



REZULTAT INTELECTUAL 1 SARCINA DE LUCRU O1-A2

Metode și proceduri de construcție durabilă utilizate cu noile tehnologii



„Conținutul prezentului material reprezintă responsabilitatea exclusivă a autorilor, iar Agenția Națională și Comisia Europeană nu sunt responsabile pentru modul în care va fi folosit conținutul informației”.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



Universitatea
Transilvania
din Brașov



ROMANIA
GREEN
BUILDING
COUNCIL



Centro Tecnológico
del mármol, piedra y materiales





INTRODUCERE

Acest raport este inclus în activitatea "O1-A2. Metode și proceduri de construcție durabilă utilizate cu noile tehnologii" corespunzătoare Producției Intellectuale 1 "Stabilirea rezultatelor comune ale învățării privind restaurarea zonelor industriale cu noile tehnologii, evaluarea ciclului de viață (LCA) și reglementările relative" ale proiectului RecoverIND.

Au fost analizate toate metodele, abilitățile și competențele legate de noile tehnologii (utilizarea dronelor, termografie, senzori-dispozitive, scanere 3D, robotizarea proceselor colaborative, aplicarea sistemelor fizice cibernetice), pentru a completa un raport care poate fi transpus în vederea îmbunătățirii sistemului de formare și a metodologiilor pedagogice în acest sector. De asemenea, au fost luate în considerare metodele și procedurile de mediu de utilizare a noilor tehnologii în sectorul construcțiilor și al reabilitării.

Această sarcină a fost fundamentală pentru a stabili baza teoretică care susține curriculumul produs în acest IO1.

Acest raport și toate informațiile despre proiect sunt disponibile în următoarea adresă URL:

- RecoverIND site proiect: <https://recoverind.eu/en/project/>

Noile tehnologii și metodologii ecologice și inovatoare aplică recuperarea zonelor industriale din punctul de vedere al LCA și al eficienței energetice

Pentru ca generațiile viitoare să se bucure de frumusețea și bogăția Pământului, oamenii de știință au dezvoltat și implementat încă din 1972, conceptul de dezvoltare durabilă. Conceptul se concentrează pe problemele de mediu și resursele naturale, în special pe cele legate de energie. Sectorul construcțiilor are un impact major asupra economisirii de energie și, din acest motiv, România, ca toate statele membre ale UE, a adoptat actele cu putere de lege și actele administrative necesare pentru a se conforma Directivei 2012/27/UE privind eficiența energetică [1].

Conceptul de sustenabilitate în mediul construit

Conceptul de dezvoltare durabilă s-a născut în 1972 la Stockholm, la Conferința Organizației Națiunilor Unite, unde 113 națiuni prezente și-au exprimat îngrijorarea cu privire la modul în care activitatea umană afectează mediul. Problemele evidențiate în cadrul acestei reuniuni au fost legate de poluare, distrugerea resurselor, deteriorarea mediului, dispariția speciilor și necesitatea de a ridica nivelul de trai al oamenilor și calitatea mediului pentru generațiile prezente și viitoare.

Schimbări majore trebuie să aibă loc atât la nivel conceptual, cât și tehnologic, dacă este implementat în domeniul construcțiilor conceptul de dezvoltare durabilă. Se poate construi durabil, pe baza unor modele conceptuale de performanță, cu un impact redus asupra mediului, folosind materiale reciclate și/sau materiale cu un consum redus de resurse primare și energie. Consumul de energie pe toată durata de viață a clădirii, numit energie operațională, este una dintre cele mai importante chei din sectorul construcțiilor. În clădiri, performanța termică sau eficiența energetică au un impact economic, social și de mediu semnificativ [2].

Metodele și procedurile de mediu de utilizare a noilor tehnologii în sectorul construcțiilor și reabilitării pot fi o abordare vitală, rapidă, eficientă în timp și ecologică. Aceste tehnologii se bazează pe utilizarea dronelor, termografiei, dispozitivelor cu senzori, scanerelor 3D, robotizării proceselor colaborative și aplicării sistemelor fizice cibernetice.

Pentru a avea o imagine holistică în ceea ce privește conceptul de sustenabilitate, pe lângă tehnologiile moderne, trebuie să ne concentrăm asupra clădirii și a domeniului său conex. Această zonă trebuie să îndeplinească următorii parametri: selectarea eficientă a amplasamentului, proiectarea în ceea ce privește durabilitatea construcției, selectarea materialelor, punerea în aplicare a gestionării deșeurilor, eficiența energetică și a apei, calitatea aerului interior, dezmembrarea și reutilizarea componentelor reciclate.

Având în vedere cantitatea uriașă de energie și materiale utilizate în construcții, impactul asupra mediului devine o condiție necesară a procesului de proiectare. În plus, acest impact ar trebui luat în considerare în toate fazele de construcție, începând cu erecția, durata operațională și sfârșitul vieții. Deoarece industria construcțiilor este responsabilă pentru mai mult de jumătate din emisiile nocive ale planetei, estimarea impactului pe care acestea îl au asupra mediului va deveni o necesitate în curând, pentru a fi integrată în procesul de proiectare.

Eficiența energetică – un nou obiectiv pentru fondul imobiliar

Soluțiile viitoare vor fi cele care pot asigura siguranța și funcționalitatea unei clădiri, conducând la un cost minim și la un impact minim asupra mediului. România încă trebuie să îmbunătățească acest segment, legislația obligatorie pentru determinarea impactului pe care clădirile nou proiectate îl au asupra mediului nu este suficient de relevantă.

Starea actuală a eficienței energetice în România a evoluat față de perioada 2012-2014, când nu a existat un mecanism coerent de cuantificare. În plus, contextul legislativ s-a adaptat la noul context și necesități. Unele dintre principalele obiective se concentrează pe reducerea gazelor cu efect de seră și pe creșterea energiei din surse regenerabile. În plus, documentul intitulat "Perspectiva energetică 2050", prezentat de Comisia Europeană în decembrie 2011, arată că, pentru a atinge obiectivul de reducere cu 80 % a emisiilor de gaze cu efect de seră până în 2050, indiferent de sursele de energie utilizate, este necesar un nivel mai ridicat de eficiență energetică [2]. Acest lucru este posibil numai cu ajutorul modernizării nu numai în ceea ce privește metodele și materialele de construcție, ci și în ceea ce privește procedurile care se bazează pe noile tehnologii. Cu ajutorul acestor noi tehnologii, putem îmbunătăți eficiența energetică și evaluarea ciclului de viață.

Politica națională în domeniul eficienței energetice definește obiectivele specifice și măsurile de îmbunătățire a economisirii de energie aferente tuturor sectoarelor economiei naționale, în special referindu-se la (Legea nr. 121/2014 privind eficiența energetică) [3]:

- a) Introducerea tehnologiilor eficiente din punct de vedere energetic în industrie, a sistemelor moderne de măsurare și control și a sistemelor de management al energiei, pentru monitorizare, evaluarea continuă a eficienței energetice și prognozarea consumului de energie.
- b) Promovarea echipamentelor și a aparatelor eficiente din punct de vedere energetic pentru utilizatorii finali și promovarea utilizării energiei din surse regenerabile.

- c) Reducerea impactului asupra mediului al producției, transportului, distribuției și consumului tuturor formelor de energie.
- d) The application of modern principles of energy management.
- e) Acordarea de stimulente financiare și fiscale pentru utilizarea energiei regenerabile, în condițiile legii.
- f) Dezvoltarea pieței serviciilor energetice.

Eficiența energetică a devenit una dintre cele mai importante teme de cercetare din epoca actuală în ceea ce privește abordările sale multiple: ecologice, tehnologice, economice sau sociale [4]. Aceasta este considerată o resursă-cheie de dezvoltare economică și socială [5] și ca una dintre cele mai eficiente modalități de a realiza atenuarea schimbărilor climatice [6].

În Uniunea Europeană, clădirile reprezintă cel mai important element al politicilor în materie de eficiență energetică. Acestea reprezintă aproape 40 % din consumul final de energie la nivelul UE. Cererea națională de energie a fost de 21.644 de degete de la picioare, din care 7375 tep a fost energia utilizată în gospodării, 6472 de energie deget de la picior utilizată în industrie, 1762 de deget de la picior utilizate în servicii, 5577 de deget de la picior utilizate în transporturi și 458 de energie deget de la picior utilizată în agricultură [4]. În România, consumul de energie rezidențial și nerezidențial reprezintă aproape 45% din consumul total de energie. Deoarece aduce o contribuție semnificativă la utilizarea energiei, sectorul rezidențial face obiectul mai multor politici menite să reducă consumul de energie în acest sector. La nivel național, este necesar să se pună în aplicare cerințele Directivei 2010/31/UE privind performanța energetică a clădirilor [7] și ale Directivei 2012/27/UE privind eficiența energetică [8]. Directiva 2009/28/CE (RED) impune utilizarea unor niveluri minime de energie din surse regenerabile pentru clădirile noi și clădirile existente care fac obiectul unor renovări majore [9].

La nivel european, pe lângă cele trei obiective pentru 2020 (reducerea cu 20 % a emisiilor de gaze cu efect de seră în UE, creșterea cu 20 % a ponderii energiei din surse regenerabile), au fost stabilite mai multe obiective pe termen lung pentru 2050, cu un impact evident asupra sectorului rezidențial. Aceste obiective se concentrează pe trecerea la o economie cu emisii scăzute de dioxid de carbon (care va implica o reducere semnificativă a emisiilor de carbon rezidențiale) și pe perspectiva energetică care implică creșterea eficienței energetice a clădirilor noi și existente. La nivel sectorial, în

2014 a fost adoptată o strategie de mobilizare a investițiilor în renovarea clădirilor rezidențiale și comerciale existente la nivel național. Conform strategiei adoptate la nivel sectorial, obiectivul anual de reabilitare termică este de cel puțin 1 % din parcul imobiliar național existent [4].

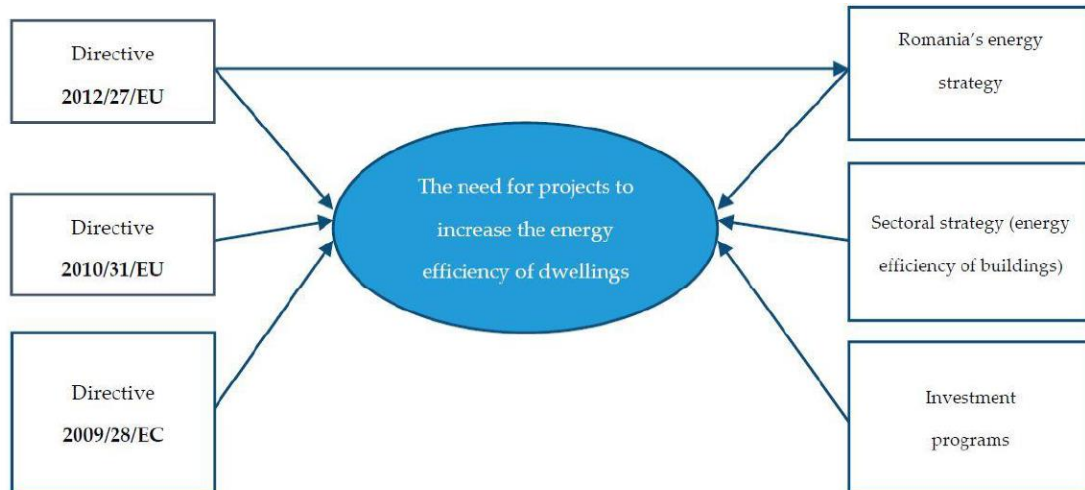


Figura 1. Principalii factori determinanți ai proiectelor de eficiență energetică pentru stocul de locuințe.

În prezent, grija pentru epuizarea energiei la nivel mondial face din creșterea eficienței energetice a clădirilor un standard economic necesar; astfel, pe lângă factorii estetici care stau la baza construcției unei clădiri, aceasta trebuie proiectată și din punct de vedere al eficienței energetice [10].

Un obiectiv major al clădirilor cu consum redus de energie este de a minimiza cantitatea de energie externă achiziționată – oferind confort termic interior ocupanților – indiferent de anotimp și de condițiile climatice exterioare [11]. Clădirile cu consum redus de energie utilizează, de obicei, un nivel ridicat de izolație și ferestre eficiente din punct de vedere energetic pentru a reduce cererea de încălzire și răcire și pentru a obține o eficiență energetică ridicată.

Creșterea eficienței energetice a clădirilor constă într-un set de metode și tehnici care iau în considerare atât clădirile, cât și acel centru de schimb de energie cu mediul.

Creșterea performanței energetice a unei clădiri poate fi realizată prin diferite metode, cum ar fi:

- la nivelul clădirii prin crearea condițiilor de confort interior, respectiv o bună izolare a pereților și utilizarea ferestrelor cu un grad ridicat de protecție termică.
- creșterea performanței sistemelor de încălzire.
- creșterea performanțelor sistemelor de climatizare și a celor privind instalațiile electrice.

Posibilități de creștere a eficienței energetice a clădirilor

Cea mai bună soluție și cea cu cea mai bună eficiență a câștigului de căldură și a economisirii purtătorului de căldură este izolarea întregii clădiri, atât a acoperișului, cât și a subsolului, prin care se pierd cantități mari de căldură. Cele mai mari pierderi ale unei clădiri se găsesc în domeniul energiei termice. Din acest motiv, sunt necesare mai multe măsuri suplimentare care iau în considerare următoarele aspecte:

- Anvelopa termică a clădirii trebuie să asigure climatul interior confortabil, cu un consum redus de energie, indiferent de anotimp (atât în anotimpurile calde, cât și în cele reci) [12-16];
 - Ferestrele trebuie să aibă un coeficient de pierdere termică cât mai scăzut și cel mai mare câștig solar, pentru a economisi mai multă energie.
 - Izolarea corespunzătoare a acoperișului în special pentru clădirile cu câteva etaje.

Pentru un studiu detaliat al comportamentului energetic al clădirilor, trebuie cunoscute proprietățile constructive și materialele pentru pereți, tavane, podele, ferestre și acoperiș.

Pe lângă aspectele menționate mai sus, care se concentrează pe anvelopa termică, ferestre și izolare corespunzătoare, putem investi și în valorificarea fondului imobiliar existent, apropiindu-ne de următorii pași:

- Reconvertirea funcțională a clădirilor industriale în spații de birouri, hub-uri creative sau apartamente
- Îmbunătățirea managementului șantierului prin utilizarea metodelor și tehnologiilor moderne de supraveghere și control la fața locului: scanere 3D, drone
- Utilizarea termografiei, a senzorilor-dispozitive și a sistemelor fizice cibernetice pentru îmbunătățirea eficienței energetice
- Creșterea performanței sistemelor HVAC
- Utilizarea materialelor din surse durabile, resurse locale.

Simularea performanței energetice a clădirii propuse pentru studiu a fost efectuată cu ajutorul software-ului de analiză tranzitorie, TRNSYS (TRansient System Simulation) [17]. Acest software este un program de simulare dinamică care beneficiază de o structură modulară care face posibilă completarea sa cu modele matematice.

Simularea energetică a fost realizată utilizând datele meteorologice înregistrate de o stație meteo locală (zona urbană Brașov) prin implementarea acestora în subrutinele TRNSYS; s-a considerat că este important să se realizeze un calcul al energiei cât mai precis este important să existe date meteorologice exacte (date privind radiațiile solare, temperatura ambiantă, umiditatea relativă, viteza și direcția vântului) [10].

Implementarea modelului de clădire a constat în următoarele etape:

- Definirea zonelor termice și a caracteristicilor acestora.
- Specificarea detaliată a elementelor de anvelopă pentru construcție, proprietățile optice ale ferestrelor, programul de lucru al echipamentului.
- Definirea orientării pentru construcții și pentru suprafețe vitrate.
- Specificarea infiltrării datorate scurgerilor și a tipului de aer condiționat.
- Specificarea regimurilor de încălzire și răcire (temperaturi în timpul zilei și nopții, energie termică furnizată).
- specificarea castigurilor interne distribuite în cele trei componente (persoane, iluminat artificial, dispozitive electrice).
- Descrierea detaliată a tipului de umbră.

Acest studiu de caz axat pe calculul energiei cu ajutorul metodelor computaționale a fost realizat pentru o clădire de birouri a Universității *Transilvania* din Brașov; clădirea are două etaje cu o suprafață construită de 260m². Pereții exteriori orientați spre nord și sud de la etajul al doilea sunt formați în cea mai mare parte din ferestre, ceea ce schimbă semnificativ comportamentul energetic al clădirilor [10].

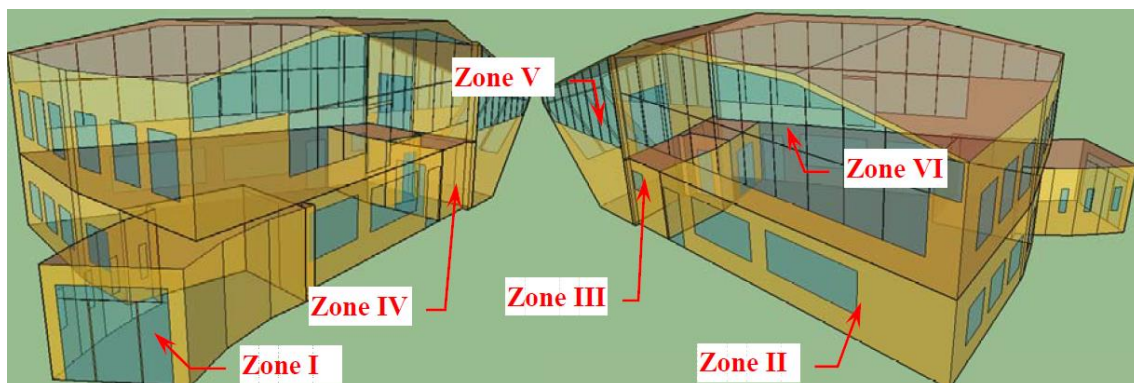


Figura 2. Calculul energiei pentru o clădire din Brașov (România) utilizând metode de calcul.

Rolul simulării computerizate în proiectarea bazată pe performanța energetică a clădirilor este foarte important, pentru a obține unele rezultate pe baza cărora se va decide soluția finală. Folosind biblioteci de materiale de construcții, ferestre, date meteorologice și standarde pentru determinarea performanței clădirilor, prin simulări computerizate pot fi evaluați parametrii care asigură eficiența energetică a unei clădiri (calculul sarcinilor clădirii și al consumului de energie; evaluarea condițiilor de confort termic, a comportamentului termic etc.).

Eficiența energetică este centrul tuturor strategiilor de creștere inteligentă și durabilă și al tranziției către o economie eficientă din punctul de vedere al utilizării resurselor. Eficiența energetică este una dintre cele mai profitabile modalități de a spori securitatea aprovizionării cu energie și de a reduce emisiile de gaze cu efect de seră și alți poluanți. În multe privințe, eficiența energetică poate fi văzută ca fiind cea mai mare resursă energetică din lume [18].

Prin urmare, investițiile în eficiența energetică vor contribui la atingerea a 3 obiective:

- Creștere economică durabilă.
- Asigurarea securității energetice.
- Reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră.

O parte importantă a monitorizării efectului strategiilor de politică energetică o reprezintă bazele de date, necesare pentru analiza și evaluarea strategică, în special pentru pregătirea și interpretarea rapoartelor privind consumul de energie și progresele în materie de eficiență energetică.

La nivel internațional există baze de date mari gestionate de organizații internaționale cu tradiție îndelungată în realizarea statisticilor energetice:

- Agenția Internațională pentru Energie (AIE), care realizează statistici detaliate privind soldurile energetice, ratele și taxele pentru diferite forme de energie, emisiile de CO₂ și elaborează previziuni energetice.
- Proiectul ODYSSEE MURE, finanțat de Comisia Europeană în cadrul programului "Energie inteligentă pentru Europa", include indicatori de eficiență energetică la nivel macroeconomic, sectorial și subsectorial pentru 29 de țări (UE27, Norvegia și Croația). Acest proiect se concentrează pe două baze de date majore:
 - Baza de date ODYSSEE cu indicatori de eficiență energetică, indicatori de CO₂ și toate datele necesare pentru calcularea acestor indicatori.
 - Baza de date MURE pentru evaluarea impactului măsurilor de eficiență energetică.
- Indicatori economici, utilizați ca contribuție la calcularea indicatorilor de eficiență energetică și necesari pentru elaborarea previziunilor și strategiilor

energetice. Acestea permit evaluarea economiei în ansamblu și dezagregată la nivel de sectoare și subsectoare economice.

- Indicatorii energetici sunt indicatori ai consumului de energie și ai structurii acestuia și stau la baza strategiilor raționale de eficiență energetică [18].

Standard de casă pasivă

Acest concept capata mai multa notorietate in segmentul utilizatorilor finali dar si in cazul unor specialisti precum: arhitecti, ingineri, constructori, etc. Prima casă pasivă certificată a fost construită în 2008, în Danemarca, sub supravegherea arhitectului Olav Langerkamp. Înainte de acest proiect au fost ridicate și alte proiecte experimentale în Elveția sau Germania, concentrându-se în principal pe locuințe colective sau vizând sectorul educațional (kindergardens, școli).

Casa pasivă (germană: Passivhaus) este un standard voluntar pentru eficiența energetică într-o clădire, ceea ce reduce amprenta ecologică a clădirii. Rezultă clădiri cu consum de energie ultra-scăzută, care necesită puțină energie pentru încălzirea sau răcirea spațiilor.

În România, conceptul de casă pasivă este relativ nou, iar majoritatea oamenilor sunt sceptici să se apropie de el, în general din cauza investiției inițiale mai mari. Cu toate acestea, în ultimii ani, mai multe proiecte de case pasive au fost puse în aplicare cu succes în diferite părți ale țării [19].



Figura 3. Casa Pasivă *Che* situată în județul Suceava.

Situată în nordul României, în orașul Suceava, înconjurat de o pădure matură, Casa Pasivă Che se bucură de mediul înconjurător, angajându-se cu ea prin ferestre mari. Deși majoritatea caselor pasive nu au pereți uriași cu geamuri, aceasta o face și se bucură de un nivel ridicat de lumină naturală. De fapt, un miez central este complet vitrat și servește ca un atrium pentru ca casa să tragă lumina în zonele interioare. Tot aici casa are parterul de iarbă și un salon de plasă accesat din a doua poveste. Locuitorii se pot juca sau relaxa pe baldachin și simt că sunt afară, chiar dacă sunt în interior.

Pe lângă multă lumină și o zonă de joacă distractivă, locuința proiectată de Tecto Architecture trece prin procesul de evaluare a casei pasive și se estimează că va folosi doar 14 kWh/mp/an. Casa dispune de materiale naturale de izolare, ferestre de înaltă performanță, un sistem de management al energiei și o pompă de căldură cu apă subterană. Un acoperiș verde înlocuiește spațiul de locuit pierdut la amprenta casei, iar lamele naturale de cedru de pe exterior îl ajută să se îmbine cu mediul înconjurător. În cele din urmă, pe acoperiș va fi instalat un sistem fotovoltaic pentru a furniza energie locuinței [20].

În ceea ce privește noile tehnologii în construcții, toate metodele, abilitățile și competențele legate de aceste noi tehnologii (utilizarea dronelor, termografiei, senzorilor-dispozitive, scanerelor 3D, robotizarea proceselor colaborative și aplicarea sistemelor fizice cibernetice) vor fi analizate și prezentate în contextul mediului construit și al metodelor de construcție românești.

Drone

România face parte din Uniunea Europeană și, prin urmare, trebuie să respecte reglementările privind dronele instituite de Agenția Uniunii Europene pentru Siguranța Aviației (EASA). Pe lângă aceste reglementări, România are și reglementări specifice fiecărei țări.

Până anul trecut legislația nu a fost clară în ceea ce privește utilizarea dronelor și acesta poate fi unul dintre motivele pentru care dronele încă nu au fost utilizate în sectorul construcțiilor. Chiar dacă dronele au fost prezente în România în ultimii 10 ani, scopul lor principal a fost monitorizarea sau sursa de vizualizare aeriană pentru diferite companii care dezvoltă infrastructură precum autostrăzi sau drumuri naționale.



Figura 4. Drone utilizate în construcții.

Există un mare potențial și interes din partea sectorului construcțiilor, în special pentru implementarea la scară largă a proiectelor, unde o dronă poate face procesul mai eficient și mai rentabil [21]. Monitorizarea șantierelor mari este unul dintre cele mai dificile aspecte ale managementului proiectelor de construcții. Fiecare etapă a unui proiect de construcție are propriile sale domenii cheie de monitorizare. Managerii de proiect trebuie să monitorizeze activitatea lucrătorilor de teren în timp ce sapă în pământ pentru a pune bazele. Managerii de proiect trebuie să monitorizeze lucrătorii de teren care lucrează pe schele în timpul etapei de construcție la sol.

În comparație cu alte sectoare, industria a fost lentă în ceea ce privește adoptarea noilor tehnologii digitale, chiar dacă beneficiile pe termen lung sunt semnificative. Pentru aceasta, dronele comerciale sau vehiculele aeriene fără pilot (UAV) sunt cea mai bună opțiune.

Constructorii folosesc drone pentru a colecta date în timp real despre proiecte și pentru a înțelege ce se întâmplă la fața locului. Informațiile aeriene pot îmbunătăți urmărirea progresului și pot prinde problemele din timp înainte ca acestea să devină costisitoare sau să întârzie programul unui proiect. Utilizarea unui software special dezvoltat (DroneDeploy) facilitează planificarea, comunicarea și menținerea proiectelor pe drumul cel bun cu aceste informații. Dronele pot ajuta la supravegherea aeriană, topografia cartografiei, ieșirile imaginilor dronelor fiind foarte diversificate:

- Ortofotografie și ortomosaică;
- Point clouds;
- Modele digitale de teren (DTMs), și modele digitale de suprafață (DSMs);
- Modele 3D;
- Imagini RAW.

Aceste ieșiri de imagini au diferite avantaje și funcții, toate fiind descrise în tabelul de mai jos.

1	Ortofotografii și ortomozaice	Post-procesarea corectează distorsiunile imaginii și le îmbină pentru a crea o hartă ortomosaică. Fiecare pixel poate fi utilizat pentru a obține măsurători precise, cum ar fi distanțele și suprafețele. Acestea pot fi utilizate pentru a suprapune planurile și proiectele proiectate pentru a urmări progresul site-ului.
2	Point clouds	Imaginile dronelor pot crea un nor dens de puncte. Fiecare punct are informații color și geospațiale (X, Y, Z). Este un model extrem de precis de distanță, zonă și volum.
3	Modele digitale de teren (DTMs), și modele digitale de suprafață (DSMs)	Fiecare pixel din modelele DSM și DTM conține informații 2D (X și Y), precum și altitudinea (Z) în cel mai înalt punct. Aceste modele pot fi utilizate, de exemplu, pentru a determina ce zonă a sitului este susceptibilă la inundații din apă sau pentru a angaja un contractant care va aplatiza pământul.
4	Modele 3D	Plasa texturată 3D reproduce marginile, fețele și textura zonei care a fost împușcată de dronă. Acest model este cel mai bine utilizat pentru inspecția vizuală sau atunci când contribuțiile publice sau implicarea părților interesate externe sunt esențiale.
5	Imagini RAW	Imaginile brute nu sunt procesate și oferă un nivel mai mare de detalii, ceea ce se poate dovedi foarte util pentru inspecția și analiza activelor.

Tabel 1. Imagery outputs pentru drone.

Dronele au, de asemenea, un efect foarte rapid asupra industriei construcțiilor, în special în sectorul operațiunilor. Companiile sunt conștiente de avantajele care vin odată cu utilizarea dronelor, chiar dacă în România suntem încă într-o etapă incipientă. Aceste companii sunt deschise să se adapteze și să-și schimbe modul de lucru, dronele fiind capabile să ușureze munca: să-i ajute să-și coordoneze mai bine echipele, să urmărească mai frecvent progresul și să finalizeze mai rapid proiectele cu mai puține deșeuri.

Dronele sunt folosite la nivel global (și încep să prezinte potențial și în România) în următoarele moduri:

- Pre-Planning;
- Păstrarea clientului în procesul de evoluție;
- Siguranță;
- Monitorizarea progresului pentru a îmbunătăți eficiența și a evita irosirea;
- Monitorizarea productivității și a responsabilității la fața locului.

1	Pre-Planning	Companiile de construcții pot utiliza datele dronelor pentru a obține date vizuale ale întregului site înainte de a începe construcția. Aceste date de pre-planificare pot arăta zonele de drenaj, schimbările de altitudine și alți factori care vă pot ajuta să decideți cele mai bune locații pentru a construi, a săpa stocuri sau a stoca materiale. Dacă o hartă realizată cu date arată că o zonă se află în lunci, probabil că nu este cea mai bună locație de construit. Planificarea prealabilă poate utiliza, de asemenea, datele dronelor pentru a ajuta arhitectii și designerii să vadă cum va arăta o clădire nouă lângă o clădire existentă. Acest lucru le permite să înțeleagă impactul noului proiect asupra zonei înconjurătoare, atât din punct de vedere practic, cât și estetic.
2	Păstrarea clientului în procesul de evoluție	Clienții pot obține rapoarte detaliate în timp real cu privire la progresul lucrurilor la fața locului folosind fotografii, videoclipuri, modele 3D și hărți ortomozice realizate cu date despre drone. Clienții ar trebui să viziteze un site pentru a obține date vizuale. Sau ar putea angaja un elicopter pentru fotografii aeriene prohibitiv de scumpe sau video. Ei pot primi rapoarte regulate, care sunt ușor de trimis

		din cauza costului redus de colectare a datelor vizuale de la o dronă pe un șantier de construcții.
3	Siguranța	Dronele sunt accesibile pentru colectarea datelor vizuale, iar companiile de construcții pot folosi drone pentru a efectua mai des sondaje aeriene. Aceste date îi pot ajuta să țină evidența modificărilor care ar putea afecta siguranța. Datele vizuale din sondajele periodice privind dronele ajută la planificarea operațională la cerere (ar putea fi zilnică, săptămânală). Dronele pot, de asemenea, să supravegheze în siguranță locațiile periculoase, reducând accidentele la locul de muncă și sporind siguranța locului de muncă.
4	Monitorizarea progresului pentru a îmbunătăți eficiența și a evita irosirea	Puteți crea hărți folosind datele dronelor și le puteți trimite managerului de proiect. Apoi, acestea pot planifica și monitoriza progresele înregistrate și vă pot ajuta să evitați întârzierile care ar putea duce la depășirea bugetului proiectului. Imagistica dronelor poate arăta locațiile macaralei, secvențele de montaj și securitatea perimetrului. Aceste secvențe pot fi, de asemenea, vizualizate frecvent pentru a identifica zonele în care proiectele sunt întârziate sau congestionate.
5	Monitorizarea productivității și a responsabilității la fața locului	Managerii de proiect pot utiliza hărțile de construcție create folosind date aeriene pentru a-i ajuta să monitorizeze productivitatea echipajului lor. Aceste hărți pot fi utilizate pentru identificarea echipamentelor și mașinilor care lipsesc sau sunt lăsate într-o zonă nepotrivită. De asemenea, pot ajuta managerii să identifice domeniile pe care ar putea fi necesar să le investigheze pentru a determina de ce munca nu progresează atât de repede pe cât era de așteptat.

Tabel 2. Avantajele dronelor în construcții.

Dronele pot face mult mai mult decât să îmbunătățească comunicarea și să mențină proiectele în grafic. Dronele pot fi, de asemenea, utilizate pentru a crește siguranța,

pentru a accelera topografia și pentru a oferi măsurători exacte. Pentru a afla cum sunt utilizate dronele pe șantierele de locuri de muncă, am chestionat clienții din construcții.

A existat o cerere crescută de date mai precise, deoarece companiile de construcții folosesc drone pentru a colecta date aeriene. Astăzi, companiile folosesc puncte de control la sol (GCPs) - markeri la sol măsurați cu GPS pentru a calcula poziționarea globală absolută - mai mult ca niciodată cu DroneDeploy. GCPs au procesat de 5 ori mai multe hărți în 2017 și în prezent cresc cu 20% pe lună.

Studiile și utilizarea tot mai frecventă a dronelor devin din ce în ce mai frecvente și, după cum arată studiile, dronele ar putea avea un impact semnificativ asupra multor domenii de practică în viitor. Datele digitale sunt utilizate din ce în ce mai mult, această tehnologie fiind de așteptat să revoluționeze nu numai modul în care funcționează industria, ci și procesele de afaceri și de raportare. În plus, dezvoltarea sistemelor integrate oferă oportunități interesante pentru șantier. Reglementarea utilizării și a procesului de înregistrare sunt încă în curs de dezvoltare. Dronele schimbă industria construcțiilor în moduri care vor transforma modul în care sunt construite clădirile și acesta este un potențial de care România devine din ce în ce mai conștientă.

Termografie

Termografia în infraroșu (IRT), video termic și/sau imagistică termică, este un proces în care o cameră termică captează și creează o imagine a unui obiect prin utilizarea radiațiilor infraroșii emise de obiect într-un proces, care sunt exemple de știință imagistică în infraroșu. Camerele termografice detectează de obicei radiațiile din gama infraroșie lungă a spectrului electromagnetic (aproximativ 9.000-14.000 nanometri sau 9-14 μm) și produc imagini ale acelei radiații, numite termograme.

Are aplicații multiple în diferite domenii, dar în industria construcțiilor este utilizat în principal pentru:

- Inspecții de pantă joasă și acoperișuri plate.
- Diagnosticarea clădirilor, inclusiv inspecțiile la anvelopa clădirii, inspecțiile privind umiditatea și pierderile de energie din clădiri.
- Cartografiere termică.

Termografia în infraroșu are aplicații în evaluarea proprietăților materialelor și structurilor de construcție în construcții civile și construcții. În această generație, se acordă o importanță egală atât pentru studiul construcției clădirilor, cât și pentru studiile de evaluare a clădirilor. Acest lucru a condus la metode mult mai sofisticate, dar precise

de evaluare a stării structurale actuale a clădirii, pentru a o salva pentru viitor. Termografia în infraroșu este o inovație atât de mare, care ajută la investigarea stării în care se află clădirea și ghidează în remedierea daunelor.

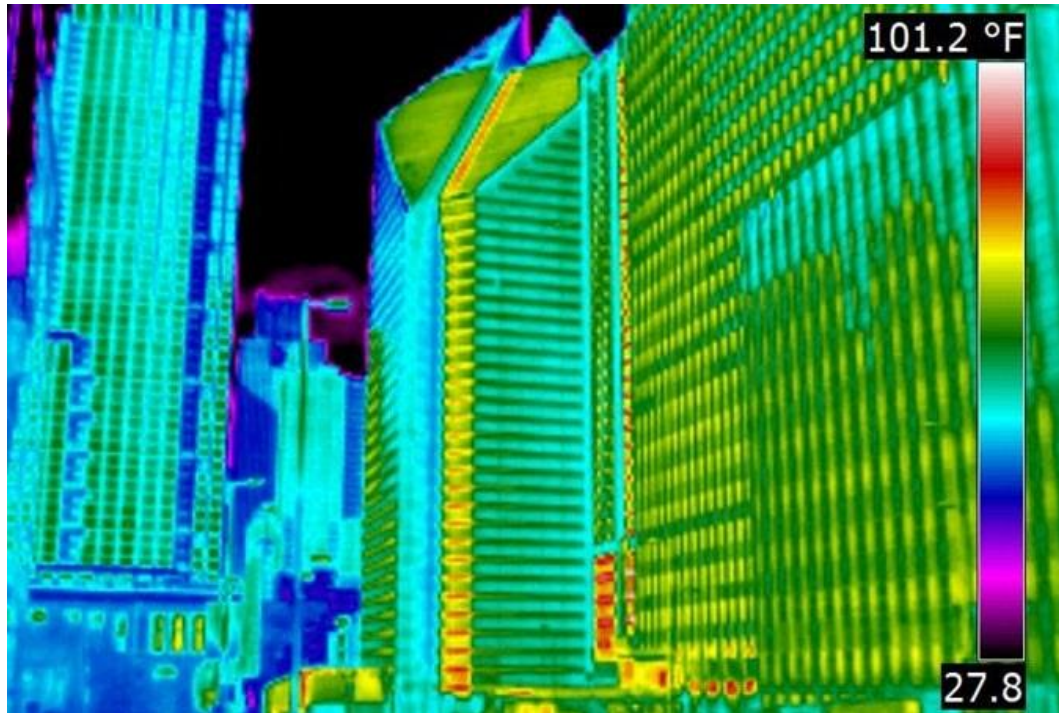


Figura 5. Termografia – o metodă nedistructivă de evaluare a clădirilor.

În România datorită modificărilor legislative și a directivelor UE care vizează eficiența energetică a mediului construit, începând cu anul 2010, termografia a fost folosită în principal ca instrument de evaluare a nivelului de eficiență termică a noului fond imobiliar.

Termografia în construcții sau imagistica termică în infraroșu a clădirilor este utilă pentru determinarea următoarelor deficiențe întâlnite în clădiri:

- Determinarea zonelor cu pierderi mari de căldură, datorită izolației necorespunzătoare a anvelopei (identificarea punților termice).
- Vizualizarea infiltrațiilor mari de aer exterior (tâmplărie veche).
- țevile înfundate pot fi văzute.
- Probleme electrice ale diferitelor echipamente [23].

Astfel, termoviziune pentru diferite clădiri de birouri din București, așa cum o arată un bloc reabilitat și neabilitat și pentru Casa Poporului situată în capitala României, București.

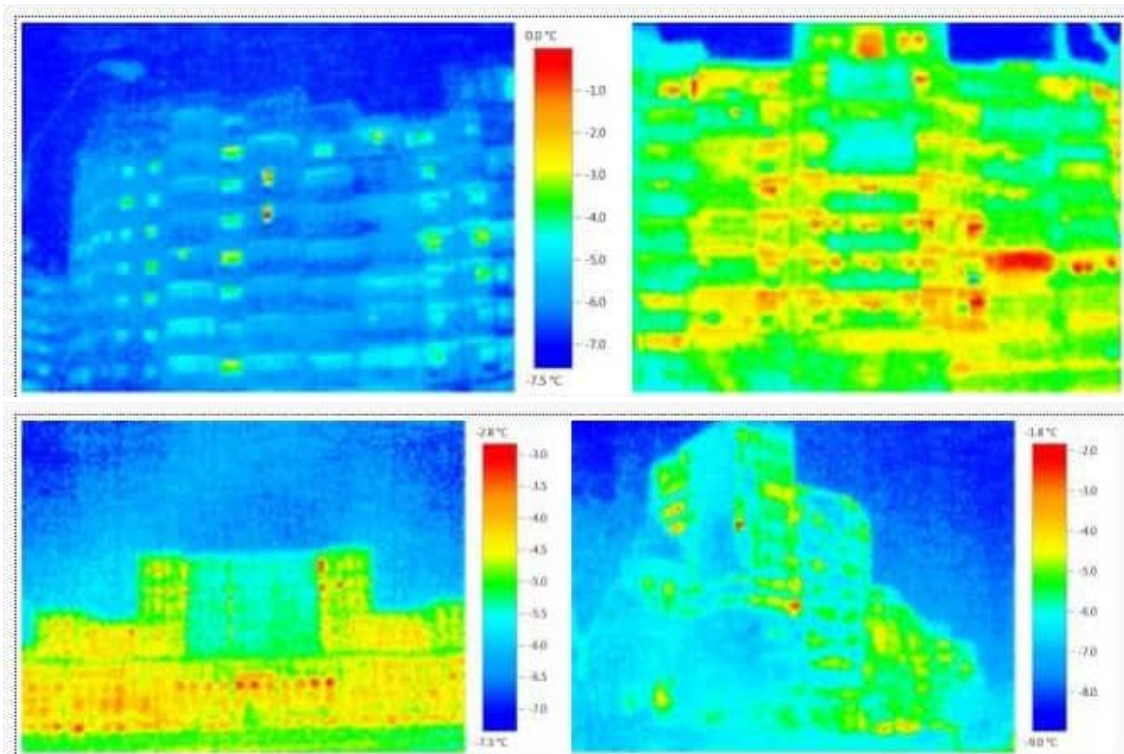


Figura 6. Termografie – exemple din București.

Scanner laser 3D

Când vine vorba de inginerie și construcții de clădiri, cheia succesului este precizia. Arhitecții, inginerii și echipele de construcții au nevoie de planuri precise de la care să pornească și de analize detaliate pe măsură ce merg de-a lungul pentru a se asigura că totul funcționează așa cum ar trebui. Scanarea laser 3D în construcții oferă acel nivel de detaliu și control.

Scanarea cu laser 3D funcționează prin utilizarea unui laser pentru a trage un fascicul de lumină într-o zonă și pentru a măsura fasciculul așa cum este reflectat în afara obiectelor. Scanerul face acest lucru de mii de ori pe minut, cu mici modificări ale unghiului laserului. Rezultatul este o hartă a măsurătorilor punctelor laser numită nor de puncte.

Programe precum Autodesk permit inginerilor să partajeze scanări 3D folosind sisteme cloud. În acest fel, echipe întregi pot lucra la același document în același timp. De la marcarea elementelor importante într-o scanare la lăsarea notelor pentru echipă, modalitățile de editare a unui document sunt aparent nesfârșite. Cu scanări de înaltă

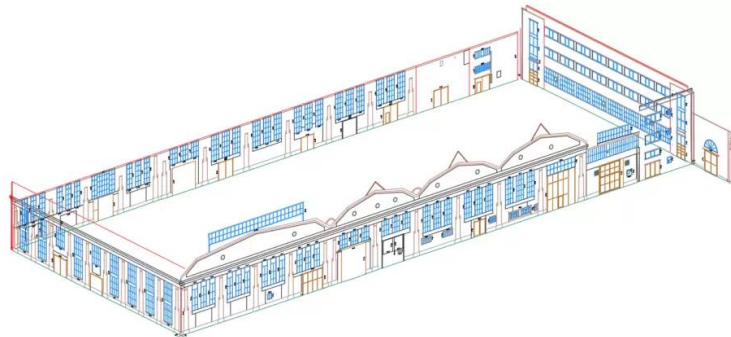
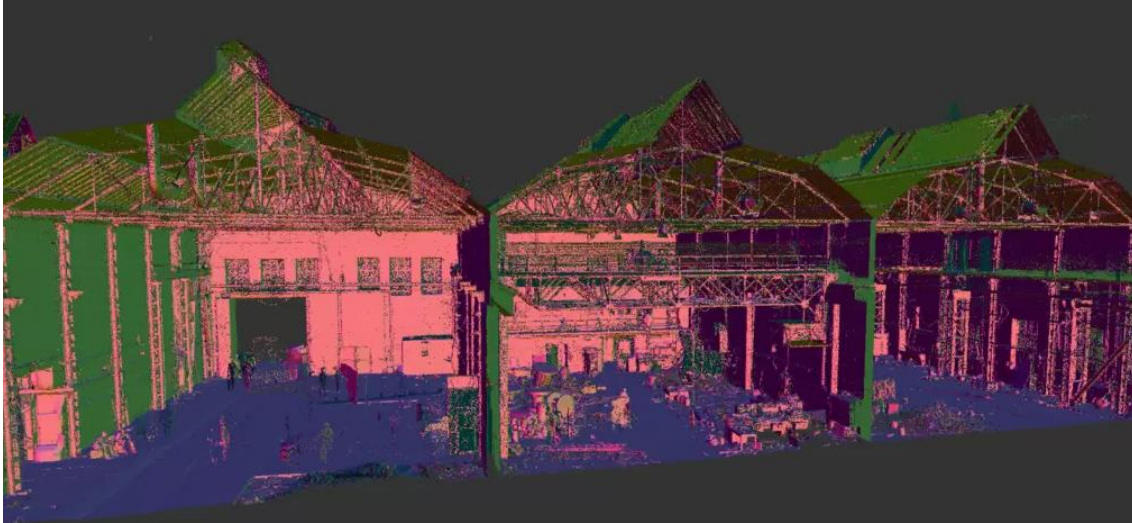
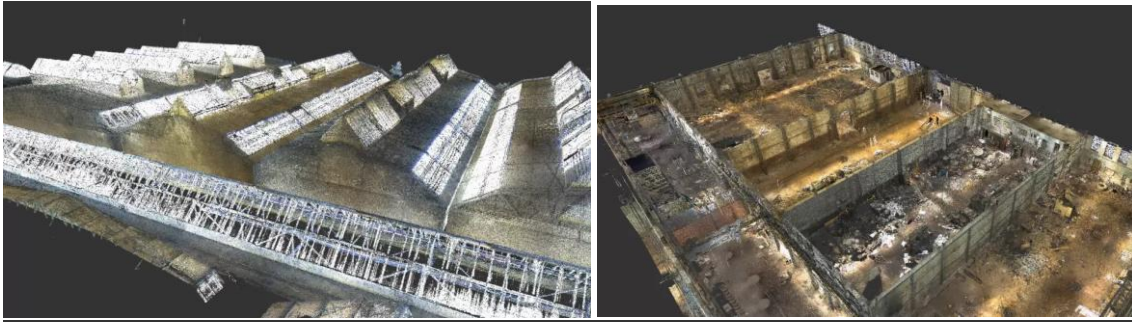
calitate și colaborare ușor de gestionat, companiile de construcții au tot ce le trebuie pentru a îmbunătăți rezultatele proiectului.

Majoritatea scannerelor 3D de dimensiuni mici și medii pot fi montate pe drone. Acest lucru oferă utilizatorilor posibilitatea de a zbura drona la locația sondajului și de a finaliza o scanare. Dacă trebuie să scanăm un pod sau un site cu o mulțime de terenuri dificile, trimiterea unei drone este mult mai sigură decât trimiterea de resurse umane. Există, de asemenea, drone care au un scanner 3D încorporat. Scanarea 3D poate fi legată direct de modelare, procesul de scanare generând ca rezultat o serie de măsurători punctuale care formează un nor de puncte. Pe baza acestui nor de puncte, arhitecții și inginerii pot genera un plan 2D și 3D precis al construcției / proiectului.

În ultimii 10 ani, scanarea 3D în sectorul construcțiilor s-a dezvoltat rapid în România. În acest moment există mai multe companii care oferă acest serviciu, scanarea 3D fiind direct legată și de topografie, BIM (Building Information Model), studiul la fața locului al clădirii vechi/noi [23].

Studiul de caz de mai jos arată o clădire industrială, GRIRO situată în București. Scopul scanării 3D a fost de a obține toate elevațiile, secțiunile orizontale și verticale ale halei industriale. Acest lucru a folosit necesitatea unui flux de lucru clar care să conțină următorii pași:

- Preluarea sitului aflat în București.
- Stabilirea poziționării stațiilor de scanare, precum și a rezoluției utilizate în funcție de gradul de detaliu cerut de tema de proiectare.
- Legarea stațiilor poziționate anterior s-a realizat pe baza planurilor comune scanate (planurile comune sunt reprezentate de: podea, tavan, pereți despărțitori). Au fost realizate în total 255 de stații de scanare laser 3D.
- Registrul point cloud a fost realizat cu Trimble RealWorks cu o abatere generală de 1,88 mm (eroare generală cloud-to-cloud).
- Extragerea fațadelor, secțiunilor verticale și orizontale ale norului de puncte cu ajutorul software-ului AutoCAD.



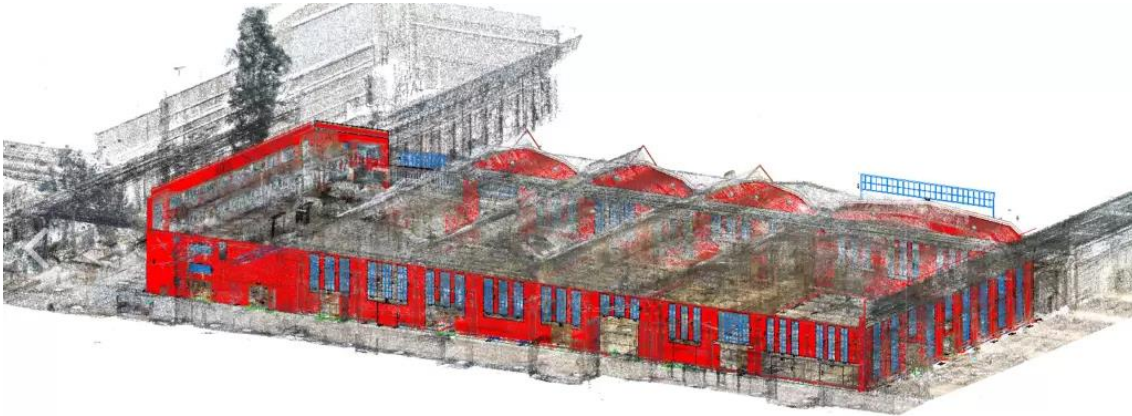
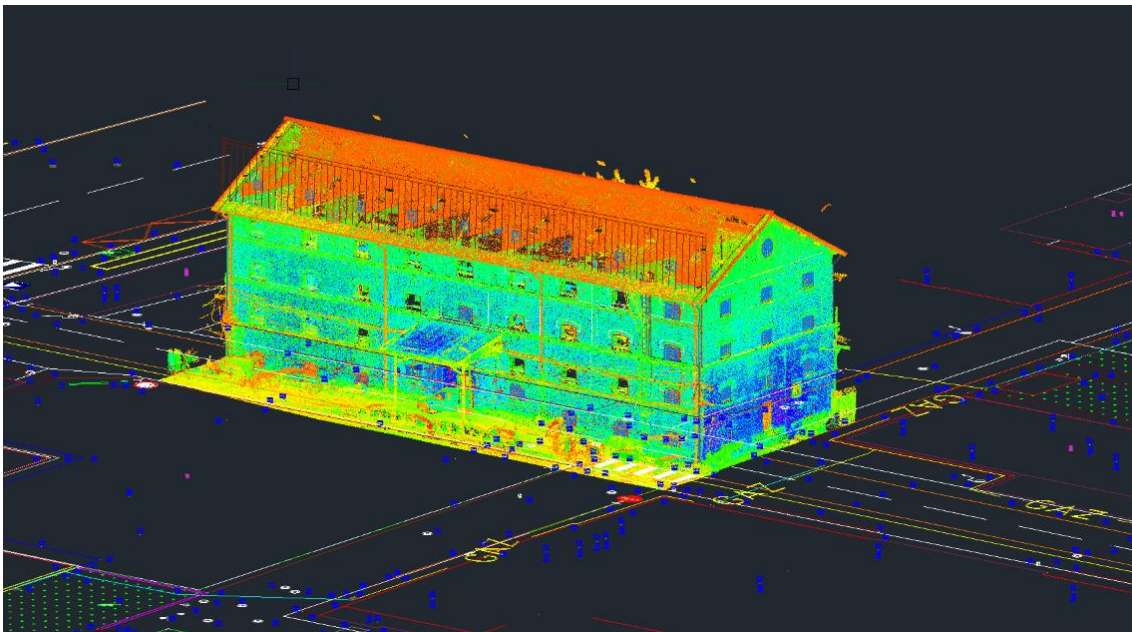


Figura 7. Scanarea 3D a unei clădiri industriale din București.

Un alt exemplu se regăsește și în parcul imobiliar industrial, situat în zona Plevnei din București. În acest caz, la scanarea 3D a fost adăugată și scanarea termală.



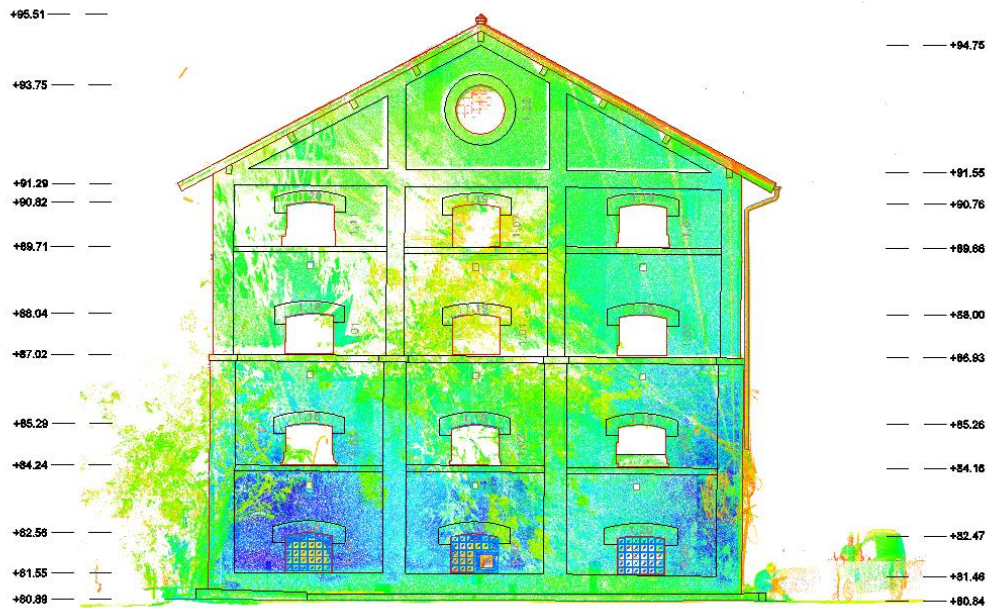


Figura 8. Scanare 3D și termică a unei clădiri industriale din București.

Fluxul de lucru pentru acest proiect s-a desfășurat în teren și apoi a continuat la birou și a avut următoarele faze:

- Preluarea sitului aflat în București.
- Stabilirea poziționării stațiilor de scanare, precum și a rezoluției utilizate în funcție de gradul de detaliu cerut de tema de proiectare.
- Legarea stațiilor poziționate anterior s-a realizat pe baza planurilor comune scanate (planurile comune sunt reprezentate de podea, tavan, pereți despărțitori). Au fost realizate în total 18 stații de scanare laser 3D.
- Registrul point cloud a fost realizat cu programul Trimble RealWorks având o abatere generală de 2,45 mm (eroare generală cloud-to-cloud).
- Extragerea fațadelor din norul de puncte cu ajutorul AutoCAD.

Fotogrammetrie

Fotogrammetria este știința și tehnologia obținerii de informații fiabile despre obiectele fizice și mediu prin procesul de înregistrare, măsurare și interpretare a imaginilor fotografice și a modelelor de imagini radiante electromagnetice și alte fenomene.

Fotogrammetria este utilizată în domenii precum cartografierea topografică, arhitectura, ingineria, fabricarea, controlul calității, investigarea poliției, patrimoniul cultural și geologia. Arheologii îl folosesc pentru a produce rapid planuri de situri mari

sau complexe, iar meteorologii îl folosesc pentru a determina viteza vântului de tornade atunci când nu pot fi obținute date meteorologice obiective.

Cele mai frecvente aplicații sunt în domeniul arheologiei, cartografiei și modelării 3D. O aplicație oarecum similară este scanarea obiectelor pentru a face automat modele 3D ale acestora. Deoarece fotogrammetria se bazează pe imagini, există limitări fizice atunci când aceste imagini sunt ale unui obiect care are suprafețe întunecate, strălucitoare sau clare. În aceste cazuri, modelul produs conține adesea încă lacune, astfel încât curățarea suplimentară cu software precum MeshLab, netfabb sau MeshMixer este adesea încă necesară. De exemplu, Google Earth utilizează fotogrammetria pentru a crea imagini 3D.

Fotogrammetria poate fi utilizată eficient în fluxul de lucru al arhitecților, designerilor și inginerilor.

Planificarea sitului se bazează pe măsurători amănunțite pentru a crea un design precis. Prin împletirea hărților în randări 3D, fotogrammetria poate ajuta arhitecții să înțeleagă zona înainte de a construi. Având o randare clară și precisă, vă va ajuta să decideți elementele importante de design înainte de faza de proiectare.

În **procesul de luare a deciziilor de proiectare** unele decizii comune includ orientarea clădirii, dimensiunea, și aspectul general. Aceste decizii sunt luate mult mai simplu atunci când sunt proiectate într-o redare vizuală precisă. Arhitecții au loc să încerce lucruri noi și să experimenteze cu idei diferite într-un spațiu virtual sigur.

În **procesul de construcție**, o redare vizuală a designului clădirii este utilă nu numai în timpul procesului de proiectare, ci și după construcție. Monitorizarea procesului de construcție este mai ușoară atunci când există o referință clară care este ușor de urmărit vizual. Progresul construcției poate fi văzut în timp real cu ajutorul software-ului de fotogrammetrie arhitecturală.

În același timp, randările vizuale sunt un atu valoros în **marketing** și instrumente de promovare. Atunci când vindeți proiecte mari sau atrageți investitori, o redare vizuală este un mare atu. Spunând povestea proiectului printr-o redare vizuală, este mult mai ușor să vinzi ideea unui loc! Software-ul de fotogrammetrie poate adăuga chiar și medii realiste pentru a înconjura o clădire sau un proiect, ceea ce poate ajuta la crearea unei viziuni clare asupra unui spațiu care nu este încă finalizat.

În ceea ce privește construcțiile din România, acest proces a fost utilizat în ultimii 5 ani și are potențialul de a se dezvolta foarte rapid. Prin fotogrammetrie și fotogrammetrie aeriană, se pot măsura, determina metric și reprezenta grafic și fotografic, porțiuni ale suprafeței pământului sau alte obiective de interes. Metoda fotogrammetriei aeriene cu ajutorul dronei poate fi văzută ca un supliment sau ca un înlocuitor pentru fotogrammetria terestră și domeniile anexe, cum ar fi topografia sau cadastrul.

Exemplul de mai jos arată cum fotogrammetria cu ajutorul unei drone, scanarea 3D, identificarea punctelor cloud pot oferi un rezultat foarte precis și bun în ceea ce privește mediul construit.

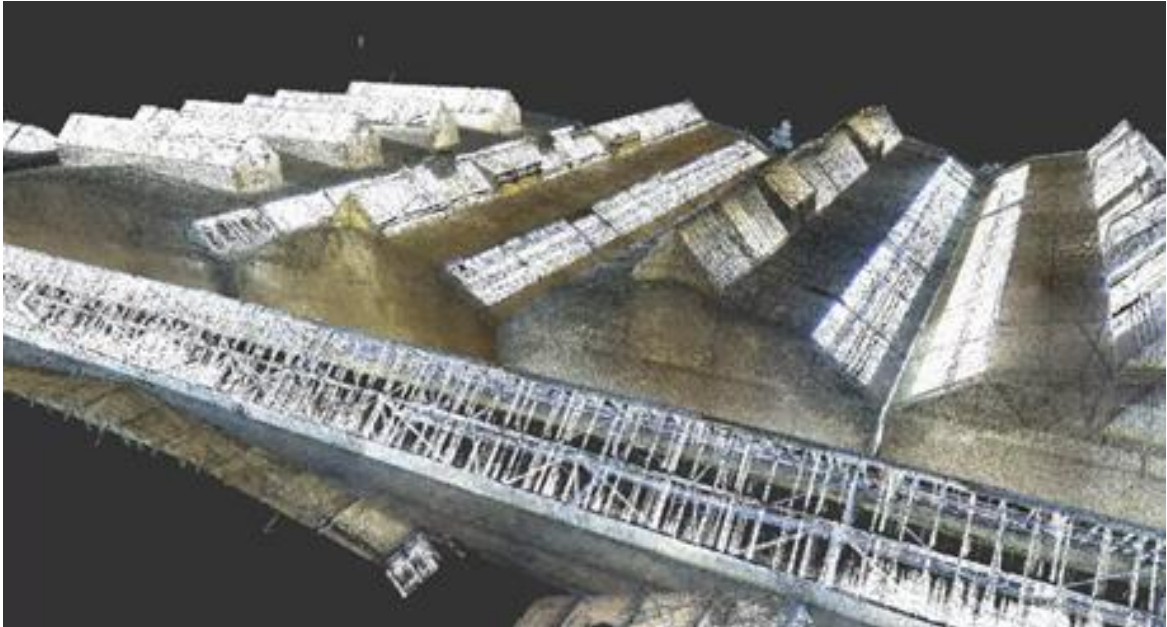


Figura 9. Fotogrammetrie și scanare 3D a unei clădiri industriale din București.

Drona, având capacitatea de a efectua un zbor automat conform unui plan de zbor bine definit, bazat pe coordonate GPS, face o succesiune de fotografii aeriene. Acestea vor fi realizate ulterior, prin prelucrarea imaginilor cu software specializat, hărți și planuri topografice ale unor zone, modele digitale 3D ale clădirilor, modele digitale 3D ale suprafețelor de teren etc.

Norul de puncte

Un nor de puncte reprezintă un set de puncte de date în spațiu. Punctele pot reprezenta o formă sau un obiect 3D. Fiecare poziție punct are setul său de coordonate carteziane (X, Y, Z). Norii de puncte sunt în general produși de scanere 3D sau de software-ul de fotogrammetrie, care măsoară multe puncte de pe suprafețele externe ale obiectelor din jurul lor. Ca ieșire a proceselor de scanare 3D, norii de puncte sunt utilizați în multe scopuri, inclusiv pentru a crea modele CAD 3D pentru piese fabricate, pentru metrologie și inspecția calității și pentru o multitudine de aplicații de vizualizare, animație, randare și personalizare în masă [24].

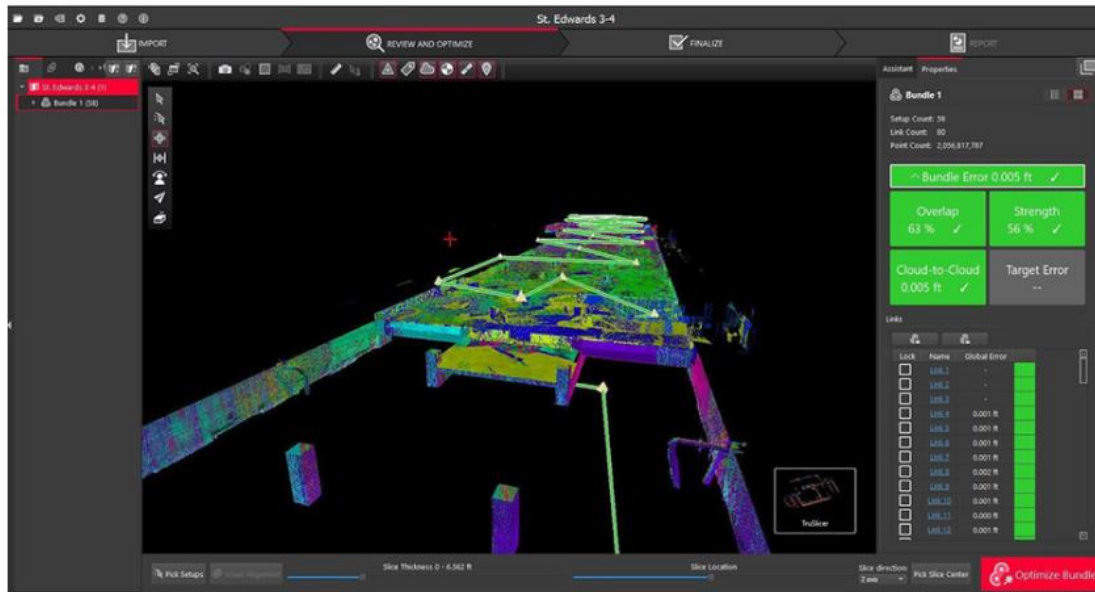


Figura 10. Norii de puncte oferă date exacte pentru o abordare de înaltă productivitate a construcției clădirilor. Imagine de la Leica Cyclone REGISTER 360 software-ul, curtoazie de constructii Lydig [25].

Norii de puncte sunt strâns legați de BIM. În România, acest tip de activitate și abordare a câștigat teritoriu în ultimul deceniu. Cea mai recentă dezvoltare a cloud-ului Point este un sistem pentru realizarea unui BIM dintr-o clădire prezentă. Prin avansarea cu laser, este posibil să se studieze spațiile dintr-o clădire prezentă pentru a face un "nor" robotizat de hobby-uri geometrice ale centrului. Cele mai multe dintre aceste informații pot fi apoi utilizate pentru a transmite geometria clădirii. Aceasta este apoi transportată într-un grup CAD împuternicit de BIM și materialele sunt percepute.

Cheltuiala unei revizuirii point cloud este în doar o secundă, în general, la fel ca un studiu 2D obișnuit. În esență, este corect și face un model 3D din care pot fi luate "tăieturi" 2D de neconceput. Există firme specializate în România care oferă acest tip de suport la fața locului.

Modelele generate din datele din point cloud pot fi utilizate pentru următoarele (de asemenea, în uz în România):

- Documentație vizuală;
- Inspecție și verificare;
- Remodelare constructivă;
- BIM;
- Inginerie și design;
- Retehnologizare și inginerie inversă;
- Animație și efecte.

Tehnologia point cloud se integrează fără probleme cu BIM și cu alte forme de modele de calculatoare. Acesta oferă posibilitatea de a reproduce un activ fizic 3D într-un format digital și de a spori modelele digitale existente.

Bibliografie

- [1] Zăpodeanu I.D., Isopescu D (2014) Policy towards the Building Energy Efficiency in Romania, Buletinul Institutului Politehnic Din Iași, Tomul LX (LXIV), Fasc. 4, 2014 Secția CONSTRUCȚII. ARHITECTURĂ
- [2] Ciutina A., Ungureanu V., Grecea D., Dubina D. (2014) Clarificarea clădirilor în parametrii de dezvoltare durabilă (I). Rev. Constr., 108, 24-29
- [3] Law no.121 / 2014 on Energy Efficiency in Romania. Published in the Official Gazette, Part I, no. 574 of August 1, 2014.
- [4] Simion C.P., Nicolescu C., Cioc M. (2018) Selection of Energy Efficiency Projects for Dwelling Stock to Achieve Optimal Project Portfolio at the Regional Level by Applying LCC. An Analysis Based on Three Scenarios in the South-Muntenia Region of Romania, Journal Energies, MDPI.
- [5] Marchi, B., Zanoni, S. (2017) Supply Chain Management for Improved Energy Efficiency: Review and Opportunities. Energies, 10, 1618.
- [6] Wang, C.N., Thi Ho, H.X., Ming-Hsien, M.H. (2017) An Integrated Approach for Estimating the Energy Efficiency of Seventeen Countries. Energies, 10, 1597.
- [7] European Parliament and the Council of European Union. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the Energy Performance of Buildings (Recast); European Parliament: Bruxelles, Belgium, 2010.
- [8] European Parliament and the Council of European Union. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on Energy Efficiency, Amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and Repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC; European Parliament: Bruxelles, Belgium, 2012.
- [9] European Parliament and the Council of European Union. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources and Amending and Subsequently Repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC; European Parliament: Bruxelles, Belgium, 2009.

- [10] Eftimie E. (2015) Costing energy efficiency improvements in buildings Case study: Braşov, Romania, International Journal of Energy and Environment, Volume 6, Issue 1, 2015 pp. 47-60
- [11] International Energy Agency. SHC Task 40, Net Zero Energy Solar Buildings: International Projects of Carbon Neutrality in Buildings, 2011.
- [12] Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings. Official Journal of the European Union, 2010.
- [13] Hui S.C.M. (2001) Low Energy Building Design in High-Density Urban Cities. Renewable Energy, 24, 627-640.
- [14] Clarke J.A. (2001) Energy Simulation in Building Design, The second Edition. Butterworth-Heinemann A division of Reed Educational and Professional Publishing Ltd.
- [15] Zalejska-Jonsson A. (2012) Evaluation of low-energy and conventional residential buildings from occupants' perspective. Building and Environment, 58, 135-144.
- [16] Malkawi A.M., Augenbroe G. Advanced Building Simulation. Spon Press, Taylor & Francis Group, 2004.
- [17] Klein S.A., et al. TRNSYS 16, A transient System Simulation Program. University of Wisconsin Solar Energy Laboratory, 2006.
- [18] Lungu I, Bara A., Popeangă J. (2013) Measuring and Improving Energy Efficiency Indicators for a Greener Romania
- [19] Dan C., Tanasa V., Stoian S., Brata D., Stoian T., Nagy Gy. S., C. Florut (2016) Passive house design—An efficient solution for residential buildings in Romania, Energy for Sustainable Development, Volume 32, June 2016, Pages 99-109
- [20] <https://inhabitat.com/passive-house-che-in-romania-has-a-super-fun-indoor-net-canopy/>
- [21] <https://uavcoach.com/drone-laws-in-romania/>
- [22] <https://www.certificat-energetic24h.eu/termografie-cladiri/>
- [23] <https://eurosurvey.ro/scanare-laser-3d/>
- [24] https://en.wikipedia.org/wiki/Point_cloud
- [25] <https://bim360resources.autodesk.com/>