structură de rezistență din stâlpi și grinzi din beton armat, fundații din beton armat, zidărie din cărămidă.

6.3 Subzidirea clădirii obținând-se un nivel suplimentar

Acest tip de reabilitare structurală este realizat în condiții speciale, având ca și implicații consolidarea structurii de rezistență a clădirii și realizarea unor măsuri pentru neafectarea fronturilor vecine. Aceste lucrări de consolidare se pot realiza având unul sau mai multe din următoarele considerente:

- Relaizarea unor parcări la nivelul subsolurilor
- Realizarea unor spații la nivelul subsolurilor cu destinație publică
- Realizarea acceselor și pasajelor către stații de metrou aflate sub clădirea asupra căreia se realizează reabilitarea.

Subzidirea unei clădiri istorice prin realizarea unui nivel suplimentar reprezintă o investiție ridicată având în vedere lucrările de consolidare, escavație, izolare și turnare, și din acest motiv realizarea unei astfel de investiții are la bază de obicei un considerent de interes public, o investiție diferită de cea aferentă unor funcțiuni de locuințe colective.

6.4 Reabilitări funcționale specifice prin extinderi și anexe:

Reabilitarea funcțională a unei clădiri istorice poate include operațiunea de extindere și inserție spațială atunci când reabilitarea funcțională se realizează din considerentul schimbării funcțiunii principale pe care clădirea o adăpostește sau a modernizării funcțiunilor și aducerea acestora la standardele actuale de funcționare. Reabilitarea clădirilor istorice poate fi realizată în mai multe moduri, teza actuală tratează în acest capitol o clasificare posibilă a principalelor categorii de extinderi.

6.4.1 Reabilitări funcționale specifice prin compartimentare interioară cu păstrarea volumetriei clădirii istorice

6.4.1.1 Realizarea unor anexe pentru garaje și spații tehnice fără afectarea volumetriei, fără operațiunea de alipire față de clădirea existentă

Anexele cu destinație complementară funcțiunilor pe care clădirea istorică le adăpostește trebuie să fie realizată din punct de vedere conceptual respectând toate prevederile în materie de reabilitare și restaurare, doctrinele fundamentale de arhitectură tratate de actuala teză în primele două capitole. Din punct de vedere al amplasamentului unor astfel de anexe amintesc câteva considerente directorii care reduc numărul posibilităților de amplasare:

- Amplasarea unor anexe tehnice, spații de depozitare sau pentru adăpostirea garajelor unei clădiri istorice nu este recomandată într-un plan frontal care

să interfereze cu latura privitorului, față de fațada principală. Locul de amplasare se alege în funcție de :

- Conformarea terenului
- Însorire
- Accesul facil pentru autovehicule
- O zonă care să nu interfereze vizual cu fațadele clădirii. În cazul clădirilor amplasate pe un teren mai mare există două posibilități pentru a realiza astfel de anexe:
 - Semiîngropate – nealterând vizual volumetria clădirii istorice
 - La o distanță de cel puțin 1/3 (1/2 reglementarea austriacă) din înălțimea (diferența dintre nivelul terenului și cota cornișei) clădirii.
- Amplasarea unor anexe tehnice, spații de depozitare sau pentru adăpostirea garajelor unei clădiri istorice se poate realiza în front cu planurile fațadelor clădirilor istorice, realizându-se un concept arhitectural care să nu realizeze o subminare a volumetriei clădirii existente. Se vor urmări câteva elemente directorii:
 - Continuarea demarcărilor orizontale
 - Respectarea ritmului – plin gol
 - Anexele nu se vor alipi de clădirea istorică, articulațiile între anexele noi și clădirea istorică se pot realiza din elemente transparente.

6.4.1.2 Realizarea ascensoarelor mecanizate pe exteriorul clădirii prin alipire și anexare realizate din sticlă.

Realizarea unor ascensoare care asigură accesul către nivelele superioare ale clădirii istorice, realizate pe o structură metalică și închise cu pereți din sticlă mată sau translucidă reprezintă o operațiune spațială care afectează într-o foarte mică măsură percepția volumetrică a clădirii. Din punct de vedere al raționamentului ce vizează principiul conservării clădirii istorice, realizarea ascensoarelor pe structură metalică, se apropie cel mai mult de conceptul intervenției reversibile.

O condiție esențială în vederea amplasării unor astfel de utilaje în exploatarea clădirii o reprezintă izolarea corespunzătoare din punct de vedere static a vibrațiilor induse de sistemul de propulsie al ascensorului.

Dacă ascensorul asigură accesul și către nivelul subsolului, intervenția devine mai complexă, fiind necesare următoarele categorii de lucrări:

- Lucrări de subzidire sau subfundare
- Intervenție structurală la nivelul zidurilor
- Realizarea puțului pentru ascensor din beton armat
- Lucrări de izolație exterioară corespunzătoare

6.4.2 Reabilitări funcționale specifice prin re compartimentare interioară cu alterarea volumetriei clădirii istorice existente

Deși doctrinele de reabilitare și restaurare pledează pentru nealterarea volumetriei clădirii istorice, în foarte multe cazuri reconversia funcțiunii sau modernizarea clădirii implică condiția modificării volumetriei prin realizarea unor adiții sau realizarea unor substrații în vederea unei re compartimentări optime spațiale.

6.4.2.1 Realizarea unor ganguri și căi de acces prin substrația din volumul clădirii

În cazul realizării unor spații destinate parcării auto în incinta clădirii sau în curtea interioară este necesară realizarea unor ganguri sau goluri pentru porți de garaj. Un alt caz de realizare a unor accese largi sau ganguri îl reprezintă situațiile în care clădirea deservește și accesul către o stație de metrou sau se dorește străpungerea clădirii datorită unui traseu pietonal. Acestea se recomandă a fi realizate respectând liniile și specificul arhitectural al fațadei. Din punct de vedere arhitectural realizarea unor astfel de intervenții ar trebui să nu afecteze ireversibil specificul fațadei. Un exemplu elocvent îl constituie fondul clădirilor istorice vienze în care au fost realizate astfel de intervenții pentru facilitarea accesului auto în cadrul unor spații special amenajate pentru parcare auto. Porțile de garaj respectă forma unor vitrine ca și încadrament și proporție, precum și încadrarea corespunzătoare față de liniile principale ale fațadelor.

Din punct de vedere tehnic realizarea unor astfel de intervenții structurale implică:

- afectarea structurii de rezistență a clădirii. Respectând normativele în vigoare cu privire la accesul auto, în funcție de natura vehiculelor (standardul diferă pentru vehicule mici) se poate stabili dimensiunea de gabarit pentru gangul sau calea de acces dorită.
- Realizarea unor goluri prin perforarea planșeului atunci când se realizează parcării în spațiul subsolului
- Lucrări de încastrare a unor plăci de beton armat sau rampe din beton armat precum și realizarea unei structuri rigide de rezistență care se suprapune cu structura existentă de rezistență a clădirii.

6.4.2.2 Realizarea unor anexe alipite de clădire care deserveșc funcțiuni complementare altele decât cele cu destinație tehnică sau depozitare

Această operațiune de reabilitare spațială a unei clădiri istorice prin realizarea unor anexe care deserveșc funcțiuni complementare funcțiunilor existente în clădire se încadrează în tipul de inserție arhitecturală a unei clădiri noi într-un front istoric construit. Conceptul arhitectural este recomandabil a fi realizat respectând elementele principale ale fațadei clădirii existente – linii principale din fațadă, ritm plin/gol, înălțime la cornișă, etc.

Din punct de vedere structural, această operațiune de reabilitare include:

- operațiuni de subzidire, consolidare la nivelul fundațiilor
- realizarea de goluri pentru facilitarea circulațiilor interioare ceea ce presupune realizarea unor articulații cu noul corp anexă.
- Lucrări de încastrare sau prindere a unor platforme din beton armat sau penetrarea zidăriei existente cu o structură nouă metalică sau realizată din cadre din beton armat.

6.4.2.3 Supraetajarea clădirii istorice

Realizarea unor nivele suplimentare în operațiunea de reabilitare a unei clădiri istorice în cazul în care clădirea nu reprezintă un monument istoric, iar operațiunea nu alterează specificul clădirii, reprezintă o operațiune care a fost utilizată în marile orașe europene facilitând conservarea sitului și folosirea acestuia la un alt nivel. Clădirile istorice industriale pot fi readaptate prin realizarea unor nivele superioare care să poată facilita extinderea spațiului în plan vertical. Supraetajarea unei clădiri istorice așa cum este și exemplul parcului industrial Breitensee din orașul Viena, realizat în incinta unei clădiri industriale istorice, se poate realiza ca un proces reversibil. În incinta acestui complex nou autorul prezentei teze a realizat o propunere de amenajare interioară. Realizarea supraetajării unei clădiri istorice se poate realiza:

- Prin măsuri de consolidare a structurii de rezistență existentă - soluțiile tehnice se stabilesc în funcție de:
 - concluziile expertizei tehnice asupra clădirii și
 - necesarul de spațiu corelat cu cerințele temei de proiectare precum și a restricțiilor corespunzătoare regulamentului local de urbanism cu privire la regimul de înălțime al clădirilor, retrageri posibile, studii de însorire, etc.

O soluție recomandabilă privind supraetajarea unei clădiri istorice din punct de vedere arhitectural, de către autorul tezei, este ca în cele mai multe cazuri să se realizeze o demarcare a compoziției față de cornișa existentă. Un exemplu bun îl constituie o supraetajare tip Penthaus în orașul Viena.

6.4.2.4 Mansardarea clădirii prin alterarea volumetriei existente

În cazurile în care clădirea nu reprezintă un monument istoric iar structura de rezistență a clădirii poate fi consolidată sau suprapusă cu un sistem nou, se poate recurge la realizarea unei operațiuni de mansardare a clădirii istorice prin alterarea sau afectarea volumetriei existente. Structura șarpantei existente se înlocuiește total cu un sistem structural ușor fără a mai respecta volumetria inițială a acoperișului. Alterarea volumetriei inițiale se poate impune din mai multe considerente atunci când se optează pentru o astfel de investiție. Prin alegerea acestei categorii de reabilitare se pot obține:

- Nivele cu potențial de spațiu mai voluminos
- Terase, logii, console, elemente volumetrice noi la nivelul acoperișului
- Reapartamentarea și recompartimentarea spațiului de la nivelul mansardei

Atât acestei categorii de mansardare cât și operațiunii de supraetajare se impun și alte lucrări cum ar fi – reamenajarea casei scării sau realizarea de ascensoare către nivelele superioare. Din punct de vedere al standardului de confort, nu se admit praguri fără rampe corespunzătoare pentru persoanele cu handicap locomotor, iar în cazul în care realizarea ascensoarelor nu este posibilă, se vor amplasa scaune rulante cu tije rulante în dreptul balustradelor [21].

6.5 Studiu de caz

Studiul de caz îl constă reabilitarea structurală și higrotermică a unei clădiri din arealul istoric din districtul Meidling, orașul Viena, proiectul acestei reabilitări fiind realizat de autorul tezei. Adresa obiectivului este Viena, codul 1129, Rauchgasse nr.7. Clădirea a fost realizată în anul 1887, și are o structură de rezistență formată din:

- Fundații continue din cărămidă
- diafragme de cărămidă, grinzi și stâlpi din lemn.
- Șarpantă din lemn

Clădirea are următoarele caracteristici constructive:

- un subsol care prezintă o cotă a pardoselii de -3,00 față de nivelul +/-0,00 al clădirii.
- Cota trotuarului din frontul stradal se află la -0,17 cm.
- Cota are un regim de înălțime S+P+3E+Pod.
 - o Cota nivelului I +3,62
 - o Cota nivelului II +7,13
 - o Cota nivelului III +10,56
 - o Cota planseului aferent podului + 13,70
 - o Înălțimea la cornișă +15,16
 - o Cota de coamă +20,28

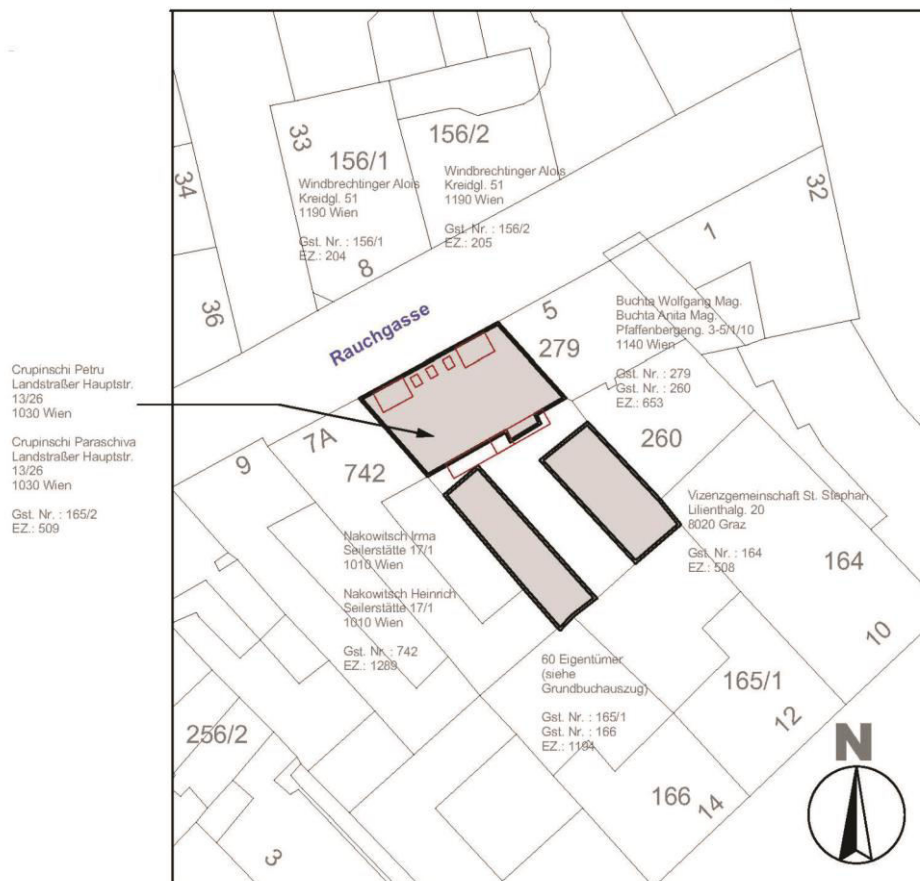


Fig 22 - Planul de situație cu amplasarea clădirii asupra căreia s-a realizat intervenția.
Dipl. Ing. Arh. Leontiu Flaviu Cristian

Din punct de vedere al stării clădirii, clădirea a prezentat câteva degradări:

- Umiditate ridicată la nivelele subsol și parter
- Umiditate și mușci pe suprafețele interioare ale zidăriei la nivelul subsolului.
- Fisuri în zidărie la nivelul subsolului

Din punct de vedere al încadrării în categoria de eficiență energetică, clădirea a fost încadrată în pragul D (eficiență redusă).

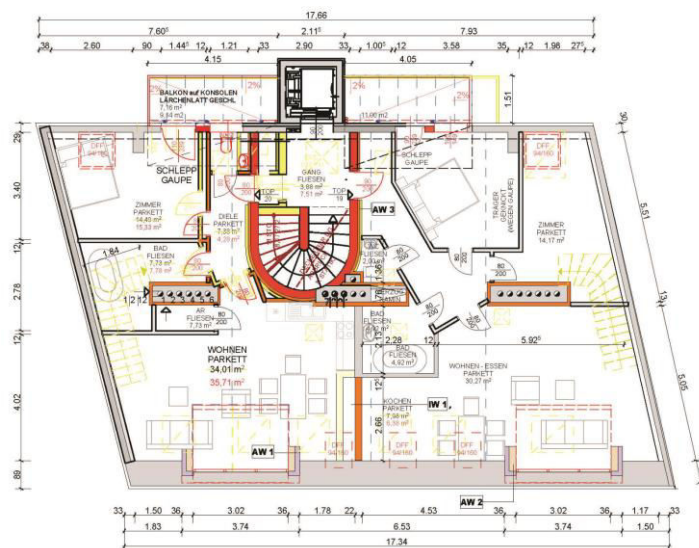
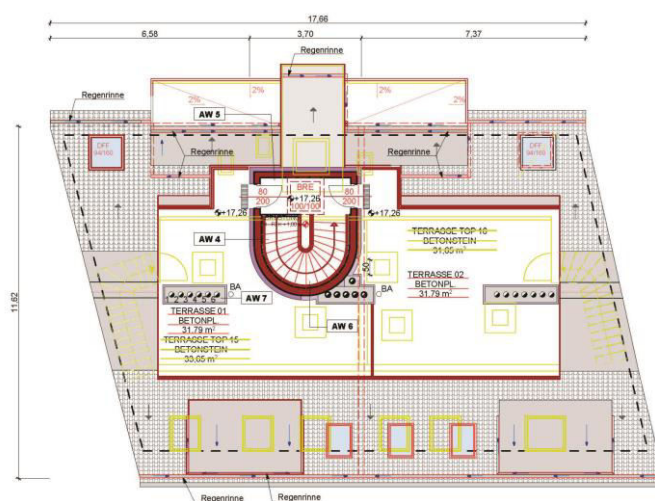


Fig 24 - Plan nivel mansarda I

Fig 25 - Plan nivel mansarda II –
casa scării asigura accesul către o terasă descoperită la ultimul nivel

- Realizarea unui nivel mansardat care preia doar parțial volumetria inițială în care au fost proiectate două apartamente.
- Realizarea unui ascensor exterior situat în curtea interioară care să asigure accesul către nivelele superioare.
- Realizarea unor terase suplimentare către curtea interioară
- Înlocuirea balustradelor existente cu un sistem modular (cel descris în actuala teză)
- Reabilitarea higrotermică a clădirii (aceasta etapă a proiectului este abordată în capitolul 10 din actuala teză).

- Realizarea unui sistem nou de încălzire și de ventilare al clădirii (ce a presupus lucrări de consolidare, intervenții structurale)
- Izolarea subsolului
- Izolarea fațadelor și replicarea ancadramentelor existente din polistiren cu un sistem al cărui concept a fost realizat de autorul tezei
- Înlocuirea ferestrelor cu ferestre noi – geam triplu termopan ce a respectat modelul inițial

7 ADOPTAREA UNEI SOLUȚII DE REABILITARE HIGROTERMICĂ

7.1 Cadru definitoriu

Aplicarea unui model corespunzător de reabilitarea termică a fațadelor clădirilor istorice în lumina standardului de confort are ca și rezultat reducerea consumului de energie necesar pentru asigurarea confortului termic interior, precum și conservarea clădirii, și asigurarea unui climat corespunzător cu utilizarea clădirii ca și funcțiune.

Din punct de vedere al factorului decizional în procesul de reabilitare al clădirilor istorice, față de criteriul ales în adoptarea soluțiilor clasice de reabilitare higrotermică, și anume prețul cel mic, în cazul reabilitării clădirilor istorice, se introduce un criteriu selectiv și anume soluția care nu afectează și nu alterează caracterul monumental și patrimonial al clădirii istorice. Principiul fundamental al nedegradării monumentelor istorice în cadrul unei intervenții de reabilitare higrotermică este cel al unei intervenții reversibile. Aceste clădiri istorice asupra cărora se pot efectua aceste intervenții de reabilitare higrotermică pot avea funcțiuni diversificate pornind de la clădiri cu un confort termic specific clădirilor de locuit, clădiri cu funcțiuni complementare clădirilor de locuit cu diverse destinații și funcțiuni de uzanță cum ar fi – clădirile de birouri, clădiri cu funcțiuni comerciale, clădiri cu funcțiuni administrative pe de o parte și clădiri cu funcțiuni industriale sau de depozitare, pe de alta. Un astfel de exemplu de clădire istorică îl constituie clădirea fostei fabrici de ciorapi din Timișoara din apropierea gării de Est. Clădirea Fabricii de bere din Timișoara este un alt exemplu de clădire istorică cu un total alt standard de confort interior decât cel al clădirilor de locuit și al funcțiilor complementare. În toate cazurile optimizarea consumului de căldură se raportează la politica națională a consumului energetic.

În cadrul Uniunii Europene există ca norme și valori prestabilite ale indicilor de consum pentru încălzire, valori prestabilite ale indicilor și coeficienților caracteristici clădirii de referință și ale clădirii eficiente din punct de vedere energetic. Alegerea unei soluții pentru reabilitarea clădirilor istorice în lumina standardelor de confort se va face ținând cont de parametrii și coeficienții deduși din comparația clădirii expertizate cu cea de referință și cea eficientă energetic, la care se adaugă factorul economic influențat la rândul său de o serie de componente.

Soluția de reabilitare a clădirilor în lumina standardului de confort cuprinde următoarele capitole:

- Reabilitarea structurală și de restaurare a elementelor clădirii
- Asigurarea prin intervenții de lucrare de consolidare structurală acolo unde este cazul.
- Realizarea sau reabilitarea anvelopei clădirii – termoizolații
- Asigurarea unei tâmplării adecvate cu cerințele și obiectivele propuse
- Asigurarea unei instalații de încălzire care se încadrează în limitele optime ale consumului de energie necesar încălzirii spațiului interior al

clădirii istorice respective. Din punct de vedere al clasificării sistemelor de încălzire, distingem:

- Sistem de încălzire central cu setări de reglaj divizat pe încăperi sau apartamente în cazul clădirilor istorice cu destinații de clădiri de locuințe colective.
- Sistem de încălzire cu divizare a preparării apei calde și a cazanelor necesare încălzirii spațiilor interioare în funcție de încăperi sau apartamente
- Sistem de încălzire integral central colectiv care asigură furnizarea agentului termic și a apei calde necesare gospodăriilor.

Cerințele cuprinzând caracteristicile și parametrii doriți a se obține prin intervenția de reabilitare a clădirii istorice în lumina standardului de confort sunt prevăzute în capitolul 4 al prezentului studiu.

7.2 Tipuri de intervenții de reabilitare higrotermică asupra fațadelor clădirilor istorice

Prioritatea abordării soluției unei intervenții de reabilitare asupra unei clădiri istorice are în vedere, așa cum am amintit în paragraful anterior, pe lângă reabilitarea și măsurile de asigurare structurală, asigurarea unei anvelope care să permită utilizarea clădirii în parametrii standardului de confort. Pe lângă normativele amintite în capitolele anterioare, ne vom referi la măsurile prevăzute de standardele de calitate SR EN, OE Norm, DE Norm, Fin Norm, NO Standard, dar mai cu seamă la prevederile normativului NP 047 – 2000. Optimizarea protecției termice prevăzută în ghidul GP 058 – 2000 se realizează în deplină concordanță cu toate prevederile conținute în legile cu referire la conservarea, reabilitarea și restaurarea patrimoniului arhitectural.

7.3 Tipuri de materiale folosite pentru reabilitarea higrotermică pentru fațadele clădirilor istorice

Prima clasificare pe care o consider utilă în a arăta care sunt materialele utilizate pentru realizarea confortului higrotermic o constituie definirea părților de construcție ce urmează a fi izolate precum și a tipului de izolație aplicat fiecăreia.

Denumire a părții	Indice conform ÖNORM, SREEN	Tip de izolare
Acoperiș, planșeu	DAD	Izolație la nivelul planșeelor sau acoperișului sub stratul de învelitoare ceramică
	DAA	Izolație la nivelul planșeelor sau acoperișului sub stratul de învelitoare bituminoasă
	DUK	Izolație la nivelul planșeelor sau acoperișului cu strat de învelitoare bituminoasă

	Dz	Izolație între elemente structurale ale acoperișului
	Di	Izolație pe partea inferioară a tavanului sau acoperișului peste care se prevede un tavan fals
	Deo	Izolație sub șapă fără proprietăți fonoizolatoare
	Des	Izolație interioară sub șapă cu proprietăți fonoizolatoare

Zidărie	WAB	Izolație la nivelul zidurilor exterioare dispusă între straturi de tip manta
	WAA	Izolație la nivelul zidurilor exterioare dispusă între straturi de etanșeizare
	WAP	Izolație la nivelul zidurilor exterioare dispusă sub tencuială
	Wz	Izolație la nivelul zidurilor exterioare dispusă între straturi de cărămidă
	Wh	Izolație cu rame de lemn și panouri lemnoase
	Wi	Izolație a zidăriei dispusă la interior
	Wth	Izolație între părți constructive
	Wtr	Izolație la nivelul pereților interiori

Izolație perimetrală la nivelul subsolului	PW	Izolație la nivelul pereților exteriori de la nivelul subsolului prevăzută cu strat hidroizolator
	PB	Izolație la nivelul pereților exteriori sub planșeul subsolului prevăzută cu strat hidroizolator

Tabelul 14 - Tipuri de materiale folosite pentru reabilitarea higrotermică pentru fațadele clădirilor istorice conform normativelor austriece și germane

În tabelele următoare voi prezenta clasificarea materialelor de construcție termoizolatoare în funcție de felul în care sunt distribuite și tipul materialului.

Criterii care conduc la adoptarea unor soluții specifice care determină alegerea materialului:

Criterii legate de noțiunile fizicii construcțiilor:	– Conductivitatea Termică λ → necesitatea folosirii unor materiale pentru bariera vaporilor sau pentru difuzia tangențială, materiale cu rezistență la presiunea vaporilor μ
Criterii economice:	– Raportul calitate preț durabilitate garanție

<p>Criterii ecologice:</p>	<p>– Oferta și disponibilitatea de materii prime – Certificarea energetică, costuri legate de transportul materialelor – Depozitarea și generarea de deșeuri, reciclare</p>
<p>Criterii legate de sănătate și igienă:</p>	<p>– Confortul termic – Probabilitatea de formare și întreținere a mucegaiurilor – Emisii de poluanți</p>

În funcție de tipul materiei prime și tipul de livrare al produsului distingem:

Categorie	Denumirea	Livrare sub formă de plăci	Livrare în formă vărsată	Livrare sub formă de role	Panouri multi - stratificate, paneele
Materiale izolante realizate din materii prime regenerabile	In	x		x	
	câneapă	x		x	
	Plăci din fibră lemnoasă	x	x		
	Excelsior (izolație de lemn)	x			x
	Lemn de plută	x	x		
	Lână de oaie	x		x	
	Stuf	x			x
	Paie	x		x	x
	Celuloză	x	x	x	x
Materiale izolatoare produse din compuși minerali	Piatra ponce		x		x
	Mica expandată		x		x
	Argilă expandată		x	x	x
	Silicat de calciu	x			
	Opsidian expandat	x	x		x
	Perlit expandat	x	x		x
	Vată minerală, vată de sticlă	x		x	
	Spumă minerală	x			
	Spumă de sticlă	x	x		
Materiale sintetice izolatoare	Polistiren expandat (ePs)	x	x		x
	Polistiren extrudat (XPs)	x			x
	Rășină sintetică, rășină din fenol	x			x
	Spumă PUR	x		x	x

Tabelul 15 – Clasificarea materialelor pentru termoizolație conform normativelor austriece și germane

7.4 Soluții de reabilitare higrotermică a fațadelor

Asemenea reabilitării unor clădiri existente, reabilitarea fațadelor clădirilor istorice se realizează prin aplicarea unui strat de izolație termică suplimentar, fixat prin sisteme de prindere de pereții exteriori, respectând principiul intervenției reversibile, fiind vorba de clădiri istorice, iar abordarea soluției trebuie făcută ținând cont de prevederile documentelor pentru protecția și conservarea clădirilor istorice. Principala operațiune de reabilitare higrotermică a fațadelor unei clădiri istorice care asigură un confort termic interior corespunzător o constituie realizarea unui pachet multistrat termoizolant amplasat fie la exteriorul fațadei fie la interiorul fațadei. Astfel putem distinge două mari capitole ale intervențiilor de reabilitare higrotermică a fațadelor clădirilor istorice:

- Prin amplasarea pachetului termoizolant la exteriorul fațadei istorice
- Prin amplasarea pachetului termoizolant la interiorul fațadei clădirii istorice.
- Prin amplasarea unor straturi termoizolante pe ambele părți ale fațadei atât la stratul interior cât și la stratul exterior al clădirii.

7.4.1 Soluții de reabilitare higrotermică a fațadelor clădirilor istorice prin pachetului termoizolator la exterior

Acest tip de reabilitare structurală are un spectru foarte limitat de aplicare asupra clădirilor istorice deoarece cele mai multe clădiri istorice au elemente decorative pe fațade și la nivelul cornișei ce nu pot fi replicate sau transpuse pe stratul termoizolator. Totuși vom folosi în prezentul capitol câteva studii de caz în care acest tip de soluții a fost aplicat la reabilitarea unor clădiri istorice, conferindu-le astfel un nivel ridicat al confortului termic interior, clădirea putând astfel să adăpostească și să deservească noua funcțiune dorită după această intervenție. **Intervenția prin aplicarea unui strat sau pachet termoizolator la exterior trebuie aplicată acelor clădiri care nu au o valoare de patrimoniu, iar prin aplicarea acestei operațiuni nu se alterează valoarea și specificul arhitectural vechi al clădirii.**

Există și clădiri care au ornamente ce bordează golurile, elemente decorative la nivelul fațadelor și golurilor care pot fi replicate din material termoizolator sau chiar transpuse pe noul strat exterior. Aceste clădiri de regulă au ancadramente fără bosaje sculptate ce nu pot fi replicate din material termoizolator sau care prin aplicarea materialului izolator își pierd forma și specificul.

7.4.1.1 Studii de caz pentru reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator la exterior

În acest paragraf vom prezenta câteva studii de caz privind reabilitarea unor clădiri istorice prin amplasarea pachetului termoizolator la exterior. Vom analiza 3 exemple de clădiri istorice din orașul Viena, care au fost reabilitate higrotermic prin amplasarea pachetului termoizolator la exterior, realizându-se astfel oportunitatea utilizării acestora în scopul de locuințe colective.

Realizatorul tezei a folosit ca sursă de documentare și element motivațional în elaborarea strategiei de cercetare modelul locuințelor colective sociale din orașul Viena construite înainte de prima jumătate a secolului XX, reabilitate higrotermic atât la nivelul fațadelor, subsolului, precum și la nivelul acoperișului.

Un exemplu elocvent îl constituie complexul Guttenberggasse 17, districtul 1070 Viena (imagine alăturată), construit în anul 1780 restaurat între anii 1976 și 1978 prin amplasarea stratului termoizolator la interior. Clădirea se află înscrisă în lista patrimoniului UNESCO precum și în cadrul clădirilor considerate monumente istorice în orașul Viena. În Anexa 12 este prezentată o listă a clădirilor care au reprezentat baza de studiu a studiilor de caz din actuala teză de doctorat. Sunt prezentate adrese web de unde se pot vizualiza informații pe platforma web cu descrieri detaliate a clădirilor, planurilor, cu fotografiile, date tehnice și descrieri spațiale ale clădirilor respective.

7.4.1.2 Aspecte generale ce privesc reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator la exterior

Amplasarea pachetului termoizolant pe suprafața exterioară a fațadei clădirii istorice, are un important avantaj față de soluțiile alternative. Cel mai important avantaj care determină majoritatea investitorilor să opteze pentru această soluție, o constituie corecția pe care această soluție o determină asupra punților termice. Această soluție reprezintă o protecție a elementelor constitutive ale fațadei față de variațiile de temperatură. Pachetele termoizolatoare care conțin straturi pentru difuzia tangențială, sunt mai eficiente, rezolvând problema vaporilor de apă și protejează anvelopa clădirii. Un alt aspect care scoate în evidență avantajele acestui tip de soluție îl constituie faptul că în timpul execuției, utilizarea clădirii nu este afectată, nefiind necesare evacuarea clădirii, întreruperea activității centralei termice, execuția putând a se limita doar la reabilitare exterioară.

Cu toate acestea acest gen de operațiune de reabilitare presupune costuri mult mai ridicate decât reabilitarea termică prin amplasarea pachetului termoizolator la interior, deoarece necesită un personal mai specializat, amplasarea schelei de execuție pe suprafața fațadei, iar noul strat exterior este mult mai sensibil la intemperii sau șocuri mecanice.

7.4.1.3 Soluții specifice pentru reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator la exterior

Sistemul constructiv al subsolurilor clădirilor istorice din România și spațiul european care a aparținut în secolele XVIII respectiv XIX Imperiului Austro - Ungar a fost realizat folosind materiale de construcție manufacturate – cărămizi ceramice pline arse, profile metalice laminate la cald (secțiuni de tipul U și I, secțiuni de cale ferată) precum și cherestea din lemn. Cele mai multe clădiri din spațiul fost gemran sau austro-ungar construite în această perioadă în arealele marilor orașe europene, au subsoluri realizate cu ziduri de cărămidă, fundații continue mixte din cărămidă, piatră și pivoți de lemn. Atât subsolurile clădirilor cât și nivelul parterului au bolți orientate ca descărcare spre frontul stradal.

În studiul soluțiilor specifice de reabilitare am ales un exemplu situat în arealul orașului Viena, districtul XII, Rep. Austria, clădire asupra căreia autorul tezei a folosit o metodă de reabilitare higrotermică a clădirilor istorice prin amplasarea unui strat termoizolant din polistiren cu o grosime de 16,00 cm. În urma măsurătorilor la fața locului cât și din datele relevate de expertiza de arhitectură, zidăria de cărămidă a prezentat următoarele caracteristici:

- Modelul (AÖF-Zgl-MWK) produsă în sec. XVIII
- Coeficientul $\lambda = 0,83 \text{ W/mK}$

În dreptul ultimului etaj, zidăria exterioară de cărămidă prezintă o grosime 25 cm, și conform măsurătorilor un coeficient k (U_{wert}) = $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$. Conform normativului ÖNORM B 6410 [OEN11a] a fost aleasă soluția de aplicare a unor plăci din polistiren pe fațada principală a clădirii obținându-se astfel un pachet izolator tip WDVS. Tipul de polistiren folosit a fost EPS-F cu grosime de 16 cm, având coeficientul $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$

La nivelul timpanelor și în dreptul intersecției cu acoperișul au fost utilizate două variante diferite de izolare și de intersectare. În dreptul fațadei posterioare a fost utilizat detaliul mai sus amintit, deoarece această zonă a prezentat mai multe dregradări structurale, iar cornișa a fost înlocuită și în dreptul acesteia a fost realizată o centură din beton armat. Straturile de termoizolare au fost cele prevăzute în figura... Pentru eliminarea riscului de apariție a condensului, conform normativului austriac ÖNORM BAU 10, la nivelul acoperișului a fost realizat un pachet termoizolator suprapus cu structura șarpantei, compus din:

- vată minerală (15 cm)
- plăci din vată bazaltică presată (20 cm)
- folie de difuziune tangențială.

Structura șarpantei a fost adaptată având un strat dublu ventilat între scânduri și dușumele. Pachetul zidăriei exterioare la nivelul tencuiei conține o plasă plasticată pentru o mai bună durabilitate a stratului de tencuială pe bază silicat.

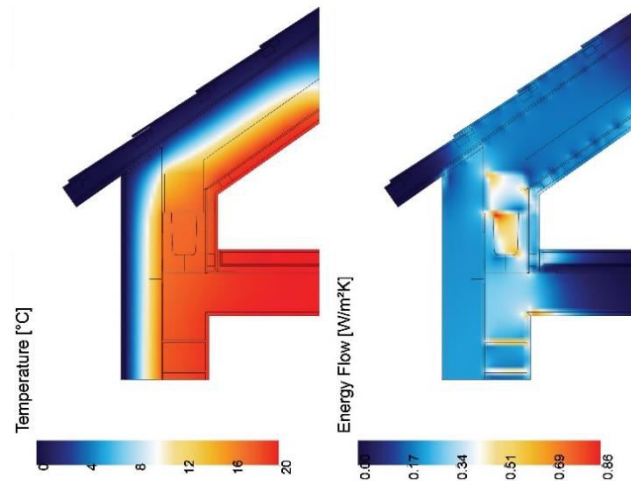


Fig 29 - Variația de temperatură și energetică la nivelul cornișei

Folosind camere termice precum și un software specializat în realizarea simulării termogramelor, a fost realizată termograma aceluiași detaliu cuprinzând variația temperaturii în cadrul pachetului izolator și variația de energie în cadrul aceluiași pachet. Nu doar termogramele pot evidenția nivelul de conservare al energiei în contrast cu termogramele și analizele efectuate pe modelul existent neizolat prezentat pe larg în cadrul capitoului 6, ci și datele rezultate din certificatul energetic.

La nivelul fațadei principale, spațiul de sub acoperiș nu a fost mansardat, existând astfel un detaliu diferit decât cel prezentat la soluția adoptată pentru izolarea acoperișului din dreptul fațadei posterioare. Planșeul corespunzător podului nemansardat a fost izolat folosindu-se un sistem de plăci din vată bazaltică aglomerată.

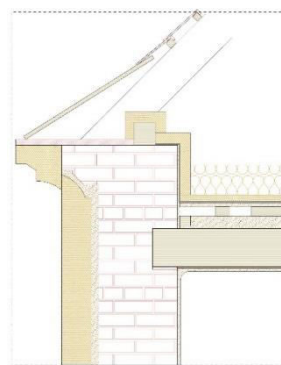


Fig 30 - Secțiune caracteristică la nivelul cornișei – intervenție de reabilitare termică fără strat aerat

Noua stratificație obținută a fost următoarea:

- Placă bazaltică aglomerată 20 cm ($\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$)
- Barieră anti-vapori
- Zgură (strat existent)
- Planșeu realizat din suprapunere – structură de lemn, țigle

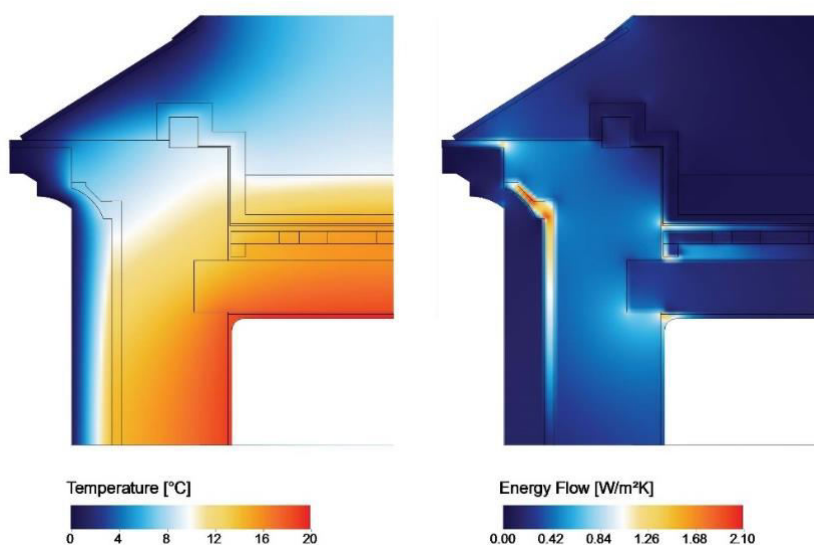


Fig 31 - Variația de temperatură și energetică la nivelul cornișei pentru o soluție de reabilitare fără strat aerat

În figurile de mai sus sunt prezentate și termogramele cu variația de temperatură și a energiei în dreptul aceluiași detaliu corespunzător fațadei principale. Ancadramentele de pe fațada principală au fost replicate din polistiren de tip XPS cu granulație ridicată și aplicate pe sisteme de prindere cu dibluri și profile din aluminiu. Acest fapt a permis realizarea și replicarea fațadei istorice inițiale printr-o tehnologie ce a facilitat refacerea detaliată a fațadei ca și aspect la o calitate superioară din punct de vedere al detaliilor, ancadramentelor precum și a siguranței în exploatare a clădirii pe termen lung. Acest tip de operațiune a fost posibil datorită faptului că această clădire nu a constituit un monument istoric protejat.

În figura detaliului mai sus amintit este marcată cu linie verde întreruptă grosimea pe care stratul termoizolator ar fi trebuit să îl atingă pentru a se conferi clădirii istorice nivelul energetic corespunzător unei case pasive, conform normativelor OENorm și OEBRichtlinie.

Din punct de vedere al reabilitării fațadei și a zidăriei în dreptul nivelului subsolului, peretele exterior a fost termoizolat (s-au aplicat și o serie de reabilitări structurale acolo unde zidăria a fost afectată). Lucrările de termoizolare au fost realizate de firma B.Haus Bau GesmbH cu sediul în Viena – districtul XIV, companie în care

autorul tezei a lucrat ca și arhitect, inginer coordonator (Baumeister) și diriginte de șantier (Bauführer).

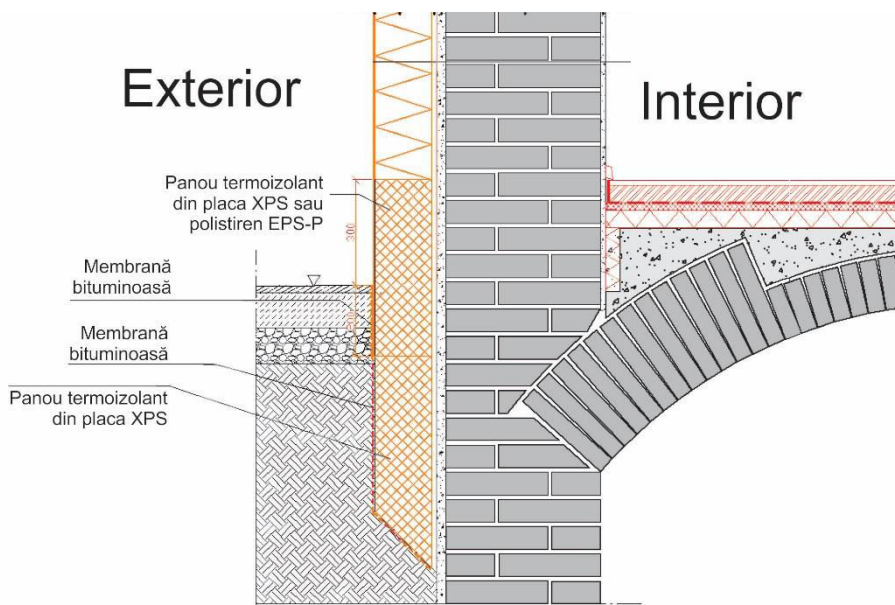


Fig 32 - Secțiune caracteristică la nivelul demisolului – intervenție de reabilitare termică fără strat aerat

Plăcile termoizolatoare aplicate pe peretele exterior, așa cum se pot vedea în figura 32, sunt din polistirenul extrudat tip XPS-G (23/20) având rezistențe mecanice deosebite, și coeficientul $\lambda = 0,044 \text{ W/mK}$. Acest detaliu este un detaliu prevăzut de normativul austriac de reabilitare higrotermică a clădirilor istorice, iar coeficientul global k (Uwert) pentru această zidărie după aplicarea măsurilor de reabilitare higrotermică a fost redus de la valoarea de $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ la $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$.

La nivelul izolării planșeului, au fost realizate lucrări de termoizolare al acestuia peste subsol. Acest planșeu are o structură de rezistență realizată din bolți din cărămidă peste care se află un strat intermediar de zgură. O parte din zgura existentă a fost îndepărată introducându-se următoarele straturi cu enumerare de la stratul inferior către stratul superior:

- Strat termoizolator realizat din plăci din polistiren expandat tip EPS-W 25 - 5 cm, $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$
- Strat termoizolator realizat din plăci de polistiren TDP expandat tip EPS-T 23/20 - 2 cm
- Strat de difuzie tangențială
- Șapă armată din ciment tip M 225, - 5 cm
- Pardoseală de granit - 2 cm

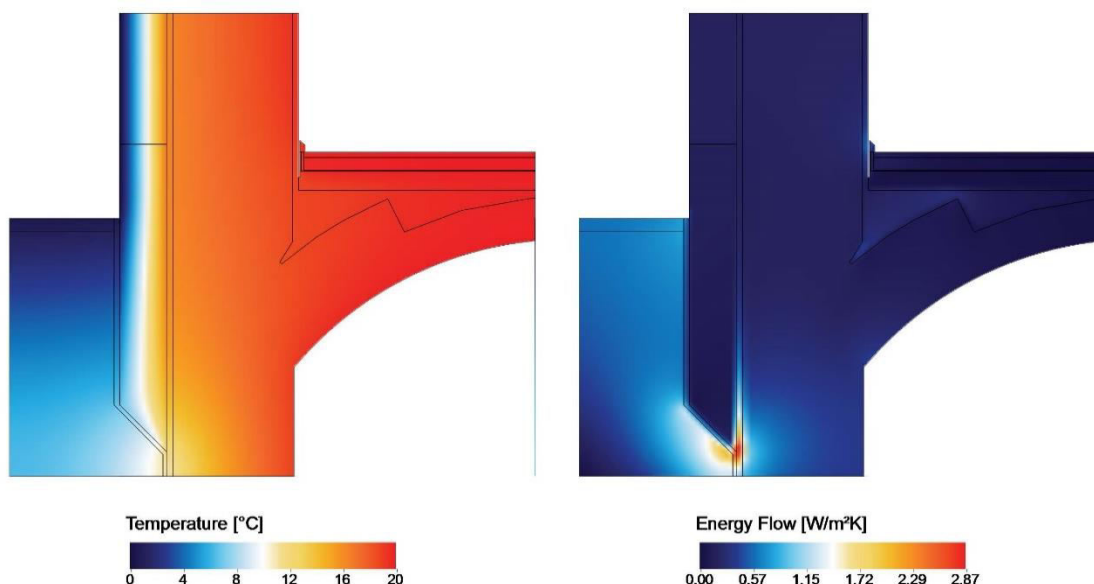


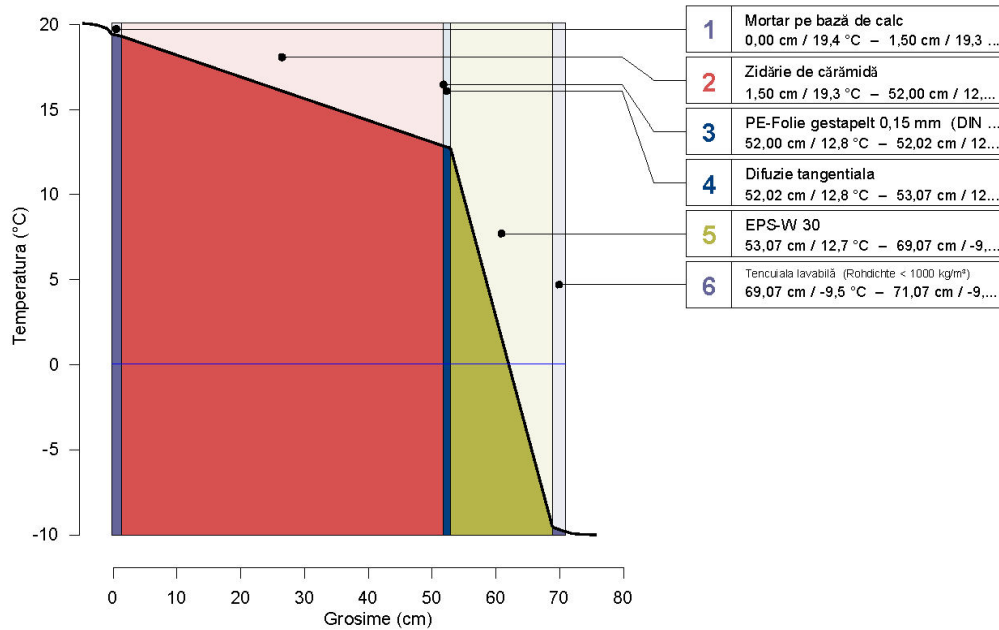
Fig 33 – Secțiune caracteristică cu evidențierea variației de energie și temperatură la nivelul subsolului – studiu de caz clădire reabilitată în Maria Ellend, Landul Austria Inferioară

În figura mai sus redată sunt prezentate diagramele termografice – termograma detaliului corespunzător nivelului subsol – perete exterior, planșeu peste subsol în care se pot observa variațiile de temperatură și de energie, încadrându-se în valorile prevăzute de normativele ÖNORM EN ISO 15927-6 - „Wärme- und feuchteschutztechnisches Verhalten von Gebäuden - Berechnung und Darstellung von Klimadaten - Teil 6: Akkumulierte Temperaturdifferenzen (Gradtage)”, ÖNORM B 8110-2: „Wärmeschutz im Hochbau Teil 2: Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz”, Ausgabe: 2003-07-01.

7.4.1.4 Contribuții privind reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator la exterior.

În acest paragraf voi prezenta o soluție tehnică aplicată unei clădiri situate în arealul orașului Vienna. Clădirea asupra căreia s-a aplicat această soluție este o clădire construită în secolul XIX, asupra căreia s-a realizat un proiect de reabilitare care a necesitat intervenții structurale. Prezenta contribuție a constituit și sursa pentru elaborarea celei de a doua prezentări susținute în cadrul Conferinței Științifice Internaționale SGEM Viena 2016, premiată în cadrul secțiunii Arhitectură și Design, proceedings-ul conferinței este indexat bazelor EBSCO, ISI Thomson Reuters, Elsevier, SCOPUS, etc. Autorul tezei a realizat proiectul de reabilitare structurală și higrotermică asupra acestei clădiri folosind soluția care face obiectul contribuției actualei teze. Spre deosebire de soluția folosită la reabilitarea clădiri din districtul XII, amintită în cazul soluțiilor convenționale de realizare a izolației

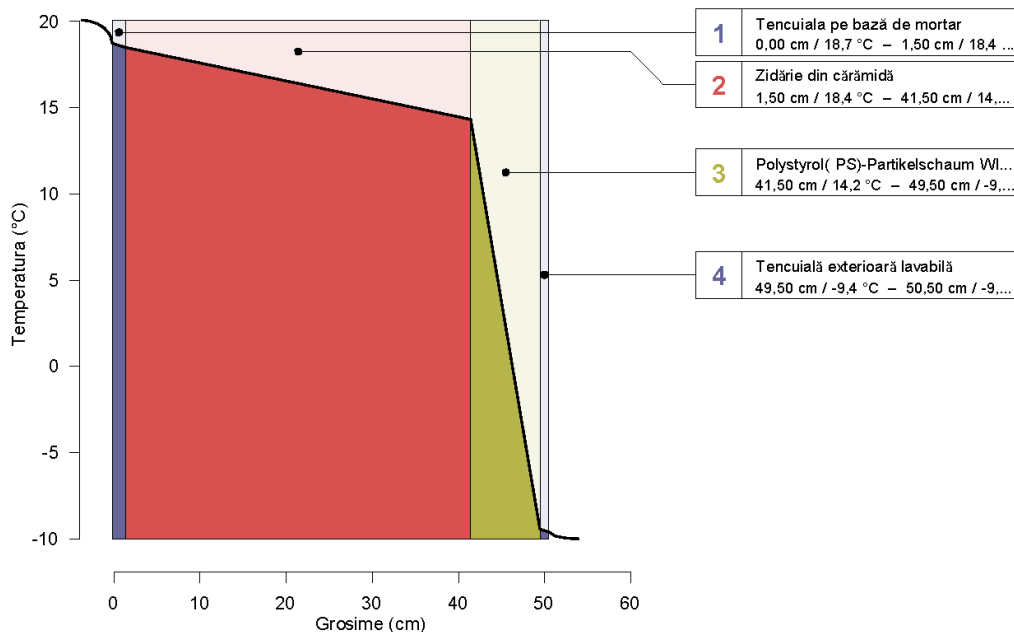
interioare, soluția amintită în acest capitol cuprinde o altă stratificare amplasată sub stratul termoizolator din polistirenul EPS – F. Lucrările au fost executate în vara anului 2012, autorul tezei fiind dirigintele de șantier, arhitect și inginer responsabil cu execuția în cadrul acestui proiect. Pentru o evaluare bună a rezultatelor au fost folosite măsurătorile înregistrate de administrația Primăriei orașului Viena – Magistratura Baupolizei, care a monitorizat în urma unei cereri din partea locatarilor evoluția nivelului de umiditate interioară.



$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_6 + R_{se} = 6,17 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/R_T = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Fig 34 - Variația temperaturii și calculul coeficienților R și Uw pe un segment de zidărie cu grosimea de 50 cm, utilizând folia de difuziune tangențială și pachetul termoizolator ca parte a contribuției actualei teze



$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_4 + R_{se} = 2,90 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/R_T = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Fig 35 - Variația temperaturii și calculul coeficienților R și Uw pe un segment de zidărie cu grosimea de 40 cm, utilizând pachetul termoizolator EPS ca parte a contribuției actualei teze

Măsurătorile (din Anexa 02) au fost efectuate pe o perioadă de 450 de zile înaintea lucrărilor de reabilitare și 450 de zile calendaristice după lucrarea de reabilitare. Conform normativului austriac ÖNORM B 8110-2, umiditatea relativă pe timp de iarnă ar trebui să aibă o valoare de 55%. Clădirea respectivă a prezentat zone de condens, iar locatarii au folosit aparate de dezumidificare la nivelul subsolului și nivelul parterului. Concomitent cu măsurătorile asupra acestei clădiri, a fost realizată și o monitorizare a umidității în clădirea asupra căreia a fost realizată o intervenție structurală și reabilitare higrotermică de la paragraful – 7.2.1.3 *Soluții specifice pentru reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator la exterior.*

Spre deosebire de comportarea umidității în clădirea despre care vorbim în acest paragraf, în interiorul clădirii prezentate în paragraful 7.2.1.3 există spații în care a fost înregistrată umiditate pe timp de iarnă de 95%. Această valoare depășește nivelul maxim al standardului de confort, fapt pentru care a fost necesară înlocuirea tencuiei interioare și realizarea unui sistem performant de aerisire.

Clădirea la care facem referire situată în arealul orașului Viena, are o structură de rezistență asemănătoare cu cea prezentată la paragraful 7.2.1.3, având același regim de înălțime, conformare spațială asemănătoare precum și mărimii ale ariilor (utilă și construită) apropiate.

Sistemul inovator constă în introducerea unor straturi suplimentare în cadrul pachetului multistratificat rezultat în urma operațiunii de reabilitare higrotermică. Este introdus un strat aerat, plăcile de polistiren nefiind lipite direct pe zidăria clădirii existente. Pe suprafața interioară a panourilor de polistiren a fost prevăzută o membrană compozit din policarbonat, și o repartiție de senzori de umiditate.

Reabilitarea higrotermică asupra clădirii mai sus amintite, a presupus și intervenții structurale și funcționale, astfel că la nivelul acoperișului există zone în care acest spațiu a fost mansardat. Stratificația acoperișului a fost realizată conform detaliului mai sus prezentat, în așa fel încât spațiul aerat care se regăsește în stratificația pachetului termoizolator de la nivelul fațadei este conectat cu cel de la nivelul acoperișului. Din măsurătorile efectuate a rezultat atât o schimbare categorică a coeficientului Uwert pentru pachetul termoizolator de la nivelul fațadelor cât și la nivelul acoperișului. Au fost realizate termograme cu variația temperaturii și a energiei în pachetele termoizolatoare, zidărie și stratificația acoperișului obținut, constatându-se o conservare a valorii energiei și un prag al variației temperaturii în pachetul termoizolator, fără a mai exista o tranziție puternică a valorii în zidărie. Acest fapt subliniază eficiența noului pachet termoizolator. Transferul energetic rezultat în urma termogramelor atât la nivelul acoperișului cât și la nivelul fațadei și subsolului reflectă un nivel satisfăcător din punct de vedere al eficienței și al consumului redus de energie necesară încălzirii spațiului interior.

Este prezentat prin diagrame și figuri, modul de realizare al ancadramentelor aplicate pe fațada principală a clădirii, ornamente realizate din polistiren aplicate pe stratul exterior al fațadei.

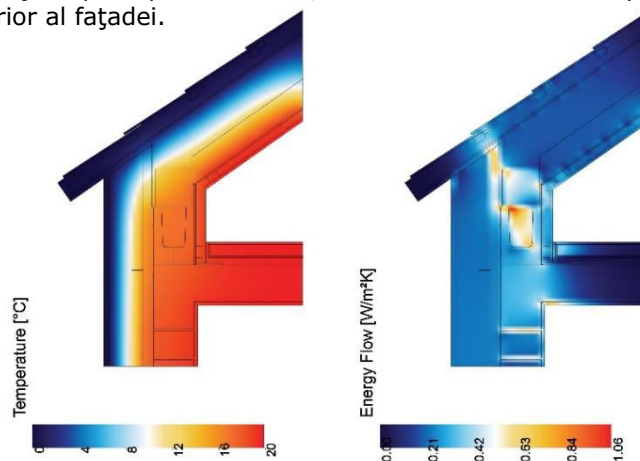


Fig 36 – Variația de temperatură la nivelul cornișei și secțiunile reprezentative pentru cornișă
– studiu de caz clădire reabilitată în Maria Ellend, Landul Austria Inferioară

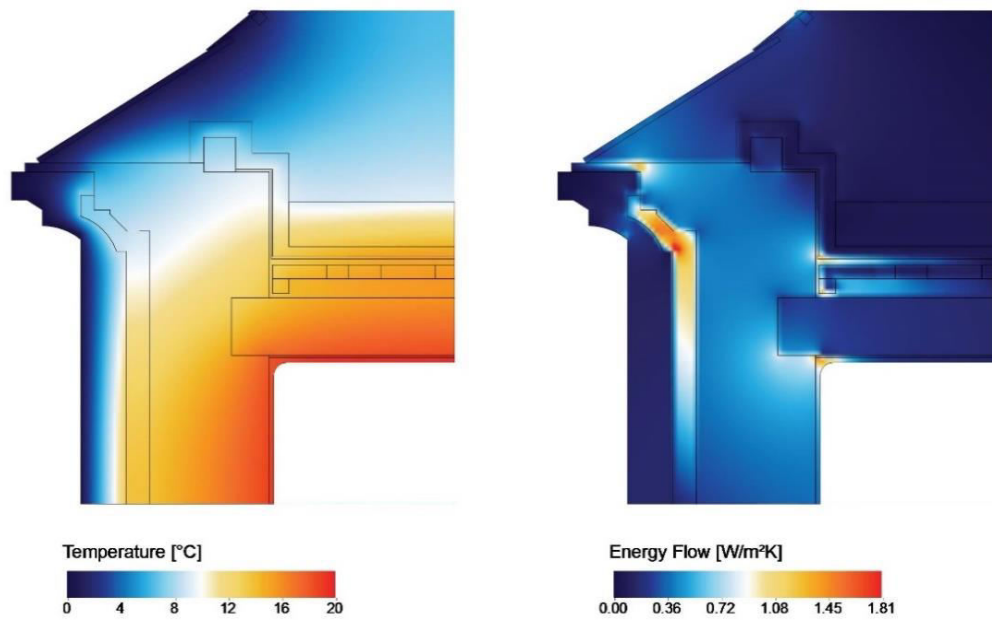


Fig 37 - Termograma la nivelul cornișei – studiu de caz clădire reabilitată în districtul XII, Viena – reabilitare cu strat aerat

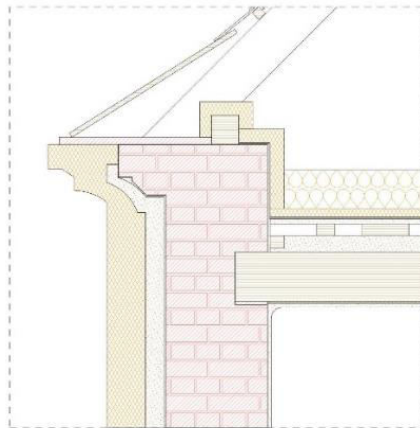


Fig 38 – Secțiune cu detaliu la nivelul cornișei – studiu de caz clădire reabilitată în districtul XII, Viena – reabilitare cu strat aerat

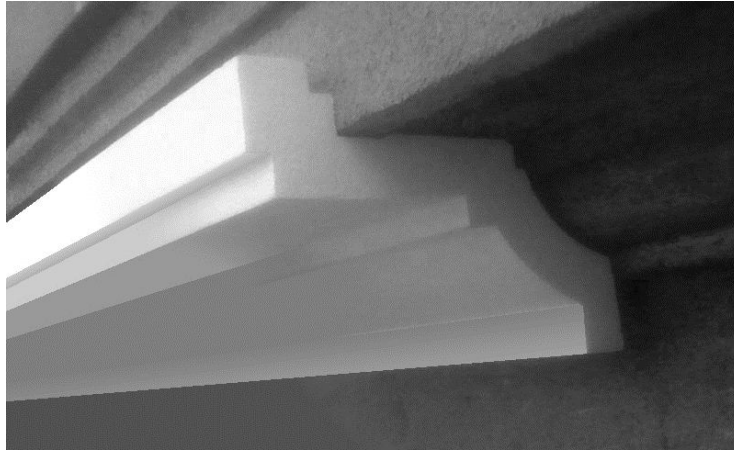


Fig 39 - Amplasarea termoizolației la nivelul ancadramentelor din cadrul cornișei – studiu de caz clădire reabilitată în districtul XII, Viena

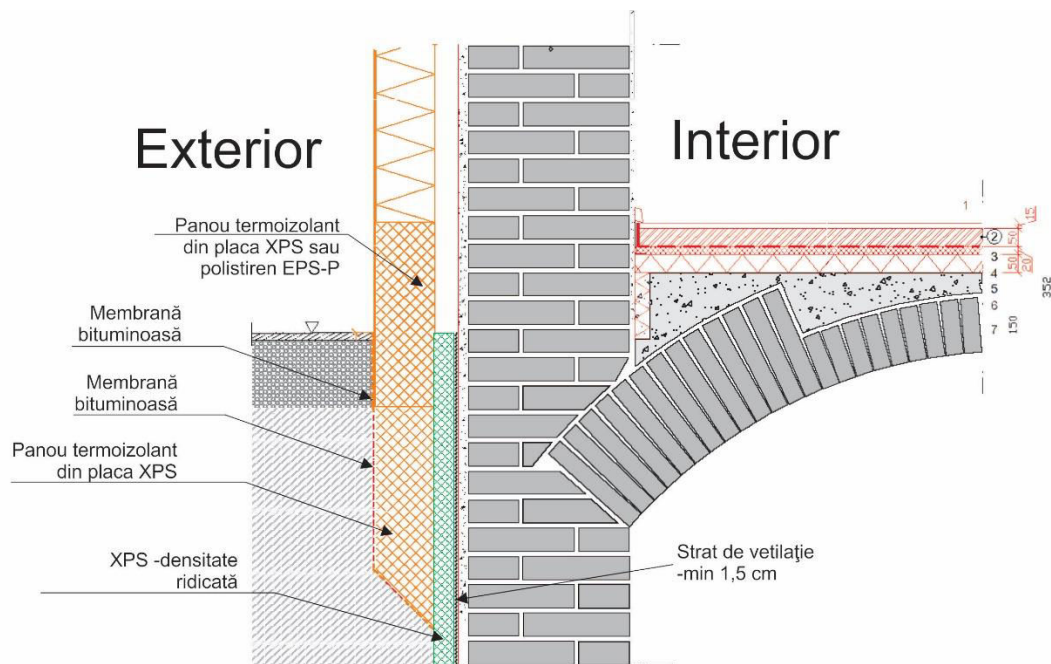


Fig 40 - Amplasarea termoizolației la nivelul subsolului – studiu de caz clădire reabilitată în districtul XII, Viena

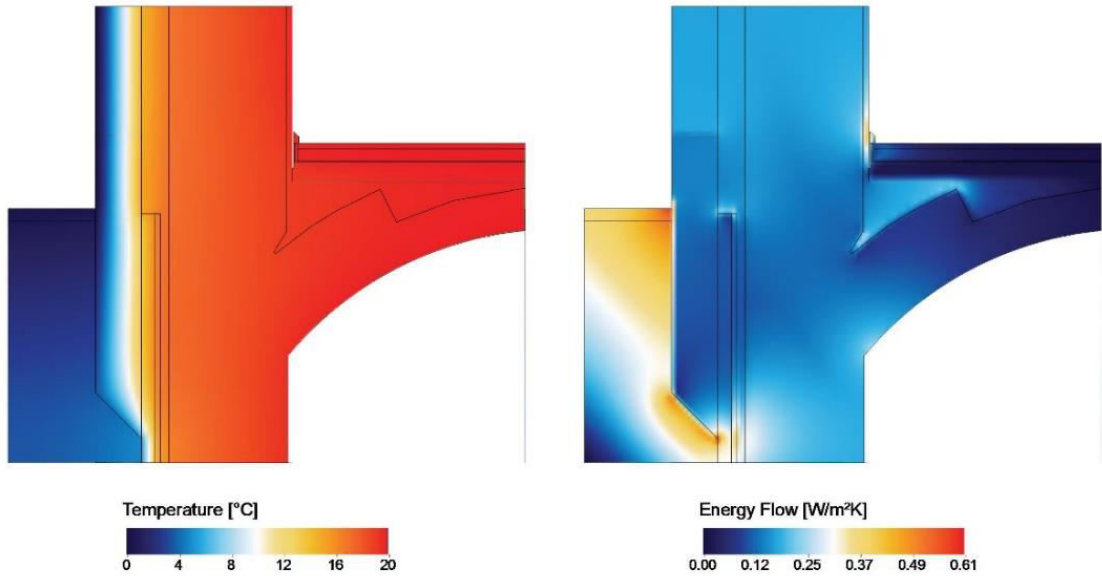


Fig 41 - Termograma la nivelul subsolului – studiu de caz clădire reabilitată în districtul XII, Viena

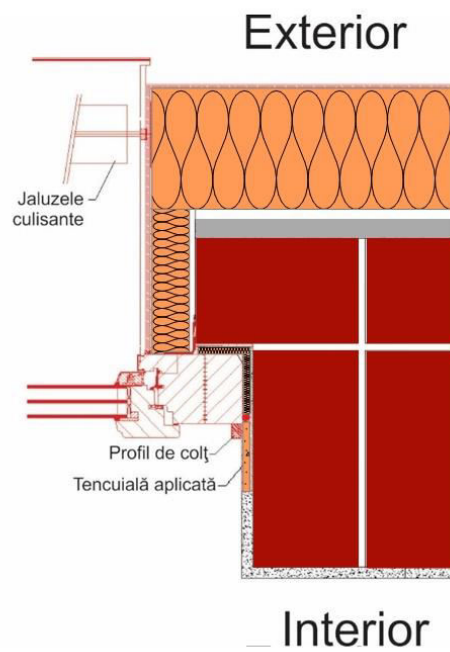


Fig 42 – Detaliu cu evidențierea termoizolării în zona golurilor

Unul din locurile în care există cedări și pierderi de energie puternică îl reprezintă marginea golurilor. Din acest motiv, marginile golurilor trebuie izolate pentru a nu se crea punți termice puternice. Pentru a atinge un nivel de izolare termică corespunzător standardelor de eficiență energetică actualizate în statele spațiului economic european, geamurile sunt realizate cu jaluzele culisante. Un coeficient optim de transfer U Wert pentru geamuri cu triplu strat de sticlă este în jurul valorii de 0,60 Kw/m². Înlocuirea ferestrelor clădirilor istorice trebuie realizată ținând cont de specificul ferestrelor inițiale. Orice ornament poate fi replicat din material plastic sau turnat pentru acele părți lemnoase care nu se mai pot reaplica sau prezintă nivele avansate de degradare (zone putrede, carii penetrante, etc).

Amplasarea termoizolației exterioare pe suprafața marginii golului se realizează până ce aceasta are un plan comun cu profilul tâmplăriei. Pentru o mai bună asigurare a conturilor se vor folosi profile metalice din aluminiu. Modelul de referință față de care proiectantul se reperează îl constituie modelul clădirii pasive, model elaborat de institutul de fizică a construcțiilor din Berlin, omologat și în Austria și Elveția. Acest model prevede standarde de execuție și îndeplinire a unor criterii pentru astfel de exigențe. Realizarea tâmplăriei precum și termoizolarea marginilor golurilor în cadrul reabilitării și restaurării clădirilor istorice prin amplasarea în exterior a stratului termoizolator poate determina în unele situații reducerea dimensiunii golurilor.

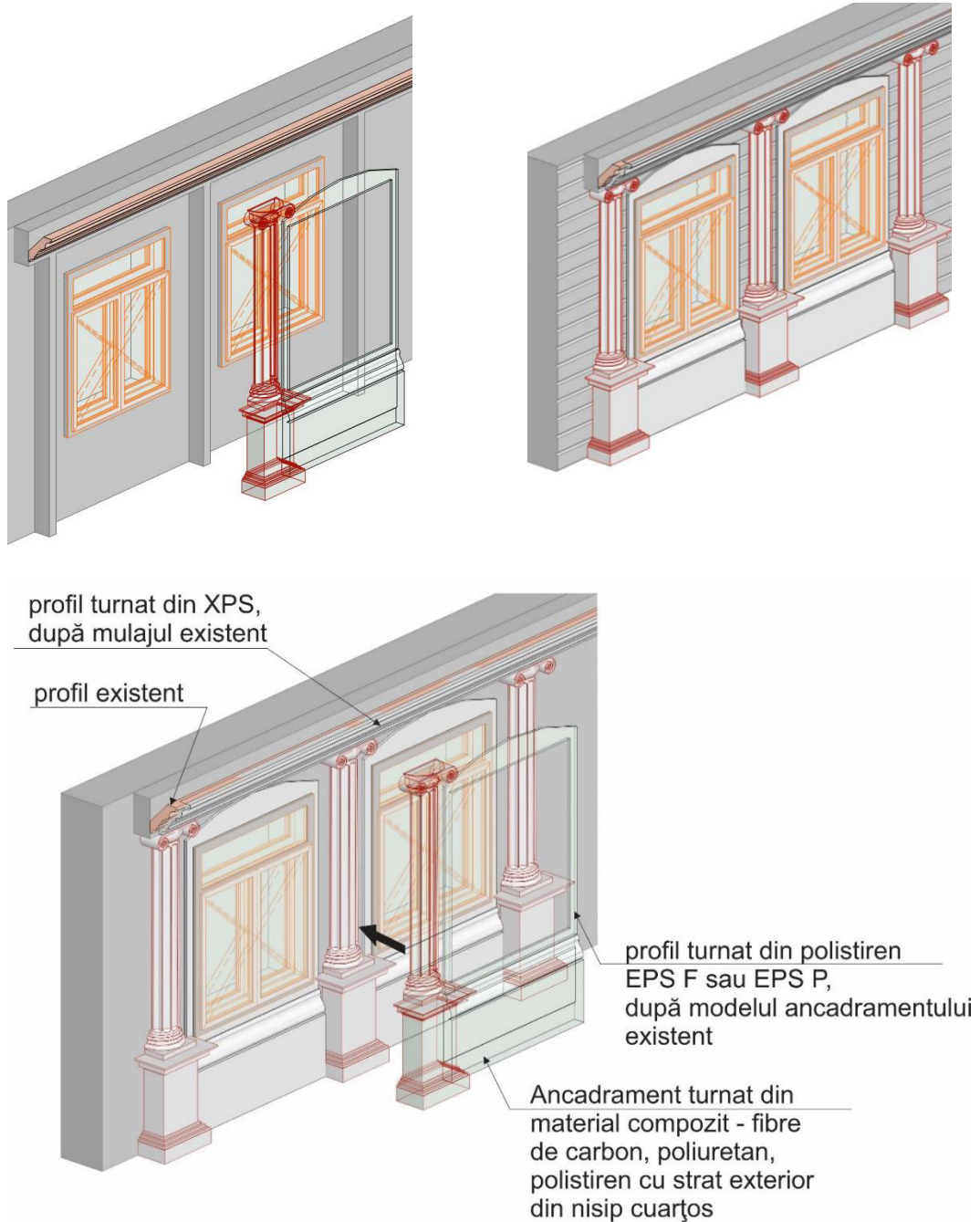


Fig 43 - a,b,c - Replicarea din material sintetic a ancadramentelor fațadei – clădire barocă, districtul XIV Viena, proiect Dipl. Ing. Arh. Leontiu Flaviu Cristian

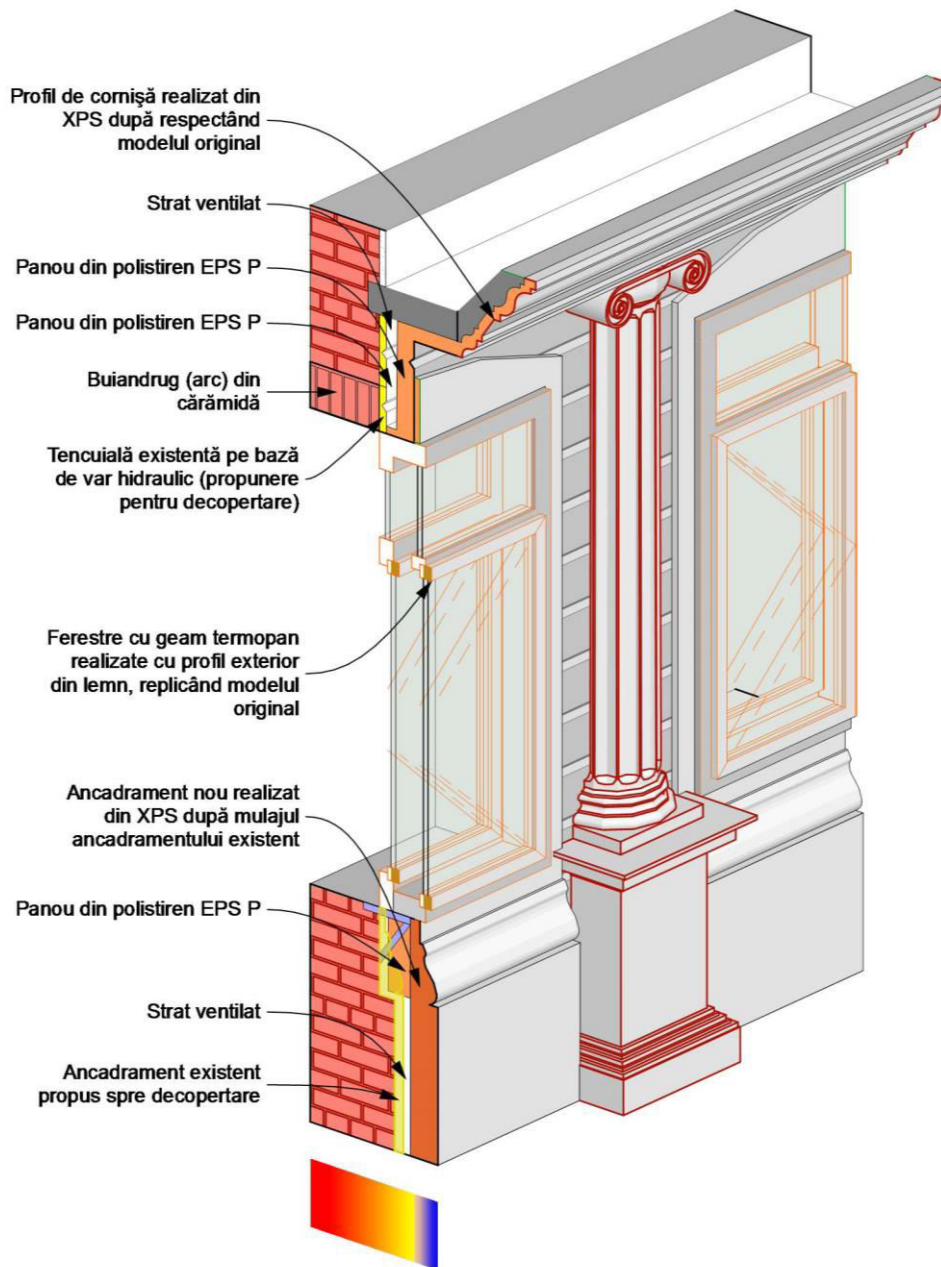


Fig 44 - Replicarea din material sintetic a ancadramentelor fațadei și termoizolarea fațadei – clădire barocă, districtul XIV Viena, proiect Dipl. Ing. Arh. Leontiu Cristian

Vom prezenta analiza pachetului termoizolator convențional utilizat în procesul de reabilitare al clădirii din arealul orașului Viena, prezentată la paragraful 7.2.1.3. iar după reprezentarea variației de temperatură și analiza complexă a pachetului respectiv este prezentat pachetul termoizolator al clădirii expuse în paragraful curent.

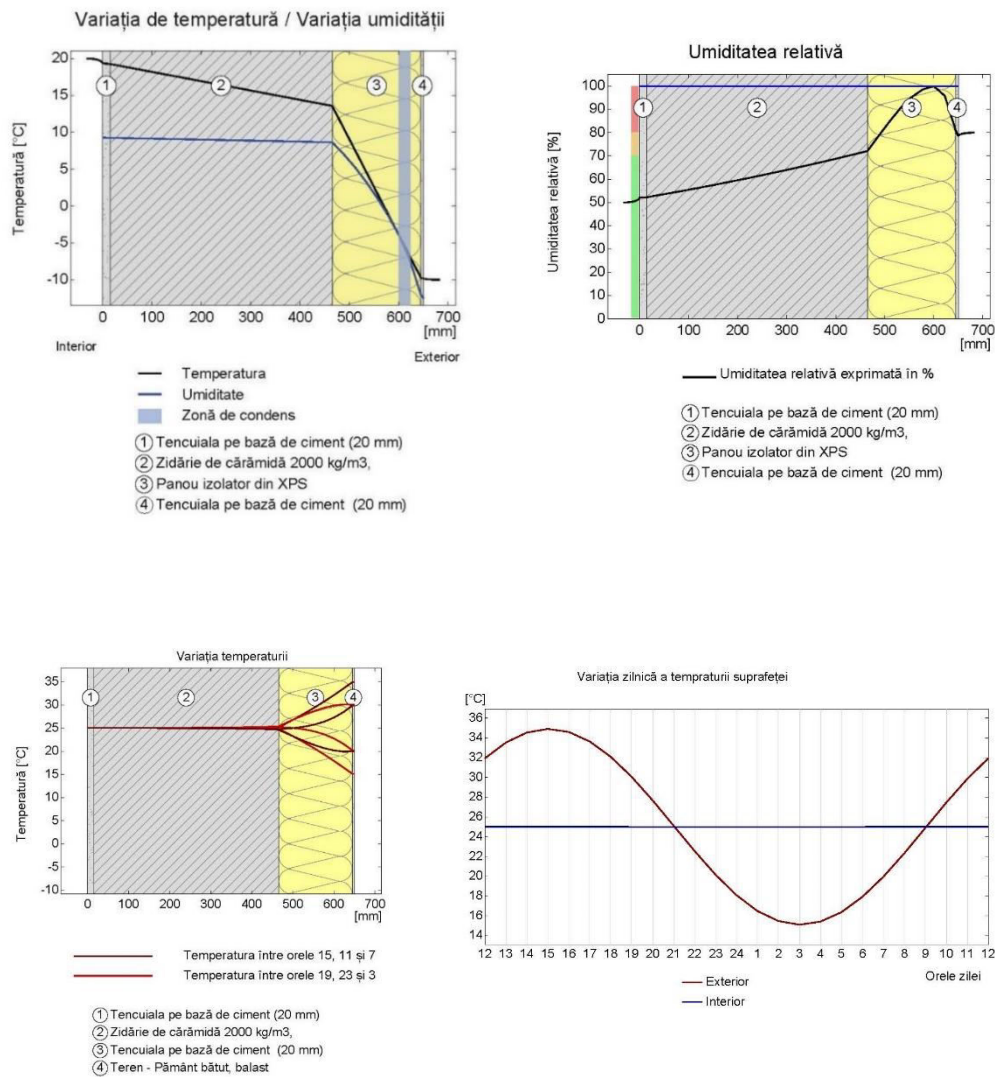





Fig 45 – Determinări caracteristice pentru un perete termoizolat fără strat aerat

Grosimea stratului	Denumirea materialului	Λ [W/m K]	R [m ² K/W]	Temperatura [°C] min max		Masă [kg/m ²]	Umiditate [%]
	Aerul spațiului interior		0,130	12,10	20,00		
2 cm	Tencuială pe bază de calc	0,870	0,017	19,30	19,30	21,00	0,00
45 cm	Zidărie realizată din cărămidă plină	0,40	0,125	13,60	19,30	450,00	0,00
18 cm	Termoizolație din plăci de polistiren KF 700	0,039	4,615	-9,80	13,60	5,40	0,00
0,5	Tencuială pe bază de silicat	0,70	0,007	-9,8	-9,80	9,00	0,00
	Aerul exterior	0,00	0,040	-10,00	-9,80		
64 cm	Pachet complet		5,935			485,40	

 Λ – Conductivitate termică [W/mK]

R – Rezistență termică

Zid exterior, U = 0,25 W/m ² K		
U = 0,25 W/m²K Izolare termică	Nivel foarte bun pentru protecție împotriva umidității din condens	Tau – 1250 Izolare față de încălzirea exterioară
 5	 0 1	
Temperatură interioară: 20°C / 50%	Umiditate din condens: 0.00 kg/m ²	Amplitudinea Temperaturii
Temperatură exterioară: 0°C / 100%	Permeabilitate ascensională în capilaritate: 47,80 m	Defazaj termic 22,00h

Tabelul 16 – Determinări caracteristice pentru un perete termoizolat fără strat aerat

Inovația majoră o constituie realizarea unei membrane aerate continue atât la nivelul planșoului subsolului, a pereților cât și la nivelul fațadei și acoperișului. Acest strat reprezintă un factor auxiliar pentru reducerea consumului de energie necesar încălzirii, umidificării și dezumidificării spațiului interior.

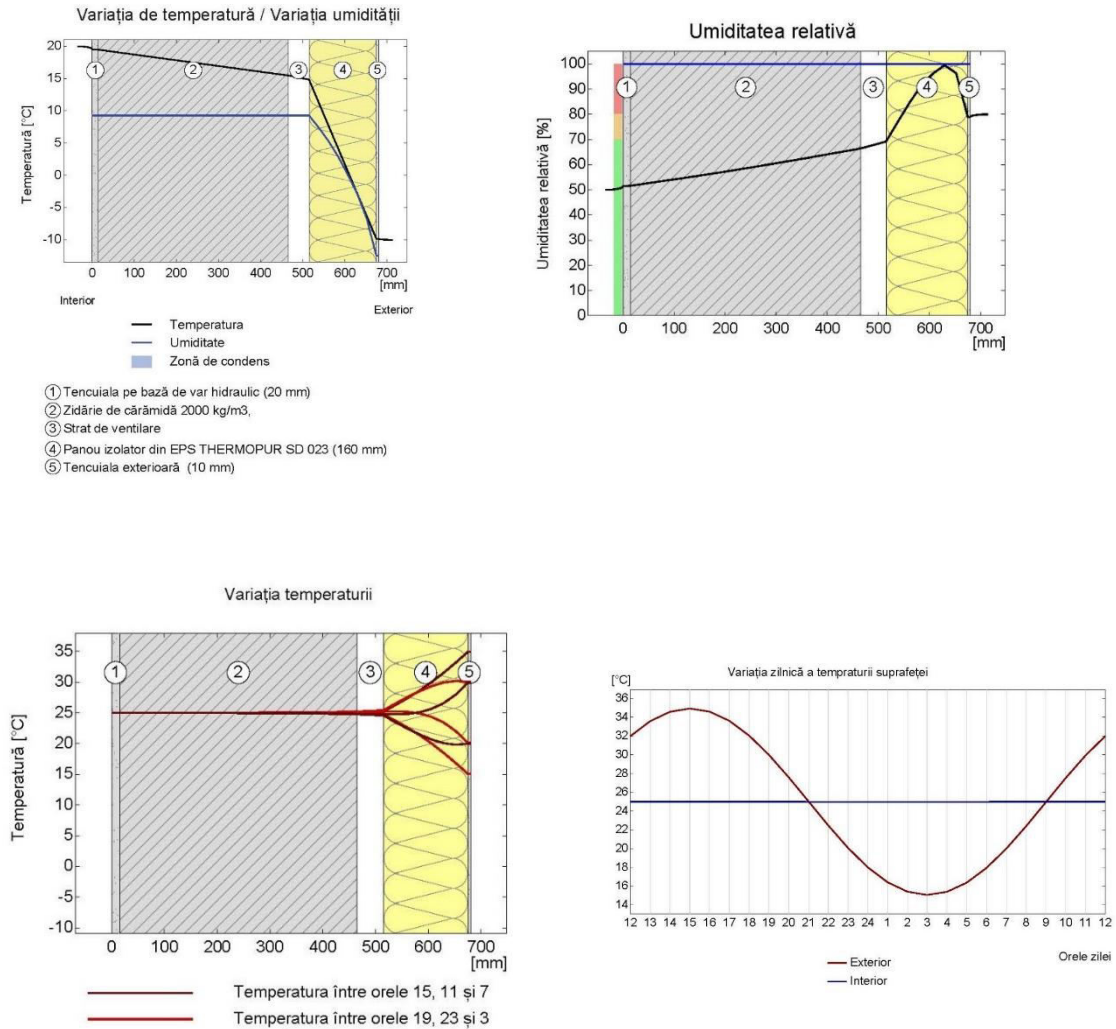


Fig 46 – Determinări caracteristice pentru un perete termoizolat la exterior cu strat aerat

Grosimea stratului	Denumirea materialului	Λ [W/m K]	R [m ² K/W]	Temperatura min [°C]	Temperatura max [°C]	Masă [kg/m ²]	Umiditate [%]
	Aerul spațiului interior		0,130	12,10	20,00		
1,5 cm	Tencuială pe bază de calc	0,87	0,017	19,5	19,50	21,00	0,00
45 cm	Zidărie realizată din cărămidă plină	0,40	1,12	15,50	19,50	450,00	0,00



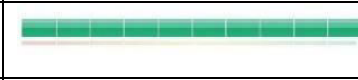
5 cm	Strat aerat, delimitat cu plăci neomogene din fibră de carbon	0,278	0,18	14,80	15,50	0,0	
16 cm	Termoizolație realizată din polistiren tip THERMOPUR SD023	0,023	6,957	-9,80	14,80	4,8	0,00
0,5	Tencuială exterioară pe bază de calc	0,87	0,006	-9,90	-9,80	7,00	0,00
	Caracteristicile aerului exterior		0,040	-10,00	-9,9		
68 cm	Pachet complet		8,453			482,80	

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_4 + R_{se}$$

$$U = 1/R_T$$

Λ – Conductivitate termică [W/mK]

R – Rezistență termică

Zid exterior, U = 0,118 W/m²K		
U = 3,02 W/m²K Izolare termică	Nivel foarte bun pentru protecție împotriva umidității din condens	Tau – 2000,00 Izolare față de încălzirea exterioară
		
Temperatură interioară: 20°C / 50%	Umiditate din condens: 0.00 kg/m² Sd – Wert: 10002,5 m	Amplitudinea Temperaturii Atenuate – 18,60 Greutate – 482 kg/m²
Temperatură exterioară: -10°C / 80%		Defazaj termic 13,7 h

Tabelul 17 – Determinări caracteristice pentru un perete termoizolat la exterior cu strat aerat

La nivelul subsolului a fost realizat un pachet diferit de cel expus la paragraful precedent, introducându-se și în cadrul acestui pachet un strat aerat cu o rețea opțională de senzori. Modul de funcționare al acestor utilaje precum și calculul economic produs de folosirea acestui pachet, este prezentat în cadrul capitolului 10.

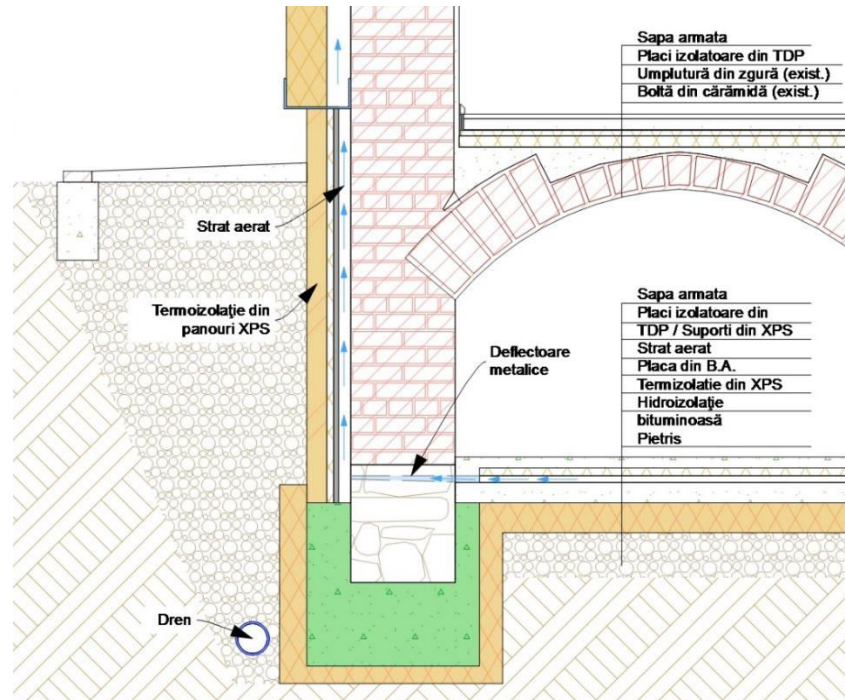


Fig 47 - Amplasarea termoizolației la nivelul subsolului – studiu de caz clădire reabilitată în districtul XII, Viena

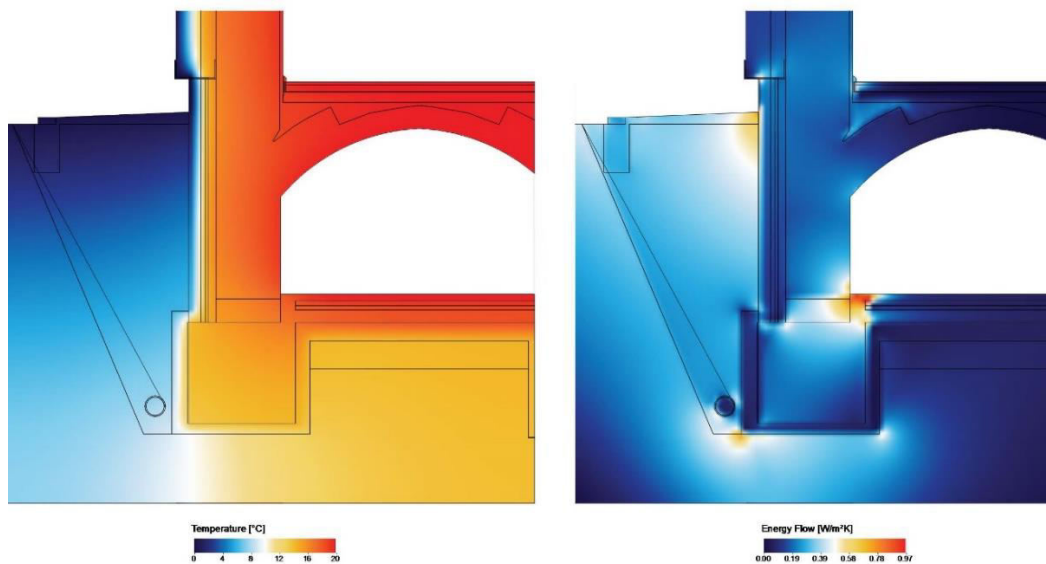
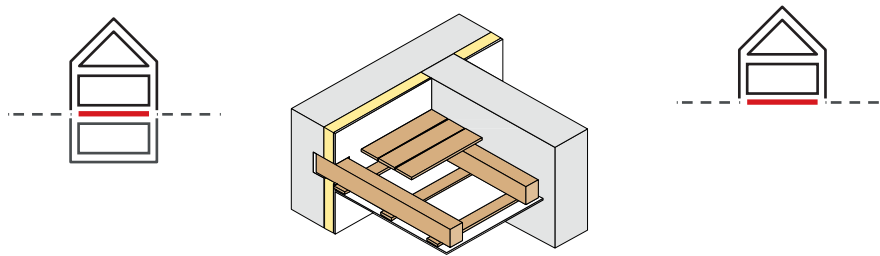


Fig 48 - Termograma la nivelul subsolului – studiu de caz clădire reabilitată în districtul XII, Viena

7.4.3 Soluții de reabilitare higrotermică a fațadelor clădirilor istorice prin pachetul termoizolator la interior



Amplasarea stratului termoizolator la interior presupune termoizolarea tuturor elementelor ce pot constitui locuri de formare a punților termice. În acest capitol voi prezenta principalele avantaje și dezavantaje ale utilizării acestei soluții precum și studiul variațiilor de temperatură pentru zidării caracteristice clădirilor istorice termoizolate la interior cu materiale noi.

7.4.3.1 Studii de caz pentru reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator la interior

În arealul orașului Viena în cadrul proiectelor abordate în decursul unui stagiu la Institutul de Arhitectura din Viena, unul dintre proiectele de reabilitare a reprezentat reabilitarea unei clădiri de locuit prin amplasarea stratului termoizolator la interior. Clădirea se află în localitatea Maria Ellend, situată la 30 km Est de orașul Viena. Autorul tezei a realizat proiectul de reabilitare al acestei clădiri adoptând ca și soluție amplasarea stratului termoizolator la interior.



Fig 49 - Planul de situație și fațada principală a clădirii asupra căreia s-a realizat unul din studiile de caz din actuala teză, clădire situată în localitatea Maria Ellend, landul Austria Inferioară. Culoarea galbenă marchează elementele ce au fost înlăturate, culoarea roșie marchează elemente noi.

7.4.3.2 Aspecte generale ce privesc reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator la interior

Amplasarea pachetului termoizolator la interior are numeroase avantaje dintre care amintesc:

- Modalitatea simplificată pentru manoperă
- Costurile reduse în comparație cu cele necesare pentru amplasarea pachetului termoizolator la exteriorul clădirii

- Condiții de lucru la interior optime chiar și în condiții meteorologice dificile.
- Amplasarea pachetului termoizolator fără a fi nevoie de schele și structuri speciale sau alpinism utilitar.

Deși există nenumărate avantaje, există foarte multe dezavantaje din care amintesc:

- Evacuarea încăperilor în timpul execuției
- Nerezolvarea punților termice
- Nerezolvarea izolării umidității din peretele exterior.

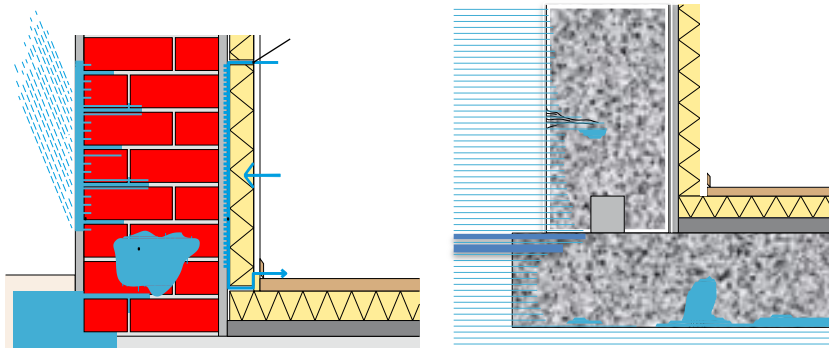


Fig 50 – a,b - Exemplu de amplasare al pachetului termoizolator la interior – secțiunile ilustrează nerezolvarea umidității din zidul exterior provenită din intemperii și ape de suprafață la nivelul solului.

7.4.3.3 Soluții specifice pentru reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator la interior

Primul model analizat și exemplificat îl constituie zidăria existentă exterioară dintr-o clădire istorică din orașul Viena, clădire realizată la sfârșitul secolului XIX, într-un district care are reglementată o restricție urbanistică ce nu permite realizarea unui pachet termoizolator la exterior. Lucrările de termoizolare la interior au fost realizate de o firmă din orașul Viena, în cadrul căreia autorul tezei a lucrat în calitate de arhitect și diriginte de șantier.

Stratificația peretelui exterior după intervenția de termoizolare se compune din următoarele straturi pornind de la exterior spre interior:

- Tencuială exterioară existentă pe bază de mortar și var hidrolic – 25 mm
- Zidărie din cărămidă – 450 mm
- Tencuială interioară pe bază de var hidrolic – 20 mm
- Mortar de prindere – Kleber – 10 mm
- Plăci termoizolatoare eficiente pe bază de calciu și silicat – 30 mm
- Strat de finisaj – 2 mm

Prin adăugarea la interior a stratului termoizolator, coeficientul de transfer termic a fost redus de la 1,30 W/m²K la 0,78 W/m²K. Coeficientul λ (conductivitate termică) corespunzător pentru materialele componente ale zidăriei este dat în tabelul de mai jos:

Zidărie din cărămidă – $\lambda = 1,30$ W/mK

Plăci termoizolatoare din calciu și silicat – $\lambda = 0,06$ W/mK

Componenta planșeelor interioare realizate din lemn peste spații încălzite a fost păstrată, pardoseala existentă fiind recondiționată acolo unde a fost cazul.

- Strat de pardoseală (parchet existent) – 24 mm
- Strat suport din lemn – 24 mm
- Șipci de susținere / zgură – 80 mm
- Scândură – 24 mm
- Planșeu de lemn – 180 mm
- Scândură – 24 mm
- Tencuială – 25 mm

Stratificația planșeelor peste spațiile neîncălzite obținute după reabilitarea termică se compune din următoarele straturi, pornind de la stratul superior către stratul inferior:

- Strat de pardoseală – 15 mm
- Șapă pe bază de ciment – 50 mm
- Folie de difuzie tangențială
- Plăci termoizolatoare din polistiren tip EPS – T 650 33/30 – 650 kg/m³-30 mm
- Barieră de vapori
- Strat de beton cu polimeri – 50 mm
- Placă din beton armat încastrată în zidărie – 180 mm
- Tencuială

Așa cum reiese din figura ... la intersecțiile dintre pereții interiori și exteriori a fost realizată o porțiune de 50 respectiv 53 cm de izolație din polistiren pe ambele fețe ale peretelui interior la colțul intersecției cu peretele exterior.

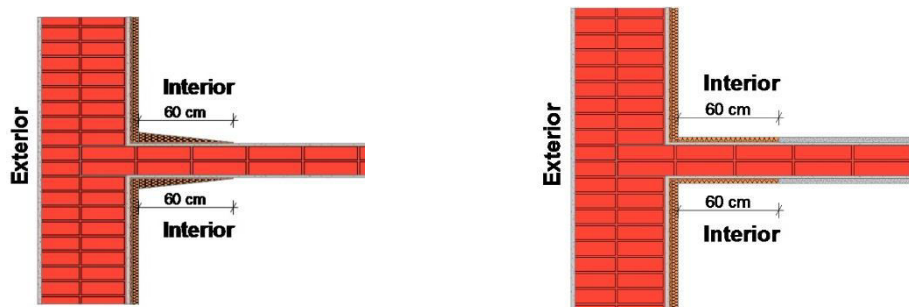


Fig 51- a,b - Exemplu de amplasare al pachetului termoizolator la interior în zona intersecției zidului exterior cu un perete de compartimentare

Această soluție tehnică asigură evitarea apariției punților termice în dreptul acestor intersecții. Sunt prezentate două variante, prima dintre ele se aplică în cazul necesității aplicării unui strat mai gros de termoizolație.

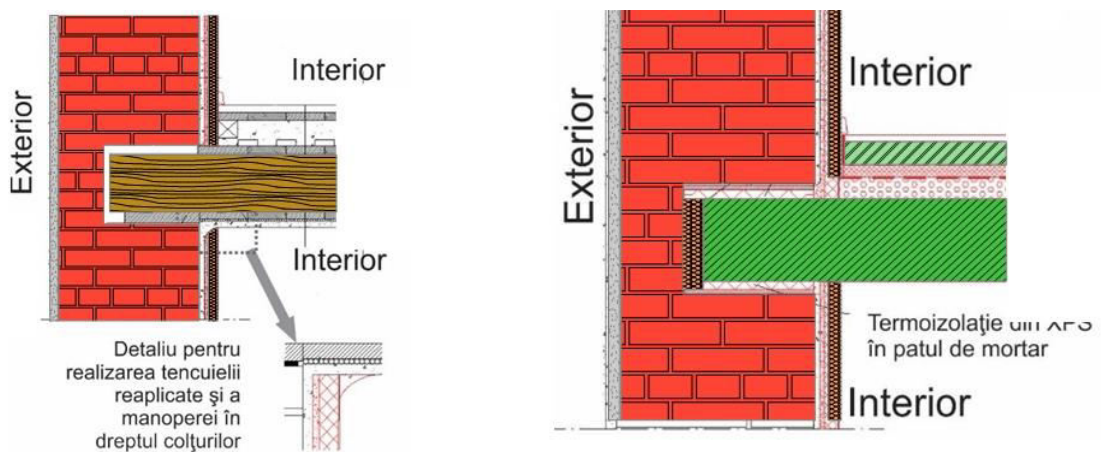


Fig 52- a,b - Exemplu de amplasare al pachetului termoizolator la interior în zona intersecției zidului exterior cu un planșeu a - de lemn, b - beton armat

Sunt prezentate două variante de realizare a izolației pe interior realizată din plăci de polistiren tip XPS, o variantă cu păstrarea planșeului existent realizat din lemn și a doua variantă cu încastrarea unui planșeu nou realizat din beton armat.

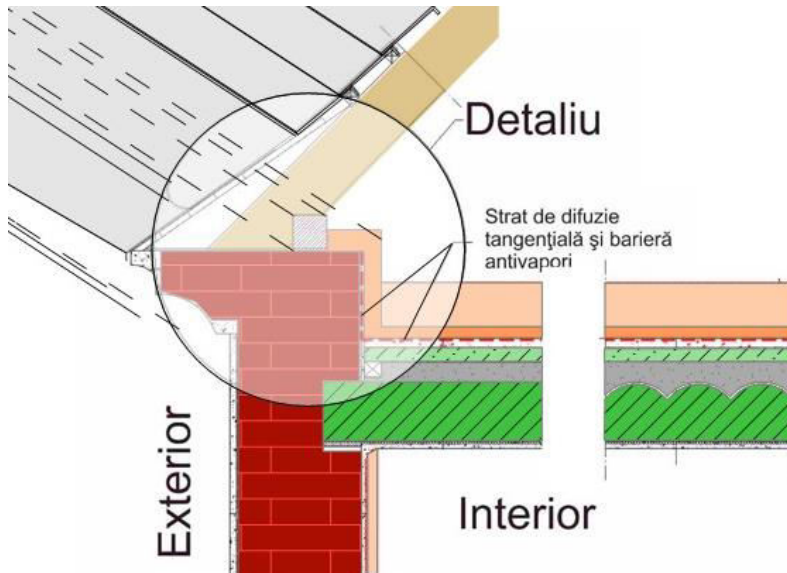


Fig 53 – Detaliu de cornișă pentru o clădire termoizolată la interior

La nivelul cornișei pentru a se evita punțile termice, în cazul în care spațiul de sub acoperiș rămâne nemansardat, izolația termică va fi amplasată și în jurul cosoroabei, printre căpriori. La nivelul parterului în cazul neizolării subsolului, planșeul se va reface parțial prin decopertarea pardoselii și a stratului suport și prin amplasarea unui strat termoizolator peste care se amplasează șapa armată și alte straturi intermediare. În cazul planșeelor cu bolți din cărămidă, stratul de umplutură de zgură poate fi înlocuit dacă există degradări majore, dacă se stabilește existența mușcăiurilor active, sau dacă este necesară o refacere structurală sau consolidare a bolților.

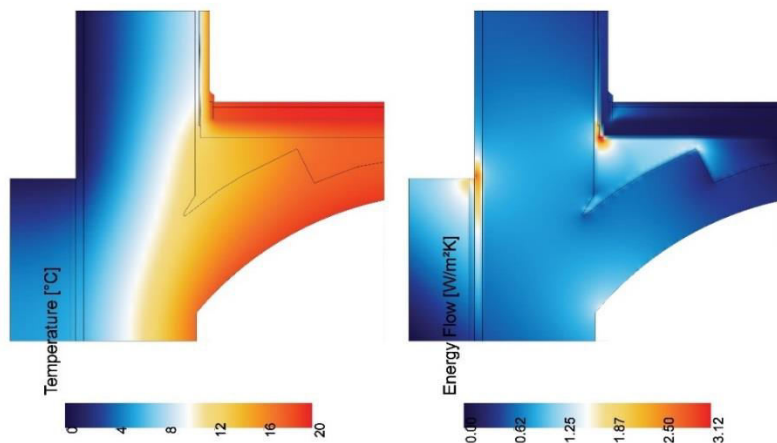


Fig 54 – Termograma cu variația de energie și temperatura la nivelul demisolului pentru o clădire termoizolată la interior

7.4.4.4 Soluții pentru realizarea termoizolației amplasate la interior în zona golurilor.

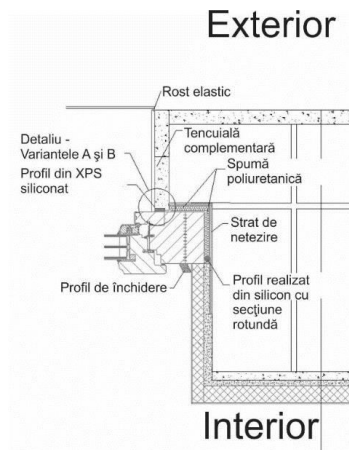
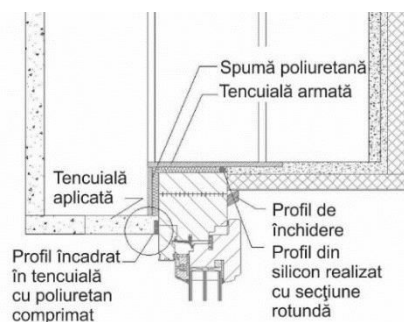


Fig 55 – Detaliu de izolare în zona golurilor pentru o clădire termoizolată la interior

Realizarea termoizolației în zona golurilor la partea interioară trebuie să nu omită termoizolarea marginilor de zidărie. Închiderea golurilor până la nivelul profilului conform figurilor alăturate determină reducerea formării punților termice de la nivelul golurilor. Astfel, exemplele ilustrate propun la nivelul exterior sub pervaz amplasarea unei termoizolații din plăci XPS, pentru a preveni formarea unei punți termice la nivelul profilului tâmplăriei.



	Material	Conductiv. termică	Rezistivitate termică	Temp.	Temp.	Densitate [kg/m ²]
--	----------	--------------------	-----------------------	-------	-------	--------------------------------

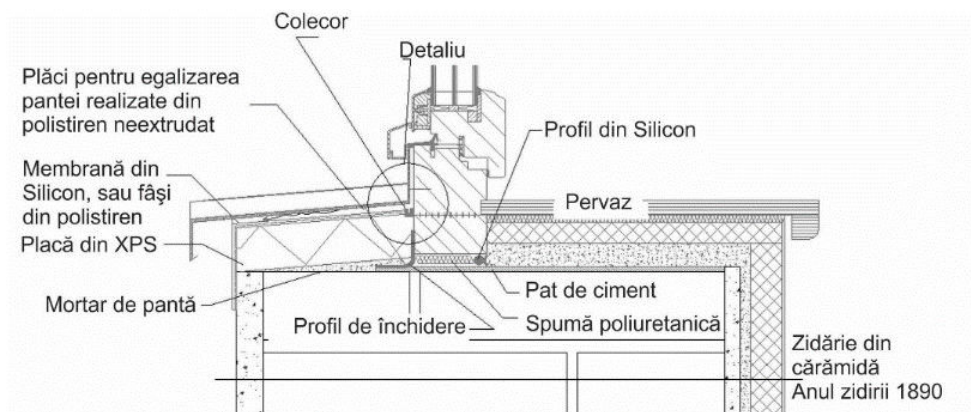


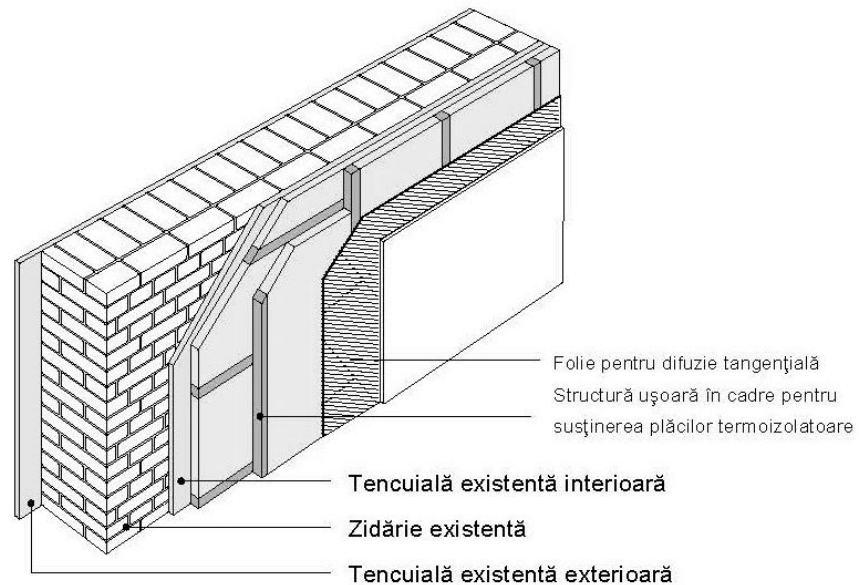
Fig 55 – Detaliu de izolare în zona golurilor pentru o clădire termoizolată la interior – proiecții verticale

7.4.4.5 Contribuții privind reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator la interior.

Autorul tezei prezintă în acest paragraf variația temperaturii comparată între soluția adoptării unui pachet termoizolator la interior folosind diferite materiale și straturi compozite. Prezenta contribuție a constituit și sursa pentru elaborarea primei prezentări susținute în cadrul Conferinței Științifice Internaționale SGEM Viena 2016, premiată în cadrul secțiunii Arhitectură și Design, proceedings-ul conferinței este indexat bazelor EBSCO, ISI Thomson Reuters, Elsevier, SCOPUS, etc.

			[W/mK]	[m ² K/W]	min	max	
		Aer interior		0,130	19,5	20,0	
1	1 cm	Tencuială interioară	0,350	0,029	19,3	19,5	10,0
2	12 cm	Swisspor PUR Alu	0,023	5,217	-2,4	19,3	3,6
3	1 cm	Strat de aer	0,014	0,714	-5,4	-2,4	1,5
4	40 cm	Zidărie din cărămidă	0,400	1,000	-9,6	-5,4	400,0
5	2 cm	Tencuială din ipsos	0,350	0,057	-9,8	-9,6	20,0
		Aer exterior		0,040	-10,0	-9,8	
56 cm		Total		7,189			435,1

Tabelul 18 – Determinări caracteristice pentru un perete termoizolat la interior



Termoizolație interioară cu structură de susținere de lemn sau aluminium

Fig 56 – Detaliu axonometric pentru un perete termoizolat la interior

Primul pachet studiat are un coeficient $U_w = 0,139 \text{ W/m}^2\text{K}$, având următoarea conformație a straturilor:

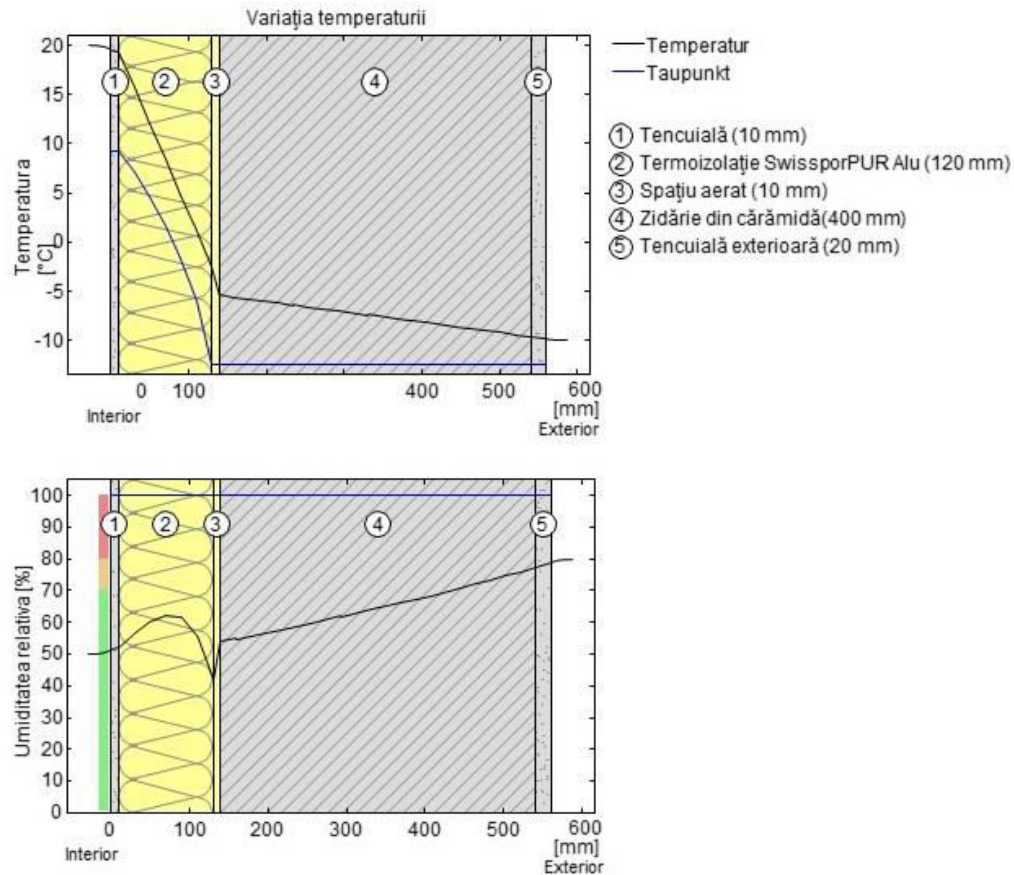


Fig 57 - Variația temperaturii, umiditatea relativă și montarea termoizolației

Al doilea pachet are o conformație diferită a straturilor precum și zidăria de cărămidă cu o conductivitate termică mult mai scăzută. Cu toate acestea prin pachetul propus se obține un coeficient de transfer termic redus, aplicând un strat de termoizolație interioară mai subțire. Autorul tezei propune un strat ventilat cu o grosime de 5 cm, delimitat de membrane neomogene din fibră de carbon, cu o structura ușoară metalică din aluminiu.

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_6 + R_{se} = 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/R_T = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Nr.	Descriere	Gros. cm	l W/m·K	R m ² K/W	m_1 -	m_2 -	r kg/m ³	c_p kJ/kg·K

1	Placa de Gips-carton conform normativului austriac DIN 12524	1,90	0,250	0,08	4,0	10	900	1,00
2	Folie din Polietilena conform normativului austriac DIN 12524	0,025	0,330	0,00	400000	400000	960	1,50
3	Polystyrol(PS)-Partikelschaum Wlf-Gr. 040 Rohdichte 20 kg/m3	8,00	0,040	2,00	30	70	20	1,50
4	Strat ventilat delimitat de membrane neomogene din fibră de carbon	5,00	0,025	2,00	0,0	0,0	1	0,00
5	Zidărie de cărămidă	36,50	0,500	0,73	5,0	10	1200	1,00
6	Tencuiala din mortar	2,00	1,000	0,02	15	35	1800	1,00

Tabelul 19 - Determinări caracteristice pentru un perete termoizolat la interior cu strat ventilat

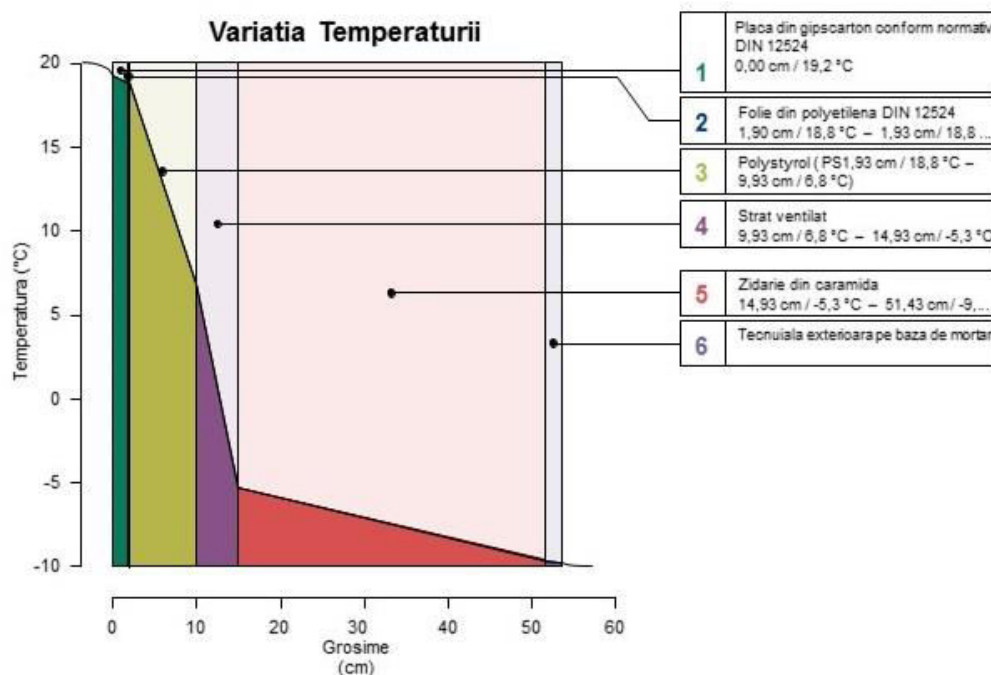
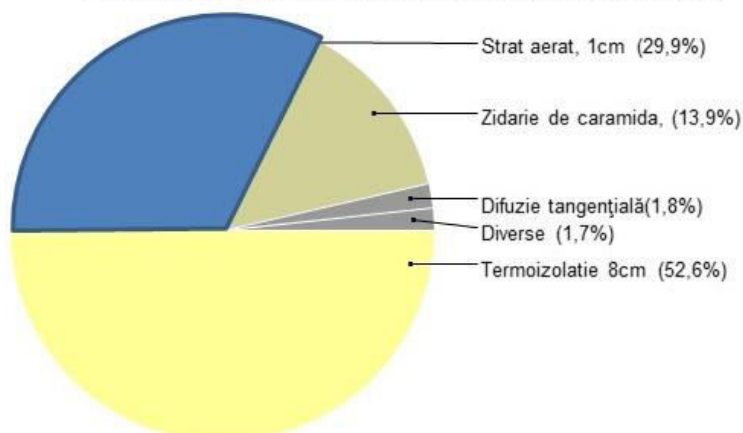


Fig 58 - Variația temperaturii pentru un perete termoizolat la interior cu strat ventilat

Aplicarea stratului ventilat a dovedit o eficiență energetică reprezentată în diagrama de mai jos, determinând alegerea unei soluții care să permită un strat de termoizolație sintetică mai subțire. Acest aspect are implicații avantajoase în toate ramurile de producție – energetică, ecologică, economică.

Eficiența energetică distribuită pe fiecare strat în parte



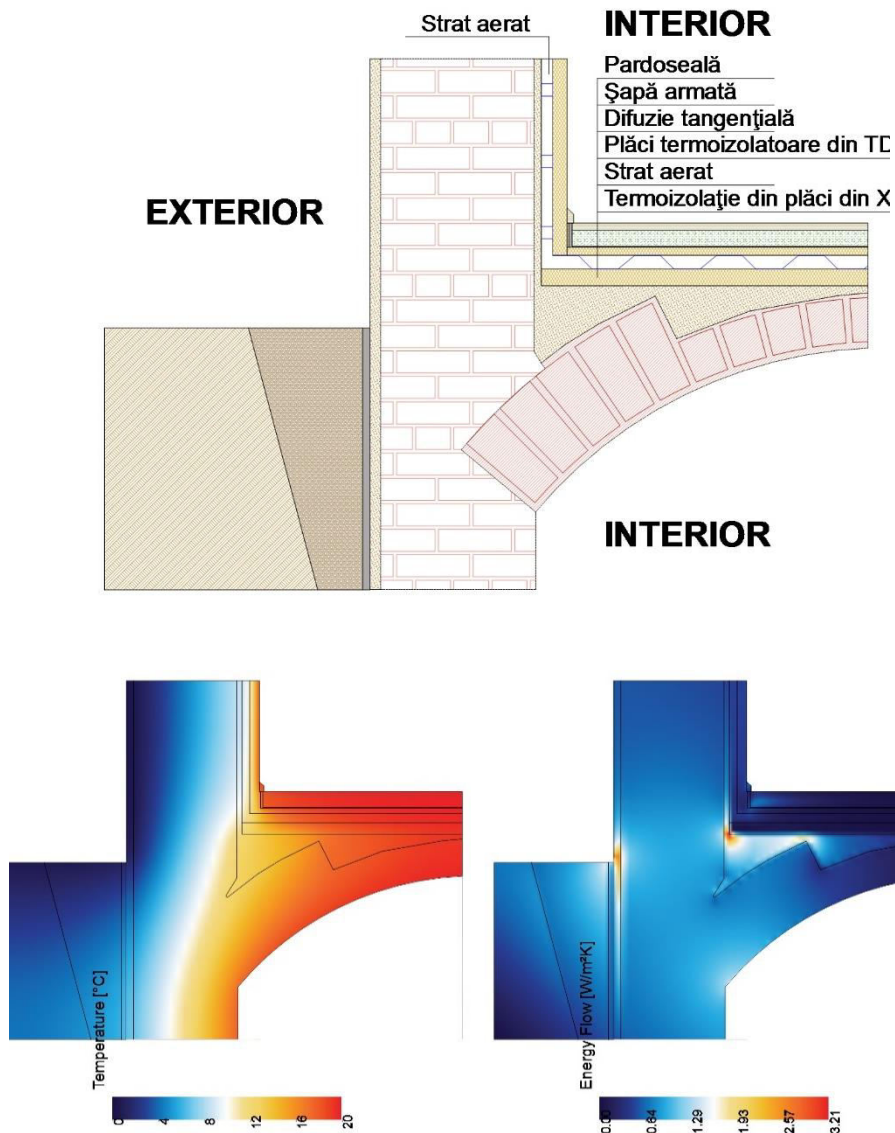


Figura 59 - a,b,c – Secțiune verticală la nivelul demisolului pentru o clădire istorică termoizolată la interior cu strat ventilat, termogramă cu variația temperaturii și variația energiei

Stratul aerat de la nivelul fațadei se propune a fi conectat cu straturile pentru difuziune tangențială de la nivelul planșeului peste subsolul neîncălzit. În figura alăturată autorul tezei propune introducerea unui strat aerat la nivelul planșeului realizat cu ajutorul unei structuri metalice pentru distanțare. Acest spațiu aerat

permite aerisirea continuă a straturilor și menținerea uscată a suprafeței interioare a zidăriei.

7.5 Soluții de reabilitare higrotermică a fațadelor clădirilor istorice prin pachetului termoizolator pe ambele suprafețe

7.5.1 Studii de caz pentru reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator pe ambele suprafețe

Principalele studii de caz pe care autorul tezei le-a folosit în elaborarea studiului soluțiilor de termoizolare prin aplicarea termoizolației pe ambele suprafețe ale fațadei sunt proiectele de restaurare și reabilitare ale locuințelor colective din orașul Viena. Beneficiarul acestor proiecte este primăria orașului Viena iar conducătorul avizator proiectului grupul compus din Magistratura 37 (Poliția Construcțiilor din orașul Viena), Direcția de locuințe sociale a orașului Viena precum și Magistratura 19 (Direcția pentru protecția patrimoniului).

Autorul tezei a fost acreditat de Magistratura 63 (Direcția de autorizare, evaluare și acreditare a orașului și Landului Viena) precum și Ministerul Economiei, Învățământului și Cercetării ca și proiectant cu drept de proiectare, evaluare, semnătură în restaurare arhitecturală, reabilitare și compartimentară interioară a clădirilor istorice.

7.5.2 Aspecte generale ce privesc reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator pe ambele suprafețe

Acest pachet termoizolator este utilizat atunci, când din mai multe considerente, amplasarea doar pe una din suprafețele zidăriei nu este suficientă. Principalele criterii care pot conduce la adoptarea unei astfel de situații sunt:

- Amplasarea unui pachet termoizolator la exterior determină mărirea suprafeței clădirii dincolo de aliniamentul legal permis, astfel că adoptarea unui pachet termoizolator exterior mai subțire poate fi permis însă nu suficient de eficient.
- Amplasarea unui pachet termoizolator la exterior poate produce degradări microstructurale la nivelul fațadei
- Amplasarea unui pachet termoizolator exterior poate deteriora prea puternic aspectul arhitectural al clădirii
- Amplasarea unui pachet interior poate determina semnificativ reducerea ariei utile interioare.
- Utilitatea clădirii presupune spații cu grade ridicate de umiditate internă, care pot determina degradări la nivelul zidăriei.

7.5.3 Soluții specifice pentru reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator pe ambele suprafețe

În funcție de materialele utilizate putem distinge diferite tipuri de soluții pe care le putem adopta în cazul amplasării straturilor termoizolatoare pe ambele suprafețe ale zidăriei fațadelor clădirilor istorice. Există totuși o clasificare majoră în funcție de aceste materiale termoizolatoare și anume:

- Amplasarea pe una din suprafețe a unui strat de tencuială termoizolatoare.
- Amplasarea pe ambele fețe a unor materiale termoizolatoare sintetice sau minerale cu aplicare uscată.

Autorul tezei prezintă în acest paragraf studiul variației temperaturii în cadrul unei soluții adoptate în cadrul renovării unei clădiri istorice cu zidărie de cărămidă.

Descrierea straturilor de la interior spre exterior	Grosime s (cm)	conductivitate termică λ (W/mK)
1 Tencuială pe bază de mortar, Gips, Anhidrit și Kalkanhydrit	1,50	0,700
2 Plăci de vată lemnoasă tip Holzwoleplatten (250 kg/m ³)	5,00	0,065
3 Zidărie din cărămidă (1800 kg/m ³)	24,00	0,990
4 Termoizolație exterioară Polystyrol(PS)-Partikelschaum Wlf-Gr. 035 Rohdichte 30 kg/m ³	5,00	0,035
5 Tencuială exterioară	1,00	0,700
Grosime totală:	36,50 cm	

Tabelul 20 – Determinări caracteristice pentru un perete termoizolat pe ambele suprafețe

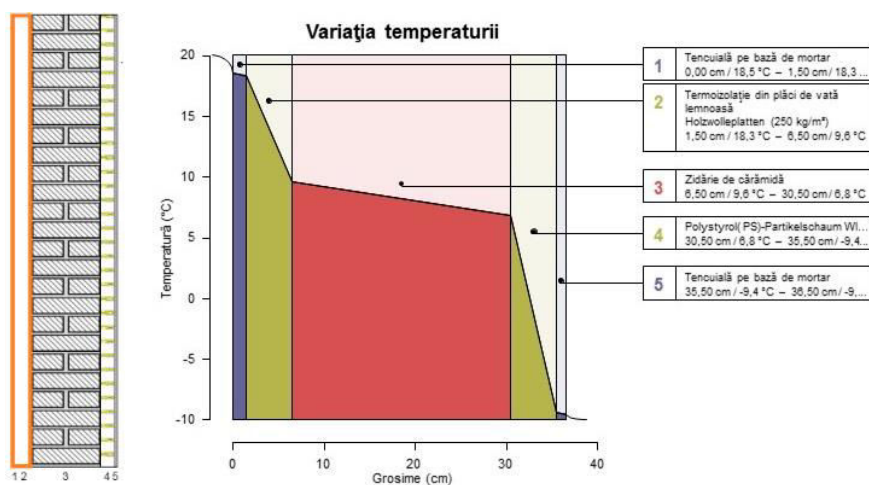


Fig 59 - a,b – Variația temperaturii și detaliu pentru un perete termoizolat pe ambele suprafețe

7.5.4 Contribuții privind reabilitarea clădirilor istorice prin amplasarea pachetului termoizolator pe ambele suprafețe

Pentru a îmbunătăți conceptul prezentat în paragraful anterior, autorul tezei prezintă variația temperaturii prin introducerea unui strat aerat de ventilare delimitat prin folii neomogene din fibră de carbon. Acest strat are următoarele caracteristici:

- Grosime 5 cm
- λ – conductivitate termică 0,025 W/mK
- Rezistivitate termică $R = 1/U_{wert} = 2,00 \text{ m}^2\text{K/W}$

Pachetul obținut va avea un coeficient de transfer termic dedus din relația

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_6 + R_{se} = 4,65 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/R_T = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Randamentul și îmbunătățirea produsă față modelul initial reprezintă o diferență de 33 %.

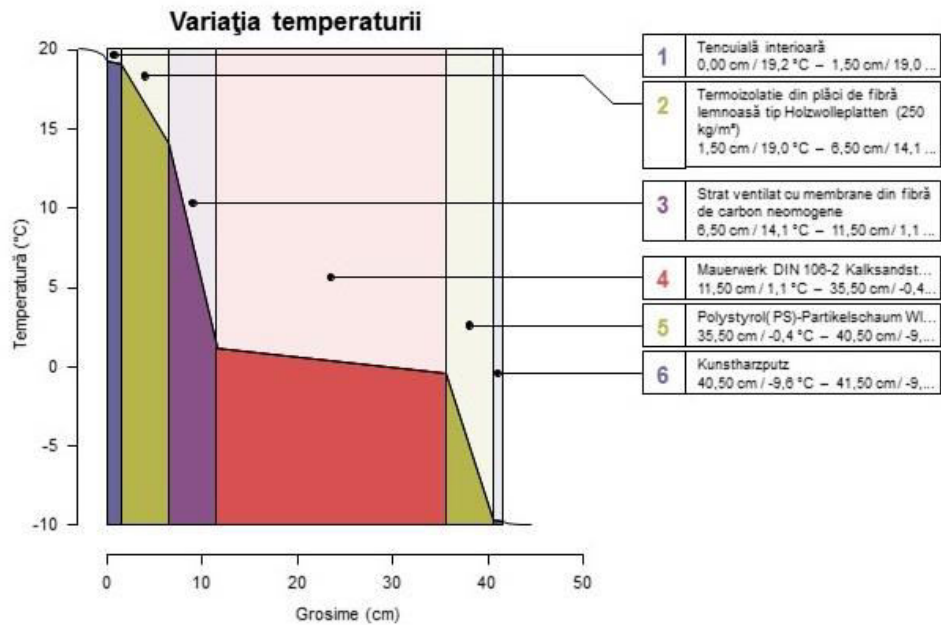


Fig 60 – Variația temperaturii și detaliu pentru un perete termoizolat pe ambele suprafețe, folosind un strat ventilat

8 CONCLUZII

8.1 Studiul comparativ al eficienței energetice pentru o clădire istorică înainte de reabilitarea termică cât și după reabilitarea termică

În acest paragraf voi sumariza datele provenite din măsurători tehnice și date din Certificatul Energetic întocmit în cadrul Institutului de Arhitectură din Viena de autorul prezentei teze regăsit în Anexele tezei, aplicate unei clădiri istorice din Viena asupra căreia s-a realizat o reabilitare higrotermică după principiile prevăzute în Capitolul 9 din prezenta teză.

Clădirea studiată are următoarele date caracteristici:

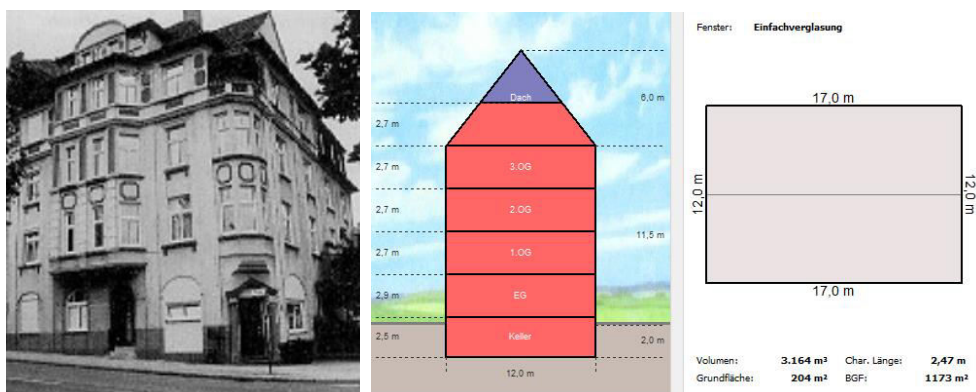


Fig 61 – Reprezentare conceptuală a clădirii studiate – fotografie, plan, secțiune

- Anul construcției – 1850
- Locație – Vienna, Austria – Districtul 1120
- Funcțiune – clădire cu apartamente de locuit
- Înălțimea terenului față de Marea Adriatică – 190 m
- Regim de înălțime – S + P + 3E + Mansardă
- Suprafața fațadelor – 1279,25 m²
- Volumul clădirii – 3163,87 m³
- Volumul încălzit – 2439,84 m³
- Suprafața golurilor – 202,00 m²
- Potențialul de încălzire globală - GWP100 kg CO2 eq / m²
- Potențial de acidifiere AP kg SO2 eq / m²
- Sistem constructiv:
 - o Zidărie de cărămidă (grosime 70 cm subsol, 60 P+E1, 50 E2, 40 E3, 37 Mansardă).

- Planșee de cărămidă și beton armat la nivelul subsolului și parter, planșee de lemn la nivelele etajelor
- Tâmplărie – lemn cu rulouri.
- Încălzire - Centrale termice individuale cu combustibil gazos.
- Clădirea beneficiază de racorduri la rețelele de alimentare cu gaz, apă și energie electrică
- Încadrare în clasă energetică – GF

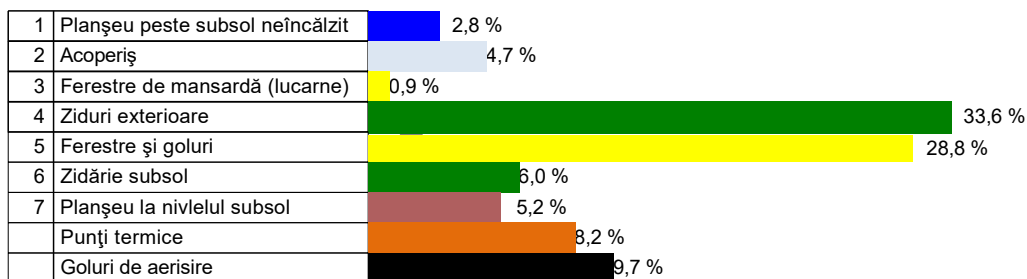


Fig 62 – Diagrama consumului distribuit de energie

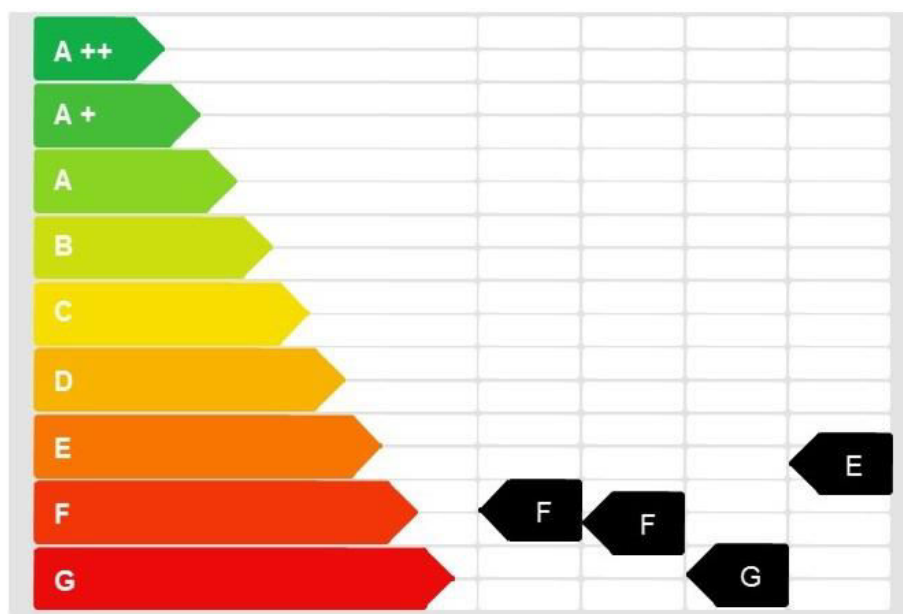


Fig 63 - Încadrarea clasei Energetice conform Certificatului Energetic a clădirii existente

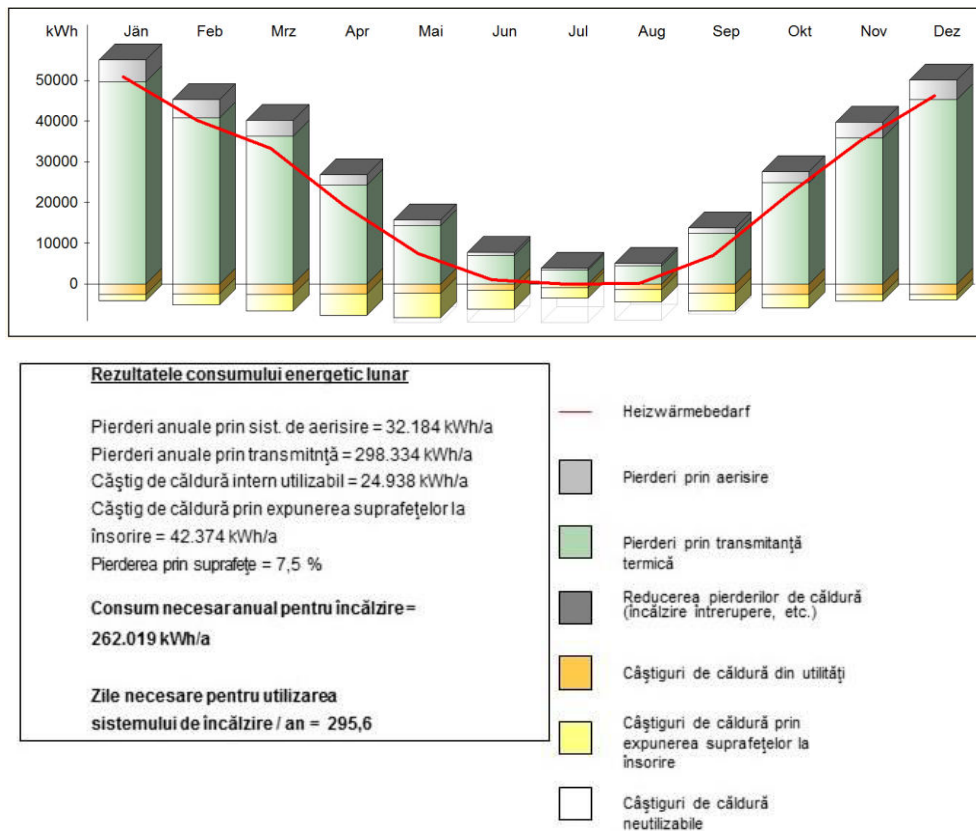


Fig 64 - Diagrama bilanțului lunar al consumului energetic al clădirii în stare inițială

Bilanțul lunar și anual necesar exprimat în kWh/lună													
Luna	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sep	Oct	Noi	Dec	Total
Încălzire	50828	40156	33319	19088	7443	1538	175	474	7008	2164 3	3530 5	4622 9	263206
Apă caldă	1273	1150	1273	1232	1273	1232	1273	1273	1232	1273	1232	1273	14985

Tabelul 21 – consumul energetic lunar a clădirii în stare inițială

Reabilitarea higrotermică a clădirii existente a fost realizată folosind variantele expuse în capitolul 9 din cadrul paragrafelor privind contribuția prezentei teze. Proiectul de reabilitare a fost întocmit de autorul tezei, fiind aprobat de magistraturile 19 respectiv 35 din orașul Viena. Soluțiile de reabilitare higrotermică au fost următoarele:

- La nivelul infrastructurii – termoizolarea la nivel interior a zidurilor și a planșeului folosind detaliul prezentat în cadrul paragrafului inovativ al prezentei teze pentru termoizolații interioare. Grosimea stratului de XPS – 10 cm, folosindu-se un strat intermediar aerat și ventilat mecanic. Toată suprafața pereților și planșeului a fost acoperită cu un

raster în rețea de tubulaturi din PVC prin care a fost instalată o rețea de senzori pentru monitorizarea umidității interioare stratului aerat. Stratul aerat a fost conectat prin defletoare situate la +1,00 față de cota +/-0,00 a clădirii. În exteriorul zidăriei subsolului s-au executat lucrări de drenaj.

- La nivelul suprastructurii – zidurile exterioare au fost termoizolate în interior folosindu-se un strat termoizolator cu o grosime de 10 cm, prevăzându-se un strat aerat de 5 cm, ventilat mecanic. La nivelul mansardei a fost prevăzută o termoizolație din vată minerală cu o grosime de 16 cm.
- Tâmplăria a fost înlocuită cu geam termopan cu profil lemn-aluminiu, detaliile exterioare fiind exact replicate din material plastic.

Pentru realizarea optimă a lucrărilor de reabilitare higrotermică cât și a îmbunătățirii funcționale a clădirii au fost realizate și lucrări de reabilitare structurală, fiind realizat de asemenea și un ascensor de la nivelul parterului până la nivelul mansardei.

Instalația de încălzire a rămas cea inițială cu excepția prevederii a 4 panouri solare necesare încălzirii apei calde, economia consumului energetic fiind asigurată de noua conformație stratificată a elementelor de compartimentare.

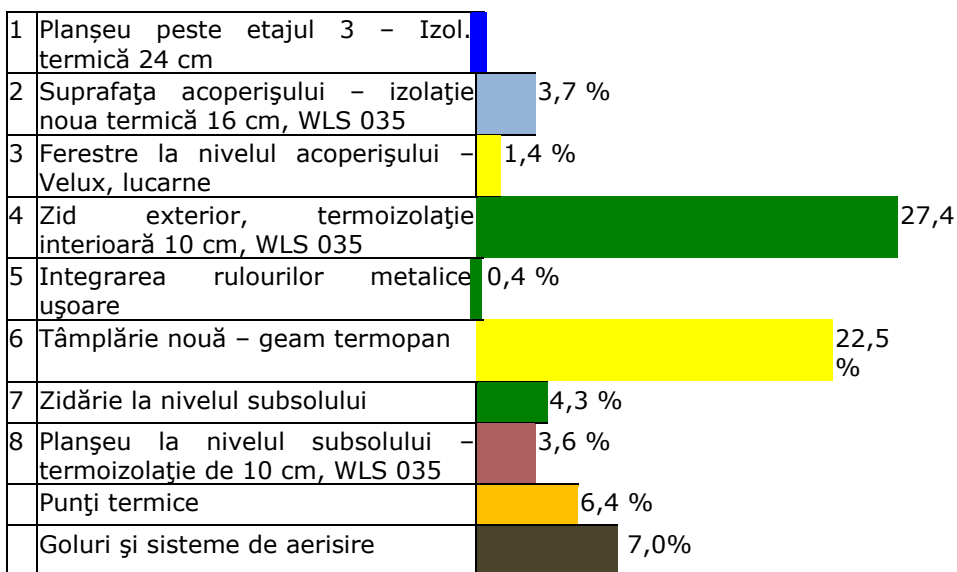


Fig 65 - Diagrama pierderilor de energie a clădirii reabilitate

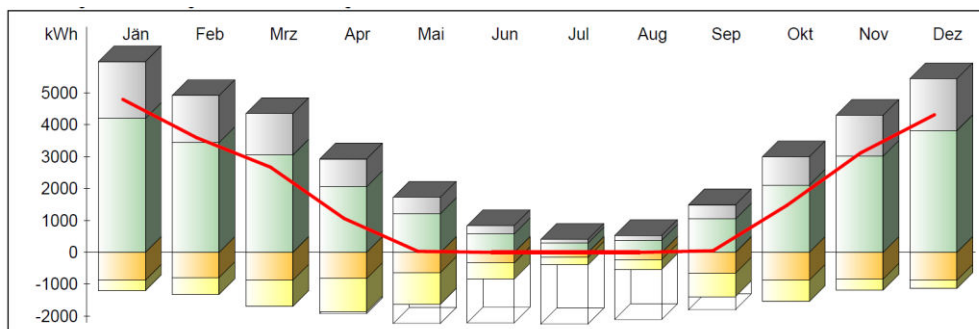


Fig 66 - Diagrama bilanțului lunar a clădirii reabilitate

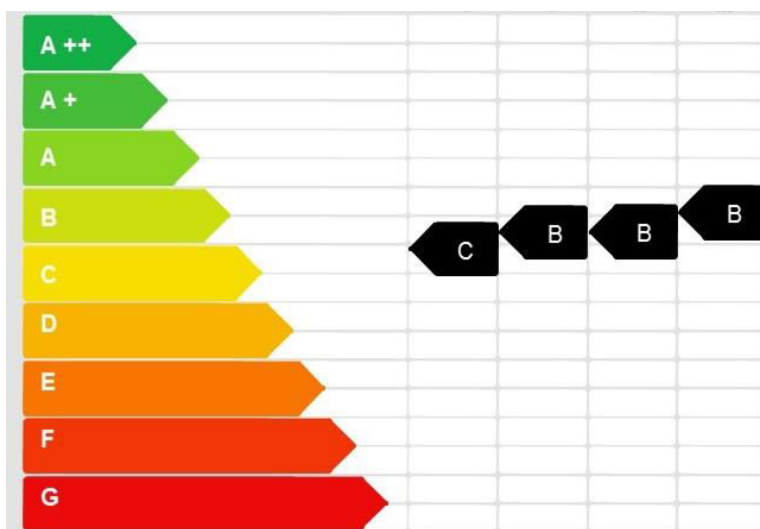


Fig 67 - Încadrarea clasa Energetică conform Certificatului Energetic a clădirii reabilitate

Bilanțul lunar și anual necesar exprimat în kWh/lună													
Luna	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun	Iul	Aug	Sep	Oct	Noi	Dec	Total
Încălzire	4790	3593	2666	1055	90	1	0	0	104	1467	3112	4319	21197
Apă caldă	423	382	423	410	423	410	423	423	410	423	410	423	4982

Tabelul 21 - Consumul energetic lunar a clădirii în stare reabilitată

Conform rezultatelor măsurate după realizarea reabilitării higrotermice asupra clădirii situate în districtul XII a orașului Viena se poate cuantifica nivelul economic exprimat în Euro la nivel anual. Un preț mediu kWh în UE se încadrează între 14 și 20 Eurocenti.

Costul necesar încălzirii anuale, pentru clădirea studiată nereabilitată a fost de 50009,10 € necesar pentru încălzire, respectiv 2847,00 € necesar pentru apă caldă.

Costul necesar încălzirii anuale, pentru clădirea studiată reabilitată a fost de 4027,00 € respectiv 946,58 € necesar pentru apă caldă. Consumul necesar încălzirii a fost redus cu 90 %, respectiv 60 % pentru încălzirea apei calde. Economia totală realizată a fost de 47.882,82. Costurile necesare reabilitării higrotermice au fost de 210.000,00 €. Costurile structurale inclusiv pentru realizarea ascensorului au fost de 130.000,00 €. Perioada de amortizare a energiei este de 7 ani și o lună. Valoarea imobiliară a edificiului renovat a crescut cu 80 % față de prețul inițial respectiv de la 1800 € / m² la 3240 € / m² fiind clasificată în registrul oficial al evaluărilor imobiliare din cadrul Camerei de Comerț a Austriei (www.wko.at). Putem constata faptul ca după un interval de 14 ani se poate obține o economie de 310.339,00 € pentru acest edificiu studiat.

8.2 Abordarea sustenabilității pentru diferite tipuri de termoizolare

Pentru efectuarea calcului de abordare a sustenabilității, vom utiliza relația de calcul a coeficientului BSI (Building sustainability index) abordată în volumul Buiding Sustainability – Prof. Dr. Ing. Corneliu Bob. Vom aborda sustenabilitatea în prima fază pentru varianta izolării termice la interior.

Rezultatele vor avea o diferență față de încadrarea în clasa energetica de la paragraful expus anterior deoarece cele expuse mai sus reflectă indicii măsurări care includ unele operațiuni de restaurare structurală și îmbunătățire la sistemul de ventilare respectiv încălzire. În abordarea sustenabilității pentru diferitele tipuri de termoizolare în cadrul Institutului de Arhitectură din Viena am realizat acest studiu, considerând o clădire virtuală de referință cu aceleași caracteristici volumetric, spațiale și structurale ca și clădirea pe care am prezentat-o mai sus, simulând toți coeficienții și consecințele aferente aplicării diferitelor soluții de termoizolare, fără a realiza o schimbare a sistemului de încălzire.

Calculul emisiilor de CO₂ conform normativului OIB-Richtlinie 6 (Okt. 2011) pentru clădire în stadiul dinainte de reabilitare, deduse conform indicilor din Anexa 1 care reprezintă Certificatul Energetic al clădirii în situația actuală, realizat prin sistemul Institutului de Arhitectura de expertizare a fizicii construcțiilor din Viena.

	Tipul de materie primă	Necesarul energetic - $N_{E\ Initial}$	Factor de calcul CO ₂	Emisiile de CO ₂
Valoare energetică pentru		kWh/arie	g/kWh _{End}	kg/m ²
Necesar pentru încălzirea spațiului interior, combustibil - gaz	Gaz	154803	236	36534
	Electricitate (supliment pentru	1256	417	524

	încălzire)			
Necesar pentru apă caldă	Gaz	42157	236	9949
	Electricitate (supliment pentru încălzire)	483	417	201
Consumul de electricitate mixt	Electricitate pentru uz intern	19267	417	8034
Total		217966	1723	55242

Tabelul 22 – Consumul energetic annual al clădirii în stare inițială

În calculul coeficientului BSI din acest paragraf voi folosi datele din Anexele 2-13 ale prezentului studiu reprezentând Certificatul de Eficiență Energetică a clădirii în stadiul actual, devizul estimativ al necesarului energetic aferent clădirii în stadiul actual, precum și Certificatul de Eficiență Energetică al clădirii termoizolate la interior fără a se utiliza stratul termoizolator, și devizul estimativ al necesarului energetic aferent clădirii termoizolate la interior fără strat aerat.

$$BSI = a_1(E^R/E) + a_2(C^R/C) + a_3(T^R/T)$$

$$BSI R = 1$$

E – energia aferentă soluției BSI exprimată în kWh/m²

E^R- energia aferentă modelului pasiv exprimată în kWh/m²

C – costul necesar utilizării anuale a clădirii în modelul BSI exprimat în Kwh/an

C^R – costul necesar utilizării anuale a clădirii în modelul dereferință pasiv exprimat în Kwh/an

Ne – Necesarul energetic

Cexec –costul de realizare al investitiei exprimat in € pentru modelul BSI

Cexec^R –costul de realizare al investitiei exprimat in € pentru modelul pasiv conform valorilor stabilite de ministerul economiei austriac dedus din valorile anexelor aferente

ET_{CO2} – Emisile totale de CO₂

FT_{CO2} – Factorul total de CO₂

a₁, a₂, a₃, a₄, a₅, a₆ – coeficienți de participare la sustenabilitate

$$a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6 = 1$$

a₁ = 0,40 – coeficient de sustenabilitate pentru energie

a₂ = 0,30 – coeficient de sustenabilitate pentru valoarea utilizării energetice anuale

a₃ = 0,30 – coeficient de sustenabilitate pentru timpul de întreținere

	Energie - E (kWh/m ²)	Cost - C (€) necesar utilizării anuale clădirii exprimat în și a execuției €/an	Timp - T (ore/persoană) necesar pentru întreținerea clădirii pe an și execuție reabilitare	BSI
Soluția actuală BSI 1	119	17433,70889	194	0,52176065
Soluția propusă cu termoizolație la interior fără strat aerat BSI 2	39	8766,168889	259,6	0,84604043
Soluția propusă cu termoizolație la interior cu strat aerat BSI 3	34	8148,177778	284	0,88371358
Soluția propusă cu termoizolație la exterior fără strat aerat BSI 4	39	9216,168889	100	0,81981311
Soluția propusă cu termoizolație la exterior cu strat aerat BSI 5	34	8680,177778	105,6	0,88043753
Referința (modelul pasiv conform OIB adaptat soluției propuse)	32,21	7627,627052	79,2	1

Tabelul 23 - Indici de sustenabilitate comparați pentru diferitele tipuri de intervenție

Rezultatul obținut în urma calculării costurilor necesare pentru consumul de energie reflectă un model studiat și susținut în prezenta teză care reprezintă un răspuns la provocările economiei și a problemelor legate de conservarea mediului. Reabilitarea higrotermică a patrimoniului vechi construit din marile orașe europene conferă atât ridicarea nivelului de trai cât și prin adoptarea soluției propuse de autorul tezei, o valoare semnificativă economică și energetică.

Impactul pe care adoptarea acestor soluții tehnice îl poate avea se extinde pe multiple planuri:

- Îmbunătățirea confortului interior al clădirii
- Găsirea unor soluții optime pentru termoizolarea clădirilor istorice valorificându-se fondul construit și obținându-se o mai bună utilizare a spațiului construit
- Reducerea emisiilor de CO₂
- Reducerea sumelor alocate pentru obținerea agenților termici
- Reducerea necesarului de import de agent termic (spre exemplu gazele importate din Rusia)
- Economia semnificativă a unor sume care pot fi utilizate în alt sector economic
- Crearea a multor locuri de muncă atât în industria producătoare a materialelor de construcție cât și în sectoarele conexe – planificare, execuție, urmărirea execuției, exportul de materiale de construcție.

8.3 Contribuții personale

Principalele contribuții personale pot fi sumarizate în următoarele idei:

- Studiarea dialogului dintre restrângerile trasate de ideologiile doctrinelor de restaurare și inovațiile tehnologice cu privire la reabilitarea higrotermică și structurală a clădirilor istorice. Contribuția tezei constă în schimbarea paradigmei de abordare și exegetare doctrinară asupra conceptelor de reabilitare și restaurare. Au fost luate în considerare noile tendințe
- Realizarea unui studiu comparat în limba română a coeficienților și mărimilor caracteristice pentru zidăriile clădirilor istorice.
- Întocmirea unui studiu sistematizat și experimental cu privire la modalități tehnice de reabilitare structurală și higrotermică a fațadelor clădirilor istorice.
- Realizarea unui studiu comparat în limba română a indicilor de sustenabilitate adaptați diferitelor soluții de termoizolare, comparație raportată și la soluțiile inovative propuse de actuala teză.
- Realizarea unui studiu comparat a încadrării în diferitele clase energetice aferente diferitelor soluții de termoizolare, comparație raportată și la soluțiile inovative propuse de actuala teză pentru aceeași clădire istorică virtuală de referință.
- Inovații cu privire la diferite soluții de reabilitare higrotermică constând în realizarea unui concept de termoizolare folosind un strat aerat atât în cadrul soluțiilor de termoizolare la exterior cât și pentru soluțiile de termoizolare la interior

- Realizarea unui studiu de impact cu privire la aplicarea soluțiilor inovative atât prin reabilitare structurală cât și prin reabilitare higrotermică a clădirilor istorice.
- Studiul impactului economic raportat la zone de locuit determinat de reabilitarea higrotermică și structurală în lumina standardelor de confort pentru clădiri istorice.
- Inovații în reabilitarea elementelor decorative pentru fațade – balustrade, elemente de copertare pentru vitrine, etc.
- Adaptarea unei formule de calcul matematic cu privire la cuantificarea sustenabilității investiției de reabilitare și restaurare a unei clădiri istorice, formulă care cuprinde parametrii de timp, cost, emisii de CO₂, consum de energie necesar precum și nivel de eficiență higrotermică, atât față de modelul pasiv de referință cât și față de caracteristicile clădirii nerestaurate.

8.4 Activitate

În perioada de desfășurare a activității în cadrul departamentului C.C.I.A., am fost membru în diferite proiecte de cercetare și membru activ în diverse asociații profesionale dintre care amintesc:

- Stagiu științific (ianuarie 2012 – aprilie 2012) – Institutul de Arhitectura, Învățământ și Cercetare din Viena, Austria, în cadrul căruia sunt cadru didactic.
- Uniunea Arhitecților din Norvegia (NAL) în care am fost și sunt membru activ în practică și cercetare
- Asociația Arhitecților din Finlanda în care am fost și sunt membru activ în practică și cercetare
- Asociația Arhitecților din Suedia în care am fost și sunt membru activ în practică și cercetare.
- Camera Arhitecților din Viena în care am fost și sunt membru activ în practică și cercetare
- Direcția de Stat în Construcții din Cadrul camerei de Comerț a Austriei în care am fost și sunt membru activ în practică și cercetare, și în cadrul căreia am participat la diferite conferințe științifice expuse mai jos.
- Membru activ al Camerei de Comerț a Austriei
- Membru activ în cadrul Direcției Naționale a Birourilor de Inginerie din cadrul Camerei de Comerț a Austriei (Wirtschaft Kammer Österreich – Ingenieurbüros Fachverband)
- Membru al Ordinului Arhitecților din România în calitate de Arhitect cu drept de semnătură.
- Asociația europeană pentru învățământ din domeniul Arhitecturii – unic reprezentant individual al Austriei în bordul extins cu sediul la Bruxelles – AEEA-EAAE

În acest timp am beneficiat de Bursă pentru doctoranzi oferită timp de 1 an din partea UPT. Am participat la diverse seminarii și conferințe științifice dintre care amintesc:

1. Conferința „29.Stadttereuerungspreis 2014” – un simpozion organizat de Direcția de Stat pentru Construcții Austria care a avut loc în data de 20 iunie 2014, participând sub supravegherea Magistratului Rainer Hartlieb – Președintele direcției de Stat pentru Construcții.
2. Seminarul dedicat studierii contractelor de execuție, muncă și antreprenoriat „Freier Dienstvertrag-Werkvertrag” organizat de Camera de Comerț a Austriei, care a avut loc în data de 26 iunie 2014. Autorul tezei a participat la acest seminar obținând certificatul de participare și promovare conferit de profesorii Mag. Brigitt Kraft-Kinz și Dr. Manfred Pichelmayer.
3. Cursul „Smart Energy – Hinter den Kulissen des groessten Plus-Energie Buerogebaeudes Osterreichs” – curs care a sintetizat modalități tehnice de a realiza clădiri noi și a reabilita clădiri vechi în scopul de a le aduce în trepte superioare de eficiență energetică. Cursul a fost organizat de Universitatea tehnică din Viena, Facultatea de Construcții, autorul tezei obținând certificatul de absolvire redactat de Prof. Mag. Dr. Elisabeth Schuldermann.
4. Conferința „Zero Emission Cities” – ISI, care a avut loc în cadrul Camerei de Industrie a orașului Viena. Autorul tezei a fost contribuabil în cadrul acestui proiect în secțiunea „Zero Emission Cities 2014”. Certificatul de participare a fost elaborat de Prof. Margit Wolf.
5. Conferința „30.Stadttereuerungspreis 2015” – un simpozion organizat de Direcția de Stat pentru Construcții Austria care a avut loc în data de 20 iunie 2015, participând sub supravegherea Magistratului Rainer Hartlieb – Președintele direcției de Stat pentru Construcții.
6. Conferința Architect@work, organizată de Camera Arhitecților din Viena pe data de 18.09.2015
7. Conferința „Zero Emission Cities” – ISI, care a avut loc în cadrul Camerei de Industrie a orașului Viena. Autorul tezei a fost contribuabil în cadrul acestui proiect în secțiunea „Zero Emission Cities 2015”. Certificatul de participare a fost elaborat de Prof. Margit Wolf.

În timpul acestui stagiu, autorul tezei a obținut diferite distincții și calități profesionale, dintre care amintesc:

- Calitatea de inspector cu privire la executarea calitativă a construcțiilor, calitate conferită de Ministerul Economiei, Familiei și Tineretului al Austriei, la data de 30.08.2012.

- Profesionist în proiectarea clădirilor înalte, publice, calitate oferită de Magistratura 63 (Direcția de certificare profesională a orașului Viena în domeniul proiectării) a orașului Viena la data de 08.07.2013
- Calitatea de arhitect profesionist (Ziviltechniker) conferita de Ministerul Economiei, Familiei și Tineretului al Austriei, la data de 07.10.2013. Această calitate îi conferă dreptul autorului tezei să proiecteze, să facă constatări tehnice și expertize tehnice în domeniul arhitecturii.
- Arhitect sub jurământ cu drept de semnătură – calitate oferită de Camera Arhitecților din Viena
- Calitatea de Inginer expert în recompartimentarea interioară a clădirilor și inginer realizator de certificate energetice pentru clădiri – calitate conferită de Magistratura 63 a orașului Viena (Direcția de certificare profesională a orașului Viena în domeniul proiectării), la data de 04.08.2013

Tot pe parcursul stagiului, autorul tezei a publicat articole și a participat la conferințe amintite în anexa 01, și de asemenea a realizat două modele industriale patentate în cadrul Oficiului pentru Invenții și Mărci (Patentamt) din orașul Viena. Primul model are numărul de înregistrare 66264, eliberat cu numărul de înregistrare în registrul brevetelor MU 487/2014 fiind un model de balustradă metalică modulară realizată din fier forjat pentru reabilitarea clădirilor istorice. Al doilea model are numărul 66778, eliberat cu numărul de înregistrare în registrul brevetelor MU 852/2014 fiind un model de sistem de învelire și acoperire a vitrinelor fațadelor istorice la nivelul parterului. Cele două brevete au fost publicate în cadrul Jurnalului Brevetelor Austriece respectiv Nr. 11/2014, 1/2015 și 5/2015. Brevetele au fost indexate în:

- baza de date a European Patent Office care a emis pentru autorul tezei cardul de identitate pentru brevete numărul 44878.
- OHIM – Oficiul pentru armonizarea pieței europene a drepturilor de autor, fiind publicate în Jurnalul Oficial al registrului oficiului de armonizarea al drepturilor de autor - OHIM Official Journal
- Publicarea în jurnalele a celor doua modele industriale:
 - o European Intellectual Property Office Buletin 192/2015 articol, RCD002803189-0001
<https://oami.europa.eu/eSearch/#details/designs/002803189-0001>
 - o European Intellectual Property Office Buletin 186/2015 articol RCD002775825-0001
<https://oami.europa.eu/eSearch/#details/designs/002775825-0001>
 - o Patentamt Österreichischer Musteranzeiger 2014 Nr. 11
 - o http://www.patentamt.at/Media/Mu_Anzeiger2014_11_web.pdf
 - o Patentamt Österreichischer Musteranzeiger 2015 Nr. 5
http://www.patentamt.at/Media/Mu_Anzeiger2015_05_druck.pdf

https://scholar.google.com/scholar?q=ohim&btnG=&hl=en&as_sdt=0%2C5

https://scholar.google.com/scholar?q=%C3%96sterreichischer+Musteranzeiger&btnG=&hl=en&as_sdt=0%2C5

Toate evidențele acestor activități sunt redată în anexele prezentei teze.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. ADDYMAN, P and MORRIS, R (eds). (1976). The Archaeological Study of Churches. CBA Research Report 13. London: CBA.
- [2]. ALAN BAXTER. (2009). York Minster Conservation Management Plan Volume 1 (Consultation Draft]. Unpublished Conservation Management Plan, Alan Baxter Associates.
- [3]. ARNOLD, (ed). Reading Architectural History, London: Routledge, pag.1-13.
- [4]. ARROL, A. (2008). York Minster: Current Stone Practice. Unpublished repair protocol, York Minster Stoneyard.
- [5]. ASHURST, N. (1994a). Cleaning Historic Buildings Volume 1: Substrates, Soiling and Investigation. Shaftesbury: Donhead.
- [6]. ASHURST, N. (1994b). Cleaning Historic Buildings Volume 2: Cleaning Materials and Processes. Shaftesbury: Donhead.
- [7]. ASHURST, J and DIMES, F G. (2008). Conservation of Building and Decorative Stone. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- [8]. AYERS, T (ed). (2000). Salisbury Cathedral: The West Front. Chichester: Phillimore and Co.
- [9]. AYERS, T and SAMPSON, J. (2000). 'The middle ages'. In: T AYERS, (ed). Salisbury Cathedral: The West Front, Chichester: Phillimore, pag.9-82.
- [10]. AYLMER, G E and CANT, R (eds). (1977). A History of York Minster. Oxford: Oxford University Press.
- [11]. BABELON, Jean - Pierre, CHASTEL, Andre La notion de patrimoine, Liana Levi, Paris, 1994, ISBN 2-86746-119-7
- [12]. BARNWELL, P S. (2008). Craftsmen and women of the 18th-century restorations. In: P S BARNWELL and A PACEY, (eds). 'Who Built Beverley Minster?', Reading: Spire Books, pag.106-125.
- [13]. BARNWELL, P S and BRANDWOOD, G. (2008). 'Architects and craftsmen of the 19th century'. In: P S BARNWELL and A PACEY, (eds). Who Built Beverley Minster?, Reading: Spire Books, pag.126-133
- [14]. Bednar, Th.: Beurteilung des feuchte- und wärmetechnischen Verhaltens von Bauteilen und Gebäuden - Weiterentwicklung der Messund Rechenverfahren. Dissertation TU Wien 2000.
- [15]. BLAIR, J and PYRAH, C (eds). (1996). Church Archaeology: Research Directions for the Future. CBA Research Report 104. York: CBA.
- [16]. BOB Corneliu (2005) Materiale, elemente și structuri compozite, compuse pentru construcții, Zilele Academiei Timișene, ediția VII-a, 24-25 mai 2005, Editura Mirton Timișoara
- [17]. BOB Corneliu, Tamas DENCSAK (2010) Building Sustainability, Lambert Academic Publishing
- [18]. BOWLER, C and BRIMBLECOMBE, P. (1990a). Pollution History of York and Beverley Volume 1. Norwich: University of East Anglia.
- [19]. BOWLER, C and BRIMBLECOMBE, P. (1990b). Pollution History of York and Beverley Volume 2. Norwich: University of East Anglia.

- [20]. BRANDI, Cesare, Teoria restaurării, București, Ed. Meridiane 1995, ISBN 973-33 0330-5
- [21]. BRERETON, C. (1991). The Repair of Historic Buildings: Advice on Principles and Methods. London: English Heritage.
- [22]. BRINDLE, S and Priestley, S. (2005). 'Edward III's building campaigns at Windsor and the employment of masons, 1346-1377'. In: N SAUL, (ed). St George's Chapel Windsor in the Fourteenth Century, Woodbridge: The Boydell Press, pag.203-223.
- [23]. BRITTON, J. (1819). The History and Antiquities of the Metropolitan Church of York. London: Longman and Co.
- [24]. BROOKE, C E. (1976). The Stones of York. Unpublished University of York Diploma in Conservation Studies thesis.
- [25]. B. SZABÓ: Introducere în teoria structurilor de rezistență istorice, Ed. Utilitas, Cluj-N., 1997 B. Szabó: Introducere în teoria reabilitării structurilor de rezistență istorice / Bevezető a történeti tartószerkezetek felújításelméletébe, ediție bilingvă, Ed. Utilitas, Cluj-N., 1998
- [26]. B. SZABÓ: Dicționar ilustrat de structuri portante istorice * Illustrated dictionary of historic load-bearing structures * Történeti tartószerkezetek illusztrált szakszótára * Bildwörterbuch Historischer Tragwerke / Cluj-N, Ed. Utilitas, 2004
- [27]. SZABÓ: Dicționar ilustrat de structuri portante istorice * Illustrated dictionary of historic load-bearing structures * Történeti tartószerkezetek illusztrált szakszótára * Bildwörterbuch Historischer Tragwerke / ediția a II-a, completată, Cluj-Napoca, Editura Kriterion et Utilitas, 2005
- [28]. B. SZABÓ: Dicționar ilustrat de intervenții la structuri portante istorice * Illustrated Dictionary of Intervention on Historic Loadbearing Structures * Történeti tartószerkezeti beavatkozások illusztrált szakszótára * Bildwörterbuch der Eingriffe in Historische Tragwerke / Cluj-Napoca, Editura Utilitas, 2008, (vol. I), 43-0 (vol. II)
- [29]. B. SZABÓ, P. RUS, T. HODIȘAN: Elemente și structuri din beton armat, Ed. U.T., Cluj-N., 1985 B. Szabó, H. Maniu, Imola Kirizsán, Ildikó Kirizsán: Note privind terminologia conformării mecanice a structurilor portante istorice, Ed. Utilitas, Cluj-N., 2002
- [30]. B. SZABÓ, H. MANIU, IMOLA KIRIZSÁN, ILDIKÓ KIRIZSÁN: Conformarea mecanică a structurilor portante istorice / A történeti tartószerkezetek mechanikai kialakítása / Mechanical conformation of historic load-bearing structures – ediție trilingvă, Ed. Utilitas, Cluj-N., 2003
- [31]. CANTACUZINO, Sherban, Using and re-using buildings, Concerning Buildings, Studies in honour of Sir Bernard Feilden, Stephen Marks ed., Bath, The Architectural Press, 1996, pag. 158-190, ISBN 0-7506-2350-0 (Butterworth-Heinemann)
- [32]. CLARK, K. (2001b). 'The role of understanding in building conservation'. In: S PEARSON and B MEESON, (eds). Vernacular Buildings in a Changing

- World: Understanding, Recording and Conservation. CBA Research Report 126. York: CBA, pag.41-52.
- [33]. CHOAY, Françoise, L'Invention du patrimoine Urbain. Quel Patrimoine aujourd'hui Revista Científica ICOMOS, : CNS/ICOMOS, 1993, pp266-277
- [34]. COBB, G. (1980). English Cathedrals: The Forgotten Centuries. London: Thames and Hudson.
- [35]. COLDSTREAM, N. (1980). 'York Minster and the Decorated Style in Yorkshire: architectural reactions to York in the first half of the 14th century'. Yorkshire Archaeological journal. 52, pag.89-110.
- [36]. COLDSTREAM, N. (1989). 'St. Peter's church, Howden'. In: C WILSON, (ed). Medieval Art and Architecture of the East Riding of Yorkshire. British Archaeological Association Conference Transactions 9, Leeds: British Archaeological Association, pag.109-120.
- [37]. COLDSTREAM, N. (1991). Masons and Sculptors. London: British Museum Press.
- [38]. CUNNINGTON, Pamela, Care for Old Houses, Londra: A&C Black, 1991, ISBN 0 7136- 3318-2
- [39]. CURINSCHI-VORONA, Gheorghe, Centrele istorice ale oraşelor, Bucuresti : Ed. Tehnica, 1967
- [40]. CURINSCHI-VORONA, Gheorghe, Restaurarea monumentelor istorice, Bucuresti : Ed. Tehnica 1968
- [41]. CURINSCHI-VORONA, Gheorghe, Arhitectura. Urbanism. Restaurare. Bucuresti : Ed. Tehnica 1996
- [42]. DIN 4108-2: Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. März 2001.
- [43]. DEPARTMENT OF SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH. (1927). Report of the Stone Preservation Committee. London: HMSO.
- [44]. DUFFY, M. (2003). Royal Tombs of Medieval England. Stroud: Tempus. EARL, J (2003). Building Conservation Philosophy. Shaftesbury: Donhead.
- [45]. ERDER, Cevat, Our Architectural Heritage: From Consciousness to Conservation, UNESCO, Museums and Monuments XX, 1986
- [46]. ENGEL, U. (2007). 'Gothic architecture in England'. In: R TOMAN, (ed). Gothic: Architecture, Sculpture and Painting, Kolne: Ullmann and Konemann, pag.118- 155.
- [47]. ENGLISH HERITAGE. (2006). Understanding Historic Buildings: A Guide to Good Recording Practice. Swindon: English Heritage.
- [48]. ENGLISH HERITAGE. (2008). Conservation Principles, Policies and Guidance for the Sustainable Management of the Historic Environment. London: English Heritage.
- [49]. FENECH, J. (2006). A Study of the Use of Linseed Oil on Building Materials. Unpublished University of Malta BA Engineering and Architecture thesis.
- [50]. FERRIS, I M. (1989). 'The archaeological investigation of standing buildings'. Vernacular Architecture. 20, pag.12-17.
- [51]. FRENCH, T W. (1972). 'The dating of the Lady Chapel in York Minster'. Antiquaries journal. 52, pag.309-319.
- [52]. FRENCH, T W. (2003). York Minster: The Great East Window. Oxford: Oxford University Press.

- [53]. GENT, T. (1730). *The Antient and Modern History of the Famous City of York*. York: T Gent.
- [54]. GENT, T. (1762). *The Most Delectable, Scriptural and Pious History of the Famous and Magnificent Great Eastern Window (According to Beautiful Portraiture) in St. Peter's Cathedral, York*. York: T Gent.
- [55]. GRENVILLE, J. (2001). 'Out of the shunting yards: one academic's approach to the recording of smaller vernacular buildings'. In: S PEARSON and B MEESON, (eds). *Vernacular Buildings in a Changing World: Understanding, Recording and Conservation*. CBA Research Report 126. York: CBA, pag.11-26.
- [56]. GRENVILLE, J and MORRIS, R. (1992). 'Archaeological approaches to the recording of buildings'. *The Field Archaeologist*. 16(Jan), pag.300-301.
- [57]. GHEORGHIU O. T., BICA S. „Metodes utilisees pour des interventions urbanistiques et architecturales dans des quartier historique de Timișoara, Convegno internazionale "The project in the space of memory - Sings, ideas and future development", Universita degli Studi di Napoli "Federico II", Ed. CLEAN, Napoli 1995, ISBN 88-86701-04- 7, pp. 717 - 732
- [58]. GHEORGHIU, TEODOR OCTAVIAN *Istoria orașelor din România în cadrul cercetării universitare românești: doctorate, masterate, discipline didactice, cercetare studentească / History of Romanian Towns in Romanian University Researches, Academia Română Comisia de Istorie a Orașelor din România, Historia Urbana 2013*
- [59]. GHEORGHIU, TEODOR OCTAVIAN *The „urban system” of Timișoara; dynamics of city – village relationship between the 18th – 20th centuries, Historia Urbana 2015*
- [60]. HEATON, M. (2009). 'Building palaeopathology: practical applications of archaeological building analysis'. *Structural Survey*. 27(2), pag.119-137.
- [61]. HENRY, A (ed). (2006). *Stone Conservation: Principles and Practice*. Shaftesbury: Donhead
- [62]. HOLM, A. und Krus, M.: *Zweidimensionale WUFI-Berechnungen zur aufsteigenden Feuchtigkeit*. Hanseatische Sanierungstage 1999.
- [63]. HUGHES, J. (1988). *Pastors and Visionaries: Religion and Secular Life in Late Medieval Yorkshire*. Woodbridge: Boydell Press.
- [64]. ICOMOS-ISCS. (2008). *ICOMOS-ISCS: Illustrated Glossary on Stone Deterioration Patterns*. Paris: ICOMOS.
- [65]. IONESCU, Grigore, *Carta internațională de la Veneția privind conservarea și restaurarea monumentelor istorice, BCMI Nr.3-4/1990, Bucuresti 1991*
- [66]. KRUS, M und Künzel, H.M.: *Untersuchungen zum Feuchteverhalten von Fassaden nach Hydrophobierungsmaßnahmen*. WTA-Journal 1 (2003), H. 2, S. 149-166.
- [67]. KÜNZEL, H.M. und Kießl, K.: *Feuchte- und Wärmeschutz von Sichtmauerwerk mit und ohne Fassadenhydrophobierung*. *Mauerwerksbau aktuell* 98 (1998), S. D.48-D.57.
- [68]. KÜNZEL, H. M.: *Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Feuchte- und Wärmetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten*. Dissertation, Universität Stuttgart (1994).

- [69]. KÜNZEL, H. M., Holm, A. und Krus, M.: Analyse von Feuchteschäden und Sanierungsplanung durch rechnerische Simulation. Referateband 9. Wiener Sanierungstage, ofi Bauinstitut, Wien 2001, Beitrag Nr. 11.
- [70]. Künzel, H.M.: Richtiger Einsatz von Dampfbremsen bei der Altbausanierung. WTA-Journal 1 (2003), H. 1, S. 6-25.
- [71]. KOPENETZ, L.G., IONESCU, A., - Lightweight Roof for Dwellings, IAHS, International Journal for Housing and its Application, vol.9, No.3, Miami, Florida, U.S.A. 1985, pg.213-220.
- [72]. CATARIG, Al., KOPENETZ, L.G., ALEXA, P., Nonlinear Analysis of Static and Dynamic Stability of Metallic Chimneys "Thin-Walled Structures -20" edited by J. RHODES Elsevier Applied Sciences Publishers, England, 1994 (ICI-ISSN 0263-8231, VOL.20,1-4,1994)
- [73]. CATARIG, Al., KOPENETZ, L.G., ALEXA, P., Rehabilitation of Structures via Membranes, 11WCEE, paper no.512, pg.1201-1211, Elsevier Sciences Publishers Ltd, 1996 (ISBN 0 08 042822 3) 4. KOPENETZ, L.G., - Damage and repair of a concrete reservoir, MAGYAR EPITOIPAR, (Hungarian Civil Engineering) 1990, Nr. 11, Budapesta, pg.527-528, (HU-ISSN 0025-0074)
- [74]. Le Patrimoine, La Documentation Francaise, Paris 1992
- [75]. LEMAIRE, Raymond, Theorie actuelle de la conservation du patrimoine architectural. Cours, KUL, LCCHTB 1994
- [76]. LOTT, G K and COOPER, AH. (2005). 'Field guide to the building limestones of the Upper Permian Cadeby formation (Magnesian limestone) of Yorkshire'. In: P DOYLE, (ed). England's Heritage in Stone: Proceedings of a Conference, Tempest Anderson Hall, York, 15-17 March 2005, Folkstone: English Stone Forum, pag.80- 89.
- [77]. LYNCH, G. (2007). 'The myth in the mix: the 1:3 ratio of lime to sand'. The Building Conservation Directory. 2007, pag.103-104.
- [78]. MACHATSCHEK, Alois, Conservation of Architectural Heritage : Theory and History.
- [79]. MALE, E. (1961). The Gothic Image: Religious Art in France of the Thirteenth Century. London: Collins.
- [80]. MASON, D and SHACKLOCK, V. (1995). 'Restoration to conservation: the study and treatment of historic buildings and monuments in Britain'. journal of Architectural Conservation. 1(1), pag.8-26.
- [81]. NORTON, C. (2005). 'Sacred space and sacred history: the glazing of the eastern arm of York Minster'. In: R BECKSMANN, (ed). Glasmalerei im Kontext: Bildprogramme und Raumfunktionen. Akten des XXII Internationalen Colloquiums des Corpus Vitrearum, Nurnberg, 29 August - 1 September 2004. Nurnberg: CVMA Germany, pag.167-181.
- [82]. NORTON, C. (2007). 'Richard Scrope and York Minster'. In: P J P GOLDBERG, (ed). Richard Scrope: Archbishop, Rebel, Martyr, Donington: Shaun Tyas, pag.138- 213.
- [83]. NORTON, C and HARRISON, S. (forthcoming). York Minster in the Eleventh and Twelfth Centuries.

- [84]. OWEN, D M. (1977). 'From the Restoration until 1822'. In: G E AYLMER and R CANT, (eds). A History of York Minster, Oxford: Oxford University Press, pag.233- 271.
- [85]. PACEY, A. (2007). Medieval Architectural Drawing. Stroud: Tempus.
- [86]. PARK, D. (2002). 'Boss with bearded head'. In: S BOLDRICK, D PARK, and P WILLIAMSON, (eds). Wonder: Painted Sculpture from Medieval England, Leeds: Henry Moore Institute, p.82.
- [87]. PATTISON, I R and MURRAY, H. (2001). Monuments in York Minster: an Illustrated Inventory. York: The Friends of York Minster.
- [88]. PHILLIPS, D A. (1976). 'Excavation techniques in church archaeology'. In: P ADDYMAN and R MORRIS, (eds). The Archaeological Study of Churches. CBA Research Report No. 13, York: CBA, pag.54-59.
- [89]. SR EN 1745 Zidărie și elemente pentru zidărie – Metode pentru determinarea valorilor termice de calcul
- [90]. SR EN 13501-1 Clasificarea produselor pentru construcții în funcție de comportarea la foc – Partea I : Clasificarea în funcție de rezultatele încercărilor de reacție la foc
- [91]. SR EN 1991-1-1 Acțiuni asupra structurilor Acțiuni generale. Greutăți specifice, greutăți proprii, încărcări din exploatare pentru construcții
- [92]. SR EN 1991-1-5 Acțiuni asupra structurilor Partea 1-5: Acțiuni generale – Acțiuni termice
- [93]. SR EN 1996-1-1 Reguli generale pentru structuri de zidărie armate și nearmate
- [94]. SR EN 1996-1-2 Reguli generale - Calculul structurilor la foc
- [95]. SR EN 1996-2 Proiectare, alegere materiale și execuție zidărie
- [96]. SR EN 1998-1 Proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur.
- [97]. CR0 Cod de proiectare. Bazele proiectării structurilor în construcții
- [98]. P100 Cod de proiectare seismică. Partea I: Prevederi de proiectare pentru clădiri.
- [99]. NP 082 Cod de proiectare. Bazele proiectării și acțiuni asupra construcțiilor.
- [100]. SR EN 1991-1-1 Acțiuni asupra structurilor Acțiuni generale. Greutăți specifice, greutăți proprii, încărcări din exploatare pentru construcții
- [101]. SR EN 1991-1-5 Acțiuni asupra structurilor Partea 1-5: Acțiuni generale – Acțiuni termice
- [102]. SR EN 1996-1-1 Reguli generale pentru structuri de zidărie armate și nearmate
- [103]. SR EN 1996-1-2 Reguli generale - Calculul structurilor la foc
- [104]. SR EN 1996-2 Proiectare, alegere materiale și execuție zidărie
- [105]. SR EN 1998-1 Proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur.
- [106]. CR0 Cod de proiectare. Bazele proiectării structurilor în construcții
- [107]. P100 Cod de proiectare seismică. Partea I: Prevederi de proiectare pentru clădiri.
- [108]. NP 082 Cod de proiectare. Bazele proiectării și acțiuni asupra construcțiilor. Acțiunea vântului”
- [109]. ST 009 Specificație tehnică privind cerințe și criterii de performanță pentru produse din oțel utilizate ca armături în structuri din beton

- [110]. VENZMER, H.: Nicht bestellt und doch frei Haus: Grüne Fassaden nach der nachträglichen Instandsetzung durch Wärmedämmverbundsysteme – eine Betrachtung aus bauphysikalischer Sicht. 10. Wiener Sanierungstage 2002.
- [111]. WTA-Merkblatt 6-2-01/D: Simulation wärme- und feuchtetechnischer Prozesse. Mai 2002.
- [112]. WTA-Merkblatt E-8-1-03/D: Fachwerkinstandsetzung nach WTA: Bauphysikalische Anforderungen an Fachwerkgebäude. Entwurf Juli
- [113]. <http://gfrcladding.com/?p=engineering&group=details&o=1Beton>:
- [114]. <http://gfrcladding.com/?p=home>
- [115]. www.dyckerhoff.de
- [116]. <http://www.apavisa.com>
- [117]. <http://www.argeton.de/>
- [118]. <http://www.australbricks.com>
- [119]. <http://www.faveton.com/en/>
- [120]. <http://www.frontek.es>
- [121]. http://www.gip-fassade.com/index.cfm/content/index/pl_id/1
- [122]. <http://www.granitech.com/>
- [123]. <http://www.wienerberger.com>
- [124]. <http://www.alubel.it/en/>
- [125]. <http://www.alucoil.com/>
- [126]. <http://www.elval-colour.com/en/home>
- [127]. <http://www.ruukki.ro/>
- [128]. <http://www.sto.co.uk/>
- [129]. <http://www.zentyss.ro/>
- [130]. www.eurofox.com

ANEXA 01

Lista lucrărilor publicate - Arh. Leontiu Flaviu-Cristian

- [1] Flaviu – Cristian Leontiu " Analysis on existent thermal insulating of the Historical Building Exterior Envelopes", Journal of Architecture Institute Vienna No. 1/2014 pp. 5 - 25, Architektur Institut Verein für Bildung und Forschung Wien, Austria
- [2] Flaviu – Cristian Leontiu " Analysis on existent thermal insulating of the Historical Building Interior Envelopes" Journal of Architecture Institute Vienna No. 2/2014, pp. 15 - 35, Architektur Institut Verein für Bildung und Forschung Wien, Austria
- [3] Flaviu – Cristian Leontiu "Thermal Performance of the Historical Building Exterior Envelopes", Journal of Architecture Institute Vienna No. 3/2015, pp 7-27, Architektur Institut Verein für Bildung und Forschung Wien, Austria
- [4] Flaviu – Cristian Leontiu "Thermal Performance of the Historical Building Interior Envelopes – concrete case", Journal of Architecture Institute Vienna No. 1/2015, pp 8-12, Architektur Institut Verein für Bildung und Forschung Wien, Austria
- [5] Flaviu – Cristian Leontiu, Metalgeländer (Balustrada metalica), Musterzertifikat (Certificat pentru model industrial) nr. 66264 / 20.11.2014 eliberat de Österreichischen Patentamt; înregistrat și cu numărul 002775825-0001/21.09.2015, la OFFICE FOR HARMONIZATION IN THE INTERNAL MARKET - OHIM), clasa Lucarno 25-02.
- [6] Flaviu – Cristian Leontiu, Bauteil (Parte de construcție), Musterzertifikat (Certificat pentru model industrial) nr. 66778 / 20.05.2015 eliberat de Österreichischen Patentamt; înregistrat și cu numărul 002803189-0001/29.09.2015, la OFFICE FOR HARMONIZATION IN THE INTERNAL MARKET - OHIM), clasa Lucarno 25-02
- [7] Flaviu – Cristian Leontiu and Corneliu Bob „Sustainability Of The Intervention For The Hygrothermal Rehabilitation Of A Historical Building Using An Inner Heat Insulation With Aired Layer” SGEM2016 Conference proceedings of International Conference of Social Sciences & Arts (Arts, Performing Arts, Architecture and Design, Section Architecture and Design) with ISSN 2367-5659, Viena, 2016
- [8] Flaviu – Cristian Leontiu and Corneliu Bob "Sustainability Of The Hygrothermal Rehabilitation Of A Historical Building By Using An Outer Heat Insulation With Aired Layer And The Replication Of The Borders" SGEM2016 Conference proceedings of International Conference of Social Sciences & Arts (Arts,

Performing Arts, Architecture and Design, Section Architecture and Design) with ISSN 2367-5659, Viena, 2016

- [9] Flaviu – Cristian Leontiuc and Corneliu Bob “Graphical Methods For Determining The Sustainability Of Investments In The Rehabilitation Of Existing Buildings”, Proceedings of SGEM Geoconference, Albena 2016
- [10] Flaviu – Cristian Leontiuc and Corneliu Bob “Contributions Concerning The Rehabilitation Of Some Glass Elements And The Heating System Of A Monument Type Of Protected Building With The Function Of A Residential Building” Proceedings of SGEM Geoconference, Albena 2016

Anexa 02

Certificatul energetic realizat cu o platformă software acreditată de Institutul de fizică a construcțiilor din Republica Austria, realizat în cadrul Institutului de Arhitectură din Viena – uniunea pentru învățământ și cercetare

pentru

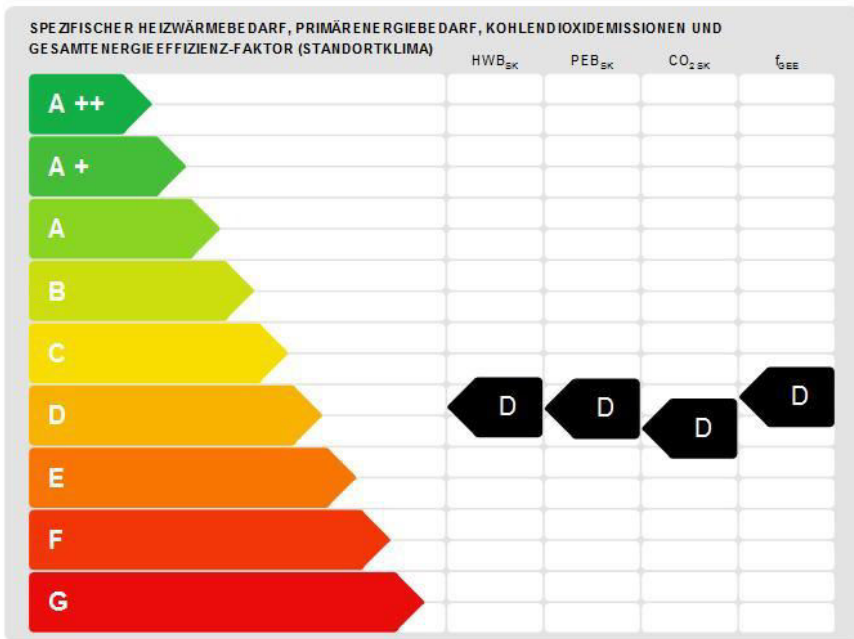
**Clădirea existentă expusă în capitolul 8
varianta neizolată**

Energieausweis für Wohngebäude

OIB ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK OIB-Richtlinie 6 Ausgabe: Oktober 2011

Anhang 02 - Var.01
Doktoratsstudium – Arch. Leontin Flaviu Cristian
Technische Universität Timisoara, Romania
Koordinator: Prof. Dr. Ing. Bob Corneiu

BEZEICHNUNG	Studiu doctorat		
Gebäude(-teil)		Baujahr	1850
Nutzungsprofil	Mehrfamilienhaus	Letzte Veränderung	
Straße		Katastralgemeinde	Meidling
PLZ/Ort	1120 Wien-Meidling	KG-Nr.	1305
Grundstücksnr.		Seehöhe	190 m



HWB: Der Heizwärmebedarf beschreibt die Wärmemenge, welche den Räumen rechnerisch zur Beheizung zugeführt werden muss.

WWWB: Der Warmwasserwärmebedarf ist als flächenbezogener De-faultwert festgelegt. Er entspricht ca. einem Liter Wasser je Quadratmeter Brutto-Grundfläche, welches um ca. 30°C (bzw. beispielsweise von 10°C auf 30°C) erwärmt wird.

HEB: Beim Heizenergiebedarf werden zusätzlich zum Nutzenergiebedarf die Verluste der Heiztechnik im Gebäude berücksichtigt. Dazu zählen beispielsweise die Verluste des Heizkessels, der Energiebedarf von Umwälzpumpen etc.

HHB: Der Haushaltsstrombedarf ist als flächenbezogener De-faultwert festgelegt. Er entspricht ca. dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch in einem durchschnittlichen österreichischen Haushalt.

EEB: Beim Endenergiebedarf wird zusätzlich zum Heizenergiebedarf der Haushaltsstrom berücksichtigt. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss.

PEB: Der Primärenergiebedarf schließt die gesamte Energie für den Bedarf im Gebäude einschließlich aller Vorlieben mit ein. Dieser weist einen erneuerbaren und einen nicht-erneuerbaren Anteil auf. Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren ist 2004 - 2008.

CO₂: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnende Kohlendioxidemissionen, einschließlich jener für Transport und Erzeugung sowie allen Verluste. Zu deren Berechnung wurden übliche Allokationsregeln unterstellt.

f_{EE}: Der Gesamteffizienz-Faktor ist der Quotient aus dem Endenergiefaktor und dem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

Alle Werte gelten unter Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 "Energieeinsparung und Wärmeschutz" des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EA/VG).
 © Gebäudeprofil 3D! Software, ETU GmbH, Version 4.5.1 vom 07.12.2015, www.etu.at

Energieausweis für Wohngebäude

OIB
ÖSTERREICHISCHES
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe: Oktober 2011

GEBÄUDEKENNENDATEN

Brutto-Grundfläche	1.173,0 m ²	Klimaregion	Region N	mittlerer U-Wert	1,37 $\frac{W}{m^2 \cdot K}$
Bezugs-Grundfläche	938,4 m ²	Heiztage	256 d	Bauweise	schwer
Brutto-Volumen	3.163,9 m ³	Heizgradtage	3480 K·d	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	1.279,2 m ²	Norm-Außentemperatur	-11,5 °C	Sommertauglichkeit	keine Angabe
Kompaktheit(A/V)	0,40 m ⁻¹	Soll-Innentemperatur	20,0 °C	LEK _p -Wert	91,81
charakteristische Länge	2,47 m				

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF

	Referenzklima spezifisch	Standortklima zonenbezogen	spezifisch	Anforderung	
HWB	114,7 kWh/m ² a	139.034 kWh/a	118,5 kWh/m ² a	50,3 kWh/m ² a	nicht erfüllt
WWWB		14.985 kWh/a	12,8 kWh/m ² a		
HTE _{B_{RH}}		15.778 kWh/a	13,5 kWh/m ² a		
HTE _{B_{WW}}		27.172 kWh/a	23,2 kWh/m ² a		
HTE _B		44.689 kWh/a	38,1 kWh/m ² a		
HEB		198.699 kWh/a	169,4 kWh/m ² a		
HHSB		19.267 kWh/a	16,4 kWh/m ² a		
EEB		217.966 kWh/a	185,8 kWh/m ² a	109,5 kWh/m ² a	nicht erfüllt
PEB		285.478 kWh/a	243,4 kWh/m ² a		
PEB _{er,n}		275.605 kWh/a	235,0 kWh/m ² a		
PEB _{er,n}		9.872 kWh/a	8,4 kWh/m ² a		
CO ₂		55.242 kg/a	47,1 kg/m ² a		
f _{EE}	1,88		1,90		

ERSTELLT

GWR-Zahl		ErstellerIn	DI Leontiu Flaviu Cristian
Ausstellungsdatum	27.01.2016	Unterschrift	
Gültigkeitsdatum	26.01.2026		

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere in Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

© Gebäudeprofil 3D! Software, ETU GmbH, Version 4.5.1 vom 07.12.2015, www.etu.at

Objekt: , 1120 Wien-Meidling

Energiebedarfsberechnung nach OIB-Richtlinie 6

- für Gebäude mit normalen Innentemperaturen -

Objekt Certificatul energetic realizat cu o platformă software acreditată de Institutul de fizică a construcțiilor din Republica Austria, realizat în cadrul Institutului de Arhitectură din Viena – uniunea pentru învățământ și cercetare

Pentru
Clădirea existentă expusă în capitolul 8 - varianta neizolată

1120 Wien-Meidling

Auftraggeber Universitatea Politehnica Timisoara
Drd Arh Leontiu Flaviu Cristian
Eugen Pop Bl. E 10 Sc. B
Timisoara, Romania

Aussteller DI Leontiu Flaviu Cristian

Telefon :

Telefax :

e-mail :

27.01.2016

(Datum)

(Unterschrift)

Objekt: , 1120 Wien-Meidling

1. Allgemeine Projektdaten

Projekt : Studi u doctorat
 1120 Wien-Meidling
 Gebäudetyp : Wohngebäude
 Innentemperatur : normale Innentemperatur (20,0°C)
 Anzahl Vollgeschosse : 4
 Anzahl Wohneinheiten : 5

2. Berechnungsgrundlagen

2.1 Ermittlung der Eingabedaten

Geometrische Eingabedaten

Bauphysikalische Eingabedaten

Haustechnische Eingabedaten

2.2 Richtlinien, Normen und weitere Hilfsmittel

Berechnungsverfahren : OIB - Richtlinie 6
 Energieeinsparung und Wärmeschutz (Ausgabe: Oktober 2011)

Folgende Normen und Verordnungen wurden im Rechenprogramm berücksichtigt:

OIB-Richtlinie 6	Energieeinsparung und Wärmeschutz
ÖNORM B 8110-5	Wärmeschutz im Hochbau Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile
ÖNORM B 8110-6	Wärmeschutz im Hochbau Teil 6: Grundlagen und Nachweisverfahren – HWB und KB
ÖNORM H 5055	Energieausweis für Gebäude
ÖNORM H 5056	Gesamteffizienz von Gebäuden Heiztechnik-Energiebedarf
EN ISO 6946	Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient Berechnungsverfahren

2.3 Verwendete Software

Gebäudeprofil Österreich 3D Version 4.5.1	ETU GmbH Traugasse 14 A-4600 Wels
Bundesland: Wien	Tel. +43 (0)7242 291114 www.etu.at - office@etu.at

Objekt: , 1120 Wien-Meidling

3 Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile

Bei Neubau oder Renovierung eines Gebäudes oder Gebäudeteiles sowie bei der Erneuerung eines Bauteiles dürfen bei konditionie...
Räumen die Wärmedurchgangskoeffizienten gemäß OIB-Richtlinie 6, Ausgabe 2011, Abschnitt 10.2 nicht überschritten werden.

Bauteilbezeichnung	U in W/(m ² K)	U _{act} in W/(m ² K)	Anforderung
Wände gegen Außenluft			
Außenwand	0,30	0,35	erfüllt
Wände erdberührt			
Außenwand gegen Erdreich	0,30	0,40	erfüllt
Fenster, Fenstertüren, verglaste Türen jeweils in Wohngebäuden (WG) gegen Außenluft			
Einfachverglasung	5,00	1,40	nicht erfüllt
Dachflächenfenster gegen Außenluft			
Einfachverglasung Dach	5,00	1,70	nicht erfüllt
Decken und Dachschrägen jeweils gegen Außenluft und gegen Dachräume (durchlüftet oder ungedämmt)			
Oberste Geschossdecke	0,95	0,20	nicht erfüllt
Dachfläche	1,40	0,20	nicht erfüllt
Böden erdberührt			
Kellerfußboden	0,90	0,40	nicht erfüllt

Objekt: , 1120 Wien-Meidling

4. Gebäudegeometrie

4.1 Gebäudegeometrie - Flächen

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Berechnung	Fläche	Fläche	Flächen-
				brutto	netto	anteil
				m ²	m ²	%
1	Oberste Geschossdecke	0,0°	204*0,55 (Grundfl. x Höhenverh.)	112,20	112,20	8,8
2	Dachfläche	NO 45,0°	17*3,82 (Breite x Länge)	64,91	61,91	4,8
3	Einfachverglasung Dach	NO 45,0°		-	3,00	0,2
4	Dachfläche	SW 45,0°	17*3,82 (Breite x Länge)	64,91	61,91	4,8
5	Einfachverglasung Dach	SW 45,0°		-	3,00	0,2
6	Außenwand	NO 90,0°	17*11,5 (Breite x Höhe)	195,50	141,50	11,1
7	Einfachverglasung	NO 90,0°		-	54,00	4,2
8	Außenwand	NW 90,0°	12*11,5 (Breite x Höhe) + 2,7*(12+6,6)/2 (trapezförmiger Giebel)	163,11	119,11	9,3
9	Einfachverglasung	NW 90,0°		-	44,00	3,4
10	Außenwand	SW 90,0°	17*11,5 (Breite x Höhe)	195,50	141,50	11,1
11	Einfachverglasung	SW 90,0°		-	54,00	4,2
12	Außenwand	SO 90,0°	12*11,5 (Breite x Höhe) + 2,7*(12+6,6)/2 (trapezförmiger Giebel)	163,11	119,11	9,3
13	Einfachverglasung	SO 90,0°		-	44,00	3,4
14	Außenwand gegen Erdreich	NO 90,0°	17*2 (Breite x Höhe)	34,00	34,00	2,7
15	Außenwand gegen Erdreich	NW 90,0°	12*2 (Breite x Höhe)	24,00	24,00	1,9
16	Außenwand gegen Erdreich	SW 90,0°	17*2 (Breite x Höhe)	34,00	34,00	2,7
17	Außenwand gegen Erdreich	SO 90,0°	12*2 (Breite x Höhe)	24,00	24,00	1,9
18	Kellerfußboden	0,0°	17*12 (Breite x Länge)	204,00	204,00	15,9

Die Bauteilgeometrien und -ausrichtungen dieses Gebäudes wurden mit der erweiterten Erfassung bestimmt.

4.2 Gebäudegeometrie - Volumen

Nr.	Bezeichnung	Berechnung	Volumen	Volumen-
			brutto	anteil
			m ³	%
1	Dach (abzgl. Absseiten)	409,87	409,87	13,0
2	Korpus: Grundfläche x Höhe	204 * (4*(2,5+0,2) +0,2)	2244,00	70,9
3	Keller: Grundfläche x Höhe	204 * (2,3+0,2)	510,00	16,1

4.3 Gebäudegeometrie - Zusammenfassung

Gebäudehüllfläche :	1279,24 m ²
Gebäudevolumen :	3163,87 m ³
Beheiztes Luftvolumen :	2439,84 m ³
Bruttogrundfläche (BGF) :	1173,00 m ²
Kompaktheit :	0,40 1/m
Fensterfläche :	202,00 m ²
Charakteristische Länge (ℓ) :	2,47 m
Bauweise :	schwere Bauweise

Objekt: , 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

5. U - Wert - Ermittlung

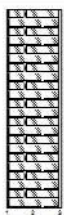
Bauteil:		Außenwand		Fläche / Ausrichtung :		141,50 m ²	NO
		Außenwand				119,11 m ²	NW
		Außenwand				141,50 m ²	SW
		Außenwand				119,11 m ²	SO
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Mischg. DIN 4109-4, DIN 18550, DIN-Normung: 1.15)	1,50	0,700	1400,0	0,02	
	2	Leichtlochlochziegel mit Zulassung 600 kg/m ³ (Eigener, veränderter oder sonstige Baustoff)	36,50	0,120	600,0	3,04	
	3	Leichtputz (Rohdichte < 1000 kg/m ³) (Eigener, veränderter oder sonstige Baustoff)	2,00	0,380	900,0	0,05	
						R_b = 3,12	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherefähigkeit		R _s = 0,13	
						R _s = 0,04	
521,22 m ²		40,7 %	258,0 kg/m ³	158,83 W/K	10,0 %	U - Wert 0,30 W/m ² K	
				C _{in,s} =	37528 kJ/K		
				m _{in,s} =	35853 kg		

Bauteil:		Außenwand gegen Erdreich		Fläche / Ausrichtung :		34,00 m ²	NO
		Außenwand gegen Erdreich				24,00 m ²	NW
		Außenwand gegen Erdreich				34,00 m ²	SW
		Außenwand gegen Erdreich				24,00 m ²	SO
	Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlasswiderstand	
			cm	W/(mK)	kg/m ³	m ² K/W	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Mischg. DIN 4109-4, DIN 18550, DIN-Normung: 1.15)	1,50	0,700	1400,0	0,02	
	2	Leichtlochlochziegel mit Zulassung 600 kg/m ³ (Eigener, veränderter oder sonstige Baustoff)	36,50	0,120	600,0	3,04	
	3	Leichtputz (Rohdichte < 1000 kg/m ³) (Eigener, veränderter oder sonstige Baustoff)	2,00	0,380	900,0	0,05	
						R_b = 3,12	
Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissionswärmeverlust	wirksame Wärmespeicherefähigkeit		R _s = 0,13	
						R _s = 0,04	
116,00 m ²		9,1 %	258,0 kg/m ³	35,30 W/K	2,2 %	U - Wert 0,30 W/m ² K	
				C _{in,s} =	8352 kJ/K		
				m _{in,s} =	7979 kg		

Objekt: , 1120 Wien-Meidling

6 Berechnung des OI3-Indikators

6.1 OI3-Kennzahl-Berechnung der Bauteile

Bauteil:		Außenwand		Fläche / Ausrichtung :		141,50 m²	NO
		Außenwand				119,11 m²	NW
		Außenwand				141,50 m²	SW
		Außenwand				119,11 m²	SO
	Nr.	Baustoff	Dicke	GWP ₁₀₀	AP	PEI _{int}	
			cm	kg CO ₂ eq/m³	kg SO ₂ eq/m²	MJ / m²	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog DIN 4109-4 / DIN 12526, Dichtermenge: 1,12)	1,50	- k. A. -	- k. A. -	- k. A. -	
	2	Leichtlochlochziegel mit Zulassung 600 kg/m³ (Eigener, veränderter oder sonstige Baustoff)	38,50	- k. A. -	- k. A. -	- k. A. -	
	3	Leichtputz (Rohdichte < 1000 kg/m³) (Eigener, veränderter oder sonstige Baustoff)	2,00	- k. A. -	- k. A. -	- k. A. -	
Fehle: Die OI3-Summen für das Bauteil können nicht berechnet werden. Für mindestens eine Schicht des Bauteils existieren keine OI3-Kennzahlen.							

Bauteil:		Außenwand gegen Erdreich		Fläche / Ausrichtung :		34,00 m²	NO
		Außenwand gegen Erdreich				24,00 m²	NW
		Außenwand gegen Erdreich				34,00 m²	SW
		Außenwand gegen Erdreich				24,00 m²	SO
	Nr.	Baustoff	Dicke	GWP ₁₀₀	AP	PEI _{int}	
			cm	kg CO ₂ eq/m³	kg SO ₂ eq/m²	MJ / m²	
	1	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Katalog DIN 4109-4 / DIN 12526, Dichtermenge: 1,12)	1,50	- k. A. -	- k. A. -	- k. A. -	
	2	Leichtlochlochziegel mit Zulassung 600 kg/m³ (Eigener, veränderter oder sonstige Baustoff)	38,50	- k. A. -	- k. A. -	- k. A. -	
	3	Leichtputz (Rohdichte < 1000 kg/m³) (Eigener, veränderter oder sonstige Baustoff)	2,00	- k. A. -	- k. A. -	- k. A. -	
Fehle: Die OI3-Summen für das Bauteil können nicht berechnet werden. Für mindestens eine Schicht des Bauteils existieren keine OI3-Kennzahlen.							

6.2 Übersicht Bauteile

Folgende Bauteile wurden in die Berechnung einbezogen:

Bezeichnung	Fläche F	Treibhauspotential GWP ₁₀₀	Versäuerungspotential AP	Primärenergieinhalt n. erneuerb. PEI _{int}
	m²	kg CO ₂ eq / m²	kg SO ₂ eq / m²	MJ / m²

Folgende Bauteile wurden bei der OI3-Berechnung NICHT berücksichtigt:

Bezeichnung	Begründung
Oberste Geschossdecke	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Dachfläche	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einlochverglasung Dach	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Dachfläche	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einlochverglasung Dach	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand	Für mindestens eine Schicht des Bauteils existieren keine OI3-Kennzahlen.

Objekt: , 1120 Wien-Meidling

6.2 Übersicht Bauteile (Fortsetzung)

Bezeichnung	Begründung
Einfachverglasung	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand	Für mindestens eine Schicht des Bauteils existieren keine OI3-Kennzahlen.
Einfachverglasung	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand	Für mindestens eine Schicht des Bauteils existieren keine OI3-Kennzahlen.
Einfachverglasung	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand	Für mindestens eine Schicht des Bauteils existieren keine OI3-Kennzahlen.
Einfachverglasung	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand gegen Erdreich	Für mindestens eine Schicht des Bauteils existieren keine OI3-Kennzahlen.
Außenwand gegen Erdreich	Für mindestens eine Schicht des Bauteils existieren keine OI3-Kennzahlen.
Außenwand gegen Erdreich	Für mindestens eine Schicht des Bauteils existieren keine OI3-Kennzahlen.
Außenwand gegen Erdreich	Für mindestens eine Schicht des Bauteils existieren keine OI3-Kennzahlen.
Kellerfußboden	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.

Berechnung der OI3-Indikatoren nicht möglich!
 - Keine Bauteile-Aufbauten angegeben oder OI3-Indikatoren fehlen -

7. Jahres-Heizwärmebedarfsberechnung

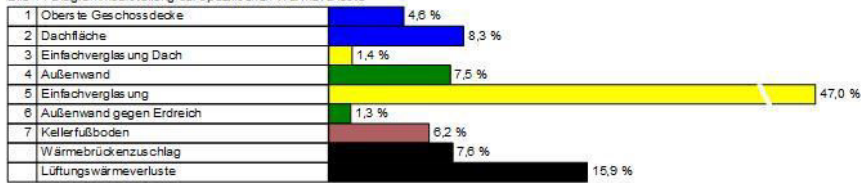
7.1 spezifische Transmissionswärmeverluste der Heizperiode

Nr.	Bauteil	Orientierung Neigung	Fläche A m²	U _t -Wert W/(m²K)	Faktor F _x	F _x * U * A	
						W/K	%
1	Oberste Geschossdecke	0,0°	112,20	0,950	0,90	95,93	4,6
2	Dachfläche	NO 45,0°	61,91	1,400	1,00	86,67	4,2
3	Einfachverglasung Dach	NO 45,0°	3,00	5,000	1,00	15,00	0,7
4	Dachfläche	SW 45,0°	61,91	1,400	1,00	86,67	4,2
5	Einfachverglasung Dach	SW 45,0°	3,00	5,000	1,00	15,00	0,7
6	Außenwand	NO 90,0°	141,50	0,300	1,00	42,45	2,0
7	Einfachverglasung	NO 90,0°	54,00	5,000	1,00	270,00	13,0
8	Außenwand	NW 90,0°	119,11	0,300	1,00	35,73	1,7
9	Einfachverglasung	NW 90,0°	44,00	5,000	1,00	220,00	10,6
10	Außenwand	SW 90,0°	141,50	0,300	1,00	42,45	2,0
11	Einfachverglasung	SW 90,0°	54,00	5,000	1,00	270,00	13,0
12	Außenwand	SO 90,0°	119,11	0,300	1,00	35,73	1,7
13	Einfachverglasung	SO 90,0°	44,00	5,000	1,00	220,00	10,6
14	Außenwand gegen Erdreich	NO 90,0°	34,00	0,300	0,80	8,16	0,4
15	Außenwand gegen Erdreich	NW 90,0°	24,00	0,300	0,80	5,76	0,3
16	Außenwand gegen Erdreich	SW 90,0°	34,00	0,300	0,80	8,16	0,4
17	Außenwand gegen Erdreich	SO 90,0°	24,00	0,300	0,80	5,76	0,3
18	Kellerfußboden	0,0°	204,00	0,900	0,70	128,52	6,2
			ΣA =	1279,24		Σ(F _x * U * A) =	1582,01

Leitwertzuschlag Wärmebrücken $\lambda_{p} + \lambda_{g}$ (nach ÖNORM B 8110-6, Abschnitt 5.3.2) $L_{p} + L_{g} = 159,20 \text{ W/K}$ 7,8 %

Objekt: , 1120 Wien-Meidling

Bild 1 : Diagrammdarstellung der spezifischen Wärmeverluste



7.2 Lüftungsverluste

Lüftungswärmeverluste	n = 0,40 h ⁻¹	331,82 WK	15,9 %
-----------------------	--------------------------	-----------	--------

7.3 Daten transparenter Bauteile

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Fläche brutto m ²	Faktor Rahmen- anteil	Faktor Ver- schattung F _s	Faktor Sonnen- schutz z	Faktor Nichtsenk- rechter Strahlungs- einfall / Verschm.	Gesamt- energie- durchlas- sgrad g	effektive Kollektor- fläche m ²
1	Einfachverglasung Dach	NO 45,0°	3,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,87	1,21
2	Einfachverglasung Dach	SW 45,0°	3,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,87	1,21
3	Einfachverglasung	NO 90,0°	54,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,87	21,75
4	Einfachverglasung	NW 90,0°	44,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,87	17,73
5	Einfachverglasung	SW 90,0°	54,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,87	21,75
6	Einfachverglasung	SO 90,0°	44,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,87	17,73

7.4 Monatsbilanzierung

Wärmeverluste in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Transmissionswärmeverluste													
Transmissionsverluste	25732	21138	18715	12544	7418	3611	1733	2276	6401	12911	18502	23432	154412
Wärmebrückenverluste	2573	2114	1872	1254	742	361	173	228	640	1291	1850	2343	15441
Summe	28305	23249	20587	13798	8160	3972	1907	2503	7041	14202	20352	25776	169853
Lüftungswärmeverluste													
Lüftungsverluste	5363	4405	3901	2615	1548	753	361	474	1334	2891	3856	4884	32184
Gesamtwärmeverluste													
Gesamtwärmeverluste	33668	27655	24488	16413	9706	4724	2268	2978	8376	16894	24209	30660	202037

Objekt: , 1120 Wien-Meidling

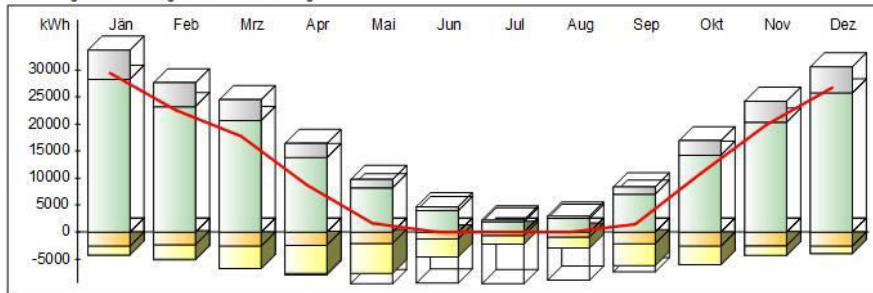
7.4 Monatsbilanzierung (Fortsetzung)

Wärmegewinne in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Interne Wärmegewinne													
Interne Wärmegewinne	2618	2365	2618	2534	2618	2534	2618	2618	2534	2618	2534	2618	30826
Solare Wärmegewinne													
Fenster NO 45°	21	36	62	96	139	147	146	117	78	46	22	15	925
Fenster SW 46°	40	69	109	140	177	172	177	166	126	89	44	32	1341
Fenster NO 90°	261	455	740	1130	1580	1674	1644	1313	940	573	278	189	10775
Fenster NW 90°	213	371	603	921	1288	1364	1340	1070	766	467	225	154	8780
Fenster SW 90°	607	992	1462	1733	2061	1953	1994	1985	1623	1254	665	509	16839
Fenster SO 90°	496	809	1191	1412	1679	1591	1625	1617	1323	1022	542	415	13721
Solare Wärmegewinne	1637	2731	4167	5431	6925	6902	6926	6268	4856	3450	1774	1314	52381
Gesamtwärmegewinne in kWh/Monat													
Gesamtwärmegewinne	4255	5096	6785	7965	9543	9435	9545	8886	7389	6068	4307	3932	83207
Nutzbare Gewinne in kWh/Monat													
Ausnutzung Gewinne (%)	100,0	99,9	99,5	96,7	80,0	48,3	23,7	33,2	84,0	96,7	99,9	100,0	Ø: 74,1
Nutzbare solare Gewinne	1636	2728	4145	5253	5543	3331	1641	2079	4080	3407	1772	1313	38799
Nutzbare interne Gewinne	2617	2362	2605	2450	2096	1223	620	869	2129	2585	2531	2617	22833
Nutzbare Wärmegewinne	4254	5090	6750	7703	7638	4554	2261	2948	6209	5992	4303	3931	61632
Heizwärmebedarf in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Heizwärmebedarf	29415	22565	17738	8710	1598	0	0	0	1472	10901	19906	26729	139034
Mittlere Außentemperatur in °C und Heiztage													
Mittl. Außentemperatur:	-1,72	0,24	4,20	9,06	13,74	16,85	18,54	18,08	14,42	9,10	3,86	0,22	
Heiztage	31,0	28,0	31,0	30,0	24,0	0,0	0,0	0,0	20,4	31,0	30,0	31,0	256,3

Objekt: , 1120 Wien-Meidling

7.5 Monatsbilanzierung - Zusammenfassung

Bild 2: Diagrammdarstellung der Monatsbilanzierung



Ergebnisse des Monatsbilanzverfahrens

Jahres-Lüftungswärmeverluste = 32.184 kWh/a
 Jahres-Transmissionsverluste = 169.853 kWh/a
 Nutzbare interne Gewinne = 22.833 kWh/a
 Nutzbare solare Gewinne = 38.799 kWh/a
 Verlustdeckung durch interne Gewinne = 11,3 %
 Verlustdeckung durch solare Gewinne = 19,2 %

Jahres-Heizwärmebedarf = 139.034 kWh/a
flächenbezogener
Jahres-Heizwärmebedarf = 118,53 kWh/(m²a)
volumenbezogener
Jahres-Heizwärmebedarf = 43,94 kWh/(m³a)

Zahl der Heiztage = 256,3 d/a
 Heizgradtagzahl = 3.480 Kd/a

- Heizwärmebedarf
- Lüftungswärmeverluste
- Transmissionswärmeverluste
- Reduzierung der Wärmeverluste (Heizungsunterbrechung, etc.)
- nutzbare interne Wärmegewinne
- nutzbare solare Wärmegewinne
- nicht nutzbare Wärmegewinne

Objekt: , 1120 Wien-Meidling

8 Anlagentechnik

8.1 Beschreibung der Anlagentechnik

Benötigte Heizleistung: 65.653 W

Gebäudezentrale Anlage

Von der Anlagentechnik versorgte BGF: 1173,00 m²

Raumwärme

Wärmeabgabe und -verteilung

Art des Wärmeabgabesystems:	kleinflächige Wärmeabgabe wie Radiator, Einzelraumheizer
Regelung der Wärmeabgabe:	Einzelraumregelung mit Thermostatventilen
Verbrauchsfeststellung:	individuell
Heizkreis-Auslegungstemperatur:	55°/45°C
Leistung der Umwälzpumpe:	148,2 W (Defaultwert)
Lage der Verteilungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Verteilungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Verteilungen:	52,54 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Verteilungen:	70 mm (Defaultwert)
Lage der Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Steigleitungen:	93,84 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Steigleitungen:	40 mm (Defaultwert)
Lage der Anbindeleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Anbindeleitungen:	1/3 Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Anbindeleitungen:	656,88 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Anbindeleitungen:	20 mm (Defaultwert)

Wärmeerzeugung

Art der Wärmeerzeugung:	Heizkessel
Heizkesselart:	Niedertemperaturkessel
Baujahr:	2015
Lage:	im unbeheizten Bereich
Brennstoff:	Erdgas E
Betriebsweise:	nicht modulierend
Gebläse für Brenner:	Ja
Nennleistung des Kessels:	65,65 kW (Defaultwert)
Wirkungsgrad bei 100% Nennleistung:	0,90 (Defaultwert)
Bereitschaftsverlust bei Prüfbedingungen:	0,008 kW/kW (Defaultwert)
Leistung der Kesselpumpe:	0,00 W (Defaultwert)
Leistung des Brennergebläses:	164,13 W (Defaultwert)

Objekt: , 1120 Wien-Meidling

8.1 Beschreibung der Anlagentechnik (Fortsetzung)

Warmwasser

Warmwasserabgabe

Art der Armaturen:	Zweigriffarmaturen
Art der Verbrauchsfeststellung:	individuell

Warmwasserverteilung

Lage der Verteilungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Verteilungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Verteilungen:	19,20 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Verteilungen:	70 mm (Defaultwert)
Lage der Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Steigleitungen:	46,92 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Steigleitungen:	40 mm (Defaultwert)
Lage der Anbindeleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Anbindeleitungen:	1/3 Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Anbindeleitungen:	187,68 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Anbindeleitungen:	20 mm (Defaultwert)
Lage der Rücklauf-Verteilungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Rücklauf-Verteilungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Rücklauf-Verteilungen:	18,20 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Rücklauf-Verteilungen:	25 mm (Defaultwert)
Lage der Rücklauf-Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Rücklauf-Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Rücklauf-Steigleitungen:	46,92 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Rücklauf-Steigleitungen:	25 mm (Defaultwert)
Lauzeit der Zirkulationspumpe:	24,00 h (Defaultwert)
Leistung der Zirkulationspumpe:	37,32 W (Defaultwert)

Warmwasserspeicher

Art des Warmwasser-Wärmespeichers:	indirekt beheizter Speicher
Baujahr:	2015
Lage:	im unbeheizten Bereich
Volumen:	1642 l (Defaultwert)
Verlust bei Prüfbedingungen:	4,27 kW/h/d (Defaultwert)
Basisanschlüsse gedämmt:	Ja
Zusatzanschlüsse gedämmt:	Ja

Wärmeerzeugung

Warmwasserbereitung ist mit der Raumwärmebereitung kombiniert

Lüftung

Lüftungsart:	freie Lüftung
Luftwechselrate:	0,40 1/h

Objekt: , 1120 Wien-Meidling

8.2 monatliche Berechnungsergebnisse

Von der Anlagentechnik bereitzustellende Wärme

Gesamte von der Anlagentechnik bereitzustellende Wärme in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Raumwärme	29415	22565	17738	8710	1401	0	0	0	1661	10901	19906	26729	139025
Warmwasser	1273	1150	1273	1232	1273	1232	1273	1273	1232	1273	1232	1273	14985

Verluste Anlagentechnikzone 1

Verluste der Wärmeabgabe, -verteilung, -speicherung und -bereitstellung für Raumwärme in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Wärmeabgabe	1047	946	1047	1013	709	0	0	0	777	1047	1013	1047	8648
Wärmeverteilung	5893	4825	4220	2535	378	0	0	0	510	2866	4341	5436	31003
Wärmespeicherung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wärmebereitstellung	3285	2553	2090	1169	411	0	0	0	420	1369	2283	3003	16581
Summe Verluste	10225	8324	7357	4717	1498	0	0	0	1707	5282	7637	9486	56233

Verluste der Wärmeabgabe, -verteilung, -speicherung und -bereitstellung für Warmwasser in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Wärmeabgabe	58	52	58	56	58	56	58	58	56	58	56	58	682
Wärmeverteilung	1685	1513	1656	1579	1608	1541	1584	1586	1553	1631	1604	1675	19214
Wärmespeicherung	174	155	164	151	148	138	140	140	142	156	160	171	1839
Wärmebereitstellung	363	331	378	395	501	667	682	684	478	399	359	364	5601
Summe Verluste	2280	2051	2256	2181	2315	2402	2463	2468	2229	2243	2179	2269	27335

Hilfsenergie in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Raumwärme	182	155	154	129	81	0	0	0	88	137	155	175	1256
Warmwasser	41	37	41	40	41	39	41	41	40	41	40	41	483
Summe Hilfsenergie	224	192	195	169	122	39	41	41	128	178	195	217	1739

Rückgewinnbare Verluste (ohne Bereitstellung) in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Raumheizung	6481	5395	4937	3343	1039	0	0	0	1232	3687	5019	6062	37193
Warmwasser	1234	1114	1234	1194	836	0	0	0	915	1234	1194	1234	9272

Objekt: , 1120 Wien-Meidling

8.2 monatliche Berechnungsergebnisse (Fortsetzung)

Gebäudebilanz

Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Heiztechnikenergiebedarf (ohne Hilfsenergie) in kWh/Monat													
Raumwärme	2664	2050	1704	1345	1526	0	0	0	1371	1123	1665	2340	15778
Warmwasser	2266	2038	2242	2167	2301	2389	2449	2455	2215	2230	2165	2255	27172
Hilfsenergiebedarf in kWh/Monat													
Hilfsenergie (Strom)	224	192	195	169	122	39	41	41	128	178	195	217	1739
Summe Heiztechnikenergiebedarf (inkl. Hilfsenergie, abzgl. evtl. Umweltwärme) in kWh/Monat													
Heiztechnikenergiebedarf	5144	4280	4140	3681	3949	2428	2490	2495	3714	3530	4025	4811	44689

Summe Heizenergiebedarf in kWh/Monat

Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Heizenergiebedarf	35832	27995	23151	13622	6623	3660	3763	3768	6606	15704	25162	32813	198689

8.3 Primärenergiebedarf und Kohlendioxid-Emission

Berechnung Primärenergiebedarf

Primärenergiefaktoren gemäß OIB-Richtlinie 6 (Okt. 2011)

Energiebedarf für	Energieträger	Endenergie kWh/a	Primärenergiefaktor		Primärenergie	
			nicht erneuerbar	erneuerbar	nicht erneuerbar	erneuerbar
Raumheizung	Erdgas E	154803	1,17	0,00	181120	0
	Strom (Hilfsenergie)	1256	2,15	0,47	2701	590
Warmwasser	Erdgas E	42157	1,17	0,00	49324	0
	Strom (Hilfsenergie)	483	2,15	0,47	1037	227
Haus haltsstrom	Strom-Mix	19267	2,15	0,47	41423	9055

Berechnung CO₂-EmissionenCO₂-Faktoren gemäß OIB-Richtlinie 6 (Okt. 2011)

Energiebedarf für	Energieträger	Endenergie kWh/a	CO ₂ -Faktor g/kWh _{End}	CO ₂ -Emissionen	
				g/kWh _{End}	kg/a
Raumheizung	Erdgas E	154803	236		36534
	Strom (Hilfsenergie)	1256	417		524
Warmwasser	Erdgas E	42157	236		9949
	Strom (Hilfsenergie)	483	417		201
Haus haltsstrom	Strom-Mix	19267	417		8034

Objekt: , 1120 Wien-Meidling

8.4 Jahresbilanz Energiebedarf**Jahresbilanz - Absolutwerte**

Jahres-Heizenergiebedarf (HEB)	198.699	kWh/a
Jahres-Endenergiebedarf (EEB)	217.966	kWh/a
Jahres-Primärenergiebedarf (PEB)	285.478	kWh/a

Jahresbilanz - flächenbezogen

Jahres-Heizenergiebedarf (HEB)	169,4	kWh/(m ² a)
Jahres-Endenergiebedarf (EEB)	185,8	kWh/(m ² a)
Jahres-Primärenergiebedarf (PEB)	243,4	kWh/(m ² a)

Jahresbilanz - volumenbezogen

Jahres-Heizenergiebedarf (HEB)	62,8	kWh/(m ³ a)
Jahres-Endenergiebedarf (EEB)	68,9	kWh/(m ³ a)
Jahres-Primärenergiebedarf (PEB)	90,2	kWh/(m ³ a)

8.5 Referenzausstattung (für Anforderungswert EEB)

Die Referenzausstattung zur Berechnung des Anforderungswerts wird gemäß ÖNORM H 5056, Anhang A, Abschnitt 2 (Wärmeabgabesystem), Abschnitt 3 (Wärmeverteilungssystem) sowie Abschnitt 4 (Wärmespeicher- und bereitstellungssystem flüssige und gasförmige Brennstoffe) angenommen.

Damit ergibt sich damit folgende Referenzanlagentechnik:

Raumwärme**Wärmeabgabe und -verteilung**

Art des Wärmeabgabesystems:	kleinflächige Wärmeabgabe wie Radiator, Einzelraumheizer
Regelung der Wärmeabgabe:	Raumthermostat-Zonenregelung mit Zeitsteuerung
Verbrauchsfeststellung:	individuell
Heizkreis-Auslegungstemperatur:	60°/35°C
Leistung der Umwälzpumpe:	148,2 W (Defaultwert)
Lage der Verteilungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Verteilungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Verteilungen:	52,54 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Verteilungen:	70 mm (Defaultwert)
Lage der Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Steigleitungen:	93,84 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Steigleitungen:	40 mm (Defaultwert)

Objekt: , 1120 Wien-Meidling

8.5 Referenzausstattung (für Anforderungswert EEB) (Fortsetzung)

Lage der Anbindeleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Anbindeleitungen:	1/3 Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Anbindeleitungen:	656,88 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Anbindeleitungen:	20 mm (Defaultwert)

Wärmeerzeugung

Art der Wärmeerzeugung:	Heizkessel
Heizkesselart:	Brennwertkessel
Baujahr:	1995
Lage:	im unbeheizten Bereich
Brennstoff:	Erdgas E
Betriebsweise:	modulierend
Gebläse für Brenner:	Ja
Nennleistung des Kessels:	65,65 kW (Defaultwert)
Wirkungsgrad bei 100% Nennleistung:	0,93 (Defaultwert)
Wirkungsgrad bei 30% Nennleistung:	0,99 (Defaultwert)
Bereitschaftsverlust bei Prüfbedingungen:	0,008 kW/kW (Defaultwert)
Leistung der Kesselpumpe:	0,00 W (Defaultwert)
Leistung des Brennergebläses:	328,26 W (Defaultwert)

Warmwasser**Warmwasserabgabe**

Art der Armaturen:	Zweigriffarmaturen
Art der Verbrauchsfeststellung:	individuell

Warmwasserverteilung

Lage der Verteilungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Verteilungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Verteilungen:	19,20 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Verteilungen:	70 mm (Defaultwert)
Lage der Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Steigleitungen:	46,92 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Steigleitungen:	40 mm (Defaultwert)
Lage der Anbindeleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Anbindeleitungen:	1/3 Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Anbindeleitungen:	187,68 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Anbindeleitungen:	20 mm (Defaultwert)
Lage der Rücklauf-Verteilungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Rücklauf-Verteilungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Rücklauf-Verteilungen:	18,20 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Rücklauf-Verteilungen:	25 mm (Defaultwert)
Lage der Rücklauf-Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Rücklauf-Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Rücklauf-Steigleitungen:	46,92 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Rücklauf-Steigleitungen:	25 mm (Defaultwert)
Lauzeit der Zirkulationspumpe:	24,00 h (Defaultwert)
Leistung der Zirkulationspumpe:	37,32 W (Defaultwert)

Objekt: , 1120 Wien-Meidling

8.5 Referenzausstattung (für Anforderungswert EEB) (Fortsetzung)**Warmwasserspeicher**

Art des Warmwasser-Wärmespeichers:	indirekt beheizter Speicher
Baujahr:	1995
Lage:	im unbeheizten Bereich
Volumen:	1642 l (Defaultwert)
Verlust bei Prüfbedingungen:	4,27 kWh/d (Defaultwert)
Basisanschlüsse gedämmt:	Ja
Zusatzanschlüsse gedämmt:	Ja

Wärmeerzeugung

Warmwasserbereitung ist mit der Raumwärmebereitung kombiniert

9 Gesamtenergieeffizienz-Faktor

Berechnung des Gesamtenergieeffizienz-Faktors gemäß Abschnitt 4.4 des "Leitfaden energetisches Verhalten von Gebäuden", Ausgabe 2011.

Gebäude

Heizwärmebedarf	HWB _{st}	=	118,5 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	WWWB	=	12,8 kWh/m ² a
Heizenergiebedarf	HEB _{st}	=	169,4 kWh/m ² a
Haushaltsstrombedarf	HHSB	=	16,4 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	EEB _{st}	=	185,8 kWh/m ² a

Referenz

Heizwärmebedarf	HWB ₂₆	=	48,6 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	WWWB	=	12,8 kWh/m ² a
Anlagenaufwandszahl	e _{AVZ}	=	1,325
Heizenergiebedarf	HEB ₂₆	=	81,3 kWh/m ² a
Haushaltsstrombedarf	HHSB	=	16,4 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	EEB ₂₆	=	97,7 kWh/m ² a

Gesamtenergieeffizienz-Faktor

Gesamtenergieeffizienz-Faktor	f _{EE}	=	1,901
-------------------------------	-----------------	---	-------

Anexa 03

Certificatul energetic realizat cu o platformă software acreditată de Institutul de fizică a construcțiilor din Republica Austria, realizat în cadrul Institutului de Arhitectură din Viena – uniunea pentru învățământ și cercetare

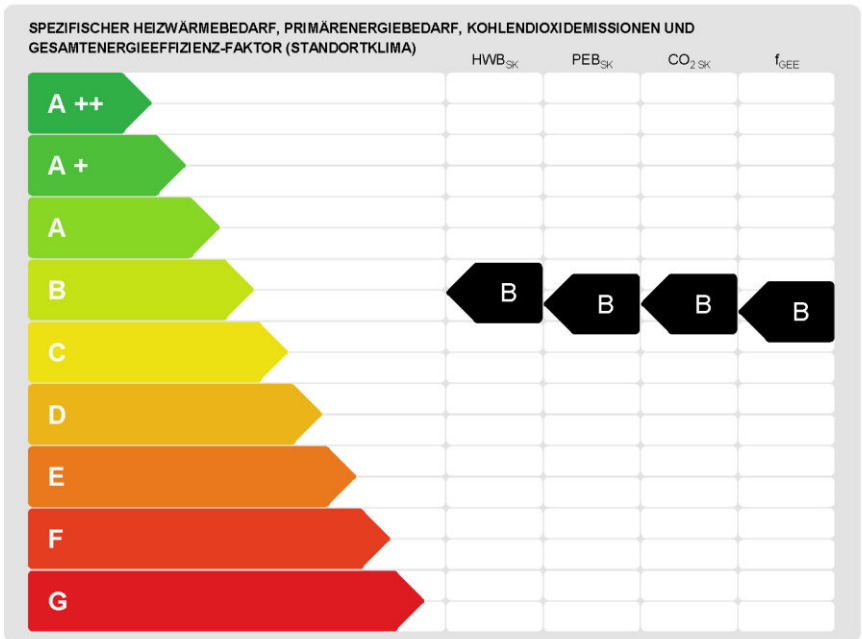
pentru

**Clădirea existentă expusă în capitolul 8
varianta cu izolație la interior fără strat aerat**

Energieausweis für Wohngebäude Anexa 3

oib ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK OIB-Richtlinie 6
Ausgabe: Oktober 2011

BEZEICHNUNG	Studiu doctorat		
Gebäude(-teil)		Baujahr	1850
Nutzungsprofil	Mehrfamilienhaus	Letzte Veränderung	
Straße		Katastralgemeinde	Meidling
PLZ/Ort	1120 Wien-Meidling	KG-Nr.	1305
Grundstücksnr.		Seehöhe	190 m



<p>HWB: Der Heizwärmebedarf beschreibt jene Wärmemenge, welche den Räumen rechnerisch zur Beheizung zugeführt werden muss.</p> <p>WWWB: Der Warmwasswärmebedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. einem Liter Wasser je Quadratmeter Brutto-Grundfläche, welches um ca. 30°C (also beispielsweise von 1°C auf 31°C) erwärmt wird.</p> <p>HEB: Beim Heizenergiebedarf werden zusätzlich zum Nutzenergiebedarf die Verluste der Haustechnik im Gebäude berücksichtigt. Dazu zählen beispielsweise die Verluste des Heizkessels, der Energiebedarf von Umwälzpumpen etc.</p> <p>HHSB: Der Haushaltstrombedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch in einem durchschnittlichen österreichischen Haushalt.</p>	<p>EEB: Beim Endenergiebedarf wird zusätzlich zum Heizenergiebedarf der Haushaltsstrom berücksichtigt. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss.</p> <p>PEB: Der Primärenergiebedarf schließt die gesamte Energie für den Bedarf im Gebäude einschließlich aller Verlusten mit ein. Dieser weist einen erneuerbaren und einen nicht erneuerbaren Anteil auf. Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren ist 2004 - 2008.</p> <p>CO₂: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnende Kohlendioxidemissionen, einschließlich jener für Transport und Erzeugung sowie aller Verluste. Zu deren Berechnung würden übliche Allokationsregeln unterstellt.</p> <p>f_{GEE}: Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor ist der Quotient aus dem Endenergiefaktor und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).</p>
--	--

Alle Werte gelten unter Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 "Energieeinsparung und Wärmeschutz" des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EA-VG).
 *Gebäudeprofil 3D" Software, ETU GmbH, Version 4.5.1 vom 07.12.2015, www.etu.at

Energieausweis für Wohngebäude

OIB
ÖSTERREICHISCHES
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe: Oktober 2011

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	1.173,0 m ²	Klimaregion	Region N	mittlerer U-Wert	0,44 $\frac{W}{m^2 \cdot K}$
Bezugs-Grundfläche	938,4 m ²	Heiztage	212 d	Bauweise	schwer
Brutto-Volumen	3.163,9 m ³	Heizgradtage	3480 K·d	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	1.279,2 m ²	Norm-Außentemperatur	-11,5 °C	Sommertauglichkeit	keine Angabe
Kompaktheit(A/V)	0,40 m ⁻¹	Soll-Innentemperatur	20,0 °C	LEK _p -Wert	29,59
charakteristische Länge	2,47 m				

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF

	Referenzklima	Standortklima		Anforderung	
	spezifisch	zonenbezogen	spezifisch		
HWB	37,0 kWh/m ² a	45.354 kWh/a	38,7 kWh/m ² a	50,3 kWh/m ² a	erfüllt
WWWB		14.985 kWh/a	12,8 kWh/m ² a		
HTEB _{RH}		5.748 kWh/a	4,9 kWh/m ² a		
HTEB _{WW}		26.536 kWh/a	22,6 kWh/m ² a		
HTEB		33.690 kWh/a	28,7 kWh/m ² a		
HEB		93.710 kWh/a	79,9 kWh/m ² a		
HHSB		19.267 kWh/a	16,4 kWh/m ² a		
EEB		112.976 kWh/a	96,3 kWh/m ² a	103,6 kWh/m ² a	erfüllt
PEB		162.158 kWh/a	138,2 kWh/m ² a		
PEB _{n,erm}		152.442 kWh/a	130,0 kWh/m ² a		
PEB _{erm}		9.716 kWh/a	8,3 kWh/m ² a		
CO ₂		30.404 kg/a	25,9 kg/m ² a		
f _{CEE}	0,98		0,98		

ERSTELLT

GWR-Zahl		ErstellerIn	DI Leontiu Flaviu Cristian
Ausstellungsdatum	27.01.2016	Unterschrift	
Gültigkeitsdatum	26.01.2026		

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

Gebäudeprofi 3D Software, ETU GmbH, Version 4.5.1 vom 07.12.2015, www.etu.at

2

Objekt , 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

Energiebedarfsberechnung nach OIB-Richtlinie 6

- für Gebäude mit normalen Innentemperaturen -

Objekt	Studiu doctorat
	1120 Wien-Meidling
Auftraggeber	Universitatea Politehnica Timisoara Drd Arh Leontiu Flaviu Cristian Eugen Pop Bl. E 10 Sc. B Timisoara, Romania
Aussteller	DI Leontiu Flaviu Cristian

Telefon :
Telefax :
e-mail :

27.01.2016

(Datum)

(Unterschrift)

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

1. Allgemeine Projektdaten

Projekt : Studiu doctorat
 1120 Wien-Meidling

Gebäudetyp : Wohngebäude
 Innentemperatur : normale Innentemperatur (20,0°C)
 Anzahl Vollgeschosse : 4
 Anzahl Wohneinheiten : 5

2. Berechnungsgrundlagen

2.1 Ermittlung der Eingabedaten

Geometrische Eingabedaten

Bauphysikalische Eingabedaten

Haustechnische Eingabedaten

2.2 Richtlinien, Normen und weitere Hilfsmittel

Berechnungsverfahren : OIB - Richtlinie 6
 Energieeinsparung und Wärmeschutz (Ausgabe: Oktober 2011)

Folgende Normen und Verordnungen wurden im Rechenprogramm berücksichtigt:

OIB-Richtlinie 6	Energieeinsparung und Wärmeschutz
ÖNORM B 8110-5	Wärmeschutz im Hochbau Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile
ÖNORM B 8110-6	Wärmeschutz im Hochbau Teil 6: Grundlagen und Nachweisverfahren – HWB und KB
ÖNORM H 5055	Energieausweis für Gebäude
ÖNORM H 5056	Gesamteffizienz von Gebäuden Heiztechnik-Energiebedarf
EN ISO 6946	Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient Berechnungsverfahren

2.3 Verwendete Software

Gebäudeprofi Österreich 3D Version 4.5.1	ETU GmbH Traungasse 14 A-4600 Wels
Bundesland: Wien	Tel. +43 (0)7242 291114 www.etu.at - office@etu.at

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

3 Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile

Bei Neubau oder Renovierung eines Gebäudes oder Gebäudeteiles sowie bei der Erneuerung eines Bauteiles dürfen bei konditionie... Räumen die Wärmedurchgangskoeffizienten gemäß OIB-Richtlinie 6, Ausgabe 2011, Abschnitt 10.2 nicht überschritten werden.

Bauteilbezeichnung	U in W/(m ² K)	U _{ref} in W/(m ² K)	Anforderung
Wände gegen Außenluft			
Außenwand	0,30	0,35	erfüllt
Wände erdberührt			
Außenwand gegen Erdreich	0,30	0,40	erfüllt
Fenster, Fenstertüren, verglaste Türen jeweils in Wohngebäuden (WG) gegen Außenluft			
Einfachverglasung	1,30	1,40	erfüllt
Dachflächenfenster gegen Außenluft			
Einfachverglasung Dach	1,30	1,70	erfüllt
Decken und Dachschrägen jeweils gegen Außenluft und gegen Dachräume (durchlüftet oder ungedämmt)			
Oberste Geschossdecke	0,13	0,20	erfüllt
Dachfläche	0,11	0,20	erfüllt
Böden erdberührt			
Kellerfußboden	0,27	0,40	erfüllt

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

4. Gebäudegeometrie

4.1 Gebäudegeometrie - Flächen

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Berechnung	Fläche	Fläche	Flächen-
				brutto	netto	anteil
				m ²	m ²	%
1	Oberste Geschossdecke	0,0°	204*0,55 (Grundfl. x Höhenverh.)	112,20	112,20	8,8
2	Dachfläche	NO 45,0°	17*3,82 (Breite x Länge)	64,91	61,91	4,8
3	Einfachverglasung Dach	NO 45,0°		-	3,00	0,2
4	Dachfläche	SW 45,0°	17*3,82 (Breite x Länge)	64,91	61,91	4,8
5	Einfachverglasung Dach	SW 45,0°		-	3,00	0,2
6	Außenwand	NO 90,0°	17*11,5 (Breite x Höhe)	195,50	141,50	11,1
7	Einfachverglasung	NO 90,0°		-	54,00	4,2
8	Außenwand	NW 90,0°	12*11,5 (Breite x Höhe) + 2,7*(12+6,6)/2 (trapezförmiger Giebel)	163,11	119,11	9,3
9	Einfachverglasung	NW 90,0°		-	44,00	3,4
10	Außenwand	SW 90,0°	17*11,5 (Breite x Höhe)	195,50	141,50	11,1
11	Einfachverglasung	SW 90,0°		-	54,00	4,2
12	Außenwand	SO 90,0°	12*11,5 (Breite x Höhe) + 2,7*(12+6,6)/2 (trapezförmiger Giebel)	163,11	119,11	9,3
13	Einfachverglasung	SO 90,0°		-	44,00	3,4
14	Außenwand gegen Erdreich	NO 90,0°	17*2 (Breite x Höhe)	34,00	34,00	2,7
15	Außenwand gegen Erdreich	NW 90,0°	12*2 (Breite x Höhe)	24,00	24,00	1,9
16	Außenwand gegen Erdreich	SW 90,0°	17*2 (Breite x Höhe)	34,00	34,00	2,7
17	Außenwand gegen Erdreich	SO 90,0°	12*2 (Breite x Höhe)	24,00	24,00	1,9
18	Kellerfußboden	0,0°	17*12 (Breite x Länge)	204,00	204,00	15,9

Die Bauteilgeometrien und -ausrichtungen dieses Gebäudes wurden mit der erweiterten Erfassung bestimmt.

4.2 Gebäudegeometrie - Volumen

Nr.	Bezeichnung	Berechnung	Volumen	Volumen-
			brutto	anteil
			m ³	%
1	Dach (abzgl. Abseiten)	409,87	409,87	13,0
2	Korpus: Grundfläche x Hoehe	204 * (4*(2,5+0,2) +0,2)	2244,00	70,9
3	Keller: Grundfläche x Höhe	204 * (2,3+0,2)	510,00	16,1

4.3 Gebäudegeometrie - Zusammenfassung

Gebäudehüllfläche :	1279,24 m ²
Gebäudevolumen :	3163,87 m ³
Beheiztes Luftvolumen :	2439,84 m ³
Bruttogrundfläche (BGF) :	1173,00 m ²
Kompaktheit :	0,40 1/m
Fensterfläche :	202,00 m ²
Charakteristische Länge (l _c) :	2,47 m
Bauweise :	schwere Bauweise

5 Berechnung des OI3-Indikators

5.2 Übersicht Bauteile

Folgende Bauteile wurden in die Berechnung einbezogen:

Bezeichnung	Fläche F m ²	Treibhauspotential GWP ₁₀₀ kg CO ₂ eq / m ²	Versäuerungspotential AP kg SO ₂ eq / m ²	Primärenergieinhalt n. erneuerb. PE _{1,00} MJ / m ²
-------------	----------------------------	--	---	---

Folgende Bauteile wurden bei der OI3-Berechnung NICHT berücksichtigt:

Bezeichnung	Begründung
Oberste Geschossdecke	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Dachfläche	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung Dach	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Dachfläche	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung Dach	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand gegen Erdreich	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand gegen Erdreich	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand gegen Erdreich	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand gegen Erdreich	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Kellerfußboden	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.

Berechnung der OI3-Indikatoren nicht möglich!
- Keine Bauteile-Aufbauten angegeben oder OI3-Indikatoren fehlen -

6. Jahres-Heizwärmebedarfsberechnung

6.1 spezifische Transmissionswärmeverluste der Heizperiode

Nr.	Bauteil	Orientierung Neigung	Fläche A m ²	U _f -Wert W/(m ² K)	Faktor F _x	F _x * U * A	
						WK	%

Objekt : 1120 Wien-Meidling

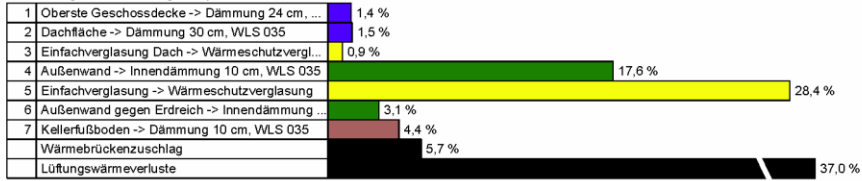
Studiu doctorat

6.1 spezifische Transmissionswärmeverluste (Fortsetzung)

Nr.	Bauteil	Orientierung Neigung	Fläche A m²	U _s -Wert W/(m²K)	Faktor F _x	F _x * U * A	
						W/K	%
1	Oberste Geschossdecke -> Dämmung 24 cm, WLS 035	0,0°	112,20	0,126	0,90	12,77	1,4
2	Dachfläche -> Dämmung 30 cm, WLS 035	NO 45,0°	61,91	0,107	1,00	6,63	0,7
3	Einfachverglasung Dach -> Wärmeschutzverglasung	NO 45,0°	3,00	1,300	1,00	3,90	0,4
4	Dachfläche -> Dämmung 30 cm, WLS 035	SW 45,0°	61,91	0,107	1,00	6,63	0,7
5	Einfachverglasung Dach -> Wärmeschutzverglasung	SW 45,0°	3,00	1,300	1,00	3,90	0,4
6	Außenwand -> Innendämmung 10 cm, WLS 035	NO 90,0°	141,50	0,302	1,00	42,73	4,8
7	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	NO 90,0°	54,00	1,300	1,00	70,20	7,8
8	Außenwand -> Innendämmung 10 cm, WLS 035	NW 90,0°	119,11	0,302	1,00	35,97	4,0
9	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	NW 90,0°	44,00	1,300	1,00	57,20	6,4
10	Außenwand -> Innendämmung 10 cm, WLS 035	SW 90,0°	141,50	0,302	1,00	42,73	4,8
11	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	SW 90,0°	54,00	1,300	1,00	70,20	7,8
12	Außenwand -> Innendämmung 10 cm, WLS 035	SO 90,0°	119,11	0,302	1,00	35,97	4,0
13	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	SO 90,0°	44,00	1,300	1,00	57,20	6,4
14	Außenwand gegen Erdreich -> Innendämmung 10 cm, WLS 035	NO 90,0°	34,00	0,302	0,80	8,21	0,9
15	Außenwand gegen Erdreich -> Innendämmung 10 cm, WLS 035	NW 90,0°	24,00	0,302	0,80	5,80	0,6
16	Außenwand gegen Erdreich -> Innendämmung 10 cm, WLS 035	SW 90,0°	34,00	0,302	0,80	8,21	0,9
17	Außenwand gegen Erdreich -> Innendämmung 10 cm, WLS 035	SO 90,0°	24,00	0,302	0,80	5,80	0,6
18	Kellerfußboden -> Dämmung 10 cm, WLS 035	0,0°	204,00	0,273	0,70	39,05	4,4
			ΣA =	1279,24		Σ(F _x * U * A) =	513,08

Leitwertzuschlag Wärmebrücken L_ψ + L_z (nach ÖNORM B 8110-6, Abschnitt 5.3.2) L_ψ + L_z = 51,31 W/K 5,7 %

Bild 1 : Diagrammdarstellung der spezifischen Wärmeverluste



6.2 Lüftungsverluste

Lüftungswärmeverluste n = 0,40 h⁻¹ 331,82 W/K 37,0 %

6.3 Daten transparenter Bauteile

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Fläche brutto m²	Faktor Rahmen- anteil	Faktor Ver- schattung F _s	Faktor Sonnen- schutz z	Faktor Nichtsenk- rechter Strahlungs- einfall / Verschm. g	Gesamt- energie- durchlass- grad	effektive Kollektor- fläche m²
1	Einfachverglasung Dach -> Wärmeschutzvergl...	NO 45,0°	3,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	0,69

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

6.3 Daten transparenter Bauteile (Fortsetzung)

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Fläche brutto m ²	Faktor Rahmen- anteil	Faktor Ver- schattung F _t	Faktor Sonnen- schutz z	Faktor Nichtsenk- rechter Strahlungs- einfall / Verschm. g	Gesamt- energie- durchlass- grad g	effektive Kollektor- fläche m ²
2	Einfachverglasung Dach -> Wärmeschutzvergl...	SW 45,0°	3,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	0,69
3	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	NO 90,0°	54,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	12,50
4	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	NW 90,0°	44,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	10,19
5	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	SW 90,0°	54,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	12,50
6	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	SO 90,0°	44,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	10,19

6.4 Monatsbilanzierung

Wärmeverluste in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Transmissionswärmeverluste													
Transmissionsverluste	8293	6812	6032	4043	2391	1164	559	733	2063	4161	5963	7552	49765
Wärmebrückenverluste	829	681	603	404	239	116	56	73	206	416	596	755	4976
Summe	9122	7493	6635	4447	2630	1280	614	807	2269	4577	6559	8307	54741
Lüftungswärmeverluste													
Lüftungsverluste	5363	4405	3901	2615	1546	753	361	474	1334	2691	3856	4884	32184
Gesamtwärmeverluste													
Gesamtwärmeverluste	14486	11898	10536	7062	4176	2033	976	1281	3603	7268	10416	13191	86925

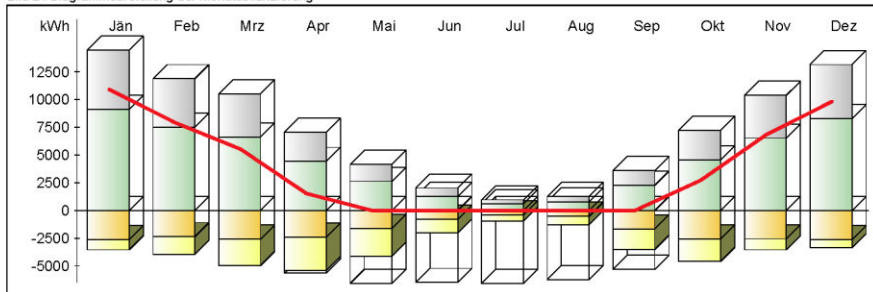
Wärmegewinne in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Interne Wärmegewinne													
Interne Wärmegewinne	2618	2365	2618	2534	2618	2534	2618	2618	2534	2618	2534	2618	30826
Solare Wärmegewinne													
Fenster NO 45°	12	21	35	55	80	85	84	67	45	27	13	8	532
Fenster SW 45°	23	40	62	80	102	99	102	96	72	51	25	18	771
Fenster NO 90°	150	261	425	649	908	962	945	755	540	329	159	109	6193
Fenster NW 90°	122	213	347	529	740	784	770	615	440	268	129	89	5046
Fenster SW 90°	349	570	840	996	1185	1122	1146	1141	933	721	382	292	9678
Fenster SO 90°	284	465	685	811	965	914	934	929	760	587	311	238	7885
Solare Wärmegewinne	941	1570	2395	3121	3980	3966	3981	3602	2791	1983	1019	755	30104
Gesamtwärmegewinne in kWh/Monat													
Gesamtwärmegewinne	3559	3934	5013	5655	6598	6500	6599	6221	5324	4601	3553	3373	60930
Nutzbare Gewinne in kWh/Monat													
Ausnutzung Gewinne (%)	100,0	100,0	99,8	95,7	62,6	31,3	14,8	20,6	66,5	98,9	100,0	100,0	Ø: 67,8
Nutzbare solare Gewinne	941	1569	2390	2987	2490	1240	589	742	1856	1960	1019	755	20425
Nutzbare interne Gewinne	2618	2364	2613	2425	1638	792	387	539	1685	2588	2533	2618	20916
Nutzbare Wärmegewinne	3559	3934	5004	5412	4128	2032	976	1281	3542	4548	3552	3373	41341

6.4 Monatsbilanzierung (Fortsetzung)

Heizwärmebedarf in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Heizwärmebedarf	10927	7964	5532	1524	0	0	0	0	6	2720	6863	9818	45354
Mittlere Außentemperatur in °C und Heiztage													
Mittl. Außentemperatur:	-1,72	0,24	4,20	9,06	13,74	16,85	18,54	18,08	14,42	9,10	3,86	0,22	
Heiztage	31,0	28,0	31,0	27,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	31,0	30,0	31,0	212,4

6.5 Monatsbilanzierung - Zusammenfassung

Bild 2 : Diagrammdarstellung der Monatsbilanzierung



<p>Ergebnisse des Monatsbilanzverfahrens</p> <p>Jahres-Lüftungswärmeverluste = 32.184 kWh/a Jahres-Transmissionsverluste = 54.741 kWh/a Nutzbare interne Gewinne = 20.916 kWh/a Nutzbare solare Gewinne = 20.425 kWh/a Verlustdeckung durch interne Gewinne = 24,1 % Verlustdeckung durch solare Gewinne = 23,5 %</p> <p>Jahres-Heizwärmebedarf = 45.354 kWh/a flächenbezogener Jahres-Heizwärmebedarf = 38,67 kWh/(m²a) volumenbezogener Jahres-Heizwärmebedarf = 14,34 kWh/(m³a)</p> <p>Zahl der Heiztage = 212,4 d/a Heizgradtagzahl = 3.480 Kd/a</p>	<p>— Heizwärmebedarf</p> <p>■ Lüftungswärmeverluste</p> <p>■ Transmissionswärmeverluste</p> <p>■ Reduzierung der Wärmeverluste (Heizungsunterbrechung, etc.)</p> <p>■ nutzbare interne Wärmegewinne</p> <p>■ nutzbare solare Wärmegewinne</p> <p>■ nicht nutzbare Wärmegewinne</p>
---	--

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7 Anlagentechnik

7.1 Beschreibung der Anlagentechnik

Benötigte Heizleistung: **28.247 W**

Gebäudezentrale Anlage

Von der Anlagentechnik versorgte BGF: 1173,00 m²

Raumwärme

Wärmeabgabe und -verteilung

Art des Wärmeabgabesystems:	Kleinflächige Wärmeabgabe wie Radiator, Einzelraumheizer
Regelung der Wärmeabgabe:	Einzelraumregelung mit Thermostatventilen
Verbrauchsfeststellung:	individuell
Heizkreis-Auslegungstemperatur:	55°/45°C
Leistung der Umwälzpumpe:	148,2 W (Defaultwert)
Lage der Verteilungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Verteilungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Verteilungen:	52,54 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Verteilungen:	70 mm (Defaultwert)
Lage der Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Steigleitungen:	93,84 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Steigleitungen:	40 mm (Defaultwert)
Lage der Anbindeleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Anbindeleitungen:	1/3 Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Anbindeleitungen:	656,88 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Anbindeleitungen:	20 mm (Defaultwert)

Wärmeerzeugung

Art der Wärmeerzeugung:	Heizkessel
Heizkesselart:	Niedertemperaturkessel
Baujahr:	2015
Lage:	im unbeheizten Bereich
Brennstoff:	Erdgas E
Betriebsweise:	nicht modulierend
Gebläse für Brenner:	Ja
Nennleistung des Kessels:	28,25 kW (Defaultwert)
Wirkungsgrad bei 100% Nennleistung:	0,90 (Defaultwert)
Bereitschaftsverlust bei Prüfbedingungen:	0,010 kW/kW (Defaultwert)
Leistung der Kesselpumpe:	0,00 W (Defaultwert)
Leistung des Brennergebläses:	70,62 W (Defaultwert)

7.1 Beschreibung der Anlagentechnik (Fortsetzung)

Warmwasser

Warmwasserabgabe

Art der Armaturen:	Zweigriffarmaturen
Art der Verbrauchsfeststellung:	individuell

Warmwasserverteilung

Lage der Verteilleitungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Verteilleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Verteilleitungen:	19,20 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Verteilleitungen:	70 mm (Defaultwert)
Lage der Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Steigleitungen:	46,92 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Steigleitungen:	40 mm (Defaultwert)
Lage der Anbindeleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Anbindeleitungen:	1/3 Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Anbindeleitungen:	187,68 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Anbindeleitungen:	20 mm (Defaultwert)
Lage der Rücklauf-Verteilleitungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Rücklauf-Verteilleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Rücklauf-Verteilleitungen:	18,20 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Rücklauf-Verteilleitungen:	25 mm (Defaultwert)
Lage der Rücklauf-Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Rücklauf-Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Rücklauf-Steigleitungen:	46,92 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Rücklauf-Steigleitungen:	25 mm (Defaultwert)
Laufzeit der Zirkulationspumpe:	24,00 h (Defaultwert)
Leistung der Zirkulationspumpe:	37,32 W (Defaultwert)

Warmwasserspeicher

Art des Warmwasser-Wärmespeichers:	indirekt beheizter Speicher
Baujahr:	2015
Lage:	im unbeheizten Bereich
Volumen:	1642 l (Defaultwert)
Verlust bei Prüfbedingungen:	4,27 kWh/d (Defaultwert)
Basisanschlüsse gedämmt:	Ja
Zusatzanschlüsse gedämmt:	Ja

Wärmeerzeugung

Warmwasserbereitung ist mit der Raumwärmebereitung kombiniert

Lüftung

Lüftungsart:	freie Lüftung
Luftwechselrate:	0,40 1/h

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7.2 monatliche Berechnungsergebnisse

Von der Anlagentechnik bereitzustellende Wärme

Gesamte von der Anlagentechnik bereitzustellende Wärme in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Raumwärme	10927	7964	5532	1210	0	0	0	0	0	2720	6863	9818	45034
Warmwasser	1273	1150	1273	1232	1273	1232	1273	1273	1232	1273	1232	1273	14985

Verluste Anlagentechnikzone 1

Verluste der Wärmeabgabe, -verteilung, -speicherung und -bereitstellung für Raumwärme in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Wärmeabgabe	1047	946	1047	743	0	0	0	0	0	1047	1013	1047	6892
Wärmeverteilung	5568	4397	3433	785	0	0	0	0	0	1754	3786	5052	24775
Wärmespeicherung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wärmebereitstellung	1244	933	716	274	0	0	0	0	0	423	812	1121	5523
Summe Verluste	7859	6275	5196	1802	0	0	0	0	0	3224	5612	7221	37190

Verluste der Wärmeabgabe, -verteilung, -speicherung und -bereitstellung für Warmwasser in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Wärmeabgabe	58	52	58	56	58	56	58	58	56	58	56	58	682
Wärmeverteilung	1685	1513	1656	1579	1608	1541	1584	1586	1553	1631	1604	1675	19214
Wärmespeicherung	174	155	164	151	148	138	140	140	142	156	160	171	1839
Wärmebereitstellung	377	343	391	407	470	448	459	460	454	406	372	378	4965
Summe Verluste	2294	2063	2268	2192	2284	2183	2240	2244	2204	2250	2192	2283	26700

Hilfsenergie in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Raumwärme	136	119	125	83	0	0	0	0	0	118	123	134	839
Warmwasser	49	44	48	47	48	46	48	48	46	48	47	49	568
Summe Hilfsenergie	185	163	173	130	48	46	48	48	46	167	170	182	1406

Rückgewinnbare Verluste (ohne Bereitstellung) in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Raumheizung	6174	4989	4192	1434	0	0	0	0	0	2635	4494	5698	29615
Warmwasser	1234	1114	1234	876	0	0	0	0	0	1234	1194	1234	8118

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7.2 monatliche Berechnungsergebnisse (Fortsetzung)

Gebäudebilanz

Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Heiztechnikenergiebedarf (ohne Hilfsenergie) in kWh/Monat													
Raumwärme	803	730	930	1088	0	0	0	0	0	943	574	679	5748
Warmwasser	2280	2051	2255	2179	2270	2169	2226	2231	2191	2236	2178	2269	26536
Hilfsenergiebedarf in kWh/Monat													
Hilfsenergie (Strom)	185	163	173	130	48	46	48	48	46	167	170	182	1406
Summe Heiztechnikenergiebedarf (inkl. Hilfsenergie, abzgl. evtl. Umweltwärme) in kWh/Monat													
Heiztechnikenergiebedarf	3269	2944	3358	3397	2318	2216	2274	2278	2237	3346	2923	3130	33690

Summe Heizenergiebedarf in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Heizenergiebedarf	15468	12058	10162	5838	3591	3447	3547	3551	3469	7339	11017	14221	93710

7.3 Primärenergiebedarf und Kohlendioxid-Emission

Berechnung Primärenergiebedarf

Primärenergiefaktoren gemäß OIB-Richtlinie 6 (Okt. 2011)

Energiebedarf für	Energieträger	Endenergie kWh/a	Primärenergiefaktor		Primärenergie kWh/a	
			nicht erneuerbar	erneuerbar	nicht erneuerbar	erneuerbar
Raumheizung	Erdgas E	50782	1,17	0,00	59415	0
	Strom (Hilfsenergie)	839	2,15	0,47	1804	394
Warmwasser	Erdgas E	41521	1,17	0,00	48580	0
	Strom (Hilfsenergie)	568	2,15	0,47	1220	267
Haushaltsstrom	Strom-Mix	19267	2,15	0,47	41423	9055

Berechnung CO₂-EmissionenCO₂-Faktoren gemäß OIB-Richtlinie 6 (Okt. 2011)

Energiebedarf für	Energieträger	Endenergie kWh/a	CO ₂ -Faktor g/kWh _{End}	CO ₂ -Emissionen
				kg/a
Raumheizung	Erdgas E	50782	236	11985
	Strom (Hilfsenergie)	839	417	350
Warmwasser	Erdgas E	41521	236	9799
	Strom (Hilfsenergie)	568	417	237
Haushaltsstrom	Strom-Mix	19267	417	8034

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7.4 Jahresbilanz Energiebedarf

Jahresbilanz - Absolutwerte

Jahres-Heizenergiebedarf (HEB)	93.710	kWh/a
Jahres-Endenergiebedarf (EEB)	112.976	kWh/a
Jahres-Primärenergiebedarf (PEB)	162.158	kWh/a

Jahresbilanz - flächenbezogen

Jahres-Heizenergiebedarf (HEB)	79,9	kWh/(m ² a)
Jahres-Endenergiebedarf (EEB)	96,3	kWh/(m² a)
Jahres-Primärenergiebedarf (PEB)	138,2	kWh/(m² a)

Jahresbilanz - volumenbezogen

Jahres-Heizenergiebedarf (HEB)	29,6	kWh/(m ³ a)
Jahres-Endenergiebedarf (EEB)	35,7	kWh/(m³ a)
Jahres-Primärenergiebedarf (PEB)	51,3	kWh/(m³ a)

7.5 Referenzausstattung (für Anforderungswert EEB)

Die Referenzausstattung zur Berechnung des Anforderungswerts wird gemäß ÖNORM H 5056, Anhang A, Abschnitt 2 (Wärmeabgabesystem), Abschnitt 3 (Wärmeverteilsystem) sowie Abschnitt 4 (Wärmespeicher- und bereitstellungssystem flüssige und gasförmige Brennstoffe) angenommen.

Damit ergibt sich damit folgende Referenzanlagentechnik:

Raumwärme

Wärmeabgabe und -verteilung

Art des Wärmeabgabesystems:	Kleinflächige Wärmeabgabe wie Radiator, Einzelraumheizer
Regelung der Wärmeabgabe:	Raumthermostat-Zonenregelung mit Zeitsteuerung
Verbrauchsfeststellung:	individuell
Heizkreis-Auslegungstemperatur:	60°/35°C
Leistung der Umwälzpumpe:	148,2 W (Defaultwert)
Lage der Verteilungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Verteilungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Verteilungen:	52,54 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Verteilungen:	70 mm (Defaultwert)
Lage der Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Steigleitungen:	93,84 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Steigleitungen:	40 mm (Defaultwert)

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7.5 Referenzausstattung (für Anforderungswert EEB) (Fortsetzung)

Lage der Anbindeleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Anbindeleitungen:	1/3 Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Anbindeleitungen:	656,88 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Anbindeleitungen:	20 mm (Defaultwert)

Wärmeerzeugung

Art der Wärmeerzeugung:	Heizkessel
Heizkesselart:	Brennwertkessel
Baujahr:	1995
Lage:	im unbeheizten Bereich
Brennstoff:	Erdgas E
Betriebsweise:	modulierend
Gebläse für Brenner:	Ja
Nennleistung des Kessels:	28,25 kW (Defaultwert)
Wirkungsgrad bei 100% Nennleistung:	0,92 (Defaultwert)
Wirkungsgrad bei 30% Nennleistung:	0,98 (Defaultwert)
Bereitschaftsverlust bei Prüfbedingungen:	0,010 kW/kW (Defaultwert)
Leistung der Kesselpumpe:	0,00 W (Defaultwert)
Leistung des Brennergebläses:	141,23 W (Defaultwert)

Warmwasser**Warmwasserabgabe**

Art der Armaturen:	Zweigriffarmaturen
Art der Verbrauchsfeststellung:	individuell

Warmwasserverteilung

Lage der Verteilleitungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Verteilleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Verteilleitungen:	19,20 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Verteilleitungen:	70 mm (Defaultwert)
Lage der Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Steigleitungen:	46,92 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Steigleitungen:	40 mm (Defaultwert)
Lage der Anbindeleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Anbindeleitungen:	1/3 Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Anbindeleitungen:	187,68 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Anbindeleitungen:	20 mm (Defaultwert)
Lage der Rücklauf-Verteilleitungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Rücklauf-Verteilleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Rücklauf-Verteilleitungen:	18,20 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Rücklauf-Verteilleitungen:	25 mm (Defaultwert)
Lage der Rücklauf-Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Rücklauf-Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Rücklauf-Steigleitungen:	46,92 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Rücklauf-Steigleitungen:	25 mm (Defaultwert)
Laufzeit der Zirkulationspumpe:	24,00 h (Defaultwert)
Leistung der Zirkulationspumpe:	37,32 W (Defaultwert)

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7.5 Referenzausstattung (für Anforderungswert EEB) (Fortsetzung)

Warmwasserspeicher

Art des Warmwasser-Wärmespeichers:	indirekt beheizter Speicher
Baujahr:	1995
Lage:	im unbeheizten Bereich
Volumen:	1642 l (Defaultwert)
Verlust bei Prüfbedingungen:	4,27 kWh/d (Defaultwert)
Basisanschlüsse gedämmt:	Ja
Zusatzanschlüsse gedämmt:	Ja

Wärmeerzeugung

Warmwasserbereitung ist mit der Raumwärmebereitung kombiniert

8 Gesamtenergieeffizienz-Faktor

Berechnung des Gesamtenergieeffizienz-Faktors gemäß Abschnitt 4.4 des "Leitfaden energetisches Verhalten von Gebäuden", Ausgabe 2011.

Gebäude

Heizwärmebedarf	HWB _{ist}	=	38,7 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	WWWB	=	12,8 kWh/m ² a
Heizenergiebedarf	HEB _{ist}	=	79,9 kWh/m ² a
Haushaltsstrombedarf	HHSB	=	16,4 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	EEB _{ist}	=	96,3 kWh/m ² a

Referenz

Heizwärmebedarf	HWB ₂₆	=	49,2 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	WWWB	=	12,8 kWh/m ² a
Anlagenaufwandszahl	e _{AWZ}	=	1,325
Heizenergiebedarf	HEB ₂₆	=	82,1 kWh/m ² a
Haushaltsstrombedarf	HHSB	=	16,4 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	EEB ₂₆	=	98,5 kWh/m ² a

Gesamtenergieeffizienz-Faktor

Gesamtenergieeffizienz-Faktor	f _{GEE}	=	0,978
-------------------------------	------------------	---	-------

Anexa 04

Abordarea sustenabilității pentru termoizolare la interior fără strat aerat

Calculul emisiilor de CO₂ conform normativului OIB-Richtlinie 6 (Okt. 2011) pentru clădire în stadiul dinainte de reabilitare, deduse conform indicilor din Anexa 1 care reprezintă certificatul energetic al clădirii în situația actuală realizat prin sistemul Institutului de Arhitectura de expertizare a fizicii construcțiilor din Viena.

	Tipul de materie primă	Necesarul energetic - $N_{E\text{ Initial}}$	Factor de calcul CO ₂	Emisiile de CO ₂
Valoare energetică pentru		kWh/arie	g/kWh _{End}	kg/m ²
Necesar pentru încălzirea spațiului interior, combustibil - gaz	Gaz	154803	236	36534
	Electricitate (supliment pentru încălzire)	1256	417	524
Necesar pentru apă caldă	Gaz	42157	236	9949
	Electricitate (supliment pentru încălzire)	483	417	201
Consumul de electricitate mixt	Electricitate pentru uz intern	19267	417	8034
Total		217966	1723	55242

	Energie - E (kWh/m ²)	Cost - C (€) necesar utilizării anuale a clădirii exprimat în Kwh/an	Timp - T (ore/persoană) necesar pentru întreținerea clădirii pe an	C - costul de realizare al investiției exprimat în € conform Anexa 4	T _E - timpul de realizare al investiției exprimat în zile calendaristice
Soluția actuală BSI 1	119	139000	1080	1	1
Soluția propusă BSI 2	39	45400	365	153600	95

Referința (modelul pasiv conform OIB adaptat soluției propușe)	32,21	37623,44	182	126857,84	78
---	-------	----------	-----	-----------	----

Calculul emisiilor de CO2 conform normativului OIB-Richtlinie 6 (Okt. 2011) pentru clădirea termoizolată cu termoizolație interioară fără strat aerat deduse conform indicilor din Anexa 3 care reprezintă certificatul energetic al clădirii termoizolate cu termoizolație interioară fără strat aerat realizat prin sistemul Institutului de Arhitectură de expertizare a fizicii construcțiilor din Viena.

	Tipul de materie primă	Necesarul energetic - NE	Factor de calcul CO2	Emisiile de CO2
Valoare energetică pentru		kWh/arie	g/kWh _{End}	kg/m ²
Necesar pentru încălzirea spațiului interior, combustibil - gaz	Gaz	50782	236	11985
	Electricitate (supliment pentru încălzire)	839	417	350
Necesar pentru apă caldă	Gaz	41521	236	9799
	Electricitate (supliment pentru încălzire)	568	417	237
Consumul de electricitate mixt	Electricitate pentru uz intern	19267	417	8034
Total		112977	1723	30405

Anexa 05

Certificatul energetic realizat cu o platformă software acreditată de Institutul de fizică a construcțiilor din Republica Austria, realizat în cadrul Institutului de Arhitectură din Viena – uniunea pentru învățământ și cercetare

pentru

**Clădirea existentă expusă în capitolul 8
varianta cu izolație la interior cu strat aerat**

Energieausweis für Wohngebäude Anexa 5

oib ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK OIB-Richtlinie 6
Ausgabe: Oktober 2011

BEZEICHNUNG	Studiu doctorat		
Gebäude(-teil)		Baujahr	1850
Nutzungsprofil	Mehrfamilienhaus	Letzte Veränderung	
Straße		Katastralgemeinde	Meidling
PLZ/Ort	1120 Wien-Meidling	KG-Nr.	1305
Grundstücksnr.		Seehöhe	190 m

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF, PRIMÄRENERGIEBEDARF, KOHLEN-DIOXIDEMMISSIONEN UND GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR (STANDORTKLIMA)	HWB _{SK}	PEB _{SK}	CO ₂ _{SK}	f _{GEE}
A ++				
A +				
A				
B	B	B	B	B
C				
D				
E				
F				
G				

HWB: Der **Heizwärmebedarf** beschreibt jene Wärmemenge, welche den Räumen rechnerisch zur Beheizung zugeführt werden muss.

WWWB: Der **Warmwasswärmebedarf** ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. einem Liter Wasser je Quadratmeter Brutto-Grundfläche, welches um ca. 30°C (also beispielsweise von 1°C auf 31°C) erwärmt wird.

HEB: Beim **Heizenergiebedarf** werden zusätzlich zum Nutzenergiebedarf die Verluste der Haustechnik im Gebäude berücksichtigt. Dazu zählen beispielsweise die Verluste des Heizkessels, der Energiebedarf von Umwälzpumpen etc.

HHSB: Der **Haushaltsstrombedarf** ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch in einem durchschnittlichen österreichischen Haushalt.

EEB: Beim **Endenergiebedarf** wird zusätzlich zum Heizenergiebedarf der Haushaltsstrom berücksichtigt. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss.

PEB: Der **Primärenergiebedarf** schließt die gesamte Energie für den Bedarf im Gebäude einschließlich aller Verlusten mit ein. Dieser weist einen erneuerbaren und einen nicht erneuerbaren Anteil auf. Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren ist 2004 - 2008.

CO₂: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnende **Kohlendioxidemissionen**, einschließlich jener für Transport und Erzeugung sowie aller Verluste. Zu deren Berechnung würden übliche Allokationsregeln unterstellt.

f_{GEE}: Der **Gesamtenergieeffizienz-Faktor** ist der Quotient aus dem Endenergiefaktor und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

Alle Werte gelten unter Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 "Energieeinsparung und Wärmeschutz" des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EA-VG).
 *Gebäudeprofil 3D" Software, ETU GmbH, Version 4.5.1 vom 07.12.2015, www.etu.at

Energieausweis für Wohngebäude

OIB
ÖSTERREICHISCHES
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe: Oktober 2011

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	1.173,0 m ²	Klimaregion	Region N	mittlerer U-Wert	0,39 $\frac{W}{m^2 \cdot K}$
Bezugs-Grundfläche	938,4 m ²	Heiztage	205 d	Bauweise	schwer
Brutto-Volumen	3.163,9 m ³	Heizgradtage	3480 K·d	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	1.279,2 m ²	Norm-Außentemperatur	-11,5 °C	Sommertauglichkeit	keine Angabe
Kompaktheit(A/V)	0,40 m ⁻¹	Soll-Innentemperatur	20,0 °C	LEK _p -Wert	25,94
charakteristische Länge	2,47 m				

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF

	Referenzklima	Standortklima		Anforderung	
	spezifisch	zonenbezogen	spezifisch		
HWB	32,2 kWh/m ² a	39.474 kWh/a	33,7 kWh/m ² a	50,3 kWh/m ² a	erfüllt
WWWB		14.985 kWh/a	12,8 kWh/m ² a		
HTEB _{RH}		5.860 kWh/a	5,0 kWh/m ² a		
HTEB _{WW}		26.518 kWh/a	22,6 kWh/m ² a		
HTEB		33.759 kWh/a	28,8 kWh/m ² a		
HEB		87.822 kWh/a	74,9 kWh/m ² a		
HHSB		19.267 kWh/a	16,4 kWh/m ² a		
EEB		107.089 kWh/a	91,3 kWh/m ² a	103,7 kWh/m ² a	erfüllt
PEB		155.233 kWh/a	132,3 kWh/m ² a		
PEB _{h,erm}		145.529 kWh/a	124,1 kWh/m ² a		
PEB _{erm}		9.704 kWh/a	8,3 kWh/m ² a		
CO ₂		29.010 kg/a	24,7 kg/m ² a		
f _{CEE}	0,93		0,93		

ERSTELLT

GWR-Zahl		ErstellerIn	DI Leontiu Flaviu Cristian
Ausstellungsdatum	27.01.2016	Unterschrift	
Gültigkeitsdatum	26.01.2026		

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

Gebäudeprofi 3D Software, ETU GmbH, Version 4.5.1 vom 07.12.2015, www.etu.at

2

Objekt , 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

Energiebedarfsberechnung nach OIB-Richtlinie 6

- für Gebäude mit normalen Innentemperaturen -

Objekt	Studiu doctorat
	1120 Wien-Meidling
Auftraggeber	Universitatea Politehnica Timisoara Drd Arh Leontiu Flaviu Cristian Eugen Pop Bl. E 10 Sc. B Timisoara, Romania
Aussteller	DI Leontiu Flaviu Cristian

Telefon :
Telefax :
e-mail :

27.01.2016

(Datum)

(Unterschrift)

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

1. Allgemeine Projektdaten

Projekt : Studi doctorat
 1120 Wien-Meidling

Gebäudetyp : Wohngebäude
 Innentemperatur : normale Innentemperatur (20,0°C)
 Anzahl Vollgeschosse : 4
 Anzahl Wohneinheiten : 5

2. Berechnungsgrundlagen

2.1 Ermittlung der Eingabedaten

Geometrische Eingabedaten

Bauphysikalische Eingabedaten

Haustechnische Eingabedaten

2.2 Richtlinien, Normen und weitere Hilfsmittel

Berechnungsverfahren : OIB - Richtlinie 6
 Energieeinsparung und Wärmeschutz (Ausgabe: Oktober 2011)

Folgende Normen und Verordnungen wurden im Rechenprogramm berücksichtigt:

OIB-Richtlinie 6	Energieeinsparung und Wärmeschutz
ÖNORM B 8110-5	Wärmeschutz im Hochbau Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile
ÖNORM B 8110-6	Wärmeschutz im Hochbau Teil 6: Grundlagen und Nachweisverfahren – HWB und KB
ÖNORM H 5055	Energieausweis für Gebäude
ÖNORM H 5056	Gesamteffizienz von Gebäuden Heiztechnik-Energiebedarf
EN ISO 6946	Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient Berechnungsverfahren

2.3 Verwendete Software

Gebäudeprofi Österreich 3D Version 4.5.1	ETU GmbH Traungasse 14 A-4600 Wels
Bundesland: Wien	Tel. +43 (0)7242 291114 www.etu.at - office@etu.at

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

3 Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile

Bei Neubau oder Renovierung eines Gebäudes oder Gebäudeteiles sowie bei der Erneuerung eines Bauteiles dürfen bei konditionie... Räumen die Wärmedurchgangskoeffizienten gemäß OIB-Richtlinie 6, Ausgabe 2011, Abschnitt 10.2 nicht überschritten werden.

Bauteilbezeichnung	U in W/(m ² K)	U _{ref} in W/(m ² K)	Anforderung
Wände gegen Außenluft			
Außenwand	0,20	0,35	erfüllt
Wände erdberührt			
Außenwand gegen Erdreich	0,20	0,40	erfüllt
Fenster, Fenstertüren, verglaste Türen jeweils in Wohngebäuden (WG) gegen Außenluft			
Einfachverglasung	1,30	1,40	erfüllt
Dachflächenfenster gegen Außenluft			
Einfachverglasung Dach	1,30	1,70	erfüllt
Decken und Dachschrägen jeweils gegen Außenluft und gegen Dachräume (durchlüftet oder ungedämmt)			
Oberste Geschossdecke	0,13	0,20	erfüllt
Dachfläche	0,11	0,20	erfüllt
Böden erdberührt			
Kellerfußboden	0,27	0,40	erfüllt

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

4. Gebäudegeometrie

4.1 Gebäudegeometrie - Flächen

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Berechnung	Fläche	Fläche	Flächen-
				brutto	netto	anteil
				m ²	m ²	%
1	Oberste Geschossdecke	0,0°	204*0,55 (Grundfl. x Höhenverh.)	112,20	112,20	8,8
2	Dachfläche	NO 45,0°	17*3,82 (Breite x Länge)	64,91	61,91	4,8
3	Einfachverglasung Dach	NO 45,0°		-	3,00	0,2
4	Dachfläche	SW 45,0°	17*3,82 (Breite x Länge)	64,91	61,91	4,8
5	Einfachverglasung Dach	SW 45,0°		-	3,00	0,2
6	Außenwand	NO 90,0°	17*11,5 (Breite x Höhe)	195,50	141,50	11,1
7	Einfachverglasung	NO 90,0°		-	54,00	4,2
8	Außenwand	NW 90,0°	12*11,5 (Breite x Höhe) + 2,7*(12+6,6)/2 (trapezförmiger Giebel)	163,11	119,11	9,3
9	Einfachverglasung	NW 90,0°		-	44,00	3,4
10	Außenwand	SW 90,0°	17*11,5 (Breite x Höhe)	195,50	141,50	11,1
11	Einfachverglasung	SW 90,0°		-	54,00	4,2
12	Außenwand	SO 90,0°	12*11,5 (Breite x Höhe) + 2,7*(12+6,6)/2 (trapezförmiger Giebel)	163,11	119,11	9,3
13	Einfachverglasung	SO 90,0°		-	44,00	3,4
14	Außenwand gegen Erdreich	NO 90,0°	17*2 (Breite x Höhe)	34,00	34,00	2,7
15	Außenwand gegen Erdreich	NW 90,0°	12*2 (Breite x Höhe)	24,00	24,00	1,9
16	Außenwand gegen Erdreich	SW 90,0°	17*2 (Breite x Höhe)	34,00	34,00	2,7
17	Außenwand gegen Erdreich	SO 90,0°	12*2 (Breite x Höhe)	24,00	24,00	1,9
18	Kellerfußboden	0,0°	17*12 (Breite x Länge)	204,00	204,00	15,9

Die Bauteilgeometrien und -ausrichtungen dieses Gebäudes wurden mit der erweiterten Erfassung bestimmt.

4.2 Gebäudegeometrie - Volumen

Nr.	Bezeichnung	Berechnung	Volumen	Volumen-
			brutto	anteil
			m ³	%
1	Dach (abzgl. Abseiten)	409,87	409,87	13,0
2	Korpus: Grundfläche x Höhe	204 * (4*(2,5+0,2) +0,2)	2244,00	70,9
3	Keller: Grundfläche x Höhe	204 * (2,3+0,2)	510,00	16,1

4.3 Gebäudegeometrie - Zusammenfassung

Gebäudehüllfläche :	1279,24 m ²
Gebäudevolumen :	3163,87 m ³
Beheiztes Luftvolumen :	2439,84 m ³
Bruttogrundfläche (BGF) :	1173,00 m ²
Kompaktheit :	0,40 1/m
Fensterfläche :	202,00 m ²
Charakteristische Länge (l _c) :	2,47 m
Bauweise :	schwere Bauweise

5 Berechnung des OI3-Indikators

5.2 Übersicht Bauteile

Folgende Bauteile wurden in die Berechnung einbezogen:

Bezeichnung	Fläche F m ²	Treibhauspotential GWP ₁₀₀ kg CO ₂ eq / m ²	Versäuerungspotential AP kg SO ₂ eq / m ²	Primärenergieinhalt n. erneuerb. PE _{1,ne} MJ / m ²
-------------	----------------------------	--	---	---

Folgende Bauteile wurden bei der OI3-Berechnung NICHT berücksichtigt:

Bezeichnung	Begründung
Oberste Geschossdecke	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Dachfläche	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung Dach	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Dachfläche	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung Dach	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand gegen Erdreich	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand gegen Erdreich	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand gegen Erdreich	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand gegen Erdreich	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Kellerfußboden	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.

Berechnung der OI3-Indikatoren nicht möglich!
- Keine Bauteile-Aufbauten angegeben oder OI3-Indikatoren fehlen -

6. Jahres-Heizwärmebedarfsberechnung

6.1 spezifische Transmissionswärmeverluste der Heizperiode

Nr.	Bauteil	Orientierung Neigung	Fläche A m ²	U _f -Wert W/(m ² K)	Faktor F _x	F _x * U * A	
						WK	%

Objekt : 1120 Wien-Meidling

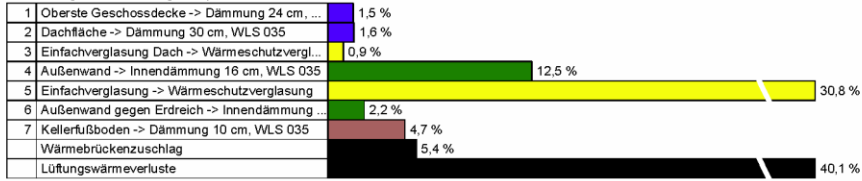
Studiu doctorat

6.1 spezifische Transmissionswärmeverluste (Fortsetzung)

Nr.	Bauteil	Orientierung Neigung	Fläche A m²	U _s -Wert W/(m²K)	Faktor F _x	F _x * U * A	
						W/K	%
1	Oberste Geschossdecke -> Dämmung 24 cm, WLS 035	0,0°	112,20	0,126	0,90	12,77	1,5
2	Dachfläche -> Dämmung 30 cm, WLS 035	NO 45,0°	61,91	0,107	1,00	6,63	0,8
3	Einfachverglasung Dach -> Wärmeschutzverglasung	NO 45,0°	3,00	1,300	1,00	3,90	0,5
4	Dachfläche -> Dämmung 30 cm, WLS 035	SW 45,0°	61,91	0,107	1,00	6,63	0,8
5	Einfachverglasung Dach -> Wärmeschutzverglasung	SW 45,0°	3,00	1,300	1,00	3,90	0,5
6	Außenwand -> Innendämmung 16 cm, WLS 035	NO 90,0°	141,50	0,199	1,00	28,15	3,4
7	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	NO 90,0°	54,00	1,300	1,00	70,20	8,5
8	Außenwand -> Innendämmung 16 cm, WLS 035	NW 90,0°	119,11	0,199	1,00	23,70	2,9
9	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	NW 90,0°	44,00	1,300	1,00	57,20	6,9
10	Außenwand -> Innendämmung 16 cm, WLS 035	SW 90,0°	141,50	0,199	1,00	28,15	3,4
11	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	SW 90,0°	54,00	1,300	1,00	70,20	8,5
12	Außenwand -> Innendämmung 16 cm, WLS 035	SO 90,0°	119,11	0,199	1,00	23,70	2,9
13	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	SO 90,0°	44,00	1,300	1,00	57,20	6,9
14	Außenwand gegen Erdreich -> Innendämmung 16 cm, WLS 035	NO 90,0°	34,00	0,199	0,80	5,41	0,7
15	Außenwand gegen Erdreich -> Innendämmung 16 cm, WLS 035	NW 90,0°	24,00	0,199	0,80	3,82	0,5
16	Außenwand gegen Erdreich -> Innendämmung 16 cm, WLS 035	SW 90,0°	34,00	0,199	0,80	5,41	0,7
17	Außenwand gegen Erdreich -> Innendämmung 16 cm, WLS 035	SO 90,0°	24,00	0,199	0,80	3,82	0,5
18	Kellerfußboden -> Dämmung 10 cm, WLS 035	0,0°	204,00	0,273	0,70	39,05	4,7
			ΣA =	1279,24		Σ(F _x * U * A) =	449,84

Leitwertzuschlag Wärmebrücken L_ψ + L_z (nach ÖNORM B 8110-6, Abschnitt 5.3.2) L_ψ + L_z = 44,98 W/K 5,4 %

Bild 1 : Diagrammdarstellung der spezifischen Wärmeverluste



6.2 Lüftungsverluste

Lüftungswärmeverluste n = 0,40 h⁻¹ 331,82 W/K 40,1 %

6.3 Daten transparenter Bauteile

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Fläche brutto m²	Faktor Rahmen- anteil	Faktor Ver- schattung F _s	Faktor Sonnen- schutz z	Faktor Nichtsenk- rechter Strahlungs- einfall / Verschm. grad	Gesamt- energie- durchlass- grad	effektive Kollektor- fläche m²
1	Einfachverglasung Dach -> Wärmeschutzvergl...	NO 45,0°	3,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	0,69

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

6.3 Daten transparenter Bauteile (Fortsetzung)

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Fläche brutto m ²	Faktor Rahmen- anteil	Faktor Ver- schattung F _t	Faktor Sonnen- schutz z	Faktor Nichtsenk- rechter Strahlungs- einfall / Verschm. g	Gesamt- energie- durchlass- grad g	effektive Kollektor- fläche m ²
2	Einfachverglasung Dach -> Wärmeschutzvergl...	SW 45,0°	3,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	0,69
3	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	NO 90,0°	54,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	12,50
4	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	NW 90,0°	44,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	10,19
5	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	SW 90,0°	54,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	12,50
6	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	SO 90,0°	44,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	10,19

6.4 Monatsbilanzierung

Wärmeverluste in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Transmissionswärmeverluste													
Transmissionsverluste	7271	5972	5288	3544	2096	1020	490	643	1809	3648	5228	6621	43631
Wärmebrückenverluste	727	597	529	354	210	102	49	64	181	365	523	662	4363
Summe	7998	6569	5817	3899	2306	1122	539	707	1990	4013	5751	7283	47994
Lüftungswärmeverluste													
Lüftungsverluste	5363	4405	3901	2615	1546	753	361	474	1334	2691	3856	4884	32184
Gesamtwärmeverluste													
Gesamtwärmeverluste	13361	10975	9718	6513	3852	1875	900	1182	3324	6704	9607	12167	80178

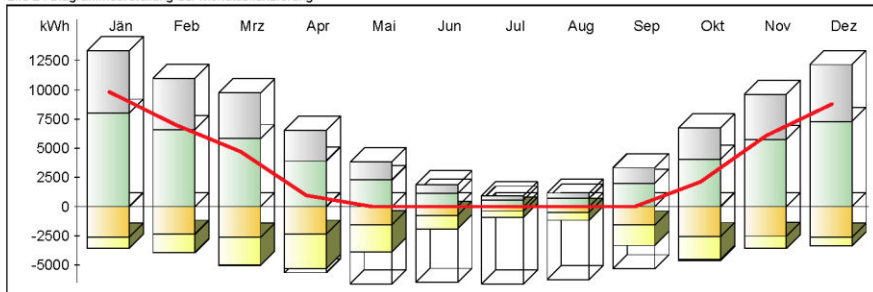
Wärmegewinne in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Interne Wärmegewinne													
Interne Wärmegewinne	2618	2365	2618	2534	2618	2534	2618	2618	2534	2618	2534	2618	30826
Solare Wärmegewinne													
Fenster NO 45°	12	21	35	55	80	85	84	67	45	27	13	8	532
Fenster SW 45°	23	40	62	80	102	99	102	96	72	51	25	18	771
Fenster NO 90°	150	261	425	649	908	962	945	755	540	329	159	109	6193
Fenster NW 90°	122	213	347	529	740	784	770	615	440	268	129	89	5046
Fenster SW 90°	349	570	840	996	1185	1122	1146	1141	933	721	382	292	9678
Fenster SO 90°	284	465	685	811	965	914	934	929	760	587	311	238	7885
Solare Wärmegewinne	941	1570	2395	3121	3980	3966	3981	3602	2791	1983	1019	755	30104
Gesamtwärmegewinne in kWh/Monat													
Gesamtwärmegewinne	3559	3934	5013	5655	6598	6500	6599	6221	5324	4601	3553	3373	60930
Nutzbare Gewinne in kWh/Monat													
Ausnutzung Gewinne (%)	100,0	100,0	99,8	94,3	58,1	28,8	13,6	19,0	61,9	98,5	100,0	100,0	Ø: 66,3
Nutzbare solare Gewinne	941	1569	2390	2943	2311	1144	543	684	1728	1953	1019	755	19946
Nutzbare interne Gewinne	2618	2364	2612	2389	1521	731	357	497	1569	2579	2533	2618	20424
Nutzbare Wärmegewinne	3559	3934	5002	5332	3832	1875	900	1182	3297	4532	3552	3373	40370

6.4 Monatsbilanzierung (Fortsetzung)

Heizwärmebedarf in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Heizwärmebedarf	9802	7041	4716	946	0	0	0	0	0	2120	6055	8794	39474
Mittlere Außentemperatur in °C und Heitztage													
Mittl. Außentemperatur:	-1,72	0,24	4,20	9,06	13,74	16,85	18,54	18,08	14,42	9,10	3,86	0,22	
Heiztage	31,0	28,0	31,0	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,3	30,0	31,0	205,3

6.5 Monatsbilanzierung - Zusammenfassung

Bild 2 : Diagrammdarstellung der Monatsbilanzierung



<p>Ergebnisse des Monatsbilanzverfahrens</p> <p>Jahres-Lüftungswärmeverluste = 32.184 kWh/a Jahres-Transmissionsverluste = 47.994 kWh/a Nutzbare interne Gewinne = 20.424 kWh/a Nutzbare solare Gewinne = 19.946 kWh/a Verlustdeckung durch interne Gewinne = 25,5 % Verlustdeckung durch solare Gewinne = 24,9 %</p> <p>Jahres-Heizwärmebedarf = 39.474 kWh/a flächenbezogener Jahres-Heizwärmebedarf = 33,65 kWh/(m²a) volumenbezogener Jahres-Heizwärmebedarf = 12,48 kWh/(m³a)</p> <p>Zahl der Heitztage = 205,3 d/a Heizgradtagzahl = 3.480 Kd/a</p>	<ul style="list-style-type: none"> — Heizwärmebedarf Lüftungswärmeverluste Transmissionswärmeverluste Reduzierung der Wärmeverluste (Heizungsunterbrechung, etc.) nutzbare interne Wärmegewinne nutzbare solare Wärmegewinne nicht nutzbare Wärmegewinne
--	--

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7 Anlagentechnik

7.1 Beschreibung der Anlagentechnik

Benötigte Heizleistung: 26.054 W

Gebäudezentrale Anlage

Von der Anlagentechnik versorgte BGF: 1173,00 m²

Raumwärme

Wärmeabgabe und -verteilung

Art des Wärmeabgabesystems:	Kleinflächige Wärmeabgabe wie Radiator, Einzelraumheizer
Regelung der Wärmeabgabe:	Einzelraumregelung mit Thermostatventilen
Verbrauchsfeststellung:	individuell
Heizkreis-Auslegungstemperatur:	55°/45°C
Leistung der Umwälzpumpe:	148,2 W (Defaultwert)
Lage der Verteilleitungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Verteilleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Verteilleitungen:	52,54 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Verteilleitungen:	70 mm (Defaultwert)
Lage der Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Steigleitungen:	93,84 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Steigleitungen:	40 mm (Defaultwert)
Lage der Anbindeleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Anbindeleitungen:	1/3 Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Anbindeleitungen:	656,88 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Anbindeleitungen:	20 mm (Defaultwert)

Wärmeerzeugung

Art der Wärmeerzeugung:	Heizkessel
Heizkesselart:	Niedertemperaturkessel
Baujahr:	2015
Lage:	im unbeheizten Bereich
Brennstoff:	Erdgas E
Betriebsweise:	nicht modulierend
Gebläse für Brenner:	Ja
Nennleistung des Kessels:	26,05 kW (Defaultwert)
Wirkungsgrad bei 100% Nennleistung:	0,90 (Defaultwert)
Bereitschaftsverlust bei Prüfbedingungen:	0,010 kW/kW (Defaultwert)
Leistung der Kesselpumpe:	0,00 W (Defaultwert)
Leistung des Brennergebläses:	65,14 W (Defaultwert)

7.1 Beschreibung der Anlagentechnik (Fortsetzung)

Warmwasser

Warmwasserabgabe

Art der Armaturen:	Zweigriffarmaturen
Art der Verbrauchsfeststellung:	individuell

Warmwasserverteilung

Lage der Verteilleitungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Verteilleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Verteilleitungen:	19,20 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Verteilleitungen:	70 mm (Defaultwert)
Lage der Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Steigleitungen:	46,92 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Steigleitungen:	40 mm (Defaultwert)
Lage der Anbindeleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Anbindeleitungen:	1/3 Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Anbindeleitungen:	187,68 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Anbindeleitungen:	20 mm (Defaultwert)
Lage der Rücklauf-Verteilleitungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Rücklauf-Verteilleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Rücklauf-Verteilleitungen:	18,20 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Rücklauf-Verteilleitungen:	25 mm (Defaultwert)
Lage der Rücklauf-Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Rücklauf-Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Rücklauf-Steigleitungen:	46,92 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Rücklauf-Steigleitungen:	25 mm (Defaultwert)
Laufzeit der Zirkulationspumpe:	24,00 h (Defaultwert)
Leistung der Zirkulationspumpe:	37,32 W (Defaultwert)

Warmwasserspeicher

Art des Warmwasser-Wärmespeichers:	indirekt beheizter Speicher
Baujahr:	2015
Lage:	im unbeheizten Bereich
Volumen:	1642 l (Defaultwert)
Verlust bei Prüfbedingungen:	4,27 kWh/d (Defaultwert)
Basisanschlüsse gedämmt:	Ja
Zusatzanschlüsse gedämmt:	Ja

Wärmeerzeugung

Warmwasserbereitung ist mit der Raumwärmebereitung kombiniert

Lüftung

Lüftungsart:	freie Lüftung
Luftwechselrate:	0,40 1/h

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7.2 monatliche Berechnungsergebnisse

Von der Anlagentechnik bereitzustellende Wärme

Gesamte von der Anlagentechnik bereitzustellende Wärme in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Raumwärme	9802	7041	4716	709	0	0	0	0	0	1962	6055	8794	39078
Warmwasser	1273	1150	1273	1232	1273	1232	1273	1273	1232	1273	1232	1273	14985

Verluste Anlagentechnikzone 1

Verluste der Wärmeabgabe, -verteilung, -speicherung und -bereitstellung für Raumwärme in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Wärmeabgabe	1047	946	1047	608	0	0	0	0	0	946	1013	1047	6655
Wärmeverteilung	5504	4304	3249	374	0	0	0	0	0	1342	3674	4978	23425
Wärmespeicherung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wärmebereitstellung	1128	843	642	194	0	0	0	0	0	347	734	1016	4905
Summe Verluste	7679	6093	4938	1176	0	0	0	0	0	2635	5422	7041	34985

Verluste der Wärmeabgabe, -verteilung, -speicherung und -bereitstellung für Warmwasser in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Wärmeabgabe	58	52	58	56	58	56	58	58	56	58	56	58	682
Wärmeverteilung	1685	1513	1656	1579	1608	1541	1584	1586	1553	1631	1604	1675	19214
Wärmespeicherung	174	155	164	151	148	138	140	140	142	156	160	171	1839
Wärmebereitstellung	379	345	392	413	463	441	452	453	446	409	374	380	4947
Summe Verluste	2296	2065	2270	2199	2276	2176	2233	2237	2197	2254	2193	2285	26681

Hilfsenergie in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Raumwärme	134	117	123	68	0	0	0	0	0	106	122	131	801
Warmwasser	50	45	49	48	49	47	49	49	47	49	48	50	580
Summe Hilfsenergie	184	162	173	115	49	47	49	49	47	155	170	181	1381

Rückgewinnbare Verluste (ohne Bereitstellung) in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Raumheizung	6113	4902	4017	920	0	0	0	0	0	2151	4388	5628	28118
Warmwasser	1234	1114	1234	716	0	0	0	0	0	1114	1194	1234	7840

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7.2 monatliche Berechnungsergebnisse (Fortsetzung)

Gebäudebilanz

Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Heiztechnikenergiebedarf (ohne Hilfsenergie) in kWh/Monat													
Raumwärme	783	779	1061	896	0	0	0	0	0	1022	643	677	5860
Warmwasser	2282	2053	2256	2185	2262	2162	2219	2223	2184	2240	2180	2271	26518
Hilfsenergiebedarf in kWh/Monat													
Hilfsenergie (Strom)	184	162	173	115	49	47	49	49	47	155	170	181	1381
Summe Heiztechnikenergiebedarf (inkl. Hilfsenergie, abzgl. evtl. Umweltwärme) in kWh/Monat													
Heiztechnikenergiebedarf	3249	2994	3490	3196	2311	2210	2268	2272	2231	3417	2992	3129	33759
Summe Heizenergiebedarf in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Heizenergiebedarf	14324	11184	9478	5137	3584	3441	3541	3545	3463	6651	10278	13196	87822

7.3 Primärenergiebedarf und Kohlendioxid-Emission

Berechnung Primärenergiebedarf

Primärenergiefaktoren gemäß OIB-Richtlinie 6 (Okt. 2011)

Energiebedarf für	Energieträger	Endenergie kWh/a	Primärenergiefaktor		Primärenergie kWh/a	
			nicht erneuerbar	erneuerbar	nicht erneuerbar	erneuerbar
Raumheizung	Erdgas E	44938	1,17	0,00	52578	0
	Strom (Hilfsenergie)	801	2,15	0,47	1722	376
Warmwasser	Erdgas E	41503	1,17	0,00	48559	0
	Strom (Hilfsenergie)	580	2,15	0,47	1247	273
Haushaltsstrom	Strom-Mix	19267	2,15	0,47	41423	9055

Berechnung CO₂-EmissionenCO₂-Faktoren gemäß OIB-Richtlinie 6 (Okt. 2011)

Energiebedarf für	Energieträger	Endenergie kWh/a	CO ₂ -Faktor g/kWh _{End}	CO ₂ -Emissionen
				kg/a
Raumheizung	Erdgas E	44938	236	10605
	Strom (Hilfsenergie)	801	417	334
Warmwasser	Erdgas E	41503	236	9795
	Strom (Hilfsenergie)	580	417	242
Haushaltsstrom	Strom-Mix	19267	417	8034

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7.4 Jahresbilanz Energiebedarf

<u>Jahresbilanz - Absolutwerte</u>		
Jahres-Heizenergiebedarf (HEB)	87.822	kWh/a
Jahres-Endenergiebedarf (EEB)	107.089	kWh/a
Jahres-Primärenergiebedarf (PEB)	155.233	kWh/a

<u>Jahresbilanz - flächenbezogen</u>		
Jahres-Heizenergiebedarf (HEB)	74,9	kWh/(m ² a)
Jahres-Endenergiebedarf (EEB)	91,3	kWh/(m ² a)
Jahres-Primärenergiebedarf (PEB)	132,3	kWh/(m ² a)

<u>Jahresbilanz - volumenbezogen</u>		
Jahres-Heizenergiebedarf (HEB)	27,8	kWh/(m ³ a)
Jahres-Endenergiebedarf (EEB)	33,8	kWh/(m ³ a)
Jahres-Primärenergiebedarf (PEB)	49,1	kWh/(m ³ a)

7.5 Referenzausstattung (für Anforderungswert EEB)

Die Referenzausstattung zur Berechnung des Anforderungswerts wird gemäß ÖNORM H 5056, Anhang A, Abschnitt 2 (Wärmeabgabesystem), Abschnitt 3 (Wärmeverteilungssystem) sowie Abschnitt 4 (Wärmespeicher- und bereitstellungssystem flüssige und gasförmige Brennstoffe) angenommen.

Damit ergibt sich damit folgende Referenzanlagentechnik:

Raumwärme

Wärmeabgabe und -verteilung

Art des Wärmeabgabesystems:	Kleinflächige Wärmeabgabe wie Radiator, Einzelraumheizer
Regelung der Wärmeabgabe:	Raumthermostat-Zonenregelung mit Zeitsteuerung
Verbrauchsfeststellung:	individuell
Heizkreis-Auslegungstemperatur:	60°/35°C
Leistung der Umwälzpumpe:	148,2 W (Defaultwert)
Lage der Verteilungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Verteilungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Verteilungen:	52,54 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Verteilungen:	70 mm (Defaultwert)
Lage der Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Steigleitungen:	93,84 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Steigleitungen:	40 mm (Defaultwert)

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7.5 Referenzausstattung (für Anforderungswert EEB) (Fortsetzung)

Lage der Anbindeleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Anbindeleitungen:	1/3 Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Anbindeleitungen:	656,88 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Anbindeleitungen:	20 mm (Defaultwert)

Wärmeerzeugung

Art der Wärmeerzeugung:	Heizkessel
Heizkesselart:	Brennwertkessel
Baujahr:	1995
Lage:	im unbeheizten Bereich
Brennstoff:	Erdgas E
Betriebsweise:	modulierend
Gebläse für Brenner:	Ja
Nennleistung des Kessels:	26,05 kW (Defaultwert)
Wirkungsgrad bei 100% Nennleistung:	0,92 (Defaultwert)
Wirkungsgrad bei 30% Nennleistung:	0,98 (Defaultwert)
Bereitschaftsverlust bei Prüfbedingungen:	0,010 kW/kW (Defaultwert)
Leistung der Kesselpumpe:	0,00 W (Defaultwert)
Leistung des Brennergebläses:	130,27 W (Defaultwert)

Warmwasser**Warmwasserabgabe**

Art der Armaturen:	Zweigriffarmaturen
Art der Verbrauchsfeststellung:	individuell

Warmwasserverteilung

Lage der Verteilleitungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Verteilleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Verteilleitungen:	19,20 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Verteilleitungen:	70 mm (Defaultwert)
Lage der Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Steigleitungen:	46,92 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Steigleitungen:	40 mm (Defaultwert)
Lage der Anbindeleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Anbindeleitungen:	1/3 Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Anbindeleitungen:	187,68 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Anbindeleitungen:	20 mm (Defaultwert)
Lage der Rücklauf-Verteilleitungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Rücklauf-Verteilleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Rücklauf-Verteilleitungen:	18,20 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Rücklauf-Verteilleitungen:	25 mm (Defaultwert)
Lage der Rücklauf-Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Rücklauf-Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Rücklauf-Steigleitungen:	46,92 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Rücklauf-Steigleitungen:	25 mm (Defaultwert)
Laufzeit der Zirkulationspumpe:	24,00 h (Defaultwert)
Leistung der Zirkulationspumpe:	37,32 W (Defaultwert)

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7.5 Referenzausstattung (für Anforderungswert EEB) (Fortsetzung)

Warmwasserspeicher

Art des Warmwasser-Wärmespeichers:	indirekt beheizter Speicher
Baujahr:	1995
Lage:	im unbeheizten Bereich
Volumen:	1642 l (Defaultwert)
Verlust bei Prüfbedingungen:	4,27 kWh/d (Defaultwert)
Basisanschlüsse gedämmt:	Ja
Zusatzanschlüsse gedämmt:	Ja

Wärmeerzeugung

Warmwasserbereitung ist mit der Raumwärmebereitung kombiniert

8 Gesamtenergieeffizienz-Faktor

Berechnung des Gesamtenergieeffizienz-Faktors gemäß Abschnitt 4.4 des "Leitfaden energetisches Verhalten von Gebäuden", Ausgabe 2011.

Gebäude

Heizwärmebedarf	HWB _{ist}	=	33,7 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	WWWB	=	12,8 kWh/m ² a
Heizenergiebedarf	HEB _{ist}	=	74,9 kWh/m ² a
Haushaltsstrombedarf	HHSB	=	16,4 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	EEB _{ist}	=	91,3 kWh/m ² a

Referenz

Heizwärmebedarf	HWB ₂₆	=	49,1 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	WWWB	=	12,8 kWh/m ² a
Anlagenaufwandszahl	e _{AWZ}	=	1,325
Heizenergiebedarf	HEB ₂₆	=	82,0 kWh/m ² a
Haushaltsstrombedarf	HHSB	=	16,4 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	EEB ₂₆	=	98,4 kWh/m ² a

Gesamtenergieeffizienz-Faktor

Gesamtenergieeffizienz-Faktor	f _{GEE}	=	0,927
-------------------------------	------------------	---	-------

Anexa 06**Abordarea sustenabilității pentru termoizolare la interior cu strat aerat**

	Energie - E (kWh/m ²)	Cost - C (€) necesar utilizării anuale clădirii exprimat în Kwh/an	Timp - T (ore/persoană) necesar pentru întreținerea clădirii pe an	costul de realizare al investiției exprimat în €	timpul de realizare al investiției exprimat în zile calendaristice
Soluția actuală BSI 1	119	139000	1080	1	1
Soluția propusă BSI 2	34	39500	365	155700	101
Referința (modelul pasiv conform OIB adaptat soluției propuse)	32,21	37623,44	182	126857,84	78

Calculul emisiilor de CO₂ conform normativului OIB-Richtlinie 6 (Okt. 2011) pentru clădirea termoizolată cu termoizolație interioară cu strat aerat deduse conform indicilor din Anexa 5 care reprezintă certificatul energetic al clădirii termoizolate cu termoizolație interioară cu strat aerat realizat prin sistemul Institutului de Arhitectura de expertizare a fizicii construcțiilor din Viena.

	Tipul de materie primă	Necesarul energetic	Factor de calcul CO ₂	Emisiile de CO ₂
Valoare energetică pentru		kWh/arie	g/kWh _{End}	kg/m ²
Necesar pentru încălzirea spațiului interior, combustibil - gaz	Gaz	44938	236	10605
	Electricitate (supliment pentru încălzire)	801	417	334
Necesar pentru apă caldă	Gaz	41503	236	9795
	Electricitate (supliment pentru încălzire)	580	417	242
Consumul de electricitate mixt	Electricitate pentru uz intern	19267	417	8034
Total		107089	1723	29010

Anexa 07

Certificatul energetic realizat cu o platformă software acreditată de Institutul de fizică a construcțiilor din Republica Austria, realizat în cadrul Institutului de Arhitectură din Viena – uniunea pentru învățământ și cercetare

pentru

**Clădirea existentă expusă în capitolul 8
varianta cu izolație la exterior fără strat aerat**

Energieausweis für Wohngebäude Anexa 7

oib ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK OIB-Richtlinie 6
Ausgabe: Oktober 2011

BEZEICHNUNG	Studiu doctorat		
Gebäude(-teil)		Baujahr	1850
Nutzungsprofil	Mehrfamilienhaus	Letzte Veränderung	
Straße		Katastralgemeinde	Meidling
PLZ/Ort	1120 Wien-Meidling	KG-Nr.	1305
Grundstücksnr.		Seehöhe	190 m

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF, PRIMÄRENERGIEBEDARF, KOHLEN-DIOXIDEMMISSIONEN UND GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR (STANDORTKLIMA)	HWB _{SK}	PEB _{SK}	CO ₂ _{SK}	f _{GEE}
A ++				
A +				
A				
B	B	B	B	B
C				
D				
E				
F				
G				

HWB: Der **Heizwärmebedarf** beschreibt jene Wärmemenge, welche den Räumen rechnerisch zur Beheizung zugeführt werden muss.

WWWB: Der **Warmwasserwärmebedarf** ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. einem Liter Wasser je Quadratmeter Brutto-Grundfläche, welches um ca. 30°C (also beispielsweise von 1°C auf 31°C) erwärmt wird.

HEB: Beim **Heizenergiebedarf** werden zusätzlich zum Nutzenergiebedarf die Verluste der Haustechnik im Gebäude berücksichtigt. Dazu zählen beispielsweise die Verluste des Heizkessels, der Energiebedarf von Umwälzpumpen etc.

HHSB: Der **Haushaltstrombedarf** ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch in einem durchschnittlichen österreichischen Haushalt.

EEB: Beim **Endenergiebedarf** wird zusätzlich zum Heizenergiebedarf der Haushaltsstrom berücksichtigt. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss.

PEB: Der **Primärenergiebedarf** schließt die gesamte Energie für den Bedarf im Gebäude einschließlich aller Verlusten mit ein. Dieser weist einen erneuerbaren und einen nicht erneuerbaren Anteil auf. Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren ist 2004 - 2008.

CO₂: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnende **Kohlendioxidemissionen**, einschließlich jener für Transport und Erzeugung sowie aller Verluste. Zu deren Berechnung würden übliche Allokationsregeln unterstellt.

f_{GEE}: Der **Gesamtenergieeffizienz-Faktor** ist der Quotient aus dem Endenergiefaktor und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

Alle Werte gelten unter Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 "Energieeinsparung und Wärmeschutz" des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EA-VG).
 Gebäudeprofil 3D Software, ETU GmbH, Version 4.5.1 vom 07.12.2015, www.etu.at

Energieausweis für Wohngebäude

OIB
ÖSTERREICHISCHES
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe: Oktober 2011

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	1.173,0 m ²	Klimaregion	Region N	mittlerer U-Wert	0,44 $\frac{W}{m^2 \cdot K}$
Bezugs-Grundfläche	938,4 m ²	Heiztage	212 d	Bauweise	schwer
Brutto-Volumen	3.163,9 m ³	Heizgradtage	3480 K·d	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	1.279,2 m ²	Norm-Außentemperatur	-11,5 °C	Sommertauglichkeit	keine Angabe
Kompaktheit(A/V)	0,40 m ⁻¹	Soll-Innentemperatur	20,0 °C	LEK _p -Wert	29,59
charakteristische Länge	2,47 m				

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF

	Referenzklima	Standortklima		Anforderung	
	spezifisch	zonenbezogen	spezifisch		
HWB	37,0 kWh/m ² a	45.354 kWh/a	38,7 kWh/m ² a	50,3 kWh/m ² a	erfüllt
WWWB		14.985 kWh/a	12,8 kWh/m ² a		
HTEB _{RH}		5.748 kWh/a	4,9 kWh/m ² a		
HTEB _{WW}		26.536 kWh/a	22,6 kWh/m ² a		
HTEB		33.690 kWh/a	28,7 kWh/m ² a		
HEB		93.710 kWh/a	79,9 kWh/m ² a		
HHSB		19.267 kWh/a	16,4 kWh/m ² a		
EEB		112.976 kWh/a	96,3 kWh/m ² a	103,6 kWh/m ² a	erfüllt
PEB		162.158 kWh/a	138,2 kWh/m ² a		
PEB _{h,erm}		152.442 kWh/a	130,0 kWh/m ² a		
PEB _{erm}		9.716 kWh/a	8,3 kWh/m ² a		
CO ₂		30.404 kg/a	25,9 kg/m ² a		
f _{CEE}	0,98		0,98		

ERSTELLT

GWR-Zahl		ErstellerIn	DI Leontiu Flaviu Cristian
Ausstellungsdatum	27.01.2016	Unterschrift	
Gültigkeitsdatum	26.01.2026		

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

Gebäudeprofi 3D Software, ETU GmbH, Version 4.5.1 vom 07.12.2015, www.etu.at

2

Objekt , 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

Energiebedarfsberechnung nach OIB-Richtlinie 6

- für Gebäude mit normalen Innentemperaturen -

Objekt	Studiu doctorat
	1120 Wien-Meidling
Auftraggeber	Universitatea Politehnica Timisoara Drd Arh Leontiu Flaviu Cristian Eugen Pop Bl. E 10 Sc. B Timisoara, Romania
Aussteller	DI Leontiu Flaviu Cristian

Telefon :
Telefax :
e-mail :

27.01.2016

(Datum)

(Unterschrift)

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

1. Allgemeine Projektdaten

Projekt : Studiu doctorat
 1120 Wien-Meidling

Gebäudetyp : Wohngebäude
 Innentemperatur : normale Innentemperatur (20,0°C)
 Anzahl Vollgeschosse : 4
 Anzahl Wohneinheiten : 5

2. Berechnungsgrundlagen

2.1 Ermittlung der Eingabedaten

Geometrische Eingabedaten

Bauphysikalische Eingabedaten

Haustechnische Eingabedaten

2.2 Richtlinien, Normen und weitere Hilfsmittel

Berechnungsverfahren : OIB - Richtlinie 6
 Energieeinsparung und Wärmeschutz (Ausgabe: Oktober 2011)

Folgende Normen und Verordnungen wurden im Rechenprogramm berücksichtigt:

OIB-Richtlinie 6	Energieeinsparung und Wärmeschutz
ÖNORM B 8110-5	Wärmeschutz im Hochbau Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile
ÖNORM B 8110-6	Wärmeschutz im Hochbau Teil 6: Grundlagen und Nachweisverfahren – HWB und KB
ÖNORM H 5055	Energieausweis für Gebäude
ÖNORM H 5056	Gesamteffizienz von Gebäuden Heiztechnik-Energiebedarf
EN ISO 6946	Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient Berechnungsverfahren

2.3 Verwendete Software

Gebäudeprofi Österreich 3D Version 4.5.1	ETU GmbH Traungasse 14 A-4600 Wels
Bundesland: Wien	Tel. +43 (0)7242 291114 www.etu.at - office@etu.at

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

3 Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile

Bei Neubau oder Renovierung eines Gebäudes oder Gebäudeteiles sowie bei der Erneuerung eines Bauteiles dürfen bei konditionie... Räumen die Wärmedurchgangskoeffizienten gemäß OIB-Richtlinie 6, Ausgabe 2011, Abschnitt 10.2 nicht überschritten werden.

Bauteilbezeichnung	U in W/(m ² K)	U _{req} in W/(m ² K)	Anforderung
Wände gegen Außenluft			
Außenwand	0,30	0,35	erfüllt
Wände erdberührt			
Außenwand gegen Erdreich	0,30	0,40	erfüllt
Fenster, Fenstertüren, verglaste Türen jeweils in Wohngebäuden (WG) gegen Außenluft			
Einfachverglasung	1,30	1,40	erfüllt
Dachflächenfenster gegen Außenluft			
Einfachverglasung Dach	1,30	1,70	erfüllt
Decken und Dachschrägen jeweils gegen Außenluft und gegen Dachräume (durchlüftet oder ungedämmt)			
Oberste Geschossdecke	0,13	0,20	erfüllt
Dachfläche	0,11	0,20	erfüllt
Böden erdberührt			
Kellerfußboden	0,27	0,40	erfüllt

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

4. Gebäudegeometrie

4.1 Gebäudegeometrie - Flächen

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Berechnung	Fläche	Fläche	Flächen-
				brutto	netto	anteil
				m ²	m ²	%
1	Oberste Geschossdecke	0,0°	204*0,55 (Grundfl. x Höhenverh.)	112,20	112,20	8,8
2	Dachfläche	NO 45,0°	17*3,82 (Breite x Länge)	64,91	61,91	4,8
3	Einfachverglasung Dach	NO 45,0°		-	3,00	0,2
4	Dachfläche	SW 45,0°	17*3,82 (Breite x Länge)	64,91	61,91	4,8
5	Einfachverglasung Dach	SW 45,0°		-	3,00	0,2
6	Außenwand	NO 90,0°	17*11,5 (Breite x Höhe)	195,50	141,50	11,1
7	Einfachverglasung	NO 90,0°		-	54,00	4,2
8	Außenwand	NW 90,0°	12*11,5 (Breite x Höhe) + 2,7*(12+6,6)/2 (trapezförmiger Giebel)	163,11	119,11	9,3
9	Einfachverglasung	NW 90,0°		-	44,00	3,4
10	Außenwand	SW 90,0°	17*11,5 (Breite x Höhe)	195,50	141,50	11,1
11	Einfachverglasung	SW 90,0°		-	54,00	4,2
12	Außenwand	SO 90,0°	12*11,5 (Breite x Höhe) + 2,7*(12+6,6)/2 (trapezförmiger Giebel)	163,11	119,11	9,3
13	Einfachverglasung	SO 90,0°		-	44,00	3,4
14	Außenwand gegen Erdreich	NO 90,0°	17*2 (Breite x Höhe)	34,00	34,00	2,7
15	Außenwand gegen Erdreich	NW 90,0°	12*2 (Breite x Höhe)	24,00	24,00	1,9
16	Außenwand gegen Erdreich	SW 90,0°	17*2 (Breite x Höhe)	34,00	34,00	2,7
17	Außenwand gegen Erdreich	SO 90,0°	12*2 (Breite x Höhe)	24,00	24,00	1,9
18	Kellerfußboden	0,0°	17*12 (Breite x Länge)	204,00	204,00	15,9

Die Bauteilgeometrien und -ausrichtungen dieses Gebäudes wurden mit der erweiterten Erfassung bestimmt.

4.2 Gebäudegeometrie - Volumen

Nr.	Bezeichnung	Berechnung	Volumen	Volumen-
			brutto	anteil
			m ³	%
1	Dach (abzgl. Abseiten)	409,87	409,87	13,0
2	Korpus: Grundfläche x Höhe	204 * (4*(2,5+0,2) +0,2)	2244,00	70,9
3	Keller: Grundfläche x Höhe	204 * (2,3+0,2)	510,00	16,1

4.3 Gebäudegeometrie - Zusammenfassung

Gebäudehüllfläche :	1279,24 m ²
Gebäudevolumen :	3163,87 m ³
Beheiztes Luftvolumen :	2439,84 m ³
Bruttogrundfläche (BGF) :	1173,00 m ²
Kompaktheit :	0,40 1/m
Fensterfläche :	202,00 m ²
Charakteristische Länge (l _c) :	2,47 m
Bauweise :	schwere Bauweise

5 Berechnung des OI3-Indikators

5.2 Übersicht Bauteile

Folgende Bauteile wurden in die Berechnung einbezogen:

Bezeichnung	Fläche F m ²	Treibhauspotential GWP ₁₀₀ kg CO ₂ eq / m ²	Versäuerungspotential AP kg SO ₂ eq / m ²	Primärenergieinhalt n. erneuerb. PE _{1,ne} MJ / m ²
-------------	----------------------------	--	---	---

Folgende Bauteile wurden bei der OI3-Berechnung NICHT berücksichtigt:

Bezeichnung	Begründung
Oberste Geschossdecke	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Dachfläche	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung Dach	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Dachfläche	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung Dach	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand gegen Erdreich	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand gegen Erdreich	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand gegen Erdreich	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand gegen Erdreich	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Kellerfußboden	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.

Berechnung der OI3-Indikatoren nicht möglich!
- Keine Bauteile-Aufbauten angegeben oder OI3-Indikatoren fehlen -

6. Jahres-Heizwärmebedarfsberechnung

6.1 spezifische Transmissionswärmeverluste der Heizperiode

Nr.	Bauteil	Orientierung Neigung	Fläche A m ²	U _f -Wert W/(m ² K)	Faktor F _x	F _x * U * A	
						WK	%

Objekt : 1120 Wien-Meidling

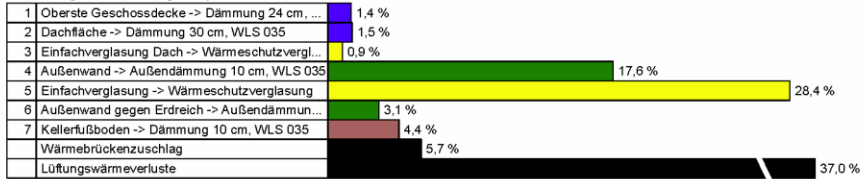
Studiu doctorat

6.1 spezifische Transmissionswärmeverluste (Fortsetzung)

Nr.	Bauteil	Orientierung Neigung	Fläche A m²	U-Wert W/(m²K)	Faktor F _x	F _x * U * A	
						W/K	%
1	Oberste Geschossdecke -> Dämmung 24 cm, WLS 035	0,0°	112,20	0,126	0,90	12,77	1,4
2	Dachfläche -> Dämmung 30 cm, WLS 035	NO 45,0°	61,91	0,107	1,00	6,63	0,7
3	Einfachverglasung Dach -> Wärmeschutzverglasung	NO 45,0°	3,00	1,300	1,00	3,90	0,4
4	Dachfläche -> Dämmung 30 cm, WLS 035	SW 45,0°	61,91	0,107	1,00	6,63	0,7
5	Einfachverglasung Dach -> Wärmeschutzverglasung	SW 45,0°	3,00	1,300	1,00	3,90	0,4
6	Außenwand -> Außendämmung 10 cm, WLS 035	NO 90,0°	141,50	0,302	1,00	42,73	4,8
7	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	NO 90,0°	54,00	1,300	1,00	70,20	7,8
8	Außenwand -> Außendämmung 10 cm, WLS 035	NW 90,0°	119,11	0,302	1,00	35,97	4,0
9	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	NW 90,0°	44,00	1,300	1,00	57,20	6,4
10	Außenwand -> Außendämmung 10 cm, WLS 035	SW 90,0°	141,50	0,302	1,00	42,73	4,8
11	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	SW 90,0°	54,00	1,300	1,00	70,20	7,8
12	Außenwand -> Außendämmung 10 cm, WLS 035	SO 90,0°	119,11	0,302	1,00	35,97	4,0
13	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	SO 90,0°	44,00	1,300	1,00	57,20	6,4
14	Außenwand gegen Erdreich -> Außendämmung 10 cm, WLS 0...	NO 90,0°	34,00	0,302	0,80	8,21	0,9
15	Außenwand gegen Erdreich -> Außendämmung 10 cm, WLS 0...	NW 90,0°	24,00	0,302	0,80	5,80	0,6
16	Außenwand gegen Erdreich -> Außendämmung 10 cm, WLS 0...	SW 90,0°	34,00	0,302	0,80	8,21	0,9
17	Außenwand gegen Erdreich -> Außendämmung 10 cm, WLS 0...	SO 90,0°	24,00	0,302	0,80	5,80	0,6
18	Kellerfußboden -> Dämmung 10 cm, WLS 035	0,0°	204,00	0,273	0,70	39,05	4,4
			ΣA =	1279,24		Σ(F _x * U * A) =	513,08

Leitwertzuschlag Wärmebrücken L_ψ + L_z (nach ÖNORM B 8110-6, Abschnitt 5.3.2) L_ψ + L_z = 51,31 W/K 5,7 %

Bild 1 : Diagrammdarstellung der spezifischen Wärmeverluste



6.2 Lüftungsverluste

Lüftungswärmeverluste n = 0,40 h⁻¹ 331,82 W/K 37,0 %

6.3 Daten transparenter Bauteile

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Fläche brutto m²	Faktor Rahmen- anteil	Faktor Ver- schattung F _s	Faktor Sonnen- schutz z	Faktor Nichtsenk- rechter Strahlungs- einfall / Verschm. g	Gesamt- energie- durchlass- grad	effektive Kollektor- fläche m²
1	Einfachverglasung Dach -> Wärmeschutzvergl...	NO 45,0°	3,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	0,69

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

6.3 Daten transparenter Bauteile (Fortsetzung)

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Fläche brutto m²	Faktor Rahmen- anteil	Faktor Ver- schattung F_1	Faktor Sonnen- schutz z	Faktor Nichtsenk- rechter Strahlungs- einfall / Verschm. g	Gesamt- energie- durchlass- grad g	effektive Kollektor- fläche m²
2	Einfachverglasung Dach -> Wärmeschutzvergl...	SW 45,0°	3,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	0,69
3	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	NO 90,0°	54,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	12,50
4	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	NW 90,0°	44,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	10,19
5	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	SW 90,0°	54,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	12,50
6	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	SO 90,0°	44,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	10,19

6.4 Monatsbilanzierung

Wärmeverluste in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Transmissionswärmeverluste													
Transmissionsverluste	8293	6812	6032	4043	2391	1164	559	733	2063	4161	5963	7552	49765
Wärmebrückenverluste	829	681	603	404	239	116	56	73	206	416	596	755	4976
Summe	9122	7493	6635	4447	2630	1280	614	807	2269	4577	6559	8307	54741
Lüftungswärmeverluste													
Lüftungsverluste	5363	4405	3901	2615	1546	753	361	474	1334	2691	3856	4884	32184
Gesamtwärmeverluste													
Gesamtwärmeverluste	14486	11898	10536	7062	4176	2033	976	1281	3603	7268	10416	13191	86925

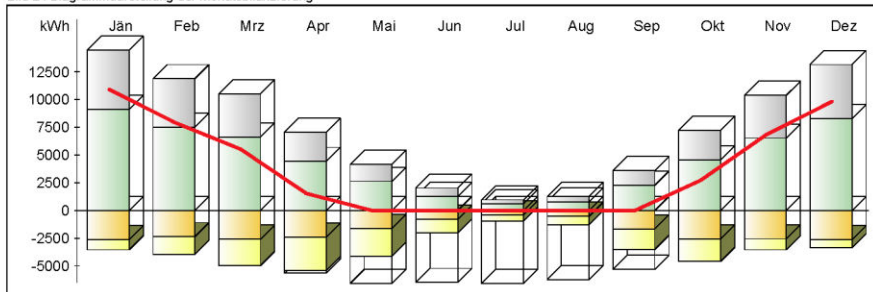
Wärmegewinne in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Interne Wärmegewinne													
Interne Wärmegewinne	2618	2365	2618	2534	2618	2534	2618	2618	2534	2618	2534	2618	30826
Solare Wärmegewinne													
Fenster NO 45°	12	21	35	55	80	85	84	67	45	27	13	8	532
Fenster SW 45°	23	40	62	80	102	99	102	96	72	51	25	18	771
Fenster NO 90°	150	261	425	649	908	962	945	755	540	329	159	109	6193
Fenster NW 90°	122	213	347	529	740	784	770	615	440	268	129	89	5046
Fenster SW 90°	349	570	840	996	1185	1122	1146	1141	933	721	382	292	9678
Fenster SO 90°	284	465	685	811	965	914	934	929	760	587	311	238	7885
Solare Wärmegewinne	941	1570	2395	3121	3980	3966	3981	3602	2791	1983	1019	755	30104
Gesamtwärmegewinne in kWh/Monat													
Gesamtwärmegewinne	3559	3934	5013	5655	6598	6500	6599	6221	5324	4601	3553	3373	60930
Nutzbare Gewinne in kWh/Monat													
Ausnutzung Gewinne (%)	100,0	100,0	99,8	95,7	62,6	31,3	14,8	20,6	66,5	98,9	100,0	100,0	Ø: 67,8
Nutzbare solare Gewinne	941	1569	2390	2987	2490	1240	589	742	1856	1960	1019	755	20425
Nutzbare interne Gewinne	2618	2364	2613	2425	1638	792	387	539	1685	2588	2533	2618	20916
Nutzbare Wärmegewinne	3559	3934	5004	5412	4128	2032	976	1281	3542	4548	3552	3373	41341

6.4 Monatsbilanzierung (Fortsetzung)

Heizwärmebedarf in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Heizwärmebedarf	10927	7964	5532	1524	0	0	0	0	6	2720	6863	9818	45354
Mittlere Außentemperatur in °C und Heiztage													
Mittl. Außentemperatur:	-1,72	0,24	4,20	9,06	13,74	16,85	18,54	18,08	14,42	9,10	3,86	0,22	
Heiztage	31,0	28,0	31,0	27,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	31,0	30,0	31,0	212,4

6.5 Monatsbilanzierung - Zusammenfassung

Bild 2 : Diagrammdarstellung der Monatsbilanzierung



<p>Ergebnisse des Monatsbilanzverfahrens</p> <p>Jahres-Lüftungswärmeverluste = 32.184 kWh/a Jahres-Transmissionsverluste = 54.741 kWh/a Nutzbare interne Gewinne = 20.916 kWh/a Nutzbare solare Gewinne = 20.425 kWh/a Verlustdeckung durch interne Gewinne = 24,1 % Verlustdeckung durch solare Gewinne = 23,5 %</p> <p>Jahres-Heizwärmebedarf = 45.354 kWh/a flächenbezogener Jahres-Heizwärmebedarf = 38,67 kWh/(m²a) volumenbezogener Jahres-Heizwärmebedarf = 14,34 kWh/(m³a)</p> <p>Zahl der Heiztage = 212,4 d/a Heizgradtagzahl = 3.480 Kd/a</p>	<ul style="list-style-type: none"> — Heizwärmebedarf Lüftungswärmeverluste Transmissionswärmeverluste Reduzierung der Wärmeverluste (Heizungsunterbrechung, etc.) nutzbare interne Wärmegewinne nutzbare solare Wärmegewinne nicht nutzbare Wärmegewinne
---	--

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7 Anlagentechnik

7.1 Beschreibung der Anlagentechnik

Benötigte Heizleistung: 28.247 W

Gebäudezentrale Anlage

Von der Anlagentechnik versorgte BGF: 1173,00 m²

Raumwärme

Wärmeabgabe und -verteilung

Art des Wärmeabgabesystems:	Kleinflächige Wärmeabgabe wie Radiator, Einzelraumheizer
Regelung der Wärmeabgabe:	Einzelraumregelung mit Thermostatventilen
Verbrauchsfeststellung:	individuell
Heizkreis-Auslegungstemperatur:	55°/45°C
Leistung der Umwälzpumpe:	148,2 W (Defaultwert)
Lage der Verteilungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Verteilungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Verteilungen:	52,54 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Verteilungen:	70 mm (Defaultwert)
Lage der Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Steigleitungen:	93,84 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Steigleitungen:	40 mm (Defaultwert)
Lage der Anbindeleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Anbindeleitungen:	1/3 Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Anbindeleitungen:	656,88 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Anbindeleitungen:	20 mm (Defaultwert)

Wärmeerzeugung

Art der Wärmeerzeugung:	Heizkessel
Heizkesselart:	Niedertemperaturkessel
Baujahr:	2015
Lage:	im unbeheizten Bereich
Brennstoff:	Erdgas E
Betriebsweise:	nicht modulierend
Gebläse für Brenner:	Ja
Nennleistung des Kessels:	28,25 kW (Defaultwert)
Wirkungsgrad bei 100% Nennleistung:	0,90 (Defaultwert)
Bereitschaftsverlust bei Prüfbedingungen:	0,010 kW/kW (Defaultwert)
Leistung der Kesselpumpe:	0,00 W (Defaultwert)
Leistung des Brennergebläses:	70,62 W (Defaultwert)

7.1 Beschreibung der Anlagentechnik (Fortsetzung)

Warmwasser

Warmwasserabgabe

Art der Armaturen:	Zweigriffarmaturen
Art der Verbrauchsfeststellung:	individuell

Warmwasserverteilung

Lage der Verteilleitungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Verteilleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Verteilleitungen:	19,20 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Verteilleitungen:	70 mm (Defaultwert)
Lage der Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Steigleitungen:	46,92 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Steigleitungen:	40 mm (Defaultwert)
Lage der Anbindeleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Anbindeleitungen:	1/3 Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Anbindeleitungen:	187,68 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Anbindeleitungen:	20 mm (Defaultwert)
Lage der Rücklauf-Verteilleitungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Rücklauf-Verteilleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Rücklauf-Verteilleitungen:	18,20 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Rücklauf-Verteilleitungen:	25 mm (Defaultwert)
Lage der Rücklauf-Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Rücklauf-Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Rücklauf-Steigleitungen:	46,92 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Rücklauf-Steigleitungen:	25 mm (Defaultwert)
Laufzeit der Zirkulationspumpe:	24,00 h (Defaultwert)
Leistung der Zirkulationspumpe:	37,32 W (Defaultwert)

Warmwasserspeicher

Art des Warmwasser-Wärmespeichers:	indirekt beheizter Speicher
Baujahr:	2015
Lage:	im unbeheizten Bereich
Volumen:	1642 l (Defaultwert)
Verlust bei Prüfbedingungen:	4,27 kWh/d (Defaultwert)
Basisanschlüsse gedämmt:	Ja
Zusatzanschlüsse gedämmt:	Ja

Wärmeerzeugung

Warmwasserbereitung ist mit der Raumwärmebereitung kombiniert

Lüftung

Lüftungsart:	freie Lüftung
Luftwechselrate:	0,40 1/h

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7.2 monatliche Berechnungsergebnisse

Von der Anlagentechnik bereitzustellende Wärme

Gesamte von der Anlagentechnik bereitzustellende Wärme in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Raumwärme	10927	7964	5532	1210	0	0	0	0	0	2720	6863	9818	45034
Warmwasser	1273	1150	1273	1232	1273	1232	1273	1273	1232	1273	1232	1273	14985

Verluste Anlagentechnikzone 1

Verluste der Wärmeabgabe, -verteilung, -speicherung und -bereitstellung für Raumwärme in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Wärmeabgabe	1047	946	1047	743	0	0	0	0	0	1047	1013	1047	6892
Wärmeverteilung	5568	4397	3433	785	0	0	0	0	0	1754	3786	5052	24775
Wärmespeicherung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wärmebereitstellung	1244	933	716	274	0	0	0	0	0	423	812	1121	5523
Summe Verluste	7859	6275	5196	1802	0	0	0	0	0	3224	5612	7221	37190

Verluste der Wärmeabgabe, -verteilung, -speicherung und -bereitstellung für Warmwasser in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Wärmeabgabe	58	52	58	56	58	56	58	58	56	58	56	58	682
Wärmeverteilung	1685	1513	1656	1579	1608	1541	1584	1586	1553	1631	1604	1675	19214
Wärmespeicherung	174	155	164	151	148	138	140	140	142	156	160	171	1839
Wärmebereitstellung	377	343	391	407	470	448	459	460	454	406	372	378	4965
Summe Verluste	2294	2063	2268	2192	2284	2183	2240	2244	2204	2250	2192	2283	26700

Hilfsenergie in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Raumwärme	136	119	125	83	0	0	0	0	0	118	123	134	839
Warmwasser	49	44	48	47	48	46	48	48	46	48	47	49	568
Summe Hilfsenergie	185	163	173	130	48	46	48	48	46	167	170	182	1406

Rückgewinnbare Verluste (ohne Bereitstellung) in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Raumheizung	6174	4989	4192	1434	0	0	0	0	0	2635	4494	5698	29615
Warmwasser	1234	1114	1234	876	0	0	0	0	0	1234	1194	1234	8118

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7.2 monatliche Berechnungsergebnisse (Fortsetzung)

Gebäudebilanz

Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Heiztechnikenergiebedarf (ohne Hilfsenergie) in kWh/Monat													
Raumwärme	803	730	930	1088	0	0	0	0	0	943	574	679	5748
Warmwasser	2280	2051	2255	2179	2270	2169	2226	2231	2191	2236	2178	2269	26536
Hilfsenergiebedarf in kWh/Monat													
Hilfsenergie (Strom)	185	163	173	130	48	46	48	48	46	167	170	182	1406
Summe Heiztechnikenergiebedarf (inkl. Hilfsenergie, abzgl. evtl. Umweltwärme) in kWh/Monat													
Heiztechnikenergiebedarf	3269	2944	3358	3397	2318	2216	2274	2278	2237	3346	2923	3130	33690
Summe Heizenergiebedarf in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Heizenergiebedarf	15468	12058	10162	5838	3591	3447	3547	3551	3469	7339	11017	14221	93710

7.3 Primärenergiebedarf und Kohlendioxid-Emission

Berechnung Primärenergiebedarf

Primärenergiefaktoren gemäß OIB-Richtlinie 6 (Okt. 2011)

Energiebedarf für	Energieträger	Endenergie kWh/a	Primärenergiefaktor		Primärenergie kWh/a	
			nicht erneuerbar	erneuerbar	nicht erneuerbar	erneuerbar
Raumheizung	Erdgas E	50782	1,17	0,00	59415	0
	Strom (Hilfsenergie)	839	2,15	0,47	1804	394
Warmwasser	Erdgas E	41521	1,17	0,00	48580	0
	Strom (Hilfsenergie)	568	2,15	0,47	1220	267
Haushaltsstrom	Strom-Mix	19267	2,15	0,47	41423	9055

Berechnung CO₂-EmissionenCO₂-Faktoren gemäß OIB-Richtlinie 6 (Okt. 2011)

Energiebedarf für	Energieträger	Endenergie kWh/a	CO ₂ -Faktor g/kWh _{End}	CO ₂ -Emissionen
				kg/a
Raumheizung	Erdgas E	50782	236	11985
	Strom (Hilfsenergie)	839	417	350
Warmwasser	Erdgas E	41521	236	9799
	Strom (Hilfsenergie)	568	417	237
Haushaltsstrom	Strom-Mix	19267	417	8034

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7.4 Jahresbilanz Energiebedarf

Jahresbilanz - Absolutwerte

Jahres-Heizenergiebedarf (HEB)	93.710	kWh/a
Jahres-Endenergiebedarf (EEB)	112.976	kWh/a
Jahres-Primärenergiebedarf (PEB)	162.158	kWh/a

Jahresbilanz - flächenbezogen

Jahres-Heizenergiebedarf (HEB)	79,9	kWh/(m ² a)
Jahres-Endenergiebedarf (EEB)	96,3	kWh/(m² a)
Jahres-Primärenergiebedarf (PEB)	138,2	kWh/(m² a)

Jahresbilanz - volumenbezogen

Jahres-Heizenergiebedarf (HEB)	29,6	kWh/(m ³ a)
Jahres-Endenergiebedarf (EEB)	35,7	kWh/(m³ a)
Jahres-Primärenergiebedarf (PEB)	51,3	kWh/(m³ a)

7.5 Referenzausstattung (für Anforderungswert EEB)

Die Referenzausstattung zur Berechnung des Anforderungswerts wird gemäß ÖNORM H 5056, Anhang A, Abschnitt 2 (Wärmeabgabesystem), Abschnitt 3 (Wärmeverteilsystem) sowie Abschnitt 4 (Wärmespeicher- und bereitstellungssystem flüssige und gasförmige Brennstoffe) angenommen.

Damit ergibt sich damit folgende Referenzanlagentechnik:

Raumwärme

Wärmeabgabe und -verteilung

Art des Wärmeabgabesystems:	Kleinflächige Wärmeabgabe wie Radiator, Einzelraumheizer
Regelung der Wärmeabgabe:	Raumthermostat-Zonenregelung mit Zeitsteuerung
Verbrauchsfeststellung:	individuell
Heizkreis-Auslegungstemperatur:	60°/35°C
Leistung der Umwälzpumpe:	148,2 W (Defaultwert)
Lage der Verteilungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Verteilungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Verteilungen:	52,54 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Verteilungen:	70 mm (Defaultwert)
Lage der Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Steigleitungen:	93,84 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Steigleitungen:	40 mm (Defaultwert)

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7.5 Referenzausstattung (für Anforderungswert EEB) (Fortsetzung)

Lage der Anbindeleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Anbindeleitungen:	1/3 Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Anbindeleitungen:	656,88 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Anbindeleitungen:	20 mm (Defaultwert)

Wärmeerzeugung

Art der Wärmeerzeugung:	Heizkessel
Heizkesselart:	Brennwertkessel
Baujahr:	1995
Lage:	im unbeheizten Bereich
Brennstoff:	Erdgas E
Betriebsweise:	modulierend
Gebläse für Brenner:	Ja
Nennleistung des Kessels:	28,25 kW (Defaultwert)
Wirkungsgrad bei 100% Nennleistung:	0,92 (Defaultwert)
Wirkungsgrad bei 30% Nennleistung:	0,98 (Defaultwert)
Bereitschaftsverlust bei Prüfbedingungen:	0,010 kW/kW (Defaultwert)
Leistung der Kesselpumpe:	0,00 W (Defaultwert)
Leistung des Brennergebläses:	141,23 W (Defaultwert)

Warmwasser**Warmwasserabgabe**

Art der Armaturen:	Zweigriffarmaturen
Art der Verbrauchsfeststellung:	individuell

Warmwasserverteilung

Lage der Verteilleitungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Verteilleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Verteilleitungen:	19,20 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Verteilleitungen:	70 mm (Defaultwert)
Lage der Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Steigleitungen:	46,92 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Steigleitungen:	40 mm (Defaultwert)
Lage der Anbindeleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Anbindeleitungen:	1/3 Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Anbindeleitungen:	187,68 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Anbindeleitungen:	20 mm (Defaultwert)
Lage der Rücklauf-Verteilleitungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Rücklauf-Verteilleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Rücklauf-Verteilleitungen:	18,20 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Rücklauf-Verteilleitungen:	25 mm (Defaultwert)
Lage der Rücklauf-Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Rücklauf-Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Rücklauf-Steigleitungen:	46,92 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Rücklauf-Steigleitungen:	25 mm (Defaultwert)
Laufzeit der Zirkulationspumpe:	24,00 h (Defaultwert)
Leistung der Zirkulationspumpe:	37,32 W (Defaultwert)

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7.5 Referenzausstattung (für Anforderungswert EEB) (Fortsetzung)

Warmwasserspeicher

Art des Warmwasser-Wärmespeichers:	indirekt beheizter Speicher
Baujahr:	1995
Lage:	im unbeheizten Bereich
Volumen:	1642 l (Defaultwert)
Verlust bei Prüfbedingungen:	4,27 kWh/d (Defaultwert)
Basisanschlüsse gedämmt:	Ja
Zusatzanschlüsse gedämmt:	Ja

Wärmeerzeugung

Warmwasserbereitung ist mit der Raumwärmebereitung kombiniert

8 Gesamtenergieeffizienz-Faktor

Berechnung des Gesamtenergieeffizienz-Faktors gemäß Abschnitt 4.4 des "Leitfaden energetisches Verhalten von Gebäuden", Ausgabe 2011.

Gebäude

Heizwärmebedarf	HWB _{ist}	=	38,7 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	WWWB	=	12,8 kWh/m ² a
Heizenergiebedarf	HEB _{ist}	=	79,9 kWh/m ² a
Haushaltsstrombedarf	HHSB	=	16,4 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	EEB _{ist}	=	96,3 kWh/m ² a

Referenz

Heizwärmebedarf	HWB ₂₆	=	49,2 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	WWWB	=	12,8 kWh/m ² a
Anlagenaufwandszahl	e _{AWZ}	=	1,325
Heizenergiebedarf	HEB ₂₆	=	82,1 kWh/m ² a
Haushaltsstrombedarf	HHSB	=	16,4 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	EEB ₂₆	=	98,5 kWh/m ² a

Gesamtenergieeffizienz-Faktor

Gesamtenergieeffizienz-Faktor	f _{GEE}	=	0,978
-------------------------------	------------------	---	-------

Anexa 08

Abordarea sustenibilității pentru termoizolare la exterior fara strat aerat

	Energie - E (kWh/m ²)	Valoarea investiției energetice - necesară utilizării anuale a clădirii exprimat in Kwh/an	Timp - T (ore/persoană) necesar pentru întreținerea clădirii pe an pentru un administrator conform anexa 11
Soluția actuală BSI 1	119	139000	1080
Soluția propusă BSI 2	39	45400	345
Referința (modelul pasiv conform OIB adaptat soluției propuse)	32,21	37623,44	182

Calculul emisiilor de CO2 conform normativului OIB-Richtlinie 6 (Okt. 2011) pentru clădirea termoizolată cu termoizolație exterioară fără strat aerat deduse conform indicilor din Anexa 7 care reprezintă certificatul energetic al clădirii termoizolate cu termoizolație exterioară fără strat aerat realizat prin sistemul Institutului de Arhitectură de expertizare a fizicii construcțiilor din Viena.

	Tipul de materie primă	Necesarul energetic	Factor de calcul CO2	Emisiile de CO2
Valoare energetică pentru		kWh/arie	g/kWh _{End}	kg/m ²
Necesar pentru încălzirea spațiului interior, combustibil - gaz	Gaz	50782	236	11985
	Electricitate (supliment pentru încălzire)	839	417	350
Necesar pentru apă caldă	Gaz	41521	236	9799
	Electricitate (supliment pentru încălzire)	568	417	237
Consumul de electricitate mixt	Electricitate pentru uz intern	19267	417	8034

Anexa 09

Certificatul energetic realizat cu o platformă software acreditată de Institutul de fizică a construcțiilor din Republica Austria, realizat în cadrul Institutului de Arhitectură din Viena – uniunea pentru învățământ și cercetare

Pentru

**Clădirea existentă expusă în capitolul 8
varianta cu izolație la exterior cu strat aerat**

Energieausweis für Wohngebäude

oib ÖSTERREICHISCHES
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OiB-Richtlinie 6
Ausgabe: Oktober 2011

BEZEICHNUNG	Studiu doctorat		
Gebäude(-teil)		Baujahr	1850
Nutzungsprofil	Mehrfamilienhaus	Letzte Veränderung	
Straße		Katastralgemeinde	Meidling
PLZ/Ort	1120 Wien-Meidling	KG-Nr.	1305
Grundstücksnr.		Seehöhe	190 m

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF, PRIMÄRENERGIEBEDARF, KOHLEN-DIOXIDEMMISSIONEN UND GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR (STANDORTKLIMA)				
	HWB _{SK}	PEB _{SK}	CO ₂ _{SK}	f _{GEE}
A ++				
A +				
A				
B				
C				
D				
E				
F				
G				

HWB: Der **Heizwärmebedarf** beschreibt jene Wärmemenge, welche den Räumen rechnerisch zur Beheizung zugeführt werden muss.
WWWB: Der **Warmwasserwärmebedarf** ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. einem Liter Wasser je Quadratmeter Brutto-Grundfläche, welches um ca. 30°C (also beispielsweise von 1°C auf 31°C) erwärmt wird.
HEB: Beim **Heizenergiebedarf** werden zusätzlich zum Nutzenergiebedarf die Verluste der Haustechnik im Gebäude berücksichtigt. Dazu zählen beispielsweise die Verluste des Heizkessels, der Energiebedarf von Umwälzpumpen etc.
HHSB: Der **Haushaltsstrombedarf** ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch in einem durchschnittlichen österreichischen Haushalt.

EEB: Beim **Endenergiebedarf** wird zusätzlich zum Heizenergiebedarf der Haushaltsstrom berücksichtigt. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss.
PEB: Der **Primärenergiebedarf** schließt die gesamte Energie für den Bedarf im Gebäude einschließlich aller Verlusten mit ein. Dieser weist einen erneuerbaren und einen nicht erneuerbaren Anteil auf. Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren ist 2004 - 2008.
CO₂: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnende **Kohlendioxidemissionen**, einschließlich jener für Transport und Erzeugung sowie aller Verluste. Zu deren Berechnung würden übliche Allokationsregeln unterstellt.
f_{GEE}: Der **Gesamtenergieeffizienz-Faktor** ist der Quotient aus dem Endenergiefaktor und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

Alle Werte gelten unter Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 "Energieeinsparung und Wärmeschutz" des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG).
 Gebäudeprofil 3D Software, ETU GmbH, Version 4.5.1 vom 07.12.2015, www.etu.at

Energieausweis für Wohngebäude

OIB
ÖSTERREICHISCHES
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe: Oktober 2011

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	1.173,0 m ²	Klimaregion	Region N	mittlerer U-Wert	0,39 $\frac{W}{m^2 \cdot K}$
Bezugs-Grundfläche	938,4 m ²	Heiztage	205 d	Bauweise	schwer
Brutto-Volumen	3.163,9 m ³	Heizgradtage	3480 K·d	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	1.279,2 m ²	Norm-Außentemperatur	-11,5 °C	Sommertauglichkeit	keine Angabe
Kompaktheit(A/V)	0,40 m ⁻¹	Soll-Innentemperatur	20,0 °C	LEK _p -Wert	25,94
charakteristische Länge	2,47 m				

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF

	Referenzklima	Standortklima		Anforderung	
	spezifisch	zonenbezogen	spezifisch		
HWB	32,2 kWh/m ² a	39.474 kWh/a	33,7 kWh/m ² a	50,3 kWh/m ² a	erfüllt
WWWB		14.985 kWh/a	12,8 kWh/m ² a		
HTEB _{RH}		5.860 kWh/a	5,0 kWh/m ² a		
HTEB _{WW}		26.518 kWh/a	22,6 kWh/m ² a		
HTEB		33.759 kWh/a	28,8 kWh/m ² a		
HEB		87.822 kWh/a	74,9 kWh/m ² a		
HHSB		19.267 kWh/a	16,4 kWh/m ² a		
EEB		107.089 kWh/a	91,3 kWh/m ² a	103,7 kWh/m ² a	erfüllt
PEB		155.233 kWh/a	132,3 kWh/m ² a		
PEB _{n,erm}		145.529 kWh/a	124,1 kWh/m ² a		
PEB _{erm}		9.704 kWh/a	8,3 kWh/m ² a		
CO ₂		29.010 kg/a	24,7 kg/m ² a		
f _{CEE}	0,93		0,93		

ERSTELLT

GWR-Zahl		ErstellerIn	DI Leontiu Flaviu Cristian
Ausstellungsdatum	27.01.2016	Unterschrift	
Gültigkeitsdatum	26.01.2026		

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

Gebäudeprofi 3D Software, ETU GmbH, Version 4.5.1 vom 07.12.2015, www.etu.at

2

Objekt , 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

Energiebedarfsberechnung nach OIB-Richtlinie 6

- für Gebäude mit normalen Innentemperaturen -

Objekt	Studiu doctorat
	1120 Wien-Meidling
Auftraggeber	Herr Universitatea Politehnica Timisoara Drd Arh Leontiu Fl... Dorobantilor Bl. E 10 Sc. B Timisoara, Romania
Aussteller	DI Leontiu Flaviu Cristian

Telefon :
Telefax :
e-mail :

27.01.2016

(Datum)

(Unterschrift)

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

1. Allgemeine Projektdaten

Projekt : Studiu doctorat
 1120 Wien-Meidling

Gebäudetyp : Wohngebäude
 Innentemperatur : normale Innentemperatur (20,0°C)
 Anzahl Vollgeschosse : 4
 Anzahl Wohneinheiten : 5

2. Berechnungsgrundlagen

2.1 Ermittlung der Eingabedaten

Geometrische Eingabedaten

Bauphysikalische Eingabedaten

Haustechnische Eingabedaten

2.2 Richtlinien, Normen und weitere Hilfsmittel

Berechnungsverfahren : OIB - Richtlinie 6
 Energieeinsparung und Wärmeschutz (Ausgabe: Oktober 2011)

Folgende Normen und Verordnungen wurden im Rechenprogramm berücksichtigt:

OIB-Richtlinie 6	Energieeinsparung und Wärmeschutz
ÖNORM B 8110-5	Wärmeschutz im Hochbau Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile
ÖNORM B 8110-6	Wärmeschutz im Hochbau Teil 6: Grundlagen und Nachweisverfahren – HWB und KB
ÖNORM H 5055	Energieausweis für Gebäude
ÖNORM H 5056	Gesamteffizienz von Gebäuden Heiztechnik-Energiebedarf
EN ISO 6946	Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient Berechnungsverfahren

2.3 Verwendete Software

Gebäudeprofi Österreich 3D Version 4.5.1	ETU GmbH Traungasse 14 A-4600 Wels
Bundesland: Wien	Tel. +43 (0)7242 291114 www.etu.at - office@etu.at

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

3 Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile

Bei Neubau oder Renovierung eines Gebäudes oder Gebäudeteiles sowie bei der Erneuerung eines Bauteiles dürfen bei konditionie... Räumen die Wärmedurchgangskoeffizienten gemäß OIB-Richtlinie 6, Ausgabe 2011, Abschnitt 10.2 nicht überschritten werden.

Bauteilbezeichnung	U in W/(m ² K)	U _{ref} in W/(m ² K)	Anforderung
Wände gegen Außenluft			
Außenwand	0,20	0,35	erfüllt
Wände erdberührt			
Außenwand gegen Erdreich	0,20	0,40	erfüllt
Fenster, Fenstertüren, verglaste Türen jeweils in Wohngebäuden (WG) gegen Außenluft			
Einfachverglasung	1,30	1,40	erfüllt
Dachflächenfenster gegen Außenluft			
Einfachverglasung Dach	1,30	1,70	erfüllt
Decken und Dachschrägen jeweils gegen Außenluft und gegen Dachräume (durchlüftet oder ungedämmt)			
Oberste Geschossdecke	0,13	0,20	erfüllt
Dachfläche	0,11	0,20	erfüllt
Böden erdberührt			
Kellerfußboden	0,27	0,40	erfüllt

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

4. Gebäudegeometrie

4.1 Gebäudegeometrie - Flächen

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Berechnung	Fläche	Fläche	Flächen-
				brutto	netto	anteil
				m ²	m ²	%
1	Oberste Geschossdecke	0,0°	204*0,55 (Grundfl. x Höhenverh.)	112,20	112,20	8,8
2	Dachfläche	NO 45,0°	17*3,82 (Breite x Länge)	64,91	61,91	4,8
3	Einfachverglasung Dach	NO 45,0°		-	3,00	0,2
4	Dachfläche	SW 45,0°	17*3,82 (Breite x Länge)	64,91	61,91	4,8
5	Einfachverglasung Dach	SW 45,0°		-	3,00	0,2
6	Außenwand	NO 90,0°	17*11,5 (Breite x Höhe)	195,50	141,50	11,1
7	Einfachverglasung	NO 90,0°		-	54,00	4,2
8	Außenwand	NW 90,0°	12*11,5 (Breite x Höhe) + 2,7*(12+6,6)/2 (trapezförmiger Giebel)	163,11	119,11	9,3
9	Einfachverglasung	NW 90,0°		-	44,00	3,4
10	Außenwand	SW 90,0°	17*11,5 (Breite x Höhe)	195,50	141,50	11,1
11	Einfachverglasung	SW 90,0°		-	54,00	4,2
12	Außenwand	SO 90,0°	12*11,5 (Breite x Höhe) + 2,7*(12+6,6)/2 (trapezförmiger Giebel)	163,11	119,11	9,3
13	Einfachverglasung	SO 90,0°		-	44,00	3,4
14	Außenwand gegen Erdreich	NO 90,0°	17*2 (Breite x Höhe)	34,00	34,00	2,7
15	Außenwand gegen Erdreich	NW 90,0°	12*2 (Breite x Höhe)	24,00	24,00	1,9
16	Außenwand gegen Erdreich	SW 90,0°	17*2 (Breite x Höhe)	34,00	34,00	2,7
17	Außenwand gegen Erdreich	SO 90,0°	12*2 (Breite x Höhe)	24,00	24,00	1,9
18	Kellerfußboden	0,0°	17*12 (Breite x Länge)	204,00	204,00	15,9

Die Bauteilgeometrien und -ausrichtungen dieses Gebäudes wurden mit der erweiterten Erfassung bestimmt.

4.2 Gebäudegeometrie - Volumen

Nr.	Bezeichnung	Berechnung	Volumen	Volumen-
			brutto	anteil
			m ³	%
1	Dach (abzgl. Abseiten)	409,87	409,87	13,0
2	Korpus: Grundfläche x Höhe	204 * (4*(2,5+0,2) +0,2)	2244,00	70,9
3	Keller: Grundfläche x Höhe	204 * (2,3+0,2)	510,00	16,1

4.3 Gebäudegeometrie - Zusammenfassung

Gebäudehüllfläche :	1279,24 m ²
Gebäudevolumen :	3163,87 m ³
Beheiztes Luftvolumen :	2439,84 m ³
Bruttogrundfläche (BGF) :	1173,00 m ²
Kompaktheit :	0,40 1/m
Fensterfläche :	202,00 m ²
Charakteristische Länge (l _c) :	2,47 m
Bauweise :	schwere Bauweise

5 Berechnung des OI3-Indikators

5.2 Übersicht Bauteile

Folgende Bauteile wurden in die Berechnung einbezogen:

Bezeichnung	Fläche F m ²	Treibhauspotential GWP ₁₀₀ kg CO ₂ eq / m ²	Versäuerungspotential AP kg SO ₂ eq / m ²	Primärenergieinhalt n. erneuerb. PE _{1,ne} MJ / m ²
-------------	----------------------------	--	---	---

Folgende Bauteile wurden bei der OI3-Berechnung NICHT berücksichtigt:

Bezeichnung	Begründung
Oberste Geschossdecke	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Dachfläche	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung Dach	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Dachfläche	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung Dach	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Einfachverglasung	Für das Fenster wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand gegen Erdreich	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand gegen Erdreich	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand gegen Erdreich	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Außenwand gegen Erdreich	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.
Kellerfußboden	Für das Bauteil wurde kein Aufbau angegeben.

Berechnung der OI3-Indikatoren nicht möglich!
- Keine Bauteile-Aufbauten angegeben oder OI3-Indikatoren fehlen -

6. Jahres-Heizwärmebedarfsberechnung

6.1 spezifische Transmissionswärmeverluste der Heizperiode

Nr.	Bauteil	Orientierung Neigung	Fläche A m ²	U _f -Wert W/(m ² K)	Faktor F _x	F _x * U * A	
						WK	%

Objekt : 1120 Wien-Meidling

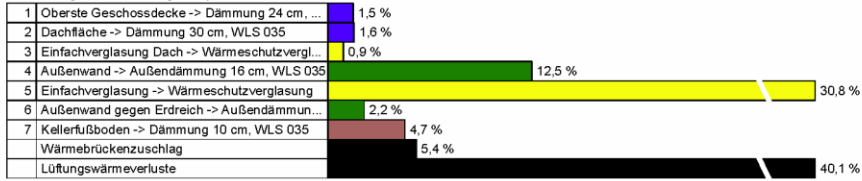
Studiu doctorat

6.1 spezifische Transmissionswärmeverluste (Fortsetzung)

Nr.	Bauteil	Orientierung Neigung	Fläche A m²	U _s -Wert W/(m²K)	Faktor F _x	F _x * U * A	
						W/K	%
1	Oberste Geschossdecke -> Dämmung 24 cm, WLS 035	0,0°	112,20	0,126	0,90	12,77	1,5
2	Dachfläche -> Dämmung 30 cm, WLS 035	NO 45,0°	61,91	0,107	1,00	6,63	0,8
3	Einfachverglasung Dach -> Wärmeschutzverglasung	NO 45,0°	3,00	1,300	1,00	3,90	0,5
4	Dachfläche -> Dämmung 30 cm, WLS 035	SW 45,0°	61,91	0,107	1,00	6,63	0,8
5	Einfachverglasung Dach -> Wärmeschutzverglasung	SW 45,0°	3,00	1,300	1,00	3,90	0,5
6	Außenwand -> Außendämmung 16 cm, WLS 035	NO 90,0°	141,50	0,199	1,00	28,15	3,4
7	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	NO 90,0°	54,00	1,300	1,00	70,20	8,5
8	Außenwand -> Außendämmung 16 cm, WLS 035	NW 90,0°	119,11	0,199	1,00	23,70	2,9
9	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	NW 90,0°	44,00	1,300	1,00	57,20	6,9
10	Außenwand -> Außendämmung 16 cm, WLS 035	SW 90,0°	141,50	0,199	1,00	28,15	3,4
11	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	SW 90,0°	54,00	1,300	1,00	70,20	8,5
12	Außenwand -> Außendämmung 16 cm, WLS 035	SO 90,0°	119,11	0,199	1,00	23,70	2,9
13	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	SO 90,0°	44,00	1,300	1,00	57,20	6,9
14	Außenwand gegen Erdreich -> Außendämmung 16 cm, WLS 0...	NO 90,0°	34,00	0,199	0,80	5,41	0,7
15	Außenwand gegen Erdreich -> Außendämmung 16 cm, WLS 0...	NW 90,0°	24,00	0,199	0,80	3,82	0,5
16	Außenwand gegen Erdreich -> Außendämmung 16 cm, WLS 0...	SW 90,0°	34,00	0,199	0,80	5,41	0,7
17	Außenwand gegen Erdreich -> Außendämmung 16 cm, WLS 0...	SO 90,0°	24,00	0,199	0,80	3,82	0,5
18	Kellerfußboden -> Dämmung 10 cm, WLS 035	0,0°	204,00	0,273	0,70	39,05	4,7
			ΣA =	1279,24		Σ(F _x * U * A) =	449,84

Leitwertzuschlag Wärmebrücken L_ψ + L_z (nach ÖNORM B 8110-6, Abschnitt 5.3.2) L_ψ + L_z = 44,98 W/K 5,4 %

Bild 1 : Diagrammdarstellung der spezifischen Wärmeverluste



6.2 Lüftungsverluste

Lüftungswärmeverluste n = 0,40 h⁻¹ 331,82 W/K 40,1 %

6.3 Daten transparenter Bauteile

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Fläche brutto m²	Faktor Rahmen- anteil	Faktor Ver- schattung F _s	Faktor Sonnen- schutz z	Faktor Nichtsenk- rechter Strahlungs- einfall / Verschm. g	Gesamt- energie- durchlass- grad	effektive Kollektor- fläche m²
1	Einfachverglasung Dach -> Wärmeschutzvergl...	NO 45,0°	3,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	0,69

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

6.3 Daten transparenter Bauteile (Fortsetzung)

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Fläche brutto m²	Faktor Rahmen- anteil	Faktor Ver- schattung F_1	Faktor Sonnen- schutz z	Faktor Nichtsenk- rechter Strahlungs- einfall / Verschm. g	Gesamt- energie- durchlass- grad g	effektive Kollektor- fläche m²
2	Einfachverglasung Dach -> Wärmeschutzvergl...	SW 45,0°	3,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	0,69
3	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	NO 90,0°	54,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	12,50
4	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	NW 90,0°	44,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	10,19
5	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	SW 90,0°	54,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	12,50
6	Einfachverglasung -> Wärmeschutzverglasung	SO 90,0°	44,00	0,70	0,75	---	0,9; 0,98	0,50	10,19

6.4 Monatsbilanzierung

Wärmeverluste in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Transmissionswärmeverluste													
Transmissionsverluste	7271	5972	5288	3544	2096	1020	490	643	1809	3648	5228	6621	43631
Wärmebrückenverluste	727	597	529	354	210	102	49	64	181	365	523	662	4363
Summe	7998	6569	5817	3899	2306	1122	539	707	1990	4013	5751	7283	47994
Lüftungswärmeverluste													
Lüftungsverluste	5363	4405	3901	2615	1546	753	361	474	1334	2691	3856	4884	32184
Gesamtwärmeverluste													
Gesamtwärmeverluste	13361	10975	9718	6513	3852	1875	900	1182	3324	6704	9607	12167	80178

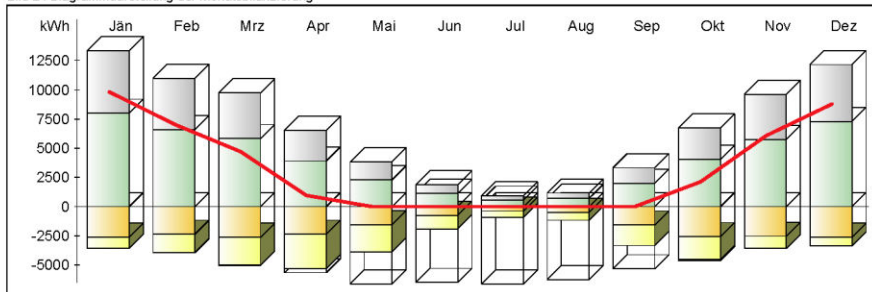
Wärmegewinne in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Interne Wärmegewinne													
Interne Wärmegewinne	2618	2365	2618	2534	2618	2534	2618	2618	2534	2618	2534	2618	30826
Solare Wärmegewinne													
Fenster NO 45°	12	21	35	55	80	85	84	67	45	27	13	8	532
Fenster SW 45°	23	40	62	80	102	99	102	96	72	51	25	18	771
Fenster NO 90°	150	261	425	649	908	962	945	755	540	329	159	109	6193
Fenster NW 90°	122	213	347	529	740	784	770	615	440	268	129	89	5046
Fenster SW 90°	349	570	840	996	1185	1122	1146	1141	933	721	382	292	9678
Fenster SO 90°	284	465	685	811	965	914	934	929	760	587	311	238	7885
Solare Wärmegewinne	941	1570	2395	3121	3980	3966	3981	3602	2791	1983	1019	755	30104
Gesamtwärmegewinne in kWh/Monat													
Gesamtwärmegewinne	3559	3934	5013	5655	6598	6500	6599	6221	5324	4601	3553	3373	60930
Nutzbare Gewinne in kWh/Monat													
Ausnutzung Gewinne (%)	100,0	100,0	99,8	94,3	58,1	28,8	13,6	19,0	61,9	98,5	100,0	100,0	Ø: 66,3
Nutzbare solare Gewinne	941	1569	2390	2943	2311	1144	543	684	1728	1953	1019	755	19946
Nutzbare interne Gewinne	2618	2364	2612	2389	1521	731	357	497	1569	2579	2533	2618	20424
Nutzbare Wärmegewinne	3559	3934	5002	5332	3832	1875	900	1182	3297	4532	3552	3373	40370

6.4 Monatsbilanzierung (Fortsetzung)

Heizwärmebedarf in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Heizwärmebedarf	9802	7041	4716	946	0	0	0	0	0	2120	6055	8794	39474
Mittlere Außentemperatur in °C und Heiztage													
Mittl. Außentemperatur:	-1,72	0,24	4,20	9,06	13,74	16,85	18,54	18,08	14,42	9,10	3,86	0,22	
Heiztage	31,0	28,0	31,0	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,3	30,0	31,0	205,3

6.5 Monatsbilanzierung - Zusammenfassung

Bild 2 : Diagrammdarstellung der Monatsbilanzierung



<p>Ergebnisse des Monatsbilanzverfahrens</p> <p>Jahres-Lüftungswärmeverluste = 32.184 kWh/a Jahres-Transmissionsverluste = 47.994 kWh/a Nutzbare interne Gewinne = 20.424 kWh/a Nutzbare solare Gewinne = 19.946 kWh/a Verlustdeckung durch interne Gewinne = 25,5 % Verlustdeckung durch solare Gewinne = 24,9 %</p> <p>Jahres-Heizwärmebedarf = 39.474 kWh/a flächenbezogener Jahres-Heizwärmebedarf = 33,65 kWh/(m²a) volumenbezogener Jahres-Heizwärmebedarf = 12,48 kWh/(m³a)</p> <p>Zahl der Heiztage = 205,3 d/a Heizgradtagzahl = 3.480 Kd/a</p>	<ul style="list-style-type: none"> — Heizwärmebedarf Lüftungswärmeverluste Transmissionswärmeverluste Reduzierung der Wärmeverluste (Heizungsunterbrechung, etc.) nutzbare interne Wärmegewinne nutzbare solare Wärmegewinne nicht nutzbare Wärmegewinne
---	--

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7 Anlagentechnik

7.1 Beschreibung der Anlagentechnik

Benötigte Heizleistung: 26.054 W

Gebäudezentrale Anlage

Von der Anlagentechnik versorgte BGF: 1173,00 m²

Raumwärme

Wärmeabgabe und -verteilung

Art des Wärmeabgabesystems:	Kleinflächige Wärmeabgabe wie Radiator, Einzelraumheizer
Regelung der Wärmeabgabe:	Einzelraumregelung mit Thermostatventilen
Verbrauchsfeststellung:	individuell
Heizkreis-Auslegungstemperatur:	55°/45°C
Leistung der Umwälzpumpe:	148,2 W (Defaultwert)
Lage der Verteilungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Verteilungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Verteilungen:	52,54 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Verteilungen:	70 mm (Defaultwert)
Lage der Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Steigleitungen:	93,84 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Steigleitungen:	40 mm (Defaultwert)
Lage der Anbindeleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Anbindeleitungen:	1/3 Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Anbindeleitungen:	656,88 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Anbindeleitungen:	20 mm (Defaultwert)

Wärmeerzeugung

Art der Wärmeerzeugung:	Heizkessel
Heizkesselart:	Niedertemperaturkessel
Baujahr:	2015
Lage:	im unbeheizten Bereich
Brennstoff:	Erdgas E
Betriebsweise:	nicht modulierend
Gebläse für Brenner:	Ja
Nennleistung des Kessels:	26,05 kW (Defaultwert)
Wirkungsgrad bei 100% Nennleistung:	0,90 (Defaultwert)
Bereitschaftsverlust bei Prüfbedingungen:	0,010 kW/kW (Defaultwert)
Leistung der Kesselpumpe:	0,00 W (Defaultwert)
Leistung des Brennergebläses:	65,14 W (Defaultwert)

7.1 Beschreibung der Anlagentechnik (Fortsetzung)

Warmwasser

Warmwasserabgabe

Art der Armaturen:	Zweigriffarmaturen
Art der Verbrauchsfeststellung:	individuell

Warmwasserverteilung

Lage der Verteilleitungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Verteilleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Verteilleitungen:	19,20 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Verteilleitungen:	70 mm (Defaultwert)
Lage der Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Steigleitungen:	46,92 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Steigleitungen:	40 mm (Defaultwert)
Lage der Anbindeleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Anbindeleitungen:	1/3 Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Anbindeleitungen:	187,68 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Anbindeleitungen:	20 mm (Defaultwert)
Lage der Rücklauf-Verteilleitungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Rücklauf-Verteilleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Rücklauf-Verteilleitungen:	18,20 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Rücklauf-Verteilleitungen:	25 mm (Defaultwert)
Lage der Rücklauf-Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Rücklauf-Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Rücklauf-Steigleitungen:	46,92 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Rücklauf-Steigleitungen:	25 mm (Defaultwert)
Laufzeit der Zirkulationspumpe:	24,00 h (Defaultwert)
Leistung der Zirkulationspumpe:	37,32 W (Defaultwert)

Warmwasserspeicher

Art des Warmwasser-Wärmespeichers:	indirekt beheizter Speicher
Baujahr:	2015
Lage:	im unbeheizten Bereich
Volumen:	1642 l (Defaultwert)
Verlust bei Prüfbedingungen:	4,27 kWh/d (Defaultwert)
Basisanschlüsse gedämmt:	Ja
Zusatzanschlüsse gedämmt:	Ja

Wärmeerzeugung

Warmwasserbereitung ist mit der Raumwärmebereitung kombiniert

Lüftung

Lüftungsart:	freie Lüftung
Luftwechselrate:	0,40 1/h

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7.2 monatliche Berechnungsergebnisse

Von der Anlagentechnik bereitzustellende Wärme

Gesamte von der Anlagentechnik bereitzustellende Wärme in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Raumwärme	9802	7041	4716	709	0	0	0	0	0	1962	6055	8794	39078
Warmwasser	1273	1150	1273	1232	1273	1232	1273	1273	1232	1273	1232	1273	14985

Verluste Anlagentechnikzone 1

Verluste der Wärmeabgabe, -verteilung, -speicherung und -bereitstellung für Raumwärme in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Wärmeabgabe	1047	946	1047	608	0	0	0	0	0	946	1013	1047	6655
Wärmeverteilung	5504	4304	3249	374	0	0	0	0	0	1342	3674	4978	23425
Wärmespeicherung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wärmebereitstellung	1128	843	642	194	0	0	0	0	0	347	734	1016	4905
Summe Verluste	7679	6093	4938	1176	0	0	0	0	0	2635	5422	7041	34985

Verluste der Wärmeabgabe, -verteilung, -speicherung und -bereitstellung für Warmwasser in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Wärmeabgabe	58	52	58	56	58	56	58	58	56	58	56	58	682
Wärmeverteilung	1685	1513	1656	1579	1608	1541	1584	1586	1553	1631	1604	1675	19214
Wärmespeicherung	174	155	164	151	148	138	140	140	142	156	160	171	1839
Wärmebereitstellung	379	345	392	413	463	441	452	453	446	409	374	380	4947
Summe Verluste	2296	2065	2270	2199	2276	2176	2233	2237	2197	2254	2193	2285	26681

Hilfsenergie in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Raumwärme	134	117	123	68	0	0	0	0	0	106	122	131	801
Warmwasser	50	45	49	48	49	47	49	49	47	49	48	50	580
Summe Hilfsenergie	184	162	173	115	49	47	49	49	47	155	170	181	1381

Rückgewinnbare Verluste (ohne Bereitstellung) in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Raumheizung	6113	4902	4017	920	0	0	0	0	0	2151	4388	5628	28118
Warmwasser	1234	1114	1234	716	0	0	0	0	0	1114	1194	1234	7840

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7.2 monatliche Berechnungsergebnisse (Fortsetzung)

Gebäudebilanz

Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Heiztechnikenergiebedarf (ohne Hilfsenergie) in kWh/Monat													
Raumwärme	783	779	1061	896	0	0	0	0	0	1022	643	677	5860
Warmwasser	2282	2053	2256	2185	2262	2162	2219	2223	2184	2240	2180	2271	26518
Hilfsenergiebedarf in kWh/Monat													
Hilfsenergie (Strom)	184	162	173	115	49	47	49	49	47	155	170	181	1381
Summe Heiztechnikenergiebedarf (inkl. Hilfsenergie, abzgl. evtl. Umweltwärme) in kWh/Monat													
Heiztechnikenergiebedarf	3249	2994	3490	3196	2311	2210	2268	2272	2231	3417	2992	3129	33759
Summe Heizenergiebedarf in kWh/Monat													
Monat	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Summe
Heizenergiebedarf	14324	11184	9478	5137	3584	3441	3541	3545	3463	6651	10278	13196	87822

7.3 Primärenergiebedarf und Kohlendioxid-Emission

Berechnung Primärenergiebedarf

Primärenergiefaktoren gemäß OIB-Richtlinie 6 (Okt. 2011)

Energiebedarf für	Energieträger	Endenergie kWh/a	Primärenergiefaktor		Primärenergie kWh/a	
			nicht erneuerbar	erneuerbar	nicht erneuerbar	erneuerbar
Raumheizung	Erdgas E	44938	1,17	0,00	52578	0
	Strom (Hilfsenergie)	801	2,15	0,47	1722	376
Warmwasser	Erdgas E	41503	1,17	0,00	48559	0
	Strom (Hilfsenergie)	580	2,15	0,47	1247	273
Haushaltsstrom	Strom-Mix	19267	2,15	0,47	41423	9055

Berechnung CO₂-EmissionenCO₂-Faktoren gemäß OIB-Richtlinie 6 (Okt. 2011)

Energiebedarf für	Energieträger	Endenergie kWh/a	CO ₂ -Faktor g/kWh _{End}	CO ₂ -Emissionen
				kg/a
Raumheizung	Erdgas E	44938	236	10605
	Strom (Hilfsenergie)	801	417	334
Warmwasser	Erdgas E	41503	236	9795
	Strom (Hilfsenergie)	580	417	242
Haushaltsstrom	Strom-Mix	19267	417	8034

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7.4 Jahresbilanz Energiebedarf

Jahresbilanz - Absolutwerte

Jahres-Heizenergiebedarf (HEB)	87.822	kWh/a
Jahres-Endenergiebedarf (EEB)	107.089	kWh/a
Jahres-Primärenergiebedarf (PEB)	155.233	kWh/a

Jahresbilanz - flächenbezogen

Jahres-Heizenergiebedarf (HEB)	74,9	kWh/(m ² a)
Jahres-Endenergiebedarf (EEB)	91,3	kWh/(m ² a)
Jahres-Primärenergiebedarf (PEB)	132,3	kWh/(m ² a)

Jahresbilanz - volumenbezogen

Jahres-Heizenergiebedarf (HEB)	27,8	kWh/(m ³ a)
Jahres-Endenergiebedarf (EEB)	33,8	kWh/(m ³ a)
Jahres-Primärenergiebedarf (PEB)	49,1	kWh/(m ³ a)

7.5 Referenzausstattung (für Anforderungswert EEB)

Die Referenzausstattung zur Berechnung des Anforderungswerts wird gemäß ÖNORM H 5056, Anhang A, Abschnitt 2 (Wärmeabgabesystem), Abschnitt 3 (Wärmeverteilsystem) sowie Abschnitt 4 (Wärmespeicher- und bereitstellungssystem flüssige und gasförmige Brennstoffe) angenommen.

Damit ergibt sich damit folgende Referenzanlagentechnik:

Raumwärme

Wärmeabgabe und -verteilung

Art des Wärmeabgabesystems:	Kleinflächige Wärmeabgabe wie Radiator, Einzelraumheizer
Regelung der Wärmeabgabe:	Raumthermostat-Zonenregelung mit Zeitsteuerung
Verbrauchsfeststellung:	individuell
Heizkreis-Auslegungstemperatur:	60°/35°C
Leistung der Umwälzpumpe:	148,2 W (Defaultwert)
Lage der Verteilungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Verteilungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Verteilungen:	52,54 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Verteilungen:	70 mm (Defaultwert)
Lage der Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Steigleitungen:	93,84 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Steigleitungen:	40 mm (Defaultwert)

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7.5 Referenzausstattung (für Anforderungswert EEB) (Fortsetzung)

Lage der Anbindeleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Anbindeleitungen:	1/3 Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Anbindeleitungen:	656,88 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Anbindeleitungen:	20 mm (Defaultwert)

Wärmeerzeugung

Art der Wärmeerzeugung:	Heizkessel
Heizkesselart:	Brennwertkessel
Baujahr:	1995
Lage:	im unbeheizten Bereich
Brennstoff:	Erdgas E
Betriebsweise:	modulierend
Gebläse für Brenner:	Ja
Nennleistung des Kessels:	26,05 kW (Defaultwert)
Wirkungsgrad bei 100% Nennleistung:	0,92 (Defaultwert)
Wirkungsgrad bei 30% Nennleistung:	0,98 (Defaultwert)
Bereitschaftsverlust bei Prüfbedingungen:	0,010 kW/kW (Defaultwert)
Leistung der Kesselpumpe:	0,00 W (Defaultwert)
Leistung des Brennergebläses:	130,27 W (Defaultwert)

Warmwasser**Warmwasserabgabe**

Art der Armaturen:	Zweigriffarmaturen
Art der Verbrauchsfeststellung:	individuell

Warmwasserverteilung

Lage der Verteilleitungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Verteilleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Verteilleitungen:	19,20 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Verteilleitungen:	70 mm (Defaultwert)
Lage der Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Steigleitungen:	46,92 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Steigleitungen:	40 mm (Defaultwert)
Lage der Anbindeleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Anbindeleitungen:	1/3 Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Anbindeleitungen:	187,68 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Anbindeleitungen:	20 mm (Defaultwert)
Lage der Rücklauf-Verteilleitungen:	im unbeheizten Bereich
Dämmdicke der Rücklauf-Verteilleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Rücklauf-Verteilleitungen:	18,20 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Rücklauf-Verteilleitungen:	25 mm (Defaultwert)
Lage der Rücklauf-Steigleitungen:	im beheizten Bereich
Dämmdicke der Rücklauf-Steigleitungen:	gleich Rohrdurchmesser (Armaturen und Pumpen gedämmt)
Länge der Rücklauf-Steigleitungen:	46,92 m (Defaultwert)
Außendurchmesser der Rücklauf-Steigleitungen:	25 mm (Defaultwert)
Laufzeit der Zirkulationspumpe:	24,00 h (Defaultwert)
Leistung der Zirkulationspumpe:	37,32 W (Defaultwert)

Objekt : 1120 Wien-Meidling

Studiu doctorat

7.5 Referenzausstattung (für Anforderungswert EEB) (Fortsetzung)

Warmwasserspeicher

Art des Warmwasser-Wärmespeichers:	indirekt beheizter Speicher
Baujahr:	1995
Lage:	im unbeheizten Bereich
Volumen:	1642 l (Defaultwert)
Verlust bei Prüfbedingungen:	4,27 kWh/d (Defaultwert)
Basisanschlüsse gedämmt:	Ja
Zusatzanschlüsse gedämmt:	Ja

Wärmeerzeugung

Warmwasserbereitung ist mit der Raumwärmebereitung kombiniert

8 Gesamtenergieeffizienz-Faktor

Berechnung des Gesamtenergieeffizienz-Faktors gemäß Abschnitt 4.4 des "Leitfaden energetisches Verhalten von Gebäuden", Ausgabe 2011.

Gebäude

Heizwärmebedarf	HWB _{ist}	=	33,7 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	WWWB	=	12,8 kWh/m ² a
Heizenergiebedarf	HEB _{ist}	=	74,9 kWh/m ² a
Haushaltsstrombedarf	HHSB	=	16,4 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	EEB _{ist}	=	91,3 kWh/m ² a

Referenz

Heizwärmebedarf	HWB ₂₆	=	49,1 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	WWWB	=	12,8 kWh/m ² a
Anlagenaufwandszahl	e _{AWZ}	=	1,325
Heizenergiebedarf	HEB ₂₆	=	82,0 kWh/m ² a
Haushaltsstrombedarf	HHSB	=	16,4 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	EEB ₂₆	=	98,4 kWh/m ² a

Gesamtenergieeffizienz-Faktor

Gesamtenergieeffizienz-Faktor	f _{GEE}	=	0,927
-------------------------------	------------------	---	-------

Anexa 10

Abordarea sustenabilității pentru termoizolare la exterior cu strat aerat

	Energie - E (kWh/m ²)	Valoarea investiției energetice - necesară utilizării anuale a clădirii exprimat în kWh/an	Timp - T (ore/persoană) necesar pentru întreținerea clădirii pe an pentru un administrator conform anexa 11
Soluția actuală BSI 1	119	139000	1080
Soluția propusă BSI 2	34	39500	345
Referința (modelul pasiv conform OIB adaptat soluției propuse)	32,21	37623,44	182

Calculul emisiilor de CO₂ conform normativului OIB-Richtlinie 6 (Okt. 2011) pentru clădirea termoizolată cu termoizolație exterioară cu strat aerat deduse conform indicilor din Anexa 9 care reprezintă certificatul energetic al clădirii termoizolate cu termoizolație exterioară cu strat aerat realizat prin sistemul Institutului de Arhitectura de expertizare a fizicii construcțiilor din Viena.

	Tipul de materie primă	Necesarul energetic	Factor de calcul CO ₂	Emisiile de CO ₂
Valoare energetică pentru		kWh/arie	g/kWh _{End}	kg/m ²
Necesar pentru încălzirea spațiului interior, combustibil - gaz	Gaz	44938	236	10605
	Electricitate (supliment pentru încălzire)	801	417	334
Necesar pentru apă caldă	Gaz	41503	236	9795
	Electricitate (supliment pentru încălzire)	580	417	242
Consumul de electricitate mixt	Electricitate pentru uz intern	19267	417	8034

Anexa 11
Deducerea numărului de ore necesar
întreținerii clădirii corespunzătoare fiecărei
variante de termoizolare conform
standardului LB 20 Hochbau, paragraf LG 44
și LG 68 din legislația austriacă întreprinsă de
Ministerul Cercetării, inovării și economiei din
Austria

11.1 Deducerea coeficientului T pentru termoizolare la interior fără strat aerat conform LG 44

Stadiul clădirii studiate	Suprafața exprimată în m ²	Ore necesare pentru un administrator de clădire/m ² clădire nereabilitată – incluzând activitățile de curățire, aerisire, supraveghere, evaluare conform LB 20	Timp - T (ore/persoană) necesar pentru întreținerea clădirii pe an pentru un administrator
Soluția actuală BSI 1	1279,25 m ²	0,84	1080

Stadiul clădirii studiate	Suprafața exprimată în m ²	Ore necesare pentru un administrator de clădire/m ² clădire reabilitată – incluzând activitățile de curățire, aerisire, supraveghere, evaluare conform LB 20	Timp - T (ore/persoană) necesar pentru întreținerea clădirii pe an pentru un administrator
Soluția actuală BSI 2	1279,25 m ²	0,28	365

11.2 Deducerea coeficientului T pentru termoizolare la interior cu strat aerat conform LG 68

Stadiul clădirii studiate	Suprafața exprimată în m ²	Ore necesare pentru un administrator de clădire/m ² clădire reabilitată – incluzând activitățile de curățire, aerisire, supraveghere, evaluare conform LB 20	Timp - T (ore/persoană) necesar pentru întreținerea clădirii pe an pentru un administrator
Soluția actuală BSI 2	1279,25 m ²	0,28	365

11.3 Deducerea coeficientului T pentru termoizolare la exterior fără strat aerat conform LG 44

Stadiul clădirii studiate	Suprafața exprimată în m ²	Ore necesare pentru un administrator de clădire/m ² clădire reabilitată – incluzând activitățile de curățire, aerisire, supraveghere, evaluare conform LB 20	Timp - T (ore/persoană) necesar pentru întreținerea clădirii pe an pentru un administrator
Soluția actuală BSI 2	1279,25 m ²	0,26	345

11.4 Deducerea coeficientului T pentru termoizolare la exterior cu strat aerat conform LG 68

Stadiul clădirii studiate	Suprafața exprimată în m ²	Ore necesare pentru un administrator de clădire/m ² clădire reabilitată – incluzând activitățile de curățire, aerisire, supraveghere, evaluare conform LB 20	Timp - T (ore/persoană) necesar pentru întreținerea clădirii pe an pentru un administrator
Soluția actuală BSI 2	1279,25 m ²	0,26	345

Normativele respective pot fi accesate și descărcate în format pdf de pe suportul web al Ministerului Austriac de la pagina:

<http://www.bmwf.gv.at/Tourismus/HistorischeBauten/Seiten/Hochbau.aspx>
http://www.bmwf.gv.at/Tourismus/HistorischeBauten/Documents/LB-Allgemein/DIE%20BAUAUSSCHREIBUNG_HB19_HT10.pdf

Anexa 12

Caracteristicile eficienței energetice a clădirii studiate în capitolul 8 și variantele de termoizolare determinate în cadrul studiului pe modele folosind platforma electronică ETU acreditată de Ministerul Economiei Austriac pentru analize higrotermice în cadrul Institutului de Arhitectură Viena

12.1 Caracteristicile eficienței energetice a clădirii nereabilitate

Caracteristicile clădirii

Necesarul pentru încălzire (Heizwärmebedarf) $HWB_{Ist} = 118,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Necesarul pentru încălzirea apei (Warmwasserwärmebedarf) $WWWB = 12,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Cererea de energie pentru încălzire (Heizenergiebedarf) $HEB_{Ist} = 169,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Energia electrică necesară pentru uz casnic (Haushaltsstrombedarf) $HHSB = 16,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Endenergiebedarf $EEB_{Ist} = 185,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Caracteristicile de referință

Necesarul pentru încălzire (Heizwärmebedarf) $HWB_{26} = 48,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Necesarul pentru încălzirea apei (Warmwasserwärmebedarf) $WWWB = 12,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Coeficientul eAWZ (Anlagenaufwandszahl) $eAWZ = 1,325$
Cererea de energie pentru încălzire (Heizenergiebedarf) $HEB_{26} = 81,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Energia electrică necesară pentru uz casnic (Haushaltsstrombedarf) $HHSB = 16,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Coeficientul EEB_{26} (Endenergiebedarf) $= 97,7 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Factorul energetic (Gesamtenergieeffizienz-Faktor) $f_{GEE} = 1,901$

12.2 Caracteristicile eficienței energetice a clădirii reabilite cu termoizolare la interior fara strat aerat conform LG 68

Caracteristicile clădirii

Necesarul pentru încălzire (Heizwärmebedarf) $HWBIst = 38,7 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Necesarul pentru încălzirea apei (Warmwasserwärmebedarf)
 $WWWB = 12,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Cererea de energie pentru încălzire (Heizenergiebedarf) $HEBIst = 79,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Energia electrică necesară pentru uz casnic (Haushaltsstrombedarf)HHSB = 16,4 kWh/m²a

Coeficientul energetic EEBIst = 96,3 kWh/m²a

Caracteristicile de referință

Necesarul pentru încălzire (Heizwärmebedarf) HWB26 = 49,2 kWh/m²a

Necesarul pentru încălzirea apei (Warmwasserwärmebedarf)WWWB = 12,8 kWh/m²a

Coeficientul eAWZ (Anlagenaufwandszahl) eAWZ = 1,325

Cererea de energie pentru încălzire (Heizenergiebedarf) HEB26 = 82,1 kWh/m²a

Energia electrică necesară pentru uz casnic (Haushaltsstrombedarf)HHSB = 16,4 kWh/m²a

Coeficientul EEB26 (Endenergiebedarf)= 98,5 kWh/m²a

Factorul energetic (Gesamtenergieeffizienz-Faktor)fGEE = 0,978

12.3 Caracteristicile eficienței energetice a clădirii reabilitate cu termoizolare la interior cu strat aerat conform LG 68

Caracteristicile clădirii

Necesarul pentru încălzire (Heizwärmebedarf) HWBIst = 33,7 kWh/m²a

Necesarul pentru încălzirea apei (Warmwasserwärmebedarf)WWWB = 12,8 kWh/m²a

Cererea de energie pentru încălzire (Heizenergiebedarf) HEBIst = 74,9 kWh/m²a

Energia electrică necesară pentru uz casnic (Haushaltsstrombedarf)HHSB = 16,4 kWh/m²a

Endenergiebedarf EEBIst = 91,3 kWh/m²a

Caracteristicile de referință

Necesarul pentru încălzire (Heizwärmebedarf) HWB26 = 49,1 kWh/m²a

Necesarul pentru încălzirea apei (Warmwasserwärmebedarf)WWWB = 12,8 kWh/m²a

Coeficientul eAWZ (Anlagenaufwandszahl) eAWZ = 1,325

Cererea de energie pentru încălzire (Heizenergiebedarf) HEB26 = 82,0 kWh/m²a

Energia electrică necesară pentru uz casnic (Haushaltsstrombedarf)HHSB = 16,4 kWh/m²a

Coeficientul EEB26 (Endenergiebedarf)= 98,4 kWh/m²a

Factorul energetic (Gesamtenergieeffizienz-Faktor)fGEE = 0,92

12.4 Caracteristicile eficienței energetice a clădirii reabilitate cu termoizolare la exterior cu strat aerat conform LG 68

Caracteristicile clădirii

Necesarul pentru încălzire (Heizwärmebedarf) HWBIst = 38,7 kWh/m²a
Necesarul pentru încălzirea apei (Warmwasserwärmebedarf)WWWB = 12,8 kWh/m²a
Cererea de energie pentru încălzire (Heizenergiebedarf) HEBIst = 79,9 kWh/m²a
Energia electrică necesară pentru uz casnic (Haushaltsstrombedarf)HHSB = 16,4 kWh/m²a
Endenergiebedarf EEBIst = 96,3 kWh/m²a

Caracteristicile de referință

Necesarul pentru încălzire (Heizwärmebedarf) HWB26 = 49,2 kWh/m²a
Necesarul pentru încălzirea apei (Warmwasserwärmebedarf)WWWB = 12,8 kWh/m²a
Coeficientul eAWZ (Anlagenaufwandszahl) eAWZ = 1,325
Cererea de energie pentru încălzire (Heizenergiebedarf) HEB26 = 82,1 kWh/m²a
Energia electrică necesară pentru uz casnic (Haushaltsstrombedarf)HHSB = 16,4 kWh/m²a
Coeficientul EEB26 (Endenergiebedarf)= 98,5 kWh/m²a
Factorul energetic (Gesamtenergieeffizienz-Faktor)fGEE = 0,978

12.5 Caracteristicile eficienței energetice a clădirii reabilitate cu termoizolare la exterior cu strat aerat conform LG 68

Caracteristicile clădirii

Necesarul pentru încălzire (Heizwärmebedarf) HWBIst = 33,7 kWh/m²a
Necesarul pentru încălzirea apei (Warmwasserwärmebedarf)WWWB = 12,8 kWh/m²a
Cererea de energie pentru încălzire (Heizenergiebedarf) HEBIst = 74,9 kWh/m²a
Energia electrică necesară pentru uz casnic (Haushaltsstrombedarf)HHSB = 16,4 kWh/m²a
Endenergiebedarf EEBIst = 91,3 kWh/m²a

Caracteristicile de referință

Necesarul pentru încălzire (Heizwärmebedarf) HWB26 = 49,1 kWh/m²a
Necesarul pentru încălzirea apei (Warmwasserwärmebedarf)WWWB = 12,8 kWh/m²a
Coeficientul eAWZ (Anlagenaufwandszahl) eAWZ = 1,325
Cererea de energie pentru încălzire (Heizenergiebedarf) HEB26 = 82,0 kWh/m²a
Energia electrică necesară pentru uz casnic (Haushaltsstrombedarf)HHSB = 16,4 kWh/m²a
Coeficientul EEB26 (Endenergiebedarf)= 98,4 kWh/m²a
Factorul energetic (Gesamtenergieeffizienz-Faktor)fGEE = 0,927

Anexa 13

Studiile de caz abordate în actuala teză în cadrul Institutului de Arhitectură Viena

Așa cum sunt amintite în cadrul capitolelor 4-8, cele mai multe exemple folosite de autorul tezei fac parte din proiectele de reabilitare higrtermică și structurală realizate de Primăria Orașului Viena prin Magistraturi pentru clădirile istorice cu destinații de locuire și funcțiuni complementare. Exemplele studiate pot fi descărcate sub formă de fișier pdf de la adresa de web:

<https://www.wienerwohnen.at/wiener-gemeindebau/gemeindebaubeschreibungen.html?gbSearchDistrict=&gbSearchStreet=&gbSearchYear=&gbSearchArchitect=&gbSearchRestoration=&gbSearchFlatCount=&page=1&rows=5&sorting=1,asc,0>

Exemplele amintite se încadrează în perioada istorică de execuție 1850-1920.