

CONTRIBUȚII CU PRIVIRE LA EFICIENȚA ENERGETICĂ A CONSTRUCȚIILOR REZIDENȚIALE NOI ÎN CONTEXTUL DEZVOLTĂRII DURABILE

Teză de doctorat – Rezumat

pentru obținerea titlului științific de doctor la

Universitatea Politehnica Timișoara

în domeniul de doctorat ARHITECTURĂ ȘI URBANISM

autor arh. Cristian Mărăcineanu

conducător științific Prof.univ.dr.arh. Smaranda Maria Bica

luna 03 anul 2017

În plan aplicativ teza de doctorat are ca obiectiv cercetarea aspectelor legate de costurile de edificare și consumul de energie al unei construcții pilot cât și modalități de reducere ale acestuia, modul de comportare al sistemului de încălzire cu pompă de căldură apă-apă utilizat ca sursă de încălzire cât și analiza eficienței financiare de reducere a consumului de energie electrică.

În plan teoretic se propune analiza conceptului de casă eficientă energetic conform teoriilor actuale din domeniu și propunerea unei metode tip matrice de realizare a studiului de teren în vederea identificării locului ideal pentru amplasarea locuinței.

Topica abordată în acest studiu raspunde nevoilor de a găsi soluții la problemele menționate și creșterea performanțelor energetice ale construcțiilor noi, teza încadrându-se în prevederile Strategiei Europa 2020 cât și în Planurile Naționale în domeniul Eficienței Energetice (PNAEE).

Dincolo de faptul că arhitectura creează cadrul pentru viața societății, produsul de arhitectură ca rezultat al unui proces structurat de proiectare trebuie să reflecte nevoile sociale nu numai prin funcționalitate și raționalitate cât și prin eficiența construcției și sustenabilitate ei – prin modul în care ea interacționează cu mediul înconjurător.

Capitolul I – Contextul global și național cu privire la consumurile de energie

Primul capitol al lucrării începe prin a prezenta importanța și actualitatea temei de cercetare în contextul global prin evidențierea tendinței continue de creștere a consumului de energie la nivel global ca un efect al creșterii demografice accelerate.

Importanța și actualitatea temei în contextul global este pusă în evidență prin afirmațiile Grupului de Experți în domeniul Schimbărilor Climatice și Dezvoltării Durabile (GESD) conform cărora nivelul actual al consumului populațiilor din țările dezvoltate poate fi susținut, în condițiile performanțelor curente ale managementului resurselor planetare, pentru cel mult două miliarde de oameni. Populația lumii a atins deja acest prag încă din anul 1920, în prezent depășind 7 miliarde de locuitori. Prin urmare, ar fi nevoie de cel puțin încă două planete de tipul Pământului, pentru a putea oferi condiții de viață similare celor din țările dezvoltate, tuturor oamenilor cu tehnologiile actuale.

În subcapitolul 1.2 Contextul național este conturată imaginea de ansamblu a fondului imobiliar existent în România evidențiindu-se faptul ca la majoritatea clădirilor rezidențiale construite atât în perioada 1961-1980 cât și în perioada de după 2000, perioadă în care tendința de migrare spre “noile dezvoltări urbane” a cunoscut un avânt fără precedent, au fost tratate

superficial sau chiar deloc cerințele termice specifice ale elementelor de construcții ce alcătuiesc anvelopa acestora. În continuarea subcapitolului este realizată o scurtă analiză a principalelor sisteme energetice la nivel național conform datelor furnizate de Ministerul Energiei și Ministerul Dezvoltărilor Regionale, Administrației Publice și Fondurilor Europene.

Tema de cercetare abordată, ideile principale urmărite, scopul și obiectivele tezei de doctorat cât și stadiul actual al cercetării în tematica tezei propuse sunt prezentate în a doua parte a capitolului. Lucrarea analizează probleme legate de consumul de energie al proiectului pilot, modalități de reducere ale acestuia, modul de comportare al diferitelor sisteme tehnologice folosite cât și eficiența financiară rezultată în urma măsurilor aplicate.

Subcapitolul 1.4 Stadiul actual al cercetării în tematica tezei propuse pune în evidență modul în care a luat naștere conceptul de casa eficientă energetic, atât în Europa cât și în Statele Unite ale Americii amintind diferențele dintre acestea.

Capitolul II-Analiza principiilor de funcționare ale unei case eficiente energetic

Capitolul prezintă o selecție de date informative privind principiile de funcționare ale caselor eficiente energetic. Sunt evidențiate principiile de funcționare ale acestor tipuri de locuințe, caracteristicile minime ce trebuiesc îndeplinite de acestea, stratificații ale anvelopei și avantajele utilizării încălzirii în pardoseală așa cum se regăsesc și în literatura de specialitate.

Astfel, sunt descrise și definite necesarul de căldură, coeficientul de energie primară, sarcina termică, coeficientul de transmisie termică cât și câteva tipologii structurale ale principalelor părți ale anvelopei specifice locuințelor eficiente energetic.

Capitolul III - Date generale și abordare teoretică în procesul de proiectare al caselor eficiente energetic

În urma analizei asupra consumurilor de energie la nivel global și național realizată în capitolele precedente, a fost evidențiată necesitatea abordării unor principii și strategii în procesul de proiectare al clădirilor eficiente energetic.

Realizarea unui demers de proiectare eficient și logic care să fie abordat încă din fazele incipiente ale procesului de proiectare și prin care să fie asigurată relaționarea corectă a clădirii cu mediul înconjurător, cu resursele energetice locale, cu tehnologiile și materialele utilizate reprezintă subiectul prezentului capitol.

Tehnicile de analiză detaliată și strategiile de proiectare a clădirilor eficiente energetic prezentate în acest capitol pun accentul pe utilizarea energiilor distribuite (soare, vânt, apă) în locul energiilor elitiste (petrol, gaz, uraniu, carbune).

Este prezentată abordarea teoretică emisă de Mark deKay și G.Z Brown în lucrarea “Sun, wind and light” care propune o organizare pe nivele ierarhice în care o parte din performanța energetică este indusă prin proiectarea arhitecturală a clădirii. Fiecare nivel își propune o abordare a procesului de proiectare din perspectiva unor parametrii conceptual diferiți dar dependenți ca valori, rezultând astfel 5 nivele de abordare interdependente prin care se urmărește rezolvarea aspectelor legate de energie și proiectare cu un nivel de dotare tehnică minim necesar și costuri scăzute.

În continuare capitolului este propusă o metodă teoretică de analiză și convertire a studiului de amplasament, ce ține cont de criteriile existente pe sit, de resursele locale existente, într-un sistem de analiză matriceal care indică locurile ideale pentru amplasarea locuinței.

Utilizând un model caroiat al parcelei și datele locale referitoare la condițiile de însorire, umbră, iradianță solară, curenți de aer sau tipare ale mișcărilor maselor de aer se realizează scheme grafice cu condițiile climatice aferente anotimpului rece și cald pe intervale orare

(dimineață, prânz și seara). Aceste scheme grafice sunt reduse la modele numerice (matrici) care prin însumare indică pozițiile de pe parcelă cu elementele climatice favorabile amplasării construcției.

Avantajul metodei este reprezentat de resursele limitate pe care le utilizează și de posibilitatea de creare a unui soft computerizat pentru efectuarea acestui tip de analiză.

Capitolul IV- Program experimental cu privire la aspecte tehnico-economice legate de construirea și monitorizarea în timp a proiectului pilot

Subiectul abordării practice al lucrării este reprezentat de un proiect cu funcțiunea de locuință realizat în anul 2010 în localitatea Giroc, județul Timiș. Parcela aleasă pentru construirea casei are o suprafață de 645 mp, iar construcția în regim de înălțime parter are o arie construită de 125 mp.

Descrierea completă a parametrilor construcției, a consumatorilor electrici cât și a caracteristicilor sistemului de încălzire sunt realizate în subcapitolele 4.2 și 4.3 ale prezentului capitol.

În cadrul acestui capitol sunt prezentate datele obținute în urma programului experimental ce s-a întins pe o perioadă de 4 ani, timp în care a locuința proiect pilot a fost monitorizată din punct de vedere al consumurilor de energie.

Consumurile de energie electrică monitorizate în perioada 2012-2014 precum și costurile de întreținere ale perioadelor menționate fac subiectul subcapitolului 4.4.

În continuarea capitolului sunt determinate, prin calcul direct, conform normativelor în vigoare, coeficienții de transfer termic aferenți elementelor ce alcătuiesc locuința - proiect pilot.

În urma determinării acestor coeficienți s-a realizat calculul necesarului de căldură pentru încălzire - Ipotezei B cât și calculul consumului anual de energie electrică pentru încălzire al pompei de căldură și costurile anuale ale locuinței.

Rezultatele obținute în urma calculelor energetice sunt comparate în partea finală a prezentului capitol cu consumurile energetice și costurile de întreținere înregistrate în perioada monitorizării (Ipoteza A - Monitorizare directă) rezultând astfel o estimare exactă a costurilor generate raportate la un metru pătrat de suprafață încălzită pe an.

În același timp, pentru metoda de calcul a eficienței energetice utilizată a fost determinată o diferență de -5% față de consumurile și costurile înregistrate în realitate.

Subcapitolul 4.10 tratează costurile de edificare ale construcției pe categorii de lucrări prezentând listele de cantități de lucrări și costurile aferente acestora. Pentru partea de sisteme de instalații au fost luate în considerare facturile care au stat la baza achizițiilor efectuate la momentul edificării locuinței.

Capitolul V- Analiza tehnico-economică a ipotezelor C și D a proiectului pilot

Consumurile de energie înregistrate ale proiectului pilot cât și datele tehnice și economice, prezentate în capitolele anterioare, au oferit un set de informații reale cu privire la costurile de construire și utilizare ale locuinței. Datele astfel obținute au fost utilizate în elaborarea unei analize a două scenarii diferite ale proiectului pilot ce constau în realizarea unor simulări ale consumurilor energetice și a costurilor de edificare.

În consecință, pentru a putea verifica eficiența scenariilor diferite a proiectului pilot a fost necesară stabilirea unor ipoteze de calcul pe baza cărora s-au efectuat simulări ale consumurilor energetice. În urma rezultatelor obținute din simulările energetice s-a realizat analiza tehnico-economică a costurilor necesare pentru edificarea fiecărui scenariu propus.

În cadrul simulărilor experimentale și în stabilirea ipotezelor scenariilor s-au avut în vedere:

- păstrarea caracteristicilor arhitecturale și dimensiunile specifice proiectului pilot ex-istent;
- îmbunătățirea parametrilor de consum energetic ai proiectului pilot prin aducerea lui către consumuri identice cu cele ale unei case eficiente energetic;
- ca soluțiile de îmbunătățire să fie realizabile din punct de vedere tehnic cât și economic, fiind posibile prin utilizarea unor materiale existente pe piața din România la costuri accesibile;

Necesitatea acestei evaluări este importantă în activitatea de proiectare deoarece poate ajuta în estimarea performanțelor energetice ale proiectelor rezidențiale în funcție de materialele alese pentru construcție.

Program experimental de simulare are următoarele obiective:

- cercetarea posibilităților de construire a unei case eficiente energetic cu privire la materialele utilizate și eficiența obținută;
- analiza costurilor necesare pentru construire în funcție de materialele utilizate;
- analiza costurilor de utilizare în funcție de materialele utilizate;
- identificarea bugetului necesar pentru îmbunătățirea energetică a proiectului pilot.
- determinarea timpului de amortizare a diferențelor de costuri prin economiile realizate.

Astfel, în cazul ipotezei "C" calculul se efectuează pentru situația în care construcția se execută în următoarele condiții:

- tavan cu izolație suplimentară;
- pardoseală ridicată la o cotă peste nivelul terenului sistematizat (0,5-0,6 m);

Aceste măsuri de îmbunătățire au fost luate datorită faptului că în cazul proiectului pilot, în urma calculelor, au fost evidențiate pierderi de căldură la nivelul pardoselii și al tavanului.

Plecând de la premisa accesibilității materialelor, ipoteza D propune analizarea eficienței energetice și economice a unei construcții identice ca planimetrie cu cea a proiectului pilot, cu următoarele caracteristici:

- o configurare structurală alcătuită din zidărie confinată de cărămida cu goluri verticale, centuri, stâlpișori și fundații continue din beton armat;
- șarpanta de lemn și învelitoare din tiglă metalică;
- păstrarea planimetriei și a orientării proiectului pilot;
- păstrarea dimensiunilor elementelor structurale.

Pentru fiecare ipoteză din cele menționate anterior este realizată, într-un mod identic cu cel prezentat în capitolul IV, o analiză tehnico-economică pentru determinarea costurilor necesare pentru realizarea investițiilor. Aceste sunt comparate în capitolul VI.

Capitolul VI - Analiza economică

În capitolul VI este prezentată o analiză economică a rezultatelor obținute pentru fiecare ipoteză studiată. Analiza cost-beneficiu a proiectului prezentat vizează analiza fezabilității financiare prin prisma a trei indicatori de performanță financiară:

- valoarea actualizată neta (VAN);
- rata internă de rentabilitate (RIR);
- durata de recuperare a investiției.

În general, pentru orice tip de investiții este recomandată întotdeauna o analiză financiară. Este important să se înțeleagă întinderea până la care capitalul investit în proiect poate fi amortizat peste ani. Acesta poate fi fie prin fluxuri de numerar generate de o activitate economică (vânzarea produselor/ serviciilor generate de investiție) sau prin reduceri de costuri de întreținere generate de investiție și observabile pe perioadă de operare a acesteia (ca și în cazul analizat).

Costul investiției necesare obținerii economiei de costuri a fost considerat costul suplimentar față de Ipoteza "A" pentru fiecare ipoteza (B, C, D).

Pentru determinarea costurilor suplimentare în tabelul 6.4 apar costurile totale de edificare considerând toate lucrările aferente implementării tehnologiilor pentru fiecare din ipoteze.

Raționamentul pentru care s-a luat în calcul doar costurile suplimentare ale investiției este faptul că aceste costuri generează efectiv economia de consum de energie electrică, celelalte costuri fiind identice în fiecare variantă constructivă, deci nu au o contribuție directă la fluxul de numerar analizat.

Rezultatele analizei efectuate confirmă faptul că toate ipotezele și variantele reprezintă investiții acceptabile – cu beneficii viitoare mai mari decât investiția necesară creării economiei de costuri însă ipoteza „D” conduce la maximizarea investiției realizate față de celelalte ipoteze, având cea mai mare rată internă de renatabilitate (RIR) și cea mai mică durată de recuperare a investiției.

Capitolul VII- Concluzii finale. Contribuții personale. Valorificarea rezultatelor. Publicații.

Sunt prezentate concluziile finale obținute în urma cercetărilor efectuate. Rezultatele analizelor pun în evidență diferențe de costuri de edificare și întreținere cât și consumurile energetice rezultate pentru fiecare ipoteză de calcul în parte.

Partea a doua a capitolului prezintă contribuțiile principale ale autorului și modalitățile de diseminare și de valorificare a tezei de doctorat prin proiecte de cercetare, prezentări și publicații în reviste de specialitate.

Astfel, o enumerare a contribuțiilor majore ale autorului este următoarea:

1. Proiectarea și realizarea unei construcții pilot cu funcțiunea de locuință, în cadrul careia au fost implementate anumite tehnologii existente pe piața din România ce utilizează energii neconvenționale și sisteme de construire ce contribuie la o scădere a consumului de energie.
2. Urmărirea costurilor de edificare pentru construirea proiectului pilot.
3. Monitorizarea directă și înregistrarea periodică a consumurilor de energie și costurilor de întreținere a construcției pilot ce funcționează cu pompă de căldură apă-apă.
4. Investigarea problemelor cu privire la consumul de energie, pierderile de energie aferente proiectului pilot.
5. Propunerea unui set de variante de simulări care să pună în evidență gradele diferite de reducere ale consumurilor de energie cât și diferențele cu privire la costurile de construcție în funcție de intervențiile suplimentare propuse și materialele utilizate pentru eficientizarea construcției pilot. Realizarea analizelor pentru ipotezele diferite și compararea rezultatelor.
6. Propunerea unei direcții de cercetare în legătură cu poziționarea și orientarea locuințelor individuale în cadrul parcelei, plecând de la situația existentă pe sit și urmărind reducerea acesteia la un model numeric simplificat.