MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE

UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA

FACULTATEA DE CONSTRUCȚII

arh. Iulia-Adina Lehene

TEZĂ DE DOCTORAT

STUDIU DE ESTETICĂ ÎN INGINERIE CIVILĂ

Conducător științific
Prof.dr.ing. Ludovic Gh. Kopenetz

Cluj-Napoca
2018

Cuprins

Lista de abrevieri ……7

Cap. 1. Introducere ……...9

1.1. Motivația cercetării întreprinse ……9

1.2. Desfășurarea cercetărilor ……9

1.3. Obiectivele tezei ……10

1.4. Conținutul lucrării ……..10

Cap. 2. Estetica şi teoria frumosului ……13

2.1. Introducere ……..…13

2.2. Definiţia de nişă a esteticii ……..…13

2.3. Concepte de lucru ……..……14

2.4. Problematica frumosului ……16

2.5. Conceptul de frumos la o serie de esteticieni ……17

Socrate (470-399 î.Hr.) ……17

Democrit (460-379 î.Hr.) ……..…17

Platon (427-347 î.Hr.) ……...18

Aristotel (384-322 î.Hr.) ……...18

Vitruviu (81 î.Hr.-15 d.Hr.) ……..18

Plotin (204-270 d.Hr.)……...18

Sf. Augustin (354-430 d.Hr.) ……19

Boethius (480-524 d.Hr.) ……..19

Pseudo-Dionisie (sec. al VI-lea d.Hr.) ……..19

Sf. Toma d'Aquino (1225-1274) ……..19

Leon Battista Alberti (1404-1472) ……20

Leonardo da Vinci (1452-1519) ……...20

Michelangelo Buonarroti (1475-1564) ……20

Descartes (1596-1650) ……..20

Alexander Baumgarten (1714-1762) ……21

Immanuel Kant (1724-1804) ……..21

Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1770-1831) ……..22

Charles Baudelaire (1821-1867) ……...23
Alain (Emile Chartier) (1868-1951) …… 23
Martin Heidegger (1889-1976) ……24
Mikel Dufrenne (1910-1995) ……25
Monroe Beardsley (1915-1985) ……25
Umberto Eco (1932-2016) ……26
2.6. Concluzii parţiale ……..….27
2.7. Sinteza de teorii ale frumosului realizată de Monroe Beardsley ……...…28
2.7.1. Alienarea conceptului de frumos ……28
2.7.2. Schema conceptelor ce au caracterizat frumosul ……30
2.7.3. Liniile directoare de studiere a frumosului ……..…32
2.8. Teoria reconsiderată a frumosului ……33
2.8.1. Expunerea teoriei ……....33
2.8.2. Abraham Maslow: Piramida necesităţilor umane ……...34
2.8.3. Idei anterioare care susţin teoria ……36
2.9. Concluzii ……37

Cap. 3. Structura prin prisma esteticii ……39
3.1. Introducere ……39
3.1.1. Estetica şi percepţia estetică ……...39
3.1.2. Valoarea estetică a obiectelor ……..…40
3.1.3. Gustul în estetica structurilor ……..40
3.1.4. Componentele esteticii structurilor ……41
3.2. Moduri de abordare a esteticii structurilor şi cadre de cercetare ……...41
3.2.1. Abordarea esteticii structurilor ……...41
3.2.2. Cadre oficiale de cercetare a esteticii structurilor ……...57
3.3. Scurtă sinteză istorică a evoluției esteticii structurilor ……..58
3.4. Consideraţii aprofundate asupra esteticii structurilor ……59
3.5. Proiectarea structurilor estetice ……..62
3.5.1. Consideraţii generale în procesul de proiectare și gestionare a structurilor estetice …...62
3.5.2. Scopurile esteticii structurilor din punct de vedere mecanic ……..63
3.5.3. Creativitatea în proiectarea inginerească ……65
3.5.4. Componenta aluzivă a esteticii în proiectarea inginerească ……...66
3.5.5. Factorii implicați în proiectarea structurilor estetice ……..67
3.5.6. Principii, linii directoare și sugestii pentru proiectarea de structuri cu valoare estetică 68

3.5.7. Sugestii inspiraționale și posibile soluții de proiectare a structurilor estetice ……....71
3.5.8. Libertatea de alegere a inginerului în procesul de proiectare a structurilor estetice ……...72
3.5.9. Colaborarea inginer-arhitect în procesul de proiectare a structurilor estetice ……73
3.5.10. Componenta estetică în proiectarea inginerească și cea arhitectural ……74
3.6. Considerații generale estetice despre materialele de construcții ……...75
3.7. Impactul estetic al structurilor asupra mediului înconjurător ……78
3.8. Pregătirea de specialitate dedicată esteticii structurilor ……79
3.8.1. Învățământul dedicat esteticii structurilor ……...79
3.8.2. Învățământul universitar de arhitectură versus cel de inginerie civilă ……...80
3.8.3. Parcursul profesional în estetica structurilor ……..80
3.9. Încheiere ……81

Cap. 4. Contribuții ale inginerilor de referință mondială la estetica structurilor ……....83
4.1. Introducere ……83
4.2. Ingineri de referință în domeniul esteticii construcțiilor ……...83
Thomas Telford (1757-1834) ……...83
George Stephenson (1781-1848) ……..84
Isambard Brunel (1806-1859) ……..85
John Roebling (1806-1869) ……..……86
Gustave Eiffel (1832-1923) ……..……87
Benjamin Baker (1840-1907) ……..…….88
Vladimir Shukhov (1853-1939) ……..……..89
Robert Maillart (1872-1940) ……..……...90
Eugène Freyssinet (1879-1962) ……...……..91
Othmar Ammann (1879-1968) ……..……...93
David Steinman (1886-1960) ……..……..94
Franz Dischinger (1887-1953) . ……..……..95
Pier Luigi Nervi (1891-1979) ……...96
Sir Ove Arup (1895-1988) ……97
Eduardo Torroja (1899-1961)……...98
Nicolas Esquillan (1902-1989) ……99
Anton Tedesko (1903-1994) ……..101
Mario Salvadori (1907-1997) ……102
Fritz Leonhardt (1909-1999) ……..103
Tung-Yen Lin (1911-2003) ……104

Guohao Li (1913-2005) ……..105
Eladio Dieste (1917-2000) ……..106
David Jawerth (1920-1998) ……107
Mircea Mihailescu (1920-2006) ……108
Heinz Isler (1926-2009) ……..…109
Jean Muller (1925-2005) ……....110
Frei Otto (1925-2015) ……111
Christian Menn (1927-2018) ……..112
Fazlur Khan (1929-1982) ……113
Stefan Polónyi (1930-prezent) ……114
Victor Gioncu (1933-2012) ……115
Jörg Schlaich (1934-prezent) ……..116
Peter Rice (1935-1992) ……..118
Eugene Figg (1936-2002) ……...119
Julius Natterer (1938-prezent) ……120
Man-Chung Tang (1940-prezent) ……...121
Michel Virlogeux (1946-prezent) ……..122
Santiago Calatrava (1951- prezent) ……123
William Baker (1953-prezent) ……124
Werner Sobek (1953-prezent) ……126
4.3. Observații personale și concluzii ……127

Cap. 5. Convorbiri despre estetica structurală cu ingineri de referinţă clujeni ……131
5.1. Scopul cercetării și metodologia utilizată ……131
5.2. Interpretarea rezultatelor ……..…132
5.2.1. Claritatea structurii ……...132
5.2.2. Legătura dintre structură și frumos ……...133
5.2.3. Comunicarea dintre frumos şi structură ……134
5.2.4. Demersul conceptual al structurii estetice ……135
5.2.5. Condițiile realizării structurilor frumoase şi de succes ……138
5.2.6. Esența condițiilor realizării structurilor frumoase şi de succes ……139
5.2.7. Aplicarea condițiilor de realizare a structurii frumoase şi de succes ……141
5.2.8. Evoluția în domeniul esteticii structurilor ……142
5.2.9. Lucrări și specialiști de referință în domeniu ……144
5.2.10. Stimularea proiectării de structuri frumoase ……...145

5.2.11. Reacția publicului la efortului specialistului ……..146
5.3. Concluziile studiului ……147

Cap. 6. Metode de evaluare a esteticii structurilor ……149
6.1. Introducere ……...149
6.2. Critica esteticii structurilor ……..150
6.3. Criterii de evaluare ……...151
6.4. Modalități și metode de evaluare a structurilor ……...154
6.4.1. Modalități moderne de evaluare a structurilor ……..154
6.4.2. Sistemul decizional în analiza estetică a structurilor ……155
6.4.2.1. Introducere ……155
6.4.2.2. Scurtă privire de ansamblu asupra Sistemelor Decizionale ……...158
6.4.2.3. Sisteme Decizionale Inteligente care folosesc logica fuzzy ……..169
6.4.3. Elemente de logică fuzzy implicate într-un SDIF ……171
6.5. Propunerea unui aplicații de evaluare estetică a structurilor ……...177
6.5.1. Prezentarea conceptului de evaluare ……177
6.5.2. Colectarea datelor ……178
6.5.3. Prelucrarea datelor ……181
6.6. Concluzii ……..185

Cap. 7. Aplicarea evaluării estetice utilizând propunerea proprie ……..187
7.1. Introducere ……...187
7.2. Noul corp al Curții Supreme de Justiție a Noii Zeelande, Wellington ……188
7.3. Muzeul de Artă Americană Crystal Bridges, Bentonville ……...190
7.4. Turnul de observație ArcelorMittal Orbit Sculpture, Londra ……..192
7.5. Turnul Al-Hamra, Kuwait ……194
7.6. Templul Bahá'i din Santiago ……196
7. 7. Concluzii ……198

Cap. 8. Concluzii ……...199
8.1. Concluzii finale ……199
8.2. Contribuții proprii ……200
8.3. Direcții de cercetare viitoare ..……..200
8.4. Încheiere ……...……201

Bibliografie …….203
Lista figurilor ……...……212
Lista tabelelor ……222
Anexe ……...……223

Lista de abrevieri

AIA	–	Architecture International Association
AICPS	–	Asociaţia Inginerilor Constructori Proiectanţi De Structuri
arhit.	–	arhitectura
BI	–	Business Intelligence
IABSE	–	International Association for Bridge and Structural Engineering
IASS	–	International Association for Shell and Spatial Structures
cap.	–	capitol
CNC	–	comandă numerică prin calculator
ECCS	–	The European Convention for Construction Steelwork
ETH	–	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
fig.	–	figura, diagrama sau imaginea la care se face referire
FIP	–	Federation Internationale De La Precontrainte
IA	–	Inteligență Artificială
IABSE	–	International Association for Bridge and Structural Engineering
IBOIS	–	Laboratorul de Construcții de Lemn al Școlii Politehnice Federale din Lausanne
ICE	–	Institution of Civil Engineers
ILEK	–	Institute for Lightweight Structures and Conceptual Design, Stuttgart
IStructE	–	The Institution of Structural Engineers
OLAP	–	On-line Analytical Processes
p.	–	pagina
pp.	–	paginile sau numărul total de pagini al lucrării la care se face referință
S.	–	structura
SD (SSD)	–	Sistem Decizional (Sistem Decizional de Suport)
SDIF	–	Sistem Decizional Inteligent cu Logică Fuzzy
SDP	–	Sistem Decizional Particular
SSRC	–	Social Science Research Council
tab.	–	tabel

Cap. 1. Introducere

1.1. Motivația cercetării întreprinse

Abordarea integrată a temei esteticii structurilor și-a arătat de-a lungul timpului necesitatea în domeniul ingineriei, fiind o componentă esențială pentru succesul rezultatului profesional.

Analiza și evidențierea trăsăturilor de estetică structurală sunt procese care trebuie să aibă loc în mod constant, deoarece aceste trăsături se schimbă și sunt determinate o dată cu evoluția și schimbările din societate. Există, desigur, un cadrul general în care se observă liniile directoare pe care aceste trăsături le parcurg la nivel mondial și de-a lungul epocilor, în timp ce la nivel național și regional există particularități date de condițiile specifice culturale, tehnice, sociale, economice și politice.

Conștientizarea poziției pe care estetica o deține în domeniul construcțiilor conduce la identificarea adevăratei importanțe pe care aceasta o are, datorită impactului său major asupra societății umane. Calitatea mediului construit influențează direct calitatea vieții comunității, prin efectele senzoriale, psihologice și intelectuale pe care le generează. Un mediu construit urât deprimă comunitatea, descurajându-i progresul, în timp ce un mediu construit frumos, fiind plăcut, incită constructiv comunitatea la nivel cultural, creativ, social, științific și ridică standardul de viață.

1.2. Desfășurarea cercetărilor

Titlul tezei reflectă încadrarea și aplicabilitatea esteticii în domeniul ingineriei civile, pe sectorul structurilor. Ca amploare, estetica este un domeniu clar definit vast și cu implicații directe în toate activitățile umane. Implicațiile esteticii în ingineria civilă nu au fost încă studiate extensiv, cu toate că în ultimul secol și jumătate tot mai mulți specialiști și-au manifestat interesul pentru această problematică.

Cercetarea derulată pe parcursul stagiului doctoral a constat în investigarea la nivel local, național și mondial a bazei teoretice, filozofice și practice existente și potențiale din domeniul esteticii structurilor. Acestea au fost realizate prin:

- selectarea și consultarea urmată de comentarea literaturii de specialitate disponibile;
- identificarea și sintetizarea contribuțiilor specialiștilor de referință la nivel mondial;
- intervievarea unor specialiști de marcă locali pe tema frumosului structurilor;
- analizarea, comentarea și propunerea unei metode de evaluare estetică a structurilor;
- aplicarea propunerii metodei de evaluare pe câteva lucrări structurale.

În urma acestor etape a fost propus un conținut-cadru pentru valorificarea procesului de evaluare estetică a structurilor, bazat pe categorii și criterii. Acesta are și rol de ghidare pentru conceperea de construcții cu înaltă valoare estetică. În vederea sprijinirii principalului scop al tezei, acela de a promova conceperea de structuri frumoase, am introdus o teorie proprie despre frumos, prezentată în Cap.2. *Estetica și teoria frumosului*, care deschide calea spre atingerea obiectivelor lucrării.

Așa cum este menționat mai ales în Cap. 3. *Structura prin prisma esteticii*, fiecare subiect introdus în clasificările modurilor de abordare a temei poate fi aprofundat ca lucrare independentă, reprezentând perspective de continuare a cercetării pe acest subiect. Alături de

aceste direcții, datorită și formației mele universitare, consider vitală prelungirea abordării esteticii în arhitectură și în urbanism[1].

Rezultatele cercetărilor întreprinse de-a lungul stagiului s-au materializat în opt articole de tip interviu și alte trei adresate temei și studiilor care au sprijinit derularea activității științifice.

1.3. Obiectivele tezei

Teza de față are obiectivele de a:

• prezenta definiții ale esteticii la nivel general pentru a crea o bază filozofică de înțelegere a necesității studierii acesteia în contextul structurilor;

• prezenta poziția esteticii în domeniul ingineriei civile, definind cadrul de manifestare și descriind implicațiile și importanța preocupărilor pentru estetica structurilor;

• sprijini activitatea de proiectare cu linii directoare, sugestii și propuneri prin care construcțiile dobândesc valoare estetică;

• crea o imagine panoramică asupra viziunilor inginerilor structuriști preocupați de estetică;

• oferi modele de analiză și evaluare estetică a structurilor;

• pune la dispoziția specialiștilor o formă de evaluare din punct de vedere estetic, având aplicabilitate directă în activitatea din ingineria civilă.

Lucrarea a fost gândită în vederea sprijinirii atât a studenților din domeniile ingineriei civile și al arhitecturii, precum și a specialiștilor înclinați spre prefecționarea lor profesională. Ultima sa parte, cadrul de evaluare estetică a structurilor, poate fi folosită ca un ghid în conceperea, proiectarea și evaluarea activității productive din construcții.

1.4. Conținutul lucrării

Lucrarea este alcătuita din opt capitole, prezentate succint în continuare:

Cap. 1. Introducere oferă o prezentare generală a tezei, descrie locul ocupat de temă în domeniul ingineriei civile, justifică alegerea titlului, menționează obiectivele lucrării, descrie metoda și metodologia cercetărilor desfășurate pe parcursul stagiului, stabilește limitele abordării temei și direcțiile pe care aceasta este de dorit să continue, expune finalitățile teoretice și practice ale lucrării și motivează importanța și necesitatea dedicării resurselor științifice pe acest subiect.

Cap. 2. Estetica și teoria frumosului realizează o introducere în disciplina esteticii, pentru a explica modul în care se regăsește în orice activitate umană, subliniind impactul pe care frumosul îl are la nivel filozofic și psihologic asupra omului; definește frumosul; prezintă contribuțiile unor esteticieni consacrați de-a lungul timpului, evoluția și liniile directoare de studiere filozofică și aplicare în domeniul construcțiilor; expune viziunea noastră asupra frumosului printr-o teorie proprie succint prezentată și încheie prin concluziile aferente.

Cap. 3. Structura prin prisma esteticii prezintă percepțiile asupra esteticii în construcții, în urma explorării bibliografiei disponibile în domeniu, modurile în care studiul esteticii se poate desfășura în domeniul construcțiilor, considerațiile aprofundate asupra subiectului care creează o bază teoretică solidă, considerațiile aprofundate practice asupra proiectării în manieră estetică a structurilor, detaliind impactul său asupra mediului înconjurător, poziția pe care subiectul îl ocupă în curricula învățământului de specialitate și încheie cu prezentarea parcursul profesional recomandat prin prisma evoluției în domeniul esteticii structurale.

Cap. 4. Contribuții ale inginerilor de referință mondială la estetica structurilor înfățișează contribuțiile filozofice și științifice pe care o listă de 40 de ingineri de referință mondială le-au adus la evoluția esteticii structurilor, începând din secolul al XVIII-lea și până în prezent, cuprinzând informații despre pregătirea acestora în domeniu, preocupările teoretice și

[1] În urbanism au fost deluate, în țară, studii de estetică în anii 1950-1960, v. Laurian, Radu, *Probleme de estetica orașelor*, ed. Tehnică, București, 1962.

practice asupra esteticii structurilor, teoriile, ideile, curentele și stilurile arhitecturale inițiate și promovate, contribuțiile aduse la transmiterea către următoarele generații de specialiști prin învățământul de specialitate dedicat construcțiilor și lucrări scrise ale fiecărui inginer prezentat.

Cap. 5. Convorbiri despre estetica structurală cu ingineri de referință contemporani clujeni prezintă scopul, metodologia, rezultatele și concluziile cercetării practice desfășurate în colaborare cu renumiți ingineri clujeni, în vederea definirii înțelegerii acestora asupra: filozofiei frumosului din structuri, demersului conceptual spre realizarea de structuri cu valoare estetică, condițiilor și modurilor de a conferi frumusețe construcțiilor, evoluției care se observă în acest domeniu, propunând referințe din rândurile specialiștilor și ale obiectivelor realizate pe mapamond.

Cap. 6. Metode de evaluare a esteticii structurilor cuprinde aspecte legate de critica esteticii structurilor, o serie largă de categorii comentate și criterii de evaluare care contribuie în manieră individuală și combinată la valorificarea estetică a structurii și care pot fi folosite în analizele comparative și evaluarea obiectivelor de inginerie civilă, prezentarea unor modalități și metode de evaluare modernă a structurilor, argumentarea oportunității utilizării unui sistem decizional pentru analiza estetică a structurilor, continuarea demersului evaluator prin utilizarea logicii fuzzy și prezentarea formei în care se poate realiza acest lucru, încheind cu prezentarea unei aplicații pe care am conceput-o în mod dedicat evaluării estetice a structurilor.

Cap. 7. Aplicarea evaluării estetice utilizând propunerea proprie constă într-o selecție de cinci lucrări recent realizate și premiate la nivel internațional, cu excepția uneia care în presa online este vehiculată ca fiind un insucces structural. Lucrările au diverse funcțiuni și sunt analizate din punct de vedere estetic, pentru a pune în aplicare astfel baza teoretică construită prin capitolele anterioare, în vederea sublinierii aplicabilității conținutului-cadru de criterii folosite la ghidarea evaluării, respectiv a proiectării, cu succes a soluțiilor structurale în perspectivă estetică.

Cap. 8. Concluzii, contribuții și direcții viitoare de cercetare argumentează concluziile generale ale studiilor realizate și concluziile particulare asupra contribuțiilor personale, subliniind modalitățile în care rezultatele sunt valorificate în continuare și adăugând direcțiile pe care cercetarea esteticii în construcții poate continua pentru a spori valoarea a mediului construit.

Cap. 2. Estetica și teoria frumosului

Lucrarea de faţă are obiectivul de a găsi o definiţie a frumosului cât mai apropiată de esenţa sa imuabilă în timp, aşa cum este acesta integrat in ştiinţa esteticii. Studiul are un obiectiv secundar care constă în a pune în practică definiţia frumosului în domenii precum arhitectura, ingineria civilă sau urbanismul. Astfel aceasta poate sprijini profesioniştii în a proiecta şi realiza obiecte şi obiective frumoase. A fost adaugată aici presupunerea că trebuie să existe un anumit aspect originar care conduce la succes, iar acesta trebuie identificat. Tratarea conceptului de frumos se face cu precădere prin prisma domeniilor amintite.[*]

Studiul cuprinde definirea conceptului de estetică şi precizarea nişei studiului, definirea conceptelor de lucru, argumentarea problematicii frumosului, prezentarea succintă a definiţiilor conceptului de frumos ale unei selecţii de esteticieni la care s-au adăugat observaţiile noastre proprii, ghidarea sintetică oferită de Monroe Beardsley prin teoriile frumosului din secolul al XIX-lea până astăzi, expunerea teoriei frumosului şi încheierea cu concluzii.

2.1. Introducere

În lupta zilnică de a construi clădiri şi oraşe frumoase, uităm uneori să luăm o pauză de respiro din producţie pentru a privi înapoi, a observa parcursul de până atunci şi a sintetiza cele mai importante aspecte de care ar trebui să ţinem cont în atingerea obiectivului - să construim frumos. Să observăm după ce principii încercăm să producem acest frumos, ce alte principii vechi şi noi mai există, dacă direcţiile noastre pot fi corectate spre o performanţă mai ridicată. Din această cauză este necesar să ne deschidem mintea ca să aflăm cum definesc alţii frumosul, dar şi ca să ne consolidăm propria noastră viziune asupra acestuia.

Unul dintre motivele demarării cercetării pe acest subiect este tocmai disponibilitatea mai redusă a materialelor de referinţă de sinteză cu privire la frumosul din construcţii.

2.2. Definiţia de nişă a esteticii

Prima parte a studiului a vizat înţelegerea conceptului de estetică, adică a noţiunii de frumos. Definiţia esteticii pusă la dispoziţie de *Dicţionarul de estetică generală* este una utilă pentru ghidarea studiului: estetica este o *disciplină filozofică ce studiază esenţa, legităţile, categoriile şi structura acelei atitudini umane faţă de realitate, caracterizată prin reflectarea, contemplarea, valorizarea şi făurirea unor trăsături specifice ale obiectelor şi proceselor din natură, societate şi conştiinţă sau ale creaţiilor omeneşti (artistice)*[1]. Este evident că această definiţie, de altfel foarte apropiată de nişa studiată aici, nu conţine cuvântul *frumos*. În schimb definiţia dată de *Dicţionarul Explicativ al Limbii Române* îl conţine: estetica este o *ştiință care studiază legile şi categoriile artei, considerată ca forma cea mai înaltă de creare și de receptare a frumosului; ansamblu de probleme privitoare la esența artei, la raporturile ei cu realitatea, la metoda creației artistice, la criteriile şi genurile artei*[2]. Aici a fost introdus ca principal un concept care nu va fi totuşi tratat decât tangenţial în lucrarea de faţă şi anume arta. Nişa pe care se va concentra studiul este frumosul şi dacă ar fi să enunţăm o definiţie negociată a sa, aceasta ar fi: estetica este ştiința care studiază justificarea sau regula raţională prin care un obiect (de artă

[*] Aplicarea complexului estetic în arhitectură, inginerie civilă şi urbanism face obiectul unei lucrări separate, dar câteva aspecte sunt redate în secţiunea *Problematica frumosului*.

[1] Achiţei, Gh.; Breazu, M.; Ianoşi, Ion, ş.a., *Dicţionar de estetică generală*, ed. Politică, Bucureşti, 1972, *estetica*, p. 110

[2] Academia Română, Institutul de Lingvistică "Iorgu Iordan", *Dicţionarul Explicativ al Limbii Române*, ed. Univers Enciclopedic, Bucureşti, 1998 şi 2009, *Estetica*

sau nu) este descoperit ca fiind frumos, ceea ce îl face să fie frumos; această ştiinţă se bazează în primul rând pe contemplaţie.

Arhitectul Mircea Sergiu Moldovan evidenţiază trei posibile scopuri ale unei lucrări de estetică: 1. Expresia unei sinteze personale a autorului sau în baza situaţiei existente; 2. O prognoză; 3. Un repertoriu de *noţiuni, configuraţii şi elemente* valorificat în cadrul academic şi exploatat ulterior de specialişti (arhitecţi, ingineri, urbanişti).[3] Totuşi lucrarea de faţă, aparţinând domeniului esteticii, are un scop de sinteza între cele trei variante emise de Moldovan: s-a urmărit prezentarea selectivă a moştenirii teoretice, expunerea viziunii particulare a autoarei lucrării de faţă şi conturarea unei formule reconsiderate ca posibilă soluţie în ghidarea căutărilor de frumos.

Una dintre definiţiile de ghidare pentru lucrarea de faţă urmează astfel: *estetica este trăsătura esenţială a ceea ce este plăcut de un procent suficient de mare din societate pentru a putea fi uşor identificabil, pe raţionamente psihologice, la anumite momente istorice date*.[4]

2.3. Concepte de lucru

Pentru a ajuta la conturarea cadrului în care are loc studiul de faţă, în continuare vor fi prezentate o serie de concepte de lucru, folosindu-ne adesea şi de suportul oferit de alţi gânditori.

Creaţia. Accepţiunea succesului creaţiei (de artă sau nu) este în practică înţeleasă în foarte variate moduri. Dacă publicul este cel care îl ratifică, atunci estetic înseamnă inteligent (Stendhal), politic (Nodier), forţă (Nietzsche), mediocritate (Ingres, Baudelaire), hazard (Cournot)[5]. Trecând conceptul de succes prin propriile filtre, se pot obţine şi mai multe accepţiuni, precum: frumos, atrăgător, incitant; provocator la nivelul raţiunii, al simţurilor, la nivel social, cultural, economic; intrigant, futurist, ecologic, durabil, invincibil, reconciliant, stimulativ, nou, diferit, aleatoriu, neutru, confortabil. Evident, fiecare putem contribui la îmbogăţirea acestei liste.

Creaţia de valoare nu este o copie, nu imită sau nu reproduce o altă creaţie de valoare, ci este răspunsul unic şi personalizat la o necesitate reală umană care este necesitatea de valoare estetică.[6]

Procesul creaţiei. Moldovan spune că: *Faptul că procesul de creaţie, contemplaţie sau de interpretare este greu de retrăit, reconstruit sau de relatat a acreditat imaginea spontaneităţii şi iraţionalităţii inexplicabile a creativităţii*[7]. Relativ la aceasta, desprindem demersul creaţiei ai cărei paşi constau în: artist → creaţie → creaţie utilă din orice punct de vedere nu doar funcţional → creaţie utilă frumoasă → creaţie utilă frumoasă inteligentă → creaţie utilă frumoasă inteligentă capabilă să evolueze sau să asimileze evoluţia.

Opera de artă. Este o încercare a autorului ei de a înfăţişa o variantă idealizată sau inovativă a realităţii, a imaginaţiei sau a necesităţilor umane.

Autenticitatea creatoare. Constă în globul aflat deasupra propriului univers al artistului sau al creatorului de obiecte frumoase pe care şi-l protejează pentru a-şi păstra autenticitatea. El continuă să-şi solidifice această autenticitate prin descoperirea şi accentuarea conturului propriei sale forţe şi inspiraţii creatoare.

Geniul creator. Edgar Allan Poe spunea că *geniul ar fi mai mult un raţionament ulterior decât un jurnal de creaţie*[8]. Adăugăm că genialitatea creatoare constă în a identifica acele criterii sau însuşiri ultime şi universale care conferă succes efortului creator, acordându-i recunoaşterea de obiect frumos.

[3] Moldovan, Mircea Sergiu, *Curs de estetică*, ed. UTPress, Cluj-Napoca, 1993, p. 72
[4] Idem, p. 94
[5] Idem, p. 50
[6] Idem, p. 116
[7] Idem, p. 70-71
[8] citat în Moldovan, Mircea Sergiu, *Curs de estetică*, ed. UTPress, Cluj-Napoca, 1993, p. 46

Contemplaţia creatoare. Victor Basch observa foarte bine că puterea creatoare este materializată doar în urma contemplaţiei.[9] Putem completa parcursul până la obţinerea valorii estetice prin următoarele etape: observaţie → contemplaţie → creaţie → critică → estetică. Dacă se debutează cu observarea mediului înconjurător, cineva poate continua cu actul creaţiei ca imitaţie, inspiraţie sau negaţie a ceea ce vede. Ulterior o a doua persoană va contempla produsul creaţiei pentru a-l critica şi în urma judecăţii de valoare să-l încadreze estetic evidenţiindu-i esenţa. Atunci procesul creaţiei va conţine paşii: creaţie → contemplaţie → analiză → comparaţie → critică → esenţializare → estetică.

Industrializare. Este o capcană la adresa esteticii deoarece se poate confunda cu lucrarea estetică datorită unui factor comun: generalizarea. Adesea esteticul este afirmat într-un obiect graţie unor calităţi evidente sau conştientizate şi prin urmare recunoscute de publicul larg. Producţia industrială, o reproducere standardizată în masă, beneficiază de o recunoaştere largă, de asemenea. Şi totuşi dacă ceva este recunoscut pe scară largă nu înseamnă că deţine neapărat calităţi estetice, precum şi multor obiecte frumoase nu li se recunoaşte adesea curând sau niciodată valoarea de către public. Mai devreme sau mai târziu în inginerie, arhitectură şi urbanism cel puţin parţial ajung să fie necesari *înlocuitorii tehnici şi industriali de artă*[10] din considerente de execuţie, dar şi la nivelul proiectării, dată fiind eficientizarea pe care o aduc softurile CAD (în afara limitărilor sale). Genialitatea artistului-inginer se va reflecta şi în modul în care reuşeşte să depăşească limitările tehnicii şi ale industriei. Tehnica şi industria pot fi exploatate optim acolo unde creativitatea, originalitatea şi inovaţia s-au pronunţat clar înainte de a trece la etapa tehnicizării sau a industrializării conceptului.

Metodele sistematice ale cunoaşterii. Cunoaşterea, esenţială urcării pe scara evoluţiei proprii (precum se va aminti în curând de Maslow), deţine numeroase metode, dintre care vor fi amintite câteva în continuare, conform inventarului realizat de Mircea Sergiu Moldovan în *Cursul de estetică* publicat în 1993[11]: ◦ inducţia şi deducţia; ◦ analiza, sinteza şi comparaţia; ◦ experimentul şi psihanaliza; ◦ fenomenologia, contextualul şi existenţialismul; ◦ structurarea şi stilistica structurală; ◦ metode *cantitative, informaţionale, cibernetice, semiotice*.

Idealul. Este un nivel la care se găseşte şi poate fi recunoscut un lucru pe care, prin natura lui, omul nu îl poate înţelege şi nu îl poate asimila perfect. Poate alerga spre el, dar succesul omului constă de fapt în continua fugă, nu în a ajunge la capăt şi a se opri astfel. Omul poate aspira la ideal şi îl poate folosi ca directie.

Evoluţia teoriilor. Întrebările de ce evoluează teoriile, de ce se schimba ideile, de ce se succed curentele, modelele, trendurile; de ce este adesea supra-apreciat noul ş.a. se datoreaza faptului că omul, conştient sau nu, este într-o continuă căutare a perfecţiunii, a idealului, a ceea ce îi satisface toate nevoile încât să ajungă implicit pe treapta plenitudinii psihologice. De aceea omul apreciază noul având speranţa şi impresia că va atinge perfecţiunea. Perpetuarea acestui proces se datorează, din nefericire, faptului că alte surse s-ar putea să fie în realitate necesare pentru satisfacerea trebuinţelor pe care le are omul la un moment dat, într-o anumită societate, într-o anumită etapă din evoluţia sa, iar succedanul sau surogatul[12] nu vor fi soluţia.

Frumosul. Este *fenomenul estetic de bază şi categoria centrală a esteticii*[13]. Există, pe lângă frumos, graţiosul şi sublimul ca şi categorii estetice pozitive, iar categoriile estetice negative sunt urâtul şi tragicul. Apare aici întrebarea de ce există şi categorii estetice negative – oare conceptul estetic nu selectează deja sfera pozitivă? Aruncând o privire asupra definiţiei categoriei estetice se observă de fapt că *Dicţionarul de estetică generală* defineşte categoriile estetice ca *tipuri de reacţii afective şi care reprezintă instrumente de cunoaştere estetică a lumii […]. Cristalizarea noţiunii este rezultatul procesului unui raport iniţial stabilit […] între*

[9] Basch, Victor, *Essai critique sur l'Esthetique de Kant*, Revista de Filozofie neo-scolastică, anul al 32-lea, a II-a serie, nr. 27, 1930, pp. 377-378
[10] Moldovan, Mircea Sergiu, *Curs de estetică*, ed. UTPress, Cluj-Napoca, 1993, p. 91
[11] Idem, p. 67
[12] Idem, p. 113
[13] Morar, Vasile, *Estetica. Interpretări şi texte*, ed. Universităţii din Bucureşti, , 2003, p. 56

afectivitatea subiectului uman contemplator şi obiectul contemplat[14]. Următoarea întrebare care apare este de ce artiştii şi nu doar din epocile mai recente transmit brutalitate în loc de sensibilitate; de ce oferă exemple de obiecte de artă aparţinând esteticii negative şi nu doar esteticii pozitive? Poate pentru că generarea şi transmiterea reacţiilor afective pozitive izvorăsc dintr-o slăbiciune, dintr-o necesitate nesatisfăcută a aceluia care creează şi, similar, a subiectului uman contemplator. Tot aşa obiectele estetice generatoare de reacţii afective negative cel puţin inferează că acei creatori sau contemplatori nu sunt slabi, ci tari. De aici se poate deduce că natura efectelor produse de obiectele create de cineva trădează mai degrabă fie lipsa satisfacerii unor necesităţi de securitate (a doua treaptă din cele cinci ale piramidei lui Maslow) şi nicidecum nu ajunge la plenitudinea psihologică, fie începutul satisfacerii necesităţilor superioare reprezentate pe piramida lui Maslow de la a treia treapta în sus.

Gânditorii au fost scindaţi în două categorii prin viziunea lor asupra frumosului: cei obiectivişti care susţineau că frumosul este o însuşire a obiectelor independentă de observatorul-subiect şi cei subiectivişti care susţineau că frumosul este o însuşire care e deţinută de obiecte în măsura în care este observată şi declarată de observatorul-subiect. Uneori esteticienii subiectivişti au afirmat că frumosul este în ochiul celui care vede frumosul într-un lucru[15]. Autoarea acestei lucrări alege apartenenţa la categoria esteticii obiectiviste, iar argumentele aduse în continuare vor susţine aceasta.

Frumosul este *obiectul universal al esteticii*, iar sublimul este *prelungirea augmentativă a frumosului*[16]. Frumosul este calitatea obiectelor prin care se validează apartenenţa lor la artă sau nu. Toate obiectele frumoase de artă relevă acelaşi lucru: validitate spirituală[17]. Frumosul este ceea ce place indiferent de cine îl vede. Umberto Eco era de părere că *e frumos ceva ce, dacă ar fi al nostru, ne-ar înveseli, dar acela rămâne aşa chiar dacă aparţine altcuiva*.[18]

Atitudinea estetică. Constă în înclinaţia umană fundamentală de a recepta realitatea înconjurătoare prin simţuri, generându-i în conştiinţă reacţii afective şi intelectuale. Deşi este distinctă de celelalte atitudini umane, anume utilitară, etică, filozofică, ştiinţifică, politică, religioasă, aceasta se manifestă plenar doar în conjugare cu celelalte.

Judecata estetică. Este procesul însoţit de rezultatul său prin care cineva valorizează din punct de vedere estetic un obiect sau o lucrare, prin prisma propriului său gust, a culturii sale şi a sistemului său de valori. Obiectivizarea judecăţii estetice se realizează ţinând cont de elementele constitutive şi structura obiectului din discuţie.

Experienţa estetică. Reprezintă procesul şi rezultatul cumulării de cunoştinţe estetice ale unei persoane, obţinută în urma interacţiunii nemijlocite dintre subiect şi obiect. Aceasta presupune contactul subiectului cu obiectul, meditaţia, impresionarea şi constatarea valorilor estetice ale obiectului.

Gustul. Este un simţ care se manifestă spontan şi prin care o persoană îşi exprimă preponderent intuitiv atitudinea estetică în funcţie de propria structură psihică, nivelul de evoluţie şi cultura.

2.4. Problematica frumosului

Au fost şi există numeroşi gânditori, artişti şi prefesionişti care au emis diverse teorii despre estetică în general şi despre estetica urbană în particular sau care produc obiective conform propriilor ideologii referitoare la estetică, la frumos. Pentru a avea o imagine de

[14] Achiţei, Gh.; Breazu, M.; Ianoşi, Ion, ş.a., *Dicţionar de estetică generală*, ed. Politică, Bucureşti, 1972, p. 63
[15] Hume, David, *Politica şi Morala*, 1742: *"Beauty in things exists merely in the mind which contemplates them."* (tr. aut.din en. *Frumosul din lucruri există cu adevărat în mintea celui care le contemplă*.)
[16] Morar, Vasile, *Estetica. Interpretări şi texte*, ed. Universităţii din Bucureşti, Bucureşti, 2003, p. 58
[17] Beardsley, Monroe C., *Beauty and Aesthetic Value*, articol în revista *The Journal of Philosophy*, vol. 59, nr. 21, New York, 1962, pp. 622
[18] Eco, Umberto, *Fraze celebre,* (https://letteralmente.net/frasi-celebri/umberto-eco.php website de cultură, accesat februarie 2017)

ansamblu este importantă studierea acestora, dar şi pentru că toţi au dreptate dintr-un punct de vedere sau altul.

Unificarea acestor teorii şi adăugarea întregilor liste de factori determinanţi pozitivi şi negativi conduc la obţinerea unei formule a succesului esteticii sau, dacă nu, cel puţin la o listă exhaustivă de factori determinanţi. Această formulă, conceptual, se aseamănă foarte bine cu ceea ce sunt în urbanism regulamentele urbanistice, pentru că şi acestea urmăresc atingerea unui nivel cât mai ridicat al calităţii oraşelor. Din nefericire nici una dintre acestea adesea nu conduc în practică la reuşite. Teoria emisă în această lucrare porneşte de la prima ipoteză că motivul pentru care survine atât de des insuccesul estetic în practică ţine de un factor originar care e trecut cu vederea sau în mod cert nu i se acordă ponderea corespunzătoare. A doua ipoteză a teoriei este că factorul originar neglijat constă în nivelul de evoluţie pe care se găseşte omul, adică societatea. Acesta este de fapt un factor exponenţial al formulei.

A treia ipoteza este că nivelul de evoluţie a omului este paralel cu scara lui Maslow. Maslow a împărţit trebuinţele umane în cinci categorii sau trepte: fiziologice, de securitate, de apartenenţă, de stimă şi de autoîmplinire. Cu cât omul îşi satisface mai multe din aceste nevoie, cu atât el devine mai evoluat şi are o capacitate mai ridicată de a se înţelege pe sine şi lumea în care trăieşte. A patra ipoteză a teoriei este că omul evoluat va avea o capacitate de a face orice la un nivel superior, chiar şi a înţelege frumosul, a-l putea pune cu succes în practică, de exemplu va putea proiecta structuri frumoase, clădiri frumoase, va putea produce oraşe frumoase.

Dacă omul nu se găseşte pe o treaptă superioară de evoluţie, satisfacerea celorlalţi factori determinanţi este afectată şi în consecinţă compromisă calitatea produsului obţinut.

Expunerea din această lucrare se axează pe mediana dintre estetica filozofică pe de o parte şi estetica inginerească, arhitecturală şi urbană pe de altă parte.[**]

2.5. Conceptul de frumos la o serie de esteticieni

Au fost selectaţi 24 de gânditori, filozofi şi esteticieni ale căror viziuni sunt expuse în continuare în manieră succintă. Unele dintre aceste viziuni sunt însoţite de comentariile noastre în vederea argumentării propriei viziuni, care este prezentată extensiv în următorul capitol al lucrării. Prezentarea celor 24 de viziuni se face în ordine cronologică, după perioada în care a trăit emiţătorul fiecăreia.

Socrate (470-399 î.Hr.). În viziunea socratică arta imită natura, frumosul este o idealizare în artă a naturii, arta putea exprima pe lângă o frumuseţe fizică vizibilă şi o frumuseţe spirituală. Socrate susţinea că frumuseţea unui obiect provine şi din utilitatea aceluia, aceasta există când obiectul serveşte scopului sau lipseşte când obiectul nu îşi dovedeşte utilitatea. Având o concepţie funcţionalistă, Socrate spunea că ceea ce este bun este şi frumos, înţelesul frumosului şi al binelui se contopesc.[19]

Democrit (460-379 î.Hr.). Dintre filozofii ionieni, el era *cel mai convins materialist, determinist şi empirist*[20], la care se adaugă faptul că era hedonist şi judeca totul după capacitatea de a produce plăcere. Democrit era de părere că arta imită natura în modul de a acţiona al acesteia, frumosul este o concluzie a contemplaţiei obiectelor sau a lucrărilor[21] şi susţinea triada contemplaţie-frumos-bucurie. El a enunţat ideea că spre *lucrurile frumoase* [suntem] *înclinaţi către ele*[22].

Dacă Democrit credea că omul este înclinat spre lucrurile frumoase, deducem că, în sprijinul teoriei care face subiectul lucrării, observatorul este responsabil pentru identificarea sau nu a frumosului din lucruri, după capacitatea pe care o deţine fiecare observator.

[**] Dezvoltarea subiectului esteticii construcţiilor se va realiza într-o lucrare separată.
[19] Tatarkievicz, Wladyslaw, *Istoria esteticii*, ed. Meridiane, Bucureşti, 1978, vol. I, pp. 157-160
[20] Idem, p. 139
[21] Idem, p. 145
[22] Ibidem

Platon (427-347 î.Hr.). Cultura grecească antică, numită şi platoniciană, se baza pe contemplarea binelui şi a frumosului, concepte între care adesea se punea semnul egalităţii. Procesul contemplării frumosului conferea valoare vieţii.[23] Pentru Platon frumos era ceea ce provoca admiraţie, *desfătare, apreciere şi satisfacţie*, nu doar ceea ce producea plăcere la privit sau la ascultat.[24] Conceptul său de frumos cuprindea, pe lângă obiecte şi fiinţe, virtuţi, împărţindu-l în trei categorii: estetică, morală şi cogniţie.[25]

Platon a redat o conversaţie dintre Socrate şi Hippias în scrierea sa *Hippias Maior* care deschide problematica frumosului prin perspectiva a ceea ce-l face să fie, respectiv a ceea ce-l face să pară astfel[26]. La aceasta adăugăm că lucrurile par aşa cum observatorul reuşeşte prin capacitatea lui psihologică, intelectuală, filozofică şi spirituală să îl perceapă, dar aceasta nu îi schimbă cu nimic dimensiunea reală a însuşirii de frumos pe care acel lucru îl deţine.

Aristotel (384-322 î.Hr.). Definiţia originală dată de Aristotel frumosului este următoarea: *Este ceea ce e preferabil pentru calităţile lui intrinseci* […] *e bun*.[27] Frumosul îngloba ceea ce este bun şi plăcut, dar frumosul era diferit de util. În viziunea aristotelică frumosul este o calitate intrinsecă a lucrurilor. El este verdictul unui act decizional (*preferabil*), observatorul decide în urma unei analize mai lente sau mai rapide dacă evaluează lucrul ca fiind frumos sau nu. Frumosul este o calitate recunoscută în masă, este *demn de toată lauda*. [28]

Aristotel spunea că *ideea de frumos e alta la fiecare vârsta*. Aceasta vine în sprijinul teoriei prezentate aici, susţinând că după cum omul trece de la o etapă de evoluţie la alta, va percepe şi va înţelege diferit, mai profund, frumosul.

Vitruviu (81 î.Hr.-15 d.Hr.). Marcus Vitruvius Pollio a definit succesul în arhitectură prin triada *firmitas, utilitas, venustas* (rezistență, utilitate, frumusețe). Rezistența şi stabilitatea pot fi mai uşor controlate obiectiv, dar chestiunea frumosului este mai delicată. A spus că frumosul şi utilul sunt la fel de importante în arhitectură. Există frumos formal şi frumos funcţional. Frumosul este o proprietate a lucrurilor de a se face plăcute vederii. Frumuseţea unui lucru îi este adusă de simetrie, euritmie (adică ritm), armonia părţilor şi proporţia corectă a lor. La Vitruviu, natura şi mai ales corpul uman erau un exemplu de frumuseţe pentru cine doreşte să creeze lucruri frumoase – susţinea imitarea naturii. Mai spunea că frumosul are şi o componentă socială prin care un lucru trebuie să fie adaptat necesităţilor şi obiceiurilor oamenilor.

Vitruviu aducea în vedere necesitatea unui lucru de a fi şi util pentru a fi considerat frumos.[29] Aici adăugăm că procesul creaţiei unui lucru ar trebui să ţină deja cont de necesităţile şi nivelul de evoluţie al celui căruia îi este destinat obiectul, pentru a fi validat frumosul din obiectul respectiv.

Plotin (204-270 d.Hr.). Respingând definiţia clasică anterioară a frumosului, el a devenit consacrat ca întemeietor al neoplanonismului. Considera că frumosul nu este consecinţa directă şi imediată a simetriei, nici neapărat potrivirea părţilor, ci că frumosul depinde de *sufletul*, *suflul spiritual*, impresia emoţională pe care obiectul o transmite observatorului. El spunea că *numai sufletul care a devenit frumos poate vedea frumuseţea*[30] şi că *nici sufletul n-ar întrezări frumuseţea dacă n-ar fi el însuşi frumos. Să devină deci mai întâi dumnezeiesc şi frumos oricine încearcă să scruteze cu privirea […] frumuseţea*.[31] El a introdus concepul de emanaţie ca fiind frumosul ce se răspândeşte în jur.

---

[23] Idem, p. 172
[24] Idem, p. 173
[25] Idem, p. 174
[26] Platon, *Opere II*, ed. Ştiinţifică, Bucureşti, 1976, *Hippias Maior*, preluat din Morar, Vasile, *Estetica. Interpretări şi texte*, ed. Universităţii din Bucureşti, Bucureşti, 2003, p. 59-60
[27] Wladyslaw Tatarkievicz, *Istoria esteticii*, ed. Meridiane, Bucureşti, 1978, vol. I, p. 244
[28] Idem, pp. 207-236
[29] Idem, p. 71
[30] Idem, p. 465
[31] Idem, p. 474

Plotin este primul care pronunţă necesitatea ca observatorul să fi atins un nivel al evoluţiei necesar pentru a fi capabil să vadă, să înţeleagă şi să aprecieze frumuseţea dintr-un lucru.

Sf. Augustin (354-430 d.Hr.). Aurelius Augustinus a studiat filozofia antică şi a preluat o serie de aspecte din aceasta, pe altele ajustându-le. Era un estetician obiectivist, considerând că frumosul se găseşte în lucruri, iar observatorul urmează să-l descopere.[32] Spunea că datorită faptului că frumosul se găseşte în lucruri ele plac privirii şi nu sunt frumoase ca urmare a faptului că plac privirii. Frumuseţea unui lucru era, după Sf. Augustin, rezultatul mai multor factori: conlucrarea armonioasă a părtilor întregului, unitate, ordine, justa măsură şi proporţie, formă, cromatica potrivită. Frumosul provine atât dintr-o relaţie matematică, conform poziţiei sale de estetician, cât şi dintr-o frumuseţe interioară, conform poziţiei sale de teolog. Punea într-o anumită măsură semnul egal între frumos şi bun, deoarece zicea că ceea ce are măsura, ordinea şi forma potrivite este şi bun.[33]

Boethius (480-524 d.Hr.). Anicius Manlius Torquatus Sevrinus Boethius a susţinut concepţia pitagoriciană conform căreia frumosul rezulta din proporţie, număr şi formă, adăugând că frumuseţea e cu atât mai mare cu cât proporţia e mai simplă. Spunea că frumuseţea apare în două ipostaze: la observarea şi la meditarea asupra lucrului.[34] Boethius adăuga că frumosul este o trăsătură superficială a lucrurilor, o aparenţă a lor. Admiraţia frumosului este o slăbiciune a simţurilor omeneşti pentru că dacă omul ar putea vedea în interiorul lucrurilor, frumosul nu ar mai exista.[35] Pentru Boethius frumosul era de fapt o iluzie optică, dar era guvernat de nişte legi cantitative şi matematice.

Pseudo-Dionisie (sec. al VI-lea d.Hr.). Binele şi frumosul coincideau la Pseudo-Dionisie. Având o formaţie teologică, el căuta originea frumosului în Dumnezeu. A introdus, prin concepţia sa despre frumos, termenul de *superplatonism* care constă în opinia că frumosul este cauza, substanţa, principiul, modelul, măsura şi scopul tuturor relaţiilor, având o valoare supremă.[36] De asemenea, frumosul absolut, fiind considerat divin, emană în jur radiaţii producând frumos terestru perceptibil. Pseudo-Dionisie avea astfel o viziune monistă despre frumos, considerând că doar frumosul divin există cu adevărat şi acesta este frumosul absolut[37]. El a mutat conceptul de frumos din sfera experienţei către speculaţie şi adăuga că frumosul este lumină.[38]

Sf. Toma d'Aquino (1225-1274). Opina că lucrurile frumoase sunt cele care produc plăcere, mai exact plăcere prin vedea lor, vederea cuprinzând toate simţurile. Era un estetician subiectivist.[39] Frumosul la el era diferit de utilitate pentru că un lucru frumos nu trebuia să fie neapărat util, iar unul util neapărat frumos.[40] Din frumuseţea fizică a creaţiei se poate deduce prin contemplaţie frumuseţea supremă divină. Toma d'Aquino spunea că frumosul e diferit de bine, primul rezultând din plăcere, iar al doilea din contemplaţie, scopul reprezentându-l binele. Binele era o însuşire de esenţă, acesta trebuind să fie deţinut pentru a se putea manifesta, dar frumosul era o însuşire de aparenţă, putea fi doar superficial.[41] El considera că frumosul constă în proporţie-integritate, conformaţie-perfecţiune şi claritate.[42] Toma d'Aquino a fost cel care a segregat frumosul pe pista esteticii.

[32] Wladyslaw Tatarkievicz, *Istoria esteticii*, ed. Meridiane, Bucureşti, 1978, vol. II, p. 76
[33] Idem, p. 77
[34] Idem, p. 121
[35] Idem, p. 122
[36] Idem, p. 46
[37] Idem, pp. 47, 49
[38] Idem, p. 50
[39] Idem, p. 353
[40] Idem, p. 354
[41] Idem, p. 355
[42] Idem, p. 362

Leon Battista Alberti (1404-1472). Îşi înscria viziunea asupra frumosului în concepţia clasică, definindu-l ca *armonie, structura coerenta a părţilor, proporţie perfectă*.[43] Ideile lui principale referitoare la frumos sunt expuse în continuare în cinci enunţuri. Pentru un întreg armonios există o singură soluţie bună de aranjare armonioasă şi optimă a componentelor.[44] În vederea deţinerii calităţilor de succes, o compoziţie se bazează pe o anumită proporţie între componente, iar cele trei proportii pe care le apreciază sunt: (media) aritmetică, (media) geometrică şi cea muzicală ($\frac{a}{b}+\frac{m-a}{b-m}$).[4~] Legile care definesc proporţiile optime sunt date de natură, iar frumosul este *o lege a naturii şi un ţel pentru om*.[4~] *Frumosul este o proprietate* […] *a lucrurilor*, nu una obţinută de lucruri în urma judecăţii de valoare realizate de om.[4~] Frumosul este rezultatul adecvat al intenţiei creatoare; el este obţinut în urma creării compatibilităţii dintre formă şi conţinut. [45]

Leonardo da Vinci (1452-1519). Viziunea asupra frumosului a lui da Vinci se concentrează în trei enunţuri: Frumosul se obţine prin imitarea cu precizie de ştiinţă a naturii. *Nu întotdeauna ce e frumos e şi bun*. Corpuri diferite pot avea frumuseţi diferite şi în acelaşi timp graţie identică, cea din urmă reprezentând efectul sau influenţa pe care îl/o au aceste calităţi estetice ale unui lucru. [46] El a avut o preocupare asupra modului în care percep oamenii natura, mediul înconjurător, asupra ştiinţei *naturale descriptive şi* [asupra] *psihologiei descriptive a percepţiei*.[47]

Michelangelo Buonarroti (1475-1564). A opinat despre frumos, artă, formă. Era un estetician obiectivist şi spunea că forma există deja în materie înainte de a produce obiectul.[48] Pentru arte, frumosul era obiectul acestora, le era lumină şi oglindire. Frumuseţea la Michelangelo era o calitate deţinută cu supremaţie de natură pentru că pe aceasta din urmă Dumnezeu a creat-o.[49] Michelangelo se contrazicea în parte adăugând la cele de mai sus că nu toate exemplele din natură sunt frumoase şi de aceea modelele pentru artă trebuie selectate. O altă contradicţie a sa era că artistul putea crea opere mai frumoase decât cele naturale. Aici adresăm întrebarea cum poate artistul să creeze ceva de o frumuseţe superioară celei a creaţiei divine. El continua afirmând că natura are o frumuseţe perfectă pe care artistul nu este capabil să o reproducă şi de aceea el va crea alte opere şi nu reproduceri fidele ale naturii.[50]

Viziunea lui Michelangelo ne îndreaptă către ideea că natura este frumoasă pentru că Dumnezeu a creat-o bună. Creând-o bună, a pus în ea şi frumuseţe. De asemenea, la crearea omului Dumnezeu a pus o asemănare cu El inclusiv în abilitatea de a crea obiecte cu mâinile lui şi i-a oferit creativitate şi originalitate – abilităţile necesare pentru ca să producă şi omul, ca act premeditat, lucruri frumoase. Diferenţa majoră între rezultatele proceselor de creaţie este că Dumnezeu a creat o gamă mult mai largă de lucruri printre care obiecte, corpuri cereşti, fiinţe nevăzute lumii acesteia, plante, animale şi pe om însuşi, în timp ce omul nu poate crea decât lucruri, el nu poate da viaţă altor lucruri (ignorând în discuţie capacitatea lui de a se reproduce). Criteriile după care se evaluează fiecare categorie de lucruri, precum cele amintite mai sus, sunt constituite din pachete diferite, în consecinţă este improprie compararea sau căutarea asemănărilor calităţilor estetice ale unora (de exemplu natura cu animale şi plante) cu ale altora (obiecte propriu-zise).

Descartes (1596-1650). Era raţionalist, a introdus spiritul metodei în artă, *evidenţă raţională şi claritate*. A diminuat rolul imaginaţiei şi al senzorialului în artă.[51] Descartes credea că frumosul şi graţia se datorează acordului şi moderaţiei părţilor. Deşi descria prin aceasta

[43] Wladyslaw Tatarkievicz, *Istoria esteticii*, ed. Meridiane, Bucureşti, 1978, vol. III, p. 134
[44] Idem, p. 135
[45] Idem, p. 136
[46] Idem, p. 206
[47] Idem, p. 207
[48] Idem, p. 228
[49] Idem, p. 221
[50] Idem, pp. 222-223
[51] Achiţei, Gh.; Breazu, M.; Ianoşi, Ion, s.a., *Dicţionar de estetică generală*, ed. Politică, Bucureşti, 1972, p. 92

condiţiile pentru ca un lucru să fie frumos, el de fapt era subiectivist şi susţinea că arta este produsul subiectiv al imaginaţiei. Plăcerea artistică şi frumosul sunt realităţi subiective ale observatorului. Aceste reacţii depind de gustul fiecăruia şi de imaginea mentală pe care acel lucru o proiectează în fiecare observator. Experienţa estetică este un reflex condiţionat. Modul de a percepe estetica unui lucru se bazează pe experienţele anterioare. Pentru ca un lucru să fie perceput frumos, acesta trebuie: să producă o experienţă senzorială pozitivă, să fie o provocare intelectuală (estetică) moderată pentru observator, să producă o plăcere mentală prin emoţiile resimţite.[52] Capacitatea creatoare depindea după Descartes de starea fizică şi mentală.[53]

Descartes pronunţa două idei revoluţionare privitoare la frumos şi la experienţa estetică. 1.Fiecare om percepe diferit acelaşi obiect frumos. Aceasta conduce la concluzia că percepţia frumosului depinde de subiect şi că percepţia este diferită de frumosul în sine. 2.Perceperea frumosului este o sursă de hrană psihologică: lucrurile frumoase vor deţine o cantitate moderată de stimul intelectual pentru subiect pentru a fi frumoase, *reuşite*. In extenso, aşa cum arta şi tehnica sunt într-o continuă formă de căutare de noi concepte, exacerbarea stimulului intelectual pe care arta o deţine este o varietate acceptabilă.

Alexander Baumgarten (1714-1762). Este cel care a introdus termenul *estetica* printre disciplinele filozofice independente. Conform teoriei lui, frumosul se relevă prin simţuri. În lucrarea sa *Estetica*, Baumgarten defineşte această ştiinţă ca pe cea a cunoaşterii senzuale.[54] Cunoaşterea senzuală era esenţială cunoaşterii raţionale.[55] El adăuga că abilităţile naturale, instinctive de a simţi frumosul pot fi antrenate pentru a se transforma într-o gândire artistică a frumosului.[56] Deşi spunea că frumosul consta în perfecţiunea cunoaşterii senzuale, el a preluat din teoria clasică a frumosului faptul că acesta constă în unitate şi armonie.[57] Prin contribuţia lui Baumgarten, estetica a fost definită ca: ştiinţă a cunoaşterii senzuale, teorie a artelor, cunoaştere inferioară prin simţuri, artă a gândirii frumosului, artă analoagă gândirii raţionale.[58]

Viziunea lui Bamgarten asupra frumosului trebuie să ne facă să fim mai precauţi când studiem acest concept, pentru a evita o părere egocentristă conform căreia doar ceea ce simte observatorul ca fiind frumos şi este aşa. Observatorul iniţial nu este suficient de dezvoltat. Antrenarea abilităţilor naturale de a detecta frumosul este un proces de învăţare prin care el evoluează. Frumosul există, este prezent şi persistent, dar observatorul trebuie să-şi depăşească starea inferioară pentru a-l simţi.

Immanuel Kant (1724-1804). A divizat frumosul în două categorii: frumosul liber şi frumosul aderent. Prima categorie se referă la frumosul natural, formal sau fără un scop anume, a doua la frumosul care are o finalitate sau o utilitate. Kant aprecia ca superior frumosul util fără finalitate (o aparentă contradicţie), cel mai frumos lucru fiind corpul uman.[59] El spunea că nu tot ce este frumos este obiect de artă, dar toate obiectele de artă trebuie să fie frumoase.[60] Referitor la judecata estetică el spunea că aceasta constă atât într-o judecată de gust, cât şi într-una de înţelegere.[61] Kant făcea o distincţie netă între bine şi frumos, iar considerarea lor ca sinonime – o greşeala de judecată estetică.[62] Judecata estetică deţinea o validare la nivel universal. Pentru a evalua frumosul, Kant spunea că avem nevoie de gust.[63] A oferit patru definiţii ale frumosului după cum urmează: 1.Frumosul este ceea ce se bazează pe calitate, vizează sentimentul de plăcere sau de neplăcere pe care i-l creează observatorului, fără ca acesta să urmărească vreun

[52] Wladyslaw Tatarkievicz, *Istoria esteticii*, ed. Meridiane, Bucureşti, 1978, vol. IV, pp. 132-133
[53] Idem, p. 134
[54] Hammermeister, Kai, *The German Aesthetic Tradition*, ed. Universităţii Cambridge, Cambridge, 2002, p. 4
[55] Idem, p. 7
[56] Idem, p. 9
[57] Idem, p. 11
[58] Idem, pp. 9, 11
[59] Idem, pp. 25-26
[60] Idem, p. 27
[61] Idem, p. 220, nota nr. 8
[62] Idem, p. 27
[63] Idem, p. 27-28

beneficiu sau vreo utilitate de la acel lucru. Kant era un estetician subiectivist.[64] 2.Frumosul face distincţia între plăcerea provenită din gust, care este exclusiv subiectivă, şi frumosul ca apreciere universală.[65] 3.Frumosul este forma de utilitate fără scop, fără nicio finalitate.[66] 4.*Frumosul este ceea ce place în mod universal, fără concept* [n.n. *scop*].[67] *Frumosul este cel care, fără concept* [n.n. *scop*] *este identificat ca un obiect având o satisfacţie necesară*.[68] Confirmarea judecăţii estetice trebuie să fie colectivă.[69] Kant discuta şi despre sublim pe care îl definea ca pe ceva neasemuit de măreţ, precum forţele naturii care pot distruge un om într-o clipită. Spre deosebire de frumos, sublimul nu generează plăcere, ci într-o primă etapă frică extremă, copleşire, iar după depăşirea acestora, prin reflectare, el ajunge la un fel de plăcere rezultată din conştientizarea forţei proprii de a depăşi primul efect. La Kant frumosul este un fenomen senzorial, iar sublimul unul raţional. [70]

Georg Wilhelm Friedrich Hegel (1770-1831). A accentuat diferenţa dintre obiectele de artă frumoase şi urâte sau obiecte industrializate.[71] După Hegel definiţia esteticii, ca filozofie a artei frumoase, elimina din judecata de valoare frumosul natural şi restul obiectelor de artă faţă de cele deja clasificate drept frumoase, anume pe cele urâte. De asemenea, o artă utilă, simbolistă, cu rol didactic, precum e cea creştină, nu îşi merita desemnarea de frumoasă dacă deţine aceste trăsături dar nu şi componenta estetică.[72] Hegel considera că observatorul are o cultură şi o conştiinţă a frumosului cu ajutorul cărora identifica lucrurile frumoase din jur, lucruri produse de om. Ulterior, el identifică frumosul în natură după modelul frumosului conştientizat anterior.[73] Frumosul artistic era întregit de religie şi filozofie şi avea rolul de a conştientiza şi de a exprima sinele omului.[74] Hegel definea frumosul ca *înfăţişarea senzorială a unei idei [das sinnliche Scheinen der Idee]*, asocierea unui obiect cu un concept.[75] El identifica trei etape ale existenţei frumosului: căutarea acerbă, atingerea scopului şi abandonarea idealului.[76] A prevestit sfârşitul artei frumoase când aceasta va fi înlocuită cu meditaţia şi conceptualizarea.[77] Combătea teoria mimesisului deoarece sublinia că şi ceea ce e urât poate fi mimant, dar deşi fiind mimat cu succes nu devine frumos.

Referitor la observaţia lui Hegel că frumosul în natura este identificat după modelul frumosului conştientizat anterior, observăm că se aduce în discuţie faptul evident că natura exista dinaintea artei produse de om. Astfel, este neechitabil să acordăm primatul conştiinţei frumosului din om şi să spunem că frumosul în natură este apreciat după harta frumosului conceptualizat. Mai degrabă putem adăuga ideea că natura are o conştiinţă naturală a frumosului, datorată faptului că a fost creată frumoasă şi i s-a oferit algoritmul pentru a continua să fie aşa atât timp cât condiţiile de mediu îi permit. În paralel, pentru ca omul să aibă o conştiinţă a frumosului, cu care dacă nu s-a născut trebuie s-o dobândească, dacă s-a născut cu ea atunci trebuie să o descopere prin meditaţie. Atât dobândirea conştiinţei frumosului cât şi meditaţia pentru a descoperi frumosul din sine sunt rezultatul, aflat în continuă îmbunătăţire, al procesului de asimilare de concepte şi fenomene pentru a-şi crea o hartă mentală. Or aceasta nu este uşor de obţinut, nu oricine ajunge să o deţină, e variabilă în timp şi depinde de nivelul evoluţiei fiecăruia.

Similar comentariului adus de Hegel teoriei mimesisului şi vis-à-vis de definiţia dată de el frumosului, cum că acesta e *înfăţişarea senzorială a unei idei*, asocierea unui obiect cu un

[64] Idem, p. 29
[65] Idem, p. 29-30
[66] Idem, p. 32
[67] Idem, p. 31, citat din Kant, Immanuel, *Critica facultăţii de judecată*, § 9
[68] Idem, pp.31-32, citat din Kant, Immanuel, *Critica facultăţii de judecată*, § 22
[69] Idem, p. 31
[70] Idem, pp. 33-34
[71] Idem, p. 90
[72] Idem, p. 92
[73] Idem, p. 93
[74] Idem, p. 94
[75] Idem, p. 95
[76] Idem, p. 99
[77] Idem, p. 102

concept, putem aduce şi noi în vedere observaţia că se pot asocia obiecte unor concepte fără ca rezultatul lor să fie validat de conştiinţa estetică. Termenii prin care Hegel defineşte frumosul nu conduc totdeauna la succesul estetic.

Ceea ce provine din concepţia lui Hegel şi susţine teoria noastră a frumosului este că acesta are nevoie să se bazeze pe un concept a ceea ce este frumos, concept de la care şi către care se realizează un ciclu de procese de descoperire – definire până la epuizarea raţionalităţii şi a creativităţii judecăţii de valoare.

Charles Baudelaire (1821-1867). Şi-a expus viziunea asupra câtorva concepte filozofice inclusiv asupra frumosului în lucrarea sa publicată în 1863, *Pictorul vieţii moderne*. Aici aducea în discuţie importanţa judecăţii de valoare regăsită în artiştii, filozofii, gânditorii secundari, în cazurile particulare, în anumite condiţii şi în trăsăturile de moravuri.[78] El menţiona esenţa lucrurilor frumoase: studiind istoria frumosului vom observa că aceeaşi esenţă îmbracă forme diferite de-a lungul epocilor. Baudelaire a adăugat o observaţie asupra impactului pe care frumosul îl are asupra omului: abilitatea omului de a crea lucruri frumoase se reflectă în înfăţişarea sa, în gesturile sale, chiar în trăsăturile feţei sale: *Omul ajunge să se asemene cu ceea ce el ar vrea să fie*.[79] El a ajuns la concluzia că frumosul şi-a croit drum şi s-a exprimat în orice condiţii, chiar evaluate de noi azi ca urâte sau dificile. În virtutea inerţiei de a rezista, de a persista, de a continua frumosul şi-a găsit modul de a se etala. Baudelaire propunea o teorie raţională şi curgătoare de-a lungul istoriei a frumosului şi nu o teorie a frumosului unic şi absolut cum s-a încercat să fie definit în fiecare epocă. El spunea că *Frumosul este alcătuit dintr-un element etern, invariabil, a cărui calitate este extrem de dificil de determinat şi dintr-un element relativ, de conjunctură, care va fi […] rând pe rând un ansamblu, epoca, moda, morala, pasiunea*.[80] N-a definit şi nici n-a făcut speculaţii la adresa primului *element etern*, dar despre al doilea a adăugat că este strict necesar pentru a ambala esenţa, adică frumosul, într-o forma comprehensibilă pentru observator.

Aşa cum Baudelaire a menţionat că şi gânditorii secundari, particularităţile şi moravurile sunt necesare în judecata de valoare, subliniem şi noi că în realitate totul contează. Atât reperele cât şi elementele secundare, colaterale sunt importante, deoarece imaginea este un întreg alcătuit deopotriva din principal, secundar şi (aparent) neimportant. Uneori tocmai detaliul minor este cel care a asigurat succesul sau evoluţia de la o treaptă la următoarea.

Relativ la definiţia pe care Baudelaire a dat-o frumosului, continuăm prin specularea identităţii acestui element etern, în încercarea de a argumenta că acela este nivelul de evoluţie personală a omului, din orice poziţie s-ar găsi: artist, critic, observator, societatea luată ca întreg.

Alain (Emile Chartier) (1868-1951). Filozof şi estetician francez, Alain a adus în discuţie câteva aspecte de logică în judecata de valoare, precum: justificarea, recunoaşterea, obiectivismul, teoria, meditaţia asupra frumosului. Fiecare om îşi justifică judecata de valoare asupra frumosului după bunul plac sau gust (*On prouve tout ce qu'on veut*). În consecinţă, fiecare tebuie să aibă grijă să îşi cultive gustul propriu.[81] Fiecare gânditor îşi emite o teorie proprie a frumosului.[82] Alain a subliniat că lucrul frumos nu trebuie demonstrat că este frumos, căci el însuşi îşi apără frumuseţea.[83] Frumosul obligă la meditaţie fără de care emiterea judecăţilor de valoare sunt simple decizii de apartenenţă la un grup de opinie sau altul.[84] Adăuga şi că ceea ce este frumos este recunoscut imediat de public şi dobândeşte recunoaştere generală.[85] Obiectul culturii constă în a descoperi şi a înţelege natura umană.[86]

[78] Baudelaire, Charles, *Pictorul vieţii moderne*, Colecţia de publicaţii Litteratura.com, p. 4
[79] Ibidem
[80] Idem, p. 5
[81] Alain, *Système des beaux-arts*, ed. Gallimard, Paris, 1920, p. 8
[82] Alain, *Propos sur l'esthétique*, ed. Librairie Stock, Paris, 1923, cap. XXV
[83] Alain, *Système des beaux-arts*, ed. Gallimard, Paris, 1920, pp. 9-10
[84] Alain, *Propos sur l'esthétique*, ed. Librairie Stock, Paris, 1923, cap. XXV
[85] Alain, *Système des beaux-arts*, ed. Gallimard, Paris, 1920, p. 9
[86] Alain, *Propos sur l'esthétique*, ed. Librairie Stock, Paris, 1923, cap. XXV

Alain a adus în discuţie câteva elemente noi şi logice referitoare la frumos. Ne pare foarte plauzibil că frumosul este parte din natura umană, este o abilitate a omului care, asemănător cu inteligenţa sau îndemânarea de a face ceva se practică, se învaţă, se perfecţionează, se descoperă, asupra sa se meditează pentru a îl înţelege tot mai profund. După nivelul de profunzime la care înţelegerea frumosului a ajuns, se conturează şi abilitatea omului de a îl identifica şi de a îl produce.

Wladyslaw Tatarkiewicz (1886-1980). A fost mult mai preocupat de istoria esteticii şi de evoluţia conceptului de frumos, mai degrabă sintetizând *o mare teorie a frumosului*, expusă în articolul *Marea teorie a frumosului şi declinul său*[87], decât de a-şi expune propria viziune. Filozof, istoric şi estetician de referinţă, el a scris multe lucrări utile inclusiv pentru cea de faţă. Totuşi o formulare a viziunii lui asupra frumosului acordă prioritate experienţei estetice ca urmare a receptării autentice a creaţiei artistice.

Tatarkiewicz ne inspiră la câteva idei interesante asupra frumosului, cum ar fi faptul că artistul ajunge să fie evaluat după calităţile estetice ale operelor sale. Despre operele de artă nu s-a evaluat decât rarisim ca fiind perfecte, totuşi natura sau corpul uman au beneficiat de acest calificativ, fiind luate de modele pentru creaţie artistică. Apare aici întrebarea ale cui sunt aceste opere şi dacă abilităţile deţinute de acel Cineva ne pot fi transmise şi nouă. Probabil această genialitate creatoare poate fi transferat de la Divinitate omului, iar omul trebuie să îşi concentreze eforturile pentru a-şi descoperi propriile abilităţi estetice şi pentru a le pune în operă.[88]

Suntem de o părere asemănătoare cu viziunea expusă în *Marea teorie a frumosului* a lui Tatarkiewicz deoarece şi aici se face o comparaţie a etapizării definirii frumosului, ceea ce poate fi pus în paralel cu scara lui Maslow. Aceasta este, în acelaşi timp, un contraargument la viziunea filozofilor englezi ai secolului al XVIII-lea, cu privire la obiectivismul versus subiectivismul frumosului. După ce omul îşi formează o imagine de ansamblu asupra a ceea ce este frumosul, apare o scară cu următoarele trepte pe care el le urcă: 1. Identificarea componentelor şi studierea trăsăturilor lucrurilor; 2. Elaborarea unor definiţii ale frumosului relative fie la componente, fie la trăsăturile lucrurilor, ajungând la o definiţie preferată de majoritate; 3. Identificarea impacturilor calităţilor estetice ale lucrurilor asupra observatorului şi analizarea acestor impacturi; 4. Elaborarea de definiţii metafizice şi abstracte relative la experienţele estetice ale subiectului; 5. Identificarea punţii de legătură între frumosul obiectului şi nivelul asimilării frumosului la care a ajuns subiectul.

Putem spune că frumosul este acea caracteristică deţinută de lucruri care îi generează observatorului şi îi întreţine sentimentul de plăcere senzuală, emoţională sau psihologică şi conduce astfel la creşterea calităţii vieţii, creându-i un mediu plăcut pentru a se dezvolta de la copil la adult şi pentru a evolua de la condiţia omului simplu la omul care gândeşte şi este conştient de complexitatea lumii în care trăieşte.[89]

Martin Heidegger (1889-1976). Era un filozof estetician subiectivist. Frumosul, la el, era identificat prin percepţia estetică.[90] A fost preocupat şi de conceptul de adevăr pe care l-a definit ca pe încrâncenarea dintre lume şi pământ, dar nu o încrâncenare a lumii împotriva pământului; iar pe frumos ca pe o modalitate de revelare a adevărului.[91] Frumosul este un limbaj de exprimare a adevărului, un limbaj ce necesită efort considerabil pentru a putea fi descifrat.

Efortul de optimizare a limbajului prin care adevărul relevă frumosul, preluat de la Heidegger, vine în sprijinul teoriei noastre deoarece credem că omul va putea înţelege frumosul numai atunci când va fi depus suficient efort pentru a-i înţelege limbajul, modul de a se exprima

[87] Tatarkievicz, Wladyslaw, *The Great Theory of Beauty and Its Decline*, revista *The Journal of Aesthetics and Art Criticism*, vol. 31, nr. 2. (decembrie 1972), pp. 165-180
[88] Idem, p. 169
[89] Idem, p. 178
[90] Hammermeister, Kai, *The German Aesthetic Tradition*, ed. Universităţii Cambridge, Cambridge, 2002, p. 174
[91] Idem, p. 183

în afară de cuvinte, prin imagini, forme etc. Pentru aceasta omul trebuie să aibă inclusiv limbajul îndeajuns de dezvoltat încât să-l ajute să exprime descrierea, definiţia şi evoluţia frumosului.

Mikel Dufrenne (1910-1995). Spunea că frumosul caracterizează obiectele estetice şi că *frumosul este calitatea estetică specifică*[92], supremă şi exclusivă[93]. A adăugat că nu trebuie demonstrată la nesfârşit frumuseţea unui obiect estetic, deoarece aceasta există în acel obiect pur şi simplu.[94] Dufrenne considera că frumosul cuprinde armonie, puritate, noblețe, serenitate. Acesta pecetluieşte opera de artă autentică[95]. Frumosul consta în adevărul revelat de un lucru care reuşeşte să îşi afişeze calităţile generând în observator emoţii şi sentimente de împlinire ca urmare a reflectării şi armoniei între imaginaţie şi înţelegere[96]. În completarea definiţiei frumosului, Dufrenne mentiona că acesta constă în succesul la care a ajuns un lucru având esenţa, un scop atins, o aspiraţie împlinită. S-ar părea că esteticianul francez era unul obiectivist, recunoscând că frumosul se regăseşte în acel lucru estetic definit anterior, iar observatorul joacă rolul de a conştientiza aceasta.[97] Măsura în care observatorul discerne frumosul în lucruri depinde de gust, de cultura şi de natura sa proprie.[98] Pentru a sublinia faptul că adevărul şi frumosul nu sunt unul şi acelasi concept, Dufrenne argumenta că efortul pentru a găsi adevărul este mai mare, asiduu, putând conduce şi la efecte negative, pe când frumosul are efecte pozitive. Adevărul este deţinut de o persoană, în timp ce persoana poate fi sau este stăpânită de frumos.[99] Omul se simte diferit în faţa celor două concepte: simte frumosul, respectiv cunoaşte adevărul[100].

Monroe Beardsley (1915-1985). A adus în vedere faptul că fiecare dintre noi poate folosi conceptul de frumos pentru a-l adapta la scopurile sale, conferindu-i o definiţie potrivită pentru sine.[101] Judecăţile de valoare realizate asupra frumosului sunt atât de diferite în funcţie de emiţătorul fiecăreia pentru că frumosul este o calitate perceptuală, variabilă în intensitate şi greu de perceput.[102] Beardsley definea frumosul prin cele patru fraze care urmează. 1. *Frumosul este o calitate perceptibilă*, iar *orice proprietate artistică ce nu poate fi percepută este altceva decât frumosul*.[103] 2. Frumosul este calitatea unora sau a tuturor părţilor unui întreg complex, unde întregul creează un context. 3. Frumosul este o calitate simplă care caracterizează un complex.[104] Alături de ideea că frumosul este o condiţie suficientă dar nu necesară pentru valoarea estetică[105], acest segment al definiţiei frumosului a lui Beardsley situează frumosul nu pe treapta de culme a valorilor estetice, ci într-un grup de valori estetice în care se găsesc şi alte elemente precum sublimul sau expresivitatea. 4. Nivelul frumuseţii unui lucru conferă nivelul de valoare estetică a aceluia. Nivelul frumuseţii unui lucru poate fi dat prin îndeplinirea unor condiţii alternative printre care se află: coerenţa, plinătatea, un nivel minim de complexitate conferit de *subtilitate şi bogăţie de semnificaţie*. 5. Frumosul nu este o condiţie necesară a valorii estetice – idee evident legată de a treia definiţie a frumosului, de mai sus. [106]

Vis-à-vis de primul enunţ de definire a frumosului de către Beardsley, observăm că acesta este un estetician subiectivist. Îndepărtarea de esenţa frumosului o face în momentul în

[92] Dufrenne, Mikel, *The Phenomenology of Aesthetic Experience*, trad. Edward S. Casey ş.a., ed. Universităţii Northwestern, Evanston, 1973, p. lviii
[93] Idem, p. 59
[94] Idem, p. lviii
[95] Idem, p. 59
[96] Idem, p. 61
[97] Idem, p. lxii
[98] Idem, p. lxiii
[99] Idem, p. 428
[100] Idem, p. 430
[101] Beardsley, Monroe C., *Beauty and Aesthetic Value*, rev. *The Journal of Philosophy*, vol. 59, nr. 21, New York, 1962, p. 623
[102] Idem, p. 624
[103] Idem, p. 624-625
[104] Idem, p. 625
[105] Idem, p. 624
[106] Idem, p. 626

care validează frumosul într-un obiect în limita abilităţii observatorului de a percepe frumosul. Este evident o capcană să fie etichetat obiectul în funcţie de abilităţile subiectului.

Lucrarea de faţă are o abordare de nişă faţă de definiţia de astăzi a esteticii, *ştiinţă care studiază legile şi categoriile artei, considerată ca forma cea mai înaltă de creare și de receptare a frumosului; ansamblu de probleme privitoare la esenţa artei, la raporturile ei cu realitatea, la metoda creaţiei artistice, la criteriile şi genurile artei*[107], unde nişa îmbracă forma potrivit căreia estetica se ocupă cu studiul identificării, definirii şi receptării frumosului. Frumosul este culmea valorilor estetice, celelalte valori fie definindu-l printr-o relaţie de subordonare, fie reprezentând forme particulare ale sale cu care se găseşte în relaţie de coordonare. Retrogradarea conceptului de frumos conduce la dezordine, rupere şi refacerea nenaturală a relaţiilor dintre valorile estetice.

Umberto Eco (1932-2016). Spunea, în interviul luat de Filippo Salvatore şi de Erika Pagani, că omul a fost preocupat conştient sau nu de frumos din instinct, căutând plăcerea – nu doar sexuală, ci şi a mâncării, a ceea ce încântă ochiul ş.a. Frumosul e o necesitate primară a omului. Eco observa că nu degeaba primele teorii şi definiţii ale frumosului sunt de tip vizual, chiar dacă ulterior acestea s-au diversificat şi spre abstracţiuni.[108] El spunea că frumosul este şi o chestiune: de gust, deci de alegere; de obişnuinţă sau de apartenenţă la o cultură; de etapă în evoluţia civilizaţiei umane; de standarde avute la un moment dat sau altul.[109] Frumosul e un concept relativ, în timp ce urâtul e unul mai puţin relativ decât frumosul. Eco adăuga că frumosul este un lucru la fel de particular precum e mâncarea pentru fiecare om. Mai departe, omul încearcă să îşi satisfacă inclusiv necesităţile estetice, iar dacă prin valorile estetice tradiţionale nu se poate, atunci le răstoarnă şi înlocuieşte frumosul cu urâtul.[110] Dacă frumosul este folosit pentru a acoperi un urât moral, atunci moralitatea nu are nicio legătură cu arta. Frumosul face parte dintr-o operă de artă care serveşte scopurilor sale.[111] Promotor al conceptului de artă deschisă, Eco spunea că opera de artă este deschisă pentru că permite o infinitate de interpretări.[112] El aducea şi o explicaţie pentru preferinţele omului asupra anumitor culori: aceasta se datorează faptului biologic conform căruia ne plac culorile din mâncarea noastră (alb, galben, culorile deschise în general) şi ne plac mai puţin culorile închise pe care, avându-le în mâncare, aceasta ne-ar părea respingătoare.[113]

Explicarea fenomenului frumosului, precum şi Umberto Eco a observat, se realizează la un nivel profund, instinctual, primar, primordial al fiinţei noastre. Motivul pentru care frumosul îşi are aici rădăcinile ne conduce cu gândul la ideea că frumosul exista în om înainte că acesta să îl conştientizeze. Rămâne ca omul, prin experienţa de viaţă, preocupările tot mai profunde asupra a ceea ce e viaţa, inclusiv frumosul şi prin efortul continuu de a evolua, să pătrundă şi conceptul de frumos ca ulterior să îl poată identifica şi produce.

Aşa cum sugera şi Eco prin îndepărtarea frumosului de urâtul moral, consecinţele frumosului sunt pozitive, iar binele este o prelungire a frumosului. Dacă urmările unui lucru sunt negative, acela nu era frumos cu adevărat.

În schema de mai jos, Fig. 2.1 este înfăţişată această suită de teorii şi opinii asupra a ceea ce este frumosul:

[107] Academia Română, Institutul de Lingvistică "Iorgu Iordan", *Dicţionarul explicativ al limbii române*, ed. a II-a revizuită şi adăugită, ed. Univers Enciclopedic Gold, 2009
[108] Salvatore, Filippo; Pagani, Erika, *Bruttezza e bellezza secondo Umberto Eco*, interviu în revista PanoramItalia (www.panoramitalia.com), 2 octombrie 2012, întrebarea 1
[109] Ibidem
[110] Idem, întrebarea 3
[111] Idem, întrebarea 6
[112] Idem, întrebarea 4
[113] Idem, întrebarea 7

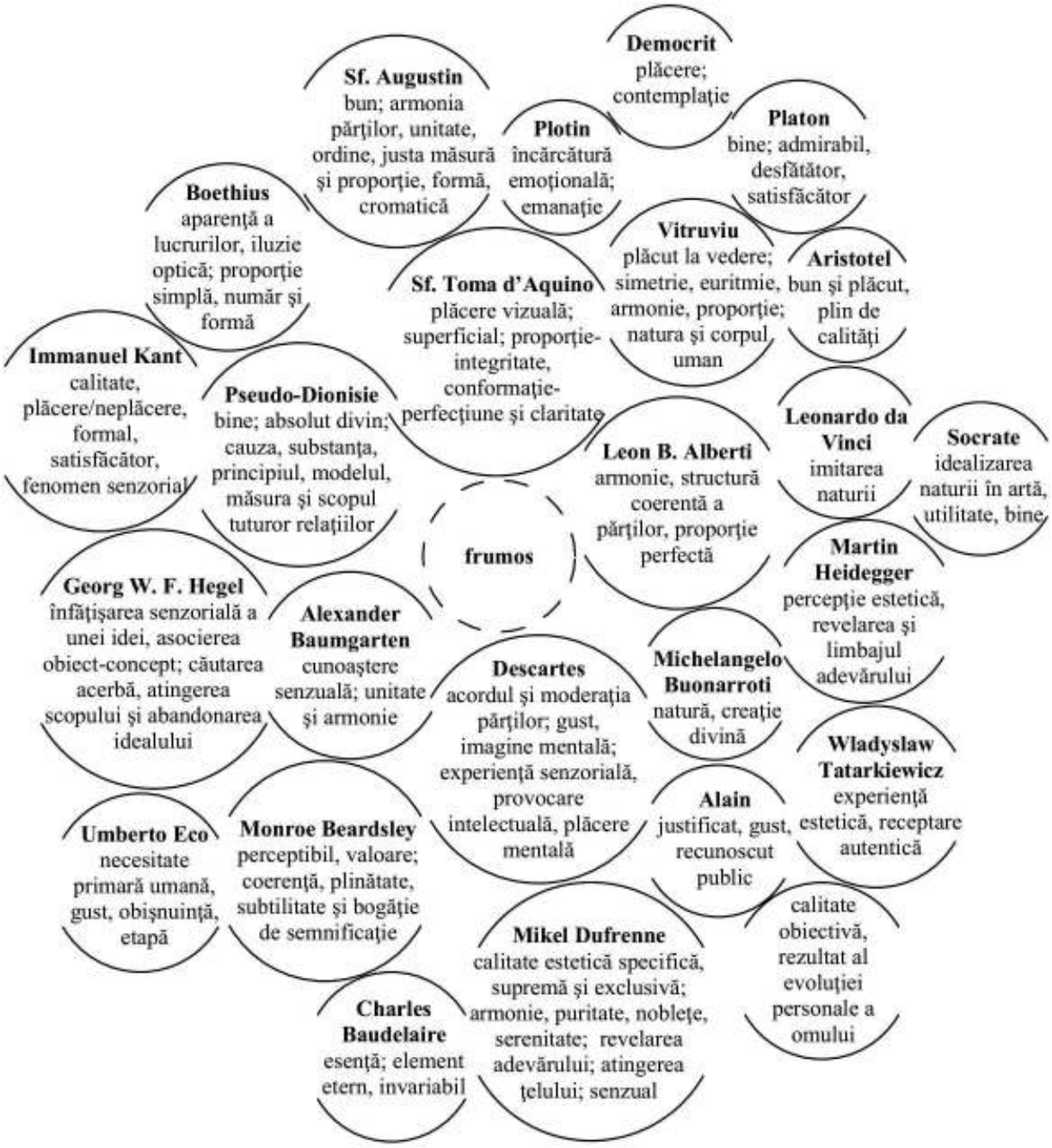


Fig. 2.1. Schema teoriilor asupra frumosului ale unei selecţii de gânditori şi esteticieni

2.6. Concluzii parţiale

Secole de practică şi meditaţie asupra frumosului au condus la obţinerea unei importante concluzii psiho-filozofice şi emoţionale: frumosul este impresia sintetizată a ceea ce se aseamănă cu elementul originar emanator de emoţii şi senzaţii impresionante.

Poate datorită unei apropieri mai mari de natură, datorită unui progres tehnologic incomparabil mai redus decât ceea ce se oferă în zilele noastre, poate datorită persistenţei acute a luptei de a acoperi necesităţile primare fiziologice şi de securitate, omul a simţit nevoia să regăsească în frumos, în afară de o expresie a culturii şi a psihologiei sale, un confort al binelui, a

ceea ce este bun, a ceea ce este pozitiv, care să-i suplinească o parte din lipsurile pe care le suferea.

Practic acelaşi lucru îl face frumosul de fiecare dată, anume completează complexul de trăsături ale expresivităţii umane.

Aşa cum se va vedea în partea a doua a acestei *Teorii reconsiderate a frumosului şi a evoluţiei*, omul va parcurge, precum şi este de aşteptat, etapele de confirmare, întrerupere şi reconsiderare, infirmare, combatere a fazelor anterioare, recăutare, redescoperire şi redefinire a frumosului în mod continuu. Toate aceste etape, prin care aparent trece conceptul de frumos în viziunea omului, sunt de fapt etape ale evoluţiei gândirii omului. Deoarece nu acelaşi om trece prin toate aceste etape, este de aşteptat ca din când în când să uite prin ce faze au trecut predecesorii săi, iar aceasta să-l constrângă la a repeta istoria până la asimilarea integrată a zestrei sale estetice.

2.7. Sinteza de teorii ale frumosului realizată de Monroe Beardsley

2.7.1. Alienarea conceptului de frumos

Monroe Beardsley a realizat un inventar al conceptelor din secolul al XIX-lea până în epoca contemporană ce au caracterizat evoluţia înţelegerii frumosului. Articolul în care face aceasta, intitulat *Frumosul (Teorii ale frumosului din secolul al XIX-lea)*[114], cuprinde o serie de definiţii ale frumosului, conceptele ce au caracterizat frumosul şi liniile pe care s-a realizat studiul esteticii.

Fiecare teorie, definiţie sau linie de studiu a esteticii încearcă să ofere soluţii la problematica filozofică a esteticii. Pentru a putea oferi soluţii la o problemă, aceasta trebuie să fie cunoscută şi înţeleasă în profunzime. Definirea unui concept este deja forma pe care i-o da gânditorul şi sub care îl prezintă mai departe, după ce l-a pătruns temeinic. Definirea frumosului nu se poate spune că a beneficiat neapărat de un parcurs evolutiv, ci trebuie să ne oprim la termenul parcurs. Aceasta pentru că fiecare perioadă istorică, fiecare curent, fiecare gânditor preocupat de frumos care a adăugat o definiţie a frumosului la suita anterioară a subliniat ceea ce atunci şi acolo unde el se găsea definea frumosul.[115]

În continuare este prezentat acest parcurs al evoluţiei binomului frumos-estetic din secolul al XIX-lea până astăzi, alături de gânditorii care le-au formulat şi lucrările lor.

Bernard Bosanquet defineşte estetica prin filozofia frumosului, iar frumosul este *ceea ce are expresivitate proprie sau specifică pentru perceperea prin simţuri sau imaginaţie*. După Bosanquet istoria esteticii cunoaşte un proces de dezvoltare continuă intelectuală de la conceptele clasice de frumos ca armonie, simetrie şi unitate în varietate până la trăsăturile cu semnificaţie estetică mult mai subtilă, precum sunt sublimul, grotescu, graţiosul, violentul. Lucrarea sa de referinţă poată titlul *History of Aesthetics*, publicată la Londra şi New York în 1892.

Frank Sibley adăuga la lista generoasă de termeni care caracterizează frumosul şi alţii precum eleganţa, delicateţea, stridenţa, potenţa, veselia (vezi eseul său *Aesthetic Concepts*, din revista *Philosophical Reviews*, nr. 68, 1959).

Ca şi alţi transcedentalişti, Robert Bridges era adeptul artei de dragul artei şi îi acorda frumosului o valoare divină, poate puţin dintr-un exces romantic (vezi *Testament of Beauty*, Oxford, 1929).

Benedetto Croce înlocuieşte pentru prima dată conceptul de frumos prin cel de expresie şi pronunţă formula *artă egal expresie egal intuiţie*, iar frumosul este expresia, deci frumosul este esenţa artei (vezi *Estetica come scienza dell'espressione e linguistica generale*, Milano, 1902 şi *Breviario di estetica*, Bari, 1913).

[114] Wiener, Philip Paul (editor), *Dictionary of the History of Ideas*: *Beauty (Theories of Beauty since the Mid-Nineteenth Century)*, 1973-1974, Monroe C. Beardsley pp. 207-214
[115] Idem, p. 207

Clive Bell (*Art*, Londra, 1914) şi Roger Fry (*Vision and Design,* Londra, 1920) i-au ataşat frumosului ca definitorie *forma semnificativă*.[116]

Henry Miller a fost una dintre vocile avangardei care i-au respins frumosului trăsăturile anterioare, pronunţându-i noul scop: de a intensifica şi de a radicaliza experienţa observatorului (vezi *Tropic of Cancer*, Paris, 1934).

C. K. Ogden şi I. A. Richards prin lucrarea *Meaning of Meaning*, Londra şi New York, 1923, alături de Charles L. Stevenson cu lucrarea *Ethics and Language*, New Heaven, 1944, infirmau categoric existenţa frumosului, termen pe care îl foloseau din considerente emoţionale. Pentru ei frumosul are înţeles doar când se află într-un obiect pe care îl caracterizează.[117]

Cele 24 de repere selecţionate din rândurile gânditorilor, ale filozofilor şi ale esteticienilor, împreună cu sinteza lui Beardsley asupra teoriilor frumosului surprind împreună principalele faze ale definirii frumosului, relevându-ne practic parcursul său. Dacă până în secolul XX conceptul de frumos beneficia de o accepţie pozitivă a sa, care îi definea clar apartenenţa la marea umbrelă a binelui, a ceea ce este bun, a ceea ce produce rezultate pozitive, observăm o reinterpretare prin negaţie a esenţei sale în ultimul secol. Din perspectiva prin care această lucrare este scrisă, unde avem în prim plan alături de frumos şi scara lui Maslow, această renegare a valorilor esenţiale descoperite, confirmate şi reconfirmate de milenii relevă de fapt un proces la care a fost supus omul, anume un proces de întoarcere de pe o treaptă superioară pe una inferioară a dezvoltării lui. Coborârea aceasta de trepte ne arată că societatea umană a suferit un şoc, că satisfacerea unor nevoi primare de supravieţuire a fost grav ameninţată. Dacă mai amintim că secolul XX a fost marcat de primele două războaie mondiale suferite de umanitate, nici nu ne mai miră această retrogradare a conceptului de frumos. Intuim, aşa cum am mai amintit deja, că următoarea etapă principală prin care va trece înţelegerea umană asupra frumosului va consta în solidificarea concesiunii conform căreia în ciuda vicisitudinilor majore prin care omul ar trece – cum ar fi un nou război mondial – conceptul de frumos îşi va găsi resorturi noi de supravieţuire şi manifestare în forma sa plenară, datorită energiei creative care zace în frumos, mai exact în puterea creatoare de frumos cu care a fost înzestrat omul o dată cu conceperea sa divină.

O altă explicaţie propusă pentru alienarea conceptului de frumos constă în faptul că omul ajunge din când în când la o saturaţie psihică şi are nevoie să revină la origini. Adica omul simte uneori nevoia să parcurgă din nou etapele descoperirii unui item, în cazul de faţă esenţa frumosului, după o lungă perioadă de supunere la principiile consacrate de existenţă, manifestare şi funcţionare a acelui item. Oboseala psihică ce intervine după o lungă perioadă creează necesitate impetuoasă de a parcurge din nou procesul de descoperire-inventare şi apoi reconfirmare. Iar cel mai bun mod de a începe reconfirmarea a ceea ce este un lucru constă în negarea acelui, deoarece negarea solicită efortul maximal de care se dispune la acel moment dat. Evident că eforturile maximale din momente diferite la care omul parcurge acest proces de redescoperire şi reinventare a acelui lucru au valori diferite şi tocmai de aceea rezultatele nu sunt niciodată identice.

Nu excludem ca furtunile sociale ale celor două războaie mondiale să fi fost de fapt ultimele picături care au umplut paharul oboselii acumulate de-a lungul timpului, declanşând nevoia imperioasă a omului de a reveni la origini, adică de a renega esenţa frumosului pentru a-şi concentra din nou resursele să-l redescopere.

[116] Wiener, Philip Paul (editor), *Dictionary of the History of Ideas*: *Beauty (Theories of Beauty since the Mid-Nineteenth Century)*, 1973-4, Monroe C. Beardsley, p. 207
[117] Idem, p. 208

2.7.2. Schema conceptelor ce au caracterizat frumosul

Frumosul este un concept a cărui accepţiune a dobândit de-a lungul timpului o serie de termeni prin teoriile care l-au definit. Prima mare divizare a acestora s-a făcut pe baza faptului că frumosul poate să descrie – este un concept descriptiv – sau să evalueze – fiind un concept evaluator (normativ).[118]

Mai jos este înfăţişată schematic arborescenţa categoriilor conceptului de frumos, identificate de Monroe Beardsley, în Fig. 2.2:

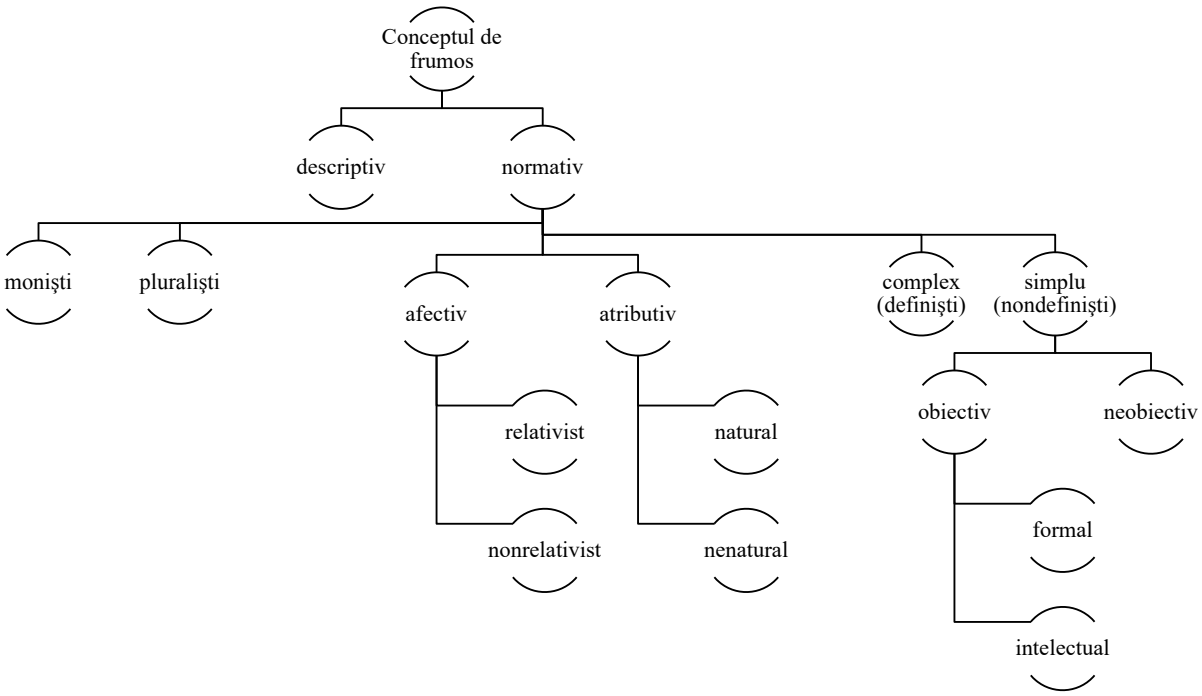


Fig. 2.2. Categoriile frumosului, precum au fost identificate de Monroe Beardsley

Frumosul ca şi concept descriptiv versus evaluator se traduce în cele două tipuri de enunţuri referitoare la estetică, pe care Wladyslaw Tatarkiewicz le descrie riguros în lucrarea sa extinsă *Istoria esteticii*.[119] Enunţurile descriptive ale frumosului vor descrie, vor analiza şi vor explica, mai exact vor oferi definiţii ale frumosului şi ale artei, vor analiza frumosul, îi vor explica natura şi vor descrie ce efecte are frumosul asupra omului. Descriptivul din frumos este *expresia experienţei şi a raţionamentului*[120]. Enunţurile evaluatoare ale frumosului constau de fapt în judecăţi de valoare. Acestea spun *care lucruri sunt frumoase, care opere de artă sunt izbutite*, în ce grad *trebuie să fie valorizate frumosul şi arta*. Evaluativul din frumos este *expresia gustului*[121].

Harold Osborne, în lucrarea sa *Theory of Beauty,* Londra, 1952, apăra caracterul evaluator al frumosului, deşi îi recunoştea şi funcţia sa descriptivă.[122] Viziunea grecească antică, unde frumosul era ceea ce e bun şi adevărat totodată, era de asemenea de partea conceptului descriptiv.

[118] Ibidem
[119] Tatarkievicz, Wladyslaw, *Istoria esteticii*, ed. Meridiane, Bucureşti, 1978, vol I, p. 131
[120] Ibidem
[121] Ibidem
[122] Wiener, Philip Paul (editor), *Dictionary of the History of Ideas*: *Beauty (Theories of Beauty since the Mid-Nineteenth Century)*, 1973-4, Monroe C. Beardsley, p. 208

În continare ne vom concentra pe caracterul normativ al frumosului, care se pare că a fost preferat de gânditorii din ultimele două secole, deşi se observă astăzi o estompare a limitei dintre celor două accepţiuni.

Gânditorii evaluativi ai frumosului se împart mai departe în monişti şi pluralişti, respectiv în afectivi şi atributivi.

Deosebirea dintre monişti şi pluralişti seamănă cu diferenţa dintre modurile în care distanţa dintre A şi B poate fi parcursă de la A spre B, respectiv de la B spre A. Moniştii susţin că frumosul este o proprietate unitară şi unică, în timp ce pluraliştii sunt de părere că frumosul numără o serie de proprietăţi. Ceea ce contează în final este ca definirea frumosului să ţină cont de toate componentele sale şi să-i identifice esenţa. Dacă filozoful evaluativ se va declara apoi monist sau pluralist, aceasta nu mai conteaza atât de mult, evaluarea făcându-se integrat şi obiectiv.[123]

Afectivul i se ataşează conceptului normativ de frumos pentru a-i evidenţia acestuia capacitatea sau abilitatea de a oferi satisfacţie sau plăcere. Această părere o are şi Ethel Puffer (Howes), după cum susţine în lucrarea sa *The Psichology of Beauty,* Boston, 1905.[124]

Înainte de a explicita categoria omoloagă afectivului, anume atributivul, vor fi menţionate două subcategorii ale afectivului: relativiştii şi nonrelativiştii. Precum era de aşteptat conform descrierii conceptului de frumos afectiv, una dintre subcategoriile sale – nonrelativiştii – susţine capacitatea efectivă, puterea de a oferi satisfacţie estetică, iar cealaltă – relativiştii – îi vor aprecia abilitatea potenţiala în direcţia valorii estetice. Un nonrelativist este şi Stephen Pepper, precum îşi susţine punctul de vedere în lucrarea sa *The Work of Art*, Bloomington, 1955, iar unul dintre relativişti este Samuel Alexander, cu lucrarea *Beauty and Other Forms of Value*, Londra, 1933 sau C. J. Ducasse, cu *Philosophy of Art,* New York şi Toronto, 1929.[125]

Întorcându-ne la nivelul anterior de divizare a conceptelor caracteristice frumosului, pe lângă afectivul deja discutat, este expus acum atributivul. Acesta este definit de proprietatea de a percepe lucruri şi de a le contempla pentru a le observa astfel valoarea lor estetică – vezi T. E. Jessop, *The Definition of Beauty, Proceedings of the Aristotelian Society*, 1933.

Tot aici, esteticienii descriptivi atributivi îşi pun problema dacă atributul estetic este natural sau nenatural, respectiv complex sau simplu. Naturaliştii, printre care se numără şi D. W. Prall, *Aesthetic Judgment*, Cambridge, 1929, se folosesc de concepte psiho-fizice pentru a contura această interacţiune dintre oameni şi lumea înconjurătoare. Nenaturaliştii, precum Jacques Maritain, *Art et scolastique,* Paris, 1920 sau Etienne Gilson, *The Arts of the Beautiful,* New York, 1965, susţin statutul transcedental al esteticii, care este puţin demodat fiind preluat din neo-scolasticismul platonician.[126]

Definiştii, cei care apără complexitatea esteticului, aduc în vedere, oarecum în mod asemănător cu pluraliştii, necesitatea utilizării unui grup de termeni precum armonia, măsura, proporţia, simetria, ordinea pentru a defini frumosul. Tot aceştia şi-au pus problema limitei necesare şi suficiente în determinarea acestor proprietăţi. În paralel, nondefiniştii privesc proprietăţile simple şi sustin că deşi fiecare dintre acestea este apreciată pozitiv, totuşi obiectul evaluat integral poate fi o nereuşită. De aceea fiecare proprietate simplă trebuie să contribuie la succesul estetic al obiectului.

Datorită numărului mare de proprietăţi pe care definiştii le analizează în evaluarea estetică, aceştia aduc în vedere necesitatea determinării tipului de proprietăţi care asigură succesul operei. Astfel ei se divid în obiectivişti – care consideră că proprietăţile interne sunt cele importante, deşi variabilitatea nu este împiedicată – şi neobiectivişti – care consideră prioritare proprietăţile externe, deasupra relaţiei funcţionale. Cum scopul principal al obiectiviştilor era să identifice condiţiile obiective ale atingerii frumosului, au apărut două subramuri: formaliştii şi intelectualiştii. Formalismul apără forma şi însuşirile formale – vezi T.

[123] Ibidem
[124] Idem, p. 209
[125] Ibidem
[126] Idem, p. 210

M. Greene, *The Arts and the Art of Criticism*, Princeton, 1940. Intelectualismul, în schimb, consideră că frumosul este concluzia funcţiei cognitive şi reflective a omului, îndreptată asupra conţinutului cognitiv al unui obiect – vezi W. T. Stace, *The Meaning of Beauty,* Londra, 1929 şi N. G. Cherny Shevsky, *The Aesthetic Relation of Art to Reality,* 1855.[127]

Adăugăm aici şi opinia noastra referitoare la scopul primordial al esteticii care credem că este să aprofundeze definiţiile frumosului, apoi definiţia reconsiderată a sa, să explice fenomenul frumosului şi să cerceteze metodele de generare a lui. Pe de altă parte, evaluarea în estetică nu este un proces compoziţional, care recompune valorile la obiectul analizat, ci unul care îl descompune, putând fi deconstructivist. Este mai simplu să se critice, să se dezasambleze şi să se caute înţelesuri sau reguli pentru un obiect după capacitatea unui observator de a le deduce, decât să se definească, să se exemplifice, să se descrie, să se asambleze astfel încât să funcţioneze ca un organism viu, capabil să evolueze sau să creeze un impact constructiv asupra mediului înconjurător, cu atât mai mult asupra unui observator.

2.7.3. Liniile directoare de studiere a frumosului

Studiul esteticii s-a realizat pe patru linii: filozofică, fenomenologică, psihologică şi sociologică.[128]

Schema conceptelor ce caracterizează frumosul este tocmai produsul analizei filozofice. Acesta este un exemplu al obiectivului analizei filozofice de a caracteriza şi de a explicita natura unui concept: conţinut unic sau alcătuit din mai multe elemente, componente necesare şi suficiente, componente dintr-o familie sau componente distincte.

Studiile fenomenologice asupra esteticii s-au concentrat pe experienţa frumosului, analizând experienţe asemănătoare pentru a le contura diferenţele şi a le determina natura esenţială. Fenomenologia şi-a definit un program sistematic, sensibil şi riguros. Un fenomenolog a fost şi Martin Heidegger – vezi lucrarea sa *Originea lucrării de arta* (*Der Ursprung des Kunstwerkes*, Holzwege, 1950) unde urmărea caracterul lucrativ al operei de artă şi punerea în operă a ceea ce este adevărat. Albert Hofstadter susţinea ca estetician fenomenolog, în opera sa *Artă şi Adevăr* (*Truth and Art*, New York, 1965) că fenomenul provine din combinarea puterii, a măsurii, a dinamismului şi a armoniei atunci când creatorul de artă este conştient de propria sa experienţă creatoare.[129]

Barierele studiului experimental psihologic în estetică au fost aşezate de către Gustav Fechner, prin lucrarea sa *Precuvântare despre estetică* (*Vorschule der Aesthetik*, Leipzig, 1876). Esteticienii psihologi au folosit *metoda comparaţiei perechilor* de elemente vizuale sau artistice pentru a le identifica pe cele evaluate ca frumoase de către oameni, pentru a identifica tipurile de oameni care evaluează ca frumoase anumite elemente şi motivele acelora pentru evaluarea făcută. Unul dintre esteticienii psihologi care au condus experimente de acest gen este C. W. Valentine - vezi *Psihologia experimentală a frumosului* (*The Experimental Psychology of Beauty,* Londra, 1962). Valentine a observat că aprecierea unui obiect ca fiind frumos este distinctă de aprecierea că acela aduce satisfacţie sau plăcere, deşi în multe cazuri cele două apar deodată.[130]

Tot esteticieni psihologi au fost şi Theodor Lipps (*Estetica – Aesthetik*, Hamburg şi Lipzig, 1903-6), Vernon Lee (*Frumosul – The Beautiful*, Cambridge şi New York, 1913), Herbert S. Langfeld (*Atitudinea estetică – The Aesthetic Attitude*, New York, 1920) care au emis *Teoria Empatiei* conform căreia observatorul obiectului de artă transferă din personalitatea sa în

[127] Idem, p. 211
[128] Wiener, Philip Paul (editor), *Dictionary of the History of Ideas*: *Beauty (Theories of Beauty since the Mid-Nineteenth Century)*, 1973-4, Monroe C. Beardsley, p. 212
[129] Ibidem
[130] Wiener, Philip Paul (editor), *Dictionary of the History of Ideas*: *Beauty (Theories of Beauty since the Mid-Nineteenth Century)*, 1973-4, Monroe C. Beardsley, p. 212

mod inconştient expresivitate acelui obiect, iar după gradul de transfer al expresivităţii este perceput şi frumosul în acel obiect.[131]

Din perspectivă sociologică, în estetică s-a analizat contextul cultural şi social în care frumosul şi-a făcut apariţia, modul în care şi-a făcut apariţia şi cauzele sociale care au contribuit la aceasta. Sociologi precum Adolf S. Tomars (vezi lucrarea *Introducere în sociologia artei – Introduction to the Sociology of the Art,* Mexic, 1940) au realizat mai multe studii pentru a afla cum variază înţelegerea şi aprecierea frumosului şi a gustului pentru acesta pe tipuri de comunităţi şi pe clase sociale. Antropologii culturali au condus studii comparative intraculturale şi studii funcţionale interculturale. Concluziile la care s-a ajuns în urma acestora au fost că frumosul este abstractizat ca ceea ce oamenii consideră că le oferă plăcere şi că totuşi există standarde universale privind calităţile estetice.[132]

Nevoile estetice au fost manifestate de-a lungul timpului prin artă, de aceea între estetică şi artă se găseşte o strânsă relaţie naturală.

2.8. Teoria reconsiderată a frumosului

2.8.1. Expunerea teoriei

Teoria reconsiderată a frumosului care este succint expusă aici este de fapt o teorie a frumosului şi a evoluţiei omului. Aceasta constă în următoarele patru enunţuri:

1. Insuccesul estetic din practică (în arte şi ştiinţă, cu precădere în arhitectură deoarece este atât o artă cât şi o ştiinţă) se datorează creativităţii estetice care este desconsiderată sau insuficient înglobată în propunere.

2. Creativitatea estetică poate fi valorificată în funcţie de nivelul de evoluţie al persoanei sau al societăţii căreia îi este destinat obiectul estetic.

3. Nivelul de evoluţie al omului sau al societăţii este paralel cu scala lui Maslow[133]. Cu cât omul îşi satisface mai multe dintre aceste nevoi, cu atât el devine mai evoluat.

4. Omul evoluat va fi mai creativ, va înţelege frumosul şi îl va putea produce.

Factorul originar al esteticii este creativitatea originară umană şi instinctul către ce este frumos, în ce constă frumosul, care sunt efectele dorite ale frumosului. Creativitatea şi instinctul către frumos depind de nivelul de evoluţie al persoanei sau al societăţii căreia îi este destinat obiectul estetic.

Omul se naşte cu abilitatea de a aprecia şi crea frumosul, iar viaţa este timpul pe care îl are la dispoziţie pentru a conştientiza aceasta. Totodată, el se naşte şi cu o serie de necesităţi pe care trebuie să şi le satisfacă pentru a supravieţui şi, respectiv, pentru a duce o viaţă de la minimul de satisfacţie în sus. În om apare astfel un concurs între necesităţi şi deziderate, ceea ce îi determină comportamentul şi priorităţile sale.

Frumosul este un concept complex, precum mulţi gânditori şi specialişti au mai spus-o, iar aceasta se datorează unei reţele de implicaţii pe care frumosul le are în psihicul uman. Pot fi apreciate, create sau criticate din punct de vedere estetic o paletă foarte largă de concepte, expuneri, lucrări, obiecte şi fiinţe. Lucrarea de faţă a făcut referire, ca particularizare, la obiectele de arhitectură, dar teoria expusă se poate aplica la oricare item.

Problema observată, al cărei răspuns se înfăţişează în teoria de faţă, constă în nivelul insuficient al esteticii remarcat în mediul construit din ţară. Pentru a-i identifica rădăcina şi a-i oferi o soluţie, problema trebuie studiată în profunzime. Astfel, cauza pentru care mediul construit este un factor de dezechilibru estetic pentru om constă în valorificarea insuficientă a abilităţilor umane proprii cu care realizează acest mediu. Când concursul dintre necesităţile primare şi valorificarea abilităţilor superioare umane este câştigat de prima categorie, rezultatele sunt cele pe care le vedem astăzi în mediul construit.

[131] Idem, p. 213
[132] Ibidem
[133] Maslow, Abraham H., *A Theory of Human Motivation*, Revista de Psihologie, vol. 50, nr. 4, iulie 1943

Mai jos este schematizată această teorie, în Fig. 2.3:

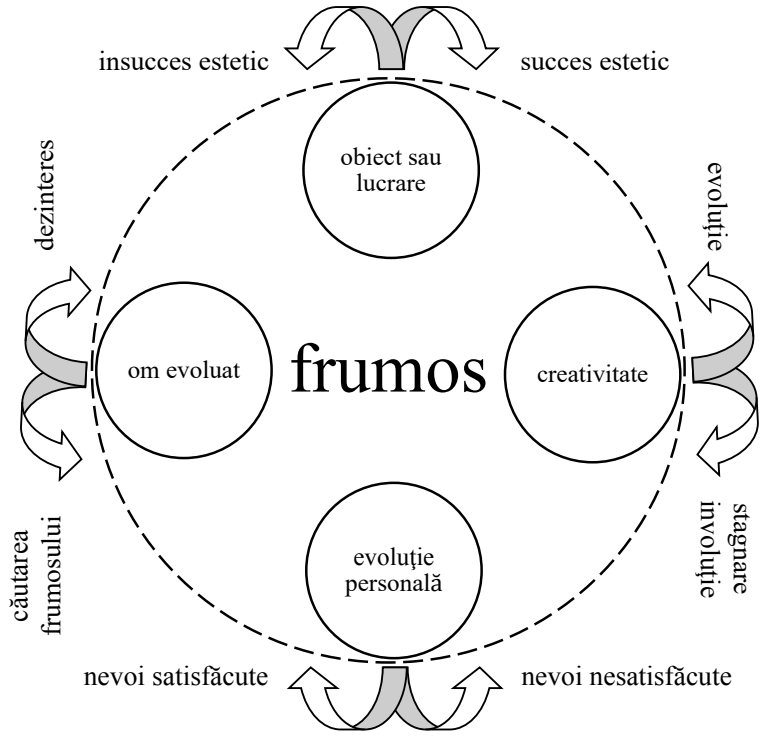


Fig. 2.3. Schema Teoriei frumosului şi a evoluţiei omului

Necesităţile primare vor fi expuse în continuare la secţiunea *Abraham Maslow: Piramida necesităţilor umane*, iar aici vor fi enumerate abilităţile superioare umane, aşa cum le identificăm: creativitatea, inventivitatea, abilitatea de a inova, abilitatea de a crea lucruri frumoase şi de a le aprecia, comprehensiunea fenomenelor din jur (a legilor naturii, a psihicului uman, a interrelaţiilor umane), previzionarea fenomenelor negative şi contracararea acestora, explorarea tolerantă şi nedistructivă a culturilor, a civilizaţiilor, a Terrei şi a Universului, cercetarea şi punerea în aplicare a scopurilor pozitive ale oricăror acţiuni întreprinse, implicarea voluntară în activităţi sociale, abilitatea de a lua iniţiative pentru îmbunătăţirea stării lucrurilor, abilitatea de a face investiţii profitabile şi ecologice de lungă durată ş.a.

Chiar dacă de cele mai multe ori preocuparea satisfacerii necesităţilor umane este prioritară descoperirii frumosului, specialiştii care au în sarcină să construiască mediul urban sunt datori să depăşească acest blocaj.

2.8.2. Abraham Maslow: Piramida necesităţilor umane

Psihologul american Abraham Maslow (1908-1970) este renumit pentru lucrarea sa de referinţă *Teoria motivaţiei umane*, apărută în revista americană a *Asociaţiei de Psihologie* în nr. 50 (4), din 1943, paginile 370-396.

Aici el discuta despre modul în care o teorie a motivaţiei umane trebuie să fie abordată, ce urmăreşte aceasta, care sunt nevoile umane de bază şi cum impactează acestea comportamentul omului, care sunt caracteristicile nevoilor de bază şi care este mecanismul motivaţional uman. Considerăm că viziunea lui Maslow asupra motivaţiilor comportamentale ale omului are aplicabilitate directă şi asupra înţelegerii frumosului şi exteriorizarea abilităţilor estetice umane este în strânsă legătură cu nivelul de satisfacere a nevoilor primare.

Similar unei idei pe care am pronunţat-o deja în această lucrare, Maslow remarca şi el că este mai greu să se remedieze lipsurile unei teorii motivaţionale decât să îi observi şi să îi critici

lacunele. Totuşi, existenţa unei teorii motivaţionale reprezintă drumul spre remediile sale.[134] În paralel, la ideea că este mai uşor să critici ce îi lipseşte unui anumit lucru pentru a fi frumos decât să oferi soluţii de a crea obiecte frumoase, reiterăm faptul că teoriile asupra frumosului nu sunt necesare doar pentru a crea o imagine de ansamblu şi a extrage din fiecare ceea ce este consistent, ci trebuie să reunim aceste părţi pentru a construi o teorie optimizată. La întrebarea în ce constau remediile la teoriile anterioare răspundem că ele constau în a media pentru a identifica idei de a căuta resursele necesare soluţionării lipsurile care nu permit omului să îşi depăşească nevoile primare pentru a putea continua să se pună în valoare la nivel mental, psihologic şi spiritual.

Piramida nevoilor, aşa cum o înfăţişează Maslow, realizează o divizare a acestora pe cinci nivele: nevoi fiziologice, nevoi de securitate, nevoi de afecţiune (sociale), nevoia de stimă de sine şi nevoia plenitudinii personale. Fiecare nevoie, atunci când este declanşată, acaparează întregul interes şi pune în mişcare toate abilităţile personale pentru a o satisface. Există, totuşi, un fenomen des întâlnit de camuflare a unor nevoi în spatele altora. De exemplu nevoia de confort (a doua treaptă) poate fi ascunsă în spatele nevoii de hrană (prima treaptă), adică omul mănâncă nu datorită foamei, ci pentru a înlătura un oarecare disconfort cum ar fi stresul[135].

Utilizându-se resursele corespunzător asociate unei anumite nevoi, aceasta devine satisfacută. Faptul acesta atrage după sine dorinţa de a continua cu următorul nivel de trebuinţe pentru a le satisface.

Satisfacerea nevoilor de bază îl detaşează pe om de corpul lui care devine "stăpânul" lui: trebuie să îi satisfacă aceste nevoi pentru ca să nu îl pedepsească pe om prin durere şi suferinţă. În această etapă nu corpul îl ajută pe om, ci omul serveşte corpul.

Mai observăm că, după cum şi Maslow descrie a doua treaptă a nevoinţelor, copilul este mai aproape decât adultul de instinct şi de originar. Dacă "un copil are nevoie de o lume mai degrabă organizată decât de una neorganizată şi nestructurată"[136], deducem că universul originar este unul organizat şi structurat. Frumosul, făcând parte din universul originar, trebuie să fie şi el deopotrivă.

Este de aşteptat ca oamenii care au satisfăcute constant şi în mod facil necesităţile de pe primele patru trepte ale piramidei lui Maslow să îşi valorifice creativitatea la cel mai înalt nivel.[137] Cum majoritatea oamenilor sunt în acelaşi timp parţial multumiţi faţă de nevoile de bază şi parţial nemultumiţi[138], se înţelege că parcursul către creativitate în cazul multora este scurtcircuitat. În consecinţă vom avea în jurul nostru obiecte "frumoase" realizate de persoane creative pentru că ajung să îşi exprime creativitatea ca o etapă emergentă din procesul de satisfacere a nevoilor lor, respectiv obiecte "frumoase" realizate de persoane care şi-au suscitat creativitatea în ciuda tuturor vicisitudinilor pe care le aveau de suportat. Maslow credea, iar noi susţinem aceasta părere, că se poate distinge clar produsul artistic sau intelectual al persoanei în fond satisfăcute de cel al persoanei în fond nesatisfăcute.[139] Există şi oameni creativi mai mult în ciuda lipsurilor de bază decât ca urmare a satisfacerii tuturor acelora.[140]

Deşi pentru majoritatea cazurilor analizate în vederea identificării ierarhiei necesităţilor ordinea este cea menţionată anterior – nevoi: fiziologice > de securitate > de afecţiune > de stimă de sine > de împlinire personală - aceasta nu este identică pentru toată lumea, existând cazuri de inversare a treptelor pe scară.[141] În final, aşa cum şi Maslow spunea că teoria motivaţiei umane încearcă să explice scopul şi nu mijloacele[142], susţinem atingerea scopului de a înţelege şi produce frumosul şi mai puţin de a încerca să justificăm de ce nu apare acesta sau de ce lipseşte

[134] Maslow, Abraham H., *A Theory of Human Motivation*, Revista de Psihologie, nr. 50 (4), 1943, p. 371
[135] Idem, p. 373
[136] Idem, p. 377
[137] Idem, p. 383
[138] Idem, p. 388
[139] Idem, p. 383
[140] Idem, p. 386
[141] Ibidem
[142] Idem, p. 370

într-o operă realizată. Indiferent care este treapta pe care se găseşte umbrela nevoilor sub care se află şi frumosul, specialistul creator, în momentul conceperii unui obiectiv, trebuie să aibă simţurile îndreptate către frumos, încât să reuşească să îl înglobeze pe acesta în obiectiv. Vocaţia, meseria sau oportunitatea responsabilizează specialistul pentru a răspunde pe măsura provocării oricărui obiectiv pentru a satisface clientul şi a face lumea un loc mai frumos şi mai împlinit.

Frumosul este un motiv pentru care omul se pune în valoare la un nivel superior, îşi foloseşte în mod maximizat abilităţile pe care le deţine. Scopul realizării frumosului constă în dobândirea sentimentelor şi a stărilor pozitive de lungă durată pe care le atrage acesta.

Realizarea sau dezideratul frumosului în cazul celor mai mulţi oameni este o motivaţie inconştientă[143]. În funcţie de intensitatea celorlalte necesităţi care concură la realizarea unui obiectiv, frumosul se va fi luat în considerare mai pregnant sau dimpotrivă. Acest fenomen al manifestării frumosului este similar cu maniera în care omul îşi satisface nevoile, anume în funcţie de intensitatea urgenţei ataşate.[144] Atât timp cât omul va fi preocupat să îşi satisfacă necesităţile de bază el nu va avea resurse să se preocupe de ceea ce îi oferă plăcere şi stare de bine.

În figura de mai jos, Fig. 2.4, este înfăţişată această piramidă a nevoilor umane de bază, precum au fost identificate de Maslow:

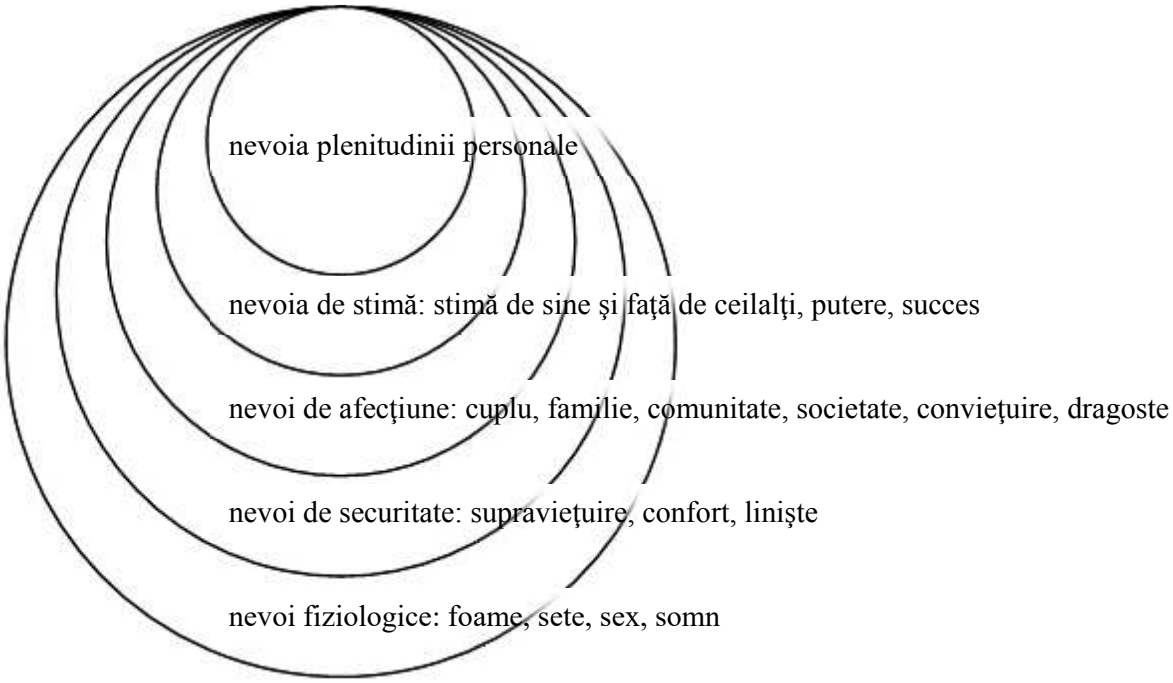


Fig. 2.4. Piramida nevoilor umane, identificată de Abraham Maslow

2.8.3. Idei anterioare care susţin teoria

În sprijnul celor de mai sus va fi adusă şi observaţia lui Wladyslaw Tatarkiewicz: "[statuile antice] deşi [erau] admirate pentru perfecţiunea lor tehnică, ele nu mai satisfăceau nevoile timpului".[145] Istoricul estetician observa că arta satisface nevoi umane specifice ale timpului, ale etapei de evoluţie în care se găseşte societatea sau individul. În volumul al III-lea al aceleaşi lucrări de referinţă, Tatarkiewicz comenta referitor la viziunea lui Leon Battista Alberti

[143] Ibidem
[144] Idem, pp. 394-5
[145] Tatarkievicz, Wladyslaw, *Istoria esteticii*, ed. Meridiane, Bucureşti, 1978, vol. II, p. 216

că "frumosul e, aşadar, o lege şi un ţel: o lege a naturii şi un ţel pentru om".[146] În căutarea explicaţiei pentru ce frumosul este un ţel pentru om, ne întrebăm dacă nu cumva aceasta se datorează faptului că orice ţel al omului izvorăşte dintr-o necesitate. Deci frumosul este o necesitate pentru om, cel mai probabil una din a cincea treaptă a nevoinţelor umane după Maslow, care conduce la plenitudinea psihologică.

Alberti avea o presupunere care are deja o legătură cu teoria expusă în această lucrare: "Deşi era foarte conştient de diversitatea şi efemeritatea lucrurilor, Alberti credea totuşi că ele conţin un element stabil şi imuabil (*constans atque immuabile*), de care depind armonia şi frumuseţea"[147]. Răspunsul univoc cu privire la care este acel "element stabil şi imuabil" nu este oferit, iar aceasta deschide calea către speculaţii. Din perspectiva teoriei expuse în această lucrare, acela este asemănarea omului cu Creatorul perfecţiunii prin capacitatea de a produce şi el lucruri frumoase. Cât este descoperită şi pusă în valoare această capacitate, aceasta depinde de nivelul de evoluţie al fiecăruia.

În volumul al IV-lea al aceleaşi lucrări a lui Tatarkiewicz, se expune punctul de vedere al lui Claude Perrault cu privire la frumos: "*Nici o proporţie nu conţine nimic apt să o facă plăcută, dar dacă este sau nu astfel efectiv nu depinde de ea, ci de oameni, de mecanismele lor psihologice, şi mai ales de obişnuinţele lor şi de jocul asociaţiilor în care include aceste proporţii.* […] *Perrault privea reacţia faţă de diferitele proporţii şi valorizarea lor ca pe un fenomen psihologic*".[148] Găsim astăzi mai multe opinii asociaţioniste ca şi cea a lui Perrault, iar aceasta vine tocmai în sprijinul ideii că acelaşi frumos găsit într-un obiect urmează să fie identificat şi pronunţat diferit de observatori diferiţi, datorită diferenţelor la nivel psihic dintre oameni. Ceea ce ajută la a se situa la un nivel superior este o chestiune de interes şi evoluţie personală.

Au mai existat sau există cu siguranţă teorii care au mai mult sau mai puţin aceeaşi perspectivă de justificare a esteticii prin prisma scării lui Maslow, dar din motive de spaţiu ne vom opri aici.

2.9. Concluzii

La fel ca toţi esteticienii amintiţi şi ca mulţi alţii din nefericire omişi să fie amintiţi în lucrarea de faţă – care de altfel ne-ar fi ajutat, prin pistele pe care le deschide fiecare, să îmbogăţim viziunea noastră – am încercat să îi dăm o formă comprehensibilă acestei definiţii a frumosului.

Teoria reconsiderată şi adăugită a frumosului expusă în aceste rânduri va părea poate unora ca având o abordare primară instinctuală şi intuitivă – atunci ne-am putea bucura deoarece, precum am mai amintit de-a lungul lucrării, frumosul este parte din fiinţa noastră încă dinainte de a-l conştientiza sau de a-l înţelege. Provocarea omului este ca de-a lungul vieţii să nu rămână indiferent la bogata zestre estetică şi artistică ce ne-a fost dată şi să căutăm în continuu mijloacele de a o explora pentru a o pune în valoare şi a ne crea astfel o viaţă mai frumoasă şi mai împlinită, depăşind lipsurile aparente. Frumosul va satisface concomitent mai multe necesităţi.

Ar fi bine să ne propunem să rupem limitele pe care singuri ni le-am construit atunci când suntem puşi în faţa unui lucru spre a-l evalua şi să începem prin a-l aprecia. Evident că orice etichetare a unui lucru trebuie să se facă în urma identificării şi explorării aceluia într-o măsură suficient de mare încât să îl putem descrie după adevăr. Să nu uităm că oricât am crede că am făcut aceasta cu prisosinţă, există loc de mai multă cunoaştere, de înţelegere mai profundă şi în consecinţă o alta părere poate oricând să fie mai obiectivă decât a noastră.

[146] Tatarkievicz, Wladyslaw, *Istoria esteticii*, ed. Meridiane, Bucureşti, 1978, vol. III, p. 135
[147] Ibidem
[148] Tatarkievicz, Wladyslaw, *Istoria esteticii*, ed. Meridiane, Bucureşti, 1978, vol. IV, p. 213

Pe lângă a critica şi a emite păreri despre lucrurile realizate de altcineva, un exerciţiu revelator este cel în care noi înşine creăm obiectele pe care le supunem apoi criticii şi evaluării noastre. Ulterior, compararea criticilor realizate pe obiectele proprii cu criticile realizate pe celelalte obiecte va contura apogeului revelaţiei. Aici justificările şi explicaţiile pot fi deosebit de utile în identificarea soluţiilor de succes pentru viitoarele obiecte realizate.

Cap. 3. Structura prin prisma esteticii

3.1. Introducere

Modul în care este abordată și percepută estetica structurilor în literatura universală recentă face obiectivul acestei secțiuni a lucrării. Scopl său este de a contura cadrul de lucru în care se vor desfășura următoarele două secțiuni ale lucrării, care sunt dedicate contribuțiilor aduse domeniului de către inginerii de referință mondială, respectiv viziunilor unora dintre personalitățile marcante în domeniu, la nivel național.

Finalitatea sa este pregnant vizibilă în Cap. 6. *Metode de evaluare a esteticii structurale*, care reunește esențele resurselor informaționale colectate de-a lungul capitolelor 3-5.

Studiile teoretice, derulate ca suport pentru acest capitol, au relevat faptul că estetica structurilor este un domeniul vast și care poate beneficia de numeroase moduri de abordare. Tratarea acestui capitol este realizată în manieră generalistă, tocmai datorită varietății menționate. Principalele aspecte aduse în discuție beneficiază de subsecțiuni dedicate care pot fi în continuare dezvoltate, aproape fiecare putând constitui o lucrare separată consistentă.

3.1.1. Estetica și percepția estetică

Ceea ce este estetica ne arată numeroase surse filozofice, anume *„o disciplină filozofică având drept obiect studiul complex al atitudinii specifice umane, de reflectare, valorizare și crearea de forme, relații, trăsături ale realității (inclusiv artificiale), cu o structură expresivă și armonioasă purtătoare de semnificații umane”*[1].

Cuvântul *estetica* provine din grecescul *aisthetikos*, unde înseamnă *sensibil*, iar familia sa de cuvinte cuprinde *aistheta* (semnificație), *aisthenasthai* (a percepe), *aisthesis* (a simți, a detecta). Profesorul Rolf Faste observa că estetica are o legătură directă cu percepția omului și sentimentele ca impulsuri provenite din mediu, dar încă neprelucrate, pe care el le încearcă. Aceste sentimente sunt prelucrate și trecute în conștiința omului pentru a fi folosite ulterior la evaluări și analogii[2].

Prin definiție, estetica reflectă percepția omului, viziunea sa subiectivistă, spre deosebire de abordarea obiectivistă comentată pe larg în capitolul anterior, *Estetica și teoria unificatoare a frumosului*. Percepțiile directe ale omului, preluate din mediul înconjurător, îi induc anumite stări emoționale care se datorează stimulilor de diverse naturi găsiți aici, cu care intră în contact.

Inginerul și filozoful englez Bill Addis spunea că natura esteticii este una impresionistă, iar publicul, prin percepția lui asupra structurilor, are o anumită raportare față de acelea și dobândește sentimente izvorâte prin simțuri. Experiențele publicului depind de nivelul său de educație și cultură, de contextul social și istoric, dar și de preferințele individuale.[3]

Fiecare om percepe un obiectiv în funcție de experiențele personale anterioare, iar în perceperea unei structuri se segregă trei categorii principale de receptori-critici: inginerul, arhitectul și publicul larg. Prin formația sa, prin educația primită, inginerul filtrează structura prin gradul în care aceea respectă legitățile mecanice. Extrema cealaltă o reprezintă publicul larg care percepe structura în cea mai mare măsură în funcție de impresiile, stările și efectele generate direct de aceasta asupra subiectului-observator.[4] Arhitectul se găsește la mijloc și are sarcina dedicată de a realiza tranziția fluidă între cele două categorii. Uneori arhitectul mai are datoria

[1] Mic Dicționar Enciclopedic, Ed. Științifică și Enciclopedică, București, 1978, p. 352, *estetic,-ă*
[2] Faste, Rolf A., *The Role of Aesthetics in Engineering*, în *Journal of Japan Society of Mechanical Engineers*, Stanford, nr. 4, 1995, p. 2
[3] Addis, Bill, *Structural criticism and the aesthetics of structures*, în *Journal of IABSE*, nr. 15, 1996, p. 122
[4] Ibidem

chiar să educe, în maniere particulare, cele două categorii vecine, proces care, reuşit fiind, ridică nivelul conştienţei şi al evoluţiei comunităţii respective. Măsura în care arhitecturl atinge aceste deziderate reflectă interesul personal de perfecţionare în propriul domeniu şi efortul depus pentru absorbirea informaţiilor necesare în vederea reuşitei acestui lucru.

Procesul prin care cineva percepe valorilor estetice este, în primul rând, unul particular, ceea ce arată că percepţia valorii este diferită de identificarea valorii unui obiect, fiind proprie subiectului, nu obiectului.

3.1.2. Valoarea estetică a obiectelor

Unul dintre esteticienii obiectivişti din domeniul construcţiilor era Fritz Leonhardt. El spunea că *toate obiectele au valoare estetică indiferent dacă observatorul o apreciază sau nu*[5].

Problema care se pune, în prima fază, este dacă aceste calităţi estetice ale obiectelor sunt conştientizate şi apoi evaluate şi judecate de către subiectul observator, iar în a doua fază, care sunt condiţiile care conferă valoare estetică unui obiect şi cum pot fi acestea integrate din etapa de proiectare a obiectului. În analiza estetică şi în judecata de valoare trebuie să existe flexibilitate şi deschidere deoarece constatarea, cu obiectivism, a unei evaluări este dificilă.

Fritz Leonhardt îşi fuziona viziunea sa obiectivistă cu elemente de subiectivism, adăugând că valoarea estetică a unui obiect este dată de sensibilitatea pe care acel obiect o trezeşte în subiect, pe baza experienţei de viaţă şi a profesiei, şi ţine de gustul lui. Prin aceasta, Fritz Leonhardt de fapt susţinea că frumosul este o valoare subiectivă, fiind parţial de partea teoriei kantiene conform căreia ceea ce place majorităţii este şi frumos.[6] Coalizarea cu Immanuel Kant aduce în vedere faptul că un obiect este frumos pentru că place majorităţii şi nu place majorităţii pentru că este frumos, cu toate că frumosul se găsea în acel obiect înainte ca cineva sau un grup să ajungă să îl placă.

Obiectele de artă clasică plac majorităţi, ceea ce e demonstrat de afluxurile anuale de turişti care le vizitează, dar şi pentru că acelea aduc aminte cu melancolie în conştiinţa societăţii umane de timpuri mai vechi şi poate mai bune. Faptul că un obiect încă este plăcut şi după ce moda de care aparţine a trecut este o confirmare a valorii estetice ale aceluia. La fel ca Socrate, Leonardo da Vinci sau Michelangelo Buonarroti, şi Fritz Leonhardt considera că natura este sursa primordială şi nelimitată de frumos.[7]

Dacă frumosul este un sentiment înălţător şi se caută sursa acelui sentiment, atunci sursa unui sentiment născut în om nu se poate găsi într-un obiect, ci în psihicul lui, care l-a produs, parţial stimulat de acel obiect. Există o diferenţă netă între valoarea estetică a obiectului şi capacitatea psihologică a subiectului în a o percepe, deşi se observă că există o confuzie masivă asupra similitudinii dintre cele două, în rândurile publicului.

3.1.3. Gustul în estetica structurilor

O mare parte a publicului îmbrăţişează mesajul proverbului latin *de gustibus non est disputandum* (gusturile nu se discută). Valoarea estetică a unei structuri, însă, nu este delimitată de gustul fiecărui utilizator-observator al său, deşi uneori rezultatul conjugării proprietăţilor şi a însuşirilor unei structuri, anume nivelul real al calităţilor sale estetice, poate coincide cu valoarea pe care, întâmplător sau nu, publicul i-o oferă într-un caz particular.

Tocmai de aceea, gustul a fost considerat, de către specialiştii care şi-au exprimat viziunea asupra esteticii, ca fiind un element cu greutate mai mică în evaluarea şi clasificarea structurilor.

[5] Fritz, Leonhardt, *Aesthetics in structural engineering*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, p. 5 (tr. en.)
[6] Ibidem
[7] Idem, p. 6

3.1.4. Componentele esteticii structurilor

Componentele estetice de bază are structurilor sunt: forma-volumul-spațialitatea, înfățișarea detaliată exterioară și conținutul semnificativ senzorial și emoțional. Structurile estetice etalează trăsături specifice precum: diversitatea, originalitatea, unicitatea și creativitatea soluției constructive.[8] Componentele naturii estetice ale structurilor derivă din calitatea execuției obiectivului, respectiv din impresiile și impactul senzorial al obiectivului asupra subiectului-observator.[9]

Unul dintre aspectele importante care pot ridica valoarea estetică a unei structuri este eleganța ei. Aceasta constă în: simplitatea soluției structurale – o soluție cât mai simplă care răspunde corect la încărcările și forțele ce i se aplică în exploatare; claritatea soluției – o soluție care rezolvă direct cerințele de ordin mecanic; economicitatea – să folosească materiale cât mai puține și să necesite manoperă cât mai puțină; eficiența mecanică – să permită citirea cu ușurință a conducerii logice a încărcărilor la teren; proporțiile armonioase – dimensiunile, distribuția și densitatea elementelor constructive să fie alese în mod armonios și integrat.[10]

În funcție de propria viziune și de experiențele anterioare, profesionistul va pune accentul pe o componentă sau alta dintre cele menționate, iar în practică o va exploata pe aceea cu precădere. Ceea ce contează, în final, este ca fiecare profesionist să aibă intenția de a exploata componentele esteticii structurilor și să își concentreze efortul pentru reflectarea practică a acestei intenții.

3.2. Moduri de abordare a esteticii structurilor și cadre de cercetare

3.2.1. Abordarea esteticii structurilor

O dată cu apariția preocupării specialiștilor pentru estetica structurilor, ceea ce s-a petrecut începând din secolul al XIX-lea, s-au conturat tot mai multe moduri prin care era abordată această secțiune a științei, artei și filozofiei care este estetica.

Cea mai la frecventă manieră de a debuta teoretizarea asupra esteticii structurilor se referă la **materialele de construcții**. Următoarea etapă aruncă o privire asupra **tipurilor de obiective, pe categorii funcționale**. În continuare s-a extins abordarea spre **forme structurale și resurse statice și mecanice** care pot fi exploatate pentru a spori efectele estetice ale structurii. O modalitate psihologică de încadrare estetică a construcțiilor se adresează **efectelor emoționale, senzoriale și intelectuale** pe care structurile le pot genera. Completarea acestui tablou este făcută prin discuția adusă asupra **tipologiilor structurale istorice**, asupra **stilurilor arhitecturale** care au sprijinit evoluarea într-o direcție sau alta a abordării estetice, pentru a culmina cu **filozofiile particulare** ale esteticienilor ingineri, arhitecți, artiști sau filozofi care și-au expus viziunile proprii pe această temă. Sigur că pot fi aduse în discuție și alte metode conexe de abordare, de exemplu generate în scopul unei evaluări a structurilor din punct de vedere estetic, ceea ce face și obiectivul nostru din capitolul 7 al lucrării.

Suportul de curs intitulat *Estetica structurilor*, realizat de domnii profesori Marius Moşoarcă, Victor Gioncu și Anthimos Anastasiadis de la Facultatea de Arhitectură din Timişoara[11], abordează acest subiect într-o formă extinsă, cuprinzând mai multe perspective: istorico-geografică, după materialele de construcții, categoriile funcționale, tipologii structurale și filozofii practice ale unor specialiști, respectiv ale unor firme de renume mondial. De

[8] Brainov, Milcho Neshev, *On aesthetics in structural engineering*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, p. 94
[9] Addis, Bill, *Structural criticism and the aesthetics of structures*, în *Journal of IABSE*, nr. 15, 1996, p. 122
[10] Reitherman, Robert*, The Aesthetics of Structures*, prin CUREE, Richmond, SUA, 2016, pp. 3-4
[11] Moşoarcă, M.; Gioncu, V.; Anastasiadis, A., *Suport de curs și Suport de seminar: Estetica structurilor*, Universitatea „Politehnica" din Timişoara, Facultatea de Arhitectură, 2012

asemenea, derularea capitolelor de istoria arhitecturii[12] este un foarte util suport al discuției privitoare la estetica structurilor, pentru că nu putem vorbi despre arhitectură fără să vorbim și despre structurile acesteia. Redăm în continuare un tabel sintetic realizat în urma consultării mai multor surse în vederea oferirii un suport schematic cuprinzător – v. Tab. 3.1.

Încadrare temporală	**Încadrare geografică**	**Încadrare particulară după stilul arhitectural**
Perioada preistorică (500.000 î.Hr.-10.000 î.Hr.)	Levant Orientul Îndepărtat Regiunea mediterreneeană Europa Occidentală	Arhit. neolitică
Antichitatea (10.000 î.Hr.-500 î.Hr.)	Egiptul antic Mesopotamia Persia Spațiul egeean (Creta, Micene, Troia)	Stiluri antice
Perioada clasică (500 î.Hr.-500 d.Hr.)	Grecia antică Spațiul roman (per. timpurie) Spațiul creștin (per. timpurie) Bizanț Spațiul premogul Spațiul budist (per. timpurie) China antica (per. timpurie) Spațiul precolumbian	Stilul elenistic Stilul bizantin Stilurile orientale
Romanicul (sec. I-V d.Hr.)	Spațiul german Spațiul anglo-saxon Spațiul italian Spațiul islamic Spațiul norvegian Orientului Îndepărtat	Renașterea carolingiană Arhit. ottoniană
Evul Mediu european (500-1500)	Spațiul francez Goticul reionant și flamboaiant Spațiul englez (per. timpurie) Spațiul englez (per. târzie) Spațiul german (per. târzie) Boemia și Polonia Peninsula iberică Spațiul italian (per. târzie) Spațiul viking	Gotic
Evul Mediu în afara Europei (1000-1800)	Asia de Sud-Est Spațiul hindus Spațiul antic nipon India Cambodgia Spațiul islamic Spațiul precolumbian al Americii Latine Africa	Stiluri regionale
Evul Mediu târziu (1500-1800)	Europa Europa orientală Imperiul Mogul	Renaștere

[12] V. și Borden, Daniel; Elzanowski, Jerzy; Lawrenz, Cornelia; Miller, Daniel; Smith, Adele; Taylor, Joni, *Arhitectura. O istorie vizuală*, ed. Litera, 2011

	Orientul Îndepărtat	
Clasicismul (sec. XVII-XVIII)	Europa Spațiul islamic Spațiul otoman Spațiul nipon America Latină	Baroc Rococo Stiluri regionale
Neoclasicismul (sec. XVIII-XIX)	Europa America de Nord Rusia	Istoricism Neogotic Exotism Eclectism
Premodernismul (sec. XVIII-XX)	Europa America de Nord Egiptul neoclasic	Art Nouveau Art Deco Funcționalism Stilul avangardist Școala Bauhaus Arhit. industrială Stilul internațional
Epoca modernă (după 1950)	Europa America Asia Australia Africa	Arhit. modernistă Arhit. totalitară Constructivism Brutalism High-tech Blobitectura Expresionism Clasicismul postmodern Deconstructivism Futurism Postmodernism
Perioada contemporană	*World Wide*	Arhit. viitorului

Tab. 3.1. Abordarea sintetică a esteticii structurilor din perspectivă istorică, geografică şi a stilului arhitectural

Prezentarea istorică a derulării evoluției arhitecturii, bineînțeles în tandem cu evoluția structurii, care face şi obiectul lucrării de față, este dezvoltată în domeniul arhitecturii, existând numeroase lucrări care dezbat extensiv acest subiect[13], implicit comentând componenta structurală. Un parcurs vizual orientativ al abordării esteticii structurilor din punct de vedere istoric, conform Tab. 3.1, însoțit de scurte comentarii, este redat în Fig. 3.1-3.12, unde este ilustrat câte un obiectiv din fiecare perioadă principală.

Complexul de temple megalitice din Mnajdra a fost construit în trei etape, în perioada 3600-700 î. Hr. Sunt considerate cele mai vechi construcții rămase din preistorie. Materialul de construcție este, bineînțeles, piatra, prelucrată prin cioplire şi așezată după sistemul trilitic, constituind forme circulare.

Fig. 3.1. Complexul de temple megalitice Mnajdra din Malta, 3600-700 î. Hr.

[13] V. şi Fletcher, Sir Banister, *A History of Architecture on the Comparative Method,* ed. B.T. Batsford, Londra, 1994

Fig. 3.2. Templul Isis de la Philae, cca. 500 î.Hr.

Templul Isis de la Philae, în Egipt, se găsește pe o insulă a Nilului. Pentru a ajunge la templul principal, construit de Ptolemeu XI, se trece prin două intrări, o curte interioară și o sală hipostil. Complexul este realizat din cărămizi de pământ, este o structură rezistentă prin masivitate, un frumos reper al construcțiilor antice egiptene.

Fig. 3.3. Sf. Sofia, Constantinopol, 537 d. Hr.

Biserica Sf. Sofia din Constantinopol este reprezentativă perioadei clasice, aparținând stilului bizantin. Cupola sa a fost reconstruită în anul 563, după prăbușirea inițialei cupole datorită unui cutremur. Cărămida arsă țesută a fost tehnologia folosită pentru a genera, prin pandantive, o cupolă rotundă pe un plan pătrat. A rămas în istorie cunoscută ca reper pentru structurile alcătuite din bolți.

Fig. 3.4. Biserica din lemn de la Borgund, 1150-1200

Biserica de lemn din satul Bordung, zona Lærdal, Norvegia, este așezată pe fundații de piatră. 12 stâlpi susțin biserica și acoperișul său înalt care găzduiește trei nave. Învelitoare de șindrilă are trei regiștri, iar ferestrele sunt minimale, datorită climei. Obiectivul aparține de stilul romanic, specific regiunei norvegiene.

Fig. 3.5. Bolta abației Westminster din Londra, 1245-1519

Construcția abației Westminster din Londra a început în 1245, în perioada de maturitate a goticului european. Este un frumos exemplu anglo-saxon pentru performanțele concomitent structurale și estetice ale acestui stil arhitectural. Piatra este ingenios prelucrată pentru a conferi rezistența structurii cu ajutorul bolților cilindrice și al nervurilor prețios sculptate.

Vechea capitală a regatului Khmer găzduiește templul hindus Angkor Wat, cel mai mare ansamblu religios din lume. Planul său este dreptunghiular, derivat complex din pătrat, formă geometrică ce are un puternic simbolism hindus. Materialul principal de construcție este gresia, dar pentru unele elemente structurale s-a folosit laterirul. Templul este un exemplu al stilului clasic arhitectural khmerian, numit și stilul Angkor Wat.

Fig. 3.6. Templul Angkor Wat din Cambogia, sec. XII

Inițial minaret al Marii Moschei din Sevilia, turnul-clopotniță La Giralda este un frumos exemplu al stilului renascentisc spaniol, ușor diferit de cel italian, considerat principal. Are înălțimea de 104,1 m și a fost construit din cărămidă produsă local și marmură reciclată de la monumente ummayyade mai vechi. Structura turnului constă într-o serie de bolți circulare care oferă un volum interior încăpător.

Fig. 3.7. Turnul-cloponiță La Giralda, Sevilia, 1568

Frumosul exemplu de arhitectură mexicană barocă churrigueresc, catedrala Santa Prisca este o construcție complexă, cu două turnuri înalte bolți cilindrice și cupolă centrală generoasă. Este construită din calcar roșcat, piatra conferind cromatica specială a ansamblului. Bolțile bisericii au fost restaurate începând din 1997, din cauza apariției fisurilor datorate activităților de minerit învecinate, intensificării traficului automobilelor și mișcărilor de teren.

Fig. 3.8. Catedrala Santa Prisca din Taxco, 1758

Arcul de Triumf din Paris, exemplu de arhitectură neoclasică, are o structură masivă (45x22x50 m). Bolțile clindrice, care descriu volumul *interior* al arcului, sunt așezate pe patru socluri ornamentate, iar în partea de sus găzduiesc un spațiu expozițional.

Fig. 3.9. Arcul de Triumf din Paris, 1836

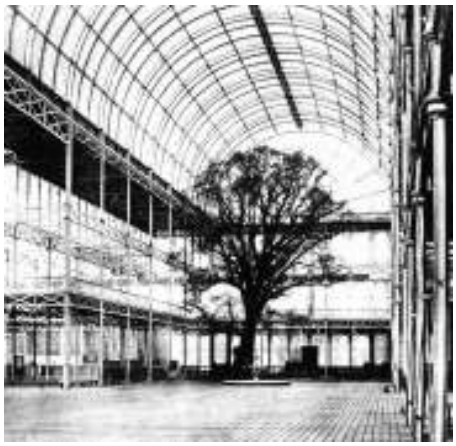


Fig. 3.10. Crystal Palace din Londra, 1851

Comandat pentru a găzdui Marea Expoziție de la Londra din 1851, Palatul de Cristal este un simbol al epocii industrializării pe care societatea o parcurgea începând din secolul al XVIII-lea. Ansamblul avea circa 92.000 mp, 564 m în lungime și înălțimea maximă liberă de 39 m. Era realizat din panouri de sticlă montate în rame de fier forjat. A fost distrus într-un incendiu în anul 1936.

Fig. 3.11. Catedrala Mitropolitană din Brasilia, 1970

Excepțional obiectiv de construcție al modernismului, catedrala metropolitană din Brasilia este un purtător major de simbolistică sculpturală. Realizată din nervuri de beton și plăci de sticlă colorată care generează un spectacol de lumină și culoare la interior, obiectivul este încununarea carierei arhitectului brazilian Oscar Niemeyer,

Fig. 3.12. Centrul Multifuncțional din Singapore, 2014

Centrul Multifuncțional care găzduiește și Stadionul Național din Singapore a fost premiat de către IstructE în 2017 pentru deosebitele sale calități structurale și estetice. Stadionul Național are 55.000 de locuri și cea mai mare copertină retractabilă din lume, stadionul acoperit are 12.000 de locrui, iar centrul de natație are 6.000.

O discuție mai aprofundată asupra tematicii noastre este condusă prin perspectiva materialelor de construcții folosite pentru elementele structurale. Discursul estetic referitor la materialele de construcții este schematizat pe baza propunerilor oferite de Victor Gioncu[14], Mihai Doinici[15] și Nan Hu, Peng Feng impreună cu Gong-Lian Dai[16], completate de noi, precum se poate urmări în Tab. 3.2:

[14] Moșoarcă, M.; Gioncu, V.; Anastasiadis, A., *Suport de curs și Suport de seminar: Estetica Structurilor*, Universitatea „Politehnica" din Timişoara, Facultatea de Arhitectură, 2012
[15] Donici, Mihai C., *Aesthetics of the Main Types of Structure*, în *Buletinul Institutului Politehnic din Iași*, 2011
[16] Hu, Nan; Feng, Peng; Dai, Gong-Lian, *Structural art: Past, present and future*, în *Structuri Inginerești Elsevier*, nr. 79, 2014, pp. 410-411

Materialul de construcții	Tipologii materiale	Tipologii structurale
Pământ	Pământ nears Pământ slab armat	S. masive de forme regulate, respectiv de forme neregulate şi organice
Lemn	Lemn masiv de esențe tari Lemn ecarisat Lemn rotund Lemn lamelar Bambus	S. pe cadre de lemn S. din panouri mari de lemn S. cu elemente structurale din lemn şi alte materiale de construcții S. din tuburi de carton
Piatră	Piatra naturală Piatra artificială	S. masive S. cu elemente structurale din piatră cioplită
Cărămidă	Cărămidă clasică plină Cărămidă modernă cu diferite performanțe Materiale ceramice	S. din zidărie masivă de cărămidă S. din zidarie de cărămidă cu stâlpi de BA S. din cărămidă, rezistente prin formă (bolți, cupole, S. cu dublă curbură)
Metal	Fier Oțel Cupru Aluminiu Titan altele	S. pe cadre metalice cu contravântuiri S. metalice suspendate pe cabluri S. din cabluri metalice S. rigide reticulare planare S. rigide reticulare curbe S. rigide geodezice
Beton	Beton nearmat Beton armat Elemente prefabricate din B Beton pretensionat Beton posttensionat Beton de înaltă rezistență	S. pe cadre de BA umplute cu zidărie diferită S. din panouri mari de BA S. spațiale în arce-diafragme S. spațiale prefabricate S. cu dublă curbură rezistente prin formă
Sticlă	Sticlă performantă structurală[17] Fibră de sticlă	Elem. structurale experimentale din sticlă S. de tipul plaselor din fibră de sticlă
Membrane şi pânze	Materiale polimerice Materiale textile Fibre naturale Membrane elastice polimerice Plase textile rezistente Materiale textile elastice	S. gonflabile S. suspendate pe stâlpi de rezistență S. întinse (tensionate) S. cu elemente din membrane sau pânze
Materiale compozite	Betonul armat Lemnul stratificat Rășini epoxidice	S. înalte, performante, cu simplă, dublă curbura sau de forme organice S. de mari deschideri, cu înălțimi mari libere
Materiale ecologice	Lemnul Piatra naturală Frânghii vegetale Materiale inovatoare	S. vechi, clasice şi moderne (v. activitatea renumitului inginer Julius Natterer) S. dezvoltate prin materiale şi forme noi
Materiale inovatoare cu	BIR Fibre de carbon şi rețele	toate tipurile de structuri de mai sus pot fi realizate şi din materialele inovatoare, practic

[17] V. şi R.J.H. van Heugten, *Load-bearing glass columns the stacked column*, dizertație în cadul Universității Tehnice din Eindhoven, 2013

înalte performanțe	Cabluri de CABKOMA[18] Beton autoregenerant[19]	acesta fiind scopul lor

Tab. 3.2. Abordarea sintetică a esteticii structurilor din perspectiva materialelor de construcții și a tipologiilor structurale

Un parcurs vizual orientativ al abordării esteticii structurilor din punct de vedere al materialelor structurale de construcții, conform Tab. 3.2, însoțit de scurte comentarii, este redat în Fig. 3.13-3.23, unde este ilustrat câte un obiectiv din pentru fiecare material principal.

Fig. 3.13. Locuințe tip dom din pământ la Joshua Tree în California, 2014

Realizat de Lisa Starr după tehnologia ecologică de construire a locuințelor, ale cărei baze au fost puse de arhitectul Nader Khalili, Bonita Domes este un complex a cărui structură este realizată din pământ. Deși are un regim modest de înălțime, performanțele structurilor din pământ bătătorit pot ajunge la mai multe etaje.

Fig. 3.14. Case din bambus de la Sharma Springs, Bali, 2015

Elora Hardy este proiectantul unui sat din Bali, alcătuit din locuințe și spații de cazare pentru turiști construite din bambus. Acest materiale de construcții are rezistența la compresiune asemănătoare cu cea a betonului, la întindere cu cea a oțelului și răspunde bine solicitărilor provenite din seism.

Fig. 3.15. Bolta și instalația luminoasă din piatră HyparGate din Troyes, 2016

Universitatea Politehnică din Bari găzduiește un Nou Grup de Cercetare Fundamentală pentru revigorarea stereotomiei. Una dintre preocupări o constituie generarea suprafețelor hiperboloid-parabolice din elemente parametrizate, module din piatră. Lucrarea din imagine se găsește la sediul central al companiei franceze S.N.B.R., are 22 mp și a fost realizată sub îndrumarea lui Giuseppe Fallacara.[20]

[18] Dezvoltat de laboratorul de cercetări Komatsu Seiren Fabric din Japonia, v. pagina web: https://www.komatsuseiren.co.jp/cabkoma/en/

[19] Dezvoltat de dr. Schlangen în cadrul Universității din Delft, Olanda, v. pagina web: https://www.tudelft.nl/en/ceg/research/stories-of-science/self-healing-of-concrete-by-bacterial-mineral-precipitation/

[20] V. și Fallacara, Giuseppe; Barberio, Maurizio, P*arametric morphogenesis, robotic fabrication & construction of novel stereotomic hypar morphologies: Hypar Gate, Hypar Wall and Hypar Vault*, ed. IGI Global, Hershey, 2018

David Benjamin a realizat un pavilion din cărămidă organică pe bază de porumb și miceli. Structura este una ușoară și are scopul de a aduce umbră pentru trecătorii și alergătorii din parcul vecin. Pavilionul are conformație tubulară pentru a prelua aerul cald pentru a-l conduce spre ieșirea din vârf. Sistemul a fost conceput prin proiectul Ecovative, derulat în anul 2007.

Fig. 3.16. Pavilionul Hy-Fi din cărămidă organică, New York MoMA PS1, 2014

Structura din bare oțel este un reușit exemplu de structură metalică recent realizată, bineînțeles folosind și alte materiale de construcții, precum sticla dar fără rol structural. Acoperișul ondulat este realizat din mai multe fâșii cu structură simplă, între care se găsesc iluminatoare. Reunirea fâșiilor este realizată de rețele tridimensionale care preiau și transmit încărcările la teren prin stâlpi în Y.

Fig. 3.17. Intrarea principală în stația de tren Southern Cross din Melbourne, 2007

Proiectat de firma americană SOM, betonul a fost exploatat aici pentru a genera suprafețe generoase de acoperire, cu ajutorul casetelor turnate care mimează penajul păunului. Stâlpii evazați în partea superioară amintesc destul de bine de cei prevăzuți de Robert Maillart la fabrica Giesshübel din Zürich.

Fig. 3.18. Noul Terminal al Aeroportului Internațional din Mumbai, 2014

Reper de construcție aparținând stilului postmodernist Art Deco, Muzeul Aan de Stroom (MAS) deține elemente structurale din sticlă, amplasate în fațadă. Aceasta are mari suprafețe acoperite cu gresie roșie de India, care alternează cu zonele generoase din sticlă structurală ondulată. Rezistența fațadelor de sticlă este conferită atât de compoziția chimică a materialului, cât mai ales de forma pe care o are.[21]

Fig. 3.19. Muzeul Aan de Stroom, Antwerp, 2011

[21] V. R.J.H., van Heugten, Load-bearing glass columns the stacked column, dizertație în cadul Universității Tehnice din Eindhoven, 2013

Fig. 3.20. Centrul Multifuncțional Khan Shatyr din Astana, Kazahstan, 2010

Centrul de divertisment din capitala kazacă este construit în stilul neofuturistic, are înălțimea de 150 m și o suprafață de 140.000 mp. Acoperișul acestei vaste suprafețe constă într-o membrană alcătuită din perne de tetra-fluoro-etilenă (ETFE), suspendată pe o rețea de cabluri întinse de la o spiră centrală. În cort se găsește un parc de mari dimensiuni, spații comerciale și de divertisment, străzi pietruite, un curs de apă navigabil ș.a. A fost premiat în 2011 de IStructE.[22]

Fig. 3.21. Pavilionul de studiu ICD/ITKE din Stuttgart, 2012

Rezultat în urma cercetărilor efectuate de Institutul de Proiectare Computațională (ICD) și al Institutului de Clădiri Structurale și Proiectare Structurală (ITKE) în cadrul Universității din Stuttgart, Studiul de pavilion ICD/ITKE din Stuttgart este realizat integral robotizat, din materiale compozite pe bază de carbon și fibră de sticlă. Scopul cercetărilor era de a investiga posibilitatea corelării proiectării biomimetice cu procesele inovatoare de execuție robotizată.[23]

Fig. 3.22. Casa de plută din Palmeira de Faro, 2008

Nu este singurul material de construcție folosit, bineînțeles, dar cărămizile din plută sunt elementele principale constructive la această locuința din Portugalia, concepută de Architectos Anonimos. Proprietățile fizice și mecanice ale plutei, flexibilitate, elasticitate, fono- și termo-izolant, absorbant de șocuri, aproape impermeabil, greutate foarte redusă fac din el un material de construcție ce ar trebui exploatat mai mult. Este produs de un copac ce se poate regenara după decaparea unor staturi. Construcția reprezintă o performanța pentru realizarea de locuințe cu buget scăzut.[24]

Fig. 3.23. Punct de supraveghere a unui lac din Breda, Olanda, 2015

Microbiolgii danezi de la Universitatea Tehnică din Delft, Hendrik Jonkers și Erik Schlangen au derulat și continuă să deruleze cercetări cu privire la biocimentul care își regenerează fisurile cu ajutorul bacteriilor calcifere. Cei doi au construit acest punct de supraveghere a unui lac danez pentru a observa reacțiile la condițiile de mediu, ale bacteriilor înglobate în beton care închid fisurile producând calcar.[25]

[22] Sursa: https://www.istructe.org/structuralawards/winners/retail-structures/2011/khan-shatyr-entertainment-centre
[23] Sursa: http://icd.uni-stuttgart.de/?p=8807
[24] Sursa: https://www.e-architect.co.uk/portugal/cork-house
[25] Sursa: http://ceramics.org/ceramic-tech-today/biomaterials/video-bioconcrete-of-the-future-can-heal-itself

După funcțiunile pe care obiectivele structurale le pot avea, observăm următoarele categorii[26] care generează fiecare discuții pe tema esteticii structurilor – v. Tab. 3.3:

Categorii funcționale	Tipologii funcționale
S. clădirilor de locuit	locuințe individuale, locuințe înșiruite, blocuri de locuințe, cămine, hoteluri, moteluri, case de odihnă
S. clădirilor pentru sănătate	spitale, clinici, policlinici, centre de recoltare sangvina, sanatorii
S. clădirilor cu sociale	centre sociale pentru diverse categorii de persoane defavorizate, aflate în risc social sau de excluziune socială (orfelinate, case de bătrâni, centre pentru sărmani, pentru persoane abuzate, pentru mame care așteaptă o sarcină nedorită, pentru persoane cu anumite dizabilități fizice sau psihice)
S. clădirilor de educație și învățământ	creșe, grădinițe, cămine, școli, licee, facultăți, universități, campusuri universitare
S. clădirilor de birouri	sedii de firme, agenții, unități de birouri
S. clădirilor administrative	sedii de instituții, de companii publice și private, locale, naționale și internaționale
S. galeriilor cu diverse destinații	galerii comerciale, în incinte culturale, administrative, turistice, speologice
S. clădirilor de alimentație publică și evenimente conexe	restaurante, braserii, cafenele, cofetării, bistrouri, săli de evenimente etc.
S. clădirilor social-culturale	case de cultură, teatre, cinematografe, muzee, biblioteci, complexuri ale grădinilor zoologice, respectiv ale grădinilor botanice, complexuri de recreație, așezăminte religioase diverse
S. destinate sporturilor	săli de sport, patinoare deschise sau închise, stadioane, baze sportive, complexuri de natație, complexuri olimpice
S. clădirilor destinate comerțului	magazine, bănci, librării, farmacii, supermarketuri, mall-uri etc.
S. clădirilor destinate transportului	gări, autogări, aerogări, depouri etc.
S. clădirilor speciale	clădiri militare, funerare, de importanță națională etc.
S. pavilioanelor temporare și permanente cu diverse destinații	pavilioane expoziționale, pentru evenimente, pentru activități temporare de cercetare sau exploarare a mediului înconjurător, pentru locuire temporară
S. de tip pod	poduri, apeducte, viaducte, pasarele, pasaje, pontoane, platforme, scene
S. de tip turn	diverse destinații, dar predomină birourile și locuințele
S. cu destinații industriale	turnuri de apă, turnuri de răcire, coșuri de emanații, reactoare nucleare, rezervoare, depozite, hale, ateliere, fabrici
S. cu destinații agricole	hambare, mori, crame, silozuri, unități de prelucrare a produselor agricole

Tab. 3.3. Abordarea sintetică a esteticii structurilor din perspectiva funcțiunilor

[26] V. Vais, Gheorghe, *Programe de arhitectura,* ed. UTPress, Cluj-Napoca, 2008 și Neufert, Ernst și Peter, *Archites' Data*, ed. Blackwell Science, 2001

Discuția pe baza programelor de arhitectură a fost purtată deja de numeroși specialiști, iar particularități ale lor se regăsesc pe tot parcursul lucrării de față, de aceea nu vom insista cu exemple ilustrate la această secțiune, ci ne vom concentra pe următoarele categorizări.

Din punctul de vedere al formelor structurale valorificate prin respectarea legităților statice și mecanice, pentru a aduce calitate estetică unei structuri, identificăm următoarele categorii redate în Tab. 3.4:

Categorii formale	Tipologii formale și structurale
S. masive	preponderent din epocile anterioare erei industriale, rezistente prin masă, ex. piramidele
S. clasice	cele mai răspândite, având dispoziții rectangulare sau ușor derivate din poligoanele regulate, ex. majoritatea locuințelor individuale
S. boltite și domuri	bolți semisferice (cupole), cilindrice, intersectate, înțepate, combinate, suprapuse, pe arcuri de diverse forme, casetate sau din materiale care se țes
S. înalte, cu axa verticală predominantă	clădirile turn, zgârie-norii, puncte (turnuri) de observație, antene radio-tv
S. ascuțite, cu formă aparentă de con sau derivate	S. din pânze întinse cu ajutorul stâlpilor și/sau al cablurilor (de tipul corturilor), clădiri înalte performante
S. extinse pe orizontală	specifice podurilor, copertinelor (pentru structuri specifice transportului în comun terestru, maritim, aerian), S. de acoperire pentru mari suprafețe deschise (de ex. pavilioane)
S. bloburilor	explorate în epoca modernă, având forme derivate din cele *clasice* ale boltilor și ale domurilor, generate prin CAD, experimentale sau realizate prin instituțiile de învățământ
S. din cabluri	putând avea diverse funcțiuni, de la poduri suspendate pe cabluri, la structuri de plase întinse cu ajutorul cablurilor sau structuri de acoperișuri suspendate precum a propus Jawerth[27]
S. speciale generate prin CAD	exploatează uneltele tehnologiei informationale de azi în continuă evoluție, atât pentru proiectare – ex. softurile de CAD, pentru calcule, verificari, optimizari – cât și pentru executia lucrarile – ex. imprimantele 3D, tehnologii CNC etc.
S. organice, inspirate din natură	S. mai vechi realizate rudimentar, S. moderne realizate cu ajutorul softurilor de CAD și al celor mai recente tehnologii de execuție, fiind inspirate din lumea vie
S. inteligente și dinamice	mai putine dinaintea epocii moderne, dar totuși existente, în mare măsura exponentul structurilor futuriste realizate astăzi, care își modifica parțial forma sau dețin elemente mobile a căror mișcare este determinată de ex. de factorii de mediu sau comandată de utilizator, S. tensegrice
S. aflate în sinergie cu natura	înglobează elemente naturale vii (de ex. copaci) în propria S., fără a periclita viața acestora sau sunt încadrate extensiv în mediul înconjurător având un impact minimal asupra lui (de ex. construcții în sau pe stânci, locuințe suspendate în copaci)
S. care exploatează principii mecanice	generate în urma unor cercetări derulate pe principii mecanice cu scopul intrinsec de a determina forme noi *raționale* (de ex. principiul lui Hooke sau poligonul funicular)

Tab. 3.4. Abordarea sintetică a esteticii structurilor din perspectiva formelor, sprijinite de tipologii tehnologice

[27] V. Cap. 4. Contribuții ale inginerilor de referință mondială la estetica structurilor, *David Jawerth*

Un parcurs vizual orientativ al abordării esteticii structurilor din punctul de vedere al formelor structurale, conform Tab. 3.4, însoțit de scurte comentarii, este redat în Fig. 3.24--3.36, unde este ilustrat câte un obiectiv din fiecare categorie formală principală.

Astăzi construcțiile masive nu sunt atât de dorite în a fi construite, pentru că sunt ineficiente din punctul de vedere al cantității de materiale și al modului de a lucra acesta în operă. Aceasta nu ne face sa uităm admirația milenară ce o purtăm pentru structurile performante ale piramidelor, pentru vremea când au fost ridicate. Dacă atunci efortul de a construit un obiectiv atât de înalt, circa 180 m, coagulând o imensă masă de cărămizi și forța de muncă, astăzi accentul se pune pe eficientizarea exploatării tuturor resurselor.

Fig. 3.24. Complexul de piramide de la Gizeh, 260-2611 î.Hr.

Pierre O. Langue, membru al companiei Axis Architects, este proiectantul acestei case care are o geometrie clasică. Formelr rectangulare, colțurile la 90º, console, panouri mari de beton pentru demisol, ferestre generoase care acoperă pereți întregi, benzi de geam în L și materialele cu o cromatică preluată din mediul înconjurător cu care are un dialog prietenos fac dintr-un proiect, oarecum banal, o reușita estetică și structurală.

Fig. 3.25. Locuință individulă în Salt Lake, Utah, 2008

Frumoasa structură curbată din beton armat a invelitorii auditoriului a rezultat în urma secționării unei optimi de sferă cu pereți vitrați de mari dimensiuni. Greutatea domului este de 1200 t și este acoperit cu foaie de cupru, de unde provine și patina sa încântătoare. Amplasat pe o platformă circulară, domul găzduiește o sală de concerte, un mic teatru și alte anexe.

Fig. 3.26. Auditoriul Kresge din campusul MIT, 1955

Premiată în anul 2015 de IStructE, structura turnului Intesa Sanpaolo a fost concepută de Expedition Engineering și Studio Ossola. Turnul are 166 m îm înălțime și își expune intenționat șase megastâlpi care fac parte din sistemul lateral de rigidizare. Găzduiește birourile a peste 2.000 de angajați ai băncii, dar și facilități pentru publicul larg, precum sera de la ultimul nivel, un restaurant, grădina de pe terasă.

Fig. 3.27. Turnul Intesa SanPaolo din Turin, Italia, 2014

Fig. 3.28. Suprafața de acoperire a sitului Malapa din Johannesburg, 2014

Datorită cerințelor restrictive ale beneficiarului, Universitatea din Witwatersrand, structura este una de mici dimensiuni, ușoară, fără fundații care ar fi putut afecta vestigiile sitului. Proiectul a fost premiat de IStructE în 2015 pentru succesul său impresionant datorat comuniunii cu mediul înconjurător. Materialele folosite sunt oțelul și aluminiul, iar ansamblul oferă o platformă de vizitare pentru turiști, alături de o zonă pentru depozitarea scheletelor rezultate în urma cercetărilor.[28]

Fig. 3.29. Pasarela pietonală de la Colegiul Pembroke, Oxford, 2012

Pasarela pietonală din campusul Colegiului Pembroke face legătura între un corp mai vechi și unul nou al ansamblului academic. Este un obiectiv de mici dimensiuni și cu o înălțime liberă sub el de 1,35 m. Tablierul este amplasat pe o grindă nervurată din fier, suprafața de călcare este din lemn, iar parapetul din sticlă, cu mâna curentă de asemenea din lemn. A fost premiat de IStructE în 2013 pentru eleganța deosebită pe care o are și soluția ingenioasă de preluare a diferenței de nivel dintre capete.[29]

Fig. 3.30. Centrul Comercial The Admirant din Eindhoven, 2010

Centrul Comercial The Admirant este găzduit de blobul din centrul vechi al orașului danez Eindhoven, obiectiv futuristic proiectat de arhitectul Massimiliano Fuksas. Structura organică din oțel și sticlă are o volumetrie interioară generoasă, întregul obiectiv având o imagine atrăgătoare. Înălțimea structurii este de 25 m, cu o amprentă ovoidă la sol de circa 20x60 m.[30]

Fig. 3.31. Podul Yavuz Sultan Selim din Istanbul, 2016

Având numeroși parametri aproape de recordurile mondiale, podul este suspendat prin cabluri pe două perechi de stîlpi de susținere. Trece peste strâmtoare Bosfor și are înălțimea de 322 m, lungimea totală de 2.164 m, lățimea de 58,4 m și cea mai mare deschidere de 1.408 m. Structura sa a fost concepută de Michel Virlogeux împreună cu Jean-François Klein. Este destinat transportului auto și pe cale ferată.[31]

[28] Sursa: https://backstage.worldarchitecturenews.com/wanawards/project/malapa-fossil-cave-cover-and-visitors-platform/?source=architect
[29] Sursa: https://www.istructe.org/structuralawards/winners/pedestrian-bridges/2013/pembroke-college-footbridge
[30] Sursa: https://www.holland.com/global/tourism/destinations/more-destinations/eindhoven/the-blob-in-eindhoven.htm
[31] Sursa: http://www.iabse.org/IABSE/association/Award_files/Outstanding_Structure_Award/YSSB_Turkey.aspx

Revoluția adusă de softurile CAD s-a propagat rapid în practica de proiectare a construcțiilor, regăsindu-se azi în 95% din activitatea de proiectare. Ca multe lucrări succint prezentate în această lucrare, Stadionul Olimpic din Beijing este încă un exemplu de structură proiectată cu ajutorul softurilor CAD. Suportul ingineresc a fost oferit de firma Arup. Avantajul CAP este acela de a permite proiectarea controlată a aproape oricăror forme care pot fi imaginate, preluate sau inspirate din natură.[32]

Fig. 3.32. Stadionul Olimpic The Nest din Beijing, 2007

Structura casei, a cărei concepție și-s luat inspirația de la cochilia speciei de melci Nautilus, constă într-o rețea sârmă din oțel de diametru mic acoperită cu un strat subțire de beton. Tehnica permite generarea suprafețelor curbate și rezistente prin formă, care nu mai necesită pereți sau stîlpi de susținere. Rigiditatea este asigurată de spirala care îmbracă întregul spațiu al casei.[33]

Fig. 3.33. Casa Nautilus din Naucalpan de Juarez, Mexic, 2007

Frumoasa operă structurală a lui Santiago Calatrava din campusul universitar Universității Politehnice din Florida este o lucrare realizată din puține materiale ingenios folosite: beton, aluminiu, sticlă și puțin lemn. Structura exterioară croșetată cu rol de parasolar este din aluminiu vopsit în alb pentru a reflecta radiația solară și a reduce supraîncălzirea. Aripile de fluture din vârful învelitorii se deschid și se închid în funcție de gradul de iluminare naturală pentru a asigura optim umbrirea, respectiv iluminarea.[34]

Fig. 3.34. Pavilionul Inovațiilor, Științei și Tehnologiei, Lakeland, 2014

Capela Sf. Cruce din Sedona este inserată foarte abil în mediul stâncos al deșertului Arizonei. Preluând atât culoarea, cât și forma cu accent vertical de la stâncile vecine, structura așezământului religios este puternic geometrizată, constând într-un paralelipiped îngust, dar cu înălțimea predominantă. Iluminarea naturală excesivă este controlată prin spațiile vitrate reduse. Este opera sculptorului local Marguerite Brunswig Staude.[35]

Fig. 3.35. Capela Sf. Cruce din Sedona, SUA, 1957

[32] Sursa: https://www.arup.com/projects/chinese-national-stadium?query=Beijing
[33] Sursa: https://www.designrulz.com/architecture/2012/10/nautilus-house-unique-shell-shaped-design-by-arquitectura-organica/
[34] Sursa: https://calatrava.com/projects/innovation-science-and-technology-building-lakeland.html
[35] Sursa: https://www.gatewaytosedona.com/the-chapel-of-the-holy-cross-sedona-architectural-landmark

Toate structurile care rezistă respectă principiile mecanice, într-o măsură mai mare şi cu deformaţii sau fisurări minime, respectiv într-o măsură mai mică, când efectele nedorite devin vizibile mai curând. În cazul basilicii Sf. Familia din Barcelona facem observaţia particulară că pandantivele din vârful tunurilor zvelte îşi transferă încărcarea de la o mare înălţime, inclusiv printr-o imagine care reflectă raţionalitatea alegerii formelor pentru turnuri. Acestea au fost proiectate după poligonul funicular pe care un lănţişor îl generează având atârnat de el un pandantiv şi răsturnând forma obţinută.

Fig. 3.36. Basilica Sf. Familie din Barcelona, neterminată (2026)

La nivel psiho-estetic, structurile pot fi clasificate şi discutate după efectele emoţionale, senzoriale şi intelectuale pe care acestea le produc. Astfel, identificăm cele patru categorii specifice din Tab. 3.5:

Categorii psiho-estetice	Tipologii de structuri
S. conceptelor	rezultate în urma transpunerii în materie, conform legităţilor mecanice, a conceptele din tema de proiectare (ex. plasa unei porţi de fotbal la faţada Sălii Multifuncţionale Cluj-Napoca)
S. formelor	apărute prin exploatarea şi cercetarea tipologiilor de forme structurale care pot fi generate cu ajutorul diverselor materiale şi tehnologii moderne de execuţie
S. chinestezice	îşi schimbă culoarea, forma, mirosul în funcţie de reacţiile utilizatorului-observator sau după condiţiile de mediu
S. vii	înglobează organisme vii – arbori, arbuşti, vegetaţie etc.

Tab. 3.5. Abordarea sintetică a esteticii structurilor din perspectiva efectelor produse asupra sau ca răspuns la reacţiile mediului înconjurător, inclusiv ale omului

Din fiecare categorie specificată în Tab. 3.5 au fost deja aduse unul sau mai multe exemple. De pildă, Stadionul Olimpic *The Nest* este o structură de concept, Centrul Comercial The Admirant este o structură a formei, Pavilionul Inovaţiilor, Ştiinţei şi Tehnologiei – una chinestezică, Crystal Palace găzduia şi un copac.

În ceea ce priveşte abordarea cercetării esteticii după filozofiile particulare exprimate în teorie şi practică de către ingineri, arhitecţi, filozofi, artişti sau gânditori esteticieni, aici nu vom aduce mai multe detalii, ci facem trimitere la cele două capitole ale acestei lucrări, Cap. 4. *Contribuţii ale inginerilor de referinţă mondială la estetica structurilor* şi la Cap. 5. *Convorbiri despre estetica structurală cu ingineri de referinţă contemporani clujeni*. Paleta de variante ale abordării esteticii structurilor creşte în mod constant pe măsură ce fiecare emite şi publică lucrări care îi susţine viziunea. Fondul acesta de piste de abordare a esteticii este o poartă deschisă continuu şi populată fără întrerupere.

La alte metode conexe de abordare, explorare şi derulare a cercetărilor asupra esteticii structurilor adăugăm:

• încercări experimentale în laboratoare şi studiouri pentru formele structurale – experimentele de estetică vizează trei speculaţii care definesc cadrul unui obiectiv de inginerie: capacitatea de adaptare şi evoluţie a funcţiunii imobilului, întreţinerea une colaborări vii cu

mediul înconjurător şi capacitatea de colaborare a imobilului şi a mediului înconjurător, fiind supuşi unor stimuli cu proprietăţi diferite[36];

• explorări in-situ ale structurilor celebre contemporane;

• derularea de ateliere, sesiuni creative, workshopuri, expoziţii ale experimentelor realizate pe temă[37];

• parcurgerea verbală argumentativă filozofică a lucrărilor proprii şi a celor celebre contemporane şi urmarirea explicaţiilor autorilor, respectiv a modului în care publicul receptează şi evaluează componentele estetice ale structurilor;

• derularea de cercetări în domeniul geometriei aplicate pe structuri, precum sunt cele referitoare la structurile tensegrity, învelitorile subţiri curbate din diverse materiale, structuri performante, structuri din materiale ecologice sau cu proprietăţi neobişnuite).

Reacţia publicului la calităţile estetice ale structurilor este un subiect pe cât de sensibil, pe atât de vast şi important, căruia i-am acordat un capitol separat în această lucrare, derulat pe seama unor lucrări premiate la nivel internaţional, anume în Cap. 7. *Aplicarea evaluării estetice utilizând propunerea proprie*.

Fiecare dintre abordarile esteticii structurilor poate constitui o lucrare separată consistentă, de aceea în această lucrare au fost doar specificate şi succint exemplificate şi comentate aceste piste de cercetare pe care le poate urma orice specialist care doreşte să exploreze domeniul esteticii structurilor.

3.2.2. Cadre oficiale de cercetare a esteticii structurilor

Primul pas în a urca pe scara evoluţie este să conştientizăm că avem lipsuri. Acestea din urmă se raportează la propria persoană, faţă de psihicul uman, la nivel ecologic faţă de mediul înconjurător, respectiv faţă de Planetă. Un mediu construit urât are un impact masiv negativ asupra psihicului uman, percutându-se generatii la rând.

Preocuparea pentru estetică indică de fapt o preocupare pentru binele, satisfacţia şi fericirea omului, prin extensie a societăţii. Conştientizarea acestei grave lacune în proiectarea şi rezultatul său în mediul construit a condus la înfiinţarea în 1980 a grupul de lucru pe tema *Esteticii Structurilor Inginereşti*, din cadrul *Asociaţiei Internaţionale pentru Poduri şi Structuri Inginereşti* IABSE (International Association for Bridge and Structural Engineering), ai cărei membri erau: A. A. Bagon, D. P. Billington, A. L. Elliott, F. R. Kan, R. E. Slater, F. Leonhardt, W. A. Schmid, Y. Tahara, E. Villefrance, T. P. Tassios şi Alfred Pauser.[38] David Billington este şi astăzi declarat părintele teoretizării moderne asupra esteticii structurilor. Numeroşi membri ai acestui grup de lucru au emis sinteze şi materiale teoretice de ghidare a esteticii structurilor care au fost şi vor fi menţionante în continuare aici.

Astăzi există numeroase Asociaţii ale Inginerilor Civili care au preocupări în domeniul esteticii structurilor, dintre care pot fi amintite: International Association of Civil Engineering, American Society of Civil Engineers, European Council of Civil Engineers, Russian Society of Civil Construction Engineers, Japan Society of Civil Engineers, Engineers Australia, Engineering Council of South Africa, Canadian Society for Civil Engineering şi multe altele la nivel naţional şi internaţional[39].

În ceea ce privesc Asociaţiile dedicate Esteticii ca tematică filozofică şi cu aplicaţii directe şi în domeniul construcţiilor, amintim aici: International Association for Aesthetics, Euro-Asian International Aesthetics Association, Asociaţia Israeliană de Estetică, Bigaku-Kai

[36] Garip, Ervin; Garip, Banu, *Aesthetic evaluation differences between two interrelated disciplines: A comparative study on architecture and civil engineering students*, în *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, nr. 51, 2012, p. 534

[37] Hu, Nan; Feng, Peng; Dai, Gong-Lian, *Structural art: Past, present and future*, în *Structuri Inginereşti Elsevier*, nr. 79, 2014, p. 413

[38] Fritz, Leonhardt, *Aesthetics in structural engineering*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, p. 4

[39] V. www.wikipedia.com - Wikipedia online encyclopedia pentru mai multe sugestii

(Asociația niponă de estetică), Asociación Mexicana de Estudios en Estética (Asociația mexicană de estetică), Rossijskaya Aesteticheskaya Assoziazia (Federația rusă de estetică), L'Association Tunisienne d'Esthétique et de Poïétique (Asociația tunisiană de estetică și poetică) și altele la nivel național sau regional.

Subiectele pe baza cărora se poate aborda estetica structurilor, menționate la secțiunea anterioară, pot genera derularea de cercetări cu puternic impact asupra societății, mai ales prin sprijinul acordat de numeroasele asociații de inginerie civilă și estetică prezente pe întregul mapamond.

3.3. Scurtă sinteză istorică a evoluției esteticii structurilor

În timp ce istoria structurilor este într-o mare măsură istoria arhitecturii și a tehnologiilor de construire, istoria esteticii structurilor este o componentă filozofică din primul domeniu menționat.

O abordare istorică a esteticii structurilor este mai rar întâlnită în literatura de specialitate, pentru că interesul major asupra esteticii a apărut în primul rând de la introducerea termenului *estetica* de către Alexander Baugarten în secolul al XVIII-lea. La sfârșitul aceluiași secol, respectiv începutul următorului, societatea umană și-a deschis orizontul creativ și tehnologic, fiind sprijinită de revoluția industrială.

Așa cum și inginerii Lajos Kollár și Ferenc Vámossy vorbesc despre nevoile estetice ale omului[40], în fapt valoarea estetică a construcțiilor nu este un adaos opțional, în funcție de cât de mult succes urmăreste proprietarul său să aibă, ci este o nevoie umană exprimată de-a lungul timpul prin artă, meșteșuguri, tradiții, implicit prin construcțiile ridicate de-a lungul timpului.

O lucrare din orice domeniu al activității umane are și o doză de valoare estetică inserată uneori inconștient, tocmai datorită acestei necesități esențiale a omului de a se înconjura de lucruri frumoase, ceea ce îl face pe el să crească psihologic și să fie mai fericit.

Poul Ove Jensen observa că lipsa soluțiilor moderne de anvelopare a structurilor i-a permis acesteia să-și etaleze frumusețea din Antichitate și până în perioada premodernă din ce în ce mai puternic: egiptenii Antichității îi asociau expresiei structurii proprietăți deosebite, grecii antici au pus bazele arhitecturii clasice, romanii au îmbunătățit modul de punere în operă a materialelor de construcții, goticul a culminat prin bolțile și arcele cu performanțe nemaivăzute până atunci.[41]

Modernitatea a adus cu sine și dezavantaje, structura fiind uneori văduvită de libertatea de a-și exprima frumusețea, fiind ascunsă de anvelopanta cu funcții higro-termice tot mai avansate. Anumite tipuri de obiective, însă, și-au păstrat această libertate deoarece tocmai că nu aveau nevoie de acele performanțe higro-termice ale anvelopantei, printre care se numără podurile, turnurile, pasarele deschise, pavilioanele etc.

Un parcurs evolutiv al acestui domeniu este vizibil de-a lungul studiului prezentat în Cap. 4. *Contribuții ale inginerilor de referință mondială la estetica structurilor*, derulat pe seama activităților inginerilor care au activat începând cu secolul al XVIII-lea și pînă astăzi. Contemporaneitatea excelează prin varietatea și performanțele tot mai ridicate ale soluțiilor structurale, ceea ce, implicit, aduce o expunere mult mai nuanțată a calităților estetice ale structurilor. Este suficient să studiem mai îndeaproape carierele unor ingineri precum Eladio Dieste, Julius Natterer sau Santiago Calatrava pentru ca să ne dăm seama că astăzi adesea structura este cea care promovează calitățile estetice ale unei construcții. Acest lucru, evident, este datorat progresului științific și tehnic culminant al epocii pe care o trăim. Efervescența aceasta este rezultatul unei perioade de liniște la nivel mondial (în ciuda unor situații mai mult sau mai puțin izolate de conflict), de prosperitate la nivel economic și de aviditate a societății pentru performanțe, noutate, spectaculozitate și competitivitate. Societatea de astăzi posedă

[40] Kollár, Lajos; Vámossy, Ferenc, *Estetica lucrărilor inginereşti* (tr. ro.), ed. Akademiai Kiado, Budapesta, 1996, pp. 84-88

[41] Jensen, Poul Ove, *The aesthetic potential of structure*, în *Journal of IABSE*, nr. 15, 1996, p. 147

bogăția intelectuală și tehnologică în urma exprimării articulate și continue a nemulțumirilor, față de care au fost oferite numeroase răspunsuri, implicit au putut fi selecționate cele mai bune variante la nevoile sale în materie de spațiu construit. Pentru un specialist este o provocare să ofere soluții performante și de o înaltă calitate estetică, în timp ce pentru public sau beneficiar provocarea este să recepteze și să critice calitatea mediului construit.

Estetica structurilor cunoaște astăzi o evoluție fără precent în istoria umanității, datorită ridicării performanțelor tuturor componentelor care își dau concursul pentru a o clădi: suportul științific, suportul tehnologiilor de proiectare, calculare, verificare, optimizare și de execuție și dorința specialiștilor de a concepe obiective frumoase și performante.

3.4. Considerații aprofundate asupra esteticii structurilor

Filozofia este, după cum declara Frank Lloyd Wright în lucrarea sa *Testament*, la fel de importantă pentru construcții ca și văzul, iar **estetica** este acea partea a filozofiei care se ocupă de **judecata de valoare**.

Preocuparea pentru estetică trebuie conștientizată, înțeleasă, studiată și aprofundată, pentru că ceea ce aduce valoare creativă și inovație structurilor este nota estetică a lor[42]. **Succesul unei construcții** este rezultatul combinației mai multor factori principali, secundari și aparent neimportanți printre care se găsește și valoarea estetică. Ingineria adesea împinge limitele estetice din domeniul arhitecturii.

Construcțiile au fost inițial niște *unelte de mari dimensiuni* deoarece ele se justificau prin necesitățile pe care trebuiau să le satisfacă. Acestea creează **cadrul în care omul desfășoară anumite activități**. Din acest motiv construcțiile dobândeau aspectul care satisfăcea simțul estetic al individului, ceea ce reflecta cerințele estetice ale societății din care făcea parte. Mesajul estetic al unei structuri de succes reflectă imaginea pe care societatea o are în acel moment asupra frumosului construcțiilor, ținând cont de toate trăsăturile societății respective. De-a lungul ătimpului, frumosul din construcții rezulta din valoarea sa utilă, valoarea sa estetică datorându-se funcționalității[43].

Meșterul constructor, până în secolul al XIX-lea, iar ulterior arhitectul și inginerul au avut totdeauna sarcina să răspundă la **nevoile sociale, politice și religioase** exprimate în construcții, după nivelul cerințelor estetice și după limitările tehnologice și administrative prezente la momentul respectiv în societatea umană[44].

Progresul tehnic prezent într-un grad tot mai înalt înregistrat din a doua jumătate a secolului al XIX-lea a condus și la diversificarea și specializarea avansată a meseriei de constructor, moment în care pe lângă câteva categorii de ingineri s-a scindat și cea de arhitect. Cel din urmă este responsabil nu doar de gestionarea și organizarea proiectului, ci mai ales de asigurarea calităților estetice ale obiectivului. **Progresul materialelor și al tehnicilor** din construcții s-a reflectat nu doar în forma, utilitatea și înfățișarea clădirilor, ci și în efectul și percepția estetică a acestora. Progresul adăugat la tradiție, la câștigul artistic și filozofic anterior, este o prima sursă de îmbogățire în semnificație, espresie și valoare estetică[45]. De multe ori, acesta dictează succesul construcției.

Un rezultat excesiv tehnicizat, rece, inuman, *neviu* poate apărea datorită exploatării necontrolate a progesului tehnic singur[46]. Acest fenomen are loc când componenta estetică este

---

[42] Faste, Rolf A., *The Role of Aesthetics in Engineering*, în *Journal of Japan Society of Mechanical Engineers*, Stanford, nr. 4, 1995, p. 1

[43] Kászonyi, Gábor, *Aesthetic Aspects of Selecting Materials for Engineering Structures*, în *Periodica Polytechnica Budapesta*, vol. 26, nr. 1-2, 1982, p. 189

[44] Khan, Fuzlur R., *Structural aesthetics in architecture and its social and technological relevance*, în *Journal of* IABSE, nr. 11, 1980, p. 136

[45] Faste, Rolf A., *The Role of Aesthetics in Engineering*, în *Journal of Japan Society of Mechanical Engineers*, Stanford, nr. 4, 1995, p. 6

[46] Weber, Jutta; Sigrist, Viktor, *The Engineer's Aesthetics – Interrelations between Structural Engineering, Architecture and Art*, în cadrul *Congresului Internațional de Istorie a Construcțiilor*, Cottbus, mai 2009, p. 3

desconsiderată sau oricum prea puțin integrată în soluția finală pentru a avea putere să transmită un mesaj propriu. Publicul recepționează întâi mesajul estetic al construcției și abia apoi trece prin filtrul intelectual soluția structurală. Specialistul trebuie să mențină în echilibru aportul estetic și esența inovațiilor tehnice. Când reușește aceste lucru, este un vizionar. El trebuie să se adapteze continuu la nou și să-l promoveze energic. Lipsa simțului estetic este o permanentă provocare dar și o oportunitate continuă de perfecționare a specialistului.

Și în viziunea modernă s-a păstrat principiul **recunoașterii publice** a calităților unei lucrări de inginerie civilă. Opinia publică, a specialiștilor și a cetățenilor deopotrivă, este un factor important în evaluare și ratificarea calității estetice a construcțiilor.

Estetica structurilor a expandat doar când **știința și teoriile sale** au progresat suficient pentru a îi permite acest lucru[47]. Cunoștințele teoretice structurale și creativitatea senzorială conduc la forme și înfățișări ale clădirilor având efecte estetice și o accentuată percepție estetică[48]. Produsul ingineresc de succes este rezultatul sintetic dintre artă și tehnologie, sub egida științei. Estetica este diferența valorificată dintre artă și inginerie, este cea care joacă rolul principal[49] prin care ingineria de folosește de știință pentru a satisface nevoile umane.

Desigur că **progresul științific și tehnologic** au crescut puternic în ultimele două secole și de asemenea **cantitatea de cunoștințe tehnice** pe care inginerul trebuie să le acumuleze rapid pentru a fi productiv. Din această cauză, gândirea lui tehnică trebuie să acopere și preocuparea pentru nevoile estetice umane[50], iar locul esteticii în proiectarea inginerească trebuie recunoscut din nou și aprofundat. În contextul nivelului estetic la care fondul construit din țară se prezintă, este mai mult decât necesară renașterea preocupărilor pentru valoarea estetică a structurilor atrase într-un proiect de către un inginer sensibil. Lipsa de timp și resurse care trebuie investite în estetică i-au devalorizat statutul, conducând și la trista consecință de a ignora efectele emoționale rezultate și nevoile umane nesatisfăcute[51].

O dată cu dezvoltarea științei și a tehnicii, **inginerul** a fost, conștient sau nu, direcționat să se adâncească în latura mecanică și tehnologică a profesiei sale. Construcțiile nu se mai fac după principii empirice, intuiție laică și speranța că va rezista clădirea. Există astăzi o bază științifică foarte solidă care l-a facut pe inginer să devină mult mai pragmatic și, doar aparent, mai puțin creativ, mai puțin *artist*[52]. Normativizarea, legiferarea și convenționalizarea activității inginerilor structuriști i-a făcut pe unii să-și neglijeze, să-și suprime sau în orice caz să-și diminueze potențialul artistic nativ, exprimându-și-l sau apărându-și-l mai puțin. Ingineria civilă și arta nu sunt cu totul străine, diferite sau imposibil de corelat, ci între cele două entități există numeroase elemente care asigură trecerea cu succes a unei structuri în sfera structurilor estetice. Dintre aceste elemente amintim: o minte deschisă a proiectantului, cunoașterea temeinică a domeniului, eliberarea creativității din granițele normativelor, colaborarea inginerului cu arhitectul, permiterea dezvoltării artei în inginerie[53].

Sprijinul tehnologic în proiectarea și execuția aproape oricărei soluții oferite de un specialist poate fi și o capcană – neexploatate cu discernământ, conduc la apariția în vecinătatea noastră a unor imagini absurde de construcții, a unor aberații structurale. Aceasta se poate preîntâmpina prin dedicația sinceră a proiectantului talentat și cu sprijinul beneficiarului conștient. Publicul și specialiștii, toți se pot educa și autoeduca prin promovarea de soluții constructive care îmbunătățesc și nu afectează percepția frumosului din mediul construit.[54]

---

[47] Brainov, Milcho Neshev, *On aesthetics in structural engineering*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, p. 95
[48] Idem, p. 97
[49] Faste, Rolf A., *The Role of Aesthetics in Engineering*, în *Journal of Japan Society of Mechanical Engineers*, Stanford, nr. 4, 1995, p. 6
[50] Idem, p. 5
[51] Idem, p. 6
[52] Hu, Nan; Feng, Peng; Dai, Gong-Lian, *Structural art: Past, present and future*, în *Structuri Inginerești Elsevier*, nr. 79, 2014, p. 408
[53] Ibidem
[54] Rito, Armando, *Aesthetics and structural design*, în *Journal of IABSE*, nr. 83, 1999, p. 23

Necesitatea de a regăsi o bogăție estetică în mediul înconjurător construit nu este o noutate[55], pentru că fiecare perioadă din evoluția societății umane și-a solicitat reinterpretarea actualizată a nevoilor sale, iar specialiștii sunt chemați să răspundă pe măsură.

Perfectarea continuă a tehnicii atinge și depășește constant obiectivele mecanice ale structurii, dar succesul construcției este dat de modul de lucru unitar al elementelor constructive, întreg rezultat al perfectării calităților materialelor de construcții, al formelor și al proporțiilor acestor elemente[56]. Doar atunci se atinge dezideratul frumosului în construcții.

Fiecare redută cucerită de tehnică atrage după sine noi presiuni[57] financiare, ecologice, de timp, performanță, calitate, stimuli ș.a. la adăugarea de noi proiecte, într-un proces neîntrerupt.

Fuzlur Khan, ca și alți ingineri esteticieni, considera[58] că exprimarea **clară** și sinceră a structurii contribuie implicit la rezistența și frumusețea arhitecturii. Înfățișarea **sinceră** a **conducerii la teren a încărcărilor** prin elementele structurale și aparența curată a acesteia conferă farmec și eleganță structurii[59]. O structură care răspunde corect din punctul de vedere al eficienței structurale, al simplității, al proporțiilor[60], al rolurilor sale sociale și funcționale trebuie să se etaleze, devenind *transparentă*, pentru a-și lăsa și frumusețea să-i fie admirată.

Genialitatea soluției structurale constă în recunoasterea și interpretarea abstractă a încărcărilor și a forțelor care acționează asupra construcției, urmată de propunerea de forme structurale care exploatează cel mai bine proprietățile materialelor de construcții alese[61]. Omul mileniului III caută cu disperare sinceritatea, viziunea clară, iar estetica structurii contribuie în această privință prin transpunerea materialelor de construcții în forme care răspund funcțional și înfățișează fidel natura materialelor[62]. Frumusețea reală a unei structuri depășește granițele modei[63] din domeniul materialelor, al tehnicilor, al stilurilor de arhitectură, datorită satisfacerii condițiilor esențiale care produc satisfacție și plăcere oricând societății.

În primul rând **structura este răspunsul rațional la necesitatea construcție** de a fi rigidă, rezistentă și funcțională. Abordarea structurii într-o manieră logică, detaliată corespunzător, exploatând potențialul materialelor de construcții prevăzute, cu simplitate și sinceritate a formelor și a sistemului structural, cu eleganță, suplețe – rezultate din eficiența mecanică în conjugare cu economicitatea de material și manoperă – atrage și exprimă vitalitatea și valoarea estetică a sa[64].

Acest prim rol al structurii, prin care asigură preluarea încărcărilor și transmiterea lor la teren, trebuie să satisfacă două criterii: **al materialul, folosit la minimum, și al tehnologiei de execuție**, cu cele mai mici costuri și cât mai putină energie[65]. Recentele progrese tehnologice augmentează eficiența ambelor criterii-resurse, dar și inginerul trebuie să contribuie inteligent în aceasta formulă, pentru ca rezultatele să devina tot mai spectaculoase. Uneori, valoarea estetică a unei clădiri este amplificată parțial în defavoarea costurilor minimale sau a suprafeței utile. Orice decompensare-recompensare trebuie gestionată cu viziune integrată, pentru a nu crea dezechilibre și insucces.

---

[55] Weber, Jutta; Sigrist, Viktor, *The Engineer's Aesthetics – Interrelations between Structural Engineering, Architecture and Art*, în cadrul *Congresului Internațional de Istorie a Construcțiilor*, Cottbus, mai 2009, p. 5
[56] Jensen, Poul Ove, *The aesthetic potential of structure*, în *Journal of IABSE*, nr. 15, 1996, p. 148
[57] Weber, Jutta; Sigrist, Viktor, *The Engineer's Aesthetics – Interrelations between Structural Engineering, Architecture and Art*, în cadrul *Congresului Internațional de Istorie a Construcțiilor*, Cottbus, mai 2009, p. 6
[58] Khan, Fuzlur R., *Structural aesthetics in architecture and its social and technological relevance*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, p. 137
[59] Idem, p. 142
[60] Idem, p. 143
[61] Jensen, Poul Ove, *The aesthetic potential of structure*, în *Journal of IABSE*, nr. 15, 1996, p. 148
[62] Weber, Jutta; Sigrist, Viktor, *The Engineer's Aesthetics – Interrelations between Structural Engineering, Architecture and Art*, în cadrul *Congresului Internațional de Istorie a Construcțiilor*, Cottbus, mai 2009, p. 5
[63] Verma, Sushant; Podder, Ankur, *The Beauty of Architectural Structures: Elegance beyond Aesthetics*, 2015
[64] Khan, Fuzlur R., *Structural aesthetics in architecture and its social and technological relevance*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, p. 145
[65] Brainov, Milcho Neshev, *On aesthetics in structural engineering*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, p. 96

Abordarea neintegrată a esteticii într-o construcție începând din faza de proiectare de arhitectură și de structură are câteva consecințe, așa cum și arhitectul Mihai Doinici observă. Neținerea cont de valoarea estetică, lipsa de comunicare dintre arhitect și inginer conduc la eșecul estetic, dacă frumosul nu este o ambiție a proiectului[66].

Dobândirea valorii estetice de către structuri, așa cum observa și Gábor Kászonyi, este o chestiune de logică, mai exact de logică a frumuseții[67]. Estetica nu este atasată la structură ca un detaliu de ornament, ci este un ansamblu de procese anterioare și efecte percepute de utilizatorul clădirii, ca rezultat al preocupării profunde a specialistului asupra percepțiilor utilizatorului. Valoarea estetică este integrată în obiectiv, nu atașată ca un rău necesar al acesteia[68]. Elementele structurale nu pot fi tratate ca decorațiuni, oricât am dori să putem face acest lucru fără să ieșim din *cadru*.

Frumosul din structură nu este un apendice la soluția constructivă bună, ci este efectul cumulului de experiențe plăcute pe care le trăiește utilizatorul construcției, ca și consecință a formei mecanice, a spațialității, a unității, a armoniei elementelor constructive și a coerenței intelectuale și senzoriale pe care structuristul le-a transmis proiectului[69].

Componenta estetică joacă două roluri primordiale în *viața* construcțiilor: descoperirea soluției cu valoare estetică de către inginer și descoperirea înțelesului cu valoare estetică de către utilizatorul clădirii[70]. Ambele procese sunt rezultatul evoluției personale ale fiecărui protagonist.

Atât materialele de construcții cât și întreaga soluție constructivă trebuie să nu fie străine sau nedigerabile de societatea căreia îi servește, să nu iasă din **context**, ci să se integreze în acesta într-o maniera negociată[71].

3.5. Proiectarea structurilor estetice

Motivația originară pentru care există domeniul proiectării structurale este satisfacerea nevoilor societății umane. Aceste nevoi nu sunt legate doar de funcțiunile acelei construcții, ci merg până la confortul psihologic profund pe care îl creează cu ajutorul valoarii estetice a acelei construcții. Estetica este o necesitate la fel de importantă precum sunt funcțiunile, siguranța în exploatare sau costul de execuție[72]. Atribuirea întaâietății uneia dintre ultimele trei aspecte menționate conduce la un dezechilibru vizibil în soluția finală.

3.5.1. Considerații generale în procesul de proiectare și gestionare a structurilor estetice

Impactul construcțiilor realizate azi se poate întinde asupra comunității pentru mai mult de un secol. Valoarea pe care o aduc acestea la mediul înconjurător, începând din momentul ridicării lor, trebuie să răspundă constructiv, păstrându-se peste timp, ca să merite să dăinuiască.

Există pentru fiecare construcție, când este proiectată și executată, mai multe piedici pe care trebuie să le depășească: limitări financiare, politice, sociale, culturale, ecologice; lipsa de recunoaștere a impactului pe termen lung, influența necontrolabilă asupra mediului înconjurător, lipsa de imaginație și a viziunii de ansamblu[73]. Genialitatea creatoare găsește mijloace de exprimare a frumosului în ciuda neajunsurilor în care se desfășoară proiectarea și realizarea

[66] Donici, Mihai C., *Aesthetics of the Main Types of Structure*, în *Buletinul Institutului Politehnic din Iași*, 2011, p. 1
[67] Kászonyi, Gábor, *Aesthetic Aspects of Selecting Materials for Engineering Structures*, în *Periodica Polytechnica Budapesta*, vol. 26, nr. 1-2, 1982, p. 197
[68] Faste, Rolf A., *The Role of Aesthetics in Engineering*, în *Journal of Japan Society of Mechanical Engineers*, Stanford, nr. 4, 1995, p. 5
[69] Sandaker, Bjørn Normann, *On Span and Space – Exploring Structures in Architecture*, ed. Taylor & Francis e-Library, New York, 2007, p. 107
[70] Faste, Rolf A., *The Role of Aesthetics in Engineering*, în *Journal of Japan Society of Mechanical Engineers*, Stanford, nr. 4, 1995, p. 3
[71] Lenczner, Mark, *Structural impact on the environment: aesthetics*, în *Journal of IABSE*, nr. 79, 1998, p. 593
[72] Rito, Armando, *Aesthetics and structural design*, în *Journal of IABSE*, nr. 83, 1999, p. 22
[73] Ostenfeld, Klaus H., *Design for coming generations*, în *Journal of IABSE*, nr. 15, 1996, pp. 179-180

construcției. Precum proiectarea este normativizată, la fel și construcțiile trebuie dezvoltate într-o manieră controlată, după linii directoare care înglobează preocuparea pentru frumos.

Inginerul structurist trebuie să-și privească experiența profesională și să și-o evalueze din când în când pentru a-și îmbunătăți următoarele proiecte. Soluția estetică a structurii trebuie să fie reprezentativă pentru nivelul de evoluție al societății, al timpului său. Specialistul trebuie să se adapteze la schimbările pe care societatea în care își desfășoară activitatea le suferă, pentru a putea oferi soluții optime la nevoile acesteia. Pentru a realiza proiecte sustenabile, el are nevoie să simtă structura, să aibă o gândire și o intuiție sănătoase, un respect practic față de mediul înconjurător, idei noi, gândire neconservatistă, imaginație, viziune.[74]

Conceptul structural constă într-o idee de ansamblu, care are viziune, imaginație și se bazează pe încredere între beneficiar și proiectant.[75] De multe ori, în goana după cele mai interesante și cele mai ieftine soluții, se organizează concursuri. Dar totuși, concursurile multiple și implicarea organizațiilor nu de profil în procesul de proiectare nu sunt totdeauna benefice în privința calității soluției astfel rezultate, iar pe de altă parte cresc și costurile acestei etape în realizarea obiectivul.[76]

Pe lângă toate acele calități enumerate ale proiectantului trebuie adăugat discernământul profesional care se dobândește cu vasta experiență și mai ales cu dobândirea capacității de a privi în profunzime implicațiile integrale ale unei propuneri. Abordarea globală de la întreg spre detaliu de la început ajută la selectarea unei soluții mai bune decât dacă se pornește de la o bază pentru a ajunge la vârf, adică de la detaliu la întreg.[77] Aceasta se întâmplă mai ales la proiectele de mare anvergură unde sunt implicați numeroși specialiști din diverse domenii și unde este esențială abordarea de la concept spre detaliu, altfel soluția va fi doar corectă, dar de un succes scăzut, pierzându-și adesea esența estetică.

3.5.2. Scopurile esteticii structurilor din punct de vedere mecanic

Estetica structurilor este privită și evaluată după modul în care răspunde la calitățile sale necesare mecanice: rezistență, stabilitate, capacitate portantă, printr-o tehnologie de execuție facilă și ieftină. Totuși, componenta mecanică nu este suficientă pentru înțelegerea integrală a esteticii unei clădiri.[78]

În funcție de capacitatea formei materializate de a răspunde bine din punct de vedere structural și de aprecierea vizuală pozitivă venită din partea publicului, este evaluată din perspectivă mecanică și estetica acelei structuri. Astfel, componenta mecanică înglobează estetica materialelor și estetica proceselor tehnologice, adică estetica proprietăților materialelor, eficiența mecanică și justa proporționalitate structurală.[79]

Bjørn Sandaker avertizează cu privire la capcanele în care specialiștii pot fi prinși în cursul proiectării structurilor, pentru a urmări să fie evitate:

• neconcordanța dintre geometria elementelor, respectiv a ansablului, și comportamentul structural al acestora, care conduce la ineficiență;

• neconcordanța dintre proprietățile materialelor și forma structurii, care afectează justa scară și proporție structurală;

• simplificarea excesivă a unei structuri de amploare mai mare, care conduce la ineficiență tehnologică;

• complicarea excesivă a unei structuri de amploare mai mică duce, de asemenea, la ineficiență.[80]

Câteva exemplificări ale sugestiilor de mai sus sunt vizualizate în Fig. 3.37-3.41.

[74] Idem, pp. 181-182
[75] Idem, p. 181
[76] Idem, p. 182
[77] Idem, p. 183
[78] Sandaker, Bjørn Normann, *On Span and Space – Exploring Structures in Architecture*, ed. Taylor & Francis e-Library, New York, 2007, p. 125
[79] Idem, p. 125
[80] Idem, p. 126

Fig. 3.37. Sala Olimpică de Sport din Hamar, Norvegia, 1993

Numită şi barca vikingă pentru că se aseamănă cu o barcă răsturnată, sala olimpică de sport din Hamar are o deschidere interioară maximă de 70,8 m. Pentru acoperirea deschiderii, iniţial au fost prevăzute grinzi zăbrelite din oţel. Totuşi, în final au fost realizate din lemn de secţiune rectangulară, realizate din câte trei segmente şi amplasate pe sit. Modul de lucru mecanic al lemnului, mai ales pentru asemenea deschideri, l-au făcut să fie o decizie neinspirată în acest caz.

Fig. 3.38. Aeroportul Fuhlsbüttel din Hambrg, 1993

Deschiderile grinzilor spaţiale zăbrelite din oţel de la aeroportul Fuhlsbüttel au 62 m. Încărcările transmise de acestea sunt preluate, la conjuncţia dintre două astfel de grinzi, pentru a fi conduse la cele 12 reazăme marginale care constau în stâlpi precomprimaţi cu patru braţe din bare de oţel la care sunt conectate grinzile tridimensionale. Putem intui o densitate excesivă de bare de oţel, care conduce la ineficienţă mecanică.

Fig. 3.39. Domul Mileniului din Londra, 1998

Când este afişat un efort masiv realizat pentru susţinerea unei structuri, cel mai probabil aceasta se datorează ineficienţei mecanice şi tehnologice. Suprafaţa interioară găzduită de Domul Mileniului are diametrul de 320 m şi are înălţimea maximă de 48 m. Structura sa constă într-o membrană de acoperire întinsă prin 12 stâlpi metalici zăbreliţi vopsiţi în galben cu înălţimea de 100 m, uşor înclinaţi spre circumferinţa domului şi 72 de cabluri aranjate radial.

Fig. 3.40. Atriumul interior al băncii Coutts din Londra, 1978

Este de preferat ca intenţia de a realiza un efect vizual să fie susţinută de soluţia structurală. Iluminatorul natural din atriumul băncii Coutts este sufocat de numeroasele grinzi de oţel în I care acoperă ochiul de lumină naturală. Acestea se întâlnesc în vârful atriumului pentru a-l închide printr-un triunghi din plăci de oţel sudate. Învelitoarea de sticlă este amplasată pe o reţea deasă de bare şi grinzi tridimensionale metalice.

Procesul de proiectare şi negocierea cerinţelor funcţionale obligatorii, estetice, tehnologice şi de structură pot conduce uneori la soluţii care, deşi contravin regulilor de bună conformare a materialelor de construcţii, dobândesc totuşi calităţi estetice tocmai prin

compromisurile realizate.[81] Aceasta se întâmplă în situația în care specialiștii pot controla, prin cunoștințele și experiențele dobândite, până unde se pot împinge limitele în care rezultatul este de o calitate ridicată și nu doar un experiment structural.

3.5.3. Creativitatea în proiectarea inginerească

Structura are rolurile de: a delimita spațiul, a oferi formă construcției, a răspunde rațional și eficient la nevoile umane pentru care a fost comandat proiectul, a asigura mijloacele structurale prin care obiectivul să ofere siguranță în exploatare[82]. Creativitatea structurală este invitatul necesar în organizarea funcțională a materialelor de construcții la un nivel performant. Progresul tehnic contemporan face ca aproape orice formă și înfățișare a spațiului delimitat de o anvelopantă, imaginabilă de către om, care are un scop și o funcțiune, să fie posibile de realizat într-o manieră care răspunde în siguranță la necesitățile umane.

Profesorul Rolf A. Faste observa că *„ideile creative nu pot apărea prin mijloace convenționale sau din gândirea convențională”*[83]. Chiar dacă este dificilă asimilarea esteticii în domeniul ingineriei[84], rolul său nu este diminuat prin aceasta, ci este un aspect important datorită căruia prestația structurii devine onorabilă.

Este vital ca inginerul să respecte convențiile structurale, dar aceasta să o facă într-o manieră deschisă, permițând includerea elementelor noi, a inovațiilor, a experimentului creativ. Fiecare specialist este dotat cu creativitate, niciunul nu poate justifica neacordarea atenției către estetica structurii datorită lipsei sale de creativitate. Există numeroase metode care aduc la suprafață creativitatea sau sprijină ideile precursoare soluțiilor pe care le caută specialiștii în procesul de proiectare, dintre care amintim: brainstormingul, sinectica și harta mentală[85], pauza creativă, concentrarea intensă, căutarea provocării, alternativele, *the concept fan*, explorare de concepte, deplasarea conceptuală, generarea de provocări, ideile aleatorii, tehnici sensibile, atenția sporită la detalii etc. [86,87] Și inginerul structurist poate și trebuie să fie creativ.

Inginerul bulgar Milcho Brainov considera și el că natura este modelul de frumusețe structurală, satisfăcând toate condițiile necesare[88]. Apelarea la surse de inspirație din natură este o resursă încă insufient explorată în spațiul românesc al construcțiilor.

Specialiștii proiectanți pot să fie autodidacți și în privința valorificării componentei frumosului în proiectare, începând de la un anumit nivel de maturitate profesională. Fiecare poate căuta acele maniere care îl ajută mai mult la a fi creativ, informația există și așteaptă să fie consultată.

Procesul de creație inginerească va cuprinde următoarele etape: contactul cu tema de proiectare și identificarea problemelor esențiale, segregarea structurilor funcționale, căutarea sau selectarea principiilor de soluționare, propunerea, combinarea și ierarhizarea celor mai bune variante ale soluției[89] - v. Fig. 3.41. Din perspectiva formei, procesul de creație structurală conține două etape: identificarea formei, cu subetapele: identificarea formei primare funcționale și tehnice, identificarea opțiunilor pentru dimensionarea elementelor, identificarea formei finale;

---

[81] Idem, p. 133
[82] Brainov, Milcho Neshev, *On aesthetics in structural engineering*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, p. 94
[83] Faste, Rolf A., *The Role of Aesthetics in Engineering*, în *Journal of Japan Society of Mechanical Engineers*, Stanford, nr. 4, 1995, p. 4
[84] Idem, p. 1
[85] Idem, p. 4
[86] V. Dekker, Don L., *Engineering Design Processes, Problem Solving &Creativity*, în cadrul *Conferinței Anuale Frontiers in Education*, Atlanta, SUA, 1995, p. 3
[87] V. pagina web https://www.mycoted.com/Category:Creativity_Techniques pentru o listă bogată de tehnici de stimulare a creativității
[88] Brainov, Milcho Neshev, *On aesthetics in structural engineering*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, p. 97
[89] Dekker, Don L., *Engineering Design Processes, Problem Solving &Creativity*, în cadrul *Conferinței Anuale Frontiers in Education*, Atlanta, SUA, 1995, p. 2

respectiv etapa de detaliere a structurii[90]. Este importantă analizarea propunerii integrale înainte de a o implementa pentru a ne asigura că obiectivul este exploatat și din punct de vedere estetic.

Fig. 3.41. Schematizarea procesul de creație inginerească cuprinzând cei șase pași

Pentru ca un proiect de structură să aibă valoare estetică reală, acesta trebuie să parcurgă următorii pași: identificarea scopului → acceptarea provocării → expunerea problematicii → colectarea de informații și consultarea resurselor → sintetizarea ideilor → analiza și optimizarea ideilor → evaluarea propunerii finale → finalizarea și execuția soluției[91] - v. Fig. 3.42. Este imperativă cunoașterea uneltelor, a mijloacelor, a resurselor, a libertăților și a restricțiilor care impactează proiectul, de la începutul procesului de concepere. Similar situației din arhitectură, și structura are nevoie de un concept particular pentru fiecare obiectiv.

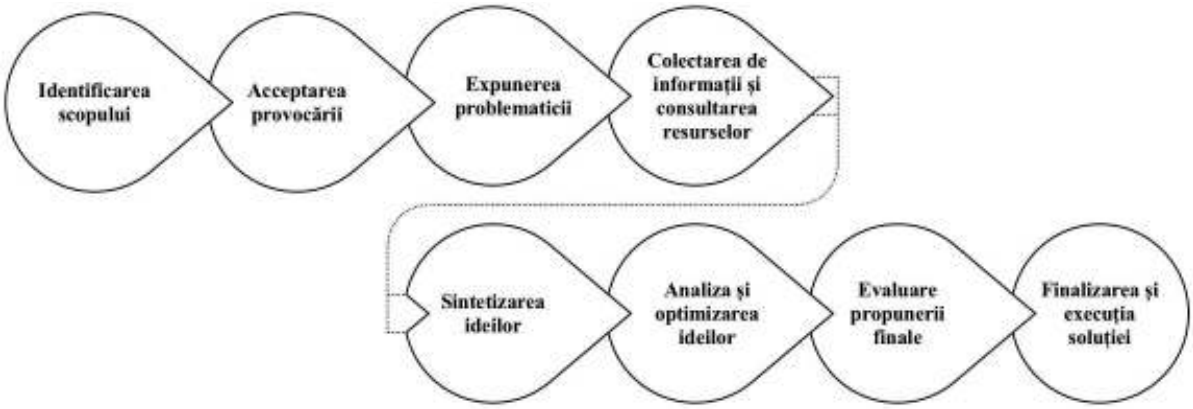


Fig. 3.42. Schematizarea procesul de creație estetică în inginerie

Creativitatea inginerească trebuie să reușească să îmbine rațiunea – materia, funcțiunile, siguranța în exploatare, legile mecanicii, tehnologiile de execuție, economia, eficiența – cu sentimentul de frumos – percepția emoțională a utilizatorului-observator. Aceasta atrage creșterea performanțelor strucurale integrate pe o lungă durată de timp.

3.5.4. Componenta aluzivă a esteticii în proiectarea inginerească

Preocuparea pentru frumos în construcții nu trebuie considerată o povară suplimentară asumată de inginer din mărinimie față de destinatar, nici ca o piedică în găsirea unei soluții corespunzătoare structural. Bronowski observa, față de cei care consideră că arta nu are nicio legătură cu știința, că omul trebuie să-și exploateze creativitatea, să înglobeze sinceritate și demnitate în orice lucru pe care îl produce[92].

[90] Brainov, Milcho Neshev, *On aesthetics in structural engineering*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, p. 95
[91] Dekker, Don L., *Engineering Design Processes, Problem Solving &Creativity*, în cadrul *Conferinței Anuale Frontiers in Education*, Atlanta, SUA, 1995, p. 3
[92] Bronowski, J., *Science and Human Values*, ed. Harper & Row Publishers, New York, 1956

Un obiect estetic are anumite calități care îi conferă aceasta etichetare. Estetica unei structuri face aluzie la modul în care inginerul său înțelege frumosul și îl integrează în lucrarea realizată. Cum proiectarea inginerească este o *„activitate care presupune concursul teoriei, al experimentului și al imaginației prin care omul transformă și modelează natura, cu ajutorul uneltelor și al procedeelor* [tehnologii de execuție] *pentru a obține lucruri și a rezulta fenomene care îl ajută și îi sunt practice”*[93], specialistul trebuie să cunoască și să exploateze toate aceste componente ale definiției pentru a crea construcții care înfrumusețează viața. Inginerul trebuie să-și descopere și să-și exerseze abilitățile creative, să admită că acestea valorificate și înglobate în soluție.[94] Genialitatea creatoare în ingineria civilă se bazează nu doar pe imaginație tehnică, pe trecerea de la informații la ce poate fi produs, ci și pe fanteziile creative pe care specialistul le concepe și le aplică cu succes.[95]

Seerveld definește estetica spunând că aceasta este jocul dintre armonie și frumusețe[96]. Calitatea estetică a unei structuri se manifestă prin sugestia subtilă și nuanțată a ceea ce creează plăcere subiectului-observator în timpul explorării acelei structuri.

Apar câteva întrebări aici: ce anume califică estetic o lucrare, dacă simpla apartenență a unui obiect la o artă îi asigura acest statut sau dacă datorită modului de a realiza un obiect acela deja este considerat estetic. Dacă toate produsele activității umane au o estetică proprie, așa cum susține Charles C. Adams[97], cu siguranță fiecare lucrare de inginerie civilă înglobează din faza de proiectare această componentă definitorie. Totuși, un obiect artistic conține o serie de ingrediente ale căror combinație și pondere conduce la succesul său estetic. Identificarea formulei de succes constă în combinarea în manieră inteligentă a ceea ce atrage ulterior admirația publicului. Așa cum estetica unei construcții reflectă răspunsul intelectului inginerului la provocarea temei de proiectare lansată, construcția va reflecta imaginea utilizatorului său final punându-i la dispoziție funcțiunile sale. Extrapolând definiția dată de Charles C. Adams la ceea ce este aluzia tehnologică în proiectarea inginerească, concluzionăm că succesul unei soluții constructive provine din interacțiunea armonioasă dintre utilizator și clădirea care devine o formă de expresie a intelectului utilizatorului.[98]

3.5.5. Factorii implicați în proiectarea structurilor estetice

Aspectele care trebuie avute în vedere, în opinia lui Charles C. Adams[99] și nu numai, pentru o proiectare judicioasă sunt: încrederea dintre beneficiar și proiectant > etica profesională > respectarea legităților > exploatarea judicioasă a resursele economice > factorul social > înțelesul simbolic > componenta estetică > exploatarea tehnologiilor actuale > logica > efectele senzoriale > componenta biotică > raționamentele fizice > legitățile cinematice > limitări spațiale > raționamente cantitative – v. Fig. 3.43.

Proiectarea construcțiilor presupune armonizarea a trei factori principali:

• baza tehnică și științifică, unde sunt incluse: analiza structurală, mecanica materialelor și teoriile de proiectare;

• tehnologiile de execuție, care cuprind toate procesele atrase de execuția unei clădiri, inclusiv factorii economici implicați;

• metodele de proiectare și redare a formelor, în care se exploatează întreaga bază teoretică și normativă referitoare la dimensiuni, proporții și punerea în operă a materialelor de construcții.

---

[93] Adams, Charles C., *Technological Allusivity: Appreciating and Teaching the Role of Aesthetics in Engineering Design*, în cadrul *Conferinței anuale Frontiers in Education*, Atlanta, SUA,1995, p. 2

[94] Idem, p. 3

[95] Schuurman, E., *Technology and the Future: A Philosophical Challenge*, ed. Wedge, Toronto, 1980

[96] Seerveld, C. G., *Rainbows for the Fallen World*, ed. Tuppence Toronto, Downsview, Ontario, 1980

[97] Adams, Charles C., *Technological Allusivity: Appreciating and Teaching the Role of Aesthetics in Engineering Design*, în cadrul *Conferinței anuale Frontiers in Education*, Atlanta, SUA,1995, p. 5

[98] Idem, p. 6

[99] Idem, p. 4

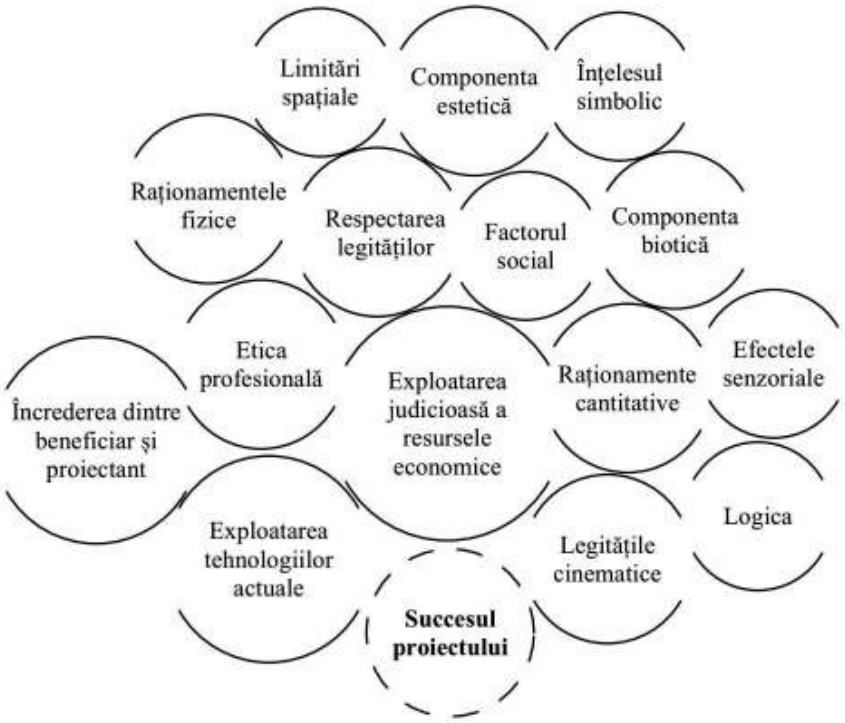


Fig. 3.43. Aspectele care contribuie la atingerea succesului unui proiect

Societatea de astăzi vede construcțiile ca pe obiecte structurale ale căror semnificații și rost sunt în pas cu continua ei evoluție și percepție a spațiului și a funcțiunilor unei clădiri. Pentru ca estetica unei structuri să poată excela, ea are nevoie ca factorii participanți la crearea și manifestarea ei să progreseze și să înregistreze record după record. Acești factori participanți sunt:

• specialistul proiectant, care trebuie să dorească să progreseze atât personal, din punct de vedere mental, cât și profesional, prin acumularea de cunoștințe;
• știința, pentru că progresul științific răspândește impulsuri colaterale de susținere a creșterii;
• materialele de construcții, ale căror caracteristici permanent pot fi îmbunătățite și optimizate;
• tehnicile de proiectare, prin soluțiile moderne de CAD tot mai eficiente ca viteză de lucru și ca precizie;
• tehnologiile de execuție, care pot fi inovate în tandem cu progresele științifice.

Contribuția factorilor implicați în proiectare structurilor la efectul integrat estetic al construcției se resimte nu doar vizual, ci și din întreaga experiență perceptuală pe care construcția i-o ofera utilizatorului său. Din clare motive raționale, de cele mai multe ori structura rămâne ascunsă sub anvelopantă, pentru a fi protejată de intemperii și de îmbătrânirea prematură ca rezultat al expunerii constante. Expunerea structurii pentru a demonstra doar reușita acestui lucru propriu-zis, sub presupunerea că ar fi un mijloc sigur al ridicării nete a valorii estetice, nu trebuie făcută cu ostentație, ci cu discernământ estetic și tehnic[100].

3.5.6. Principii, linii directoare și sugestii pentru proiectarea de structuri cu valoare estetică

Prin formația sa profesională mai pragmatică, bazată pe norme de proiectare, inginerul care abordează modul în care o construcție dobândește calități estetice adesea alege seturi de principii și instrucțiuni[101]. În schimb, alți specialiști cu o formație mai mult sau mai puțin

[100] Reitherman, Robert, *The Aesthetics of Structures*, prin CUREE, Richmond, SUA, 2016, p. 6
[101] Addis, Bill, *Structural criticism and the aesthetics of structures*, IABSE, nr. 15, Zurich, Elveția, 1996, p. 121

accentuată artistic, arhitecți, artiști plastici ș.a., se concentrează pe senzațiile și emoțiile pe care un obiectiv le produce în percepția utilizatorului-observator al său.

Structurile estetice înglobează, în realitate, preocuparea inginerului pentru generarea de valori emoționale puternice prin structură. Proiectarea structurilor estetice se bazează pe un mecanism complex[102], cu un grad sporit de dificultate datorat extinselor sale implicații în discipline conexe – arhitectura în primul rând, apoi psihologia, artele, fiziologia, istoria, pedagogia și nu numai.

Într-o formă explicită, la fel cum menționează inginerul Klaus H. Ostenfeld[103], sau într-o formă implicită, fiecare specialist își pune problema dacă există și care sunt acele reguli de proiectare structurală cu valoare estetică. Inginerul și profesorul budapestan Lajos Kollár sugerează, în cartea sa de referință realizată împreună cu inginerul și colegul de la universitate Ferenc Vámossy, *Estetica lucrărilor inginereşti*, dar și în alte materiale publicate pe aceeași temă, principiile care conduc la proiectarea de succes a structurilor cu valoare estetică[104]. Renumitul inginer german Fritz Leonhardt propune, într-un articol de-al său, șapte linii directoare ale designului estetic[105]. Inginerul grec Theodosios P. Tassios, având numeroase preocupări în domeniul esteticii construcțiilor, propune o matrice a trăsăturilor care optimizează structurile din punct de vedere estetic[106] și sprijină inclusiv sugestiile celorlați specialiști emițători de linii directoare pe această temă.

În spațiul românesc s-a exprimat și se susține necesitatea elaborării și a implementării de îndrumătoare în proiectarea formei arhitecturale corecte, respectiv a esteticii construcțiilor. Drept urmare, specialiști precum inginerul Victor Gioncu, inginerul Mircea Mihailescu, arhitectul Mihai Doinici ș.a. au pus bazele unor cursuri universitare dedicate esteticii structurilor și militează în continuare pentru recunoașterea statutului esteticii în proiectarea construcțiilor[107]. Proiectarea structurală nu este o artă, nu este nici o știință, ci este o parte a tehnicii, o activitate intelectuală din producția de construcții care folosește atât principii artistice, cât și principii științifice[108].

Cu cât lista de linii directoare este mai bogată și mai detaliată, cu atât sunt mai multe șanse ca acest mecanism complex să fie cercetat cu profunzime și etalat într-o manieră comprehensivă și cuprinzătoare. Totuși, oricât de exhaustivă și argumentată ar fi lista sugestiilor care, fiind respectate, conduc la o notă a valorii estetice a structurii, trebuie permanent avut în vedere relativismul lor, întregul pe care îl formează și permanenta lor reierarhizare[109].

Însumate, completate și nuanțate, principiile, liniile directoare și sugestiile care pot conduce la proiectarea de structuri cu valoare estetică sunt:

• ordinea – aranjamentul în spațiu al elementelor structurale îi asigură confort vizual. Cu toate acestea, respectarea cu excesivă strictețe a unor reguli de proiectare estetică poate conduce la eclipsarea altor valori, dacă nu există discernământ în întregul proces complex de proiectare. Folosit cu discernământ, contrastul poate potența înțelesul întregului. Pe lângă ordinea care aduce unitate și echilibru, dezordinea poate fi folosită în avantajul structurii dacă acordă o *tensiune poetică*, așa cum spune Robert Venturi;

---

[102] Tassios, Theodosios P., *Relativity and optimization of aesthetic rules for structures*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, Atena, 1980, p. 60

[103] Ostenfeld, Klaus H., *Design for coming generations*, în *Journal of IABSE*, nr. 15, Lyngby, Danemarca, 1996, p. 182

[104] Kollár, Lajos, *Aesthetic Aspects of the Design of Engineering Structures in the Education*, în *Periodica Polytechnica Budapesta*, vol. 47, nr. 1, 2003, pp. 85-89

[105] Fritz, Leonhardt, *Aesthetics in structural engineering*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, pp. 6-8

[106] Tassios, Theodosios P., *Relativity and optimization of aesthetic rules for structures*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, p. 61

[107] Donici, Mihai C., *Aesthetics of the Main Types of Structure*, în *Buletinul Institutului Politehnic din Iaşi*, 2011, p. 6

[108] Sandaker, Bjørn Normann, *On Span and Space – Exploring Structures in Architecture*, ed. Taylor & Francis e-Library, New York, 2007, p. 99

[109] Tassios, Theodosios P., *Relativity and optimization of aesthetic rules for structures*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, p. 64

• proporțiile, ritmul, simetria-asimetria - secțiunea de aur este o soluție care prea puțin este pusă în practică astăzi, pe nedrept, iar acest lucru ar trebui remediat, fiindcă reflectă o justă proporționalitate. Unde este posibil, este recomandat să fie folosită simetria. Uneori, proporțiile cu adevărat expresive în construcții sunt eliberate de stereotipurile mediilor matematice supraapreciate anterior, dar secțiunii de aur i s-a identificat o justificare psihologică solidă. În definitiv contează ca proporțiile să fie juste, putând avea valori diverse și relative pentru fiecare caz particular pentru a fi expresive;
• generarea suprafeței și alegerea culorilor - dacă forma structurală răspunde și exprimă comportamentul său static, atunci acea structură este cea mai avantajoasă din punct de vedere mecanic. Din punct de vedere cromatic, este de dorit ca structura fie să împrumute dintre culorile paletei din vecinătate sau din mediul înconjurător, fie să aleagă culori deschise, care inspira ideea de ușor, neîngreunând și nesufocând anturajul. Faptul că o structură permite luminii naturale să pătrundă în și prin acest obiectiv oferă nu doar eleganță, ci și vitalitate și optimism, mai exact confort psihologic;
• conformația, întregul – forma trebuie să urmeze funcțiunea în contextul respectării și a celorlalți parametri estetici. Dacă o formă este doar *corectă* din punct de vedere funcțional, rezultatul nu are neapărat valoare estetică, decât întâmplător, iar clădirea este văduvită de numeroase aspecte de care forma frumoasă trebuie să țina cont pentru ca să inspire o profundă plăcere în exploatarea sa;
• funcționalitatea – scopul funcțional al construcției trebuie să fie reflectat neștirbit de atenția acordată celorlate aspecte;
• repetitivitatea, fantezia, ludicul – uneori este potrivită introducerea repetitivității elementelor similare, dar dusă la extrem aceasta generează monotonie. Conceperea structurii cu o doză sporită de creativitate și fantezie elimină pericolul unui rezultat monoton, transformând-o într-un obiectiv interesant;
• iluminarea – pentru fiecare obiectiv în parte, structurii i se potrivește fie o transparență mai ridicată, ceea ce îi conferă eleganță, fie o doza mai mare de masivitate, care sporește sentimentul de stabilitate;
• sentimentul de stabilitate – în afară de a-și îndeplini rolul său mecanic, elementele de construcții trebuie să inspire rezistență, stabilitate și siguranță generală și spre margini, la extremități, ca să creeze un confort mecanic, fizic, vizual și psihologic. Uneori se impune aplicarea de corecții vizuale pentru atingerea acestui obiectiv[110];
• forma ca expresie a comportamentului static - formele să fie sincere, nu *aproape mincinoase* – un element care este aproape drept, dar totuși puțin curb, este unul *înșelător*, iar efortul de a-l produce ușor curbat, dar lăsând impresia finală că este drept, este ineficient în primul rând din perspectivă tehnologică. Deși rațiunea statică este soluția structurii, ansamblul articulat de elemente independente care lucrează cu același scop, conformarea structurii exclusiv statică nu conduce automat la o formă estetică satisfăcătoare[111];
• sinceritatea și exploatarea materialelor de construcții – însușirile și proprietățile materialelor de construcții trebuie să fie exprimate cu sinceritate, fără a urmări camuflarea lor cu orice preț, ceea ce ar necesita eforturi suplimentare considerabile și ar conduce la o imagine *nesinceră* a structurii. Proprietățile specifice materialelor sunt o bună sursă exploatabilă pentru a conferi expresivitate formelor structurale[112];
• simplitatea și sinceritatea – ornamentele nenecesare trebuie să fie respinse. Valoarea estetică a unei structuri nu se obține atașându-i *ceva*, ci dintr-o concepere de ansamblu care ține cont de numeroase aspecte ce conduc, conjugate, la rezultatul final de succes;

[110] Tassios, Theodosios P., *Relativity and optimization of aesthetic rules for structures*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, p. 63
[111] Ibidem
[112] Idem, p. 62

• integrarea structurii în mediul înconjurător - structura trebuie să se integreze în mod armonios cu mediul înconjurător, chiar dacă nu se poate contopi cu acesta, să acorde atenție volumului ocupat în spațiu, materialelor de construcții folosite și cromaticii;
• caracterul – impresia generală și experiență senzorială a ansamblului îi atașează un caracter propriu structurii, făcând-o apreciată de către public;
• mesajul ansamblului și receptarea lui – impresiile, informațiile și înțelesurile pe care structura le transmite trebuie să existe și să fie transmisibile în cea mai mare măsură posibilă, dar subiectul-observator va trebui să depună un minim efort pentru a recepta acest mesaj, totuși fără să obosească intelectual sau senzorial;
• responsabilitatea, noutatea și viziunea progresistă – inginerul, la fel ca arhitectul, trebuie să fie un om al timpului său, ținând pasul cu inovațiile din domeniu și exploatând beneficiile suplimentare aduse de fiecare. Publicul, de asemenea, trebuie să se informeze și să fie permeabil la nou, din punct de vedere structural la imagini și forme noi obținute cu materiale noi sau inovate, puse în operă prin metode și tehnologii inovatoare. Acestea au loc pentru ca publicul să recepteze efortul specialistului în formă plenară;
• frumusețea structurilor portante – prezența elementelor structurale este, evident, necesară în numărul și cu dimensiunile corespunzătoare, dar trebuie avută în vedere și măsura în care poziționarea acestora poate conferi dinamică și valoare estetică suplimentară printr-o aranjare optimizată, păstrându-și răspunsul corect din punct de vedere mecanic față de întregul ansamblu.

Înfățișarea unei liste de criterii necesare proiectării de succes a structurilor estetice poate părea raționalizantă și simplificantă în raport cu ansamblul complex pe care estetica structurilor îl deține[113]. Însă adaptarea corespunzătoare și cu discernământ a unei soluții structurale este un proces intelectual intens pe care specialistul îl are de parcurs pentru a atinge dezideratul frumosului în construcții.

Inginerul bulgar Milcho Neshec Brainov spunea, în privința necesității normativizării esteticii structurilor, că acest domeniu trebuie să aibă cerințe prestabilite, durabile dar justificate și caracterizate de nevoile și obiectivele societății[114]. Normativizarea condiționărilor estetice trebuie să includă trăsăturile imuabile raționale și logice ale valorii și să prevadă cu larghețe continua diversificare a satisfacerii acelor condiții datorate și cu sprijinul evoluției societății umane, în scopul de a o susține în acest mod.

Oricâte linii directoare am expune, fiecare specialist trebuie, pe lângă a le urma pe acestea sau pe altele, să fie preocupat de cultivarea sa proprie, continuă și liberă, în manieră autodidactă. Specialiștii geniali își folosesc cu succes mai mult intuiția, adică înclinațiile tehnico-artistice subconștiente, față de ceilalți specialiști care prin cercetări asidue ajung la cunoașterea rațională, conștientă a ceea ce conferă frumusețe unui obiectiv proiectat[115].

Pe măsura îmbogățirii experienței profesionale și vizuale, aceste principii vor fi reconfirmate și înțelese cu profunzime, integrându-le printre propriile abilități de proiectare a structurilor.

3.5.7. Sugestii inspiraționale și posibile soluții de proiectare a structurilor estetice

Dacă natura și corpul uman erau idealuri de frumusețe în viziunea artiștilor, a meșterilor și a filozofilor încă din Antichitate, epoca modernă a început să exploateze, printre încă multe altele, sursa de inspirație pe care o reprezintă lumea vie într-o manieră stilistică, de unde s-a și dezvoltat arhitectura organică. Santiago Calatrava și mulți alții ne oferă numeroase astfel de exemple, precum amintim în Cap. 4 *Contribuții ale inginerilor de referință mondială la estetica structurilor*.

[113] Tassios, Theodosios P., *Relativity and optimization of aesthetic rules for structures*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, p. 65
[114] Brainov, Milcho Neshev, *On aesthetics in structural engineering*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, p. 98
[115] Fritz, Leonhardt, *Aesthetics in structural engineering*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, p. 8

În ceea ce privește structurile, considerăm că foarte multe resurse prețioase inspiraționale nu au fost încă exploatate sau aprofundate suficient. Recifurile, arborii seculari, animalele centenare și multicentenare (precum ariciul de mare Urchin, unele specii de balene și rechini, scoicile Ming ș.a.), vietăți capabile de autoregenerare (unele specii de șopârle și meduze) sau produse ale vietăților, cu proprietăți fizice și mecanice deosebite (precum sunt perlele), specii de animale care au rezistat de-a lungul timpului în ciuda tuturor calamităților (crocodilul) sau procese și fenomene biologice precum încolțirea unor semințe încapsulate foarte dur, bacteriile care supraviețuiesc în cosmos fără oxigen sau apă. Cercetările derulate în domeniul construcțiilor sinergic cu alte științe ca botanica, zoologia, geografia sau astronomia pot genera un număr foarte mare de soluții pentru structurile estetice.

Există numeroase căi de punere în operă a frumosului în ingineria civilă, dintre care propunem câteva aici[116]:

• alegerea unui material de construcții și experimentarea extensivă a posibilităților sale de valorificare;
• selectarea unuia dintre procesele caracteristice comportamentului structural și dedicarea unei soluții care răspunde cu inventivitatea și eficiență la acela;
• concentrarea atenției și a interesului pe micșorarea costului de realizare a structurii, într-o maniera inteligentă și care are aport estetic ridicat;
• alegerea unui inginer sub îndrumarea căruia cel tânăr să analizeze procesul de proiectare și componenta estetică din acesta, în vederea formării proprii și a depășirii primului. Același proces poate fi derulat prin explorarea extensivă a carierei unui inginer de referință mondială, de exemplu dintre cei succint prezentați la Cap. 4 al acestei lucrări;
• adoptarea unei atitudini îndrăznețe, cu discernământ, imaginație și realism practic fiind pus, ca specialist, în fața provocării aduse de fiecare nou proiect;
• producerea de machete și studiul direct pe acestea pentru modelarea soluției estetice – v. și activitatea lui Heinz Isler;
• alegerea de a profesa într-un mediu competitiv, cu o motivație proprie filozofică de a crea frumosul în construcții, în tandem cu derularea de cercetări conduse pe tema esteticii structurilor.

Revoluția digitală pe care societatea contemporană o cunoaște trebuie exploatată și în favoarea identificării, a proiectării și a execuției de soluții structurale care să corespundă cerințelor actuale ale societății. Abordarea parametrică este una dintre posibilele soluții, după cum sugereaza și arhitecții Sushant Verma și Ankur Podder, dintre care primul este și designer computațional[117].

Întregul Univers ne pune la dispoziție o infinitate de surse inspiraționale, dar depinde de noi dacă ne deschidem mintea și ochii profesionali pentru a înțelege, a asimila și a exploata în practică resursele pe care le avem. De multe ori nu știm câte valori ne înconjoară pentru că nu am ajuns la un nivel suficient de evoluat pe scara personală. Ca să evoluăm, trebuie să fim încontinuu nemulțumiți de propriul nivel de evoluție, fără a ne plafona vreodată căzând în cursa autosuficienței sau mulțumiți doar cu aprecierile clenților sau ale publicului.

3.5.8. Libertatea de alegere a inginerului în procesul de proiectare a structurilor estetice

Inginerul structurist are libertatea să aleagă o anumită soluție, din multitudinea de soluții care există și corespund tehnic pentru o construcție[118]. Acesta este momentul când, prin alegerea făcută, conform obișnuințelor, gustului, aprecierii, experienței prefesionale, dorinței și curajului de a obține un rezultat de cea mai înaltă calitate, el decide soarta esteticii structurii ce se proiectează.

[116] Hu, Nan; Feng, Peng; Dai, Gong-Lian, *Structural art: Past, present and future*, în *Structuri Inginerești Elsevier*, nr. 79, 2014, p. 413
[117] Verma, Sushant; Podder, Ankur, *The Beauty of Architectural Structures: Elegance beyond Aesthetics*, 2015, p. 9
[118] Sandaker, Bjørn Normann, *On Span and Space – Exploring Structures in Architecture*, ed. Taylor & Francis e-Library, New York, 2007, p. 98

Chiar dacă adesea momentul decizional este de scurtă durată şi parcurs într-o manieră asemănătoare de fiecare dată, pentru un specialist care a căzut în spirala obişnuinţei, în consecinţă a monotoniei profesionale, acest moment este unul de cumpănă. Valoarea deciziei este descoperită de către public, la final, când construcţia a fost ridicată şi, atunci când nu s-a luat o decizie inspirată, risipa eforturile este ireversibilă.

Luarea în considerare doar a efectelor mecanice şi tehnologice ale deciziilor luate de către inginer conduce la fracturarea spectrului mult mai larg pe care îl acoperă reuşita structurală.

Etapa când inginerul poate integra valoare estetică unei structuri este cel în care face alegerea dintre variantele sistemului structural, ale elementelor structurale, ale materialelor şi ale distribuţiei acestora în construcţie. Bogăţia de emoţii şi expresivitate a inginerului se transmite utilizatorilor unei construcţii prin încărcătura estetică pe care acesta reuşeşte s-o integreze, prin alegerile sale, în proiect. Judecata de valoare estetică a unui obiectiv, în faza de proiectare, se face pe baza bagajului de cunoştinţe acumulate şi pe baza conştiinţei profesionale.[119]

Propunerile specialistului în urma căutării acerbe de soluţii în proiectarea unei structuri nu trebuie să fie o acumulare de soluţii care functionează satisfăcător luate individual. Ansamblul necesită abordare holistică[120] pentru a se obţine un organism care funcţionează şi este *aproape viu*.

3.5.9. Colaborarea inginer-arhitect în procesul de proiectare a structurilor estetice

Din multe motive logice şi tehnice este necesară buna colaborare dintre inginerul şi arhitectul care proiectează o construcţie, dar în ceea ce priveşte valoarea estetică a structurii, este în câştigul ambilor specialişti dacă se inspiră şi se sprijină reciproc.

Până în secolul al XVIII-lea *meşterul* îngloba atât meseria arhitectului cât şi pe cea a inginerului, după cum le înţelegem astăzi pe cele două din urmă. În momentul în care responsabilitatea arhitectului a devenit proiectarea şi acordarea de valoare estetică imobilului, iar responsabilitatea inginerului asigurarea rezistenţei, a rigidităţii şi a funcţionării structurii acelui imobil, conlucrarea celor două parţi a început să sufere[121]. Eforturile reuşitei lucrării se concentrează, în consecinţă, pe găsirea unei căi de mijloc între arhitect şi inginer, în loc ca ţinta să fie conferirea de valoare estetică imobilului. Este de înţeles că a venit timpul să ne autosesizăm şi să încercăm să revenim pe panta ascendentă a esteticii în construcţii. Succesul estetic poate fi obţinut doar datorită eforturilor concentrate ale unei echipe de specialişti al căror scop comun este de a găsi soluţia structurii potrivite din punct de vedere mecanic, social, estetic şi tehnologic.

Robert Reitherman[122] şi Victor Gioncu[123] observă, alături bineînţeles şi de alţi specialişti, că există echipe de succes care reunesc ingineri şi arhitecţi, producând lucrări excepţionale, dintre care amintim: Skidmore Owings & Merrill (SOM), Arup & Partners, Asymptote Architecture, Coop Himmelb(l)au, Delungan Meissl Associated Architects, RMJM Architects, Unstudio, Happold Buro, dar pot fi adăugate multe altele.

Don Dekker opinează curajos că *„încheierea conflictelor creative* [dintre inginerii şi arhitecţii unei echipe de proiectare] *ar fi utile în foarte, foarte multe situaţii"*[124]. Un *conflict creativ* deja vorbeşte despre o situaţie sau o fază din procesul de proiectare unde se expun păreri diferite şi este argumentată fiecare pentru a permite *celeilalte* părţi să vadă conjunctura şi printr-

[119] Faste, Rolf A., *The Role of Aesthetics in Engineering*, în *Journal of Japan Society of Mechanical Engineers*, Stanford, nr. 4, 1995, p. 3

[120] Jensen, Poul Ove, *The aesthetic potential of structure*, în *Journal of IABSE*, nr. 15, 1996, p. 156

[121] Khan, Fuzlur R., *Structural aesthetics in architecture and its social and technological relevance*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, p. 137

[122] Reitherman, Robert*, The Aesthetics of Structures*, prin CUREE, Richmond, SUA, 2016, p. 9

[123] Moşoarcă, M.; Gioncu, V.; Anastasiadis, A., *Suport de curs şi Suport de seminar: Estetica Structurilor*, Universitatea „Politehnica" din Timişoara, Facultatea de Arhitectură, Seminar 13

[124] Dekker, Don L., *Engineering Design Processes, Problem Solving &Creativity*, în cadul *Conferinţei Frontiers in Education*, Atlanta, SUA, 1995, p. 4 (tr. n.)

o altă perspectivă. Nu doar în proiectarea construcțiilor este benefic acest lucru, ci totdeauna, pentru că, rulați în aceeași gândire, tindem să ne îngustăm înțelegere tabloului și să nu mai fim la fel de creativi ca la început. A accepta provocarea de a asculta și alte păreri denotă nu doar o gândire democrată, ci în primul rând dorința de a evolua personal și profesional.

Inginerul nu este niciodată un profesionist care lucrează solitar. Soluțiile pe care le oferă sunt de succes și în măsura în care reacționează democratic, răspunde original, comunică și este competitiv transpunându-și experiența și profesionalismul în proiect[125]. Dialogul dintre arhitect și inginer trebuie să considere ca obiectiv principal alegerea unei soluții constructive nu doar corecte din considerente mecanice, ci care și exploatează conjunctura socială, prin oportunitatea construcției, potențialul de exprimare a esteticii structurale, forma, materialele și expresia de valoare a clădirii respective[126].

Așa cum potențialul arhitectural estetic cade în sarcina arhitectului să fie descoperit și expus, potențialul structural estetic îi revine inginerului, cel care potențează, în consecință, valoarea estetică a soluției integrale, ajutându-l și pe arhitect.

Inginerul este un specialist cu multă inspirație, la fel ca arhitectul și artistul, dar cu o amprentă mai pronunțată a condițiilor pragmatice pe care proiectul trebuie să le respecte. Uneori, din mărinimie, lasă mult mai multă libertate de expresie a inspirației arhitectului. Cel din urmă profită câteodată de invitație, pentru a aduce strălucire lucrării, în timp ce inginerul susține tehnic suflul artistic al arhitectului.

Provocarea inginerului este de a imagina și a concepe soluții structurale pe care să le poată defini numeric și să le ofere mijloacele de punere în operă ieftină și eficientă[127]. Dacă inginerul lasă în seama arhitectului întregul proces de creație și imaginație, atunci intervenția lui este doar răspunsul logic, mecanic și corespunzător la cerința propunerii arhitectului.

Atât contribuția estetică a arhitectului, cât și cea a inginerului sunt vizibile în lucrarea finală. Este adevărat că o parte a publicului nu va putea distinge clar datorită cui un anumit aspect este o reușită estetică sau un eșec, dar aceasta nu trebuie să fie un impediment în valorificarea potențialului estetic al obiectivului de către fiecare dintre specialiști.

3.5.10. Componenta estetică în proiectarea inginerească și cea arhitecturală

Structura este componenta cadrului de proiectare care explică și justifică valorile estetice ale arhitecturii unei construcții[128]. Arhitectura este componenta care expune și potențează structura. Construcția trebuie să încorporeze o soluție funcțională atât structurală cât și estetică, prin medierea pe care arhitectura o realizează în integrarea celor două.

În înțelegerea comună, arhitectura se situează între structură și *inima evenimentului*, după cum spunea Aldo Rossi, estetica fiind *inima evenimentului*[129]. Estetica fondează în construcții un schematism extins care asociază dinamismul curentului arhitectural într-o viziune panoramică, promotorului arhitectural, care este structura, și reușitei arhitecturale. Arhitectura combină principiul estetic – factorul unic, stabil, psihologic, antropologic – cu moda tehnicii – factorul variabil, în continuă schimbare, cu opțiuni multiple, caracterizat de geopolitici, care aduce varietate și adaptare la contextul momentului.

Abordarea integrată a proiectului de structură nu este o caracteristică a științei, dar este vitală pentru succesul soluției pentru că este o datorie și o sarcină a activității de proiectare

[125] Hu, Nan; Feng, Peng; Dai, Gong-Lian, *Structural art: Past, present and future*, în *Structuri Ingineresti Elsevier*, nr. 79, 2014, p. 411
[126] Lenczner, Mark, *Structural impact on the environment: aesthetics*, în *Journal of IABSE*, nr. 79, 1998, p. 594
[127] Hu, Nan; Feng, Peng; Dai, Gong-Lian, *Structural art: Past, present and future*, în *Structuri Inginerești Elsevier*, nr. 79, 2014, p. 4013
[128] Attali, Jean, *L'architecture entre l'art et l'ingénierie: vers une esthétique mondialisée*, An-architecte, 9 ian. 2000, p. 3
[129] V. *Rossi, Aldo, Autobiografia Scientifica*, ed. ilSaggiatore, Parma, 1990

însăși[130]. Proiectarea estetică a unei structuri nu se rezumă doar la caracterul său utilitar, ci se prelungește cu ceea ce face construcția să fie frumoasă[131].

Simțul frumosului și al urâtului corespund, în viziunea mai multor gânditori anteriori și contemporani, modului în care fiecare înțelege ce este armonia, respectiv haosul. De aceea lucrări urâte au succes uneori, respectiv cele armonioase sunt apreciate și premiate la cel mai înalt nivel, pentru că evaluarea se face după structura interioară a corpului evaluatorului. Aici se observă și mai ușor de ce soluțiile inginerului trebuie să reflecte nevoile și viziunea beneficiarului sau ale comunității beneficiare ale imobilul pe care îl aduce la dispoziția sa. Doar în momentul în care beneficiarul denotă suficientă luciditate și încredere în proiectant, îi oferă acestuia libertatea să-și pună în practică viziunea tehnică și artistică. Specialistul înglobează viziunea societății filtrată prin perspectiva sa profesională și prin experiența acumulată până atunci asupra a ceea ce satisface estetic societatea.

3.6. Considerații generale estetice despre materialele de construcții

Materialele de construcții au început să fie folosite de om pentru a le modela după nevoile și posibilitățile sale. Atât nevoile cât și posibilitățile de manipulare a materialelor s-au diversificat o dată cu progresele societății umane. Prin urmare, posibilitățile reale de manipulare a materialelor în scopul creșterii satisfacției vieții omului trebuie, de asemenea, explorate, experimentate și exploatate într-un grad tot mai înalt. Gradul în care specialistul face aceasta reflectă cât este el de conștient și cât de profund își asumă această datorie profesională a sa. Materia înregistrează creativitatea și ingeniozitatea specialistului, dar și eșecurile sale[132].

Materialul de construcții supus analizei estetice își relevă trăsăturile sale particulare fizice, cum ar fi consistența, culoarea, textura, respectiv trăsăturile sale generale mecanice cu impact asupra structurii, precum rezistența, elasticitatea, capacitatea portantă. Forma structurii este potrivită și are valoare estetică dacă aceasta corespunde trăsăturilor generale ale materialului ales de construcție și răspunde la funcționarea din punct de vedere mecanic a structurii. Henry van de Velde, pictor, arhitect și designer de interior belgian, definea frumosul structurilor ca reușita de a respecta principiile mecanice pentru preluarea încărcărilor și a forțelor la care este supusă clădirea, fără a genera tensiuni necontrolate în material[133]. Succesul integral al unei structuri apare când aceasta răspunde bine, elegant, deci frumos, la cerințele de ordin material, mecanic și psihologic, ale utilizatorului.

Fiecare caracteristică a materialului de construcții poate fi exploatată pentru a oferi și a accentua calitățile estetice ale structurii. Pe măsură ce fiecare caracteristică a sa devine tot mai performantă, materialul poate fi folosit într-o cantitate tot mai mică, rezistența lui este tot mai mare, iar structura devine tot mai suplă, în consecință, mai frumoasă.

Acordarea unei atenții sporite, din etapa de proiectare, materialelor, calităților lor, detaliilor și tehnologiilor de execuție atrage economii în final și face din imobil o construcție performantă[134]. Combinarea cu discernământ profesionist a materialului, a formei structurale, a modului de lucru al materialelor în elementele constructive, a inspirației proiectantului, a intenției de a integra valoare estetică și a curajului de a propune o soluție inovată va conduce la o construcție cu valoare estetică ridicată. Nesinceritatea materialului sau inducerea intenționată în eroare asupra impresiei referitoare la materialul de construcție este percepută ca o minciună,

[130] Adams, Charles C., *Technological Allusivity: Appreciating and Teaching the Role of Aesthetics in Engineering Design*, în cadrul *Conferinței anuale Frontiers in Education*, Atlanta, SUA, 1995, p. 3
[131] Idem, p. 6
[132] Kászonyi, Gábor, *Aesthetic Aspects of Selecting Materials for Engineering Structures*, în *Periodica Polytechnica Budapesta*, vol. 26, nr. 1-2, 1982, p. 190
[133] Amintit de Gábor Kászonyi în articolul său *Aesthetic Aspects of Selecting Materials for Engineering Structures*, din *Periodica Polytechnica Budapesta*, vol. 26, nr. 1-2, 1982, p. 191
[134] Lenczner, Mark, *Structural impact on the environment: aesthetics*, în *Journal of IABSE*, nr. 79, 1998, p. 595

dacă este detectată, iar până să fie detectată este percepută ca un nefiresc, un nenatural al lucrurilor.

Fiecare material de construcție poate fi studiat în profunzime și poate rezulta o lucrare separata de sine-stătătoare în domeniul esteticii construcțiilor. Cu toate acestea, mai jos vor fi expuse succinte considerații referitoare la câteva dintre cele mai frecvent puse în operă materiale de construcții.

De la începutul vieții omului pe pământ, *piatra* a fost folosită de la cea mai simplă formă utilă a sa, peșterile, până la cea mai performantă prestatie, înregistrată în perioada gotică. Arcele gotice au atins culmea performanțelor mecanice pe care piatra naturala (desigur, ale cărei proprietăți nu pot fi modificate) le poate oferi. Introducerea pietrei artificiale, a betonului simplu și armat a restrâns aplicabilitatea pietrei naturale, dirijând-o spre aspectele unde este mai greu de înlocuit, precum sunt placările de piatră, restaurările sau elementele constructive cu pretenții estetice ridicate[135].

Lemnul este primul material de construcție luat din natura și prelucrat. Acesta are proprietăți unice rezultate din faptul că este un material *viu* de construcție, precum: neomogenitatea, anizotropia, organicitatea, perisabilitatea, căldura (vizuală și fizică), varietatea deosebită de culori și texturi, înfățișari foarte variate, simbolizând viața, creșterea și prelucrabilitatea lui de către om. Lemnul este un mijloc polivalent de a potența frumusețea unei structuri[136], precum putem vedea frumoasele lucrări ale celebrului inginer Julius Natterer.

Un alt material preluat din natură și prelucrat, și înainte dar mai mult după descoperirea focului, este *cărămida,* nearsă în prima fază și ulterior cea arsă. Contribuția celor patru puteri ale naturii la producerea cărămizii, apa, pământul, focul și aerul, atribuie automat, după Aristotel, proprietăți estetice construcției[137], datorită faptului că acest material, pus în operă, demonstrează capacitatea omului de a controla natura. Cărămida și produsele ceramice inspiră, desigur, căldură, legătura omului cu natura, cu *pământul din care am fost luați și în care ne întoarcem* și comuniunea până la contopire cu natura, prin moarte și înhumare. Proprietățile estetice ale acestor materiale ceramice sunt: disponibilitatea locală, imaginea de material dens care oferă confort psihologic, rugozitatea tipică și cromatică variată.

Sticla, descoperită în vremea Egiptului antic, a adus o dată cu extinderea utilizării suprafețelor vitrate o revoluție nu doar vizuală, ci în primul rând psihologică. Structura, datorită vitrajelor tot mai mari observabile la construcțiile moderne și contemporane, a început să se poată expune mai mult prin acestea, iar spațiul a dobândit continuitate și parcurgere mai ușoară a volumetriei interioare. Proprietățile sticlei care pot fi exploatate la nivel estetic în cadrul construcțiilor sunt: transparența și capacitatea de a aduce lumina la interior, adăugând efectul de seră, nedeformabilitate, rezistență la foc, la acțiunea chimică a apei și la trecerea timpului, turnare ușoară în fabrică, după forme și în culori variate, comunicare foarte buna cu diverse alte materiale de construcții cu care se învecinează sau între care realizează tranziția[138].

Revoluția industrială de la sfârșitul secolului al XVIII-lea a introdus *metalele* în industria construcțiilor. Momentul când proprietățile specifice ale metalelor au fost valorificate a fost cel în care atât publicul cât și specialiștii le-au recunoscut și expus forma caracteristică în structuri suple, fără să mai preia sau să se deghizeze în formele și aparențele celorlalte materiale de construcții anterior folosite. În prima etapă, depășită deja din fericire, structurile metalice preluaseră din formele celorlalte materiale, devenit, de exemplu, masive prin copierea formelor structurale specifice pietrei.

Oțelul are, ca material de construcții, anumite proprietăți net superioase și avantajoase, care trebuie exploatate în beneficiul estetic al structurii. Capcana în care utilizarea oțelului poate pica este, de asemenea, de a împrumuta formele, înfățișarea sau modul de punere în operă ale

[135] Kászonyi, Gábor, *Aesthetic Aspects of Selecting Materials for Engineering Structures*, în *Periodica Polytechnica Budapesta*, vol. 26, nr. 1-2, 1982, p. 192
[136] Idem, pp. 192-193
[137] Idem, p. 195
[138] Idem, p. 195

unui alt material de construcții cu care proiectantul ar putea fi mai familiar, precum este betonul armat. Deținând numeroase caracteristici unice, valoarea maximă a unei structuri de oțel este atinsă când trăsăturile specifice ale oțelului sunt aduse în prim plan. Dintre acestea amintim: rezistența mare la întindere și compresiune, zvelțețea, strălucirea, rezistența, stabilitatea, înalta plasticitate la turnare, modularea, repetitivitatea, muchiile clare, capacitatea de a servi mari înălțimi și deschideri ale clădirilor, eficiența mecanică, suplețea, eleganța, vitalitatea și disponibilitatea foarte ridicată de articulare[139]. Oțelul înlocuiește abordarea clasică tridimensională masivă cu abordările unidimensionale și bidimensionale. Acesta își armonizează ușor imaginea cu a altor materiale[140].

Fațada unei clădiri poate rezulta ca expresie a structurii dacă potențialul estetic al elementelor fațadei este avut în vedere de la începutul procesului de proiectare. Spațiul interior împrumută din fațadă și din structura elegantă din oțel caracterul sculptural, generându-i un impact spectaculos asupra publicului. Elementele structurale dobandesc frumusețe în funcție de cât de sunt expuse cu *mândrie* estetică, adică valorificate. Acestea nu trebuie ascunse ca *personaje* rele și urâte dar necesare, ci merită să primească expresivitate în imaginea întregii construcții.

Alt metal adesea utilizat în construcții este *aluminiul*. Trăsăturile specifice ale aluminiului sunt: omogenitatea, foarte ușoara coroziune și blocare a procesului, reacția foarte bună la intemperii și la acțiunea apei, cromatica, luciul și textura metalice deosebite[141]. *Cuprul*, de asemenea, este un material de construcții deosebit și, cu siguranță, insuficient exploatat din punct de vedere estetic la noi în țară.

Betonul armat permite conceperea unor mari deschideri, a unor travei largi, a clădirilor înalte și performante, a structurilor de tip dom, a bolților, a învelitorilor subțiri cu dublă curbură, a diverselor construcții având forme organice.

Având rezistență bună la compresiune, dar mai slabă la întindere, betonul are avantajul major de a putea fi turnat în diverse matrițe fixe sau chiar elastice (potrivit soluției de turnare a domurilor de beton propusa de cercetatorii Universitatii Tehnice din Viena[142]). Prin urmare, efectele artistice pot fi accentuate prin sisteme de cofrare care au amprente cu o estetică specială. În plus, iluminarea și umbrirea naturale contribuie, alături de abilitatea betonului de a atașa sculpturalitate unui obiectiv, la conturarea atuurilor estetice ale acestui material[143].

Betonul armat este dedicat clădirilor înalte. Structura acestora poate fi evidențiată și prin retragerea ușoară a anvelopantei, ceea ce creează și confort interior suplimentar prin rolul de parasolar al elementelor care rămân în consolă[144].

Structurile din membrane întinse pot acoperi numeroase tipuri de forme și se pretează foarte bine la acoperiri de spații care rămân semideschise sau semiînchise. Datorită largii lor varietăți, ele pot exploata diverse valori asociate construcției și mediului înconjurător, precum valorile naturale și culturale ale regiunii sau spiritul locului.

Materialele sintetice, rezultate ale cercetărilor dedicate obținerii de materiale cu anumite proprietăți fizice și mecanice, au câteva trăsături comune: proprietăți fizice și mecanice superioare materialelor obișnuite, precum densitate scăzută, rezistență mare la întindere și compresiune; prelucrabilitate și turnare ușoară în matrițe pentru a obține forme bi- și tri-dimensionale imposibil de produs cu materialele obișnuite; texturi, culori și expresii vizuale accentuate și foarte deosebite; conlucrare facilă cu alte materiale aflate în vecinătate sau în

[139] Khan, Fazlur R., *Structural aesthetics in architecture and its social and technological relevance*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, pp. 138-139
[140] Kászonyi, Gábor, *Aesthetic Aspects of Selecting Materials for Engineering Structures*, în *Periodica Polytechnica Budapesta*, vol. 26, nr. 1-2, 1982, p. 193
[141] Idem, p. 194
[142] Pentru mai multe detalii, v. https://www.tuwien.ac.at/en/news/news_detail/article/8816/
[143] Kászonyi, Gábor, *Aesthetic Aspects of Selecting Materials for Engineering Structures* în *Periodica Polytechnica Budapesta*, vol. 26, nr. 1-2, 1982, p. 194
[144] Khan, Fazlur R., *Structural aesthetics in architecture and its social and technological relevance*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, pp. 141-142

combinație cu acestea, uneori substituie părți lipsă sau degradate ale elementelor structurale din materiale obișnuite; punerea lor în operă include o etapă în care forma lor poate fi încă adaptată, corectată sau finisată; pot imita foarte fidel proprietățile celorlalte materiale de construcții. Faptul că aceste materiale sintetice au proprietăți foarte speciale fizice, mecanice și estetice determină și specialistul care le pune în operă să regândească modul de a le folosi, modul de a proiecta elementele pe care le vor constitui și, în consecință, modul de a concepe proiectul[145].

Progresul tehnologic din domeniul materialelor de construcții trebuie să atragă și o înțelegere în continuă expansiune a avantajelor acestora. Astfel este încurajată integrarea și utilizarea lor inovatoare și inteligentă în operă, sprijinind efortul estetic al specialistului[146].

3.7. Impactul estetic al structurilor asupra mediului înconjurător

Construcțiile au două categorii majore de *public*: societatea umană căreia îi satisface anumite nevoi și mediul înconjurător în care a fost inserat. Cel din urmă înglobează, pe lângă mediul natural și mediul antropic, cultura și progresul comunității pe care o găzduiește.

Integrarea armonioasă a unei construcții în mediul înconjurător presupune ca aceasta să răspundă la cerințele comunității și să fie un promotor al progresului său. Impactul integrat al soluției constructive asupra mediului este, și el, un factor care cuantifică valoarea estetică și succesul soluției alese. Tot timpul există mai multe soluții bune, nu doar una singură, care ar putea fi promovată din cauza unei viziuni limitate asupra oportunităților proiectului[147].

Impactul psihologic al unei construcții asupra comunității reflectă succesul acesteia la cerința de integrare armonioasă și nemonotonă în mediul înconjurător natural și antropizat în care este plasată. Monotonia fondului construit poate avea grave efecte psihologice asupra comunității. O structură corectă din punct de vedere mecanic, dar urâtă, va desfigura nu doar clădirea, ci și mediul înconjurător unde este amplasată, percutându-se în scăderea calității vieții comunității.

Structura trebuie să reflecte o viziune generală de succes, ideea principală a sa trebuie să răspundă corect la necesitățile adresate de comunitate, precum și la nivel micro – detaliile trebuie să fie suficiente și nu excesive. Întreaga soluție va urmări să fie inteligentă din punct de vedere ingineresc și plăcută în ochiul beneficiarului. Cum publicul uman este alcătuit mai multe categorii de persoane: turistul care vede panorama în grabă, cetățeanul care trece pe lângă noua construcție și utlizatorul care intră în fiecare zi în clădire, explorându-i funcțiunile, succesul estetic al construcției este asigurat dacă toate cele trei tipuri de experiențe sunt plăcute.

Impactul structurii asupra mediului înconjurător apare mult mai pregnant în timp, după o perioadă de exploatare a clădirii. Dacă măsurile de mentenanță sunt solicitate de urgență și de mare amploare înseamnă că soluția are un comportament agresiv la mediul înconjurător[148]. Aceasta se traduce printr-un aport negativ de calitate adusă comunității.

Când *mediul înconjurător* al viitoarei construcții este unul *natural*, integrarea soluției trebuie să fie cât mai discretă posibil: semi sau total îngropată în pământ sau în coasta unei forme de relief, cu partea rămasă afară din elemente cât mai zvelte, ușoare, cu transparență ridicată. Pereții și finisajele aparente care mimează natura înconjurătoare sunt soluții, de asemenea, recomandate. O comunicare activă a construcției cu natura înconjurătoare este strict necesară, deoarece mediul înconjurător înglobează construcția, nu invers[149]. Forma acoperișului, panta lui, geometria lui, pereții laterali, deschiderile, contravânturirile, forma în plan a clădirii și volumetria ei sunt aspecte care pot fi folosite pentru a propune soluții integrate în mediul

[145] Kászonyi, Gábor, *Aesthetic Aspects of Selecting Materials for Engineering Structures*, în *Periodica Polytechnica Budapesta*, vol. 26, nr. 1-2, 1982, p. 196
[146] Hu, Nan; Feng, Peng; Dai, Gong-Lian, *Structural art: Past, present and future*, în *Structuri Inginerești Elsevier*, nr. 79, 2014, p. 411
[147] Lenczner, Mark, *Structural impact on the environment: aesthetics*, în *Journal of IABSE*, nr. 79, 1998, p. 594
[148] Idem, p. 595
[149] Idem, p. 596

înconjurător şi cu valoare estetică deosebită. Viziunile şi lucrările unor ingineri de referinţă ca Frei Otto sau Santiago Calatrava sunt exemple excelente în această privinţă.

Silueta construcţiei propuse, pe tapetul oraşului, cât şi imaginea de la nivelul trecătorului formează imaginea integrată în *mediul urban*. Amploarea volumetriei construcţiei în mediul urban este ghidată şi de regulamentele urbanistice, care îi controlează contribuţia la masa construită, restricţionând-o inclusiv în privinţa materialelor de construcţii, a soluţiei structurale, datorită impactului său asupra vecinătăţilor. Forma, volumul şi imaginea construcţiilor de mare amploare poate fi dictată de soluţia constructivă aleasă, din raţionamente de rezistenţă şi stabilitate. Dacă nu s-a valorificat limitata resursă structurală pentru a-i acorda o ridicată notă estetică, soluţia poate părea în final banală pentru publicul larg, deşi în imaginea de ansamblu a oraşului obiectivul va fi într-adevăr un accent în peisaj. Totuşi, faptul că o structură este un reper vizual prin înălţime sau masivitatea sa, nu este efectul urmărit în realitate[150].

Perimetrul parcelei, regimul de înălţime sau înălţimea la cornişă sunt factori predeterminanţi ai structurii amplasate în mediul urban, dar nici aceştia, nici macrostructura, nici contravântuirile nu trebuie să blocheze creativitatea proiectantului pentru a veni cu propuneri estetice. Structura nu trebuie nici ascunsă cu îndârjire ca un rău necesar, nici expusă ostentativ, ci integrată în tabloul de ansamblu[151].

Obiectivele de mai mici dimensiuni trebuie să beneficieze, de asemenea, de soluţii constructive inspirate, a căror proiectare de structură poate fi şi mai uşor controlată. Prin urmare acest aspect trebuie exploatat pentru a potenţa frumuseţea construcţiei şi a integrării acesteia în mediul înconjurător.

3.8. Pregătirea de specialitate dedicată esteticii structurilor

3.8.1. Învăţământul dedicat esteticii structurilor

Tinerilor specialişti le este foarte util să li se prezinte şi să li se argumenteze rolul esteticii în proiectare[152]. Conştientizarea importanţei esteticii abia ulterioară, prin acumularea de experienţă profesională, văduveşte mediul construit de valoarea estetică ce nu fusese integrată până să fie conştientizată, verificată şi în final integrată în proiecte.

Motivul probabil pentru care valoarea estetică este regăsită mai rar în produsele româneşti de proiectare structurală îl constituie sprijinul mai slab primit de studenţi în timpul pregătirii universitare în acest subdomeniu al construcţiilor[153]. Intrarea în câmpul muncii diminuează adesea şansele autodidacticii în domeniu, datorită presiunilor continue şi crescânde din activitatea productivă.

Charles C. Adams propune câteva metode pentru a deschide calea esteticii în învăţământul ingineresc, care sunt prezentate succint mai jos:

• cursurile de estetică – Adams nu este singurul care a declarat curricula de învăţământ superior în inginerie lipsit de cursuri de estetică, chiar mai mult, de cursuri obligatorii de estetică pentru formarea viitorilor ingineri;

• invitarea artiştilor la cursuri – alături de corpul didactic ingineresc, având o formaţie specifică, este foarte inspirativă şi creativă invitarea şi participarea la cursuri a artiştilor, cu sau fără formaţie didactică, dar cu o vitalitate estetică deosebită;

• pregătirea profesorilor ingineri şi pe filieră estetică – corpul didactic ingineresc îşi concentrează fluxul de informaţie într-o manieră foarte organizată inginerească, dar poate uneori nu găsesc mijloacele prin care să insereze conceptele filozofice estetice în cadrul cursurilor, aspect care, îmbunătăţit cu ajutorul unei pregătiri dedicate, aduce beneficii atât studenţilor, cât şi profesorilor.

[150] Idem, p. 597

[151] Lenczner, Mark, *Structural impact on the environment: aesthetics*, în *Journal of IABSE*, nr. 79, 1998, p. 597

[152] Adams, Charles C., *Technological Allusivity: Appreciating and Teaching the Role of Aesthetics in Engineering Design*, în cadrul *Conferinţei Frontiers in Education*, Atlanta, SUA, 1995, p. 8

[153] Addis, Bill, *Structural criticism and the aesthetics of structures*, în *Journal of IABSE*, nr. 15, 1996, p. 124

Cel mai bun context în care aceste abilități estetice îi pot fi descoperite și dezvoltate viitorului inginer este cel universitar, iar aici trebuie să existe susținerea instituțiilor. Sprijinul academic este o importantă resursă pentru inspirația inginerului de care trebuie profitat. Este de dorit ca și inginerii să contribuie la îmbunătățirea acestei resurse. Înțelegerea necesității, a justificării și a rolului frumosului în structuri este un proces de durată care îl transformă pe specialist într-unul de succes[154]. Descoperirea metodelor de obținere a conformațiilor structurilor cu valoare estetică activă și continuă necesită un efort consistent și are nevoie de un cadru bine definit care să-l sprijine de la începutul programului educativ specializat.

Tânărul inginer poate deveni un profesionist corect, chiar dacă nu e neapărat preocupat de frumosul din lucrările sale, sau, cu aceleași resurse, recompense și stimuli profesionali reorganizați și spre estetică, poate deveni un profesionist genial având o preocupare profundă pentru lucrările de înaltă calitate din ingineria civilă.

3.8.2. Învățământul universitar de arhitectură versus cel de inginerie civilă

Așa cum în practicarea profesiilor de inginer și de arhitect cei doi ajung să colaboreze strâns, este necesar ca și în timpul studiilor să aibă posibilitatea să urmeze cursuri comune și proiecte care premerg activitățile lor profesionale.

Ervin Garip și Banu Garip au observat, lucru prezent și în învățământul românesc din domeniu, că în curricula studenților arhitecți se găsesc mai multe materii dintre cele din curricula de inginerie civilă, dar invers mai puține[155]. O modalitate prin care învățământul universitar ar putea susține creșterea valorii estetice în domeniul construcțiilor este ușor desprinsă de aici.

3.8.3. Parcursul profesional în estetica structurilor

Profesionistul care nu se ține încătușat într-un tipar rigid de practică își oferă de fiecare dată libertatea să creeze noul căruia încearcă să-i atașeze valoare estetică.

Apogeul profesional al unui inginer sau al unui arhitect este marcat de experiențele supreme ale utilizatorilor construcțiilor realizate. Succesul acesta este rezultatul unui proces ale cărui etape sunt conturate în continuare: exprimarea hotărâtă a dorinței profesionistului de perfecționare a abilităților sale de proiectant de construcții → pregătirea unui vocabular bogat, utilizat articulat și cu elocvență → exersarea performantă a capacității de observare, analiză și evaluare a esteticii din construcții → exersarea performantă a judecății de valoare estetică a specialistului însuși → dobândirea abilităților teoretice și creative → exprimarea practică a abilităților intelectuale și creative ale inginerului → experiența estetică pozitivă a utilizatorului-observator al construcției[156] - v. Fig. 3.44.

Teoretizările asupra esteticii structurilor pot avea trei scopuri principale distince: descriptiv, evaluator și prescriptiv. Cele mai puternice criterii estetice sunt cele care descriu și, prin extensie, evaluează o structură. Procesele estetice descriptive ajută la generarea unei hărți a demersului procesului de creație a valorii estetice. Acestea prescriu, pe gustul majorității inginerilor, ce soluții pot fi abordate pentru a adăuga valoare esteticii structurii. În timp ce scopurile descriptiv și prescriptiv au fost discutate de-a lungul acestui capitol al lucrării, scopul evaluator este dezvoltat în Cap. 6. *Metode de evaluare a esteticii structurilor*.

[154] Hu, Nan; Feng, Peng; Dai, Gong-Lian, *Structural art: Past, present and future*, în *Structuri Inginerești Elsevier*, nr. 79, 2014, p. 412

[155] Garip, Ervin; Garip, Banu, *Aesthetic evaluation differences between two interrelated disciplines: A comparative study on architecture and civil engineering students*, în *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, nr. 51, 2012, p. 535

[156] Addis, Bill, *Structural criticism and the aesthetics of structures*, în *Journal of IABSE*, nr. 15, 1996, p. 123

Succesul real al acestor criterii apare când inginerul este descătuşat de limitările normative şi adoptă o atitudine creativă şi estetică în proiectare. Fiindcă dezvoltarea vocabularului pe un subiect conduce la înţelegerea mult mai profundă a sa, la perfecţionarea propriilor abilităţi din acel domeniu, rezultă că teoretizarea asupra esteticii structurilor este de fapt esenţiala pentru ingineri.

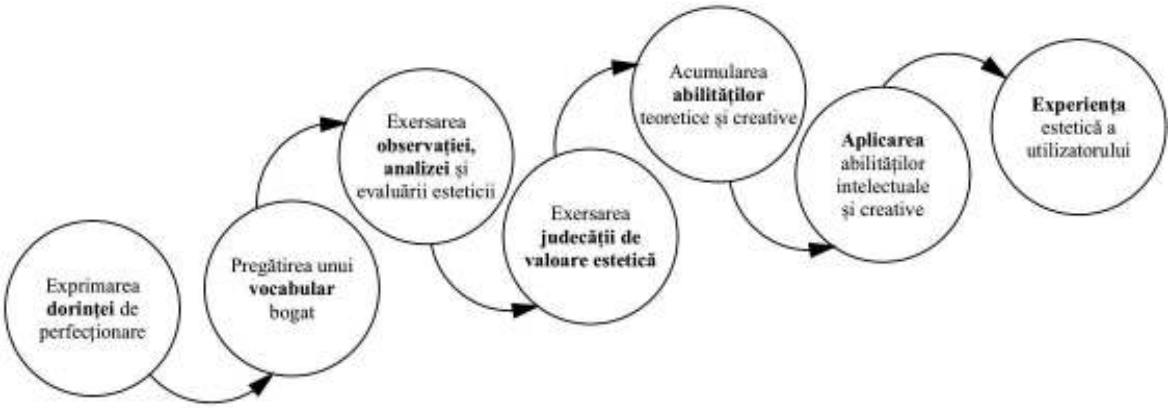


Fig. 3.44. Parcursul profesionistului care doreşte să realizeze lucrări cu valoare estetică

O bună pregătire pentru a avea creativitate, inspiraţie şi instinct specific în estetica structurilor presupune interdisciplinaritate[157] şi autodidactism continuu. Personalitatea specialistului este reflectată direct în lucrările sale. O structură cu multă personalitate este produsul unui specialist cu o vastă cultură profesională.

3.9. Încheiere

Fiecare specialist porneşte cu dorinţa de a realiza lucrări de valoare. Dacă în valoarea pe care o consideră el este cuprinsă componenta estetică, acest lucru va fi cu certitudine reflectat în rezultatul final.

Există câteva momente decisive pentru conferirea calităţilor estetici unei structuri, cărora specialistul este de dorit să le parcurgă cu dorinţa de a acorda valoare estetică proiectului. Acele momente sunt cele în care el ia deciziile asupra sistemului structural, a materialului principal structural, a dimensiunii şi a distribuţiei elementelor în ansamblu. Preocuparea lui pentru frumos este reflectată prin modul în care ia aceste decizii propagate pe o bună bucată de timp şi afişate, astfel, unui număr mare de persoane.

Aspectele, liniile directoare şi sugestiile de proiectare prezentate în capitolul de faţă relevă numeroase posibilităţi pe care specialistul le are la îndemână pentru a satisface cerinţa estetică a structurii. Creativitatea sau ingeniozitatea cu care acestea sunt implementate ţin de deschiderea specialistului sprea valorificarea integrală a lucării sale.

[157] Brainov, Milcho Neshev, *On aesthetics in structural engineering*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, p. 95

Cap. 4. Contribuții ale inginerilor de referință mondială la estetica structurilor

4.1. Introducere

Pentru ca novicele dintr-un domeniu să ajungă la a fi specialist, trebuie să pornească de la resursele dobândite şi puse la dispoziție de generația anterioară.

Un tânăr specialist sau cel care dorește să-şi completeze cunoştintele tehnice şi filozofice de proiectare şi execuție a structurilor află că este nu doar util ci şi necesar să studieze viziunile inginerilor de referință mondială din domeniu. Pe lângă faptul de a fi surse de inspirație excepțională, analizele îl conduc cu mintea de-a lungul proceselor de gândire şi creație pe care specialiştii le-au parcurs, producând capodopere. Aceasta îi permite tânărului specialist, prin analogii, să facă saltul la un nivel net superior al calităților estetice în construcții.

Există mai multe liste nominale ale celor mai de seamă specialişti din domeniul esteticii structurilor. Dintre cei prezentați aici, unii au avut o preocupare particulară pentru frumosul structurilor realizate, precum este menționat în subcapitolul 4.3. *Observații personale şi concluzii*, iar alții, deşi nu au avut acest obiectiv particular, au participat la evoluția generală a domeniului construcțiilor, ceea ce implicit ajută la crearea cadrului în care alți specialişti pot contribui mai pregnant pe linie estetică.

Sigur că lista inginerilor ale căror contribuții au schimbat semnificativ spațiul construcțiilor pe mapamon ar putea fi mult mai generoasă, dar obiectivul acestui capitol este de a aduce în vedere măcar o parte din frumoasa moştenire structurală a generației noastre.

În continuare sunt prezentate succint carierelor a 40 de ingineri, specialişti inspirați onali şi geniali, care şi-au derulat activitatea din secolul al XVIII-lea şi până în prezent.

4.2. Ingineri de referință în domeniul esteticii construcțiilor

Thomas Telford (1757-1834)

A fost un inginer scoțian, provenind dintr-o familie simplă, care inițial a fost zidar în Edinburgh, iar în timpul liber studia arhitectura şi schița bisericile gotice, ceea ce i-a lăsat o amprentă asupra stilului pe care avea să şi-l contureze mai târziu. Mutat la Londra, a primit în custodie lucrări de restaurare şi consolidare de care s-a ocupat tot mai pasionat.

Fig. 4.1. Thomas Telford (1757-1834)

A lăsat în urma sa o impresionantă moştenire de lucrări civile: biserici, drumuri (peste 1.450 km), poduri, canale, porturi, apeducte şi tunele. Activitatea sa a avut loc în Scoția, Anglia, Suedia, Polonia, Panama, Canada şi India. În 1786 a fost numit responsabil de lucrări publice în Shropshire, în principal pentru clădiri şi poduri. În 1793 a început să lucreze la două apeducte peste Canalul Ellesmere, unde a introdus un element de noutate prin folosirea plăcilor de fier încastrate în zidărie. Unul dintre aceste apeducte, Pontcysyllte, a fost inclus pe lista patrimonului UNESCO în anul 2009. Fiind un prolific inginer de drumuri şi poduri (peste 32 de poduri şi

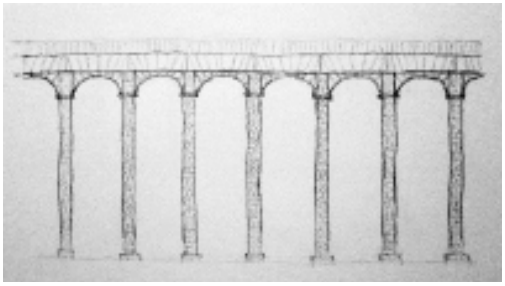


Fig. 4.2. Apeductul Pontcysyllte la Trevor, 1805

Fig. 4.3. Podul suspendat Menai la Bangor, 1826

apeducte), a fost numit *Colosul Drumurilor*. Realizarea sa de cel mai mare răsunet a fost proiectarea și construirea podului suspendat Menai din Wales între anii 1819 și 1926, după îmbogățirea experienței prin realizarea podului Conwy. Oricum, lucrările sale au trecut proba timpului. [1]

A înființat Institutul de Inginerie Civilă (ICE) în anul 1818, devenind președintele său doi ani mai târziu și până la moarte. În cinstea lui, a fost instituită Medalia Telford, acordată de către ICE.[2] Telford a fost membru al Asociației Regale din Edinburgh (RSE), sprijinind iluminismul scoțian[3]. Autobiografia pe care a scris-o, intitulată *The Life of Thomas Telford, Civil Engineer, written by himself*, a fost publicată în 1838.

Din bogata sa moștenire de lucrări construite, amintim: apeductul Pontcysyllte la Trevor, în Anglia (1805), podul suspendat Menai la Bangor, Wales (1826), podul suspendat de la Conwy (1826), podul de fier Holt Fleet de la Worcestershire (1827), podul de fier Galton de la Smethwick, Anglia (1829), podul de cărămidă Dean, de la Edinburgh, Scoția (1831).[4]

George Stephenson (1781-1848)

Fig. 4.4. George Stephenson (1781-1848)

A fost un inginer civil și mecanic englez, supranumit *tatăl căilor ferate*, care a introdus garnitura standard de tren, numită și *garnitura Stephenson*, a construit primul tren cu locomotivă pe aburi și prima linie de cale ferată din lume, între Liverpool și Manchester.

Născut în plină revoluție industrială, într-o familie modestă și fără carte din Wylam, Anglia, Stephenson a început să lucreze la vârsta de 17 ca mecanic, dar a urmat cursuri serale și într-un an știa să scrie, să citească și să socotească. Dovedindu-și bune înclinații mecanice la repararea unui motor de forare din mina unde lucra, la High Pit în Killingworth, a fost promovat, devenind chiar expert în mașinăriile cu abur. A inventat o lampă securizata de mină, *lampa Geordie*, cu o lună înaintea savantului Humphry Davy, dar, fiindcă nu avea ținuta unui om de știință, a fost acuzat că furase ideea de la Davy. Fiului sau, Robert, i-a oferit, în revanșă, o educație aleasă și acesta i-a continuat activitatea inginerească, adesea fiind șef la lucrările tatălui său.

În 1814 a construit prima dintr-o serie de locomotive destinate transportului la mina Killingworth, deși Richard Trevithick a fost cel căruia i se atribuie construirea primei locomotive, în 1802. A contribuit la îmbunătățirea șinelor de

[1] Smiles, Samuel, *The Life of Thomas Telford*, prin Project Gutenberg, 1997
[2] de Haan, David, *Thomas Telford – Colossus of Roads*, broșura pentru expoziția dedicată lui Thomas Telford prin Ironbridge Gorge Museum Trust 2007, pp. 1-6
[3] Welsh, Duncan, *The 250th Anniversary of the birth of Thomas Telford*, The Royal Society of Edinburgh, 2007, p. 4
[4] Addis, Bill, *Engineering design in the time of Thomas Telford*, în *Proceedings of The Institution of Civil Engineers-civil Engineering*, vol. 160, 2007, pp.176-183

cale ferată din țară și a construit calea ferată dintre Stockton și Darlington, înființând în 1823 firma *Robert Stephenson & Co*. pentru producerea locomotivelor. A continuat cu alte căi ferate între Bolton și Leigh, Liverpool și Manchester, ultima aducându-i recunoașterea talentelor inginerești și faimă. În 1830 a construit primul pod care traversa o cale ferată, un pod oblic de cărămidă, la Rainhill, peste linia de cale ferată Liverpool-Manchester. A realizat o serie de lucrări și tuneluri pe traseul Liverpool-Edge Hill, tunelul Kilsby la Rugby, alături și de gara Victoria din Manchester.

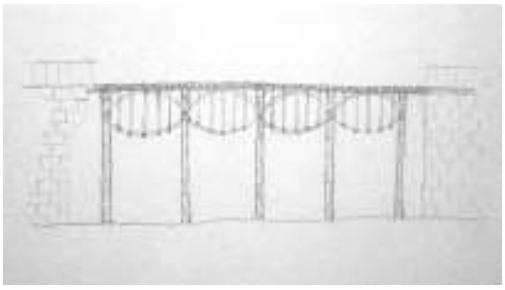


Fig. 4.5. Podul lenticular Gaunless în West Auckland, 1825

A fost primul președinte al Instituției Inginerilor Mecanici, înființată în 1847. Singurul premiu despre care se știe că l-a primit este cel pentru *lampa Geordie*, în valoare de 1000 de lire sterline, dar muzee sau galerii de muzee, școli, colegii, chiar Societatea de Locomotive Stephenson îi poartă astăzi numele.

Dintre lucrările sale civile amintim aici podul lenticular Gaunless în West Auckland (1825, dar dezafectat în 1901) și podul oblic de la Rainhill (1830) în uz și astăzi, fără a omite să recunoaștem deosebitele sale merite pentru contribuțiile aduse în transportul public, ceea ce implicit favorizează dezvoltarea societății pe toate planurile.[5,6,7]

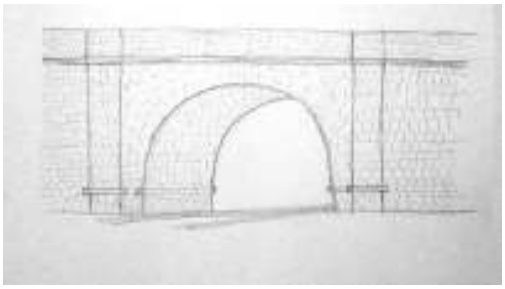


Fig. 4.6. Podul oblic de la Rainhill, 1830

Isambard Brunel (1806-1859)

Considerat unul dintre cei mai prolifici specialiști din istorie, Isambard Kingdom Brunel a fost un inginer civil și mecanic englez, care a constribuit masiv la schimbarea imaginii spațiului anglo-saxon, mai ales datorită lucrărilor sale pentru transportul public terestru și naval, construind tuneluri, poduri, viaducte, căi ferate și nave maritime pe motor cu aburi.

Stimulat din copilărie către domeniul tehnic de tatăl său care l-a învățat să deseneze, geometria euclidiană și principiile de bază din inginerie, a plecat din orașul natal, Hampshire, pentru a studia la Paris, revenind la Londra în 1822. Aici și-a început cariera de inginer ca asistent la proiectarea tunelului pe sub Tamisa, în 1925, înregistrând un patent pentru scutul subteran necesar derulării lucrărilor, între Rotherhithe și Wapping, la care și tatăl său, Marc Brunel, lucra. În 1831 a câștigat concursul pentru proiectarea podului

Fig. 4.7. Isambard Brunel (1806-1859)

[5] Smiles, Samuel, *The Life of George Stephenson, Railway Engineer*, ed. Ticknor and Fields, Boston, 1958
[6] Watson, Ernest C., *George Stephenson and the First Public Railway*, în *Engineering and Science Monthly* (azi *Caltech Magazine*), nr. 8(12), 1945, pp. 13-14
[7] Barrett, Ada Louise, *George Stephenson*, în *The Railway and Locomotive Historical Society Bulletin*, nr. 71, 1947, pp. 50–70

Fig. 4.8. Podul Saltash (Royal Albert) peste râul Tamar, 1859

Fig. 4.9. Podul suspendat Clifton peste râul Avon, 1864

suspendat Clifton. La lucrările de căi ferate, el a introdus gabaritul mare, superior celui standard, care permitea deplasarea garniturilor cu viteze mari, conducând, din 1833, lucrările de la linia ferată care leagă Londra de Bristol.

Caracter obstinent şi încrezător în propriile puteri, el a realizat peste 25 de linii de cale ferată, sute de viaducte şi poduri suspendate, pe piloni sau pe docuri, numeroase porturi (la Bristol, Monkwearmouth, Cardiff, Milford Haven ş.a.), trei vase maritime (Great Western lansat în 1837, Great Britain în 1843 şi Great Eastern în 1859) şi un spital integral prefabricat.

Dintre lucrările sale, amintim în spaţiul anglo-saxon: calea ferată Great Western Railway care leagă Londra de Bristol (din 1833), podul de cale ferată Maidenhead (1838), tunelul Box pe sub Tamisa, între Rotherhithe şi Wapping (1841), gara Temple Meads din Bristol, pe grinzi zăbrelite (1841), podul peste râul Wye la Chepstow (1852), gara Paddington din Londra (1854), podul Saltash (Royal Albert) peste râul Tamar la Saltash (1859), podul suspendat Clifton peste râul Avon (1864). A construit căi ferate şi în Italia, Australia şi India, iar în Crimeea, spitalul integral prefabricat de la Renkioi (1855).[8,9,10]

John Roebling (1806-1869)

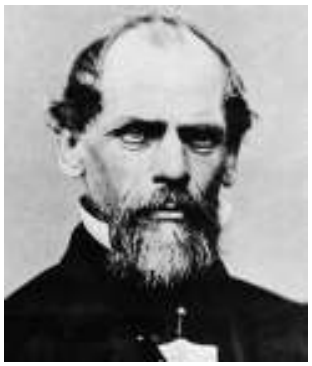


Fig. 4.10. John A. Roebling (1806-1869)

Inginer civil germano-american, pe numele său original Johann August Röbling, s-a născut în Germania, a studiat ingineria civilă, arhitectura, poduri, fundaţii şi lucrări hidraulice la Bauakademie din Berlin, absolvind în 1827, iar în 1831 s-a mutat în SUA, unde a început să profeseze în domeniul construcţiilor începând din 1837.

A derulat o activitate de inspector în construcţii, a construit canale, a realizat proiecte pentru liniile de curent, iar în 1840 a început bogata carieră de constructor de poduri suspendate, peste numeroase râuri din SUA, inclusiv peste cascada Niagara, înfiinţând şi un complex industrial de cabluri la Trento, unde se produceau cabluri şi toroane de fier.

În abordarea mecanică a proiectelor, Roebling evalua încărcările pasive şi active pentru a le distribui echilibrat la capacităţile de preluare a încărcărilor de către cabluri şi montanţi, adăugând un coeficient de siguranţă pentru a determina dimensiunile elementelor. Ţinând cont de rezistenţele la întindere ale elementelor structurale, realiza o analiză destul de eficientă şi realistă a structurii.[11,12]

[8] Pugsley, A., *The works of Sir Isambard Kingdom Brunel: an engineering appreciation*, prin The Institution of Civil Engineers, University of Bristol, Londra, 1976

[9] Buchanan, R. Angus, *Brunel: The Life and Times of Isambard Kingdom Brunel*, ed. Hambledon and London Ltd, Londra, 2002

[10] Brindle, Steven, *Brunel. The Man Who Built the World*, ed. Weidenfeld & Nicolson, Londra, 2005

[11] Güntherroth, Nele, *Roebling's Development to Being an Engineer*, în *Proceedings John A. Roebling Symposium*, ASCE, Reston, SUA, 2006

[12] Sayenga, Donald, *Washington Roebling's Father: A Memoir of John A. Roebling*, ed. ASCE Press, Reston, 2009

Alături de lucrările de inginerie civilă de referință mondială, el ne-a lăsat și câteva lucrări scrise, printre care: *Memoir of the Niagara Falls Suspension and Niagara Falls International Bridge,* carte publicată în 1856[13], *New York Bridge Company, on the proposed East River bridge* în 1867[14], *Long and short span railway bridges* în 1869[15].

Deși bibliografia consultată nu a oferit informații despre premiile care i-ar fi fost acordate, Roebling este recunoscut ca o figură emblematică a domeniului construcțiilor de poduri, străzi, școli și chiar premii purtându-i numele, precum este Medalia John A. Roebling acordată de Societatea Inginerilor din SUA.

Dintre numeroasele sale lucrări, amintim aici: podul-apeduct Allegheny de la Pittsburgh (1844), podul Smithfiels Street de asemenea la Pittsburgh (1946), apeductul Lackawaxen peste râul și lângă localitatea cu același nume (1848), apeductul Delaware între Lackawaxen și Minisink Ford (1849), podul suspendat peste cascada Niagara (1854), podul Allegheny (numit și Sixth Street Bridge) la Pittsburgh (1859), podul suspendat care îi poartă numele, peste râul Ohio la Cincinnati (1867), celebrul pod Brooklyn început în 1867 și finalizat abia în 1883. [16]

Fig. 4.11. Podul John A. Roebling, 1867

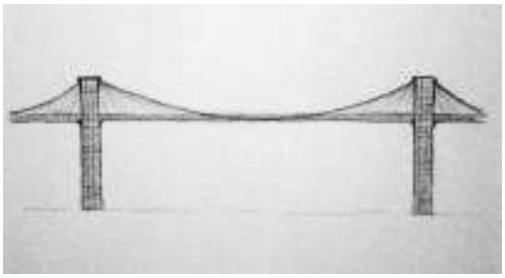


Fig. 4.12. Podul Brooklyn, 1883

Gustave Eiffel (1832-1923)

Binecunoscutul inginer francez, născut la Dijon în 1832, a studiat la Școala Centrală de Arte și Meserii din Paris. După mai mulți ani petrecuți în sud-vestul Franței unde a supravegheat construirea podului de cale ferată din Bordeaux, Eiffel și-a deschis propria afacere specializată pe structuri de metal.

Longevivul inginer și-a concentrat activitatea pe construcția de poduri, dar a construit și căi ferate, fabrici, gări de tren și alte clădiri, iar ultimii 35 de ani din viață i-a dedicat cercetării experimentale, din 1887. Activitatea lui este cunoscută în mod deosebit datorită turnului finalizat în 1889, care îi poartă numele și i-a atras apelativul de *magicianul fierului*[17].

La momentul respectiv, fierul reprezenta un material inovativ, iar Eiffel a excelat în construirea de lucrări din fier. Mai mult decât atât, Eiffel a fost un

Fig. 4.13. Gustave Eiffel (1832-1923)

[13] Roebling, John A., *Memoir of the Niagara Falls Suspension and Niagara Falls International Bridge*, în *Papers and practical illustrations of public works of recent construction, both British and American*, Londra, 1856
[14] Roebling, John A., *New York Bridge Company, on the proposed East River bridge*, ed. Daily Eagle, New York, SUA, 1867
[15] Roebling, John A., *Long and short span railway bridges*, ed. D. Van Nostrand, New York, SUA, 1869
[16] Griggs, Francis E., P.E. & PLS, *John A. Roebling*, în *Structure Magazine*, nr. 64, nov. 2006, pp. 79-83
[17] V. Mathieu, Catherine, *Gustave Eiffel. Le magicien du fer*, ed. Skira Flammarion, Paris, 2009

pionier în folosirea chesoanelor cu aer-comprimat în construirea de poduri[18].

Eiffel a valorificat drepturile sale asupra turnului care îi poartă numele deschizând un laborator de aerodinamică utilizat pentru mai multe experimente folosind un sistem numit *drop apparatus*, dar şi un laborator meteorologic. Ulterior, a construit un tunel aerodinamic la Paris în 1912. Datorită descoperirilor sale, aerodinamica a cunoscut un progres semnificativ. De altfel, el a scris mai multe cărţi despre aerodinamică, cea mai cunoscută fiind *La résistance de l'air et l'aviation* publicată în 1910[19], iar referitor la Turnul Eiffel, a publicat lucrările *La tour de trois cents mètres* publicată în 1900[20] şi *La Tour Eiffel en 1900* în 1902[21].

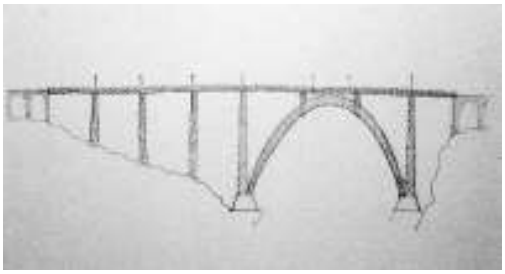


Fig. 4.14. Viaductul Garabit peste râul Truyère, 1884

Fig. 4.15. Podul suspendat din Grădina Zoologică din Giza, 1915

Eiffel a primit numeroase distincţii precum: preşedinţia Societăţii Inginerilor Civili în 1880, preşedinţia Congresului Internaţional al Tehnologiei Lucrărilor de Construcţii în 1889; membru al Consiliului de Dezvoltare al Şcolii Centrale, laureat al Institutului cu premiul Montyon de Mécanique în 1889 etc. De asemenea, companii renumite de inginerie i-au acordat titlul de membru onorific: Institutul de Ingineri Mecanici Citon din Londra, Societatea Americană de Ingineri Mecanici din New York, Societatea Imperială Rusă de Politehnică, Asociaţia de Ingineri Industriali din Barcelona ș.a.

Printre cele mai cunoscute lucrări ale sale se numără: viaductul Porto peste râul Douro în Portugalia (1876), gara Pest în Ungaria (1877), cupola mobilă a observatorul din Nisa, Franţa (1878), viaductul Garabit peste râul Truyère, Franţa (1884), cadrul metalic al Statuii Libertăţii din New York (1885), podul peste râul Vecchio în Haute-Corse, Franţa (1894), podul suspendat din Grădina Zoologică din Giza, Egipt (1915).[22]

Benjamin Baker (1840-1907)

Fig. 4.16. Benjamin Baker (1840-1907)

A fost un inginer civil englez născut la Frome, în Somerset, Anglia, care şi-a început formaţia profesională în 1856, ca ucenic la firma de lucrări metalice Neath Abbey în Wales. A venit la Londra pentru a începe colaborarea cu William H. Wilson şi mai târziu cu Sir John Fowler. Începând cu 1861, a contribuit masiv la dezvoltarea liniilor subterane de metrou din Londra, alături de Fowler, dar a fost un spirit renascentist implicându-se în numeroase domenii inginereşti în plină efervescenţă în timpul său, de la sistemul de transport subteran, la poduri ș.a.

[18] V. Cuisinier, Jean-Pierre; Martin, Peter, *Eiffel. La bataille du vent*, ed. CSTB, Paris, 2007
[19] Eiffel, Gustave, *La résistance de l'air et l'aviation*, ed. H. Dunod et E. Pinat, Paris, 1910
[20] Eiffel, Gustave, *La tour de trois cents mètres*, ed. Société des Imprimeries Le Mercier, Paris, 1900
[21] Eiffel, Gustave, *La Tour Eiffel en 1900*, ed. Masson et Cie, Paris, 1902
[22] V. Deschodt, Eric, *Gustave Eiffel*, ed. Pygmalion, Paris, 2003

Implicat ca expert în investigarea prăbuşirii podului Tay, a cercetat şi a demonstrat comisiei de analiză încărcările provenite din vânt care nu au fost cauza prăbuşirii, ci proiectul. Ulterior, a început proiectarea podului Forth, pe sistemul consolelor, integral din oţel, ceea ce era o premieră a epocii ca cel mai lung pod din lume.[23]

A scris mai multe cărţi, printre care, în 1867, *Long Railway Bridges*¸ publicată în anii 1870, în care prezenta utilizarea consolelor pentru poduri şi modul în care oţelul poate fi exploatat pentru a construi structuri cu deschideri mult mai mari decât până atunci, respectiv o serie de articole în revista *Engineering*, 1872, intitulate *The Strength of Brickwork*, în care argumenta importanţa rezistenţei cimentului din lucrările de zidărie, lucrarea *On Urban Railways* în 1874, iar în 1887 seria de articole *Bringing the Firth of Forth I-V*[24].

A primit numeroase distincţii politice, precum titlul de Cavaler de Onoare al Ordinului Suprem St. Michel şi St. George în 1890, membru al Societăţii Regale din Londra ales în 1890, pentru colaborarea cu John Fowler premiul Poncelet de la Academia Franceză de Ştiinţe în 1892, preşedinte ales al Instituţiei Inginerilor Civili între 1895 şi 1896, Membru de Onoare al Societăţii Regale din Edinburgh în 1902, distincţia de Cavaler de Onoare al Ordinului din Bath în acelaşi an.

Dintre lucrările sale de înaltă apreciere, amintim: proiectul de transportare a Acului Cleopatrei din Egipt la Londra şi amplasarea pe terasamentul de pe Tamisa (1877), podul Firth of Forth din Scotia (1890), execuţia barajului din Aswan după planurile lui William Willcocks (1902), docuri la Avanmouth şi Hull lângă Bristol (1902). A derulat o vastă activitate de consolidare, expertiză şi consultanţă, de pildă în cazul podului de oţel peste râul Mississippi la St. Louis, SUA.[25,26]

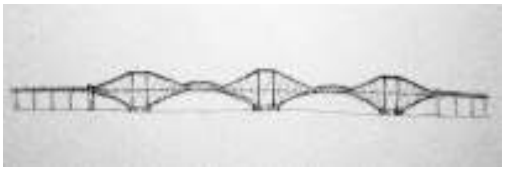


Fig. 4.17. Podul Firth of Forth din Scoţia, 1890

Vladimir Shukhov (1853-1939)

Vladimir Grigoryevich Shukhov a fost un inginer, arhitect şi om de ştiinţă rus. Având din adolescenţă înclinaţii spre matematică, a urmat cursurile Institutului Imperial Politehnic din Moscova, îndrumat de Pafnuty Chebyshev, Aleksey Letnikov şi Nikolay Zhukovsky, absolvindu-l în 1876. Deşi i s-a oferit un post la universitate pentru a preda matematica, a preferat să între în practica profesională. Între 1876 şi 1877 a fost în SUA, la Philadephia, implicat în Expoziţia Centenară Internaţională, profitând de ocazie ca să vizite obiective de construcţie americane. Revenit în ţară, a colaborat cu Alexander Veniaminovich Bari într-o firmă specializată pe inginerie inovativă, producând

Fig. 4.18. Vladimir Shukhov (1853-1939)

[23] Macdonald, Angus J.; Whyte, Iain Boyd, *John Fowler, Benjamin Baker Forth Bridge,* ed. Axel Menges, Stuttgart, 1997, p. 60
[24] Baker, Benjamin, *Bridging the Firth of Forth*, in *Engineering*, părţile I-V, iul. - aug. 1887
[25] Billington, David P., *The Tower and the Bridge. The New Art of Structural Engineering*, ed. Princeton University, Princeton, 1993, pp. 118-122
[26] V. pagina web dedicată: http://www.benjaminbaker.org.uk/life-and-times-of-benjamin-baker.html

numeroase invenţii în ingineria civilă şi navală şi în industria petrolieră.

A rămas în istorie pentru pionieratul făcut în domeniul ingineriei structurale, specializat pe structurile metalice hiperbolice întinse şi de tipul reţelelor curbate bidirecţional, cu diverse destinaţii precum: rezervoare industriale, nave maritime, poduri, turnuri, sisteme de acoperire, clădiri civile – galerii spaţioase cu bolţi de metal şi sticlă, bolţile enorme de metal de la depoul municipal de căi ferate din Moscova, finalizat în 1908. Pentru acestea a pus la dispoziţie nu doar suportul de proiectare, ci şi pe cel de analiză şi calcul matematic. A aprofundat calculele tensiunilor şi ale deformaţiilor grinzilor, ale structurilor cu dublă curbură şi ale membranelor.

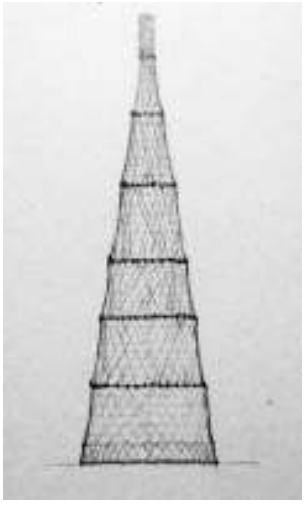


Fig. 4.19. Turnul Shukhov, 1922

Printre numeroasele distincţii pe care le-a primit se numără: Medalia de Aur oferită de Institutul Imperial Tehnic din Moscova la absolvirea facultăţii în 1876, premiul Lenin în 1929, titlul de Erou al Muncii în 1932. Mulţi specialişti au scris despre remarcabila activitate a sa[27].

A lăsat o bogată moştenire de arhitectură constructivistă, doar din rândul turnurilor peste 200 de structuri metalice hiperboloide, iar poduri peste 180 pe Volga, Ienisei, Dnieper ş.a., Farul Adzigol de lângă Kerson (1910), Turnul Shukhov (Turnul Radio Shablokova) din Moscova (1922), Galeria de Sus din Piaţa Roşie (GUM), Moscova (1894), structurile pavilionului de învelitori subţiri de la Nizhniy Novgorod (1896), Hala de producţie a fabricii de Oţel din Vyksa (1898), Muzeul Pushkin de Arte Plastice (1912), gara Kiyevsky din Moscova (1917), Pasajul Petrovka (Petrovskiy) (1906), Oficiul Poştal Central din Moscova (1912), garajul de autobuze Bakhmetevsky (1928), garajul de pe strada Novo-Ryazanskaya (1929).

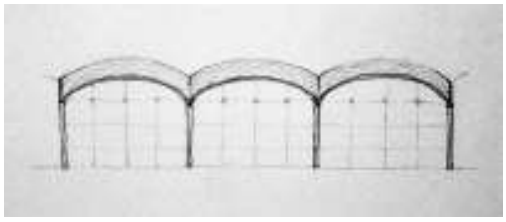


Fig. 4.20. Hala de producţie a fabricii din Vyksa, 1898

Robert Maillart (1872-1940)

A fost un specialist elveţian în inginerie civilă care a urmat cursurile Institutului Federal Tehnic din Zürich (ETH), sub îndrumarea lui Wilhelm Ritter, absolvind în 1894. Deşi n-a fost atras de partea teoretică, de calcule matematice, el şi-a dezvoltat un puternic simţ intuitiv al proporţiilor şi al formelor, ceea ce mai târziu i-a şi adus succesul.

Şi-a început activitatea în orasul elveţian în care s-a născut, Bern, apoi a plecat la Zürich, pentru ca în 1902 să-şi înfiinţeze propria firmă, Maillart & Cie. În 1912 s-a mutat în Rusia, unde a proiectat magazii la Cracovia, Riga şi St. Petersburg, revenind în Elveţia la Geneva în 1920.

Fig. 4.21. Robert Maillart (1872-1940)

Maillart a contribuit masiv la exploatarea structurală şi estetică a recent descoperitului material de construcţii,

[27] V. Ricken, Herbert, *Erinnerung an Wladimir Grigorjewitsch Schuchow* (1853-1939), 2003; English, Elizabeth, *Vladimir Shukhov and the Invention of Hyperboloid Structures*, 2005; Giovannardi, Fausto, *Vladimir G. Shukhov e la leggerezza dell'acciaio*, 2007; Khan-Magomedov, Selim O., *Vladimir Shukov*, 2011; Andrich, Alessio; Graefe, Rainer, *Das Teleskop-Verfahren des russischen Ingenieurs V. G. Suchov*, 2016

betonul armat, prevăzând pentru poduri arce articulate în trei puncte, ai căror montanți conlucrau cu tablierul pentru a conduce la o rigiditate considerabil superioară, iar dimensiunile elementelor structurale deveneau mult mai reduse. Lucrările sale, mult mai zvelte, elegante şi rezistente, au influențat multe decenii practica din domeniu. Încă o temă în care el a excelat a fost proiectarea stâlpilor de beton armat la clădiri cu deschideri mari, respectiv înălțimi mari libere, de tipul stâlpilor-ciupercă. Evazarea stâlpilor a fost prevăzută în partea superioară, preluând mult mai eficient încărcarea provenită din placa de acoperire, dar uneori și în partea inferioară a stâlpului, ajutând la distribuția uniformă a încărcărilor ce trebuiau transmise la teren.[28]

Suportul teoretic al viziunii sale l-a publicat în mai multe articole, printre care și: *Ponts-voûtes en béton armé. De leur développement et de quelques constructions spéciales exécutées en Suisse* din 1935[29], *Aktuelle Fragen des Eisenbetonbaues* din 1938[30], *Über Eisenbetonbrücken mit Rippenbogen unter Mitwirkung des Aufbaues* în același an[31].

Pentru valoarea deosebită pe care podul Salginatobel l-a adus în domeniu, acesta a fost ales în 1991 ca emblemă a Societății Americane a Inginerilor Civili, care a și fost votat *cel mai frumos pod al secolului al XX-lea*, în 2001, de către revista *Bridge – Design and Engineering.*

Dintre lucrările sale de răsunet mondial și persistent de-a lungul timpului, peste 300 la număr, amintim aici, din spațiul elvețian: podul peste Inn la Zuoz (1901), podul peste Rin la Tavanasa (1905), fabrica Giesshübel din Zürich (1910), acoperișul ansamblului Maggazini Generali din Chiasso (1925), podul Salginatobel din Schiers (1930), podul Schwandbach la Hinterfultigen (1933).

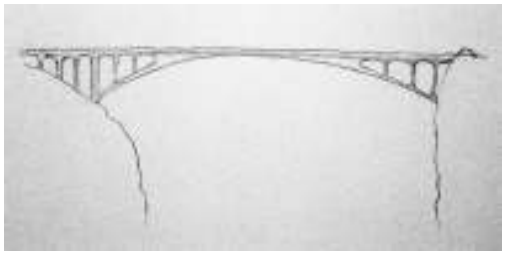


Fig. 4.22. Podul Salginatobel din Schiers, 1930

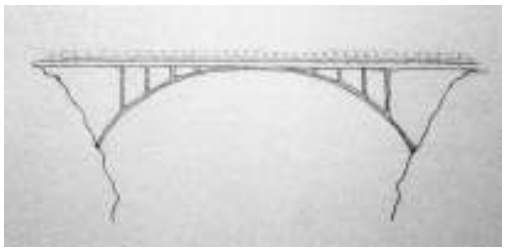


Fig. 4.23. Podul Schwandbach la Hinterfultigen, 1933

Eugène Freyssinet (1879-1962)

Născut la Objat, Freyssinet a fost un inginer francez care s-a pregătit la Școala Națională de Drumuri și Poduri din Paris, sub îndrumare lui Charles Rabut.

Activitatea lui profesională s-a îndreptat spre lucrări de drumuri, poduri, și structuri subțiri de beton armat, în special cu destinația de hangare de aeronave. Din 1905 a fost numit Director de Lucrări Publice în Moulins, iar între 1907 și 1914 a fost inginer de poduri în zona centrală a Franței. Printre colaboratorii săi principali au fost François Mercier și Claude Limousin.

Fig. 4.24. Eugène Freyssinet (1879-1962)

[28] V. Bill, Max, *Robert Maillart*, ed. Verlag für Architektur, Zurich, 1949; Giovannardi, Fausto, *Robert Maillart e l'emancipazione del C.A.*, Studio Giovannardi e Rontini, Borgo San Lorenzo, 2007; Marti, Peter, *Robert Maillart – Ingenieur, Unternehmer, Betonbauer*, în cadrul 22 Dresdner Brückenbausymposium, Dresden, 13. März 2012

[29] Maillart, Robert, *Ponts-voûtes en béton armé. De leur développement et de quelques constructions spéciales exécutées en Suisse*, în *Travaux*, nr. 26, 1935, pp. 64-71

[30] Maillart, Robert, *Aktuelle Fragen des Eisenbetonbaues*, în *Schweizerische Bauzeitung*, nr. 111-112, ian. 1938, pp. 1-5

[31] Maillart, Robert, *Über Eisenbetonbrücken mit Rippenbogen unter Mitwirkung des Aufbaues*, în *Schweizerische Bauzeitung*, vol. 112, nr. 24, 1938, pp. 287-293

Aducând o contribuție majoră în domeniul construcțiilor, el a inovat betonul precomprimat prin prevederea firelor metalice introduse pretensionate, mărind mult rezistența elementului constructiv. Tipologiile structurilor sale numără diverse elemente de beton armat, arce, sheduri și pânze subțiri. A înregistrat mai multe recorduri pentru deschiderile structurilor pe care le-a proiectat, structuri din arce de beton armat, anume la: Podul Libertății din Villeneuve-sur-Lot, cu deschidere unică de 96,25 m, terminat în 1919, podul St. Pierre du Vauvray pe Sena cu deschiderea de 132 m, finalizat în 1923, iar cea mai amplă lucrare a sa a fost podul Plougastel care are trei deschideri egale de 180 m, încheiat în 1930. A derulat cercetări asupra fisurilor în betonul armat, emițând în 1928 un patent de inovație a betonului pretensionat, cu toate că inventarea acestui material de construcție avusese loc prin contribuțiile lui Doehring și Rabut. El a contribuit cu identificarea faptului că doar cablurile pretensionate de oțel de înaltă rezistență pot contracara, pe o întinsă durată de timp, procesele de fisurare și de curgere a betonului, pentru care trebuie prevăzute măsuri speciale de ancorare. A prevăzut, de asemenea, grinzi pretensionate la clădiri din porturi, alături de proiectarea de poduri prefabricate segmentate, precum a fost cazul podului Luzacy, finalizat în 1946. Cel mai cunoscut pod realizat de el, care era și preferatul său, este Veurdre, lângă Vichy, finalizat în 1912. La acesta a propus trei deschideri bazate pe grinzi zăbrelite de beton armat, care era mult mai ieftin decât versiunea lui pe arce de cărămidă.

Ceea ce l-a detașat de specialiștii vremii sale au fost creativitatea sa, puterea de inovație și invenție, aviditatea de cercetare și gândirea nonconformistă care i-a permis să înregistreze, de fapt, și recordurile sale.[32]

Dintre lucrările scrise pe care ni le-a lăsat, amintim: *Une révolution dans les techniques du béton* publicată în 1939[33], articolul *Evolucion de la idea del pretensado en las construcciones y consecuencias de su utilización sistematica* în 1951[34], *Relations entre les déformations et la constitution des ciments et des matériaux de structure colloïdale* în 1966[35].

A primit Medalia de Aur a Instituției Inginerilor Structuriști, Medalia Frank P. Brown în 1950 și Medalia Wilhelm Exner în 1960. A înființat Asociația care îi poartă numele și care acordă astăzi Medalia Eugène Freyssinet.

Dintre lucrările sale renumite, amintim aici din spațiul francez: podul Veurde (1912), hangarul aeroportului Orly lângă Paris (1923, dar distrus în 1944), podul arcuit Villeneuve-sur-Lot (1920), podul Albert-Louppe la Plougastel-Daoulas (1930), podul Saint-Michel din Toulouse (1962),[36] iar în afara spațiului francez: barajul Erraguene de pe râul Djen Djen în Algeria (1961), podul Gladesville din Australia (1964).

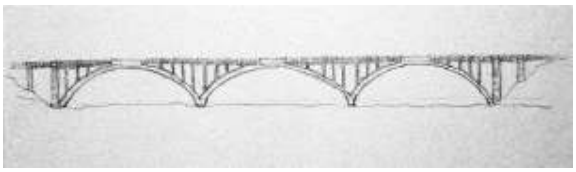


Fig. 4.25. Podul Albert-Louppe la Plougastel-Daoulas, 1930

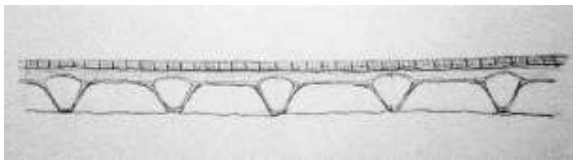


Fig. 4.26. Podul Saint-Michel din Toulouse, 1962

[32] Bevilacqua, Enrique; Devigili, Celina; Donnet, Florencia; Subils, Lucía, *Eugène Freyssinet*, articol publicat în cadrul Universidad Nacional de Rosario, Santa Fe, Argentina, 2010

[33] Freyssinet, Eugène, *Une révolution dans les techniques du béton*, ed. Librairie de l'enseignement technique, Paris, 1939

[34] Freyssinet, Eugène, *Evolucion de la idea del pretensado en las construcciones y consecuencias de su utilización sistematica*, în *Hormigón pretensado*, vol. 2, nr. 9, 1951, pp. 34-44

[35] Freyssinet, Eugène, *Relations entre les déformations et la constitution des ciments et des matériaux de structure colloïdale*, în Travaux, nr. 376, mai 1966, pp. 884-920

[36] Xercavins, Pierre; Demarthe, Daniel; Shushkewich, Ken, *Eugene Freyssinet - His Incredible Journey to Invent and Revolutionize Prestressed Concrete Construction*, Al 3-lea Congres al FIB, 2010, pp. 1-28

Othmar Ammann (1879-1968)

Othmar Hermann Ammann a fost un inginer elveţiano-american, născut la Schaffhausen în Elveția, care a urmat cursurile Institutului Federal Tehnic din Zürich (ETH), sub îndrumarea lui Wilhelm Ritter, iar în 1904 a emigrat în SUA, desfăşurându-şi activitatea la New York, unde a colaborat, printre alții, cu Gustav Lindenthal şi Charles Whitney, cu cel din urmă înființând în 1946 firma *Ammann & Whitney*. În 1941 a primit titlul de doctor de onoare din partea Universității Columbia.

Fig. 4.27. Othmar Ammann (1879-1968)

Specialitatea sa au fost podurile, pentru care a desfăşurat ample cercetări şi evaluări a unor lucrări care au cedat, precum podurile Quebec, căzut în 1907, şi Tacoma Narrows, în 1940.

Obiectivele sale constau în a oferi soluții ieftine, cât mai uşoare, rapid de executat şi totuşi frumoase, ca să *placă ochiului, pentru că în definitiv mulți oameni vor privi un pod construit astăzi*[37], folosindu-se de teoria deformațiilor. Ținând cont de raportul dintre masă şi secțiune, el a exploatat capacitatea cablurilor pentru a rigidiza suficient podurile, fără a mai folosi zăbrele pentru rigidizare, ceea ce reducea cantitatea de material şi implicit costurile. În plus, unele dintre lucrările sale au fost recorduri mondiale pentru deschiderile pe care le aveau: podurile George Washington şi Verrazano-Narrows.[38]

Ne-au rămas mai multe lucrări scrise de-ale sale, printre care şi: *Possibilities of the Modern Suspension Bridge for Moderate Spans* articol publicat în 1923[39], *Present Trends in Structural Design* în 1940[40], *The Failure of the Tacoma Narrows Bridge* în 1941[41].

Contribuțiile sale deosebite în domeniul podurilor au fost recunoscute, obținând: premiul Thomas Fitch Rowland în 1919, premiul Ernest E. Howard în 1960 şi Medalia Națională a Științei în 1964.

Dintre proiectele sale realizate, amintim podurile din New York: George Washington (1931), podul arcuit Bayonne, singurul nesuspendat (1931), Triborough (1936), Bronx Whitestone (1939), Wards Island, pietonal (1951), Walt Whitman (1957), Verrazano-Narrows (1964).[42,43]

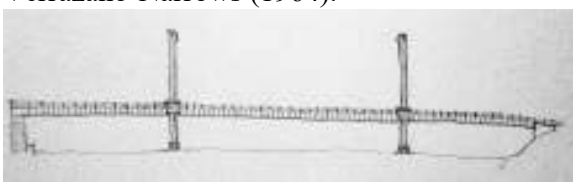


Fig. 4.28. Podul pietonal Wards Island, 1951

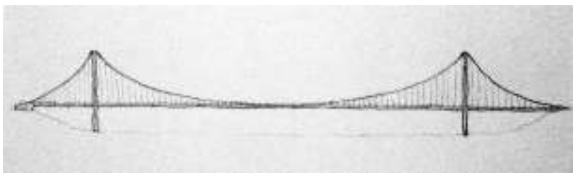


Fig. 4.29. Podul Verrazano-Narrows, 1964

[37] Traducere adaptată a citatului lui Othmar Amman în art. Rastolfer, Darl, *Othmar H. Ammann*, în *Structure Magazine*, nr. 34, mai 2004, p. 34

[38] Stussi, Fritz, *Othmar H. Ammann*, arhiva oraşului Schaffhausen, Elveția, 2007, pp. 33-45

[39] Ammann, Othmar H., *Possibilities of the Modern Suspension Bridge for Moderate Spans*, în *Engineering News Record*, nr. 21 iunie 1923, pp. 1072-1078

[40] Ammann, Othmar H., *Present Trends in Structural Design*, în *Civil Engineering Magazine*, vol. 10, nr. 1, ian. 1940, pp. 21-24

[41] Ammann, Othmar H.; von Kármán, Theodore; Woodruff, Glenn B., *The Failure of the Tacoma Narrows Bridge*, prin Agenția Federală de Lucrări Publice, Washington, 1941

[42] Rastolfer, Darl, *Othmar H. Ammann*, în *Structure Magazine*, nr. 34, mai 2004, pp. 32-34

[43] Academia Națională de Științe, Inginerie şi Medicină SUA, *Othmar Ammann*, Memorial Tributes, vol. 1, 1979, pp. 7-9

David Steinman (1886-1960)

Fig. 4.30. David Steinman (1886-1960)

David Barnard Steinman a fost un inginer structurist american, supranumit cel mai mare constructor american nativ de poduri al secolului al XX-lea[44], mai ales datorită preocupărilor sale pentru podurile suspendate cu mari deschideri.

A absolvit în 1906 City College din New York, în 1909 masteratul în arte la Universitatea Columbia, iar în 1911 doctoratul în inginerie civilă, cu o teză despre proiectarea arcului zăbrelit de oţel la podul Henry Hudson, a căruit construcţie s-a finalizat în 1936. În perioada 1910-1914 a fost profesor la Universitatea din Idaho, din Moscova, SUA, după care a revenit la New York unde a lucrat pentru mai multe firme de construcţie de poduri, inclusiv colaborând cu Othmar Ammann şi Holton D. Robinson, cu cel din urmă înfiinţând firma Robinson & Steinman în 1921.

Preocupările sale inginereşti s-au datorat atât experienţei personale crescând în apropierea podului Brooklyn, cât şi perioadei prin care SUA trecea la sfârşitul secolului al XIX-lea şi începului următorului, când se solicita construirea a numeroase poduri în ţară. Tocmai din acest motiv, Steinman urmărea să ofere soluţii în primul rând ieftine, de exemplu propunând la podul Florianopolis un lanţ în loc de soluţia obişnuită a cablului din toroane, ceea ce reducea considerabil cantitatea de material necesar. Dintre lucrările sale, praferatul său era podul St. John. Având profunde preocupări pentru educaţia de specialitate şi pentru etica profesională, a fondat în 1934 Societatea Naţională a Profesioniştilor Ingineri.

A scris şi poezie, fiind inspirat chiar de practica inginerească, dar ne-a lăsat o serie de lucrări de referinţă pentru acest domeniu, printre care şi: cartea *A Practical Treatise on Suspension Bridges. Their Design, Construction and Erection* publicată în 1929[45], articolul *L'esthétique des ponts métalliques* în 1946[46] şi *Vérification de la stabilité aérodynamique du pont de Mackinac* în 1956[47].

Pentru contribuţiile sale deosebite aduse în domeniu, i-au fost acordate: premiul William Procter în 1953 de către Asociaţia de Studii Avansate SUA, în 1957 cinci recunoaşteri – Medalia Louis E. Levy din partea Institutului Franklin, Medalia de Aur Kimbrough oferită de Institutul American de Construcţii de Oţel, Medalia Gzowski de la Institutul de Inginerie al Canadei, Medalia George Goethals de la Societatea Americană de Inginerie Militară şi Medalia de Aur a Americanilor de la Camera de Comerţ a Americii Latine. A fost preşedintele Asociaţiei Americane a Inginerilor, preşedinte al Societăţii de Istorie a Tehnologiei şi, în 1960, a fost ales membru de onoare al Societăţii de Ingineri Civilă Chi Epsilon.[48]

A fost proiectantul a numeroase lucrări, peste 400 la număr, găsite în SUA, Canada, Tailanda, Coreea, Europa, Irak ş.a., dintre care amintim podurile: Hercilio Luz din Florianopolis (1926), Mont Hope în Portsmounth (1929), podul suspendat Grand Mere în Canada (1929), St. Johns în Portland (1931), Henry Hudson în New York (1936), Kingston-Rhinecliff (1957), Mackinac din New York (1957).

---

[44] Weingardt, Richard G., *David Steinman - America's Greatest Native Son Bridge Builder of the 20th Century*, în *Structure Magazine*, nr. 51, oct. 2005, pp. 48-51

[45] Steinman, David B., *A Practical Treatise on Suspension Bridges. Their Design, Construction and Erection,* ed. John Wiley & Sons, New York, 1929

[46] Steinman, David B., *L'esthétique des ponts métalliques*, în *Ossature métallique*, nr. 11, ian. 1946, pp. 1-6

[47] Steinman, David B., *Vérification de la stabilité aérodynamique du pont de Mackinac*, în *Acier = Stahl = Steel*, nr. 21, apr. 1956, pp. 145-150

[48] V. Weingardt, Richard G., *George Dewey Clyde and David Barnard Steinman* (2004) şi Weingardt, Richard G., *David Steinman, America's Greatest Native Son Bridge Builder of the 20th Century* (2005)

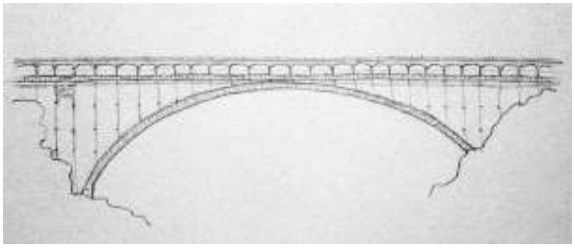


Fig. 4.31. Podul Henry Hudson din New York, 1936

Fig. 4.32. Podul Mackinac din New York, 1957

Franz Dischinger (1887-1953)

Inginer constructor german, provenit din Heidelberg, pe numele întreg Franz Anton Dischinger, a studiat la Școala Tehnică din Karlsruhe, pe care a absolvit-o în 1911, și a continuat cu doctoratul la Școala Tehnică din Dresden sub îndrumarea lui K. Beyer, obținând titlul de doctor în 1928.

Fig. 4.33. Franz Dischinger (1887-1953)

În perioada 1933-1945 a fost profesor la Școala Tehnică din Berlin, predând cursuri de beton armat. În perioada interbelică s-a remarcat prin structurile din beton armat de tipul pânzelor autoportante. Aplicabilitatea proiectelor sale s-a concretizat în hale cu deschideri mari, poduri cu structuri pretensionate și structuri subțiri de acoperire.[49]

Dintre lucrările sale scrise, având contribuții majore la domeniul construcțiilor, amintim: cele două articole intitulate *Voûtes et coupoles minces en ciment armé* publicate în 1931[50], articolul *L'élimination des moments de flexion supplémentaires dans l'arc à deux articulations avec tirant,* în 1931[51], cele două articole intitulate *Hängebrücken für schwerste Verkehrslasten,* în 1949[52], iar împreună cu Ulrich Finsterwalder, seria celor 7 articole *The further development of the shell construction method "Zeiss-Dywidag"* publicate în 1932[53].

În 1931 i s-a înmânat Premiul pentru Merite deosebite acordat de Academia Prusă pentru Construcții, în 1940 medalia Emil Mörsch de către Asociația Germană de Betoane, alături de titlul de *Doctor Honoris Causa* al mai multor universități din Darmstadt, Karlsruhe, Aachen, Berlin și Istanbul.

Lucrări de referință aflate în palmaresul său sunt și: planetariul Zeiss, cu bolta subțire de beton armat, din Jena, Germania (1926), marea hala comercială acoperită cu bolți cilindrice Großmarkthalle din Frankfurt **(**1928), podul de beton armat precomprimat Saalebrücke de la Alsleben (1928), piața acoperită cu pânză subțire de beton armat

[49] Kurrer, Karl-Eugen, *The History of the Theory of Structures*, ed. Wilhelm Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 2008, p. 848

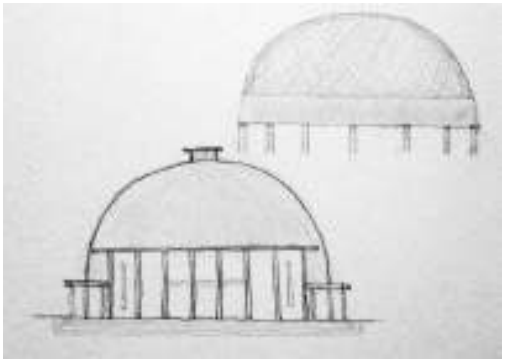
[50] Dischinger, Franz, *Voûtes et coupoles minces en ciment armé*, în *La Technique des Travaux*, v. 7, 1931, partea I în nr. 2, pp. 99-121 și partea a II-a în nr. 3, pp. 147-167

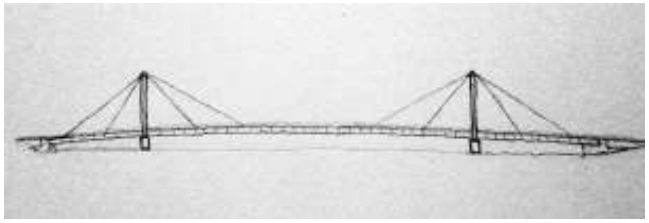
[51] Dischinger, Franz, *L'élimination des moments de flexion supplémentaires dans l'arc à deux articulations avec tirant*, în *Construction et Travaux Publics*, nr. 6, 1933, pp. 266-270

[52] Dischinger, Franz, *Hängebrücken für schwerste Verkehrslasten*, în *Bauingenieur*, vol. 24, 1949, partea I în nr. 3, pp. 65-75 și partea a II-a în nr. 4, pp. 107-113

[53] Dischinger, Franz; Finsterwalder, Ulrich, *The further development of the shell construction method "Zeiss-Dywidag"*, în *Beton und Eisen*, vol. 31, 1932, părțile I-VII în nr. 7-16

Großmarkthalle din Basel, Elveția (1929), podul din beton pretensionat de la Aue în Germania (1937), podul metalic suspendat la Strömsundsbron, Suedia (1955).[54,55]





▲ Fig. 4.35. Podul suspendat de la Strömsundsbron, 1955

◄ Fig. 4.34. Planetariul Zeiss din Jena, 1926

Pier Luigi Nervi (1891-1979)

Fig. 4.36. Pier Luigi Nervi (1891-1979)

Arhitect și inginer constructor, Pier Luigi Nervi își trăgea rădăcinile din orașul italian Sondrino. A studiat ingineria civilă la Universitatea din Bologna, unde a absolvit în 1913. Până în 1923 a lucrat pentru *Società per le Costruzioni Cementizie* în Bologna și Florența. S-a mutat la Roma, înființându-și propria firmă, *Nervi e Nebbiosi* în 1920.

A fost profesor la Universitatea din Roma între anii 1946-1961, iar între 1961 și 1962 a predat la Universitatea din Harvard.

Cunoscut în lumea întreagă pentru frumoasele sale învelitori subțiri de beton armat, a proiectat structuri cu deschideri mari complet din beton, considerându-se economice ca material și a mărit viteza de punere în operă prin eliminarea cofrajele de lemn și adăugarea de elemente prefabricate din beton. Și-a exprimat crezul său ingineresc astfel: "*în activitatea mea inginerească am observat că sugestiile statice interpretate și definite cu răbdare prin studiu și proporționalitate sunt cele mai eficiente surse de inspirație arhitecturală. Pentru mine această regulă este absolută, fără excepție*".[56]

În 1939 își patentează metoda de construire a hangarelor de avioane folosind elemente prefabricate de beton armat, iar în 1943 își patentează bolțile cu deschideri de 300 m din elemente de beton armat, de asemenea, prefabricate. În 1946 inventeaza materialul astăzi cunoscut sub denumirea de *ferociment*.[57,58,59]

O bogată zestre de lucrări scrise ne-a lăsat Nervi, dintre care amintim cărțile: *Scienza o arte del costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato* publicată în 1945[60], *Costruire correttamente* în 1954[61], *Structures* în 1958[62]. Manifestându-și un real interes și pen-

[54] Lorenz, Werner; May, Roland, *Franz Dischinger – Visionär des Brückenbaus*, în cadrul *23. Dresdner Brückenbausymposium*, Dresden, 12 martie 2013
[55] Ricken, H., *Erinnerung an Franz Dischinger (1887-1953)*, în *Bautechnik*, vol. 70, nr. 4, 1993, pp. 234-237
[56] Citat tr. en. prin S. Dieli ș.c. în *About the Hangards and Pier Luigi Nervi* - v. I. Bucur-Horvath și R. Săplăcan, *Forces lines embodied in the building: Palazzetto dello Sport*, în *Journal of IASS*, vol. 54, nr. 2-3, 2013, p. 179
[57] Chiorino, Cristiana, *Eminent Structural Engineer: Pier Luigi Nervi (1891-1979)—Art and Science of Building*, în *Structural Engineering International*, vol. 20, nr. 1, feb. 2010, pp. 107-109
[58] Iori, Tullia, *Pier Luigi Nervi*, ed. Motta Architettura, Milano, 2009
[59] Greco, Claudio, *Pier Luigi Nervi. Dai primi brevetti al Palazzo delle Esposizioni di Torino*, ed. Quart Verlag, Lucerne, 2008
[60] Nervi, Pier Luigi, *Scienza o arte del costruire? Caratteristiche epossibilità del cemento armato*, ed. Bussola, Roma, 1945
[61] Nervi, Pier Luigi, *Costruire correttamente*, ed. Hoepli, Milano, 1954
[62] Nervi, Pier Luigi, *Structures*, ed. Dodge, New York, 1958

tru estetica structurilor, a publicat în 1966 cartea *Aesthetics and Technology in Building*[63].

Activitatea sa extraordinară și contribuțiile aduse în domeniul construcțiilor i-au atras numeroase premii și recunoașteri la nivel mondial, precum: Medalia Wilhelm Exner în 1957, Medalia Brown de la Institutul Franklin din Philadelphia în 1958, Medalia de Aur acordată de Institutul Regal al Arhitecților Britanici în 1960 și Medalia de Aur AIA în 1964. A fost ales membru a numeroase instituții de prestigiu și a primit titlul de *Doctor Honoris Causa* din partea multor universități din lume.

Din raționamente de spațiu, omitem cu certitudine multe dintre frumoasele sale lucrări, amintind aici doar: Palatul de expoziții și evenimente din Torino (1949), binecunoscutul Palazzetto dello Sport din Roma (1958), Turnul Pirelli din Milano (1958), biserica Sacro Cuore din Firenze (1962), catedrala Saint Mary of the Assumption din San Francisco (1971), complexul multifuncțional Scope din Norfolk, SUA (1971), sala de hochei Rupert C. Thompson Arena din Hanover, SUA (1975).[64]

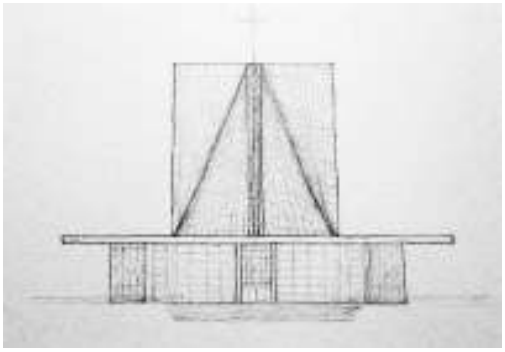


Fig. 4.37. Catedrala Saint Mary of the Assumption, 1971

Fig. 4.38. Sala de hochei Rupert C. Thompson Arena, 1975

Sir Ove Arup (1895-1988)

Inginer englez de origine daneză, născut la Newcastle, Anglia, având părinți scandinavi, Ove Nyquist Arup a fost un om polivalent, începându-și studiile la Academia Sorø din Danemarca, iar în 1913 continua la Facultatea de Filozofie a Universității din Copenhaga, pentru ca în 1918 să înceapă ingineria la Universitatea Tehnică a Danemarcii, în Copenhaga. A absolvit în 1922, la specializarea beton armat. În 1922 a început să lucreze la firma *Christiani & Nielsen* din Hamburg, anul următor mutându-se la Londra. O contribuție de răsunet mondial a avut-o în domeniul structurilor subțiri curbate de beton armat.[65]

Fig. 4.39. Sir Ove Arup (1895-1988)

Singurul proiect realizat doar de el este cafeneaua Labworth pe insula Canvey, la Essex în Anglia. Crezul său, reflectat și în domeniul esteticii, se baza pe ideea colaborării strânse dintre arhitect și inginer. Considera vitală comunicarea cu arhitecții la fiecare fază a proiectului și de aceea a avut numeroase colaborări, printre care și cu: Ernő Goldfinger, Wells Coates, Marcel Breuer, Yorke, Rosenberg & Mardall și Maxwell Fry. A înființat, în 1938, firma *Arup & Arup Ltd*., împreună cu vărul său Arne, pentru lucrări și contracte de inginerie. În 1946 s-a asociat cu Ronald Jenkins, Andrew Young și Geoffrey Wood pentru a înființa firma *Arup and Partners*, ca în 1963 să apară firma *Arup Associates*.

În timpul celui de-al Doilea Război Mondial a militat pentru un design mai bun al adăposturilor de bombe și a publicat o serie de lucrări pe această temă, dintre care enumerăm

[63] Nervi, Pier Luigi, *Aesthetics and Technology in Building*, ed. Universității Harvard, Cambridge, 1966

[64] Castelli, Francesca Romana; Del Monac, Anna Irene, *Pier Luigi Nervi e l'architettura strutturale*, prin Universitatea Sapienza din Roma, ed. Edilstampa srl, Roma, 2011

[65] Brazil, Rachel, *Ove Arup and the philosophy of total design*, în *Engineering & Technology*, vol 11, nr. 7, iul. 2016, pp. 64-66

câteva aici: *Memorandum on Box Frame Construction for Terrace Houses in Great Britain* publicat în 1944[66], *Box Frame Construction* articol publicat în 1945[67], cartea *Doodles and Doggerel* publicată la un an după decesul său[68].[69]

Recunoaşterea meritelor sale s-a reflectat în lista de onoruri care i s-au acordat, printre care şi: Medalia Regală de Aur a Institutului Regal al Arhitecţilor Englezi în 1966, Medalia de Aur de la Instituţia Inginerilor Structurişti în 1973.

Din suita de frumoase lucrări pe care le-a realizat, amintim aici: cafeneau Labworth din Essex (1933), podul pietonal din beton armat Kingsgate din Durham, Anglia (1965), sala de concerte din pânze subţiri de beton armat cu dubla curbura Sydney Opera House din Australia (1973), centrul George Pompidou din Paris (1978), terminalul principal al aeroportului Stansted din Essex, Anglia (1991) şi clădirea terminalului aeroportului internaţional Kansai din Senshukukokita, Japonia la care a colaborat cu Peter Rice (1994), podul Millennium din Londra (2002), clădirea 30 St. Mary Axe din Londra (2004).[70,71,72]

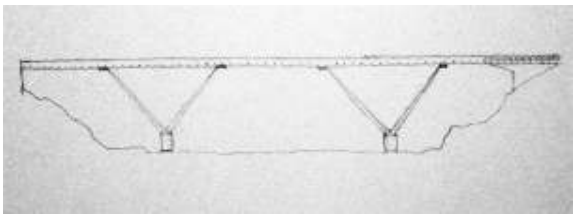


Fig. 4.40. Podul pietonal Kingsgate, 1965

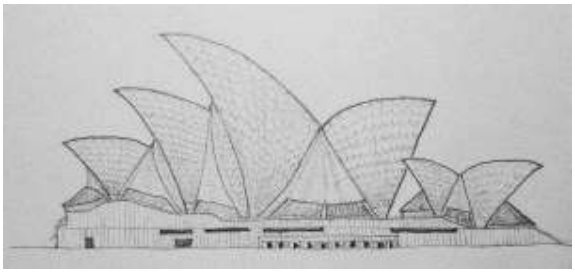


Fig. 4.41. Sydney Opera House, 1973

Eduardo Torroja (1899-1961)

Fig. 4.42. Eduardo Torroja (1899-1961)

Inginer de drumuri, profesor şi cercetător spaniol, născut la Madrid, Eduardo Torroja a urmat cursurile şcolii de inginerie civilă, din cadrul Universităţii Politehnice din Madrid, absolvind în 1923. În 1934 a înfiinţat Institutul Tehnic de Construcţii şi Edificii (ITCE), în cadrul căruia a derulat numeroase cercetări. Din 1939 a fost directorul Institutului Tehnic de Construcţii şi Ciment din Madrid, iar două decenii mai târziu a înfiinţat Asociaţia Internaţională pentru Învelitori subţiri şi Structuri Spaţiale (IASS).

Şi-a început practica profesională în 1923 în cadrul companiei *Hidrocivil*, condusă de José Eugenio Ribera, Torroja începând să proiecteze şi să conducă variate proiecte, de la fundaţii de poduri pe piloţi, la lucrări edilitare şi clădiri diverse.

În 1928 şi-a înfiinţat propria firmă, colaborand cu Modesto López Otero, Manuel Sánchez Arcas, José María Aguirre Gonzalo, Alfonso Peña Boeuf ş.a. Interesele sale principale erau: formele noi, respingerea formulelor predefinite de soluţionare a proiectelor, dezvoltarea şi aplicarea tehnică a inovaţiilor din domeniul ingineriei civile, structurile de tipul pânzelor subţiri

[66] Arup, Ove, *Memorandum on Box Frame Construction for Terrace Houses in Great Britain*, din C.A.C. Arup Archive, nr. 2(16), 1944
[67] Arup, Ove, *Box Frame Construction*, în *Architects Journal*, nr. 6, iunie 1945, pp. 439-440
[68] Arup, Ove Nyquist, *Doodles and Doggerel*, ed. Ove Arup Partnership, 1989
[69] Harris, Graham, *Ove Arup and Box Frame Construction*, în *Construction History*, vol. 22, 2007, pp. 61-74
[70] Billington, David P., *The Tower and the Bridge. The New Art of Structural Engineering*, ed. Princeton University Press, Princeton, SUA, 1983, pp. 223-224
[71] Jones, Peter, *Ove Arup - masterbuilder of the twentieth century*, ed. Yale Unviersity Press, New Haven, SUA, 2006
[72] V. pagina web a firmei: https://www.arup.com/

de beton armat cu dublă curbură. A fost un pionier în designul structurilor parabolice din beton. Filozofia sa profesională includea ideea că structura reflectă personalitatea proiectantului său. Și-a arătat un deosebit interes pentru arta structurală și de aceea lucrările sale îi oglindesc viziunea.

Dintre lucrările scrise rămase de la el, amintim: articolul *Las estructuras mixtas y el puente de Tordera* publicat în 1945[73], *El hormigón pretensado y sus campos especificos de aplicación* în 1951[74], cartea de referință *Philosophy of Structures* publicată în 1958[75] și *Razon y Ser de los Tipos Estructurales* în 1960[76].

La nivel social, s-a remarcat prin proiectul derulat după al Doilea Război Mondial pentru reconstruirea caselor și tipizarea lor. A organizat un concurs internațional fără precedent în jurul acestei teme, rezultând 89 de modele prezentate de autori din 17 țări.[77]

Pentru contribuțiile sale excelente la domeniul construcțiilor a primit în 1954 Medalia Wilhelm Exner.

Dintre lucrările sale de referință pentru orice specialist în domeniu, amintim aici: copertina de beton pentru acoperirea tribunei de spectatori la hipodromul Zarzuela din Madrid (1925), apeductul Tempul (1926), piața comercială din Algeciras (1934), rezervor de apă la Madrid (1936), biserica pe structură subțire curbată de beton armat și cărămidă Pont de Suert de la El Pont de Suert, Spania (1951), depozitul de apă de tip turn de la Mohammedia, Maroc (1957), biserica Gandia din Valencia (1961).[78,79,80]

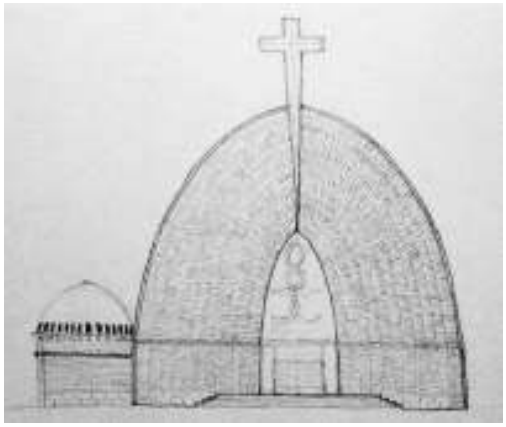


Fig. 4.43. Biserica Pont de Suert de la El Pont de Suert, 1951

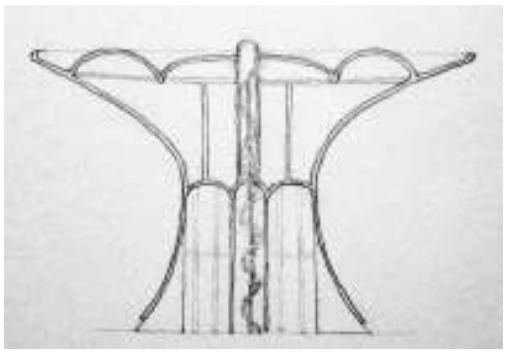


Fig. 4.44. Turnul de apă de la Mohammedia, 1957

Nicolas Esquillan (1902-1989)

Inginer francez, Nicolas Esquillan era specializat pe lucrări structurale de artă. A absolvit în 1922 Școala Națională de Arte și Meserii din Chalon-sur-Marne. A lucrat pentru Simon Boussiron începând din 1923, participând la studierea multor opere de artă sub îndrumarea lui Roger Valette. A devenit în 1941 director tehnic al firmei lui Boussiron.

A realizat numeroase lucrări ample de poduri, viaducte, turnuri de apă, săli de expoziție, săli de sport. Viziunea sa profesională, consta în dorința principală de a identifica punctele de descărcare a încărcărilor structurii, pentru a realiza acest lucru în mod rațional și economicos.

[73] Torroja y Miret, Eduardo, *Las estructuras mixtas y el puente de Tordera*, în *Revista de Obras Públicas*, vol. 93, nr. 2767, nov. 1945, pp. 497-504

[74] Torroja y Miret, Eduardo, *El hormigón pretensado y sus campos especificos de aplicación*, în *Hormigón pretensado*, vol. 2, nr. 9, 1951, pp. 1-33

[75] Torroja y Miret, Eduardo, *Philosophy of Structures*, ed. University of California Press, Los Angeles, 1958

[76] Torroja y Miret, Eduardo, *Razon y Ser de los Tipos Estructurales*, prin *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*, Madrid, 1960

[77] Cassinello, Pepa, *Eduardo Torroja. 1949 - Strategy to Industrialise Housing in Post-World War II*, în *Histories od PostWar Architecture*, [nr. unic], mar. 2017, pp. 1-38

[78] Fernández Ordóñez, José Antonio; Navarro Vera, José Ramón, *Eduardo Torroja. Ingeniero – Engineer,* ed. Pronaos, Madrid, 1999

[79] Rüsch, Hubert, *Eduardo Torroja*, în *Beton- und Stahlbetonbau*, vol. 56, nr. 8, aug. 1961, pp. 203-204

[80] Torroja y Miret, Eduardo, *The Structures of Eduardo Torroja*, prin Ministerio de Fomento, Madrid, 2000

Fig. 4.45. Nicolas Esquillan (1902-1989)

Mai multe lucrări realizate de-ale sale au fost recorduri mondiale – Viaductul Mediteranei, podul La Coudette, hangarul de avioane de la Marignane, podul Tancarville, CNIT.

A publicat multe lucrări scrise descriindu-și lucrările particulare, dar și lucrări generale, precum: articolul *Construction en béton. Du centenaire du Béton Armé au Cinquantenaire de la Chambre Syndicale des Constructeurs en Ciment Armé (1949-1954)* publicat în 1954[81], împreună cu Y. Saillard, *Hanging Roofs. Proceedings of the IASS Colloquium on Hanging Roofs, Continuous Metallic Shell Roofs and Superficial Lattice Roofs* în 1963[82], autor unic al lucrării *Les bâtiments industriels et religieux* publicate în 1966[83].

Dintre distincțiile pe care le-a primit pentru contribuțiile deosebite aduse la domeniul structurilor și al esteticii lor, se numără și: Medalia de Aur Gustave Magnel de la Asociația Inginerilor de la Universitatea din Gand în 1960, Medalia Eugène Freyssinet din partea Federației Internaționlă a Betonul Precomprimat, în 1970[84], Marea Medalie de Argint a Academiei Franceze de Arhitectura în 1971, premiul Nessim Habif de la Societatea Inginerilor Arte și Meserii din Franța în 1972.

Dintre lucrările sale realizate, amintim aici câteva din Franța, totuși din nefericire omițând numeroase opere de artă din lipsa de spațiu: podul La Coudette din Peyrehorade (1942), Viaductul Mediternei între Ternay și Grigny (1950), hangarul de avioane de la Marignane (1952), Palatul de Expoziție de la Nisa (1956), Centrul Industriilor și al Tehnologiilor Noi din Paris (CNIT, 1958), podul suspendat pe piloni de la Tancarville (1959), Palatul Sporturilor Pierre Mendès din Grenoble (1968).[85,86,87]

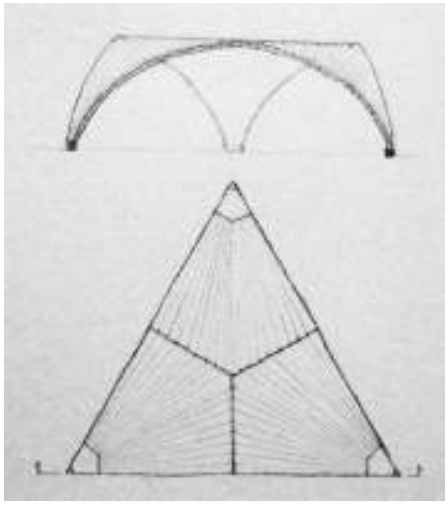


Fig. 4.46. CNIT, Paris, 1958 (plan și vedere)

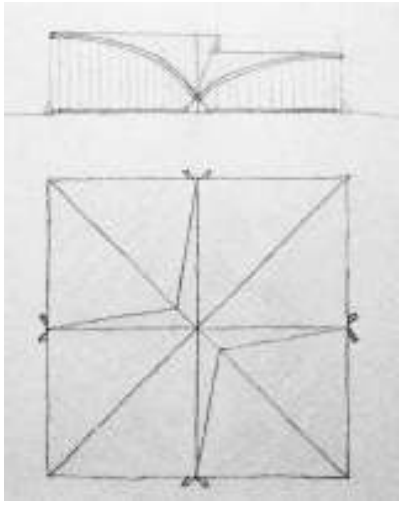


Fig. 4.47. Palatul Sporturilor Pierre Mendès, 1968 (plan și vedere)

[81] Esquillan, Nicolas, *Construction en béton. Du centenaire du Béton Armé au Cinquantenaire de la Chambre Syndicale des Constructeurs en Ciment Armé (1949-1954)*, în *Travaux*, nr. 236, iun. 1954, p. 517

[82] Esquillan, Nicolas; Saillard, Y., *Hanging Roofs. Proceedings of the IASS Colloquium on Hanging Roofs, Continuous Metallic Shell Roofs and Superficial Lattice Roofs*, ed. North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1963

[83] Esquillan, Nicolas, *Les bâtiments industriels et religieux*, în *Travaux*, nr. 376, mai 1966, pp. 709-748

[84] V. pagina web FIB: https://www.fib-international.org/federation/awards.html

[85] Marrey, Bernard, *Un ingenieur d'entreprise: Nicolas Esquillan*, în *Constructions & Techniques*, nr. 26, 1992, pp. 232-240

[86] Marrey, Bernard, *Écrits d'ingénieurs*, ed. de Linteau, Paris, 1997, pp. 163-175

[87] AIG, *Médaille d'or Gustave Magnel décernée à M. Nicolas Esquillan*, în *Travaux*, nr. 303, ian. 1960, p. 42

Anton Tedesko (1903-1994)

Inginer germano-american născut în Germania, a crescut în Graz și Viena, urmând facultatea la Universitatea Tehnică din Viena și absolvind-o în 1926 cu diploma de inginer civil.

Fig. 4.48. Anton Tedesko (1903-1994)

Între 1930 și 1932 a lucrat la firma *Dyckerhoff & Widmann*, unde a colaborat cu Franz Dischinger, în mod notabil la planetariul Zeiss din Jena, și cu Ulrich Finsterwalder. În continuare, a colaborat cu firma *Roberts & Schaefer* care l-a dus la Chicago pentru a promova structurile de pânze subțiri de beton armat. Abia în 1967 și-a înființat propria firmă de inginerie și consultanță în inginerie, după o strânsă colaborare cu Forțele Aeriene Americane pentru care construise mai multe hangare de avioane.

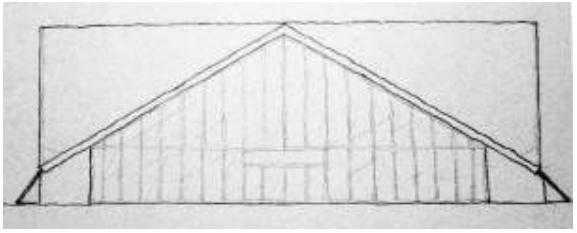
A adus importante contribuții la capitolul structurilor de acoperire de tipul pânzelor autoportante din beton armat. În SUA a fost responsabil pentru proiectarea a peste 60 de structuri de pânze subțiri din beton armat. Abordarea sa în designul ingineresc se baza pe echilibrul dintre teorie, experiența pe scară largă cu structuri și o strânsă colaborare cu antreprenorii. Decât să importe pur și simplu modelele de structuri subțiri de beton din Europa, a preferat să dezvolte proiecte noi și inovatoare pentru a se adapta la practicile inginerești și tehnice din SUA.

Ne-a lăsat mai multe convorbiri cu colaboratori și lucrări de specialitate scrise, printre care de referință sunt și: articolul *Wide-span hangars for the U.S. Navy* publicat în 1941[88], *Multiple ribless shells* în 1961[89] și *Shells 1970 - History and outlook* în 1970[90].

Pentru aportul său adus domeniul construcțiilor, a primit Premiul pentru Contribuții Deosebite în Inginerie Civilă acordat de Societatea Americană de InginerieCivilă (ASCE) în 1966, Premiul pentru Merit Internațional în Inginerie Structurală de la IABSE în 1978, de la Fundatia ACI Premiul Lindau în 1973 și Premiul Arthur J. Boase în 1978, iar în 1998 Fundația IABSE a instituit Medalia Anton Tedesko în onoarea sa. A fost ales membru în mai multe comitete și asociații de specialiatate.

Dintre lucrările sale realizate, sunt amintite aici, din SUA: planetariul Hayden din Manhattan (1934, demolat în 1997), hangare de avioane la North Island în San Diego (1941), stadionul Denver Coliseum din Colorado (1952), un terminal al aeroportului internațional St. Louis (1954), ansamblul intrării în magazinul May-Daniels & Fisher din Denver (1959, demolat), clădirea Vehicle Assembly Building a NASA în Cape Carnaveral (1966).[91,92,93,94]

▲ Fig. 4.49. Terminalul aeroportului St. Louis, 1954



► Fig. 4.50. Intrarea în mag. May-Daniels & Fisher din Denver, 1959

[88] Tedesko, Anton, *Wide-span hangars for the U.S. Navy*, în *Civil Engineering*, nr. 11, 1941, pp. 697-700

[89] Tedesko, Anton, *Multiple ribless shells*, în *ASCE Journal*, Structural Division, nr. 87(7), 1961, pp. 107-124

[90] Tedesko, Anton, *Shells 1970 - History and outlook*, în cadrul *ACI Symposium Proceedings*, prin Institutul American al Betonului, New York, 1970

[91] Hines, Eric; Billington, Jr, David, A*nton Tedesko and the Introduction of Thin Shell Concrete Roofs in the United States*, în *ASCE Journal*, vol. 130, nr. 11, nov. 2004, pp. 1639-1650

[92] Schlaich, Jörg, *Anton Tedesko*, în *Beton- und Stahlbetonbau*, vol. 88, nr. 5, mai 1993, pp. 137-146

[93] Weingardt, Richard G., *Anton Tedesko - Father of Thin-Shell Concrete Construction in America*, în S*tructure Magazine*, nr. 69, apr. 2007, pp. 69-71

[94] Billington, David P., *Anton Tedesko: Thin Shells and Esthetics*, în *Journal of the Structural Division (ASCE)*, vol. 108, nr. 11, nov. 1982, pp. 2539-2554

Mario Salvadori (1907-1997)

Fig. 4.51. Mario Salvadori (1907-1997)

Inginer italian născut la Roma, Mario Salvadori şi-a petrecut o mare parte din copilărie la Madrid, dar a revenit în Italia, începându-şi studiile în inginerie pentru ca în 1930 să obţină doctoratul în inginerie civilă, iar în 1933 în matematică, la Universitatea din Roma. A fost cadru didactic la aceeaşi instituţie, în departamentul de inginerie, şi consultant la Institutul Naţional pentru Aplicaţii de Calcul din Italia, până în 1938 când a plecat în SUA. Din 1959 a fost profesor la Universitatea din Columbia în cadrul departamentelor de arhitectură, urbanism şi conservarea patrimoniului.

Preocupat în mod deosebit de metodele didactice ale învăţământului din specialităţile sale, în 1987 a înfiinţat Centrul Educaţional Salvadori pentru Mediu Construit, în Manhattan, care îmbina proiectarea construcţiilor cu utilizarea matematicii. În construcţii, a adus contribuţii în realizarea structurilor subţiri curbate din beton armat de tipul cochiliilor şi în sectorul prevenirii colapsării structurilor. A colaborat cu Eero Saarinen, de pildă la clădirea CBS din Manhattan.

Salvadori a fost autorul a zece cărţi despre structuri şi arhitectură, dintre care enumerăm aici: *Building: The Fight Against Gravity* publicată în 1979[95], *Why Buildings Stand Up: The Strength of Architecture* în 1980[96], împreună cu Robert Heller cartea *Structure în Architecture: The Building of Buildings* publicată în 1963[97], iar cu Matthys Levy, *Why Buildings Fall Down: Why Structures Fail* în 1992[98]. A scris, de asemenea, cinci cărţi despre matematica aplicată. La moartea sa era *Profesor Emeritus* în Inginerie Civilă şi Ştiinţe Aplicate, respectiv în Arhitectură, la Universitatea din Columbia.

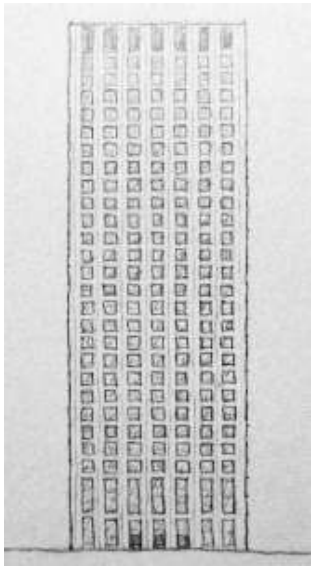


Fig. 4.52. Clădirea CBS din New York, 1962

Pentru contribuţiile sale deosebite aduse ştiinţei şi tehnicii în domeniul construcţiilor, i-au fost aduse numeroase recunoaşteri, precum: premiul Moisseiff de la ASCE în 1952, Medalia Wason de la Institutul American al Betonului în 1953, Medalia Pupin pentru Serviciul Remarcabil adus naţiunii în arhitectură şi inginerie, de la Universitatea din Columbia în 1991, premiul George Winter de la ASCE în 1991, Medalia Hoover de la Societatea Americană de Inginerie Civilă în 1993, Medalionul Topaz pentru excelenţă în educaţia de arhitectură de la cinci instituţii de inginerie concomitent, printre care şi ASCE, în 1993, Premiul fondatorilor de la Academia Naţională de Inginerie din 1997 şi numeroase diplome de onoare de la instituţii de prestigiu din domeniile sale.

Dintre lucrările sale realizate, amintim: restaurantul hotelului La Concha la San Juan în Perto Rico (1958), Universitatea din Bagdad (1957), clădirea CBS din New York (1962), biblioteca Augustus Long a Universităţii din

[95] Salvadori, Mario, *Building: The Fight Against Gravity*, ed. Atheneum, New York, 1979
[96] Salvadori, Mario, *Why Buildings Stand Up: The Strength of Architecture*, ed. W. W. Norton, New York, 1980
[97] Salvadori, Mario; Heller, Robert A., *Structure in Architecture: The Building of Buildings*, ed. Prentice Hall, New York, 1963
[98] Levy, Matthys; Salvadori, Mario, *Why Buildings Fall Down: Why Structures Fail*, ed. W.W.Norton, New York, 1992

Columbia (1976), Centrul Academic de Nord (NAC) la Colegiul Municipal din New York (1984).[99,100,101]

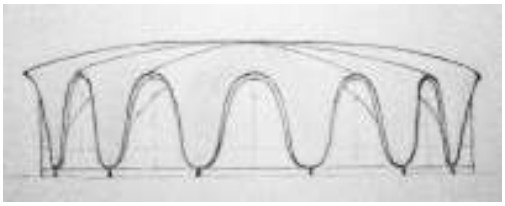


Fig. 4.53. Restaurantul La Concha la San Juan din Perto Rico, 1958

Fritz Leonhardt (1909-1999)

Inginer structurist de origine germană, Fritz Leonhardt s-a născut la Stuttgart, a studiat la universitatea din orașul natal, de unde în 1938 a obținut diploma de doctor, și la Universitatea Purdue. Specializat pe poduri suspendate pe cabluri, la 28 de ani a fost ales responsabilul de proiect la podul Cologne-Rodenkirchen. În 1954 și-a înființat firma de consultanță *Leonhardt und Andrä*, împreună cu Andra Wolfhart, cu care colaborase și la podul Cologne-Rodenkirchen, cel mai mare pod suspendat din Europa la momentul respectiv.

Fig. 4.54. Fritz Leonhardt (1909-1999)

A fost profesor la Universitatea din Stuttgart, predând cursuri de proiectare a structurilor din beton armat și beton pretensionat, iar între 1967 și 1969 a fost rectorul Universității.

Leonhardt a avut o activitate de cercetare și de proiectare foarte prolifică, iar contribuțiile sale majore aduse domeniului podurilor s-au reflectat în: dezvoltarea unui sistem tehnologic pentru podurile din beton pretensionat, ancorarea *hi-am* pentru fixarea cablurilor, experimentări de poduri ortotropice din metal etc. A derulat numeroase studii, de pildă, vis-a-vis de: ancoraje pentru betonul pretensionat, materiale compozite din oțel cu rezistente ridicate la oboseala, estetica structurilor etc. Ne-a lăsat, prin urmare, o bogata zestre scrisa, din care amintim aici din limita de spatiu doar: articolul *Bedeutung der Bauphysik im Hinblick auf die Energiepolitik* publicat în 1991[102], *The Significance of Aesthetics în Structures* în 1996[103], cartea *Brücken / Bridges*, a 4-a editie în 1994[104] și, împreună cu Erwin Heinle, cartea *Türme aller Zeiten - aller Kulturen* în 1997[105].

Contribuțiile sale au fost apreciate la cel mai inalt nivel, primind titluri doctorale de onoare de la șase universități și i s-au acordat numeroase recunoasteri, printre care se numără: premiul Werner von Siemens Ring de la Fundatia Stiftung Werner-von-Siemens-Ring în 1964, medalia de onoare Emil

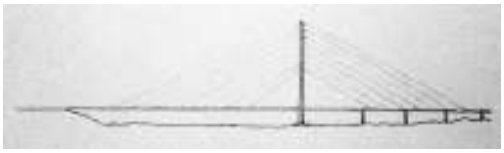
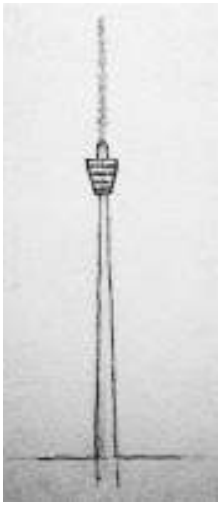


Fig. 4.55. Podul Fleher la Neuss, 1979

[99] Weingardt, Richard G., *Mario Salvadori - Champion of Structural Design in Architecture*, în *Structure Magazine*, nr. 52, nov. 2005, pp. 62-66
[100] Levy, Matthys, *Eminent Structural Engineer: Dr Mario Salvadori*, în *Structural Engineering International*, vol. 17, nr. 2 mai 2007, pp. 193-195
[101] Brockway, Kim, *Mario Salvadori, Architect, Engineer*, în *Record*, prin Universitatea Columbia, vol. 23, nr. 2, New York, 1997
[102] Leonhardt, Fritz, *Bedeutung der Bauphysik im Hinblick auf die Energiepolitik*, în *Bauphysik*, vol. 13, nr. 5, oct. 1991, pp. 129-131
[103] Leonhardt, Fritz, *The Significance of Aesthetics in Structures*, în *Structural Engineering International*, vol. 6, nr. 2, mai 1996, pp. 74-76
[104] Leonhardt, Fritz, *Brücken / Bridges*, a 4-a ed., ed. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, 1994
[105] Heinle, Erwin; Leonhardt, Fritz, *Türme aller Zeiten - aller Kulturen*, a 3-a ed., ed. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, 1997



Mörsch de la Asociația Germana de Betoane în 1967, medalia Eugène Freyssinet de la FIP în 1974, Medalia de Aur a Instituției Inginerilor Structuriști (IStructE) în același an și Premiul International de Merit IABSE în 1981. În cinstea să, în 1999 la implinirea a 90 de ani, Camera Inginerilor Baden-Württemberg din Germania și Asociația Inginerilor Consultanti au instituit premiul care îi poartă numele[106].

Dintre lucrările sale, amintim: podul suspendat Rheinbrücke în Köln (1941), podul Deutzer la Köln (1948), turnul de televiziune din Stuttgart (1956), podul Pasco-Kennewick din SUA (1978), podul Fleher la Neuss în Germania (1979), podul Helgeland în Norvegia (1981).[107,108,109]

Fig. 4.56. Turnul de televiziune din Stuttgart, 1956

Tung-Yen Lin (1911-2003)

Fig. 4.57. Tung-Yen Lin (1911-2003)

Inginer de origine chineza, Tung-Yen Lin a urmat studiile de inginerie civilă la Jiao Tong University, absolvind în 1931 și completându-le cu un masterat încheiat în 1933 la Universitatea Berkeley din California, unde avea să revină în 1946 pentru a preda un curs de proiectare a podurilor. În China proiectase, de asemenea, poduri pentru căile ferate, devenind responsabilul a peste 1000 dintre acestea din regiunea Chongqing-Chengdu. La Berkeley s-a remarcat printr-un stil aparte de a preda, punând accentul pe modul de a proiecta forme și comportamente structurale, estompând puțin importanța adusă calculelor, matematicii sau analizei.

Considerat de unii cel mai fascinant inginer structurist al secolului trecut[110], Tung-Yen Lin a fost numit și *tatăl betonului pretensionat*, de a cărui tehnologie a fost puternic atras, drept pentru care a petrecut un an în Belgia alături de Gustave Magnel. În timpul acestei experiențe a scris cartea *Design of Prestressed Concrete Structures*, publicată în 1954. A propus metoda *echilibrării încărcărilor* pentru proiectarea structurilor din beton pretensionat, care era ușor de înțeles și presupunea puține calcule. Timp de decenii, a fost un inovator și un promotor al utilizării betonului pretensionat la structuri de mari deschideri, lucrări industriale mari, ca și reactoarele nucleare, sau poduri.

A înființat în 1953 firma de consultanță inginerească *T.Y. Lin Associates* în Los Angeles, împreună cu un fost student. La început, lucrările erau comandate din beton prefabricat, dar între timp a glisat spre producerea de elemente structurale din beton pretensionat. În ultima parte a activității, tehnologia preferată era cea a betonului postcomprimat. Din 1976 a renunțat la învățământul de specialitate pentru a se dedica exclusiv aprofundării practicii.

---

[106] V. pagina web: https://www.ingbw.de/ingenieurkammer/about-us.html

[107] Andrä, Hans-Peter, *Beispiele aus den Arbeiten von Fritz Leonhardt im Hoch- und Industriebau*, în *Stahlbau*, vol. 68, nr. 7, iul. 1999, pp. 494-506

[108] Kleinmanns, J.; Weber, C., *Die unbekannte Seite Fritz Leonhardts - Sein Beitrag zum Stahlbau*, în *Stahlbau*, vol. 78, nr. 6, iun 2009, pp. 371-377

[109] Schüller, M.; Voormann, F., *Fritz Leonhardt als junger Ingenieur - Frühe Erfahrungen im Großbrückenbau*, în *Stahlbau*, vol. 78, nr. 6, iun. 2009, pp. 378-384

[110] Jim DeStefano, *Great Achievements – Tung-Yen Lin*, în *Structure Magazine*, nr. 29-30, dec. 2003–ian. 2004, p. 42

A primit numeroase recunoașteri internaționale, devenind membru al Academiei Naționale de Ingineriei din SUA, i s-a înmânat Medalia Națională de Știință în 1986, Premiul de Excelență al Institutului American al Arhitecților, medalia Freyssinet a Federației Internaționale a Betonului Pretensionat ș.a.[111]

Printre lucrările de referință pe care le-a realizat sau la care a contribuit se numără podurile din Taipei Guangfu (1977) și Guandu (1983), podul Nanning în orașul cu același nume din China (2009), iar din SUA Memorialul Coloseum al Veteranilor din Arizona, la Phoenix (1965) și Centrul George R. Moscone din San Francisco (1981).[112]

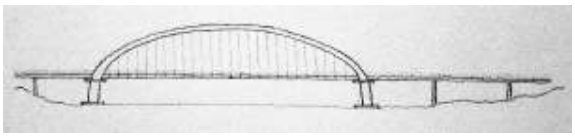


Fig. 4.58. Podul Nanning din China, 2009

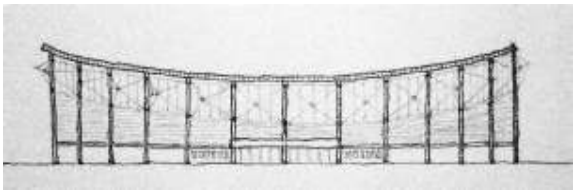


Fig. 4.59. Memorialul Coloseum din Arizona, 1965

Guohao Li (1913-2005)

Guohao Li a fost un expert inginer structurist și de poduri, de origine chineză, care a studiat ingineria civilă la Universitatea Tongji din Shanghai, absolvind în 1936, și a obtinut în 1939 titlul de doctor la Universitatea Tehnică din Darmstadt, Germania, cu lucrarea *Practical Analysis Method of Suspended Bridge by Second Order Theory*. Aceasta a avut un succes răsunător la nivel internațional, drept pentru care i s-a spus *maestrul podurilor pe cabluri Li.*

Fig. 4.60. Guohao Li (1913-2005)

Lucrările sale teoretice au privit și probleme inginerești de rezistență la cutremure și la explozii. În lucrarea *New Calculation Method for Truss and Other Similar Structures,* publicată în 1943, el a propus o metodă nouă de analiză a structurilor zăbrelite, prin determinarea elementelor discrete ale sistemului de tip rețea ca sistem continuu și obținerea soluției printr-o ecuație diferențială. Această metodă era similară teoriei de membrană, dar era dedicată podurilor suspendate. În 1973 publica lucrarea *Torsion Theory of Spar-Truss Bridge Torsion, Stability and Vibration*, pe tema proiectării și a construirii de poduri zăbrelite, iar în 1977 cartea *The Computation of Transverse Load Distribution on Highway Bridges* care cuprinde cei 30 de ani de cercetări derulate asupra analizelor spațiale de poduri.

A fost profesor de Structuri Metalice, Poduri de Oțel, Dinamica Structurii, Mecanica Plăcilor și Învelitorilor Subțiri Curbate, dar și rectorul Universității Tongji[113]. A fost renumit pentru preocupările pe care le-a avut pentru a crea o teorie nouă de proiectare a podurilor, *Teoria Podurilor Suspendate Li*, pentru rezolvările de probleme analitice spațiale și non-liniare de stabilitate și rezonanță la structurile podurilor cu deschideri mari, pentru metoda de analiză în sistem continuu pentru un sistem structural din bare și pentru teoria încovoierii și a torsiunii structurilor zăbrelite.

[111] Academia Națională de Științe, Inginerie și Medicina SUA, *Tung-Yen Lin*, Memorial Tributes, vol. 13, 2010, pp. 129-132

[112] Baza Internațională de Date *Structurae*, *Tung-Yen Lin*

[113] Xiang, Haifan, *Reaping the Rewards after Much Pain—In Memory of Academician LI Guohao*, 2012, extras din *Biography of Chinese Scientific and Technological Expert Civil Engineering and Architecture*, în *Bridge*, nr. 2, 2004, tr. Nessy Liu

A fost ales membru al Academiei Chineze de Științe în 1955 și al Academiei Chineze de Inginerie în 1994.[114] În 1981 a fost clasat al 10-lea cel mai faimos expert de poduri de către Asociația Internațională de Poduri și Inginerie Structurală (IABSE), iar în 1987 i s-a acordat Premiul Internațional de Merit in Inginerie Structurală.

Printre cele mai renumite lucrări ale sale se numără: podul Wuhan peste râul Yangtze (1957), podul Nanjing peste râul Yangtze (1968), podul Nanpu din Shangai (1991), podul de cale ferată Chengdu-Kunming in zona Yunnan (2008). [115]

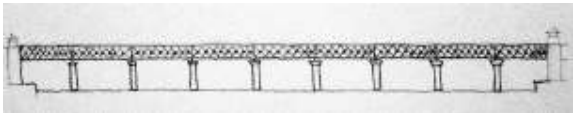


Fig. 4.61. Podul Wuhan peste râul Yangtze, 1957

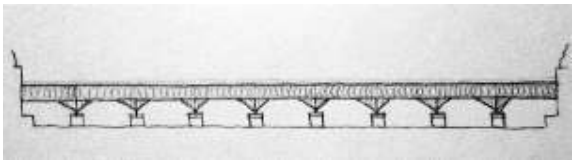


Fig. 4.62. Podul Nanjing peste râul Yangtze, 1968

Eladio Dieste (1917-2000)

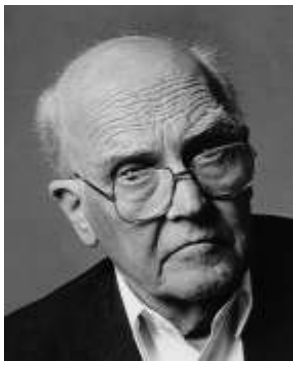


Fig. 4.63. Eladio Dieste (1917-2000)

Eladio Dieste a fost un inginer și arhitect uruguayan, care a studiat la Facultatea de Inginerie a Universității Republicii din Montevideo absolvind-o în 1943, unde avea să fie din 1944 profesor de Teoria Mecanicii și, ulterior, de Poduri și Structuri cu mari deschideri.[116]

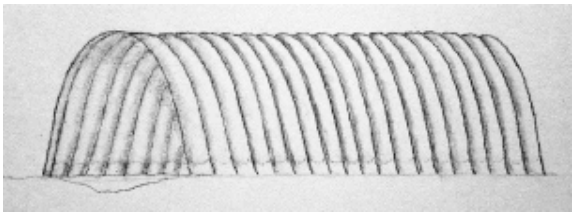
A avut o contribuție excepțională în estetica structurilor prin lucrările sale inovative de tipul bolților gaussiene, al învelitorilor subțiri curbate dintr-un strat de cărămidă și al structurilor cu arce funiculare. Funcțiunile obiectivelor sale constau în silozuri de grâne, fabrici, biserici și piețe agroalimentare și se găsesc preponderent în Uruguay. A făcut parte din grupul inginerilor și al arhitecților moderniști care au îmbinat genialitatea celor două domenii pentru a genera lucrări cu o valoare structurală și estetică de referință mondială, alături de Félix Candela cu activitate în Mexic, Carlos Raúl Villanueva în Venezuela și Guillermo Gonzalez Zuleta în Columbia. De asemenea, el a urmărit să creeze lucrări cu resurse financiare reduse, folosindu-se de materialele locale, mai ales cărămida și plăcile ceramice, care nu necesitau grinzi suplimentare, erau mai ieftine decât betonul armat, dar se folosea și de comportamentul mecanic al formelor proiectate – plăcile subțiri ondulate generând rezistență și rigiditate prin forma proprie.

Dieste spunea că o arhitectură valoroasă din punct de vedere constructiv rezultă din utilizarea materialelor cu o conștientizare profundă a însușirilor și a posibilităților acelora[117]. El adăuga că nu prin acumularea de material are rezistență o construcție, ci prin forma elegantă pe care noi i-o oferim materialului de construcție.[118]

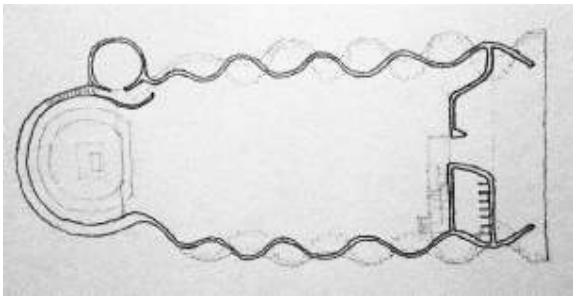
Dintre lucrările sale de referință amintim: silozul de grâne Cadyl din Young (1978), biserica Hristos Lucrătorul din Atlantida (1960), biserica San Juan de Avila din Alcalá de Henares (1998), biserica Sf. Petru din Durazno (1971), biserica Madre del Rosario din Mejorada

[114] China Vitae, *Li Guohao*, http://www.chinavitae.com/biography/Li_Guohao/full (accesat august 2018)
[115] Xiang, Hai-Fan, *Eminent Structural Engineer: Professor LI Guohao*, în *Structural Engineering International*, nr. 1 (16), 2006, pp.74-77
[116] Dieste, Eladio; Daguerre, Mercedes; Chiorino, Mario Alberto; Silvestri, Graciela, *Eladio Dieste: 1917-2000*, ed. Electa, Milano, 2003, p. 8
[117] Curtis, William J. R., *Modern Architecture since 1900,* ed. Prentice Hall, 1983, p. 575
[118] Pedreschi, Remo, *The Engineer's Contribution to Contemporary Architecture – Eladio Dieste,* ed. Thomas Telford Ltd, 2000, p. 21

del Campo (1997), depozit la fabrica TEM în Montevideo (1979) și un Centru Comercial în Montevideo (1988).[119]



▲ Fig. 4.64. Silozul de grâne Cadyl din Young, 1978



► Fig. 4.65. Biserica San Juan de Avila, 1998 (plan)

David Jawerth (1920-1998)

Inginer civil suedez David Jawerth a atras atenția internațională prin sistemul său constructiv destinat acoperișurilor suspendate pe care l-a brevetat în 1960, ulterior preluat masiv de specialiștii din domeniu. Invenția sa a fost apreciată și pusă în operă în mod deosebit în Franța și în Belgia.[120]

Deschiderile pe care reușea să le acopere cu succes, fără niciun sprijin intermediar constau în structuri suspendate pe cabluri întinse prevăzute în perechi, unul concav (portant) și altul convex (stabilizator). Cablurile din pereche sunt legate cu diagonale, generând triunghiuri, și sunt ancorate în diafragme marginale de beton armat. Și-a promovat brevetul prin instituția Interstatik[121] și a înființat firma de consultanță în construcții *David Jawerth Konsulterande Ingenjörsbyra AB*.

A publicat o serie de articole care îi descriu proiectele și sistemul structural valorificat în frumoase lucrări, printre care: *Ausbau und Überdachung des Eisstadions Stockholm-Johanneshov* publicat în 1962[122], *Hangar para el avión del Shah del Irán* în 1965[123], împreună cu Hans Hottinger articolul *Cubiertas colgantes pretensadas*, publicat în 1960[124], cu H. Schulz, cartea *Ein Beitrag zur Eigenschwingungen, windanfachenden Krafte und aerodynamischen Stabilität bei hangenden Dachern* publicată în 1966[125].

A obținut numeroase premii, precum Medalia de Aur la Salonul de Expoziții de la Bruxelles din 1959 și Medalia de Argint de la Academia Franceză de Arhitectură în 1974.

Activitatea sa impresionantă, care exploatează sistemul constructiv brevetat, se pretează pentru structuri industriale, săli de sport, numără patinoare închise, terminale, hangare de avioane, un stadion olimpic și clădiri de învățământ. Dintre acestea, amintim aici: Palatul Sporturilor de la Värnamo, Suedia (1958), patinoarul acoperit Johannishov (Hovet) la Stockholm (1961), stadionul de hochei de la Helsinki (1961), scena în aer liber din Ötigheim, Germania (1962), Palatul Sporturilor din Stockholm (1963), hangarul de avioane Shah la Teheran,

[119] V. și studiile făcute de Pedreschi, R & Theodossopoulos, D - *The double-curvature masonry vaults of Eladio Dieste*, 2007; Pedreschi, Remo F. - *Eladio Dieste: Resistance through form*, 2010; Anderson, Stanford, *Seven Structural Engineers: The Felix Candel Lectures - Eladio Dieste: A Principled Builder*, 2006

[120] Pagina web cu anunțul decesului ing. David Jawerth: https://www.dn.se/arkiv/familj/dodsfall-david-jawerth/

[121] Frapier, Christel, teză de doctorat *Les ingénieurs-conseils dans l'architecture en France, 1945-1975: réseaux et inter-nationalisation du savoir technique. Art et histoire de l'art*, prin Université Panthéon-Sorbonne, Paris I, 2009, p. 121

[122] Jawerth, David, *Ausbau und Überdachung des Eisstadions Stockholm-Johanneshov*, in IABSE Journal, nr. 16, 1962, p. 4

[123] Jawerth, David, *Hangar para el avion del Shah del Iran*, in *Informes de la Construccion*, vol. 17, nr. 169, apr. 1965, pp. 75-79

[124] Jawerth, David; Hottinger, Hans, *Cubiertas colgantes pretensadas*, prin Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento, 1960

[125] Jawerth, David; Schulz, H., *Ein Beitrag zur Eigenschwingungen, windanfachenden Krafte und aerodynamischen Stabilität bei hangenden Dachern*, ed. Der Stahlbau, Berlin, 1966

terminalul Cargo KLM la Handelskade, Olanda (1966), sala de concerte Rodahal din Kerkrade, Olanda (1966), sala de hochei pe gheata Jordal Amfi din Oslo (1967), hala fabricii din Lesjöfors, Suedia (1970), restaurantul Svalan în Orebro, Suedia (1970).

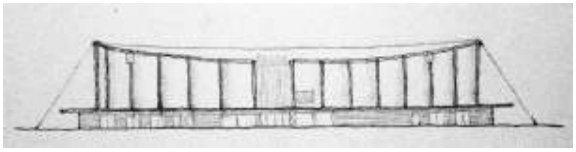


Fig. 4.66. Patinoarul acoperit Johanneshov (Hovet), Stockholm, 1961

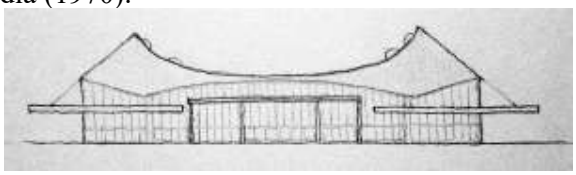


Fig. 4.67. Sala de concerte Rodahal din Kerkrade, 1966

Mircea Mihailescu (1920-2006)

Fig. 4.68. Mircea Mihailescu (1920-2006)

Inginer român de referinţă internaţională, Mircea Mihailescu a absolvit Facultatea de Construcţii la Universitatea Politehnică din Bucureşti în 1944. Aici şi-a început cariera de dascăl la disciplina Construcţii de beton armat, specialitate pe care a predat-o şi la Academia Tehnică Militară din capitală începând din 1952, pentru ca din 1964 să facă parte din corpul didactic al catedrei de acelaşi profil la Institutul Politehnic, ulterior Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca.

Preocupările sale profesionale s-au axat pe structurile învelitorilor subţiri de diverse tipologii: speciale, de tip paraboloid hiperbolic asimetric (cu două directoare şi plan director), velaroilade, altele descrise de o ecuaţie de gradul patru şi de tip scoică.

De asemenea, a fost preocupat de analiza învelitorilor subţiri, a condiţiilor de echilibru ale învelitorilor subţiri, teoria de membrană, teoria de încovoiere la învelitorile având curbura variabilă, precomprimarea învelitorilor subţiri, elementele lenticulare de beton precomprimat. A publicat peste 100 de lucrări în domeniu, printre care: lucrarea *Calculul învelitorilor subţiri* publicată în 1973[126], secţiunea *Manualul Inginerului Constructor - Învelitori subţiri* publicată în 1959 şi 1977, coautor al cărtii *Construcţii de beton armat şi precomprimat I - Structuri liniare* în 1983[127].

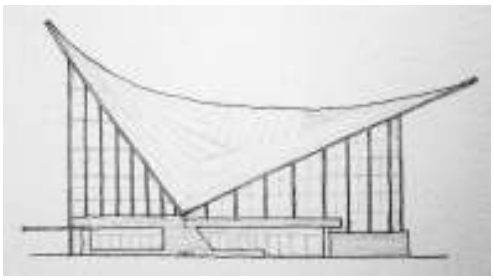


Fig. 4.69. Gara din Predeal, 1968

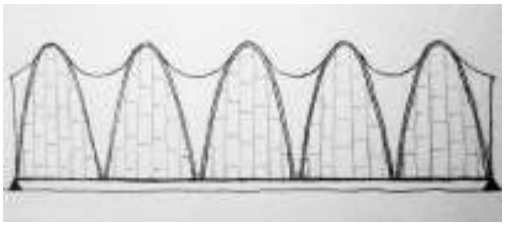


Fig. 4.70. Sala de box de la Oneşti, 1972 (vedere laterală)

Pentru contribuţiile sale deosebite aduse domeniului structurilor şi în particular esteticii structurilor, Mircea Mihailescu a obţinut numeroase premii, dintre care: Premiul Aurel Vlaicu al Academiei Române în 1957, mai multe premii ale ministerelor din România în 1967, 1977 şi 1978, Medalia de Argint la Expoziţia de Inventică de la Geneva pentru lucrarea Expo Transilvania din Cluj-Napoca. A fost ales membru de onoare al IASS (International Association for Shell and Spatial Structures).

[126] Mihailescu, Mircea, *Calculul învelitorilor subţiri*, prin Centrul de documentare pentru construcţii, arhitectură şi sistematizare, Bucureşti, 1973

[127] Mihailescu, Mircea; Bota, Octavian; Budiu, Viorica, *Construcţii de beton armat şi precomprimat. Partea 1: Structuri liniare*, ed. Institutului Politehnic Cluj-Napoca, 1983

Dintre lucrările sale de referință amintim: depoul de locomotive din Brașov (1947), învelitoarea Fabricii de Țesături din București, Gara din Predeal (1968), chioșchiul cu învelitoare cu dublă curbură la Izvorul 24 Olănești, acoperișul Gării din Bârlad, copertina Gării din Brașov (1961), complexul Expo Transilvania din Cluj-Napoca, decantoarele industriale de la Onești, Timișoara, Piatra Neamț și Pitești, sala de box de la Onești (1972).

Heinz Isler (1926-2009)

Faimos pentru învelitorile subțiri curbate din beton armat pe care le-a realizat, Heinz Isler a fost un inginer structurist elvețian. A studiat la Institutul Federal Tehnic din Zürich (ETH), absolvind în 1950, unde a și fost asistent universitar în perioada 1951-1953.

Fig. 4.71. Heinz Isler (1926-2009)

Spre deosebire de abordările obișnuite în domeniul la ora respectivă, el a preferat să se concentreze pe modele, unde punea accentul pe formă și stabilitate, în loc să caute soluții prin calcule matematice. Scopul său era de a crea structuri eficiente, cu cel mai mic impact asupra mediului. Aceasta l-a condus către trei tipuri de experimente structurale: mulaje cu argilă, modele cu membrane elastice gonflabile, respectiv cu pânze subțiri. Ultima categorie dobândește o spectaculozitate deosebită prin îmbinarea capacității de preluare a tensiunilor de către pânză și a compresiunii prin betonul cu care se asocia aceasta. A utilizat pânze din fibre lemnoase îmbrăcate în beton pentru a crea forme structurale atât rezistente și stabile, cât și eficiente termic, datorită fibrelor cu proprietăți termoreglante. În structurile realizate, el a pus accentul pe relația dintre forma construită și comportament natural al formei și al materialului de construcție. El a spus că "*modelul are o soluție pentru (aproape) orice"*, punând la dispoziție o schiță cu 39 de modele pentru aceasta tipologie de structuri. Modelele sale foloseau pânze inițial agățate, sprayate cu soluție de mortar sau cu rășini epoxidice, lăsate să se usuce și întoarse cu 180°. Frumoasele modele lucrau exclusiv prin compresiune, care se pretează la betonul armat, și puteau fi apoi aduse la scara obiectivului comandat. A publicat câteva articole care îi prezintă viziunea asupra esteticii structurilor dintre care enumerăm aici: *New Shapes for Shells* în 1961[128], *New shapes for shells – Twenty Years After* în 1980[129] și *Concrete Shells Derived from Experimental Shapes* în 1994[130].

A primit mai multe distincții pentru deosebitele sale merite profesionale, printre care se numără: Medalia Torroja în 1996 și Premiul Tsuboi în 1993 acordate de IASS, Medalia Freyssinet oferită de Federația Internațională a Betonului (FIB) în 2006.

A lăsat o fabuloasă moștenire structurală de aproape 1400 de lucrări, dintre care amintim, din Elveția: centrul Coop Distribution din Wangen bei Olten (1960), Centrul Wiss Garden din Solothurn (1961), supermarketul Migros din Bellinzona (1964), biserica Heilig-Geist-Kirche din Lommiswil (1967), stație service în Deitingen (1968), Cafeneaua-Restaurant Wiesentalstrasse din Grisons (1975), clădirea Sicli din Geneva (1970), bazinul hotelului Splendide Royal din Tessin (1972), Muzeul Forțelor Aeriene Elvețiene din Dubendorf (1987). A realizat și multe

[128] Isler, Heinz, *New Shapes for Shells*, în *Bulletin of the International Association for Shell Structures*, nr. 8, 1961, pp. 123-130
[129] Isler, Heinz, *New shapes for shells – Twenty Years After*, în *Bulletin of the International Association for Shell Structures*, nr. 72-73, 1980, pp. 9-26
[130] Isler, Heinz, *Concrete Shells Derived from Experimental Shapes*, în *Structural Engineering International*, vol. 4, nr. 3, aug. 1994, pp. 142-147

lucrări în afara Elveției, printre care se numără Teatrul Stetten din Fildern, Germania (1990) și Centrul Sportiv Norwich, Anglia (1991). [131,132]

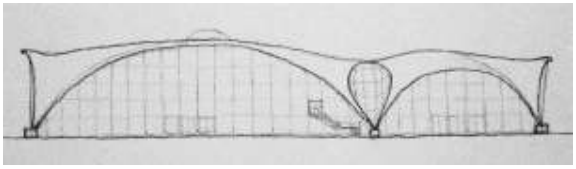


Fig. 4.72. Clădirea Sicli din Geneva, 1970 (vedere laterală)

Fig. 4.73. Centrul Sportiv Norwich, 1991 (vedere laterală)

Jean Muller (1925-2005)

Fig. 4.74. Jean Muller (1925-2005)

Jean Muller a fost un inginer francez de poduri preponderent din beton. Și-a făcut studiile la Școala Centrală de Arte și Meserii din Paris, după care a lucrat alături de Eugène Freyssinet, aprofundând proiectarea și tehnologia de execuție a îmbinărilor elementelor structurale ale podurilor, pentru ca din 1951 să se mute în SUA, continuându-și activitatea în cadrul Companiei Freyssinet. Aici și-a lansat invenția sa pentru o tehnică de asamblare a elementelor structurale care sunt turnate inițial împreună, separate și reasamblate pe sit. A folosit-o pentru prima dată la podul Shelton din New York, iar apoi a îmbunătățit-o folosind epoxizi pentru îmbinări. Aceasta conducea la potrivirea perfectă a îmbinărilor și reducea considerabil timpul de execuție. Un aport deosebit pe care l-a adus Muller în domeniul podurilor consta în faptul că putea trata o problemă foarte complicată folosindu-se de mult mai puține calcule.

Revenit la Paris, a colaborat cu Campenon Bernard și, înapoi în Florida, cu Eugene Figg, punând în 1978 bazele companiei *Figg and Muller Engineers*.[133]

Dintre lucrările scrie pe care le-a lăsat, amintim articolulele: *Long-Span Precast Prestressed Concrete Bridges Built în Cantiliver* publicat în 1969[134], *Ten Years of Experience în Precast Segmental Construction* în 1975[135] și *Design and Construction of Linn Cove Viaduct* în 1985[136].

Pentru meritele sale deosebite, Muller a primit Premiul Fritz Schumacher al Universității din Stuttgart în 1976, Medalia FIP în 1978, Medalia Benjamin Franklin în 1995 de la Institutul Franklin, a fost recunoscut printre primii 125 de specialiști din lume care au adus contribuții deosebite în domeniul ingineriei și al construcțiilor, de către revista *Engineering News Record* în 1999, Premiul Outstanding Structures pentru podul Bras de la Plaine, de la Federația Internațională a Betonului în 2002 ș.a.

[131] V. Chilton, J.C., *39 etc... : Heinz Isler's infinite spectrum of new shapes for shells*, 2009; Chilton J., An Engineer's Contribution to Contemporary Architecture - Heinz Isler, 2000, Chilton, John, *The Engineer's Contribution to Contemporary Architecture: Heinz Isler*, 2000

[132] Balz, Michael; Billington, David; Chilton, John; Ramm, Ekkehard, *In Memoriam - Heinz Isler, Shell Builder and Structural Artist*, în *Journal of IASS*, 2009, pp. 67-68

[133] Tassin, Daniel M., *Jean Muller: Bridge Engineer*, în *PCI Journal*, Historical-Technical Series, nr. 3-4, martie-aprilie 2006, pp. 88-101

[134] Muller, Jean, *Long-Span Precast Prestressed Concrete Bridges Built in Cantilever*, în cadrul *First International Symposium, Concrete Bridge Design, ACI Publication SP-23*, Detroit, 1969, pp. 23-40

[135] Muller, Jean, *Ten Years of Experience in Precast Segmental Construction*, în *PCI Journal*, vol. 20, nr. 1, ian.-feb. 1975, pp. 28-61

[136] Muller, Jean; Barker, James M., *Design and Construction of Linn Cove Viaduct*, în *PCI Journal*, nr. 85, sept.-oct. 1985, pp. 38-53

Printre proiectele sale renumite se numără și: viaductul Linn Cove din zona munților Blue Ridge, SUA (1983), podul Sunshine Skyway din Tampa, SUA (1987), Podul Confederației din Canada, peste golful St. Lawrence (1997), podurile peste râul James și Neches și Canalul C&D din Texas, viaductul H3 Windward din Hawaii (1993), viaductul Rogerville din Franța, autostrada Bang Na Expresway din Bangkok, Tailanda (2000).[137]

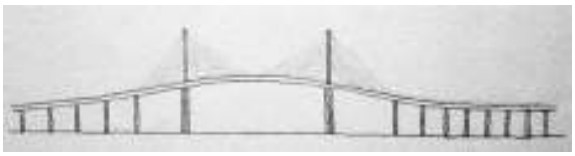


Fig. 4.75. Podul Sunshine Skyway din Tampa, 1987

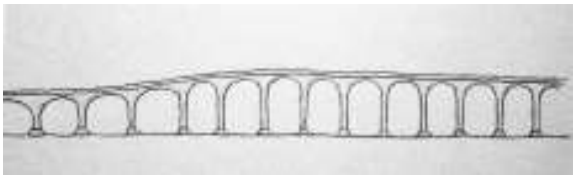


Fig. 4.76. Podul Confederației din Canada, 1997

Frei Otto (1925-2015)

Inginer structurist și arhitect german, Frei Otto este cunoscut la nivel mondial pentru structurile sale ușoare de tipul pânzelor întinse și al membranelor. În 1943 a început să studieze arhitectura la Berlin, dar a fost înrolat în forțele aeriene germane în ultima perioadă a celui de-al Doilea Război Mondial.

Fig. 4.77. Frei Otto (1925-2015)

Din 1948 și-a continuat studiile la Universitatea Tehnică din Berlin, iar din 1950 în SUA, la Universitatea din Virginia. Din 1952 a început să profeseze în Germania, iar în 1954 a primit de la Universitatea Tehnică din Berlin titlul de doctor în structuri întinse, cu lucrarea *Structuri, forme și acoperișuri suspendate*. În 1955 a realizat în colaborare cu Peter Stroymer trei structuri ușoare temporare pentru Bundesgartenschau în Kassel, Germania, care au atras atenția publicului. Marcat de arhitectura celui de-al Treilea Reich din Germania, el a urmărit să producă structuri cât mai usoare, ieftine, bazate pe pânze sau plase întinse, care să aibă o relație deschisă spre natură. Contribuțiile sale în domeniu s-au îndreptat și spre studii de calcule structurale și inginerie civilă, în virtutea cărora a înființat Institutul de Cercetare a Structurilor Ușoare la Berlin, în 1958, iar în 1962 a devenit directorul Institutului de Structuri Ușoare din Stuttgart în cadrul Universității. A fost profesor atât în țară, la Universitatea din Stuttgart începând din 1964, cât și profesor invitat în SUA la Universitățile St. Louis din Washington, Yale, Berkeley, MIT și Harvard. A predat și în cadrul Asociației Internaționale a Școlii de Arhitectură.

Frei ne-a lăsat prețioase lucrări scrise, printre care: *Tensile Structures: Design, Structure and Calculation of Buildings of Cables, Nets and Membranes* (Structuri întinse: proiectarea, structura și calculul clădirilor pe cabluri, rețele și membrane), volumele I-II publicate în 1962-1966[138]; *Biology and Building* – volumele I-II publicate în 1972-1973; *Alte Baumeister - Ancient Architects* în 1994, la Institutul de Structuri Ușoare din Stuttgart.

Genialitatea sa creatoare și structurală i-a adus numeroase recunoașteri publice, precum: Medalia Thomas Jefferson pentru arhitectură în 1974, Premiul Aga Khan pentru arhitectură în 1980 și 1988, Premiul Wolf pentru arhitectură în 1997, Medalia de Aur Regală RIBA în 2005,

[137] Tassin, Daniel M.; *Jean Muller: Bridge Engineer*, în *PCI Journal*, nr. 6, mar.-apr. 2006, pp. 88-101

[138] V. Otto, Frei; Schleyer, Freidrich-Karl; Trostel, Rudolf, *Tensile structures. Design, structure, and calculation of Buildings of cables, Nets, and Membranes*, a 4-a ed., ed. MIT Press, Cambridge, 1979

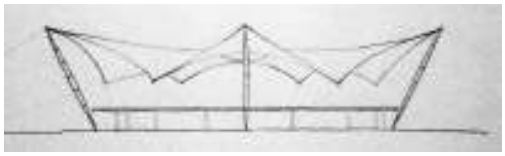


Fig. 4.78. Pavilionul de Dans de la Cologne, 1957

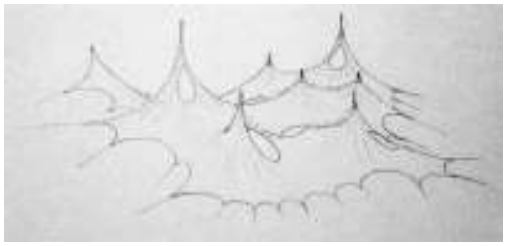


Fig. 4.79. Pavilionul Germaniei de Vest la Expo Montrea, 1967

Premiul Pritzker pentru arhitectură în 2015, Premiul Imperial pentru Arhitectură din partea Asociației Nipone de Artă în 2006 ș.a.[139]

Dintre lucrările sale, remarcabile opere de artă, amintim: Pavilionul de Dans de la Cologne, Germania (1957), Pavilionul Expozițional de la Lausanne (1964), Pavilionul Germaniei de Vest la Expo Montreal (1967), suprafața de acoperire a Stadionului Olimpic din München (1972), Centru de Conferințe și Hotel la Mecca, Arabia Saudită, împreună cu Rolf Gutbrod (1974), clădirea Multihalle în Mannheim, Germania (1975), structurile umbrelare pentru Turul Pink Floyd (1977), structura de tipul plaselor pentru păsări la Grădina Zoologică din München (1980), Clubul Diplomatic din Riyadh, Arabia Saudita (1980), Palatul Tuwaiq, împreună cu Buro Happold, în Arabia Saudita (1985), alături de care, împreună cu Shingeru Ban, a realizat Pavilionul Japoniei la Expo 2000.[140]

Christian Menn (1927-2018)

Fig. 4.80. Christian Menn (1927-2018)

Christian Menn a fost un inginer elvețian de poduri care a studiat la Institutul Federal Tehnic din Zürich (ETH), obținând în 1950 diploma de inginer civil, iar în 1956 pe cea de doctor. Aici a fost cadru didactic în perioadele 1953-1956 și 1971-1992. A profesat la Paris și Bern, iar în 1957 și-a înființat propria firmă în Chur, Elveția.

Menn considera că analiza structurală trebuie să treacă din faza descriptivă grafică în cea abstractă statică și a accentuat importanța esteticii și a economicității în procesul de proiectare a structurilor. Adăuga faptul că deși știința este importantă pentru a conferi siguranță și utilitate proiectului, economicitatea și eleganța provin din raționamente neștiințifice, pe baza creativității estetice. Contextul politico-social din Elveția, care pune accent pe estetica lucrărilor de construcții pentru a susține turismul, i-a creat lui Menn un mediu propice pentru a-și pune în practică viziunea sa asupra esteticii structurilor, exploatând betonul precomprimat și proiectele de poduri suspendate pe cabluri.

A derulat vaste cercetări asupra analizelor de ordinul doi al elementelor de beton armat subțiri și al sistemelor de beton armat, comportamentul și controlul fisurilor, deformațiile elementelor de beton armat, tranziția în operă între betonul vechi și cel nou, investigații și evaluări ale coroziunii podurilor de beton armat, estetica în proiectarea podurilor etc. Dintre numeroasele sale lucrări publicate, aici sunt amintite: *Verbindung von altem und neuem Beton* în 1992, *Fundamental considerations on the aesthetics of bridges* în 1992, *The Place of Aesthetics*

[139] Biografia lui Otto Frei, elaborată de Comisia de Acordare a Premiului Pritzker pentru Arhitectură în 2015, https://www.pritzkerprize.com/biography-frei-otto

[140] Glaeser, Ludwig, *The work of Frei Otto*, ed. Museum of Modern Art, 1972

în Bridge Design în 1996[141], alături de Joachim Scheer, cartea *Failed Bridges. Case Studies, Causes and Consequences* în 2010[142].

Considerat de mulți cel mai creativ inginer de poduri din zilele noastre, i-au fost acordate numeroase premii și recunoașteri internaționale, printre care și: Premiul Fritz Schumacher în 1982, a fost ales membru de onoare al Asociației Elvețiene a Inginerilor și Arhitecților începând din 1989, Medalia de Aur Freyssinet din partea FIP în 1990, Medalia John A. Roebling acordată de Societatea Inginerilor din Western Penssylvania în 1997, Premiul Internațional de Merit IABSE în 2009.[143]

Dintre lucrările sale, numai în Elveția găsind-se peste 100, sunt amintite podurile: Averserrhein la Cröt (1959), Cascella de lângă Mesocco (1968), Ganter de la poalele trecătorii Simplon (1980), viaductul Biaschina în Giornico (1982), Chandoline lângă Sion (1989), Sunniber de lângă Klosters (1998), iar din afara Elveției, podurile Zakim Bunker Hill din Boston, SUA (2003) și Streicker din Princeton, SUA (2010). [144]

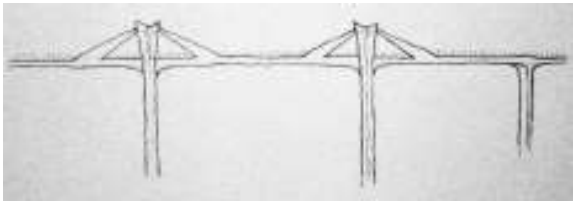


Fig. 4.81. Podul Ganter lângă trecătoarea Simplon, 1980

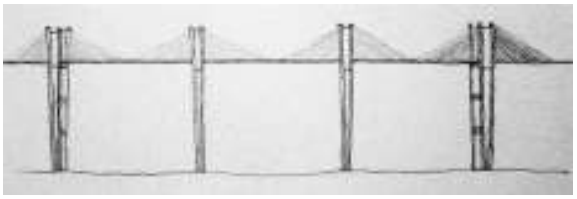


Fig. 4.82. Podul Sunniberg de lângă Klosters, 1998

Fazlur Khan (1929-1982)

Fig. 4.83. Fazlur Khan (1929-1982)

Fazlur Rahman Khan a fost un inginer civil american născut în Dhaka, Bangladesh, cunoscut în toată lumea pentru inovațiile sale aduse în categoria de construcții a zgârie-norilor. În 1951 a obținut diploma de inginer la Universitatea din Dhaka, continuând din 1952 cu programele de masterat și de doctorat la Universitatea din Illinois, SUA, unde a și fost profesor din 1961. A profesat în Pakistan, în SUA în cadrul companiei SOM din Chicago începând din 1955, al carei partener a devenit din 1966.

Fiind un specialist vizionar, a adus vaste contribuții la sisteme structurale dedicate clădirilor înalte pentru tipologiile: tub în cadru de diafragme, tub în tub, tub cu bare (la Centrul John Hancock), mănunchi de tuburi (la turnul Willis). Aceste sisteme erau din beton și oțel. De exemplu, inovația introdusă la Turnul Willis a constat în utilizarea sistemului structural de mănunchi de tuburi, care presupunea o serie de tuburi de oțel cumulate pentru a forma un stâlp masiv. Acest sistem diminuează considerabil cantitatea de material necesar pentru construirea clădirilor înalte, preluând și încărcările provenite din vânt.

A spus că "*proiectul arhitectural puternic ancorat în realitatea structurală este singurul care celebrează natura arhitecturii ca artă a construcției, dobândind valori estetice*

[141] Menn, Christian, *The Place of Aesthetics in Bridge Design*, în *Structural Engineering International*, vol. 6, nr. 2, mai 1996, pp. 93-95

[142] Menn, Christian; Scheer, Joachim, *Failed Bridges. Case Studies, Causes and Consequences*, ed. Wilhelm Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH, Berlin, 2010

[143] Pagina oficială IABSE: http://www.iabse.org

[144] Pagina web personală și CV Christian Menn: http://www.christian-menn.ch/english/person_e/person_e.htm

Fig. 4.84. Centrul John Hancock din Chicago, 1970

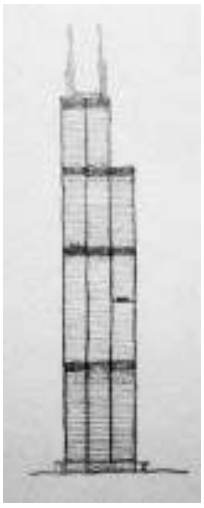


Fig. 4.85. Turnul Willis din Chicago, 1973

transcedentale și calitate"[145]. Crezul său filozofic este săpat în placa dedicată comemorativă din Centrul Onterie, Chicago[146].

Supranumit și *Eisteinul ingineriei structurale*[147], ne-a lăsat peste 75 de lucrări scrise despre analizele, proiectarea și construirea structurilor performante, fiind un pionier al tehnologiei CAD. Printre acesta se numără și: *Computer design of 100-story John Hancock Center* (1966)[148], *Structural aesthetics in architecture and its social and technological relevance (1980)*[149], *100 story John Hancock Center in Chicago — a case study of the design process* (1982)[150].

Apreciat la cel mai înalt nivel pentru contribuțiile sale adus clădirilor înalte, a primit numeroase premii și distincții, printre care amintim: Premiu de recunoaștere specială acordat de Institutul American de Construcții din Oțel în 1971, Premiul Thomas A. Middlebrooks al Societății Americane a Inginerilor Civili în 1972, Premiul pentru Merit Internațional în Inginerie Structurală al IABSE în 1982 și Distinsul Premiu al Asociației Internaționale de Arhitectură (AIA) Chicago, în același an, iar anul următor Premiul Aga Khan în Arhitectură pentru Terminalul Hajj din Jiddah, Premiul John Parmer al Asociației Inginerilor Structuriști în 1987.

Printre numeroasele sale proiecte de zgârie-nori se numără din SUA: clădirea One Shell Plaza din Houston (1970), Centrul John Hancock din Chicago (1970), Turnul Willis (inițial numit Sears) din Chicago (1973), Centrul Onterie din Chicago (1986), iar din afara SUA: Universitatea Abdul Aziz din Jiddah, în Arabia Saudita (1978), Terminalul Hajj al Aeroportului International Regele Abdul Aziz din Jiddah (1981). O listă cu lucrările sale și tipologia lor se găsește pe pagina web a Universității Princeton[151].

Stefan Polónyi (1930-prezent)

Născut la Gyula în Ungaria, Stefan Polónyi este un inginer civil maghiaro-german, care își desfășoară activitatea la Köln. Este cunoscut pentru structurile sale de tipul plăcilor pliate, al învelitori subțiri și al cadrelor arcuite.

A studiat la Universitatea Tehnică din Budapesta, unde a ocupat și postul de asistent universitar, după care în 1956 s-a mutat la Köln pentru a-și înființa propriul birou. Din 1965 a

[145] Traducere adaptată a citatului de pe pagina personală Fazlur Rahman Khan: https://drfazlurrkhan.com/
[146] Conținutul crezului său este următorul: *"The technical man must not be lost in his own technology. He must be able to appreciate life; and life is art, drama, music, and most importantly, people."*
[147] Weingardt, Richard G., *Fazlur Rahman Khan - The Einstein of Structural Engineering*, în *Structure Magazine*, nr. 115, feb. 2011, pp. 44-46
[148] Khan, F.R.; Iyengar, S.H.; Colaco, J.P., *Computer design of 100-story John Hancock Center*, în *ASCE Journal of Structural Engineering*, nr. 92(ST6), 1966, pp. 55–73
[149] Khan, Fuzlur R., *Structural aesthetics in architecture and its social and technological relevance*, în *IABSE Journal*, nr. 11, 1980, pp. 135-145
[150] Khan, F.R., *100 story John Hancock Center in Chicago — a case study of the design process*, în *IABSE Journal*, nr. 16(82), 1982, pp. 27–34
[151] V. pagina web dedicată: http://khan.princeton.edu/works.html

fost profesor de structuri la Universitatea Tehnică din Berlin, unde a înființat Institutul de Cercetare a Modelelor Statice. În 1971 a contribuit la înființarea Departamentului de Construcții și Cercetare a Modelelor, în cadrul Universității din Dortmund, unde a activat până în 1995.[152]

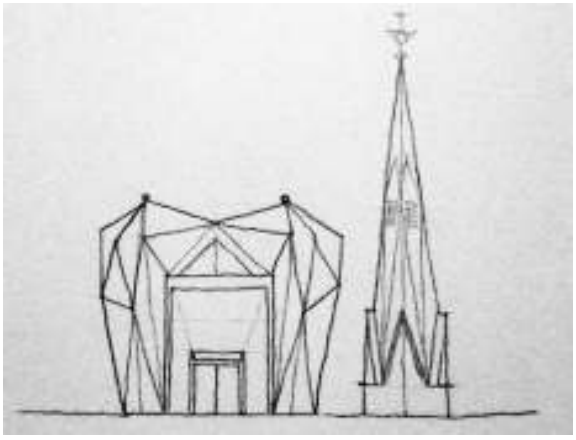
Filozofia sa profesională se bazează pe angajamentul cultural și spiritual pe care inginerul și-l asumă la demararea unui proiect, fuzionând știința și intuiția. Specializarea sa este betonul armat.[153]

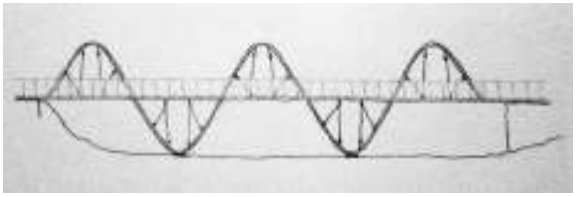
A publicat numeroase lucrări, printre care se numără articolele: *Die neue Stahlbetonkonzeption* apărut în 1996[154], *Bauingenieur und Fachliteratur* în 2001[155], *40 Jahre Dortmunder Modell Bauwesen* în 2015[156].

Fig. 4.86. Stefan Polónyi (1930-prezent)

Recunoașterea sa profesională numără mai multe distincții, dintre care: Diploma Asociației de Arhitectură și Inginerie din Köln pentru contribuțiile deosebite la mediul construit al orașului, în 1997, al treilea titlul doctoral oferit de Universitatea Tehnică din Berlin, primit în 1999, după cele oferite de Universitatea Tehnică din Budapesta și cea din Kassel.[157]

Dintre lucrările sale de marcă sunt amintite, din Germania: biserica Sf. Suitbert din Essen-Überruhr (1963), Biserica St. Paulus din Neuss (1968), Muzeul Ceramicii din Frechen (1971), Sala de sticlă de la Leipzig (1995), podul Tiergarten din Dessau-Roßlau (2000), podul Ripshorster Straße din Oberhausen (2008).





▲ Fig. 4.88. Podul Ripshorster Straße din Oberhausen, 2008

◄ Fig. 4.87. Biserica St. Paulus din Neuss, 1968

Victor Gioncu (1933-2012)

Inginer român arădean, Victor Gioncu a absolvit Facultatea de Construcții Civile, Industriale și Agricole din cadrul Institutului Politehnic din Timișoara în anul 1957, an în care și-a început și activitatea în Arad, devenind din 1971, când a obținut titlul de doctor, cadru didactic al Facultății de Arhitectură ale aceleași instituții.

[152] Polónyi, Stefan, *Activitatea profesională a lui Stefan Polónyi raportată în cadul Universității Tehnice din Dortmund*, 2010 (74 pag.)
[153] V. și Kleefisch-Jobst, Ursula, *Stefan Polónyi. Tragende Linien - tragende Flächen. Katalog*, ed. Menges, Fellbach, 2012
[154] Polónyi, Stefan, *Die neue Stahlbetonkonzeption*, în *Bautechnik*, vol. 73, nr. 11, nov. 1996, pp. 753-765
[155] Polónyi, Stefan, *Bauingenieur und Fachliteratur*, în *Bautechnik*, vol. 78, nr. 4, apr. 2001, pp. 239-240
[156] Polónyi, Stefan, *40 Jahre Dortmunder Modell Bauwesen*, în *Stahlbau*, vol. 84, nr. 1, ian. 2015, pp. 69-72
[157] Polónyi, Stefan, *Autobiografie - Stefan Polónyi*, în *Beton- und Stahlbetonbau*, nr. 94, 1999, pp. 84-90

Fig. 4.89. Victor Gioncu (1933-2012)

Preocupările sale de cercetare şi practică s-au dirijat către: studiul comportării stabile şi instabile a structurilor la încărcări critice, elaborând o teorie a instabilităţii structurilor, conceperea primului normativ românesc pentru calculul structurilor din bare produse la rece în 1967, structurile spaţiale metalice, respectiv din beton armat, studii şi soluţii pentru proiectarea şi optimizarea antiseismică a structurilor metalice în diverse condiţii, structurile din plăci curbe subţiri, structurile din membrane tensionate, estetica structurilor, subliniind relaţia esenţială dintre arhitectură şi structură.

Dintre lucrările sale scrise, pe care ni le-a lăsat într-un mare număr, vom aminti, din raţionamente de spaţiu, doar câteva: teza de doctorat *Comportarea şi calculul cupolelor din beton armat* publicată pentru prima dată în 1979[158], iar împreună cu Federico Mazzolani, cărţile *Ductility of Seismic Resistant Steel Structures* în 2002[159], *Earthquake Engineering for Structural Design* în 2011[160] şi *Seismic Design of Steel Structures* în 2014[161].[162]

Activitatea sa profesională a fost apreciată în mod deosebit, obţinând: premiul Traian Vuia al Academiei Române în 1977, premiul Asociaţiei Europene pentru Construcţii Metalice în 1997, premiul Centrului de Cercetări în Domeniul Structurilor Spaţiale din Guildford, Anglia în 2002. A fost membru al AICPS şi al mai multor asociaţii internaţionale din domeniu: IASS, ECCS, SSRC.

Proiectele sale au acoperit o largă paletă de funcţiuni, de la construcţii industriale, la blocuri de locuinţe, biserici, săli de sport, pieţe ş.a. Dintre acestea, amintim în particular: Uzinele de vagoane UVA din Arad (1959), Ştrandul termal din Timişoara (1971), Biserica Catolică din Orşova (1980), Piaţa Badea Cârţan din Timişoara (1997), sala de sport (azi manej) din Timişoara, str. Ştrandului (1985), sala de sport din Buziaş, faţada Centrului de Afaceri Atrium City din Timişoara. [163]

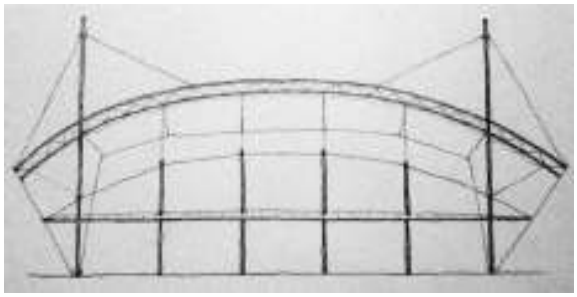


Fig. 4.90. Piaţa Badea Cârţan din Timişoara, 1997

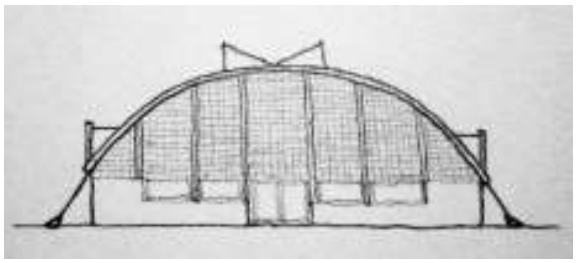


Fig. 4.91. Sala de sport (azi manej) din Timişoara, 1985

Jörg Schlaich (1934-prezent)

Jörg Schlaich este un inginer de structuri german. A studiat ingineria civilă şi arhitectura între 1953 şi 1955 la Universitatea Tehnică din Stuttgart, între 1955 şi 1959 la cea din Berlin,

[158] Gioncu, Victor, *Comportarea şi calculul cupolelor din beton armat*, teză de doctorat, ed. John Wiley (*Thin Reinforced Concrete Shells: Special Analysis Problems*), Londra, 1979 şi ed. Academiei Române, Bucureşti, 1995
[159] Gioncu, Victor; Mazzolani, Federico, *Ductility of Seismic Resistant Steel Structures*, ed. Spon, Londra, 2002
[160] Gioncu, Victor; Mazzolani, Federico, *Earthquake Engineering for Structural Design*, ed. Spon, Oxon, Anglia, 2011
[161] Gioncu, Victor; Mazzolani, Federico, *Seismic Design of Steel Structures*, ed. CRC Taylor & Francis Group, Florida, 2014
[162] Pentru o listă completă, v. CV Victor Gioncu pe pagina web: https://shellbuckling.com/cv/gioncu.pdf
[163] Popescu, Hristache, *Victor Gioncu*, preluat din vol. *Personalităţi româneşti în construcţii*, în *Revista Construcţiilor*, nr. 78, 2012, pp. 46-48

absolvind cu diplomă de inginer, pentru ca în 1963 să obțină titlul de doctor de la Universitatea din Stuttgart. A studiat și la Universitatea din Cleveland, în SUA. Din 1967 până în 1974 a ținut cursuri de structuri din beton armat la Universitatea din Stuttgart. Din 1974 până în 2000 a fost profesor și director al Institutului pentru Structuri de Beton, denumită mai târziu Institutul pentru Proiectare structurală, în cadrul aceleiași universități.

Între 1963 și 1969 a colaborat cu firma *Leonhardt und Andrä* din Stuttgart, devenind ulterior partener. În 1980 și-a înființat propria firma, *Schlaich, Bergermann und Partner* în Stuttgart, împreună cu Rudolph Bergermann.

Fig. 4.92. Jörg Schlaich (1934-prezent)

Activitatea lui Schlaich a început prin a fi orientată pe proiectarea acoperișurilor ușoare, precum cel al complexului Olimpic din München, continuând cu membrane subțiri de pânză și utilizarea lor împreună cu panourile solare. El este și dezvoltatorul turnului (hornului) solar. Lucrând la tehnologia de suspendare pe cabluri, Schlaich a proiectat un număr mare de poduri, în special pietonale. În 1993 a introdus principiul spițelor în ingineria structurală, utilizat la acoperișuri.

Are o lungă listă de lucrări scrise, dintre care amintim, din lipsă de spațiu doar: lucrarea comună de conferință *German Railway Bridges - New Paths of Conceptual Design* din 2010[164], seria de cinci articole realizate împreună cu K. Schäfer *Konstruieren im Stahlbetonbau* publicate între 1984 și 2001[165], cartea scrisă împreună cu Wolfdietrich *Ziesel Dream Bridges / Traumbrücken* publicată în 2004[166].

Dintre premiile obținute până acum, enumerăm aici: Medalia de Aur a IStructE în 1990, Premiul de Merit în Inginerie Structurală de la IABSE în 1991, premiul Werner von Siemens Ring de la Fundația Stiftung Werner-von-Siemens-Ring în 2002, Premiul José Entrecanales Ibarra din partea Fundației José Entrecanales Ibarra, Medalia de Aur Gustav Magnel de la Universitatea din Ghent, Belgia în 2004.

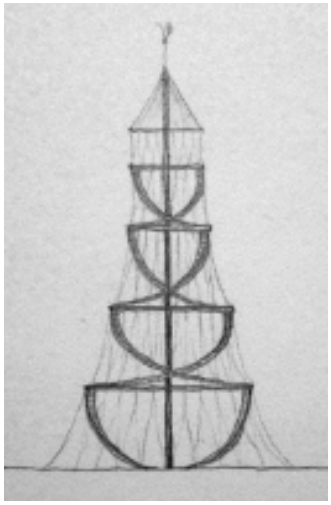


Fig. 4.93. Turnul de observație Killesbergturm din Stuttgart, 2001

Deține un portofoliu bogat, unde se găsesc numeroase poduri și turnuri ce oferă inspirație pentru viitorii specialiști, dintre care amintim doar câteva aici: structura de acoperire a Complexului Olimpic din München (1972), podul pietonal Max Eyth la Stuttgart (1989), podul Obere Argen la Neuravensburg în Germania (1990), podul suspendat pe cabluri cu multiple deschideri Ting Kau lângă Tuen Mun, în Hong Kong (1998), podul arcuit metalic Eisenbahnüberführung Humboldthafen din Berlin (1999), turnul de observație din cabluri Killesbergturm la Stuttgart (2001).[167,168,169]

[164] Fackler, Thomas; Goldack, Arndt; Keil, Andreas; Schlaich, Jörg; Weißbach, Matthias, *German Railway Bridges - New Paths of Conceptual Design*, în cadrul *IABSE Symposium, Large Structures and Infrastructures for Environmentally Constrained and Urbanised Areas*, Veneția, 22-24 September 2010

[165] Schäfer, K.; Schlaich, Jörg, *Konstruieren im Stahlbetonbau*, în *Beton-Kalender*, prin ed. Wilhelm Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH, Berlin, 1984, 1989, 1993, 1998, 2001

[166] Schlaich, Jörg; Ziesel, Wolfdietrich, *Dream Bridges / Traumbrücken*, ed. Springer Architecture, Viena, 2004

[167] Chen, Airong; Ren, Lisha, *Creative Design Resource: Revelation on Footbridge of Jörg Schlaich*, în cadrul conferinței *Footbridge 2017 Berlin - Tell A Story*, 6-8.9.2017, prin Universitatea Tehnică din Berlin

Fig. 4.94. Podul pietonal Max Eyth la Stuttgart, 1989

Peter Rice (1935-1992)

Fig. 4.95. Peter Rice (1935-1992)

Inginer structurist irlandez, Peter Rice a fost un apreciat în mod deosebit pentru abilităţile sale inventive şi pentru logica sa filozofică, puse în practică în domeniul construcţiilor.

A studiat la Universitatea Queen din Belfast şi la Colegiul Imperial din Londra, iniţial inginerie aeronautică, dar s-a mutat la inginerie civilă. Cea mai răsunătoare activitate a sa şi-a desfăşurat-o în parteneriat cu Ove Arup, prin firma *Ove Arup & Partners*, începând din 1956. În 1977 şi-a înfiinţat propria firmă, *FRF*, alături de Martin Francis şi Ian Ritchie, continuând colaborarea cu Arup. A avut o bogată colaborare cu cei mai de seamă specialişti ai epocii: Richard Rogers, Ieoh Ming Pei, Ian Ritchie, Paul Andreu, Kenzo Tange, Norman Foster, Renzo Piano. Deşi a locuit la Londra, mare parte din activitatea sa a derulat-o la Paris, regăsindu-se mai mult în filozofia franceză relativă la inginer decât în cea engleză.

Filozofia sa inginerească privea succesul ca pe simbioza dintre inginerul inventiv obiectiv şi arhitectul creativ, având un spirit poetic. A explorat valoarea estetică a mai multor materiale de construcţii, de exemplu: betonul la clădirea Lloyd's, sticla la Serele din La Villette, fonta şi ferocimentul la Muzeul Menil Collection, piatra la Pavilionul Viitorului la Expo `92 ş.a.[170,171] Ne-a lăsat mai multe lucrări scrise, printre care cartea *An Engineer Imagines* publicată în 1994[172], scrisă împreună cu Luc Baboulet, cartea autobiografică *Peter Rice. Mémoires d'un ingénieur* în 1998[173], cu Hugh Dutton, cartea *Le verre structurel* în 1995[174], cu Lennart Grut, articolul *La charpente primaire du centre Beaubourg à Paris* în 1975[175].

În 1992 i-a fost acordată Medalia de Aur Regală pentru Arhitectură, de către Institutul Regal Britanic al Arhitecţilor. Ca semn al înaltei aprecieri pentru contribuţiile sale în domeniul construcţiilor, mai multe premii i-au preluat numele: Premiul Peter Rice acordat de Universitatea de Design Harvard, începând din 1994, Medalia de Argint Peter Rice oferită de Institutul Tehnic din Dundalk, începând din 1996.

A fost implicat în numeroase proiecte cu varii programe de arhitectură, dintre care amintim aici doar câteva: Centru George Pompidou din Paris (1971), Centrul Multicultural din Sidney (Sydney Opera House, 1957), clădirea Lloyd's din Londra (1984), Piramida Muzeului Louvre din Paris (1993), aeroportul internaţional Kansai de la Izumisano, Japonia (1994),

---

[168] Billington, D. P.; Bögle, Annette, M*aking the difficult easy and the heavy light: Jörg Schlaich - structural artist and teacher*, în *Steel Construction*, vol. 2, nr. 4, dec. 2009, pp. 273-279

[169] Holgate, Alan, *The Art of Structural Engineering. The Work of Jörg Schlaich*, ed. Axel Menges, Stuttgart, 1997

[170] Lin, Lorraine; Danziger, Bruce, *The Imaginative Engineer - Peter Rice (1935-1992)*, în *Structure Magazine*, ian. 2007, nr. 66, pp. 52-56

[171] Picon, Antoine, *L'art de l'ingénieur. Constructeur, entrepeneur, inventeur*, ed. Centre Georges Pompidou, Paris, 1997, pp. 416-418

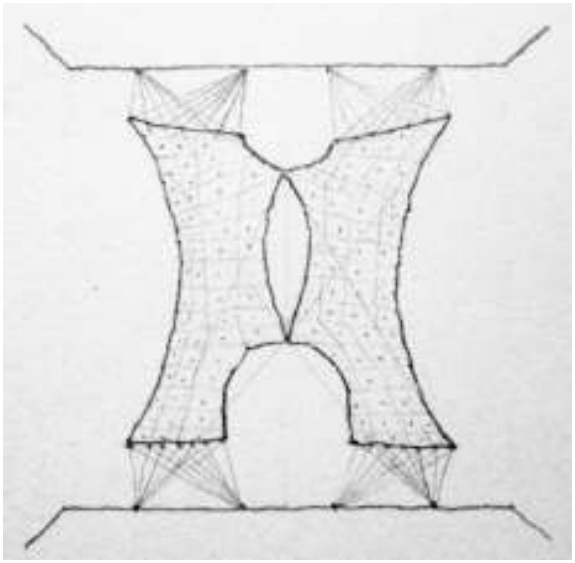
[172] Rice, Peter, *An Engineer Imagines*, ed. Artemis, Londra, Zürich, München, 1994

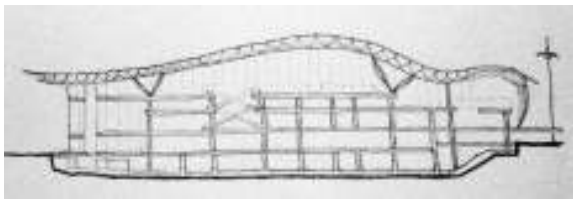
[173] Baboulet, Luc; Rice, Peter, *Peter Rice. Mémoires d'un ingénieur*, ed. Le Moniteur, Paris, 1998

[174] Dutton, Hugh; Rice, Peter, *Le verre structurel*, ed. Le Moniteur, Paris, 1995

[175] Grut, Lennart; Rice, Peter, *La charpente primaire du centre Beaubourg à Paris*, în *Acier = Stahl = Steel*, nr. 40, sept. 1975, pp. 297-309

Muzeul Științelor și al Industriei din Paris (1993), serele La Villette din Paris (1982), Pavilionul Viitorului la Expo `92 de la Sevilia (1992), Muzeul Menil Collection din Texas (1987).[176,177]





▲ Fig. 4.97. Aeroportul internațional Kansai de la Izumisano, 1994

◄ Fig. 4.96. *Nuage de la Grande arche* din Paris. 1989

Eugene Figg (1936-2002)

Fig. 4.98. Eugene Figg (1936-2002)

Eugene Cecil Figg jr. a fost un inginer structurist american născut în Charleston, care a urmat Facultatea de Inginerie Civilă la Colegiul Militar Citadel din orașul natal, absolvind în 1958. S-a inspirat din cariera tatălui său, inginer civil de rang înalt la Marina Americană.

Contribuțiile aduse de el domeniului construcțiilor au fost înregistrate mai ales în sectorul podurilor pe cabluri, în proiectarea de poduri segmentate prefabricate din elemente de beton, a podurilor hobanate și utilizarea consolei continue inversate. Colaborând cu Jean Muller, a fondat împreună cu el firma *Figg & Muller*, în 1978, ulterior și firmele *Barrett, Daffin & Figg*, respectiv *Figg Engineering Group*. În 1989 a pus bazele Institutului American de Poduri Segmentate, unde a aprodundat și a exploatat sectoarelor amintite.

Filozofia sa profesională se baza pe premisele că podurile ar trebui să fie nu numai funcționale și rentabile, ci și opere de artă. În practică a urmărit aducerea satisfacției utilizatorilor unei lucrări și conferirea de respect mediului înconjurător.

Recunoașterea sa la nivel internațional include mai multe distincții: trei Premii de Design Prezidențial de la Fundația Națională pentru Arte în 1984, 1985 și 1995, includerea de către *Engineering News Record*, în 1999, în topul celor 10 designeri de poduri selectați din întreaga lume, care au făcut o diferență în ultimii 125 de ani, premiul John A. Roebling pentru cariera remarcabilă în proiectarea podurilor, primit în 2000 de la IBC, premiul OPAL al Societății Americane de Inginerie Civilă postum în 2002.

Dintre lucrările sale remarcabile, enumerăm aici: podul din beton pretensionat segmentat Seven Miles de la Marathon, SUA (1982), viaductul Blue Ridge Parkway din Carolina de Nord

[176] Vaudeville, Bernard, *Peter Rice - "Engineer by Accident"*, în *Detail - Zeitschrift für Architektur + Baudetail*, vol. 39, nr. 4, 1999, pp. 604

[177] Brown, Andre, *Peter Rice*, ed. Thomas Telford Publishing, Londra, 2000

(1985), podul Sunshine Skyway de la Saint Petersburg, primul pod din beton din SUA fixat prin cabluri, cu un singur stâlp și un singur plan de încărcare (1987), podul de beton Natchez Trace din Franklin, SUA (1994), podul realizat prin metoda consolelor în echilibru Sagadahoc de la Bath, SUA (2000).[178,179,180]

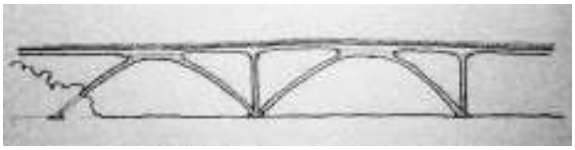


Fig. 4.99. Podul de beton Natchez Trace din Franklin, 1994

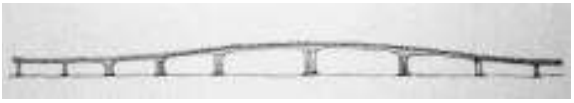


Fig. 4.100. Podul Sagadahoc de la Bath, 2000

Julius Natterer (1938-prezent)

Fig. 4.101. Julius Natterer (1938-prezent)

Julius Natterer este un inginer și profesor universitar german, născut la Haggn în Bavaria, specializat pe construcții de lemn. A studiat la Universitatea Tehnică din München, absolvind în 1965. A continuat aici ca asistent până în 1974. În 1978 a fost numit profesor la Institutul Federal Elvețian Tehnic din Lausanne. Aici a condus Institutul de Construcții din Lemn (IBOIS), colaborând strâns cu președintele universității, Maurice Cossandey din 1978 până în 2004. În 1983 și-a înființat propriul birou de inginerie în Elveția, *Bois Consult Natterer SA*[181].

Este un adevărat pionier în domeniul construcțiilor din lemn, aducând prin numeroasele sale proiecte, consultanțe, conferințe și publicații, inovații în sectorul prelucrării lemnului, fiind dezvoltatorul a numeroase construcții noi de lemn. Valorificarea lemnului o realizează prin structuri pe grinzi, rețele, cadre spațiale, structuri cu dublă curbură și cochilii. A acoperit toatț gama de sisteme structurale care pot fi realizate din lemn.

Din filozofia sa profesională, reținem două sfaturi oferite: inginerilor – *gut konstruiert ist halb gerechnet (un proiect bun înseamnă deja calculele făcute de jumătate)*, respectiv arhitecților – *gut konstruiert ist halb gestaltet (un proiect bun înseamnă deja munca de creație de jumătate făcută)*[181]. El susține lucrul împreună a celor două tipologii de specialiști.

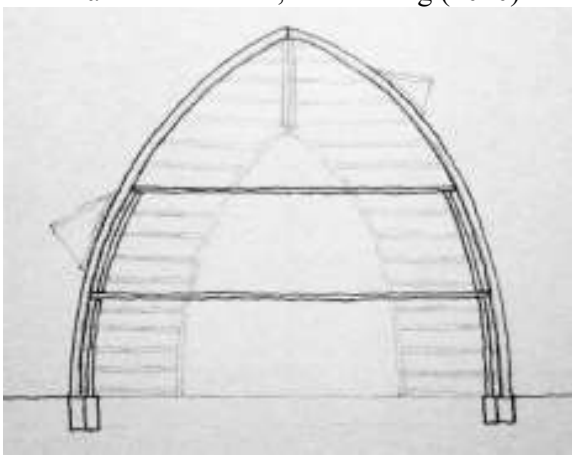
Dintre numeroasele sale lucrări scrise enumerăm aici: cartea devenită bibliografie obligatorie pentru specialiștii din domeniu *Timber construction manual* publicată pentru prima dată în 1978, continuu adăugită și revizuită, articolul *Light-weight structures in timber: a chance to use wood in the construction field* publicat în 2001[182] și *Einfach- und Hightech-Konstruktionen aus Holz* în 2013[183].

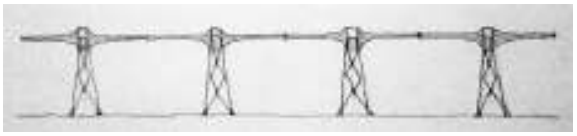
A primit peste 35 de premii și distincții la înalt nivel, dintre care amintim doar câteva aici: Premiul Ernst-Pelz de la Institutul de Biotehnologie NATEC în 1995, titlul de Cel mai Bun Inginer acordat în cadrul celei de-a VII-a Conferințe de Inginerie a Lemnului în 2002, Medalia

[178] Weingardt, Richard G., *Eugene C. Figg, Jr*, în *Structure Magazine*, nr. 87, oct. 2008, pp. 50-53
[179] Russell, Helena, *Eugene Figg: people's champion*, în *Bridge Design & Engineering*, vol. 7, nr. 24, 2001, pp. 14-17
[180] Isenber, Jeremy, *Eugene C. Figg Jr.*, în *Memorial Tributes*, Academia Națională de Științe, Inginerie și Medicină SUA, vol. 20, 2016, pp. 80-82
[181] V. pagina web a firmei și CV-ul specialistului: https://www.nattererbcn.com/index.php/professor-natterer
[182] Natterer, Julius, *Light-weight structures in timber: a chance to use wood in the construction field*, în cadrul *Innovative Wooden Structures and Bridges, IABSE Conference*, Lahti, 2001, pp. 7-18
[183] Natterer, Julius, *Einfach- und Hightech-Konstruktionen aus Holz*, în *Bautechnik*, vol. 90, nr. 1, ian. 2013, pp. 47-50

de Onoare de Aur de la Asociația Europeană a Construcțiilor din Lemn în 2010, Medalia Eduardo Torroja din partea IASS în 2014.[181]

Având o vastă activitate practică, deține un bogat portofoliu, incluzând și**:** sala multifuncționala de la Ober-Ramstadt, Germania (1998), vasta copertină curbată din lemn Expo Dach de la Hanovra, Elveția (2000), turnul de observație Sauvabelin la Lausanne, Elveția (2003), centrul de tratament și terapie din Uzwil, Elveția, turnul Aussichtsturm la Wil, în Elveția (2006), sala de concerte de la Limoges, Franța (2007), pavilionul info Biodiversum din rezervația naturală Haff Reimech, Luxemburg (2010).[170,184,185]





▲ Fig. 4.103. Copertină curbată din lemn Expo Dach de la Hanovra, 2000

◄ Fig. 4.102. Pavilionul Biodiversum din Luxemburg, 2010

Man-Chung Tang (1940-prezent)

Se spune că „soarele nu apune niciodată pe un pod al dr. Tang”, întrucât proiectele sale pot fi găsite în întreaga lume. Man-Chung Tang este un inginer civil american, de origine chineză, specializat în sectorul podurilor. Născut în Zhaoqing, China, a absolvit facultatea de inginerie civilă la Colegiul Chu Hai din Hong Kong, în anul 1959, 4 ani mai târziu a obținut diploma de inginer de la Universitatea Tehnică din Darmstadt, iar în 1965 pe cea de doctor la aceeași instituție. Între 1989 și 1995 a fost profesor de inginerie civilă și mecanică la Universitatea din Columbia. A lucrat pentru mai multe companii de profil din Germania și SUA, fondând el însuși câteva, dintre care cea mai de amploare este *T.Y.LIN International*.

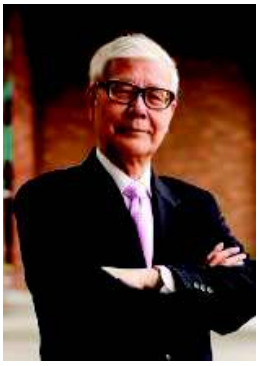


Fig. 4.104. Man-Chung Tang (1940-prezent)

A proiectat și a construit mai mai mult de 100 de poduri în întreaga lume, incluzând peste 32 de poduri hobanate, patru poduri suspendate de mare anvergură și numeroase poduri segmentate. Este recunoscut în mod constant nu numai pentru contribuția sa incomensurabilă la industria de proiectare a podurilor, dar și pentru calitatea și inovația proiectelor sale individuale.

Membru fondator al Institutului de Structuri Posttensionate din SUA, a scris numeroase articole de proiectare și execuție în ingineria civilă și și ingineria podurilor, dintre care amintim

[184] Haller, Peer, *Eminent Structural Engineer: Julius Natterer*, în *Structural Engineering International*, vol. 18, nr. 2, mai 2008, pp. 207-209

[185] Bassi, Lara; Gariup, Lara, *Incontri: Julius Natterer*, în *LegnoArchitettura*, anul VII, nr. 28, oct. 2017, pp. 4-9

aici: *A new concept of orthotropic steel bridge desk* publicat în 2011[186], *The art of arches* în 2015[187] și *Conceptual design of bridges* în 2017[188].

Este membru a mai multor instituții de prestigiu din domeniu și a primit numeroase distincții printre care: Premiul John A. Roebling acordat de Societatea Inginerilor din SUA în 1999, Premiul de Merit din partea IABSE în 2010, Medalia de Aur de la Instituția Inginerilor Structuriști în 2013.[189]

Dintre lucrările sale amintim aici: podul de beton armat Pine Valley Creek din San Diego, SUA (1974), elegantul pod Memorial Talmadge, din Savannah, SUA (1991), podul arcuit asimetric Dagu (*podul Sun and Moon*) peste râul Haihe, în Tianjin, China (2004), podul arcuit Caiyuanba peste râul Yangtze în China (2007), podurile gemene, suspendate pe cabluri, Dongshuimen și Qiansimen peste râul Yangtze din Chongqing, China (2014).[190]

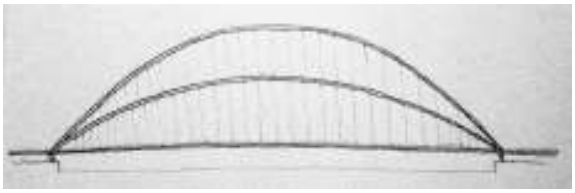


Fig. 4.105. Podul asimetric Dagu (*podul Sun and Moon*) peste râul Haihe, 2004

Fig. 4.106. Podul Caiyuanba peste râul Yangtze, 2007

Michel Virlogeux (1946-prezent)

Fig. 4.107. Michel Virlogeux (1946-prezent)

Inginer francez structurist și specialist în domeniul podurilor, Michel Virlogeux a absolvit Școala Politehnică din Paris în 1967 și Școala Națională de Poduri și Drumuri din capitala franceză în 1970. Între 1970 și 1973 a lucrat în Tunisia pe proiecte de drumuri, finalizându-și în același timp doctoratul la Universitatea Pierre et Marie Curie din Paris.

A proiectat peste 100 de poduri, având și o bogată activitate didactică, fiind profesor de analiză structurală la Școala Națională de Poduri și Drumuri între 1977 și 1991. Un foarte activ specialist în asociațiile tehnice de profil, este membru a mai multora, inclusiv al Academiei Franceze de Tehnologie. Are contribuții majore aduse în domeniul construcțiilor civile, în special prin dezvoltarea structurilor cu precomprimare externă.

Dintre lucrările sale scrise, amintim aici câteva articole: *Structural and Architectural Design of Bridges* publicat în 1996[191], *State-of-the-art in cable vibrations of cable-stayed bridges* în 2005[192] și *Bridge Architecture – from Structure to Elegance* în 2015[193].

[186] Tang, Man-Chung, *A new concept of orthotropic steel bridge desk*, în *Structure and Infrastructure Engineering*, vol. 7, nr. 7-8, 2011, pp. 587-595
[187] Tang, Man-Chung, *The art of arches*, în *Structure and Infrastructure Engineering*, vol. 11, nr. 4, 2015, pp. 443-449
[188] Tang, Man-Chung, *Conceptual design of bridges*, în *Structure and Infrastructure Engineering*, vol. 13, nr. 4, 2017, pp. 418-427
[189] V. pagina web a companiei: https://www.tylin.com/en/about/leadership/tang_manchung
[190] Flynn, Larry, *The sun never sets on a Man-Chung Tang bridge*, 28 dec. 2000, pagina web http://www.roadsbridges.com/sun-never-sets-man-chung-tang-bridge (accesată aug. 2018)
[191] Virgoleux, Michel, *Structural and Architectural Design of Bridges*, în *Structural Engineering International*, vol. 6, nr. 2, 1996, pp. 80-83

A primit, pentru contribuțiile aduse domeniului, numeroase recunoașteri internaționale, printre care: Premiul Internațional de Merit de la IABSE în 1983, Premiul de Excelență în Inginerie de la revista *Engineering News Record* în 1995, Medalia de Aur de la Instituția Inginerilor Structuriști în 1979, Medalia Gustave Magnel acordată de Biroul Tehnic de Control în Construcții SECO în 1999 și Premiul Fritz Leonhardt în același an de la Camera Inginerilor din Baden-Württemberg din Germania, fiind și primul laureat al acestui premiu.

Din rândul lucrărilor realizate de el, enumerăm câteva din Franța: podul Trellins la Vinay (1985), podul Truc de la Fare la Chirac (1993), pasarela la Noisy-le-Grand, în Ile-de-France (1994), podul de oțel și beton al Normandiei lângă Le havre (1995), viaductul realizat segmentat de la Avignon (1999), brațul nordic al podului Charente de la Jarnac (2002), viaductului de metal Millau în Occitanie (2004).[194,195,196]

Fig. 4.108. Podul Truc de la Fare la Chirac, 1993

Fig. 4.109. Viaductului de metal Millau în Occitanie, 2004

Santiago Calatrava (1951- prezent)

Născut la Valencia, Santiago Calatrava Valls este un arhitect, inginer, pictor și sculptor spaniol cunoscut la nivel mondial pentru podurile și clădirile sale sculpturale. A studiat arhitectura la Școala Tehnică Superioară de Arhitectură din Valencia, absolvind în 1974, iar patru ani mai târziu a obținut diploma de inginer civil de la Institutul Federal Tehnic din Zürich (ETH), pentru ca în 1981 să primească diploma de doctor în științe tehnice cu o teză intitulată *Despre pliabilitatea structurilor*. În același an a devenit asistent la Institutul de Statică, Aerodinamică și Structuri Ușoare la Zürich.

Fig. 4.110. Santiago Calatrava (1951- prezent)

Și-a exploatat adesea cunoștințele de inginerie pentru a crea structuri inovatoare, sculpturale, cel mai adesea din beton și oțel. A afirmat că natura îi servește de model, inspirându-l să creeze clădiri care să reflecte formele și ritmurile naturale ale acesteia.

Este foarte interesat de valorificarea arhitecturală a formelor preluate din natură, o pasiune evidentă în clădiri precum: turnul de apartamente Turning Torso (1999-2005) din Malmö, Suedia, a cărui formă sculpturală trimite la o coloană vertebrală, gara din aeroportul din

---

[192] Virgoleux, Michel, *State-of-the-art in cable vibrations of cable-stayed bridges*, în *Bridge Structures*, vol. 1, nr. 3, 2005, pp. 133-168

[193] Virlogeux, Michel, *Bridge Architecture – from Structure to Elegance*, în cadrul *25. Dresdener Brückenbausysmposium*, 9-10 mar. 2015, Dresden

[194] V. pagina web profesională, cu CV-ul său: http://www.michelvirlogeuxconsultant.com/CV-Michel-VIRLOGEUX.pdf

[195] Halpern, Allison Beth; Billington, David Perkins, *Eminent Structural Engineer: Michel Virlogeux - Structural Artist of Modern French Bridges*, în *Structural Engineering International*, vol. 23, nr. 3, 2013, pp. 350-353

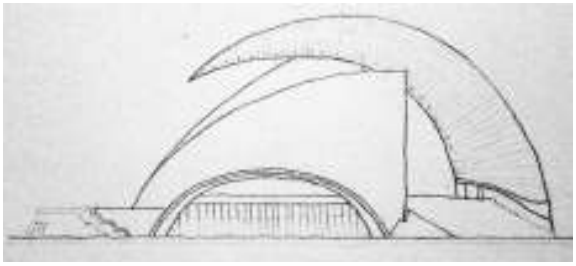
[196] Raich, U., *Gustave Magnel Preis an Michel Virlogeux*, în *Beton- und Stahlbetonbau*, vol. 95, nr. 3, mar. 2000, pp. 187-190

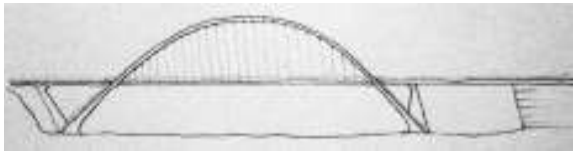
Lyon (1989-94), unde a proiectat o clădire care seamănă cu o pasăre cu aripile deschise. În anii '90, Calatrava a început să adauge aspecte mobile la clădirilor sale. În Pavilionul de la Kuweit pentru Expo '92 (1991-92), a introdus pe acoperiș mai multe piese segmentate care se separă și se regrupează, creând diferite forme și efecte de iluminare. Această nouă idee a fost implementată cu succes și la Muzeul de Artă din Milwaukee, în Wisconsin (1994-2001), pentru care a creat un parasolar mobil, care seamănă cu aripile unei păsări care se deschid și se închid îin funcție de momentul din zi.

Două dintre articole scrise de Calatrava și colaboratorii săi, sunt *Palacio de exposiciones y congresos de Oviedo* publicat în 2008[197] și *Des bow-strings originaux. Pont Bach de Roda, passerelle Oudry-Mesly, pont Lusitania, pont Ondárroa, passerelle La Devesa, pont Alameda, passerelle piétonne Campo Volantin, pont de l'Europe* în 1999[198].

Pe siteul său profesional, numărăm 100 de premii, medalii și onoruri aduse contribuțiilor, proiectelor și activității generale cu o valoare tehnică și artistică covârșitoare. Sugestiv, amintim aici doar câteva: Premiul pentru Merit Internațional în Inginerie Structurală de la IABSE în 1988 și în 2004, Medalia de Aur a Instituției Inginerilor Structuriști (IStructE) în 1992, Medalia de Aur de la Asociația Internațională pentru Arhitectură (AIA) în 2005 și Medalia Națională de Onoare din partea AIA în 2012, oferită la Washington[199].

Deținând cel mai bogat și avangardist portofoliu întâlnit la specialiștii succint prezentați în lucrarea de față, amintim aici unele lucrări, oricum omițând multe altele care sunt repere mondiale în domeniul construcțiilor și al artei: podul Bach de Roda – Felipe II din Barcelona (1987), stația metropolitana Oriente din Lisabona (1998), auditoriul Adan Martin din Tenerife, la Santa Cruz de Tenerife (2003), stația Orașul Artelor și al Științelor din Valencia (2009), Centrul de Cercetare a Inovațiilor, Științei și Tehnologiei din Lakeland, Florida, SUA (2014), stația de metrou World Trade Center Transportation Hub din New York (2016).[200,201,202]





▲ Fig. 4.112. Podul Bach de Roda, Barcelona, 1987

◄ Fig. 4.111. Auditoriul Adan Martin, Tenerife, 2003

William Baker (1953-prezent)

Inginer structurist american, William Frazier Baker („Bill") este cunoscut mai ales pentru turnul Burj Khalifa, pentru o vreme cea mai înaltă clădire din lume, activând în colaborare cu firma din Chicago SOM (*Skidmore, Owings & Merrill, LLP*) din 1981 și devenind din 1996 partener al acesteia.

A obținut diploma de licență în inginerie civilă la Universitatea din Missouri în 1975 și a absolvit masteratul la Universitatea din Illinois în 1980.

---

[197] Calatrava Valls, Santiago; Fernández Pozuelo, Javier; Rando Campos, Mario, *Palacio de exposiciones y congresos de Oviedo*, în cadrul I*V Congreso de la Asociación Científico-Tecnica del Hormigón Estructural - Congreso Internacional de Estructuras*, Valencia, 24-27 nov. 2008

[198] Bourrat, Alexis; Calatrava, Santiago; Datry, Jean-Bernard, *Des bow-strings originaux. Pont Bach de Roda, passerelle Oudry-Mesly, pont Lusitania, pont Ondárroa, passerelle La Devesa, pont Alameda, passerelle piétonne Campo Volantin, pont de l'Europe*, în *Bulletin annuel de l'AFGC*, nr. 1, 1999, pp. 59-61

[199] Pentru lista completă, v. https://calatrava.com/awards.html

[200] Tzonis, Alexander, *Santiago Calatrava: The Complete Works*, ed. Rizzoli, New York, 2007

[201] McQuaid, Matilda, *Santiago Calatrava: structure and expression*, ed. Harry N. Abrams Inc. (azi, Abrams Books), New York, 1993, pp. 9-39

[202] Molinari, Luca; Rosselli, Paolo; Samsa, Erika, *Santiago Calatrava*, ed. Skira, Milano, 2000

Expertiza sa se axează pe clădiri performante și foarte înalte, dar se extinde la o gamă largă de structuri de mare amploare, respectiv ușoare. Inovația majoră pe care a adus-o la clădirile înalte este utilizarea nucleului central ca element principal de asigurare a ridigității. A derulat și derulează în continuare numeroase cercetări asupra distribuției optime de material în structuri, urmărind reducerea cantității acestuia și, implicit, reducerea încărcările provenite din greutatea proprie, cu scopul identificării formelor optime structurale. Derulează activități de cercetare și educație în învățământul superior în SUA și nu numai, obținând mai multe titluri de *Doctor Honor Causa*.

A publicat peste 50 de articole în care își descrie proiectele și baza teoretică aplicată pentru acestea, dintre care amintim aici: *Energy-Based Design of Lateral Systems* publicat în 1992[203], *Beton im Hochhausbau: Burj Dubai, Trump Tower und Infinity Tower* în 2010[204] și articolul comun *Shell of Steel* în 2003[205].

Dintre premiile obținute pentru deosebita sa activitate profesională, amintim aici câteva: Medalia Fazlur Khan de la Consiliul pentru Clădiri Înalte și Habitat Urban în 2008, premiul Fritz Leonhardt de la Camera Inginerilor Baden-Württemberg din Germania în 2009, fiind primul laureat american al acestuia, anul următor Medalia de Aur a Instituției Inginerilor Structuriști (IStructE), Premiul pentru Întreaga Activitate Profesională (OPAL) de la ASCE în 2011, Premiul Higgins Lectureship de la Institutul American de Construcții din Oțel în 2013, Medalia de Aur Gustave Magnel de la Asociația Inginerilor Universității din Ghent în 2014.

Dintre lucrările sale enumerăm: Casa de Schimb Valutar Broadgate-Exchange House din Londra (1990), copertina ușoară cu dublă curbură a scenei deschise de la Schubert Club din Raspberry Island, Mississippi (2002), podul pietonal BP din Chicago (2004), pavilionul intrării în Centrul General Motors Renaissance la Detroit (2005), turnul Burj Kalifa din Dubai (2010), turnul de locuințe Cayan din Dubai (2013).[206,207,208]

Fig. 4.113. William Baker (1953-prezent)

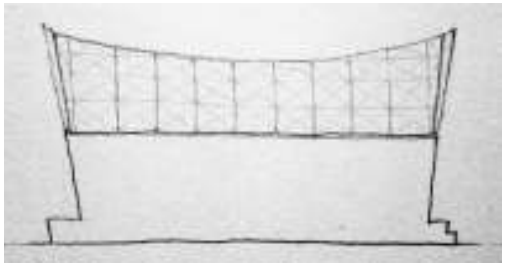


Fig. 4.114. Copertina scenei deschise de la Schubert Club, Raspberry Island, 2002

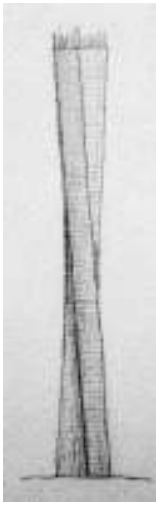


Fig. 4.115. Turnul de locuințe Cayan din Dubai, 2013

[203] Baker, William F., *Energy-Based Design of Lateral Systems*, în *Structural Engineering International*, vol. 2, nr. 2, mai 1992, pp. 99-102

[204] Baker, William F., *Beton im Hochhausbau: Burj Dubai, Trump Tower und Infinity Tower*, în *Detail - Zeitschrift für Architektur + Baudetail*, vol 50, nr. 1-2, 2010, p. 74

[205] Baker, William; Besjak, Charles; Korista, D. Stanton; McCormick, Shane, *Shell of Steel*, în *Civil Engineering Magazine*, vol. 73, nr. 4, aprilie 2003, pp. 68-73

[206] V. Pagina web SOM: https://www.som.com/about/leadership/william_f_baker

[207] Wallace, Susan, *William F. Baker: Reaching for the Sky*, în *Civil + Structural Engineer*, 19 febr. 2014, https://csengineermag.com/article/william-f-baker-reaching-for-the-sky, accesat august 2018

Werner Sobek (1953-prezent)

Fig. 4.116. Werner Sobek (1953-prezent)

Inginer structurist și arhitect german, Werner Sobek a studiat ingineria și arhitectura la Universitatea din Stuttgart între 1974 și 1980, iar în 1987 a obținut diploma de doctor în inginerie de la aceeași instituție cu o lucrare despre structurile ușoare de beton realizate pe suport pneumatic. În 1984 a început o colaborare cu firma *Skidmore Owings & Merril* la Chicago, iar între 1987 și 1991 a lucrat în biroul *Schlaich, Bergermann & Partner* la Stuttgart, pentru ca în 1992 să-și înființeze propria firmă, *Werner Sobek*, cu birouri în mai multe orașe mari din lume. În 1991 a devenit profesor la Universitatea din Hanovra, ca succesor al lui Bernd Tokarz, și director al Institutului pentru Proiectare Structurală și Metode de Construcție. Din 1994 este profesor la Universitatea din Stuttgart și conduce Institutul de Structuri Ușoare și Proiectare Conceptuală (ILEK).

Preocupările sale, din cadrul ILEK și nu numai, se concentrează pe analiza și forma structurală, dar și pe știința materialelor, urmărind dezvoltarea conceptuală și inovarea sistemelor structurale prin exploatarea tuturor tipurilor de materiale. Se ocupă de structuri de mari deschideri din pânze textile, sticlă, beton armat și beton pretensionat. Optimizarea formei constructive este un alt scop principal al său, în contextul consumului rațional de materiale, energie, asigurarea durabilității, a siguranței în exploatare, a posibilității de reciclare, respectând mediul înconjurător. Angajamentul său față de sustenabilitate se reflectă și în implicarea sa în Consiliul German pentru Dezvoltare Durabilă (DGNB), devenind co-fondator în iulie 2007. A dezvoltat prototipuri de case durabile și autonome sub numele R128, H16 și R129.

Dintre numeroasele sale lucrările scrise amintim aici articolele: *Technologische Grundlagen des textilen Bauens* publicat în 1994[209], *Nochmals: Wie weiter Bauen?* în 2011[210] și articolul comun *Weight-optimized and Mono-material concrete components by the integration of Mineralized Hollow Spheres* în 2017[211].

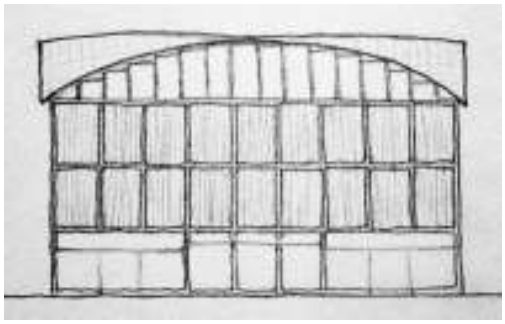


Fig. 4.117. Centrul comercial P & C din Lübeck, 2005

De asemenea, a obținut peste 100 premii și aprecieri la cel mai înalt nivel în domeniu, dintre care sugestiv amintim aici câteva: Premiul Fazlur Khan de la Consiliul pentru Clădiri Înalte și Habitat Urban în 2005, Premiul Auguste Perret de la Uniunea Internațională a Arhitecților (UIA) în 2005, Medalia pentru Cercetare și Tehnică acordată de Academia Franceză de Arhitectură în 2010, Premiul pentru Cea mai Bună Clădire Înaltă din Lume pentru clădirea de birouri KfW Westarkaden în 2011, Premiul Tsuboi acordat de

[208] ***, *William F. Baker Jr.*, în *Distinguished Alumni Awards*, Illinois College of Engineering, 2011, https://engineering.illinois.edu/engage/distinguished-alumni-and-friends/distinguished/article/5584, accesat august 2018

[209] Sobek, Werner, *Technologische Grundlagen des textilen Bauens*, în D*etail - Zeitschrift für Architektur + Baudetail*, vol. 34, nr. 6, 1994, p. 776

[210] Sobek, Werner, *Nochmals: Wie weiter Bauen?*, în *Beton- und Stahlbetonbau*, vol. 106, nr. 11 nov. 2011, p. 729

[211] Schmeer, Daniel; Sobek, Werner, *Weight-optimized and Mono-material concrete components by the integration of Mineralized Hollow Spheres*, în cadrul *Interfaces: Architecture, Engineering, Science, Annual Meeting of IASS*, Hamburg, 25-27 sept. 2017

IASS în 2013[212], Premiul Fritz Leonhardt acordat de Camera Inginerilor din Baden-Württemberg din Germania în 2015.[213]

Multe dintre lucrările sale realizate sunt repere mondiale, dar aici vom aminti doar câteva, preponderent din Germania: parcarea supraetajata Burda din Offenburg (2002), centrul comercial P & C din Lübeck (2005), complexul de zgârie-nori Baku Flame Towers din Londra (2012), copertina de sticlă și metal pentru stația-terminal din Esslingen am Neckar (2014), fațada și acoperișul operei din Dubai (2016), turnul cu anvelopanta din pânză de fibră de sticlă ThyssenKrupp Test din Rottweil (2017).[206,214,215,216]

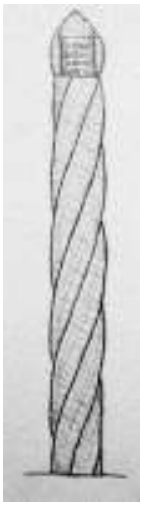


Fig. 4.118. ThyssenKrupp Test din Rottweil, 2017

4.3. Observații personale și concluzii

Parcurgerea carierelor specialiștilor prezentați succint mai sus a arătat încă o dată cât este de necesară consultarea zestrei de cunoștințe aduse de aceștia pentru formarea unui tânăr specialist.

Dintre specialiștii intervievați în cadrul Cap. 5. *Convorbiri despre estetica structurală cu ingineri de referință clujeni* precum se va vedea în continuare, câțiva dintre respondenți au adus în discuție necesitatea realizării unui inventar al uneltelor de lucru și al soluțiilor oferite până acum, punând accentul pe noutate (A. Ionescu), pe procesul de documentare (E. Panțel), sau și pe consultarea experiențelor altor profesioniști (P. Alexa). Practic, aceste procese au loc pe tot parcursul carierei specialistului, pentru că acesta trebuie să fie *un om al timpului său*, informat cu privire la noutăți, deschis să le asimileze și să le includă în propriile proiecte.

Adaugăm aici observațiile noastre în urma parcurgerii periplului pe care ne-au condus cei 40 de ingineri care au adus numeroase contribuții la domeniul construcțiilor, referitoare la:

• studiile pe care le-au urmat: trei dintre specialiști nu au avut studii de specialitate (Telford, Stephenson și B. Baker) și cu toate acestea și-au folosit logica, intuiția și obstinența profesională pentru a devenit ulterior repere mondiale în domeniu;

• naționalitatea specialiștilor:

◦ spațiul german a emis de departe cei mai multi specialiști – 8: Roebling, Dischinger, Tedesko, Leonhardt, Otto, Schlaich, Natterer, Sobek;

◦ spațiul francez numără 5: Eiffel, Freyssinet, Esquillan, Muller, Virlogeux;

◦ spațiul elvețian 4: Maillart, Ammann, Isler, Menn;

◦ întregul spațiu anglo-saxon, 5, distribuiți astfel: 3 englezi (G. Stephenson, Brunel, B. Baker), un scoțian (Telford) și un irlandez (Rice);

◦ câte 3 specialiști din spațiul chinez: Lin, Li, Tan, respectiv american: Steinman, Figg, W. Baker;

◦ câte 2 specialiști din spațiile: italian (Nervi, Salvadori), spaniol (Torroja, Calatrava) și român (Mihailescu, Gioncu);

[212] Pentru publicația: Neuhaeuser, Stefan; Weickgenannt, M.; Witte, C.; Haase, Walter; Sawodny, O.; Sobek, Werner, *Stuttgart smartshell - A full scale prototype of an adaptive shell structure*, în *Journal of IASS*, nr. 54, 2013, pp. 259-270

[213] Pentru lista completă, v. pagina web: https://www.wernersobek.de/en/ și în company/awards/

[214] Jäger, Wolfram, *Werner Sobek 60 Jahre*, în *Stahlbau*, vol. 82, nr. 6, 2013, pp. 473-477

[215] Blaser, Werner, *Werner Sobek. Ingenieurkunst, Art of Engineering*, ed. Birkhäuser, Basel, 1999

[216] Wörner, Johann-Dietrich, *Werner Sobek - ein Ausnahmeingenieur!*, în *Stahlbau*, vol. 82, nr. 6, 2013, pp. 405

◦ câte un specialist: rus (Shukhov), danez (Arup), uruguayan (Dieste), suedez (Jawerth), bengalez (Khan) şi maghiar (Polonyi).

Sigur că o listă de 100 de specialişti care au adus contribuţii la domeniul construcţiilor ar schimba puţin harta distribuţiei lor geografice. Oricum, fiecare specialist, oriunde s-ar afla, fiind preocupat pentru aprofundarea domeniul său, va şi aduce contribuţii la acesta, contribuind la îmbogăţirea zestrei de cunoştinte, implicit, respectându-şi datoria de a ajuta următoarea generaţie prin propriul aport profesional.

• materialele de construcţii utilizate în mod special pentru a obţine soluţii inovative şi având calităţi structurale şi/sau estetice deosebite:

◦ metalul, în particular fierul, oţelul, inclusiv materiale compozite cu oţel: Eiffel, Shukhov, B. Baker, Leonhardt, Gioncu, Li, Jawerth, Schalich, Figg;

◦ betonul armat: Maillart, Freyssinet, Dischinger, Arup, Torroja, Muller, Menn, Polonyi, Sichinger, Nervi, Tedesko, Salvadori, Mihailescu, Isler, Gioncu, Schalich, Leonhardt, Lin, Virlogeux, Lin, (beton şi oţel:) Khan, Calatrava;

◦ ferocimentul: Nervi, Rice;

◦ cărămida: Dieste;

◦ pânze textile şi membrane elastice: Otto, Sobek;

◦ lemnul: Natterer;

◦ mai multe materiale exploatate în mod comparativ performant: Rice, Sobek.

• tipologii structurale curente şi speciale exploatate în mod special pentru a dob\ndi efecte structurale sau estetice deosebite:

◦ structuri suspendate pe cabluri: Telford, Brunel, Roebling, Eiffel, Ammann, Steinman, Dischinger, Esquillan, Leohardt, Li, Jawerth, Otto, Menn, Schlaich, Tang;

◦ structuri hobanate: Figg, Tang;

◦ structuri tensionate: Gioncu, Otto;

◦ structuri pretensionate: Freyssinet, Dischinger, Leonhardt, Lin, Figg, Sobek;

◦ structuri posttensionate: Tang;

◦ structuri întinse: Shukhov, Otto;

◦ structuri ortotropice: Leonhardt, Tang;

◦ structuri autoportante: Dischinger, Tedesko;

◦ structuri rezistente prin formă: Dieste, Polonyi, Isler, Sobek;

◦ structuri tubulare şi derivate: Khan;

◦ structuri de tip reţea: Shukhov, Otto, Natterr, Gioncu.

• preocuparea specială pentru tehnologii constructive şi dezvoltarea acestora: Leonhardt şi Lin pentru poduri pretensionate, Mullter pentru îmbinări de elemente structurale, Schalich pentru suspendarea pe cabluri a podurilor; Khan pentru CAD;

• categoriile funcţionale ale lucrărilor realizate:

◦ drumuri: Telford, Freyssinet, Virlogeux;

◦ tuneluri: Brunel, B. Baker;

◦ căi ferate: Stephenson, Brunel, Eiffel;

◦ poduri şi viaducte: Telford, Brunel, Roebling, Eiffel, B. Baker, Shukhov, Maillart, Freyssinet, Ammann, Steinman, Dischinger, Esquillan, Leonhardt, Lin, Li, Dieste, Muller, Menn, Polonyi;

◦ zgârie-nori, clădiri înalte şi turnuri: Shukhov, Esquillan, Khan, W. Baker;

◦ biserici: Telford, Dieste, Polonyi, Nervi, Torroja, Isler, Gioncu;

◦ nave maritime: Brunel, Shukhov;

◦ fabrici: Eiffel, Dieste, Shukhov, Maillart, Jawerth;

◦ gări: Eiffel, Roebling, Shukhov, Mihailescu, Calatrava;

◦ spaţii de mari deschidei, hale mari, hangare etc.: Dischinger, Nervi, Arup, Torroja, Esquillan, Tedesko, Dieste, Jawerth, Mihailescu, Otto, Gioncu, Schlaich, Sobek, Shukhov;

◦ programe variate funcţionale: Shukhov, Torroja, Salvadori, Isler, Rice, Natterer, Calatrava.

• preocuparea în mod special asupra formelor și a efectelor sculpturale ale formelor generate: 9 specialiști – Dieste, Otto, Calatrava, Torroja, Lin, Jawerth, Isler, W. Baker, Sobek;
• preocuparea particulară pentru frumos, estetică sau valoarea artistică a lucrărilor: 18 specialiști – Ammann, Nervi, Arup, Jawerth, Isler, Maillart, Esquillan, Leonhardt, Dieste, Mihailescu, Menn, Khan, Gioncu, Torroja, Otto, Calatrava, Rice, Figg;
• preocuparea deosebită pentru a oferi soluții ieftine, economicoase: 8 specialiști – Freyssinet, Ammann, Steinman, Dieste, Otto, Nervi, Esquillan, Menn;
• implicarea specialiștilor în învățământul de specialitate, fiind cadre didactice: 19 din cei 40 au fost sau sunt în continuare cadre didactice sau țin cursuri universitare de specialitate – Steinman, Dischinger, Nervi, Torroja, Salvadori, Li, Dieste, Otto, Khan, Polonyi, Schlaich, Natterr, Tang, Vilogeux, Sobek, Isler, Calatrava, Menn, Gioncu. Dintre aceștia, preocupări deosebite pentru didactica specialității a avut Salvadori.

În contextul acestei zestre științifice, filozofice și tehnice atât de bogate și variate puse la dispoziție de numeroși specialiști, nu rămâne decât să ne întrebăm de ce nu *profităm* de acestea pentru a aduce mult mai multă frumusețe în spațiul construit românesc și chiar local. Desigur că tot timpul există asupra specialistului constrângeri exterioare de ordin financiar, din partea beneficiarului sau altele, dar dorința de a crea lucrări frumoase, combinată cu obstinența profesională și aprofundarea științifică riguroasă și continuă a specialistului pot conduce la soluții cu înaltă valoare estetică.

Cap. 5. Convorbiri despre estetica structurală cu ingineri de referinţă clujeni

5.1. Scopul cercetării şi metodologia utilizată

Ca urmare a studierii diacronice a viziunilor esteticienilor în cap. 2. *Estetica* şi a contribuţiilor a peste 40 de ingineri la evoluţia esteticii structurale, în cap. 4. *Viziuni ale unor structurişti de referinţă asupra esteticii*, se impunea, în tabloul astfel conturat, şi studierea viziunilor unor ingineri de referinţă de la nivel local, cu activitate în Cluj-Napoca şi în ţară.

La sugestia domnului prof. dr. ing. Ludovic Kopenetz, îndrumătorul prezentei teze, opt ingineri, recunoscuţi la nivel naţional şi internaţional pentru deosebitele contribuţii în proiectarea, consolidarea, restaurarea sau expertizarea de obiective structurale, au fost invitaţi să participe la o discuţie pe tema generică a frumosului din structuri şi a modului de a integra frumosul în proiectele de structură. Discuţiile au fost ghidate de 11 întrebări care sprijineau teoretizarea pe această temă. La final discuţiei, fiecare specialist a fost rugat să prezinte trei lucrări proprii pentru a comenta implicarea sau intervenţia dumnealor la nivel estetic.

Studiul a urmărit în mod special modul în care inginerii privesc din punct de vedere practic integrarea valorii estetice în proiectele de structură. Baza teoretică este, bineînţeles, esenţială pentru a derula activitatea de specialist, dar manierele în care aceasta bază ajunge să fie pusă în practică denota talentul, pasiunea, performanţa şi discernământul profesionistului.

Având doar rol de ghidaj, întrebările adresate au dorit să permită libertate de exprimare fiecărui inginer intervievat şi, de aceea, perspectivele prin care sunt privite unele subiecte diferă de la un respondent la altul. Această varietate a perspectivelor a fost un obiectiv al cercetării întreprinse, tocmai pentru că relevă mai multe unghiuri de vedere ale aceluiaşi subiect, lărgind orizontul înţelegerii sale.

Specialiştii care au fost intervievaţi în cadrul acestui studiu sunt:

Doamna prof. dr. ing. Ildikó Bucur-Horváth[1]

Doamna dr. ing. Dorottya Makay

Domnul prof. dr. ing. Pavel Alexa[2]

Domnul prof. dr. ing. Anton Ionescu[3]

Domnul prof. dr. ing. Zoltán Kiss

Domnul prof. dr. ing. Eugen Panţel

Domnul prof. dr. ing. Petru Rus

Domnul prof. dr. ing. Bálint Szabó.

Interviurile integrale au fost sau urmează să fie publicate în Revista Construcţiilor[4] de-a lungul anului curent. În acest capitol al lucrării va fi prezentată interpretarea noastră generală asupra răspunsurilor oferite de inginerii intervievaţi, în ordinea întrebărilor adresate, la care sunt adăugate câteva explicaţii aduse întrebărilor, scurte comentarii şi câteva figuri-diagrame care ilustrează esenţa răspunsurilor primite.

În vederea fluidizării textului şi a prezentării analizelor, s-au folosit, pentru a-i menţiona în momentele necesare, doar numele inginerilor invitaţi la aceste discuţii, fără prenume şi formula de adresare, dar stima noastră pentru dumnealor este, desigur, în continuare una deosebită.

[1] Interviul acordat a fost publicat în Revista Construcţiilor nr. 149, iulie 2018, pp. 60-64
[2] Interviul acordat a fost publicat în Revista Construcţiilor nr. 148, iunie 2018, pp. 42-46
[3] Interviul acordat a fost publicat în Revista Construcţiilor nr. 151, septembrie 2018, pp. 42-45
[4] V. http://www.revistaconstructiilor.eu/

5.2. Interpretarea rezultatelor

5.2.1. Claritatea structurii

Întrebarea de ghidare a fost: "Ce sens daţi conceptului de structură curată?". Cum în domeniul ingineriei civile nu i se atribuie des sau facil structurii atributul de frumos, termenul *curat(ă)* este o alternativă mai uşor de integrat şi interpretat din punct de vedere structural.

Exprimarea preferată pentru a defini o structură curată face apel la încărcări şi transmiterea acestora la teren. Anume, ea constă în transmiterea simplă a încărcărilor (Kiss), sau drumul cel mai scurt al acţiunilor mecanice exterioare (Panţel), răspunde optim încărcărilor (Rus), respectiv se relaţionează cu indicele mic de parcurs (Makay şi Ionescu).

Alte răspunsuri şi comentarii se adresează tot sferei de criterii mecanice pe care o structură curată le satisface, anume: asigură rezistenţa şi stabilitatea (Szabó), este stabilă mecanic (Panţel), are cea mai potrivită schemă statică (Makay), este clară din punct de vedere mecanic (Bucur).

S-au făcut câteva referiri la aspectele tehnologice pe care o structură curată le implică, mai exact la nivel general: să fie clară din punct de vedere tehnologic (Bucur), potrivită tehnologiilor prevăzute (Alexa); iar în particular: să includă elemente modulare (Makay) şi, cu referire la aspectele mecanice, să includă elemente similar solicitate (Makay).

Câteva răspunsuri au adus în vedere legătura dintre structura curată şi conceptul structural, care: creează armonie între conceptul structural şi legile mecanicii (Rus), permite vizualizarea clară a concepţiei structurale (Kiss).

Structura curată a fost asociată cu:

• respectul faţă de mediul înconjurător (Alexa) şi cu păstrarea acestuia curat (Alexa);

• anumite aspecte vizuale, deoarece: oferă plăcere la vedere şi unui nespecialist (Alexa), este cea mai elegantă soluţie (Makay);

• referinţe la materiale, constituind cea mai potrivită alegere a materialelor de construcţii (Makay).

Pentru a o caracteriza, structura curată a fost asociată cu o serie de:

• concepte practice, fiind: potrivită funcţiunilor găzduite (Alexa), clară din punct de vedere geometric (Bucur);

• concepte abstracte, denotând o structură: inteligentă (Ionescu), raţională (Panţel), minimală (Panţel), corectă (Panţel); sau s-a răspuns că structura nu este descrisă ca fiind curată (Szabó).

Diagrama care reflectă esenţa răspunsurilor la întrebarea 1 se regăseşte în Fig. 5.1.

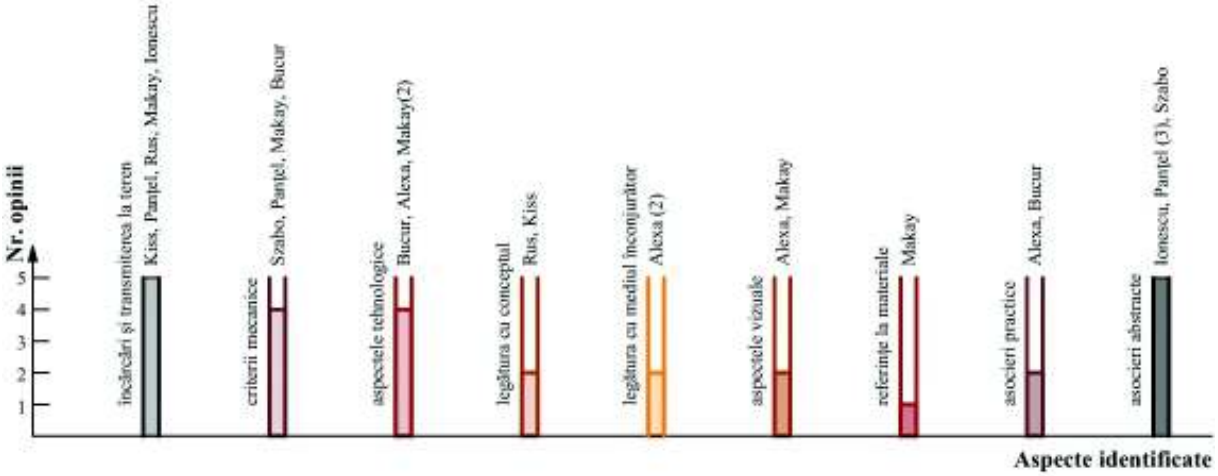


Fig. 5.1. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *o structură curată*

Conţinutul diagramei din Fig. 5.1 relevă faptul că o structură curată se raportează la sau constă în următoarele aspecte:

• încărcări şi transmiterea la teren: Kiss, Panţel, Rus, Makay, Ionescu;
• criterii mecanice: Szabó, Panţel, Makay, Bucur;
• aspectele tehnologice: Bucur, Alexa, Makay (2);
• legătura cu conceptul structural: Rus, Kiss;
• legătura cu mediul înconjurător: Alexa (2);
• aspectele vizuale: Alexa, Makay;
• referinţe la materiale: Makay;
• asocieri practice: Alexa, Bucur;
• asocieri abstracte: Ionescu, Panţel (3), Szabó.

5.2.2. Legătura dintre structură şi frumos

Întrebarea de ghidare a fost: "Cum vedeţi legătura dintre structură şi frumos?", încercând să conducă discuţia spre nucleul temei, frumosul din structură, după cum un inginer vede relaţia dintre cele două concepte.

Două categorii de viziuni s-au detaşat în cadrul răspunsurilor, anume referitoare la cerinţe mecanice, respectiv la sinceritate. În detaliu, legătura dintre structură şi frumos este dată de satisfacerea unor cerinţe mecanice: aceasta există dacă structura este concepută corect şi răspunde unor cerinţe (Szabó), depinde de respectarea sistemului de condiţii constructive (Bucur), constă în legătura dintre structură şi legile mecanicii (Rus). Relaţia dintre cele două concepte se bazează pe sinceritate, fiind dată de: onestitatea cu care este tratată structura, fără a fi mascată (Makay), de sinceritatea cu care este concepută structura (Ionescu), de sinceritatea şi claritatea cu care este citită structura (Alexa).

Legătura este una naturală: dată de naturaleţea cu care este prevăzută structura (Ionescu), constă în legătura dintre frumos şi natural (Rus). Aceasta să găseşte într-un raport cu arhitectura: ţine de conceperea arhitecturală care pune în evidenţă structura (Panţel), reprezintă legătura dintre structură şi arhitectură (Alexa). Se bazează pe armonie: este condiţionată de armonia dintre arhitectură, funcţiuni, aspect etc. şi structură (Kiss), se datorează conceptului structural armonios (Rus). Aceasta se găseşte într-un anumit tip de raport cu trecerea timpului: legătura se schimbă o dată cu evoluţia societăţii (Bucur) şi este asigurată prin abordarea viabilă a structurii (Rus).

Relaţia dintre structură şi frumos se poate baza pe câteva elemente:
• ornament: ornamentarea structurii (Makay), exploatarea potenţialului decorativ al structurii (Makay);
• valori emoţionale asociate: inginerul este îndrăgostit de o structură frumoasă (Szabó), relaţia apare prin aprecierea pe care specialiştii o acordă unei structuri (Makay);
• intenţia intrinsecă de valorificare estetică a structurii: relaţia este generată de inginerul care se foloseste de structură pentru a deveni element determinant al esteticii (Makay);
• are caracter obligatoriu (Ionescu).

Diagrama care reflectă esenţa răspunsurilor la întrebarea 2 se regăseşte în Fig. 5.2.

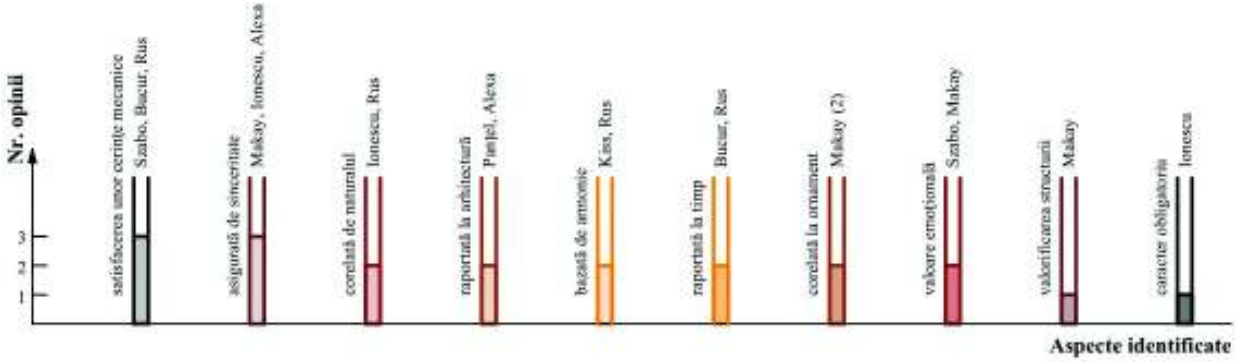


Fig. 5.2. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *legătura dintre structură şi frumos*

Conţinutul diagramei din Fig. 5.2 arată că legătura dintre structură şi frumos este dată de, este sau deţine următoarele aspecte:
• satisfacerea unor cerinţe mecanice: Szabó, Bucur, Rus;
• asigurată de sinceritate: Makay, Ionescu, Alexa;
• corelată de naturalul: Ionescu, Rus;
• raportată la arhitectură: Panţel, Alexa;
• bazată de armonie: Kiss, Rus;
• raportată la timp: Bucur, Rus;
• corelată cu ornamentul: Makay (2);
• valoare emoţională: Szabó, Makay;
• valorificarea structurii: Makay;
• caracter obligatoriu: Ionescu.

5.2.3. Comunicarea dintre frumos şi structură

Întrebarea de ghidare a fost: "În practică există comunicare între frumos şi structură?". Două entităţi comunică dacă au ceva în comun, funcţionează împreună, au un limbaj comun, interacţionează şi se condiţioneza reciproc. Dacă una întreabă, cealaltă răspunde şi invers. Dacă una creşte, cealaltă scade. Dacă îşi oferă prioritate una alteia, una se manifestă mai accentuat şi cealaltă este estompată sau mascată.

Dintre cei opt ingineri intervievaţi, toti au răspuns afirmativ la această întrebare, doar unul cu rezerve, menţionând că o comunicare există mai curând între funcţiune şi structură (Szabó).

Cinci dintre ingineri au asociat comunicarea dintre frumos şi structură cu aceea care are loc între arhitect şi inginer: este asigurată de profesionalismul inginerului şi al arhitectului (Panţel), constă în comunicarea dintre arhitect şi inginer în timpul definirii aspectelor structurale ale proiectului (Makay), se bazează pe comunicarea dintre inginer şi arhitect (Kiss), se bazează pe limbajul comun, comunicarea şi negocierile dintre arhitect şi inginer (Ionescu), este comunicarea dintre arhitect şi inginer (Alexa).

S-au făcut câteva comentarii referitoare la:
• accentele apărute în această comunicare, oferind prioritate: structurii – uneori structura primeşte cuvântul şi este afişată în prim-plan (Szabó); arhitecturii – reprezintă răspunsul inginerului la propunerile arhitectului pentru a realiza o structură frumoasă (Makay);
• condiţionările generate asupra comunicării: aceasta este condiţionată de creaţia structurală (Rus) şi de originalitate (Rus);
• trăsăturile comunicării: este extraordinară (Ionescu), esenţială pentru asigurarea succesului unei structuri (Kiss);
• lipsa comunicării, ca: etapă necesară în procesul creaţiei – comunicarea lipseşte într-o primă etapă a procesului creativ derulat de arhitect (Ionescu); ca situaţie nedorită – când lipseşte comunicarea dintre frumos şi structură, cea din urmă este asociată doar cu utilul, funcţionalul şi relaţia cost-beneficiu (Rus);
• reflectarea comunicării: aceasta este tradusă prin plăcerea pe care structura i-o produce privitorului său (Ionescu).

Diagrama care surprinde esenţa răspunsurilor la întrebarea 3 se regăseşte în Fig. 5.3.

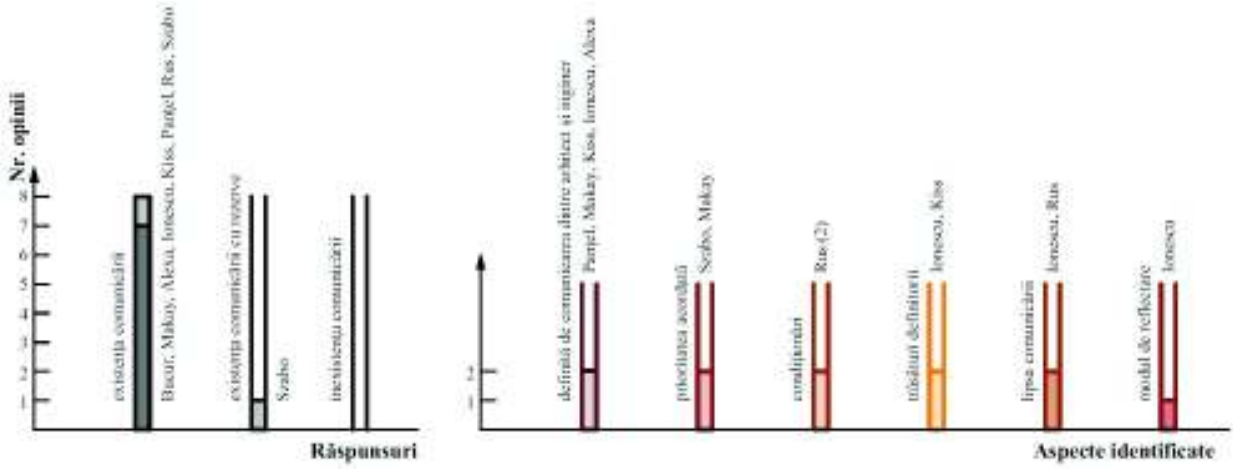


Fig. 5.3. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *comunicare dintre frumos şi structură*

Conţinutul diagramei din Fig. 5.3 arată răspunsurile cu da/nu la întrebare dacă există comunicare între structură şi frumos:
• existenţa comunicării: Bucur, Makay, Alexa, Ionescu, Kiss, Panţel, Rus, Szabó;
• existenţa comunicării cu rezerve: Szabó.

Şi comentariile cu privire la comunicarea dintre frumos şi structură din punctul de vedere al următoarele aspecte (comunicarea este, este definită de, prezintă):
• definită de comunicarea dintre arhitect şi inginer: Panţel, Makay, Kiss, Ionescu, Alexa;
• prioritatea acordată: Szabó, Makay;
• condiţionări: Rus (2);
• trăsături definitorii: Ionescu, Kiss;
• lipsa comunicării: Ionescu, Rus;
• modul de reflectare: Ionescu.

5.2.4. Demersul conceptual al structurii estetice

Întrebarea de ghidare a fost: "Care este demersul conceptual spre structura/structurile (realizată/realizate)?" şi a urmărit să identifice parcursul pe care inginerul îl alege în procesul de realizare a unui proiect, atât din perspectiva alegerilor pe care le face, cât şi din perspectiva parcursului recomandat. Esența întrebării se referă la paşii care sunt parcurşi în conceperea unei structuri în manieră teoretică. Totuşi, aceasta lasă loc să fie interpretată şi răspunsă din trei tipuri de perspective:
• teoretică – referindu-se la *paşii care sunt urmați* pentru a parcurge procesul conceptual;
• psihologică – răspunzând la întrebarea *cum este realizată* parcurgerea procesului;
• metodologică – evidențiind *aspectele care contribuie* la obținerea celor mai bune rezultate.

În urma analizării răspunsurilor oferite de ingineri la această întrebare, au rezultat 23 de informații de tip teoretic oferite de către 5 persoane (Makay, Alexa, Ionescu, Bucur, Szabó), 18 idei oferite din perspectivă psihologică de către 5 persoane (Rus, Bucur, Alexa, Szabó, Makay) şi 16 idei metodologice oferite de către 6 persoane (Ionescu, Rus, Alexa, Bucur, Panţel, Kiss).

Conţinutul acestor informații puse la dispoziție de specialişti, sintetizat de noi, este succint descris mai jos, pe cele trei tipuri de perspective şi, pentru viziunea psihologică, respectiv viziunea metodologică, divizat pe subcategorii.

Din perspectivă teoretică, parcursul de concepere a unei structuri cuprinde următorii paşi:
• realizarea unui inventar al resurselor actuale referitoare la: tipuri de structuri, sisteme structurale, trenduri naționale şi internaționale, materiale de construcții (Ionescu);
• realizarea unui studiu comparativ de soluții corespunzătoare funcţional (Bucur);

• prezentare de propuneri de către arhitect şi de către inginer (Alexa);
• generarea conceptului, a ideii centrale a proiectului (Ionescu) sau alegerea, pe criterii logice, a celei mai bune soluții (Bucur);
• extragerea conceptului structural din cel arhitectural (Makay);
• obținerea partiului (Makay);
• recepționarea de la arhitect sau crearea conceptului funcţionalo-estetic (Makay);
• determinarea sistemului structural folosit (Alexa, Ionescu, Szabó);
• identificarea schemelor structurale (Makay);
• determinarea densității elementelor (Alexa);
• stabilirea elementelor structurale verticale, orizontale şi de acoperire (Alexa, Ionescu);
• selectarea materialelor de construcții (Makay);
• identificarea schemelor de încărcare (Makay);
• predimensionarea elementelor structurale (Makay);
• dimensionarea elementelor structurale (Makay, Alexa);
• proiectarea elementelor structurale (Makay) şi a detaliilor (Szabó);
• optimizarea elementelor portante (Makay);
• derularea de negocieri cu arhitectul (Makay);
• derularea intervenţiilor arhitectului (Makay).

Din perspectivă psihologică, parcursul de concepere a unei structuri ar trebui să țină cont de următoarele aspecte:
• preocupările estetice intrinseci:
  ◦ parcursul conceptual se realizează strict individualizat (Rus);
  ◦ trebuie să demareze cu o preocupare pentru valoarea estetică a structurii (Szabó);
  ◦ urmărește eliminarea repetitivității şi a monotoniei (Rus);
  ◦ are loc astfel încât estetica rezultă din structura construcției (Bucur);
  ◦ trebuie să acorde o atenție deosebită densității de elemente structurale (Alexa).
• legătura dintre structură şi arhitectură:
  ◦ trebuie să se segrege aspectele pe care le determină arhitectul de cele pe care le determină inginerul (Makay);
  ◦ conduce la rezonanța structurii cu conceptul arhitectural (Rus);
  ◦ se realizează prin susținerea reciprocă dintre structură şi arhitectură (Rus);
  ◦ se realizează prin raportarea structurii şi a arhitecturii uneia la alta (Rus);
  ◦ are loc astfel încât conceptul structural să ajungă să facă parte din conceptul arhitectural (Rus);
  ◦ dezvoltarea structurii trebuie să aibă loc în paralel cu dezvoltarea concepţiei arhitecturale şi funcţionale (Szabó);
  ◦ constă în colaborarea dintre arhitect şi inginer (Alexa).
• legătura dintre structură şi funcţiuni:
  ◦ se caută să se realizeze structura care îmbracă ideal funcţiunea (Bucur);
  ◦ trebuie să răspundă cerințelor funcţionale (Bucur).
• respectarea legilor mecanicii:
  ◦ parcursul trebuie adaptat la performanțele structurale ale clădirii (Rus);
  ◦ respectă principiile care asigură comportarea conformă a structurii (Rus);
  ◦ se desfăşoară în manieră controlabilă mecanic (Bucur).
• preocupările tehnologice:
  ◦ proiectul trebuie să apeleze la tehnologii performante (Bucur).

Din perspectivă metodologică, parcursul de concepere a unei structuri este sprijinit prin sau de:
• selectarea de unelte, modele şi metode:
  ◦ căutarea de noutăți din domeniu (Ionescu);
  ◦ contribuția de cunoştințe solide ale proiectantului, talentul său şi persuasivitatea sa (Bucur);

◦ utilizarea de criterii logice pentru a face alegeri (Bucur);
◦ importarea de soluții (Ionescu);
◦ optimizarea soluției structurale alese (Ionescu);
◦ disponibilitatea modelelor matematice pentru structuri (Bucur).

• asigurarea sinergiei inginerie-arhitectură:
◦ rezonarea dintre arhitect şi inginer, fiind importantă şi definitorie (Rus);
◦ colaborarea continuă dintre arhitect și inginer (Alexa);
◦ adaptarea arhitecturii la structură, atunci când structura presupune performanţe înalte (Rus);
◦ integrarea de către arhitect a conceptului structural în cel arhitectural (Rus);
◦ încadrarea structurii în conceptul arhitectural şi de mediu (Alexa);
◦ căutarea structurii corespunzătoare la arhitectura proiectului (Kiss).

• conformarea funcţională:
◦ satisfacerea funcţiunilor (Alexa, Panţel) şi a regimului de înălţime (Alexa).

• raționarea mecanică:
◦ căutarea celor mai simple, uşor de calculat şi de prezis structuri (Kiss);
◦ căutarea structurii cu cel mai mic indice de parcurs (Panţel).

Diagrama care surprinde esenţa răspunsurilor la întrebarea 4 se regăseşte în Fig. 5.4.

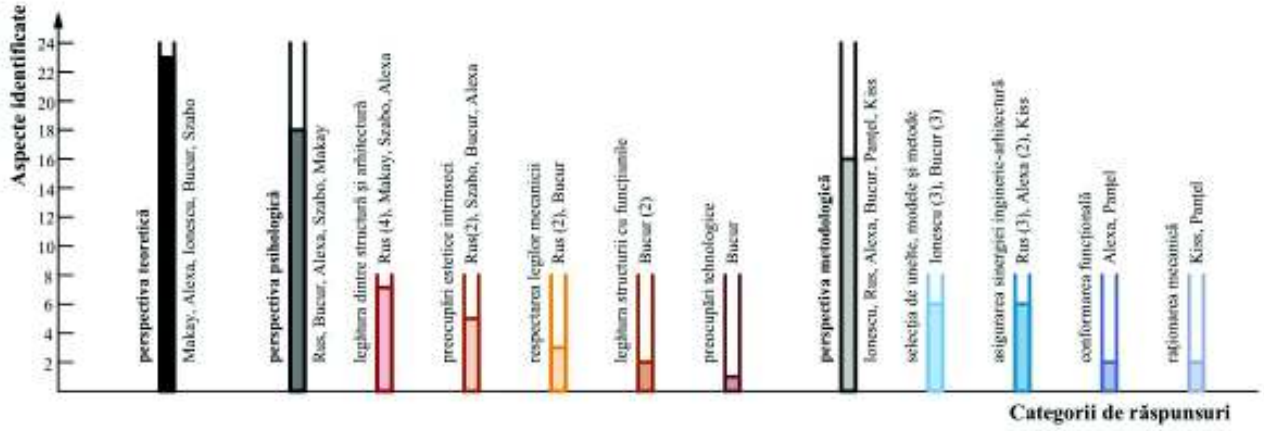


Fig. 5.4. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *demersul conceptul al structurii estetice*

Conţinutul diagramei din Fig. 5.4 arată cele trei tipuri de abordări ale întrebării, cu subcategoriile de aspecte atinse:

• perspectiva teoretică – sunt oferiţi 23 de paşi în parcurgerea demersului conceptual spre structura estetică: Makay, Alexa, Ionescu, Bucur, Szabó;

• perspectiva psihologică – sunt puse la dispoziţie 18 idei, divizate în 5 secţiuni:
◦ legătura dintre structură și arhitectură: Rus (4), Makay, Szabó, Alexa;
◦ preocupări estetice intrinseci: Rus (2), Szabó, Bucur, Alexa;
◦ respectarea legilor mecanicii: Rus (2), Bucur;
◦ legătura structurii cu funcţiunile: Bucur (2);
◦ preocupări tehnologice: Bucur.

• perspectiva metodologică – cuprinde 16 sugestii de aspecte care pot contribui la obţinerea unei structuri estetice, divizate în 4 categorii:
◦ selecţia de unelte, modele şi metode: Ionescu (3), Bucur (3);
◦ asigurarea sinergiei inginerie-arhitectură: Rus (3), Alexa (2), Kiss;
◦ conformarea funcţională: Alexa, Panţel;
◦ raţionarea mecanică: Kiss, Panţel.

5.2.5. Condițiile realizării structurilor frumoase şi de succes

Întrebarea de ghidare a fost: "Care sunt condițiile realizării unei structuri de succes și ale unei structuri frumoase? Există vreo diferență în practică între structură de succes și cea frumoasă?".

Observând divizarea structurilor în două categorii de interes pentru studiul de faţă, în cele de succes şi cele frumoase, s-a urmărit identificarea acelor caracteristici care diferențiază categoriile, care conferă succes unor structuri și care pe unele le face să fie frumoase. Practica este cea care realizează segregarea aceasta. Deși cei doi termeni pot părea că se confundă, există totuși o nuanță subtilă care face unele structuri să fie temporar de succes, pentru că uneori nu sunt de fapt frumoase, în timp ce structurile frumoase vor avea succes prin frumusețea lor. Evident, cele două tipuri de structură nu au respectat aceleași seturi de condiții.

Cei opt specialişti au oferit patru tipuri de răspunsuri cu privire la existența sau nu a unei diferențe între structura frumoasă și structura de succes. Astfel:

• 2 opinii au fost în favoarea suprapunerii celor două concepte: Ionescu, Panţel;
• 2 opinii au recunoscut o suprapunere variabilă a unui concept în celălalt: Bucur, Makay;
• 2 opinii au fost în favoarea suprapunerii parțiale a conceptelor, frumosul fiind inclus în succes: Alexa, Rus;
• 2 opinii au susținut existența unei diferențe clare între cele două concepte: Szabó, Kiss.

Realizarea unei structuri care în același timp este frumoasă și de succes, conform perspectivei specialiștilor din prima categorie, depinde de aspecte divizate în patru categorii:

• referitoare la originalitate: Panţel, Ionescu;
• referitoare la legile mecanicii: Ionescu (2);
• referitoare la raționamentele logice implicate: Ionescu, Panţel (2);
• referitoare la raportul structurii cu arhitectura: Panţel.

Segregarea condițiilor pentru a realiza o structură frumoasă de cele pentru a realiza o structură de succes este vizibilă în opiniile specialiștilor ale căror răspunsuri fac parte din ultimele trei categorii de mai sus.

În ceea ce privește condițiile realizării unei structuri frumoase, s-au evidențiat 20 de idei, divizate în trei categorii tematice:

• referitoare la impresiile sau efectele pe care structura frumoasa le produce, 10 la număr[5]: Alexa (3), Rus (5), Makay, Szabó, Kiss;
• referitoare la însușirile aparente pe care o structură frumoasă le etalează, în număr de 7: Alexa (2), Rus, Makay (3), Kiss;
• referitoare la aspecte abstracte pe care o structură frumoasă le înglobează sau le poate îngloba, în număr de 3: Bucur, Szabó, Makay.

S-au identificat 19 idei care surprind condiții ale realizării unei structuri de succes, dintre care mai multe fac referiri la costul redus, investițiile optime, economicitate, costuri scăzute în exploatare (4 idei diferite). Acestea sunt împărțite în trei categorii tematice:

• referitoare la impresiile sau efectele pe care structura de succes le produce, 10 la număr: Alexa, Rus (2), Makay (3), Szabó, Kiss (3);
• referitoare la trăsăturile vizuale pe care structura de succes le dobândește, în număr de 2: Rus, Szabó;
• referitoare la aspecte specializate pe care structura de succes le prezintă:
  ◦ aspecte economice: Rus (2), Makay (2), Kiss;
  ◦ aspecte mecanice: Makay, Kiss;
  ◦ aspecte tehnice: Makay (2);
  ◦ aspecte abstracte: Szabó.

[5] Când părerile a doi specialişti coincid, acea idee este numarată doar o dată.

Diagrama care surprinde esenţa răspunsurilor la întrebarea 5 se regăseşte în Fig. 5.5.

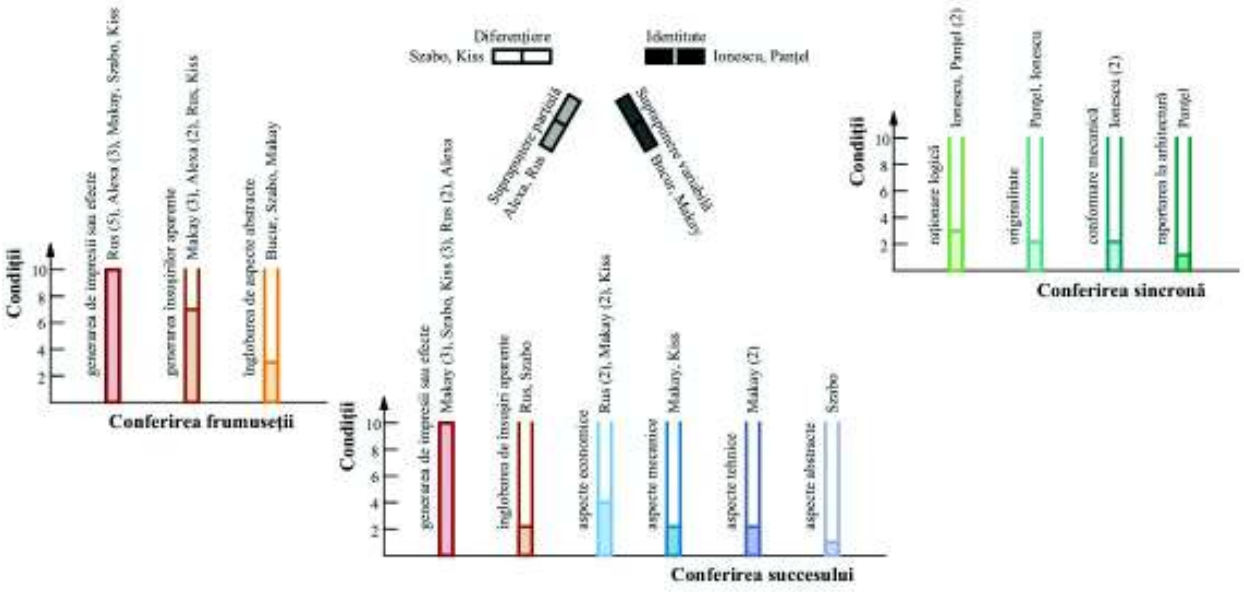


Fig. 5.5. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *identitatea frumuseţii cu succesul într-o structură şi condiţiile realizării structurii frumoase, respectiv de succes*

Conţinutul diagramei din Fig. 5.5 arată cele patru tipuri de atitudine asupra identităţii frumuseţii cu succesul din cadrul unei structuri şi tipurile de condiţii pentru obţinerea celor două categorii de trăsături principale:

• Identitatea sau diferenţierea frumuseţii şi a succesului:
  ◦ Identitate: Ionescu, Panţel;
  ◦ Suprapunere variabilă: Bucur, Makay;
  ◦ Suprapunere parţială: Alexa, Rus;
  ◦ Diferenţiere: Szabó, Kiss.
• Condiţii de conferire a frumuseţii:
  ◦ generarea de impresii sau efecte: Alexa (3), Rus (5), Makay, Szabó, Kiss;
  ◦ generarea însuşirilor aparente: Alexa (2), Rus, Makay (3), Kiss;
  ◦ înglobarea de aspecte abstracte: Bucur, Szabó, Makay.
• Condiţii de conferire a succesului:
  ◦ generarea de impresii sau efecte: Alexa, Rus (2), Makay (3), Szabó, Kiss (3);
  ◦ înglobarea de însuşiri aparente: Rus, Szabó:
  ◦◦ respectarea unor aspecte economice: Rus (2), Makay (2), Kiss;
  ◦◦ respectarea unor aspecte mecanice: Makay, Kiss;
  ◦◦ respectarea unor aspecte tehnice: Makay (2);
  ◦◦ respectarea unor aspecte abstracte: Szabó.
• Condiţii de conferire sincronă a frumuseţii şi a succesului:
  ◦ raţionare logică: Ionescu, Panţel (2);
  ◦ originalitate: Panţel, Ionescu;
  ◦ conformare mecanică: Ionescu (2);
  ◦ raportarea la arhitectură: Panţel.

5.2.6. Esenţa condiţiilor realizării structurilor frumoase şi de succes

Întrebarea de ghidare a fost: “Dintre aceste condiţii consideraţi că una anume este esenţială? Dacă da, care anume?” şi a intenţionat accentuarea unui aspect considerat esenţial

pentru a asigura un nivel ridicat de estetică şi de succes pentru o structură. Desigur, în realitate toate condițiile sunt importante, deşi una anume poate avea un potențial mai ridicat sau poate avea o însemnatate mai mare faţă de restul condițiilor.

Cele mai importante aspecte, precizate de specialiştii intervievaţi, în realizarea unei structuri frumoase privesc:

• accentul pus pe conceptul de frumos: intenţia inginerului de a crea structuri frumoase (Makay), acordarea priorității frumosului în faţa succesului în conceperea structurii (Ionescu), conceptul structural să urmărească frumosul (Rus);

• dimensiunile ansamblului: structura trebuie să aibă dimensiuni adaptate la funcţiunile găzduite (Alexa);

• efectele produse de structură: să nu deranjeze (Kiss).

În paralel, cele mai importante aspecte care asigură succesul unei structuri, aşa cum au fost propuse, se referă la:

• caracterul său de noutate: structura trebuie să includă inovație (Ionescu), să aibă originalitate (Panţel), să denote creativitatea constructivă şi structurală a inginerului (Rus);

• spectaculozitate: structura trebuie să fie spectaculoasă (Alexa);

• durabilitate şi altele: *durabilitate, eficiență energetică, relația cu mediul, soluții sigure, protejarea resurselor, materiale moderne, costuri de punere în operă, costuri scăzute de întreținere* (Kiss, răspunsul original);

• ingeniozitatea soluției structurale: rezolvarea ingenioasă a problemelor puse de o structură performantă (Rus).

Condițiile generale esenţiale care trebuie respectate pentru a obține o structură frumoasă şi de succes presupun:

• o calitate ridicată a conceptului arhitectural şi a celui structural (Szabó);

• raționalitate şi altele: structura trebuie să fie rațională, minimală şi corectă ca alcătuire, originală şi să aibă un indice minim de parcurs (Panţel).

Diagrama care surprinde esenţa răspunsurilor la întrebarea 6 se regăseşte în Fig. 5.6.

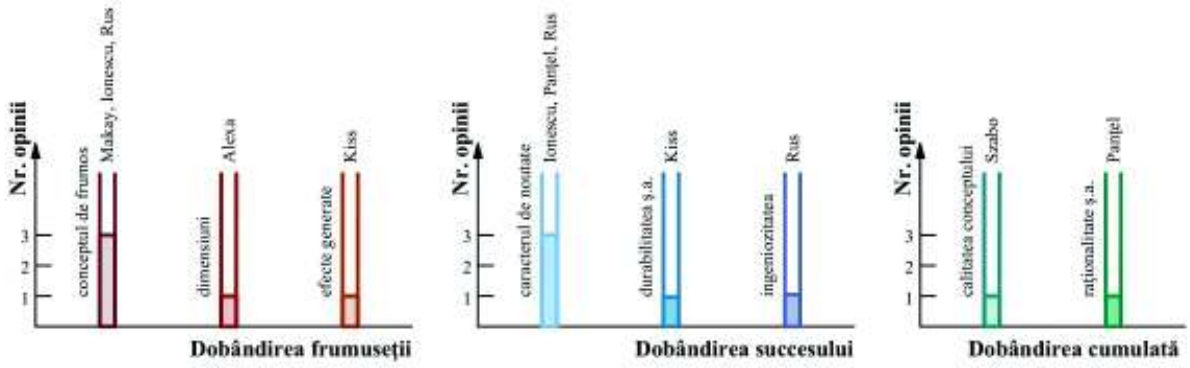


Fig. 5.6. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *esenţa condițiilor realizării structurilor frumoase şi de succes*

Conţinutul diagramei din Fig. 5.6 arată cele mai importante condiții care pot asigura o valoare estetică şi succes unei structuri:

• Dobândirea frumuseţii:
  ◦ (atenţia acordată) conceptului de frumos: Makay, Ionescu, Rus;
  ◦ dimensiuni: Alexa;
  ◦ efecte generate: Kiss.
• Dobândirea succesului:
  ◦ caracterul de noutate: Ionescu, Panţel, Rus;
  ◦ durabilitatea ş.a.: Kiss;
  ◦ ingeniozitatea: Rus.

• Dobândirea cumulată a frumuseţii şi a succesului:
  ◦ calitatea conceptului: Szabó;
  ◦ raţionalitate ş.a.: Panţel.

5.2.7. Aplicarea condițiilor de realizare a structurii frumoase şi de succes

Întrebarea de ghidare a fost: "Cum se pun în aplicare aceste condiții?". Semantic, aceasta se aseamănă cu întrebarea 4, "Care sunt condițiile realizării unei structuri de succes şi ale unei structuri frumoase?", dar este formulată pentru a solicita răspunsuri în perspectivă psihologică, relativ şi la comentariul nostru ataşat celeilalte întrebări. Acela includea cele trei tipuri de perspective în care se poate răspunde la o întrebare deschisă, anume în manieră teoretică, psihologică, respectiv metodologică. Evident că şi întrebarea discutată acum oferă specialiştilor libertatea de a-şi prezenta punctul de vedere în maniera în care consideră a fi potrivit.

Răspunsurile de tip teoretic descriu paşii prin care condițiile discutate anterior se pun în aplicare pentru a realiza o structură frumoasa şi de succes. Au fost identificați 17 paşi diferiți care construiesc succesiunea punerii în practică a condițiilor, idei cumulate de la 4 respondenți: Kiss (7), Ionescu (5), Rus, Szabó (5).

Răspunsurile de tip psihologic descriu cum, în ce modalități, în ce manieră, sub ce formă se pun în aplicare condițiile discutate. Au fost înregistrate 11 idei distincte, provenite de la 5 dintre respondenți, care sunt divizate în două categorii principale: 3 idei despre cum să nu se procedeze şi 8 despre cum să se procedeze pentru a se atinge dezideratul structurii frumoase şi de succes. Prima categorie, despre cum să nu se procedeze, conține câte o idee referitoarea la:
• cum este uneori privită finalitatea financiară a proiectului: Kiss, Makay;
• cum intervine uneori copierea din activitatea anterioară: Kiss;
• cum se ajunge la un proiect nepersonalizat: Kiss.

A doua categorie, despre cum să se procedeze, deține 4 subcategorii care fac apel la:
• modul de a raporta domeniul ingineresc şi cel arhitectural: Alexa (2), Rus;
• modul de a vedea mental dorința de a crea: Kiss, Rus;
• modul de a se conforma specialistul la norme şi strategii: Kiss, Makay;
• modul de a derula procesul aplicării condițiilor: Rus.

Răspunsurile metodologice descriu ce aspecte contribuie la punerea eficientă în aplicare a condițiilor discutate anterior. Au fost cumulate 9 idei divizate în 5 aspecte care îşi aduc contribuții la tema noastră:
• experiența şi maturizarea profesională: Kiss, Panţel, Makay;
• selecția profesională realizată în câmpul muncii: Makay;
• atenția acordată educației specialiştilor şi publicului: Kiss, Makay (2);
• colaborarea eficientă dintre arhitect şi inginer: Panţel;
• existența dorinței de a crea inovații: Kiss.

Diagrama care surprinde esența răspunsurilor la întrebarea 7 se regăseşte în Fig. 5.7.

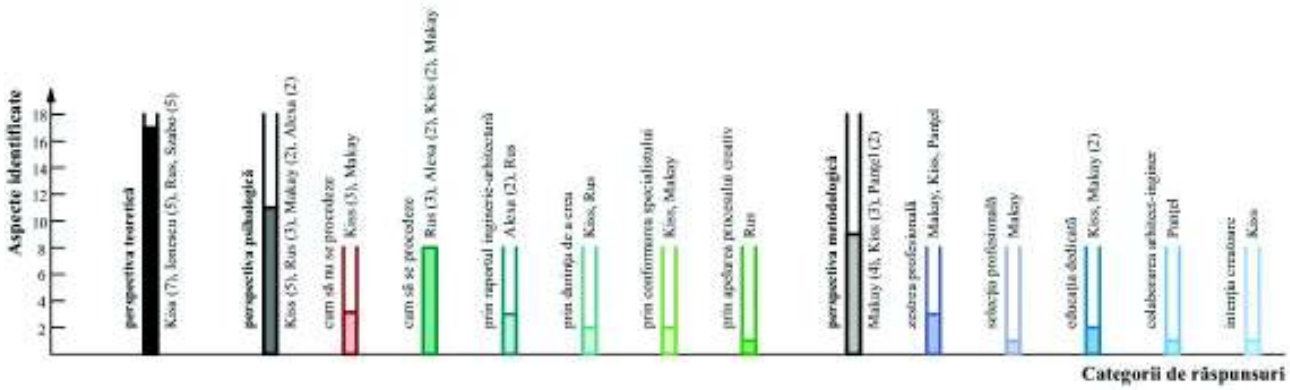


Fig. 5.7. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *aplicarea condițiilor de realizare a structurilor frumoase şi de succes*

Conţinutul diagramei din Fig. 5.7 arată cele trei tipuri de perspective în a trata aplicarea condițiilor discutate anterior:
• perspectiva teoretică însumează 17 paşi pentru punerea în aplicare a condițiilor: Kiss (7), Ionescu (5), Rus, Szabó (5);
• perspectiva psihologică pune la dispoziţie 11 idei, divizate în două secţiuni principale:
  ◦ cum să nu se procedeze: Kiss (3), Makay;
  ◦ cum să se procedeze: Alexa (2), Rus (3), Kiss (2), Makay
  ◦◦ prin raportul inginerie-arhitectură: Alexa (2), Rus;
  ◦◦ prin dorinţa de a crea: Kiss, Rus;
  ◦◦ prin conformarea specialistului: Kiss, Makay;
  ◦◦ prin apelarea procesului creativ: Rus.
• perspectiva metodologică aduce 9 idei divizate în 5 categorii referitoare la:
  ◦ zestrea profesională: Makay, Kiss, Panţel;
  ◦ selecţia profesională: Makay;
  ◦ educaţia dedicată: Kiss, Makay (2);
  ◦ colaborarea arhitect-inginer: Panţel;
  ◦ intenţia creatoare: Kiss.

5.2.8. Evoluția în domeniul esteticii structurilor

Întrebarea de ghidare a fost: "Există o evoluție în acest domeniu? Fie la nivel teoretic, dacă se întrevede o evoluție – care ar fi acel demers evolutiv în carierea unui specialist? Fie la nivel practic, azi în societatea clujeană faţă de perioadele anterioare." şi deschidea două piste de dezvoltare a discuției, anume referitoare la parcursul evolutiv pe care specialistul îl urmează în carieră, pentru a dobândi acele calități care îl fac să proiecteze obiecte cu valoare estetică ridicată, respectiv prin prisma evoluției observate la nivel general în practică, în societatea noastră.

Viziunile primite de la specialiştii intervievaţi sunt, astfel, divizate fiindcă privesc la:
• evoluția personală a specialistului: Bucur, Rus;
• evoluția şi involuția în domeniul construcțiilor: Alexa, Bucur, Ionescu, Kiss, Makay, Panţel, Szabó.

La secțiunea privitoare la existența evoluției, cuprinzător pentru parcursul profesional personal şi progresul la nivelul societății, s-au conturat patru viziuni, subliniindu-se:
• evoluția: Szabó, Ionescu, Bucur;
• regresia: Makay, Kiss;
• dualitatea evoluției-involuției: Alexa, Panţel;
• oscilația între cele două: Rus.

Privitor la evoluția personală a unui specialist, au fost desprinse 13 idei, oferite de Bucur (8) şi Rus (5).

Discuțiile asupra evoluției din domeniul construcțiilor au fost purtate atât la nivel mondial (Alexa, Panţel, Ionescu), cât şi la nivel național şi local, referindu-se la municipiul Cluj-Napoca (Kiss, Szabó, Ionescu, Makay). Deoarece aceste discuții au fost purtate pe baza a două criterii, anume referitoare la zona de impact, respectiv la caracterul evolutiv-involutiv al parcursului, au rezultat patru subcategorii de discuții, succint prezentate în continuare:
• evoluția de la nivel mondial, în privința aspectelor:
  ◦ proiectarea construcțiilor: metodele de proiectare (Ionescu), metodele de calcul (Ionescu), metodele de verificare şi optimizare a proiectelor (Ionescu), dezvoltarea proiectelor bazate pe performanțe (Alexa);
  ◦ execuția proiectelor: materialele de construcții (Ionescu, Panţel), tehnologiile de execuție (Panţel), creşterea fezabilității proiectelor (Ionescu).
• evoluția la nivel național şi local, argumentată prin:

◦ evoluția generală societății: progresul înregistrat la nivel politic şi economic (Szabó), ridicarea pretențiilor beneficiarilor (Szabó), apariția dorințelor proprii ale beneficiarilor (Szabó);

◦ eliberarea creativității arhitecților (Ionescu);

◦ promovarea specialiştilor locali (Ionescu).

• regresul la nivel mondial – a fost amintită tendința de a face experimente iraționale din punct de vedere mecanic în construcții (Panţel);

• regresul la nivel național și local, pus pe seama următoarelor aspecte:

◦ prioritizarea intereselor financiare față de cele ale calității şi ale durabilității (Kiss, Alexa, Makay);

◦ tendințele de exploatare necontrolată a țesutului urban (Alexa, Makay);

◦ preferința de a demola construcții cu valoare istorică pentru a le înlocui cu construcții noi (Makay);

◦ însușirea rolului de decident unic în procesul de proiectare de către dezvoltator (Kiss);

◦ consecințele inestetice, survenite la scurt timp după finalizarea execuției lucrării, ca rezultat al alegerii celor mai ieftine variante constructive (Kiss).

Diagrama care surprinde esenţa răspunsurilor la întrebarea 8 se regăseşte în Fig. 5.8.

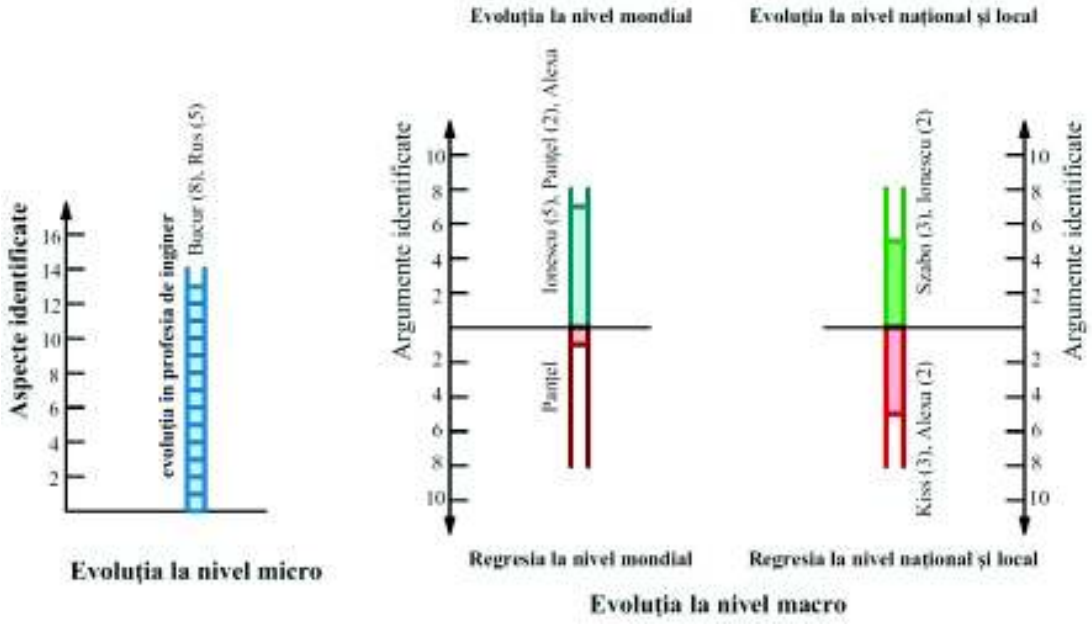


Fig. 5.8. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *evoluția în profesie şi în domeniul esteticii structurilor*

Conţinutul diagramei din Fig. 5.8 vizualizează, în paralel, aspectele identificate referitoare la:

• evoluția în profesia de inginer: Bucur (8), Rus (5);

• caracterul evolutiv şi involutiv în domeniul construcțiilor:

◦ evoluția de la nivel mondial: Ionescu (5), Panţel (2), Alexa;

◦ evoluția la nivel național şi local: Szabó (3), Ionescu (2);

◦ regresia de la nivel mondial: Panţel;

◦ regresia de la nivel național și local: Kiss (3), Alexa (2).

5.2.9. Lucrări și specialiști de referință în domeniu

Întrebarea de ghidare a fost: "Puteți să-mi spuneți câteva lucrări, respectiv câțiva specialiști în a căror activitate frumosul deține un loc aparte şi pot fi astfel considerate/considerați repere?". Unii dintre specialişti-reper menționați de respondenți au fost prezentați în cap. 4. *Contribuții ale structuriștilor de referință la estetica structurilor*. Întrebarea oferea libertate de alegere asupra modului în care pot fi specificate reperele din rândurile specialiştilor, al firmelor, al lucrărilor şi al tipurilor de lucrări.

Specialiștii individuali, considerați de respondenți ca repere pentru estetica structurilor, sunt enumerați în continuare:

• ing. **Mircea Mihailescu** (1920-2006): Bucur, Kiss, Rus, Panţel;
• ing şi arh. **Pier Luigi Nervi** (1891-1979): Bucur, Kiss, Panţel;
• ing şi arh. **Santiago Calatrava** (1951- prezent): Ionescu, Panţel;
• arh. **Zaha Hadid** (1950-2016): Alexa, Panţel;
• ing. **Gustave Eiffel** (1832-1923): Panţel, Alexa;
• arh. Duiliu Marcu (1885-1966): Alexa;
• ing. Fritz Leonhardt (1909-1999): Kiss;
• ing. Jörg Schlaich (1934-prezent): Kiss;
• ing. Bálint Szabó (1944-prezent): Makay;
• ing. Petru Rus (1947-prezent): Makay;
• arh. Rudy Ricciotti (1952-prezent): Kiss;
• ing. Klaus Bollinger (1952-prezent): Kiss;
• ing. şi arh. Werner Sobek (1953-prezent): Kiss;
• arh. Șerban Țigănaș (1963-prezent) și arh. Claudiu Botea (1971-prezent): Ionescu.

Firmele menționate ca repere de către intervievaţi au fost:

• SC VBS Structure SRL (Cluj-Napoca): Makay;
• Consolidem SRL (Florești): Makay;
• Evergreen Consulting Engineering (SUA): Alexa;
• WSP Group (Canada): Alexa.

Cele mai apreciate lucrări de estetică structurală sunt enumerate în continuare:

• **Palazzetto dello Sport** din Roma, ing. şi arh. Pier Luigi Nervi, 1957: Panţel, Bucur, Kiss;
• **Turnul Eiffel** din Paris, ing. Gustave Eiffel, 1887: Panţel, Alexa;
• **Gara din Predeal**, ing. Mircea Mihailescu, 1968: Panţel, Bucur;
• **Sala de Box din Onești**, ing. Mircea Mihailescu, 1972: Panţel, Bucur.

Lista completă a lucrările, menționate ca repere pentru domeniul esteticii structurilor, este redată mai jos:

• Viaductul Garabit peste râul Truyere, ing. Gustave Eiffel, 1884: Panţel;
• **Turnul Eiffel** din Paris, ing. Gustave Eiffel, 1887: Panţel, Alexa;
• Palatul Victoria din București, arh. Duiliu Marcu, 1952: Alexa;
• **Palazzetto dello Sport din Roma**, ing. şi arh. Pier Luigi Nervi, 1957: Panţel, Bucur, Kiss;
• Turnul Pirelli din Milano, ing. şi arh. Pier Luigi Nervi, 1958: Panţel;
• **Gara din Predeal**, ing. Mircea Mihailescu, 1968: Panţel, Bucur;
• Sala de Expoziţie Aurel Vlaicu din Cluj-Napoca, ing. Mircea Mihailescu, 1971: Bucur;
• **Sala de Box din Onești**, ing. Mircea Mihailescu, 1972: Panţel, Bucur;
• Gara TGV din Lyon, ing şi arh. Santiago Calatrava, 1994: Panţel;
• reabilitarea Bisericii Romano-Catolice Mănăștur-Calvaria, SC Utilitas SRL, 1997: Makay;
• Pavilionul Artelor şi al Ştiinţelor din Valencia, ing şi arh. Santiago Calatrava, 1998: Panţel;
• Torre Mayor din Mexico City, WSP Group, 2003: Alexa;
• Turnul Taipei 101, Evergreen Consulting Engineering, 2004: Alexa;
• Muzeul MAXXI din Roma, arh. Zaha Hadid, 2010: Kiss;
• Stadionul Cluj Arena, Cluj-Napoca, arh. Dico&Țigănaș, 2011: Ionescu;
• reabilitarea Bisericii Evanghelice din Bistrița, ing. Bálint Szabó, 2013: Makay;

• Muzeul Civilizațiilor Europene și Mediteraneene din Marsilia, arh. Rudy Ricciotti, 2013: Kiss;
• Sediul Băncii Centrale Europene din Frankfurt, ing. Bollinger + Grohmann, 2014: Kiss.

La acestea sunt adăugate mențiunile făcute pentru castelele istorice din Franța și Anglia, castelele românești, dintre care este amintit Castelul Bánffy de la Bonțida ce datează din secolul al XVII-lea, dar şi parcurile românești (Szabó).

Datorită ridicatei atenții oferite inginerilor de referință în cadrul cap. 4. *Contribuții ale structuriștilor de referință la estetica structurilor*, mai jos este surprinsă doar lista de lucrări de referință precum a fost întocmită din opiniile specialiștilor intervievați.

Fig. 5.9. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *lucrările de referință din domeniu*

Conţinutul diagramei din Fig. 5.9 constă în cele 18 lucrări de referință propuse de specialiștii intervievaţi, conform listei de mai sus, amplasate după anul în care a fost încheiată construirea lor.

5.2.10. Stimularea proiectării de structuri frumoase

Întrebarea de ghidare a fost: "Ce vă ajută pe Dvs. în a concepe un proiect de structură frumos?" şi vine în completarea întrebării 4, "Care sunt condițiile realizării unei structuri de succes şi ale unei structuri frumoase?", dar este formulată pentru a solicita răspunsuri în perspectivă metodologică, relativ şi la comentariul nostru ataşat celeilalte întrebări. În funcție de personalitatea şi formația fiecăruia, specialiștii intervievaţi au fost invitați să contribuie la crearea unei imagini cât mai bogate şi utile pentru a ghida tinerii specialişti sau pe cei care sunt în curs de perfecționare, în demersul conceperii de structuri frumoase.

Au fost înregistrate 21 de idei diferite, divizate pe următoarele teme succint detaliate, referitoare la acele aspecte care sprijină, stimulează sau îmbunătățesc abilitățile profesionale pentru conceperea de structuri cu valoare estetică ridicată:
• procese intelectuale şi mentale: educația (Panţel), documentarea (Panţel, Ionescu), cercetarea şi investirea de resurse în cercetare (Kiss), urmărirea evoluției din domeniu (Bucur), meditația (Kiss), conştientizarea responsabilităţii deținute (Kiss);
• interacțiunea inginerului cu arhitectul, cu alți specialişti sau alte persoane implicate într-un proiect: colaborarea inginer-arhitect (Panţel, Makay, Ionescu, Alexa), încrederea în proiectul arhitectural (Rus), propuneri ale arhitectului de volumetrii frumoase (Rus), conceptul arhitectural

(Rus), încrederea beneficiarului în inginer şi susţinerea acestuia (Makay), anturajul de specialişti (Bucur), lucrul în echipa formată din specialişti (Bucur, Kiss);
• acumularea, accesarea şi consultarea mai multor tipuri de cunoştinţe de specialitate: experienţa proprie (Szabó, Panţel, Ionescu, Alexa), înmagazinarea de cunoştinţe (Alexa), cunoştinţe de matematică şi de specialitate (Bucur), consultarea experienţelor altor specialişti (Alexa);
• activarea unor componente spirituale şi artistice: spiritul de specialist (Kiss), dorinţa de a crea frumosul (Rus), aprecierea şi inspirarea din capodoperele artistice şi tehnice (Kiss).

Diagrama care reflectă esenţa răspunsurilor la întrebarea 10 se regăseşte în Fig. 5.10.

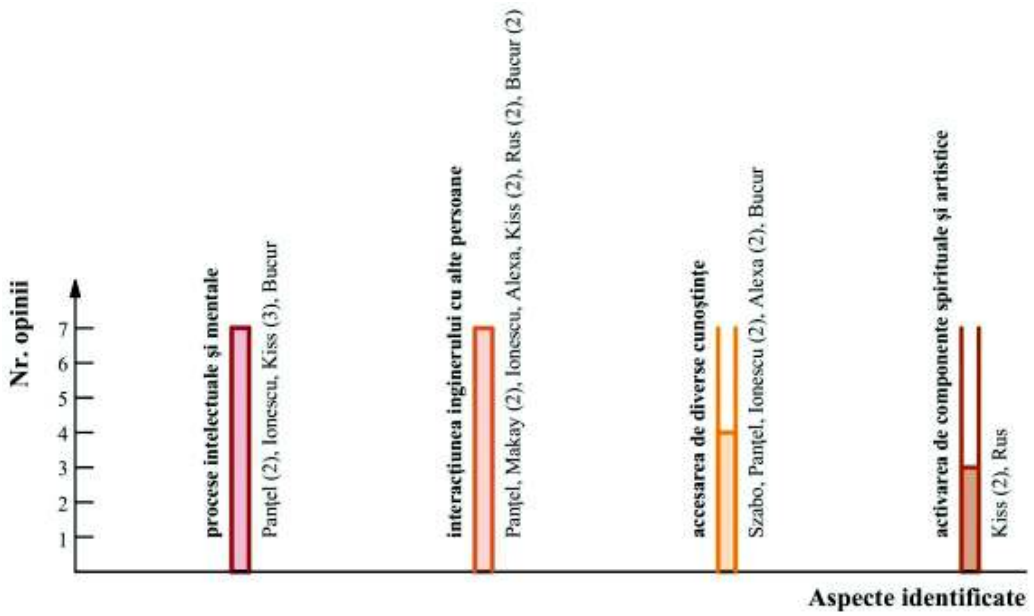


Fig. 5.10. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *stimulentele proiectării de structuri frumoase*

Conţinutul diagramei din Fig. 5.10 relevă principalele categorii de stimulente identificare de specialiştii respondenţi, în proiectare de structuri frumoase, anume:
• procese intelectuale şi mentale, 7 idei: Panţel (2), Ionescu, Kiss (3), Bucur;
• interacţiunea inginerului cu alte persoane, 7 idei: Panţel, Makay (2), Ionescu, Alexa, Kiss (2), Rus (2), Bucur (2);
• accesarea de diverse cunoştinţe, 4 idei: Szabó, Panţel, Ionescu (2), Alexa (2), Bucur;
• activarea de componente spirituale şi artistice: Kiss (2), Rus.

5.2.11. Reacţia publicului la efortului specialistului

Întrebarea de ghidare a fost: "Cum priveşte publicul efortul estetic al specialistului?" şi este adresată specialiştilor respondenţi pentru a releva modul în care dumnealor deduc impresiile publicului, ca reacţie la efortul pe care specialiştii îl depun pentru a-i oferi acestuia un mediu construit valoros din punct de vedere estetic.

Au fost identificate şapte trepte care relevă atitudinea publicului în această privinţă, succint prezentate în continuare:
• admirativă – când publicul îşi transmite impresiile pozitive intense vis-à-vis de o construcţie, prin entuziasm (Panţel), admiraţie (Panţel, Alexa), incitaţie (Ionescu);
• apreciativă – când acesta îşi exprimă trăiri pozitive referitoare la o construcţie (Kiss, Ionescu, Bucur);

• reconfortată – când denotă un sentiment de mulțumire față de calitățile estetice ale construcției (Bucur), se simte confortabil sau în siguranță parcurgând-o (Makay);
• reactivă neomogenă – când publicul are păreri pro și contra (Kiss), nu este indiferent (Rus), receptează ceea ce construcția transmite (Rus), își schimbă părerea o dată cu trecerea timpului și cu schimbarea atitudinii generale a societății față de o construcție (Alexa);
• neinteresată – când acesta nu înțelege valoarea arhitecturală, nici pe cea estetică a construcției, dar nu depune eforturi pentru a schimba situația (Makay) sau se lasă uneori deformat de calitatea îndoielnică a fondului construit (Kiss);
• dezinteresată – când interesele publicului se comută de pe calitatea estetică, a funcţiunilor şi a structurii construcției pe altele, precum cele financiare (Kiss) sau se manifestă prin criza de atitudine și de comportament față de patrimoniul construit pentru că acest mod de a fi îi este în mare măsura propriu (Szabó);
• dezaprobativă – când publicul emite critici negative, chiar dacă ulterior își poate schimba părerea (Alexa).

Diagrama care reflectă esenţa răspunsurilor la întrebarea 11 se regăseşte în Fig. 5.11.

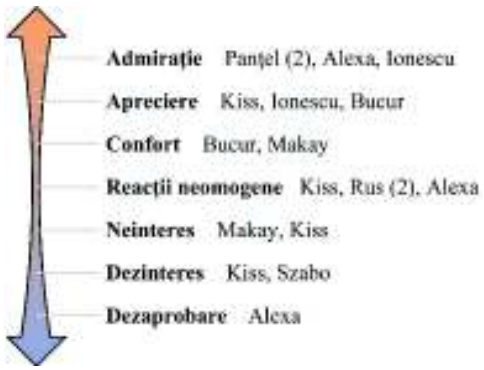


Fig. 5.11. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *reacția publicului la efortul specialistului*

Conţinutul diagramei din Fig. 5.11 relevă principalele tipuri de reacţii identificate ale publicului vis-à-vis de efortul specialistului în a contribui la realizarea unui mediu construit frumos:

• Admiraţie: Panţel (2), Alexa, Ionescu;
• Apreciere: Kiss, Ionescu, Bucur;
• Confort: Bucur, Makay;
• Reacţii neomogene: Kiss, Rus (2), Alexa;
• Neinteres: Makay, Kiss;
• Dezinteres: Kiss, Szabó;
• Dezaprobare: Alexa.

5.3. Concluziile studiului

Experiența intervievării specialiștilor în cadrul studiului prezentat în acest capitol a fost una extraordinară, așa cum a fost și parcurgerea și sintetizarea conținuturilor răspunsurilor obținute, care au o valoare profesională deosebită.

Discuțiile au fost, desigur, concentrate pe tema acestei teze și, din raționamente de timp și spatiu, au fost limitate la doar 11 întrebări, cu toate că multe alte cunoștințe prețioase ar mai fi putut fi adăugate. Toate îmbogățesc zestrea de cunoștințe pe care o au tinerii specialiști și pot fi, de asemenea, foarte utile oricăruia care dorește să aprofundeze subiectul esteticii structurilor.

Capitolul de față a urmărit să prezinte sintetic "despre ce" vorbesc răspunsurile oferite de specialiștii intervievați, fără să interpreteze propriu-zis sau să comenteze răspunsurile. Acestea

conţin adesea răspunsuri asemănătoare, omogene sau dintr-o paleta comună de abordări, precum s-a putut observa la trăsăturile identificate la structura curată (întrebarea 1), la ceea ce leagă frumosul de structuri (întrebarea 2), care sunt condiţiile esenţiale pentru a crea structuri frumoase (întrebarea 6), ce ajută un specialist în a concepe structuri frumoase (întrebarea 10). Desigur că s-au evidenţiat şi răspunsuri diferite sau abordate în moduri diferite, de exemplu la întrebările referitoare la demersul conceptual care se parcurge pentru a crea o structură frumoasă (întrebarea 4), care sunt condiţiile de realizare şi diferentele dintre o structură de succes şi una frumoasă (întrebarea 5), cum se aplică aceste condiţii (întrebarea 7), dacă se conturează o evoluţie la acest capitol (întrebarea 8), în ce mod este simţită percepţia publicului asupra efortului specialistului de a crea un mediu construit plăcut (întrebarea 11). Toate acestea au contribuit la crearea unui tablou cuprinzător şi consistent al subiectelor abordate. După părerea noastră, deosebit de interesante şi valoroase au fost răspunsurile variate oferite din perspectivele teoretică, psihologică şi metodologică, mai intens evidenţiate la întrebările referitoare la demersul conceptual spre o structură frumoasă (întrebarea 4), aplicarea condiţiilor în conceperea acesteia (întrebarea 7) şi la aspectele care stimuleaza proiectarea sa (întrebarea 10).

Domnul prof. dr. ing. Alexa menţiona în cadrul celei de-a zecea întrebări, referitoare la aspectele care îl ajută pe dumnealui în a concepe proiecte de structuri frumoase, că, printre altele, sunt şi cunoştinţele pe care reuşim să le accesăm din zestrea primită de la generaţiile anterioare de specialişti. Fiind întru totul de acord cu această idee, subliniem faptul că fiecare generaţie are datoria, în afară de aceea de a contribui la evoluţia societăţii pe care o constituie, şi de a pregăti următoare generaţie pentru a face faţă provocărilor dintr-un anumit domeniu. Noua generaţie trebuie să poată asimila rapid şi eficient moştenirea ce o va primi şi, tocmai de aceea, aceasta trebuie să conţină cunoştinţele şi progresele ştiinţifice ale generaţiei în curs, pregătite într-o formă uşor accesibilă, utilă şi cuprinzătoare. Astfel, următoare generaţie îşi va concentra interesele, resursele şi efortul nu atât pe accesarea, parcurgerea şi asimilarea moştenirii primite, cât mai ales pe propriul aport creativ şi ştiinţific cu care este dator să contribuie la rândul său.

Mulţumim încă o dată, pe această cale, pentru sprijinul academic excepţional pe care doamnele şi domnii ingineri intervievaţi ni l-au acordat de-a lungul acestui studiu.

Cap. 6. Metode de evaluare a esteticii structurilor

6.1. Introducere

Componenta evaluării în procesul de aprofundare într-un domeniu este, precum s-a amintit şi la Cap. 3. *Structura prin prisma esteticii*, cea care asigură dezvoltarea sa, oferind posibilitatea identificării breşelor şi a oportunităţilor din domeniu.

În urma prezentărilor făcute esteticii, esteticii structurilor, viziunilor inginerilor de renume mondial din ultimele două secole şi jumătate şi viziunilor inginerilor contemporani de la nivel regional (naţional), era necesară abordarea soluţiilor actuale de realizare a evaluării calităţilor estetice a structurilor.

Scopurile capitolului de faţă sunt:

• identificarea aspectelor de critică în estetica structurilor şi a formelor în care aceasta se desfăşoară;

• realizarea unui inventar de criterii estetice pentru structuri, care să servească drept linii de ghidare în proiectare şi în evaluare;

• discutarea de modalităţi şi metode actuale de evaluare, pentru a reflecta ce aduce progresul tehnologic de astăzi în sprijinul temei;

• alegerea unui parcurs metodologic în vederea prezentării propuneri noastre pentru evaluarea estetică a structurilor.

Derivată din primele două obiective, sintetizarea trăsăturilor criteriilor implicate în această evaluare va conduce la căutarea unei soluţii particulare, pentru a asigura maximizarea rezultatelor, prelucrând resursele disponibile.

O presupunere de la care s-a pornit în derularea acestui parcurs este că multitudinea aspectelor importante în asigurarea calităţilor estetice necesită un sistem integrat vast şi dotat cu unelte de lucru specializate pentru a face faţă la volume mari de informaţii şi la caracterul adesea incert, greu de identificat şi definit al criteriilor. Acest sistem trebuie să înregistreze percepţiile asupra calităţilor estetice ale structurilor, aşa cum sunt oferite de beneficiarul final, publicul.

Suportul pe care se construieşte propunerea noastră este oferit de un asemenea sistem de tip decizional, ale cărui trăsături vin în sprijinul problematicii. Sistemul decizional fiind cadrul de desfăşurare a procesului decizional, o variantă particulară a sa operează cu valori tipice criteriilor estetice, anume Sistemul Decizional Inteligent cu Logică Fuzzy. Pentru înţelegerea modului în care logica fuzzy se derulează şi corespunde problematicii discutate, capitolul conţine şi o descrie succintă a acesteia.

Propunerea pe care o aducem reprezintă o verigă operaţională a Sistemului Decizional Inteligent cu Logică Fuzzy amintit, fiind concepută pentru a fi dedicată doar temei noastre.

Întreaga lucrare are printre obiectivele derivate formarea unei gândiri reflexive şi critice a specialistului, asupra esteticii structurilor. Atingerea acestui scop are drept urmare apariţia de decidenţi cu o solidă bază de cunoaştere a problematicii.

Un alt aspect important, căruia poate nu i se acordă suficientă atenţie în procesul de concepere şi de realizarea a unei structuri, este impactul senzitiv asupra comunităţii în care aceasta este inserată. Cum publicul este beneficiarul final al unui obiectiv care îi este dedicat şi are, în consecinţă, o amploare mare, el ar trebui să fie un pseudo-decident în evaluarea obiectivului. Pseudo-decident pentru că părerea sa nu este adesea articulată corespunzător, riguros solicitată şi integrată în procesul de concepere a structurii. Soluţia noastră plasează acest beneficiar final al structurilor de impact ridicat în comunitate pe adevărata poziţie pe care se găseşte în raport cu acea structură – publicul este evaluatorul real al construcţiilor cu impact ridicat în spaţiul public.

Întregul studiu are în centru satisfacţia cetăţeanului şi ridicarea acestei satisfacţii şi a calităţii vieţii sale prin identificarea, evaluare şi promovarea calităţilor estetice ale construcţiilor.

Dacă cetățeanul este beneficiarul final de lungă durată, atunci el trebuie să fie şi decident în procesul de evaluare. În paralel, soluțiile de înlocuire a componentei umane în procesele decizionale prin sisteme digitale de înaltă performanță diminuează, din nefericire, implicarea beneficiarului în acest proces.

6.2. Critica esteticii structurilor

Estetica structurilor este mai mult decât o evaluare vizuală, are implicații mult mai profunde într-un proiect, deoarece denotă calitatea procesului de proiectare. Specialistul are nevoie şi de un spirit critic asupra propriului proiect, care să-l conducă spre succesul integrat al construcției[1].

Este mai uşor să apreciem structura la construcțiile care au lăsat-o liberă, expusă[2], dar de fapt structura oricărei construcții, expusă sau camuflată, transmite utilizatorului-observator un mesaj cu o anumită încărcătură estetică, mai subtilă, mai senzorială, mai uşor sau mai greu de receptat.

Dezvoltarea judecății critice este foarte importantă pentru un specialist, pentru a putea diviza structurile între valoroase şi nevaloroase, chiar dacă toate pot fi corecte. Structurile valoroase se datorează unei proiectări valoroase şi viceversa. Inginerul de valoare este cel care recunoaşte, apreciază şi contribuie practic la integrarea valorii estetice în structuri[3].

Bill Addis susține că este necesară exersarea criticii asupra structurilor din perspectivă estetică şi propune următoarele faze ale procesului[4]:

• selectarea obiectelor ce vor fi analizate;

• descrierea fiecărui obiectiv într-o manieră cât mai cuprinzătoare. Aceasta poate surveni din mai multe puncte de vedere:

◦ vizual – trăsăturile percepute la prima vedere şi cele percepute la o privire mai aprofundată;

◦ contextual – mediul înconjurător în care se găseşte, contextul istoric, cultural, artistic, social, inclusiv funcțiunile pe care trebuie să le deservească;

◦ material – materialele de construcții utilizate;

◦ structural – modul mecanic de lucru al elementelor structurale, încărcările preluate şi transmise la teren, acțiuni şi forțe implicate, tipologia sistemului structural etc.

• descrierea experiențelor senzoriale şi afective trăite în timpul explorării directe a fiecărui obiect;

• evidențierea aspectelor asemănătoare şi a celor particulare ale obiectelor analizate;

• ierarhizarea din raționamente estetice şi justificarea ierarhizării obiectelor supuse tuturor pașilor analizei[5].

Fiind o trăsătură complexă şi foarte subtilă atât a creației naturale, cât şi a celei umane, estetica beneficiază de toleranță şi flexibilitate în apreciere şi în evaluare[6], dar şi acestea au câteva limite care nu permit includerea în estetic a obiectelor care în realitate aparțin sferei în care se găsesc: urâtul, respingătorul, repulsia, monotonia, neplăcerea, nereuşita, disproporția sau dezechilibul.

[1] Addis, Bill, *Structural criticism and the aesthetics of structures*, în *Journal of IABSE*, nr. 15, 1996, p. 121

[2] Sandaker, Bjørn Normann, *On Span and Space – Exploring Structures in Architecture*, ed. Taylor & Francis e-Library, New York, 2007, p. 98

[3] Addis, Bill, *Structural criticism and the aesthetics of structures*, în *Journal of IABSE*, nr. 15, 1996, p. 125

[4] Idem, p. 124

[5] Ultima faza am fost adăugat-o noi la pașii propuşi de Bill Addis, fiind necesară la completarea procesului analitic.

[6] Brainov, Milcho Neshev, *On aesthetics in structural engineering*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, p. 97

Aplicarea studiilor de estetică pot fi conduse empiric, analizând lucrări luate rând pe rând; respectiv speculativ, generând câteva premise care se aplică la lucrările existente pentru a confirma presupurile inițiale[7].

Primul efort combinat vine din partea arhitectului şi a inginerului, proiectanții unei clădiri, care vor reuși, sau poate nu, să înglobeze calitățile estetice într-o structură. Utilizatorul-observator este personajul asupra căruia se răsfrânge succesul aporturilor de valoare ale celor doi. Dacă cel din urmă nu simte sau nu înțelege valoarea estetică a construcției, conştient sau nu, aceasta se datorează fie reuşitei mai slabe a specialiştilor, fie lipsei de efort din partea celui de-al treilea care nu are uneltele intelectuale şi psihologice pentru a face aceasta, fie chiar datorită tuturor actorilor[8].

Măsura în care un obiectiv este apreciat de către public este dată şi de nivelul în care acesta s-a cultivat în acel domeniu sau în care a fost cultivat prin mai multe surse de inspirație puse la dispoziție de specialiştii creativi. Satisfacerea anumitor nevoi raportate la mediul înconjurător permite subiectului-observator să identifice şi să evalueze calitățile estetice ale unui obiectiv. Totuşi, neaprecierea valorii estetice a unei structuri în adevărata sa măsură trădează uneori opacitatea, ignoranța sau dezinteresul publicului pentru artă şi ştiință[9].

Când publicul începe să-şi manifeste opinia asupra mediului construit şi a impactului psiho-emoțional pe care acesta îl generează asupra comunității[10], atunci specialiştii încep să conştientizeze semnificația valorizării estetice.

Conceperea structurilor cu valoare estetică presupune valorificarea unei game largi de resurse aflate la îndemâna specialistului: baza ştiințifică şi tehnică, tehnologiile de execuție, metodele de proiectare, formele structurale, proporțiile, spațialitatea, funcționalitatea, ordinea, armonizarea elementelor, materialele de construcții, calitățile diverse ale materialelor, modurile de lucru mecanic al elementelor structurale, modurile de conlucrare a părților ca un *întreg viu*, semnificațiile artistice, mesajul transmis de construcție şi, nu în ultimul rând, resursele financiare.

6.3. Criterii de evaluare

Criteriile propuse, identificate de-a lungul cercetărilor efectuate în cadrul programului doctoral ca fiind relevante pentru realizarea evaluării estetice a structurilor, sunt incluse în categorii, succint prezentate în continuare. Acestea sunt propunerile noastre subiective care pot coincide sau nu cu ceea ce alți specialişti ar considera ca fiind relevante.

Majoritatea criteriilor constau în substantive abstracte, iar valoarea estetică răspunde la întrebări precum: *În ce măsură structura are, asigură, reflectă, conferă, transmite, denotă, contribuie la, inspiră, cuprinde, surprinde, îngobează, respectă etc. ...?* [criteriul respectiv] urmat sau nu de un adjectiv care caracterizează substantivul, de ex. *bun, potrivit, corespunzător, adaptat, valorificat, înalt, performant.* Unele dintre criteriile de tip substantive se referă la obiecte, mai ales materiale de construcții, pentru care se pune problema dacă *Structura utilizează, implică, predomină în, atrage…?* [acel material].

O altă parte a criteriilor sunt adjective pentru care se adresează întrebarea dacă *Structura este…?* . Referindu-se la *o structură*, adjectivele sunt acordate în genul feminin.

[7] Garip, Ervin; Garip, Banu, *Aesthetic evaluation differences between two interrelated disciplines: A comparative study on architecture and civil engineering students*, în *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, nr. 51, 2012, p. 534

[8] Sandaker, Bjørn Normann, *On Span and Space – Exploring Structures in Architecture*, ed. Taylor & Francis e-Library, New York, 2007, p. 97

[9] Tassios, Theodosios P., *Relativity and optimization of aesthetic rules for structures*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, p. 64

[10] Weber, Jutta; Sigrist, Viktor, *The Engineer's Aesthetics – Interrelations between Structural Engineering, Architecture and Art*, în cadrul *Congresului Internațional de Istorie a Construcțiilor*, Cottbus, mai 2009, p. 1

O mică parte a criteriilor sunt acțiuni (verbe) vis-à-vis de care se pune problema dacă *Structura: răspunde, valorizează* (contribuie cu valoare în aspectul respectiv, nu neapărat punând în valoare acel aspect) etc., unde se oferă și o scurtă explicație.

Evaluarea unei structuri presupune nu doar identificarea criteriilor pe care le satisface sau nu, ci și gradul în care acestea sunt satisfăcute, iar, în final, care criterii sunt satisfăcute într-o măsură atât de înaltă încât contribute la ridicarea nivelului general al calității estetice a obiectivului evaluat.

Categoriile şi criteriile identificate sunt cele de mai jos:

1.Criterii mecanice – numără acele criterii referitoare la condițiile mecanice pe care o structură trebuie să le satisfacă pentru a fi în primul rând validă, iar apoi pentru a denota calități excepționale în aceste privințe:

• rezistență;
• stabilitate;
• preluare eficientă a încărcărilor;
• conducerea încărcărilor la teren;
• eficienţă mecanică;
• performanță mecanică;
• respectarea cu simplitate a principiilor mecanice;
• simplitate;
• complexitate;
• echilibru în privința masei și a rigidității.

2.Criterii tehnice – se referă la aspectele tehnice implicate în procesul de proiectare și de execuție:

• fezabilă tehnic;
• corespunzătoare constructiv;
• rafinată în detalii.

3. Criterii funcționale – privesc legătura dintre structură și funcțiune:

• funcţionalitate coerentă;
• performanță funcțională;
• confort funcțional;
• corespunzătoare conceptual;
• corespunzătoare tematic.

4. Criterii formale – propun itemi care conferă calități formale unei structuri:

• formă corespunzătoare funcţiunii;
• volumetrie;
• aparenţă vizuală;
• coerenţă spaţială.

5. Criterii scalare – identifică gradul în care dimensiunile structurii contribuie la sporirea calităților estetice ale sale:

• dimensiunea generală a ansamblului;
• amplitudine;
• amploare;
• scară;
• monumentalitate.

6. Criterii referitoare la materiale – urmăresc tipologia, calitățile, cantitățile, raționalitatea și motivațiile cu care materialele de construcție au fost selectate și distribuite în structură:

• economicitate a materialelor;
• materiale disponibile local;
• materiale de calitate;
• materiale de construcții compatibile între ele;
• materiale empatice cu cele din vecinătate.

7. Criterii relative la știință – se raportează la plusurile din punct de vedere științific pe care derularea proiectului și execuția structurii le atrage cu sine:

• aport științific;
• caracter inovativ;
• originalitate;
• inspirată;
• inteligentă;
• dinamică;
• adaptabilă;
• capabilă să evolueze;
• reflectă o cercetare științifică aprofundată.

8. Criterii de mediu – au în vedere impactul pe care structura îl are asupra mediului înconjurător și modul în care aceasta s-a adaptat și a contribuit la valorificarea elementelor de mediu prin realizarea sa:

• adaptată la topografie;
• conștientă față de mediul înconjurător;
• responsabilă față de mediul înconjurător;
• valorizează resursele topografice, geografice și naturale din proximitate;
• transparență și opacitate în relația cu vecinătățile;
• sustenabilitate;
• armonioasă față de vecinătăți;
• integrată în contextul urban: alături de imobile vecine, în cvartal, în localitate;
• corespunzătoare climatic, acordă atenție factorilor de mediu: regimului vânturilor, al precipitațiilor, al iluminării naturale și al umbririi;
• orientată corespunzător în spațiu (după punctele cardinale).

9. Criterii de ambianță interioară – iau în calcul efectele pe care structura le produce în mediul interior ambiental și pe care i le transmite utilizatorului său:

• transparență și opacitate interioare;
• armonie interioară;
• intuitivitate în exploatare;
• confort vizual;
• valorificare a iluminării și a ventilării naturale.

10. Criterii senzoriale – vizează manierele și măsurile în care simțurile utilizatorului sunt implicate în exploatarea obiectivului:

• confortabilă senzorial;
• aluzivă perceptual;
• impact emoțional;
• nuanțe perceptuale;
• conținut senzorial.

11. Criterii sociale – denotă plusurile pe care o structură le generează asupra comunității pe care o servește:

• aport social;
• potențial social;
• apreciere publică;
• de succes social;
• reper local;
• corespunzătoare politic;
• adaptată la timpul său;
• adaptată la progresul societății;
• corespunzătoare nevoilor societății;
• răspunde la problemele comunității;
• stimulativă pentru comunitate.

12. Criterii culturale – reflectă impactul din punctul de vedere al progresului cultural, pe care structura îl generează:

- valoroasă din punct de vedere cultural;
- aport, impact, contribuție culturală;
- potențial cultural;
- viziune artistică.

13. Criterii estetice intrinseci – cuprind trăsături a căror evaluare este subiectivă şi oglindesc viziunea proprie a unei persoane:

- elegantă;
- graţioasă;
- interesantă;
- captivantă;
- atrăgătoare;
- extraordinară;
- spectaculoasă;
- extravagantă;
- extaziantă;
- raţională;
- expresivă;
- rafinată;
- creativă;
- surprinzătoare;
- plăcută;
- simbolism;
- sens, semnificaţie, încărcătură poetică.

14. Criterii financiare – denotă raționalitatea cu care resursele financiare au fost folosite, dar şi măsura în care structura va necesita resurse financiare în cursul exploatării:

- costuri minime ale materialelor;
- costuri minime ale tehnologiilor de execuție;
- costuri minime ale manoperei;
- costuri minime ale utilizării curente;
- mentenanță minimă.

Criteriile propuse mai sus pot ghida evaluarea unei structuri, însă, precum se observă, informațiile disponibile pentru structura în cauză trebuie să fie vaste, pentru a putea realiza o evaluare obiectivă. Într-o situație reală, corpul decident dintr-un proces de evaluare are nevoie de o paletă largă de date: planşe de proiectare şi de execuție, memorii tehnice, simulări virtuale, machete, explorări digitale 3D, memorii financiare, studii de impact şi de fezabilitate, studii sociologice, colecții de opinii din publicul care a făcut cunoştință cu structura ş.a. O categorie importantă este menționată în subcap. 6.4.2. *Sistemul Decizional în analiza estetică a structurilor*, anume informațiile eterogene. Acestea pot fi exprimate în orice formă de opinie sau criteriu de evaluare relevantă, provenind din public sau din rândul specialiştilor-decidenți, şi pot releva aspecte neluate inițial în calcul, dar care pot avea un impact real asupra proiectului.

Cuprinderea unui număr cât mai mare de criterii discutate pe o structură este nu doar o formă de evaluare aprofundată a valorii estetice, ci şi un mijloc eficient de suscitare a forței creative a specialistului.

6.4. Modalități şi metode de evaluare a structurilor

6.4.1. Modalități moderne de evaluare a structurilor

Există, desigur, o tradiție în inginerie şi aceasta nu poate fi negată pentru că se bazează în primul rând pe principii ştiințifice. Aceasta trebuie, însă, folosită pentru a sprijini reinterpretarea

vechiului în contextul noilor resurse şi pentru asimilarea avansului tehnicii şi al ştiinţei din inginerie civilă.

Aprofundarea şi înţelegerea principiilor structurale conduc la exploatarea potenţialului creativ din inginer. Specialistul trebuie să îşi cunoască uneltele de lucru, libertăţile şi limitările materiale şi tehnice, pe lângă *regulile jocului*, iar apoi să dorească să creeze lucrări extraordinare. Cu o doză de intuiţie înnăscută, inginerul poate crea obiecte de înaltă valoare artistică inginerească, fiind astfel un geniu creator. Progresul tehnic actual permite şi celorlalţi specialişti, cu o intuiţie mai mică, să epateze dacă adaugă premeditat o doză de genialitate la un proiect obişnuit, completând cu aportul progresului tehnic tot mai ridicat.

Metodele moderne de încercare şi evaluare a structurilor, după cum sunt amintite în articolul comun *Structural art: Past, present and future* [11], sunt succint prezentate în continuare:

• analiza prin metoda elementului finit, care presupune discretizarea structurii în componente elementare, al căror comportament, în ansamblu, ar trebui să corespundă modului real prin care structura se comportă la nivel mecanic;

• analiza structurală formală comparativă, prin care se iau în considerare formele mai multor obiective din aceeaşi categorie funcţională cu cea de care aparţine construcţia principală;

• analiza topologică şi propunerea de optimizări, tehnică din cadrul CAD care identifică distribuţia optimă de material sau geometria optimă pentru o structură dată;

• metoda NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines) de analiza izogeometrică, tehnică de modelare numerică geometrică prin care se identifică şi se propune forma şi distribuţia de material optime, simultan sau sincronic.

Metodele de evaluare şi optimizare a conformării unei structuri sunt unelte de o utilitate şi eficienţă foarte înalte, sprijinind masiv activitatea de proiectare, dar în primul rând încurajând creativitatea. Multe soluţii şi propuneri avangardiste s-au lovit de-a lungul timpului de lipsa de sprijin ştiinţific şi tehnologic, dar în mare măsură de lipsa mijloacelor de evaluare şi ratificare a viabilităţii pe care o deţineau. Apelând la metode de verificare şi confirmare pentru a le aplica pe propuneri, specialistul reuşeşte acum să demonstreze că ideile sale curajoase sunt fezabile, vor fi viabile şi, prin urmare, inovaţiile şi perfecţionarea implementării lor conduc la succes estetic.

6.4.2. Sistemul decizional în analiza estetică a structurilor

6.4.2.1. Introducere

Evaluările sunt procese care au loc continuu, neîntrerupt, conştient sau subconştient, în forme concrete sau abstracte. Aceste caracteristici ale proceselor de evaluare au mai multe justificări de utilitate.

Prima utilitate a evaluărilor rezultă din necesitatea identificării stadiului actual de nemulţumire în vederea propunerii de îmbunătăţiri. Soluţiile de îmbunătăţire a situaţiei actuale au una dintre surse tocmai în aceste evaluări. O altă utilitate, pe care o văd şi o pun în practică profesioniştii precauţi, este de a identifica efectele construirii unui obiect care este în curs de proiectare, înainte de a fi realizat. O a treia utilitate este abordată de specialiştii vizionari care, înainte de a începe procesul de creaţie şi de proiectare, doresc să identifice contextul real şi actual căruia îi vor destina un obiect comandat.

Despre revoluţia pe care computerul şi inteligenţa artificială le-au adus în istoria umanităţii ştim destul de multe din propriile experienţe personale, existând şi multe surse scrise foarte bine de alţi specialişti până la ora actuală, precum în spaţiul românesc sunt: Ioan Alfred Leţia (UTCN), Zsongor Gobesz (UTCN), Mihaela Colhon (Universitatea din Craiova), Mihai Gavrilaş (Universitatea Gh. Asachi din Iaşi), Gelu Chisăliţă (UTCN) şi mulţi alţii, iar din acest motiv nu vom insista aici. În domeniul sistemelor decizionale, de asemenea, îi putem aminti din ţară, din cadrul Academiei Române de la Bucureşti pe Florin Filip şi Ion Istudor, dar şi pe Vasile

[11] Hu, Nan; Feng, Peng; Dai, Gong-Lian, *Structural art: Past, present and future*, în *Structuri Inginereşti Elsevier*, nr. 79, 2014, p. 410

Prejmerean (UBB), Loredana Mocean (UBB), Georgiana Marin (Universitatea Româno-Americană București) ș.a. La secțiunea dedicată sistemelor inteligente de decizie care folosesc logică fuzzy, îi amintim pe: James. R Nolan (Colegiul Siena, New York), Fabio Blanco-Mesa (Universitatea Antonio Nariño, Columbia), José M. Merigó (Universitatea din Chile), Anna M. Gil-Lafuente (Universitatea din Barcelona) ș.a. Iar la secțiunea dedicată contribuțiilor aduse de logica fuzzy, pe: Lofti Zadeh, Florin Lişman (UTCN), Gabriel Oltean (UTCN), Mihai Gavrilaş (Universitatea Gh. Asachi din Iași), Mihaela Colhon (Universitatea din Craiova), Mihai Ivanovici (Universitatea Transilvania din Braşov), Gabriela Proştean (Universitatea Politehnică din Timişoara) şi mulți alții pe care din raționamente de spațiu, din nefericire, nu-i vom mai enumera aici.

O problemă pe care o propunem spre rezolvare prin acest capitol al lucrării, cu ajutorul tehnologiilor actuale, este evaluarea estetică a structurilor în manieră predictibilă şi controlată. Acest lucru este posibil prin implementarea unui sistem decizional inteligent de tip expert, bazat pe cunoştințe, care foloseşte elemente de logică fuzzy, ca acțiune întreprinsă cu ajutorul uneltelor specifice domeniului inteligenței artificiale. Mihai Gavrilaș observă, de asemenea, că impactul estetic al unor obiecte se poate aborda cel mai bine prin mulțimile fuzzy, utilizând valori lingvistice[12].

Pentru a putea dezvolta prezentarea succintă a Sistemului Decizional (SD), sunt descrise în continuare câteva concepte-cheie ale procesului decizional.

Decizia este procesul prin care este realizată o alegere pentru atingerea unui scop în cea mai ridicată măsură, atrăgând inconvenientele minime şi consumul minim de resurse, în urma evaluării fiecărei opțiuni referioare la: metoda de decidere, variantele de utilizare a resurselor şi pachetul de efecte decurse din acest proces.[13]

Decidentul este persoana implicată în procesul decizional, fie inițiindu-l, susținându-l, influențându-l, determinându-l sau realizându-l în formă plenară.[14] El nu trebuie să aparțină în mod obligatoriu de structura de management a unei companii, ci poate fi un membru al echipei ale cărei activități numără şi procese de luare a deciziilor, de identificare a unei alegeri cu efecte semnificative în scopul activității derulate.

Procesul decizional constă în succesiunea de paşi prin care resursele investite pentru atingerea scopului deciziei sunt folosite în cel mai eficient mod, pentru a obține cele mai bune rezultate. H. Simon a propus în 1960, iar în 1977 i-a revizuit[15], cei patru paşi ai acestui proces, rămaşi valabili şi astăzi: informarea → identificarea alternativelor → selecția → implementarea cu evaluare. Ordinea sau dublarea lor în cadrul procesului decizional pot varia şi se pot adapta pentru fiecare caz.

Specificul deciziei care face obiectivul acestui capitol, răspunsul la întrebarea: *Ce şi cum califică frumosul, valoarea estetică a unei structuri?* este prezentat astfel:

• abordarea: atingerea scopului procesului decizional necesită o analiză aprofundată, modelare sistemică riguroasă, capacitate previzionară ridicată şi utilizarea unei baze de cunoştințe cât mai bogate;

• contextul: necesitatea derulării procesului decizional este episodic, fiind ocazionat de fiecare proiect de importanță sau de impact asupra publicului. Acesta din urmă este o componentă esențială pentru ratificarea succesului construcției;

• structurarea: tema are un conținut semistructurat, fiind parțial nestructurat, deoarece definirea problematicii frumosului este una vagă, complexă prin natura sa şi subiectivă;

[12] V. Gavrilaş, Mihai, *Sisteme cu inteligenţă artificială – Sisteme expert; Mulţimi şi logică fuzzy*, curs, Universitatea Tehnică "Gh. Asachi" Iaşi, la secțiunea *Mulțimi fuzzy*

[13] V. şi Istudor, Ion, *Sisteme suport al deciziei: istoric, rezultate actuale, tradiție şi dezvoltare*, Academia Română, București, 2009, p. 4

[14] V. Idem, p. 6

[15] V. H. Simon, *The New Science of Management*, ed. Harper & Row, New York, 1960, respectiv H. Simon, *The New Science of Management Decisions*, ed. Prentice Hall, New Jersey, 1977

• importanța: ridicată, prin dimensiunea efectelor pe care le are asupra publicului, solicitând multă creativitate, resurse considerabile pentru explorarea temei și a uneltelor de lucru și pentru implicarea publicului în proces;
• unicitatea: fiecare proces decizional este unic și aplicabil în manieră integral dedicată cazului;
• amploarea: șansele de succes ale implementării cresc pe măsura implicării unui segment cât mai larg din public, pe lângă corpul expert care gestionează procesul, iar aceasta creşte considerabil numărul de participanți la proces.

Modelul de decizie aplicat temei noastre. Există numeroase modele de luare a deciziilor, prezentate de specialiștii deja amintiți[16], dar cel preluat, adaptat și completat pentru a corespunde situației noaste cuprinde următoarele 12 faze determinante, cu subfazele aferente:
1. Înțelegerea temei
    1.1. Înțelegerea conceptului de *frumos*
    1.2. Înțelegerea frumuseții structurilor
2. Identificarea problemei
    2.1. Observarea situației actuale în domeniul construcțiilor şi a neajunsurilor existente
    2.2. Înțelegerea gravității problemei și a necesității de a aduce o schimbare
3. Prezentarea scopului
    3.1. Conştientizarea importanței de a crea structuri cu valoare estetică ridicată
4. Identificarea metodelor, a mijloacelor, a resurselor necesare pentru atingerea scopului
    4.1. Investigarea modalităților prin care frumosul devine o componentă real prezentă în structuri
    4.2. Investigarea mijloacelor specifice domeniului ingineriei civile prin care frumosul ajunge să fie integrat într-o structură
    4.3. Cercetarea metodelor neobișnuite, a celor mai recente și capabile să fie adaptate la problemă
5. Identificarea resurselor necesare la implementarea metodelor utilizate, identificate la faza anterioară
    5.1. Identificarea resurselor tehnice, științifice, filozofice, tehnologice și umane care contribuie la exploatarea mijloacelor
    5.2. Cercetarea resurselor atipice, recent descoperite și care se pot adapta temei
6. Propunerea de variante de implementare
    6.1. Cazul particular: acest subcapitol al lucrării propune realizarea unui micro-sistem decizional pe tema evaluării estetice a structurilor, combinând o bază de cunoștințe cu care operează corpul specialist cu opiniile de percepție și evaluare a unor structuri pe care le pune la dispoziție unor persoane din public
7. Evaluarea variantelor propuse prin prisma mijloacelor, a resurselor implicate pentru punerea în practică și a efectelor pe care le generează
    7.1. Propunerea noastră are la bază următoarele raționamente:
    • folosește mijloace moderne de punere în aplicare;
    • atrage resurse de ultimă generație concepute dedicat – a se vedea prezentarea softului din subcap. 6.5.3. *Prelucrarea datelor*, creat cu scopul unic și clar de a sprijini rezolvarea problemei;
    • are disponibilitate practic nelimitată, chestionarul dedicat publicului poate fi completat de oricine care cunoaşte limba română, oriunde s-ar afla, atât timp cât are conexiune la Internet pentru a-l putea accesa şi a putea trimite răspunsurile;
    • este capabil să colecteze o masă mare de opinii ale publicului, ceea ce înseamnă că evaluare dobândește un grad înalt de acuratețe;
    • este o soluție atât foarte accesibilă, cât și flexibilă și adaptabilă la răspunsurile publicului, așa cum reiese şi din descrierea din subcap. 6.5. *Propunere unei aplicații de evaluare estetică a structurilor*, ceea ce o face o soluție cu o ridicată scalabilitate.

[16] V. de ex. Istudor, Ion, *Sisteme suport al deciziei: istoric, rezultate actuale, tradiție și dezvoltare*, Academia Română, București, 2009, p. 11

8. Selectarea variantei care generează cele mai ridicate efecte pozitive

8.1. Dedicată situației de preevaluare a unor structuri, în faza de fezabilitate a proiectului, în vederea alegerii variantei care conduce la cea mai ridicată satisfacție oferită publicului beneficiar al structurii sau fiind dedicată contextului în care se face o evaluare urmată de un clasament al structurilor

9. Implementarea variantei câștigătoare

9.1. Fie continuarea proiectării acelei structuri alese, cu execuția sa, fie stabilirea clasamentului și acordarea de recunoașteri a calităților estetice deținută de structura câștigătoare

10. Evaluarea efectelor reale ale variantei câștigătoare

10.1. Etapă esențială în contextul în care s-a ales o structură pentru a fi realizată ca inserție nouă, reconversie sau reabilitare în țesutul urban sau în mediul în care a fost amplasată

11. Compararea efectelor reale ale variantei câștigătoare cu efectele sale identificate la pasul 7

11.1. Ultima etapă evaluează metodologia procesului decizional, succesul și eficiența acesteia.

12. Sintetizarea câștigului intelectual generat de procesul derulat și capitalizarea informațiilor în Baza de Cunoștinte a sistemului.

12.1. Capitalizarea câștigului intelectual este o caracteristică a Sistemelor Decizionale Inteligente de tip Expert.

Modelul prezentat aici, particularizat pe tema noastră, urmărește să obțină unele informații pe baza cărora se poate continua procesul de luare a deciziei de către utilizatorul final al Sistemului Decizional, în baza următoarelor caracteristici:

• atrage un efort intelectual uman ridicat sau foarte ridicat pentru realizarea proceselor implicate: analiza, înțelegere, generare de opțiuni, compararea, selecția, implementarea și post-evaluarea;
• implică un volum foarte mare de informații de specialitate, de complexitate uneori incertă și cu grade diferite de subiectivism;
• operează cu informații concrete, dar și cu informații neclare, incomplete, parțiale, dinamice, în continuu proces de generare;
• necesită un proces continuu de colectare de date, integrare și prelucrare de noi cunoștințe;
• trebuie să fie la curent cu ultimele noutăți din domeniile de activitate implicate;
• trebuie să caute metode de exploatare a noului pentru atingerea efectelor maxime și pentru depășirea continuă a pragului maxim de performanțe caracteristic momentului.

Aceste trăsături se regăsesc la Sistemul Decizional (SD), unealtă specifică domeniului Inteligenței Artificiale, denumit și Sistem de Suport Decizional. Pentru sprijinirea scopului temei noastre, este prezentat în continuare SD.

6.4.2.2. Scurtă privire de ansamblu asupra Sistemelor Decizionale

Definirea Sistemului Decizional

Există multe definiții ale SD, oferite de-a lungul timpului de specialiști, lucru de altfel foarte util pentru că fiecare atinge unul sau mai multe aspecte esențiale în înțelegerea conceptului. Printre aceștia sunt amintiți: Gorry și Scott Morton (1971), Ginzberg și Stohr (1982), J. O'Brien (1999), C. Brândaș (2007), Florin G. Filip (2007), Ion Istudor (2009), Georgiana Marin (2011), Vasile Prejmerean (2017) ș.a. Cea pe care o propunem este următoarea:

Sistemul Decizional este un complex de informații, metode de lucru și resurse intelectuale, flexibil, dinamic și capabil să evolueze, care ajută un decident să definească profund o situație nebanală, puternic sau slab structurată, să-i identifice alternativele posibile și probabile, să evalueze costurile și efectele fiecărei alternative pentru a realiza alegerea finală într-o cunoștință de cauză cât mai profundă.

Nucleul SD constă în motorul de gestionare a întregului complex şi de generare a opţiunii finale. Scopul său este de a diminua limitele umane în procesul decizional[17]. SD poate prezenta câteva facilităţi, precum sprijinirea realizării, cu mijloace specifice, a unei cât mai bune comunicări între persoanele implicate, sau prezentarea unei interfeţe prietenoase pentru utilizator.

Caracteristicile Sistemului Decizional

Pentru a clarifica cele de mai sus, în continuare sunt prezentate caracteristicile unui SD[18]:
• este un sistem informaţional flexibil în continuă dezvoltare, atât ca şi conţinut informaţional dedicat, dar şi ca tehnologii implicate;
• are scopul de a oferi alternative preevaluate la probleme greu de structurat sau de definit integral;
• poate contribui la toate etapele procesului decizional derulat de corpul decidenţilor şi, de asemenea, poate sprijini mai multe tipuri de decizii[19];
• este un instrument polivalent, fiind capabil să îndeplinească simultan mai multe funcţiuni: raţionarea – pe baza regulilor de raţionare, generează noi cunoştinţe pe care le prezintă şi le argumentează în faţa decidentului; simularea – oferă scenarii integrale pentru variantele puse la dispoziţie; evaluarea – deţine mijloace necesare pentru a realiza preevaluări ale consumului de resurse, ale efectelor generate şi ale beneficiilor decurse din fiecare opţiune; predicţia – în urma simulărilor şi a evaluării cele mai bune opţiuni, generează scenariul complet al consecinţelor luării unei anumite decizii; învăţarea – modulul de generare a soluţiilor este capabil să-şi capitalizeze informaţiile de la un proiect la celălalt;
• urmăreşte să maximizeze efectele alegerii finale, nu neapărat să aleagă cea mai eficientă soluţie pentru momentul actual[20], ţintind spre viitor, nu doar spre prezent;
• se foloseşte de modele decizionale pe care le adaptează şi le îmbogăţeşte corespunzător;
• este avid după inovaţii şi noutăţi pe tema dedicată;
• este o unealtă cu grad ridicat de flexibilitate privitoare la:
◦ poziţia ierarhică a decidentului pe care îl ajută: dedicat pentru diverse tipuri de decidenţi, aflat oriunde pe scară managerială, deoarece poziţia unei persoane însărcinate să facă o alegere poate fi oricare într-o organizaţie;
◦ tema: sprijină identificarea cele mai bune opţiuni pentru problematici diferite, slab definite sau nedefinite, dar gradul de definire a problemei va impacta complexitatea în care se va desfăşura activitatea;
◦ impact: SD poate fi utilizat pentru o decizie punctuală sau pentru un lanţ de decizii cu o amploare mare, respectiv pentru a ajuta o persoană sau un grup de persoane;
◦ forma de prezentare: dedicat unei probleme fie cu circuit închis, unde are acces doar un grup restrâns de persoane, fie cu circuit deschis, când poate implica multe persoane în etapele procesului;
◦ informaţii: permite inserţia de noi informaţii şi noi reguli de raţionare, în mod dinamic (în timpul derulării procesului decizional);
◦ evoluţie: se poate dezvolta în continuu de către programator;
◦ finalitate: SD sprijină procese ale căror scopuri pot varia de la: a face investigaţii pentru a cunoaşte o temă şi a acumula astfel cât mai multe cunoştinţe despre aceasta, similar unei baze de cunoştine extinse, până la a propune variante de proiectare şi realizare a unui obiectiv, a

[17] Istudor, Ion, *Sisteme suport al deciziei: istoric, rezultate actuale, tradiţie şi dezvoltare*, Academia Română, Bucureşti, 2009, p. 15
[18] V. Vasile Prejmerean (2017), Ion Istudor (2009, p. 22), Colegiul Economic Administrativ Iaşi (2012), Georgiana Marin (2011), Loredana Mocean (2004)
[19] Istudor, Ion, *Sisteme suport al deciziei: istoric, rezultate actuale, tradiţie şi dezvoltare*, Academia Română, Bucureşti, 2009, p. 22
[20] Prejmerean, Vasile, *Decision Support System Concepts, Methodologies and Technologies*, suport de curs, UTCN, 2017, sl. 6/21

preevalua amprentele digitale ale fiecărei variante, a propune moduri de implementare şi a evalua întregul cadru investiţii-beneficii pentru o ipoteză aleasă.
• este interactiv şi adaptabil pentru că permite utilizatorului să-i extindă descrierea problematicii, să-i îmbogăţească baza de cunoştinţe şi regulile după care funcţionează;
• controlul său se găseşte în mâna decidentului pentru care SD este o unealtă de lucru. SD nu ia decizii niciodată singur, de aceea SD este definit ca fiind antropocentric[21];
• atrage dezvoltarea complexului care gravitează în jurul său şi în jurul tehnologiilor implicate, anume: Depozitul de date (Data Warehouse), Mineritul datelor (Data Mining), OLAP (Procese analitice on-line), sisteme expert, unelte specifice Inteligenţei Artificiale, pentru a îmbogăţi astfel domeniul Inteligenţei Afacerilor (Business Intelligence)[22];
• foloseşte un *shell* care este mijlocul tehnic prin care se cumulează şi se stochează informaţiile, se predefinesc regulile şi se construieşte interfaţa utilizatorului (User Interface) pentru ca cel din urmă să-şi poată prezenta situaţia cu care se confruntă într-o formă comprehensibilă pentru SD;
• poate fi un sistem deschis care, având capacitatea să evolueze, poate acumula mai multe cunoştinţe, mai multe reguli de raţionare, se poate dedica mai multor domenii deodată, poate folosi informaţii din mai multe domenii pentru a oferi variante atipice unui anumit domeniu;
• are, în consecinţă, o paletă largă de variaţiuni şi arhitecturi.

Caracteristicile Sistemului Decizional Particular

Sistemul decizional particular (SDP) temei noastre, urmărind predicţia şi controlul, se deosebeşte de SD standard prin următoarele particularităţi:
• se dedică unui domeniul mai greu de definit şi de conturat, care operează cu informaţii parţiale, nedefinite integral, subiective, de moment, fluctuante, temporare;
• foloseşte resurse intelectuale divizate în două categorii: furnizate de specialiştii din domeniile esteticii şi al structurilor, respectiv furnizate de persoane nespecialiste din publicul căruia îi sunt destinate proiectele;
• utilizează cunoştinţe stocate dinainte în baza de cunoştinţe, alături de cunoştinţe dinamice şi, într-o primă fază cel puţin, temporare;
• funcţionează pe baza a două seturi de reguli dedicate celor două tipuri de cunoştinţe: reguli predefinite clar pentru cunoştinţele inserate riguros de către experţi, respectiv reguli elastice dedicate cunoştinţelor dinamice, după logica fuzzy care este descrisă în subcapitolul următor;
• este compus, sintetic, din cunoştinţe anterioare, cunoştinţe dinamice şi legături deschise (denumite astfel pentru a diferenţia conexiunile care se realizează prin reguli preimplementate de regulile introduse pe parcursul utilizării, putând funcţiona pseudo-arbitrar, primind reguli noi externe de la utilizatorul din public pe care le integrează dinamic şi de moment);
• permite înlănţuire bidirecţională, adică foloseşte parcurgerea legăturilor înainte şi înapoi;
• urmăreşte să rezolve probleme care nu sunt dificile în formă, dar este dificilă rezolvarea lor în fond;
• trebuie să ofere nu cel mai bun răspuns care se poate oferi la momentul de faţă, ci răspunsul care are cele mai bune efecte propagate în timp;
• trebuie să ofere un răspuns la o situaţie care este o provocare atât pentru decidentul expert uman, cât şi pentru SD clasic;
• se dedică soluţionării de probleme caracterizate atât de parametri cunoscuţi şi existenţi, cât şi de parametri probabili, necunoscuţi, temporari, în curs de integrare în SDP;
• urmăreşte să-şi verifice şi să-şi îmbunătăţească în mod continuu cunoştinţele prin interacţiunea cu respondentul din public, iar pe baza cunoştinţelor dinamice să ofere evaluări anticipative sau de control asupra obiectivelor;

[21] Filip, F.G., *Sisteme suport pentru decizii*, Ed. Tehnică, Bucureşti, 2007
[22] Istudor, Ion, *Sisteme suport al deciziei: istoric, rezultate actuale, tradiţie şi dezvoltare*, Academia Română, Bucureşti, 2009, p. 9

• este creativ şi, în lipsa unei soluţii integral viabile, propune variante parţial bune, specificând consecinţele alegerii acelora;
• învaţă moduri de gândire şi simţire umană de la respondent.

Dezavantaje ale Sistemelor Decizionale

Alături de avantajele clar evidenţiate de caracteristicile SD, există şi câteva dezavantaje care trebuie şi acestea amintite:[23]
• decidentul poate avea tendinţa de a-şi diminua asumarea responsabilităţii asupra alegerii făcute, lucru incorect pentru că SD este antropocentric prin definiţie;
• decidentul se poate simţi retrogradat de către SD, în privinţa rolului său în procesul decizional datorită faptului că SD deţine mai multe informaţii, dar în realitate niciodată omul nu va putea fi înlocuit plenar de o maşină. Aici facem menţiunea că nu subscriem părerii potrivit căreia în viitor roboţii vor prelua funcţii de bază din viaţa omului, cum ar fi sub forma *profesorului digital*, deoarece este suficient de cunoscut şi demonstrat faptul că omul, fiinţă sociabilă prin definiţie, are nevoie de afecţiune umană veritabilă pentru a se forma sănătos emoţional şi intelectual. Oricât s-ar bucura de anumite avantaje clare aceşti roboţi foarte inteligenţi şi aproape umani, ei nu vor fi niciodată oameni veritabili;
• decidentul se poate simţi copleşit de mulţimea informaţiilor pe care SD i le pune la dispoziţie;
• decidenţii sau beneficiarii finali ai deciziilor pot avea prejudecăţi greşite asupra SD, de exemplu că SD oferă soluţii prea rigide sau neadaptate la efectele resfrânte asupra componentei umane a consecinţelor, sau că SD ridică singur nivelul obiectivismului decidentului, dar în realitate nu nivelul obiectivismului îl ridică, ci nivelul profesionalismului ca expert;
• SD nu se poate aplica la absolut orice situaţie, chiar dacă metacunoştinţele SD sunt în continuă expansiune şi îmbunătăţire;
• construirea unui SD presupune un efort uman intelectual, informaţional şi tehnologic ridicat sau foarte ridicat, ceea ce poate descuraja dorinţa de a-l folosi;
• utilizarea unui SD necesită un anumit efort intelectual pe care uneori decidenţii nu sunt dispuşi să-l depună.

Tipologii ale Sistemelor Decizionale

Vastele preocupări asupra SD au condus la apariţia unei game largi a acestora, clasificate în mai multe familii[24], care sunt succint prezentate mai jos:
• după orientarea sistemului, există:
◦ SD orientate spre date – sunt dedicate colecţionării unui volum cât mai mare de informaţii dintr-un domeniu, după anumite criterii, pentru a fi puse la dispoziţia decidentului;
◦ SD orientate spre modele – se bazează pe analize de tip *what-if*, simulări, optimizări pe modele matematice, folosind de obicei cantităţi mai reduse de informaţii ale căror limite şi parametri sunt clar specificaţi;
◦ SD orientate spre cunoştinţe – implică o Baza de Cunoştinţe şi o tipologie a Sistemului Expert, fiind dedicate situaţiilor nemodelabile matematic. Acestea sprijină decidentul prin oferirea de variante argumentate din Baza de Cunoştinţe de expertiză; implică tehnologii şi aplicaţii de Inteligenţă Artificială ca mineritul şi managementul datelor;
◦ SD orientate spre comunicaţii – vizează facilitarea comunicaţiei dintre decidenţii unei echipe, prin mijloace tehnologice de tip World Wide Web, client-server, grupuri, echipe, comunităţi de lucru, asigurând transmiterea conţinutului informatic şi cu mijloace vizuale şi auditive, inclusiv cadrul desfăşurării conferinţelor de echipă;

[23] Istudor, Ion, *Sisteme suport al deciziei: istoric, rezultate actuale, tradiţie şi dezvoltare*, Academia Română, Bucureşti, 2009, p. 29
[24] V. Georgiana Marin (2011), Loredana Mocean (2004), Vasile Prejmerean (2017), Ion Istudor (2009, pp. 24-25)

◦ SD orientate spre documente – coagulează cu larghețe informații incomplet structurate și nestructurate dintr-un domeniu, fără criterii clar stabilite, prezentate sub diverse forme: texte, foi de date, pagini web, documentații și baze de date, având principalele scopuri de a identifica și a stoca aceste informații pentru a putea fi puse la dispoziția decidentului.

• după impactul asupra procesului decizional[25], există:

◦ SD ca aplicație – concepute dedicat pentru o anumită problemă din domeniul de apartenență;

◦ SD generalizate – utilizate pentru a genera elementele constitutive generale şi specifice ale SD;

◦ SD ca instrumente – folosite pentru a crea SD dedicate;

• după dimensiunea corpului decident căruia îi este destinat[26], există:

◦ SD individuale – folosite de o singură persoană pentru a-şi atinge scopul de a lua decizia cea mai bună într-o situație;

◦ SD de grup – dedicate unui grup restrâns de decidenți, omogen sau nu din punct de vedere ierarhic;

◦ SD de organizație – disponibil pentru grupul extins și neomogen din punct de vedere ierarhic de decidenți dintr-o organizație;

• după tipul de suport oferit[27], există:

◦ SD de asistare pasivă – pentru regăsirea de informații stocate, prin comenzi simple;

◦ SD de asistare tradițională – pentru a evalua şi a cuantifica efectele alegerii unei anumite variante;

◦ SD de asistare asupra normelor – pentru optimizarea variantelor cu ajutorul modelelor matematice sau pentru preluarea variantelor din fondul disponibil de informații;

◦ SD de asistare a cooperării – referindu-se la cooperarea dintre sistem şi decidentul care rafinează variantele primite de la SD pentru ca cel din urmă să reevalueze varianta selecționată;

◦ SD de asistare extinsă – unde SD este un pseudo-decident proactiv, lăsând decizia finală la latitudinea omului pe care îl stimulează cu variante şi îl ajută preluând unele sarcini de la acesta;

• după tehnologia de bază pe care se concentrează[28], există:

◦ SD concentrate pe texte, documente şi foi de date;

◦ SD concentrate pe baze de date, respectiv pe Baze de Cunoştințe;

◦ SD concentrate pe reguli;

◦ SD concentrate pe rezolvări;

◦ SD concentrate pe World Wide Web sau alte rețele;

• după flexibilitatea tehnică a lor[29], există:

- SD neinteligente – pot rezolva doar anumite probleme-șablon;
- SD inteligente – pot rezolva probleme noi prin analogii;

- SD cu comenzi rigide – decidentul este limitat de comenzile prestabilite ale SD;
- SD cu limbaj natural – decidentul folosește un limbaj foarte apropiat de cel natural în comunicarea cu SD;

- SD sincrone – oferă răspunsuri instantanee, în timp real;
- SD asincrone – nu pot oferi răspunsuri instantanee, ci după o anumită perioadă de timp necesar pentru procesare;

- SD cu resurse centralizate ale sistemului informatic;
- SD cu resurse dispersate ale acestuia;

- SD cu procese automatizate pentru analiza şi proiectarea sistemului informatic;
- SD cu procese manuale pentru aceste scopuri.

[25] V. Loredana Mocean (2004), Ion Istudor (2009) p. 24, Colegiul Economic Administrativ Iași (2012)
[26] V. Loredana Mocean (2004), Ion Istudor (2009) p. 24, Georgiana Marin (2011)
[27] V. Ion Istudor (2009) p. 24, Colegiul Economic Administrativ Iași (2012)
[28] V. Ibidem
[29] V. Loredana Mocean (2004) şi Colegiul Economic Administrativ Iași (2012)

Rolurile implicate într-un Sistem Decizional

Florin Filip aduce în vedere un aspect deosebit de important referitor la *persoana* implicată într-un SD şi responsabilitatea acesteia, spunând că: "*ar fi corect ca răspunderea să fie atribuită în întregime decidentului numai dacă acesta şi-a construit singur un SSD de aplicaţie, folosind instrumente informatice primare, a adoptat decizia fără a fi influenţat de nici un asistent decizional şi a executat-o personal*"[30]. Atunci când responsabilitatea revine integral decidentului unic, acesta este şi singurul participant în utilizarea lui şi îndeplineşte toate rolurile umane atrase în conceperea şi folosirea SD.

În realitate mai multe persoane sunt implicate în derularea unui SD şi acestea îşi divid formal sau informal responsabilitatea asupra deciziei finale. Categoriile de persoane implicate sunt următoarele[31]:

• programatorul – creează într-un limbaj de programare softul pe baza căruia va funcţiona SD;
• responsabilul Bazei de Cunoştinţe şi reguli – face tranziţia între programator şi expertul de domeniu, ocupându-se de popularea bazei de cunoştinţe, a bazei de modele şi reguli, mentenanţă şi actualizare;
• expertul în domeniul căruia îi este dedicat SD – pune la dispoziţia programatorului, direct sau prin intermediul responsabilului bazei de cunoştinţe, acele informaţii (cunoştinţe) care alcătuiesc baza de cunoştinţe şi decide manierele de colectare a informaţiilor din afara expertizei, de la public, persoane aleatoriu selecţionate, beneficiari finali ai deciziei;
• utilizatorul final – este decidentul, aşa cum a fost descris la începutul acestui subcapitol, care interacţionează cu softul printr-o interfaţă grafică pe cât de prietenoasă se poate şi care în SD propus pentru tema noastră îndeplineşte şi rolul de pseudo-expert în domeniul, contribuind la îmbogăţirea bazei de cunoştinţe.

Aceeaşi persoană poate îndeplini mai multe roluri într-un SD şi, de asemenea, mai multe persoane pot îndepli acelaşi rol deodată dintr-un SD.

Arhitectura Sistemului Decizional

Schematic, un SD este alcătuit din entităţile din Fig. 6.1, uşor adaptat pentru a reflecta scopul SDP, anume îmbunătăţirea calităţii vieţii comunităţii prin selectarea şi implementarea acelor structuri care denotă un nivel cel puţin ridicat al calităţii estetice.

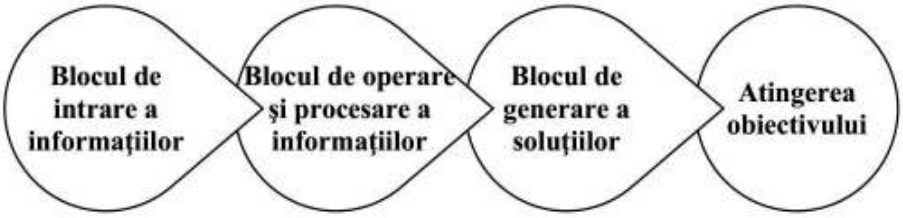


Fig. 6.1. Entităţile implicate într-un Sistem Decizional

Componentele principale ale SD, care îi asigură funcţionarea şi atingerea scopului pentru care a fost conceput, sunt[32]:

• subsistemul de Gestionare a Datelor (SGD);
• modulul central de Gestionare a Bazei de Cunoştinţe (SBC);
• subsistemul de Gestionare a Modelelor (SGM);

[30] Filip, Florin G., *Sisteme suport pentru decizii*, Ed. Tehnică, Bucureşti, 2007
[31] V. Ion Istudor (2009) pp. 30-33, Vasile Prejmerean (2017) sl. 19/21
[32] V. Loredana Mocean (2004, p. 21), Ion Istudor (2009, pp. 38-40), Colegiul Economic Administrativ Iaşi (2012, sl. 24-25), Vasile Prejmerean (2017, sl. 8/21)

• subsistemul de Gestionare a dialogului cu utilizatorul (generic notat cu UI, dar în realitate UI este doar o componentă a acestui subsistem);
• subsistemul Infrastructurii (I);
• modulul Eterogen de informații.

Ultima componentă, modulul eterogen de informații, însumează diverse surse de informații, informații, unelte şi tehnologii externe, aleatorii, schimbătoare, incluse în toate celelalte componente, simbolizând de fapt puterea unui SD de a acapara noul şi a-l integra dinamic. Elemente ale acestei componente sunt incluse în descrierile fiecărei componente, precum se vede în continuare.

Schematic, aceste componente principale ale SD sunt înfățișate în Fig. 6.2 şi descrise în următoarele paragrafe.

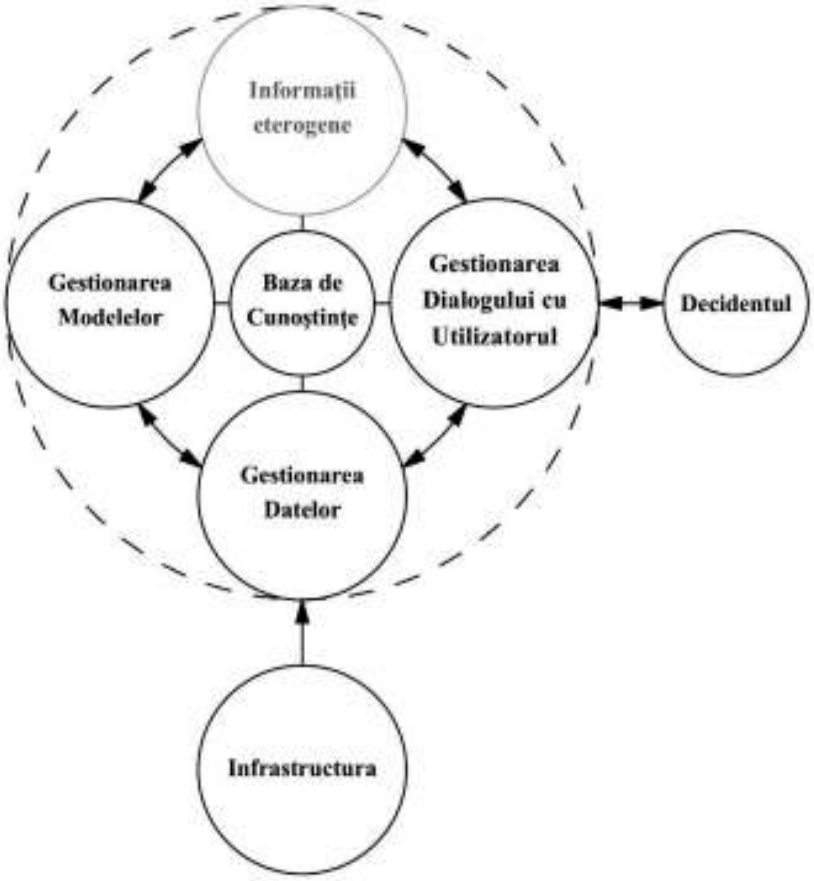


Fig. 6.2. Componentele principale ale Sistemului Decizional

Subsistemul de Gestionare a Datelor

Complexul de date al unui SD cuprinde[33], precum era de aşteptat, mai mult decât totalitatea informațiilor coagulate, mai exact şi următoarele structuri operaționale:
• structura de depozitare a datelor, care îmbracă întregul complex informațional;
• structura de manipulare a datelor, care folosește unelte tehnologice corespunzătoare pentru a administra, a prelucra şi a interoga informațiile;
• structura de protejare a datelor[34], care, mai ales odată cu evenimentul GDPR, a devenit o componentă şi mai importantă a SD, asigurând, prin mijloace de soft dedicate, protecția datelor cu caracter sensibil.

[33] V. Loredana Mocean (2004, p. 22), Ion Istudor (2009, pp. 40-42), Vasile Prejmerean (2017, sl. 11-13/21)

Categoriile de informații care se pot regăsi în acest subsistem al SD sunt: baze de date, baze de cunoștințe proprii, baze de cunoștințe ale organizației de care aparține, colecții de date, datele interioare și exterioare organizației. Acestea funcționează cu implicația unui Dicționar al Bazei de Date.

Componentă centrală a acestui subsistem, baza de date poate deveni vastă prin acumularea de date interne și externe SD, accesând Intranetul societății, Internetul, depozite exterioare de date, colecții de date și orice alte surse eterogene care pot prezenta interes pentru obiectivul SD.

Există trei termeni consacrați discuției generice despre informații, între care există subtile diferențe semantice: date, informații și cunoștințe. Datele sunt informații brute, care urmează să fie prelucrate pentru a fi incluse în SD în formă validată, acordându-li-se și o valoare clară. Informațiile sunt acele date conforme, integrate în gestiunea de date, pe care SD urmează să o realizeze. Despre cunoștințe se vorbește mai mult în continuare la Subsistemul SD dedicat Bazei de Cunoștințe.

Dicționarul Bazei de Date constă într-un inventar extins al acestora, care facilitează funcția de interogare de către utilizatori sau decidenți, prin intermediul instrumentelor de interogare a Bazei de Date. Aceste instrumente sunt şi o componentă a UI, îndeplinind rolul de a prelua, a conforma, a actualiza, a interoga, a raporta și a genera răspunsul la solicitarea utilizatorului.

Schema acestui subsistem al SD se regăsește în Fig. 6.3.

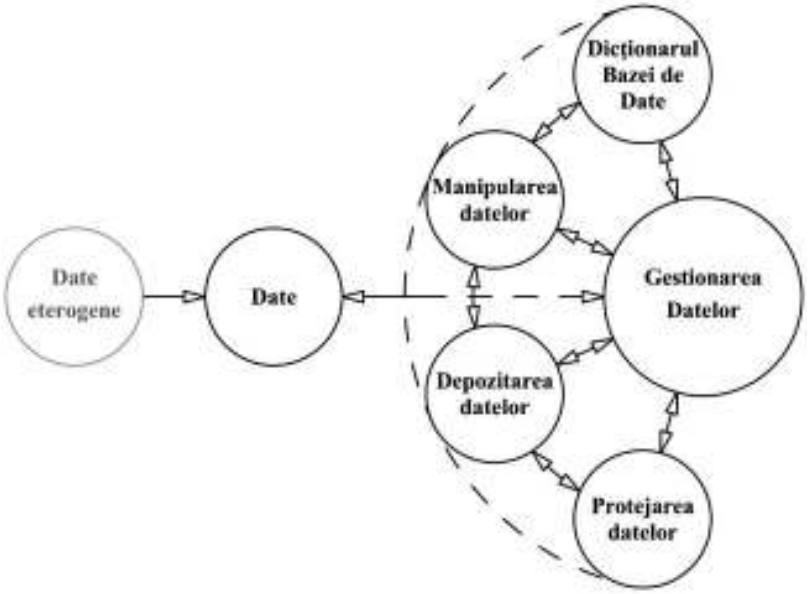


Fig. 6.3. Componentele Subsistemului de Gestionare a Datelor

Subsistemul de Gestionare a Bazei de Cunoștințe

În timp ce subsistemul SD de Gestionare a Datelor poate fi mai puțin specializat, subsistemul de Gestionare a Bazei de Cunoștințe atrage cele mai recente, performante și sofisticate tehnologii, urmărind să depășească limitele capacităților curente din domeniul unde are loc procesul decizional, nu doar să le atingă.

Sistemele Decizionale care acordă o importanță majoră cunoștințelor coagulate sunt numite și SD Inteligente sau de expertiză, având următoarele trăsături:

[34] Prejmerean, Vasile, *Decision Support System Concepts, Methodologies and Technologies,* Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca, 2017, sl. 13/21

• presupun un riguros proces de achiziție empirică de informații (direct de la experți, dar mai greoaie), semiautomată, respectiv automată[35];
• realizează operațiile de: colectare (achiziție), structurare, verificare, abstractizare, inferare, evaluare și validare a cunoștințelor;
• au abilitatea de a imita procesul de învățare de la om pentru a se îmbogăți în mod pasiv;
• sunt dedicate situațiilor care necesită un grad înalt sau foarte înalt de expertiză;
• implică un corp de experți umani ale căror cunoștințe sunt importate în Baza de Cunoștințe direct sau cu ajutorul responsabilului Bazei de Cunoștințe, prin procese de abstractizare și inferare a informației;
• pot funcționa în colaborare cu structuri externe de tip: sistem expert, rețele neuronale, agenți inteligenți specifici IA, sisteme de cazuistică, logică fuzzy ș.a.[36], sau pot îngloba subsisteme ale celor enumerate;
• favorizează sinergia subsistemelor SD[37].

Baza de Cunoștințe reprezintă totalitatea cunoștințelor, inițial euristice, colectate, filtrare, organizate, prelucrate și înmagazinate în SD ca reguli de condiții-evenimente. Gelu Chisăliță identifică și descrie tipurile de cunoștințe[38] care se găsesc într-o Bază de Cunoștințe ale unui SE, similar regăsite într-un SD. Acestea sunt prezentate concentrat mai jos, atașându-le exemplificări referitoare la tema noastră:
• cunoștințe euristice – informații "brute" provenite fie de la experții din domeniu (informații acumulate, experiențe anterioare, experimente, raționamente proprii), din baze de cunoștințe anterioare, reviste, cărți, alte tipuri de suporturi științifice și tehnice, fie, în cazul SDP, de la persoane din public, după ce aceste informații din urmă au fost validate lingvistic și au fost considerate relevante;
Ex.: *Cred că este importantă forma structurii pentru ca aceasta să fie estetică.*
• cunoștințe declarative – informații organizate sub formă de declarații, definiții și descrieri, selectate dintre cunoștințele euristice sau prelucrate dintre acestea pentru a se prezenta sub forma menționată;
Ex.: *Forma structurii este un criteriu de evaluare estetică a structurii.*
• cunoștințe structurale – informații *funcționale* ale SD care denotă componentele necesare ale unei informații declarative sau ale unei instrucțiuni etc. pentru ca aceasta să fie relevantă;
Ex.: *Utilizatorul sau expertul trebuie să numească un obiect (substantiv) sau un proces (forma lungă a infinitivului unui verb) și să-i atribuie o calitate, o însușire sau un atribut (măcar un adjectiv sau un adverb care să determine obiectul sau procesul menționat) pentru a putea integra informația în Baza de cunoștințe.*
• cunoștințe procedurate – conțin metode și metodologii de abordare sau rezolvare a unei situații. În cazul SDP, acestea urmăresc manieră de a justifica, a motiva, a argumenta oportunitatea integrării modului de a privi aspectele din "discuția" dintre persoana chestionată sau expert și SDP, adică dacă modul cum gândește omul ajută la îmbogățirea bazei de cunoștințe;
Ex.: *O simplă declarație de tipul "Forma aceasta este frumoasă" este o evaluare incompletă. Dar informația "Forma aceasta este frumoasă pentru că îmi amintește de o floare care creștea în jurul casei în copilărie" aduce o justificare utilă pentru evaluare făcută*.
• metacunoștințe – informații *funcționale* ale SD datorită cărora acesta știe cum să folosească baza de cunoștințe și cum să-și atingă obiectivele pentru care a fost conceput.
Ex.: *SD dedicat evaluării estetice a structurilor are scopul de a colecționa lista exhaustivă, pentru momentul actual, de categorii și criterii de evaluare, descrise în manieră exhaustivă pe*

[35] Istudor, Ion, *Sisteme suport al deciziei: istoric, rezultate actuale, tradiție și dezvoltare*, Academia Română, București, 2009, p. 46
[36] Prejmerean, Vasile, *Decision Support System Concepts, Methodologies and Technologies,* Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca, 2017, sl. 18/21
[37] Mocean, Loredana, *Considerații privind sistemele de asistare a deciziilor (SSD)*, în *Revista Informatică Economică*, nr. 1(29), 2004, p. 24
[38] Chisăliță, Gelu-Adrian, *Contribuții la dezvoltarea sistemelor expert utilizate în proiectarea și analiza instalațiilor pentru construcții*, teză de doctorat, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Facultatea de Construcții, 2005, p. 60

baza sugestiilor şi a motivaţiilor expertilor şi ale publicului consultat, în vederea evaluării anticipate a proiectelor propuse, în faza de fezabilitate.

Structura subsistemului de cunoştinţe de tip expert, asemănătoare Sistemului Expert, îmbracă forma adaptată din Fig. 6.4:

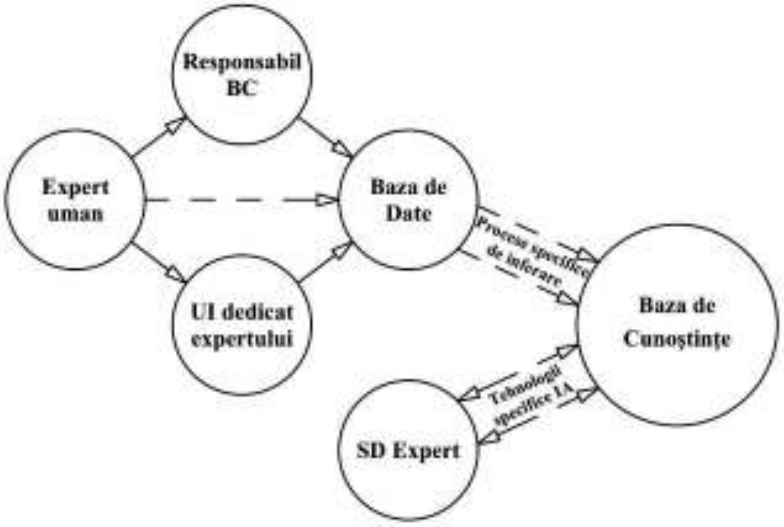


Fig. 6.4. Componentele Subsistemului de Gestionare a Bazei de Cunoştinţe

Subsistemul de Gestionare a Modelelor

Componenta aceasta a SD conţine şi gestionează şabloane cantitative de documentare şi derulare a procesului decizional. Este alcătuit din următoarele elemente cu roluri specifice[39]:

• baza de modele – derulează procesele de analiză şi soluţionare în cadrul SD, folosindu-se de întreaga gamă de modele disponibile: informaţii de rutină, statistici, previziuni, date financiare, de management şi ştiinţifice. Tipologia modelelor unui SD este prezentată cuprinzător, printre alţii, de Ion Istudor[40];

• dicţionarul de modele – reprezintă inventarul şabloanelor disponibile însoţite de definiţiile acestora şi parametri de disponibilitate a lor, care are rolul de a asigura integritatea şi coerenţa subsistemului;

• procesorul de modele – acceptă, interpretează şi integrează instrucţiuni de creare a modelului ales, primite de la utilizator, şi combină modelele avute la dispoziţie. Pentru acestea sunt utilizate tehnologii specifice de programare (limbaje de programare a modelelor) şi aplicaţii dedicate;

• subansamblul de gestiune a modelelor (sistemul de reguli) – deţine rolurile de: a supraveghea şi a evalua activitatea procesorului de modele, a actualiza baza de modele, a stimula generarea de modele noi, a asigura mentenanţa întregului subsistem şi a asigura buna funcţionare a UI cu acesta.

Subsistemul de Gestionare a Modelelor se foloseşte de o colecţie de reguli, denumită şi Sistem de reguli, o componentă centrală a SD care constă în complexul de legături condiţii-consecinţe definite în SD şi modul în care acestea funcţionează efectiv şi pseudo-arbitrar (după cum am pomenit la SDP). Modulul acesta realizează operaţiile de: selectare a regulilor, filtrare a

[39] V. Loredana Mocean (2004, pp. 22-23), Ion Istudor (2009, pp. 42-44), Vasile Prejmerean (2017, sl. 14-15/21)
[40] Istudor, Ion, *Sisteme suport al deciziei: istoric, rezultate actuale, tradiţie şi dezvoltare*, Academia Română, Bucureşti, 2009, pp. 42-43

lor conform aplicabilității, alegerea strategiei de control şi executarea regulii[41]. Strategiile de alegere în executarea regulilor sunt[42]:
• cea mai specializată regulă – care are cele mai multe condiționări;
• cea mai productivă regulă – care are cele mai multe efecte;
• euristică – care urmărește atingerea celor mai dorite efecte;
• decisă pe bază de încredere – când i se acordă încredere mai mare unei anumite reguli.

Schema acestui subsistem al SD se regăsește în Fig. 6.5.

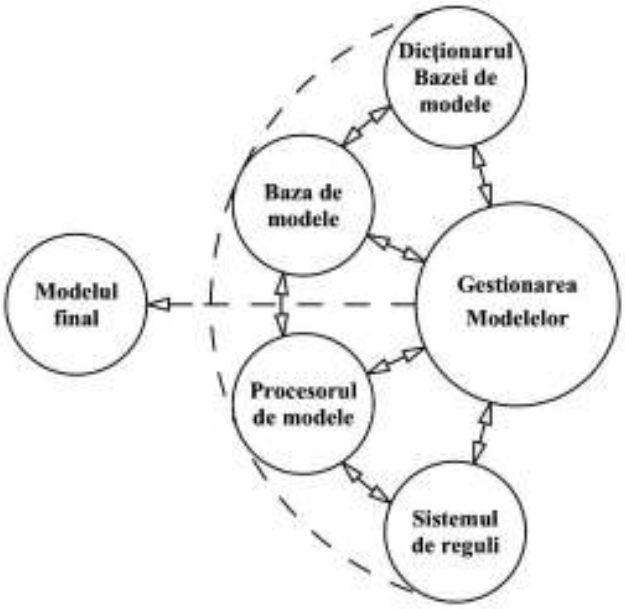


Fig. 6.5. Componentele Subsistemului de Gestionare a Modelelor

Subsistemul de Gestionare a Dialogului cu Utilizatorul

Tranziția informațiilor dintre ansamblul SD şi utilizator se realizează prin Subsistemul de Gestionare a Dialogului cu Utilizatorul. Interfața utilizatorului (UI) trebuie să fie cât mai accesibilă acestuia, pentru că, prin interfața grafică, utilizatorul își aduce aportul în prezentarea problemei, în SD clasic, sau uneori în soluționarea ei, în SDP. SD îi aduce temporar utilizatorului prin UI informații referitoare la procesul decizional.

Elementele acestui subsistem sunt[43]:
• subansamblul de gestiune a dialogului dintre om şi SD – primul element aflat în fața Subsistemului de Gestionare a Datelor, a Cunoştințelor şi a Modelelor SD, fiind alcătuit din softuri adaptate la tipologia utilizatorului şi la tipologia informațiilor al căror transfer îl mijlocește;
• interpretorul limbajului uman – preia informația primită de la om, o convertește în limbajul propriu al SGD şi invers (convertește răspunsul SD pentru utilizator în limbajul comprehensibil lui);
• interfaţa grafică a utilizatorului – preia efectiv datele de intrare primite de la utilizator şi îi afișează acestuia datele de ieşire, utilizând un limbaj cât mai asemănător cu cel uman (natural),

[41] Gobesz, Zsongor F., *Contribuţii la dezvoltarea sistemelor expert în domeniul construcţiilor*, teză de doctorat, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Facultatea de Construcţii, 1999, p. 30
[42] Gavrilaş, Mihai, *Sisteme cu inteligenţă artificială – Sisteme expert; Mulţimi şi logică fuzzy*, curs, Universitatea Tehnică "Gh. Asachi" Iaşi, Facultatea de Inginerie Electrică, Energetică şi Informatică Aplicată, p. 4
[43] V. Loredana Mocean (2004, p. 23), Ion Istudor (2009, pp. 47-48), Vasile Prejmerean (2017, sl. 16-17/21)

realizând comunicarea bidirecțională om-computer (*Human-Computer Interaction*). Loredana Mocean a identificat șase tipuri de comunicare care pot avea loc între om şi computer[44];
• dispozitivele hardware – constau în aparatura electronică dedicat produsă şi utilizată în toate formele de interacțiune a omului cu SD.

Complexitatea SD crește o dată cu integrarea în acest subsistem al său a tehnologiilor care permit o comunicare multimodală între sistem şi om, adică alături de utilizarea dispozitivelor hardware, se adaugă utilizarea scrisului de mână, a limbajului uman nedenaturat, acceptarea şi înțelegerea comenzilor vocale și oferirea de către SD a răspunsurilor prin voce cu limbaj natural.

Schema acestui subsistem al SD se regăsește în Fig. 6.6.

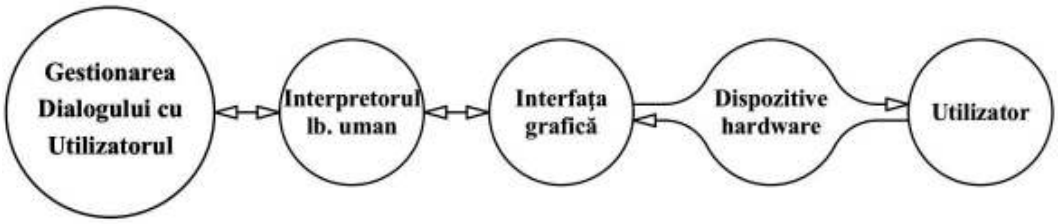


Fig. 6.6. Componentele Subsistemului de Gestionare a Dialogului cu Utilizatorul

Infrastructura

Un avantaj major al SD, ca sistem informatic având un scop particular, este că poate beneficia şi, prin urmare, poate integra progresele actuale înregistrate de Tehnologia Informației.

Succesul SD, pentru momentul actual, constă în capacitatea de a integra tehnologia World Wide Web, prin Internet, în mod controlat şi securizat. Acest lucru se realizează prin arhitectura de tip server-client, în timp ce serverul conține nucleul SD cu toate componentele sale mai puțin UI[45], incluzând subcomponenta Procesorului de limbaj uman pentru conversia mesajului uman în limbajul sistemului. *Clientul* este dedicat UI şi include, de asemenea, componenta omoloagă a Interpretorului de limbaj uman pentru a realiza conversia inversă.

Infrastructura unui SD constă în echipamentele şi dotările hardware cu ajutorul cărora se desfășoară toate activitățile și procesele presupuse de SD, la care adăugăm limbajul de programare care îl dezvoltă, acesta fiind cel care alege şi construiește *shell*-ul cu interfața grafică a utilizatorului şi baza de cunoştințe. Ca urmare a complexității tot mai ridicate a modului de achiziționare a cunoștințelor în baza de cunoștințe a SD şi a sistemelor expert, s-a dezvoltat disciplina Ingineria Cunoştințelor[46].

Datorită vitezei foarte mari cu care Tehnologia Informației evoluează, nu este relevantă prezentarea detaliată a ceea ce aceasta oferă la momentul de fața în domeniul sistemelor decizionale. La momentul construirii unui SD se va face investigația şi absorbția resurselor disponibile atunci.

6.4.2.3. Sisteme Decizionale Inteligente care folosesc logica fuzzy

Identificarea şi caracterizarea unei tipologii aparte de SD a căror funcționare se bazează pe date, informații şi valori de intrare cu grad ridicat de incertitudine, de incompletitudine, de subiectivism, de dificultate în a le descrie şi a le cuantifica, în consecință vagi (*fuzzy*) a condus la

[44] V. Mocean, Loredana, *Considerații privind sistemele de asistare a deciziilor (SSD)*, în *Revista Informatică Economică*, nr. 1(29), 2004, p. 23
[45] Istudor, Ion, *Sisteme suport al deciziei: istoric, rezultate actuale, tradiție şi dezvoltare*, Academia Română, București, 2009, p. 50
[46] Gavrilaş, Mihai, *Sisteme cu inteligență artificială – Sisteme expert; Mulțimi și logică fuzzy*, curs, Universitatea Tehnică "Gh. Asachi" Iași, Facultatea de Inginerie Electrică, Energetică şi Informatică Aplicată, p. 1

apariția SD Inteligent care folosește logica fuzzy (SDIF). Acesta este produsul hibridizării SD cu Sistemul Expert și cu modul de operare a logicii fuzzy.

Contextul în care logiza fuzzy își face apariția în domeniul proceselor decizionale este creat de câteva premise[47]:

• deciziile se desfășoară într-un cadru în continuă schimbare şi cu o creştere continuă a complexității;
• decidentul este permanent forțat să țină pasul cu dinamica domeniului în care activează, dinamică tot mai greu de controlat la capacitatea umană normală;
• reușita deciziei într-un mediu competitiv tot mai dinamic şi mai exigent solicită abilități previzioniste tot mai ridicate și complexe;
• există numeroși factori subiectivi proveniți din componenta umană a unui sistem, a căror importanță reală este ridicată, de unde rezultă un tablou realist *nealgebric*, adesea neclar, imprecis;
• soluțiile şi concluziile proceselor decizionale trebuie să dovedească flexibilitate şi adaptabilitate la scurt timp după generarea lor pentru a avea o *durată de viață* mai mare;
• aceste outputuri trebuie adesea să păstreze abundența semantică a inputurilor, în ciuda includerii în inputuri a raționamentelor vagi (fuzzy), a datelor imprecise şi a moștenirii informaționale (aproape) aleatorii;
• cadrul capabil să gestioneze aceste premise voluminoase cantitativ şi având calități în mare măsură neclare, imprecise, incomplet determinate şi dinamice poate fi susținut de un sistem de tip expert, de unde şi necesitatea integrării unor componente ale Sistemelor Expert aici.

Componentele SDIF includ, alături de cele din structura clasică a SD, o bază de modele cantitative necesară pentru a îmbogăți SD cu elemente de clasificare, șabloane, unelte de previzionare şi un motor de inferențe preluat de la Sistemul Expert. Baza de modele cantitative se regăsește totdeauna într-un SD clasic. Motorul de inferențe este un omolog al Sistemului de Reguli din SD clasic, doar că acesta este mai specializat şi operează cu procese de raționare prin inducție, deducție, abducție şi pseudo-arbitrar (cel din urmă pentru SDIF particular temei noastre).

Modul de operare al unui SDIF se bazează pe utilizarea multicriterială a datelor care conțin variabile lingvistice și valori fuzzy[48].

Metodele prin care se identifică răspunsurile cele mai bune la o problematică sau situație se divid în trei categorii[49]:

• metode de realizare a clasamentelor, prin determinarea unor valori de tip: funcții de comparare, medii fuzzy, proporții ideale, grade de optimizare, distribuția stânga-dreapta, centrificarea, măsurarea de arii, clasificări lingvistice;
• metode de evaluare după importanța mai multor atribute: adiționări de mase fuzzy, ierarhizări analitice, ierarhizări fuzzy, metoda fuzzy max-min;
• metode de programare matematică fuzzy: programarea flexibilă, programarea probabilistică, programarea liniară cu fuzzy max, programarea pe baza relațiilor preferențiale fuzzy, generarea de obiecte de programare fuzzy.

Punerea în practică a modelelor se realizează cu operatorii de agregare care sunt prezentați în subcapitolul următor dedicat Elementelor de logică fuzzy.

Cadrul şi premisele SDIF au descrieri aproape identice cu tematica noastră căreia i-am dedicat acest capitol şi tocmai din acest motiv era necesară prezentarea lor.

[47] Nolan, James R., *A Conceptual Model for an Intelligent Fuzzy Decision Support System*, AAAI Technical Report FS-97-04, New York, 2002, pp. 36-38
[48] Blanco-Mesa, Fabio; Merigo, Jose M.; Gil-Lafuente, Anna M., *Fuzzy decision making - A bibliometric based review*, în *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, nr. 32 (3), 2017, p. 2
[49] Ibidem

6.4.3. Elemente de logică fuzzy implicate într-un SDIF

Introducere

Prin natura sa, evaluarea estetică implică un grad ridicat de relativism şi de imprecizie pentru că operează cu informaţii subiective, parţial necunoscute, vagi, ceea ce este prea greu de gestionat cu un sistem care funcţionează cu date certe, clare, crisp.

Omul foloseşte cu o bună abilitate informaţiile neclare, imprecise sau incerte, precum sunt cele din declaraţia: *Aceasta este mai elegantă decât cealaltă*. Imprecizia se datorează imposibilităţii de a oferi o informaţie clară. Acest lucru se petrece frecvent în cadrul temei noastre. Sistemul decizional care operează cu valori vagi, incerte, parţial necunoscute, adică *fuzzy*, este un Sistem Decizional Inteligent cu logică Fuzzy.

Logica fuzzy

Logica fuzzy a fost descrisă pentru prima dată de matematicianul Lofti A. Zadeh în 1965[50]. Totuşi, înainte de Zadeh, Jan Lukasiewicz a vorbit despre logicile polivalente[51] care stau la baza logicii fuzzy. Intens combătută în primii ani de după lansare, ulterior această logică a fost preluată şi aprofundată de mulţi specialişti, dintre care din spaţiul românesc sunt amintiţi: Gelu Chisăliţă (UTCN), Mihaela Colhon (Universitatea din Craiova), Mihai Gavrilaş (Universitatea Tehnică "Gh. Asachi" Iaşi), Mihai Ivanovici (Universitatea Transilvania din Braşov), Florin Lişman (UTCN), Gabriel Oltean (UTCN), Gabriela Proştean (Universitatea Politehnica Timişoara) ş.a.

În esenţă, în timp ce logica booleană se bazează pe principiul terţului exclus, în sistemul binar un element având fie valoarea 1, fie valoarea 0, în logica fuzzy elementele au un grad mai mic sau mai mare de apartenenţă la intervalul dintre 0 şi 1, adică $x \in [0,1]$. Logica fuzzy cuantifică valoarea incertă, vagă a unui element, spre deosebire de logica aristoteliană a terţului exclus.

În vederea explicitării logicii fuzzy, în continuare este redată o comparaţie a acesteia cu logica booleană (convenţională) – v. Tab. 6.1:

Logica booleană	Logica fuzzy
• este caracteristică raţionamentelor umane cantitative, folosind date numerice	• este caracteristică raţionamentelor umane calitative, folosind şi cunoştinţe lexicale
• realizează operaţii logice clasice	• realizează conexiuni logice, predominând operaţiile logice cu mulţimi
• cunoaşterea este procesul de acumulare de variabile	• cunoaşterea constă în aflarea restricţiilor fuzzy elastice pe o colecţie de variabile
• prin deducţie, din premise clare prin raţionament se obţin concluziile	• prin deducţie se propagă restricţiile elastice
• operează cu variabile numerice	• operează cu variabile lingvistice
• foloseşte date concrete	• foloseşte date parţiale, inexacte
• nu poate gestiona contradicţii	• poate gestiona contradicţii
• atât valorile de intrare cât şi valorile de ieşire sunt algebrice	• atât valorile de intrare cât şi valorile de ieşire sunt fuzzy
• denumită şi logică bivalentă, folosind valori deterministe: 1 = adevărat şi 0 = fals	• foloseşte variabile lingvistice care au grade ligvistice intermediare cu extremele 1 şi 0
• determină prezenţa, asociindu-i valoarea 1,	• determină gradul de apartenenţă unui item la

[50] V. Zadeh, Lofti A., *Fuzzy Sets*, revista Information and Control, nr. 8, 1965, pp. 338-353

[51] V. Lukasiewicz, Jan, *Philosophical Remarks on Many-Valued Systems of Propositional Logic*, tr. 1868 de H. Weber, ed. Clarendon, Oxford, pp. 40-65

sau absența, asociindu-i valoarea 0	variabila lingvistică, folosind valori din [0,1]
• se bazează pe submulțimea setului de valori {0,1}	• se bazează pe submulțimea care, pe lângă cea convențională, include și valorile (0,1)
• generează perechi ordonate de elemente, alcătuite din variabile și valorile {0,1}	• generează perechi ordonate de elemente, alcătuite din variabile și valorile [0,1]
• orice situație este exprimată cu valorile 0 și 1	• orice situație este exprimată cu valori din [0,1]
• funcția utilizată va reflecta prezența sau absența elementului respectiv.	• funcția fuzzy va reflecta gradul de apartenență a elementului la mulțimea universului de discurs.

Tab. 6.1. Comparația între logica booleană şi logica fuzzy

Vizualizarea asocierii de valori pentru elemente în logica clasică, folosind valori binare, respectiv logica fuzzy, folosind intervale de valori, se regăsește în Fig. 6.7.a și b:

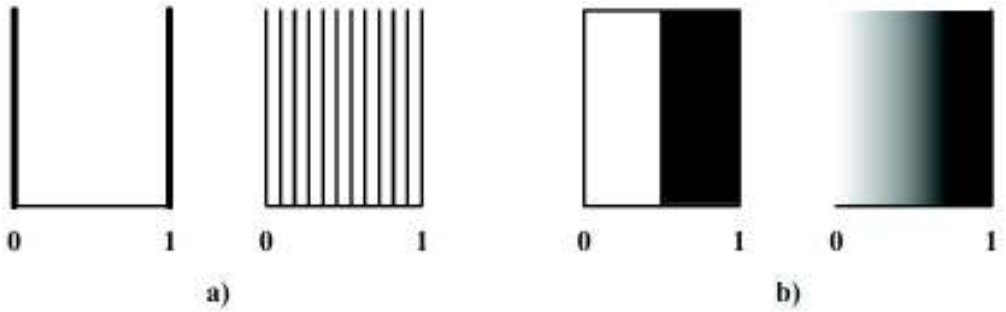


Fig. 6.7. Vizualizarea asocierii de valori binare, respectiv de valori fuzzy în două maniere (a și b)

Apartenența elementului x la intervalul [0,1] generează seturile fuzzy care permit operarea de către calculator a interpretărilor subiective umane, atașându-i o semnificație după una sau mai multe reguli prestabilite.

În logica fuzzy, itemii au valori incerte într-un interval de valori şi de aceea include la pragurile superior şi inferior valorile logicii clasice. Datorită acestui specific al său, sistemele care folosesc logica fuzzy sunt dedicate aplicațiilor care operează cu valori aproximative, incerte, incomplete, vagi, denumite generic valori fuzzy.

Logica fuzzy surprinde mult mai fidel logica după care omul realizează raționamente, iar logica clasică este o simplificare a celei fuzzy, pentru a genera rezultate mai rapid şi în format direct cuantificabil.

Mulțimi fuzzy

O mulțime fuzzy constă în colecția de perechi ale variabilelor lingvistice cărora li s-a atașat o valoare din universul de discurs. Perechea poartă denumirea de singleton. Marginile mulțimii fuzzy nu sunt clar definite. Mulțimea fuzzy este definită astfel:

$$A = \{(x, f_A(x)) \mid x \in U\}$$

unde: A – mulțimea fuzzy
x – numele variabilei
f – funcția de apartenență
U – universul de discurs asociat funcției de apartenență.

Universul de discurs generic al mulțimilor fuzzy este [0,1], fiind numit şi spațiu de apartenență.

Componentele mulțimii fuzzy sunt:
• funcția de apartenență: $f_A(x) : U \rightarrow [0,1]$

• suportul mulțimii fuzzy, alcătuit din elemente cu grade de apartenență nenule:

$$supp\ (A) = \{\ x \in A \mid f_A(x) > 0\}$$

• înălțimea mulțimii fuzzy, ca fiind cea mai mare valoare a funcției de apartenență:

$$h(A) = \max_{x \in T} f_A(x)$$

• normalitatea submulțimii A, dată de existența a cel puțin unei valori unitare a funcției de apartenență:

$$\exists\ x \in U \text{ a.î. } f_A(x) = 1 \Rightarrow A = \text{normală}$$

• poate fi supusă, de asemenea, operațiilor cu mulțimi clasice:

◦ reuniunea: $A \cup B$, $f_{A \cup B}(x) = \max(f_A(x), f_B(x)) = f_A(x) \vee f_B(x)$

◦ intersecția: $A \cap B$, $f_{A \cap B}(x) = \min(f_A(x), f_B(x)) = f_A(x) \wedge f_B(x)$

◦ complementarea: C_A, $f_{CA}(x) = 1 - f_A(x)$

◦ produsul algebric al mulțimilor A şi B, definite de funcția de apartenență:

$$f_{A \cdot B} = f_A \cdot f_B$$

◦ suma algebrică a mulțimilor A şi B, definite de funcția de apartenență:

$$f_{A+B} = f_A + f_B$$

Mulțimea fuzzy mai poate fi definită ca rezultatul aplicației unei funcții *f*, definite pe o mulțime oarecare U cu rezultate în intervalul [0,1], căreia îi este caracteristică funcția de apartenență, adică:

$$f_A(x) : U \rightarrow [0,1]$$

Apartenența la o mulțime fuzzy

Gradul sau măsura în care o variabilă lingvistică face parte dintr-o mulțime fuzzy reprezintă apartenența aceleia la mulțime. Proiecția apartenenței la universul de discurs se realizează prin funcția de apartenență, adică:

$$f_A : T \rightarrow [0,1]$$

Gradul de apartenență variază continuu, la fel cu funcțiile de apartenență. Schematic, apartenența variabilei ligvistice la o mulțime fuzzy este înfățișată în Fig. 6.8, inspirată din cursul domnului Mihai Gavrilaş[52]:

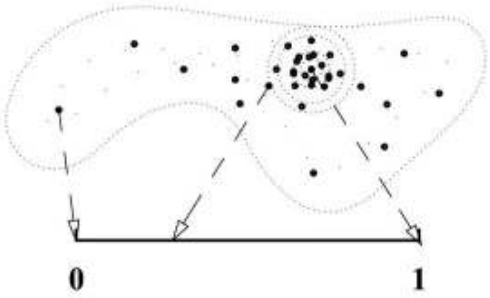


Fig. 6.8. Reprezentarea vizuală a apartenenței unei variabile lingvistice la o mulțime fuzzy[52]

Prin funcțiile de apartenență se face legătura între variabilele universului de discurs şi gradul fiecăreia de apartenență. De exemplu, gradelor lingvistice de apartenență mică, medie şi mare le pot fi atribuite funcții de apartenență care generează graficul din Fig. 6.9:

[52] V. Gavrilaş, Mihai, *Sisteme cu inteligență artificială – Sisteme expert; Mulțimi şi logică fuzzy*, curs, Universitatea Tehnică "Gh. Asachi" Iaşi, Facultatea de Inginerie Electrică, Energetică şi Informatică Aplicată

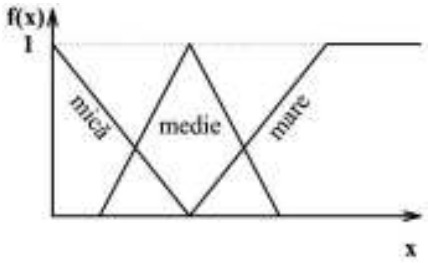


Fig. 6.9. Reprezentarea grafică a gradelor lingvistice având funcțiile respective

Funcția de apartenență la o mulțime fuzzy

Mulțimile fuzzy sunt generate prin funcții de apartenență ale variabilei la o mulțime fuzzy. Funcțiile de apartenență sunt exprimări analitice ale gradelor diferite de apartenență a variabilei analitice la mulțimea fuzzy.

Mihaela Colhon descrie șase funcții de apartenență[53]: triunghiulară, trapezoidală, parabolică, armonică, de tip clopot, de tip saturație (rampă la dreapta, respectiv rampă la stânga). Datorită faptului demonstrat deja că alegerea tipului de funcție de apartenență nu influentează rezultatul final în mod semnificativ, din raționamente de operare mai facilă se alege funcția de apartenență triunghiulară cu care se va opera și in aplicația propusă de noi. Aceasta este descrisă de două ecuații de gradul I care definesc câte o dreaptă care:

⎡ trece printr-un punct (a,0) și nul (c,1), unde x ∈ [a,c]
⎣ trece printr-un punct (c,1) și (b,0), unde x ∈ [c,b]

Adică:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{c-a}, a \leq x \leq c \\ 1 - \frac{x-c}{b-c}, c < x \leq b \end{cases}$$

Iar graficul funcției triunghiulare este cel din Fig. 6.10:

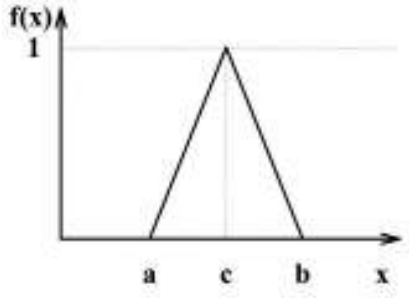


Fig. 6.10. Graficul unei funcții de apartenență triunghiulare

Numere fuzzy

Numerele fuzzy constau în intervale de valori denumite și intervale de încredere cărora le este asociată funcția de apartenență ale cărei valori se situează în intervalul [0,1]. Evident, acestea nu sunt valori punctuale și se deosebesc de numerele algebrice precum mulțimile fuzzy se deosebesc de cele clasice. Mihaela Colhon oferă următoarea definiție a numerelor fuzzy: "*Un număr fuzzy A este o mulțime fuzzy a numerelor reale care aproximează un alt număr real şi care are o funcție de apartenență convexă și continuă cu suport mărginit*"[54]. Un număr fuzzy este definit prin funcția sa de apartenență, de exemplu funcția triunghiulară, și reprezentată grafic similar – v. Fig. 6.10.

[53] Colhon, Mihaela, *Elemente de logică fuzzy*, curs, Universitatea din Craiova, Facultatea de Științe, 2012, pp. 50-53
[54] Idem, p. 16

Variabila lingvistică

În logica fuzzy, elementul de operare este denumit variabilă lingvistică şi este un sistem alcătuit din următoarele cinci elemente[55]:

• x = numele variabilei

Ex.: *eleganță*

• T(x) = mulțimea valorilor asociate funcției de apartenență, fiind alcătuită din termeni primari care pot avea modificatori lingvistici fuzzy precum: *foarte, aproape, probabil, puțin* etc.

Ex.: *foarte redusă, redusă, medie, înaltă, excelentă*

• U = mulțimea universului de discurs, domeniul de valori posibile

Ex.: *U = [0;10] (în puncte de valoare sau note)*

• G = gramatica aplicată regulilor sintactice pentru a popula T(x)

Ex.: $f_{\text{înaltă}}=\begin{cases} 1, & pentru\ x\ \in [8,10] \\ \left(1+\frac{9-x}{5}\right)^2, & pentru\ x\ \in [0,8] \end{cases}$

• M = regula care declanșează atașarea la fiecare mulțime fuzzy din U a câte unui termen din T(x)

Ex.: $M_{\text{înaltă}} = \{(x, f_{\text{înaltă}}(x)) \mid x \in [0,10]\}$

Pentru exemplele date în T(x) rezultă 5 reguli, de exemplu:

$$f_{\text{excelentă}}(x) = \begin{cases} \frac{x-8}{2}, pentru\ x\ \in [8,10] \\ 1, pentru\ x = 10 \\ 0, altfel \end{cases}$$

$$M_{e(\text{excelentă})} = \{(x, f_{\text{excelentă}}(x)) \mid x \in [0,10]\}$$

Fazele determinante ale algoritmului de modelare fuzzy

Procesul de inferare a variabilelor fuzzy se realizează printr-un algoritm[56] ai cărui pași sunt prezentați pe scurt în continuare, pentru ca în subcapitolul următor, 6.5. *Propunerea unui aplicații de evaluare estetică a structurilor*, să fie oferite explicațiile particulare temei noastre:

1. Stabilirea valorilor euristice: crearea unei baze euristice a temei presupune utilizarea termenilor lingvistici de către unul sau mai mulți experți umani pentru a descrie problema în cea mai cuprinzătoare măsură. În prima etapă este introdusă informația brută, care va fi ulterior filtrată după raționamente sau judecăți, pentru a rezulta cunoștințele structurate. Această bază de cunoștințe inițială urmează să fie completată cu regulile fuzzy și cu mecanismele de funcționare adaptativă alese.

2. Variabilele de lucru: fiind variabile fuzzy, acestea se împart în două categorii: variabile de intrare şi variabile de comandă (variabilele de ieşire). Parametrii de intrare sunt puşi la dispoziție din trei surse posibile: după măsurători directe, după estimări prin calcul, ca valori apriorice. Pentru un model fuzzy obişnuit, variabilele de lucru pot fi continue ca semnale informaționale sau pot fi discrete.

3. Universul de discurs, variabile lingvistice şi mulțimi fuzzy: universul de discurs este mulțimea numerelor reale $\mathbb{R}$, mai exact intervale continue din $\mathbb{R}$.

Valorile lingvistice sunt variabile fuzzy alcătuite din cuvinte sau expresii, dintre care se disting termenul primar şi modificatorul fuzzy. Acestea urmează să fie asociate funcțiilor de apartenență și astfel să formeze mulțimea valorilor lingvistice T(x). Mulțimile fuzzy și funcțiile de apartenență au fost prezentate mai sus.

[55] V. şi Mihaela Colhon (2009, pp. 26-27) sau Gabriela Proștean (2010, p. 38)

[56] V. şi Colhon, Mihaela, *Elemente de logică fuzzy*, curs, Universitatea din Craiova, Facultatea de Științe, 2012, pp. 59-64

4. Baza de reguli pentru inferențe fuzzy: premisele se transformă în concluzii printr-o operație logică denumită inferență. Procesul de inferență este evenimentul determinat de regula compoziţională care acţionează factorii operatorul de implicaţie şi operatorul de compunere[57].

Cei mai frecvent utilizați operatori de implicație sunt:

• Mamdani (implicația ~), după relația:

$$m_{A\to B}(x,y) = \min[m_A(x), m_B(y)] \text{ – operatorul min}$$

• Larsen (implicația ~), după relația:

$$m_{A\to B}(x,y) = m_A(x) \times m_B(y) \text{ – operatorul produs}$$

Iar cei mai frecvent utilizați operatori de compunere sunt:

• Mamdani (compunerea ~), după relația:

$$f_R(x,y) = \max\{\min(f_A(x,y), f_B(y,z)) \mid z \in C\} \text{ – compunerea max-min}$$

• Larsen (compunerea ~), după relația:

$$f_R(x,y) = \max\{f_A(x,y) \times f_B(y,z)) \mid z \in C\} \text{ – compunerea max-produs}$$

Existența unei premise generatoare a unor concluzii sub forma consecințelor logice dă naştere unei reguli. Regula este produsul prin care premisele (P_i, $i = \overline{1,n}$) se compun ($\llcorner$) cu operatori logici prestabiliți pentru a genera consecința (C), după relația:

$$P_1 \llcorner P_2 \llcorner \ldots P_n = C$$

Generic, un sistem fuzzy este o sumă de funcții definite sub forma:

$$S : P^n \to C^m$$

unde: S – sistemul fuzzy

P^n – toate cele *n* submulțimi fuzzy care cuprind variabilele de intrare

C^m – toate cele *m* submulțimi fuzzy care cuprind variabilele de ieşire

Sistemul fuzzy S este astfel denumit Baza de Reguli Fuzzy, aceasta fiind prestabilită de experții umani lingviști și introdusă în aplicația căreia îi sunt dedicate. Tocmai pentru acest lucru, în evaluarea estetică s-a căutat soluția de sistem care operează cu expresii lingvistice şi este capabil să ofere un output crisp.

5. Fuzifficarea, inferarea şi defuzzificarea: logica fuzzy este dedicată preluării de cunoştințe vagi (incerte) prin raționamente logice, utilizând o serie de funcții de apartenență şi Baza de Reguli Fuzzy. În mod obişnuit, valorile de intrare sunt date crisp (opusul lui *fuzzy*, deci valori algebrice) şi de aceea arhitectura unui controler fuzzy[58] urmărește schema din Fig. 6.11:

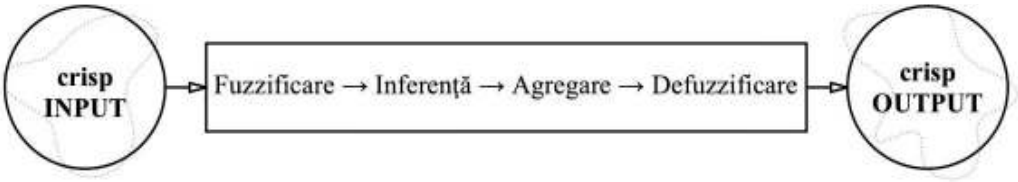


Fig. 6.11. Arhitectura controlerului fuzzy

Procesul de fuzzificare se realizează după definiția numerelor fuzzy, oferită mai sus. Cel de inferare logică se realizează după Baza de Reguli Fuzzy, definită la etapa anterioară a algoritmului de modelare.

Defuzzificarea este procesul prin care sistemul fuzzy converteşte rezultatul obținut sub formă de mulțime fuzzy într-o valoare crisp[59]. Dintre metodele de defuzificare, cele mai frecvent folosite sunt: metoda centrului de greutate și media maximului. Prin metoda centrului de greutate (CG), variabila care aparține mulțimii fuzzy de ieşire şi se află în centrul de greutate al valorilor funcției de apartenența este convertită în valoare crisp, după formula:

[57] Colhon, Mihaela, *Elemente de logică fuzzy*, curs, Universitatea din Craiova, Facultatea de Științe, 2012, pp. 37, 57

[58] Lişman, Dragos Florin, *Determinări nedistructive la structuri portante pe cabluri*, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Facultatea de Construcții, 2015, p. 108

[59] Colhon, Mihaela, *Elemente de logică fuzzy*, curs, Universitatea din Craiova, Facultatea de Științe, 2012, pp. 42-46

$$y_{CG} = \frac{\int x f(x) dx}{\int f(x) dx}$$

Prin metoda mediei maximului, se alege o variabilă cu apartenența maximă în mulțimea fuzzy de ieșire și se supune defuzzificării după trei moduri posibile: media maximelor, cel mai mic maxim și cel mai mare maxim[60].

6. Adaptare, învățarea și softul: ultima etapă a algoritmului descrie mecanismele de adaptare ale sistemului și schemele de învățare autonomă, pentru ca softul să-și atingă scopul în cea mai eficientă manieră.

Mecanismele de adaptare și schemele de învățare aplicabile propunerii noastre au fost deja descrise în subcapitoul anterior al lucrării, în secțiunea dedicată *Sistemului Decizional Particular*. Aplicația este descrisă în următorul subcapitol.

6.5. Propunerea unui aplicații de evaluare estetică a structurilor

6.5.1. Prezentarea conceptului de evaluare

Caracteristicile esteticii structurilor și contextul evaluării acesteia sunt premisele unei tipologii aparte de proces decizional. Estetica structurii este un domeniu aflat în continuu proces de definire, așa cum a mai fost amintit și în Cap. 3 *Structura prin prisma esteticii*, pentru că se definește o dată cu procesul de definire pe care societatea umană îl parcurge într-o anumită perioadă de timp. La momentul de față s-a realizat o compilație comentată și îmbogățită a viziunilor inginerilor de la nivel mondial și național (regional), pentru a genera o radiografie de moment a definiției esteticii structurilor.

Date fiind observațiile pe care le realizează specialiștii și persoane din publicul nespecialist, cu privire la unele aspecte insuficient aprofundate sau valorificate la nivel național și regional, era de așteptat să se caute un răspuns la provocarea strategiei de dezvoltare în domeniul esteticii structurilor. Pe acest motiv a fost prezentată o listă a categoriilor de criterii estetice, ca suport în realizarea evaluării structurilor atât în faza de proiectare, cât și după realizarea sa. Discuția are loc prin prisma obiectivelor de impact masiv, fie obiective publice, fie obiective private care au un impact major asupra mediului construit prin amplasarea lor. Acest impact poate fi modelat cu sprijinul unor specialişti și al persoanelor din public care vor să se implice în acest proces. Beneficiarul final al efectelor produse de o construcție este, în fond, cetățeanul, publicul.

Relativ la mențiunea adusă la subcap. 6.4.2. *Sistemul decizional în analiza estetică a structurilor*, referitoarea la părerea noastră că omul nu va putea fi niciodată înlocuit plenar de calculator (robot), adaugăm aici că o componentă importantă a satisfacției publicului în exploatarea unui obiectiv se datorează și implicării acestuia în manieră cel puțin consultativă, în procesul decizional asupra unei structuri.

Acest capitol al lucrării propune un micro-sistem decizional pe tema evaluării estetice a structurii, implicând o bază de cunoștințe cu care operează specialistul-programator și o bază de date colectate de la public. Colectarea opiniei publicului în evaluarea unor structuri este propusă într-o manieră modernă, sub forma chestionarului online bazat pe categorii și criterii, care face invitații multiple de a propune și alte categorii și criterii relevante care să contribuie la o evaluare cât mai cuprinzătoare. Centralizarea rezultatelor provenite din public este urmată de prelucrarea și inferarea amprentei digitale a fiecărei structuri, folosind un soft unic, conceput dedicat pentru aceasta, care folosește elemente specifice de logică fuzzy. Baza de cunoștințe a acestui SDIF include: seturi fuzzy de intrare, o Bază de Reguli Fuzzy și seturi fuzzy de ieșire, care sunt reflectate în conținutul aplicației prin fazele algoritmului de modelare fuzzy. Logica fuzzy are un

[60] Oltean, Gabriel, *Tehnici de inteligență computațională în electronică: Sisteme cu logică fuzzy*, suport de curs, UTCN, Departamentul Bazele Electrotehnicii, 2017, sl. 13

mare avantaj în această privință, oferind utilizatorului său libertatea de a stabili mulțimile fuzzy și funcțiile de apartenență. Încă un motiv pentru care a fost ales modelul fuzzy pentru tema noastră se datorează faptului că în cadrul acestui model este de la început luată în calcul cunoașterea parțială, imprecisă, vagă a dependenței dintre variabilele de intrare și cele de ieșire, aceasta bazându-se pe interacțiuni nedeterministe și neliniare[61].

Particularitățile algoritmului de modelare fuzzy dedicat aplicației pe care am conceput-o cu scopul sprijinirii evaluării estetice a structurilor sunt redate în continuare:

• variabilele lingvistice constau în criterii de evaluare estetică;

• variabilele de intrare sunt puse la dispoziție către respondenți prin chestionarul on-line, unde aceștia pot interveni pentru a selecta criteriile pe care le consideră relevante și pentru a propune altele, diferite, importante în reflectarea valorii estetice a obiectivului;

• variabila poate fi continuă și discretă în același timp, pentru respondenți diferți ai evaluării aceluiași obiectiv, datorită libertății acordate acestuia atât în selectarea acelor criterii pe care le consideră relevante, cât și în propunerea și includerea în evaluare a altor criterii decât cele puse la dispoziție;

• gramatica aplicată regulilor sintactice pentru generarea mulțimii valorilor asociate funcțiilor de apartenență este o componentă a aplicație și a fost stabilită în timpul construirii acesteia.

Cele două componente ale soluției propuse, chestionarul on-line și aplicația, sunt prezentatea în secțiunile de mai jos.

6.5.2. Colectarea datelor

Procesul de colectare a datelor are loc prin chestionarul on-line. Respondenții sunt persoane nespecialiste pe domeniu, anonimi din public, pe care i-am invitat să realizeze o evaluare cu ajutorul câtorva linii de ghidaj, care oferă libertate de exprimare și a părerilor proprii.

Structura și explicațiile chestionarului generat pe suportul oferit de Google Docs[62] sunt prezentate în continuare:

1. Introducerea cu prezentarea scopului chestionarului, având în titlu obiectivul care urmează să fie evaluat – v. Fig. 6.12:

Fig. 6.12. Secțiunea întâi a chestionarului on-line cu prezentarea sa

[61] Colhon, Mihaela, *Elemente de logică fuzzy*, curs, Universitatea din Craiova, Facultatea de Științe, 2012, p. 61

[62] V. https://docs.google.com

2. Descrierea obiectivului care urmează să fie evaluat, însoțită de imagini reprezentative – v. Fig. 6.13:

Fig. 6.13. Secțiunea a doua a chestionarului on-line care prezintă obiectivul supus evaluării

3. Selectara categoriilor de criterii în cadrul căreia/cărora respondenții consideră că este relevantă evaluarea, oferind libertatea de a introduce și alte categorii de criterii în afara celor propuse, urmată de specificarea ponderilor de importanță ale acestor categorii selecționate și/sau specificate – v. Fig. 6.14:

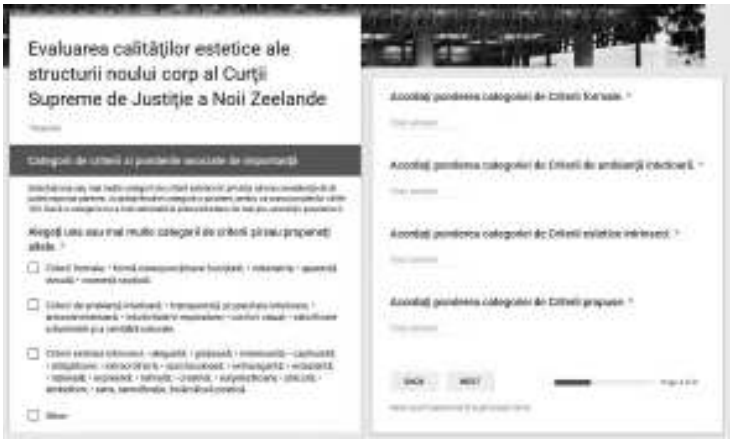


Fig. 6.14. Secțiunea a treia a chestionarului on-line care stabilește categoriile de criterii

4. Selectarea de criterii relevante, propunerea altora nedisponibile și acordarea de note pentru fiecare dintre acestea. Acest proces are loc fiecare categorie de criterii selectate și/sau specificate la punctul anterior – v. exemplu referitor la prima categorie de criterii selecționate în Fig. 6.15:

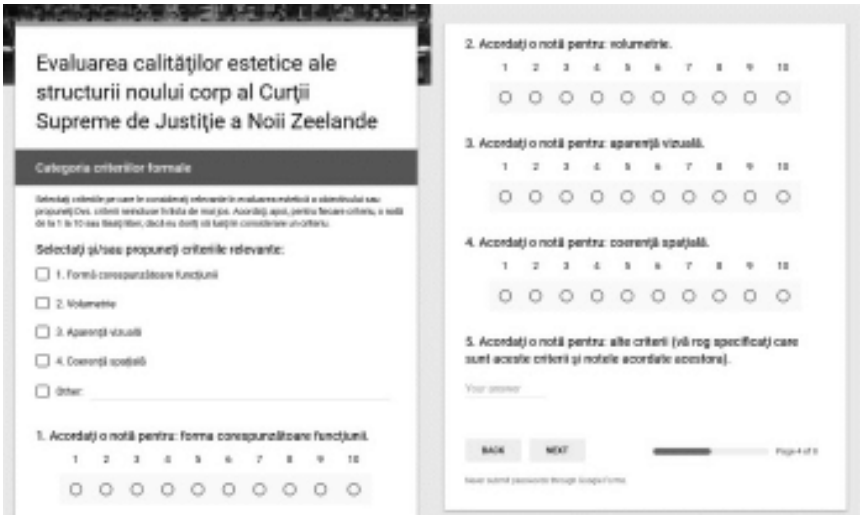


Fig. 6.15. Secțiunea a patra vizând prima categorie de criterii luate în considerare

5. Pasul anterior este repetat pentru fiecare categorie de criterii selecționate și/sau propuse. Dacă o singură categorie de criterii a fost selecționată, acesta este penultimul pas.

6. Trimiterea rezultatelor, mulțumind pentru răspunsurile acordate – v. Fig. 6.16:

Fig. 6.16. Ultima secțiune care încheie chestionarul și trimite răspunsurile acordate

Rezultatele obținute în urma completării chestionarului sunt colectate și prelucrate prin aplicația creată în mediul de dezvoltare JAVA IntelliJ IDEA prezentat în continuare.

6.5.3. Prelucrarea datelor

Limbajul general de programare JAVA oferă suport pentru biblioteca FuzzyLite[63] care a fost folosită pentru a construi un sistem fuzzy de evaluare a structurilor din punct de vedere estetic, folosind versiunea de bibliotecă jfuzzylite 6.0. Limbajul operează aici cu algoritmi fuzzy, precum au fost aceştia descrişi la subcap. 6.4.3. *Elemente de logică fuzzy implicate într-un SDIF*.

Aplicația[64] a necesitat importarea librăriilor tipice algoritmului fuzzy şi selectarea modurilor de operare a valorilor fuzzy, fiind dedicată unei categorii de criterii de evaluare. Criteriile de evaluare au fost specificate şi definite ca inputuri lingvistice fuzzy. Outputul a fost, de asemenea, definit ca variabile fuzzy. Inferențele folosite sunt Mamdani şi Takagi-Sugeno, fiind specificate, totodată, regulile de inferență.

Aplicația are la dispoziție două module de utilizare. Primul, modul consultativ, afişează sistematic regulile generate pentru procesul de inferență, ca valori de intrare, punând la dispoziție toate outputurile pentru toate posibilitățile de valori ale inputurilor. Iar al doilea este modul operativ, care permite introducerea valorilor crisp pentru fiecare criteriu, ca în final să fie generat rezultatul crisp al aplicării regulii corespunzătoare de inferență. Acest rezultat crisp este amprenta digitală pe categoria respectivă de criterii, a structurii evaluate, prin utilizarea valorilor oferite de respondenții la chestionar.

Variabilele lingvistice au fost descrise sub forma următoare:

```
#File: ObstacleAvoidance.fll ArchitectureAesthetics.fll
Engine: ObstacleAvoidance
InputVariable: obstacle
  enabled: true
  range: 0.000 1.000
  lock-range: false
  term: left Ramp 1.000 0.000
  term: right Ramp 0.000 1.000
OutputVariable: mSteer
  enabled: true
  range: 0.000 1.000
  lock-range: false
  aggregation: Maximum
  defuzzifier: Centroid 100
  default: nan
  lock-previous: false
  term: left Ramp 1.000 0.000
  term: right Ramp 0.000 1.000
RuleBlock: mamdani
  enabled: true
  conjunction: none
  disjunction: none
  implication: AlgebraicProduct
  activation: General
  rule: if obstacle is left then mSteer is right
  rule: if obstacle is right then mSteer is left
```

De exemplu, pentru categoria de criterii formale, graficele variabilelor lingvistice şi ale mulțimilor de valorilor asociate (T(x)) sunt redate mai jos – v. Fig. 6.17, Fig. 6.18 şi Fig. 6.19:

U = [0,10]

[63] V. Juan Rada-Vilela: fuzzylite: a fuzzy logic control library, 2017, https://www.fuzzylite.com/java/

[64] La dezvoltarea aplicației am colaborat cu programatorii Ciprian şi Teofana Mateş.

x_1 = volumetrie
$T(x_1)$ = {nesatisfăcătoare, satisfăcătoare, plăcută, foarte plăcută, excelentă}
x_2 = formă corespunzătoare funcţiunii
$T(x_2)$ = {nesatisfăcătoare, satisfăcătoare, plăcută, foarte plăcută, excelentă}
x_3 = coerenţă spaţială
$T(x_3)$ = {redusă, medie, ridicată}
x_4 = aparenţă vizuală
$T(x_4)$ = {redusă, medie, ridicată}
r = calitate estetică formală
T(r) = {modestă, intermediară, înaltă}

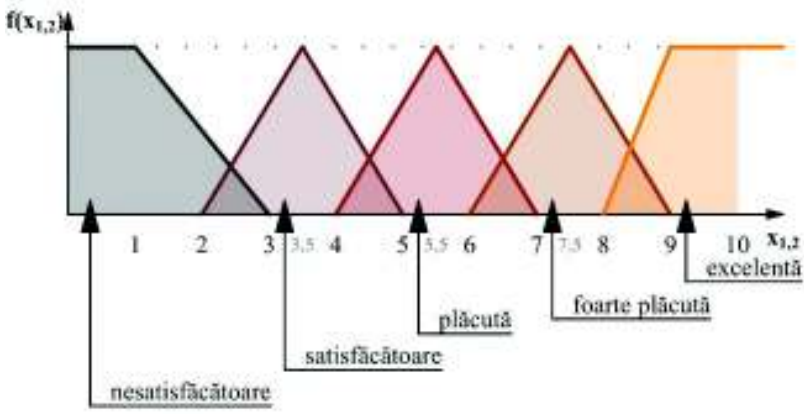


Fig. 6.17. Graficul variabilelor lingvistice *volumetrie* şi *formă corespunzătoare funcţiunii* cu valorile lor asociate

Programarea descrierilor pentru variabilele lingvistice *volumetrie* (volumetry) şi *formă corespunzătoare funcţiunii* (function_correspondence), v. Fig. 6.17, are forma:

```
description: (volumetry and function_correspondence and
spatial_coherence and visual_appearance) ->
(formal_aesthetic_quality)
InputVariable: volumetry
  description: volumetry
  enabled: true
  range: 0.000 10.000
  lock-range: true
  term: unsatisfactory Trapezoid 0.000 0.000 1.000 3.000
  term: satisfactory Triangle 2.000 3.500 5.000
  term: pleasant Triangle 4.000 5.500 7.000
  term: very_pleasant Triangle 6.000 7.500 9.000
  term: excellent Trapezoid 8.000 9.000 10.000 10.000
```

Practic, pentru calificativul *foarte plăcută* valoarea lingvistică are formă triunghiulară şi este descrisă de trei puncte specificate în ordinea proiecţiilor pe abscisă: 6.000 7.500 9.000, în timp ce pentru calificativul *excelentă*, valoarea este una trapezoidală descrisă de patru puncte: 8.000 9.000 10.000 10.000.

Pentru variabilele lingvistice *coerenţă spaţială* (spatial_coherence) şi *aparenţă vizuală* (visual_appearance), v. Fig. 6.18, descrierea este următoarea:

```
InputVariable: spatial_coherence
  description: spatial_coherence
  enabled: true
  range: 0.000 10.000
  lock-range: true
  term: low Ramp 0.000 4.000
  term: average Triangle 3.000 5.000 7.000
  term: high Trapezoid 6.000 8.000 10.000 10.000
```

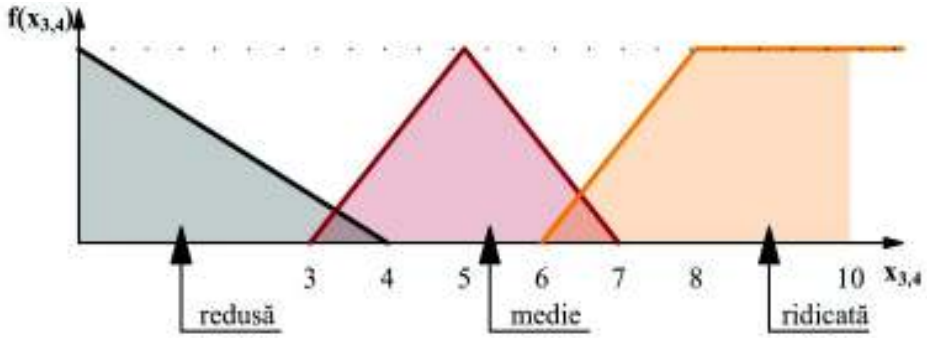


Fig. 6.18. Graficul variabilelor lingvistice *coerenţă spaţială* şi *aparenţă vizuală* cu valorile lor asociate

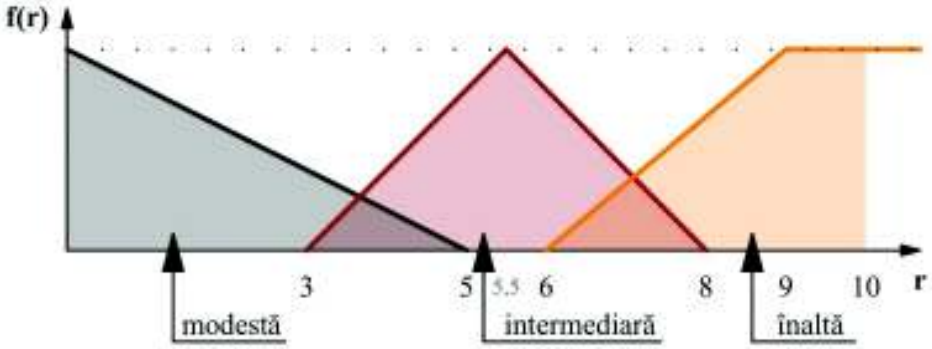


Fig. 6.19. Graficul variabilei lingvistice *calitate estetică formală* cu valorile sale asociate

Outputul, conform graficului din Fig. 6.19, a fost descris astfel:

```
OutputVariable: m_formal_aesthetic_quality
  description: formal_aesthetic_quality based on Mamdani
inference
  enabled: true
  range: 0.000 10.000
  lock-range: false
  aggregation: Maximum
  defuzzifier: Centroid 100
  default: nan
  lock-previous: false
  term: low Ramp 0.000 5.000
  term: intermediate Triangle 3.000 5.500 8.000
  term: high Trapezoid 6.000 9.000 10.000 10.000
OutputVariable: ts_formal_aesthetic_quality
```

```
  description: formal_aesthetic_quality based on Takagi-Sugeno
inference
  enabled: true
  range: 0.000 10.000
  lock-range: false
  aggregation: none
  defuzzifier: WeightedAverage TakagiSugeno
  default: nan
  lock-previous: false
  term: low Constant 3.000
  term: intermediate Constant 6.000
  term: high Constant 9.000
```

Rezultatele procesului de inferare pentru determinarea *calității estetice formale* sunt descrise de trei valori triunghiulare parțial suprapuse și asociate calificativelor *modestă* (low)*, intermediară* (intermediate)*, înaltă* (high). Motivul pentru care valorile se suprapun este dat de faptul că implicarea mai multor criterii în evaluare atrage după sine creșterea nivelului de neclaritate asupra unui rezultat obținut prin conjugarea unor date inițiale deja parțial neclare. De exemplu, un output cu valoarea 6.8 denotă atât o calitate ridicată a esteticii formale determinate pentru un obiectiv, cât și o calitate intermediară a acesteia. Apartenența unui rezultat crisp la două intervale lingvistice diferite este tipică evaluărilor umane asupra calităților subiective ale obiectelor, ceea ce face din acest sistem o soluție fidelă de evaluare. Soluția este hibridă, contribuind atât omul cât și calculatorul, la determinarea calităților estetice ale structurilor.

Pentru inferența Mamdani, a fost setată metoda de agregare prod-max și defuzzificarea prin CG. Pentru inferența Takagi-Sugeno defuzzificarea s-a definit ca media maximelor (MOM)[65], de ordin 0 (constant) cu treptele 3, 6 și 9.

Pragul superior al outputului a fost stabilit constant la valoarea 9.000, dar aceasta nu înseamnă că evaluarea estetică, realizată cu această propunere, niciodată nu recunoaște meritul integral, obișnuit asociat *notei* 10, al niciunei structuri. Aceasta este o valoare aleasă mai mult generic pentru a denota posibilitatea permanentă de a crea obiective de o calitate estetică superioară celor deja existente, având mai mult o valoare psihologică și simbolică.

Câteva reguli definite pentru inferare sunt redate mai jos:

```
     if volumetry is excellent and function_correspondence is
excellent and spatial_coherence is average and visual_appearance
is high then m_formal_aesthetic_quality is high with 0.95
     if volumetry is excellent and function_correspondence is
very_pleasant and spatial_coherence is high and
visual_appearance is average then m_formal_aesthetic_quality is
high with 0.85
     if volumetry is very_pleasant and function_correspondence
is excellent and spatial_coherence is high and visual_appearance
is high then m_formal_aesthetic_quality is high with 0.8
     if volumetry is very_pleasant and function_correspondence
is very_pleasant and spatial_coherence is average and
visual_appearance is average then m_formal_aesthetic_quality is
high with 0.6
     if volumetry is very_pleasant and function_correspondence
is pleasant and spatial_coherence is high and visual_appearance
is high then m_formal_aesthetic_quality is high with 0.7
```

[65] Oltean, Gabriel, *Tehnici de inteligență computațională în electronică: Sisteme cu logică fuzzy*, suport de curs, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Departamentul Bazele Electrotehnicii, 2017, sl. 13

```
     if volumetry is pleasant and function_correspondence is
excellent and spatial_coherence is average and visual_appearance
is high then m_formal_aesthetic_quality is high with 0.75
     if volumetry is pleasant and function_correspondence is
very_pleasant and spatial_coherence is high and
visual_appearance is average then m_formal_aesthetic_quality is
high with 0.65
```

Mulțimea valorilor asociate rezultatului, *calitate estetică formală*, este T(r), rezultatul final oferit în formă crisp.

6.6. Concluzii

Evaluarea esteticii structurilor este un complex proces, atât în fond, pentru identificarea, selectarea, ierarhizarea și cuantificarea criteriilor, cât și în formă, vis-à-vis de maniera în care se poate desfășura procesul. Uneltele cu care aceasta se poate face într-un mod consistent și relevant trebuie să fie foarte specializate, concepute dedicat acestui scop.

Pe lângă numeroasele avantaje pe care progresul științific și tehnologic contemporan le pun la dispoziție pentru proiectarea și realizarea de construcții de o înaltă valoare estetică, acest progres vine și în întâmpinarea procesului de evaluare. În timp ce emiterea, acceptarea și apoi sedimentarea logicii fuzzy a avut loc în ultima jumătate de secol, consolidarea bazei teoretice privitoare la sistemele decizionale inteligente a avut loc doar în ultimele trei decenii. Aportul principal de caracter inteligent în SDIF se datorează evoluției înregistrate în domeniul IA, ceea ce practic a determinat fazele de evoluție ale integrării practice a acestor resurse în alte domenii.

O satisfacție reală o produce aprofundarea resurselor actuale în atingerea scopului acestui capitol: profilul evaluărilor estetice este înglobat în modul de operare al logicii fuzzy. Continuarea implementării soluției puse la dispoziție, care funcționează pe baza logicii fuzzy, reușind să ofere date de încredere utilizatorului (evaluatorului însărcinat cu derularea procesului), contribuie direct la atingerea scopului.

Presupunerea de la care am pornit, referitoare la faptul că doar un sistem complex și vast poate să gestioneze consistent această temă, a fost adeverită de studiile parcurse, dar aici se reamintește mențiunea că SDIF ajută decidentul în procesul de evaluare, rămânând antropocentric. Aprofundarea resurselor teoretice relative la SD, logica fuzzy și SDIF este deja un câștig, cu atât mai mult este și aplicarea lor, sprijinită de o aplicație complementară.

Valorificarea aplicației propuse aici este continuată în următorul Cap. 7. *Aplicarea evaluării estetice utilizând propunerea proprie*, în care sunt supuse analizei o serie de obiective premiate la nivel internațional, printre care se găsește și un obiectiv etichetat neoficial că *urât*. Este interesant de observat dacă atribuirea de către o comisie de experți a unei înalte recunoașteri internaționale pentru un obiectiv este confirmată și de opiniile respondenților, la fel cum va fi interesant de observat și cât de *urâtă* este considerată o structură etichetată în mediul on-line ca atare. Bineînțeles că manierele de desfășurare a evaluărilor realizate de cele două categorii, specialiști și public, variază considerabil, la fel și masa și forma informațiilor pe care le-au avut la dispoziție. Oricum, când este utilizat un SD, acesta are predispoziția să genereze dezavantajul de a putea copleși decidentul prin volumul informațiilor. Publicul este și mai sensibil la acest lucru, prin urmare prezentarea informațiilor pentru el trebuie să se facă adaptat pentru a-i atrage interesul și dorința de implicare sinceră. Publicul este mai spontan și de aici mai sincer, dar și mai grăbit și mai greu de angrenat. Reușita integrată a propunerii noastre se va reflecta și în consistența răspunsurilor venite din partea persoanelor chestionate, raportată la perioada de timp alocată acestui proces.

Sincronic cu evoluția societății, formele și uneltele de evaluare trebuie să-și continue dezvoltarea și adaptarea atât la profilul specialiștilor, cât și la personalitatea publicului, pentru a

îşi păstra caracteristica de a fi interesante, iar participarea la proces să aducă satisfacție persoanelor chestionate.

Cap. 7. Aplicarea evaluării estetice utilizând propunerea proprie

7.1. Introducere

Capitolul anterior a prezentat un parcurs prin care, în cadrul unui sistem decizional care funcționează cu logică fuzzy, decidentul folosește o serie de date provenite din exterior, date eterogene și brute, pentru a evalua din punct de vedere estetic o structură.

Contextul în care propunem aplicarea propunerii noastre de evaluare estetică se referă la lucrări realizate și apreciate în mod deosebit la nivel internațional. Patru din cele cinci obiective au fost premiate în ultimii ani de Instituția Inginerilor Structuriști, mai exact: în anul 2012 Noul corp al Curţii Supreme de Justiţie a Noii Zeelande, Muzeul de Artă Americană Crystal Bridges și Turnul Al-Hamra, iar Templul Bahá'i din Santiago în 2017.

Evaluarea realizată astfel este de fapt o evaluare a receptabilității publicului la calitățile estetice ale structurilor. Eterogen fiind, publicul poate fi receptiv atât la frumos, cât și la urât sau poate fi indiferent la oricare dintre cele două. De aceea, notele finale generate sunt încărcate cu o doză mare de subiectivism. Câștigul pe care respondenții îl dobândesc prin participarea la aceste evaluări este de natură psiho-estetică. În primul rând, le sunt expuse lucrări care au calități estetice deosebite. Intră în contact cu acestea, mai ales pentru că altfel nu ar putea să o facă. Prin intermediul scurtei descrieri a obiectivului, respondentul face cunoștință cu un obiectiv structural cu o bogată valoare, indiferent dacă îi va recunoaște sau nu valorile. Fiecare persoană este ușor atinsă sau impresionată, într-un mod sau altul, de frumoasa structură care îîi trece prin fața ochilor. La nivel estetic, fiindcă cele mai multe persoane invitate să participe la evaluare nu au studii în domeniul construcțiilor, evaluările realizate de specialiștii care au acordat premiile IstructE nu este un obiectiv să fie confirmate. Dacă apar răspunsuri mai accentuate care evidențiază acest lucru, este de apreciat.

Chestionarele ascund o mică surpiză care constă în inserarea printre cele patru proiecte de top a unuia despre care mass-media vehiculeaz-ă în mod neoficial că ar fi un eșec estetic. Este vorba de Turnul de observație ArcelorMittal Orbit din Londra, lucrare, de altfel, a unui corp de ingineri cu renume mondial, având lucrări de referință apreciate la înal nivel în domeniul esteticii structurilor, firma Arup. Obiectiul a fost implementat ca rezultat al unui concurs. Firma de inginerie care l-a realizat este fondată de renumitul inginer Ove Arup, prezentat în lucrarea de față în Cap. 4. *Contribuții ale inginerilor de referință mondială la estetica structurilor*. Apare întrebarea cum a apărut această lucrare într-un asemenea context. Este posibil ca în parcursul evolutiv al unui specialist, extinzând la nivelul unei firme, să existe și necesitatea de a ânregistra un eșec. Aceasta este mai mult o necesitate psihologică decat profesională, prin care specialistul își consumă energia creatoare rea din interior pentru a realiza o lucrare ce ulterior o va critica singur. Prin critică își va restabili și își va consolida principiile după care se ghidează în marea partea a activității profesinale.

Inclusiv această a cincea lucrare, strecurată printre celelalte, poate beneficia și chiar beneficiază de apreciere din partea unor respondenți. Fiecare lucrare, indiferent cum ar fi apreciată de o comisie de specialiști, are avocații și criticii săi.

Aplicarea evaluării este realizată în formă experimentală și nu urmărește ierarhizarea lucrărilor. Fiecare din cele cinci chestionare a fost trimisă la câte cinci respondenți diferiți. Descrierile lucrărilor, succinte pentru a nu obosi și plictisi respondentul, sunt susținute în corpul chestionarelor de câte 14 imagini. În continuare sunt prezentate lucrările prin descrierile din corpul chestionarelor și doar câte trei imagini din cele 14. Fișele și rezultatele obținute pe baza lor sunt prezentate în continuare.

7.2. Noul corp al Curţii Supreme de Justiţie a Noii Zeelande, Wellington

Proiectantul structurii: Holmes Consulting Group
Beneficiarul: Ministerul Justiţiei, Guvernul Noii Zeelande
Anul inaugurării: ianuarie 2010
Descrierea obiectivului:

Aflat în capitala Wellington, proiectul Curţii Supreme a Noii Zeelande a presupus adăugarea unui corp nou şi restaurarea clădirii existente a vechiului tribunal. Ecranul decorativ cu rol de umbrire, care înconjoară clădirea nouă, a fost inspirat de ramurile copacilor pohutukawa şi rata (specifici zonei). Acesta este fabricat din bronz reciclat şi, pentru a reprezenta florile, are inserţii de sticlă reciclată roşie. În cultura maori, aceşti copaci reprezintă înţelepciunea protectoare a bătrânilor comunităţii.

În interiorul clădirii, pentru sala de judecată, inspiraţia a fost preluată din conul de semințe al copacului Kauri. Interiorul este alcătuit din 2845 de panouri în formă de diamant, din fag argintiu. Exteriorul sălii de judecată, care are formă ovoidă, este îmbrăcat în panouri de cupru. Bibliotecile ocupă 2,5 km de-a lungul birourilor şi al holurilor în care îşi desfăşoară activitatea magistraţii.

Elementele cheie, precum scara în spirală şi ecranul exterior, au necesitat o fină preocupare inginerească şi detaliere pentru a reda intenţiile arhitecturale.

Mai multe elemente de protejare şi integrare sustenabilă în mediul înconjurator au fost înglobate în această clădire: un sistem de ventilare inteligent, panouri solare, sticlă termoizolatoare, lemn din surse controlate.[1,2]

▲◄ Fig. 7.1. Dialogul dintre structura corpului vechi şi cea a corpului nou

▲ Fig. 7.2. Structura fină a faţadei

◄ Fig. 7.3. Spaţialitatea structurii interioare a sălii de judecată

[1] Sursă: https://warrenandmahoney.com/portfolio/supreme-court
[2] Sursă: https://www.istructe.org/structuralawards/2017-winners/structural-heritage/2010/supreme-court-of-new-zealand

Rezultatele centralizate ale chestionarelor completate de public sunt afişate în Tab. 7.1.

Nr. crt.	Itemi evaluați	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5
1.	**Criterii formale**	**30**	**50**	**33**	**30**	**45**
2.	*Formă corespunzătoare funcţiunii*	10	9	10	8	10
3.	*Volumetrie*	7	10	10	10	8
4.	*Aparenţă vizuală*	9	10	10	10	7
5.	*Coerenţă spaţială*	8	10	10	10	9
6.	*Altele*					
7.	**Rezultat *Criterii formale***	**8,4|9,0**	**8,6|9,0**	**8,6|9,0**	**8,36|9,0**	**8,36|9,0**
8.	**Criterii de ambianţă interioară**	**40**	**30**	**33**	**30**	**25**
9.	*Transparenţă şi opacitate interioare*	7	10	10	9	10
10.	*Armonie interioară*	10	10	10	9	10
11.	*Intuitivitate în exploatare*	8	10	9	10	
12.	*Confort vizual*	10	10	10	10	
13.	*Valorificarea iluminării şi a ventilării naturale*	6	10	9	10	10
14.	*Altele*					
15.	**Rezultat *Criterii de ambianţă interioară***	**8,36|9,0**	**8,6|9,0**	**8,6|9,0**	**8,6|9,0**	**8,6|9,0**
16.	**Criterii estetice intrinseci**	**30**	**20**	**33**	**40**	**30**
17.	*Simbolism*	10		8	10	
18.	*Sens, semnificaţie, încărcătură poetică*	9	8	9	8	
19.	*Creativitate*	8		10	10	
20.	*Expresivitate*	10	9	9	9	10
21.	*Eleganţă*	9	9	10	9	9
22.	*Graţie*	9		9	8	10
23.	*Spectaculozitate*	7		9	9	
24.	*Extravaganţă*	6		9	8	
25.	*Raţională*			10	9	
26.	*Rafinată*	10		9	9	
27.	*Interesantă*	7			10	
28.	*Plăcută*	10		10	10	
29.	*Captivantă*				9	10
30.	*Surprinzătoare*	8			10	
41.	*Extraordinară*				8	10
42.	*Extaziantă*				8	
43.	*Altele*					
44.	**Rezultat *Criterii estetice intrinseci***	**8,36|9,0**	**8,36|9,0**	**8,36|9,0**	**8,4|9,0**	**8,6|9,0**
45.	**Alte categorii de criterii**					
46.	*Alte criterii*					
47.	**Rezultat *Criterii propuse***	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
48	**Rezultate parțiale**	**8,37**	**8,55**	**8,43**	**8,44**	**8,49**
49.	**Rezultatul final**	**8,459**				

Tab. 7.1. Rezultatele sintetice ale evaluării estetice a noului corp al Curţii Supreme de Justiţie a Noii Zeelande

7.3. Muzeul de Artă Americană Crystal Bridges, Bentonville

Proiectantul structurii: Buro Happold
Beneficiarul: Muzeul de Artă Americană Crystal Bridges din Bentonville
Anul inaugurării: noiembrie 2011
Descrierea obiectivului:

Aflat în sud-estul Statelor Unite ale Americii, Bentonville găzduieşte *Muzeul de Artă Americană Podurile de Cristal*, un complex alcătuit din opt pavilioane situate în jurul a două ochiuri de apă alimentate de un mic izvor.

Ansamblul este construit în principal din sticlă şi lemn, rezonând cu împrejurimile naturale. Din punct de vedere funcţional, cuprinde: galerii, spaţii de meeting şi conferinţe, o bibliotecă, un magazin, un restaurant, un café-bar, spaţii pentru concerte şi evenimente în aer liber şi o grădină. Muzeul înglobează trei structuri de tip pod acoperit care traversează izvorul creând cele două ochiuri de apă şi contribuind la valoarea estetică generală a ansamblului. Podurile sunt încapsulate cu structuri de arce dese şi subţiri din lemn, respectiv acoperite cu foi de cupru şi sunt parţial suspendate pe cabluri. Geometria corpurilor fiind foarte variată, articulaţiile şi îmbinările dintre acestea sunt astfel realizate pentru a permite uşoara deplasare care intervine între tronsoanele ansamblului. Existând un permanent risc de infiltraţii de jos în sus, s-a pus accentul pe hidroizolare, iar ancorajele la teren sunt tratate cu epoxizi. Ancorarea în terenul bun de fundare s-a făcut prin piloni de dimensiuni reduse, dar deşi. Betonul este, de asemenea, utilizat la unele corpuri şi unele elemente ale corpurilor de tip pod.

Lemnul utilizat este pinul, o esenţă disponibilă în zonă. Culorile predominante sunt date de cromaticile pinului, ale cuprului, ale betonului şi ale sticlei transparente, uşor verzui, în tandem cu luciul apei.[3,4]

▲◄ Fig. 7.4. Vedere din interiorul ansamblului cu elemente de structură ale unor pavilioane

▲ Fig. 7.5. Detalii de faţadă ale pavilionului café-bar

◄ Fig. 7.6. Detalii de structură ale învelitorii pavilionului café-bar

[3] Sursă: https://www.burohappold.com/projects/crystal-bridges-museum-of-american-art/
[4] Sursă: https://www.istructe.org/structuralawards/2017-winners/award-for-arts-or-entertainment-structures/2012/crystal-bridges-museum-of-american-art

Rezultatele centralizate ale chestionarelor completate de public sunt afișate în Tab. 7.2.

Nr. crt.	Itemi evaluați	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5
1.	**Criterii formale**	**50**	**33**	**0**	**0**	**70**
2.	*Formă corespunzătoare funcţiunii*		7			10
3.	*Volumetrie*		8			10
4.	*Aparenţă vizuală*	9	8			7
5.	*Coerenţă spaţială*		8			9
6.	*Altele*					
7.	**Rezultat *Criterii formale***	**9**	**8,22|9,0**	**-**	**-**	**8,56|9,0**
8.	**Criterii de ambianţă interioară**	**50**	**33**	**100**	**0**	**15**
9.	*Transparenţă şi opacitate interioare*	9	8	9		10
10.	*Armonie interioară*	10	8	10		8
11.	*Intuitivitate în exploatare*		7			8
12.	*Confort vizual*	10	9	9		8
13.	*Valorificarea iluminării şi a ventilării naturale*		8	9		10
14.	*Altele*					
15.	**Rezultat *Criterii de ambianţă interioară***	**8,6|9,0**	**8,19|9,0**	**8,6|9,0**	**-**	**8,4|9,0**
16.	**Criterii estetice intrinseci**	**0**	**33**	**0**	**100**	**15**
17.	*Simbolism*					6
18.	*Sens, semnificaţie, încărcătură poetică*				9	7
19.	*Creativitate*		8		9	7
20.	*Expresivitate*		9			7
21.	*Eleganţă*		9		9	9
22.	*Graţie*					9
23.	*Spectaculozitate*				9	6
24.	*Extravaganţă*					7
25.	*Raţională*		8			10
26.	*Rafinată*					
27.	*Interesantă*				9	7
28.	*Plăcută*		8		9	9
29.	*Captivantă*		8		8	8
30.	*Surprinzătoare*				8	
41.	*Extraordinară*					7
42.	*Extaziantă*					
43.	*Altele*					
44.	**Rezultatul asociat *Criteriilor estetice intrinseci***	**-**	**8,22|9,0**	**-**	**8,6|9,0**	**8,32|9,0**
45.	**Alte categorii de criterii**					
46.	*Alte criterii*					
47.	**Rezultatul asociat *Criteriilor propuse***	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
48	**Rezultate parțiale**	**8,60**	**8,21**	**8,6**	**8,6**	**8,5**
49.	**Rezultatul final**			**8,502**		

Tab. 7.2. Rezultatele sintetice ale evaluării estetice a Muzeului de Artă Americană Crystal Bridges

7.4. Turnul de observație ArcelorMittal Orbit Sculpture, Londra

Proiectantul structurii: Group Arup
Beneficiarul: Departamentul Dezvoltării Patrimoniului Londonez
Anul inaugurării: aprilie 2014
Descrierea obiectivului:

Amplasat în parcul olimpic Stratford din Londra, turnul de observație ArcelorMittal Orbit are 114,5 m înălțime, este cel mai mare obiect public de artă din oraș și este un simbol al găzduirii jocurilor olimpice și paraolimpice în 2012 de către capitala engleză.

Turnul de observație este o combinație între sculptură și inginerie structurală, care îmbină conceptele de stabilitate și instabilitate. Are o suprafață desfășurată de 300 mp.

Inspirația pentru această structură a venit de la turnurile Eiffel, Babel și Tatlin. Spirala care înconjoară turnul seamănă cu mișcarea unui electron în jurul nucleului, fiind necentrată și neverticală, după cum explică Cecil Balmond, unul dintre arhitecții proiectanți. În vârful turnului de observație sunt amplasate pe două etaje un restaurant și o galerie de observație, fiecare cu o capacitate de 150 de persoane.

Obiectivul are un caracter vizual accentuat geometric și organic. Din punct de vedere structural, acesta este alcătuit din trunchiul care găzduiește lifturile și scările, platforma de observație cu cele două etaje și spirala zăbrelită care înconjoară alambicat turnul. O circulație verticală de sus în jos este asigurată printr-un tub parcurs prin alunecare. Trunchiul turnului este înfășurat cu o bandă lată de oțel, dispusă în spirală, constituind coridorul care găzduiește scările, și este așezat pe un soclu de formă conică, din oțel.[5]

▲◄ Fig. 7.7. Vedere de ansamblu a turnului de observație

▲ Fig. 7.8. Etajul întâi găzduind spațiul de observație

◄ Fig. 7.9. Scările amplasate în interiorul coridorului de oțel care înfășoară axul central

[5] Sursa: https://www.arup.com/projects/london-2012-arcelormittal-orbit?query=arcelor

Rezultatele centralizate ale chestionarelor completate de public sunt afișate în Tab. 7.3.

Nr. crt.	Itemi evaluați	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5
1.	**Criterii formale**	**20**	**40**	**20**	**0**	**50**
2.	*Formă corespunzătoare funcţiunii*	7	9	5		10
3.	*Volumetrie*	8	8			9
4.	*Aparenţă vizuală*	10	10	4		10
5.	*Coerenţă spaţială*	8	10			6
6.	*Altele*					
7.	**Rezultat *Criterii formale***	**8,22|9,0**	**8,4|9,0**	**5,5|7,0**	**-**	**8,56|9,0**
8.	**Criterii de ambianţă interioară**	**20**	**30**	**70**	**100**	**0**
9.	*Transparenţă şi opacitate interioare*	7	10		8	
10.	*Armonie interioară*	7	10	9	8	
11.	*Intuitivitate în exploatare*	9	8			
12.	*Confort vizual*	5	10		10	
13.	*Valorificarea iluminării şi a ventilării naturale*	9	10	10	10	
14.	*Altele*				1^b:8	
15.	**Rezultat *Criterii de ambianţă interioară***	**8,2|9,0**	**8,6|9,0**	**7,28|8,33**	**8,22|9,0**	**-**
16.	**Criterii estetice intrinseci**	**60**	**30**	**0**	**0**	**50**
17.	*Simbolism*	7				10
18.	*Sens, semnificaţie, încărcătură poetică*	7	10			7
19.	*Creativitate*	8	10			10
20.	*Expresivitate*	8				10
21.	*Eleganţă*	8	9			4
22.	*Graţie*					5
23.	*Spectaculozitate*	8	8			10
24.	*Extravaganţă*					10
25.	*Raţională*					3
26.	*Rafinată*					3
27.	*Interesantă*	9				10
28.	*Plăcută*	8				7
29.	*Captivantă*	9				9
30.	*Surprinzătoare*	9				8
41.	*Extraordinară*	9				8
42.	*Extaziantă*					9
43.	*Altele*					
44.	**Rezultat *Criterii estetice intrinseci***	**8,22|9,0**	**8,6|9,0**	**-**	**-**	**8,4|9,0**
45.	**Alte categorii de criterii**			**10**		
46.	*Alte criterii*			1^a:10		
47.	**Rezultat *Criterii propuse***	**-**	**-**	**-9**	**-**	**-**
48	**Rezultate parțiale**	**8,21**	**8,52**	**5,29**	**8,22**	**8,48**
49.	**Rezultatul final**	**7,746**				

1^a = Oribil
1^b = Efecte structurale și de culoare

Tab. 7.3. Rezultatele sintetice ale evaluării estetice a turnului de observație ArcelorMittal Orbit Sculpture

7.5. Turnul Al-Hamra, Kuwait

Proiectantul structurii: Skidmore, Owings & Merrill LLP
Beneficiarul: Aljial Real Estate & Entertainment Co.
Anul inaugurării: 2011
Descrierea obiectivului:

Turnul Al-Hamra este a doua cea mai înaltă clădire din Orientul Mijlociu. Solicitată şi de beneficiar, acesta are o aparenţă vizuală deosebită datorată dinamismului geometric. Proiectarea turnului a fost complexă datorită formei sale torsionate.

Cu o înălţime de 412 metri, acesta numără 80 de etaje şi găzduieşte birouri şi un complex comercial alcătuit dintr-un club de sănătate şi un mall aflat în vârful său.

Inspiraţia pentru forma sa structurală provine din roba tradiţională a kuwaiţilor, rezultând un ansamblu asimetric. Conceptul clădirii a urmărit găsirea unei soluţii pentru diminuarea efectului de seră accentuat de climă şi oferirea unei perspective cât mai largi spre Golful Persic. Astfel, spre sud cea mai mare parte a faţadei este din piatră de Jura şlefuită, în timp ce pereţi care "flutură" de la vest spre est înfăşoară peretele de piatră. Pereţii spre est, nord şi vest sunt îmbrăcaţi în sticlă.

Intrarea în turn se face printr-un lobby cu o structură care ajunge la 20 metri înălţime, ce asigură, în acelaşi timp, sprijinirea şi ancorarea corpului turnului.

Materialul structural predominant este betonul armat, iar cromatica ansamblului este dată de cremul pietrei şi cenuşiul-albăstrui al sticlei care reflectă cerul, alături de luciul elementelor de tâmplărie metalică.[6,7]

▲◄ Fig. 7.10. Vedere sudică a turnului

▲ Fig. 7.11. Perspectivă nocturnă frontală, spre intrare

◄ Fig. 7.12. Lobbyul intrării, privit în direcţia vest-est

[6] Sursă: https://www.som.com/projects/al_hamra_tower
[7] Sursă: https://www.istructe.org/structuralawards/2017-winners/retail-structures/2012/the-ai-hamra-tower

Rezultatele centralizate ale chestionarelor completate de public sunt afișate în Tab. 7.4.

Nr. crt.	Itemi evaluați	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5
1.	**Criterii formale**	**50**	**5**	**33**	**40**	**0**
2.	*Formă corespunzătoare funcţiunii*	8				
3.	*Volumetrie*	6				
4.	*Aparenţă vizuală*	7	10	10	9	
5.	*Coerenţă spaţială*					
6.	*Altele*	1^c:7				
7.	**Rezultat *Criteriilor formale***	**8,12|9,0**	**9**	**9**	**9**	**-**
8.	**Criterii de ambianţă interioară**	**30**	**5**	**33**	**20**	**0**
9.	*Transparenţă şi opacitate interioare*		10	9	9	
10.	*Armonie interioară*				9	
11.	*Intuitivitate în exploatare*	9				
12.	*Confort vizual*	8				
13.	*Valorificarea iluminării şi a ventilării naturale*					
14.	*Altele*					
15.	**Rezultat *Criteriilor de ambianţă interioară***	**7,28|8,33**	**9**	**9**	**7,28|8,33**	**-**
16.	**Criterii estetice intrinseci**	**20**	**90**	**33**	**40**	**100**
17.	*Simbolism*				10	9
18.	*Sens, semnificaţie, încărcătură poetică*					8
19.	*Creativitate*				10	9
20.	*Expresivitate*	10			10	
21.	*Eleganţă*	9	10			
22.	*Graţie*					
23.	*Spectaculozitate*			10		9
24.	*Extravaganţă*					9
25.	*Raţională*	7				
26.	*Rafinată*	9				
27.	*Interesantă*					9
28.	*Plăcută*					
29.	*Captivantă*					
30.	*Surprinzătoare*					
41.	*Extraordinară*					
42.	*Extaziantă*					
43.	*Altele*		1^d:8		1^e:10	
44.	**Rezultat *Criteriilor estetice intrinseci***	**8,56|9,0**	**7,28|8,33**	**9**	**8,6|9,0**	**8,4|9,0**
45.	**Alte categorii de criterii**					
46.	*Alte criterii*					
47.	**Rezultat *Criteriilor propuse***	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
48	**Rezultate parțiale**	**7,95**	**7,45**	**9,0**	**8,49**	**8,4**
49.	**Rezultatul final**	**8,260**				

1^c = Relația cu vecinătățile
1^d = Siguranță
1^e = Tradiție

Tab. 7.4. Rezultatele sintetice ale evaluării estetice a turnului Al-Hamra

7.6. Templul Bahá'i din Santiago

Proiectantul structurii: Simpson Gumpertz & Heger | Patricio Bertholet M. | Halcrow | Josef Gartner GmbH

Beneficiarul: Ansamblul Național Spiritual al Baháiștilor din Chile

Anul inaugurării: octombrie 2016

Descrierea obiectivului:

Templul Bahá'i, amplasat într-o zonă muntoasă din America de Sud, are înălțimea de 30 m, suprafața de 1200 mp și capacitatea maximă de 600 de persoane. Aflat într-o zonă cu frumoase peisaje naturale dar și cu seismicitate ridicată, templul a fost proiectat astfel încât să răspundă la această condiție.

Așezământul spiritual are nouă intrări și o învelitoare de tip dom, alcătuită din nouă panouri care constau în structuri tridimensionale în formă de petale. Panourile învelitorii sunt construite din cadre și rețele metalice tridimensionale placate cu marmură la interior și sticlă la exterior, pentru a crea efecte de transluciditate. Având o geometrie organică foarte accentuată, bucățile de marmură și de sticlă au forme triunghiulare pentru a acoperi integral suprafețele petalelor. Marmura și sticla utilizate la placarea panourilor-petale la exterior, respectiv la interior, au fost alese pentru a transpune în materie deschiderea și transparența spirituală, ziua permițând pătrunderea luminii în interior, iar noaptea răspândind din interior lumină, asemănător unui felinar. Panourile susțin și oculusul, fereastra rotundă ce închide templul în vârf, prezentând un balcon intermediar.

Interiorul este pardosit cu lemn de nuc, la fel este căptușit și balconul. Astfel, culorile predominante sunt albul ușor cenușiu al marmurei și nuanțele nucului lăcuit.[8,9]

▲◄ Fig. 7.13. Vedere nocturnă a templului și efectele vizuale generate de anvelopantă

▲ Fig. 7.14. Vedere interioară spre oculusul domului

◄ Fig. 7.15. Perspectivă interioară cu evidențierea elementelor de structură ale balconului

[8] Sursă: http://www.sgh.com/projects/bahai-house-worship-south-america

[9] Sursă: https://www.istructe.org/structuralawards/2017-winners/structural-artistry/2017/baha%E2%80%99i-temple-of-south-america

Rezultatele centralizate ale chestionarelor completate de public sunt afișate în Tab. 7.5.

Nr. crt.	Itemi evaluați	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5
1.	**Criterii formale**	**15**	**40**	**0**	**0**	**30**
2.	*Formă corespunzătoare funcţiunii*	7	10			9
3.	*Volumetrie*	8	10			7
4.	*Aparenţă vizuală*	10	10			10
5.	*Coerenţă spaţială*	7	10			9
6.	*Altele*					
7.	**Rezultat *Criterii formale***	**8,19|9,0**	**8,6|9,0**	**-**	**-**	**8,4|9,0**
8.	**Criterii de ambianţă interioară**	**70**	**30**	**0**	**100**	**40**
9.	*Transparenţă şi opacitate interioare*	9	10		7	8
10.	*Armonie interioară*	10	8		8	9
11.	*Intuitivitate în exploatare*	7	9			10
12.	*Confort vizual*	10	8		8	9
13.	*Valorificarea iluminării și a ventilării naturale*	10			9	10
14.	*Altele*					
15.	**Rezultat *Criterii de ambianţă interioară***	**8,56|9,0**	**8,4|9,0**	**-**	**8,22|9,0**	**8,36|9,0**
16.	**Criterii estetice intrinseci**	**15**	**30**	**100**	**0**	**30**
17.	*Simbolism*	10	10	10		7
18.	*Sens, semnificaţie, încărcătură poetică*	9	8	9		6
19.	*Creativitate*	6	7	10		8
20.	*Expresivitate*	7	9	10		8
21.	*Eleganţă*	9	7	10		9
22.	*Graţie*	10	6	10		8
23.	*Spectaculozitate*	6	5	10		9
24.	*Extravaganţă*	5	5	10		8
25.	*Raţională*	8	5	10		9
26.	*Rafinată*	8	7	10		9
27.	*Interesantă*	9	8	10		10
28.	*Plăcută*		9			9
29.	*Captivantă*	7	6			8
30.	*Surprinzătoare*	7	6	10		9
41.	*Extraordinară*	8	5			7
42.	*Extaziantă*	6	4			6
43.	*Altele*			3^f:10		
44.	**Rezultat *Criterii estetice intrinseci***	**8,38|9,0**	**8,34|9,0**	**8,6|9,0**	**-**	**8,19|9,0**
45.	**Alte categorii de criterii**					
46.	*Alte criterii*					
47.	**Rezultat *Criterii propuse***	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
48	**Rezultate parțiale**	**8,47**	**8,46**	**8,6**	**8,22**	**8,321**
49.	**Rezultatul final**	**8,416**				

3^f = Poziție, exuberanță, designul arhitectural

Tab. 7.5. Rezultatele sintetice ale evaluării estetice a templului Bahá'i din Santiago

7. 7. Concluzii

Manierele în care persoanele particpante la evaluare au oferit răspunsurile sunt mai interesante decât valorile numerice generate prin prelucrarea rezultatelor chestionarelor. Pentru calcularea rezultatelor pe categorii au fost luate în calcul 2, respectiv 4 valori semnificative, iar pentru rezultatele finale au fost luate în calcul valorile minime generate pentru fiecare categorie.

Observăm că dintre cele 25 de chestionare rezultate, în cazul a 16 respondenții au considerat relevantă luarea în considerare și derularea evaluării prin toate cele trei categorii de criterii. Doar 3 respondenți au luat în considerare 2 dintre categoriile propuse, mai exact criteriile formale împreună cu cele de ambianță interioară de către 2 respondenți, iar categoria criteriilor formale și intrinseci de către unul. În schimb, 6 respondenți au considerat doar o categorie ca fiind relevantă, anume: criteriile intrinseci – 3 persoane, criteriile de ambianță interioară – 2, iar criteriile formale – una.

Pentru obiectivele 3, 4 și 5 au fost propuse și alte criterii sau pseudocriterii de evaluare. Acestea sunt: *oribil; efecte structurale și de culoare; relația cu vecinătățile; siguranță; tradiție; poziție, exuberanță, designul arhitectural*. Printre acestea se găsesc unele sugestii chiar foarte bune, precum este abilitatea de a reflecta tradițiile într-o structură sau chiar exuberanța. Aspectelor propuse li s-au acordat note între 7 și 10, cu mențiunea că unul dintre acestea are o conotație negativă, *oribil* (criteriul notat cu indicativul 1^a), căruia i s-a acordat valoarea simbolică *10*. Aprecierea negativă i s-a asociat Turnul de Observație ArcelorMittal Orbit din Londra și observăm cu această ocazie că o persoană din publicul invitat la evaluarea estetică și-a exprimat hotărât dezaprobarea estetică. Ne bucurăm când o lucrare care are calități estetice este apreciată și frumosul pe care îl încorporează este transmis publicului, făcându-se receptat. Dar, așa cum am amintit și în Cap. 3. *Structura prin prisma esteticii*, nemulțumirea și critica aduse în mod justificat unor obiective care ne înconjoară ne ajută să progresăm, să înțelegem mai bine ce corespunde și ce formă îmracă aspectele care fac un obiectiv satisfăcător necesităților reale ale omului. Nu este de dorit să fim înconjurați de multe obiective care ne provoacă la critică, pentru că ne obosesc mental și ajung chiar să ne afecteze. Trebuie să existe un echilibru între frumosul care ne oferă satisfacție și urâtul care ne instigă la critică, nemulțumire și în final la progres. Obiectivele care corespund necesităților comunității o fac să evolueze începând de la nivelul subconștientului. Aceasta contribuie și la consolidarea zestrei științifice, tehnice și estetice pe care suntem datori s-o pregătim și s-o lăsăm următoarei generații.

Cel mai consistent câștig l-am înregistrat tot noi, cei care am conceput aceste chestionare și am identificat criterii estetice încadrate în categorii, pentru că am aprofundat cunoașterea de obiective cu diverse valori estetice pe care sperăm că le-am asimilat. Fiecare experiență îl îmbogățește pe om cu ceva, iar pe noi, în acest caz, cu o doză consistentă de frumos.

Cap. 8. Încheiere

8.1. Concluzii finale

Totdeauna a existat o preocupare pentru frumos şi pentru calitatea estetică a construcţiilor, după cum s-a putut vedea la lucrările realizate din cele mai vechi timpuri până astăzi. Uneori preocuparea a fost (este) conştientizată, programatică, atunci când specialistul îşi asumă responsabilitatea pe care o are pentru a crea obiecte frumoase. Alteori, aceste valori sunt incluse inconştient sau semiconştient în lucrări, deoarece, deşi realizatorul obiectului nu-şi pune activ şi raţional această problemă, include instinctual valori estetice camuflate de necesitatea utilizatorilor produsului final a unor valori culturale.

Suntem permanent înconjuraţi de frumosul prezent în lucrările civile (şi, de asemenea, de urât) dar, dacă nu îl receptăm, aceasta poate se datorează faptului că nu acordăm suficient timp contemplării şi absorbţiei valorilor pe care acelea ni le transmit. Frumuseţea este o valoare estetică pe care o putem exploata în orice obiectiv în măsura în care înţelegem formele în care se prezintă şi regulile după care funcţionează.

Orice activitate umană ştiinţifică sau tehnică presupune o doză de filozofie şi de psihologie. Putem spune că frumosul este doza necesară de filozofie şi psihologie din domniul construcţiilor. Este perceptibilă diferenţa dintre efectele produse de o structură fără valoare estetică şi cele generate de una care deţine aceste valori. Precum s-a observat şi în Cap. 7. *Aplicarea evaluării estetice utilizând propunerea proprie*, publicul, deşi în mare parte nespecialist fiind, simte uneori cu mare intensitate prezenţa, respectiv lipsa frumosului structural.

Există o serie mai bogată decât ne-am aşteptat de promotori, elemente de suport, linii directoare şi principii care, cunoscute şi exploatate de către specialist, îl fac să reuşească să acorde valoare estetică lucrărilor proprii, precum am putut observa în cadrul Cap. 3. *Structura prin prisma esteticii*. Numeroşi ingineri, dintre care un număr modest de 40 au fost succint prezentaţi în Cap. 4. *Contribuţii ale inginerilor de referinţă mondială la estetica structurilor*, au reuşit şi reuşesc în continuare să transpună în lucrările lor multă şi chiar covârşitoare valoare estetică, devenind o resurse ştiinţifice şi filozofice deosebite pentru noi şi pentru generaţiile următoare. Dintre aceştia există personalităţi foarte evident geniale, precum Eladio Dieste, Frei Otto, Eduardo Torroja sau Santiago Calatrava, faţă de care trebuie să fim recunoscători pentru frumuseţea pe care o emană în lume prin lucrările lor. Sigur că fiecare om este dator moral să contribuie măcar cu o particulă la evoluţia societăţii prin creaţia sa originală, dar ne dorim ca măcar să putem imita fidel genialitatea acestor ingineri-esteticieni.

Componenta filozofică a unei lucrări inginereşti este, desigur, mai greu de controlat, dar căutarea suficient de asiduă a unor rezolvări adaptate contextului permite aducerea la lumină a soluţiilor inteligente. Sistemul Decizional Inteligent cu Logică fuzzy este un cadrul complex şi consumator de numeroase resurse, dar, precum am observat la Cap. 6. *Metode de evaluare a esteticii structurilor*, acesta este capabil să gestioneze cu abilitate analiza şi evaluarea estetică structurală. Publicul este o componentă importantă a acestui sistem, pentru că el este destinatarul şi utilizatorul final, constant şi de durată a lucrărilor de inginerie civilă. Integrarea lui în sistem era, prin urmare, obligatorie şi, de aceea, aplicarea evaluării estetice prezentate în cadrul Cap. 7. *Aplicarea evaluării estetice utilizând propunerea proprie*, s-a derulat prin consultarea lui directă. Concluziile acestei consultări sunt poate mai interesante decât valorile numerice, care sunt, desigur, utile într-un proces decizional.

Parcursul studiilor teoretice filozofice, inginereşti şi tehnice a fost unul foarte incitant pentru noi, aducându-ne numeroase surprize plăcute.

8.2. Contribuții proprii

Lucrarea aduce două contribuții principale şi alte şase secundare la domeniul esteticii structurilor. Cele două contribuții principale se referă propunerile teoriei frumosului, respectiv a metodei de evaluare estetică prin softul conceput dedicat cu logică fuzzy.

Prima condiție pentru a putea realiza obiective de calitate constă în a înțelege acele calități dorite. Teoria reconsiderată a frumosului, pe care am expus-o spre finalul Cap. 2. *Estetica și teoria frumosului*, aduce în vedere câteva aspecte pe care le considerăm esențiale în înțelegerea frumosului şi a valorilor estetice structurale şi anume:

• valoarea estetică este o trăsătură a obiectelor, nu depinde de gustul sau de opinia observatorului lor;

• subiectul este capabil să identifice, să înțeleagă, să asimileze şi să producă frumosul în funcție de nivelul său de evoluție;

• apartenența specialistului la un nivel mai ridicat de evoluție este transpusă în practică prin lucrările sale. De fiecare dintre noi depinde calitatea estetică a obiectelor produse de noi, în particular a construcțiilor pe care le realizăm.

A doua contribuție pe care o aducem este propunerea noastră de implementare a Sistemului Decizional Inteligent cu Logică fuzzy în evaluarea estetică a structurilor, utilizând practic două componente: chestionarul dedicat publicului, prin care se colectează date vagi, specifice evaluării estetice, şi softul conceput în limbajul de programare JAVA. Aplicarea acestei soluții de evaluare a fost realizată pe cinci structuri, dintre care patru fiind exemple pozitive, lucrări premiate la nivel internațional, şi încă unul despre care mass-media menționează neoficial că ar fi un contraexemplu estetic din domeniul construcțiilor.

Contribuțiile secundare pe care le-am adus prin lucrarea de față constau în colectarea, structurarea şi comentarea unor baze de cunoştințe cumulate pe următoarele subiecte:

• expunerea înțelegerii conceptului de frumos, provenită de la esteticieni consacrați de-a lungul secolelor şi până în prezent;

• expunerea înțelegerii conceptului de frumos în domeniul construcțiilor, prin cumularea şi completarea aspectelor aduse în vedere de specialiştii din domeniu;

• expunerea sintetică a contribuțiilor aduse esteticii structurilor, prin lucrările şi filozofiile lor, de către 40 de ingineri de referință mondială;

• consultarea şi invitarea spre expunerea propriilor viziuni asupra frumosului structurilor ale unor ingineri de referință clujeni, care, prin filozofia şi activitatea profesională a dumnealor, mulți fiind cadre didactice la Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, au format generații la rând de specialişti şi au înfrumusețat mediul construit local şi regional;

• expunerea oportunităților pe care Sistemul Decizional le oferă cadrului de analiză estetică a construcțiilor, mai ales prin apelarea la unelte de Inteligență Artificială şi la logica fuzzy;

• realizarea de studii şi analize estetice, cu ajutorul unor persoane din public, asupra unor repere estetice structurale, inclusiv asupra unui exemplu negativ.

Întregul demers a urmărit abordarea panoramică a domeniului esteticii structurilor, consolidând baza teoretică disponibilă, consultând indirect şi direct specialişti din domeniu, aducând propuneri pentru implementarea cu succes a valorilor estetice în construcții şi încheind cu etapa de evaluare şi privire retrospectivă asupra parcursului ştiințific realizat.

8.3. Direcții de cercetare viitoare

Cercetările derulate în cadrul programului doctoral şi-au atins obiectivele, dar în același timp au fost evidențiate mai multe direcții pe care acestea pot continua. Aşa cum am amintit mai ales în capitolul al treilea, aprofundarea domeniului esteticii structurale se poate derula în continuare prin:

• studii comparative de estetică pe structuri istorice, cu identificarea trăsăturilor estetice definitorii pentru fiecare perioadă, respectiv zonă;

• studii dedicate fiecărui tip de material de construcție, incluzând cercetarea potențialului estetic insuficient exploatat al fiecăruia;
• studii particulare, respectiv comparative îndreptate spre categoriile funcționale ale obiectivelor structurale, urmărind maniera în care obiective din aceeași clasă funcțională își împrumută valori estetice;
• studii particulare aprofundate, orientate spre categoriile formale ale structurilor;
• studii realizate din perspectiva efectelor psiho-estetice pe care structurile le generează, pentru a identifica motoarele acestor efecte și manierele în care ele pot fi controlate;
• studii asupra metodelor și a tehnologiilor actuale care sprijinesc alegerile specialistului și procesele de proiectare și de execuție a unei lucrări care se urmărește să dobândească valoare estetică ridicată;
• studii extensive asupra carierelor excepționale ale mai mulor specialiști de referință mondială, pentru a extrage principiilor filozofice și practice care susțin o asemenea efervescență de valori estetice.

Atât studiile teoretice, pentru continuarea celui de față, sunt binevenite, cât și experimentările numeroaselor sugestii prezentate aici pot contribui la îmbogățirea zestrei estetice a structurilor.

8.4. Încheiere

Ne exprimăm, în încheiere, deosebita recunoștință pentru oportunitatea pe care Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca ne-a oferit-o în cadrul acestui program doctoral pentru a aprofunda un subiect pe cât de interesant, pe atât de important în domeniul ingineriei civile.

Ținem să mulțumim încă o dată în primul rând domnului profesor dr. ing. Ludovic Gh. Kopenetz, îndrumătorul acestei lucăpri, pentru deosebita ingeniozitate cu care s-a implicat, mai ales pentru sprijinul acordat în derularea cercetărilor din Cap. 5. *Convorbiri despre estetica structurală cu ingineri de referinţă clujeni*. Totodată, mulțumim doamnelor și domnilor ingineri care au avut amabilitatea să participe la interviurile din capitolul menționat, împărtășindu-ne prețioase detalii ale abordării teoretice și practice în estetica structurilor, precum am amintit și în deschiderea acelui capitol. Aducem mulțumiri speciale domnului conferențiar dr. ing. Zsongor Gobesz pentru sprijinul foarte consistent pe care ni l-a acordat la cercetările efectuate în cadrul Cap. 6. *Metode de evaluare a esteticii structurilor*, precum și programatorilor Teofana și Ciprian Mateș care ne-au ajutat la realizarea softului de evaluare estetică a structurilor.

Încheiem aici periplul derulat asupra acestei fascinante teme, recunoscând că acum, la final, înțelegem mai bine cât de puține lucruri înțelegem și cunoaștem după cât de multe lucruri pot fi studiate în domeniul esteticii structurilor. Ne dorim ca aceste cercetări să fie continuate și abordate de mai mulți specialiști din țară și de pe mapamond.

Bibliografie

Referințe bibliografice pentru capitolul 2

[1] *** Academia Română, Institutul de Lingvistică "Iorgu Iordan", *Dicţionarul Explicativ al Limbii Române*, ed. Univers Enciclopedic, Bucureşti, 1998 şi 2009, *Estetica*
[2] Achiţei, Gh.; Breazu, M.; Ianoşi, Ion, ş.a., *Dicţionar de estetică generală*, ed. Politică, Bucureşti, 1972
[3] Alain, *Système des beaux-arts*, ed. Gallimard, Paris, 1920
[4] Alain, *Propos sur l'esthétique*, ed. Librairie Stock, Paris, 1923
[5] Basch, Victor, *Essai critique sur l'Esthetique de Kant*, în *Revista de Filozofie neo-scolastică*, anul al 32-lea, a II-a serie, nr. 27, 1930
[6] Baudelaire, Charles, *Pictorul vieţii moderne*, Colecţia de publicaţii Litteratura.com, http://baudelaire.litteratura.com
[7] Beardsley, Monroe C., *Beauty and Aesthetic Value*, în *The Journal of Philosophy*, vol. 59, nr. 21, New York, 1962
[8] Dufrenne, Mikel, *The Phenomenology of Aesthetic Experience*, trad. Edward S. Casey ş.a., ed. Universităţii Northwestern, Evanston, 1973
[9] Hammermeister, Kai, *The German Aesthetic Tradition*, ed. Universităţii Cambridge, Cambridge, 2002
[10] Maslow, Abraham H., *A Theory of Human Motivation*, în *Revista de Psihologie*, vol. 50, nr. 4, iulie 1943
[11] Moldovan, Mircea Sergiu, *Curs de estetică*, ed. UTPress, Cluj-Napoca, 1993
[12] Morar, Vasile, *Estetica. Interpretări şi texte*, ed. Universităţii din Bucureşti, 2003
[13] Plato, *Opere II*, ed. Ştiinţifică, Bucharest, 1976
[14] Tatarkievicz, Wladyslaw, *Istoria esteticii*, ed. Meridiane, Bucureşti, 1978, vol. I
[15] Tatarkievicz, Wladyslaw, *Istoria esteticii*, ed. Meridiane, Bucureşti, 1978, vol. II
[16] Tatarkievicz, Wladyslaw, *Istoria esteticii*, ed. Meridiane, Bucureşti, 1978, vol. III
[17] Tatarkievicz, Wladyslaw, *Istoria esteticii*, ed. Meridiane, Bucureşti, 1978, vol. IV
[18] Tatarkievicz, Wladyslaw, *The Great Theory of Beauty and Its Decline*, în *The Journal of Aesthetics and Art Criticism*, vol. 31, nr. 2, 1972, pp. 165-180
[19] Wiener, Philip Paul (editor), *Dictionary of the History of Ideas*: *Beauty (Theories of Beauty since the Mid-Nineteenth Century)*, 1973-1974, Monroe C. Beardsley pp. 207-214

Pagini web pentru capitolul 2

[20] http://baudelaire.litteratura.com , Colecţia de publicaţii Litteratura.com (accesat februarie 2017)
[21] https://letteralmente.net/frasi-celebri/umberto-eco.php, Umberto Eco: *Fraze celebre* (accesat februarie 2017)
[22] www.panoramitalia.com, Salvatore, Filippo; Pagani, Erika, *Bruttezza e bellezza secondo Umberto Eco*, interviu în revista PanoramItalia, 2 octombrie 2012 (accesat februarie 2017)

Referințe bibliografice pentru capitolul 3

[1] ***, *Mic Dicționar Enciclopedic*, Ed. Științifică și Enciclopedică, București, 1978
[2] Adams, Charles C., *Technological Allusivity: Appreciating and Teaching the Role of Aesthetics in Engineering Design*, în cadrul *Conferinţei anuale Frontiers in Education*, Atlanta, SUA,1995, pp. 9
[3] Addis, Bill, *Structural criticism and the aesthetics of structures*, în *Journal of IABSE*, nr. 15, 1996, pp. 121-126
[4] Attali, Jean, *L'architecture entre l'art et l'ingénierie: vers une esthétique mondialisée*, în *An-architecte*, 9 ian. 2000, pp. 4
[5] Borden, Daniel; Elzanowski, Jerzy; Lawrenz, Cornelia; Miller, Daniel; Smith, Adele; Taylor, Joni, *Arhitectura. O istorie vizuală*, ed. Litera, 2011
[6] Brainov, Milcho Neshev, *On aesthetics in structural engineering*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, pp. 93-99
[7] Bronowski, J., *Science and Human Values*, ed. Harper & Row Publishers, New York, 1956

[8] Bucur Horváth, Ildikó, *Vasbeton héjszerkezetek – mint 20. századi történeti hagyaték – mai szemmel (Reinforced concrete shell structures – as 20th Century Heritage – in present assessment)*, în cadrul *XXI. Nemzetközi Építéstudományi Konferencia ÉPKO 2017*, Şumuleu-Ciuc, 8-11 iun. 2017, pp. 23-28

[9] Bucur Horváth, Ildikó, *Dezvoltarea contemporană a spaţiului construit: Intervenţii contemporane asupra patrimoniului construit – Adaptare la cerinţele moderne*, în *Studii şi comunicări/DIS*, vol. IX, 2016, pp. 97-109

[10] Bucur Horváth, Ildikó; Săplăcan, R. V., *Force Lines Embodied in the Building: Palazzetto dello Sport*, în *Journal of the IASS*, vol. 54, nr. 2-3, 2013, pp. 179-187

[11] Bucur Horváth, Ildikó, *Reinforced Concrete Shell Structures in Romania as the 20th Century heritage*, în *Proceedings of IASS-APCS 2012 Symposium „From Spatial Structures to Shell Structures"*, Seoul, 21-24 mai 2012, pp. 60 (versiunea scurtă)

[12] Bucur Horváth, I.; Popa, I.; Bulbuk, M.; Virág, J., *Historical Constructions – Authenticity and adaptation to the modern demands*, în *Proceedings of the 6th International Conference on Structural Analysis of Historic Construction*, vol. 1, 2-4 iul. 2008, Bath, pp. 169-174

[13] Bucur Horváth, Ildikó; Hedeş, Andreea-Ana, *Reliability of Reinforced Concrete Shell Structures,* în cadrul *International Symposium on Shell and Spatial Structures, IASS 2005, "Theory, Technique, Valuation, Maintenance"*, Bucureşti, 6-10 sept. 2005, pp. 561-568

[14] Bucur Horváth, Ildikó; György, M. E., *Cupola as a structural element and way of architectural expression*, în cadrul *International Symposium "Building Envelopes as Architectureţs Messages"*, Napoli, 9-11oct. 2003, pp. 214-224

[15] Bucur Horváth, I.; Bacsó, A.; Popa, I.; Tănăsoiu, I., *An early reinforced concrete cupola in the context of the thin shells evolution,* în cadrul *International Symposium "Bridging Large Spans (BLS), From Antiquity to the Present"*, Istanbul, 29 mai – 2 iun. 2000, pp. 417–426

[16] Bucur Horváth, Ildikó, *Az értelmes szépről az építészetben (Despre frumosul raţional în construcţii)*, în cadrul *Conferinţei cu participare internaţională ÉPKO'98*, prin Societatea Tehnico-Ştiinţifică Maghiară din Transilvania, Odorheiu Secuiesc, 4-6 iunie 1998, pp. 23-28

[17] Bucur Horváth, Ildikó, *Építészet mérnökszemmel. Az építészet és építőtechnika rövid története. (Arhitectura în viziune inginerească. Scurtă istorie a arhitecturii şi tehnicii în construcţii)*, ed. Kriterion, Bucureşti, 1995

[18] Bucur Horváth, Ildikó, *Retrospect and prospect of reinforced concrete thin shells,* în cadrul *International Symposium CONSTRUCŢII 2000*, Cluj-Napoca, 15-16 oct. 1993, vol. IV, pp. 1414-1431

[19] Dekker, Don L., *Engineering Design Processes, Problem Solving &Creativity*, în cadrul *Conferinţei Anuale Frontiers in Education*, Atlanta, SUA, 1995, pp. 4

[20] Donici, Mihai C., *Aesthetics of the Main Types of Structure*, în *Buletinul Institutului Politehnic din Iaşi*, 2011, pp. 6

[21] Fallacara, Giuseppe; Barberio, Maurizio, P*arametric morphogenesis, robotic fabrication & construction of novel stereotomic hypar morphologies: Hypar Gate, Hypar Wall and Hypar Vault*, ed. IGI Global, Hershey, 2018

[22] Faste, Rolf A., *The Role of Aesthetics in Engineering*, în *Journal of Japan Society of Mechanical Engineers*, Stanford, nr. 4, 1995, pp. 1-6

[23] Fletcher, Sir Banister, *A History of Architecture on the Comparative Method,* ed. B.T. Batsford, Londra, 1994

[24] Garip, Ervin; Garip, Banu, *Aesthetic evaluation differences between two interrelated disciplines: A comparative study on architecture and civil engineering students*, în *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, nr. 51, 2012, pp. 533-540

[25] Horváth, Ildikó, *Épület és struktúra (Edificiu si structură*), în *Korunk*, nr. 3, 1972, pp. 367-372

[26] Hu, Nan; Feng, Peng; Dai, Gong-Lian, *Structural art: Past, present and future*, în *Structuri Ingineresti Elsevier*, nr. 79, 2014, pp. 407-416

[27] Jensen, Poul Ove, *The aesthetic potential of structure*, în *Journal of IABSE*, nr. 15, 1996, pp. 147-156

[28] Kászonyi, Gábor, *Aesthetic Aspects of Selecting Materials for Engineering Structures*, în *Periodica Polytechnica Budapesta*, vol. 26, nr. 1-2, 1982, pp. 189-198

[29] Khan, Fazlur R., *Structural aesthetics in architecture and its social and technological relevance*, în *Journal of* IABSE, nr. 11, 1980, pp. 135-145

[30] Kollár, Lajos, *Aesthetic Aspects of the Design of Engineering Structures in the Education*, în *Periodica Polytechnica Budapesta*, vol. 47, nr. 1, 2003, pp. 85-90
[31] Kollár, Lajos; Vámossy, Ferenc, *Estetica lucrărilor inginereşti* (tr. ro.), ed. Akademiai Kiado, Budapesta, 1996
[32] Lenczner, Mark, *Structural impact on the environment: aesthetics*, în *Journal of IABSE*, nr. 79, 1998, pp. 593-598
[33] Leonhardt, Fritz, *Aesthetics in structural engineering*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, pp. 3-8
[34] Mihailescu, M.; Horváth, I.; Bia, C.; Pocanschi, A, *Acoperiş sub formă de hiperboloid realizat din elemente prefabricate*, în *Buletinul Ştiinţific al Institutului Politehnic Cluj*, nr. 11/1, 1968, pp. 427-438
[35] Mihailescu, M.; Bia, C.; Horváth, I., *Învelitori prefabricate din beton armat reprezentate de o ecuaţie de gradul patru*, în cadrul celei de-a *III-a Conferinţe de betoane „Structuri de Beton Armat"*, Braşov, 22-24 oct. 1970, pp. 623-635
[36] Mihailescu, M.; Horváth, I., *Velaroidal Shells for Covering Universal Industrial Halls*, în *Acta Technica Scientiarum Academiae Hungaricae*, vol. 85, nr. 1-2, 1977, pp. 135-145
[37] Moşoarcă, M.; Gioncu, V.; Anastasiadis, A., *Suport de curs şi Suport de seminar: Estetica structurilor*, Universitatea „Politehnica" din Timişoara, Facultatea de Arhitectură, 2012
[38] Neufert, Ernst şi Peter, *Archites' Data*, ed. Blackwell Science, 2001
[39] Ostenfeld, Klaus H., *Design for coming generations*, în *Journal of IABSE*, nr. 15, 1996, pp. 179-183
[40] Reitherman, Robert, *The Aesthetics of Structures*, prin CUREE, Richmond, SUA, 2016, pp. 21
[41] Rito, Armando, *Aesthetics and structural design*, în *Journal of IABSE*, nr. 83, 1999, pp. 22-23
[42] Rossi, Aldo, *Autobiografia Scientifica*, ed. ilSaggiatore, Parma, 1990
[43] Sandaker, Bjørn Normann, *On Span and Space – Exploring Structures in Architecture*, ed. Taylor & Francis e-Library, New York, 2007
[44] Schuurman, E., *Technology and the Future: A Philosophical Challenge*, ed. Wedge, Toronto, 1980
[45] Seerveld, C. G., *Rainbows for the Fallen World*, ed. Tuppence Toronto, Downsview, Ontario, 1980
[46] Tassios, Theodosios P., *Relativity and optimization of aesthetic rules for structures*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, pp. 59-67
[47] Vais, Gheorghe, *Programe de arhitectura,* ed. UTPress, Cluj-Napoca, 2008
[48] van Heugten, R.J.H., *Load-bearing glass columns the stacked column*, dizertaţie în cadul Universităţii Tehnice din Eindhoven, 2013
[49] Verma, Sushant; Podder, Ankur, *The Beauty of Architectural Structures: Elegance beyond Aesthetics*, 2015, pp. 10
[50] Weber, Jutta; Sigrist, Viktor, *The Engineer's Aesthetics – Interrelations between Structural Engineering, Architecture and Art*, în cadrul *Congresului Internaţional de Istorie a Construcţiilor*, Cottbus, mai 2009, pp. 8

Pagini web pentru capitolul 3

[51] http://anarchitecture.over-blog.org/article-l-architecture-entre-l-art-et-l-ingenierie-vers-une-esthetique-mondialisee-jean-attali-43376575.html (accesat martie 2015)
[52] http://www.arch2o.com/the-beauty-of-architectural-structures/ (accesat martie 2016)
[53] https://www.arup.com/projects/chinese-national-stadium?query=Beijing (accesat august 2018)
[54] https://backstage.worldarchitecturenews.com/wanawards/project/malapa-fossil-cave-cover-and-visitors-platform/?source=architect (accesat august 2018)
[55] https://calatrava.com/projects/innovation-science-and-technology-building-lakeland.html (accesat august 2018)
[56] http://ceramics.org/ceramic-tech-today/biomaterials/video-bioconcrete-of-the-future-can-heal-itself (accesat august 2018)
[57] https://www.designrulz.com/architecture/2012/10/nautilus-house-unique-shell-shaped-design-by-arquitectura-organica/ (accesat august 2018)
[58] https://www.e-architect.co.uk/portugal/cork-house (accesat august 2018)
[59] https://www.gatewaytosedona.com/the-chapel-of-the-holy-cross-sedona-architectural-landmark(accesat august 2018)

[60] https://www.holland.com/global/tourism/destinations/more-destinations/eindhoven/the-blob-in-eindhoven.htm (accesat august 2018)
[61] http://www.iabse.org/IABSE/association/Award_files/Outstanding_Structure_Award/YSSB_Turkey.aspx (accesat august 2018)
[62] http://icd.uni-stuttgart.de/?p=8807 (accesat august 2018)
[63] https://www.istructe.org/structuralawards/winners/pedestrian-bridges/2013/pembroke-college-footbridge (accesat iulie 2018)
[64] https://www.istructe.org/structuralawards/winners/retail-structures/2011/khan-shatyr-entertainment-centre (accesat iulie 2018)
[65] https://www.komatsuseiren.co.jp/cabkoma/en/ (accesat august 2018)
[66] https://www.mycoted.com/Category:Creativity_Techniques(accesat august 2018)
[67] https://www.tudelft.nl/en/ceg/research/stories-of-science/self-healing-of-concrete-by-bacterial-mineral-precipitation/ (accesat august 2018)
[68] www.wikipedia.com

Referințe bibliografice pentru capitolul 4

[1] ***, Academia Națională de Științe, Inginerie și Medicină SUA, Memorial Tributes, vol. 1, 1979; vol. 13, 2010
[2] ***, AIG, *Médaille d'or Gustave Magnel décernée à M. Nicolas Esquillan*, în *Travaux*, nr. 303, ian. 1960, p. 42
[3] ***, Baza Internațională de Date *Structurae*, *Tung-Yen Lin*
[4] Addis, Bill, *Engineering design in the time of Thomas Telford*, în *Proceedings of The Institution of Civil Engineers-civil Engineering*, vol. 160, 2007, pp.176-183
[5] Andrä, Hans-Peter, *Beispiele aus den Arbeiten von Fritz Leonhardt im Hoch- und Industriebau*, în *Stahlbau*, vol. 68, nr. 7, iul. 1999, pp. 494-506
[6] Balz, Michael; Billington, David; Chilton, John; Ramm, Ekkehard, *In Memoriam - Heinz Isler, Shell Builder and Structural Artist*, în *Journal of IASS*, 2009, pp. 67-68
[7] Barrett, Ada Louise, *George Stephenson*, în *The Railway and Locomotive Historical Society Bulletin*, nr. 71, 1947, pp. 50–70
[8] Bassi, Lara; Gariup, Lara, *Incontri: Julius Natterer*, în *LegnoArchitettura*, anul VII, nr. 28, oct. 2017, pp. 4-9
[9] Bevilacqua, Enrique; Devigili, Celina; Donnet, Florencia; Subils, Lucía, *Eugène Freyssinet*, articol publicat în cadrul Universidad Nacional de Rosario, Santa Fe, Argentina, 2010
[10] Billington, David P., *Anton Tedesko: Thin Shells and Esthetics*, în *Journal of the Structural Division (ASCE)*, vol. 108, nr. 11, nov. 1982, pp. 2539-2554
[11] Billington, David P., *The Tower and the Bridge. The New Art of Structural Engineering*, ed. Princeton University, Princeton, 1993
[12] Billington, D. P.; Bögle, Annette, M*aking the difficult easy and the heavy light: Jörg Schlaich - structural artist and teacher*, în *Steel Construction*, vol. 2, nr. 4, dec. 2009, pp. 273-279
[13] Blaser, Werner, *Werner Sobek. Ingenieurkunst, Art of Engineering*, ed. Birkhäuser, Basel, 1999
[14] Brazil, Rachel, *Ove Arup and the philosophy of total design*, în *Engineering & Technology*, vol 11, nr. 7, iul. 2016, pp. 64-66
[15] Brindle, Steven, *Brunel. The Man Who Built the World*, ed. Weidenfeld & Nicolson, Londra, 2005
[16] Brockway, Kim, *Mario Salvadori, Architect, Engineer*, în *Record*, prin Universitatea Columbia, vol. 23, nr. 2, New York, 1997
[17] Brown, Andre, *Peter Rice*, ed. Thomas Telford Publishing, Londra, 2000
[18] Buchanan, R. Angus, *Brunel: The Life and Times of Isambard Kingdom Brunel*, ed. Hambledon and London Ltd, Londra, 2002
[19] Cassinello, Pepa, *Eduardo Torroja. 1949 - Strategy to Industrialise Housing in Post-World War II*, în *Histories od PostWar Architecture*, [nr. unic], mar. 2017, pp. 1-38
[20] Castelli, Francesca Romana; Del Monac, Anna Irene, *Pier Luigi Nervi e l'architettura strutturale*, prin Universitatea Sapienza din Roma, ed. Edilstampa srl, Roma, 2011
[21] Chen, Airong; Ren, Lisha, *Creative Design Resource: Revelation on Footbridge of Jörg Schlaich*, în cadrul conferinței *Footbridge 2017 Berlin - Tell A Story*, 6-8.9.2017, prin Universitatea Tehnică din Berlin

[22] Chiorino, Cristiana, *Eminent Structural Engineer: Pier Luigi Nervi (1891-1979)—Art and Science of Building*, în *Structural Engineering International*, vol. 20, nr. 1, feb. 2010, pp. 107-109
[23] Cuisinier, Jean-Pierre; Martin, Peter, *Eiffel. La bataille du vent*, ed. CSTB, Paris, 2007
[24] de Haan, David, *Thomas Telford – Colossus of Roads*, broșura pentru expoziția dedicată lui Thomas Telford prin Ironbridge Gorge Museum Trust 2007, pp. 1-6
[25] Deschodt, Eric, *Gustave Eiffel*, ed. Pygmalion, Paris, 2003
[26] Dieste, Eladio; Daguerre, Mercedes; Chiorino, Mario Alberto; Silvestri, Graciela, *Eladio Dieste: 1917-2000*, ed. Electa, Milano, 2003
[27] Fernández Ordóñez, José Antonio; Navarro Vera, José Ramón, *Eduardo Torroja. Ingeniero – Engineer,* ed. Pronaos, Madrid, 1999
[28] Frapier, Christel, teză de doctorat *Les ingénieurs-conseils dans l'architecture en France, 1945-1975: réseaux et inter-nationalisation du savoir technique. Art et histoire de l'art*, prin Université Panthéon-Sorbonne, Paris I, 2009
[29] Glaeser, Ludwig, *The work of Frei Otto*, ed. Museum of Modern Art, 1972
[30] Greco, Claudio, *Pier Luigi Nervi. Dai primi brevetti al Palazzo delle Esposizioni di Torino*, ed. Quart Verlag, Lucerne, 2008
[31] Griggs, Francis E., P.E. & PLS, *John A. Roebling*, în *Structure Magazine*, nr. 64, nov. 2006, pp. 79-83
[32] Güntherroth, Nele, *Roebling's Development to Being an Engineer*, în *Proceedings John A. Roebling Symposium*, ASCE, Reston, SUA, 2006
[33] Haller, Peer, *Eminent Structural Engineer: Julius Natterer*, în *Structural Engineering International*, vol. 18, nr. 2, mai 2008, pp. 207-209
[34] Halpern, Allison Beth; Billington, David Perkins, *Eminent Structural Engineer: Michel Virlogeux - Structural Artist of Modern French Bridges*, în *Structural Engineering International*, vol. 23, nr. 3, 2013, pp. 350-353
[35] Harris, Graham, *Ove Arup and Box Frame Construction*, în *Construction History*, vol. 22, 2007, pp. 61-74
[36] Heinle, Erwin; Leonhardt, Fritz, *Türme aller Zeiten - aller Kulturen*, a 3-a ed., ed. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, 1997
[37] Hines, Eric; Billington, Jr, David, A*nton Tedesko and the Introduction of Thin Shell Concrete Roofs in the United States*, în *ASCE Journal*, vol. 130, nr. 11, nov. 2004, pp. 1639-1650
[38] Holgate, Alan, *The Art of Structural Engineering. The Work of Jörg Schlaich*, ed. Axel Menges, Stuttgart, 1997
[39] Iori, Tullia, *Pier Luigi Nervi*, ed. Motta Architettura, Milano, 2009
[40] Isenber, Jeremy, *Eugene C. Figg Jr.*, în *Memorial Tributes*, Academia Națională de Științe, Inginerie și Medicină SUA, vol. 20, 2016, pp. 80-82
[41] Jäger, Wolfram, *Werner Sobek 60 Jahre*, în *Stahlbau*, vol. 82, nr. 6, 2013, pp. 473-477
[42] Jim DeStefano, *Great Achievements – Tung-Yen Lin*, în *Structure Magazine*, nr. 29-30, dec. 2003–ian. 2004, p. 42
[43] Jones, Peter, *Ove Arup - masterbuilder of the twentieth century*, ed. Yale Unviersity Press, New Haven, SUA, 2006
[44] Kleefisch-Jobst, Ursula, *Stefan Polónyi. Tragende Linien - tragende Flächen. Katalog*, ed. Menges, Fellbach, 2012
[45] Kleinmanns, J.; Weber, C., *Die unbekannte Seite Fritz Leonhardts - Sein Beitrag zum Stahlbau*, în *Stahlbau*, vol. 78, nr. 6, iun 2009, pp. 371-377
[46] Kurrer, Karl-Eugen, *The History of the Theory of Structures*, ed. Wilhelm Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 2008
[47] Levy, Matthys, *Eminent Structural Engineer: Dr Mario Salvadori*, în *Structural Engineering International*, vol. 17, nr. 2 mai 2007, pp. 193-195
[48] Lin, Lorraine; Danziger, Bruce, *The Imaginative Engineer - Peter Rice (1935-1992)*, în *Structure Magazine*, ian. 2007, nr. 66, pp. 52-56
[49] Lorenz, Werner; May, Roland, *Franz Dischinger – Visionär des Brückenbaus*, în cadrul *23. Dresdner Brückenbausymposium*, Dresden, 12 martie 2013
[50] Macdonald, Angus J.; Whyte, Iain Boyd, *John Fowler, Benjamin Baker Forth Bridge,* ed. Axel Menges, Stuttgart, 1997, p. 60

[51] Marrey, Bernard, *Un ingenieur d'entreprise: Nicolas Esquillan*, în *Constructions & Techniques*, nr. 26, 1992, pp. 232-240
[52] Marrey, Bernard, *Écrits d'ingénieurs*, ed. de Linteau, Paris, 1997, pp. 163-175
[53] Mathieu, Catherine, *Gustave Eiffel. Le magicien du fer*, ed. Skira Flammarion, Paris, 2009
[54] McQuaid, Matilda, *Santiago Calatrava: structure and expression*, ed. Harry N. Abrams Inc. (azi, Abrams Books), New York, 1993, pp. 9-39
[55] Molinari, Luca; Rosselli, Paolo; Samsa, Erika, *Santiago Calatrava*, ed. Skira, Milano, 2000
[56] Pedreschi, Remo, *The Engineer's Contribution to Contemporary Architecture – Eladio Dieste,* ed. Thomas Telford Ltd, 2000
[57] Picon, Antoine, *L'art de l'ingénieur. Constructeur, entrepeneur, inventeur*, ed. Centre Georges Pompidou, Paris, 1997, pp. 416-418
[58] Polónyi, Stefan, *Activitatea profesională a lui Stefan Polónyi raportată în cadul Universității Tehnice din Dortmund*, 2010
[59] Popescu, Hristache, *Victor Gioncu*, preluat din vol. *Personalități românești în construcții*, în *Revista Construcțiilor*, nr. 78, 2012, pp. 46-48
[60] Popescu, Hristache, *Mircea Mihailescu (1920-2006)*, preluat din vol. *Personalitati romanesti in constructii*, in Revista Constructiilor nr. 123, 2016, pp. 52-53
[61] Pugsley, A., *The works of Sir Isambard Kingdom Brunel: an engineering appreciation*, prin The Institution of Civil Engineers, University of Bristol, Londra, 1976
[62] Raich, U., *Gustave Magnel Preis an Michel Virlogeux*, în *Beton- und Stahlbetonbau*, vol. 95, nr. 3, mar. 2000, pp. 187-190
[63] Rastolfer, Darl, *Othmar H. Ammann*, în *Structure Magazine*, nr. 34, mai 2004,
[64] Ricken, H., *Erinnerung an Franz Dischinger (1887-1953)*, în *Bautechnik*, vol. 70, nr. 4, 1993, pp. 234-237
[65] Rüsch, Hubert, *Eduardo Torroja*, în *Beton- und Stahlbetonbau*, vol. 56, nr. 8, aug. 1961, pp. 203-204
[66] Russell, Helena, *Eugene Figg: people's champion*, în *Bridge Design & Engineering*, vol. 7, nr. 24, 2001, pp. 14-17
[67] Sayenga, Donald, *Washington Roebling's Father: A Memoir of John A. Roebling*, ed. ASCE Press, Reston, 2009
[68] Schlaich, Jörg, *Anton Tedesko*, în *Beton- und Stahlbetonbau*, vol. 88, nr. 5, mai 1993, pp. 137-146
[69] Schüller, M.; Voormann, F., *Fritz Leonhardt als junger Ingenieur - Frühe Erfahrungen im Großbrückenbau*, în *Stahlbau*, vol. 78, nr. 6, iun. 2009, pp. 378-384
[70] Smiles, Samuel, *The Life of George Stephenson, Railway Engineer*, ed. Ticknor and Fields, Boston, 1958
[71] Smiles, Samuel, *The Life of Thomas Telford*, prin Project Gutenberg, 1997
[72] Stussi, Fritz, *Othmar H. Ammann*, arhiva orașului Schaffhausen, Elveția, 2007, pp. 33-45
[73] Tassin, Daniel M., *Jean Muller: Bridge Engineer*, în *PCI Journal*, Historical-Technical Series, nr. 3-4, martie-aprilie 2006, pp. 88-101
[74] Torroja y Miret, Eduardo, *The Structures of Eduardo Torroja*, prin Ministerio de Fomento, Madrid, 2000
[75] Tzonis, Alexander, *Santiago Calatrava: The Complete Works*, ed. Rizzoli, New York, 2007
[76] Vaudeville, Bernard, *Peter Rice - "Engineer by Accident"*, în *Detail - Zeitschrift für Architektur + Baudetail*, vol. 39, nr. 4, 1999, pp. 604
[77] Watson, Ernest C., *George Stephenson and the First Public Railway*, în *Engineering and Science Monthly* (azi *Caltech Magazine*), nr. 8(12), 1945, pp. 13-14
[78] Weingardt, Richard G., *David Steinman - America's Greatest Native Son Bridge Builder of the 20th Century*, în *Structure Magazine*, nr. 51, oct. 2005, pp. 48-51
[79] Weingardt, Richard G., *Mario Salvadori - Champion of Structural Design in Architecture*, în *Structure Magazine*, nr. 52, nov. 2005, pp. 62-66
[80] Weingardt, Richard G., *Anton Tedesko - Father of Thin-Shell Concrete Construction in America*, în S*tructure Magazine*, nr. 69, apr. 2007, pp. 69-71
[81] Weingardt, Richard G., *Eugene C. Figg, Jr*, în *Structure Magazine*, nr. 87, oct. 2008, pp. 50-53
[82] Weingardt, Richard G., *Fazlur Rahman Khan - The Einstein of Structural Engineering*, în *Structure Magazine*, nr. 115, feb. 2011, pp. 44-46

[83] Welsh, Duncan, *The 250th Anniversary of the birth of Thomas Telford*, The Royal Society of Edinburgh, 2007
[84] Wörner, Johann-Dietrich, *Werner Sobek - ein Ausnahmeingenieur!*, în *Stahlbau*, vol. 82, nr. 6, 2013, pp. 405
[85] Xercavins, Pierre; Demarthe, Daniel; Shushkewich, Ken, *Eugene Freyssinet - His Incredible Journey to Invent and Revolutionize Prestressed Concrete Construction*, Al 3-lea Congres al FIB, 2010, pp. 1-28
[86] Xiang, Hai-Fan, *Reaping the Rewards after Much Pain—In Memory of Academician LI Guohao*, 2012, extras din *Biography of Chinese Scientific and Technological Expert Civil Engineering and Architecture*, în *Bridge*, nr. 2, 2004, tr. Nessy Liu
[87] Xiang, Hai-Fan, *Eminent Structural Engineer: Professor LI Guohao*, în *Structural Engineering International*, nr. 1 (16), 2006, pp.74-77

Pagini web pentru capitolul 4

[88] https://www.arup.com/ (accesat august 2018)
[89] http://www.benjaminbaker.org.uk/life-and-times-of-benjamin-baker.html (accesat august 2018)
[90] https://calatrava.com/awards.html (accesat august 2018)
[91] http://www.chinavitae.com/biography/Li_Guohao/full (accesat august 2018)
[92] http://www.christian-menn.ch/english/person_e/person_e.htm (accesat august 2018)
[93] https://csengineermag.com/article/william-f-baker-reaching-for-the-sky (accesat august 2018)
[94] https://www.dn.se/arkiv/familj/dodsfall-david-jawerth/ (accesat august 2018)
[95] https://drfazlurrkhan.com/ (accesat august 2018)
[96] https://engineering.illinois.edu/engage/distinguished-alumni-and-friends/distinguished/article/5584 (accesat august 2018)
[97] https://www.fib-international.org/federation/awards.html (accesat august 2018)
[98] http://www.iabse.org(accesat august 2018)
[99] https://www.ingbw.de/ingenieurkammer/about-us.html (accesat august 2018)
[100] http://www.michelvirlogeuxconsultant.com/CV-Michel-VIRLOGEUX.pdf (accesat august 2018)
[101] https://www.nattererbcn.com/index.php/professor-natterer (accesat august 2018)
[102] http://khan.princeton.edu/works.html (accesat august 2018)
[103] https://www.pritzkerprize.com/biography-frei-otto (accesat august 2018)
[104] http://www.roadsbridges.com/sun-never-sets-man-chung-tang-bridge (accesată august 2018)
[105] https://shellbuckling.com/cv/gioncu.pdf (accesat august 2018)
[106] https://www.som.com/about/leadership/william_f_baker (accesat august 2018)
[107] https://www.tylin.com/en/about/leadership/tang_manchung (accesat august 2018)
[108] https://www.wernersobek.de/en/ (accesat august 2018)

Referințe bibliografice pentru capitolul 5

[1] Alexa, Pavel; Lehene, Iulia-Adina, *Convorbiri despre estetica structurală cu mari ingineri contemporani – Interviu cu prof. dr. ing. Pavel Alexa*, în *Revista Construcțiilor*, nr. 148, iun. 2018, pp. 42-46
[2] Bucur, Ildikó; Lehene, Iulia-Adina, *Convorbiri despre estetica structurală cu mari ingineri contemporani – Interviu cu prof. dr. ing. Ildikó Bucur*, în *Revista Construcțiilor*, nr. 149, iul. 2018, pp. 60-64
[3] Ionescu, Anton, Lehene, Iulia-Adina, *Convorbiri despre estetica structurală cu mari ingineri contemporani – Interviu cu prof. dr. ing. Anton Ionescu*, în *Revista Construcțiilor*, nr. 151, sept. 2018, pp. 42-45
[4] Kiss, Zoltán; Lehene, Iulia-Adina, *Convorbiri despre estetica structurală cu mari ingineri contemporani – Interviu cu prof. dr. ing. Zoltán Kiss*, în *Revista Construcțiilor* (în curs de publicare)
[5] Makay, Dorottya; Lehene, Iulia-Adina, *Convorbiri despre estetica structurală cu mari ingineri contemporani – Interviu cu dr. ing. Dorottya Makay*, în *Revista Construcțiilor* (în curs de publicare)

[6] Panțel, Eugen; Lehene, Iulia-Adina, *Convorbiri despre estetica structurală cu mari ingineri contemporani – Interviu cu prof. dr. ing. Eugen Panțel*, în *Revista Construcțiilor* (în curs de publicare)
[7] Rus, Petru; Lehene, Iulia-Adina, *Convorbiri despre estetica structurală cu mari ingineri contemporani – Interviu cu prof. dr. ing. Petru Rus*, în *Revista Construcțiilor* (în curs de publicare)
[8] Szabó, Bálint; Lehene, Iulia-Adina, *Convorbiri despre estetica structurală cu mari ingineri contemporani – Interviu cu prof. dr. ing. Bálint Szabó*, în *Revista Construcțiilor* (în curs de publicare)

Referințe bibliografice pentru capitolul 6

[1] ***, *Modelarea sistemelor informatice – Sisteme suport de decizie/Sisteme expert*, suport de curs, Colegiul Economic Administrativ Iași, departamentul Tehnologia Informației și a comunicațiilor, 2012, pp. 36-57
[2] Addis, Bill, *Structural criticism and the aesthetics of structures*, în *Journal of IABSE*, nr. 15, 1996, pp. 121-126
[3] Blanco-Mesa, Fabio; Merigo, Jose M.; Gil-Lafuente, Anna M., *Fuzzy decision making - A bibliometric based review*, în *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, nr. 32 (3), 2017, pp. 16
[4] Brainov, Milcho Neshev, *On aesthetics in structural engineering*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, pp. 93-99
[5] Chisăliță, Gelu-Adrian, *Contribuţii la dezvoltarea sistemelor expert utilizate în proiectarea şi analiza instalaţiilor pentru construcţii*, teză de doctorat, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Facultatea de Construcţii, 2005
[6] Colhon, Mihaela, *Elemente de logică fuzzy*, curs, Universitatea din Craiova, Facultatea de Științe, 2012
[7] Garip, Ervin; Garip, Banu, *Aesthetic evaluation differences between two interrelated disciplines: A comparative study on architecture and civil engineering students*, în *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, nr. 51, 2012, pp. 533-540
[8] Gavrilaş, Mihai, *Sisteme cu inteligenţă artificială – Sisteme expert; Mulţimi şi logică fuzzy*, curs, Universitatea Tehnică "Gh. Asachi" Iaşi, Facultatea de Inginerie Electrică, Energetică şi Informatică Aplicată, (accesat iulie 2018) pp. 16
[9] Gobesz, Zsongor F., *Contribuţii la dezvoltarea sistemelor expert în domeniul construcţiilor*, teză de doctorat, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Facultatea de Construcţii, 1999
[10] Hu, Nan; Feng, Peng; Dai, Gong-Lian, *Structural art: Past, present and future*, în *Structuri Ingineresti Elsevier*, nr. 79, 2014, pp. 407-416
[11] Istudor, Ion, *Sisteme suport al deciziei: istoric, rezultate actual, traditie și dezvoltare*, referat de doctorat, Academia Română, Secția Știința și Tehnologia Informației, Institutul de Cercetări pentru IA, București, 2009
[12] Istudor, Ion, *Tendințe moderne în domeniul sistemelor suport pentru decizii,* în *Revista Română de Informatică și Automatică*, vol 23, nr. 1, 2013, pp. 5-12
[13] Ivanovici, Mihai, *Procesarea imaginilor folosind logica fuzzy*, suport de curs, Universitatea Transilvania Brașov, Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor, 2007, pp. 19
[14] Lişman, Dragoş Florin, *Determinări nedistructive la structuri portante pe cabluri*, teză de doctorat, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Facultatea de Construcţii, 2015
[15] Marin, Georgiana, *Decision Support systems*, în *Romanian Economic Business Review*, nr. 2, 2018, pp. 513-520
[16] Mocean, Loredana, *Consideraţii privind sistemele de asistare a deciziilor (SSD)*, în *Revista Informatică Economică*, nr. 1(29), 2004, pp. 20-24
[17] Nolan, James R., *A Conceptual Model for an Intelligent Fuzzy Decision Support System*, în *AAAI Technical Report*, New York, 2002, pp. 36-42
[18] Oltean, Gabriel, *Sisteme cu logică nuanțată: Logica fuzzy*, suport de curs, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Departamentul Bazele Electrotehnicii, 2018
[19] Oltean, Gabriel, *Tehnici de inteligență computațională în electronică: Sisteme cu logică fuzzy*, suport de curs, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Departamentul Bazele Electrotehnicii, 2017

[20] Prejmerean, Vasile, *Decision Support System Concepts, Methodologies and Technologies,* suport de curs, Universitatea Babeș-Bolyai, Facultatea de Matematică și Informatică, Cluj-Napoca, 2017
[21] Proștean, Gabriela, *Sisteme inteligente în electrotehnică - Sisteme fuzzy*, suport de curs, Universitatea Politehnică Timișoara, Facultatea de Management în Producție și Transporturi, 2010
[22] Sandaker, Bjørn Normann, *On Span and Space – Exploring Structures in Architecture*, ed. Taylor & Francis e-Library, New York, 2007
[23] Tassios, Theodosios P., *Relativity and optimization of aesthetic rules for structures*, în *Journal of IABSE*, nr. 11, 1980, pp. 59-67
[24] Weber, Jutta; Sigrist, Viktor, *The Engineer's Aesthetics – Interrelations between Structural Engineering, Architecture and Art*, în cadrul *Congresului Internațional de Istorie a Construcțiilor*, Cottbus, mai 2009, pp. 8
[25] Zadeh, Lofti A., *Fuzzy Sets*, în *Information and Control*, nr. 8, 1965, pp. 338-353
[26] Zimmermann, Hans-Jurgen, *Fuzzy set theory and its applications*, ed. Springer Science & Business Media, New York, 2001

Pagini web pentru capitolul 6

[27] http://iota.ee.tuiasi.ro/~mgavril/Simpe/L2.htm (accesat iulie 2018)
[28] https://teachercolecadm.wikispaces.com/file/view/Modulul%2BI%2BTema2-material%2Bauxiliar.pptx+&cd=3&hl=en&ct=clnk&gl=ro&client=firefox-b (accesat iulie 2018)

Referințe bibliografice pentru capitolul 7

Pagini web pentru capitolul 7

[1] https://www.arup.com/projects/london-2012-arcelormittal-orbit?query=arcelor (accesat august 2018)
[2] https://www.burohappold.com/projects/crystal-bridges-museum-of-american-art/ (accesat august 2018)
[3] https://www.istructe.org/structuralawards/2017-winners/award-for-arts-or-entertainment-structures/2012/crystal-bridges-museum-of-american-art (accesat august 2018)
[4] https://www.istructe.org/structuralawards/2017-winners/retail-structures/2012/the-ai-hamra-tower (accesat august 2018)
[5] https://www.istructe.org/structuralawards/2017-winners/structural-artistry/2017/baha%E2%80%99i-temple-of-south-america (accesat august 2018)
[6] https://www.istructe.org/structuralawards/2017-winners/structural-heritage/2010/supreme-court-of-new-zealand (accesat august 2018)
[7] http://www.sgh.com/projects/bahai-house-worship-south-america (accesat august 2018)
[8] https://www.som.com/projects/al_hamra_tower (accesat august 2018)
[9] https://warrenandmahoney.com/portfolio/supreme-court (accesat august 2018)

Lista figurilor

Nr. fig.	Titlul figurii Sursa figurii/autor	Pag.
Lista figurilor din capitolul 2		
2.1.	Fig. 2.1. Schema teoriilor asupra frumosului ale unei selecţii de gânditori şi esteticieni Iulia-Adina Lehene	27
2.2.	Fig. 2.2. Categoriile frumosului, precum au fost identificate de Monroe Beardsley Iulia-Adina Lehene	30
2.3.	Fig. 2.3. Schema Teoriei frumosului şi a evoluţiei omului Iulia-Adina Lehene	34
2.4.	Fig. 2.4. Piramida nevoilor umane, identificată de Abraham Maslow Iulia-Adina Lehene	36
Lista figurilor din capitolul 3		
3.1.	Fig. 3.1. Complexul de temple megalitice Mnajdra din Malta, 3600-700 î. Hr. http://ancientufo.org/2014/04/mnajdra-malta/	43
3.2.	Fig. 3.2. Templul Isis de la Philae, cca. 500 î.Hr. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f4/The-Temple-of-Philae-on-Agilika-Island.jpg, autor: Ivan Marcialis	44
3.3.	Fig. 3.3. Sf. Sofia, Constantinopol, 537 d. Hr. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/22/Hagia_Sophia_Mars_2013.jpg/1280px-Hagia_Sophia_Mars_2013.jpg, autor: Arild Vågen	44
3.4.	Fig. 3.4. Biserica din lemn de la Borgund, 1150-1200 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/4a/Borgund_Stavekirk%2C_Norway.jpg/1280px-Borgund_Stavekirk%2C_Norway.jpg, autor: zoetnet	44
3.5.	Fig. 3.5. Bolta abației Westminster din Londra, 1245-1519 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/0a/Bath.abbey.fan.vault.arp.jpg/633px-Bath.abbey.fan.vault.arp.jpg, autor: Arpingstone	44
3.6.	Fig. 3.6. Templul Angkor Wat din Cambogia, sec. XII https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/82/Cambodia_2638B_-_Angkor_Wat.jpg/1200px-Cambodia_2638B_-_Angkor_Wat.jpg, autor: Dennis Jarvis	45
3.7.	Fig. 3.7. Turnul-cloponiță La Giralda, Sevilia, 1568 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/93/La_Giralda_August_2012_Seville_Spain.jpg, autor: Jebulon	45
3.8.	Fig. 3.8. Catedrala Santa Prisca din Taxco, 1758 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/72/Taxco_Santa_Prisca.jpg/1200px-Taxco_Santa_Prisca.jpg, autor: Luidger	45
3.9.	Fig. 3.9. Arcul de Triumf din Paris, 1836 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8d/Paris_July_2011-30.jpg/1200px-Paris_July_2011-30.jpg, autor: Alvesgaspar	45
3.10.	Fig. 3.10. Crystal Palace din Londra, 1851 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/af/Crystal_Palace_Great_Exhibition_tree_1851.png, autor: necunoscut	46
3.11.	Fig. 3.11. Catedrala Mitropolitană din Brasilia, 1970 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/41/Cathedral_and_the_bell_tower.JPG/1200px-Cathedral_and_the_bell_tower.JPG, autor: Leon petrosya	46
3.12.	Fig. 3.12. Centrul Multifuncțional din Singapore, 2014 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/ce/Singapore_Singapore-Sports-Hub-with-National-Stadium-01.jpg/1200px-Singapore_Singapore-Sports-Hub-with-National-Stadium-01.jpg, autor: CEphoto, Uwe Aranas	46
3.13.	Fig. 3.13. Locuințe tip dom din pământ la Joshua Tree în California, 2014	48

	https://s3-us-west-1.amazonaws.com/psl-images/wp-content/uploads/2018/02/05145104/0b1e7b7d1ea50ed5bf25c974bcc8c6e5-bonitadomes.jpg, autor: Maria Zang	
3.14.	Fig. 3.14. Case din bambus de la Sharma Springs, Bali, 2015 https://cms.qz.com/wp-content/uploads/2015/03/sharma-springs-by-rio-6_13-complete-01.jpg?quality=75&strip=all&w=1240	48
3.15.	Fig. 3.15. Bolta și instalația luminoasă din piatră HyparGate din Troyes, 2016 https://inhabitat.com/wp-content/blogs.dir/1/files/2016/08/HyparGate-installation-by-New-Fundamentals-Research-Group-2.jpg	48
3.16.	Fig. 3.16. Pavilionul Hy-Fi din cărămidă organică, New York MoMA PS1, 2014 https://pbs.twimg.com/media/BrG0u3jCUAAlERZ.jpg, autor: Jackie Caradonio	49
3.17.	Fig. 3.17. Intrarea principală în stația de tren Southern Cross din Melbourne, 2007 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/2a/Southern-cross-station-melbourne-morning.jpg/1200px-Southern-cross-station-melbourne-morning.jpg, autor: Marcus Wong Wongm	49
3.18.	Fig. 3.18. Noul Terminal al Aeroportului Internațional din Mumbai, 2014 https://static.dezeen.com/uploads/2014/02/SOM-completes-Mumbai-airport-terminal-with-coffered-concrete-canopy_dezeen_ss_121.jpg	49
3.19.	Fig. 3.19. Muzeul Aan de Stroom, Antwerp, 2011 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/76/Curved_glass_viewed_from_inside_the_MAS_museum_%28Antwerp%2C_BE%29.jpg/1200px-Curved_glass_viewed_from_inside_the_MAS_museum_%28Antwerp%2C_BE%29.jpg, autor: Trougnouf	49
3.20.	Fig. 3.20. Centrul Multifuncțional Khan Shatyr din Astana, Kazahstan, 2010 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7b/Astana_Architecture_02.jpg, autor: Ninaras	50
3.21.	Fig. 3.21. Pavilionul de studiu ICD/ITKE din Stuttgart, 2012 http://icd.uni-stuttgart.de/files/RP12, cu acordul scris al lui Tobias Schwinn	50
3.22.	Fig. 3.22. Casa de plută din Palmeira de Faro, 2008 https://arquitectosanonimos.com/, cu acordul scris al lui Felipe Afonso	50
3.23.	Fig. 3.23. Punct de supraveghere a unui lacul din Breda, Olanda, 2015 https://www.giatecscientific.com/education/bio-concrete/	50
3.24.	Fig. 3.24. Complexul de piramide de la Gizeh, 260-2611 î.Hr. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/94/Giza-pyramids.JPG/1200px-Giza-pyramids.JPG, autor: Robster1983	53
3.25.	Fig. 3.25. Locuință individulă în Salt Lake, Utah, 2008 https://www.freshpalace.com/wp-content/uploads/2012/09/H-House-Salt-Lake-City-Main-0.jpg	53
3.26.	Fig. 3.26. Auditoriul Kresge din campusul MIT, 1955 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/0f/Kresge_Auditorium%2C_MIT_%28view_with_Green_Building%29.JPG/1200px-Kresge_Auditorium%2C_MIT_%28view_with_Green_Building%29.JPG, autor: Daderot	53
3.27.	Fig. 3.27. Turnul Intesa SanPaolo din Turin, Italia, 2014 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/f/f9/Intesa_Sanpaolo_Tower_01.jpg/675px-Intesa_Sanpaolo_Tower_01.jpg, autor: Conte di Cavour	53
3.28.	Fig. 3.28. Suprafața de acoperire a sitului Malapa din Johannesburg, 2014 https://www.istructe.org/getmedia/d74dc95f-0f63-4a3c-a710-9d97ad4b3991/Malapa-2.jpg.aspx?width=900&height=550&ext=.jpg	54
3.29.	Fig. 3.29. Pasarela pietonală de la Colegiul Pembroke, Oxford, 2012 https://www.istructe.org/getmedia/159e1694-9833-4541-a018-1031bae977a0/1pem2.jpg.aspx?width=900&height=550&ext=.jpg	54
3.30.	Fig. 3.30. Centrul Comercial The Admirant din Eindhoven, 2010 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8a/The_Blob_in_Eindhoven%2C_Netherlands.jpg, autor: WikiSander	54
3.31.	Fig. 3.31. Podul Yavuz Sultan Selim din Istanbul, 2016	54

	https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/db/Yavuz_Sultan_Selim_Bridge_IMG_3054.jpg/1200px-Yavuz_Sultan_Selim_Bridge_IMG_3054.jpg, autor: VikiPicture	
3.32.	Fig. 3.32. Stadionul Olimpic The Nest din Beijing, 2007 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1e/Beijing_national_stadium.jpg/1200px-Beijing_national_stadium.jpg, autor: Peter23	55
3.33.	Fig. 3.33. Casa Nautilus din Naucalpan de Juarez, Mexic, 2007 https://en.wikiarquitectura.com/building/nautilus-house/	55
3.34.	Fig. 3.34. Pavilionul Inovațiilor, Științei și Tehnologiei, Lakeland, 2014 https://cdnassets.hw.net/93/1c/8b0f95e64ae892ac992a1fc31b30/floridapolytechnicuniversity-calatrava-exterior1-hero-tcm20-2169568.jpg	55
3.35.	Fig. 3.35. Capela Sf. Cruce din Sedona, SUA, 1957 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/32/Chapel_of_the_Holy_Cross%2C_Sedona%2C_AZ.jpg/1200px-Chapel_of_the_Holy_Cross%2C_Sedona%2C_AZ.jpg, autor: Matthew P. Del Buono	55
3.36.	Fig. 3.36. Basilica Sf. Familie din Barcelona, neterminată (2026) https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/26/%CE%A3%CE%B1%CE%B3%CF%81%CE%AC%CE%B4%CE%B1_%CE%A6%CE%B1%CE%BC%CE%AF%CE%BB%CE%B9%CE%B1_2941.jpg/609px-%CE%A3%CE%B1%CE%B3%CF%81%CE%AC%CE%B4%CE%B1_%CE%A6%CE%B1%CE%BC%CE%AF%CE%BB%CE%B9%CE%B1_2941.jpg, autor: C messier	56
3.37.	Fig. 3.37. Sala Olimpică de Sport din Hamar, Norvegia, 1993 https://www.dagsavisen.no/polopoly_fs/1.1058111.1511077460!/image/image.jpg_gen/derivatives/169_980/image.jpg	64
3.38.	Fig. 3.38. Aeroportul Fuhlsbüttel din Hambrg, 1993 http://www.eco-schulte.cn/fileadmin/eco-media/loesungen/eco-loesungen-hamburg-airport-02.jpg	64
3.39.	Fig. 3.39. Domul Mileniului din Londra, 1998 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/15/Millennium_Dome_%28zakgollop%29_version.jpg, autor: zakgollop	64
3.40.	Fig. 3.40. Atriumul interior al băncii Coutts din Londra, 1978 http://www.gibberd.com/img/projects/coutts-bank-1-website-22545.jpg	64
3.41.	Fig. 3.41. Schematizarea procesul de creație inginerească cuprinzând cei șase pași Iulia-Adina Lehene	66
3.42.	Fig. 3.42. Schematizarea procesul de creație estetică în inginerie Iulia-Adina Lehene	66
3.43.	Fig. 3.43. Aspectele care contribuie la atingerea succesului unui proiect Iulia-Adina Lehene	68
3.44.	Fig. 3.44. Parcursul profesionistului care dorește să realizeze lucrări cu valoare estetică Iulia-Adina Lehene	81

Lista figurilor din capitolul 4

4.1.	Fig. 4.1. Thomas Telford (1757-1834) https://www.magnoliabox.com/products/thomas-telford-xjf331581 (accesat iulie 2018)	83
4.2.	Fig. 4.2. Apeductul Pontcysyllte la Trevor, 1805 Iulia-Adina Lehene	84
4.3.	Fig. 4.3. Podul suspendat Menai la Bangor, 1826 Iulia-Adina Lehene	84
4.4.	Fig. 4.4. George Stephenson (1781-1848) https://www.gracesguide.co.uk/images/f/f3/Im19390506PP-Step.jpg	84
4.5.	Fig. 4.5. Podul lenticular Gaunless în West Auckland, 1825 Iulia-Adina Lehene	85
4.6.	Fig. 4.6. Podul oblic de la Rainhill, 1830 Iulia-Adina Lehene	85
4.7.	Fig. 4.7. Isambard Brunel (1806-1859) https://britishheritage.com/wp-content/uploads/2006/05/IsambardKingdomBrunel_Feature.jpg	85

4.8.	Fig. 4.8. Podul Saltash (Royal Albert) peste râul Tamar, 1859 Iulia-Adina Lehene	86
4.9.	Fig. 4.9. Podul suspendat Clifton peste râul Avon, 1864 Iulia-Adina Lehene	86
4.10.	Fig. 4.10. John A. Roebling (1806-1869) https://www.biography.com/.image/t_share/MTE5NDg0MDU1MTE2MDg4ODQ3/john-augustus-roebling-9461893-1-402.jpg	86
4.11.	Fig. 4.11. Podul John A. Roebling, 1867 Iulia-Adina Lehene	87
4.12.	Fig. 4.12. Podul Brooklyn, 1883 Iulia-Adina Lehene	87
4.13.	Fig. 4.13. Gustave Eiffel (1832-1923) https://www.biography.com/.image/t_share/MTE5NTU2MzE2MjEwOTU1Nzg3/gustave-eiffel-9285294-1-402.jpg	87
4.14.	Fig. 4.14. Viaductul Garabit peste râul Truyère, 1884 Iulia-Adina Lehene	88
4.15.	Fig. 4.15. Podul suspendat din Grădina Zoologică din Giza, 1915 Iulia-Adina Lehene	88
4.16.	Fig. 4.16. Benjamin Baker (1840-1907) https://www.gracesguide.co.uk/images/d/d8/ImV103-p524.jpg	88
4.17.	Fig. 4.17. Podul Firth of Forth din Scoția, 1890 Iulia-Adina Lehene	89
4.18.	Fig. 4.18. Vladimir Shukhov (1853-1939) https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/01/Vladimir_Grigoryevich_Shukhov_1891.jpg/1200px-Vladimir_Grigoryevich_Shukhov_1891.jpg, autor: necunoscut	89
4.19.	Fig. 4.19. Turnul Shukhov, 1922 Iulia-Adina Lehene	90
4.20.	Fig. 4.20. Hala de producție a fabricii din Vyksa, 1898 Iulia-Adina Lehene	90
4.21.	Fig. 4.21. Robert Maillart (1872-1940) https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e0/Robert_Maillart_01_11.jpg, autor: necunoscut	90
4.22.	Fig. 4.22. Podul Salginatobel din Schiers, 1930 Iulia-Adina Lehene	91
4.23.	Fig. 4.23. Podul Schwandbach la Hinterfultigen, 1933 Iulia-Adina Lehene	91
4.24.	Fig. 4.24. Eugène Freyssinet (1879-1962) https://files1.structurae.de/files/photos/freyssinet04.jpg	91
4.25.	Fig. 4.25. Podul Albert-Louppe la Plougastel-Daoulas, 1930 Iulia-Adina Lehene	92
4.26.	Fig. 4.26. Podul Saint-Michel din Toulouse, 1962 Iulia-Adina Lehene	92
4.27.	Fig. 4.27. Othmar Ammann (1879-1968) https://alchetron.com/cdn/othmar-ammann-e0473020-1603-4df5-9079-b1a6181bfac-resize-750.jpeg	93
4.28.	Fig. 4.28. Podul pietonal Wards Island, 1951 Iulia-Adina Lehene	93
4.29.	Fig. 4.29. Podul Verrazano-Narrows, 1964 Iulia-Adina Lehene	93
4.30.	Fig. 4.30. David Steinman (1886-1960) http://historicbridges.org/maine/waldohancock/steinman_large.jpg	94
4.31.	Fig. 4.31. Podul Henry Hudson din New York, 1936 Iulia-Adina Lehene	95
4.32.	Fig. 4.32. Podul Mackinac din New York, 1957 Iulia-Adina Lehene	95
4.33.	Fig. 4.33. Franz Dischinger (1887-1953)	95

	https://www.db-bauzeitung.de/wp-content/uploads/1/4/1464987.jpg	
4.34.	Fig. 4.34. Planetariul Zeiss, din Jena, 1926 Iulia-Adina Lehene	96
4.35.	Fig. 4.35. Podul suspendat de la Strömsundsbron, 1955 Iulia-Adina Lehene	96
4.36.	Fig. 4.36. Pier Luigi Nervi (1891-1979) http://pierluiginervi.org/wp-content/uploads/2011/10/Photos-en-300-DPI_0007.jpg	96
4.37.	Fig. 4.37. Catedrala Saint Mary of the Assumption, 1971 Iulia-Adina Lehene	97
4.38.	Fig. 4.38. Sala de hochei Rupert C. Thompson Arena, 1975 Iulia-Adina Lehene	97
4.39.	Fig. 4.39. Sir Ove Arup (1895-1988) https://collectionimages.npg.org.uk/large/mw109087/Sir-Ove-Arup.jpg	97
4.40.	Fig. 4.40. Podul pietonal Kingsgate, 1965 Iulia-Adina Lehene	98
4.41.	Fig. 4.41. Sydney Opera House, 1973 Iulia-Adina Lehene	98
4.42.	Fig. 4.42. Eduardo Torroja (1899-1961) https://iass-structures.org/resources/Pictures/Actors%20and%20Projects/IASS%20Presidents/Torroja_full.jpg	98
4.43.	Fig. 4.43. Biserica Pont de Suert de la El Pont de Suert, 1951 Iulia-Adina Lehene	99
4.44.	Fig. 4.44. Turnul de apă de la Mohammedia, 1957 Iulia-Adina Lehene	99
4.45.	Fig. 4.45. Nicolas Esquillan (1902-1989) https://iass-structures.org/resources/Pictures/Actors%20and%20Projects/TM%20and%20HM/Esquillan_full.jpg	100
4.46.	Fig. 4.46. CNIT, Paris, 1958 (plan şi vedere) Iulia-Adina Lehene	100
4.47.	Fig. 4.47. Palatul Sporturilor Pierre Mendès, 1968 (plan şi vedere) Iulia-Adina Lehene	100
4.48.	Fig. 4.48. Anton Tedesko (1903-1994) http://www.monolithic.org/vault/img/2011/05/10/4dc92b62c29e0684730008f9/medium/tedesko.jpg din Princeton University Tedesko Archive	101
4.49.	Fig. 4.49. Terminalul aeroportului St. Louis, 1954 Iulia-Adina Lehene	101
4.50.	Fig. 4.50. Intrarea în mag. May-Daniels & Fisher din Denver, 1959 Iulia-Adina Lehene	101
4.51.	Fig. 4.51. Mario Salvadori (1907-1997) https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/9/99/Mario_Salvadori.gif/200px-Mario_Salvadori.gif, autor: nespecificat	102
4.52.	Fig. 4.52. Clădirea CBS din New York, 1962 Iulia-Adina Lehene	102
4.53.	Fig. 4.53. Restaurantul La Concha la San Juan din Perto Rico, 1958 Iulia-Adina Lehene	103
4.54.	Fig. 4.54. Fritz Leonhardt (1909-1999) https://www.fernsehturm-stuttgart.de/images/baumeister/fst-baumeister-leonhardt.jpg	103
4.55.	Fig. 4.55. Podul Fleher la Neuss, 1979 Iulia-Adina Lehene	103
4.56.	Fig. 4.56. Turnul de televiziune din Stuttgart, 1956 Iulia-Adina Lehene	104
4.57.	Fig. 4.57. Tung-Yen Lin (1911-2003) https://www.tylin.com/system/uploads/article/image/186/CourtesyUCBerkeley_tylin_cropped.jpg	104

4.58.	Fig. 4.58. Podul Nanning din China, 2009 Iulia-Adina Lehene	105
4.59.	Fig. 4.59. Memorialul Coloseum din Arizona, 1965 Iulia-Adina Lehene	105
4.60.	Fig. 4.60. Guohao Li (1913-2005) https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT_PkDDsnIIu5Con6zw6if-DJuXMX4LbNZEAjVURfzfcZ7ymzC0	105
4.61.	Fig. 4.61. Podul Wuhan peste râul Yangtze, 1957 Iulia-Adina Lehene	106
4.62.	Fig. 4.62. Podul Nanjing peste râul Yangtze, 1968 Iulia-Adina Lehene	106
4.63.	Fig. 4.63. Eladio Dieste (1917-2000) https://3wqjvwh65v-flywheel.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2009/07/diesteportrait-500.jpg	106
4.64.	Fig. 4.64. Silozul de grâne Cadyl din Young, 1978 Iulia-Adina Lehene	107
4.65.	Fig. 4.65. Biserica San Juan de Avila, 1998 (plan) Iulia-Adina Lehene	107
4.66.	Fig. 4.66. Patinoarul acoperit Johanneshov (Hovet), Stockholm, 1961 Iulia-Adina Lehene	108
4.67.	Fig. 4.67. Sala de concerte Rodahal din Kerkrade, 1966 Iulia-Adina Lehene	108
4.68.	Fig. 4.68. Mircea Mihailescu (1920-2006) https://files1.structurae.de/files/photos/mihailescu/mihailescu02.jpg	108
4.69.	Fig. 4.69. Gara din Predeal, 1968 Iulia-Adina Lehene	108
4.70.	Fig. 4.70. Sala de box de la Onești, 1972 (vedere laterală) Iulia-Adina Lehene	108
4.71.	Fig. 4.71. Heinz Isler (1926-2009) https://www.b-tu.de/fileadmin/user_upload/b-tu.de/great-engineers/Bilder/bauingenieure/isler/1_01_isle.jpg	109
4.72.	Fig. 4.72. Clădirea Sicli din Geneva, 1970 (vedere laterală) Iulia-Adina Lehene	110
4.73.	Fig. 4.73. Centrul Sportiv Norwich, 1991 (vedere laterală) Iulia-Adina Lehene	110
4.74.	Fig. 4.74. Jean Muller (1925-2005) http://www.tallbridgeguy.com/wp-content/uploads/2011/05/jeanmuller.png	110
4.75.	Fig. 4.75. Podul Sunshine Skyway din Tampa, 1987 Iulia-Adina Lehene	111
4.76.	Fig. 4.76. Podul Confederației din Canada, 1997 Iulia-Adina Lehene	111
4.77.	Fig. 4.77. Frei Otto (1925-2015) https://i.kinja-img.com/gawker-media/image/upload/t_original/xikclchxf6t8vtr1s88p.jpg	111
4.78.	Fig. 4.78. Pavilionul de Dans de la Cologne, 1957 Iulia-Adina Lehene	112
4.79.	Fig. 4.79. Pavilionul Germaniei de Vest la Expo Montrea, 1967 Iulia-Adina Lehene	112
4.80.	Fig. 4.80. Christian Menn (1927-2018) https://www.ethz.ch/en/news-and-events/eth-news/news/2018/07/bridge-builder-christian-menn-dies/_jcr_content/news_content/textimage/image.imageformat.lightbox.1470415280.jpg	112
4.81.	Fig. 4.81. Podul Ganter lângă trecătoarea Simplon, 1980 Iulia-Adina Lehene	113
4.82.	Fig. 4.82. Podul Sunniberg de lângă Klosters, 1998 Iulia-Adina Lehene	113
4.83.	Fig. 4.83. Fazlur Khan (1929-1982) https://fazlurrkhan.files.wordpress.com/2012/02/frk.jpg	113

4.84.	Fig. 4.84. Centrul John Hancock din Chicago, 1970 Iulia-Adina Lehene	114
4.85.	Fig. 4.85. Turnul Willis din Chicago, 1973 Iulia-Adina Lehene	114
4.86.	Fig. 4.86. Stefan Polónyi (1930-prezent) http://www.dbz.de/imgs/102531807_bd660d10a6.jpg	115
4.87.	Fig. 4.87. Biserica St. Paulus din Neuss, 1968 Iulia-Adina Lehene	115
4.88.	Fig. 4.88. Podul Ripshorster Straße din Oberhausen, 2008 Iulia-Adina Lehene	115
4.89.	Fig. 4.89. Victor Gioncu (1933-2012) http://histruct.ro/wp-content/uploads/2013/01/Gioncu-Victor.jpg	116
4.90.	Fig. 4.90. Piața Badea Cârțan din Timișoara, 1997 Iulia-Adina Lehene	116
4.91.	Fig. 4.91. Sala de sport (azi manej) din Timișoara, 1985 Iulia-Adina Lehene	116
4.92.	Fig. 4.92. Jörg Schlaich (1934-prezent) https://files1.structurae.de/files/photos/NULL/schlaich_jorg.jpg	117
4.93.	Fig. 4.93. Turnul de observație Killesbergturm din Stuttgart, 2001 Iulia-Adina Lehene	117
4.94.	Fig. 4.94. Podul pietonal Max Eyth la Stuttgart, 1989 Iulia-Adina Lehene	118
4.95.	Fig. 4.95. Peter Rice (1935-1992) https://expeditionworkshed.org/assets/01_Peter-Rice-Introduction.jpg	118
4.96.	Fig. 4.96. *Nuage de la Grande arche* din Paris. 1989 Iulia-Adina Lehene	119
4.97.	Fig. 4.97. Aeroportul internațional Kansai de la Izumisano, 1994 Iulia-Adina Lehene	119
4.98.	Fig. 4.98. Eugene Figg (1936-2002) https://www.floridamemory.com/items/show/46587	119
4.99.	Fig. 4.99. Podul de beton Natchez Trace din Franklin, 1994 Iulia-Adina Lehene	120
4.100.	Fig. 4.100. Podul Sagadahoc de la Bath, 2000 Iulia-Adina Lehene	120
4.101.	Fig. 4.101. Julius Natterer (1938-prezent) https://www.schweighofer-prize.org/press/2005/index.php?lang=EN, cu acordul scris al Eleonorei Marin	120
4.102.	Fig. 4.102. Pavilionul Biodiversum din Luxemburg, 2010 Iulia-Adina Lehene	121
4.103.	Fig. 4.103. Copertină curbată din lemn Expo Dach de la Hanovra, 2000 Iulia-Adina Lehene	121
4.104.	Fig. 4.104. Man-Chung Tang (1940-prezent) https://www.tylin.com/system/uploads/article/image/88/For_MailChimp-Website_-110530_TYLIN_SF_BrookeDuthiephoto-0068_print_res.jpg	121
4.105.	Fig. 4.105. Podul asimetric Dagu (podul Sun and Moon) peste râul Haihe, 2004 Iulia-Adina Lehene	122
4.106.	Fig. 4.106. Podul Caiyuanba peste râul Yangtze, 2007 Iulia-Adina Lehene	122
4.107.	Fig. 4.107. Michel Virlogeux (1946-prezent) https://www.francetvinfo.fr/image/759r79yjv-9532/1200/450/10599193.jpg	122
4.108.	Fig. 4.108. Podul Truc de la Fare la Chirac, 1993 Iulia-Adina Lehene	123
4.109.	Fig. 4.109. Viaductului de metal Millau în Occitanie, 2004 Iulia-Adina Lehene	123
4.110.	Fig. 4.110. Santiago Calatrava (1951- prezent)	123

	https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8c/Santiago_Calatrava_%28cropped%29.jpg/536px-Santiago_Calatrava_%28cropped%29.jpg, autor: Wilson Center	
4.111.	Fig. 4.111. Auditoriul Adan Martin, Tenerife, 2003 Iulia-Adina Lehene	124
4.112.	Fig. 4.112. Podul Bach de Roda, Barcelona, 1987 Iulia-Adina Lehene	124
4.113.	Fig. 4.113. William Baker (1953-prezent) https://www.som.com/FILE/24552/baker_bill_800x800_codypickens_0163.jpg	125
4.114.	Fig. 4.114. Copertina scenei deschise de la Schubert Club, Raspberry Island, 2002 Iulia-Adina Lehene	125
4.115.	Fig. 4.115. Turnul de locuințe Cayan din Dubai, 2013 Iulia-Adina Lehene	125
4.116.	Fig. 4.116. Werner Sobek (1953-prezent) https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/38/Portrait_Werner_Sobek.jpg, autor: Christoph Reichelt, Dresden	126
4.117.	Fig. 4.117. Centrul comercial P & C din Lübeck, 2005 Iulia-Adina Lehene	126
4.118.	Fig. 4.118. ThyssenKrupp Test din Rottweil, 2017 Iulia-Adina Lehene	127

Lista figurilor din capitolul 5

5.1.	Fig. 5.1. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *o structură curată* Iulia-Adina Lehene	132
5.2.	Fig. 5.2. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *legătura dintre structură și frumos* Iulia-Adina Lehene	133
5.3.	Fig. 5.3. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *comunicare dintre frumos și structură* Iulia-Adina Lehene	135
5.4.	Fig. 5.4. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *demersul conceptul al structurii estetice* Iulia-Adina Lehene	137
5.5.	Fig. 5.5. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *identitatea frumuseții cu succesul într-o structură și condițiile realizării structurii frumoase, respectiv de succes* Iulia-Adina Lehene	139
5.6.	Fig. 5.6. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *esența condițiilor realizarii structurilor frumoase și de succes* Iulia-Adina Lehene	140
5.7.	Fig. 5.7. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *aplicarea condițiilor de realizare a structurilor frumoase și de succes* Iulia-Adina Lehene	141
5.8.	Fig. 5.8. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *evoluția în profesie și în domeniul esteticii structurilor* Iulia-Adina Lehene	143
5.9.	Fig. 5.9. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *lucrările de referință din domeniu* Iulia-Adina Lehene, folosing imagini cu sursele: 1884: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/Garabit.jpg, autor: Belgavox 1889: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/85/Tour_Eiffel_Wikimedia_Commons_%28cropped%29.jpg/1200px-Tour_Eiffel_Wikimedia_Commons_%28cropped%29.jpg, autor: Benh LIEU SONG 1952: https://mplayground.files.wordpress.com/2008/03/img_2457.jpg 1957: http://archikey.com/picture/read/794/Palazzetto-dello-Sport.jpg 1958: http://pierluiginervi.org/wp-content/flagallery/laboratorio-nervi-_summer-school-2018/webview/grattacielo-pirelli-copy.jpg 1968: Arhiva proprie dr. ing. Ildiko Bucur-Horvath 1971: Arhiva proprie dr. ing. Ildiko Bucur-Horvath 1972: Arhiva proprie dr. ing. Ildiko Bucur-Horvath 1994: https://thefullcalatrava.files.wordpress.com/2013/09/lyon-st-exupery-gare-tgv-2.jpg 1997: https://img.bunadimineata.ro/uploads/cluj/sites/2/2015/11/biserica-calvaria-cluj-696x522.jpg 1998: http://www.tvl.ro/valencia/obiective-turistice/poze/orasul-artelor-valencia-02.jpg	145

	2003: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/3c/Torre_Mayor%2C_M%C3%A9xico_D.F.%2C_M%C3%A9xico%2C_2014-10-13%2C_DD_11.JPG/1200px-Torre_Mayor%2C_M%C3%A9xico_D.F.%2C_M%C3%A9xico%2C_2014-10-13%2C_DD_11.JPG 2004: Turnul Taipei 101.jpg poza gratuita https://i0.hippopx.com/photos/734/537/151/taipei-101-city-tower-sunny-days-preview.jpg 2010: http://www.italymagazine.com/sites/default/files/feature-story/leader/maxxi-museo-roma_1.jpg 2011: https://www.clujlife.com/wp/wp-content/uploads/2016/12/cluj-arena-logo.jpg 2013: http://concurs.cristis.ro/colectie/cristina_rusu19@yahoo.com/fatad_estica_a_bisericii_evanghelice_bistrita.jpg, cu acordul scris al lui Cristian Vatamanu 2013: http://www.arhitectmedia.ro/wp-content/uploads/2013/07/MuCEM-08.jpg 2014: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0b/Frankfurt_EZB.Nordwest-2.20141228.jpg, autor: Epizentrum	
5.10.	Fig. 5.10. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *stimulentele proiectării de structuri frumoase* Iulia-Adina Lehene	146
5.11.	Fig. 5.11. Diagrama sintetizării răspunsurilor cu privire la *reacţia publicului la efortul specialistului* Iulia-Adina Lehene	147

Lista figurilor din capitolul 6

6.1.	Fig. 6.1. Entităţile implicate într-un Sistem Decizional Iulia-Adina Lehene	163
6.2.	Fig. 6.2. Componentele principale ale Sistemului Decizional Iulia-Adina Lehene	164
6.3.	Fig. 6.3. Componentele Subsistemului de Gestionare a Datelor Iulia-Adina Lehene	165
6.4.	Fig. 6.4. Componentele Subsistemului de Gestionare a Bazei de Cunoştinţe Iulia-Adina Lehene	167
6.5.	Fig. 6.5. Componentele Subsistemului de Gestionare a Modelelor Iulia-Adina Lehene	168
6.6.	Fig. 6.6. Componentele Subsistemului de Gestionare a Dialogului cu Utilizatorul Iulia-Adina Lehene	169
6.7.	Fig. 6.7. Vizualizarea asocierii de valori binare, respectiv de valori fuzzy în două maniere (a şi b) Iulia-Adina Lehene	172
6.8.	Fig. 6.8. Reprezentarea vizuală a apartenenţei unei variabile lingvistice la o mulţime fuzzy Iulia-Adina Lehene, inspirată din: Gavrilaş, Mihai, *Sisteme cu inteligenţă artificială – Sisteme expert; Mulţimi şi logică fuzzy*, curs, Universitatea Tehnică "Gh. Asachi" Iaşi, Facultatea de Inginerie Electrică, Energetică şi Informatică Aplicată	173
6.9.	Fig. 6.9. Reprezentarea grafică a gradelor lingvistice având funcţiile respective Iulia-Adina Lehene	174
6.10.	Fig. 6.10. Graficul unei funcţii de apartenenţă triunghiulare Iulia-Adina Lehene	174
6.11.	Fig. 6.11. Arhitectura controlerului fuzzy Iulia-Adina Lehene	176
6.12.	Fig. 6.12. Secţiunea întâi a chestionarului on-line cu prezentarea sa Iulia-Adina Lehene, cu ajutorul: https://docs.google.com	178
6.13.	Fig. 6.13. Secţiunea a doua a chestionarului on-line care prezintă obiectivul supus evaluării Iulia-Adina Lehene, cu ajutorul: https://docs.google.com	179
6.14.	Fig. 6.14. Secţiunea a treia a chestionarului on-line care stabileşte categoriile de criterii Iulia-Adina Lehene, cu ajutorul: https://docs.google.com	179
6.15.	Fig. 6.15. Secţiunea a patra vizând prima categorie de criterii luate în considerare Iulia-Adina Lehene, cu ajutorul: https://docs.google.com	180
6.16.	Fig. 6.16. Ultima secţiune care închide chestionarul şi trimite răspunsurile acordate Iulia-Adina Lehene, cu ajutorul: https://docs.google.com	180

6.17.	Fig. 6.17. Graficul variabilelor lingvistice volumetrie şi formă corespunzătoare funcţiunii cu valorile lor asociate Iulia-Adina Lehene	182
6.18.	Fig. 6.18. Graficul variabilelor lingvistice coerenţă spaţială şi aparenţă vizuală cu valorile lor asociate Iulia-Adina Lehene	183
6.19.	Fig. 6.19. Graficul variabilei lingvistice calitate estetică formală cu valorile sale asociate Iulia-Adina Lehene	183

Lista figurilor din capitolul 7

7.1.	Fig. 7.1. Dialogul dintre structura corpului vechi şi cea a corpului nou http://4.bp.blogspot.com/_Jvk_9ZanUz0/TUhu_Nq98gI/AAAAAAAAAZE/B14om_gOHG4/s1600/architecture%2Blove%2B_%2Bnz%2Bsupreme%2Bcourt3.jpg	188
7.2.	Fig. 7.2. Structura fină a faţadei https://warrenandmahoney.com/media/legacy/_twoColumns/Supreme_Court_6.jpg	188
7.3.	Fig. 7.3. Spaţialitatea structurii interioare a sălii de judecată https://warrenandmahoney.com/media/legacy/_fullWidth/Supreme_Court_4.jpg	188
7.4.	Fig. 7.4. Vedere din interiorul ansamblului cu elemente de structură ale unor pavilioane https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/39/Crystal_Bridges_Museum_of_American_Art--2012-04-12B.jpg, autor: Charvex, 2012	190
7.5.	Fig. 7.5. Detalii de faţadă ale pavilionului café-bar https://cdn.nabholz.com/wp-content/uploads/2012/06/DSC_0020.jpg	190
7.6.	Fig. 7.6. Detalii de structură ale învelitorii pavilionului café-bar http://media1.trover.com/T/596c7ef88cdc482e84011d56/fixedw_large_4x.jpg	190
7.7.	Fig. 7.7. Vedere de ansamblu a turnului de observaţie https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/73/ArcelorMittal_Orbit%2C_April_2012.jpg/1200px-ArcelorMittal_Orbit%2C_April_2012.jpg, autor: Cmglee	192
7.8.	Fig. 7.8. Etajul întâi găzduind spaţiul de observaţie https://experiences.lastminute.com/content/img/product/large/the-slide-at-the-21121945.jpg	192
7.9.	Fig. 7.9. Scările amplasate în interiorul coridorului de oţel care înfăşoară axul central http://images.adsttc.com.qtlcn.com/media/images/5011/c5ab/28ba/0d3f/3300/00f2/large_jpg/stringio.jpg?1414279579	192
7.10.	Fig. 7.10. Vedere sudică a turnului https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/bd/Alhamra_Tower.jpg/1200px-Alhamra_Tower.jpg, autor: Mohdalg	194
7.11.	Fig. 7.11. Perspectivă nocturnă frontală, spre intrare https://i.pinimg.com/originals/05/98/f7/0598f785cfc7456898878d1943e91447.jpg	194
7.12.	Fig. 7.12. Lobbyul intrării, privit în direcţia vest-est https://www.snnarchitects.com/wp-content/uploads/sites/5514/2015/12/IMG_2001.jpg	194
7.13.	Fig. 7.13. Vedere nocturnă a templului şi efectele vizuale generate de anvelopantă https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/24/Baha%27i_Temple_of_South_America%2C_Santiago%2C_Chile_-_dusk_pictures_26.jpg/1200px-Baha%27i_Temple_of_South_America%2C_Santiago%2C_Chile_-_dusk_pictures_26.jpg, autor: Tiago Masrour 2016	196
7.14.	Fig. 7.14. Vedere interioară spre oculusul domului https://i1.wp.com/mossandfog.com/wp-content/uploads/2017/08/Bah%C3%A1%C3%AD-temple-Chile-moss-and-Fog-7.jpg?resize=922%2C1382&ssl=1	196
7.15.	Fig. 7.16. Perspectivă interioară cu evidenţierea elementelor de structură ale balconului https://www.e-architect.co.uk/wp-content/uploads/2017/04/bahai-temple-of-south-america-chile-r040417-4.jpg	196

Lista tabelelor

Nr. fig.	Titlul tabelului Sursa tabelului/autor	Pag.
Lista tabelelor din capitolul 3		
3.1.	Tab. 3.1. Abordarea sintetică a esteticii structurilor din perspectivă istorică, geografică şi a stilului arhitectural Iulia-Adina Lehene	42-43
3.2.	Tab. 3.2. Abordarea sintetică a esteticii structurilor din perspectiva materialelor de construcţii şi a tipologiilor structurale Iulia-Adina Lehene	47-48
3.3.	Tab. 3.3. Abordarea sintetică a esteticii structurilor din perspectiva funcţiunilor Iulia-Adina Lehene	51
3.4.	Tab. 3.4. Abordarea sintetică a esteticii structurilor din perspectiva formelor, sprijinite de tipologii tehnologice Iulia-Adina Lehene	52
3.5.	Tab. 3.5. Abordarea sintetică a esteticii structurilor din perspectiva efectelor produse asupra sau ca răspuns la reacţiile mediului înconjurător, inclusiv ale omului Iulia-Adina Lehene	56
Lista tabelelor din capitolul 6		
6.1.	Tab. 6.1. Comparaţia între logica booleană şi logica fuzzy Iulia-Adina Lehene	171-172
Lista figurilor din capitolul 7		
7.1.	Tab. 7.1. Rezultatele sintetice ale evaluării estetice a noului corp al Curţii Supreme de Justiţie a Noii Zeelande Iulia-Adina Lehene	189
7.2.	Tab. 7.2. Rezultatele sintetice ale evaluării estetice a Muzeului de Artă Americană Crystal Bridges Iulia-Adina Lehene	191
7.3.	Tab. 7.3. Rezultatele sintetice ale evaluării estetice a turnului de observaţie ArcelorMittal Orbit Sculpture Iulia-Adina Lehene	193
7.4.	Tab. 7.4. Rezultatele sintetice ale evaluării estetice a turnului Al-Hamra Iulia-Adina Lehene	195
7.5.	Tab. 7.5. Rezultatele sintetice ale evaluării estetice a templului Bahá'i din Santiago Iulia-Adina Lehene	197

Anexe