

REZUMAT

Teza de doctorat are ca subiect principal eficiența energetică a clădirilor privită atât ca o necesitate precum și ca o obligativitate. Alte subiecte care sunt tratate în teză și care au la bază tot eficiența energetică sunt: normativele și prevederile românești privind calculul la transfer termic, directivele și prevederile Uniunii Europene privind eficiența energetică și modalitatea de adoptare, respectiv, de adaptare a normativelor europene pentru România și pentru condițiile climatice din România.

Ideea principală a tezei constă în studiul aplicării celei de-a 7-a cerințe a Regulamentului Parlamentului Uniunii Europene nr.305/2011, anexa 1 care presupune ca utilizarea resurselor naturale să fie sustenabilă.

Scopul tezei este, pe de-o parte, de a pune bazele unui program privind reducerea consumului de energie pentru clădirile de locuit ținând cont atât de necesitatea și dependența de energie precum și de impactul pe care soluțiile de reducere a consumurilor de energie îl au asupra mediului înconjurător în prezent și în viitor, iar pe de altă parte, este de a prezenta clădirile eficiente energetic conform standardelor europene și pașii care trebuie urmați pentru proiectarea lor adoptând anumite cerințe la condițiile climatice din România.

Teza are un număr de 224 de pagini, 93 figuri, 31 tabele și este împărțită în 6 capitole și 6 anexe. Contribuția principală a autorului este concentrată în capitolele 4 și 5.

Capitolul 1: Introducere

Capitolul este structurat în trei părți. În prima parte se prezintă situația consumurilor de energie la nivel național și aportul pe care îl au clădirile asupra acestor consumuri. În partea a doua este prezentată atât motivația, actualitatea și subiectul tezei cât și obiectivele și scopul tezei. Capitolul este completat în partea a treia cu cele mai importante definiții ale termenilor care se regăsesc în teză și ale elementelor care fac obiectul acestei teze.

Capitolul 2: Prezentarea și evoluția normativelor și a metodologiei privind performanțele energetice ale clădirilor

Capitolul este structurat în trei părți. În prima parte a acestui capitol se prezintă prevederile Directivelor Europene care tratează eficiența energetică a clădirilor și aplicabilitatea acestora atât pe plan național cât și la nivelul Uniunii Europene. Această prezentare a Directivelor și a normativelor are la bază datele Eurostat și statisticile naționale. În a doua parte sunt prezentați pașii și caracteristicile esențiale de care trebuie ținut cont atât pentru proiectarea unei clădiri noi conform normativului C107 și a metodologiei Mc001 cât și pentru reabilitarea termică a unei clădiri existente. În partea a treia a capitolului este prezentată evoluția normativelor românești care tratează eficiența energetică, începând cu anii 60 până la apariția normativului C107.

Capitolul 3: Clădiri eficiente energetic și costul global

În acest capitol sunt prezentate tipurile de clădiri eficiente energetic, definițiile și caracteristicile acestora, precum și metoda costului global, ca o modalitate de aplicare a cerințelor sustenabilității, capitolul fiind structurat în patru părți. În domeniul construcțiilor, sustenabilitatea se poate concretiza, pe de-o parte, prin încercarea reducerii semnificative a consumului de energie pentru cazul clădirilor existente, iar pe de altă parte, prin construirea clădirilor eficiente energetic. Astfel, o prima posibilitate de aplicare a cerințelor sustenabilității o reprezintă clădirile eficiente energetic. În prima parte a acestui capitol este prezentat conceptul de clădire eficientă energetic și tipuri de astfel de clădiri. A doua parte a capitolului tratează conceptul de casă pasivă, concept care are ca și reper un consum de energie pentru încălzire de maxim 15 kWh/m²an și un consum total de energie primară de maxim 120 kWh/m²an. A treia parte tratează un concept mai exigent de clădire eficientă energetic, casa cu consum de energie aproape zero.

Pentru cazul reducerii semnificative a consumului de energie la clădirile existente trebuie avut în vedere și costurile care le implică această acțiune. Atât pentru reducerea consumului de energie la clădirile existente prin reabilitarea termică a acestora, cât și pentru cazul realizării clădirilor eficiente energetic, costul global reprezintă o "unealtă" importantă în aplicarea criteriilor sustenabilității, astfel că, în partea a patra a acestui capitol este prezentat costul global așa cum este văzut la nivelul Uniunii Europene (Life Cycle Cost - LCC) și cum este văzut la nivelul național în România (CG).

Capitolul 4: Principii și particularități privind proiectarea clădirilor eficiente energetic

Capitolul 4 este structurat în trei părți care prezintă casa pasivă, casa cu consum de energie aproape 0 și un studiu de caz pentru cele două tipuri de concepte amintite.

Acest capitol tratează atât principiile care stau la baza proiectării unei clădiri eficiente energetic precum și particularitățile referitoare la proiectarea acesteia. În primele două părți este prezentat modul în care trebuie să se facă proiectarea unei case pasive și a unei clădiri cu consum de energie aproape zero. În partea a treia sunt prezentate două studii de caz despre acest tip de clădiri în care se prezintă modul de aplicare a principiilor casei pasive precum și modalitatea adaptării unei case pasive pentru a îndeplini condițiile prevăzute pentru o clădire cu consum de energie aproape zero. Primul studiu de caz îl reprezintă studiul unei case pasive de tip duplex, construită sub coordonarea profesorului universitar STOIAN Valeriu. Sunt prezentate în detaliu: modul de alcătuire funcțională și structurală, elementele de anvelopă, sistemul de instalații și detaliile specifice casei pasive precum și monitorizarea care s-a realizat în cadrul unui program de cercetare HURO/1001/221/2.2.3, Proiect de colaborare între Universitatea Politehnica Timișoara și ArchEnerg Cluser. Pentru casa pasivă, prin determinarea consumurilor de energie, manual și cu trei programe de calcul al performanței energetice, sunt scoase în evidență diferențele de abordare conceptuală a modalităților de calcul ale acestor programe și se face comparație între valorile obținute în acest fel și valorile obținute prin monitorizarea continuă a casei. Al doilea studiu de caz are ca subiect central casa cu consum de energie aproape zero. În urma îmbunătățirilor aduse casei pasive (cealaltă parte a duplexului amintit mai sus) este prezentat modul cum

se poate îndeplini cerințele conceptului de casă cu consum de energie aproape zero. Îmbunătățirile case pasive în vederea realizării casei cu consum de energie aproape zero s-au concretizat prin grantul de cercetare PN-II-PT-PCCA-2013-3.2.-1214-Contract 74/2012.

Capitolul 5: Reabilitarea termică a clădirilor existente. Soluții de reducere a consumului de energie din surse convenționale

Capitolul este structurat în șase părți: generalități despre reabilitarea termică a clădirilor existente, clasificarea lor, reabilitarea termică a clădirilor colective, metode de reducere a consumului de energie la acest tip de clădiri, costul global realizat în ipoteza reabilitării termice a clădirilor existente și un studiu de caz.

În acest capitol este realizat un studiu care tratează bilanțul termic și posibilitatea reabilitării termice a clădirilor cu structură verticală din panouri mari prefabricate din beton armat. Studiul este realizat pe proiectele tip care s-au folosit în Timișoara. Sunt studiate 8 soluții de reabilitare termică pentru acestea. Soluțiile de reabilitare termică sunt prezentate atât din ipoteza economiei de energie cât și din ipoteza economiei financiare, a costului de investiție pe care îl presupune reabilitarea termică și a perioadei în care această investiție este amortizată. În partea a șasea a acestui capitol este realizată o clasificare a clădirilor cu structură verticală din panouri mari prefabricate din beton armat din Timișoara și o centralizare a clădirilor din Timișoara funcție de proiectele tip după care au fost realizate. Este realizat un studiu de caz pe 20 de tipuri de tipologii de clădiri cu structură verticală din panouri mari prefabricate din beton din Timișoara.

Acest capitol, îndeosebi studiul de caz, are rolul de a oferi informații despre bilanțul energetic al clădirilor cu structură verticală din panouri mari prefabricate din beton și soluții standard de reabilitare termică funcție de proiectele tip după care au fost realizate aceste clădiri.

Capitolul 6: Concluzii și contribuții personale

Capitolul sintetizează concluziile tezei, recomandările rezultate în urma tezei și prezintă principalele contribuții ale autorului cu privire la tematica subiectului prezentat.

Cele mai importante concluzii prezentate în teza sunt:

1. Din punct de vedere al cerințelor Directivelor Europene, valabile pentru toate statele membre ale Uniunii Europene, referitoare la producția de energie din surse regenerabile, România ocupă doar locul 10, cu o producție de 5,242 TEP, ceea ce o clasează sub media producției de energie din surse regenerabile la nivelul Uniunii Europene.
2. România este pregătită doar parțial din punct de vedere al normativelor și al legilor pentru a răspunde cerințelor Directivelor Europene referitoare la eficiența energetică. Normativul românesc privind calculul termotehnic al elementelor de construcție - C107 tratează superficial reabilitarea termică a clădirilor existente, nu impune anumite performanțe ale elementelor de anvelopă sau un consum maxim de energie, oferind doar recomandări.
3. Directivele Europene prevăd ca toate construcțiile noi să fie construcții eficiente energetic. Cele mai cunoscute și accesibile concepte de construcții eficiente energetic sunt casa pasivă și casa (clădirea) cu consum de energie aproape zero.

Datorită faptului că aceste cocepte sunt destul de răspândite în Europa, adoptarea lor ca și concept de construcție în România se poate face cu ușurință.

4. Având ca și reper definiția casei pasive, putem trage concluzia că acest tip de casă reprezintă cea mai bună modalitate de a îndeplini cerința Directivelor Europene cu privire la reducerea consumului de energie.

Temperatura de 20°C stabilită de către Institutul de Case Pasive pentru verificarea consumului de energie nu satisface cerințele de confort termic interior. Pe lângă cerințele esențiale care prevăd o termoizolare foarte bună, o orientare favorabilă, o formă cât mai compactă și instalarea unui sistem de ventilare cu recuperare de căldură, pentru o casă pasivă, în faza de proiectare sunt foarte importante următoarele:

- eliminarea punților termice;
- utilizarea datelor climatice exterioare rezultate din măsurători periodice;
- utilizarea unei temperaturi interioare pentru verificarea necesarului de căldură de peste 21°C.

5. Cea mai bună modalitate de realizare a unei case cu consum de energie aproape zero constă în instalarea la o casă pasivă a unui sistem de panouri solare.

6. Domeniul construcțiilor este responsabil de circa 40% din consumul total de energie din România. Producția medie de energie electrică în România este de 7130 MW iar consumul de energie doar pentru întreținerea clădirilor de locuit este de 12226 MW. Reabilitarea termică a tuturor clădirilor de locuit din România ar reduce consumul de energie pentru întreținere sub 7200 MW, consum care ar putea fi acoperit doar din energie electrică produsă la ora actuală.

7. În Timișoara sunt aproximativ 3640 de clădiri colective cu structură de rezistență din panouri mari prefabricate cu 5 niveluri. Aceste clădiri au fost construite în perioada 1962-1992 pe baza proiectelor tip realizate de către IPCT București și adaptate de către IPROTIM. Cele mai des întâlnite proiecte tip în Timișoara sunt proiectele T744-IPCT, T770-IPCT și T1340-IPCT. În stadiul actual în care se află clădirile construite pe baza acestor proiecte tip, necesarul mediu de energie de pentru încălzire este de aproximativ 250 Kwh/m²an iar necesarul total de energie de aproximativ 325 Kwh/m²an.

Cele mai importante contribuții sunt:

1. Studiul și prelucrarea sintetică a unui vast material bibliografic ce constă în studierea unor teze de doctorat, cărți de specialitate, normative și legi românești, directive europene cu privire la eficiența energetică și articole din diverse reviste de specialitate;
 2. Realizarea bilanțului energetic cu programele de calcul PHPP, Doset-Pec, AllEnergy, Ax3000 și cu procedura creată și realizată în MathCad pentru casa pasivă din Dumbrăvița în vederea verificării cerințelor impuse pentru o casă pasivă.
 3. Studiul amplasării senzorilor și participarea la montarea acestora la casa pasivă în toate fazele. Verificarea modului de termoizolare, verificarea stării tehnice a anvelopei și determinarea punților termice prin termografieri în vederea stabilirii în ce măsură s-a reușit eliminarea acestora.
 4. Centralizarea și prelucrarea rezultatelor monitorizate atât de la casa pasivă cât și de la casa cu consum de energie aproape zero și analiza confortului termic din casa pasivă raportată la consumul de energie în vederea stabilirii consumurilor de energie și compararea lor cu necesarul de energie obținut în urma bilanțului realizat în faza de proiectare. Din această comparație s-a dedus faptul că pentru a realiza un bilanț termic corect ar trebui să se țină cont de temperatura interioră prielnică locatarului.
 5. Co-Participarea la editarea unui îndrumător de case eficiente energetic.
- Îndrumătorul este în curs de redactare.

6. Elaborarea unei proceduri de calcul al bilanțului energetic pentru a putea urmări fiecare termen care are aport asupra rezultatului final și pentru a putea avea un control asupra duratei de încălzire și asupra temperaturilor exterioare de calcul. Procedura este creată în așa fel încât să se poată avea un control asupra fiecărui termen în vederea modificării și adaptării anumitor valori în funcție de preferințe (durata de încălzire, temperatură exterioară de calcul) - valori care nu pot fi modificate în programele de calcul energetic acreditate.
7. Sistemizarea arhivei IPROTIM cu privire la clădirile cu structură din panouri mari prefabricate din beton armat construite în Timișoara. Verificarea pe teren a planurilor de situație și a proiectelor preluate de la IPROTIM.
8. Inspectarea a peste 2800 de blocuri din Timișoara pentru întregirea și verificarea planurilor de situație preluate de la IPROTIM și pentru identificarea a cât mai multe tipuri de clădiri cu structură din panouri mari prefabricate din beton armat existente în Timișoara, pentru stabilirea numărului de clădiri cu structură din panouri mari cu 5 niveluri în Timișoara și pentru verificarea stării tehnice în care se regăsesc acestea. În urma acestei inspectări s-au identificat peste 52 de tipologii de structuri, din care, în jur de 20 de tipologii predominante.
9. Realizarea bilanțului energetic la peste 40 de clădiri ipotetice plecând de la proiectele tip. Bilanțul energetic s-a realizat pe baza proiectelor tip regăsite în Timișoara. Desemenea, s-a realizat bilanțul energetic pentru aceste proiecte tip în ipoteza reabilitării termice sub diferite soluții.
10. Realizarea termografierii și a bilanțului energetic la peste 70 de clădiri din Timișoara și centralizarea lor în vederea stabilirii gradului de izolare termică și determinării zonelor cu pierderi mari de căldură. Termografierea a oferit prima informație privind starea clădirii din punct de vedere al termoizolării. Recomand ca pentru orice clădire pentru care se dorește realizarea bilanțului termic să se facă mai întâi, o termografie.
11. Realizarea a 8 soluții de reabilitare termică, propuneri de suplimentare a energiei din surse regenerabile de energie și verificarea celor 3 soluții de reabilitare termică care se practică la ora actuală în Timișoara. Aceste soluții s-au realizat în scopul reducerii consumurilor de energie și respectării Directivelor Euro pene cu privire la eficiența energetică. În urma analizei soluțiilor, s-a constatat ca cea mai eficientă soluție constă în reabilitarea termică a plăcii peste subsol, a terasei și a pereților exteriori astfel încât rezistența termică corectată a planșeului peste subsol să fie $2,90 \text{ m}^2\text{K/W}$, rezistența termică corectată a terasei să fie $5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$, iar rezistența termică corectată a pereților să fie $1,80 \text{ m}^2\text{K/W}$ și înlocuirea ferestrelor exteriorare existente cu ferestre cu tâmplarie din PVC și geam termoizolant cu o rezistență termică de $0,625 \text{ m}^2\text{K/W}$.