

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/313808160>

Mituri si adevaruri despre casele cu structura metalica usoara

Conference Paper · May 2015

CITATIONS

0

READS

2,375

3 authors, including:



Nagy Zsolt

Universitatea Tehnica Cluj-Napoca

41 PUBLICATIONS 96 CITATIONS

SEE PROFILE



Cristina Campian

Universitatea Tehnica Cluj-Napoca

45 PUBLICATIONS 44 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Research on multi story steel buildings [View project](#)



Research on stressed skin diaphragm design [View project](#)

Mituri și adevăruri despre casele cu structură metalică ușoară

Zsolt Nagy¹, Cristina Câmpian², Paul Perne³

Rezumat

Pentru mulți doritori de case am lansat întrebarea: În ce casă și-ar dori să-și trăiască viața și de ce? Una convențională din cărămidă sau într-o casă metalică? Răspunsurile au fost foarte variate, în multe situații alegerea fiind influențată de mituri, ce s-au înrădăcinat în conștiința oamenilor de rând, neavând nici un suport științific real.

Lucrarea de față analizează unele dintre aceste mituri și adevăruri și formulează răspunsuri bazate pe metode științifice inginerești de cuantificarea răspunsului. Articolul abordează subiectul eficienței energetice și cel al proiectării de rezistență ale caselor pe structură metalică ușoară și evidențiază răspunsuri la problemele analizate prin prisma unor exemple de case proiectate și executate, folosite ca studiu de caz. În ce măsură vor schimba aceste răspunsuri opiniile doritorilor de case în timp, rămâne ca fiecare individ să-și decidă alegerea. Nutrim speranța că informațiile colectate în această lucrare le vor fi de ajutor.

1. Introducere

Față de începutul anilor 2000, când ideea caselor pe structură metalică ușoară se lansa pe piața rezidențială din România [1], potențialii utilizatori priveau cu foarte mult scepticism soluțiile tehnice, care erau pacticate de mult timp în piața Nord-Americană, Nord-Vest Europeană (țările Scandinave, marea Britanie), Australiană-Neo Zeelandeză, Japoneză. Criza financiară globală din 2008 a afectat puternic și piața rezidențială din România, însă se pare că mulți s-au îndreptat spre soluțiile caselor metalice realizate din profile ușoare, înregistrând o creștere constantă a pieței în acest segment. În momentul de față în anul 2015 constatăm o penetrare amplă a pieței românești de construcții rezidențiale cu multe firme de execuție și investitori imobiliari pe soluții de case metalice.

Una din barierele inițiale în promovarea pe piața Românească a soluțiilor de case metalice ușoare a fost legată de ideea incompatibilității structurilor de clasa 4 de secțiuni (considerate ca structuri cu ductilitate redusă) și riscul seismic ridicat al zonei, mit risipit în urma evaluării performanțelor acestor tipuri de structuri la acțiuni seismice în zone cu seismicitate ridicată, având accelerația terenului de 0,2g [2].

¹ Conferențiar, Universitatea Tehnică Cluj, Facultatea de Construcții, Departamentul de Structuri

² Profesor, Universitatea Tehnică Cluj, Facultatea de Construcții, Departamentul de Structuri

³ Asistent, Universitatea Tehnică Cluj, Facultatea de Construcții, Departamentul de Structuri

Utilizarea profilelor cu pereți subiri formate la rece de secțiuni C, Σ , U, Z în cazul acestor structuri și dezvoltarea continuă a oelurilor cu rezistențe ridicate, implică rezolvarea unor probleme de proiectare deosebite, care nu sunt întâlnite în proiectarea structurilor realizate din profile de oel obișnuite, obținute prin laminare la cald sau prin sudarea tablelor. Dificultățile în proiectarea acestor structuri devin și mai accentuate, prin prevederea unor fante pe inima secțiunilor C, Σ , U, Z, în vederea creșterii eficienței termice și acustice ale acestor profile (Figura 1). De aceea concepția de ansamblu a structurilor de case realizate din profile de oel cu pereți subiri formate la rece, alcătuirea elementelor structurale, cu secțiuni simple sau compuse, metodologia și detaliile de îmbinare, proiectarea acestora, sunt diferite față de structurile metalice clasice. În consecință, pentru aceste structuri s-au elaborat norme de calcul și proiectare specifice. În vederea simplificării sarcinii proiectanților, aceste tipuri de structuri au căpătat forme prescriptive de proiectare în piața Nord Americană, unde tipologiile de profile și soluții constructive pot fi selectate funcție de dimensiuni geometrice, deschideri, înălțimi [3]. Ulterior au fost publicate volume separate, în vederea acoperirii problematicei proiectării pe capitole de subiecte [4...13]. O încercare similară a fost și pentru piața Uniunii Europene, inițiată de asociația LSK (European Lightweight Steel-framed Construction Association), materializată în final de o publicație cu impact redus, produsă de firma Arcelor [14].

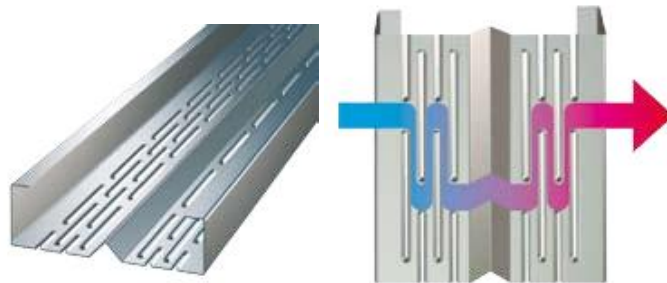


Figura 1 – Profile eficiente termic și acustic (sursa www.lindab.com)

Metodele prescriptive se bazează pe aplicarea unor reguli simplificate de calcul pentru elementele structurale constituente. Datorită numărului și densității mari de elemente componente, modelarea, analiza și calculul structurilor caselor metalice în ansamblul lor rămân în continuare o problemă complexă, ce acționează ca barieră în promovarea soluțiilor pe piață.

Soluțiile constructive de închideri bazate pe tehnologii uscate, care au avantaje indubitabile energetice și la viteza de execuție ale acestor tipuri de case, au un comportament în exploatare diferit față de soluțiile clasice, cu care utilizatorii sunt obișnuși, dacă ne referim la clădirile de cărămidă tencuite. Tehnologiile uscate, ale căror pereți devin impermeabile, asigură o bună izolare termică și un microclimat diferit față de soluțiile clasice din cărămidă, care sunt permeabile (zidărie + tencuială), fiind necesară prevederea unui sistem de ventilație mecanică.

Soluțiile constructive de separarea spațiului pe orizontală (planșee intermediare) bazate pe tehnologii uscate impun tratarea cu atenție a problemelor legate de fonoizolarea și vibrațiile în exploatarea acestora.

În cele ce urmează, câteva din aspectele menționate mai sus vor fi discutate pe baza unor studii de caz și documentele de referință normative, ce reglementează proiectarea acestor tipuri de structuri.

2. Eficiența energetică ale caselor pe structură metalică ușoară

Casele metalice pe structură metalică ușoară pot fi proiectate astfel, încât să rezulte un consum de energie foarte redus, chiar și în zonele climatice foarte reci. Prin utilizarea profilelor perforate cu

eficiență energetică crescută (Figura 1) și izolare adecvată, pot fi obținute case, ai căror consum de energie s-a scăzut sub 50% față de necesarul energetic al clădirilor convenționale. În structura peretelui prin simpla înlocuire a profilelor C200 pline cu profile C200 perforate, coeficientul U de transfer termic al peretelui, U , a scăzut considerabil de la valori de peste $0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ în cazul profilelor C pline la valori sub $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ în cazul profilelor C perforate [15]. Eficiența pereților prin utilizarea profilelor perforate poate ajunge la performanțe similare cu cele ale pereților structurilor de lemn. Variante de soluții sunt studiate și prezentate în [16], unele soluții asigurând coeficient de transfer termic de $0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$.

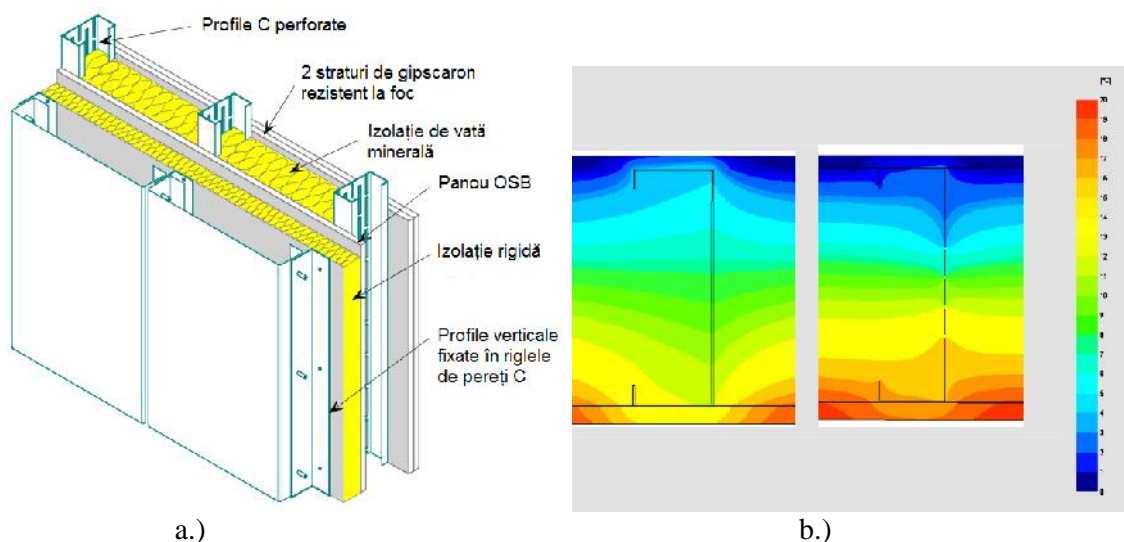


Figura 2 – Soluție de perete (a) și profile C și profile C perforate în analiza termică (b) [15].

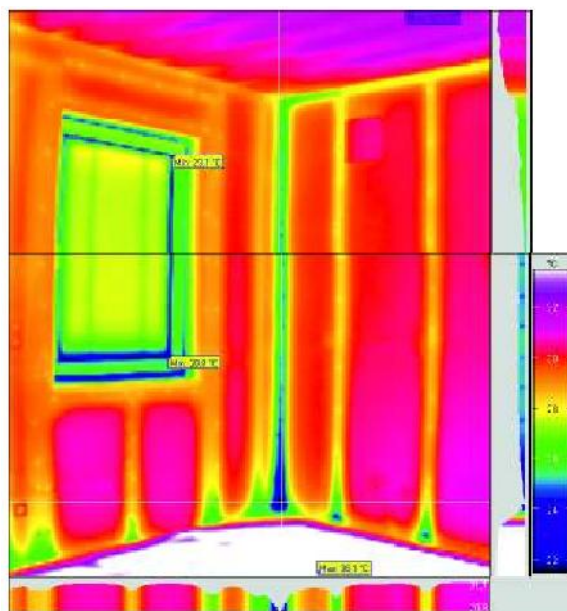


Figura 3 – Fotografie infraroșu al unui colț de perete realizat cu profile perforate [16].

Profilele perforate, eficiente din punct de vedere termic și fonic suferă de degradări de rezistență, tocmai datorate perforațiilor. Găsirea perforațiilor ideale, care să asigure performanțe energetice ridicate, dar în același timp o comportare satisfăcătoare din punct de vedere de rezistență este un

subiect deschis, cercetat și în momentul de față în cadrul tezelor de doctorat în derulare din Universitatea Tehnic Cluj.

Chiar dac nu se utilizeaz profile perforate, prin adoptarea unor soluții adecvate de izolare, se pot obține performanțe energetice deosebite. Casa din str. Câmpinița – Bucure ti (Figura 4) a fost realizat în anul 2012 din profile C150 neperforate. Izolația peretelui a fost realizat cu urm toarele straturi: saltele din vat mineral Rockwool Rockmin Plus de 2x100 mm dispus între profilele C de perete, pl ci Widiwall i termosistem exterior cu izolație de 100 mm din saltele Rockwool Frontrock Max. Izolația acoperi ului a fost realizat cu saltele din vat mineral Rockwool Rockmin Plus de 2x100 mm dispuse între profilele C de acoperi , OSB 15 mm dispus la exterior și o izolație suplimentară de Rockwool Rockmin Plus de 100 mm sub profilele C de rezistență, într-un caroi aj din profile Rigips pentru coborârea tavanului cu 100 mm. În urma calculelor derulate pentru obținerea certificatului de performanță energetică la o suprafață de 208,29 m² i un volum înc lzit de 656,72 m³ a rezultat un consum anual specific de energie de 54,54 kWh/m²an față de 102,19 kWh/m²an a unei cl diri de referință, încadrarea clădirii rezultând în clasa A de eficiență energetică, ceea ce confirmă procentul enunțat anterior de 50% de consum energetic față de necesarul energetic ale unei clădiri convenționale. Indicele de emisii echivalent CO₂ conform certificatului energetic rezult 13,46 kg CO₂ /m²an, față de 23,23 kg CO₂ /m²an al cl diri de referință pentru clasa A de încadrare din punct de vedere al eficienței energetice. În concluzie putem declara c mitul senzației de „rece” este spulberat, casele pe structur metalic ușoară cu soluții adecvate de izolare dovedesc eficiența energetic ale acestora.

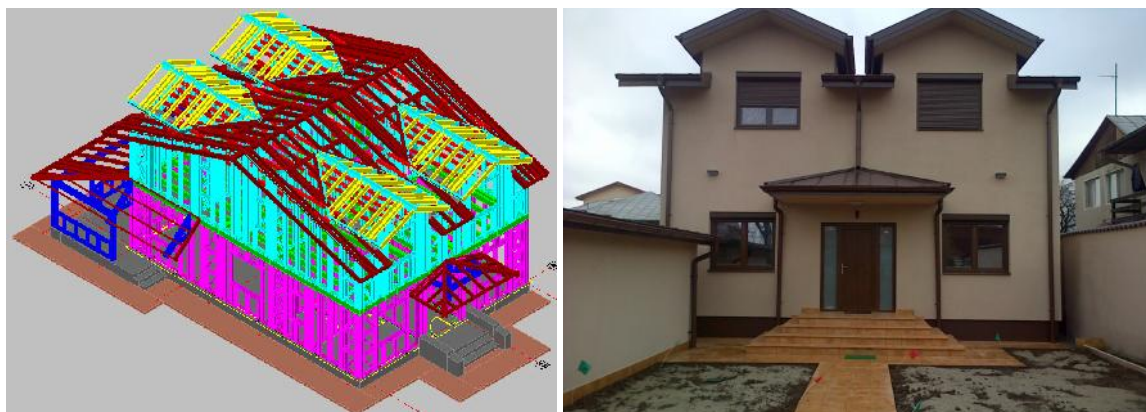


Figura 4 – Casa Dumitrache din str. Câmpinița – Bucure ti, realizat cu profile u oare

Tabel 1 – Consumuri anuale specifice de energie, Casa Dumitrache – Bucure ti

Consumuri anuale specifice de energie pentru:	Cl dire analizat , str. Câmpinița	Cl dire de referință pentru clasa A
Înc lzure	31,95 [kWh/m ²]	79,55 [kWh/m ²]
Ap cald de consum	14,86 [kWh/m ²]	14,91 [kWh/m ²]
Climatizare	19,87 [kWh/m ²]	- [kWh/m ²]
Ventilare mecanic	- [kWh/m ²]	- [kWh/m ²]
Iluminat artificial	7,72 [kWh/m ²]	7,72 [kWh/m ²]

3. Calculul structurii de rezistență în cazul caselor pe structur u oar

Aplicarea principiilor din normele de proiectare pentru profilele cu pereți subțiri formate la rece [17], [18] necesit derularea unui calcul static pe un model structural. Datorit num rului i densit ții mari de elemente componente, modelarea, analiza și calculul structurilor caselor

metalice în ansamblul lor rămâne o problemă complexă, datorită fenomenelor ce derivă din dezvoltarea pereților secțiunilor din care aceste structuri se compun. Instabilitățile locale ale pereților profilului (voalare locală sau distorsiunea secțiunii) prin interacțiunea cu pierderea stabilității generale a elementului structural, care poate avea decupări locale, sau poate fi perforat din considerente de eficiență energetică, generează situații ce complică analiza comportării structurilor și la nivel global, dar și la nivel de element constituent, pentru care instabilitatea este criteriul principal de dimensionare. Dacă la toate acestea adăugăm imperfecțiunile geometrice (abaterea geometrice pe secțiune și pe lungime), de material (influența procesului de fabricație asupra caracteristicilor mecanice ale oțelului, afectat de ecruisare și tensiuni reziduale specifice din procesul de formare la rece) și cele rezultate din schema de încărcare (excentricitate și rezultate din tehnologiile specifice de îmbinare), proiectarea și execuția acestor structuri, comparativ cu cele din profile laminate la cald devine o misiune aproape imposibilă. Fără unelte de analiză sau abacuri de calcul adecvate, care acoperă numai parțial din problematicile enumerate mai sus, procesul de proiectare poate fi o barieră în promovarea acestor structuri pe piață, unde termenul de livrare și cel de execuție joacă un rol important în judecarea competitivității soluțiilor, în comparație cu produsele clasice pentru case.

3.1. Utilizarea metodelor prescriptive pentru configurarea structurii de rezistență

Metodele prescriptive se bazează pe aplicarea unor reguli simplificate de calcul pentru elementele structurale constituente, care ar avea menirea tocmai de a simplifica procesul complex descris anterior. Documentul de referință [14] are incluse tabele cu încărcări admise pe tipuri principale de elemente (montanți de pereți, grinzi principale și secundare de plan eu).

Montanții C100 și C150 cu grosimi de 1,00-1,50-2,00 mm sunt grupați pe înălțimi de nivel de 2,60-3,00-3,50 m. Tabelele propuse sunt elaborate pe schemă statică pendulară, considerând ambele tălpi (interior și exterior) fixate – prin aceasta acceptând ideea excluderii pierderii stabilității laterale prin încovoiere după axa slabă de inerție. Capacitățile portante în tabelul furnizat sunt stabilite pentru încărcări de compresiune concentrate aplicate centric (excentricitate $e=0$) și încărcări aplicate excentric ($e=h/12$ și $h/6$), neglijând efectul momentului încovoiător din acțiunea vântului pe anvelopa exterioară. În cazul profilelor utilizate pentru realizarea planșelor, 3 tipuri sunt la dispoziție pentru configurarea soluției: C, Σ, 2U compuse care rezultă într-o secțiune I. Gama de dimensiuni disponibile este C150-C200-C250, Σ 200-Σ 250 și I150-I200-I250 cu grosimi de 1,00-1,50-2,00 mm și oferă utilizatorului deschiderea admisă, funcție de încărcarea utilă ($q=2,00$ și $2,50 \text{ kN/m}^2$) și distanța interaxială grinzilor ($b=400$ și 600 mm). Capacitățile portante în tabelul furnizat sunt stabilite pentru rezistența la încovoiere în câmp și rezistența la forță tăietoare pe reazem, considerând ambele tălpi (inferior și superior) fixate.

Detalii similare, dar mult mai amănunțite (inclusiv cu detalii de execuție) pot fi obținute din [3]. Urmând aceste indicații, putem configura case pe structură metalică din profilele uoare cu soluțiile acoperite în detaliile furnizate. Complementele ulterioare la [3] pe capitole, abordează materialele, elementele structurale particulare și metodologiile de proiectare [4...13]. Cert este, că metodele prescriptive nu acoperă configurațiile structurale de formă oarecare. În aceste situații tot la un calcul detaliat trebuie să recurgă inginerul proiectant.

3.2. Unelte avansate pentru analiza, proiectarea și verificarea structurii de rezistență

Aplicarea prescripțiilor Eurocode pentru verificarea elementelor componente ale structurilor caselor metalice uoare, care în majoritatea situațiilor sunt de clasă 4, impune utilizarea în calcul a caracteristicilor secțiunilor eficiente în locul celor brute, metodele acoperă problemele de stabilitate locală și distorsională în proiectarea acestora. Modelarea, analiza și calculul structurilor caselor metalice în ansamblul lor fiind o problemă complexă, cele mai utile unelte

vor fi considerate acelea, care acoper cele mai multe din problematici prin procese automatizate de calcul. Datorit complexit ții problemelor legate de înădirea elementelor structurale, care nu au o metod a componentelor, ca și în cazul structurilor laminate, în momentul de față nu există aplicații automatizate pentru calculul și verificarea acestora. În consecință automatizarea procesului de proiectare cu uneltele disponibile pot acoperi numai analiza i proiectarea structurilor, f r tratarea înndirilor. Pentru acoperirea proiect rii acestora r mîn metodele avansate de analiz (utilizarea analizei FEM), detaliile metodelor prescriptive sau metode manuale de calcul.

În modelarea, analiza i calculul structurilor caselor metalice în ansamblul lor pentru a surprinde problemele de stabilitate global , se poate utiliza programul Consteel [19]. ConSteel este un mediu de analiz i proiectare care ofer o soluție completă pentru proiectarea structurilor din oțel (inclusiv unele secțiuni uzuale formate la rece) i a structurilor compozite oțel-beton.

Abordarea pe care ConSteel o ofer din punct de vedere al analizei i proiect rii se bazeaz pe metoda general dup EN1993-1-1, care trateaz modelul structural 3D ca pe un întreg în timpul întregului proces de analiz , considerînd toate leg turile elementelor structurale, a a cum ele au fost modelate de utilizator. Cu o interfață grafică 3D spectaculoasă, utilizatorul este capabil s realizeze un model virtual foarte rapid, elementele modelate (inclusiv cele din profile formate la rece) fiind clasificate dup clasele de secțiuni și după caz verificate cu secțiunea eficace.

În cele ce urmeaz , vor fi prezentate unele din posibilit țile acestui mediu de analiză, prin intermediul unui studiu de caz.

4. Studiu de caz: analiza i calculul unei structuri de cas din profile u oare

Casa din Figura 5 prezint o structur recent proiectat i executat în localitatea Snagov. Solicitarea expres a beneficiarului a fost întocmirea proiectului i realizarea casei într-un termen cît mai redus. Dimensiunile geometrice principale ale construcției sunt: 9m lățime, 12.5 m lungime, 3 m în lțime planșeu și înălțime totală la coamă de 7.95 m. Structura s-a proiectat la înc rcile climatice i seismice corespunz toare zonei Snagov, considerînd pe plan eul mansardei o înc rcare util de 2 kN/m^2 . Particularitatea arhitectural a impus un parter cu foarte puține elemente structurale, fapt pentru care s-a introdus un cadru transversal i longitudinal de susținere din profile laminate. Structura s-a realizat din profile C150x2.0 pentru montanții pereților, cu întăriri locale la colțuri și la bordările golurilor, iar pentru grinzile planșeului au fost dimensionate profile C200x2.5 dispuse la 600 mm interax. În final au rezultat 8,5 tone de confecție metalică, din care 1.3 tone reprezint cadrul de susținere transversal și longitudinal. Proiectul s-a realizat în 7 zile iar realizarea propriu zis a structurii a durat circa 10 zile.

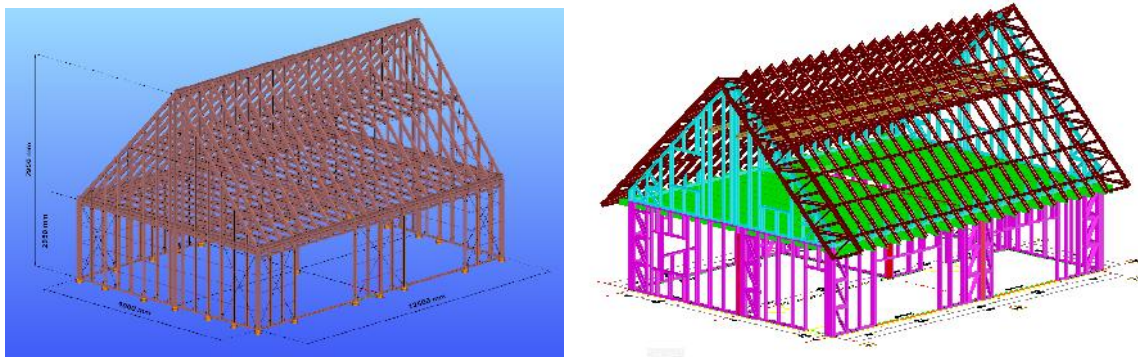


Figura 5 – Model structural de calcul vs. proiectul realizat cu profile u oare

Modelul 3D de calcul al structurii s-a realizat în programul de analiz i calcul structural Consteel, considerînd simplificat 3 leg turi pendulare de stabilizare pe în lțimea montanților de pereți, menite să modeleze efectul bordărilor exterioare și interioare. În mod identic s-au modelat

grinzile de plan eu, considerînd a cîte 3 leg turi pendulare de stabilizare pe deschidere. Grinzile de acoperi pe rol de c priori au fost prev zute între reazemele asigurate de leg turile prev zute cu cîte o leg tur pendular de stabilizare. Colțurile structurii, atît în perete cît și în acoperiș s-au contravîntuit cu fișii de oțel, fiind definite ca elemente care pot prelua numai întindere.

De i num rul leg turilor într-o astfel de structur în realitate este mult mai mare, ansamblul structural din Figura 5 a prezentat la analiza de stabilitate global un r spus foarte bun: primul element ce- i pierde stabilitatea în structur este stîlpul central din profil laminat HEA140, factorul critic de multiplicare al înc rc rii din combinația periculoas (înc rc ri permanente+utile plan eu) rezultat fiind $\alpha_{cr}=6,86$ (Figura 6a). Analiza de sensibilitate la flambaj scoate în evidență elementele sensibile la pierderea stabilității globale cele cu mai puține legături (c priorii, care au fost fixate foarte rar). Rezultatele verific rilor globale, conform metodologiei de calcul din Eurocode au indicat un grad de utilizare al elementelor de maxim 88%, acestea fiind în general profilele de bordare ale golurilor, care acumulau înc rcare mai mare din cauza lipsei montanților pe suprafața de goluri.

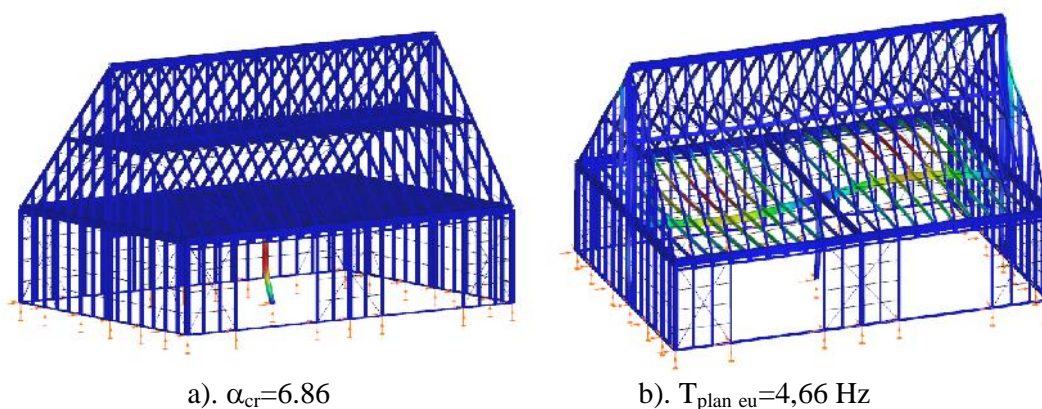


Figura 6: Rezultatul analizei de stabilitate i cel al analizei dinamice

Este interesant de menționat faptul, că verificările de rezistență indică adecvate și profile C150x2,5 pentru grinzile de planșeu, însă în analiza dinamică apare vibrația verticală la o frecvență sub 5 Hz (Figura 6b), ceea ce poate genera efecte nedorite în exploatare în combinația înc rc rilor 1,35 x permanente + 1,5 x utile. Rezultatele analizei dinamice utilizînd profile C200x2,5 arat c aceeași formă de vibrație apare la o frecvență de 5,56 Hz, ceea ce înc este foarte aproape de pragul critic recomandat de 5 Hz.



Figura 7: Structura casei analizate în stadiu de execuție

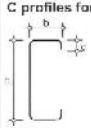
5. Discuții privind rezultatele analizelor numerice și compararea lor cu abace

Având rezultatele detaliate ale analizelor numerice, utilizând unele automatizate, este foarte ușor să facem o comparație, privind acuratețea cu care putem configura o casă pe structură metalică, folosind abacele oferite de [14] (vezi Figura 8). Considerând forța axială maximă rezultată din calcul $N_{Ed}=60kN$, în lățimea de nivel de 3 m și excentricitatea maximă $h/6$, regăsim profilul C150x2.0 utilizat în analiză pentru montanții pereților. Procedând în mod similar pentru grinzile de plan eu, considerând ca și date de intrare deschiderea elementului de 4,5 m, distanța dintre rigle de 600 mm și încărcarea util de $2 kN/m^2$, constatăm că profilele C150 au limita de utilizare 3,54 m. În ceea ce privește selecția profilelor C200x2.00, acestea sunt la limita de utilizare de 4,44 m (probabil C200x2,50 într-un interval acceptabil, dar nu este acoperit de tabel), alegerea cea mai sigură fiind profilul C250x2.0 sau profilele $\Sigma 200x2.00$. Tabelele din referința [14] nu ne asigură asistență în alegerea profilelor pentru realizarea acoperișului, alegerile în această situație fiind posibil să se ghideze după rezistențele la moment încovoietor, forța tăietoare și efectele locale din forța concentrată de pe reazem.

Fără o optimizare a acestor alegeri, conform calculelor derulate rezultă o structură robustă, cu rezerve de rezistență la nivel de elemente structurale, dar o atenție deosebită trebuie acordată detaliilor de îmbinare, unde informațiile din referința [3] ne pot fi de mare ajutor. Pe de altă parte, focalizându-ne atenția numai asupra criteriilor de rezistență și stabilitate, utilizând un program performant de calcul, aspectele privind vibrația planșeului pentru un utilizator fără experiență poate să scape, ceea ce ar putea conduce la efecte secundare nedorite în exploatare.

În concluzie privind aspectele procesului de proiectare putem declara că proiectarea structurii caselor pe structură metalică ușoară rezervă capcane pentru cei fără experiență, dar abacele de calcul în spatele căror stă o cercetare minuțioasă, ne pot oferi soluții rapide, chiar dacă unele elemente vor fi supradimensionate cu rezerve de rezistență considerabile. Problemele legate de îndirigările structurilor rămân în continuare puncte nevralgice, unde soluțiile standardizate și încercate pot reprezenta calea accesibilă adoptate în soluțiile proiectate.

C profiles for Walls

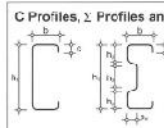


Profile Labels:
 Thickness of foot face h
 Flange width b
 Lip height c
 Nominal plate thickness t
 Nominal lip thickness t_l

A_{eff}^x = effective cross section area [mm²]
 A_{eff}^y = effective cross section flexion [mm²]
 $W_{pl,y}$ = moment of resistance [cm³]
 e_{cg} = cross spacing – to effective center of gravity [mm]
 l = profile length (= effective length) [cm]
 e_x = eccentricity
 N_{cr} = limit force [kN]

Profile h x b x c x L	z [mm]	A_{eff}^x [mm ²]	A_{eff}^y [mm ²]	$W_{pl,y}$ [cm ³]	e_{cg} [mm]	N_{cr} [kN] $e_x = 0$	N_{cr} [kN] $e_x = 1/12$	N_{cr} [kN] $e_x = 1/6$
C 100 x 60 x 10 x 1,0	0,92	106,7	133,1	4,76	7,28	260	27,2	21,9
						300	24,6	20,2
						350	21,6	17,8
C 100 x 60 x 10 x 1,5	1,42	217,4	257,4	8,74	2,71	260	54,4	42,8
						300	48,7	38,7
						350	41,8	34,5
C 100 x 60 x 10 x 2,0	1,96	338,7	397,0	12,13	2,18	260	76,4	61,5
						300	58,3	46,6
						350	56,4	46,2
C 150 x 50 x 10 x 1,0	0,92	106,7	103,4	7,35	14,07	260	31,0	24,1
						300	26,7	20,4
						350	27,9	22,3
C 150 x 50 x 10 x 1,5	1,42	220,2	338,0	14,36	5,13	260	64,1	50,2
						300	64,1	54,4
						350	64,1	51,7
C 150 x 60 x 10 x 2,0	1,96	360,0	493,2	20,80	2,98	260	101,8	86,0
						300	101,8	83,3
						350	98,1	78,6

C Profiles, Σ Profiles and I Profile for ceilings



Profile Labels:
 Thickness of roof face h,
 Flange width b
 Lip height c
 Nominal plate thickness t,
 Plate thickness t_l

W_{pl} = Moment of resistance [cm³]
 I_y = Moment of inertia [cm⁴]
 $M_{pl,y}$ = Maximum moment [kNm]
 $R_{b,y}$ = Bearing reaction [kN]
 $V_{pl,y}$ = Lateral force [kN]
 p = Live load [kNm²]
 b = Girder spacing [cm]
 l = allowable bearing distance
 N_{cr} = Failure form¹⁾²⁾
¹⁾ no supporting reinforcement necessary

Floor covering: ceramic, 10 mm
 We: screed topping, 40 mm
 Focfall sound insulation, 20 mm
 D/U: paneling (plywood), 20 mm
 Furring
 Sound absorbant material, 20 mm
 Suspended ceiling, 2 x 12,5 mm

Using structure 1.35 kNm/m²

Profile h x b x c x L h ₀ x h ₁	W_{pl} [cm ³]	I_y [cm ⁴]	$M_{pl,y}$ [kNm]	$R_{b,y}$ [kN]	$V_{pl,y}$ [kN]	$p = 2,0$			
						b = 40 cm l [cm]	b = 50 cm l [cm]	b = 60 cm l [cm]	b = 80 cm l [cm]
C 150 x 50 x 10 x 1,0	7,35	71	2,14	1,69	5,56	228'	235'	240'	195'
C 150 x 50 x 10 x 1,5	14,36	123	4,18	3,50	20,5	384'	318'	302'	264'
C 150 x 50 x 10 x 2,0	21,80	165	6,06	5,06	40,1	495'	354'	336'	293'
C 200 x 50 x 10 x 1,0	10,07	134	2,93	1,69	4,16	336'	270'	281'	185'
C 200 x 50 x 10 x 1,5	15,41	228	5,65	3,50	15,4	451'	381'	374'	313'
C 200 x 50 x 10 x 2,0	20,37	326	8,84	5,06	43,1	598'	444'	422'	363'
C 250 x 60 x 10 x 1,5	24,06	378	7,28	3,50	12,3	520'	432'	440'	301'
C 250 x 60 x 10 x 2,0	37,96	549	11,04	5,06	32,4	695'	529'	502'	439'
$\Sigma 200$ x 65 x 10 x 1,5 36 x 100	29,03	314	8,45	2,17	23,3	592'	438'	416'	364'
$\Sigma 200$ x 65 x 10 x 2,0 36 x 100	42,08	434	12,24	5,33	43,3	660'	488'	484'	405'
$\Sigma 250$ x 70 x 10 x 1,5 50 x 120	38,75	541	11,56	2,17	19,0	692'	526'	499'	438'
$\Sigma 250$ x 70 x 10 x 2,0 50 x 120	58,44	757	17,00	5,33	47,1	673'	588'	559'	488'
1150 x 50 x 10 x 1,5	28,72	240	8,36	7,00	41,0	460''	400''	380''	332''
1200 x 50 x 10 x 1,5	38,82	458	11,30	7,00	30,8	566''	497''	472''	412''

Figura 8: Tabel de selectare pentru montanți de pereți și rigle de planșee, conform [14]

7. Concluzii

Lucrarea de față analizează mituri și adevăruri privind eficiența energetică și unele aspecte privind proiectarea caselor pe structură metalică uoară. Autorii articolului printr-un exemplu realizat de casă pe structură metalică uoară, demonstrează că acestea pot fi proiectate astfel, încât să rezulte un consum energetic foarte redus, chiar și în zonele climatice foarte reci. Prin utilizarea profilelor perforate cu eficiență energetică crescută sau soluții și detalii de izolare termică adecvată, pot fi obținute case, ai căror consum de energie să scadă la 50% față de necesarul energetic al clădirilor convenționale, acestea fiind încadrate în clasa A de consum energetic.

În privința proiectării, modelarea, analiza și calculul structurilor caselor metalice în ansamblul lor rămâne o problemă complexă, datorită fenomenelor ce derivă din zveltețea pereților secțiunilor. Instabilitățile locale ale pereților profilului (voalare locală sau distorsiunea secțiunii) prin interacțiunea cu pierderea stabilității generale a elementului structural, care poate avea decupări locale, sau poate fi perforat din considerente de eficiență energetică, generează situații ce complică analiza comportării structurilor și la nivel global, dar și la nivel de element constituent, pentru care instabilitatea este criteriul principal de dimensionare.

Metodele prescriptive pot fi o alternativă pentru simplificarea procesului de proiectare, în cazul unor structuri, ai căror arhitecți este acoperit de soluțiile tipizate în documentele normative disponibile la ora actuală. S-a prezentat o aplicație care tratează modelul structural 3D ca pe un întreg în timpul întregului proces de analiză, considerând toate legăturile elementelor structurale, așa cum ele au fost modelate de utilizator, efectuând verificările elementelor structurale prin considerarea secțiunii eficiente. Chiar dacă procesul de analiză este automatizat, proiectarea structurii caselor pe structură metalică ușoară rezervă capcane pentru cei fără experiență. Problemele legate de înndirile structurilor rămân în continuare puncte nevralgice, pentru care încercările de laborator și metodele avansate de calcul oferă rezolvări pe moment.

Referințe

- [1] Case Study: Constantin's Family House, Ploiesti, Romania, *Access Steel information portal*, SP024a-EN-EU, 2004.
- [2] Dubina, D., Fulop, L., Aldea, A., Demeteriu, S., Nagy, Zs., *Seismic performance of Cold-formed Steel Framed Houses*, Proceedings 5th International Conference on Behaviour of Steel Structures in seismic areas - STESSA 2006, 14-17 August 2006, Yokohama, Japan, Taylor&Francis / Balkema, London, 2006, (Eds. F.M. Mazzolani, A. Wada), pp. 429-435
- [3] *Prescriptive Method for Residential Cold-Formed Steel Framing*, AISI, 2000.
- [4] Standard for Cold-Formed Steel Framing – *General Provision* (2007), AISI S200-07, American Iron and Steel Institute
- [5] Standard for Cold-Formed Steel Framing – *Product Data* (2007), AISI S201-07, American Iron and Steel Institute
- [6] Standard for Cold-Formed Steel Framing – *Floor and Roof System Designs* (2007), AISI S210-07, American Iron and Steel Institute
- [7] Standard for Cold-Formed Steel Framing – *Wall Stud Design* (2007), AISI S211-07, American Iron and Steel Institute
- [8] Standard for Cold-Formed Steel Framing – *Header Design* (2007), AISI S212-07, American Iron and Steel Institute
- [9] Standard for Cold-Formed Steel Framing – *Lateral Design* (2007), AISI S213-07, American Iron and Steel Institute
- [10] Standard for Cold-Formed Steel Framing – *Truss Design* (2007), AISI S214-07, American Iron and Steel Institute

- [11] Standard for Cold-Formed Steel Framing – *Code of Standard Practice* (2005), American Iron and Steel Institute
- [12] Standard for Cold-Formed Steel Framing – *Prescriptive Method for One and Two Family Dwellings* (2007), AISI S230-07 American Iron and Steel Institute, Washington, D.C.
- [13] *Cold-Formed Steel Framing Design Guide*, D110-07, (2007), American Iron and Steel Institute, Washington, D.C.
- [14] *European Lighthweight Steel framed Construction*, Published by Arcelor, printed by Victor Buck, 2005, ISBN 2-9523318-2-0
- [15] WP 6 - Guidance for architect and engineers on energy efficient solutions in steel: *Design guidance on energy and thermal improvements for residential buildings*, RFSR-CT- 2008-00038, University of Aachen
- [16] *Knowledge in the use of steel-intensive dry construction systems in housing*, Research Fund for Coal and Steel - Final report, 2004
- [17] SR EN 1993-1-3, Eurocod 3: *Proiectarea structurilor de oțel Partea 1-3: Reguli generale Reguli suplimentare pentru elemente structurale și table formate la rece*, ASRO, 2007
- [18] SR EN 1993-1-5, Eurocod 3: *Proiectarea structurilor de oțel. Partea 1-5: Elemente structurale din plăci plane solicitate în planul lor*, ASRO, 2007.
- [19] www.consteelsoftware.com