

RST – Raport stiintific si tehnic final

RST – Raport stiintific si tehnic in extenso al Coordonatorului Universitatea “Politehnica” Timisoara (CO – UPT)

Denumirea proiectului: **“Casa aproape zero energie si casa pasiva – solutii sustenabile pentru cladiri rezidentiale”**; acronimul: **NEZEBUILD.**

Tipul proiectului: **PN-II-PT-PCCA-2011-3.2-1214**

Contract nr: **74/2012**

Colectiv de elaborare

Universitatea Politehnica din Timisoara

Prof. Dr. Ing. Dan Daniel – Director proiect

Prof. Dr. Ing. Stoian Valeriu

Conf. Dr. Ing. Nagy György Tamas

Sl. Dr. Ing. Florut Codrut

Sl. Dr. Ing. Daescu Cosmin

As. Dr. Ing. Sebarchievici Calin

Dr. Ing. Pescari Simon

Partener

SC ARHITIM SRL Timisoara

Arh. Drd. Stoian Dan

Ing. Drd. Tanasa Cristina

Cuprins

1. Introducere
2. Statusul actual al cercetarii in domeniu
3. Obiectivele proiectului, etapele cercetarii si rezultate
 - 3.1. Obiectivele proiectului
 - 3.2. Etapele cercetarii si rezultate
 - 3.2.1. Etapa I - Proiectarea, executia detaliilor, achizitia materialelor, echipamentelor si certificarea energetica pentru NEZEBUILD (2012)
 - 3.2.2. Etapa II - Evaluarea performantelor energetice pentru casa in sistem PH, utilizand datele inregistrate prin monitorizare, executia lucrarilor de constructii si instalatii pentru NZEB, conceperea, achizitia sistemului de monitorizare si monitorizarea NZEB (2013)
 - 3.2.3. Etapa III - Studiu comparativ al eficientei energetice intre variantele PH si NZEB (2014)
 - 3.2.4. Etapa IV - Monitorizarea consumurilor reale, optimizarea costului global si evaluari privind ciclul de viata pentru sistemul NZEB (2015)
 - 3.2.5. Etapa V - Evaluarea ciclului de viata pentru NZEB, elaborarea de recomandari si reguli generale pentru realizarea cladirilor rezidentiale in climat temperat (2016)
4. Diseminarea rezultatelor
5. Concluzii
6. Bibliografie

1. Introducere

Proiectul de cercetare NEZEBUILD are ca scop principal validarea unor principii si solutii de proiectare/constructie a cladirilor din Romania la standardul de casa pasiva si cladire cu consum de energie aproape zero, prin realizarea unei cladiri pilot alcatuita din doua apartamente cu sisteme diferite si implementarea unui sistem complex de monitorizare.

Una dintre problematicile de actualitate la nivel mondial consta in necesitatea reducerii consumului de energie in vederea conservarii resurselor naturale tot mai reduse si protectia mediului inconjurator. Conform statisticilor AIE pentru perioada 2004 – 2005, consumul total de energie la nivel mondial e defalcat in urmatoarele mari sectoare: 35.9% cladiri, 30.3% transport, 29% industrie, 4.8% alte sectoare. Utilizarea energiei in cladiri reprezinta o parte principala a totalului de energie consumata (EUROSTAT, 2014). In anul 2012, consumul de energie al cladirilor reprezinta aproximativ 39.7% din consumul total de energie la nivelul Uniunii Europene, in crestere de la 35.5% in anul 1990. Pe de alta parte, sectorul industriei a inregistrat o scadere a ponderii din consumul total de energie, de la 34.1% in 1990 la 25.6% in 2012 (Sursa: Eurostat). In prezent, Uniunea Europeana nu produce cantitatea de energie necesara pentru a acoperi in intregime cererea tarilor membre. Studiile prevad ca dependenta Europei de importuri va creste cu pana la 80% pana in 2035 in ceea ce priveste petrolul si gazul. Pe de alta parte, SUA este pe cale sa devina din importator de gaz exportator net de gaz. Reducerea treptata a consumului de energie in cadrul Uniunii Europene reprezinta astfel o strategie necesara in scopul reducerii emisiilor de gaze cu efect de sera si totodata pentru a scadea dependenta de energie importata (International Energy Agency, 2008). Agentia Internationala a Energiei (AIE) a identificat sectorul cladirilor ca fiind unul dintre cele mai rentabile sectoare pentru reducerea consumului de energie (Comisia Europeana, 2013). In 2006, potentialul estimat de economisire de energie era de 27% pentru cladirile rezidentiale si de 30% pentru cladirile comerciale. Astfel, cresterea eficientei energetice a cladirilor reprezinta un subiect de interes ridicat la momentul actual, atat pe plan national cat si pe plan international.

Ideea si tematica proiectului de cercetare NEZEBUILD a avut la baza necesitatea de a dezvolta solutii care sa reduca consumul de energie in randul cladirilor de locuit din Romania. In ultimul deceniu, s-au dezvoltat in toate partile lumii tot mai multe standarde si cerinte cu privire la energie si eficienta energetica. Aceste standarde si cerinte ghideaza normativele si standardele de cladiri la nivelul fiecarei tari si contribuie la buna punere in practica a actiunilor necesare. Datorita diversitatii conditiilor climatice, tehnologiilor disponibile si practicilor printre tarile membre ale Uniunii Europene, modalitatea si masura implementarii eficientei energetice in cladiri este reglementata la nivelul fiecarei tari. Astfel, au fost dezvoltate si implementate concepte privind izolarea termica a cladirilor, etanseitatea, fructificarea aporturilor solare, utilizarea sistemelor eficiente de recuperare a caldurii. La momentul actual, atat in Romania cat si in alte tari in curs de dezvoltare sunt necesare cat mai multe proiecte pilot de cladiri eficiente energetic care sa fie monitorizate in timp real in ceea ce priveste consumul de energie, parametrii de confort interior, comportamentul utilizatorilor. Urmarirea in timp real a unei cladiri eficiente energetic, pe o perioada extinsa de timp, este o cale practica si transparenta de a investiga performantele reale ale unei astfel de cladiri. Pe baza datelor din monitorizare pot fi aduse imbunatatiri solutiilor de eficienta energetica in cladiri, care pot fi ulterior extinse la alte cladiri.

Proiectul de cercetare NEZEBUILD a propus abordarea conceptului de casa zero energie la cladirile rezidentiale in Romania. Plecand de la conceptul de casa pasiva deja implementat prin construirea unui apartament intr-un duplex situat in localitatea Dumbravita jud. Timis, la al doilea apartament din duplexul mentionat s-a implementat sistemul nZEB (nearly Zero Energy Building). S-a urmarit proiectarea si detalierea unei solutii tehnice pentru nZEB si validarea de modele de calcul prin monitorizarea extinsa. Proiectarea, detalierea si executia nu s-a rezumat numai la elementele de constructie ci cuprind si sistemele de instalatii.

2. Statusul actual al cercetarii in domeniu

La nivel mondial, cresterea vertiginoasa a utilizarii energiei a generat preocupari majore cu privire la riscul epuizarii resurselor naturale si totodata la impactul masiv pe care il are asupra mediului consumul de energie primara, prin emisiile de gaze cu efect de sera (epuizarea stratului de ozon, incalzire globala, schimbari climatice etc.). In situatia riscurilor de epuizare a surselor primare de energie si a nivelului crescut de poluare, pentru a se atinge durabilitatea in domeniul energiei este nevoie ca energia sa fie produsa, furnizata si consumata intr-un mod mai eficient decat pana acum. Conform previziunilor Agentiei Internationale a Energiei (AIE), cererea de energie la nivel global va creste cu peste o treime pana in anul 2035, China, India si Orientul Mijlociu reprezentand 60% din aceasta crestere [1]. Rezervele certe cunoscute de petrol pot sustine un nivel actual de consum doar pana in anul 2040, iar cele de gaze naturale pana in anul 2070, in timp ce rezervele mondiale de huila asigura o perioada de peste 200 de ani chiar la o crestere a nivelului de exploatare [2]. In cadrul Uniunii Europene, energie utilizata in cladiri reprezenta in 2012 aproximativ 40% din consumul final de energie si aproape 55% din consumul total de energie electrica. Astfel, sectorul cladirilor este utilizatorul final cel mai important, urmat de transport 32%, industrie 26% si agricultura 2%. In tari precum Estonia, Letonia si Ungaria, consumul de energie al cladirile reprezinta chiar mai multe de 45% din consumul final total de energie al tarii. La nivelul Uniunii Europene, cladirile rezidentiale consuma aproximativ doua treimi din consumul total de energie al cladirilor [3]. Analiza evolutiei consumului de energie pe sectoare in Uniunea Europeana in perioada 1990-2012, prezentata in Figura 1.1, arata o crestere a consumului de energie in sectorul cladirilor (rezidential, sector tertiar) si in sectorul transporturilor.

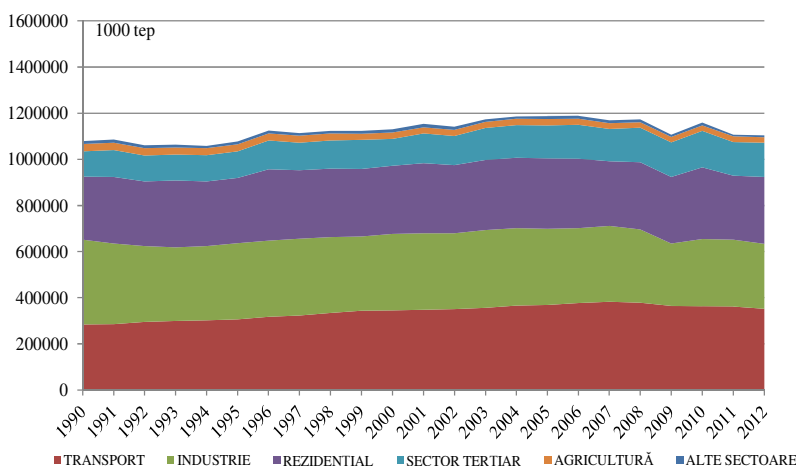


Figura 2.1. Variatia consumului total final de energie pe sectoare [1000 tep] (UE) Sursa: Eurostat [4]

Consumul ridicat de energie al cladirilor la nivel mondial clasifica acest sector ca fiind o sursa semnificativa de emisii de gaze cu efect de sera. Sectorul cladirilor este un consumator cheie al energiei in Europa, unde consumul de energie a crescut semnificativ in ultimii 20 de ani. La nivel european, consumul total final de energie al cladirilor a crescut in medie cu 1% in fiecare an din 1990 iar consumul de energie electrica a crescut anual in medie cu 2,4% [5]. Este de asteptat ca si in urmatorii ani cererea de energie in sectorul cladirilor sa creasca rapid, fiind antrenata de presiunea cresterii populatiei si cresterea nivelului de trai. Totodata, AIE a identificat sectorul cladirilor ca fiind unul dintre cele mai rentabile sectoare pentru reducerea consumului de energie [1]. In 2006, potentialul estimat de economisire de energie era de 27% pentru cladirile rezidentiale si de 30% pentru cladirile comerciale. Anumite studii arata ca din consumul total de energie al unei cladiri, aproximativ 90 - 95 % reprezinta consumul de energie pe durata de viata a cladirii iar restul de 5 - 10% reprezinta energia inmagazinata in materialele de constructie si procesul de productie [8].

La nivel european, consumul de energie anual pentru cladiri este in medie de 220 kWh/m², cu o diferenta relativ mare intre cladirile rezidentiale (200kWh/m²an) si cladirile nerezidentiale (295 kWh/m²an). Aceasta unitate de consum este mai mica in Spania si Bulgaria comparativ cu alte tari precum Finlanda, Polonia, Estonia, in principiu din cauza conditiilor climatice. In ceea ce priveste consumul de energie electrica in cladiri, acesta variaza semnificativ in functie de tipul cladirii si tara. Consumul de energie electrica in cladiri e mai ridicat in tarile nordice datorita utilizarii electricitatii pentru incalzirea spatiilor [6].

In Uniunea Europeana, incalzirea spatiilor reprezinta consumatorul final predominant in randul cladirilor rezidentiale (aproximativ 67%), insa aceasta pondere scade treptat inca din anul 2000. Energia consumata pentru incalzirea apei are un procent de 13%, aceasta valoare fiind stabila in timp. Consumul de energie pentru aparatele electrice si iluminat a prezentat o crestere de aproximativ 3% in ultimii ani. Conform ENERDATA [5], aceste tendinte de evolutie a consumului de energie pe categorii pot fi explicate pe de-o parte prin cresterea eficientei energetice a incalzirii spatiilor datorita reglementarilor europene si raspandirea instalatiilor de incalzire cu eficienta ridicata si pe de alta parte prin cresterea numarului de aparate electronice noi.

In anul 2002, Uniunea Europeana a lansat Directiva 2002/91/EC privind Performanta Energetica a Cladirilor ca si cadru legal in vederea reducerii consumului de energie la nivelul cladirilor. Principalul obiectiv al acestei Directive este promovarea imbunatatirii performantelor energetice ale cladirilor folosind masuri rentabile din punct de vedere al costurilor [10]. In anul 2009 a fost facuta o revizuire a Directivei 2002/91/EC privind Performanta Energetica a Cladirilor cu scopul consolidarii cerintelor de performanta si totodata pentru a clarifica unele dintre dispozitiile sale. Astfel, in 2009 a fost lansata aceasta Directiva revizuita sub titlul Directiva 2010/31/EU cu privire la Performanta Energetica a Cladirilor. Directiva 2010/31/EU [11] subliniaza necesitatea stabilirii unor actiuni mai concrete in perspectiva atingerii potentialului ridicat dar inca nevalorificat al reducerii consumului de energie in cladiri. Toate statele membre trebuie sa stabileasca cerinte minime de performanta energetica a cladirilor care sa aiba in vedere atingerea echilibrului de cost optim intre investitia initiala si economia din costurile cu energia pe ciclul de viata al cladirii. Directiva 2010/31/EC promoveaza cladirile consum foarte redus de energie primara sau chiar consum de energie aproape zero in care, in mod implicit, si emisiile de CO₂ sunt foarte reduse sau chiar nule. Statele membre ale Uniunii Europene trebuie sa puna in aplicare urmatoarele:

- pana in 31 Decembrie 2020, toate cladirile noi sunt cladiri cu consum de energie aproape zero
- dupa 31 Decembrie 2018, cladirile noi ocupate si detinute de autoritatile publice vor fi cladiri cu consum de energie aproape zero.

In baza Directivei 2010/31/EU, statele membre ale Uniunii Europene trebuie sa elaboreze planuri nationale pentru a creste numarul acestor tipuri de cladiri eficiente energetic. Fiecare stat membru trebuie sa ofere detalierea punerii in practica a definitiei cladirii cu consum de energie aproape zero, bazandu-se pe conditiile climatice locale, nationale [11].

Utilizarea irationala a resurselor naturale poate conduce, mai devreme sau mai tarziu, in pragul unui dezastru ecologic. Acest lucru a fost constientizat de catre cercetatori cu zeci de ani in urma, lucru care a generat in initiativele de imbunatatire a eficientei energetice in majoritatea sectoarelor consumatoare de energie. Conform statisticilor realizate de diferite organizatii si institutii internationale, cladirile sunt un consumator predominant al energiei consumate la nivel global (40%). Potentialul ridicat de reducere a consumului de energie a cladirilor a fost estimat in urma cu multi ani, dovada fiind tentativele de eficientizare energetica a cladirilor dezvoltate in timp in diferite parti ale lumii. Primele tentative de construire de cladiri eficiente energetic au aparut dupa anul 1970 odata cu cresterea masiva a pretului energiei. Daca pana in anii 70 ai secolului trecut majoritatea cladirilor se proiectau doar dupa standarde de siguranta structurala, siguranta la foc si din conditiile unui mediu sanatos pentru ocupanti, odata cu criza energetica au inceput sa apara reglementarile de eficienta energetica in special in standardele tarilor nordice. Aceste reglementari presupuneau in esenta cresterea nivelului de izolare termica a cladirilor [14]. De atunci, masurile de eficienta energetica au inceput sa fie introduse in standardele de constructii in majoritatea tarilor dezvoltate cu scopul economisirii de energie pe de-o parte dar si cu scopul reducerii emisiilor de CO₂ conform Protocolului Kyoto.

Normativele de constructii si standardele de eficienta energetica in cladiri stabilesc cerinte minime de eficienta energetica pentru toate cladirile noi. In multe situatii este posibila si rentabila construirea de cladiri cu eficienta energetica mult mai mare decat cerintele minime, crescand astfel economia de energie pe termen lung. La nivel european si chiar la nivel global exista o serie de tipuri de cladiri care tind la o eficienta energetica mult mai ridicata decat cerintele minime impuse de standardele nationale. Printre cele mai cunoscute tipuri de cladiri eficiente energetic se numara: cladirile cu consum redus de energie, casele pasive, cladirile zero energie si cladirile cu consum de energie aproape zero, cladirile verzi. Notiunile de cladiri eficiente energetic s-au dezvoltat diferit in tarile din Europa astfel ca la momentul actual nu exista o certificare sau legislatie comuna care sa fie valida in toate statele membre pentru cladirile eficiente energetic mentionate mai sus.

Cladirile cu consum redus de energie sunt in general cladiri care au o eficienta energetica mai ridicata decat cladirile noi care respecta cerintele minime de eficienta energetica reglementate la nivel national. Notiunea de cladire cu consum redus de energie este relativa intrucat o cladire considerata cladire cu consum redus de energie intr-o tara poate consuma mai multa energie decat o cladire standard dintr-o alta tara. In multe tari, dezvoltarea cladirilor cu consum redus de energie este stimulata de autoritatile nationale prin acordarea de imprumuturi cu dobanda scazuta sau prin introducerea de facilitati fiscale. Casele pasive sunt, ca si definire generala, cladirile in care se poate obtine confortul termic interior dorit fara a fi necesara utilizarea unui sistem traditional de incalzire sau racire. Casele pasive utilizeaza aporturile solare printr-o orientare corespunzatoare si dispun de un nivel ridicat de izolatie termica, ferestre eficiente energetic si sisteme eficiente de incalzire, ventilare si racire. Cladirile zero energie sunt cladirile care nu folosesc combustibili fosili iar energia necesara este acoperita de energia produsa cu ajutorul panourilor solare sau din alte surse regenerabile de energie. In general, aceste cladiri isi produc energia la fata locului iar excesul de energie este introdusa in retea publica de energie. Directiva 2010/31/EC a introdus notiunea de cladire cu consum de energie aproape zero care este definita ca fiind o cladire cu o performanta energetica foarte ridicata si al carui necesar redus de energie este acoperit in mare masura din surse regenerabile.

3. Obiectivele proiectului, etapele cercetării și rezultate intermediare

3.1. Obiectivele proiectului

Preocupările din cadrul proiectului de cercetare NEZEBUILD sunt de mare interes atât în România cât și în restul Europei și al lumii. În general, cele trei mari obiective ale proiectului sunt:

- proiectarea, detalierea și executia unui sistem adecvat unei clădiri rezidențiale pentru a atinge standardul de clădire cu consum de energie aproape zero;
- evaluarea performanțelor sistemului proiectat prin implementarea unui sistem complex de monitorizare a consumurilor de energie și parametrilor higrotermici.
- elaborarea unui ghid pentru proiectarea, detalierea și executia sistemelor de casă pasivă și clădire cu consum de energie aproape zero.

3.2. Etapele cercetării și rezultate

În vederea atingerii obiectivelor, proiectul de cercetare s-a desfășurat în mai multe etape, fiecare etapă în parte având mai multe activități. Etapele cercetării în cadrul proiectului NEZEBUILD au fost următoarele:

- ✓ Proiectarea, executia detaliilor, achiziția materialelor, echipamentelor și certificarea energetică pentru NEZEBUILD
- ✓ Evaluarea performanțelor energetice pentru casă în sistem PH, utilizând datele înregistrate prin monitorizare, executia lucrărilor de construcții și instalații pentru NZEB, conceperea, achiziția sistemului de monitorizare și monitorizarea NZEB.
- ✓ Studiu comparativ al eficienței energetice între variantele PH și NZEB.
- ✓ Monitorizarea consumurilor reale, optimizarea costului global și evaluări privind ciclul de viață pentru sistemul NZEB.
- ✓ Evaluarea ciclului de viață pentru NZEB, elaborarea de recomandări și reguli generale pentru realizarea clădirilor rezidențiale în climat temperat.

3.2.1. Etapă I - Proiectarea, executia detaliilor, achiziția materialelor, echipamentelor și certificarea energetică pentru NEZEBUILD (2012)

Obiectivele acestei etape au fost:

- Proiectarea funcțională, structurală și a echipării tehnice a unei clădiri cu consum redus de energie;
- Executia detaliilor structurale și a elementelor anvelopei;
- Achiziția echipamentelor cu care este dotată clădirea aproape zero energie;
- Achiziția materialelor și echipamentelor necesare pentru monitorizarea consumurilor energetice și a parametrelor de confort ale clădirii.

În vederea atingerii obiectivelor, etapa I a fost structurată în mai multe activități. În continuare vor fi prezentate activitățile etapei cu rezultatele aferente.

- ✓ Studii de documentare bibliografică privind sistemele NZEB la nivel mondial

Această activitate a constat în strângerea de informații cu scopul realizării unei baze de date cuprinzătoare despre conceptul “nearly-Zero Energy Building” incluzând principii și idei despre performanța energetică, energii regenerabile, clădiri eficiente energetic, standarde și tendințe internaționale etc. Baza de date are rolul de a ușura munca membrilor proiectului, informațiile fiind structurate și sintetizate după o schemă de tip „state of the art”. În momentul de față, nu există o definiție unică și unanim acceptată pentru “nearly Zero-Energy Building”, scopul fiind acela de a analiza cât mai multe variante posibile și în final elaborarea unei definiții adecvate la care să aderăm.

În vederea atingerii țintei principale a acestei etape a proiectului, proiectarea și detalierea clădirilor cu consum de energie aproape zero, membrii proiectului au parcurs mai mulți pași incluzând cercetarea bibliografică, participarea la conferințe tematice, cursuri și seminarii.

Cercetarea facuta a avut ca punct de plecare definitia data de Directiva privind Performanta Energetica a Cladirilor: [A nearly Zero-Energy Building is a] “building that has a very high energy performance... []. The nearly zero or very low amount of energy required should to a very significant extent be covered by energy from renewable sources, including renewable energy produced on-site or nearby.”. Directiva constituie documentul de referinta in vederea stabilirii unei defintii adecvate pentru cladirea “nearly Zero-Energy Building”.

Au fost studiate articole (din bibliografie) care propun o serie de definitii legate de cladirile cu consum redus de energie bazandu-se pe reglementarile date de Directiva 2010/31/EC.

Definitiiile propuse sunt:

- Net Zero Site Energy: consumul anual al cladirii trebuie sa fie acoperit de energie generata la fata locului din resurse regenerabile in acelasi an.
- Net Zero Source Energy: cladirea produce intr-un an suficienta energie ca sa acopere consumul anual energie considerat la sursa de generare. Energia la sursa se refera la energia primara folosita pentru generarea si livrarea energiei catre cladire.
- Net Zero Energy Costs: venitul din exportul de energiei al cladirii spre reseaua nationala de electricitate sa fie mai mare sau egal cu costul energiei importate din retea.
- Net Zero Energy Emissions: cladirea produce energie din resurse regenerabile cel putin egal cu consumul de energie produsa prin arderea combustibililor fosili.

Totodata au fost studiate si analizate cladiri eficiente energetic existente, atat din tara cat si din strainatate care au fost prezentate in diverse articole publicate la nivel national si international. In urma cercetarii a fost intocmita o baza de date in care au fost clasificate documentele citite si analizate in aceasta etapa.

- ✓ Elaborarea detaliilor specifice in soft-uri de tip CAD pentru toate solutiile de finisare si izolare termica

Din punct de vedere arhitectural, duplexul Quasar 5 este caracterizata de o forma dreptunghiulara in plan orizontal si un volum prismatic compact. Regimul de inaltime al cladirii este parter si un etaj. Forma simpla a cladirii prezinta avantajul unei valori reduse a raportului dintre arie si volum, asigurand in mod inerent o eficienta energetica a anvelopei mai ridicata decat in cazul unei cladirii cu forma complexa.

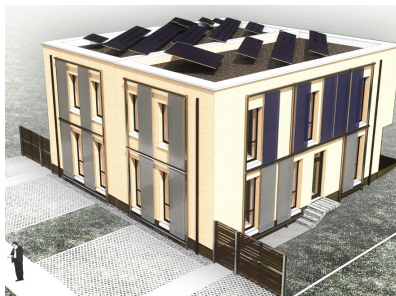


Figura 3.1. Vedere de ansamblu a cladirii



Figura 3.2. Fatada SV

In continuare sunt prezentate planurile orizontale ale cladirii (Figura 3.3, Figura 3.4) din care se poate observa forma dreptunghiulara in plan a cladirii, fara intranduri sau iesinduri suplimentare care ar fi putut creste pierderile de caldura ale cladirii.

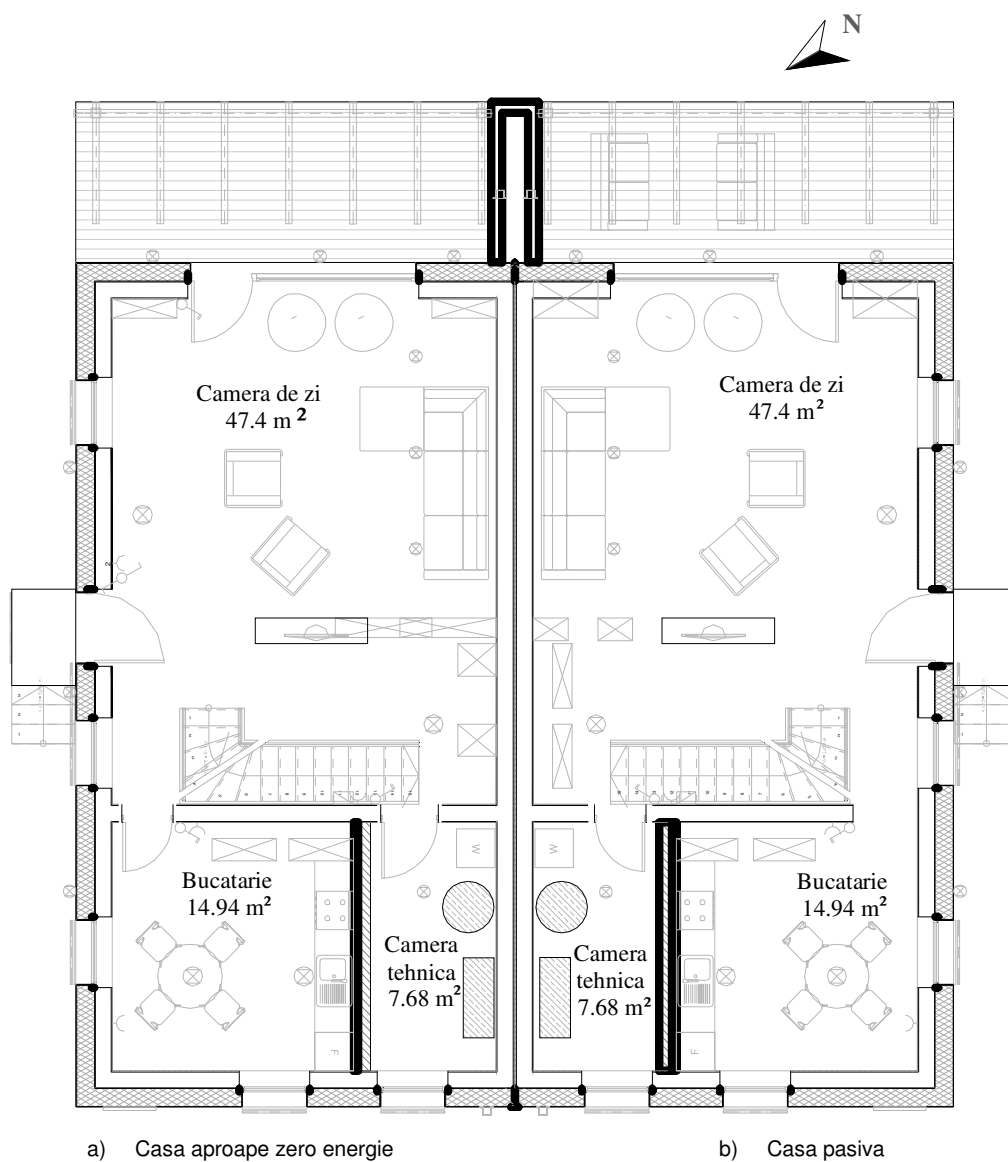
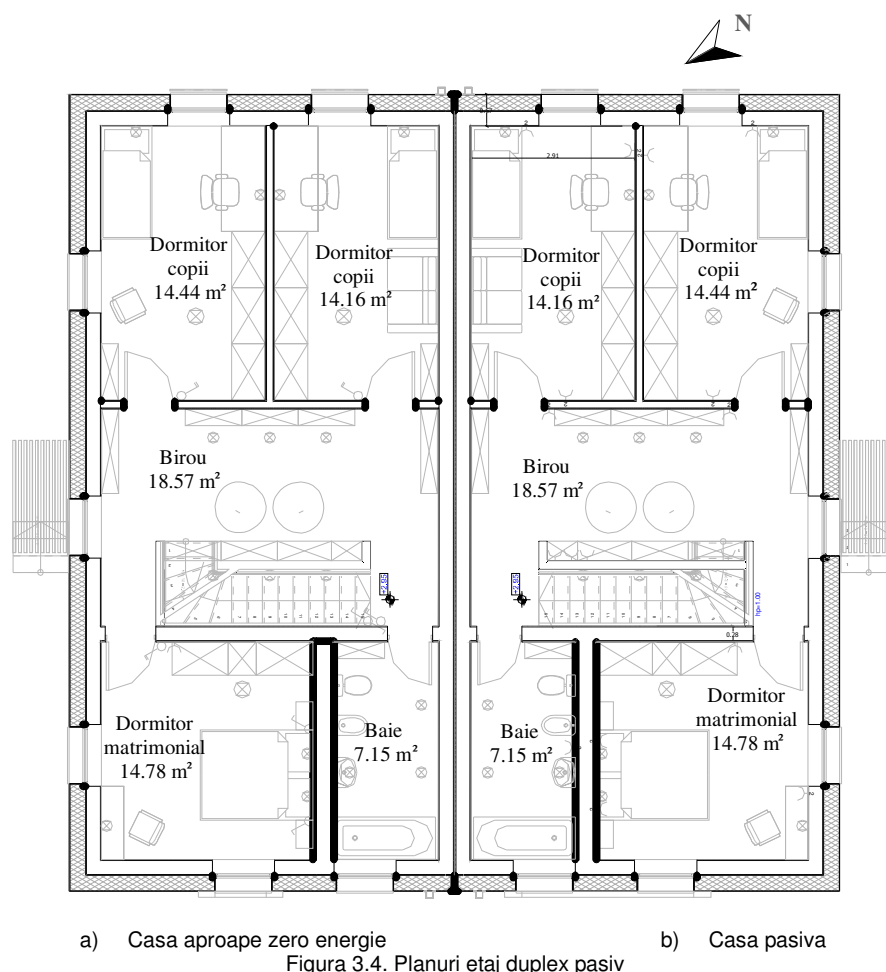


Figura 3.3. Plan parter duplex



Stratul de izolare termica elementelor de anvelopa este dispus la exterior avand avantajul reducerii efectului puntilor termice in zonele de imbinare a elementelor structural. Valorile trasmitantelor termice ale elementelor de anvelopa opace sunt sub valoare de $0.15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, asa cum este recomandat de Institutul de Case Pasive. Peretii exteriori au fost izolati cu polistiren grafitat de 30 cm. Acoperisul este de tip terasa necirculabila si a fost izolat cu strat de 32 cm de polistiren si 100 cm de vata minerala dispusa intre grinzile de lemn ale planseului. Placa pe sol a fost izolata termic cu doua straturi de polistiren avand grosimea totala de 40 cm. Grinzile de fundare au fost de asemenea izolate termic cu placi din polistiren de 15 cm grosime si 20 cm perimetral pe fata exterioara. Tabelul 3.1 contine informatii referitoare la suprafetele elementelor de anvelopa, grosimile si totodata valorile coeficientilor de transfer termic.

Tabel 3.1 Caracteristicile elementelor de anvelopa

Element de anvelopa	Suprafata [m^2]	Grosime [m]	Valoare U [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]
Pereti exteriori	158.55x2	0.588	0.10
Placa pe sol	86.70x2	0.887	0.09
Acoperis terasa	96.60x2	0.924	0.08
Planseu in consola	6.80x2	0.680	0.07
Ferestre	41.87x2	-	0.90

În figurile următoare sunt prezentate detaliile specifice pentru soluțiile de finisare și izolare termică a clădirii.

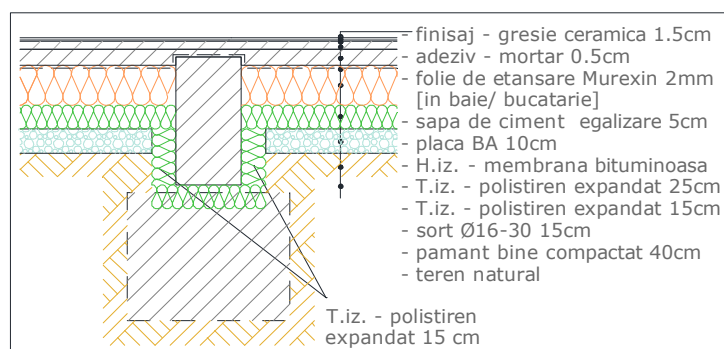


Figura 3.5. Detaliu stratificatie placa pe sol, grinda de fundare

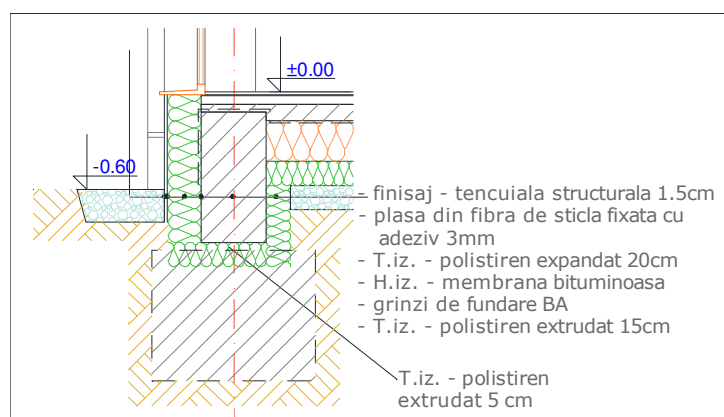


Figura 3.6. Detaliu izolatie termica grinda de soclu

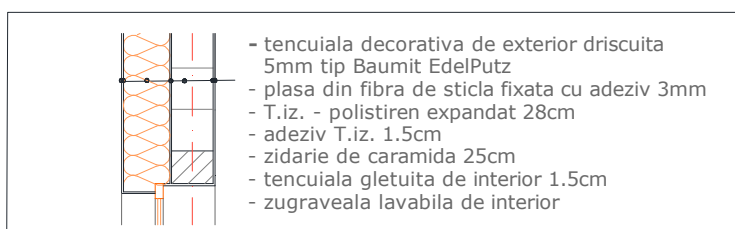


Figura 3.7. Detaliu stratificatie perete exterior

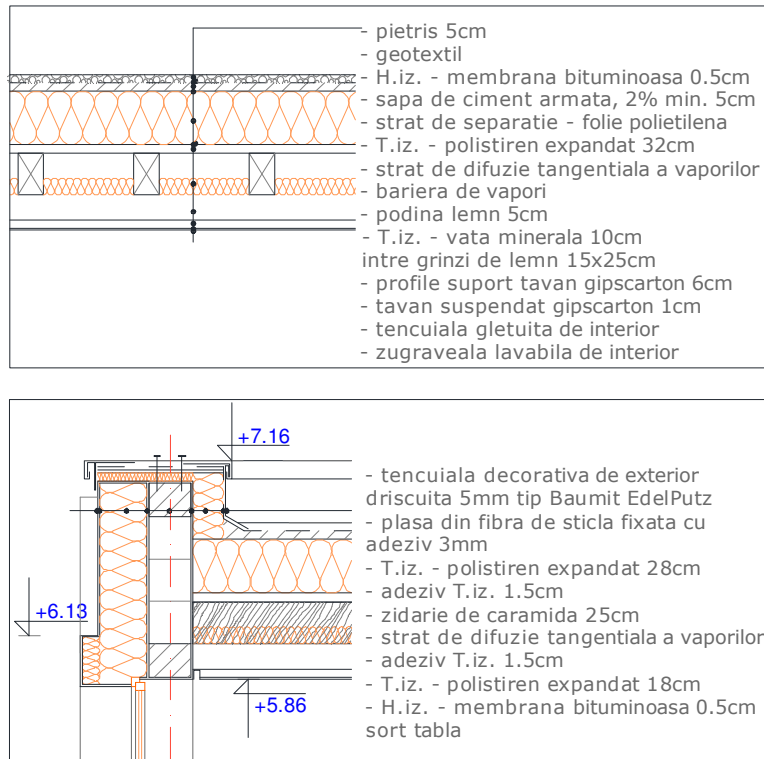


Figura 3.8. Detaliu stratificatie acoperis terasa si stratificatie zona de atic

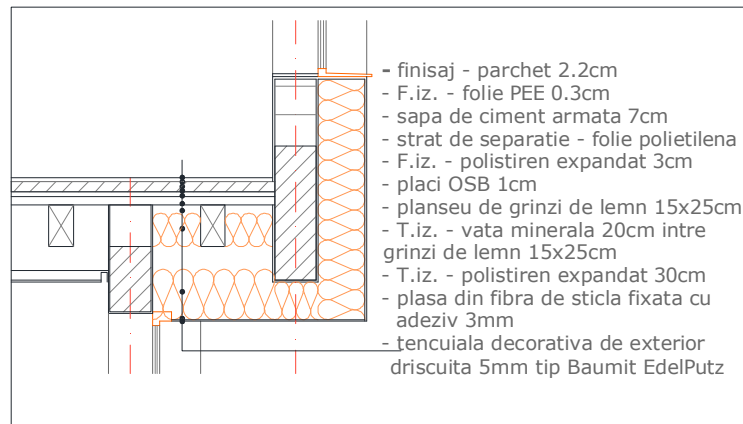


Figura 3.9. Detaliu stratificatie planseu in consola peste parter

- ✓ Proiectarea sistemului de instalatii, considerand si surse de energie alternativa

Sistemul de instalatii a fost proiectat in baza evaluarii necesarului de energie al cladirii. Avand in vedere gradul ridicat de izolare al cladirii, necesarul de caldura al cladirii este unul redus, fiind astfel recomandata folosirea unor sisteme ce utilizeaza resursele regenerabile de energie. Pentru alegerea tipului de sistem s-a tinut cont si de zona climatica in care se afla cladirea. Cladirea se afla in zona

climatica temperata, astfel cladirea va trebui sa fie atat incalzita cat si racita. Totodata, in proiectarea sistemului de instalatii s-a tinut cont si de necesarul de energie pentru prepararea apei calde menajere. In cazul sistemului de instalatii al casei pasive, componentele cheie sunt: unitatea de ventilare cu recuperare de caldura si schimbatorul de caldura subteran prin care se face aprovizionarea cu aer proaspat, pompa de caldura aer-apa si panoul solar pentru apa calda menajera. Ca si sisteme de stocare, casa pasiva este dotata cu un boiler in care este stocata apa calda menajera preparata cu ajutorul panoului solar. In perioadele/momentele in care panoul solar nu acopera necesarul de apa calda menajera, acesta este completat cu ajutorul pompei de caldura. Pe langa boiler, in camera tehnica a casei pasive mai exista si un buffer in care este stocata apa utilizata pentru incalzirea incaperilor. Ca surse de energie conventionale, toate echipamentele si sistemele cladirii utilizeaza energia electrica, cladirea fiind legata doar la rețeaua publica de energie electrica pe langa rețeaua de alimentare cu apa rece si rețeaua de canalizare. In Figura 3.10 este prezentata schema de instalatii care ilustreaza modalitatea in care functioneaza sistemul de instalatii al cladirii.

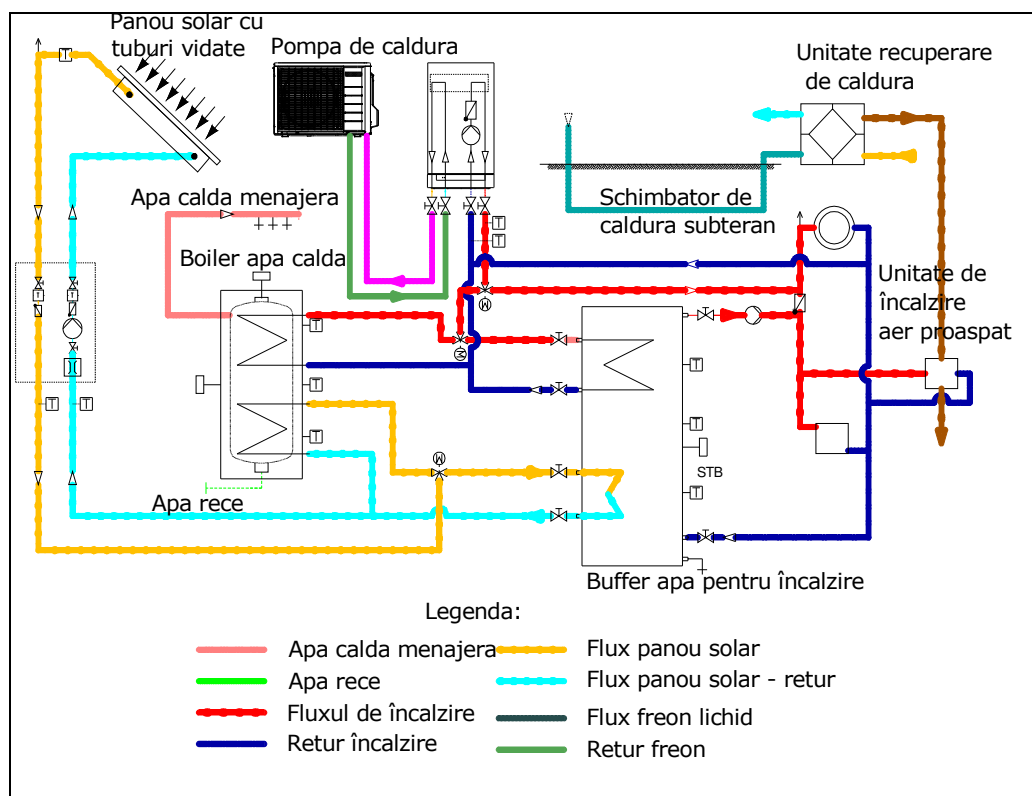


Figura 3.10. Schema de instalatii casa pasiva

Pentru cel de-al doilea apartament al duplexului, NZEB, a fost proiectat un sistem complex de instalatii avand schema functionala prezentata in Figura 3.12. Ventilare se face tot printr-un sistem mecanic prevazut cu unitate de recuperare de caldura. Energia termica necesara incalzirii spatiilor este asigurata prin intermediul unei pompe de caldura sol -apa. Stocarea apei calde utilizata pentru incalzirea spatiilor si ca apa caldă menajeră este stocata într-un buffer aflat in camera tehnica. Buffer-ul este prevazut cu o rezistenta electrica care poate incalzit apa in conditiile unor defectiuni la pompa de caldura. Pe acoperisul

casei este pozitionat un panou solar termic cu tuburi vidate care contribuie la aprovizionarea cladirii cu apa calda menajera.

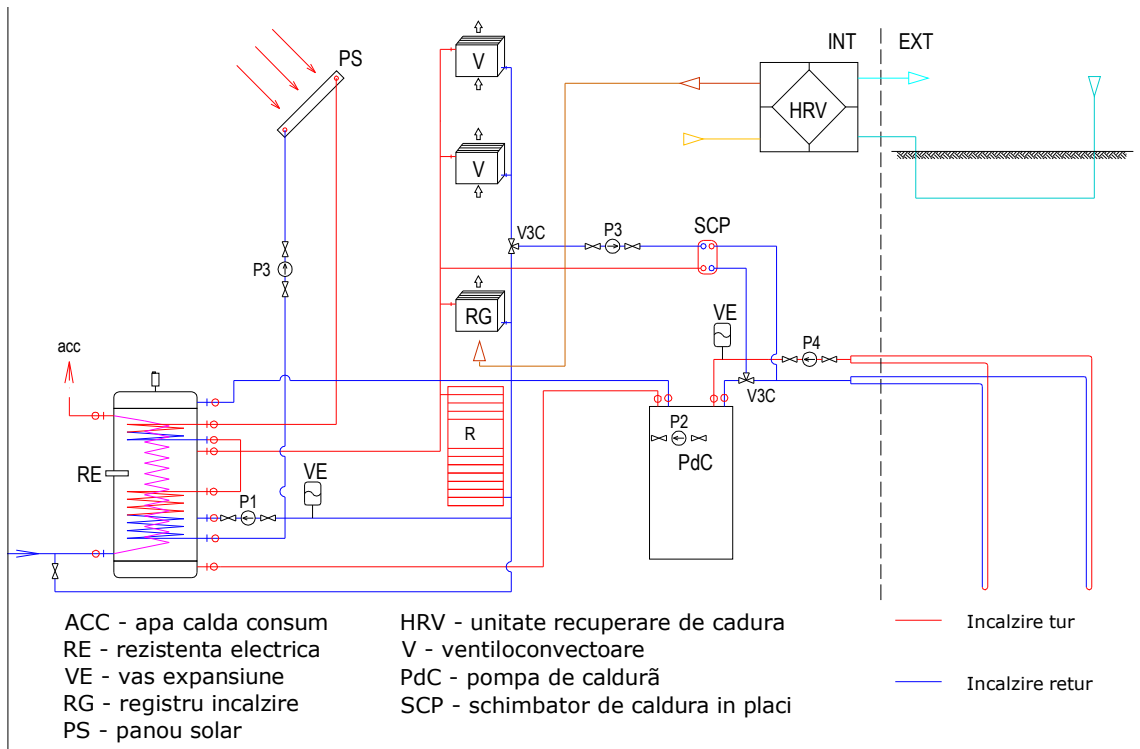


Figura 3.11. Schema functionala casa aproape zero energie

In ambele apartamente ale duplexului, pentru reducerea necesarului de incalzire/racire a fost implementat un sistem automat cunoscut sub denumirea de put canadian ce va asigura aerul proaspat in cladire. El este format dintr-o conducta ingropata in sol la o adancime de circa 2 metri. In acest mod, aerul aspirat cu temperatura exterioara de -15°C va fi preincalzit la o temperaturade circa 1°C . Sistemul este prev[uzut de asemenea cu un schimbator de caldura cu rol de recuperare a energiei termice, cu randament ridicat de pana la 90%. Schema de functionare este prezentata in Figura 3.12

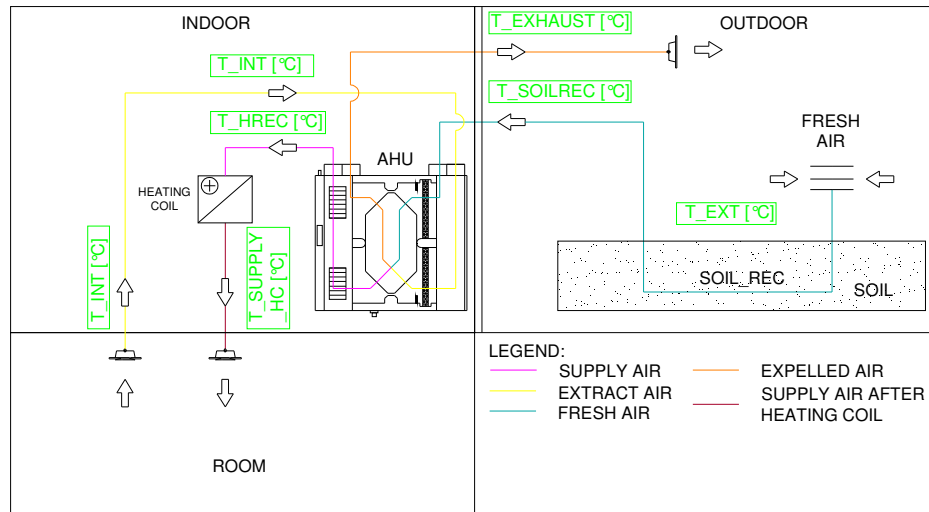


Figura 3.12. Sistemul de ventilare

✓ *Proiectarea sistemului de monitorizare si detalierea pozitiei senzorilor*

Odata cu proiectarea si executia casei pasive Quasar 5 a fost dezvoltat si un sistem de monitorizare a consumului de energie si a parametrilor ambientali cu scopul validarii solutiilor de eficienta energetica implementate. S-a pus problema realizarii unui sistem de monitorizare care sa aiba un raport calitate-pret avantajos. Ulterior evaluarii diferitelor variante si solutii disponibile, a fost luata decizia de a construi un sistem de monitorizare bazat pe unitati disponibile separat, precum si unitati care au trebuit sa fie asamblate de la zero, cu scopul de a atinge costuri mai mici comparativ cu sistemele de monitorizare „prefabricate” disponibile in comert. Dezavantajele alegerii acestei solutii a constat in necesitatea unei cantitati mai mare de munca depusa si o perioada mai lunga de implementare. Ca atare, a fost alcatuit un sistem de monitorizare din componente independente. Elementul central al sistemului consta intr-un echipament denumit WEB ENERGY LOGGER care este conectat la o serie de senzori prin mai multe intrari. Necesitatea unei conexiuni de internet a dus la utilizarea unui router cu port USB disponibil care a fost conectat la un modem 3G.

In figura 3.13 este prezentata schema cu pozitionarea senzorilor de temperatura pe sistemul de instalatii al casei pasive. Simbolul T reprezinta senzorul de temperatura.

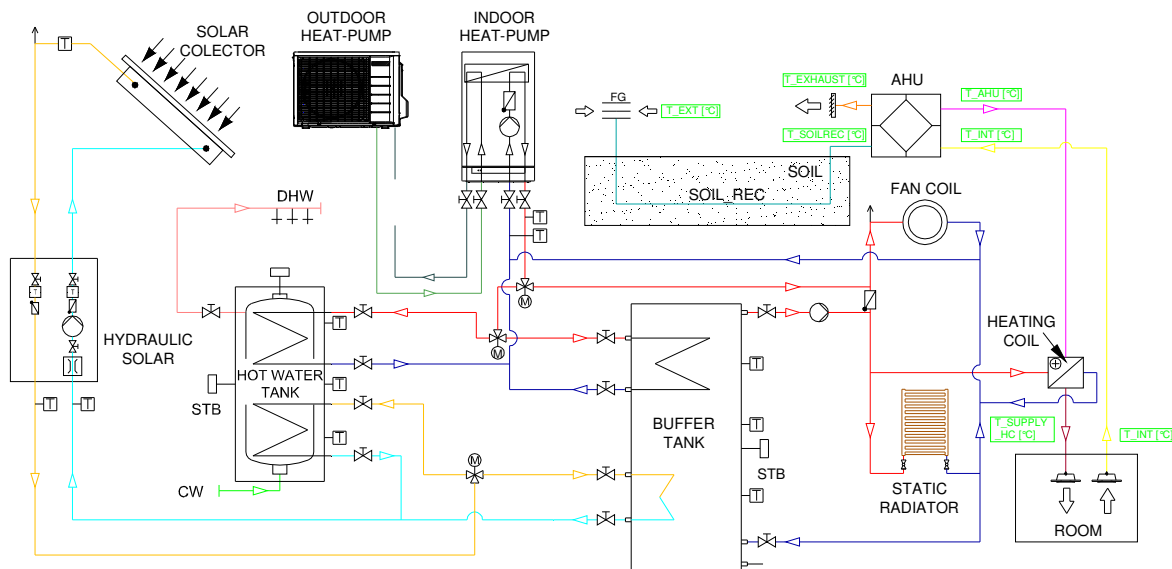


Figura 3.13. Schema pozitionare senzori pe sistemul de instalatii casa pasiva

Parametrii interiori de temperatura si umiditate sunt monitorizati pentru a vedea daca sunt indeplinite conditiile de confort pentru ocupantii cladirii. Monitorizarea presiunii atmosferice e necesara pentru a determina temperatura punctului de roua, un parametru utilizat la evaluarea performantei pompei de caldura. Contoarele electrice furnizeaza informatiile necesare despre consumul de energie al pompei de caldura, sistemului de ventilare, consumul de electricitate pentru iluminat si uz domestic. Factorii de mediu de directie si viteza a vantului pot altera performanta energetica a unei cladiri. Astfel, senzorii de masurare a vitezei vantului si senzorii de masurare a directiei vantului sunt monitorizati. Confortul ocupantilor cladirii este cuantificat in termeni de apa calda domestica si apa rece prin intermediul contoarelor de masurare a consumului de apa. Contoarele pentru masurarea energiei termice sunt necesare la calculul performantei pompei de caldura si la stabilirea fluxurilor de energie din sistemul mecanic de ventilare. Datele receptionate vor fi folosite ulterior ca si date de intrare pentru corelarea conditiilor de mediu, parametrii de setare, comportamentul utilizatorului si consumul de energie.

Modelele teoretice folosite in faza de proiectare vor fi verificate fata de datele experimentale ducand la o mai buna intelegere si la o imbunatatire a calcului de evaluare a bilantului energetic.

✓ Achizitia partiala a sistemului de monitorizare si a tuturor subansamblurilor (I)

SISTEM DE MONITORIZARE PARAMETRII AMBIENTALI

Sistemul de monitorizare parametri ambientali este necesar pentru a analiza interactiunea cladirii cu mediul. Va fi folosit pentru a colecta date cu privire la conditiile de mediu exterior si parametrii de confort interior.

Componentele sistemului:

- Senzori de temperatura interioare + exterioare
- Senzori pentru masurare umiditate
- Senzori masurare presiune atmosferica
- Senzori masurare viteza vant

- Senzori masurare directie vant
- Senzori pentru masurare insolatie

SISTEM DE ACHIZITIE DATE

Sistemul de achizitie date este necesar pentru a cuantifica schimburile de energie ale cladirii cu exteriorul. Va fi folosit pentru a colecta date cu privire la consumul de energie din exterior, precum si date cu privire la productia locala de energie.

Componentele sistemului:

- Traductori debit lichid
- Traductori pentru masurare debit aer
- Traductor stare functionare pornit/oprit
- Contoare de curent electric
- Interfata de monitorizare sistem fotovoltaic
- Contor cu ultrasunete pentru masurarea energiei termice (incalzire/racire)
- Unitate centrala achizitie date.

Caracteristicile tehnice ale sistemului de monitorizare si ale sistemului de achizitie date, sunt prezentate in fisele tehnice primite la cumparare. Fisele tehnice vor fi introduse in ANEXA.

Toate echipamentele mentionate vor fi compatibile cu unitatea centrala din sistemul de achizitie de date.

Unitate centrala achizitie date are urmatoarele caracteristici:

- intrare magistrala date digitala pentru citire senzori cu posibilitate de topologie bus/stea/ramificat,
 - posibilitate conectare senzori cu 2 fire, 6 intrari tip contor, 8 intrari stare pornit/oprit, 2 intrari analogice 0-10Vcc esantionate pe 10 bit,
 - posibilitate calibrare senzori cu factori de corectie de mare precizie,
 - posibilitate integrare valori citite in timp real, citire senzori la 5 secunde, conectivitate cu contoare tip TED5000 sau eGauge,
 - conectivitate ethernet iesire seriala nivel TTL configurabila (antet, incheiere, delimitator camp date, viteza, tip date)
 - posibilitate salvare configuratie si refacere configuratie din date salvate prin retea, ceas timp real cu posibilitate actualizare ore, alimentare 12V cc, consum max. 300mA,
 - afisare locala a starii de functionare/eroare,
 - posibilitate configurare pentru incarcare date pe un server si accesare date prin xml,
 - posibilitate upgrade firmware prin retea si local,
 - posibilitate configurare IP fix sau dinamic
- afisare panoptica stare instalatie monitorizata si grafice istoric date online.



Contor electronic monofazat 5/45A

Contor electronic trifazat 20/80A



Senzori de umiditate HIH-4000

3.2.2. Etapa II - Evaluarea performantelor energetice pentru casa in sistem PH, utilizand datele inregistrate prin monitorizare, executia lucrarilor de constructii si instalatii pentru NZEB, conceperea, achizitia sistemului de monitorizare si monitorizarea NZEB (2013)

Etapa a II-a a prezentului proiect de cercetare are ca scop monitorizarea casei pasive si determinarea consumului real de energie al acesteia. Totodata, in aceasta etapa se urmareste realizarea celui de-al doilea apartament din duplex in regim nearly zero energy building si respectiv initierea procesului de monitorizare. In vederea atingerii obiectivelor, etapa I a fost structurata in mai multe activitati. In continuare vor fi prezentate activitatile etapei cu rezultatele aferente.

✓ Validarea datelor inregistrate. Verificarea datelor inregistrate si corectarea eventualelor erori

Pentru a se putea realiza o comparatie intre consumurile de energie estimate si evaluate prin calcul cu consumurile reale de energie, validarea datelor trebuie facuta pe o perioada de cel putin un an. Astfel, in perioada octombrie 2012-septembrie 2013, datele din monitorizare au fost verificate in detaliu si corectate acolo unde era cazul. Pe parcursul perioadei mentionate au fost monitorizate temperaturile aerului din exteriorul cladirii, temperaturile aerului din interiorul cladirii, temperaturile pe fiecare fatada a cladirii, consumurile de energie pentru incalzire respectiv racire, consumurile de energie pentru iluminat, consumurile de energie pentru apa calda menajera si consumurile totale de energie. Toate aceste date au fost monitorizate cu o frecventa de un minut, motiv pentru care volumul de date a fost foarte mare, fiind nevoie de anumite verificari, corecturi si centralizari.

✓ Compilarea parametrilor inregistrati, reprezentarea grafica a evolutiei in timp. Interpretarea rezultatelor monitorizate si inregistrate

Pe baza datelor inregistrate la fiecare minut a fost efectuata o centralizare a datelor pe fiecare luna calendaristica.

In graficul din Figura 3.14 este prezentata variatia temperaturii aerului din interiorul cladirii in perioada monitorizarii. T1 reprezinta temperatura din imediata vecinatate a peretelui exterior, iar T4 reprezinta temperatura din vecinatatea peretelui interior, deci reprezinta temperatura aerului din vecinatatea peretilor mentionata.

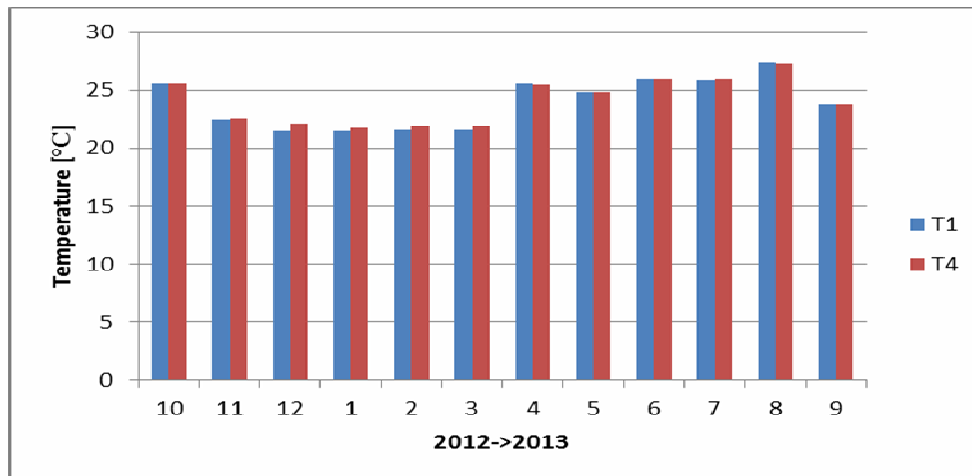


Figura 3.14. Variatia temperaturilor in interiorul cladirii

Variatia temperaturii aerului din interiorul cladirii este prezentata in graficul din Figura 3.15 in comparatie cu evolutia temperaturii aerului exterior. De asemenea in acest grafic este prezentata si temperatura inregistrata de un senzor care este ingropat in tencuiala interioara peretelui exterior orientat inspre directia sud.

Astfel, T_{ext} este temperatura aerului exterior, T_{int} este temperatura aerului din interiorul cladirii iar T_7 este temperatura senzorului din tencuiala.

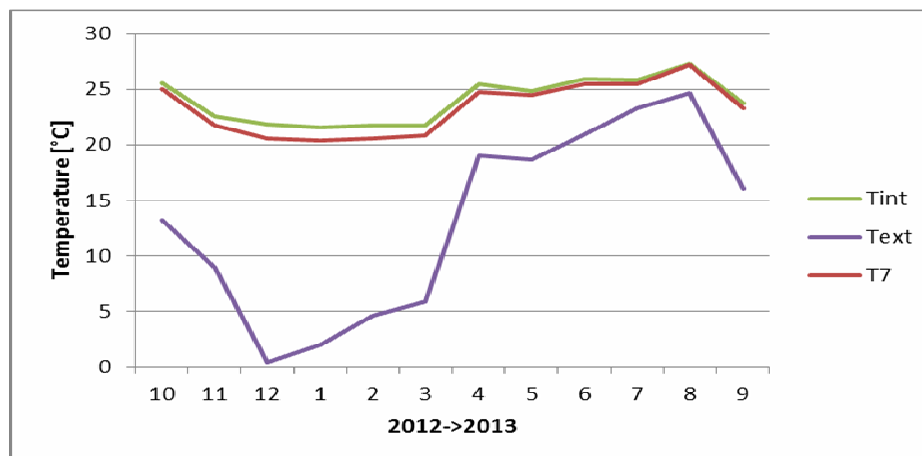


Figura 3.15. Variatia temperaturilor interioare si a temperaturilor exterioare

Pentru a monitoriza evolutia temperaturilor in functie de orientarea cladirii, au fost montati senzori pe fiecare fatada in parte, astfel in graficul din Figura 3.16 este prezentata variatia temperaturilor pentru fiecare fatada.

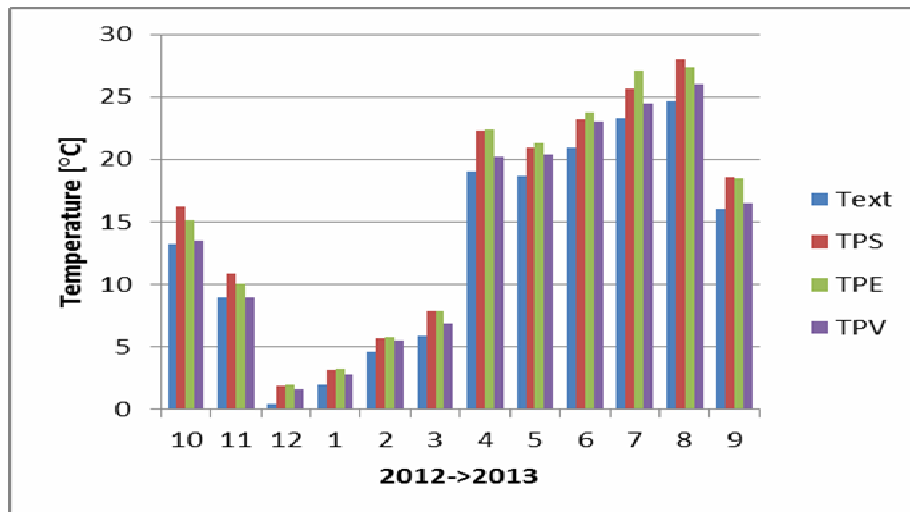


Figura 3.16. Variatia temperaturilor pe fiecare fatada

In ceea ce priveste consumurile de energie, acestea au fost centralizate in functie de fiecare consumator in parte. In figurile 3.17 si 3.18 sunt prezentate grafic consumurile de energie.

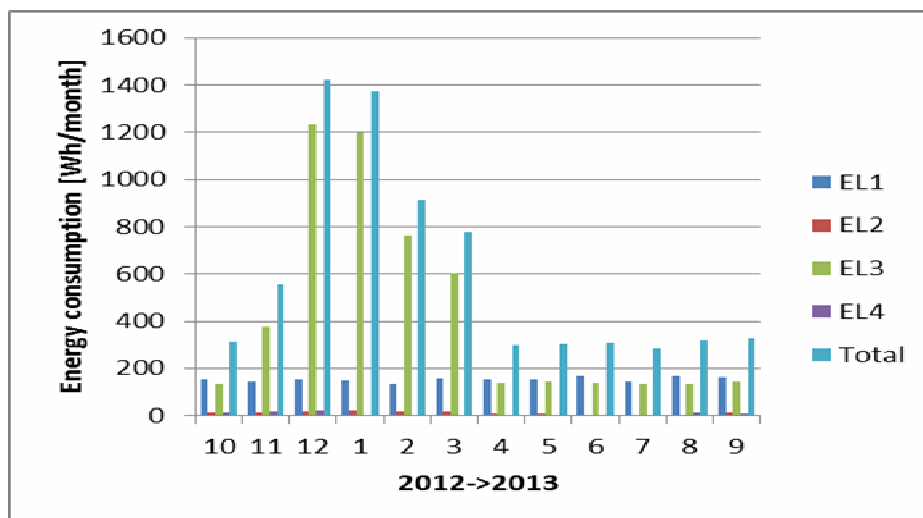


Figura 3.17. Distributia consumurilor de energie-varianta 1

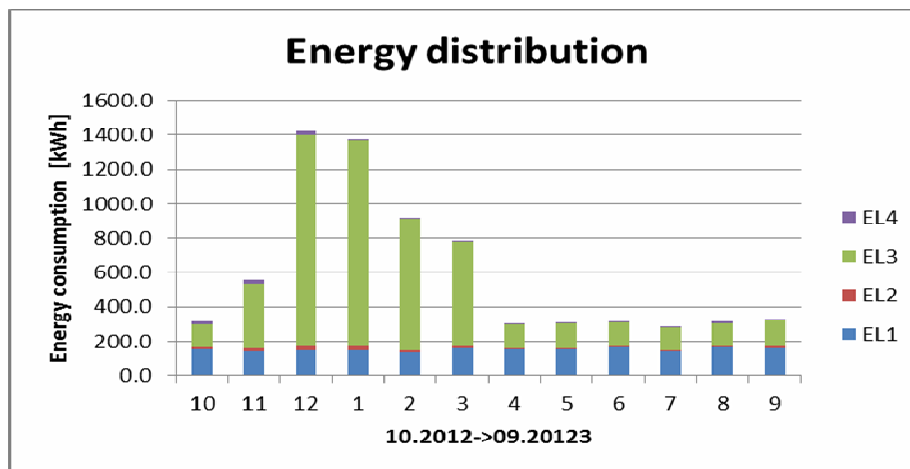


Figura 3.18. Distributia consumurilor de energie-varianta 2

Au fost montati senzori pe fiecare consumator in parte, astfel in graficele din figurile 3.17 si 3.18 sunt masurate urmatoarele consumuri de energie:

- EL1 - consumurile casnice;
- EL2 - consumurile pentru iluminat;
- EL3 - consumurile din camera tehnica;
- EL4 - consumurile exterioare.

- ✓ Certificare energetica bazata pe consumul real masurat de energie. Stabilirea performantelor energetice si elaborarea certificatului energetic

In urma centralizarii datelor, a fost realizat un consum total de energie pe intreaga perioada de monitorizare considerata. Avand consumurile specifice pentru fiecare tip de consum se poate realiza un certificat energetic bazat pe consumurile de energie si temperaturile reale. Certificarea energetica presupune realizarea unui consum de energie raportat la suprafata utila incalzita. In graficul din Figura 3.19 este prezentata distributia consumurilor specifice de energie pe tipuri de consumatori.

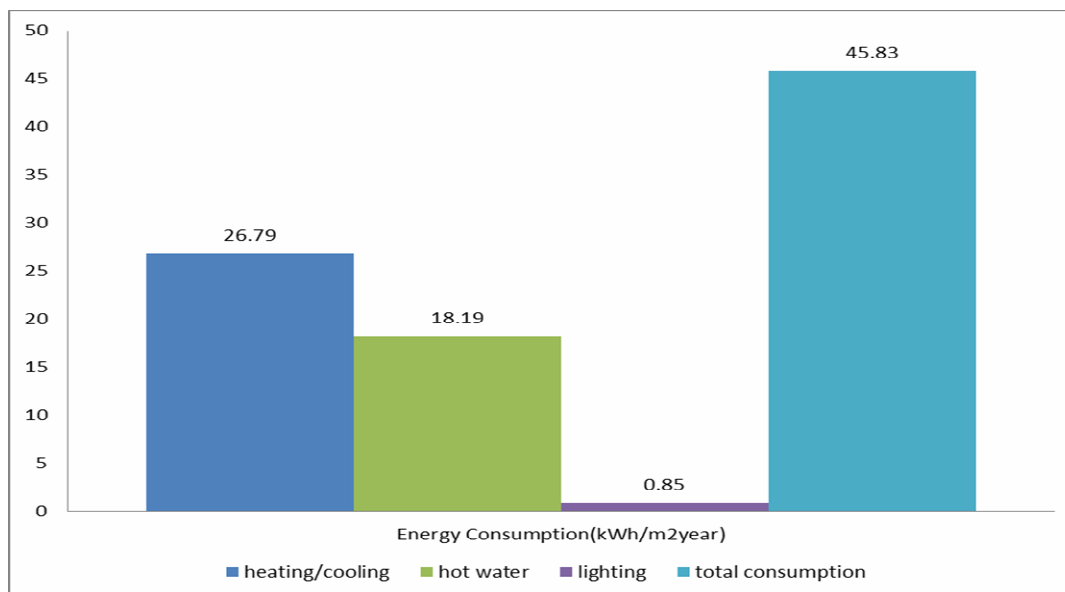


Figura 3.19. Consumurile de energie specifice

Elaborarea certificatului energetic conform metodologiei de calcul a expertizei termo-energetice

În vederea implementării conceptului de casă pasivă și de clădire cu consum de energie aproape zero în categoria clădirilor din România este necesară evaluarea eficienței energetice folosind metodologia de calcul națională și normativul românesc C107/2006.

Conform metodologiei și normativelor românești, notarea energetică a clădirii se face în funcție de consumurile specifice corespunzătoare utilitatilor din clădire și penalităților stabilite corespunzător exploatării. Încadrarea în clasele energetice se face în funcție de consumul specific de energie pentru fiecare tip de consumator în funcție de scală energetică specifică. Calculul manual al bilanțului energetic a fost conceput pe baza normativului C107-2007 și a metodologiei Mc001.

În urma calculelor au fost obținute următoarele rezultate pentru casa pasivă:

- **Consumul anual specific de energie pentru încălzirea spațiilor**

$$A_{inc} = 186.3 \text{ mp}$$

$$Q_{th} = 3209 \text{ kWh/year}$$

$$q_{inc} = \frac{Q_{th}}{A_{inc}}$$

$$q_{inc} = 17.22 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ an}}$$



CLASA A

- **Consumul anual specific de energie pentru prepararea apei calde de consum**

$$A_{inc} = 186.3 \text{ mp}$$

$$Q_{acm} = 6040 \text{ kWh/year}$$

$$q_{acm} = \frac{Q_{acm}}{A_{inc}}$$

$$q_{acm} = 32.42 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ an}}$$



CLASA B

- **Consumul anual specific de energie pentru iluminat**

$$A_{inc} = 186.3 \text{ mp}$$

$$W_{il} = 989.74 \text{ kWh/year}$$

$$w_{il} = \frac{W_{il}}{A_{inc}}$$

$$w_{il} = 5.31 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ an}}$$



CLASA A

- **Consumul total anual specific de energie**

$$q_{tot} = q_{inc} + q_{acm} + w_{il} = 20.24 + 32.42 + 5.31 = 57.97 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ an}}$$

$$q_{tot} = 57.98 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ an}}$$



CLASA A

- ✓ Executia lucrarilor de construire a finisajelor si finalizarea sistemului de instalatii.
Coordonarea lucrarilor de proiectare, executie si montaj

In aceasta etapa a inceput executia lucrarilor de finisaje in jumatatea de duplex conceputa a fi nZEB. Finisajele interioare sunt similare cu cele din casa pasiva: parchet laminat si gresie in camere, gresie si faianta in bai, bucatarie si holul de acces, zugraveli cu vopsea lavabila. In interiorul acestui apartament a fost amenajat si spatiul pentru camera tehnica. O atentie deosebita a fost acordata sistemului de ventilare intrucat acesta e alcatuit din tubulaturi si accesorii care trebuie mascate cu ajutorul finisajelor. Aspecte din timpul executiei sunt prezentate in figura 3.20.



Figura 3.20. Imagini din timpul executiei finisajelor pentru casa nZEB

- ✓ Montarea sistemului de instalatii. Urmarirea executiei lucrarilor de constructii si instalatii

Implementarea unui sistem de producere a energiei din surse regenerabile care sa acopere in mare parte necesarul de energie pentru unul din cele doua apartamente ale duplexului are ca scop realizarea unei cladiri al carei consum energetic din surse conventionale sa fie aproape zero.

Pe acoperisul terasa al duplexului au fost instalate o serie de panouri fotovoltaice care vor fi folosite pentru a acoperi consumul de energie electrica al casei nZEB. Sistemul de panouri fotovoltaice a fost racordat la reseaua nationala astfel incat surplusul de electricitate este deversat in aceasta retea.



Figura 3.21. Montarea panourilor solare si fotovoltaice pe terasa

Sistemul de incalzire, pentru cladirea cu consum de energie aproape zero este compus dintr-o pompa de caldura sol-apa. Sistemul pompa de caldura sol-apa va asigura atat incalzirea cat si racirea spatiului interior in functie de anotimp. Schema sistemului propus este prezentata in figura 3.22.

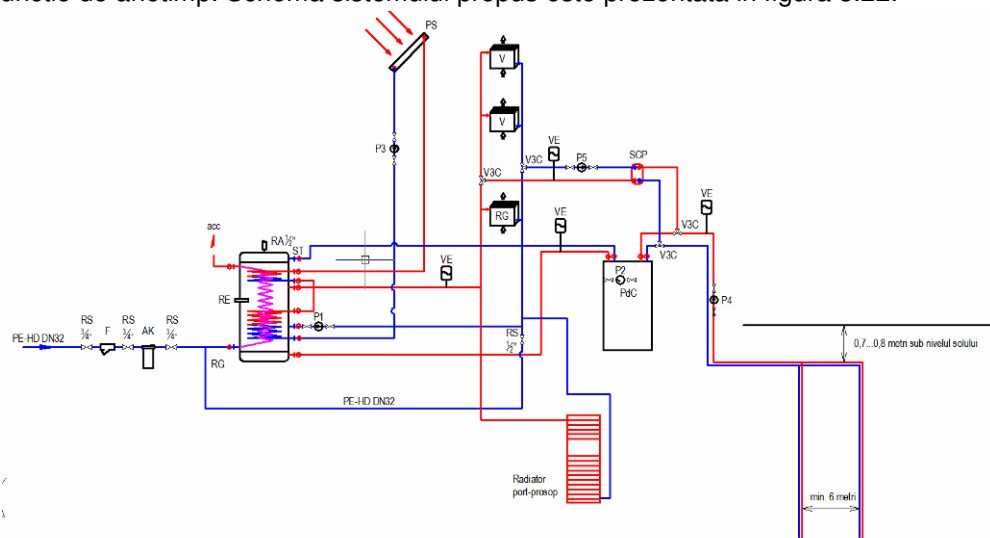


Figura 3.22. Schema instalatiei propusa pentru casa nZEB

Sistemul fotovoltaic al nZEB este pus in functiune, productia de energie fiind monitorizata si prezentata pe web la adresa:

<http://www.piko-solar.portal.de/PlantViewPublicGeneral.aspx?plantId=ad7197c0-edb9-47b8-b3ee-a0551b5bd712>.

Sistemul livreaza energia produsa in retea, din punct de vedere tehnic instalatia fotovoltaica fiind functionala. In figura 3.23 sunt prezentate cateva imagini cu displayul inverterului fotovoltaic si schema instalatiei.

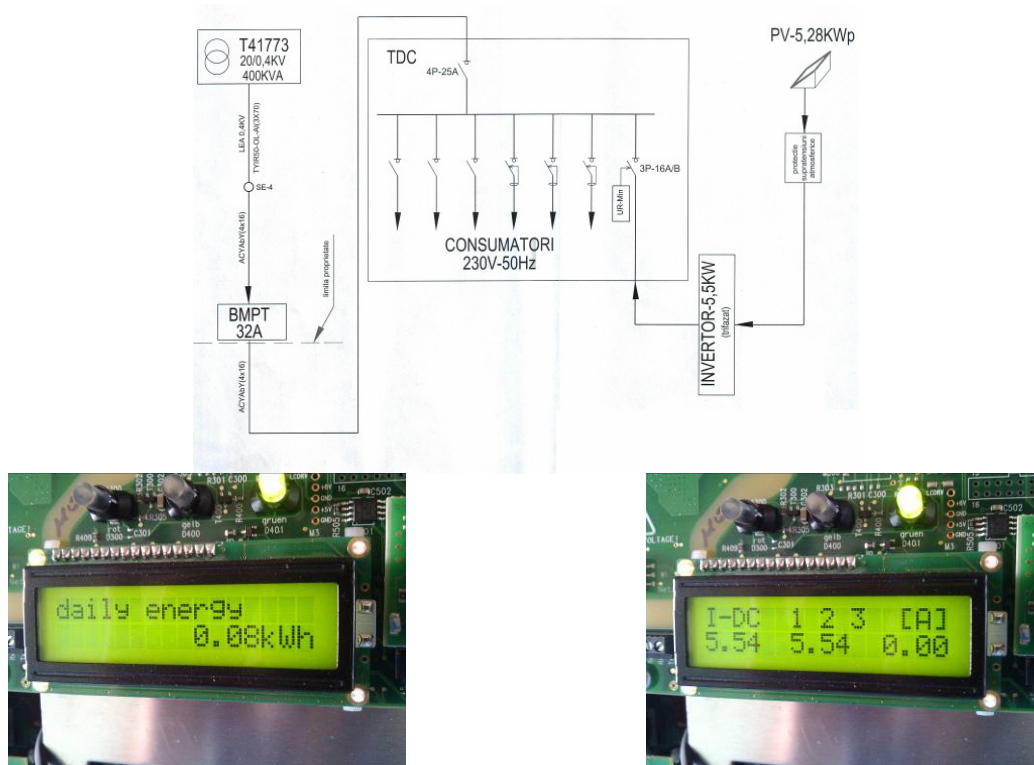


Figura 3.23. Schema instalatiei fotovoltaice si displayul inverterului in functiune

- ✓ Achizitia sistemului de monitorizare si a tuturor subansamblurilor, inclusiv softuri necesare (II)

Sistemul de monitorizare achizitionat pentru cladirea cu consum de energie aproape zero nZEB este similar cu cel instalat la casa pasiva. Intr-ucut ambele sisteme de monitorizare urmaresc comportarea in timp din punct de termic, ambiental si al consumului de energie al celor doua cladiri, acestea functioneaza dupa acelasi principiu si sunt compuse din senzori, contoare etc similare.

SISTEM DE MONITORIZARE PARAMETRII AMBIENTALI

Sistemul de monitorizare parametri ambientali este necesar pentru a analiza interactiunea cladirii cu mediul. Acesta este folosit pentru a colecta date cu privire la conditiile de mediu exterior si parametrii de confort interior.

Componentele sistemului:

SISTEM DE ACHIZITIE DATE

Sistemul de achizitie date este necesar pentru a cuantifica schimburile de energie ale cladirii cu exteriorul. Acesta este folosit pentru a colecta date cu privire la consumul de energie din exterior, precum si date cu privire la productia locala de energie.

Unitatea centrala a sistemului de achizitie de date are urmatoarele caracteristici:

- intrare magistrala date digitala pentru citire senzori cu posibilitate de topologie bus/stea/ramificat,
- posibilitate conectare senzori cu 2 fire, 6 intrari tip contor, 8 intrari stare pornit/oprit, 2 intrari analogice 0-10Vcc esantionate pe 10 bit,
- posibilitate calibrare senzori cu factori de corectie de mare precizie,
- posibilitate integrare valori citite in timp real, citire senzori la 5 secunde, conectivitate cu contoare tip TED5000 sau eGauge,
- conectivitate ethernet iesire seriala nivel TTL configurabila (antet, incheiere, delimitator camp date, viteza, tip date)
- posibilitate salvare configuratie si refacere configuratie din date salvate prin retea, ceas timp real cu posibilitate actualizare ore, alimentare 12V cc, consum max. 300mA,
- afisare locala a starii de functionare/eroare,
- posibilitate configurare pentru incarcare date pe un server si accesare date prin xml,
- posibilitate upgrade firmware prin retea si local,
- posibilitate configurare IP fix sau dinamic.

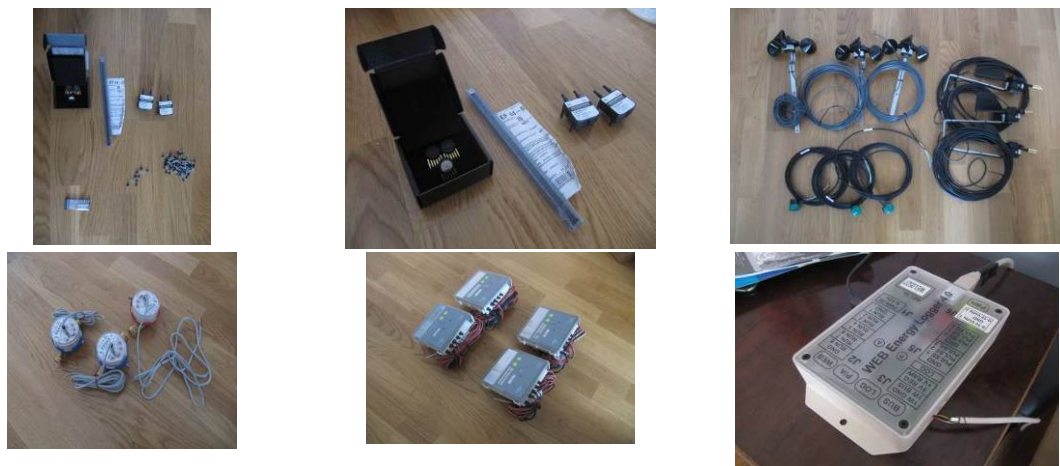


Figura 3.24.. Diverse componente ale sistemului de monitorizare

- ✓ Montarea sistemului de monitorizare pe cladirea de tip NZEB

Instalarea sistemului de monitorizare s-a facut concomitent cu realizarea finisajelor interioare. Au fost montati senzori de temperatura in stratul de tencuiala. Totodata au fost montati senzori pentru masurarea temperaturii aerului interior si temperaturii aerului exterior, senzori pentru masurarea umiditatii interioare si exterioare. Pentru a prevedea orice posibila problema de buna functionare a

echipamentelor din camera tehnica, au fost montati senzori de stare. De altfel , au fost dispusi si senzori de temperatura pe instalatii in multiple locatii. In camera tehnica au fost instalati senzori de consum electric pe fiecare consum electric, senzori care inregistreaza consumul de energie pentru iluminat, aplicatii casnice, exterior.

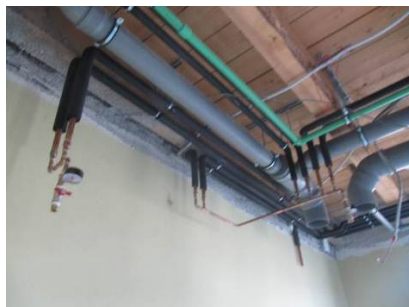
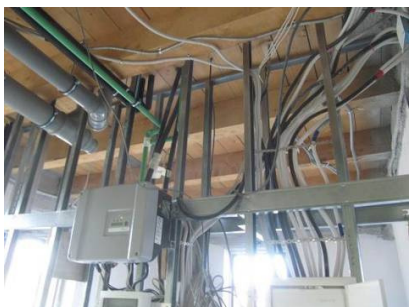


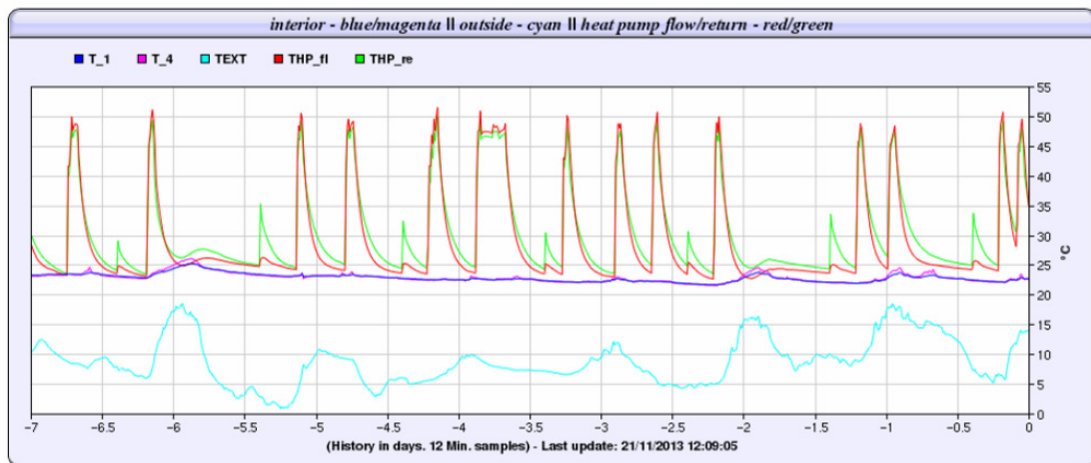
Figura 3.25.. Instalarea sistemului de monitorizare si echipamentelor

Ulterior instalarii sistemului de monitorizare se fac calibrarile si corecturile necesare unei functionari in parametrii optimi. Monitorizarea continua si in cazul casei pasive. Datele inregistrate de sistemele de monitorizare pot fi vizualizate pe platforma online (<http://www.sdac.ro/site/archives/category/monitoring>). La casa construita in varianta aproape zero energie sistemul de stocare a datelor va fi achizitionat si datele vor fi disponibile incepand din sezonul de iarna 2013.

- ✓ Monitorizarea temperaturilor si umiditatii relative in toate incaperile, in multiple locatii. Inregistrarea, salvarea si prezentarea on line a datelor de monitorizare

La nivelul cladirii sunt monitorizati parametrii de confort interior in multiple locatii, la interiorul cladirii. In functie de temperaturile inregistrate sunt ajustate setarile sistemului de climatizare si sunt evaluati parametrii de confort. Datele sunt inregistrate de sistemul de achizitii sunt salvate pe un hard-disk pentru procesare ulterioara. De asemenea datele sunt disponibile si online pe site-ul (<http://www.sdac.ro/site/archives/category/monitoring>). Aspecte privind datele monitorizate sunt prezentate in figura 3.26.

Following graph: air temperature inside the building



Following graph: air temperature inside the building, facade outer surface temperatures

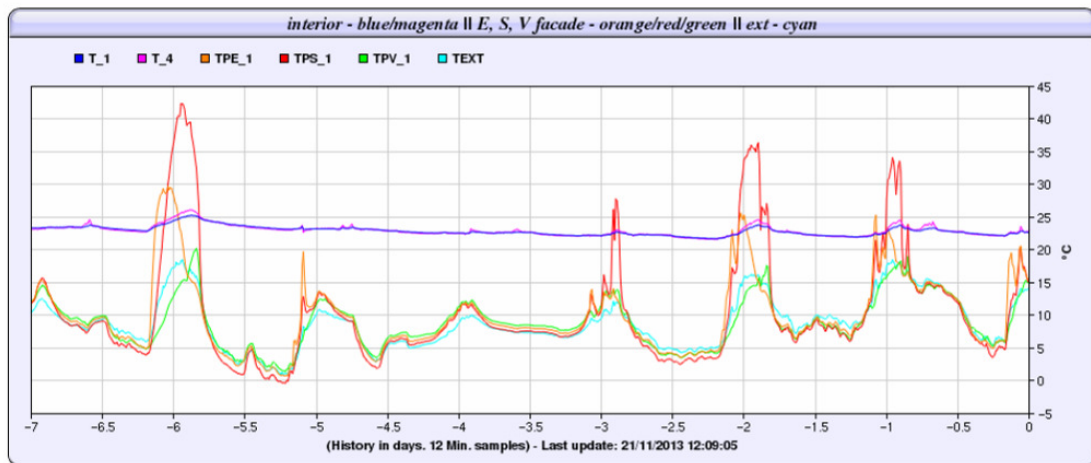


Figura 3.26. Exemplificare mod de prezentare a datelor online in timp real

- ✓ Monitorizarea consumurilor totale de energie. Evaluarea rezultatelor, introducerea corecțiilor necesare, salvarea periodică a datelor înregistrate și validarea acestora.

Consumurile de energie aferente funcționării sunt exclusiv consumuri de energie electrică. Aceste consumuri au fost măsurate cu ajutorul unor contoare de curent electric digitale, legate la sistemul de monitorizare. Consumurile de curent sunt de asemenea prezentate online în timp real la fel ca restul parametrilor higrotermici monitorizați și salvați pe un hard-disk. Suplimentar față de consumul total de energie sunt înregistrate consumurile diferitelor componente ale sistemului electric, acest lucru permite evaluarea rezultatelor obținute prin comparație și astfel validarea înregistrărilor ca fiind corecte.

Following graph: electrical energy consumption – 30 day history

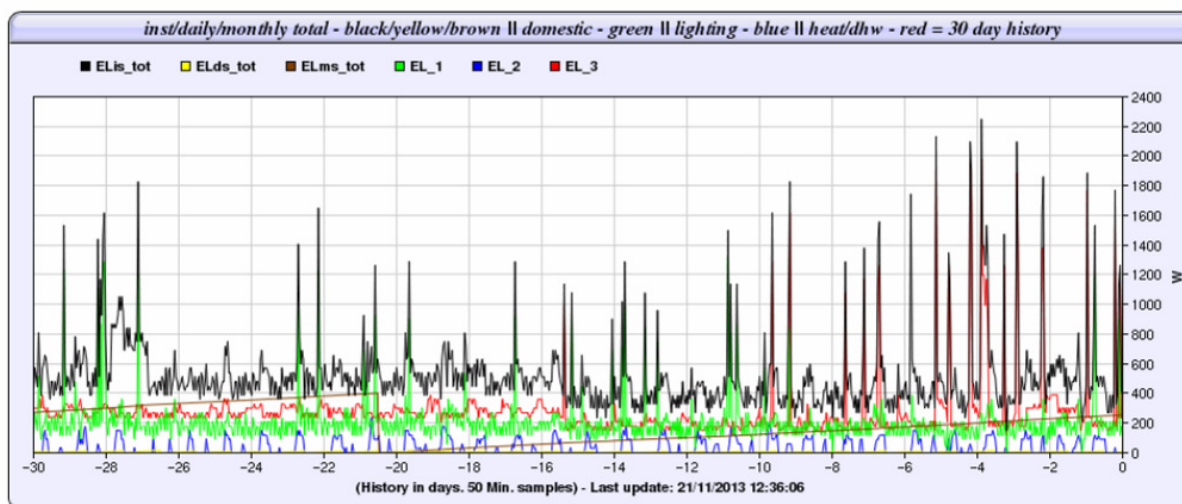


Figura 3.27. Exemplificare inregistrari consumuri de curent electric

- ✓ Monitorizarea conditiilor interioare si exterioare prin intermediul parametrilor meteorologici. Sistematizarea datelor inregistrate de echipamentele interioare si exterioare si crearea unei web page actualizata in timp.

In paralel cu monitorizarea conditiilor interioare sunt monitorizati si parametri meteorologici ai mediului exterior, acestia avand o mare influenta asupra conditiilor interioare de confort si a consumurilor de energie. Datele meteorologice sunt inregistrate de senzori dedicati pentru determinarea temperaturii exterioare, vitezei vantului, directiei vantului, presiunii atmosferice si a umiditatii relative a aerului, conectati la sistemul de monitorizare. Inregistrarile sunt prezentate online in timp real. (<http://www.sdac.ro/site/archives/category/monitoring>)

- ✓ Prezentarea avantajelor si dezavantajelor sistemelor NZEB vs PH (I)

Directiva 2010/31/ UE privind Performanta Energetica a Cladirilor defineste cladirile cu consum de energie aproape zero astfel: [A nearly Zero-Energy Building is a] “building that has a very high energy performance. The nearly zero or very low amount of energy required should to a very significant extent be covered by energy from renewable sources, including renewable energy produced on-site or nearby.” Pe de alta parte, o casa pasiva este definita ca o cladire care are un necesar de consum de energie pentru incalzire de cel mult 15 kWh/m² an si un consum total de energie de 120 kWh/m²an. Din cele doua definitii putem observa ca in timp ce standardul de casa pasiva impune clar valori numerice pentru limitarea consumului de energie, conceptul de cladire cu consum de energie aproape zero propune vag aceasta limitare. Ambele concepte tind spre realizarea unor cladiri eficiente si performante din punct de vedere energetic si care in acelasi timp sa ofere un confort termic ridicat ocupantilor.

Din perspectiva acestui proiect, cele doua tipuri de cladiri au fost concepute identic din punct de vedere structural, arhitectural si al detaliilor de executie. Casa pasiva foloseste ca sistem de incalzire o pompa de caldura aer-apa. A fost ales acest sistem intrucat nu necesita lucrari speciale de amenajare, fiind un sistem relativ simplu.

Marele dezavantaj al pompei de caldura folosita la casa pasiva este faptul ca aceasta nu functioneaza la parametrii normali la temperaturi mai scazute de -15°C, folosind un rezistor electric. Acest lucru e un dezavantaj intrucat intrarea in functiune a rezistorului electric duce la inregistrarea unor consumuri pentru incalzire mai ridicate decat cele asteptate.

Acest lucru e un dezavantaj intrucat intrarea in functiune a rezistorului electric ofera un randament maxim unitar la generarea energiei termice raportat la energia electrica consumata in comparatie cu randamentul tipic de 1.5 - 3.5 al pompei de caldura. Pentru cealalta parte a duplexului a fost instalata o pompa de caldura sol-apa. Folosirea acestui tip de pompa de caldura a presupus o

investitie initiala mai mare decat in cazul casei pasive in sa in acelasi timp asigura o fiabilitate ridicata si o performanta crescuta. O comparatie intre performanta celor doua tipuri de pompe de caldura si avantajele/dezavantajele pe care le prezinta fiecare, va putea fi facuta mai detaliat, atunci cand vom dispune si de informatiile din monitorizarea jumatatii de duplex conceputa in regim „nearly-zero energy building”, planificata in perioada urmatoare.

Cele doua cladiri dispun de sisteme de energie neconventionala. Cladirea pasiva dispune de un panou solar folosit pentru producerea apei calde de consum iar pentru cladirea cu consum de energie aproape zero au fost instalate o serie de panouri fotovoltaice.

In momentul de fata dispunem de rezultatele din monitorizarea casei pasive. Astfel, avem informatii in ceea ce priveste consumul de energie real al cladirii, variatia parametrilor climatici interiori in functie de variatia conditiilor climatice din exterior. Rezultatele obtinute pentru consumul de energie indica si confirma eficienta superioara a casei pasive care in acelasi timp ofera confort termic interior, atat pe timp de iarna cat si pe timp de vara. Procesul de monitorizare al cladirii cu consum de energie aproape zero este in faza incipienta. O comparatie relevanta intre cele doua apartamente ale cladirii din punct de vedere al comportarii la transfer termic si al consumurilor de energie, va putea fi facut atunci cand vom avea inregistrările de monitorizare a cladirii cu consum de energie aproape zero pentru cel puțin un an calendaristic.

3.2.3. Etapa III - Studiu comparativ al eficientei energetice intre variantele PH si NZEB (2015)

- ✓ Evaluarea consumurilor de energie lunare. Evaluarea consumurilor principale, a energiei produse si consumate din surse regenerabile.

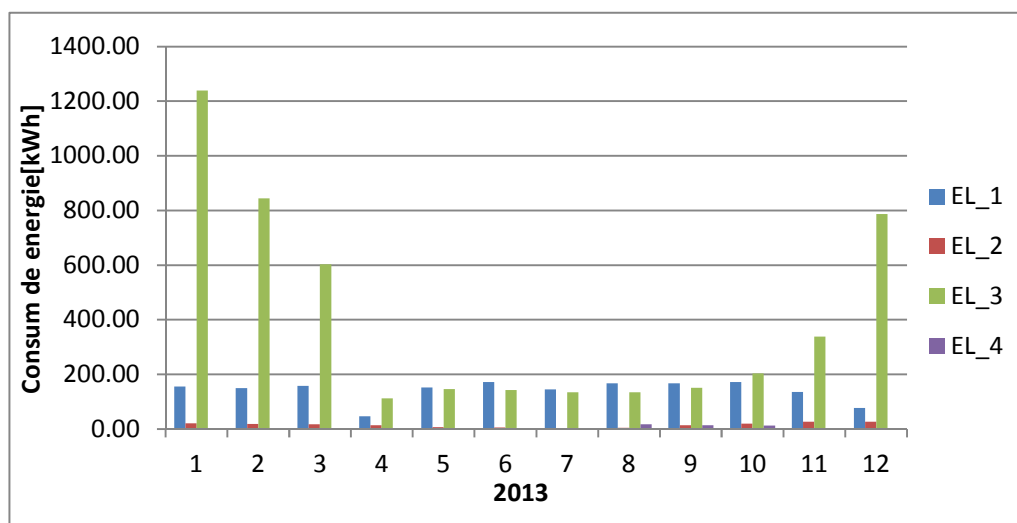


Figura 3.28. Esalonarea consumurilor de energie ale casei pasive in anul 2013

Unde:

- EL1 - consumurile casnice;
- EL2 - consumurile pentru iluminat;
- EL3 - consumurile din camera tehnica;
- EL4 - consumurile exterioare.

In Figura 2 este prezentat consumul de energie esalonat pe luni in perioada ianuarie-noiembrie 2014.

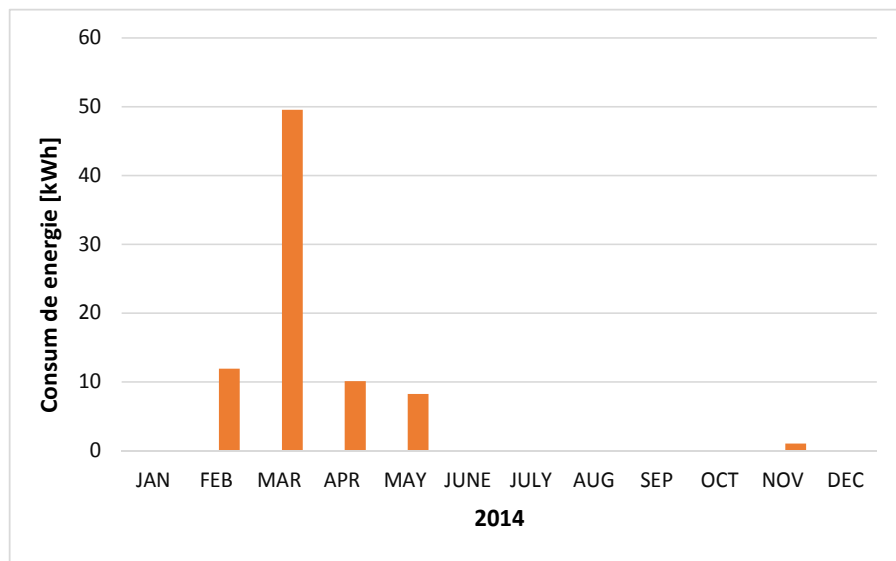


Figura 3.29. Esalonarea consumului de energie al casei nZEB ianuarie-noiembrie-2014

Tinand cont de faptul ca aceasta casa nu a fost locuita la momentul acestei evaluari, masuratorile considerate sunt incomplete, energia consumata este foarte mica neavand relevanta pentru validarea eficientei energetice a casei. La momentul actual, pentru casa nZEB este relevanta monitorizare energiei produse de catre panourile solare fotovoltaice. Esalonarea pe luni a energiei produse in intervalul ianuarie-noiembrie-2014 se poate vedea si in Figura 3.30.

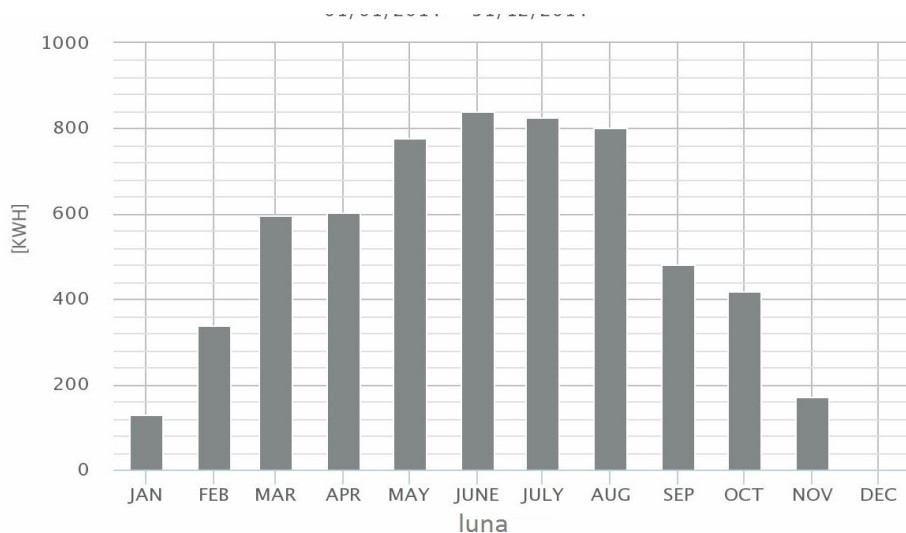


Figura 3.30. Energie produsa in perioada ianuarie-noiembrie 2014

- ✓ Prezentarea avantajelor si dezavantajelor sistemelor NZEB vs PH (I). Elaborarea unui studiu comparativ privind avantajele si dezavantajele caselor pasive PH si aproape zero energie NZEB

Casa pasiva (PH) si cladirea cu consum de energie aproape zero (nZEB) studiate in acest proiect constituie un duplexul prezentat in Figura 3.31. Din punct de vedere arhitectural, singura diferenta intre cele doua cladiri consta in orientarea fatadelor. Acest lucru are influenta asupra necesarului de energie pentru incalzire. Astfel, in urma calculelor realizate cu ajutorul programului PHPP a rezultat ca in timp ce

casa pasiva are un necesar de energie pentru incalzirea incaperilor de aproximativ $13 \text{ kWh/m}^2\text{an}$, casa cu consum de energie aproape zero are un necesar de energie pentru incalzire de $17 \text{ kWh/m}^2\text{an}$.

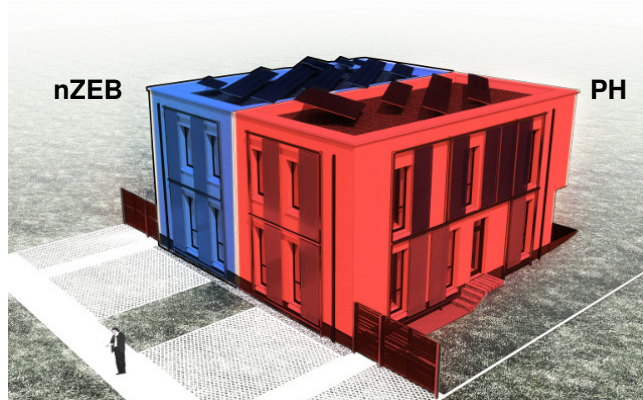


Figura 3.31. Vedere de ansamblu a celor doua case

Casa pasiva foloseste ca sistem de incalzire o pompa de caldura aer-apa. A fost ales acest sistem intrucat nu necesita lucrari speciale de amenajare, fiind un sistem relativ simplu. Marele dezavantaj al pompei de caldura folosita la casa pasiva este faptul ca aceasta nu functioneaza la parametrii normali la temperaturi mai scazute de -15°C , folosind o rezistenta electrica. Acest lucru e un dezavantaj intrucat intrarea in functiune a rezistentei electrice duce la inregistrarea unor consumuri pentru incalzire mai ridicate decat cele asteptate. Pentru cealalta parte a duplexului a fost instalata o pompa de caldura sol-apa. Folosirea acestui tip de pompa de caldura a presupus o investitie initiala mai mare decat in cazul casei pasive insa in acelasi timp asigura o fiabilitate ridicata si o performanta crescuta. Sistemul pompa de caldura sol-apa va asigura atat incalzirea cat si racirea spatiului interior in functie de anotimp. In Figura 6 este prezentata o schema generala de functionare a unei pompe de caldura apa-sol, similar cu cea instalata la cladirea cu consum de energie aproape zero.

Componentele principale ale sistemului de instalatii din casa pasiva sunt: sistemul performant de ventilare cu recuperare de caldura, panou solar pentru prepararea apei calde menajere, pompa de caldura aer-apa. Sistemul de instalatii al casei cu consum de energie aproape zero este similar cu cel al casei pasive. Casa zero energie dispune de pompa de caldura sol-apa, asa cum am mentionat mai devreme, in timp ce casa pasiva are o pompa de caldura aer-apa. Totodata, casa cu consum de energie aproape zero are un singur buffer pentru incalzire si apa calda menajera iar casa pasiva are un buffer pentru incalzire si un boiler pentru stocarea apei calde menajere (Figura 3.32, Figura 3.33).

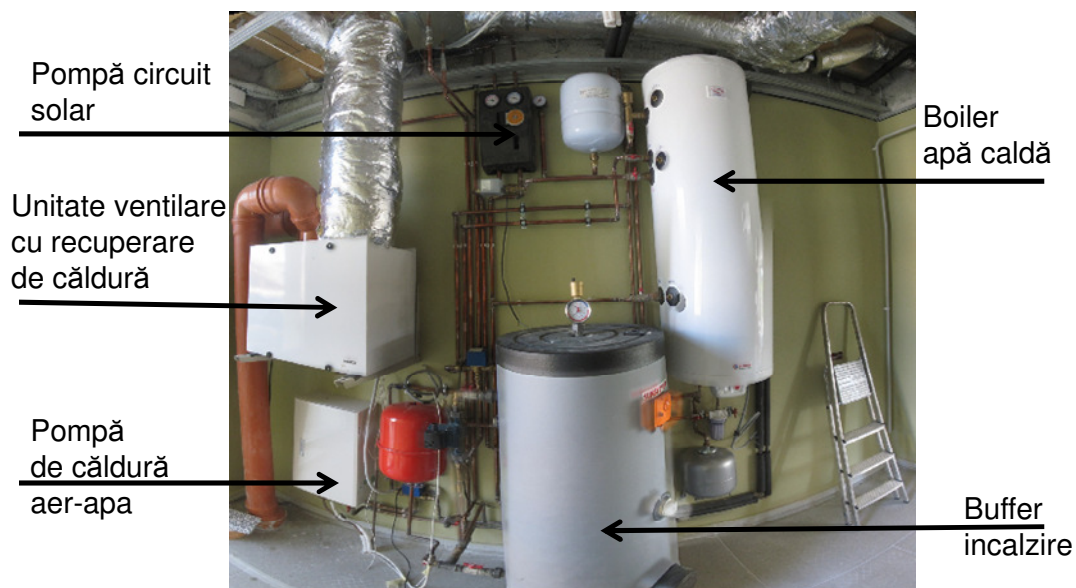


Figura 3.32. Camera tehnica din casa pasiva

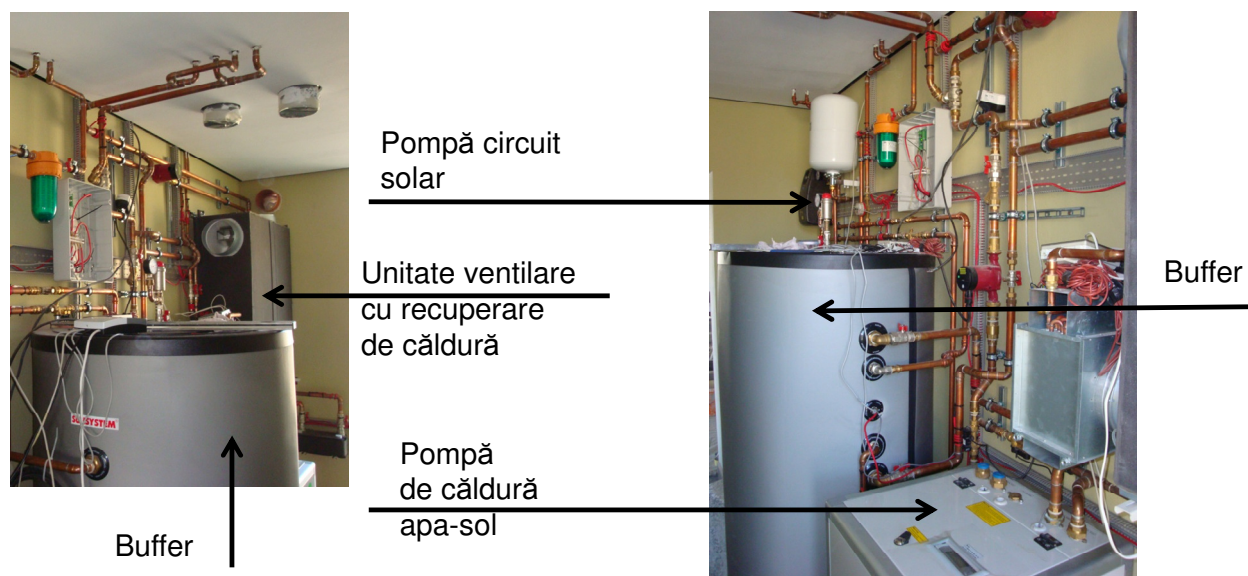


Figura 3.33. Camera tehnica din casa cu consum de energie aproape zero

Asa cum este definita in diferite documente publicate la nivel european, casa cu consum de energie aproape zero trebuie sa aiba un consum de energie redus iar acel consum sa fie acoperit in mare masura de energie produsa din surse regenerabile. In acest sens, casa cu consum de energie aproape zero studiata in acest proiect dispune de un sistem de panouri fotovoltaice pentru producere a curentului electric. Sistemul de panouri fotovoltaice este alcatuit din 22 de panouri de 240 Wp (spatiu disponibil pe acoperis 13x6 m) si este legat la reseaua publica de electricitate. Sistemul este completat de un contor bidirectional care masoara atat curentul introdus in retea cat si pe cel procurat din retea.



Figura 3.34. 10 Imagini cu panourile fotovoltaice instalate pe acoperis

Sistemul de panouri fotovoltaice a fost dimensionat pe baza consumului de energie electrica rezultat din monitorizarea casei pasive (6450 kWh anual) si din conditia spatiului disponibil pe acoperis. A fost estimata o productie de aproximativ 6922 kWh anual insa este o estimare care implica un anumit risc datorita imprevizibilitatii conditiilor meteorologice. La momentul actual, dezavantajele utilizarii unui astfel de sistem constau in procedura greoaie de obtinere a avizelor si autorizatiilor si totodata lipsa reglementarilor cu privire la rasplatirea curentului produs in exces si introdus in retea.

- ✓ Achizitia sistemului de monitorizare si a tuturor subansamblurilor, inclusiv softuri necesare. Evaluarea ofertelor si achizitia echipamentelor.

Sistemul de monitorizare achizitionat pentru cladirea cu consum de energie aproape zero este similar cu cel instalat la casa pasiva. Ambele sisteme de monitorizare urmaresc comportarea in timp din punct de vedere termic, ambiental si al consumului de energie al celor doua cladiri. Acestea functioneaza dupa acelasi principiu si sunt compuse din acelasi tip de senzori, contoare etc.

Pentru activitatea de monitorizare, anul acesta a fost achizitionata si o camera de termoviziune FLIR T420.



Figura 3.35. Camera de termoviziune achizitionata

- ✓ Monitorizarea consumurilor totale de energie
 - Evaluarea rezultatelor
 - Introducerea corectiilor necesare
 - Salvarea periodica a datelor inregistrate
 - Validarea datelor inregistrate

Sistemul de monitorizare instalat la casa nZEB este similar cu sistmul de monitorizare instalat la casa pasiva. Intre aceste doua sisteme de monitorizare apar diferente care tin de faptul ca la casa nZEB sunt montate pe acoperis panouri fotovoltaice, astfel au fost montati senzori pentru a masura energia pe care aceste panouri solare fotovoltaice o produc.

Plecand de la faptul ca aceste panouri fotovoltaice au capacitatea de a produce energie electrica continuu si acesta energie nu o sa fie consumata in totalitate, a fost incheiat un acord prin care energia produsa in exces sa fie transmisa in reseaua nationala de energie electrica.

Procesul de monitorizare poate fi urmarit online la adresa <http://www.sdac.ro/site/archives/1199>. Sistemul de monitorizare a fost montat la sfarsitul anului 2013 dar pompa de caldura a fost montata doar in luna august 2014, motiv pentru care in perioada ianuarie 2014 - august 2014 au fost monitorizate temperaturile interioare, energie produsa de panourile solare fotovoltaice si energia furnizata in reseaua nationala de energie electrica.

In figura 3.36 este prezentata evolutia productiei de energie a panourilor fotovoltaice pe o durata de 7 zile.

Electricity consumption and production

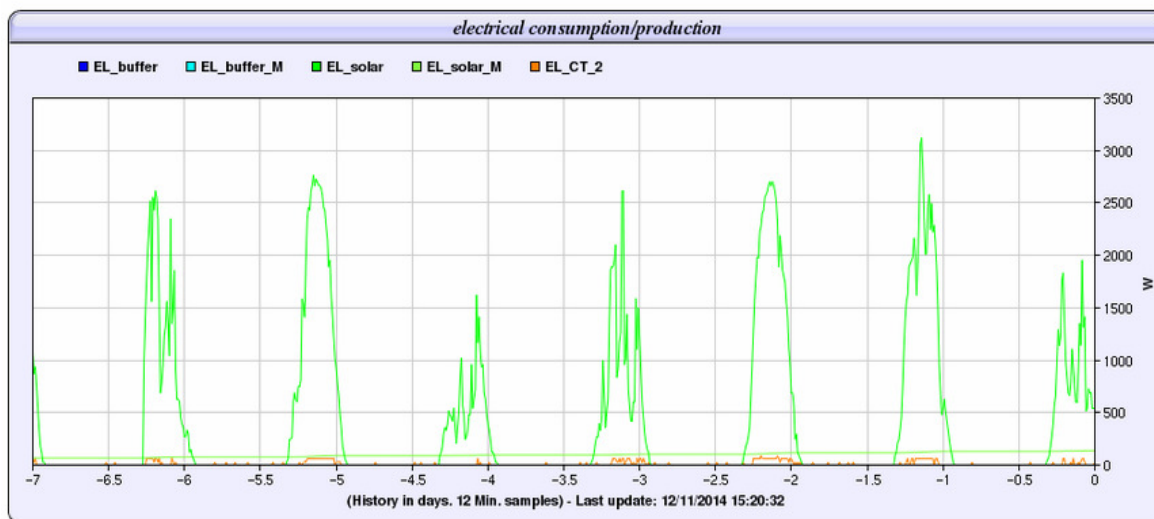


Figura 3.36. Grafice privind evolutia energie produse de panourile solare fotovoltaice – nZEB

Buffer and input/output

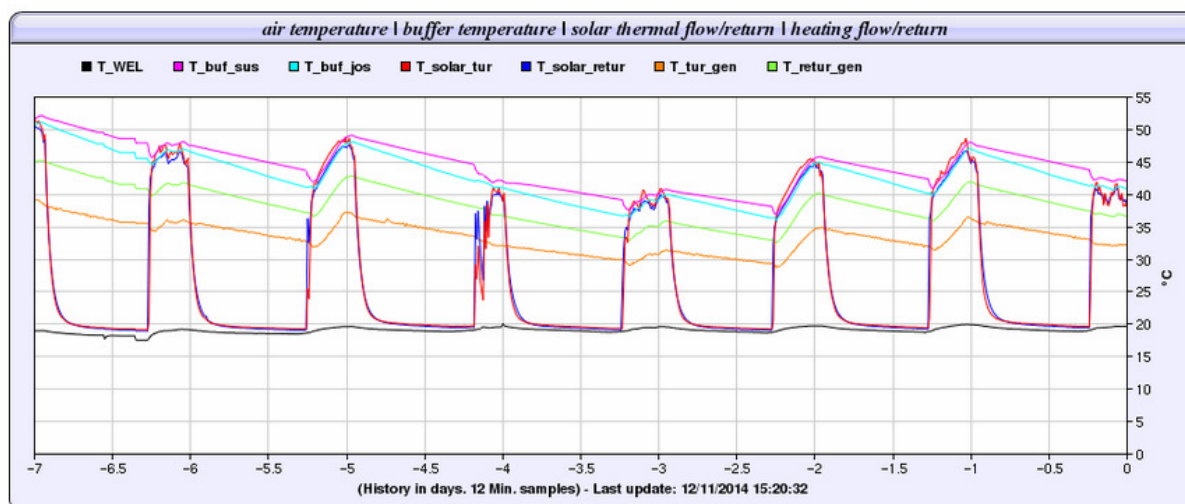


Figura 3.37. Monitorizarea temperaturilor-nZEB

Monitorizarea consumurilor de energie se realizeaza in fiecare minut, astfel pentru a putea realiza o centralizare a cantitatii de energie produse si consumate este nevoie sa se faca o esalonare pe ora respectiv zile.

Spre deosebire de casa pasiva, in cazul casei nZEB a fost a fost montat un singur boiler care este folosit atat pentru apa calda cat si pentru incalzire. Ca si in cazul casei pasive, pentru casa nZEB a fost montat un panou solar pentru incalzirea apei menjere. Astfel, sunt monitorizate temperatura aerului interior, temperatura apei din boiler si temperatura agentului termice folosit la panoul solar. Toate aceste date monitorizate sunt inregistrate in fiecare minut.

Atat energie consumata cat si energie produsa sunt inregistrat la fiecare minut. Pentru a putea trage concluzii in privinta energiei consumate si energiei produse, este nevoie ca acestea sa fie prezentate ca si energie produsa pe unitatea de timp respectiv energie consumata pe unitatea de timp. Consumurile de energie au ca si unitate de masura Wh, astfel datele monitorizate trebuie sa fie raportate la un interval de ora. Fiecare parametru avand cate o valoare in fiecare minut. Productia de energia a panourilor solare fotovoltaice poate fi urmarita in permanenta pe adresa <http://www.piko-solar-portal.de/PlantViewCharts.aspx>

Datele monitorizate sunt prezentate pe adresa web <http://www.sdac.ro/site/archives/1199> si salvate in fiecare minut. Aceste date salvate necesita o prelucrare ulterioara.

In urma centralizarii energiei produse in perioada ianuarie-noiembrie 2014 s-a constata faptul ca energia produsa este de aproximativ 5980 kWh, valoare care este mai redusa decat asteptarile dar care acopera mai bine de 90% din necesarul total de energie electrica. Monitorizarea productiei de energie electrica a inceput in luna octombrie 2013, odata cu instalarea panourilor solare fotovoltaice. In Figura 3.38 este prezentata productia de energie pentru perioada de functionare a panourilor solare fotovoltaice (octombrie-decembrie 2013, ianuarie-noiembrie 2014).

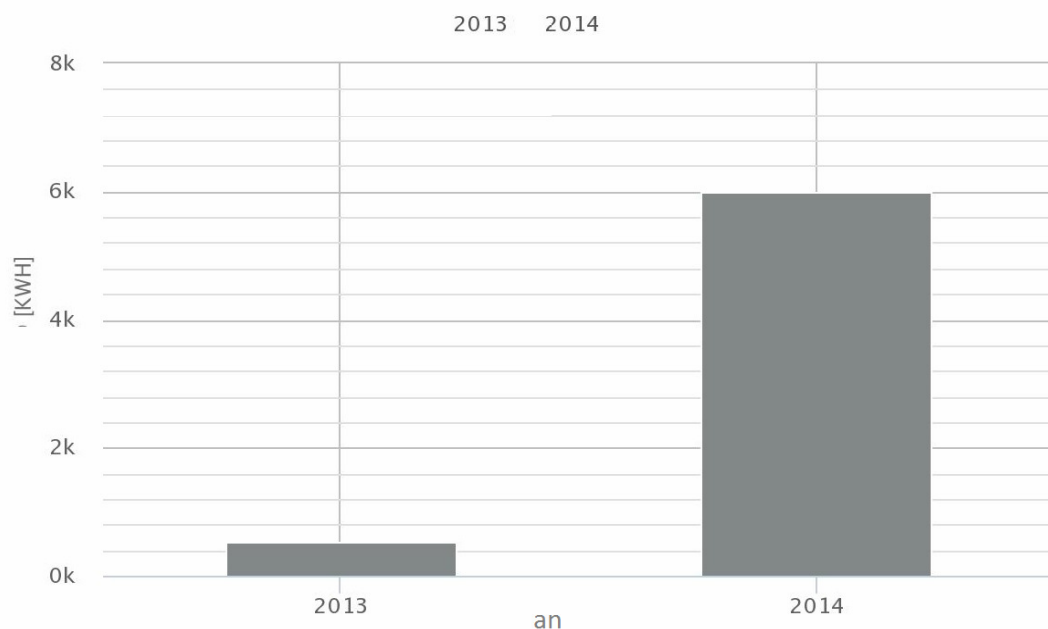


Figura 3.38. Energie produsa de panourile solare fotovoltaice

- ✓ Prezentarea avantajelor si dezavantajelor sistemelor NZEB vs PH (II). Elaborarea unui studiu comparativ privind avantajele si dezavantajele caselor pasive PH si aproape zero energie NZEB

Din perspectiva acestui proiect de cercetare, casa cu consum de energie aproape zero reprezinta un progres al conceptului de casa pasiva. Astfel, casa cu consum de energie aproape zero a fost proiectata la fel ca o casa pasiva in ceea ce priveste anvelopa, sistemul de ventilare si incalzire, insa a fost echipata suplimentar cu un sistem de panouri fotovoltaice care sa acopere consumul de energie electrica al casei. O comparatie intre performanta celor doua tipuri de pompe de caldura si avantajele/dezavantajele pe care le prezinta fiecare, va putea fi facuta atunci cand vom dispune si de suficiente date din monitorizarea

jumatatii de duplex conceputa in regim de casa cu consum de energie aproape zero. In momentul de fata dispunem de rezultatele din monitorizarea casei pasive. Astfel, avem informatii in ceea ce priveste consumul de energie real al cladirii, variatia parametrilor climatici interiori in functie de variatia conditiilor climatice din exterior. Rezultatele in ceea ce priveste consumul de energie indica si confirma faptul ca aceasta casa, conceputa ca si casa pasiva este intr-adevar o cladire cu o eficienta energetica superioara care in acelasi timp ofera comfort termic interior, atat pe timp de iarna cat si pe timp de vara.

Avantajele comune ale casei pasive si ale casei cu consum de energie aproape zero sunt:

- pierderile de caldura sunt minimizate
- se evita neuniformitatile de temperatura –temperatura suprafetelor din interior va fi apropiata de cea a aerului (18 °C – 20 °C)
- se evita formarea curentilor de aer datorata lipsei etanseitatii din casele obisnuite
- se evita riscul aparitiei condensului sau mucegaiului
- o buna termoizolare = o buna fonoizolare
- aer in permanenta proaspat, fara particule de praf sau polen
- consum redus de energie
- reducerea emisiilor de dioxid de carbon
- protejarea surselor neregenerabile de energie [gaz, petrol]
- folosirea surselor de energie regenerabila - incalzire/racire si prepararea ACM
- economii pentru beneficiar.

Standardul de casa pasiva atinge un nivel foarte redus de consum de energie si astfel, acest concept poate fi vazut ca baza pentru realizarea cladirilor cu consum de energie aproape zero. Conceptul de casa pasiva are o contributie semnificativa in facilitarea implementarii cladirilor cu consum de energie aproape zero.

3.2.4. Etapa IV - Monitorizarea consumurilor reale, optimizarea costului global si evaluari privind ciclul de viata pentru sistemul NZEB (2015)

Conceptele de „casa pasiva” si de „cladire cu consum de energie aproape zero” au devenit printre cele mai raspandite in randul tipurilor de cladiri eficiente energetic din Europa si in ultima vreme acestea devin cunoscute si in Romania. Monitorizarea consumurilor de energie pentru cele doua cladiri care fac obiectul cercetarii acestui proiect reprezinta o cale de a valida solutii si modalitati prin care casa pasiva si cladirea cu consum de energie aproape zero pot fi implementate in randul cladirilor rezidentiale din Romania. In cele ce urmeaza sunt prezentate in detaliu fiecare din activitatile acestei etape a proiectului de cercetare.

- ✓ Evaluarea consumurilor de energie lunare. Evaluarea consumurilor principale, a energiei produse si consumate din surse regenerabile.

In Figura 3.39 este prezentat consumul lunar de energie in perioada August 2014 – Iulie 2015.

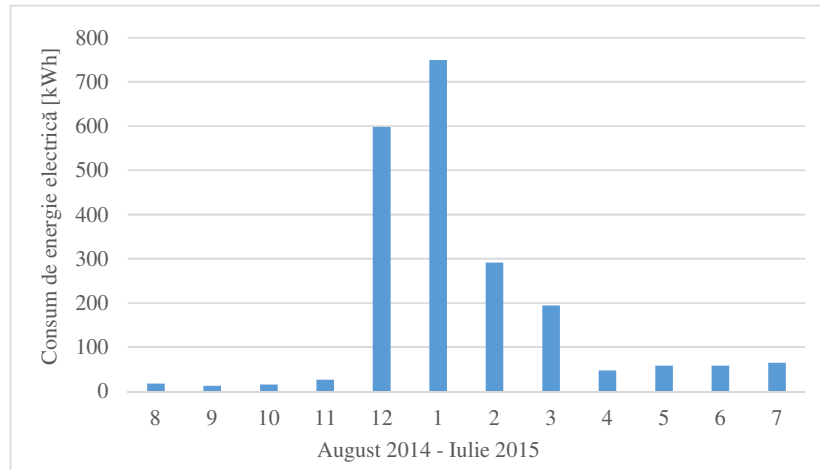


Figura 3.39. Consumul lunar de energie masurat in perioada August 2014 – Iulie 2015

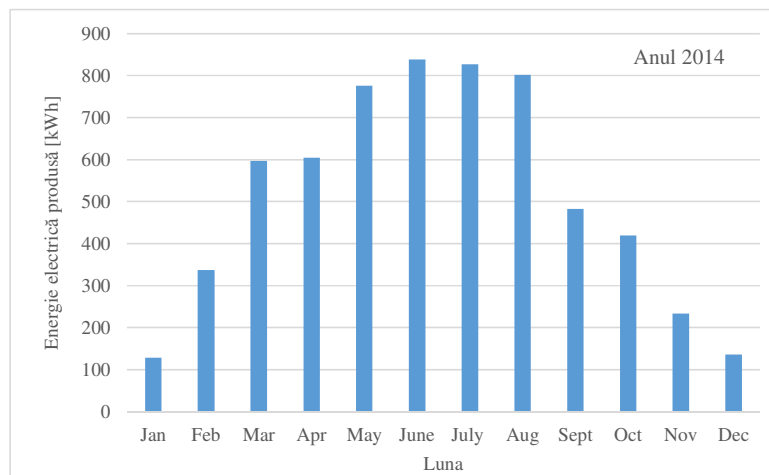


Figura 3.40. Energia electrica lunara produsa in anul 2014

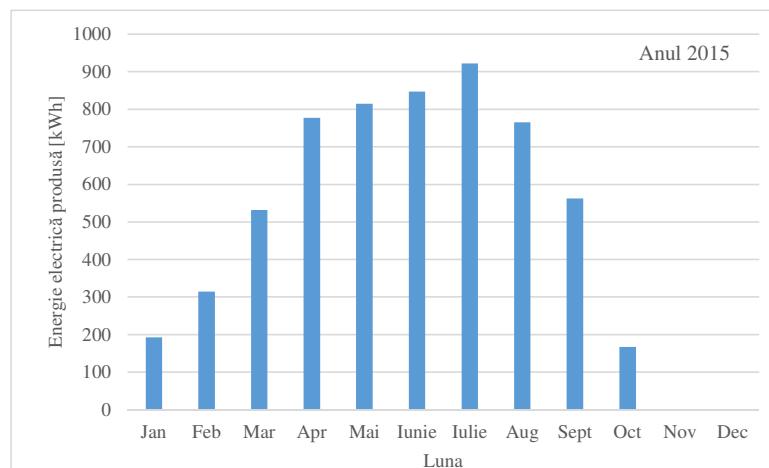


Figura 3.41. Energia electrica lunara produsa in anul 2015

Pentru casa nZEB este foarte relevanta monitorizarea energiei produse de panourile solare fotovoltaice pentru a putea evalua ulterior in ce masura energia produsa de acestea acopera necesarul casei. In figurile anterioare (Figura 3.40 si Figura 3.41) este prezenta productia lunara de energie electrica asigurata de panourile fotovoltaice. In urma centralizarii energiei produse de la momentul intrarii in

funcțiune a panourilor până la momentul actual s-a constatat faptul că energia produsă anual poate acoperi mai bine de 90% din necesarul total de energie electrică. În Figura 3.42 este prezentată producția de energie pentru perioada de funcționare a panourilor solare fotovoltaice (octombrie-decembrie 2013, anul 2014 – complet, ianuarie - octombrie 2015).

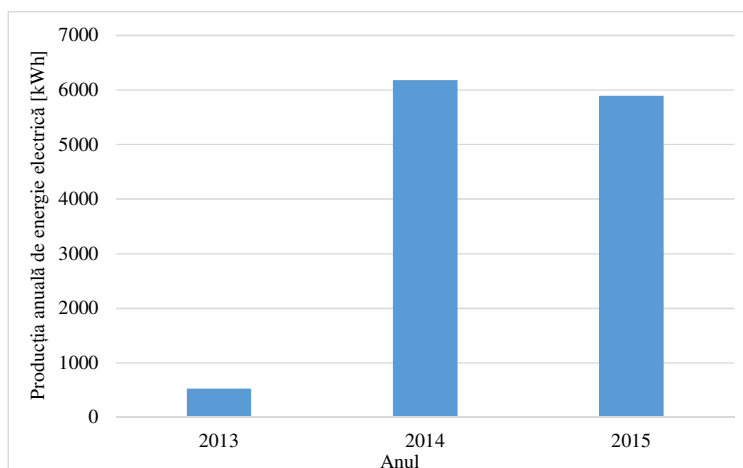


Figura 3.42. Energia electrică produsă în perioada octombrie 2013 – octombrie 2015

- ✓ Evaluarea costului global al investiției și duratei de viață a construcției. Analiza costului global al investiției, coeficientului de analiză cost-beneficiu, amortizare investiție pentru NZEB, amortizare optimizare investiție.

Implementarea măsurilor de eficiență energetică pentru a realiza clădiri precum casa pasivă și clădirea cu consum de energie aproape zero presupune o investiție inițială mai consistentă decât investiția inițială într-o clădire tradițională. Pentru a justifica această investiție suplimentară și totodată pentru a dovedi și eficiența clădirilor eficiente energetic este importantă o analiză a costurilor pe o perioadă îndelungată de exploatare, chiar pe durata lor de viață. Evaluarea costurilor pe ciclul de viață este o metodă economică de evaluare a proiectelor pentru care sunt considerate a fi importante în aceeași măsură atât costurile inițiale cât și costurile ulterioare intrării în folosință (construcție, exploatare, mentenanță și chiar scoaterea din uz). În mod special, această metodă este potrivită pentru evaluarea diferitelor alternative de clădiri care satisfac un anumit nivel de performanță (confortul ocupanților, siguranța, respectarea normativelor și standardelor de inginerie în construcții etc.), dar care au costuri de investiție inițiale diferite; costuri de exploatare, mentenanță și reparații diferite. În România, această metodă de evaluare poartă denumirea de „cost global”, la fel ca în majoritatea țărilor din Europa. În alte țări se folosește denumirea de cost pe ciclul de viață – Life cycle cost. La nivel național există publicatia „INDRUMATOR PRIVIND APLICAREA COSTULUI GLOBAL ÎN DOMENIUL CONSTRUCȚIILOR”. Suler definește costul global ca fiind suma economică dintre eforturile inițiale pentru realizarea unei investiții și cele ulterioare, legate de întreținerea și exploatarea acesteia. Costul global este caracterizat de următoarele componente principale: costurile de investiție, costurile de exploatare pe durata de analiză, perioada de analiză, data reper, rata de actualizare și rata de creștere a prețurilor.

În cadrul acestui proiect de cercetare a fost efectuată analiza costului global pentru casa pasivă și pentru clădirea cu consum de energie aproape zero în comparație cu o clădire tradițională. Decizia cu privire la perioada de analiză ia în considerare durata de viață tehnică a elementelor de construcție și a echipamentelor și instalațiilor. Perioada de analiză poate fi determinată de ciclul de renovare a clădirii, care reprezintă timpul după care clădirea este supusă la o serie de lucrări majore de renovare și îmbunătățire generală sau poate fi chiar durata estimată de viață a clădirii. Ciclurile de reînnoire variază de la o clădire la alta, dar aproape niciodată nu este mai mică de 20 ani. În cazul acestui studiu, analiza costului global a fost realizată pe o perioadă de 20 ani.

Un alt aspect important pentru calculul costului global este stabilirea unei valori pentru rata de actualizare. Alegerea unei rate de actualizare prea ridicata va reduce efectul costurilor viitoare asupra costului global, prezentand optiunile cu costurile initiale reduse ca fiind de dorit. Pe de alta parte, aplicare unei rate de actualizare zero implica ignorarea efectului timpului asupra valorii banilor si nu se tine cont de puterea de castig a banilor. O cantitate data de bani platita in prezent este mai valoroasa decat aceeaasi cantitate platita in viitor, deoarece banii disponibili astazi pot fi investiti pentru a produce dobanda si a castiga mai mult decat aceeaasi suma, in viitor. Conform unui studiu elaborat de Comisia Europeana, este recomandata utilizarea unei rate de actualizare de 5% in termeni reali, excluzand inflatia, pentru Statele Membre ale Uniunii Europene care beneficiaza de pe urma Politicii de Coeziune – printre care se numara si Romania. Rata de crestere a preturilor reprezinta un alt aspect foarte important al analizei costurilor pe ciclul de viata intrucat are un rol major in marimea valorii prezente a costurilor viitoare. Conform calendarului de eliminare a acestor reglementari, pretul energiei electrice si al gazelor naturale va creste cu cel putin 10-12% in urmatorii ani, pana la eliminarea completa a tarifelor reglementate. Scenariul de baza al costului global a fost realizat utilizand rata de actualizare recomandata de 5% si o rata de crestere a preturilor de 4.2%. Rata de crestere a preturilor a fost estimata ca fiind media ratelor anuale de crestere a preturilor pentru energia electrica in ultimii zece ani in Romania, calculata pe baza datelor furnizate de biroul de statistica al Uniunii Europene EUROSTAT.

In vederea calculului costului global au fost evaluate costurile investitiei initiale pentru cele trei tipuri de cladiri analizate: casa pasiva, casa cu consum de energie aproape zero, casa traditionala. Totodata au fost evaluate si costurile ulterioare de exploatare (costurile cu energia si costurile de mentenanta). Evaluarea costurilor cu energia pentru casa pasiva si casa traditionala s-a facut la nivel teoretic pe baza necesarelor de energie calculate in programul Passive House Planning Package. Evaluarea costului global al casei nZEB s-a facut in ipoteza in care necesarul de energie electrica este acoperit in procent de 70% de sistemul de panouri fotovoltaice al casei.

Tabel 3.2. Investitia initiala pentru cladirile studiate

<i>Tipul cladirii</i>	<i>Investitia initiala (RON)</i>
<i>Casa traditionala</i>	300 264
<i>Casa pasiva</i>	366 322
<i>Casa cu consum de energie zero</i>	402 601

In Figurile 3.43, 3.44 si 3.45 sunt reprezentate graficele de evolutie a costurilor in perioada de analiza, comparativ intre casa pasiva si casa traditionala, casa aproape zero energie si casa traditionala si casa pasiva si casa aproape zero energie. Ipoteza pentru care a fost facut acest scenariu este cea a unei rate de actualizare de 5% si o rata anuala de crestere a preturilor de 4.2%. In acest caz, casa pasiva devine rentabila dupa aproximativ 11 ani relativ la casa traditionala iar casa zero energie dupa 12 ani. Costul global al casei pasive il depaseste pe cel al casei zero energie dupa aproximativ 16 ani. Rezultatele analizei costului global sunt puternic dependente de datele financiare utilizate (rata de actualizare, rata de crestere a preturilor).

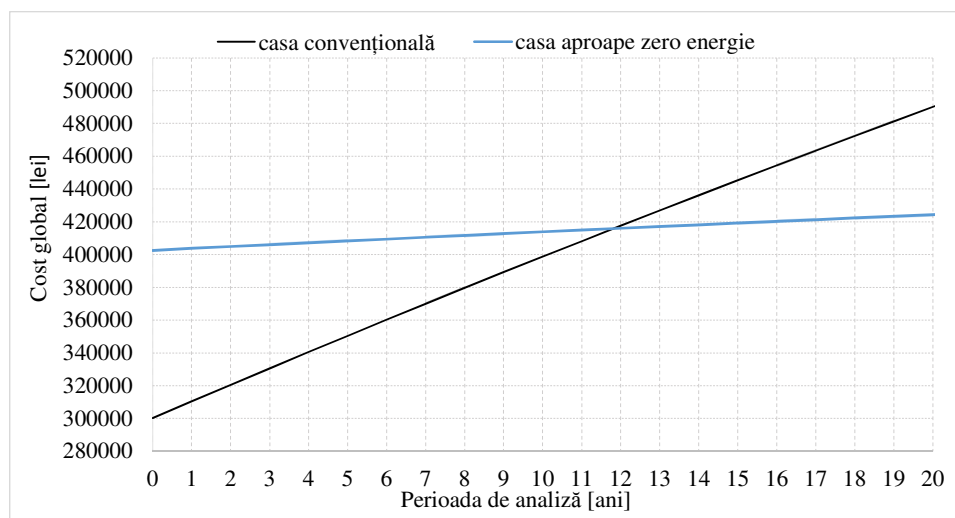


Figura 3.43. Analiza costului global: casa pasiva – casa traditionala

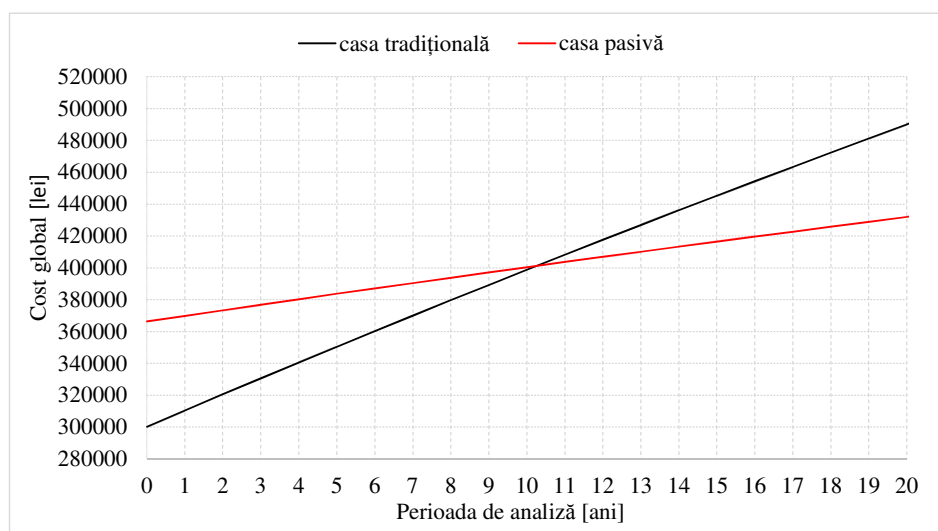


Figura 3.44. Analiza costului global: casa aproape zero energie – casa traditionala

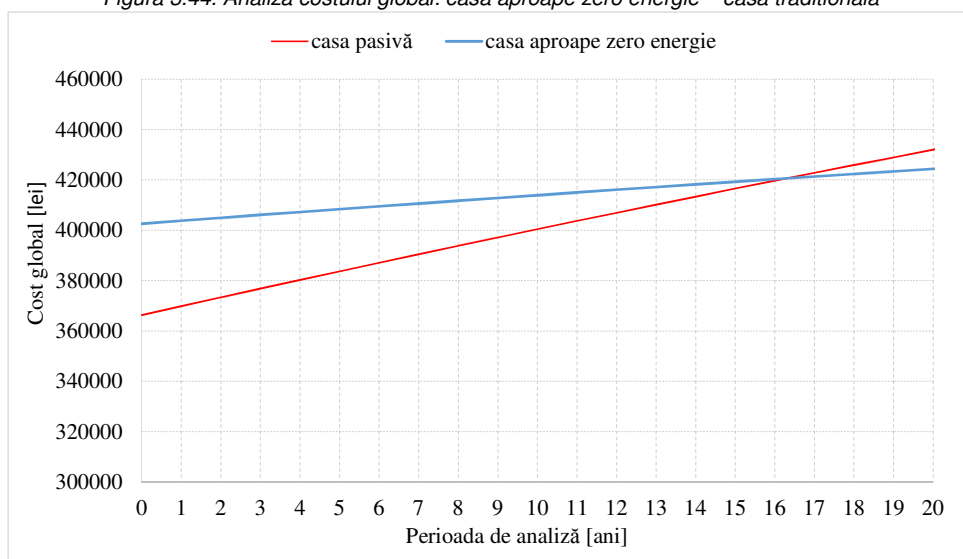


Figura 3.45. Analiza costului global: casa pasiva – casa aproape zero energie

Avand in vedere faptul ca evaluarea costului global cere o serie de presupuneri legate de ce se va intampla in viitor si de modul in care vor evolua preturile si economia, rezultatele includ o doza de risc si incertitudine. Pentru a elimina din aceste riscuri si incertitudini, a fost efectuata o analiza de sensibilitate, pe langa scenariul de baza. Analiza de sensibilitate e intreprinsa pentru a examina modul in care variatiile intr-o serie de incertitudini afecteaza valoarea relativa a optiunilor examinate. Aceasta tehnica permite identificarea datelor de intrare care au cel mai mare impact asupra rezultatelor finale ale analizei costului global. In acest studiu este efectuata o analiza de sensibilitate pentru variatii ale ratei de actualizare si ale ratei de crestere a pretului energiei electrice. Sunt efectuate calcule pentru variatii ale ratei de actualizare de la 0% la 7 % cu diferite rate de crestere a preturilor 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%. Analiza de sensibilitate la rata de actualizare si la rata de crestere a preturilor arata ca odata cu cresterea ratei de actualizare si scaderea ratei de crestere a preturilor, costurile viitoare au un impact mai mic asupra costului global, astfel ca timpul de recuperare al investitiei suplimentare fata de casa conventionala creste, atat pentru casa pasiva cat si pentru casa zero energie.

- ✓ Evaluarea ciclului de viata utilizand programul specializat Sima Pro. LCA cu ajutorul programului Sima pro cu diferite scenarii de recuperare a materialelor si gestionarea deseurilor.

Analiza de tipul „Life cycle assessment (LCA)” al unei cladiri este o metoda adecvata de a evalua impactul total asupra mediului pe perioada de viata pentru care a fost proiectata. Pentru a obtine rezultate precise pe care sa ne putem baza sunt necesare a fi analizate detalii privind constructia, mentenanta, durata de viata a cladirii si faza de scoatere din uz la finalul duratei de viata.

Etapele analizei pe ciclul de viata (Life Cycle Assessment) poate fi sintetizata intr-o schema precum cea din Figura 3.46.

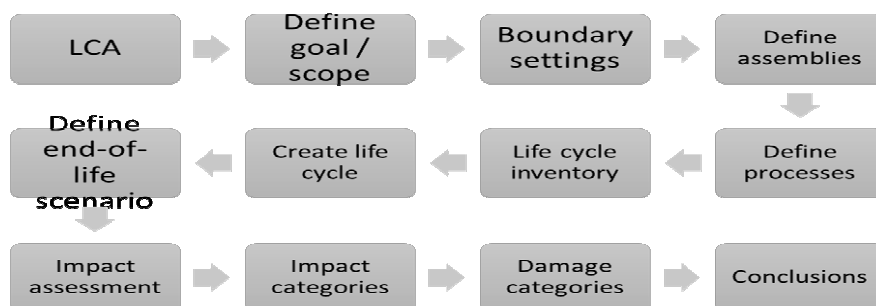


Figura 3.46. Schematizarea analizei pe ciclul de viata al cladirii nZEB

Pentru acest studiu va fi efectuata o analiza pe ciclul de viata de tipul „cradle-to-grave” care este definita in schema din Figura 3.47.

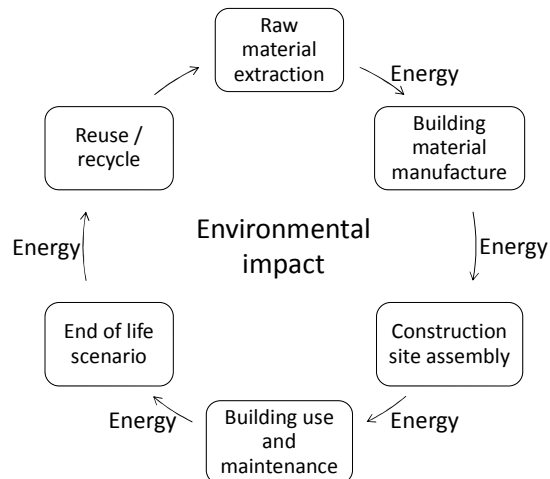


Figura 3.47. Analiza "cradle to grave" pe ciclul de viata al unei cladiri

In prima faza de realizare a evaluarii impactului cladirii nZEB pe ciclul de viata asupra mediului inconjurator s-au stabilit ipotezele de la care se porneste analiza, metoda de calcul, conditiile limita etc (Tabelul 3.3).

Tabel 3.3 Date de evaluare

Program de calcul	Sima Pro
Tipul analizei pe ciclul de viata	Cradle-to-grave
Baza de date de inventar	Ecoinvent 2.2 unit processes
Scop	Identificarea impactului asupra mediului al componentelor principale ale unei cladiri rezidentiale cu consum de energie aproape zero
Unitate functionala	Cladire rezidentiala
Metoda	ReCiPe Endpoint H/A
Conditii limita	- instalatii electrice - instalatii sanitare - echipamente - mobilier - pardoseli - alte finisaje

Modelarea in programul de calcul Sima Pro s-a facut pe baza unei scheme concepute in prealabil de utilizatorul programului. Astfel, analiza cladirii a fost impartita in mai multe categorii (Figura 3.48) care ulterior vor fi insumate pentru a obtine impactul total.

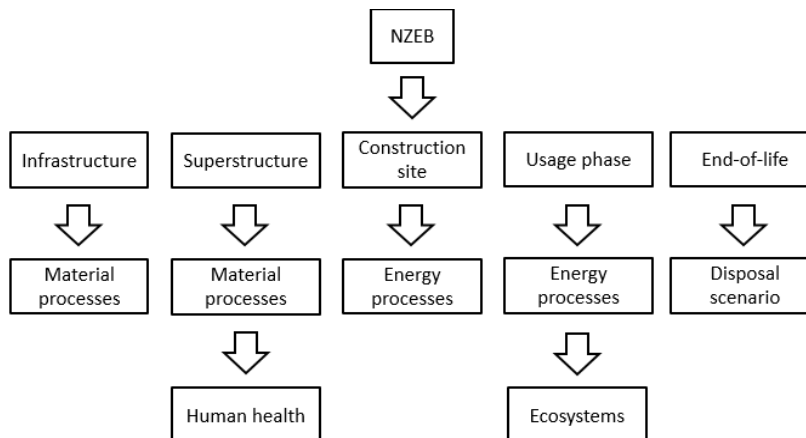


Figura 3.48. Schema de modelare in vederea evaluarii pe ciclul de viata

Cladirea a fost proiectata pentru o durata de viata de 50 de ani. Calculul impactului asupra mediului a fost facut luand in considerare imbatranirea izolatiei termice si implicit reducerea performantelor acesteia la transfer termic. Totodata, a fost luata in considerare si scaderea eficientei echipamentelor. Scenariul de utilizare al energiei electrice si a materialelor anvelopei termice sunt prezentate in Tabelul 3.4.

Tabel 3.4. Scenariu de utilizare

Utilizare energie electrica	Productie energie electrica
Incalzire	Panouri fotovoltaice eficienta 30% Energie electrica de la reseaua publica
Racire	
Iluminat	
Apa calda menajera	
Ventilare	
Aplicatii casnice	
Echipamente	
Material	Scenariu de utilizare
polistiren	inlocuire 50%
Rame PVC	inlocuire 100%
sticla	inlocuire 100%
zinc	inlocuire 100%
Otel	inlocuire 100%
Placi de rigips	inlocuire 50%
bitumen	inlocuire 50%

Analiza pe ciclul de viata al cladirii este facuta luand in considerare si de scoatere din uz a cladirii la finalul duratei de viata de 50 de ani la care a fost proiectata. Scenariul considerat de reutilizare a materialelor la scoatere din uz a cladirii este prezentat in Tabelul 3.5.

Tabel 3.5 Scenariu de reutilizare a materialelor la scoaterea din uz a cladirii

Material	End-of-life scenario	Material	End-of-life scenario
concrete	100% disposal	light clay brick	30% recycle / 70% waste
reinforced steel	70% recycle / 30% waste	sand	60% recycle / 40% waste
polystyrene	100% incineration	gravel	60% recycle / 40% waste
cement mortar	100% disposal	bitumen	80% recycle / 20% waste
PVC frame	100% recycle	glass	100% recycle
plastic	80% recycle / 20% waste	zinc	100% recycle
steel	100% recycle	plaster board	30% recycle / 70% waste

In urma analizei utilizand programul Sima Pro a fost obtinut impactul cladirii nZEB asupra starii de sanatate umane si impactul asupra ecosistemului. In Figurile 3.49 si 3.50 sunt prezentate schematic rezultatele obtinute in urma calcului cu ponderea fiecarei categorii de impact asupra impactului total.

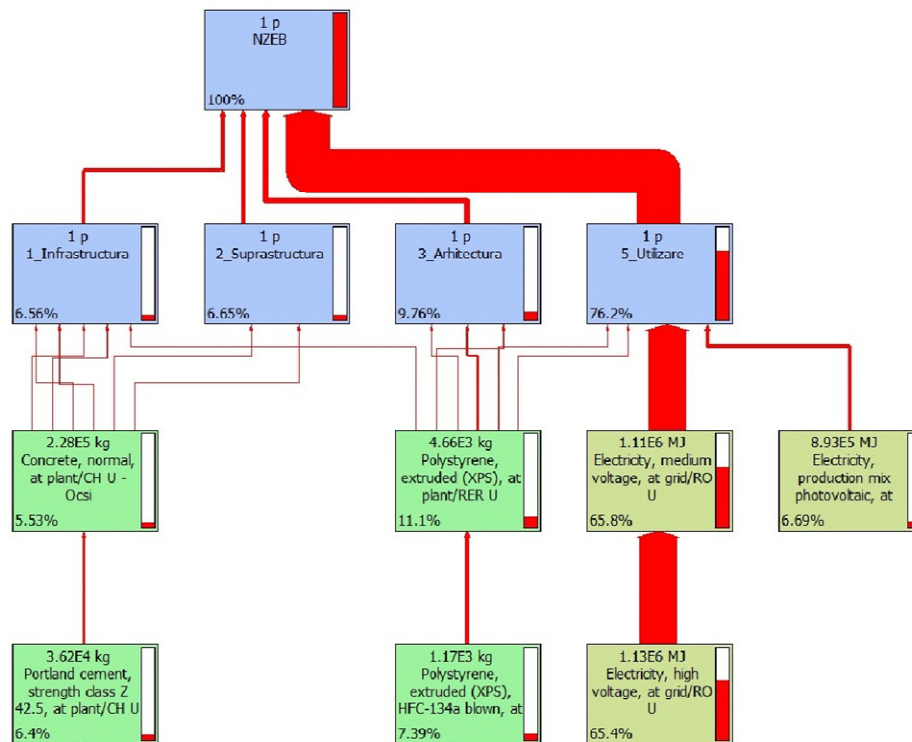


Figura 3.49. Evaluarea impactului asupra starii de sanatate umana

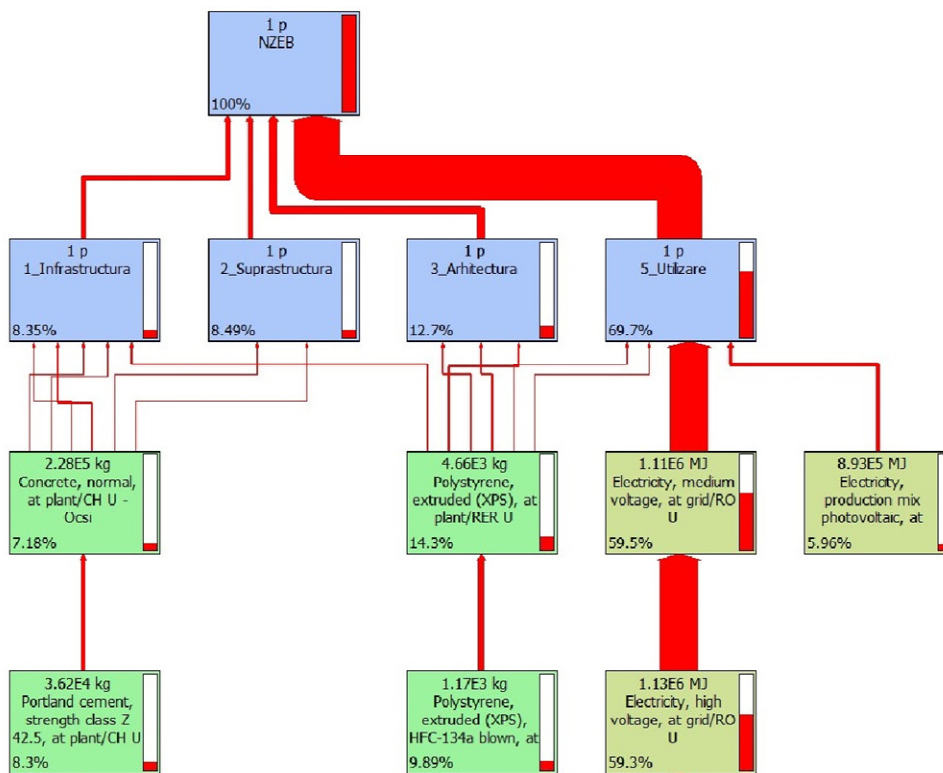


Figura 3.50. Evaluarea impactului asupra ecosistemului

Rezultatele analizei pe ciclul de viata al cladirii arata ca utilizarea energiei reprezinta un procent major din impactul pe care o cladire il are asupra mediului inconjurator. Utilizarea panourilor fotovoltaice poate reduce semnificativ nivelul emisiilor de gaze cu efect de sera ale unei cladiri rezidentiale.

- ✓ Achizitia sistemului de monitorizare si a tuturor subansamblurilor, inclusiv softuri necesare (V).
Evaluarea ofertelor si achizitia echipamentelor

Sistemele de monitorizare implementate in cele doua cladiri urmaresc comportarea in timp din punct de vedere termic, ambiental si al consumului de energie in faza de exploatare. Din activitatea de monitorizare face parte totodata si verificare calitatii la care au fost executate cele doua cladiri, implicit verificarea gradului de etanseizare. In cazul cladirilor construite conform principiilor casei pasive, este esential ca stratul de etansare la aer sa fie eficient si in zonele de suprapuneri, legaturi dintre componentele constructiei sau strapungeri. Etansarea la aer a cladirii prezinta dificultati in zonele prin care trec componente ale instalatiilor cladirii. In aceste zone trebuie acordata o atentie deosebita manoperei astfel incat executia sa nu fie defectuoasa. In cazul unor strapungeri ale stratului de etansare de catre conducte sau cabluri este recomandata folosirea unor profile de etansare care vor fi atasate ferm atat pe conducte cat si pe folia de etansare. Totodata, realizarea stratului de etansare la aer prezinta dificultati in zonele de trecere dintre componentele constructiei si a legaturilor dintre acestea. Ulterior executarii stratului de etansare la aer al unei cladiri pasive, se recomanda verificarea etanseitatii la aer prin procedeul de masurare "Blower-Door". Instalatia de masurare se monteaza intr-o usa sau fereastră exterioara si consta intr-o rama metalica cu acoperire din mase plastic, un ventilator precum si un aparat pentru masurarea presiunii. Cu ajutorul ventilatorului in cladire se poate realiza atat o suprapresiune cat si o depresiune. Cantitatea de aer transportata de ventilator pentru a crea suprapresiunea sau depresiunea este masurata iar din aceasta valoare rezulta schimbul de aer. Prin masuratorile "Blower-Door" se pot determina scurgerile prin neetanseitati. Complementar utilizarii echipamentului "Blower Door" poate fi utilizata camera de termografie cu ajutorul caruia pot fi localizate eventualele neetanseitati din anvelopa cladirii.

Astfel, pentru verificare gradului de etanseitate al cladirii, a sistemului de ventilare si totodata determinarea numarului de schimburi de aer, a fost achizitionat un sistem de masurare de tip "Blower Door" care functioneaza conform principiului descris anterior. Echipamentul este modelul *DucTester system European Model EU 351 with Cloth Door*, fiind alcatuit din mai multe componente:

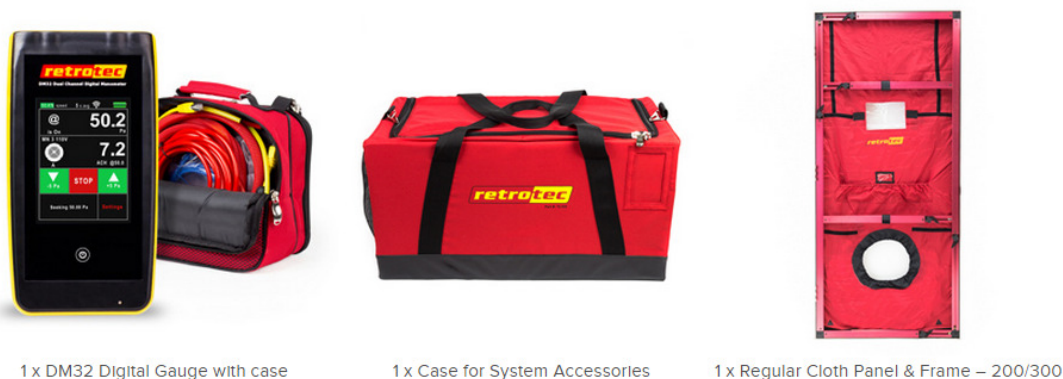


Figura 3.51. Componentele echipamentului "Blower Door"

3.2.5. Etapa V - Evaluarea ciclului de viata pentru NZEB, elaborarea de recomandari si reguli generale pentru realizarea cladirilor rezidentiale in climat temperat (2016)

Etapa a V-a a prezentului proiect presupune continuarea si finalizarea activitatilor de cercetare intreprinse: prelucrarea si evaluarea datelor din monitorizare, analiza pe ciclului de viata (cost global si impact asupra mediului), pregatirea detaliilor si datelor necesare elaborarii unui ghid de recomandari pentru proiectarea cladirilor pasive si a celor cu consum de energie aproape zero.

Totodata, in aceasta etapa se urmareste in continuare buna functionare a sistemului de monitorizare implementat casei cu consum de energie aproape zero, eventualele completari la componenta sistemului si optimizarea functionarii acestuia.

In cele ce urmeaza sunt prezentate in detaliu activitatile si rezultatele acestei etape a proiectului de cercetare.

- ✓ Evaluarea consumurilor de energie lunare (II). Evaluarea consumurilor principale, a energiei produse si consumate din surse regenerabile.

→ *Evaluarea consumurilor de energie - casa pasiva*

La momentul actual sunt disponibile integral date din monitorizarea casei pasive pentru anii 2012, 2013, 2014, 2015. Pentru a evalua eficienta energetica a casei au fost monitorizate toate categoriile de consum de energie ale casei asa cum sunt prezentate in Tabelul 3.6. Inregistrarea datelor monitorizate s-a realizat in fiecare minut iar centralizarea datelor s-a facut lunar si anual. In figurile 3.52, 3.53, 3.54, 3.55 sunt prezentate grafic consumurile de energie lunare pentru fiecare din cei 4 ani analizati (categorii de consum). Observam ca in fiecare din cei 4 ani, consumul de energie cel mai ridicat este cel al camerei tehnice care cuprinde consumul de energie pentru incalzire, apa calda meanjera si ventilare.

Tabel 3.6.. Senzori de masurare a consumurilor de energie – casa pasiva

ID senzor	Descriere
EL_1	Consum electric casnic
EL_2	Iluminat
EL_3	Consum electric camera tehnica - incalzire, ventilare, apa calda
EL_4	Exterior

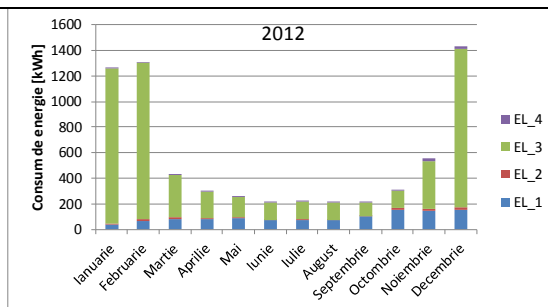


Figura 3.52. Consumul lunar de energie electrica masurat in 2012 – defalcat in categorii de consum

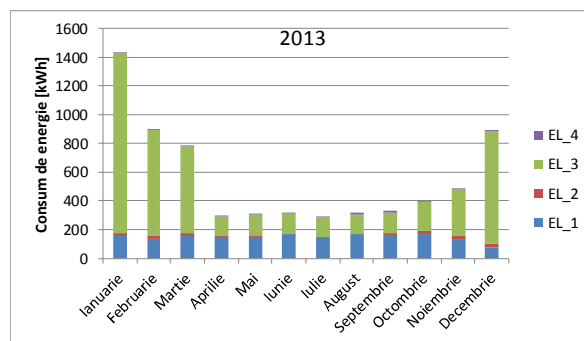


Figura 3.53. Consumul lunar de energie electrica masurat in 2013 – defalcat in categorii de consum

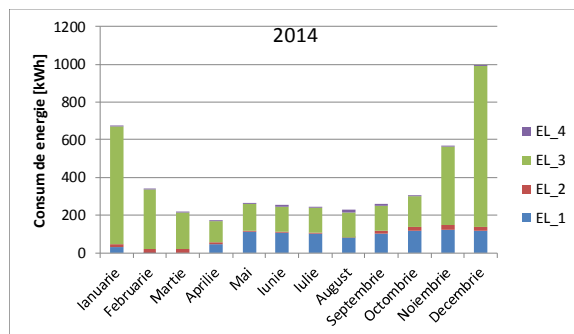


Figura 3.54. Consumul lunar de energie electrica masurat in 2014 – defalcat in categorii de consum

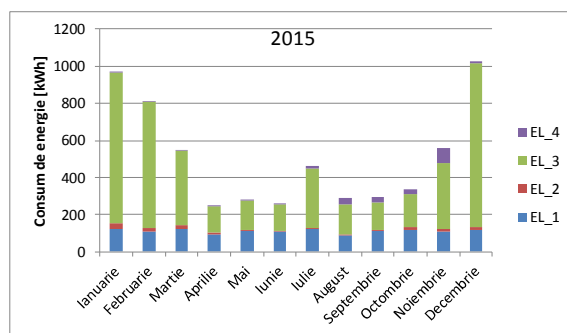


Figura 3.55. Consumul lunar de energie electrica masurat in 2015 – defalcat in categorii de consum

In figura 3.56 sunt prezentate grafic consumurile de energie anuale pentru fiecare din cei 4 ani analizati iar in figura 3.57 consumurile lunare totale. Consumurile variaza usor de la un an la altul in functie de: conditiile climatice, comportamentul utilizatorilor etc.

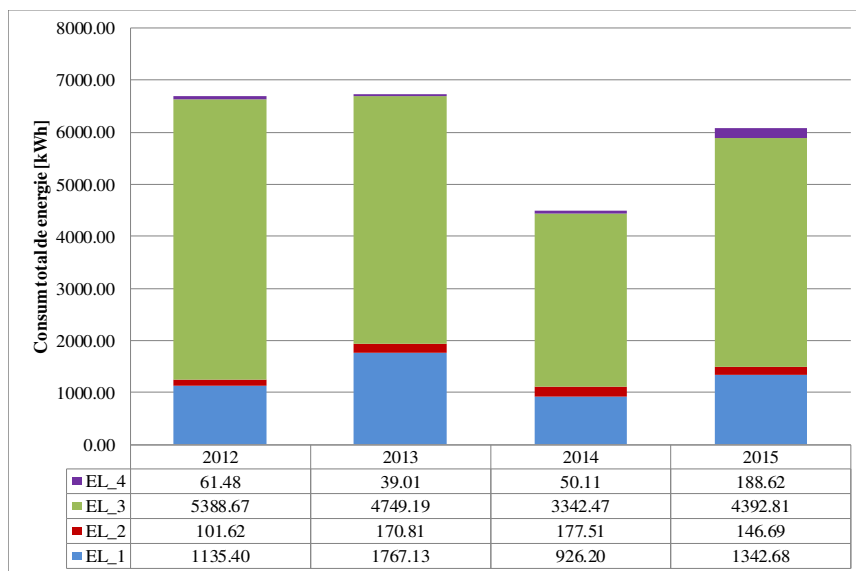


Figura 3.56. Consumul anual de energie electrica masurat – defalcat in categorii de consum

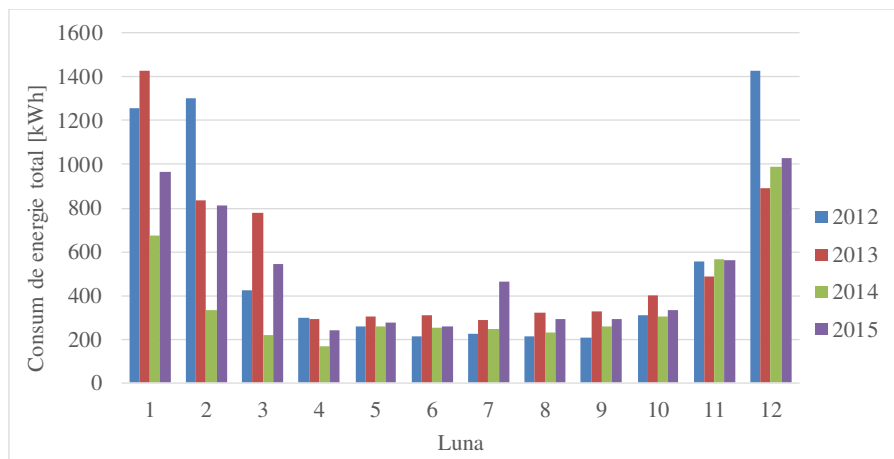


Figura 3.57 Consumul anual total de energie electrica masurat – grafic comparativ monitorizare 4 ani

→ *Evaluare consumuri de energie - casa nZEB*

Procesul de monitorizare al casei nZEB a fost initiat la finalul anului 2013 insa datele inregistrate si salvate sunt de la inceputul anului 2014. Au fost analizate datele incepand cu luna Aprilie 2014 pana in Martie 2016.

Pentru casa nZEB este foarte relevanta monitorizare energiei produse de panourile solare fotovoltaice pentru a putea evalua ulterior in ce masura energia produsa de acestea acopera necesarul casei. In figura 3.58 este prezenta productia anuala de energie electrica a sistemului de panouri fotovoltaice si consumul anual de energie electrica al casei pentru perioadele Aprilie 2014 – Martie 2015, Aprilie 2015 – Martie 2016.

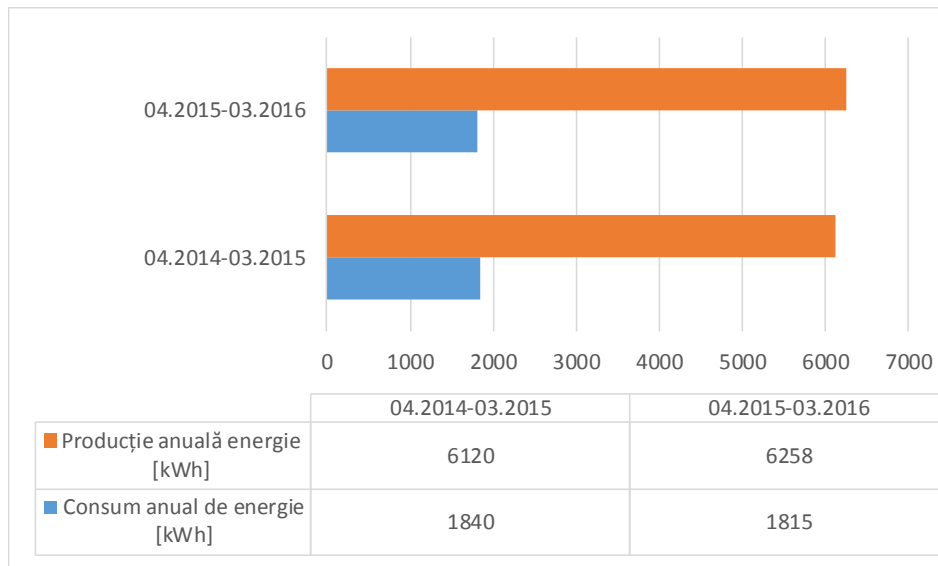


Figura 3.58 Consumul si productia anuala totala de energie – monitorizate (Aprilie 2014 – Martie 2016)

Graficele din figurile 3.59 si 3.60 arata consumul si productia de energie in fiecare luna pentru cele doua perioade de monitorizare considerate. Observam ca in majoritatea lunilor panourile fotovoltaice produc mult mai multa energie decat consuma casa. Energia este livrata in retea. Energia livrata in retea si cea consumata din retea sunt contorizate printr-un contor bidimensional.

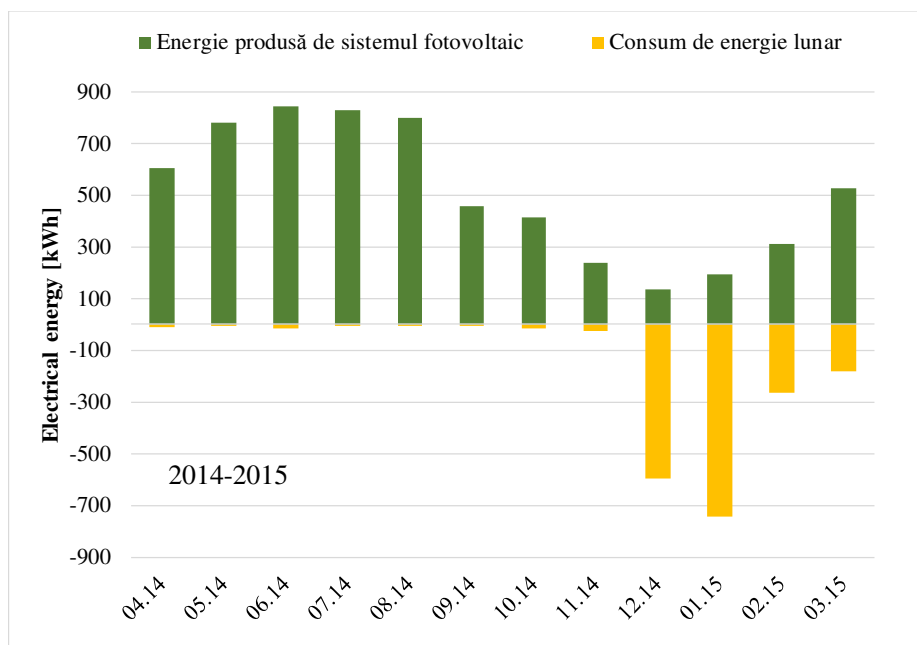


Figura 3.59. Consumul si productia lunara totala de energie – Aprilie 2014 – Martie 2015

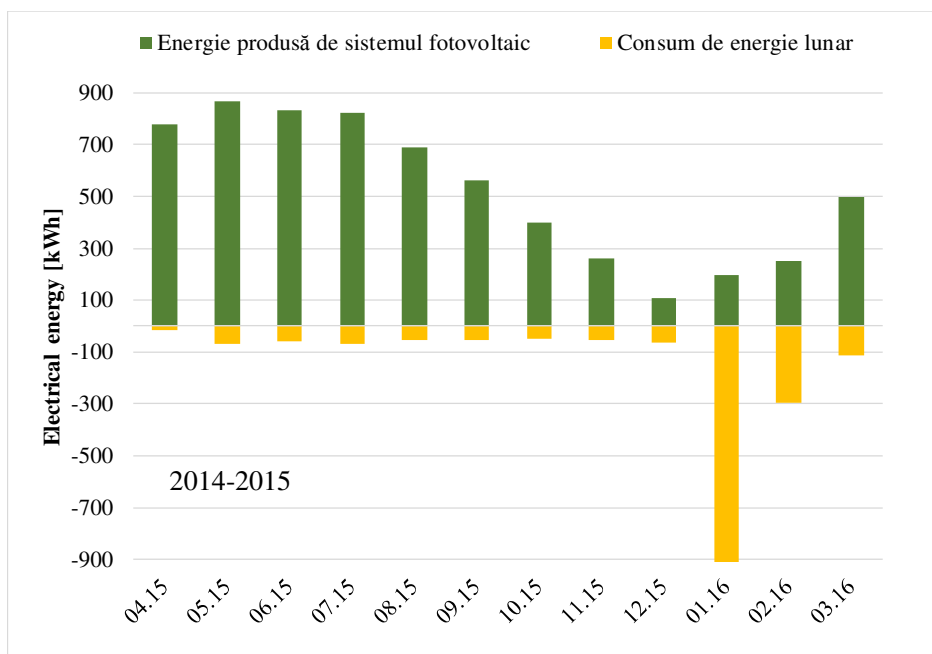


Figura 3.60. Consumul si productia lunara totala de energie – Aprilie 2015 – Martie 2016

- ✓ Achizitia sistemului de monitorizare si a tuturor subansamblurilor, inclusiv softuri necesare (VI). Evaluarea ofertelor si achizitia echipamentelor.

In aceasta etapa au fost achizitionate o serie de echipamente pentru inspectia si investigarea ferestrelor cladirilor eficiente energetic. In cazul cladirilor pasive si a celor cu consum de energie aproape zero, ferestrele joaca un rol foarte important intrucat acestea trebuie sa contribuie la incalzirea pasiva in timpul iernii prin aporturile solare si totodata pierderile de caldura in zona ferestrelor trebuie minimizate.

Echipamentele achizitionate permit determinarea performantelor reale ale ferestrelor (atat pentru vitraj cat si pentru rama), crescand astfel acuratetea rezultatelor din programele de analiza a performantei energetice a unei cladiri.

	
Echipament inspectie sticla ferestre - Glass-Chek PRO Glass Thickness Meter & Low-E Detector	Echipament inspectie sticla ferestre - Glass-Chek PRO Glass Thickness Meter & Low-E Detector
	
Echipament evaluare performante ferestre - Window Energy Meter Preferred Sales Kit	Instrument inspectie sticla- R-CHEK Surface Resistivity Meter
	
Echipment de masurare transmisie solara ferestre Solar and UV Transmission Meter	Instrument testare eficienta ferestre - Window Energy Profiler "In-Frame" Window Tester
	
Echipament pentru determinarea caracteristicilor ferestrelor Solar Spectrum Transmission Meter	

- ✓ Evaluarea costului global al investitiei si duratei de viata a constructiei (II). Analiza costului global al investitiei, coeficientului de analiza cost beneficiu, amortizare investitie pentru NZEB, amortizare optimizare investitie

Implementarea masurilor de eficienta energetica pentru a realiza cladiri precum casa pasiva si cladirea cu consum de energie aproape zero presupune o investitie initiala mai consistenta decat investitia initiala intr-o cladire traditionala. Evaluarea costului global sau al costului pe ciclul de viata este o metoda economica de evaluare a proiectelor in care toate costurile proiectului (constructie, exploatare, mentenanta si chiar scoaterea din uz) sunt considerate a fi importante in luarea unei decizii. Costul global a fost calculat pentru casa nZEB in comparatie cu o cladire traditionala pentru a vedea in cat timp se recupereaza investitia initiala. Au fost luate in considerare: investitia initiala, costurile cu energia, costurile de intretinere/mentenanta, costuri de inlocuire.

Tabel 3.7. Date de intrare utilizate pentru calculul costului global

Date de intrare	
Rata de actualizare	5%
Rata de crestere a pretului energiei	2%
Perioada de analiza	30 ani
Pretul energiei electrice	0,12 EURO/kWh

In figura 3.61 este prezentata variatia in timp a costurilor pentru cele doua tipuri de cladiri analizate. Observam ca desi investitia initiala in casa nZEB este mai mare, dupa aproximativ 10 ani, costul global al casei traditionale depaseste costul global al casei nZEB.

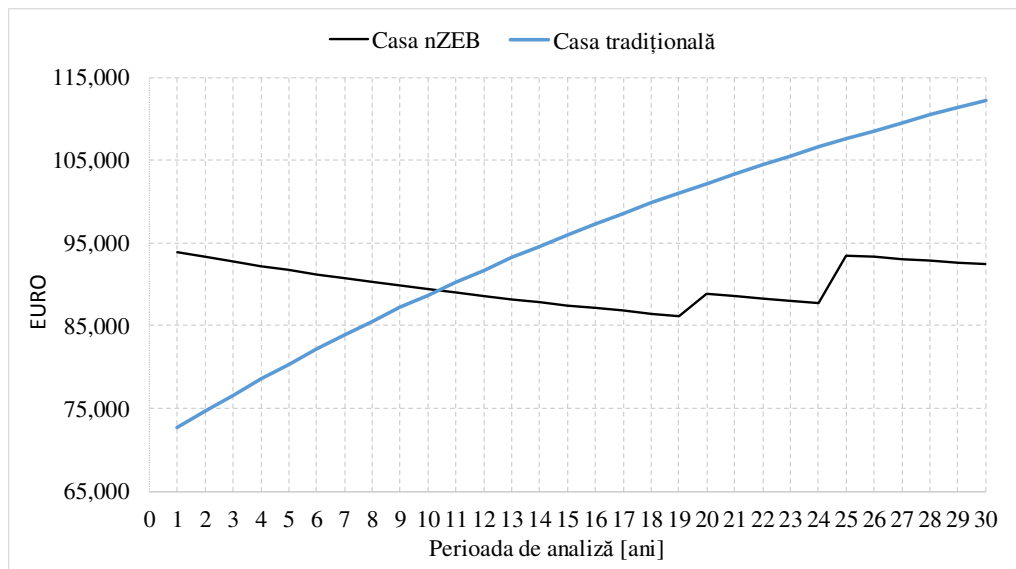


Figura 3.61. Variatia costului global pe perioada de analiza considerata – 30 ani

Avand in vedere faptul ca evaluarea costului global cere o serie de presupuneri legate de ce se va intampla in viitor si de modul in care vor evolua preturile si economia, rezultatele includ o doza de risc si incertitudine. Pentru a elimina din aceste riscuri si incertitudini, a fost efectuata o analiza de sensibilitate. Analiza de sensibilitate e intreprinsa pentru a examina modul in care variatiile intr-o serie de incertitudini afecteaza valoarea relativa a optiunilor examinate. Aceasta tehnica permite identificarea datelor de intrare care au cel mai mare impact asupra rezultatelor finale ale analizei costului global. In acest studiu este efectuata o analiza de sensibilitate pentru variatii ale ratei de actualizare. Sunt efectuate calcule rata de actualizare de 2%, 5%, 7%. Analiza de sensibilitate la rata de actualizare arata ca odata cu cresterea

ratei de actualizare si scade costul global. In toate cele 3 situatii de analiza, costul global al casei nZEB este mai mic decat al casei traditionale (Figura 3.62).

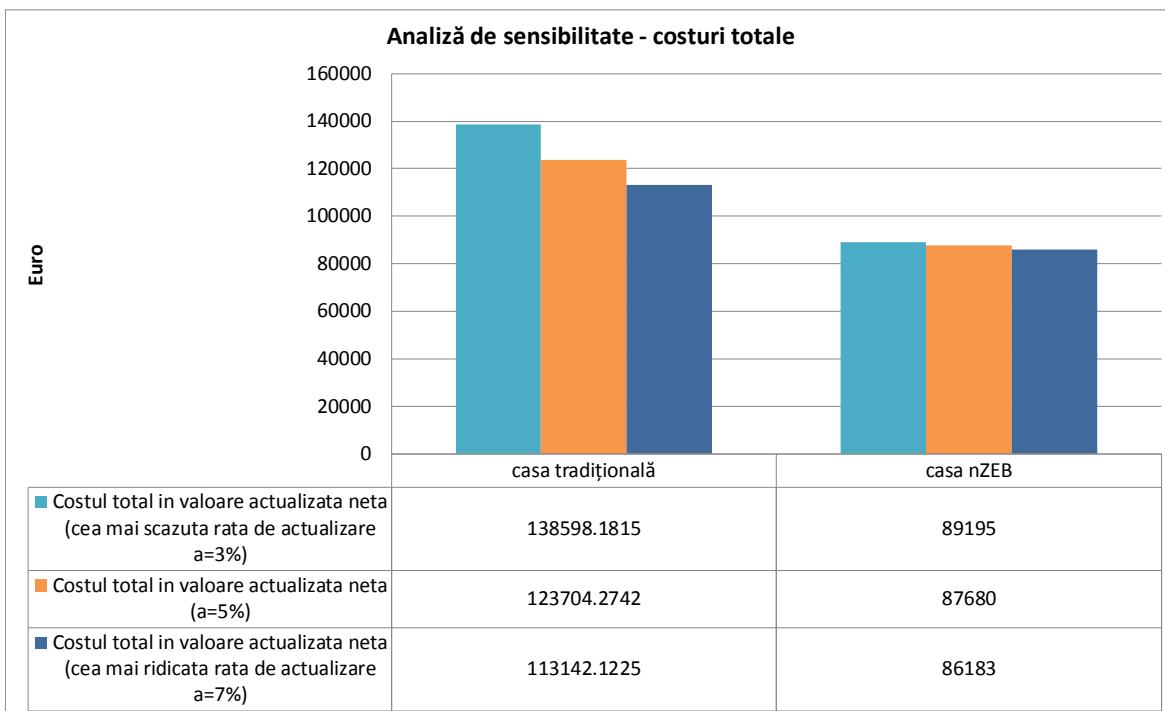


Figura 3.62. Analiza de sensibilitate la variatia ratei de actualizare costuri totale

- ✓ Elaborarea unui ghid util pentru proiectanti si cercetatori privind sistemele NZEB. Elaborarea unui ghid de recomandari bazat pe cercetarea experimentală. Elaborarea detaliilor de alcatuire specifice NZEB pentru ghidul de proiectare (Anexa 1).

Scopul principal al prezentului proiect de cercetare consta in validarea unor solutii pentru realizarea cladirilor pasive si a cladirilor cu consum de energie aproape zero folosind experienta acumulata cu duplexul studiat in acest proiect. In cadrul Directivei privind Performanta Energetica a Cladirilor, cladirea cu consum de energie aproape zero sau **nearly zero energy building** (nZEB) este definita ca fiind o cladire cu o performanta energetica foarte ridicata, la care necesarul de energie din surse conventionale este aproape egal cu zero sau este foarte redus si este acoperit, in cea mai mare parte, cu energie din surse regenerabile, inclusiv cu energie din surse regenerabile produsa la fata locului sau in apropiere [11]. In cadrul acestui proiect, casa cu consum de energie aproape zero a fost realizata plecand de la standardul de casa pasiva ca nivel de eficienta energetica pentru care a fost implementat un sistem de panouri fotovoltaice care sa acopere consumul de energie al casei. In figura 3.63 sunt prezentate schematic principiile si modul de functionare a case pasive si a cladiri cu consum de energie aproape zero studiate in acest proiect.

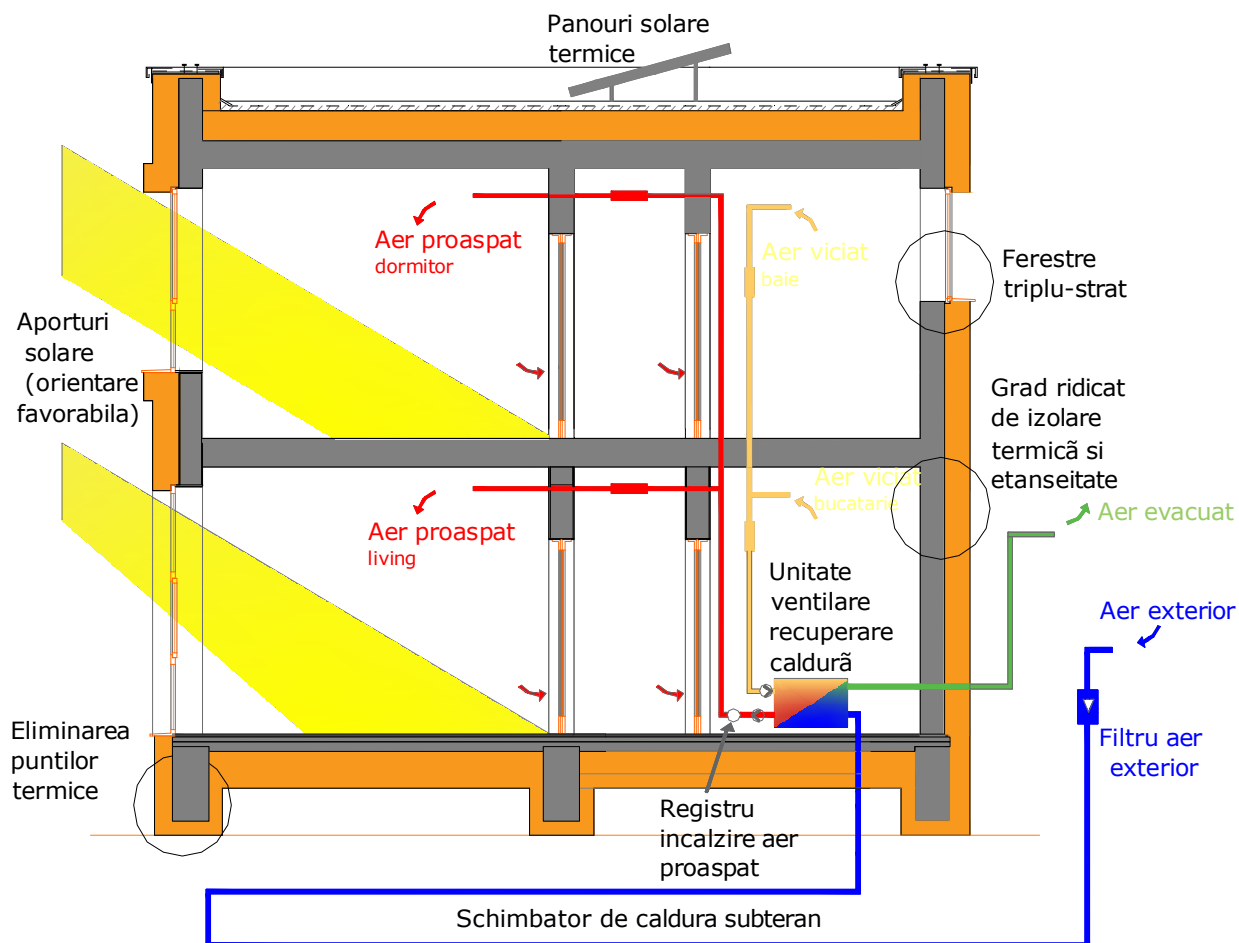


Figura 3.63. Reprezentarea schematica a principiilor și modului de funcționare în cazul unei case pasive

Elaborarea ghidului de recomandări se face detaliind principiile de proiectare listate în Tabelul 3.8. Aceste principii au fost stabilite în urma unui studiu bibliografic complex și în baza experienței cu proiectarea duplexului din Timisoara. În cadrul îndrumatorului, principiile enumerate în Tabelul 3 vor fi definite și descrise detaliat astfel încât să reprezinte un ghid util și practic în vederea proiectării unei clădiri cu consum de energie aproape zero. Îndrumatorul cuprinde totodată un capitol cu studii de caz în care sunt prezentate detaliat etapele de realizare a duplexului studiat în cadrul proiectului NEZEBUILD.

Tabel 3.8. Principiile de proiectare a unei case pasive si a unei cladiri cu consum de energie aproape zero

Cladirea cu consum de energie aproape zero	Casa pasiva	Masura/solutia		Standard casa pasiva	Observatii	
		<u>Anvelopa termica performanta, grad ridicat de izolare termica</u>	Izolatie elemente anvelopa opace	$U \leq 0.15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Obiectivul protectiei termice ridicate consta in a reduce atat de mult pierderile de caldura astfel incat aportul de energie solara si aporturile energetice interne sa acopere in mare parte necesarul de energie pentru incalzire al cladirii, ramanand un necesar extrem de redus de energie pentru incalzire. Anvelopa termica eficienta trebuie completata de o forma compacta astfel incat suprafata prin care are loc transferul de caldura sa fie cat mai redusa.	
			Ferestre, usi exterioare	$U \leq 0.80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$		
			Punti termice	Coeficient specific linear de transfer termic: $\psi \leq 0.01 \text{ W}/(\text{mK})$		-
			Etanseitate	Numar de schimburi de aer/ora $n_{50} \leq 0.6 \text{ h}^{-1}$		Etanseitatea anvelopei trebuie testate printr-un test de presurizare.
		<u>Recuperarea caldurii/sistem de incalzire eficient/calitatea aerului</u>	Ventilare cu recuperarea caldurii	Eficienta recuperare caldura $\geq 75\%$	Ventilatorul eficient energetic atrage aerul uzat din bucatarie, baie si toaleta si il sufla spre exterior. Un al doilea ventilator introduce aer curat in dormitoare si camera de zi. Cele doua fluxuri de aer sunt trecute intr-un schimbator de caldura astfel incat caldura din aerul uzat sa asigure preincalzirea aerului proaspat. Consumul de energie electrica al sistemului de ventilatie nu trebuie sa depaseasca $0.45 \text{ Wh}/\text{m}^3$	
			Reducerea necesarului de incalzire	Preincalzirea aerului prin schimbator de caldura subteran		
			Sisteme de incalzire eficiente	Pompa de caldura, biomasa etc.		
			Asigurarea calitatii aerului prin rata de ventilare	Min. $30 \text{ m}^3/\text{per}/\text{h}$		
		<u>Preparare apa calda menajera utilizand sisteme eficiente</u>			Sistem de panouri solare termice. Pompa de caldura	In general sunt utilizate captatoare solare cu tuburi vidate, avand dimensiuni impuse de suprafata disponibila pe acoperisul cladirii.
		<u>Aporturi solare</u>	Sticla performanta ferestre	Permisivitate energie solara $g \geq 50\%$	Suprafetele vitrate aduc aporturi solare de 50-55%. Radiatia solara contribuie semnificativ la reducerea necesarului de incalzire a spatiilor. Orientarea spre sud a suprafetelor vitrate mari, astfel incat castigurile de energie solara sa fie optime. Suprafetele vitrate de pe fatadele insorite (est, vest, sud) au dispozitive de protectie solara pentru a preveni supraincalzirea cladirii pe durata verii.	
			Orientare favorabila	Suprafete vitrate mari orientate spre sud, evitarea suprafetelor vitrate spre nord		
		<u>Utilizarea echipamentelor electrice eficiente energetic</u>				
		<u>Modelarea energetica in Passive House Planning Package</u>	Necesar de energie pentru incalzire	$15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{an})$	Sarcina termica specifica a sursei de incalzire pentru a atinge temperatura de proiectare (20°C) este limitata la $10 \text{ W}/\text{m}^2$	
	Sarcina termica		$10 \text{ W}/\text{m}^2$			
Energie primara totala	$120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{an})$					
<u>Implementare sisteme de productie a energiei din surse regenerabile care sa acopere mare parte din necesarul casei.</u>						

- ✓ Evaluarea ciclului de viață utilizând programul specializat SimaPro (scenariul II). LCA cu ajutorul programului Simapro cu diferite scenarii de recuperare a materialelor și gestionarea deșeurilor

Pentru a evalua impactul asupra mediului pe termen lung al tendințelor actuale în construcții, este nevoie de a cuantifica nivelul efectelor negative a tehnologiei de construire, energiei și a obiceiurilor de utilizare a fondului construit. Metodologia LCA oferă posibilitatea analizării unui produs sau a unei unități funcționale în toate fazele relevante din cadrul ciclului de viață al acestuia. Deși aplicabilitatea acesteia permite utilizarea într-o gamă foarte variată de domenii și într-o multitudine de niveluri de complexitate, definirea scopului și domeniul de aplicare este esențial. Modul de abordare a analizei respective selecția datelor de intrare și ieșire este în directă concordanță cu scopul studiului și gama de rezultate vizate.

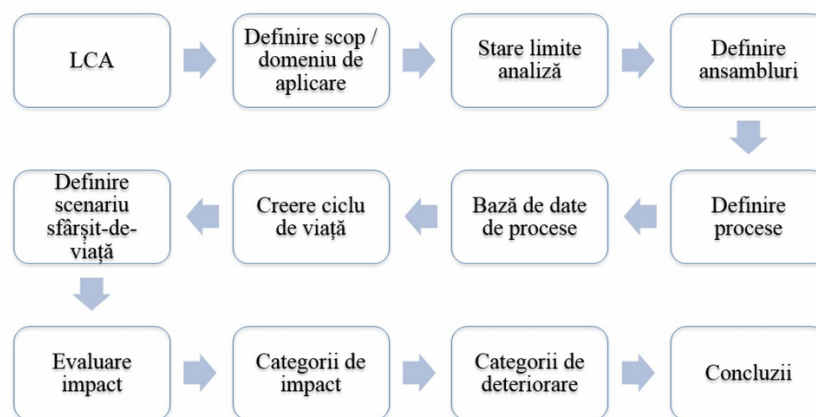


Figura 3.64. Concept analiza ciclu de viață

Analiza categoriilor de impact în ceea ce privește utilizarea resurselor, influența asupra sănătății umane și deteriorarea mediului înconjurător, se poate realiza cu o gamă de metode LCA. Categoriile de deteriorare, incluse în fiecare metodă, pot să ofere date despre modul în care ciclul de viață al unității funcționale influențează categorii mai specifice precum: apa, combustibili fosili, schimbarea climatică, stratul de ozon, etc. Substanțele și emisiile provenite din procesele definite și cuantificate sunt asociate cu categoriile de impact și deteriorare analizate, astfel oferind o măsură a efectelor acestora. Prin utilizarea caracterizării, normalizării și ponderării, un anumit număr de factori sunt utilizați pentru aducerea rezultatelor la o formă comună și comparabilă. Fiecare substanță și emisie are o influență și pondere diferită asupra fiecărei categorii. LCA poate fi utilizat în etapa de proiectare a unei unități funcționale și care poate oferi o imagine a impactului asupra mediului dar și permite realizarea comparațiilor între soluții respectiv a descoperii moduri de a reduce influențele negative ale acestora.

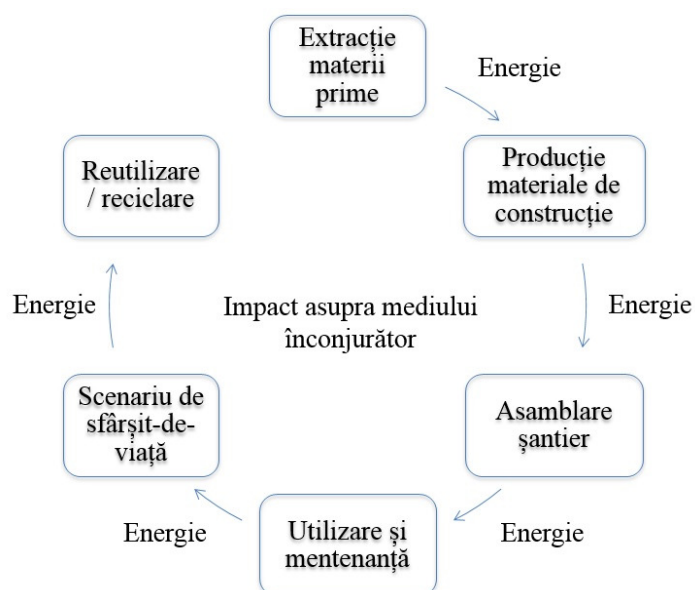


Figura 3.65. Ciclu de viața „cradle to grave”

Scopul studiului este identificarea impactului asupra mediului a unei cladiri rezidentiale unifamiliale cu consum de energie aproape egal cu zero. Analiza naștere-mormant a unitatii functionale, intreaga cladire, este realizata utilizand procese unitare Ecoinvent 2.2. Limitele analizei s-au definit datorita lipsurilor bazelor de date si a variatiei subiective, astfel eliminand din analiza elemente precum: instalatii electrice, sanitare si termice, mobilier si finisaje interioare. Pentru definirea unitatii functionale, s-au creat patru ansambluri: infrastructura, suprastructura, arhitectura si santier. Primele patru ansambluri sunt compuse din procese materiale iar al patrulea este compus din procese de energie si transport pe santier. Modelarea componentelor principale ale infrastructurii si suprastructurii presupune luarea in considerare a proceselor materiale precum: beton, otel, caramida, mortar de ciment, polistiren, sticla, profile tamplarie, usi, etc. Avand in vedere faptul ca aceasta cladire este deja construita, cantitatile de materiale utilizate sunt cunoscute.

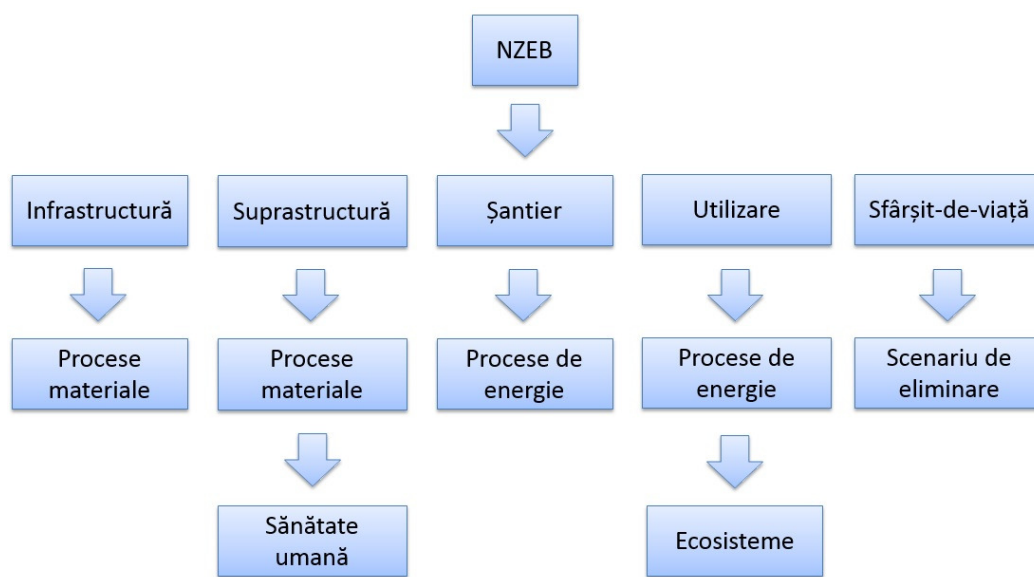


Figura 3.66. Modelare unitate functionala

Scenariul de utilizare consta in evaluarea consumurilor de energie pentru asigurarea utilitatilor necesare functiunii rezidentiale precum si presupuneri de schimbare a unor materiale pe durata de viata a constructiei. In consecinta, energia utilizata pentru incalzire, racire, iluminat, apa calda menajera, ventilare, utilizarea aparatelor casnice este masurata cu exactitate cu contoare de energie. Aceasta precizie nu este posibila pentru scenariul de schimbare pentru ca pe durata a 50 de ani de viata a cladirii, materialele precum polistirenul, placile de gips-carton si elementele de bitum sunt presupuse a fi schimbate in proportie de 50% iar materialele precum profilul PVC a tamplariei, sticla si elementele de otel sunt presupuse a fi schimbate in proportie de 100%. Pentru a completa ciclul de viata, un scenariu de sfarsit-de-viata este creat prin considerarea tendintelor locale. Metoda ReCiPe Endpoint H/A este utilizata pentru determinarea impactului asupra mediului inconjurator a cladirii respectiv a componentelor sale principale asupra sanatatii umane si asupra ecosistemelor. Obiectivul este de a analiza rezultatele si a determina care ansambluri si procese au influenta negativa cea mai pronuntata a impactului ciclului de viata a cladirii asupra mediului inconjurator.

Tabel 3.9. Scenariu de reutilizare a materialelor la scoaterea din uz a cladirii

Material	Scenariu sfârșit-de-viață	Material	Scenariu sfârșit-de-viață
beton	100% eliminat	bitum	80% reciclat / 20% deșeu
armătură	70% reciclat / 30% deșeu	profile PVC	100% reciclat
polistiren	100% <u>incinerare</u>	sticlă	100% reciclat
mortar de ciment	100% eliminat	plastic	80% reciclat / 20% deșeu
căramidă	30% reciclat / 70% deșeu	zinc	100% reciclat
nisip	60% reciclat / 40% deșeu	oțel	100% reciclat
pietriș	60% reciclat / 40% deșeu	placă gips-carton	30% reciclat / 70% deșeu

Mentenanța și utilizarea cladirii poate să reprezinte o parte dominantă a impactului asupra mediului inconjurator a cladirii. În consecință, datele colectate în timp real de către sistemul de monitorizare a consumurilor energetice a cladirii sunt utilizate. Deși consumurile de energie calculate în faza de proiectare sunt apropiate de realitate, un număr de parametri care influențează rezultatul real, nu poate fi evaluat precis utilizând metodologia locală. Masuratorile pe durata a unui an complet ne oferă date precum: consum de energie de aproximativ 4500 kWh respectiv producție de energie de aproximativ 6180 kWh dar cu o eficiență de utilizare de 30% datorită lipsei de soluții economice de stocare a energiei la nivel rezidențial. Datele energetice utilizate în studio sunt bazate pe măsurători care țin cont de caracteristicile sistemului local de distribuție a energiei respectiv de caracteristicile producției la fața locului. Considerând ansamblurile de infrastructură și suprastructură, impactul asupra sănătății umane și ecosistemelor este influențat în mod similar de către materialele principale componente. Având în vedere faptul că aceste ansambluri sunt compuse în principal de material de structură, elementele pe bază de ciment se arată a fi predominante din punct de vedere al impactului datorită procesului de producție respectiv cantității utilizate. De asemenea, și efectul celorlalte componente este relevant fiind semnificative în cantitate dar cu efect specific scăzut (caramida) respectiv fiind reduse în cantitate dar cu efect specific ridicat (polistiren și otel). Soluțiile constructive utilizate pentru rezolvarea cerințelor structurale ale cladirii sunt în corelare cu tendințele locale și dimensiunile rezultate ale elementelor sunt în proporție adecvată și eficiență din punct de vedere al consumului de material. Este puțin probabil că în urma unei redimensionări ale structurii, pentru aceste tipuri de soluții, să se obțină valori semnificativ îmbunătățite a impactului asupra mediului inconjurator al acestor două ansambluri.

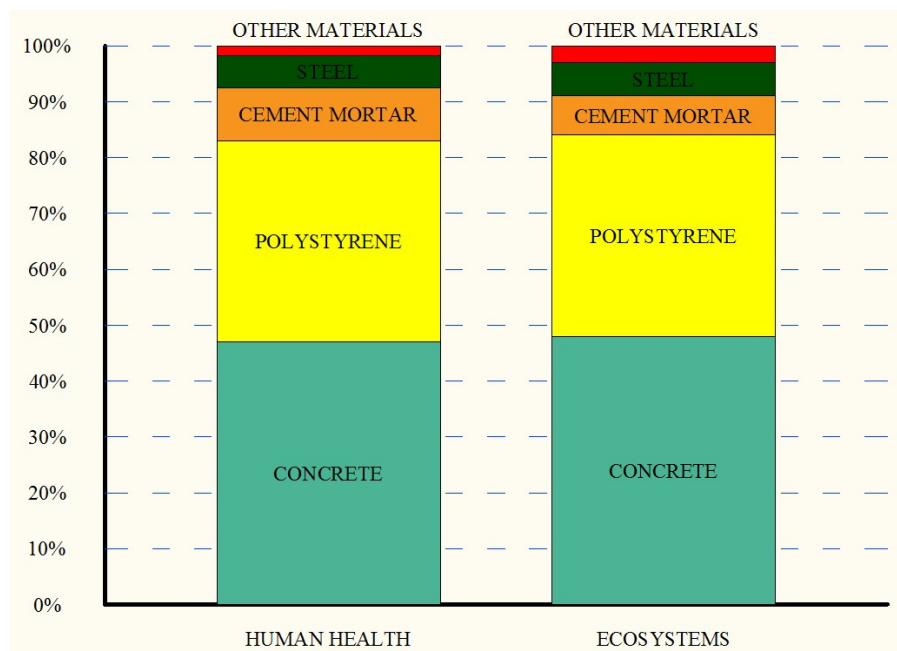


Figura 3.67. Analiza impact infrastructura

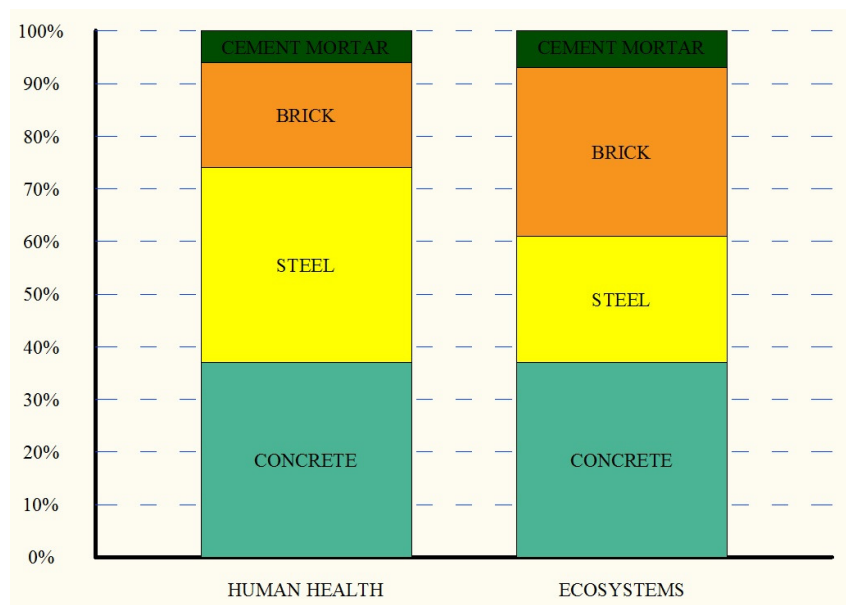


Figura 3.68. Analiza impact suprastructura

Ansamblul de arhitectura este compus din: termoizolatie, sapa de mortar, ferestre, sticla, placi de gips-carton, usi de interior, invelitoare, etc. Rezultatele arata ca in cazul ambelor categorii de impact, polistirenul utilizat pentru termoizolare este in mod preponderent cel mai nociv component (70%). Desi in comparatie cu alte cladiri construite in solutii traditionale, cantitatea de material termoizolator este aproape de trei ori mai mare, efectul global al utilizarii acestui material este relativ redus. Schimbarea solutiilor constructive structurale si utilizarea unui material termoizolator diferit poate fi o solutie pentru reducerea impactului cladirii studiate dar numai atata timp cat se adopta alte solutii pentru a reduce diferenta dintre procesele de energie si de material.

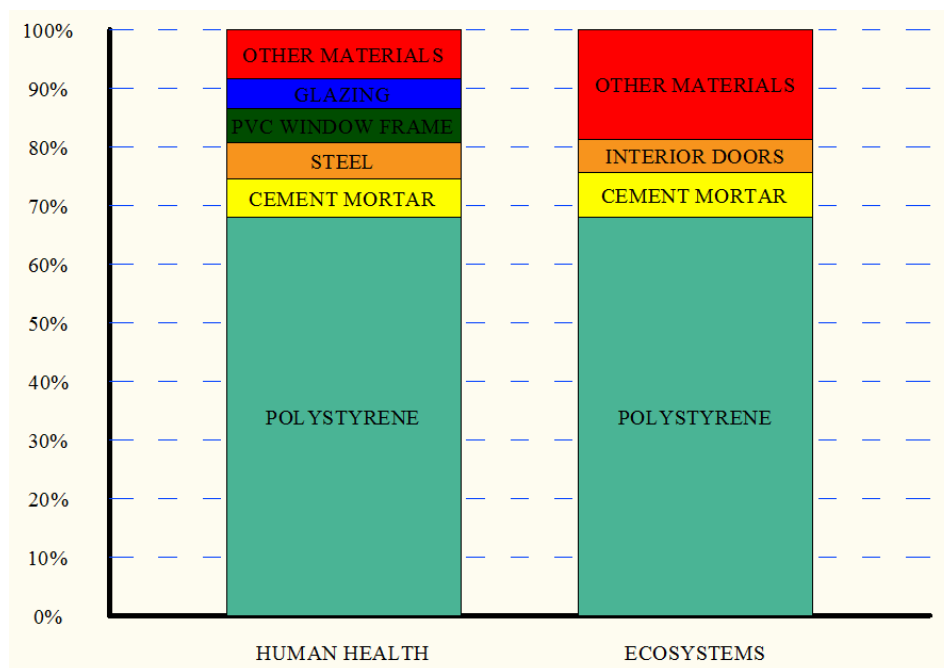


Figure 3.69. Analiza impact arhitectura

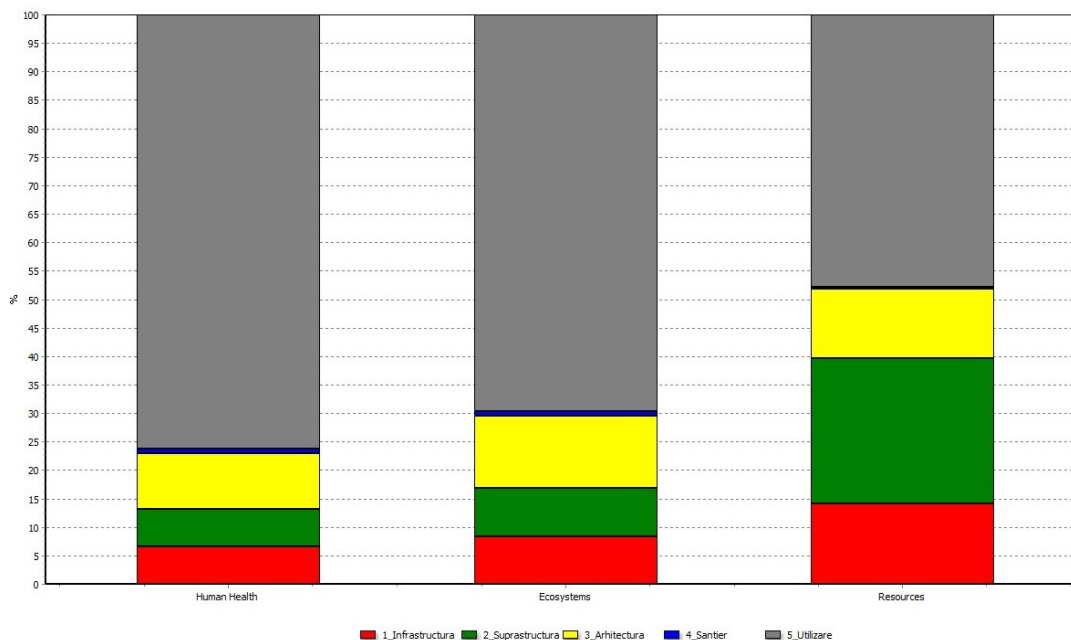


Figure 3.70. Analiza impact ciclu de viata NZEB

Analiza intregului ciclu de viata a unitatii functionale scoate in evidenta efectul predominant al fazei de utilizare (70-75%). Ansamblurile de constructie au impacturi mai reduse in categoriile de impact considerate: sanatatea umana respectiv ecosisteme. Pentru a imbunatati impactul cladirii, o atentie sporita trebuie acordata pentru modificarea bilantului energetic a cladirilor. Desi faza de utilizare este de aproximativ trei ori mai mare decat toate celelalte ansambluri adunate in cazul NZEB, pentru cladirile traditionale in care consumurile energetice sunt mult mai mari, diferenta dintre procesele de energie si de material este si mai pronuntat. Prin evaluarea intregului ciclu de viata, concluzia principala este ca desi solutiile NZEB necesita o cantitate mai redusa de energie, aceasta este in continuare factorul

predominant in toate categoriile de impact. In categoriile de sanatate umana si ecosisteme, proportia fazei de utilizare este dominanta cu 70-75%. Aceasta magnitudine se poate explica prin faptul ca sistemul fotovoltaic prezinta o eficienta nesatisfacatoare de 30% si desi consumurile sunt scazute, o mare parte din acesta este achizitionata de la sistemul national de distributie iar excesul de productie este livrat in sistemul public. In momentul de fata, nu exista solutii potrivite si accesibile financiar pentru stocarea energiei la nivel rezidential. Procesele materiale cuantificate care au un impact mai semnificativ in toate categoriile sunt cele care au la baza cimentul precum betonul si mortarul, respectiv polistirenul, caramida si otelul. Cantitatile de materiale utilizate in toate ansamblurile sunt relevante in analiza dar tot raman mai putin importante decat procesele de energie. In consecinta, pentru a reduce impactul intregii cladiri, atentia la detaliu trebuie acordata fazei de utilizare. Pentru obtinerea unor date mai precise si de incredere, sistemele de masurare si monitorizare a consumurilor de energie pot reprezenta o modalitate de a reduce diferenta dintre modelele de proiectare si rezultatele din timp real. LCA poate sa reprezinte o unealta utila care sa asigure date relevante in ceea ce priveste impactul asupra mediului a mediului construit. Evaluari ale modalitatilor de imbunatatire a economiilor de energie si exemple tangibile de asemenea proiecte puse in opera pot face diferenta in lupta de scadere a poluarii, asigurarea unui climat mai curat si sanatos si cresterea constientizarii asupra protectiei mediului.

- ✓ Analiza cost-beneficiu amortizare investitie pentru NZEB (II). Evaluarea parametrilor investitiei si rentabilitatii

Conform documentului national 'GHID NATIONAL PENTRU ANALIZA COST – BENEFICIU', analiza cost – beneficiu (ACB) este un instrument analitic, utilizat pentru a estima (din punct de vedere al beneficiilor si costurilor) impactul socio-economic datorat implementarii anumitor actiuni si/sau proiecte. Impactul trebuie sa fie evaluat in comparatie cu obiective predeterminate, analiza realizandu-se in mod uzual prin luarea in considerare a tuturor indivizilor afectati de actiune, in mod direct sau indirect. Astfel, ACB este metoda cantitativa de estimare a dezirabilitatii unui proiect pe baza calculului raportului dintre costurile si beneficiile viitoare. ACB are la baza calculul valorii nete actualizate atat a costurilor cat si a beneficiilor unui proiect. Beneficiile proiectului trebuie sa depaseasca costurile proiectului si, mai specific, valoarea actualizata a beneficiilor economice ale proiectului trebuie sa depaseasca valoarea actualizata a costurilor economice ale proiectului. Principaliul indicator pentru analiza cost beneficiu este Raportul Beneficiu/Cost (B/C). Daca raportul $B/C > 1$, proiectul este corespunzator deoarece beneficiile sunt mai mari decat costurile.

Tabel 3.9 Indicator de performanta in analiza cost-beneficiu pentru casa nZEB

Indicator	Valoare calculata	Unitate de masura
Raportul Beneficiu/Cost (B/C)	1.42	-

Pentru a se putea calcula valoarea prezenta a costurilor si beneficiilor viitoare s-a folosit rata de actualizare. Pentru analiza se considera o perioada de analiza de 30 de ani si o rata de actualizare de 5%. Cuantificarea beneficiilor s-a facut luand in considerare beneficiile financiare rezultate in urma reducerii consumului de energie al cladirii prin masurile de eficienta energetica si totodata beneficiile financiare rezultate in urma recompensarii energiei electrice produsa de panourile fotovoltaice si introdusa in retea. Cuantificarea costurilor s-a facut luand in considerare doar costurile suplimentare rezultate din implementarea masurilor de eficienta energetica specifice pentru caza cu consum de energie aproape zero comparativ cu o cladire traditionala.

4. Diseminarea rezultatelor

Toate etapele proiectului de cercetare au fost parcurse în totalitate în vederea îndeplinirii obiectivelor stabilite inițial.

Mobilitățile efectuate au urmărit cu prioritate perfecționarea membrilor tineri ai echipei în cadrul unor cursuri de specialitate recunoscute internațional, participarea la manifestări științifice organizate de asociații profesionale recunoscute urmate de vizite ale unor obiective construite în varianta de eficiență energetică ridicată.

Au fost elaborate mai multe lucrări științifice publicate pe plan național și internațional, atât în reviste de specialitate cât și în cadrul unor conferințe cu tematică în domeniul grantului. În continuare sunt listate lucrările publicate pe parcursul proiectului în fiecare etapă.

<i>2012</i>
D. Stoian, T. Dencsak, S. Pescari & I. Botea, "Life cycle assessment of a passive house and a traditional house - Comparative study based on practical experiences", IALCCE , oct. 2012.
Drd. Simon PESCARI, drd. Dan STOIAN, conf. Daniel DAN, prof. Valeriu STOIAN, ing. Cristina TANASA, ing. Cristian SABAU, „Eficiența energetică. Casa pasivă și demersuri pentru clădiri cu consum de energie zero”, AAEC, oct. 2012.
PhD. Stud. Simon PESCARI *, Prof.dr.eng. Valeriu STOIAN, Assoc. Prof. Dr.eng. Daniel DAN
"Efficiency assessment of various solutions for the thermal rehabilitation of multi-storey buildings, CESB 13, Praga 2013.
PhD. Stud. Simon PESCARI *, Prof.dr.eng. Valeriu STOIAN, Assoc. Prof. Dr.eng. Daniel DAN
"Using the laser scanning technology in the rehabilitation of existing buildings", ICSA 2013, Guimaraes.
Assoc. Prof. Dr.eng. Daniel DAN, PhD. Stud. Simon PESCARI, Prof.dr.eng. Valeriu STOIAN,
"Nearly zero energy building in Romania", ICSA 2013, Guimaraes.
PhD. Stud. Dan STOIAN, Assoc. Prof. Dr.eng. Daniel DAN, Prof.dr.eng. Valeriu STOIAN,
"Monitoring system for nearly Zero-Energy building" , ICSA 2013, Guimaraes.
PhD. Stud. Dan STOIAN, Assoc. Prof. Dr.eng. Daniel DAN, Prof.dr.eng. Valeriu STOIAN, "Monitoring system of a Passive House in Eastern Europe, Romania" WSED 2013, Wels, 2013.

2013
C. SABAU, Cristina TANASA, D. STOIAN, D. DAN, V. STOIAN, "STRATEGIA INREGISTRARII SI INTERPRETARII DATELOR SISTEMULUI DE MONITORIZARE A CASEI PASIVE", INSTALATII PENTRU CONSTRUCTII SI CONFORTUL AMBIENTAL – Editia a 22-a p361-369, Timisoara 2013
D. DAN, V. STOIAN, S. PESCARI, "CASA PASIVA SI CONCEPTUL DE CLADIRE CU COSUM DE ENERGIE APROAPE ZERO", INSTALATII PENTRU CONSTRUCTII SI CONFORTUL AMBIENTAL – Editia a 22-a p339-346, Timisoara 2013
V. STOIAN, D. DAN, D. STOIAN, "VALIDAREA INDEPLINIRII CRITERIILOR DE CASA PASIVA PRIN UTILIZAREA DATELOR INREGISTRATE ON LINE", INSTALATII PENTRU CONSTRUCTII CONFORTUL AMBIENTAL – Editia a 22-a p347-354, Timisoara 2013
D. STOIAN, V. STOIAN, D. DAN, "SISTEM DE MONITORIZARE – PERFORMANTA SI APLICABILITATE", INSTALATII PENTRU CONSTRUCTII SI CONFORTUL AMBIENTAL – Editia a 22-a p355-360, Timisoara 2013
C. SABAU, D. STOIAN, D. DAN, T. NAGY-GYÖRGY, S. FLORUT, V. STOIAN, "PARTIAL RESULTS OF MONITORING IN A PASSIVE HOUSE", JOURNAL OF APPLIED ENGINEERING SCIENCES Vol. 1 p107-110, Oradea 2013
D. STOIAN, D. DAN, V. STOIAN, T. NAGY-GYÖRGY, Cristina TANASA, "ECONOMIC IMPACTS OF A PASSIVE HOUSE COMPARED TO A TRADITIONAL HOUSE", JOURNAL OF APPLIED ENGINEERING SCIENCES Vol. 1 p135-140, Oradea 2013
D. DAN, V. STOIAN, Carmen MADUTA, S. PESCARI, "PASSIVE HOUSE – A FUTURE HOUSE IN ROMANIA?", ZILELE ACADEMICE TIMISENE Editia a 13-a, Timisoara 2013
Lorena CARDOS, V. STOIAN, D. DAN, "HIGROTHERMIC TRANSFER THROUGH THE PASSIVE HOUSE AND ZERO ENERGY HOUSE ENVELOPE", Lucrarile conferintei ADVANCES IN ENVIRONMENTAL SCIENCE, Timisoara 2013
D. STOIAN, V. STOIAN, D. DAN, "A MONITORING SYSTEM AS APPLIED IN A PASSIVE HOUSE AND A NEAR ZERO ENERGY HOUSE", Lucrarile conferintei ADVANCES IN ENVIRONMENTAL SCIENCE, Timisoara 2013
Cristina TANASA, V. STOIAN, D. DAN, I. BOROS, C. SABAU, "COMPARATIVE STUDY ABOUT ENERGY EFFICIENCY AND LIFE CYCLE COST OF PASSIVE AND TRADITIONAL HOUSE", Lucrarile conferintei ADVANCES IN ENVIRONMENTAL SCIENCE, Timisoara 2013
S. PESCARI, D. DAN, V. STOIAN, "USING THE LASER SCANNING TECHNOLOGY IN THE REHABILITATION OF EXISTING BUILDINGS", Lucrarile conferintei International Conference Structures and Architecture, Guimaraes 2013
Cristina TANASA, C. SABAU, D. DAN, V. STOIAN, "ENERGY CONSUMPTION AND THERMAL COMFORT OF A PASSIVE HOUSE BUILT IN ROMANIA", Lucrarile conferintei PORTUGAL SB13 - CONTRIBUTION OF SUSTAINABLE BUILDING TO MEET EU 20-20-20 TARGETS , Guimaraes 2013.
V. STOIAN, D. DAN, V. STOIAN, S. PESCARI, Cristina TANASA, C. SABAU "SUSTAINABLE SOLUTIONS FOR RESIDENTIAL BUILDINGS: PASSIVE HOUSE AND NEARLY ZERO ENERGY BUILDING", Poster Presentation in cadrul conferintei WORLD SUSTAINABLE ENERGY DAYS 2012, Wels 2013
C. SEBARCHIEVICI, I. SARBU, D. DAN, "Energy savings and CO2 emission reduction using a ground coupled heat pump for a passive house", Poster Presentation, PASSIVHUS NORDEN 2013, Goteborg, Suedia.

2014
Calin Sebarchievici, Ioan Sarbu, Daniel Dan, „ DETERMINAREA EXPERIMENTALA A PERFORMANTEI UNEI POMPE DE CALDURA CUPLATA LA SOL IN SCOPUL PREPARARII APEI CALDE DE CONSUM”, CONFERINTA NATIONALA CU PARTICIPARE INTERNATIONALA – INSTALATII PENTRU CONSTRUCTII SI CONFORTUL AMBIENTAL, EDITIA A 23-A, 03-04 APRILIE 2014, TIMISOARA, ROMANIA, ISSN 1842 – 9491, PAG. 76-85.
Cristina Tanasa, Cristian Sabau, Dan Stoian, Daniel Dan, Valeriu Stoian, „STUDY ON THE LIFE CYCLE COST OF ENERGY EFFICIENT BUILDINGS”, INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENT TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT (EEETE '14) – ADVANCES IN ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY AND BIOTECHNOLOGY, EDITIA A 3-A, 26-28 Iunie 2014, BRASOV, ROMANIA ISSN 2227 - 4359, PAG. 173 – 179.
Simon Pescari, Valeriu Stoian, Daniel Dan, „THE PRESERVATION OF THE MARIA THEREZIA BASTION FROM TIMISOARA”, INTERNATIONAL CONFERENCE ON PROTECTION OF HISTORICAL CONSTRUCTIONS (PROHITECH'14), EDITIA A 2-A, 7-9 MAI 2014, ANTALYA, TURCIA, ISBN 978-975-518-361-9, PAG. 217-222.
Lorena Cardos, Cristina Tanasa, Cristian Sabau, Valeriu Stoian, Daniel Dan, Simon Pescari, Carmen Maduta, „HEAT TRANSFER AND THERMAL BRIDGE EVALUATION FOR A PASSIVE HOUSE”, WORLD SUSTAINABLE ENERGY DAYS (WSED'14), 26-28 FEBRUARIE 2014, WELS, AUSTRIA-POSTER PRESENTATION.
Valeriu Stoian, Daniel Dan, Cristina Tanasa, Cristian Sabau, Dan Stoian, „ENERGY CONSUMPTION AND THERMAL COMFORT EVALUATION FOR A PASSIVE HOUSE THROUGH MONITORING”, WORLD SUSTAINABLE ENERGY DAYS (WSED'14), 26-28 FEBRUARIE 2014, WELS, AUSTRIA-POSTER PRESENTATION.
Cristina Tanasa, Carmen Maduta, Valeriu Stoian, Daniel Dan, Dan Stoian, Simon Pescari, „STUDY ON ENERGY EFFICIENCY REQUIREMENTS IN BUILDINGS”, INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN SUSTAINABILITY, CULTURAL SUSTAINABILITY, GREEN DEVELOPMENT, GREEN STRUCTURES AND CLEAN CARS (USCUDAR '14), EDITIA A 5-A, 22-24 NOIEMBRIE 2014, FLORENTA, ITALIA, Paper ID Number: 71804-157. (in curs de publicare)
Simon Pescari, Valeriu Stoian, Daniel Dan, Dan Stoian, „ACHIEVING THE NEARLY ZERO ENERGY BUILDING CONCEPT - A STUDY BASED ON PRACTICAL EXPERIENCE”, INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN SUSTAINABILITY, CULTURAL SUSTAINABILITY, GREEN DEVELOPMENT, GREEN STRUCTURES AND CLEAN CARS (USCUDAR '14), EDITIA A 5-A, 22-24 NOIEMBRIE 2014, FLORENTA, ITALIA, Paper ID Number: 71804-160. (in curs de publicare)
Lorena Cardos, Valeriu Stoian, Sorin-Codrut Florut, Daniel Dan, „EFFICIENCY ASSESSMENT THROUGH THERMAL STUDIES OF VARIOUS ENVELOPE SOLUTIONS SUITABLE FOR ENERGY EFFICIENT BUILDINGS”, INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENERGY & ENVIRONMENT (EE '14), EDITIA A 9-A, 29-31 DECEMBRIE 2014, GENEVA, ELVETIA. (in curs de publicare)

2015
Valeriu Stoian, Daniel Dan, Cristina Tanasa, Carmen Maduta, Dan Stoian, Simon Pescari „SUSTAINABLE SOLUTIONS FOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN THE TEMPERATE CLIMATE, WEST SIDE OF ROMANIA”, WORLD SUSTAINABLE ENERGY DAYS (WSED'15), 27-29 FEBRUARIE 2015, WELS, AUSTRIA-POSTER PRESENTATION.
Iosif Boros, Cristina Tanasa, Valeriu Stoian, Daniel Dan, “THERMAL STUDIES OF SPECIFIC ENVELOPE SOLUTIONS FOR AN ENERGY EFFICIENT BUILDING”, PERIODICAL <i>KEY ENGINEERING MATERIALS</i> , Vol. 660, 2015.
Simon Pescari, Valeriu Stoian, Dan Tudor, Carmen Maduta, “ENERGY DEMANDS OF THE EXISTING COLLECTIVE BUILDINGS WITH BEARING STRUCTURE OF LARGE PRECAST CONCRETE PANELS FROM TIMISOARA”, JOURNAL OF APPLIED ENGINEERING SCIENCES (JAES), volum 5(18), 2015.
Simon Pescari, Dan Tudor, Stefan Tolgy, Carmen Maduta, “STUDY CONCERNING THE THERMAL INSULATION PANELS WITH DOUBLE-SIDE ANTI-CONDENSATION FOIL ON THE EXTERIOR AND POLYURETHANE FOAM OR POLYISOCYANURATE ON THE INTERIOR”, PERIODICAL <i>KEY ENGINEERING MATERIALS</i> , Vol. 660, 2015.
Iosif Boros, Dan Stoian, Tamás Nagy-György, Cristina Tanasa, Valeriu Stoian, “SOLUTII ADOPTATE LA PROIECTAREA SI EXECUTIA UNEI CLADIRI DE INVATAMANT EFICIENTE ENERGETIC”, Zilele Academice Timisene, editia XIV, Timisoara, 2015. (in curs de publicare)
Simon Pescari, Valeriu Stoian, Daniel Dan, “STUDIUL SOLUTIILOR DE REABILITARE TERMICA PENTRU CLADIRILE DIN PANOURI MARI PREFABRICATE”, Zilele Academice Timisene, editia XIV, Timisoara, 2015. (in curs de publicare)
Carmen Maduta, Valeriu Stoian, “STUDY ON ENERGY PERFORMANCE OF BUILDINGS IN ROMANIA”, Zilele Academice Timisene, editia XIV, Timisoara, 2015. (in curs de publicare)
Daniel Dan, Sorin Codrut-Florut, Simon Pescari, Valeriu Stoian “APLICAREA PRINCIPIILOR DE PROIECTARE PENTRU PROIECTAREA SI EXECUTIA UNEI CLADIRI CU CONSUM DE ENERGIE APROAPE ZERO”, Zilele Academice Timisene, editia XIV, Timisoara, 2015. (in curs de publicare)
Andrei Boeriu, Valeriu Stoian, Simon Pescari “THE IMPACT OF THE RESIDENTIAL BUILDINGS ENERGY CONSUMPTION ON THE NATIONAL ELECTRICITY PRODUCTION”, Zilele Academice Timisene, editia XIV, Timisoara, 2015. (in curs de publicare)
Iosif Boros, Cristina Tanasa, Valeriu Stoian, Daniel Dan, “LIFE CYCLE ASSESSMENT AND LIFE CYCLE COST OF A NEARLY ZERO ENERGY RESIDENTIAL BUILDING”, Section Environmental management and sustainability assessments of the 8th International Conference on Environmental Engineering and Management ICEEM 08, Iasi, 2015.
Calin Sebachievici, Daniel Dan, Ioan Sarbu, “PERFORMANCE ASSESSMENT OF A GROUND-COUPLED HEAT PUMP FOR AN OFFICE ROOM HEATING USING RADIATOR OR RADIANT FLOOR HEATING SYSTEMS”, <i>Procedia Engineering</i> 118 (2015) 88-100.
Iosif Boros, Tamas Nagy-Gyorgy, Codrut Florut, Daniel Dan, “MONITORING STRATEGY FOR AN ENERGY EFFICIENT SCHOOL BUILDING”, Proceedings of The Second International Conference on Advances in Civil, Structural and Mechanical Engineering, ACSM - 2015 Bangkok.
Cristina Tanasa, Iosif Boros, Valeriu Stoian, Daniel Dan, “URMARIREA EXTINSA A PARAMETRILOR DE CONFORT INTERIOR INTR-O CLADIRE CU FUNCTIUNI MULTIPLE”, Simpozionul tehnico-stiintific „Comportarea in situ a Constructiilor” organizat in cadrul celei de-a 64-a intalniri a asociatiei, 2-3 octombrie 2015.
Iosif Boros, Tamas Nagy-Gyorgy, Codrut Florut, Daniel Dan, „ENERGY EFFICIENT SCHOOL BUILDING CONCEPT AND CONSTRUCTIVE SOLUTIONS”, <i>International Review of Applied Sciences and Engineering – IRASE</i> , December 2015 (lucrare acceptata, in curs de publicare)
Daniel Dan, Cristina Tanasa, Valeriu Stoian, Silviana Brata, Dan Stoian, Tamas Nagy Gyorgy, Sorin Codrut Florut - PASSIVE HOUSE DESIGN - AN EFFICIENT SOLUTION FOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN ROMANIA, <i>Journal - Energy for sustainable development</i> , (in evaluare – recenzie)
Valeriu Stoian, Daniel Dan, Dan Stoian, Cristina Tanasa, Carmen Maduta – FROM PASSIVE HOUSE TO NEARLY ZERO ENERGY BUILDING - Eficienta Energetica In Vestul Romaniei, 4 MARTIE 2015, EXPO ARAD – Poster Presentation

2016
Lucrari stiintifice
Dan D., Tanasa C., Stoian, V., Brata, S., Stoian D., Nagy-Gyorgy T., Florut S.C., "PASSIVE HOUSE DESIGN-AN EFFICIENT SOLUTION FOR RESIDENTIAL BUILDINGS IN ROMANIA", <i>Energy for Sustainable Development</i> , ISSN: 0973-0826, Vol. 32, Iunie 2016, pp. 99-109.
Tanasa C., Fofiu M., Stoian D., Stoian V., Dan D., "AIR TIGHTNESS MEASUREMENTS FOR AN ENERGY EFFICIENT RESIDENTIAL HOUSE USING THE BLOWER DOOR PROCEDURE", <i>Conferinta Modern Technologies for the 3rd Millenium- 27-28 Noiembrie 2015-Oradea</i> , ISBN 978-88-7589-724-8. Tiparit in februarie 2016.
Silviana Brata, Victoria Cotorobai, Cristina Tanasa, Daniel Dan, Dan Stoian,Valeriu Stoian, "DIFFERENCES BETWEEN THE FIVE CLIMATIC ZONES OF ROMANIA REGARDING THE DESIGN AND ENERGY REQUIREMENTS OF AN ENERGY EFFICIENT HOUSE", <i>Revista romana de Inginerie Civila</i> 2/2016, ISBN:2068-3987.
Silviana Brata, Carmen Maduta , S. Pescari, "STEADY- STATE THREE - DIMENSIONAL NUMERICAL SIMULATION OF HEAT TRANSFER FOR THERMAL BRIDGES ASSESSMENT". <i>Journal Of Applied Engineering Sciences</i> , VOL. 6, ISSUE 1/2016, pp. 17-22, ISSN (Online) 2284-7197, ISSN (Print) 2247-3769, DOI: 10.1515/jaes-2016-0008 , June 2016.
Boros I., Nagy-György T., "ENERGY EFFICIENT SCHOOL BUIDING HVAC MONITORING PLAN", 20th International Conference on Civil Engineering and Architecture - ÉPKO 2016, Miercure-Ciuc, 2016, ISSN 1843-2123, pp 28-32.
Ioan Sarbu, Calin Sebarchievici, "PERFORMANCE EVALUATION OF RADIATOR AND RADIANT FLOOR HEATING SYSTEMS FOR AN OFFICE ROOM CONNECTED TO A GROUND-COUPLED HEAT PUMP". <i>Energies</i> , ISSN 1996-1073, Vol. 9, Nr. 4, Apr. 2016, pp. 1-19.
Cristina Tanasa, Iosif Boros, Valeriu Stoian, "URMARIREA EXTINSA A PARAMETRIILOR DE CONFORT INTERIOR INTR-O CLADIRE CU FUNCTIUNI MULTIPLE", <i>Buletinul Informativ al Comisiei Nationale de Comportare In Situ a Constructiilor</i> . ISSN 1584-6687, Nr.3 Mai-Iunie 2016.
Calin Sebarchievici, Ioan Sarbu, Mariela Gacica, "UTILIZAREA POMPEI DE CALDURA PENTRU PREPARAREA APEI CALDE DE CONSUM SI PANOURILOR FOTOVOLTAICE IN SCOPUL REDUCERII CONSUMULUI DE ENERGIE A CASELOR APROAPE ZERO ENERGIE", <i>Conferinta nationala cu participare internationala – Instalatii pentru constructii si confortul ambiental</i> , Timisoara, 14-15 Aprilie 2016, pp. 476-483. ISSN: 1842-9491.
Calin Sebarchievici, Ioan Sarbu, "PERFORMANCE EVALUATION OF AN AIR-TO-WATER HEAT PUMP SYSTEM IN DOMESTIC HOT WATER OPERATION FOR A PASSIVE HOUSE", 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016, www.sgem.org , SGEM2016 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-63-6 / ISSN 1314-2704, June 28 - July 6, 2016, Book4 Vol. 1, 519-524 pp.
Cristina Tanasa, Valeriu Stoian, Dan Stoian, Daniel Dan, "CONCEPT AND MONITORING STRATEGY OF A RESIDENTIAL BUILDING DESIGNED AS A NEARLY ZERO-ENERGY BUILDING", <i>YRSB16 – iISBE Forum of Young Researchers in Sustainable Building 2016</i> , 21 st June 2016, Praga, Cehia, ISBN 978-80-01-05979-1, pp. 280-289.
Simon Pescari, Carmen Maduta, Valeriu Stoian, Daniel Dan, "EFFICIENCY ASSESSMENT OF VARIOUS SOLUTIONS FOR THE THERMAL REHABILITATION OF MULTI-STOREY BUILDINGS", <i>Life-Cycle of Engineering Systems: Emphasis on Sustainable Civil Infrastructure: Proceedings of the Fifth International Symposium on Life-Cycle Civil Engineering (IALCCE 2016)</i> , 16-19 October 2016, Delft, The Netherlands, ISBN 9781138028470.
I. Boros, K. Schmiedt, C. Tanasa, T. Nagy-Gyorgy, D. Dan, V. Stoian, 'REAL TIME THERMAL ANALYSIS OF AN EXTERIOR WALL SOLUTION USED AS ENVELOPE FOR AN ENERGY EFFICIENT BUILDING', <i>International Journal of Energy and Environment</i> 2016 (INASE Conferences in Rome, Italy (November 5-7, 2016) – in curs de publicare.

si totodata au fost implementate sistem de productie a energiei folosind surse regenerabile (panouri solare, pompe de caldura).

5. Concluzii

Cresterea numarului de cladiri eficiente energetic, fie prin constructia de cladiri noi sau reabilitarea termica a celor existente, reprezinta o necesitate in vederea reducerii impactului negativ asupra mediului, generat de emisiile produse ca urmare a unui consum ridicat de energie din surse conventionale. In Romania, la momentul actual, cladirile la standarde ridicate de eficienta energetica reprezinta un domeniu in curs de dezvoltare fiind necesare cat mai multe proiecte pilot care sa valideze solutii eficiente din punct de vedere economic, atractive pentru proprietari si investitori. Astfel, una dintre cele mai relevante metode de promovare a cladirilor eficiente energetic in randul investitorilor, dezvoltatorilor si in randul populatiei consta in realizarea de proiecte pilot care sa demonstreze in mod transparent ca solutii precum casa pasiva sau cladirea cu consum de energie aproape zero sunt adecvate conditiilor climatice si economice din Romania.

Prin proiectul de cercetare NEZEBUILD au fost propuse doua sisteme de cladiri eficiente energetic, casa pasiva respectiv cladirea cu consum de energie aproape zero. Cele doua sisteme au fost transpuse in cadrul unui proiect pilot constand intr-un duplex alcatuit din doua apartamente. Solutiile de eficienta energetica a anvelopei cladirii si de izolare termica au fost alese urmand principiile de proiectare corespunzatoare caselor pasive si avand in vedere totodata materialele si tehnologiile de constructie utilizate in mod uzual in constructia cladirilor rezidentiale din Romania. Unul dintre obiective a fost realizarea unei cladiri la standarde ridicate de eficienta energetic la un pret cat mai accesibil comparativ cu o cladire traditionala in Romania. Studiile economice facute pe ciclul de viata al cladirii arata ca in conditiile consumului ridicat de energie al unei case construite traditional si al previziunilor de crestere continua a preturilor energiei, investirea intr-o casa pasiva sau casa zero energie are un impact economic pozitiv pe termen lung, in ciuda investitiei initiale suplimentare. Rezultatele acestui studiu arata ca proiectarea ecologica a cladirilor (prin eficientizare energetica si utilizarea energiei regenerabile) este in stransa legatura cu economia de bani, in cadrul unei abordari pe termen lung.

Implementarea solutiilor adoptate in proiect a necesitat o asistenta tehnica sporita din partea proiectantilor pentru a asigura respectarea cu rigurozitate a detaliilor de executie. Totodata, instalarea sistemului de monitorizare a presupus pregatirea din timp a componentelor acestuia. Sistemele de monitorizare a parametrilor climatici interiori si a consumurilor energetice sunt necesare pentru confirmarea performantelor reale ale celor doua apartamente. Datele obtinute din monitorizarea celor doua cladiri sunt foarte importante atat pentru validarea performantelor energetice dar si pentru calibrarea modelelor de calcul si astfel imbunatatirea procedurilor de proiectarea si cresterea acuratetii rezultatelor la nivel de calcul al consumului de energie in etapa de proiectare.

Prin performanta anvelopei termice si a sistemelor performante de instalatii, cladirile eficiente energetic pot sa schimbe perceptia utilizatorilor asupra confortului interior, avand un impact pozitiv asupra calitatii vietii si activitatilor intreprinse.

Deciziile de implementare a masurilor de eficienta energetica specifice caselor pasive si cu consum de energie aproape zero au efecte pe termen lung, astfel fiind necesare mai multe proiecte pilot prin care sa se valideze aceste solutii si totodata sa se evalueze impactul asupra utilizatorului final. Modul de realizare si utilizare a cladirilor eficiente energetic trebuie sa fie transparent inca din etapa de proiectare si trebuie sa fie bine cunoscut atat de constructor/investitor cat si de utilizatorul final.

In faza de proiectare, trebuie testate mai multe scenarii privind comportamentul utilizatorilor, intrucat poate avea un efect semnificativ asupra consumului de energie al cladirii. Experienta din acest proiect arata ca utilizatorii finali ai cladirii au tendinta de a adopta temperaturi interioare mai ridicate decat cele considerate in etapa de proiectare, lucru ce duce la o crestere neprevazuta a consumului de energie.

6. Bibliografie

- [1] Provocarile si politica in domeniul energiei Contributia Comisiei la reuniunea Consiliului European din data de 22 mai 2013. http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/energy2_ro.pdf
- [2] STRATEGIA ENERGETICA A ROMANIEI PENTRU PERIOADA 2007 - 2020 ACTUALIZATA PENTRU PERIOADA 2011 – 2020 http://www.minind.ro/energie/STRATEGIA_energetica_actualizata.pdf
- [3] Energy Efficiency Trends and Policies in the Household and Tertiary Sectors.
<http://www.odyssee-mure.eu/publications/br/energy-efficiency-trends-policies-buildings.pdf>
- [4] EUROSTAT
- [5] ENERDATA 2012
- [6] Energy Efficiency Trends in Buildings in the EU Lessons from the ODYSSEE MURE project
- [7] EUROPEAN PARLIAMENT - EU energy in figures 2010.
http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/statistics/part_2_energy_pocket_book_2010.pdf.
- [8] I. Sartori, A.G. Hestnes, Energy use in the life cycle of conventional and low-energy buildings: A review article, Energy and Buildings, Vol. 39, No. 3, 2007, pp. 249–257.
- [10] Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings.
- [11] DIRECTIVA 2010/31/UE A PARLAMENTULUI EUROPEAN SI A CONSILIULUI din 19 mai 2010 privind performanta energetica a cladirilor (reformare)
- [14] Energy Efficiency Drivers in Europe Regulations and other instruments open new horizons for Energy Management in buildings, Henri Obara - Standardisation Manager
HOMES programme

Denumirea indicatorilor		UM/an
Indicatori de proces	Numarul de proiecte realizate in parteneriat international	No.
	Mobilitati interne	Luna x om 0,506
	Mobilitati internationale	Luna x om 4.54
	Valoarea investitiilor in echipamente pentru proiecte	Mii lei 352,76
	Numarul de intreprinderi participante	No. 0
	Numarul de IMM participante	No. 1
Indicatori de rezultat	Numarul de articole publicate sau acceptate spre publicare in fluxul stiintific principal international	No. 39
	Number of articles published in journals indexed AHCI or ERIH Category A or B (applies to the Humanities only)	No.
	Number of chapters published in collective editions, in major foreign languages, at prestigious foreign publishing houses (applies only to Social Sciences and Humanities)	No.
	Number of books authored in major foreign languages at prestigious foreign publishing houses (applies only to Social Sciences and Humanities)	No.
	Number of books edited in major foreign languages at prestigious foreign publishing houses (applies only to Social Sciences and Humanities)	No.
	Factorul de impact relativ cumulat al publicatiilor publicate sau acceptate spre publicare	No.4,356
	Numarul de citari normalizat la domeniu al publicatiilor	No.
	Numarul de cereri de brevete de inventie inregistrate (registered patent application), in urma proiectelor, din care:	No.
	- nationale (in Romania sau in alta tara);	No.
	La nivelul unei organizatii internationale (EPO/ PCT/ EAPO/ ARIPO/ etc.)*	No.
	Numarul de brevet de inventie acordat (granted patent), in urma proiectelor, din care:	No.
	- nationale (in Romania sau in alta tara);	No.
	La nivelul unei organizatii internationale (EPO/ PCT/ EAPO/ ARIPO/ etc.)*	No.
	Veniturile rezultate din exploatarea brevetelor si a altor titluri de proprietate intelectuala	Mii lei
	Veniturile rezultate in urma exploatarei produselor, serviciilor si tehnologiilor dezvoltate	Mii lei
	Ponderele contributiei financiare private la proiecte	7,8 %
	Valoarea contributiei financiare private la proiecte	107,50 Mii lei